

01060
5

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADOS

IMPORTANCIA DE LA APLICACIÓN DE LA GEOMÁTICA
PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN
MÉXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN GEOGRAFÍA

P R E S E N T A :
GEÓG. GILBERTO NÚÑEZ RODRÍGUEZ

MEXICO 2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedicatoria

He dedicado este trabajo con todo mi amor a mi hija, Isaura Núñez Cisneros (1986-2000)

*“Porque gracias a ti, he podido vivir mi experiencia más cercana a lo divino,
porque le has dado un sentido trascendente a mi vida peregrina,
porque me permitiste conocer el amor más exquisito, profundo y verdadero,
porque aunque ya no estás, siempre sigues estando con nosotros,
porque me has conferido por única certeza, que habremos de estar juntos muy pronto,
para siempre, mami, tú y yo en la compañía de Dios Nuestro Señor”.*

Autorización para la publicación de este trabajo
UNAM y Universidad de la Ciudad de México
CORRESPONDIENTE: _____
NOMBRE: ROBERTO NÚÑEZ
RODRÍGUEZ
FECHA: 11-08-2003
FIRMA: [Firma]

Deseo hacer patente mi más sincero

Agradecimiento

A mis padres: Don Héctor Núñez y Doña María Elena Rodríguez, por la vida, la conciencia y el amor a Dios y al trabajo.

A mi esposa, Isaura Cisneros y mi hija, Isaura Núñez, por su amor, su paciencia y su compañía siempre grata y serena, que hoy no reconocen para mí, límites entre la vida y la muerte.

A mis hermanos y sus familias: Héctor, Fernando, Guillermo y Javier, por permitirme compartir con ellos, los momentos más preciados de la vida.

Al P. Camilo Cisneros, a Don José Cisneros y Doña Jovita Torres por su apoyo, su compañía y comprensión siempre sinceros.

A los miembros del sínodo: Dr. Luis Miguel Morales, Dr. Ángel Massiris, Dr. José Luis Palacio, Dra. María Teresa Sánchez y Mtro. Miguel Ángel Backhoff, por sus valiosos comentarios y observaciones.

A mis compañeros del Instituto Mexicano del Transporte y de la Unidad de Sistemas de Información Espacial, por su siempre valioso apoyo.

A los servidores públicos, académicos e investigadores, quienes gentilmente accedieron a proporcionarme información y a compartir sus comentarios y puntos de vista, para el cuestionario contenido al final de este trabajo.

Asimismo, al Dr. José Luis Palacio, a la Dra. Ma. Teresa Sánchez, al M.C. Tristán Ruiz y al Mtro. Miguel Ángel Backhoff, quienes me brindaron importantes apoyos en el más amplio sentido para la culminación de este trabajo.

Geóg. Gilberto Núñez Rodríguez

CONTENIDO

<u>Introducción</u>	1
1. <u>Espacio geográfico y territorio</u>	4
1.1. El concepto de espacio	4
1.2. El espacio geográfico	14
1.3. Importancia del enfoque sistémico	20
1.4. Los procesos y los problemas territoriales	25
2. <u>La planificación y el ordenamiento territorial</u>	28
2.1. El concepto de planificación	28
2.1.1. Antecedentes históricos de la planificación	31
2.1.2. Corrientes y enfoques de la planificación	32
2.1.3. Características relevantes de la planificación	36
2.2. El concepto de ordenamiento territorial	41
2.2.1. Principios del ordenamiento territorial	46
2.2.2. Objetivos del ordenamiento territorial	48
2.3. El ordenamiento territorial en México	49
2.3.1. Contexto y antecedentes	49
2.3.2. Situación actual	55
3. <u>Información estadística y geográfica para el ordenamiento territorial</u>	65
3.1. Importancia de la información para el ordenamiento territorial	67
3.2. Fuentes de información geográfica y estadística	69
3.3. Naturaleza de la información geográfica	71
3.3.1. Formas de representación de la información geográfica	73
3.3.2. Componentes de la información geográfica	77
3.3.2.1. El componente espacial	77
3.3.2.2. El componente temático	78
3.3.2.3. El componente temporal	79
3.3.3. Problemas comunes de la información geográfica	80
3.4. Importancia de la estadística	82
3.4.1. Funciones básicas de la estadística	82
3.4.2. Importancia de los datos en la estadística	83
3.4.3. El concepto de probabilidad	84
3.4.4. La significación	84
3.4.5. Métodos para la organización y presentación de los datos estadísticos	86
3.5. La estadística espacial	87
3.6. Panorama actual en México	90

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

D

4.	<u>Los fundamentos de la geomática</u>	96
4.1.	El concepto de geomática.....	96
4.2.	Levantamientos terrestres.....	101
4.2.1.	Levantamientos geodésicos.....	101
4.2.2.	Levantamientos topográficos.....	104
4.3.	El sistema de posicionamiento global.....	108
4.3.1.	Subsistemas del GPS.....	109
4.3.1.1.	Subsistema o sector satelitario.....	110
4.3.1.2.	Subsistema o sector de control.....	110
4.3.1.3.	Subsistema o sector del usuario.....	111
4.3.2.	Tipos de receptores GPS.....	111
4.3.3.	La corrección diferencial.....	115
4.3.4.	Sistemas de medición GPS.....	116
4.3.5.	Planificación de la observación.....	117
4.3.6.	Métodos de posicionamiento.....	118
4.3.7.	Aplicaciones del GPS.....	119
4.4.	La percepción remota.....	121
4.4.1.	Objetivos y alcance de la percepción remota.....	123
4.4.2.	Principios físicos de la percepción remota.....	125
4.4.2.1.	El espectro electromagnético.....	127
4.4.2.2.	El dominio óptico del espectro.....	128
4.4.2.3.	Interacción de la atmósfera con la radiación electromagnética.....	132
4.4.3.	Sistemas de teledetección aérea.....	133
4.4.3.1.	Planeación de una misión aerofotogramétrica.....	134
4.4.3.2.	Geometría de un vuelo fotogramétrico.....	136
4.4.3.3.	Obtención de la información a partir de fotografías aéreas.....	137
4.4.4.	Sistemas de teledetección espacial.....	139
4.4.4.1.	Resolución de un sistema sensor.....	141
4.4.4.2.	Sensores pasivos.....	143
4.4.4.3.	Sensores activos.....	145
4.4.4.4.	Plataformas de teledetección espacial.....	146
4.4.4.5.	Bases para la interpretación de imágenes en teledetección.....	149
4.5.	Comunicaciones y redes de cómputo.....	158
4.5.1.	El modelo de las comunicaciones.....	159
4.5.2.	El proceso de comunicación de los datos.....	160
4.5.3.	Comunicación de datos a través de redes.....	161
4.5.4.	Medios de transmisión.....	165
4.6.	Sistemas de información.....	168
4.7.	Sistemas de información geográfica.....	170
4.7.1.	Los sistemas de información geográfica en la práctica.....	174
4.7.2.	Elementos de un sistema de información geográfica.....	175
4.7.3.	Importancia de los datos en los sistemas de información geográfica.....	176
4.7.4.	Modelos y estructuras de datos.....	177
4.7.4.1.	El modelo raster.....	179
4.7.4.2.	El modelo vectorial.....	180
4.7.5.	El análisis espacial.....	183
4.7.5.1.	Medidas de centralidad.....	184
4.7.5.2.	Medidas de dispersión respecto a un punto.....	184
4.7.5.3.	Medidas de dispersión en un área.....	185
4.7.5.4.	Análisis y estructuración de las redes en el espacio.....	186
4.8.	Situación actual en México.....	187

5.	<u>Análisis de resultados</u>	189
5.1.	Revisión de fundamentos.....	189
5.1.1.	Consulta de páginas en internet.....	193
5.2.	Análisis del cuestionario-entrevista aplicado.....	195
5.2.1.	Evaluación de resultados de las entrevistas.....	215

	<u>Conclusiones</u>	218
--	---------------------------	-----

	<u>Referencias bibliográficas</u>	221
--	---	-----

Anexo A. Información relevante en internet sobre geomática
y ordenamiento territorial

Anexo B. Guión de entrevista-cuestionario

Anexo C. Procedimiento para la aplicación de entrevistas

Anexo D. Concentrado de resultados de la aplicación del
cuestionario-entrevista

Anexo E. Directorio de entrevistados

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

F

Introducción

Aún ahora que comienza el siglo XXI se perciben notables deficiencias en nuestro país respecto al conocimiento y la gestión del territorio y sus recursos, situación extensiva a la predominancia de los grupos de trabajo dedicados tanto al diseño como a la operación e integración de los resultados de los grandes proyectos nacionales. Este fenómeno se ubica en un entorno de crisis generalizadas y recurrentes, característico de los países subdesarrollados, que conduce necesariamente a la continua búsqueda de alternativas para la superación de los desequilibrios territoriales y las desigualdades socioeconómicas, que a la vez, permitan avanzar hacia un mayor nivel de desarrollo. La motivación por realizar un trabajo donde se tenga como objetivo central el análisis y la fundamentación del manejo sistemático de los recursos metodológicos y tecnológicos, englobados bajo el enfoque de la geomática para los fines prácticos del ordenamiento territorial en México, parte precisamente de la necesidad de contar con documentos de referencia general que integren el conocimiento básico actual sobre las muy diversas disciplinas, métodos y técnicas incorporados en ambos cuerpos de conocimiento, con referencia a los siguientes conceptos unificadores: espacio geográfico, territorio y geosistemas, teoría de los sistemas, planificación y ordenamiento territorial, geografía, cartografía y estadística, informática, sistemas de información geográfica, telecomunicaciones, percepción remota y la amplia gama de los levantamientos terrestres.

A continuación se incluyen los objetivos particulares:

- a) Integrar los conceptos básicos referentes a los métodos, técnicas y herramientas geomáticas actualmente disponibles, para demostrar su utilidad y posible aplicación en el ámbito del ordenamiento territorial.
- b) Diseñar un esquema teórico de aplicación de los fundamentos de la geomática para el proceso general de ordenamiento territorial.

En concordancia con los objetivos señalados se ha planteado la siguiente hipótesis: "Si la geomática es un cuerpo de conocimiento basado en la integración sistémica de métodos y modernas tecnologías para el eficiente procesamiento de la información georreferenciada, constituye una alternativa metodológica y tecnológica viable y necesaria para optimizar los resultados del proceso de ordenamiento territorial en México".

Es necesario señalar que un territorio específico es un complejo conformado por múltiples elementos, sobre el cual actúan factores de naturaleza y comportamiento muy variados, su dinámica implica cambios continuos en escalas variables respecto a las dimensiones temporal y espacial, lo cual conduce frecuentemente a visiones parciales y decisiones erróneas, ya sea por desconocimiento (deficiencias teóricas, metodológicas y conceptuales), o bien, por problemas relacionados con la cultura y las formas de organización del trabajo; por lo que se requiere ante todo, del planteamiento y la aplicación de métodos, técnicas e instrumentos, que en un entorno global, permitan el estudio, la atención y la solución a los problemas de manera eficiente.

Por otra parte, el ordenamiento territorial, como un componente esencialmente ligado a la planificación, contiene diversas políticas, estrategias, métodos y técnicas, orientados al estudio de los múltiples elementos y factores que integran la estructura e intervienen en la dinámica de cada unidad territorial, permitiendo su definición, caracterización y la detección de problemas,

planteando alternativas de solución y la formulación de escenarios para el desarrollo futuro con base en la participación consciente y efectiva de los diversos agentes de cada sociedad.

En cuanto a la geomática, se entiende como un cuerpo de conocimiento de reciente desarrollo que permite la eficiente integración de métodos y tecnologías para el procesamiento de la información geográfica, orientado hacia la planificación y la gestión del territorio y sus recursos, con sus métodos propios para el estudio y la búsqueda de soluciones a los problemas territoriales, bajo un enfoque holístico y sistémico.

Ahora bien, es ineludible la responsabilidad que implica el hecho de emitir razonamientos relacionados con problemas tan complejos y de enormes dimensiones, como los que caracterizan actualmente al funcionamiento de la sociedad y el territorio nacional, desde un particular punto de vista; es decir, este planteamiento personal, enmarcado en la disciplina geográfica, esto conduce a la necesidad de revisar una considerable cantidad de información significativa sobre temas muy diversos, aparentemente poco relacionados, o bien, insuficientemente tratados en nuestro medio, optando en este trabajo por sacrificar en lo posible los juicios personales -con frecuencia, exageradamente elaborados en diversos trabajos teóricos y poco explicativos sobre los problemas de la realidad-, en favor del aporte de los elementos teóricos y conceptuales necesarios, orientados a la fundamentación aquí propuesta, que va de lo general a lo particular.

En consecuencia, se recopiló la información necesaria, bibliográfica y hemerográfica, complementada con la consulta de varias páginas institucionales relevantes de internet y la aplicación de un cuestionario a servidores públicos de mandos medios (jefe de departamento, subdirector y director, es decir, los responsables del diseño y la conducción de los proyectos), así como a un grupo de académicos e investigadores, cuyas funciones sustanciales están estrechamente relacionadas con el tema de estudio.

El capítulo uno está dedicado a la revisión de los conceptos básicos de espacio, desde el punto de vista físico, geométrico, social y percibido, así como a la concepción del espacio geográfico, procediendo a la descripción de los conceptos de territorio, paisaje y geosistema. Dentro de este esquema, ocupa un lugar muy importante el enfoque sistémico que, dado su enorme potencial explicativo acerca de la estructura y la dinámica de los procesos naturales e inclusive sociales, ha sido adoptado, o bien, adaptado en el ámbito general de la ciencia, sobre todo durante la segunda mitad del siglo XX.

En el segundo capítulo, se describen los fundamentos de la planificación (en su sentido genérico), los cuales se utilizaron para el necesario encuadre del ordenamiento territorial, y sobre todo porque en México, como política de Estado, ha sido el antecedente directo, orientado en sus diversas facetas, básicamente a la dotación de infraestructura y servicios, así como a la organización del ejercicio presupuestario en cuanto a la recaudación de recursos y su distribución a lo largo del territorio nacional, en función de las áreas económicas y sociales consideradas como prioritarias, destacando una marcada influencia de factores políticos coyunturales.

Lo anterior es relevante, dado que la incorporación del ordenamiento territorial en nuestro país, formalmente, como política de Estado y como instrumento de planificación, se encuentra en sus fases primarias, habiendo iniciado apenas hace tres años. Paralelamente, se ha manifestado oficialmente el reconocimiento sobre la escasa importancia atribuida al territorio en los trabajos de planificación antecedentes.

El tercer capítulo se ha dedicado al estudio de la naturaleza y las propiedades de la información geográfica, aspecto de vital importancia para el entendimiento de los procesos territoriales, simbolizados en el lenguaje geográfico-cartográfico; de igual importancia es la información

estadística, que permite evaluar el comportamiento formalizado de la información geográfica, la cual debe ser sistemáticamente recopilada y estructurada para su adecuado procesamiento mediante las técnicas estadísticas. Lo anterior, sin demeritar el peso específico que necesariamente corresponde al trabajo humano (científico, técnico y operativo), a los métodos, las técnicas y los procedimientos, así como a las herramientas tecnológicas y la dinámica institucional y organizacional en su conjunto.

En el cuarto capítulo se analiza el concepto de geomática, para después proceder a la descripción general (necesariamente extensa) de sus múltiples componentes (métodos, técnicas e instrumentos), los cuales en muchos países como el nuestro, han tenido un desarrollo limitado: sectorizado, fragmentado y escasamente integrado; a diferencia de otros países del llamado "mundo occidental" como Canadá, Francia, los Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania, etc., donde existe un alto nivel de desarrollo e integración de las metodologías y tecnologías para la gestión del territorio. Adicionalmente, cabe señalar que, no se conocen documentos normativos y formativos en la materia, generados en México, que sirvan como referencia para el estudio sistemático y la búsqueda de soluciones de integración metodológica y tecnológica, que se adapten a los complejos y apremiantes problemas, pendientes por resolver en nuestro país; solamente se tienen referencias sobre algunos muy generales que poseen varias instituciones de gobierno, producidos por las agencias canadienses de geomática a partir de la segunda mitad de los años noventa, y que son de acceso restringido.

Dada la extensión e intensidad de tales problemas, como son la irracional ocupación del territorio y la sobreexplotación sus recursos, la contaminación ambiental, la marginación y la pobreza extrema, los desequilibrios sectoriales y regionales, así como la creciente dependencia económica, política y tecnológica, existe un acuerdo generalizado (aunque sea en la teoría), de que los planteamientos y las soluciones propuestas deben ser verdaderamente integrales y sistemáticos, producto de un esfuerzo democrático, interdisciplinario y basado en decisiones consensuadas.

En el quinto capítulo, a partir de los fundamentos estructurados en los apartados anteriores, se concreta el análisis y la síntesis sobre los vínculos y la importancia de la geomática para el ordenamiento territorial, lo que favorece una visión sistémica e integral de la realidad y la elaboración de escenarios alternativos en la búsqueda de soluciones ante los complejos problemas económicos, políticos, sociales y ambientales, los cuales están indisolublemente ligados al territorio.

El ordenamiento territorial requiere de manera indispensable de dicha visión -por su propia naturaleza multidimensional y por las características del contexto nacional-, así como de la participación consciente y responsable de todos los beneficiarios del patrimonio que contiene el territorio nacional, a partir del cual se generan grandes volúmenes tanto de bienes como de información para su planificación y administración, en este sentido, con base en el carácter sistémico e integrador de metodologías y tecnologías para el procesamiento eficaz de la información geográfica, la geomática se considera aquí como una alternativa viable y necesaria para la optimización de este valioso instrumento de planificación.

1. Espacio geográfico y territorio

Un concepto fundamental que debe ser analizado previamente al estudio y a la búsqueda de soluciones para los problemas territoriales es el de espacio en su sentido más general, es decir, el espacio físico y geométrico, así como los correlativos de espacio geográfico, territorio y paisaje, ya que su entendimiento preciso, diferenciación y caracterización constituye la base conceptual y metodológica para el inicio de las operaciones de planificación y gestión del territorio en su sentido más general. Se parte del supuesto de que el espacio tiene una existencia material y objetiva, y está compuesto en la realidad por un elemento físico o natural y otro humano o social, que funcionan como un todo integrado, percibido directamente bajo la forma de paisajes o regiones, donde sus múltiples componentes estructurales interactúan y evolucionan espacialmente a través del tiempo, manifestándose esos cambios mediante transferencias de materia y energía. Asimismo, se asume que las diferencias sustanciales entre estos conceptos radican tanto en el nivel de abstracción necesario como en el enfoque disciplinario adoptado, como parte de los procesos cognitivos que desarrolla el hombre para el conocimiento y la interacción con su entorno, no obstante que se refieren a una misma realidad, es decir, el contexto de las relaciones del hombre con la naturaleza.

1.1. El concepto de espacio

El espacio puede ser definido como una entidad o categoría abstracta, común a todos los fenómenos (entendidos aquí como procesos, naturales o sociales, en virtud de estar intrínsecamente enlazados por el movimiento), siempre que se habla de la forma en que se presenta un fenómeno es necesario comenzar por relacionarlo a un lugar, es decir, a un espacio definido; disciplinas como la física, la geometría y la geografía han tenido entre sus tareas sustanciales el estudio del espacio y han resuelto sus problemas fundamentales, asociando los objetos y procesos a un sistema de referencia, basado tradicionalmente en la geometría euclidiana, cuando se presentan sobre áreas reducidas a escala terrestre; de dicho sistema se han derivado los principios de la topografía, la geodesia y la cartografía.

Antes de continuar, es importante hacer algunas precisiones básicas respecto al espacio, dentro del sistema de categorías inherentes a todos los procesos naturales y a sus diferentes niveles de magnitud. De acuerdo con Meliujin (1969), Davies (1982) y De Gortari (1986), se puede sostener que, dentro del campo de la física moderna, todos los fenómenos del universo tienen una existencia material y objetiva, y están constituidos por cinco categorías fundamentales, a las que se reducen todas las expresiones de la dinámica y la estructura de la naturaleza, y son las siguientes: espacio, tiempo, materia, energía y movimiento. Respecto al nivel de estudio, magnitud espacial -o escala si se prefiere-, De Gortari (1986) afirma que, el universo se encuentra dividido actualmente en tres grandes dominios: el macrocosmos, correspondiente a las masas, energías y velocidades enormes, de las cuales se ocupa la física relativista; el mesocosmos, que comprende los procesos de dimensiones comparables a las humanas (terrestres), en donde se cumplen simultáneamente la física relativista, la clásica y la cuántica; y el microcosmos, al cual pertenecen las masas diminutas con energías y velocidades sumamente grandes, que constituyen el dominio específico de la física cuántica.

Ahora bien, el espacio es una propiedad común que subyace a todos los procesos existentes. La relación espacial es la forma elemental en que se expresa la concatenación entre todos los procesos constituyentes de la realidad; es parte de ellos y a la vez los procesos son espaciales, el espacio no se concibe ahora como sucedía en el pasado, un recipiente vacío e independiente en el cual se encontrasen inmersos los objetos materiales, el espacio es también material.

"Simplemente, el espacio es el conjunto de las propiedades espaciales que son inherentes a los procesos objetivos y representan una forma de su existencia. Por lo tanto, hablando con todo rigor, los procesos no existen en el espacio, sino que su existencia es espacial." (De Gortari, 1986:31).

Estas afirmaciones son esenciales para los fines de este trabajo, dado que, como ha señalado Harvey (1983), el espacio ha sido un concepto de importancia capital en la historia del pensamiento geográfico, asimismo, el espacio es un concepto organizativo básico en la metodología geográfica y la mayoría de los geógrafos así lo han aceptado, aunque no ha habido -hasta entonces- un debate metodológico suficiente, acerca de la naturaleza del espacio como concepto organizador. Dado que el espacio es una de las categorías elementales de la ciencia moderna y abarca los procesos que se desarrollan y evolucionan en la escala terrestre (mesocosmos), coincide en este nivel con la denominada esfera geográfica, definida por Riábchikov (1976) como un sistema integrado por cuatro fases: tierra, agua, aire y organismos, cuyo dinamismo depende de tres factores principales: energía solar, fuerzas tectónicas y actividad productiva del hombre. Entonces, el espacio terrestre constituye el marco conceptual necesario para el inicio de las funciones propias de esta disciplina, orientadas al estudio de los fenómenos o problemas espaciales terrestres, al relacionarlos con un sistema formalizado de referencias, en principio, el de la geometría euclidiana, del cual derivan las coordenadas cartesianas que, por otra parte, en su categoría de sistema de ejes coordenados planos, es superado por las coordenadas esféricas, las cuales se ajustan mejor para describir tales fenómenos (a través del sistema de coordenadas geodésicas o geográficas).

En el sentido señalado, la cartografía como instrumento metodológico y operativo, erigida sobre los fundamentos de la geometría plana y la esférica, provee la única construcción gráfica que, por medio de las transformaciones denominadas sistemas de proyección, permite realizar la transferencia espacial de información del sistema de coordenadas terrestres a un plano de dimensiones manejables, referido a un sistema de coordenadas rectangulares y respaldado por un conjunto de componentes gráficos y métricos orientados a la mejor representación de la superficie terrestre; de esta manera, "La cartografía se revela así como la mejor descripción gráfica posible del espacio geográfico.", Joly (1979:39). Asimismo, enfatizando el punto de vista histórico en el desarrollo de la cartografía, hay que recordar que: "La primera vez que un hombre organizó símbolos para representar elementos geográficos en un espacio reducido, bidimensional, se produjo un logro en el pensamiento abstracto de primerísima importancia, ya que de aquel modo se facilitaba la comprensión de relaciones direccionales, la asociación de observaciones y el descubrimiento de estructuras geográficas que únicamente podían conocerse cuando se representaban en un mapa." (Robinson, *et al.*, 1987:20). En estrecha relación, Brunet y Dollfus (1991) han señalado que el espacio geográfico está integrado por estructuras, las cuales se organizan de acuerdo a ciertas reglas y pueden ser representadas a través de coremas, los cuales permiten construir modelos de dicho espacio con el recurso de la geometría.

Es igualmente importante considerar que, toda teoría del espacio requiere de la construcción de un modelo (más o menos formalizado, en función de las necesidades específicas) y los modelos fundamentales sobre las propiedades del espacio han sido formulados por la física y las matemáticas; de ahí la importancia de su estudio sistemático a partir del nivel más básico en el contexto de las llamadas ciencias de la Tierra en general, y de la geografía en particular. Al respecto, importa precisar que, cuando se pretende estudiar y transferir conceptos y teorías de las ciencias naturales y exactas a las ciencias sociales, existen importantes restricciones que deberán ser cuidadosamente evaluadas, las cuales radican, por una parte, en la causalidad y la objetividad rigurosas de las primeras, pero que al mismo tiempo, no incluyen la influencia subjetiva en el proceso cognitivo, ni las manifestaciones de la actividad consciente del hombre -considerado, ya sea, colectiva o individualmente-, factor que las ciencias sociales, por su parte, consideran de fundamental importancia.

En concordancia con lo anterior, no ocurre que, en las ciencias sociales no se puedan formular teorías y leyes, sino que éstas han de tener en consideración la intervención del hombre y la sociedad en su conjunto, lo cual confiere a sus principios y a su acción una gran complejidad, derivada de la enorme variabilidad de manifestaciones producto del pensamiento, del conocimiento y de la acción humana; Kline (1992), expone que este fenómeno muchas veces ha incapacitado a los científicos sociales para descubrir principios fundamentales, pero afortunadamente, las ciencias sociales y las biológicas se han favorecido de manera notable, a partir del desarrollo y la diversificación de aplicaciones basadas en los métodos matemáticos de la estadística y la probabilidad.

Así, dentro del propio campo de la geografía, el concepto tradicional del espacio (concebido como absoluto), ha tenido que ser replanteado ante los cambios radicales experimentados en la física y las matemáticas desde principios del siglo XX -destacando la concepción relativista de las categorías fundamentales-, los cuales han revolucionado al conjunto de la ciencia. En este contexto, tanto el espacio (entendido dinámicamente) como el denominado continuo espacio-tiempo de cuatro dimensiones, conceptos adoptados por la geografía desde las últimas décadas del mismo siglo, ya aparecen como categorías esenciales, en virtud de que: "Toda la práctica y toda la filosofía de la geografía dependen del desarrollo de un marco conceptual que permita manejar la distribución de objetos y fenómenos en el espacio." (Harvey, 1983:204); asimismo: "Cualquiera que sea la perspectiva geográfica, clásica, neopositivista, radical o comportamental, dos elementos fundamentales permanecen en todo el análisis, el espacio y el tiempo." (Bailly y Beguin, 1992:54), afirmación que nada tiene de trivial dada la permanente convergencia de enfoques, métodos, técnicas y conceptos científicos relacionados con dicho marco de referencia universal y que, frecuentemente, han provocado la difusa concepción de los fundamentos y las fronteras de la disciplina geográfica, conduciendo necesariamente a su continuo replanteamiento.

Esta consideración no es nueva, ya que desde hace varias décadas, los teóricos de la geografía -retomando los principios de la concepción relativista del espacio-, han estudiado la naturaleza de las estructuras espaciales y su indisoluble coexistencia con los procesos temporales; Berry, en: Chorley, (1975) ha propuesto que, importantes cambios sustanciales en la geografía han de producirse en torno al estudio de las interacciones de procesos temporales y formas espaciales; Por otra parte, Santos (1986) enfatiza la naturaleza social del espacio y su relación inseparable con el tiempo, así como la necesidad de concebirlo como una totalidad (sistémica), factible de ser segmentada a través del análisis, operación que antecede a su reintegración sintética final; en tanto que Cebrián (1992), haciendo referencia a la descripción del espacio, sostiene que existe una propiedad decisiva de los elementos que son objeto de la ciencia geográfica, es decir, su espacialidad, asimismo afirma que el estudio de la temporalidad es fundamental para la completa realización de los estudios geográficos.

Por otro lado, es importante señalar la diferencia capital entre espacio absoluto y espacio relativo, procediendo de la siguiente manera: la concepción de un espacio denominado absoluto (vacío e independiente del tiempo, que existe como un recipiente donde se encuentran todas las cosas), parte de los fundamentos filosóficos de la geografía kantiana, estrechamente relacionada con los principios de la física clásica (newtoniana) y de la geometría plana de Euclides. Dicho espacio, se ha concebido como un marco de referencia absoluto, donde el hombre ha localizado y descrito los objetos de manera estática. "Por tanto, la atención no debe ser sólo concentrada en el espacio absoluto, como era el caso hasta recientemente. El concepto de espacio relativo es ahora gran parte de los análisis espaciales y un movimiento alejado de las barreras y restricciones que del espacio euclideo se han considerado,.... mientras que el espacio absoluto permanece fijo, el espacio relativo cambia constantemente" (Kostrowicki, 1986:20).

Como se ha expuesto hasta ahora, la geografía tiene relaciones estrechas y fundamentales (no exclusivas, por supuesto) con la física y con las matemáticas, disciplinas donde se han realizado enormes avances en cuanto al conocimiento de las leyes que gobiernan las diferentes formas de existencia material, por lo que resulta elemental y necesario saber que es posible enriquecer los fundamentos teórico-metodológicos de aquella con base en una profunda evaluación de dichos avances. La siguiente figura muestra la forma en que, tanto la teoría de la relatividad como la teoría cuántica han llevado a reestructurar la concepción del mundo situándose hasta ahora en el máximo nivel de generalidad entre los principios científicos, es decir, explicando e integrando bajo sus razonamientos a las leyes que explican todos los procesos que se producen en el mesocosmos (leyes que rigen las mareas, la rotación terrestre, la dinámica atmosférica, la gravedad, el comportamiento de la luz en el espacio-tiempo, el electromagnetismo y la física atómica), conceptos indispensables para el entendimiento de la estructura y la dinámica de la esfera terrestre.

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

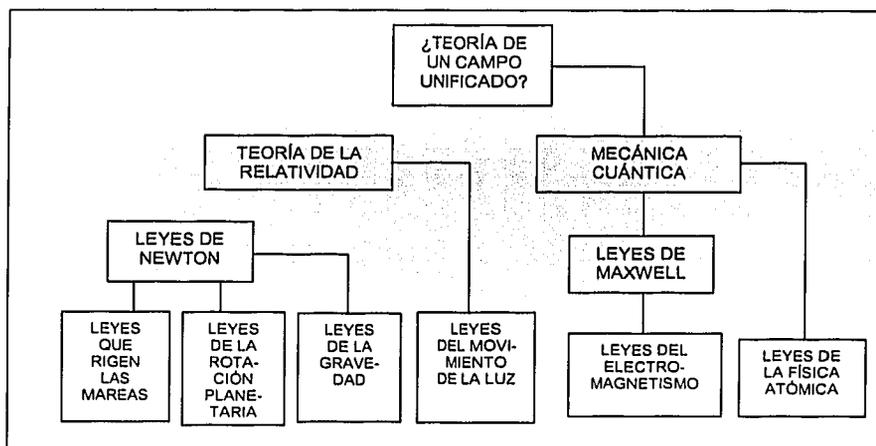


Figura 1.1. Estructura jerárquica simplificada de las leyes físicas.
 (Fuente: Harvey, D. Teorías, leyes y modelos en geografía. Alianza editorial; España, 1983).

Bertrand Russell ha hecho una importante afirmación sobre las relaciones de la geografía con la física moderna, al decir que: "En la teoría de la relatividad, nos interesa la estructura, no el material de que está compuesta la estructura. En geografía, por el contrario, el material es importante. Si hay diferencia entre un lugar y otro, ha de haber diferencias también entre el material de un lugar y de otro, o lugares en que hay material y lugares en que no lo hay." Russell (1970:156). Esto ha implicado el papel fundamental de la geografía en la formulación y el desarrollo de las leyes físicas, porque, a la vez que estudia las relaciones espaciales de los fenómenos (en su dinámica y evolución), aporta la base de datos (hechos) elementales, cuyas leyes más generales de existencia material (intrínsecas) estudia la física, es decir que, las diferencias y afinidades entre estas disciplinas pueden ser explicadas en términos de niveles de abstracción (de manera análoga, es posible establecer las relaciones de la geografía con la geometría); en tanto que la física, se orienta hacia las leyes más generales de la naturaleza, la geografía, por su parte, se dirige a las interacciones concretas de la naturaleza con la sociedad.

Paralelamente, resulta indispensable saber que la geografía cuenta hoy con poderosos recursos geométricos para su gestión más elemental que consiste en localizar, representar y modelizar el comportamiento de los fenómenos terrestres, los cuales han sido insuficientemente utilizados en la misma. De acuerdo con Kline (1992), no obstante que la geometría euclidiana ha sido superada por otras áreas de su propio desarrollo, en la búsqueda de explicaciones y soluciones ante los

problemas científicos y tecnológicos cada vez más complejos, constituye la base del razonamiento (a través de su sistema de axiomas y teoremas) sobre la que necesariamente se fundamentan dichas áreas. La figura que aparece a continuación muestra la estructura general de la geometría, donde la rama utilizada tradicionalmente por la geografía y la cartografía (geometría euclidiana) ocupa una posición limitada.

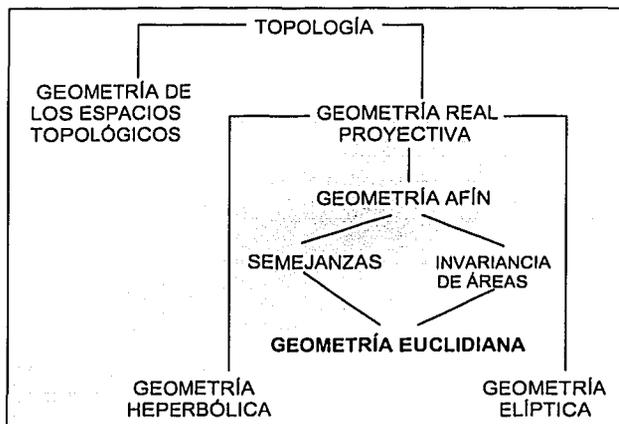


Figura 1.2. Las diferentes ramas de la geometría moderna.
 (Fuente: Harvey D. Teorías, leyes y modelos en geografía. Alianza editorial; España, 1983).

En un sistema de referencia absoluto y de acuerdo con los principios de la geometría plana, el lugar se considera como un punto ubicado sobre una superficie plana y referido a los ejes coordenados cartesianos (coordenadas X, Y), por extensión se puede asociar la altura del punto refiriéndolo a un eje vertical (coordenada Z); asimismo se puede representar gráficamente la posición de varios puntos simultáneamente, como se observa a continuación.

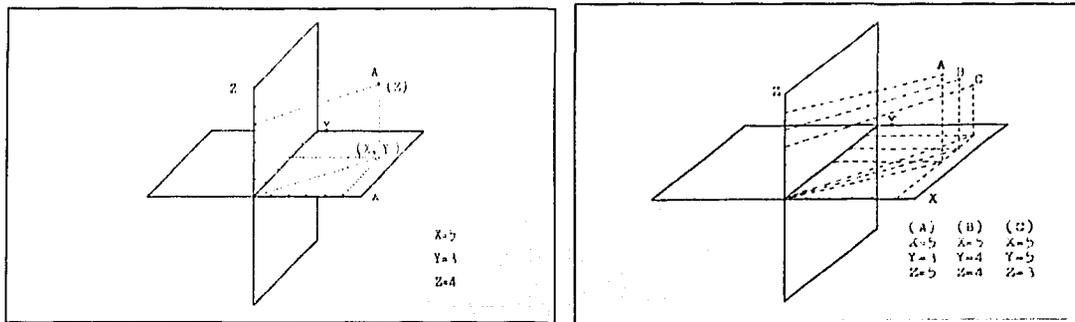


Figura 1.3. Forma tradicional de representación de la posición de un objeto (A) en un sistema de referencia cartesiano tridimensional (izquierda), así como la posición de varios a la vez (A,B,C) en el mismo sistema (derecha). Elaboración propia.

Asimismo, estos razonamientos se han hecho extensivos a la geometría esférica, la cual es más exacta para el estudio de las propiedades geodésicas y la representación de grandes extensiones de la Tierra, o bien, considerada en su conjunto, aportando un sistema de referencia con valores angulares denominado sistema de coordenadas geográficas. Un caso concreto para expresarlo se refiere al hecho de que la distancia más corta entre dos puntos en un sistema de estas

TESIS CON
 FALLA DE CALIDAD

características no es una línea recta sino un segmento de círculo máximo (una geodésica), por ejemplo la ruta más corta entre Nueva York y Londres es un arco que pasa sobre el Océano Atlántico y Groenlandia, muy cerca del Círculo Polar Ártico.

TESIS CON
 CALLA DE CORDEN

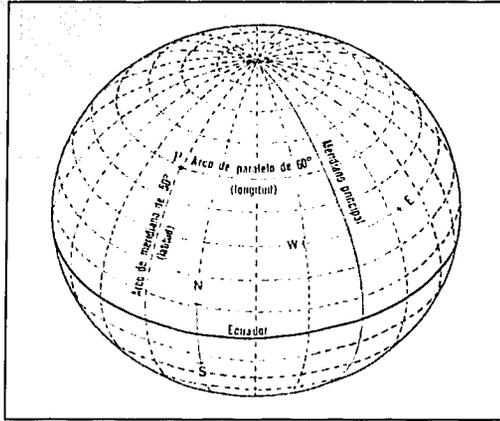


Figura 1.4. Representación de la Tierra a través de un sistema de referencia esférico con valores angulares de coordenadas geográficas. (Fuente: Strahler, A. Geografía física. Alianza editorial; España, 1984).

Como se ha expresado, en el contexto de la ciencia moderna, el tiempo, al igual que el espacio, es una propiedad común a todos los procesos existentes. En este sentido, la relación temporal es la forma elemental en la cual se expresa el desarrollo de todos los procesos del universo. A través de la relación temporal se manifiesta la duración de cada proceso, la sucesión de sus cambios y el ritmo en que se efectúan. Esta misma ordenación pone en evidencia que el tiempo, como ocurre con el espacio, no es algo independiente de los procesos, ni es un flujo exterior en el cual transcurren éstos. "En rigor, el tiempo es sencillamente el conjunto de las propiedades temporales contenidas en los procesos y que les son inherentes como modalidades de su existencia. Por lo tanto, hablando estrictamente, los procesos no existen en el tiempo, sino que su existencia es temporal." (De Gortari, 1986:67).

De acuerdo a lo expuesto, ya no es posible comprender la existencia de las categorías (espacio y tiempo en particular) de manera independiente, ya que el tiempo y el espacio son formas fundamentales de la existencia, que se encuentran vinculadas indisolublemente. De esta manera, "El espacio es la totalidad de las manifestaciones objetivas del universo en una multitud de ordenaciones coexistentes. En tanto que el tiempo es ese mismo conjunto total de las manifestaciones de la existencia, sólo que incluido en un orden único en el cual los procesos son covariantes." (De Gortari, 1986: 67-68). Así, la posición de un fenómeno o proceso en el continuo espacio-tiempo relativista, queda definida de una manera necesaria y suficiente por tres coordenadas espaciales y una sola coordenada temporal. Pero es importante que no se confunda la dimensión temporal única (caracterizada por su unidireccionalidad) con alguna de las tres dimensiones espaciales.

El espacio absoluto constituye entonces un concepto insuficiente, es decir, un sistema de referencia elemental, ya que un espacio concebido sólo como continente de las cosas es algo vacío, entonces surge la necesidad de analizar la forma en que los fenómenos o procesos localizados se distribuyen unos con respecto a otros, así como la forma en que, desde un punto de vista dinámico se interrelacionan. Esto constituyó una limitante tanto conceptual como operativa durante el tiempo en que la geografía y la cartografía no podían representar los fenómenos dinámica y evolutivamente, es decir como procesos, realidad ahora superada ante el explosivo

desarrollo científico y tecnológico que ha hecho posible el procesamiento altamente eficiente de la información geográfica, como se verá más adelante. Entonces, si han de considerarse los objetos en movimiento, representando su dinámica y su evolución, una cuarta dimensión (el tiempo), debe ser empleada con apoyo de los mismos fundamentos de la geometría plana (a través del empleo de mapas dinámicos, esquemas o diagramas) para efectuar una localización espacio-temporal, como se observa a continuación.

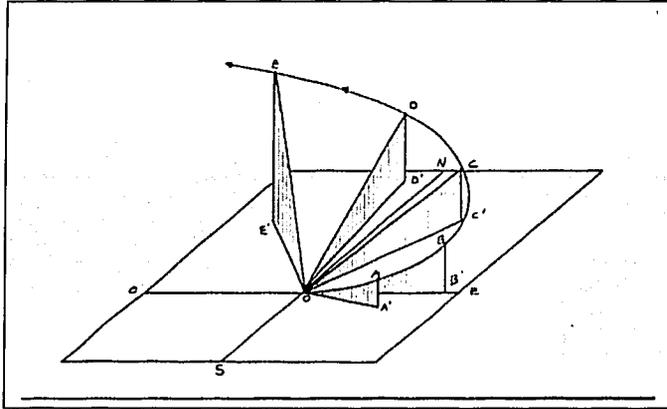


Figura 1.5. Posicionamiento sucesivo (A,B,C,D,E.....) de un objeto en movimiento (p.ej. una plataforma de teledetección o una sonda atmosférica) en un sistema de referencia tetradimensional. (Elaboración propia).

Con base en los fundamentos relativistas, en el contexto de la escuela sueca de geografía, se han buscado diversas formas de representación espacio-temporal de la realidad. Hägerstrand ha propuesto modelar la dinámica social con respecto a las personas o los procesos naturales y sociales mediante la representación diagramática de sus movimientos en un cuerpo de referencia tetradimensional (que puede ser igualmente visualizado en un plano).

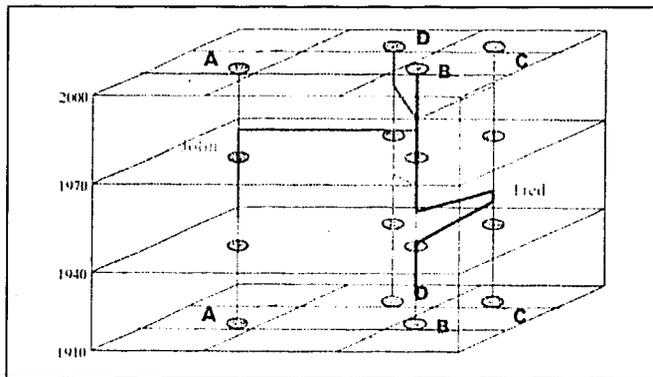


Figura 1.6. Diagrama de los movimientos significativos de las personas a lo largo de su vida en un sistema de referencia espacio-temporal (el volumen de Hägerstrand), donde el espacio está representado en dos ejes horizontales y el tiempo en el vertical. (Fuente: Longley, P. *et al.* Geographic information, systems and science; John Wiley Sons; England, 2001).

Sobre lo expuesto hasta ahora, es preciso señalar que, todas las formas o modelos de representación de la realidad tienen ventajas y desventajas, lo cual resulta evidente en esta figura, donde, debido a su construcción, no es posible mostrar directamente las posiciones sucesivas de

TESIS CON
FALLA DE CALIBRE

las personas en la coordenada Z (altura), la cual ha sido sustituida por T (tiempo), en este sentido, la utilización de los recursos de la geometría va a depender directamente de los objetivos de cada proyecto.

Bailly y Beguin (1992), haciendo referencia a los trabajos de Hägerstrand, han señalado que espacio y tiempo son bienes escasos, que tienen un significado y un valor socialmente definidos, los cuales poseen atributos de la mayor importancia para las especies vivas, debiendo ser considerados como unidos en una entidad de dos dimensiones para su adecuada representación y manejo metodológico. Asimismo afirman que: "Puesto que la vida de un individuo es su proyecto esencial, el principio lógico de la geografía humana comienza con el tiempo; por lo tanto, su existencia se desarrollará a la vez en el espacio y en el tiempo." (Bailly y Beguin, 1992:70).

En este contexto, resulta fundamental el estudio de las percepciones y las concepciones espaciales y temporales previas a la integración de la información como conocimiento (que se interponen entre el hombre y la realidad que desea conocer y transformar), las cuales se refieren al filtro de la propia personalidad, a las características del grupo humano al que pertenece cada individuo y a las condiciones generales de su entorno. Así, la imagen (subjetiva) que se tiene del espacio corresponde de hecho a un espacio percibido, estrechamente relacionado con el instinto territorial (Margalef, 1982:846), situación que se muestra a continuación, respecto a la forma en que cada persona o grupo entiende y se relaciona con su espacio circundante.

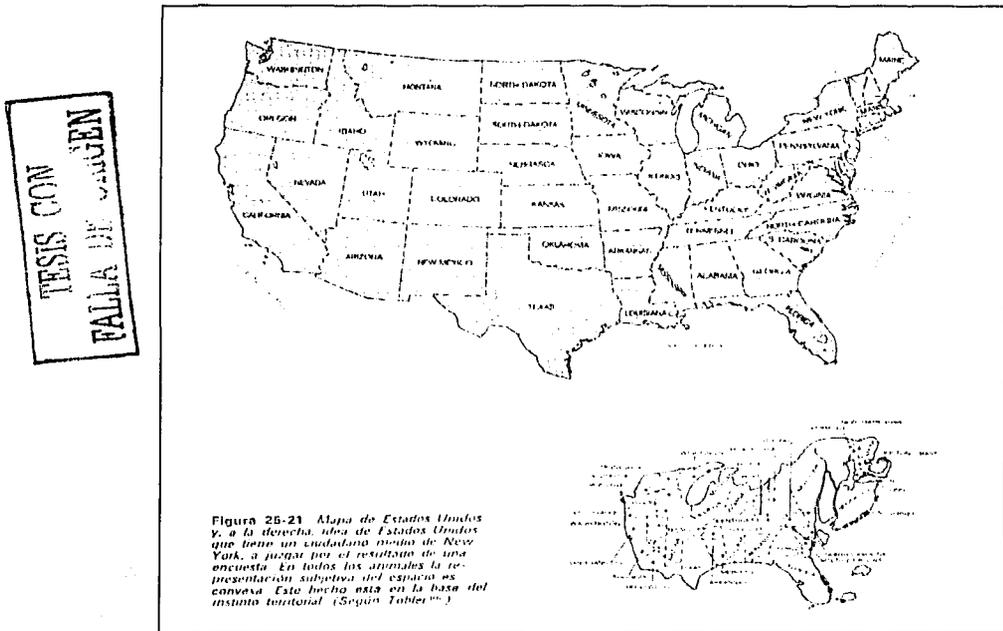


Figura 1.7. Mapa de los Estados Unidos comparado con una representación derivada de la percepción de un ciudadano medio de la ciudad de Nueva York (según Tobler, citado por Margalef, R. Ecología. Omega; España, 1982).

Acorde a lo señalado: "Los seres humanos somos animales territoriales. Nos relacionamos con fuerza al espacio que nos rodea y continuamente elaboramos mapas mentales del territorio que ocupamos y atravesamos, defendiéndolo cuando es atacado y aumentándolo o reduciéndolo según sea necesario. Esto es igual de cierto para el individuo, el grupo social y la nación" (Brown, 1985:7). En el sentido expuesto, un aspecto de gran relevancia se refiere a la "relativización" del espacio-tiempo geográfico, relacionada con el hecho de que el proceso perceptivo y cognitivo debe

trascender a la mera observación y descripción de los rasgos fisonómicos (aparentes), de sus similitudes y diferencias en la realidad, ya que, si bien, nadie puede conocer otro espacio que el percibido, como han señalado (Bailly y Beguin, 1992), el manejo metodológico de la capacidad de abstracción y el razonamiento lógico (inferencial, inductivo y deductivo, analógico, así como el analítico y el sintético) permitirán avanzar hacia el estudio de la estructura y la dinámica de los procesos geográficos, más allá de tales manifestaciones aparentes.

Además de las dimensiones conceptuales físicas y geométricas señaladas en torno a la cuestión del espacio y el tiempo, en el campo de la geografía inciden con extensión e intensidad variable, múltiples disciplinas con sus enfoques particulares, conduciendo a la proliferación de líneas de investigación y conceptos tales como espacio social, espacio económico, espacio físico, espacio cultural, espacio político, espacio percibido, etc., cuando se hace énfasis en alguno de los procesos o factores que inciden en la existencia y las formas de acción del hombre y la sociedad; por lo que además del análisis de la relatividad física y geométrica (en cuanto al punto de vista, ángulo y distancia horizontal, elevación, irregularidades del relieve, resolución de un sistema sensor, etc.), es necesario considerar la relatividad psicológica (relacionada con el sistema de pensamiento, nivel de abstracción, motivaciones e intereses personales y de grupo, contexto social, económico e histórico, etc.) y la fisiológica (que trata sobre la agudeza y los trastornos sensoriales, así como de la capacidad motora del individuo u observador), las cuales se constituyen en factores múltiples que intervienen sobre la percepción y la concepción del hombre respecto a su entorno y adquieren un enorme valor con miras a la sistematización de los enfoques métodos y técnicas para el estudio de los procesos espacio temporales.

Entonces, en el estudio del llamado espacio geográfico, con base en Joly (1979) se puede afirmar que, las percepciones y las concepciones acerca de las múltiples interacciones de la naturaleza con la sociedad, están impregnadas por una parte del elemento empírico y subjetivo, en cuanto que es aprehendido mediante una operación sensorial, pero no se limitan a ello, ya que además, se procede a otra fase superior, caracterizada por ser objetiva y científica, donde dicho objeto de estudio es medible y explicable racionalmente. Berry, en: Chorley (1975) -entre otros autores-, ha propuesto superar las limitantes impuestas por tales factores a través de una visión del mundo desde la perspectiva de lo que llama una "metageografía del proceso", referida a la parte de la especulación geográfica que estudia los principios generales ubicados detrás de las percepciones de la realidad y que las trascienden.

A partir de lo expuesto se deriva la necesidad de la construcción teórica de una sistemática de la geografía que permita explorar y explotar las múltiples dimensiones del conocimiento geográfico, no solo en la extensión de sus diferentes áreas, sino a través del desarrollo de toda una jerarquía (digamos vertical) basada en el proceso cognitivo dinámico de abstracción-concreción, en cuyo contexto (multidimensional) puedan ser ubicadas las diversas ramas del pensamiento de esta disciplina, para no pretender más la justificación de una geografía particular para todo lo que parezca geográfico.

Derivado de lo anterior, un aspecto de gran importancia relacionado con los conceptos fundamentales de este trabajo, se refiere a los diferentes niveles de profundización racional para el estudio de la realidad objetiva, que van desde su concepción más abstracta, es decir, la conceptualización de las propiedades del espacio físico y geométrico, hasta los conceptos correlativos más concretos como el de espacio geográfico, territorio y paisaje, que constituyen aproximaciones diferenciables en cuanto al mayor o menor nivel de dicha operación metodológica respecto a una misma realidad. Esto causa frecuentemente confusiones, derivadas tanto de las deficiencias en el manejo de la teoría del conocimiento, como del uso indistinto de tales términos, por lo que es necesario establecer siempre el marco de referencia conceptual, teórico y metodológico más apropiado para cada estudio.

TESIS CON
FALLA DE CALIDAD

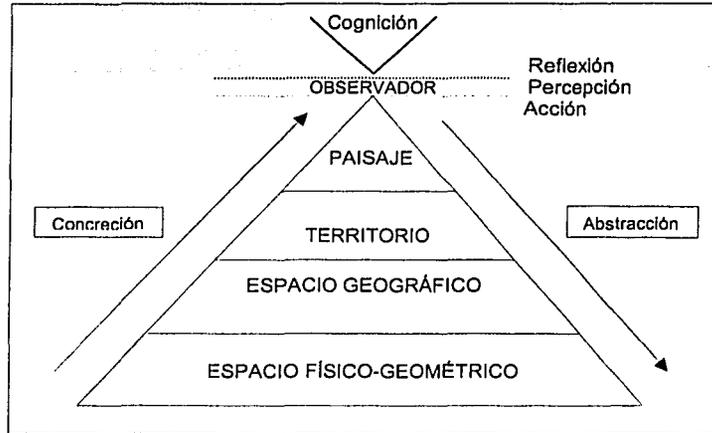


Figura 1.8. Diferenciación de conceptos espaciales básicos en cuanto al nivel cognitivo de abstracción-concreción. (Elaboración propia).

Se observa la relación dialéctica que existe entre la abstracción y la concreción en el proceso funcional del conocimiento, donde el paisaje se refiere a la forma más tangible, aparente e intuitiva de identificar y diferenciar los elementos de la realidad percibidos por el hombre; en tanto que, el territorio corresponde al conjunto de unidades espacio-temporales de referencia y sus fronteras, basadas en criterios y convenciones establecidas o consensuadas por un grupo humano para el manejo (estudio, planificación y gestión) de las acciones de la sociedad, respecto a su entorno inmediato; por otra parte, el espacio geográfico se identifica como el conjunto de estructuras y relaciones funcionales de los componentes de un sistema (o geosistema), referidos a las categorías físicas, biológicas y sociales en las que se materializan las relaciones fundamentales hombre-naturaleza; finalmente, el espacio-tiempo físico y geométrico, constituye el sustrato material que subyace a todos los procesos (mismos que le son consustanciales), en dicha categoría conjugada se integra el conjunto de las propiedades físicas (espacio, tiempo, materia, energía y movimiento), así como las características geométricas más generales que, de acuerdo con Davies (1982), son las siguientes: continuidad, dimensionalidad, conectividad y orientabilidad.

Los conceptos de espacio y territorio así como el de tiempo, han sido abordados por otras disciplinas afines a la geografía con un creciente interés, inclusive incorporándolos como parte de su propio conocimiento, tal como sucede con la ecología, disciplina en la cual, el espacio constituye el medio donde los seres vivos ejercen sus funciones en un esfuerzo constante y obviamente diferenciado -en términos de evolución- en cuanto al nivel de percepción, conciencia, conocimiento, utilización, organización y dominio a través del denominado proceso de territorialización, conceptos que son ahora fundamentales para el estudio de la dinámica de las poblaciones animales, vegetales y humanas, de acuerdo con Odum (1972) y Margalef (1982). Al respecto, no es circunstancial que Margalef haya dedicado dos partes de su extensa obra de ecología, al ecosistema en el espacio y al ecosistema en el tiempo. De igual manera, cabe destacar que, en esta disciplina esencialmente sintética e interdisciplinaria, se ha hecho un manejo exhaustivo y sólidamente fundamentado de los conceptos aquí descritos (básicamente físicos y matemáticos, además de los biogeoquímicos), bajo el enfoque holístico y sistémico, lo cual le ha permitido en gran medida constituirse en una de las áreas no exactas de la ciencia, más dinámicas e influyentes de las últimas décadas.

Por otra parte, el tema en cuestión ha sido objeto de una creciente preocupación en el contexto de las ciencias sociales. Como ejemplo tenemos el caso de la economía, donde se ha buscado superar sus tradicionales limitantes metodológicas y operativas, asociadas al estudio del proceso productivo, sus factores y los sistemas de producción de una manera que ha sido típicamente "aespacial", es decir, abstrayendo las complejas estructuras y las relaciones territoriales de los fenómenos económicos; haciendo énfasis en consecuencia, tanto en el análisis territorial como en la denominada planificación territorial, como señala Secchi, (1968); asimismo, esta situación ha llevado a desarrollar los estudios apoyados y complementados con respecto a la geografía económica, así como a través de la llamada economía regional o espacial, para esto, Butler (1986) manifiesta su convicción de que la geografía económica puede contribuir de forma importante a la comprensión del fenómeno económico y es relevante para una amplia gama de problemas contemporáneos, este mismo autor agrega que, el concepto de una economía espacial es fundamental en la geografía económica (términos que entiende como sinónimos); Polèse (1998), ha buscado establecer la vinculación entre territorio y desarrollo en el entorno interdisciplinario de la economía urbana y regional, asignando un papel clave a los conceptos de espacio geográfico y territorio en los fenómenos social y económico; Méndez (1997) por su parte, afirma que cualquiera que sea la forma concreta en que se exprese, parece existir un acuerdo bastante generalizado en identificar la geografía económica con el estudio de las interrelaciones dialécticas existentes entre la actividad económica y el espacio, abordadas desde una doble perspectiva.

En el contexto de la geografía moderna, diversos autores como: Santos (1986); Sánchez (1990); Bailly y Beguin, (1992); Méndez (1997); Mateo (2001) entre otros, han destacado la importancia de redimensionar y reorientar los fundamentos de dicha disciplina, para el estudio de las relaciones entre la naturaleza y la sociedad -como consecuencia de la fuerte atracción producida hasta las últimas décadas del siglo XX, hacia el estudio de los procesos geográficos en torno al concepto de espacio físico y matemático, e incluso con una tendencia a la formalización exagerada para la construcción de modelos teóricos de la realidad-, proponiendo un cambio en el énfasis hacia las cuestiones históricas, económicas, sociales y culturales en torno a los conceptos siempre presentes de espacio y tiempo; inclusive, hace ya algunas décadas, Claval (1979) ha propuesto una "nueva geografía" basada en el cambio del enfoque naturalista hacia la perspectiva social, colocando al hombre y a la sociedad en el centro de la reflexión y la acción. Como se observa, todo esto no hace sino poner de relieve la multidimensionalidad conceptual y metodológica de la geografía en torno al estudio del espacio y el tiempo, las muy diversas formas en que los grupos humanos se relacionan con la naturaleza y organizan el territorio, así como la consecuente necesidad de sistematizar tanto el conocimiento como las tareas de planificación y gestión geográfica, orientadas hacia el mejoramiento o la optimización de tales relaciones.

1.2. El espacio geográfico

El espacio geográfico ha venido a ser el concepto fundamental de la geografía de finales del siglo XX, en torno al cual se han desarrollado numerosas vertientes, que se pueden resumir, de acuerdo con Bailly y Beguin (1992) en los términos siguientes: mientras que la geografía clásica incide en las formas que adopta el espacio (el visto), el enfoque neopositivista explica las construcciones espaciales mediante los recursos de la métrica (distancia, tiempo, costo, etc.); por su parte, los enfoques comportamentales y radicales se orientan al espacio vivido y a la estructura de las relaciones sociales y económicas que organizan dicho espacio; asimismo, importa destacar que, conforme a lo expuesto por Barrera (1998), la evolución del concepto y el objeto de la geografía pueden resumirse en los siguientes términos: como la aproximación progresiva al estudio del espacio geográfico a través de las funciones cognitivas básicas de descripción, explicación y planteamiento de interrelaciones causales, seguidas del establecimiento de las relaciones del hombre con el medio y asignando una mayor o menor capacidad de influencia recíproca entre estos elementos (determinismo-posibilismo), así como la posterior transformación de la geografía

en una disciplina más aplicada y práctica que académica, avanzando hacia la formulación de las entidades territoriales denominadas regiones, directamente relacionadas con los trabajos de organización espacial, ordenamiento territorial y planificación, conceptos en los que se observa un creciente nivel de complejidad e integración teórica y práctica, producto del desarrollo histórico-económico de las sociedades y del creciente impacto del hombre sobre el entorno, así como de los recursos tecnológicos disponibles para el estudio de la esfera geográfica.

En virtud de lo expuesto hasta ahora, los diferentes enfoques mencionados se consideran en este trabajo como complementarios e integrantes de un mismo cuerpo de teoría, la del llamado espacio geográfico, ya que buscan lograr cada uno, desde su propio punto de vista y con sus métodos y técnicas específicos, la mejor explicación para la enorme diversidad de expresiones (referidas al carácter multidimensional) que presenta la realidad; entonces, se opta aquí, por una visión holística (del griego *holos*: total, completo, integral) y sistémica (perteneciente a un conjunto estructurado de componentes que funcionan a través de acciones recíprocas) de los procesos y problemas territoriales, así como de las acciones orientadas a conocerlos y resolverlos. De hecho, solamente a través de esta visión global (en su sentido integral) es posible la superación de la relatividad de las formas de percibir y concebir tal objeto de estudio, transitando hacia una sistemática de la geografía para la identificación, diferenciación y evaluación de las disfunciones espaciales (o territoriales) que afectan al proceso de desarrollo de una sociedad.

Una vez descritas las propiedades relevantes del espacio, a continuación se tratará sobre los atributos específicos del espacio geográfico, en estrecha relación con los conceptos clásicos de localización, distribución e interrelaciones causales de los componentes sistémicos, los cuales han sido transformados sobre todo bajo el influjo de la actividad creciente del hombre sobre su entorno, para esto se seguirán básicamente las líneas conceptuales trazadas por Dollfus (1976 y 1978) y por Santos (1986), en concordancia con el enfoque adoptado en este documento.

- a) El espacio geográfico es una entidad concreta, localizable y diferenciada. Es el componente de la realidad objetiva que subyace a todas las interacciones de la naturaleza con la sociedad, se estructura y se transforma de acuerdo a la acción conjunta de factores que obedecen a las leyes físicas, químicas, biológicas y sociales, puede ser representado y modelizado con mayor o menor complejidad a través de los recursos de la geometría; Dollfus (1976), afirma que, cada elemento del espacio (independientemente de su naturaleza) puede ser ubicado en el contexto de un sistema de referencias –digamos geográficas–, aunque puede poseer a la vez, una posición única en dicho sistema; es igualmente importante su situación con relación al conjunto que lo contiene, así como las relaciones que mantiene con los diversos medios de los que forma parte; asimismo, Santos (1986) identifica como elementos (conceptos o categorías) fundamentales de dicho espacio a los hombres, las empresas, las instituciones, el medio ecológico y las infraestructuras, a la vez que afirma su postura de que la esencia del espacio es eminentemente social y se encuentra estrechamente vinculada con la dinámica del proceso productivo, enmarcado en la evolución histórica (temporal), conceptualización claramente convergente en torno al estudio del espacio social, indicado a la vez por Sánchez (1991) y Mateo (2001).

Por otra parte, el espacio geográfico es cambiante y diferenciado, ya que adopta en cada lugar una fisonomía específica que se transforma con el tiempo, producto de las variaciones en extensión e intensidad de sus componentes y factores, pero a la vez, puede ser sistematizado en unidades espaciales localizadas, identificadas y caracterizadas por un conjunto de atributos específicos, y sus rasgos más directamente percibidos por el hombre constituyen el paisaje y las regiones. Con esto se pone de manifiesto la importancia del enfoque dialéctico, tanto contextual como singular a la vez, para explicar la existencia de cada unidad espacial o territorial de estudio que se integra en el concepto de espacio geográfico. Entonces, la localización (absoluta y relativa) es la primera operación fundamental de la denominada gestión geográfica.

Es necesario precisar además que, todos los puntos o lugares contenidos en dicho espacio se localizan en la superficie de la Tierra o en sus proximidades, en este sentido, no obstante que el espacio geográfico coincide en cuanto a magnitud física y a las leyes que lo rigen, no tiene que ser

identificado en estricto con el mesocosmos, ya que debe ser definido en estrecha relación con el ámbito de la actividad humana y su propio proceso de desarrollo.

- b) La dinámica y las relaciones entre los elementos del espacio geográfico. El espacio geográfico no es absoluto y siempre está en movimiento, todas las relaciones que en él se producen son el resultado de dinámicas generalizadas donde intervienen agentes activos con mayor o menor intensidad y frecuencia. Se debe tener presente que la existencia material y objetiva de un fenómeno, así como la forma en que es percibido por parte de un observador, es el resultado de las transferencias de materia y energía expresadas a través del movimiento, en un lugar y tiempo específicos, conservando en todo momento una serie de interrelaciones (múltiples más que biunívocas) con el resto de los componentes del sistema al que pertenece, y de igual manera, con agentes activos propios de otros sistemas.

El hombre ha tenido la necesidad metodológica de disgregar la realidad en sus partes a través de la función cognitiva del análisis, para proceder a su descripción y explicación, al establecimiento de relaciones y comparaciones, seguidas de la etapa de representación (necesariamente cartográfica y diagramática), para finalmente integrar los resultados a través de la tarea de síntesis. En este sentido, el análisis estructural y funcional, al implicar la determinación de las unidades componentes del espacio, así como sus interrelaciones y el estudio de los sistemas que las rigen, es esencial en cualquier investigación geográfica. De esta manera, se ha propuesto en muy diversos contextos como objeto de la geografía el estudio de las estructuras espaciales y su necesaria vinculación con los procesos temporales. "El estudio de las interacciones entre los diversos elementos del espacio es un dato fundamental del análisis. En la medida que función es acción, la interacción supone interdependencia funcional entre los elementos. A través del estudio de las interacciones recuperamos la totalidad social, esto es, el espacio como un todo, e igualmente, la sociedad como un todo. Pues cada acción no constituye un dato independiente, sino un resultado del propio proceso social." (Santos, 1986:11).

Un proceso es una serie de operaciones concatenadas (que poseen unidad y secuencia lógica), o que se reproducen con determinada regularidad; derivado de lo anterior, un sistema puede presentarse bajo la forma de una red recorrida por flujos. Asimismo, un sistema en su conjunto ejerce funciones determinadas en gran medida por sistemas de mayor magnitud. La dinámica de los fenómenos se ejerce en el espacio geográfico (expresándose a través de diversas configuraciones territoriales) gracias a los intercambios, a las transformaciones, y a las transferencias que se expresan en forma de flujos de materia y de energía, o si se prefiere más concretamente, de poblaciones, bienes, servicios, información, etc. Estos flujos están ordenados predominantemente en función de necesidades humanas y sujetos a ritmos, volúmenes y direcciones, social y económicamente determinados.

- c) La homogeneidad y la escala. De acuerdo a lo expuesto por Dollfus (1976) y Joly (1979), el concepto de homogeneidad deriva de un sistema de componentes y relaciones que determina unas combinaciones (distribuciones territoriales) que se repiten y que son análogas en una determinada fracción del espacio geográfico, así, cualquier porción de la superficie de la Tierra, pertenece a varios espacios homogéneos, pero ésta noción de uniformidad es correlativa al concepto de escala, dado que, en geografía a cada cambio de escala corresponde no solamente un cambio de magnitud, sino también un cambio en la naturaleza de los fenómenos.

Siguiendo la fundamentación de Joly (1979), se sabe que la homogeneidad de una zona geográfica es un concepto relativo, se refiere a un cierto espacio y una cierta duración que no son completamente independientes entre sí, es decir que, tienen como marco de referencia una cierta escala espacio-temporal. De esta manera, el espacio geográfico puede ser subdividido en una jerarquía de elementos de diferente magnitud, denominados unidades de paisaje o conjuntos espaciales isoesquemas (para referirse a las grandes unidades territoriales homogéneas). En la escuela francesa se ha intentado la clasificación taxonómica del espacio geográfico con base en sus diferencias de magnitud, desarrollando en consecuencia, estudios orientados a la sistematización basada en las escalas de estos conjuntos espaciales.

ORDEN	EXTENSIÓN ESPACIAL	ORDEN FÍSICO	ORDEN BIOLÓGICO	ORDEN HUMANO	EJEMPLOS	ESCALA CARTOGRÁFICA
1°	> 10 ⁷ km ²	Zona	Zona	Zona	Plataformas continentales Océanos. Zona tropical. Asia de los monzones.	<1:10.000.000
2°	10 ⁶ -	Dominio Sistema	Dominio	Dominio	Dominio herciniano . Sistema alpino. Dominio montañoso alpino.	1:5.000.000 1:1.000.000
3°	10 ⁵ -	Sub-sistema		Provincia	Macizo Central. Cuenca Parisién . Alpes franceses. Mediodía mediterráneo.	1:500.000 1:200.000
4°	10 ⁴ -	Región	Región	Región	Limagne. Ile-de-France. Prealpina. Languedoc.	1:200.000 1:100.000
5°	10 ³ -	Pais	Geosistema	Pais	Cantal. Beauce. Chartreuse. Vignoble del Languedoc.	1:100.000 1:50.000
6°	10 ² -	Formas Decakilométricas 10 ⁵⁻⁶ años	Geofacies 10 ²⁻³ años	Manzana (cuadra) 10 ²⁻³ años	Sección de valle. Delta Ródano. Arboleda de umbría. Territorio. Ciudad.	1:20.000 1:10.000
7°	10 -	Formas kilométricas 10 ⁴⁻⁵ años	Geotopo 10 ² años		Una vertiente. Un cono de Deyección. Jurisdicción. Barrio urbano.	1:5.000 1:2.000
8°	1 -	Formas hectométricas 10 ³⁻⁴ años		Manzana (cuadra) 10 ² años	Lecho de río. Costa. Sector Cultural. Manzana en una ciudad.	1:2.000 1:1.000
9°	<1 Ha	Microformas 10 ¹⁻² años	Biotope 1-10 años	Parcela 1-10 años	Detalle de corrosión. Frente de cantera. Micropoblación. Inmueble. Parcela.	1:1.000 1:100
10°	en μ	Formas microscópicas Roca	Célula		Texturas litológicas. Mantos vegetales y anim.	x100
11°	en °A	Formas ultramicroscópicas Mineral	Molécula		Texturas mineralógicas Estructura atómicas.	x 1.000 a 10.000

Tabla 1.1. Escalas espacio-temporales en geografía; mediante su concepción y estructuración se ha buscado identificar y clasificar jerárquicamente a los diversos órdenes de magnitud de los fenómenos terrestres. Fuente: Joly, F. La cartografía. Ariel; España, 1979. (Según Bertrand, G. y Brunet, R., adaptada por Joly).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se observa que las relaciones espacio-tiempo no son necesariamente las mismas para unidades de distinta naturaleza. Por ejemplo, las de orden físico, para superficies iguales, abarcan un tiempo generalmente más largo que las de orden biológico, y mayor aún que las de orden humano. Pero los componentes geográficos solamente son comparables en el marco de una misma unidad. Lo anterior destaca la importancia fundamental que desde el punto de vista conceptual y metodológico posee la escala en términos geográficos y cartográficos, fenómeno que ninguna otra disciplina comparte en cuanto al entendimiento y el tratamiento para la representación de las unidades espaciales en función de la escala. Joly (1979) ha explicado estas relaciones de la siguiente manera: a la escala están estrechamente ligados todos los rasgos distintivos de una unidad espacial, todos los criterios de caracterización (clasificación de los objetos, naturaleza de las relaciones, etc.), así como los métodos y técnicas de investigación y, en consecuencia, todos los procedimientos de representación. A cada tipo de unidad de estudio corresponde un orden determinado de escala a utilizar, cuya elección depende de la extensión de la unidad, así como del tema a tratar, de la naturaleza de la información y de los medios de observación y recopilación empleados. Del mismo modo, todo cambio de escala necesita una cuidadosa revisión del sistema gráfico, en el sentido de un aumento de los detalles y de la precisión, si la escala se agranda; o por el contrario, de una generalización, es decir, de una esquematización si disminuye.

Los fenómenos terrestres se pueden agrupar sistemáticamente en diferentes escalas; no obstante, acorde a lo expuesto, deberá tenerse especial cuidado en lo que desde el punto de vista de la ecología ha señalado Margalef (1982), quien afirma que por regla general, la probabilidad de que una distribución uniforme se transforme en dispersión con formas de agrupamiento o de concentración, aumenta a medida que se incrementa la escala del estudio; al contrario, la disminución progresiva de la escala aumenta la probabilidad de que exista homogeneidad en la distribución de los componentes del entorno estudiado. En la mayoría de los casos, la homogeneidad crece en proporción inversa a la escala, tal como se observa en la siguiente figura.

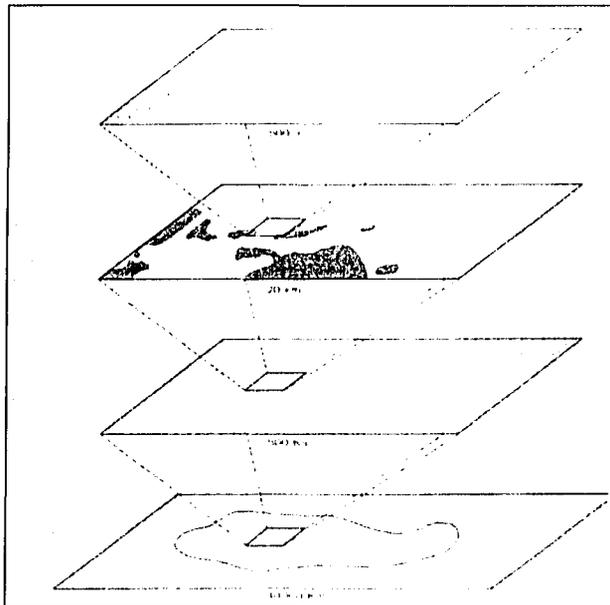


Figura 1.9. Variación en la distribución espacial de especies en un área geográfica específica, de acuerdo al cambio de escala. (Fuente: Margalef, R. Ecología. Omega; España, 1982).

Tal como se ha indicado, el estudio del espacio implica necesariamente su integración con el tiempo, pero una de las mayores dificultades consiste en la existencia de escalas de tiempo distintas, y no solamente para fenómenos cuya naturaleza es diferente (como los astronómicos, geológicos, biológicos y humanos, por ejemplo), sino también para los pertenecientes a un mismo orden de magnitud. Bailly y Beguin (1992) han propuesto la siguiente clasificación de las nociones de espacio-tiempo en geografía, a la vez que manifiestan la existencia de una deficiencia de la reflexión geográfica en torno al tiempo -que se ha limitado a los partidarios de la "cronogeografía"-, cuya profunda evaluación e incorporación sistemática implicaría un importante avance en el desarrollo de la disciplina.

Tipos de geografía	Geografía clásica	Geografía neopositivista	Geografía radical	Geografía comportamental
Principales espacios estudiados	Espacio Físico	Espacio socioeconómico	Espacios materiales históricos	Espacio vivido
Principales temas estudiados	Lazos entre medios físicos Y humanos	Geométrica de las localizaciones económicas	Relaciones sociales y contradicciones espaciales	Espacio percibido y comportamiento de los individuos
Incorporación de la dimensión Temporal	Tiempo corto comprendido en su componente histórico	Tiempo comprendido en términos de porcentajes de actualización y de ciclos	Tiempos de las reproducciones de las clases sociales: estudio de los procesos en el tiempo largo	Duración vivida y tiempo psicológico: tiempo largo de la evolución de las mentalidades

Tabla 1.2. Las nociones de espacio-tiempo en geografía. (Fuente: Bailly, A. y Beguin H. Introducción a la geografía humana. Masson; España, 1992).

La dimensión temporal implica el estudio dinámico del espacio geográfico, teniendo que establecer las diferencias entre cambios cíclicos y cambios evolutivos. El concepto de ciclo implica la idea de retorno y de un nuevo comienzo, cuyo ritmo depende de las condiciones de equilibrio de un determinado sistema; al contrario, el concepto de evolución implica la transformación irreversible del espacio a través del tiempo (Dollfus, 1978). No obstante, es necesario precisar que a escala terrestre existen ciclos claramente perceptibles como las estaciones del año, o bien los denominados biogeoquímicos (como el ciclo del carbono, el ciclo del nitrógeno, el ciclo hidrológico, etc.), pero por otra parte, esta dinámica está sujeta a fuerzas de mayores dimensiones que implican una evolución inexorable e inaparente para las capacidades perceptivas del hombre, por lo que este ha tenido que desarrollar instrumentos de prospección que prolongan el alcance de los órganos sensoriales y, por lo tanto, las posibilidades de profundización y de extensión del conocimiento.

Dentro de este contexto, hay que considerar como un hecho fundamental el que la acción humana tiende a transformar el medio natural en un medio geográfico, es decir, modelado por la acción de los grupos humanos a través del tiempo. Este es un hecho reciente y con movimiento acelerado en la historia del mundo, lo cual ha traído como consecuencia la alteración de los ritmos normales de los ciclos de la naturaleza.

El espacio geográfico está organizado y dividido al mismo tiempo, como consecuencia de la acción combinada de la naturaleza y de las poblaciones humanas. La división puede hacerse de acuerdo con criterios funcionales que se traducen en el paisaje y las regiones. Por otra parte existen diferentes unidades fisonómicas y funcionales en las que tradicionalmente se ha clasificado al

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

espacio geográfico con fines de estudio, como son: el espacio urbano, espacio rural, espacio metropolitano, espacio regional, etc.

La región ha sido un concepto integrador muy importante para la geografía durante el siglo XX. Las regiones son espacios que pueden ser identificados y diferenciados con base en conceptos tales como la homogeneidad y la nodalidad, o bien como unidades específicas con fines de planificación. Asimismo, considerada como una individualidad geográfica, la región es un organismo que nace, se desarrolla y muere (Dollfus, 1976). Un lugar muy importante en la evolución de las regiones corresponde a las ciudades, es a partir de ellas que se transforman a un ritmo muy acelerado, bajo el efecto del crecimiento de la población, las migraciones, la extensión y la diversificación de la producción, etc., así, el ámbito urbano ha crecido a partir del rural y, cuando sus dimensiones crecen en proporciones tales que se comienzan a fusionar las ciudades vía el proceso de conurbación se han conformado los espacios metropolitanos, avanzando en algunos casos hacia la formación de las megalópolis actuales.

Recientemente, esta situación ha sido agravada bajo la poderosa influencia de las formas modernas de explotación del territorio, sus recursos y las poblaciones humanas, acotadas bajo el proceso de globalización económica, que implica la fragmentación de las estructuras productivas locales, regionales y nacionales, así como la profundización de las desigualdades y los desequilibrios tanto territoriales como sectoriales al interior de los países subdesarrollados, en favor de la dinámica expansiva de las infraestructuras y los equipamientos asociados a los capitales transnacionales, en contraparte con las políticas de planificación y ordenación del territorio, con una importante participación de las tendencias ambientalistas y ecologistas al interior de los países capitalistas desarrollados, realidad que evidentemente agudiza los contrastes y hace más complejo el estudio y el planteamiento de los esquemas descriptivos y explicativos para la gestión del territorio.

1.3. Importancia del enfoque sistémico

El concepto de sistema ha adquirido una posición muy influyente en el desarrollo de la ciencia moderna, al grado que, se ha llegado a considerar al movimiento de sistemas como una nueva revolución en el pensamiento científico, ya que durante el siglo XX y en especial después de la segunda guerra mundial, ha tenido lugar el surgimiento y rápido desarrollo de una serie de tendencias y disciplinas, que han propuesto explicaciones para el comportamiento de los fenómenos en su sentido más global, y suelen agruparse bajo títulos tales como "investigación de sistemas", "teoría de sistemas", "pensamiento sistémico", o simplemente "sistemas".

Derivado de lo anterior, "Su impacto y difusión es tal, que encontramos múltiples aplicaciones y desarrollos en campos del conocimiento tan diversos como la biología, ingeniería, psicología, administración, economía e incluso en áreas francamente insospechadas como la geografía e historia" (Fuentes, 1991a:9); De igual manera, Gómez, *et al.* (1982) ya habían señalado en su discurso (acerca de la evolución del pensamiento geográfico y aludiendo al propio Bertalanffy), los efectos no previstos originalmente en dicha teoría y que han ejercido una fuerte influencia sobre las orientaciones modernas de la geografía.

El enfoque sistémico tiene, entre sus rasgos fundamentales, el hecho de que surge como respuesta a la insuficiencia de la tradición científica para abordar los problemas crecientemente complejos, dado que ha sido dominada por el ideal de explicar los fenómenos de una manera reduccionista y mecanicista. Reduccionista, porque cuando se aborda la explicación de un todo, se procede a fragmentarlo o reducirlo en partes más simples, llegando incluso a las unidades más elementales (átomos, elementos químicos, células, órganos, comunidades animales y vegetales, instintos básicos, materia, energía, etc.) para buscar la comprensión de las partes por separado y

finalmente agregar ese conocimiento parcial para ofrecer una explicación del problema o fenómeno. Mecanicista, dado que la articulación entre las partes se apoya en relaciones simplificadas causa-efecto (generalmente lineales y de dos variables), tal como funciona el mecanismo de una máquina, donde no se considera la intervención de otros factores en su movimiento. Este procedimiento tradicional sólo es válido cuando no existe interacción entre las partes de un todo y cuando las relaciones que se describen son lineales. Es claro que estas condiciones no se cumplen en un gran número de fenómenos, sobre todo los biológicos y los sociales, e incluso en múltiples problemas prácticos actuales de orden tecnológico y organizacional.

Asimismo, Fuentes (1991a) destaca el hecho de que un concepto tan general –y ambiguo en sus inicios- como el de sistemas, entendido como un conjunto de elementos interconexos que forman una integridad, no impone ninguna restricción en cuanto al carácter de los elementos, como tampoco se limita el tipo de integridad, sin embargo, ha permitido la aproximación progresiva a la explicación de fenómenos, problemas y objetos cada vez más diversos y complejos, que rebasan la visión particular de cualquier disciplina, por tanto, demandan una visión integradora e interdisciplinaria.

Dada la enorme variedad de asuntos a los que puede ser aplicado el enfoque sistémico, ha sido necesario esquematizar su compleja estructura, distinguiendo la aplicación de esas ideas dentro de las disciplinas ya establecidas, con respecto al desarrollo de los conceptos de sistemas como tales, tanto en la teoría como en la práctica, como se muestra a continuación.

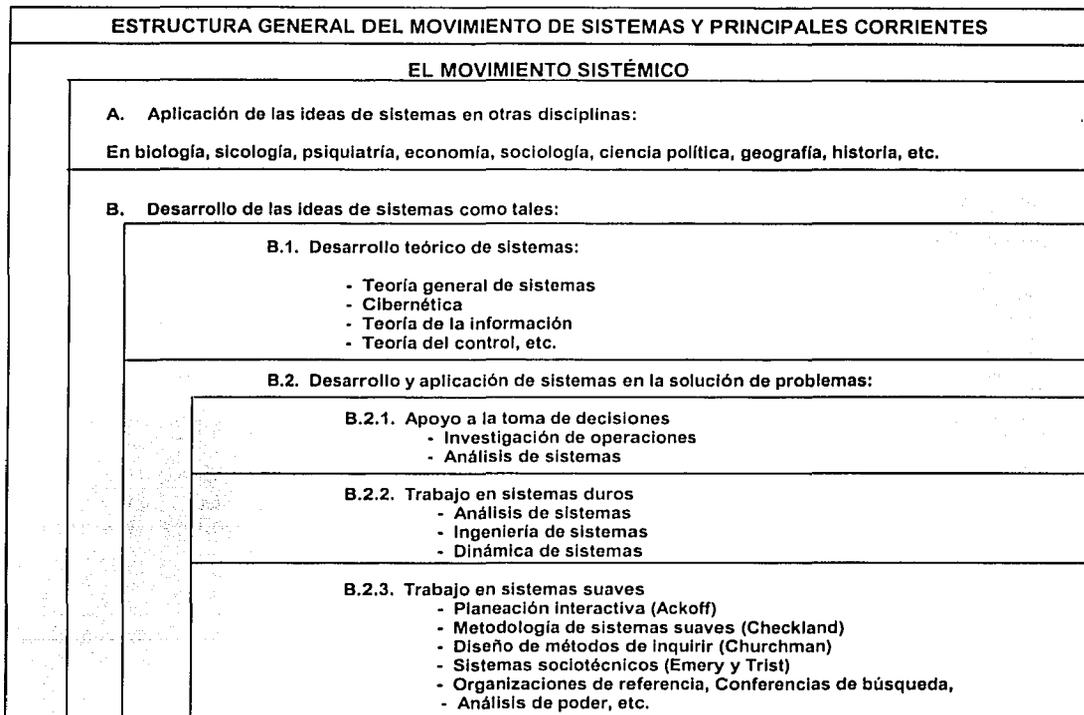


Tabla 1.3. Estructura general del movimiento de sistemas y principales corrientes. (Fuente: El pensamiento sistémico, caracterización y principales corrientes. Fuentes, A. Facultad de Ingeniería, UNAM; México, 1991a).

TESIS CON FALLA DE URGEN

Ahora bien, resulta necesario referirse al propio Bertalanffy, quien -no obstante la larga lista de pensadores como Leibniz, Marx, Hegel, etc., que aportaron las ideas básicas antecedentes -, es considerado como la principal referencia moderna dentro del desarrollo de la Teoría General de los Sistemas, cuyos trabajos reflejan el origen, espíritu y propósitos de la misma. La teoría general de los sistemas (GST en inglés), que procura derivar -partiendo de una definición general de sistema, como un complejo de componentes interactuantes-, conceptos característicos de totalidades organizadas, tales como interacción, suma, mecanización, centralización, competencia, etc., y aplicarlos entonces a fenómenos concretos, representa una alternativa metodológica adecuada para realidades complejas. "Un sistema puede ser definido como un conjunto de elementos interrelacionados entre sí y con el medio circundante" (Bertalanffy, 1976:263). A continuación se muestran las características de un sistema en su forma más elemental:

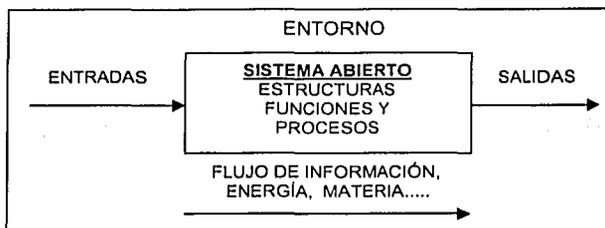


Figura 1.10. Esquema simplificado de un sistema. (Adaptado a partir de Bertalanffy, 1976 y Christopherson, 2002).

No obstante que, teóricamente existen sistemas abiertos y sistemas cerrados, en la naturaleza predominan ampliamente los del primer tipo, ya que ninguna entidad natural (o social) puede existir absolutamente aislada e independiente del resto, como han manifestado Bertalanffy (1976), Fuentes (1991a) y Christopherson (2002). Desde un punto de vista global cada sistema puede constituir un todo integrado, por una parte inmerso en su entorno o suprasistema, y por otra, compuesto por unidades estructurales e interactuantes llamadas subsistemas.

Para proponer su teoría general de los sistemas, Bertalanffy planteó inicialmente el problema de que la ciencia moderna se ha caracterizado por la especialización siempre creciente, impuesta por la inmensa cantidad de datos, la complejidad de las técnicas y de las estructuras teóricas dentro de cada campo. De esta manera, la ciencia ha estado escindida en innumerables disciplinas que sin cesar han generado subdisciplinas nuevas. En consecuencia, el físico, el biólogo, el psicólogo, y el científico social laboran de manera aislada, siendo difícil que intercambien información entre sus áreas de actividad. Dicho autor agrega que, a ello sin embargo, se opone otro notable aspecto: al repasar la evolución de la ciencia moderna se observa un fenómeno sorprendente: han surgido problemas y concepciones similares en campos muy distintos, independientemente. La explicación del comportamiento de fenómenos (tanto naturales como sociales) con una diversidad muy amplia, a través de principios iguales englobados en la teoría de sistemas, se ha denominado isomorfismo.

Bajo este contexto, propone como las metas principales de la teoría general de los sistemas que:

- 1) Hay una tendencia general hacia la integración de las varias ciencias, naturales y sociales.
- 2) Tal integración parece girar en torno a una teoría general de los sistemas.
- 3) Tal teoría pudiera ser un recurso importante para buscar una teoría exacta en los campos no físicos de la ciencia.
- 4) Al elaborar principios unificadores que corren verticalmente por el universo de las ciencias esta teoría nos acerca a la meta de la unidad de la ciencia.

5) Esto puede conducir a una integración, que hace mucha falta en la instrucción científica.

Dado que los sistemas están siempre expuestos a influencias externas (lo cual es claramente observable en los organismos vivos), se sabe que, como parte de sus respuestas funcionales y evolutivas, han desarrollado variados mecanismos internos de autorregulación que permiten el restablecimiento y la conservación de las condiciones normales (homeostáticas) de funcionamiento, a continuación se muestra gráficamente la forma en que éste fenómeno general se produce.

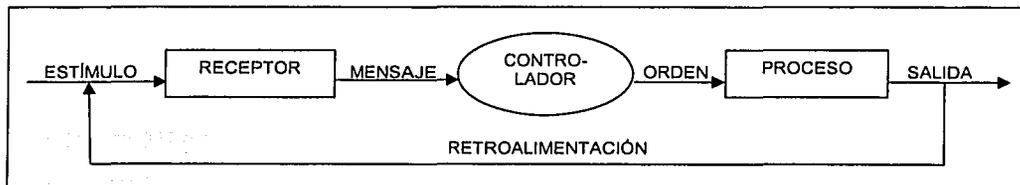


Figura 1.11. Esquema simplificado de un sistema controlado a través de mecanismos de retroalimentación (Adaptado a partir de Bertalanffy, 1976 y Christopherson, 2002).

Como ejemplo se puede describir un caso donde el receptor (p. ej. una celda fotoeléctrica, un radar, un termómetro, etc.), recibe estímulos del exterior y de la salida del proceso, luego un centro controlador donde se analiza el mensaje (por ejemplo, si el nivel de temperatura está dentro de los límites establecidos, para enviar finalmente una orden que active, desactive o modifique el proceso). El sistema seguirá funcionando bajo condiciones normales mientras que los estímulos no sobrepasen el umbral de resistencia de un organismo vivo, o bien, los límites del diseño de un sistema artificial. Se sabe que un principio tan elemental como éste rige el funcionamiento de los sistemas automatizados actuales (informáticos, hidráulicos, electrónicos, de telecomunicaciones, industriales, etc.), y por otra parte, constituye la base para la explicación más satisfactoria -hasta ahora- sobre el funcionamiento de los mecanismos de autorregulación de los seres vivos.

Volviendo al contexto de la geografía, ha sido tan fuerte el impacto de la teoría de los sistemas que es realmente difícil encontrar en su literatura referencias que no manifiesten contenidos sobre la importancia, o adopten dicho enfoque dentro de su marco teórico y metodológico, para esto cabe citar a Warntz, en: Chorley (1975), quien hace referencia a la nueva geografía como teoría de sistemas espaciales generales. Asimismo, Harvey (1983) afirma que, el concepto de sistema no es, en modo alguno, nuevo.

Entre otros profesionales, los geógrafos han hecho un uso considerable de la noción de sistema desde que apareció la disciplina; de igual manera, sostiene que, el análisis de sistemas permite observar en profundidad las características estructurales y el funcionamiento de fenómenos en compleja interacción, constituyendo un marco conceptual adecuado para manejar problemas geográficos sustantivos. Santos (1986) por su parte, hace alusión al espacio como un sistema de sistemas o un sistema de estructuras. Bertrand, en: Gómez, *et al.* (1982) ya había propuesto desde las décadas de los 60 y los 70 el concepto de geosistema para sustituir al de paisaje (al cual consideró como anticuado e impreciso), el sistema de clasificación territorial que propone consta de seis niveles "espaciotemporales" o "temporo-espaciales" que son los siguientes: zona, dominio, región, así como el geosistema, la geofacies y el geotopo.

Recientemente, Christopherson (2002), ha definido un sistema como un conjunto ordenado e interrelacionado de objetos y sus atributos, ligado por flujos de energía y materia, distinto del ambiente circundante ubicado fuera del mismo; los elementos dentro de un sistema pueden ser ordenados o agrupados en series, asimismo se encuentran entrelazados con otros; los sistemas están integrados por subsistemas. Conforme a lo expuesto sobre la teoría general de sistemas, este autor expone -aludiendo a los geosistemas-, cómo a partir de los mecanismos de

retroalimentación o regeneración, los sistemas tienden a restablecer sus condiciones normales de funcionamiento, es decir el estado de equilibrio del sistema. Para visualizar sintéticamente estos conceptos se recurre a la noción de modelo -el cual es una representación simplificada e idealizada de parte del mundo real-, que puede ser diseñado con diferentes grados de abstracción y propone uno, haciendo referencia a la Tierra como un todo compuesto por grandes esferas. La siguiente figura muestra de manera gráfica este razonamiento.

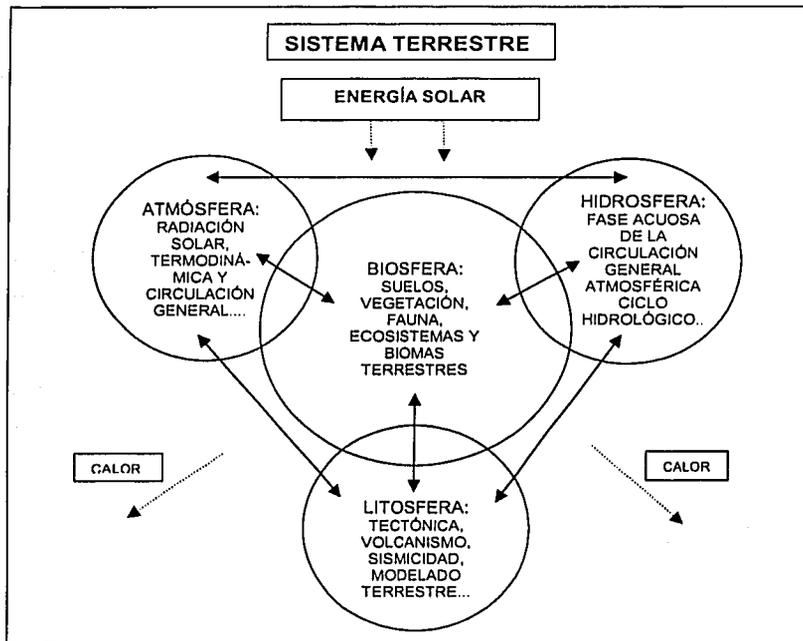


Figura 1.12. Representación diagramático de la Tierra como un sistema y sus grandes subsistemas: atmósfera, hidrosfera, litósfera y biosfera. (Fuente: adaptado de Christopherson, R. Geosystems. Prentice Hall; USA, 2002).

En este contexto, un geosistema se refiere a cada unidad espacial o territorial donde se manifiesta la acción combinada de los factores que caracterizan a cada una de tales esferas o subsistemas, es decir, la dinámica atmosférica, la fase acuosa del ciclo hidrológico, los fenómenos tectónicos y volcánicos, así como el conjunto de las actividades de los seres vivos, cuyas interacciones múltiples se perciben directamente en los diferentes tipos y la dinámica de los paisajes, siendo el motor del sistema considerado integralmente a nivel terrestre, la energía gravitacional y la energía solar, debiendo incorporar de acuerdo con Riábchikov (1976) la actividad del hombre.

En concordancia con lo expuesto, las propiedades señaladas para el entorno global, evidentemente son extensivas para unidades de menores dimensiones, en este sentido, el estudio de los geosistemas ha de favorecer el desarrollo de un cambio sustancial (tal vez revolucionario) en la geografía, ya que hace posible la aplicación de los principios generales de disciplinas afines (tanto naturales como sociales), conjugándolos con los propios de la geografía y teniendo como marco general de referencia el proceso cognitivo de espacialización y territorialización de los procesos, de manera análoga a la evolución experimentada tanto en la ecología como en la ciencia ambiental, que han adquirido una marcada influencia entre las disciplinas no exactas de la ciencia a finales del siglo XX.

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE
CUBIERTA

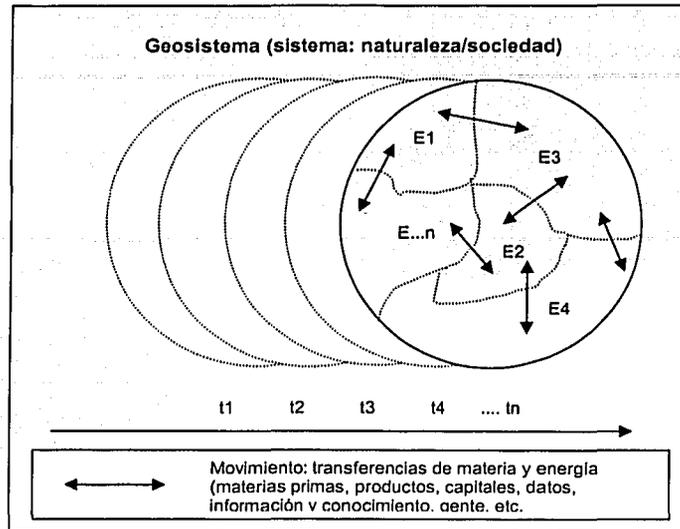


Figura 1.13. Representación esquemática de un geosistema considerado localmente. (Elaboración propia).

Adicionalmente, Sánchez (1991:59) afirma: "Al aceptar que la geografía es una ciencia, se presupone que está constituida por un conjunto de variables –elementos o factores-, las cuales pueden ser relacionadas funcionalmente conformando un sistema. Este sistema a su vez se articula en una estructura durable que evoluciona a través de un proceso dialéctico, lo cual permite establecer los ligámenes internos al conjunto, en forma de un bloque de leyes entroncadas en un cuerpo de teoría. En nuestro caso se tratará de una teoría del espacio geográfico".

Asimismo -aunque en una posición tal vez muy ambiciosa, pero igualmente motivadora, la cual se comparte en este trabajo-, Mateo (2001), ha propuesto a "la geografía como sistema de ciencias en la interacción naturaleza-sociedad", destacando que desde sus orígenes y sobre todo en su evolución reciente esta disciplina ha tenido una visión integral (holística) y sistémica, abarcando tanto a la naturaleza como a la sociedad. Además establece que al estudiar los geosistemas o "sistemas territoriales espacio-temporales" de la Tierra, la geografía opera con dos categorías universales: el territorio y el espacio.

1.4. Los procesos y los problemas territoriales

El territorio puede ser concebido como una fracción concreta del espacio geográfico en un momento determinado y con unos límites claramente establecidos. El territorio es el sustrato de toda actividad humana, de acuerdo a sus propiedades intrínsecas posee una carga específica de recursos naturales y un potencial que puede representar para una sociedad -con un grado de desarrollo específico- ya sea un conjunto de estímulos y oportunidades, o bien, limitantes y obstáculos, así como riesgos siempre presentes en las interacciones de cada grupo humano con la naturaleza, cuyo efecto combinado incidirá sobre el curso y el ritmo del desarrollo.

En otras palabras, la acción humana es intencional, sea reflexiva o no, y va dirigida a la demarcación, ocupación y transformación del espacio geográfico a través de un proceso de territorialización, con el objeto de satisfacer sus necesidades inmediatas y contar con las reservas

necesarias para el futuro, pero esta acción -acumulada desde los orígenes de la civilización, con extensión e intensidad creciente- ha implicado por otra parte, el agotamiento de algunos recursos por sobreexplotación o por uso inadecuado, así como la afección al funcionamiento normal de la naturaleza y la generación de conflictos en la ocupación del mismo territorio. Este fenómeno supone además un proceso de aprendizaje continuo en el cual el hombre ha aprehendido a través del ensayo-error que sus capacidades reales y sus potencialidades tienen límites y no son inagotables, de manera similar a lo que ocurre con las condiciones ambientales y los recursos del territorio, entonces cabría hablar de desarrollo en cuanto al nivel de concordancia entre el conocimiento y la forma de vida integrada del hombre con la naturaleza.

En este sentido, el complejo proceso de crecimiento del volumen de las poblaciones humanas y sus actividades ha traído como consecuencia la generación de disfunciones o conflictos en la utilización de la tierra en su sentido general, dando lugar al necesario diseño y la aplicación más o menos sistemática de diversas estrategias para organizar dichas actividades humanas de acuerdo a las propiedades del entorno, las cuales han derivado hacia los conceptos de planificación y de ordenación del territorio. "En el espacio geográfico, la ordenación del territorio es la impresión de una política económica con sus consecuencias sociales, pero es más bien una toma de conciencia, por parte de sus ocupantes, del hecho de que son los depositarios y los avaladores de un patrimonio que es conveniente utilizar del mejor modo posible para las necesidades del momento, al mismo tiempo que lo ordenan y lo preparan para las necesidades del futuro. Lo que constituye el soporte de nuestro marco de vida es el conocimiento dirigido hacia la acción del espacio geográfico" (Dollfus, 1976:124).

Asimismo, "A menudo se asocia la ordenación del territorio a la identificación y solución, o al menos al intento de solución, de problemas territoriales. El cuerpo doctrinal de la ordenación del territorio recogería precisamente todo aquello que, con el paso del tiempo, se ha ido considerando como un problema territorial. Esta visión es, sin embargo, un poco restrictiva, pues hay fenómenos territoriales o procesos territoriales que requieren algún tipo de ordenación y que difícilmente se pueden incluir dentro del concepto de problemas territoriales." (Pujadas y Font, 1998:23).

Siguiendo a estos autores, La distinción entre problemas territoriales, por un lado, y procesos territoriales que requieren respuesta por parte de la planificación u ordenación territorial, permite distinguir entre dos modalidades de intervención:

- 1) Las intervenciones centradas en la elección entre diversas alternativas. Existen problemas territoriales que requieren una respuesta en términos de elección de la alternativa óptima entre las diversas posibles. La planificación sectorial es el campo propio para este tipo de intervenciones. El proceso de elección requerirá combinar criterios de orden diverso: territoriales, ecológicos, económicos, constructivos, etc. La ponderación de estos criterios permitirá escoger la alternativa óptima entre las distintas existentes. El análisis costo-beneficio y la evaluación de impactos ambientales serán instrumentos propios de esta modalidad de intervención, que requiere un afinado proceso de elección.
- 2) Las intervenciones centradas en la armonización de múltiples usos del suelo. En otros casos, la ordenación territorial requerirá un proceso complejo de armonización de los diversos usos del suelo presentes en un determinado territorio. Existe también un proceso de elección y de toma de decisiones, pero que difícilmente se puede apoyar en los instrumentos mencionados, orientados a la elección de la opción óptima. En este tipo de intervenciones el instrumento básico será la elaboración y aprobación de planes territoriales y urbanísticos.

Esta situación plantea la ineludible necesidad de estudiar y administrar el territorio en toda su complejidad -como se verá más adelante-, debiendo utilizar todos los recursos disponibles (científicos, tecnológicos y humanos) desarrollados por la sociedad hasta ahora. Para esto se propone un enfoque holístico y sistémico, dado su carácter integral, operando a través de

aproximaciones sucesivas a la realidad territorial, suma de la dinámica y la evolución propia de la naturaleza y sus efectos combinados con la sociedad y la economía.

A pesar de que el estudio y la organización del espacio geográfico social y económicamente territorializado no son ahora un campo exclusivo de la geografía, se puede sostener que esta disciplina ha desempeñado una función sustantiva en la construcción teórica y metodológica de los fundamentos sobre los que se han apoyado otras áreas del conocimiento que inciden sobre esta temática, por lo que resulta de vital importancia avanzar paralelamente (no solo por la vía de la Interdisciplinariedad, sino además por la transdisciplinariedad) hacia el replanteamiento y el fortalecimiento de sus propias bases, así como hacia la exploración de las experiencias de disciplinas afines, las cuales han hecho un uso profundo y diversificado de los enfoques, métodos y teorías producto de las experiencias disciplinarias conjuntas.

2. La planificación y el ordenamiento territorial

En el contexto de la dinámica del sistema global hombre-naturaleza, toda actividad humana sobre el territorio está destinada a su conocimiento, delimitación, ocupación y organización con el objeto esencial de utilizarlo como base de sus acciones y para obtener los satisfactores básicos, necesarios para vivir, así como para crear las condiciones de desarrollo para el futuro. La planificación se ha integrado a partir de métodos, técnicas e instrumentos creados en muy diversos entornos políticos, económicos y sociales, científicos y académicos, para estructurar y organizar progresivamente el conjunto de tales acciones humanas, así como para la previsión y acción hacia el futuro partiendo del conocimiento pasado y actual.

Un componente fundamental (indispensable) para la planificación del desarrollo de un país, operante en todo momento y lugar debe ser el ordenamiento territorial, ya que el pleno conocimiento sobre la estructura y la dinámica del espacio geográfico, así como las características del territorio permite tomar decisiones basadas en información precisa, oportuna y confiable sobre la fuente de todos los recursos necesarios para el hombre; más aún, es posible fundamentar la relación indisoluble entre el necesario proceso de planificación de las actividades del hombre -que van desde la más simple organización de sus tareas cotidianas hasta las formas más complejas de planificación nacional e incluso continental y mundial-, con respecto a la necesidad siempre presente de vincular y conducir tales acciones sobre un territorio específico. Entonces, la planificación y el ordenamiento territorial deben ser concebidas como dos formas de actividad humana integradas y condicionadas recíprocamente a fin de optimizar las interrelaciones de la sociedad con la naturaleza; la primera más orientada a las actividades humanas y al desarrollo social y económico, y la segunda con énfasis en el conocimiento sistemático de las interacciones espaciales, así como en las propiedades, potencialidades y limitantes del territorio, orientado a su mejor organización y utilización.

2.1. El concepto de planificación

Es frecuente encontrar en la literatura sobre el tema que los conceptos de planeamiento, planificación y planeación son utilizados como sinónimos (implícita o explícitamente), lo cual genera confusiones y contrasentidos. Llama la atención que Chadwick (1973:29), define en su obra sobre la visión sistémica del planeamiento el concepto de planificación de la siguiente manera: "La planificación es un proceso de reflexión y acción humana basada en esa reflexión -en realidad premeditación o reflexión para el futuro-." Dicho autor hace hincapié en la aplicación de la planificación urbana y regional bajo el enfoque de la teoría general de sistemas. Para Gioja (1979), el planeamiento tomado en su sentido territorial, es el ordenamiento del desarrollo de los diversos hechos urbanos, regionales o nacionales, según sea su escala de aplicación en el espacio, con previsión de resultados en el tiempo; -continúa afirmando que-, la planificación es una actividad gracias a la cual el hombre que vive en sociedad, se esfuerza por dominarse y modelar debidamente su futuro colectivo por medio del poder de la razón; además, -agrega que- éstos conceptos se orientan, más en lo territorial el primero, y en lo social el segundo, pero siempre totalmente complementarios, con la necesaria participación del conjunto de las disciplinas sociales. Asimismo, el planeamiento ha sido asociado con el estudio geográfico de la dinámica de las ciudades respecto a su entorno regional por Wilson (1980), quien lo desglosa en tres clases fundamentales de actividad: análisis (modelación del sistema y diagnóstico de problemas); diseño (generación de planes alternativos y presentación del plan) y política (formulación de objetivos, evaluación de criterios e implementación).

En cuanto al concepto de planeación específicamente estratégica, con base en Steiner (1983), puede ser referido al contexto de las acciones y las decisiones gerenciales o directivas tanto en las empresas como en las organizaciones gubernamentales de los países occidentales, en este sentido, la planeación estratégica experimentada inicialmente en el mundo del comercio y los negocios puede ser aplicada en el sector no lucrativo, incluso a nivel personal y profesional. Por otra parte, la planeación puede ser concebida como un valioso instrumento para la banca de desarrollo, así como en el ámbito empresarial y corporativo (Cáceres, 1990). Para Kostrowicki, (1986:7), "con el surgimiento del sistema socialista y su economía planeada, la planeación llegó a ser el más importante recurso para organizar el desarrollo económico y colocar las inversiones, construyendo complejos espaciales de la actividad humana y, finalmente, llegar a una planeación espacial integrada a nivel nacional, regional o local". De esta definición hay que destacar la necesaria vinculación por medio de la planeación socialista -según la traducción de Holt al documento de Kostrowicki- de las actividades del hombre con el territorio para construir complejos espaciales en los diferentes contextos territoriales de un país.

De igual manera, la planificación basada en una visión de conjunto o sistémica de la realidad, ha sido enfocada hacia el ámbito urbano y regional en su contexto humano, entendida como un sistema complejo y probabilístico factible de modelización matemática (Mc Loughlin, 1971); -en adición a lo observado-, este autor hace un uso indistinto a lo largo de su obra de los conceptos de planificación y de planeamiento. Por otra parte, puede ser entendida como planificación territorial y urbana, haciendo énfasis en la importancia de la información para tomar decisiones y, siendo considerada como una disciplina cuyo núcleo es el uso y desarrollo del suelo (Jackson, 1973); en un enfoque más integral y acorde con las tendencias recientes, éste concepto puede apuntar al aprovechamiento de la tierra, donde se entiende por planificación la evaluación sistemática de los factores físicos, sociales y económicos que es preciso ponderar para apoyar a las poblaciones humanas en la búsqueda de la satisfacción de sus necesidades, en concordancia con el equilibrio de su entorno, así como la ineludible salvaguarda de los recursos a futuro (FAO, 1994).

De acuerdo con Goldfeder y Aguilar (1997), se puede afirmar que generalmente los términos de planeación y planificación se usan de manera indiscriminada y confusa, sin que las personas posean elementos claros para su diferenciación. A continuación se incluyen las definiciones correspondientes: "La planeación es el proceso que tiene como finalidad última la elaboración de un plan, para lo cual se requiere de método, técnicas y procedimientos (en su mayoría ya establecidos);... Su trabajo se construye a través de objetivos y metas que, de manera inevitable, tienen su referente político....El saber y la organización racional, la selección cuidadosa de prioridades de desarrollo económico-social, relación entre metas, objetivos, políticas, prescripción de estrategias y la viabilidad política, son las principales características de la planeación." Por otra parte, "La planificación es un plan de acción integral que afecta a todo un país o a una comunidad entera. Es la expresión equilibrada y racional de la política y la economía. Bien puede decirse que traduce en acciones concretas el plan de vida de una sociedad." (Goldfeder y Aguilar, 1997:25). De lo expuesto se observa que, en tanto que la planeación está más dirigida al cumplimiento puntual de los objetivos y las metas prioritarios contenidos en un plan, con una fuerte participación del componente político, la planificación es esencialmente integral y sistemática, y se inclina más hacia la atención de las prioridades sociales.

Asimismo, una diferencia fundamental que vale tener presente ha sido expresada por Ceceña (1982), en el sentido de que la planificación como proceso sistemático e integral de conducción del desarrollo, bajo la forma de "planificación económica nacional" nació con el triunfo de la revolución socialista en Rusia y tiene diferencias sustanciales con las diversas formas de "planificación" parcial o sectorizada, practicadas posteriormente en los países capitalistas desarrollados y subdesarrollados.

De acuerdo a lo expuesto se adopta aquí la postura de diferenciar ambos conceptos, considerando al de planeación como más específico y operacional, directamente asociado al diseño y aplicación de un plan, y el de planificación como un proceso generalizado, integral y sistemático; entonces, en lo sucesivo se utilizará este último concepto genéricamente para los fines de este trabajo, pero respetando a la vez, los contextos y las expresiones utilizadas por los diferentes autores.

Además, es importante afirmar que, como lo han señalado diversos autores (Chadwick, 1973; Kostrowicki, 1986; Fuentes, 1991b; Goldfeder y Aguilar, 1998; Miklos y Tello 2003); la necesidad de planificar es un fenómeno esencialmente humano (por lo tanto subjetivo), siempre está presente en cualquier ámbito de su actividad y el grado de complejidad que implica requiere de la aplicación de todos o los mejores recursos disponibles. Siguiendo a Fuentes (1991b), quien hace una división de la mayor importancia, la planeación abarca los siguientes niveles desde el punto de vista del sujeto: entendido como actor individual, como componente interpersonal o de grupo, como parte de los sectores sociales, y en torno a la dimensión humanista y social (como se observa en la tabla siguiente); tales niveles y la forma en que el individuo o el grupo piensan y actúan deberán ser cuidadosamente entendidos y manejados durante todo el proceso con la finalidad evidente de no perder de vista la objetividad del estudio, así como de la planeación y la gestión durante todo el proyecto.

EL SUJETO COMO ACTOR INDIVIDUAL	Como Cliente	-estudios de la personalidad -resistencia al cambio -relaciones cliente-consultor, etc.
	Como Decisor	-preferencias -criterios de decisión -decisiones benefactores, etc.
PROCESOS INTERPERSONALES O DE GRUPO	Procesos interpersonales	-participación -técnicas de dinámica de grupos -consenso, etc.
	Relaciones Humanas en las Organizaciones	-motivación -liderazgo -diseño organizacional, etc.
	Grupos de Poder	-áreas de influencia -conflicto -negociación, etc.
SECTORES SOCIALES		-ideología -clases sociales -estructura económica, etc.
DIMENSIÓN HUMANÍSTICA Y SOCIAL		-ética, valores -libertad, democracia. -aspectos histórico-culturales, etc.

Tabla 2.1. El sujeto y las áreas de desarrollo en la planeación. (Fuentes, A. El problema general de la planeación. Facultad de Ingeniería, UNAM; México, 1991b).

En cuanto al objeto de planeación, existe un sinnúmero de fenómenos o procesos generales a los que es posible aplicarla (como los naturales, económicos, sociales, políticos, ambientales, etc.); o bien, pueden ser tratados bajo alguno de sus esquemas, desde el punto de vista de la escala geográfica (a nivel mundial, continental, nacional, regional, estatal, municipal, etc.) como se verá más adelante; inclusive, frecuentemente se utilizan como base los grandes tipos de ambientes terrestres (como el marino, continental y aéreo) como referencia para la planeación. Estas grandes divisiones confirman el carácter multidimensional (teórico y práctico) de la planificación, así como la importancia fundamental de estudiarla con base en un enfoque sistemático e integral.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.1.1. Antecedentes históricos de la planificación

Existe acuerdo en cuanto al hecho de que a cada etapa histórica del desarrollo humano (comunidad primitiva, feudalismo, capitalismo, imperialismo, etc.) ha correspondido un modo general de organización social y de producción, esto implica a la vez, determinadas formas de relacionarse con la naturaleza, de organizar el territorio y utilizar sus recursos. No obstante lo anterior, aún en la actualidad existen grandes contrastes derivados de las condiciones de desarrollo desigual entre las sociedades de una misma época e incluso al interior de los países y sus regiones. A medida que se han desarrollado tales formas de organización, estrechamente vinculadas con los grandes sucesos políticos y sociales (como las guerras mundiales, las revoluciones, las guerras civiles, las alianzas militares, etc.), económicos (sedentarización del hombre, revolución industrial, tecnificación de la producción, globalización económica), geográficos (exploraciones y descubrimientos geográficos, ampliación de los límites habitables), desarrollo técnico-científico (sistematización de la investigación y el conocimiento, informatización del trabajo manual e intelectual, etc.), se ha desarrollado un fenómeno relativamente reciente y de extensión e intensidad creciente, a través de un proceso permanente de acumulación y estructuración del conocimiento, paralelo con la depuración de las formas de organizar e integrar las actividades del hombre y su expresión sobre el territorio, convergiendo en las expresiones modernas más acabadas, relacionadas con los procesos de planificación tanto estratégica como prospectiva.

En una breve revisión se observa que, la planificación surgió como una necesaria política de Estado, orientada a la conducción sistemática e integral de las actividades económicas y sociales vinculadas con el territorio y los recursos en el contexto de los países socialistas en las primeras décadas del siglo XX. El gobierno de la URSS elaboró el Plan Estatal Único hacia finales de 1920 e implantó el primero de los llamados planes quinquenales en el periodo 1928-1932; estos trabajos estuvieron a cargo de una comisión estatal de planificación, también responsable del análisis y coordinación de las propuestas y programas de producción de los diferentes departamentos y organizaciones regionales. De acuerdo con Fuentes (1991b) el sistema de planificación socialista se puede caracterizar por:

- Constituir una forma de dirección de la economía que liquida el mecanismo del mercado al quedar el Estado como único organizador y productor de planes de desarrollo.
- Tener un carácter universal al abarcar tanto la producción material como la esfera no productiva: industria, agricultura, transporte, abastos, educación, cultura, salud, finanzas, defensa, etc.
- Estar centralizada, ya que las decisiones quedan subordinadas a un centro de poder que fija las políticas, estrategias, metas y medios globales y particulares.

La planificación fue vista en un principio por los gobiernos "occidentales" como parte de la "amenaza comunista" hacia su sistema económico-político; no obstante las muchas reservas y oponentes, este instrumento probó ser efectivo mostrando la alta eficiencia económica y social lograda por los países socialistas en unas cuantas décadas, derivando en que el ejemplo fuera seguido por otros países, independientemente de sus sistemas políticos y económicos, en respuesta y conforme el cambio se fue asimilando, se desarrollaron estudios especializados de costo-beneficio, que han derivado hacia la evaluación de proyectos y más recientemente a las políticas de planeación, programación y presupuestación, adoptando parcialmente diversos aspectos de la planificación con modificaciones de carácter tanto sectorial como territorial, pero con un amplio predominio del enfoque economicista.

Siguiendo a Fuentes (1991b); en lo general, hasta mediados de los 60s y principios de los 70s las variantes de la planificación comenzaron a ser aplicadas en los países capitalistas, destacando los siguientes factores:

- El debate de algunos sectores que argumentaban las secuelas de los desequilibrios económicos de los 30s, así como las ventajas de la organización económica y social para alcanzar metas de gran envergadura. Además, grupos que concibieron a la planeación no como un instrumento de dominio, sino como un medio efectivo de participación política y control racional sobre los procesos económicos y sociales.
- La exitosa experiencia europea, en particular la francesa respecto a la planeación territorial con sus planes de reconstrucción de la posguerra a finales de la década de los 40, en los que se fundamentó el "plan national d'aménagement du territoire" de 1950.
 - La expansión del movimiento de planeación urbana a campos tales como la salud, transporte, educación, justicia, cultura, etc., dado que los estados en respuesta a la cada vez mayor presión social, multiplicaron sus funciones dando lugar al denominado "estado benefactor".
 - La introducción de la planeación y su éxito en las grandes corporaciones estadounidenses durante el período 1955-1965, que a su vez fue inducida por el cambio de poder económico entre los países imperialistas después de la guerra.

Por su parte, Pujadas y Font (1998), destacan entre las experiencias occidentales en la materia, los resultados alcanzados por la República Francesa cuyo plan de 1950 (con cuatro temas prioritarios: la industrialización descentralizada, la renovación de la agricultura, el equipamiento turístico y la descentralización cultural), ha propiciado que dicho país fuera considerado como la referencia más destacada sobre la planificación económica de carácter indicativo durante varias décadas. Los planes sucesivos trazaban las líneas generales del desarrollo deseable, aunque solo las acciones públicas tuvieran carácter vinculante, marcando una diferencia importante respecto a lo riguroso de los planes soviéticos. La política regional francesa se insertó dentro de la planificación económica general de ese país. Asimismo, se creó en 1963 la Délégation a l'Aménagement du Territoire et a l'Action Regionale (DATAR). Posteriormente, en 1971 la DATAR publicó "Une image de la France en l'an 2000. Scénario de l'inacceptable", obra iniciadora en la práctica del método prospectivo de los escenarios, el cual tiene una amplia utilización actualmente en muchos trabajos nacionales de ordenación del territorio.

Volviendo al panorama general, a los factores señalados se suman argumentos como la presencia de cambios acelerados que era necesario orientar, el surgimiento de problemas cada vez más complejos que demandaban acciones de conjunto, la diversificación de las funciones públicas, la mayor conciencia de las decisiones en los costos sociales, la exigencia por una mayor eficacia en el ejercicio de la dirección, etc., de esta manera se fueron conformando las condiciones que favorecieron la ampliación y diversificación de la práctica de la planificación, permitiendo superar la visión inicial del proceso como una tendencia hacia el "totalitarismo". La planificación ha alcanzado hasta finales del siglo XX una gran importancia en el mundo globalizado, a tal grado que ha trascendido el ámbito gubernamental, empresarial y académico para ser aplicada prácticamente en cualquier organización o institución (independientemente de su naturaleza) que pretenda funcionar de manera estructurada, organizada y previsoramente.

2.1.2. Corrientes y enfoques de la planificación

Son muy diversas las líneas del pensamiento y los agentes de las sociedades que han intervenido en la evolución e integración de la planificación como disciplina científica y como política de Estado, -que son las dimensiones conceptuales que aquí interesan-, no obstante la multiplicidad de áreas de desarrollo que se han derivado, a continuación se relacionan las corrientes o enfoques más influyentes; al respecto es importante precisar que, no obstante su mayor o menor vigencia, las prácticas actuales de planeación (según Fuentes, 1991b) conservan algunos componentes generales de dichas áreas:

- a) Planeación comprensiva. En sus inicios, este tipo de planeación tuvo una importante influencia de la tradición de la reforma que buscaba mejorar al gobierno y a la sociedad. Esta forma de planeación tuvo su mayor avance cuando el "movimiento de las ciudades hermosas" (en las primeras décadas del siglo XX en los Estados Unidos), se expandió a partir de la planeación urbana para abarcar diversos problemas económicos y sociales relacionados con la salud, el transporte, la educación, la justicia, la cultura, etc., donde los estados ante la creciente presión social tuvieron que multiplicar sus funciones, aplicando planes maestros de desarrollo. Tales planes fueron calificados como comprensivos porque en el proceso se busca conocer toda la situación problemática, tener en cuenta y coordinar las distintas metas del sistema, plantear el número más amplio de alternativas y predecir todas las consecuencias de cada opción.

TESIS COMPLETADA
 FALLA DE ... EN

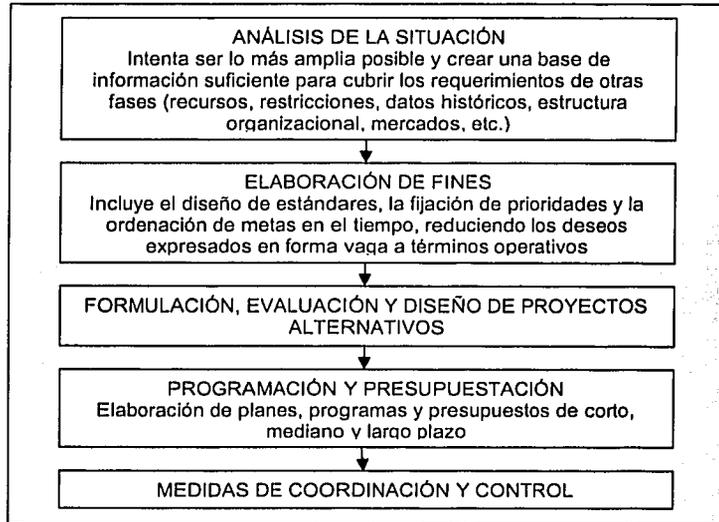


Figura 2.1. Metodología de la planeación comprensiva. (Fuentes, A. El problema general de la planeación. Facultad de Ingeniería, UNAM; México, 1991b).

- b) Planeación racional-planeación retrospectiva. En la década de los 60s. surge una corriente en la que además de disminuir la connotación política e ideológica enfrentada por los países "occidentales" -ante los logros de la planeación centralizada en los países socialistas, así como en relación a las presiones derivadas de los movimientos sociales internos-, se llega al extremo de considerar a la planeación como un instrumento que opera en un nivel estrictamente técnico. Se genera una tendencia por desarrollar medios de racionalización y coordinación formal, sustituyendo la visión orientada al diseño de estándares por un gran número de técnicas y modelos, desde los muy complejos y sofisticados de simulación de grandes sistemas hasta la regresión lineal. Esta concepción se ajusta a la idealización mecanicista -predominante en el mundo occidental de esa época- propia de las ciencias físicas, al tratar al objeto como un fenómeno investigable, de manera que la planeación queda reducida a mostrar las leyes generales y aspectos recurrentes para hacer predicciones, así como prescripciones, basadas en el conocimiento.

Por otra parte, en la llamada planeación retrospectiva, que en esencia comparte las mismas características de la planeación racional, el futuro es visto como una extensión o extrapolación del presente y el pasado, por lo que la labor del analista consiste en determinar hacia donde conducen esas líneas y señalar las acciones de tipo adaptativo que deben tomarse o indicar sobre qué variables se tiene algún control para modificar esas tendencias y describir los efectos correspondientes. Dentro de esta concepción pueden existir dos variantes: la determinista y la probabilista, según se consideren resultados únicos, o bien, no se tenga certeza sobre los resultados esperados, pero sí una medida probabilista de cada futuro factible.

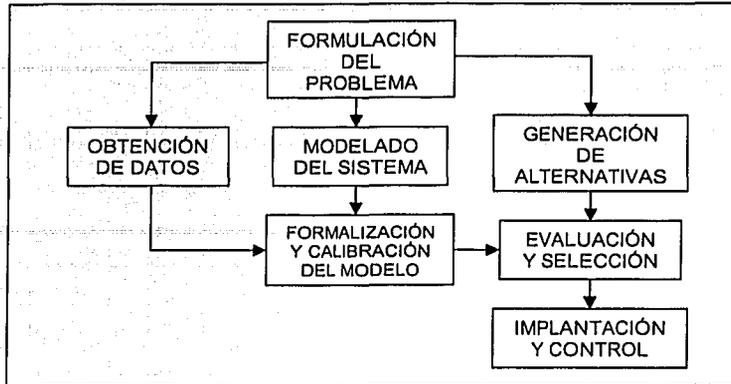


Figura 2.2. Metodología de la planeación racional. (Fuentes, A. El problema general de la planeación. Facultad de Ingeniería, UNAM; México, 1991b).

- c) Incrementalismo disjunto-planeación circunspectiva. El enfoque y los ideales del incrementalismo disjunto son completamente distintos de los de la planeación comprensiva, ya que en lugar de aspirar a la transformación total y coordinada del sistema, propone una estrategia con base en cambios marginales y desarticulados. En este enfoque se sostiene que cualquier intento por emplear métodos de cambio comprensivos, analíticos y seriados termina por fracasar; esto conduce a la conveniencia de reducir el alcance a pequeños cambios, observar los resultados obtenidos y después proponer nuevos movimientos, sin preocuparse por obtener una solución definitiva desde el inicio, lo que le da su carácter incremental. Es disjunto porque cada cambio es visto de manera independiente, y por tanto, puede actuarse sobre varios problemas a un mismo tiempo o aplicar otras medidas en el mismo problema.

En cuanto a la planeación circunspectiva, se asemeja con el incrementalismo disjunto, aunque se adopta no por razones teóricas sino por motivos totalmente prácticos, al surgir cambios imprevistos o por falta de previsión. Así, esta actividad, que se realiza bajo presión y urgencia, consiste en un rápido examen de las circunstancias más próximas e importantes y en el diseño de medidas operativas para el corto plazo, generalmente con escasa orientación para el futuro.

- d) Planeación prospectiva. Esta forma de planeación también es denominada interactiva o normativa, tiene sus orígenes hacia finales de la década de los 60s, aunque alcanza su mayor desarrollo durante la década de los 70s. Deriva del enfoque de sistemas y se caracteriza por la importancia que asigna al futuro y su manejo.

Por una parte, plantea la necesidad de elaborar un diagnóstico que sirva de base para elaborar los planes, marca la necesidad de conocer y explicar los problemas, el sistema y su dinámica, potencialidades y obstáculos como paso previo para definir la forma de intervención. En cuanto al tiempo, el futuro es considerado múltiple y elegible, a diferencia de la planeación retrospectiva que tiende a verlo como resultado del presente y del pasado. Esta orientación da a la planeación un carácter innovador y altamente creativo, en el que los fines determinan a los medios y no los medios a los fines, contrariamente con los procedimientos tradicionales de planeación; asimismo, evita buscar resultados ignorando sus consecuencias, lo cual le confiere un enorme valor en términos de eficiencia del sistema. Esta es una de las formas de planeación más requeridas por las instituciones y las organizaciones en la actualidad, independientemente del contexto y los resultados obtenidos.

TESIS CON
FALLA DE CALIBRACIÓN

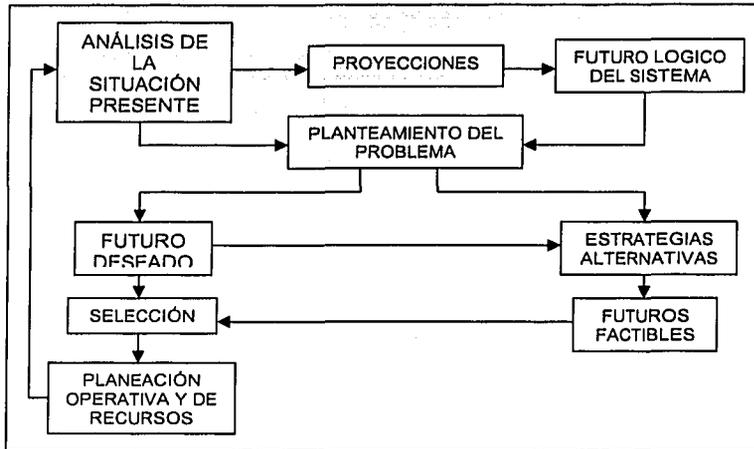


Figura 2.3. Metodología de la planeación prospectiva. (Fuentes, A. El problema general de la planeación. Facultad de Ingeniería, UNAM; México, 1991b).

- e) Planeación estratégica. Al finalizar la Segunda Guerra Mundial se produjo un cambio geopolítico y geoeconómico que favoreció ampliamente el desarrollo de las grandes empresas estadounidenses, así como el diseño de sistemas de planeación formal a mediano y a largo plazo. Por su propio carácter, la planeación estratégica no trata con problemas operativos, correctivos o de mejoramiento, sino que se orienta a trazar las líneas de expansión de las organizaciones e instituciones. Se basa, por una parte, en un análisis del medio ambiente en el que identifica los peligros y oportunidades para la empresa y, por otra, en un análisis interno que indica las fortalezas y debilidades de la misma para después correlacionar esta información y generar las estrategias maestras que conduzcan a explotar las oportunidades o a evitar las amenazas, a partir de esto, se formulan políticas y estrategias específicas y se estructuran planes y programas de acción en el corto, mediano y largo plazo.

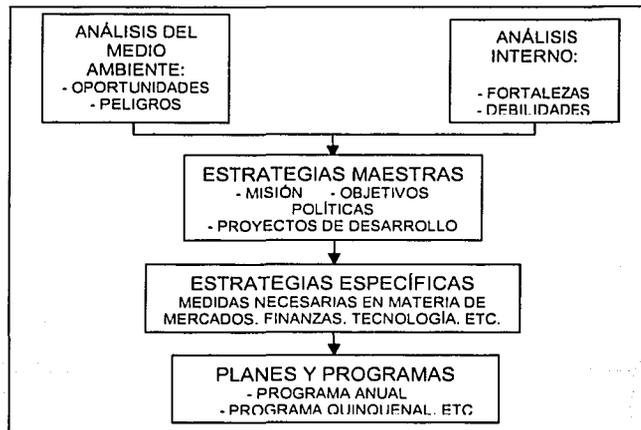


Figura 2.4. Modelo conceptual básico de la planeación estratégica. (Fuentes, A. El problema general de la planeación. Facultad de Ingeniería, UNAM; México, 1991b).

Dada la posición prominente adquirida por la planificación prospectiva y la estratégica durante las últimas décadas, derivada sobre todo del creciente dinamismo de la sociedad y la economía modernas, así como de las transformaciones territoriales asociadas, lo cual requiere de capacidades de respuesta cada vez mayores, a continuación se agregan algunos aspectos fundamentales de dichas alternativas en forma concreta:

Gabiña (1999) apunta que la prospectiva no tiene por objeto predecir el futuro, su misión consiste en construirlo. La prospectiva se basa en tres postulados: el futuro es un espacio de libertad, un espacio de poder y un espacio de voluntad. "La definición última de la prospectiva como ciencia que estudia el futuro con el objeto de comprenderlo e intentar influir en él o, en su caso, intentar adaptarse anticipadamente en lugar de tener que sufrirlo, también coincide con dichos postulados." (Gabiña, 1999:2-3). Entonces, la sociedad, la economía y el territorio no son sólo una herencia del pasado sino también los componentes básicos de un proyecto de futuro. Este autor afirma además -haciendo referencia a Michel Godet- que existen cuatro niveles de actitud que el sujeto puede adoptar ante la incertidumbre y las potencialidades del futuro: la pasiva, la reactiva, la preactiva y la proactiva. Respecto a la alternativa estratégica, Steiner (1983) señala que, para adoptar y aplicar un sistema de planeación, primero se debe reconocer el contexto específico o ambiente de cada organización o institución; asimismo, -afirma que - aún no existe un sistema universal de planeación que se pueda utilizar para toda clase de ámbitos y problemas ya que cada empresa requiere del diseño y construcción de un sistema de planeación específico. "La planeación estratégica no es nada más un conjunto de planes funcionales o una extrapolación de los presupuestos actuales; es un enfoque de sistemas para guiar una empresa durante un tiempo a través de su medio ambiente, para lograr las metas dictadas." (Steiner, 1983:22).

Los tipos de planeación expuestos reflejan la evolución reciente enmarcada sobre todo por la finalización de la Segunda Guerra Mundial y las consecuentes necesidades de reconstrucción de Europa, así como por la superación de las secuelas de las crisis económicas y sociales de las primeras décadas del siglo XX en los Estados Unidos y el intento de legitimación de las ventajas del sistema capitalista ante los logros económicos, sociales y territoriales del bloque de países socialistas del este de Europa y la URSS, hasta muy cerca de finalizar el siglo XX (cuando se presenta tanto la crisis como la disolución de la URSS y de dicho bloque). Cabe señalar que, con excepción de la planificación propiamente dicha, que ha constituido la forma básica y original de administración del Estado en los países socialistas, el resto de las formas que ha adoptado bajo el concepto de planeación, ya sea como políticas de Estado o como estrategias empresariales han tenido como centros difusores a los países europeos occidentales y a los Estados Unidos.

El grado de desarrollo actual y la complejidad de los problemas que aborda la planificación en su sentido más general, es tal que, aún recientemente autores como Fuentes (1991b), Goldfeder y Aguilar (1998) se han planteado por una parte, problemas como la existencia y la posibilidad de contar con una teoría general de la planificación y con unos principios generales para su aplicación; por otra, se ha planteado la propuesta del estudio que conduzca hacia una "metaplanificación" basada en el análisis de procesos (Emshoff, J., en: Cáceres, 1991), que puede permitir el avance desde las formas ampliamente difundidas de la planificación descriptiva y la prescriptiva, hacia el diseño y la conducción del desarrollo mismo de la planificación, con lo cual -según el autor-, se lograría cerrar la brecha existente entre teoría y práctica.

2.1.3. Características relevantes de la planificación

Una vez revisadas algunas definiciones y las áreas de desarrollo (enfoques) más significativas de la planificación, a continuación se parte de varios supuestos previos a su caracterización. La planificación es una actividad esencialmente humana, en la que se debe emplear toda la gama de aptitudes del hombre, y ha de estar orientada de manera previsoras al mejoramiento de sus

condiciones de vida presentes y futuras (Chadwick, 1973). Asimismo, de acuerdo con Goldfeder y Aguilar (1998), tales características de los enfoques de planificación se presentan por niveles que apuntan hacia un ejercicio organizacional –e institucional- más humano, racional y equilibrado, al que es posible acceder, no obstante los problemas que esto implica, mediante la conjunción de esfuerzos. Cabe destacar que estos autores agrupan dichos niveles de la siguiente manera:

TIPO DE ENFOQUE	CARACTERÍSTICAS
a) Centralizado	<p>Se enlaza con el proceso que determina las decisiones en una organización con sistema centralista. En este enfoque se cuidan los nexos que tiene el "centro" con la "periferia", es decir con las suborganizaciones locales.</p> <p>Se busca la armonía de manera permanente para dar continuidad a su desarrollo, en ello estriba la sobrevivencia del sistema.</p> <p>Retoma la necesidad de actuar en una línea definida, centralizando en extremo las decisiones y el financiamiento.</p> <p>Muy pocos países han conseguido su aplicación como grandes economías centralizadas de manera exitosa: Japón, Singapur y Tailandia; y con resultados adversos: Rusia.</p> <p>A mayor homogeneidad en las relaciones culturales de la organización, la institución o la sociedad, mayor será la posibilidad de actuar bajo este enfoque.</p> <p>Esta tendencia encuentra su apoyo teórico en el funcionalismo y el estructuralismo.</p>

TIPO DE ENFOQUE	CARACTERÍSTICAS
b) Indicativo	<p>Esta concepción en su sentido original es totalmente predictiva, se aleja de indicadores y discursos político-económicos y realiza acciones de apoyo logístico, asesoría y consultoría. Utiliza y crea instrumentos para la captación de información, posee gran flexibilidad en la técnica para elaborar sus instrumentos.</p> <p>Hace posible retomar la experiencia y creatividad personales para diseñar instrumentos de recopilación de información, o bien, de validación de algún proceso organizacional.</p> <p>No coincide con la planificación en sentido estricto, dado que la elaboración de sus instrumentos es flexible y creativa, se caracteriza por la libertad de acción.</p> <p>Tiene en el empirismo y en la fenomenología su sustentación teórico-metodológica.</p>

TIPO DE ENFOQUE	CARACTERÍSTICAS
c) Normativo	<p>Se restringe a organizaciones puntuales, donde el seguimiento de la norma es una virtud. Ejemplos: el ejército, las corporaciones paramilitares, el clero, etc., guardando ciertas distancias con el contexto social al que pertenecen.</p> <p>No es determinante el factor político en su funcionamiento.</p> <p>La planificación, en estricto, cuestiona este enfoque por juzgar limitado el hecho de minimizar el factor político.</p> <p>En las últimas décadas, el sector público reserva la práctica de este enfoque para ciertas áreas estratégicas de enlace ya sea con el sector privado o a nivel internacional, en las que permean determinantes económicas, teniendo como fondo el evento político.</p>

TIPO DE ENFOQUE	CARACTERÍSTICAS
d) Integral o integrado	<p>Pocas instituciones y países han logrado tener éxito con este enfoque debido a su complejidad. Fue desarrollado sobre todo, por la Organización de las Naciones Unidas.</p> <p>También se le conoce como "global" porque conjunta en un todo, elementos heterogéneos por su naturaleza intrínseca, pero no aislados entre sí.</p> <p>Las dimensiones política y económica, sociológica y pedagógica se entrelazan y apoyan mutuamente.</p> <p>Pondera los puntos teóricos extremos y las posturas reduccionistas.</p> <p>Propicia el profundo respeto por otras áreas del conocimiento.</p> <p>Incrementa el conocimiento de un fenómeno por la visión integral de su naturaleza.</p> <p>Manifiesta un proyecto claro y vigoroso de la vida organizacional, haciendo copartícipes a sus integrantes del diseño o reestructuración del proyecto en general.</p>

TECNOLOGÍA
FALLA DE N

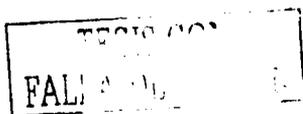
TIPO DE ENFOQUE	CARACTERÍSTICAS
e) Participativo	<p>Constituye un modelo que ha cobrado gran relevancia en los últimos años. En él se reconoce el derecho y se materializa la obligación que todo ciudadano posee en el sentido de velar por el desarrollo de su comunidad.</p> <p>La postura participativa exige un nivel de conciencia social que sólo la educación formal y no formal pueden conseguir trabajando en conjunto.</p> <p>Los países socialistas son los que más han intentado la aplicación de este enfoque, el cual ha fructificado en la socialdemocracia, así como en casos aislados del capitalismo. No obstante, en países capitalistas dependientes se ha pretendido utilizar este enfoque para legitimar sus acciones.</p> <p>El diálogo es el principal instrumento de indagación a través de foros, seminarios, conferencias y otros encuentros que ocurren en el seno de una comunidad, en busca de un desarrollo continuo y una toma de decisiones colectiva.</p>

TIPO DE ENFOQUE	CARACTERÍSTICAS
f) Democrático	<p>Es muy similar con el anterior, ambos comparten la filosofía de que todo acto social implica la participación comprometida de sus ciudadanos.</p> <p>Adquiere fuerza ante la oposición que manifiesta el enfoque normativo-tecnocrático.</p> <p>Este enfoque enaltece el valor instrumental de la planificación en el terreno político, en el cual no sólo funciona como elemento de validación discursivo, sino que es también un catalizador social en la dinámica de la participación, la convivencia y la proyección de la comunidad.</p> <p>El enfoque democrático forma una actitud de responsabilidad, que en principio corresponde al espíritu de compromiso social de las comunidades que dieron origen a este sistema de gobierno.</p> <p>La política tiene fuertes implicaciones en este enfoque, lo mismo ocurre con la dinámica social.</p>

Tabla 2.2. Características de los enfoques de planificación de acuerdo a los niveles de organización (a,b,c,d,e,f) con sentido más humano, racional y equilibrado. Adecuada a partir de: Goldfeder y Aguilar. Planificación y administración. Trillas; México, 1998.

En estrecha relación con el sistema político-económico, el enfoque, así como el área de desarrollo y aplicación, la planificación debe ser entendida como un proceso integral y sistemático, mediante el cual, el hombre en una actitud consciente e intencional, somete su acción coordinada a la ejecución de los lineamientos de un plan o conjunto de normas y reglas. Debe basarse en la optimización de sus acciones y del manejo de los recursos (humanos, materiales, financieros, información, etc.) invertidos para el logro de unos objetivos y unas metas, definidos ya sea personal, grupal o socialmente, y en estrecha relación con el ámbito espacial y temporal de aplicación. Sin duda tanto los enfoques como las propiedades arriba descritos tienen ventajas y desventajas, ya que han sido desarrollados para resolver problemas propios de una realidad y un contexto específicos, no obstante, han sido relacionadas de acuerdo a su mayor nivel de aceptación y a su vigencia.

Cada país, institución u organización deberá evaluar cuidadosamente tanto el enfoque, las virtudes y limitantes, así como la metodología y las técnicas que defina como las más apropiadas para la búsqueda de soluciones a su problemas. La siguiente figura muestra esquemáticamente los tipos de planificación conforme a sus escalas geográficas, relacionadas con las grandes áreas de aplicación de las actividades humanas.



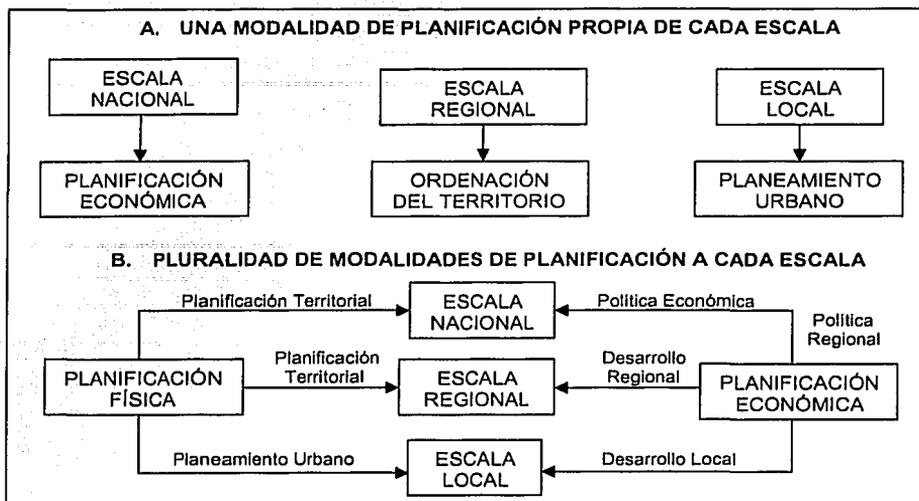


Figura 2.5. Modalidades de intervención de la planificación. (Fuente: Pujadas, R. y Font, J. Ordenación y planificación territorial. Síntesis; España, 1998).

Desde este punto de vista, y dado que las actividades humanas siempre estarán referidas a su base territorial, el proceso de planificación prácticamente es aplicable a cualquier escala o unidad de referencia territorial, multiplicando su diversidad temática; es decir que, puede haber planificación continental, nacional, regional, urbana, rural, estatal, metropolitana, etc; o bien, desde el punto de vista de los sectores de la economía se habla de planificación agropecuaria, industrial, tecnológica, comercial, etc.; y por otra parte, de acuerdo a las grandes divisiones de los procesos que se manifiestan en la realidad, existen tanto la planificación física como la económica, que recientemente ha derivado para conjugarse con el ámbito social. No obstante lo expuesto, se pueden encontrar además diversos tipos específicos, o sea, prácticamente para toda actividad que requiera una conducción efectiva, pero lo que realmente importa son los grandes grupos que permiten estructurar el conocimiento sobre el tema.

Dado que Pujadas y Font (1998) han hecho una valiosa aportación a través de su extenso análisis sobre la planificación y su vinculación con el ordenamiento territorial, a continuación se sintetizan las características de las grandes áreas de la planificación desde su punto de vista, iniciando por la normativa y la no normativa, diferenciándolas con base en la mayor o menor medida que se ajustan a un conjunto de principios de observancia general:

La distinción entre planificación normativa y planificación no normativa. La primera culmina en un cuerpo normativo de cumplimiento obligatorio, aunque su nivel de concreción puede variar mucho, desde la planificación urbanística y sectorial por un lado, con un gran nivel de concreción, y la planificación territorial por otro, más centrada en las grandes directrices y con poca concreción territorial. En los últimos años ha tenido un desarrollo importante la planificación no normativa, especialmente la planificación estratégica, sobre todo en el mundo financiero y de los negocios. Esta planificación no normativa tampoco es de carácter vinculante y plantea temas y objetivos que escapan normalmente de las posibilidades de intervención de la planificación física, de la que en cierta manera se convierte en un complemento.

Cabe hacer notar que a mediados del siglo XX se multiplicaron en todo el mundo los planes de desarrollo y surgió un tipo de planificación denominada planificación integrada, mismo que tuvo una difusión importante en esa época dados sus atributos teóricos y metodológicos, fue auspiciada

por la Organización de las Naciones Unidas, aunque posteriormente ha perdido vigencia; "Es interesante mencionarlo por su proximidad a los objetivos y contenidos de la ordenación del territorio"...asimismo, "la planificación integrada intenta integrar, valga la redundancia, la ordenación del territorio, el desarrollo socioeconómico y la protección del medio ambiente en un mismo cuerpo de planificación." (Pujadas y Font, 1998:35).

Esta situación en que se encuentra la planificación integrada o integral, no obstante las enormes bondades intrínsecas que posee, está determinada en gran medida por los criterios y prioridades que dominan actualmente en la vida política, económica y social de la amplia mayoría de las naciones, tales como la marcada influencia de las leyes del mercado, el utilitarismo, el consumismo, la sobrevaloración de los bienes materiales, etc. Cabe señalar que, entre los países capitalistas desarrollados y los socialistas ha sido posible adoptar y adaptar un modelo de desarrollo específico, así como un enfoque de planeación y gestión del territorio y sus recursos; todo esto con base en la experiencia y el conocimiento acumulados, en combinación con su independencia, su soberanía y su grado de desarrollo social en general; cosa que no ocurre con los países subdesarrollados, donde, como señalan Goldfeder y Aguilar (1998:36) "Bien se sabe que una comunidad dependiente carece de la autonomía necesaria para determinar su política y su trayectoria económica...". Esto ha conducido a que generalmente en el contexto del subdesarrollo se reproduzcan esquemas impuestos, ajenos a su realidad.

Adicionalmente, Pujadas y Font (1998) establecen la diferencia entre planificación física y planificación económica en cuanto a la relación dicotómica fundamental naturaleza-sociedad, de la siguiente manera:

Dentro del esquema globalizador reciente, aunque la planificación económica se ha ido abandonando, se mantienen diversas políticas, sobre todo macroeconómicas y sectoriales, que regulan la marcha de la economía. Por tanto, sería más apropiado hablar de políticas económicas implementadas por el sector público, en lugar de una planificación económica basada en la elaboración de planes periódicos.

De otra parte, por planificación física se entiende básicamente la ordenación armoniosa de los usos del suelo que coexisten en un determinado territorio. La planificación física es el ámbito donde se establecen las normas que regularán los usos del suelo, dentro de este tipo se pueden distinguir tres modalidades de planificación: territorial, urbanística y sectorial.

Dentro del ámbito de la planificación física debe distinguirse inicialmente entre dos grandes aproximaciones, la aproximación territorial o general y la aproximación sectorial, que darán lugar a diferentes modalidades de planificación con estrechas interrelaciones, pero con unos orígenes y una evolución posterior bastante autónomas.

En la planificación física se busca ordenar de una manera global o integral el territorio, organizándolo en unidades más pequeñas según criterios de homogeneidad o funcionalidad, asignando usos del suelo específicos a cada una de estas unidades y definiendo sus elementos estructurantes. En cuanto a la planificación económica, el centro de atención es la distribución territorial de una determinada variable o función socioeconómica o política, donde domina la óptica del sector sobre la óptica del territorio. Engloba una gran cantidad de temas, distinguiéndose normalmente tres grandes apartados: las infraestructuras, los equipamientos y el medio ambiente. De acuerdo a lo anterior, pasando del campo de la planificación física al de la económica, se podrá hablar también de planificación sectorial para referirse a las políticas dirigidas a los diferentes sectores productivos.

Otras dos formas básicas de la planificación, la vinculante y la indicativa han sido diferenciadas por Pujadas y Font (1998) en cuanto al tipo de determinaciones de la autoridad responsable de su diseño y práctica:

la planificación vinculante y la planificación indicativa. Tanto la planificación económica como la planificación física se pueden diferenciar por la naturaleza básica de sus determinaciones: ya sean de carácter vinculante o bien de carácter indicativo. Mientras el carácter vinculante se refiere a las medidas establecidas que son de obligado cumplimiento, el carácter indicativo se relaciona con las medidas establecidas que favorecen comportamientos en la dirección indicada por el plan, pero no son obligatorias.

En la planificación económica, incluida la política regional dirigida a la corrección de desequilibrios interterritoriales y al desarrollo económico de las regiones atrasadas, se pueden encontrar los dos tipos de determinaciones: unas vinculantes, las que van dirigidas al sector público, otras indicativas, las que van dirigidas al sector privado y se orientan a la redistribución territorial y sectorial de la actividad económica, pero dentro del respeto a la iniciativa privada y al funcionamiento de las reglas del mercado.

Evidentemente, el contexto del modo de producción histórico-económico es fundamental en la definición de cada tipo de planificación, a fin de establecer sus principales diferencias; así, este doble carácter, vinculante e indicativo a la vez, es el propio de la planificación económica de países capitalistas, y es lógicamente muy distinta de la planificación económica totalmente vinculante, aplicada ya durante varias décadas en los países socialistas. El hecho de que la planificación económica tenga carácter indicativo para el sector privado, hace que se le considere fundamentalmente como planificación indicativa.

La planificación física, en cambio, es normalmente vinculante tanto para el sector público como para el privado: sus normas y determinaciones serán de carácter obligatorio, aunque en algunos casos, sobre todo en la planificación territorial, puede tratarse de directrices genéricas que tendrán que ser desarrolladas en niveles de planeamiento inferiores. Puede incluir también recomendaciones de carácter indicativo, pero no por ello, se inclina significativamente hacia el campo de la planificación indicativa, de manera que la planificación física será considerada genéricamente como una planificación vinculante.

2.2. El concepto de ordenamiento territorial

Conforme a lo expuesto hasta ahora, es claro que el ordenamiento territorial se inserta metodológica y operativamente en el extenso y complejo campo de la planificación, la cual tiene como fin último la búsqueda sistemática del desarrollo humano en su más amplio sentido, y no obstante que se han formulado un buen número de enfoques y corrientes, se observa que, tanto las alternativas prospectiva y estratégica, como la participativa y la democrática, reúnen un conjunto de atributos de enorme importancia para la búsqueda de integridad y efectividad en la aplicación de los principios, objetivos y metas del ordenamiento territorial. Al respecto importa agregar que, como ha manifestado Roccatagliata (1995), la ordenación del territorio se inserta en el amplio campo del desarrollo y ambas áreas se encuentran sometidas a una significativa transformación que ha dejado de lado antiguos conceptos y modelos espaciales, superando a la vez la perspectiva economicista. "El desarrollo debe procurar satisfacer las necesidades humanas compatibilizando la eficiencia con la equidad, promoviendo un modelo interregional equilibrado de producción y consumo y armonizando el mejoramiento económico-social con la preservación de la naturaleza". Roccatagliata (1995:571).

El ordenamiento territorial es un instrumento de planificación que tiene entre sus principales virtudes, el hecho de que permite abordar los problemas territoriales desde un punto de vista tanto correctivo como preventivo, con base en un sistema de juicios de valor, concebidos y elaborados por parte de los diversos agentes (gubernantes, científicos, técnicos, organizaciones no gubernamentales, población, partidos políticos, etc.) que integran a la sociedad, asimismo, tiene un carácter interdisciplinario, es decir que, dada la incidencia de una gran cantidad de factores para la manifestación de un proceso o un problema territorial, resulta ineludible la participación de diversas

disciplinas y grupos de profesionales para la aproximación más integral posible a su conocimiento y la búsqueda de soluciones. Cabe señalar que -no obstante las diferencias específicas de país en país-, se entienden en este documento, por igual, los conceptos de ordenamiento territorial, ordenación del territorio, aménagement du territoire, organización espacial y gestión del territorio -ya que corresponden a diferentes formas de llamar a un mismo proceso-, optando con fines prácticos por el primero, a continuación se procede a la revisión de algunas definiciones relevantes, destacando la diversidad de enfoques y la unidad de principios:

Kostrowicki ha afirmado que: "Las estructuras y procesos espaciales combinados forman la organización espacial, un concepto aceptado en aumento,.... de particular valor en la planeación, no sólo como idea dinámica que ayuda a explicar las estructuras y procesos espaciales pasados y presentes, sino porque también implica transformar las estructuras espaciales existentes en unas más deseables." (Kostrowicki 1986:21).

El concepto de l'aménagement du territoire puede ser definido como "el conjunto de medidas tomadas por los poderes públicos, en sus diversas escalas de competencia, para practicar y asegurar una igualdad de oportunidades entre los terrenos o dominios geográficos, y es por sí mismo un arte a la vez que una ciencia."..., -además- "l'aménagement du territoire es una permanente adaptación a las políticas y a las evoluciones de la sociedad, adquiere unos contornos difusos, con el curso del tiempo, tal o cual eje es dominante y derivan unos resultados difíciles de evaluar, en función de las reacciones diversas de los medios locales." (CNRS, Francia, 2001:7).

Por una parte, para Pujadas y Font (1998:11) "La ordenación del territorio es una disciplina bastante nueva y con unos contenidos no muy bien acotados, no tanto debido a su juventud como a las diferentes interpretaciones que ha recibido, y que sin duda continuará recibiendo.... Esta multiplicidad deriva del hecho de que la ordenación del territorio afecta a la práctica totalidad de la acción pública, puesto que la generalidad de las decisiones procedentes de los diferentes niveles administrativos supone una incidencia, en mayor o menor grado, sobre el territorio. La ordenación del territorio podría verse como un "corte transversal" que afecta a todas las actuaciones públicas con incidencia territorial, dándoles un tratamiento integrado".

Asimismo, es importante referir el concepto vertido por Hildenbrand (1996), quien señala que la ordenación del territorio constituye actualmente una política de creciente relevancia para la sociedad en su conjunto, ya que en la década de los 90 la creciente preocupación por un desarrollo sostenible ha incrementado la relevancia social de la política de ordenación del territorio. Según el informe Brundtland de las Naciones Unidas, debatido en la conferencia de Río de 1992, el desarrollo está asociado con el equilibrio territorial, uno de los objetivos centrales perseguidos por la ordenación del territorio. Asimismo, agrega que, no cabe la menor duda de que la ordenación del territorio puede ofrecer a la sociedad un valioso instrumento para prevenir el deterioro del medio ambiente y preservar la calidad ambiental, contribuyendo de este modo a la calidad de vida de los ciudadanos en general.

En la Carta Europea de Ordenación del Territorio (CEOT, 1983:161), se concibe al ordenamiento territorial como la expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad. En concordancia con lo anterior: "Es a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque interdisciplinario y global, cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector". Asimismo, en dicho documento se establece que, la ordenación del territorio debe ser democrática, global, funcional y prospectiva.

En cuanto a la experiencia Latinoamericana reciente, importa citar el caso de Colombia, donde el IGAC (Instituto Geográfico "Agustín Codazzi";1997:30) desarrolló las bases conceptuales y las guías metodológicas para el ordenamiento territorial en ese país, sosteniendo que, "El

ordenamiento territorial como política de Estado orienta la planeación del desarrollo como un proceso holístico, prospectivo, democrático y participativo. Así mismo, como instrumento de planificación aporta enfoques, métodos y procedimientos que permiten acercar las políticas de desarrollo a la problemática específica del territorio. En este sentido, el territorio como espacio social concreto que la población identifica como suyo, deja de ser el mero receptáculo de la acción del Estado, para convertirse en un elemento integrador y estructurador de los objetivos, las políticas y las acciones públicas y privadas encaminadas a mejorar el bienestar social".

Un aspecto relevante que importa indicar de la experiencia colombiana se refiere a la conceptualización del territorio como un sistema, al cual se divide en cinco subsistemas, de acuerdo con el IGAC (1997):

- a) Físico-biótico: es el conjunto de elementos bióticos y abióticos que interactúan entre sí para conformar cada unidad territorial y se constituyen en el soporte material del territorio. Estos elementos son los climas, las rocas, el relieve, el agua, la cobertura vegetal, la fauna, el suelo, etc. El subsistema físico-biótico está constituido por los recursos naturales y el ambiente.
- b) Económico: se integra por las estructuras organizativas y operativas de la esfera de la economía para satisfacer las demandas sociales, es decir, se orienta a la producción de los bienes y los servicios. Este es el subsistema que se desarrolla e impacta con mayor fuerza al resto del sistema, gracias a la constante incorporación de las innovaciones tecnológicas al proceso de producción.
- c) Social y cultural: es el conjunto de actividades, costumbres, interacciones e instituciones orientadas al bienestar de la población, organizadas por una sociedad, al respecto, existe un acuerdo generalizado de que los esfuerzos de planificación y ordenamiento territorial deben estar enfocados hacia el logro prioritario de los objetivos y metas de este subsistema, sobre todo en el contexto del subdesarrollo.
- d) Político, administrativo e institucional: se compone de los elementos (instituciones, sistemas normativos y de gobierno) de decisión política y administrativa que representan la estructura y el manejo del poder para dirigir y orientar la continuidad y el cambio de todos los demás subsistemas. Es el subsistema que expresa el ejercicio del poder político del Estado en un territorio.
- e) Espacial funcional: este subsistema se refiere a la dinámica y a los patrones de asentamiento poblacional, así como al funcionamiento y los flujos de bienes y servicios, personas e información que se presentan en el territorio, dadas unas características económicas, sociales y geográficas internas y de contexto. Abarca el estudio del patrón de asentamientos humanos, el funcionamiento y la organización espacial, asimismo, incluye el análisis de la distribución de funciones y la jerarquía del sistema de asentamientos, la estructura y la dinámica de las comunicaciones y los transportes, la infraestructura y los equipamiento urbanos, así como el mejoramiento de las condiciones de accesibilidad de las poblaciones rurales para la dotación de servicios básicos, sobre todo educación, salud y abasto.

Con referencia a los subsistemas descritos, no obstante la eminente necesidad de abordar su estudio de manera integral, por la naturaleza propia de la planificación y el ordenamiento territorial, se debe señalar que, el económico ha adquirido un enorme y creciente dinamismo, sobre todo a partir de la revolución industrial, y más recientemente, en el contexto de la revolución del conocimiento y la información, a tal grado que los impactos sobre la sociedad y el ambiente, agudizados por el proceso de globalización económica han llevado a las sociedades científicas y

académicas a cuestionarse, sobre los límites del crecimiento y la posibilidad de aspirar a un desarrollo sostenible como un asunto de la mayor prioridad. En este fenómeno que actualmente ha desbordado a las dimensiones regionales y nacionales para implicar a las de orden planetario, han desempeñado un papel prominente las comunicaciones y los transportes, a través de cuyo crecimiento e integración ha sido posible la expansión territorial y el aumento en la intensidad de las actividades económicas; pero por otra parte, tanto la actividad industrial como el dinamismo de los transportes se han constituido en los principales factores y vectores de contaminación y degradación ambiental. Su estudio debe ser prioritario para el diseño, la formulación y la gestión del ordenamiento territorial, ya que los flujos de gente, materias primas, mercancías, capitales e información (en cuanto a volumen, dirección e intensidad), permiten aproximarse al conocimiento de la dinámica interactiva de las diversas unidades territoriales, las diferencias en su grado de desarrollo y las áreas prioritarias de atención para la superación de los desequilibrios y las desigualdades imperantes.

Massiris (1999), quién ha efectuado una laboriosa revisión sobre las experiencias antecedentes del ordenamiento territorial, señala que las políticas de ordenamiento territorial no son nuevas, citando las siguientes en Europa (Alemania, Suiza, Italia, Portugal, Holanda, Francia, Bélgica, Dinamarca, Grecia, España y Luxemburgo), las cuáles han surgido en respuesta a la necesidad de superar las secuelas económicas, sociales, territoriales y ambientales de las dos guerras mundiales del siglo XX; por otra parte, en el contexto Latinoamericano su incorporación es más reciente (Venezuela y Bolivia con una experiencia significativa, así como Guatemala, Uruguay, Ecuador, Honduras, San Salvador, Costa Rica y Colombia con un desarrollo incipiente en la materia), estos países han tenido que aplicar el ordenamiento territorial de manera reactiva ante la apremiante necesidad de superar problemas generales como los desequilibrios territoriales, la sobreexplotación de los recursos naturales y los impactos ambientales, derivados de la irracionalidad del capitalismo dependiente y subdesarrollado. Las fuentes señaladas (entre otras), hoy permiten contar con una rica base de información para la fundamentación teórica, metodológica y práctica, así como para su posible adaptación y aplicación en otros países, como ocurre con México, donde dicho proceso es aún incipiente.

Dos rasgos esenciales del ordenamiento territorial (OT) son, su origen derivado de la constante relación naturaleza-sociedad y de su intrínseca evolución histórico-económica. Lo anterior implica que, en todo momento, ésta relación ha establecido un patrón o tipología de acondicionamiento del territorio para los fines específicos de cada grupo humano. Puede decirse entonces que, siempre ha existido una forma específica de ordenamiento (o acondicionamiento si se quiere) del territorio, el cual responde al cambio de las relaciones económicas y sociales, históricamente determinadas, lo anterior confirma el hecho de que el hombre como ser territorial, se encuentra indisolublemente vinculado al territorio, al que tiene que adaptarse a la vez que lo transforma, del cual obtiene sus satisfactores básicos y al cual imprime una forma definida de impacto a través de la aplicación de métodos y técnicas acordes al grado de desarrollo económico, científico y tecnológico de cada sociedad. El ordenamiento territorial como instrumento fundamental de planificación, se deriva de la concepción anterior, es decir como un proceso histórico-económico; en este caso no se queda como enunciado de política, sino que se torna operacional, con alta capacidad de incidir en los hechos territoriales en el corto, mediano y largo plazo.

El hecho sustancial del ordenamiento territorial consiste en que éste pueda tener usos alternativos con base en un sistema de jerarquías, que existan criterios que permitan pronunciarse sobre qué usos son los más adecuados, y que haya poder político y voluntad para llevar a la práctica las decisiones tomadas, todo esto basado en un profundo conocimiento tanto del medio natural como de las condiciones económicas y sociales de la población para asignar los usos del suelo de acuerdo a la vocación natural de cada unidad territorial.

Seguendo a Pujadas y Font (1998), la ordenación del territorio implicará en última instancia tres tipos básicos y genéricos de intervención: legislar, planificar y ejecutar los planes aprobados. Estos tres tipos de intervención pueden verse como etapas encadenadas dentro del proceso global de ordenamiento del territorio, como se observa a continuación.

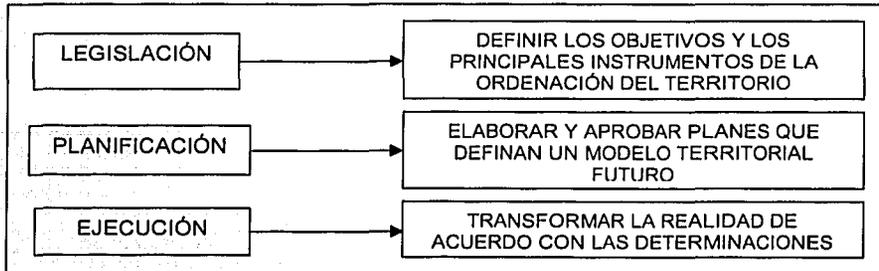


Figura 2.6. Las tres etapas básicas en la ordenación del territorio (Fuente: Pujadas, R. y Font, J. Ordenación y planificación territorial. Síntesis; España, 1998).

En virtud de la importancia crucial del concepto de región en los trabajos de planificación, y dado que existen múltiples aproximaciones al hecho regional, a continuación se describen tres tipos básicos, de acuerdo con Pujadas y Font (1998):

1. La aproximación en términos de homogeneidad. La región homogénea es la más clásica y menos compleja y puede definirse como aquella en la que cada unidad elemental presenta una dispersión mínima con respecto a la media del conjunto. La homogeneidad puede definirse en relación a distintas variables: naturales, económicas, sociales, etc., lo cuál dará lugar a diferentes delimitaciones regionales.
2. La aproximación en términos de polarización. El papel estructurador de los núcleos urbanos y la interdependencia clásica entre ellos y su entorno rural condujo al planteamiento de delimitaciones regionales en términos de áreas de influencia o polarizadas. Hay un gran número de temas de ordenación territorial que han de ser abordados en términos de regiones polarizadas.
3. La aproximación en términos de planificación. La región de planificación puede definirse como el ámbito territorial sujeto a un mismo centro de decisión. Este tipo de delimitación tiende a coincidir con las divisiones administrativas establecidas. Normalmente, las demarcaciones administrativas proporcionan el marco territorial para la política regional y la ordenación del territorio en general.

Esta última aproximación es la que prevalece en la mayoría de los casos. Se adopta un mapa regional basado en regiones administrativas, que pueden ser a su vez regiones naturales, económicas, urbanas/metropolitanas, históricas, o un poco de todo a la vez, las cuales son consideradas como ámbitos de planificación. Pero en muchos temas de ordenamiento del territorio se tendrá que respetar el principio de homogeneidad o el de polarización. Esto exigirá un grado elevado de flexibilidad y también instrumentos de análisis territorial, que permitan elaborar una subdivisión interna de los ámbitos regionales apropiada para cada tema. Cuando se trata de definir áreas homogéneas o áreas polarizadas, la forma más práctica es la agrupación de las unidades administrativas más elementales, los municipios. Los instrumentos de análisis territorial permiten normalmente identificar áreas homogéneas y áreas funcionales que pueden muy bien no coincidir con ninguna de las divisiones administrativas establecidas, pero que pueden ser útiles para determinadas medidas de política regional y de ordenación del territorio en general.

2.2.1. Principios del ordenamiento territorial

Antes de abordar los que podrían denominarse principios del ordenamiento territorial, es importante considerar, de acuerdo con Massiris (2002) lo siguiente, el ordenamiento territorial y la naturaleza de los planes (documentos y acciones a través de los cuáles se concreta) son frecuentemente afectados por distintas visiones, intereses y expectativas de los actores que participan en su desarrollo, resultando distintos enfoques: unos en función de los intereses o concepción de los actores y otros en función de las estrategias que se plantean. De acuerdo con los intereses o la concepción de tales actores, el ordenamiento territorial se puede concebir de acuerdo a los siguientes enfoques:

Enfoque económico: también llamado economicista o desarrollista, busca en el ordenamiento del territorio un instrumento para elevar la productividad y competitividad de las actividades económicas del territorio, dando poca importancia a sus efectos sociales y ambientales. Concibe el desarrollo en términos de indicadores de crecimiento económico.

Enfoque ecológico: es también denominado ambientalista, busca en el ordenamiento territorial un instrumento para lograr el desarrollo sostenible, a partir de la conservación, protección y recuperación de los recursos naturales y el patrimonio histórico-cultural. Se concibe al desarrollo en función del manejo sostenible de los recursos naturales y el uso de la tierra acorde con su aptitud o capacidad.

Enfoque social: también denominado humanista, concibe al ordenamiento territorial como un instrumento para mejorar las condiciones de vida de la población. Entiende el desarrollo en función de las condiciones de bienestar social o desarrollo humano, más que en términos de indicadores macroeconómicos. Se aproxima conceptualmente a la vertiente ecológica, dado que las condiciones de vida de la población se relacionan estrechamente con la calidad ambiental.

Enfoque integral: busca en el ordenamiento territorial una estrategia de desarrollo territorial integrado, en el que se compatibilizan los objetivos económicos, ambientales y sociales, en términos de un desarrollo económicamente competitivo, social y culturalmente justo, ecológicamente sostenible y regionalmente armónico y equilibrado. Este enfoque podría considerarse como el ideal, pero presenta serias dificultades prácticas, debido a las contradicciones propias de la lógica de la economía capitalista, la cual funciona normalmente en contradicción con los objetivos ambientales y subestima los objetivos sociales.

Por otra parte, de acuerdo a las estrategias utilizadas, el ordenamiento territorial puede ser, activo, pasivo o integral.

El ordenamiento activo: se asocia con objetivos de desarrollo territorial en escalas nacional, regional y departamental (estatal) que busca modificar los desequilibrios del desarrollo regional que caracterizan un orden territorial determinado. Su carácter activo deriva de la intervención voluntaria y dinámica del Estado sobre el territorio, a partir de grandes obras de infraestructura y costosos proyectos de inversión, acompañados de incentivos fiscales y económicos que buscan inducir transformaciones espaciales en el orden territorial existente.

El ordenamiento pasivo: se asocia con políticas de uso y ocupación del territorio, predominantes a escala local. Su carácter pasivo se relaciona con el uso de zonificaciones o regionalizaciones como estrategia para inducir nuevos escenarios de uso del territorio. Las zonificaciones se basan en categorías espaciales para las cuales se establecen los usos permitidos, prohibidos o restringidos, acompañados de instrumentos coercitivos o estimulantes y normas que dan soporte legal a los planes y definen mecanismos para resolver los conflictos generados por la intervención.

El ordenamiento integral: combina instrumentos tanto activos como pasivos. Se basa en la articulación funcional y espacial de las políticas sectoriales para promover patrones equilibrados de ocupación y aprovechamiento del territorio. El territorio actúa como un elemento integrador y

estructurante de los objetivos sectoriales y sus características biofísicas, sociales y económicas son consideradas para formular los planes sectoriales.

Como se ha observado hasta ahora, tanto para los enfoques y líneas de desarrollo de la planificación, como para los correspondientes al ordenamiento territorial, cada alternativa representa ventajas y desventajas, pero en virtud de la asimilación paulatina que han experimentado las sociedades respecto a los problemas incidentes o derivados del "progreso", "crecimiento" o "desarrollo", que frecuentemente han producido resultados ineficientes, adversos e incluso degradatorios, basados en la aplicación de enfoques parciales o muy focalizados, se ha tendido a operacionalizar métodos y técnicas donde se conjugan principios holistas, sistémicos y por lo tanto, integrales, para lo cual ha influido de manera sustancial la integración y el desarrollo del conocimiento científico aplicado a problemas concretos, tales problemas resultan sintomáticos y reflejan anomalías en el funcionamiento de procesos globales, resultantes de la dinámica hombre-naturaleza.

No obstante que, como se ha señalado, el ordenamiento territorial es aplicable a los más diversos ámbitos sectoriales y escalas geográficas, tomando como marco de referencia los enfoques ya revisados, es posible resumir sus principios en concordancia con la experiencia colombiana (IGAC, 1997), que los define de la siguiente manera:

Integral. Caracteriza las dinámicas y estructuras territoriales bajo una aproximación holística al considerar las dimensiones biofísica, económica, sociocultural, político-administrativa y espacial, de forma interactuante en el territorio.

Articulador. El proceso de ordenamiento territorial establece armonía y coherencia entre las políticas de desarrollo sectoriales y ambientales en todos los niveles territoriales.

Participativo. Aporta legitimidad y viabilidad al proceso. Depende de la participación de los actores sociales y busca garantizar el control ciudadano sobre las decisiones del gobierno.

Prospectivo. La prospectiva territorial permite identificar las tendencias de uso y ocupación del territorio y el impacto que sobre él tienen las políticas sectoriales y macroeconómicas.

Distribución de competencias. Bajo los principios de complementariedad, subsidiariedad y concurrencia, el ordenamiento territorial incorpora los aspectos relacionados con las funciones territoriales y competencias de las entidades territoriales y administrativas.

Equilibrio territorial. La ejecución de políticas de ordenamiento territorial busca reducir los desequilibrios territoriales y mejorar las condiciones de vida de la población a través de la adecuada distribución de actividades y servicios básicos, la mejor organización funcional del territorio y las posibilidades de su uso.

Sostenibilidad ambiental. Garantiza que el uso actual de los recursos naturales no impida a las próximas generaciones su utilización y calidad adecuadas.

En este punto es importante señalar que, de acuerdo a los enfoques de planificación y sus atributos relevantes -antes descritos-, estos principios pueden ser complementados con los fundamentos siguientes:

Todo proyecto de ordenamiento territorial debe insertarse en un sistema de referencia teórico y metodológico diseñado ex profeso, ajustándose a la vez con la metodología general de la ciencia y la planificación, como un proceso sistemático e integral adaptado a la realidad y a las condiciones objetivas de cada país, región o estado donde se aplique. Esto debe implicar paralelamente el reconocimiento e incorporación ponderada del conocimiento y las tradiciones populares que coadyuvan a la visión integral del proceso.

El ordenamiento territorial debe reconocer plenamente la complejidad del sistema territorial, sus componentes estructurales y sus interrelaciones con sistemas de mayor magnitud (suprasistemas: natural, geopolítico, geoeconómico, etc.) y de igual manera, respecto a los subsistemas (de la misma naturaleza) que lo integran.

Asimismo, el ordenamiento territorial en su conjunto debe ser proyectado hacia el futuro, o si se prefiere, tal como lo plantea la prospectiva, a partir de la visión futura del desarrollo deseado, evaluar los escenarios alternos y decidir por el que se considere más viable. Para esto es relevante recordar que, tanto la planificación prospectiva como la estratégica, representan hoy grandes ventajas para el diseño y la construcción sistemática de tales escenarios y, por otra parte, la planificación participativa y la democrática, con sus virtudes asociadas a la humanización del proceso, han de permitir la transición hacia un proceso de ordenación territorial integrado armónicamente con el de planificación.

2.2.2. Objetivos del ordenamiento territorial

En concordancia con lo expuesto, al igual que otras políticas públicas, el ordenamiento territorial busca la mejora de las condiciones de bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos. De acuerdo con la Carta Europea de Ordenación del Territorio (CEOT, 1983), se pueden resumir tales objetivos fundamentales indicando que, la ordenación del territorio busca paralelamente:

- 1) El desarrollo socioeconómico equilibrado de las regiones.
- 2) La mejora de la calidad de vida.
- 3) La gestión responsable de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.
- 4) La utilización racional del territorio.

Cabe destacar que Hildenbrand (1996), plantea que estos objetivos fundamentales suelen figurar también en la mayoría de las leyes de ordenación del territorio nacionales y regionales, así como en los planes territoriales de ámbito regional y subregional, lo cual respalda la relevancia y el nivel de generalidad de los mismos.

Por otra parte, de acuerdo con el planteamiento del IGAC (1997), a continuación se describen tales objetivos de una manera generalizada:

- Formular una política de uso y ocupación del territorio de acuerdo con los objetivos estratégicos y las metas del plan general de desarrollo y los planes sectoriales definidos por cada país.
- Elaborar una propuesta concertada para la regulación de los usos del suelo y la localización funcional de las actividades e infraestructuras, de forma que se garantice el aprovechamiento de las potencialidades y se mitiguen los conflictos e impactos ambientales.
- Proponer e implementar las medidas necesarias para la solución de los conflictos relativos a la ocupación y el uso del territorio.
- Establecer un marco normativo para el control y regulación de las acciones y usos previstos en el plan, así como la determinación de mecanismos de gestión, que le permitan a la administración ajustar periódicamente las metas y acciones programadas.
- Prever el futuro desarrollo territorial mediante el diseño de escenarios alternativos de desarrollo, que fortalezcan las relaciones y vínculos funcionales entre el sistema de asentamientos, los usos y actividades actuales y previstas.

- Determinar la asignación de usos de la tierra bajo los principios de equidad, sostenibilidad y competitividad.
- Contribuir a la distribución equilibrada y equitativa de la inversión pública, según los requerimientos actuales y futuros en cuanto a reservas territoriales, infraestructura física, vialidades, equipamientos, cobertura de servicios públicos y sociales básicos.

En cuanto a los alcances y el ámbito de aplicación del ordenamiento territorial, es evidente que deberán estar determinados por la ley y los reglamentos derivados, específicamente por un plan nacional de ordenamiento territorial, el cuál deberá aplicarse en todo el territorio de una nación. Además, se debe realizar una diferenciación práctica para identificar los énfasis y contenidos del plan en cuanto a la articulación de los ámbitos implicados. Estos niveles deberán integrarse en un sistema nacional de planificación en cascada (constituido por el conjunto de los planes organizados jerárquicamente), donde a cada uno de los niveles corresponda un plan de ordenamiento territorial orgánicamente vinculado con los de mayor y menor jerarquía respectivamente (ciudades, municipios, áreas metropolitanas, entidades federativas, regiones, país, etc.).

En lo que concierne al marco temporal de referencia, el plan deberá prever acciones estratégicas de corto, mediano y largo plazo. En el primer caso se actuará sobre la solución de los problemas más agudos, que requieren atención inmediata, tales como la identificación y evaluación de amenazas naturales, así como las fluctuaciones del mercado nacional e internacional. En el mediano plazo se deberá prever la obtención de beneficios provenientes del aprovechamiento de las oportunidades. Para el largo plazo se diseñará una imagen objetivo de desarrollo basada en la prospección de escenarios alternativos; siempre teniendo presente un enfoque integral, permanente, continuo en espacio y tiempo, y orientado a la búsqueda del desarrollo sustentable.

El panorama general de la actualidad representa para México un medio muy propicio para la aplicación de las políticas de planificación y ordenamiento territorial, ya que por una parte, las presiones derivadas de la globalización de la vida económica, política y social han producido la agudización de los desequilibrios territoriales y sectoriales -ya presentes en mayor o menor medida a lo largo de su historia-, como resultado de la combinación del deficiente conocimiento y administración del territorio y sus recursos, con las relaciones de desarrollo e intercambio desigual, tanto internas como externas.

Por otra parte, en el transcurso del desarrollo han prevalecido las acciones de los grupos de poder y del gobierno en función de los beneficios económicos, sobre los sociales y ambientales, basadas en una filosofía netamente economicista, con las graves consecuencias que se padecen actualmente; donde ha destacado la ausencia de un proceso de planificación realmente integral, sistemático, racional y democrático; justo sobre tales condiciones hay que actuar para reorientar el futuro mismo, si se pretende aspirar al logro efectivo de una mejor calidad de vida y un desarrollo verdaderamente sustentable, definitivamente, la tarea más compleja por resolver, pero que es posible a la vez, mediante la aplicación de los mejores recursos en su más extenso sentido.

2.3. El ordenamiento territorial en México

2.3.1. Contexto y antecedentes

Previamente a la revisión de las características del ordenamiento territorial en México, es necesario hacer algunas precisiones en torno al concepto de sistema territorial, tal como ha sido tratado en la mayoría de las obras recientes sobre el tema; resultando indispensable hablar de lo que se entiende como contexto o entorno del sistema o, en otras palabras, el suprasistema. No obstante que, la amplia mayoría de los autores (generalmente europeos) sugieren definir

primeramente los límites del sistema y tratarlo como una entidad cerrada en todo lo posible, con fines de control de la información y el manejo preciso de las variables, se observa que se ha prestado una escasa atención al planteamiento de las relaciones que tiene cada sistema (por ejemplo, una nación) con respecto a los sistemas de mayores dimensiones (lo cual puede ser enfocado hacia el componente biofísico, el social, el histórico y económico, e incluso dentro de la esfera de la geoestrategia y la geopolítica), esto resulta fundamental para el adecuado diseño de un proyecto nacional de planificación y ordenamiento del territorio.

Al respecto, Del Peón (1986) ha escrito una excelente obra sobre geopolítica y geoestrategia, donde manifiesta la importancia de la relativa independencia y soberanía de las naciones, pues todas, en mayor o menor medida, dependen unas de otras, por lo que el asunto de las interrelaciones entre ellas es de fundamental importancia, haciendo un énfasis especial en el papel relevante de la geografía (espacio) y la historia (tiempo) para el entendimiento de la posición y la función de cada país en el conjunto.

De acuerdo a lo expuesto, se debe agregar que la fundamentación y la aplicación de la planificación y el ordenamiento territorial en un país, no puede ser ajena a la consideración de la dinámica de los componentes suprasistémicos (físicos, bióticos, históricos, políticos, económicos, sociales) entre los que el más dinámico y el que ejerce una mayor influencia sobre el resto es el compuesto por la política y la economía, que en el contexto de globalización -acelerada a partir de la última década del siglo XX- ha implicado la imposición de estructuras territoriales producto de la dinámica de los capitales a escala global sobre las estructuras nacionales y regionales, agudizando los desequilibrios en los países capitalistas subdesarrollados. Esto es de la mayor importancia ya que el atraso de muchas naciones no solamente se debe a las deficiencias propias de sus sistemas de gestión económica, social, territorial y ambiental, sino en mucho se debe a las relaciones de intercambio desigual, con los resultados muy adversos acumulados históricamente, lo cual hace todavía más compleja la tarea de conducir correctamente el desarrollo de un país.

En el sentido expuesto, el proyecto nacional de ordenamiento territorial debe ser previamente enmarcado en el contexto de mayores dimensiones en que se inscribe país, es decir, en el suprasistema, integrado por elementos de naturaleza muy variable, cuyo funcionamiento afecta en diferentes órdenes de magnitud al curso normal de la vida social, tales elementos son los naturales (tendencias climáticas globales, trayectorias e intensidades ciclónicas, desertización, volcanismo y sismicidad, etc.), los sociales (movimientos sindicales, conflictos sociales, dinámica de las organizaciones no gubernamentales, crecimiento poblacional, degradación del nivel de vida, etc.), los económicos (nivel de dependencia económica y deuda externa, alianzas económicas, imposición de modelos de desarrollo, etc.), los políticos (dinámica de grupos de poder, conflictos armados, alianzas estratégicas, dinámica geopolítica, etc.) y los históricos (tendencias evolutivas históricas, herencias de colonización y dependencia, etc.). Es claro que diferentes combinaciones entre estos elementos pueden conducir a escenarios que van desde los muy propicios para el desarrollo hasta los francamente catastróficos, de ahí la necesidad imperativa de medir sistemáticamente su comportamiento para predecir con la mayor exactitud y precisión posibles su evolución futura, y anticiparse al advenimiento de condiciones adversas para el desarrollo.

Todos estos componentes sistémicos deben ser analizados en lo particular, para proceder finalmente a su estudio integral a nivel nacional, esto evidentemente hace mucho más compleja la tarea de conducir el desarrollo bajo un enfoque de planificación integral y con una visión holística y sistémica, pero por otra parte, permite aproximarse al conocimiento multidimensional del sistema para intentar controlarlo en su conjunto, para esto adquieren un enorme valor metodológico y operativo las alternativas de planificación basadas en la prospectiva y la estrategia, como pasos previos y necesarios que permitan alcanzar tal nivel de sistematización e integridad.

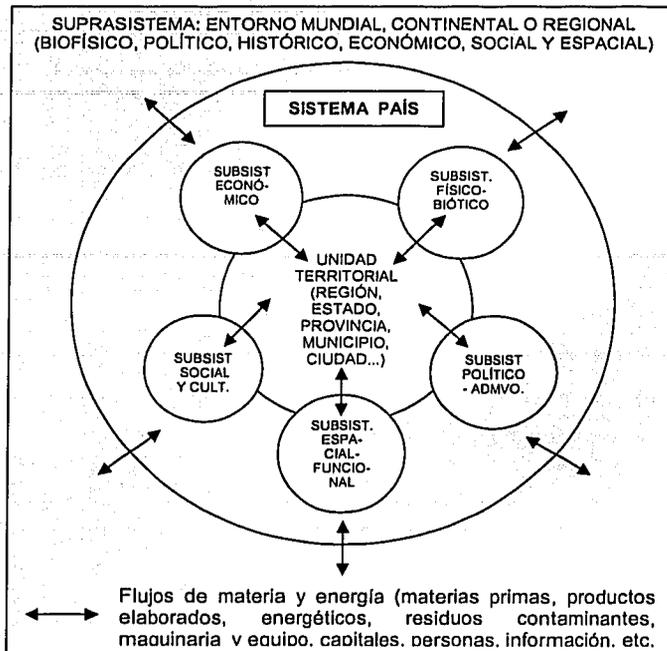


Figura 2.7 Relaciones recíprocas de un sistema nacional con su entorno o suprasistema y con los subsistemas que lo integran; (elaboración propia).

Entre estos componentes, el político y el económico destacan por la intensidad y la extensión con que impactan al conjunto de un sistema nacional, sobre todo con la tendencia actual de mundialización o globalización de las actividades económicas -y de la práctica totalidad de la vida de las sociedades modernas-, propiciando rupturas en las formas de organización de menores dimensiones (regionales y locales), éste fenómeno reciente y de proporciones planetarias es descrito por Bassols (2002:6) de la siguiente manera: "Por un lado, y a partir de 1965, se ha consolidado un proceso de transnacionalización de la economía, en una creciente globalización socioeconómica, principalmente por efecto de una nueva revolución científico-técnica. Debe señalarse que, en 1989-1991 se produce la desintegración del entonces llamado "bloque socialista europeo", a cuya cabeza estaba la antigua Unión Soviética." Esto ha derivado en una nueva regionalización socioeconómica mundial a cuyo contexto han tenido que adaptarse todos los países.

En apoyo a lo expuesto, "El panorama actual de los procesos de Ordenación Territorial en América Latina incluye una serie de factores económico-políticos que obedecen a las tendencias recientes de la internacionalización del capital, cuyos efectos se manifiestan principalmente en el ahondamiento de las desigualdades entre las distintas regiones que componen a cada uno de los espacios nacionales. Esta problemática, ubicada bajo el concepto de la crisis de la Ordenación del Territorio en América Latina no es más que la nueva forma que adquiere la territorialización de los procesos sociales bajo las condicionantes político-sociales que afectan al subcontinente" (Ávila, 1991:9). Asimismo, en el contexto que actualmente se encuentra México y frente a la marcada incertidumbre sobre todo económica y financiera, que se ha presentado desde las últimas décadas del siglo XX, estrechamente relacionado con la crisis de la ordenación del territorio se encuentra el papel que ha desempeñado la escasa o nula importancia que las estrategias económicas neoliberales le han conferido a los asuntos territoriales, conduciendo a su transnacionalización

(Ávila, 1991); los problemas asociados con este fenómeno han sido caracterizados, por Bassols (2002) en los términos siguientes: por la desarticulación al interior y entre las regiones, las desigualdades sociales, la pobreza y la marginación, el deterioro ambiental, la devastación de los recursos naturales, el crecimiento desproporcionado de las zonas urbanas y metropolitanas, etc., en consecuencia, ha tendido a revalorizarse el enfoque regional como alternativa para el desarrollo de la planificación territorial.

En concordancia con lo anterior, García y Morales (1990) manifiestan que, en países como México, los procesos de organización del espacio y la formación de las estructuras territoriales asociadas, han estado dominados en su dinámica por la dependencia y el subdesarrollo, siendo históricamente alterados por los intereses del capital extranjero; situación que, como sabemos, hoy se extiende por todas las regiones del país y por todos los sectores del quehacer económico de la sociedad en mayor o menor grado. Asimismo, destaca la autora que, al funcionamiento del gran capital transnacional le estorban las barreras nacionales que el mismo capital requirió para su consolidación. Finalmente señala que, el imperialismo lleva consigo la internacionalización del capital desde fines del siglo pasado, y hoy este proceso genera presiones cada vez más intensas contra la integridad de las naciones subdesarrolladas.

No obstante que se han hecho importantes esfuerzos institucionales de planificación regional y sectorial en México, orientados fundamentalmente a la integración territorial a través de la construcción de obras de infraestructura y la dotación de servicios básicos, así como a la programación y control de la recaudación y el gasto público, sobre todo desde mediados del siglo XX; asimismo, una vez que se han agravado los desequilibrios territoriales, el deterioro ambiental y las desigualdades sociales, ha sido necesario reorientar las políticas de gobierno hacia finales del mismo siglo con un sentido ecologista y ambientalista. En lo que respecta al ordenamiento del territorio nacional, solamente en las últimas décadas se han tenido algunos intentos más bien aislados y con resultados muy limitados -en virtud de las deplorables condiciones generales de vida en que vive hoy la amplia mayoría de la población, de los altos niveles de degradación del medio ambiente y de la extensa devastación de los recursos naturales-, a continuación se citan algunos documentos que pueden servir de referencia, como el "Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio", Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 1988-1989); la "Memoria Técnica y Metodológica de Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional", Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 1993); "El Ordenamiento Ecológico del Territorio", Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, 2000).

Cabe hacer especial mención de que la SEDESOL y la SEMARNAP en julio del año 2000 (justo al iniciar el presente sexenio), iniciaron los trabajos conjuntos para establecer un Sistema Nacional de Ordenamiento Territorial, asimismo, se han incorporado el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y el Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL). Estas instituciones generaron una propuesta de ordenamiento territorial a la que atribuyeron la característica básica de ser un instrumento para el proceso de desarrollo integral y sustentable, en función de la búsqueda de un equilibrio inducido entre los recursos naturales, las actividades productivas, las condiciones ambientales y los asentamientos humanos. En dicha propuesta se afirma además que, para los efectos señalados, se requiere la coordinación de los ámbitos federal, estatal y municipal, así como la concertación con los sectores privado y social que, dentro del esquema democrático, participativo y plural en que se enmarca esta propuesta, han de ejercer un papel determinante para la generación de información que fundamente la formulación, ejecución y evaluación de acciones conducentes al ordenamiento territorial.

El proyecto mexicano de ordenamiento territorial en esta etapa inicial de su desarrollo fue definido como ordenamiento territorial sustentable (OTS), de la siguiente manera: "Es una estrategia de desarrollo nacional y regional que, mediante la adecuada articulación funcional y espacial de las

políticas sectoriales, promueve patrones equilibrados de ocupación y aprovechamiento del territorio." (Programa Interinstitucional de Ordenamiento Territorial Sustentable. SEDESOL, *et al.*, 2000a). El sustento jurídico del proyecto se esquematiza de la siguiente manera:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

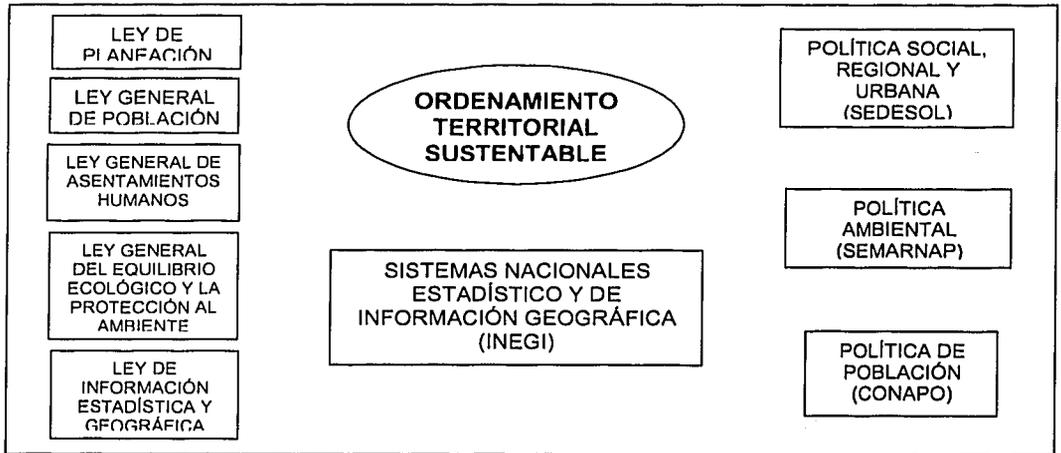


FIGURA 2.8. Marco jurídico y responsabilidades institucionales para el ordenamiento territorial sustentable. (Fuente: SEDESOL, *et al.* Guía metodológica para el programa estatal de ordenamiento territorial; México, 2000a).

En la siguiente figura se muestran los componentes básicos de dicho proyecto de ordenamiento territorial, concebido bajo una visión holística y sistémica, con una orientación general hacia la concreción de un proceso integral de desarrollo sustentable, asimismo pretende la solución paulatina de los grandes problemas nacionales mediante el enlace continuo con el modelo general de desarrollo adoptado por el país.

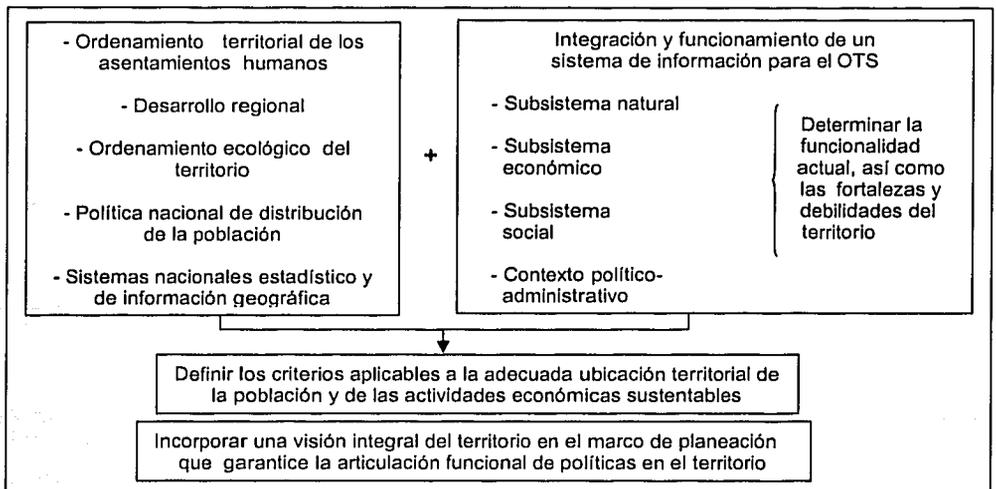


Figura 2.9. Componentes básicos para el ordenamiento territorial sustentable. (Fuente: Programa Institucional de Ordenamiento Territorial Sustentable SEDESOL, *et al.*; México, 2000a).

En este esquema se tuvo como objetivo interinstitucional: apoyar a las autoridades estatales para que desarrollaran, en el plazo más breve posible, el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, concebido como una estrategia de desarrollo socioeconómico que, mediante la adecuada articulación funcional y espacial de las políticas sectoriales, busca promover patrones sustentables de ocupación y aprovechamiento del territorio. Además se afirma que, en síntesis, el ordenamiento territorial conjuga la voluntad, la estrategia y la prospectiva en la acción territorial para orientar el desarrollo sustentable.

Se determinaron como objetivos del ordenamiento territorial los siguientes:

General:

Promover el mejoramiento constante de la calidad de vida de la población, así como la integridad y funcionalidad de los ecosistemas naturales a mediano y largo plazos.

Particulares:

- a) Prevenir, controlar, corregir y revertir los desequilibrios que se observan en el desarrollo del país.
- b) Consolidar aquellas formas de ocupación y aprovechamiento compatibles con las características del territorio.
- c) Propiciar patrones de distribución de la población y actividades productivas consistentes con la habitabilidad y potencialidad del territorio.

A través de estos objetivos básicos se buscan la planeación adecuada del uso de la tierra, la distribución espacial equilibrada de los proyectos de inversión, la eficiente organización funcional del territorio, y la promoción de actividades productivas, así como, mecanismos eficientes para la provisión de servicios, tanto para contribuir efectivamente al mejoramiento constante de la calidad de vida de la población, como para asegurar la integridad y la funcionalidad de los ecosistemas, a mediano y largo plazos.

En cuanto al alcance de las actividades, durante el proceso de elaboración del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, se determinó que cada gobierno estatal atendería el desarrollo de actividades específicas, agrupadas en las cuatro fases de trabajo siguientes.

1. Caracterización y análisis de la ocupación del territorio
2. Diagnóstico del sistema territorial
3. Prospectiva de ocupación
4. Propuesta de modelo de ocupación

Asimismo se acordó que, una vez firmado el Convenio de Desarrollo Social correspondiente al año 2000 con su respectivo anexo de ejecución e instalado el Subcomité de Ordenamiento Territorial dentro del Comité para la Planeación del Desarrollo del Estado (COPLADE), el Ejecutivo del Estado promovería la integración de un Grupo Técnico Estatal para la Planeación del Ordenamiento Territorial (GTE), teniendo como responsabilidad la realización de los estudios necesarios para la elaboración del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y la actuación permanente así como la estrecha coordinación con el Grupo Técnico Interinstitucional (GTI) conformado para el efecto en el ámbito federal. Una característica importante de éste grupo de trabajo consiste en su integración interdisciplinaria con personal que posea conocimientos, experiencia y capacidad en la materia.

Los documentos referidos y las ideas sintetizadas hasta ahora constituyen los antecedentes inmediatos al vigente Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, 2001-2006 (SEDESOL, *et al.*, 2001), del cuál se analizan a continuación los aspectos más relevantes.

2.3.2. Situación actual

Es importante destacar que el proyecto de ordenamiento territorial de México, en su sentido general, ha logrado subsistir al cambio de administración pública federal del año 2000; antes de ese año, se desarrolló bajo un enfoque ecologista y orientado a los problemas ambientales, después, ha evolucionado en el marco de una visión más integral de los problemas territoriales, con un sentido más humano e incluso englobando entre sus componentes a dichos aspectos ecológicos y ambientales (ver figuras 2.7 y 2.8). Por lo pronto, en su mensaje introductorio a dicho programa, el presidente de la República ha manifestado que para aprovechar la riqueza del país en toda su magnitud, se requiere fortalecer la articulación económica y social entre sus ciudades y sus regiones. Por ello su gobierno ha decidido impulsar una política de desarrollo urbano y ordenación del territorio, cuyas principales estrategias y líneas de acción se encuentran contenidas en el documento titulado: "Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (PNDU-OT) 2001-2006", (SEDESOL, *et al.*, 2001), donde manifiesta que: "El México que queremos para el siglo XXI exige que hagamos un esfuerzo para reencauzar el papel que juega el territorio en la estrategia del desarrollo nacional." Asimismo, "Este enfoque territorial nos brinda la posibilidad de intervenir de manera estratégica ante los grandes retos nacionales; sobre todo ante el más importante de ellos, que es la superación de la pobreza...", y agrega que, "Los mexicanos requerimos un territorio ordenado que sea el marco para alcanzar en el mediano plazo un desarrollo incluyente, equitativo y competitivo." (SEDESOL, *et al.*, 2001: 6-7).

En el mismo sentido, la responsable de la Secretaría de Desarrollo Social, se ha comprometido al afirmar que, esa dependencia no se limitará a sólo mitigar las condiciones de miseria y marginación, y que nunca más su función será "esporádico auxilio caritativo", ni "constante apoyo pre-electoral", sostiene además que, hoy se busca actuar para la superación estructural de la pobreza. Una afirmación sustancial que agrega es la siguiente: "Durante el siglo XX la ordenación del territorio estuvo ausente de las grandes formulaciones del desarrollo nacional. Hoy, en el inicio del siglo XXI, el desarrollo social requiere rescatar este concepto para abordar estructuralmente la necesidad urgente de la superación de la pobreza." Finalmente manifiesta que, "El objetivo central es aportar, a través de la incorporación explícita de la ordenación del territorio como parte indispensable del proceso de desarrollo, los elementos que faciliten la superación de la pobreza, en el contexto de una estrecha cooperación interinstitucional, del fortalecimiento del Pacto Federal y con respeto del Orden Republicano". (SEDESOL, *et al.*, 2001:9-10).

En cuanto al sustento jurídico y al proceso de consulta ciudadana del PNDU-OT, se hace referencia al artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el cual dispone que "el Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la Nación." Derivado de lo anterior se agrega que, "habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal." Asimismo, "Para cumplir con esta disposición y de acuerdo con lo establecido en el artículo 21 de la Ley de Planeación, la Presidencia de la República ha elaborado el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 (PND), en el que se establecen los principios, objetivos y estrategias de gobierno, y el cual constituye el instrumento rector de toda acción de la Administración Pública Federal." (SEDESOL, *et al.*, 2001:15). A continuación se relacionan los objetivos rectores del PND con los que se vinculan el Desarrollo Urbano y Regional y la Ordenación del Territorio:

Área de desarrollo social y humano:

- Mejorar los niveles de educación y del bienestar de los mexicanos.
- Acrecentar la equidad y la igualdad de oportunidades.
- Fortalecer la cohesión y el capital social.
- Lograr un desarrollo social y humano en armonía con la naturaleza.

Área de crecimiento con calidad:

- Conducir responsablemente la marcha económica del país.
- Elevar y extender la competitividad del país.
- Promover el desarrollo económico regional equilibrado.
- Crear condiciones para un desarrollo sustentable.

Área de orden y respeto:

- Defender la independencia, soberanía e integridad territorial nacionales.
- Construir una relación de colaboración responsable, equilibrada y productiva entre los poderes de la Unión y avanzar hacia un auténtico federalismo.
- Fomentar la capacidad del Estado para conducir y regular los fenómenos que afectan a la población en cuanto a su tamaño, dinámica, estructura y distribución territorial.

Tal como lo indica la normatividad, para la elaboración del PNDU-OT, se llevó a cabo un amplio proceso de consulta ciudadana, que comprendió los temas de ordenación del territorio, desarrollo urbano e infraestructura social básica. La consulta se realizó en los meses de abril y mayo de 2001 y estuvo integrada por una reunión de expertos, tres foros regionales y 32 foros estatales. Se contó con la participación de cerca de 2,000 personas, entre las que se encontraban legisladores, funcionarios públicos, académicos, especialistas, empresarios, representantes de colegios de profesionistas y de organizaciones de la sociedad civil.

No obstante que en el discurso oficial se afirma lo siguiente: "En México existe una amplia experiencia sobre los temas de planeación urbana y regional, de la cual se han obtenido diversas enseñanzas que ahora conducen a la búsqueda de nuevos enfoques y prácticas. Hoy es imperativo diseñar una nueva política territorial que eleve la competitividad económica de las ciudades y las regiones del país; acreciente la equidad y la igualdad de oportunidades; fortalezca la cohesión y el capital social; y garantice la independencia, soberanía e integridad territorial de la Nación." (SEDESOL, *et al.*, 2001). Pero en realidad, tanto la evolución histórica como los hechos recientes demuestran la existencia de contradicciones sustantivas -respecto a lo expresado por las autoridades-, asociadas con el contexto de subdesarrollo y dependencia, asimismo con el actual modelo de desarrollo en que se enmarca el país; todo esto plantea un panorama caracterizado por una crisis generalizada y la incertidumbre ante el futuro inmediato, dominado por problemas estructurales y funcionales que afectan a la práctica totalidad del sistema territorial nacional; en consecuencia, estos elementos claramente contradictorios estimulan a la investigación y al seguimiento del proceso en forma detallada, en virtud de las profundas implicaciones que tiene para cada individuo, grupo social e incluso para toda la comunidad nacional.

A continuación se relacionan los aspectos más relevantes del Plan Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, 2001-2006, el cual está referido a las siguientes cuestiones básicas:

1. ¿En dónde estamos?

Se plantea en éste apartado la importancia fundamental asignada a la revalorización del territorio como un nuevo paradigma del desarrollo. Además se reconoce que, la política de Ordenación del Territorio parte de considerar que la prosperidad depende de la plenitud con que se aprovechan las potencialidades de cada territorio. Este se caracteriza por un conjunto de activos tangibles, entre los que destacan el capital humano, los recursos naturales, las edificaciones, la infraestructura y el equipamiento; y por los denominados activos intangibles, como sus instituciones, formas de gobierno y mecanismos para la toma de decisiones. "La ordenación del

territorio es el método que permite orientar el proceso de evolución espacial del desarrollo económico, social y ambiental, y que promueve el establecimiento de nuevas relaciones funcionales entre regiones, pueblos y ciudades, así como entre los espacios urbano y rural. La Ordenación del Territorio también hace posible una visión coherente de largo plazo para guiar la intervención pública y privada en el proceso de desarrollo local, regional y nacional. (SEDESOL, *et al.* 2001). El panorama señalado por el PNDU-OT ha permitido plantear los siguientes retos:

- El reto de la Ordenación del Territorio: abatir la desigualdad regional.
- El reto del desarrollo urbano y regional: instrumentar la sinergia región ciudad.
- El reto de la generación de suelo para el desarrollo urbano y la vivienda.
- El reto de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante los desastres naturales.

2. ¿a dónde queremos llegar?

En congruencia con su enfoque prospectivo, el PNDU-OT se plantea objetivos y metas basados en dos grandes etapas:

La misión 2006: consiste en establecer la ordenación del territorio como Política de Estado. La SEDESOL tiene la misión 2006 de formular y coordinar la política social solidaria y subsidiaria del Gobierno Federal, orientada hacia el bien común, y ejecutarla en las materias de su competencia: lograr la superación de la pobreza por la vía del desarrollo humano integral, incluyente y corresponsable; alcanzar niveles suficientes de bienestar con equidad; y mejorar las condiciones sociales, económicas y políticas en los espacios rurales y urbanos, mediante las políticas y acciones de ordenación del territorio, desarrollo urbano y regional, y vivienda.

La visión 2025: se refiere a lograr una sola velocidad de desarrollo. Se visualiza un panorama futuro (a mediano plazo) en el que la política de ordenación del territorio ha de constituir, con base en la revalorización de la dimensión espacial del proceso de desarrollo, la herramienta más eficaz de ataque estructural y frontal para la superación de la pobreza en ciudades y regiones, así como en individuos y comunidades. -En dicha visión prospectiva al año 2025- se prevé que, México se desarrolla aprovechando el potencial de cada una de sus regiones y avanzará de manera sostenida, basado en una fuerte cohesión social y nacional.

3. ¿Qué se quiere lograr?

Para enfrentar los retos que impone la distribución espacial futura para el 2006 y para el escenario previsto al 2025 de las actividades económicas, el empleo y la población sobre el territorio, en condiciones de sustentabilidad, es imperativo definir un nuevo modelo que oriente los procesos de ocupación del territorio. Se plantea además que, es necesario intervenir con mayor decisión en el hábitat, entendido como el entorno vital del individuo y de la colectividad: la localidad, la ciudad, la región la nación. Esta intervención persigue:

- Igualdad y equidad de oportunidades entre ciudades y regiones
- Desarrollo de capacidades de ciudades y de regiones
- Confluencia de voluntades entre ciudades y regiones
- Promoción de potencialidades de ciudades y de regiones
- Superación de limitaciones e inclusión de ciudades y de regiones

- Seguridad patrimonial de la ciudad y de la región
- Sinergia entre la ciudad y su región

De acuerdo con las atribuciones de la SEDESOL sobre el desarrollo urbano-regional y la ordenación del territorio, conjuga los objetivos rectores señalados en el PND con sus objetivos institucionales de gran visión, las estrategias y las líneas de acción que formula el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del territorio, de la siguiente manera:

Objetivos rectores PND 2001-2006	Objetivos de gran visión SEDESOL	Estrategias PNDU-OT 2001-2006	Programa de actuación Institucional
<p>Mejorar los niveles de educación y bienestar de los mexicanos. Acrecentar la equidad y la igualdad de oportunidades. Fortalecer la cohesión social y el capital social. Lograr un desarrollo social y humano en armonía con la naturaleza. Conducir responsablemente la marcha económica del país. Elevar y extender la competitividad del país. Promover el desarrollo económico regional equilibrado. Crear condiciones para un desarrollo sustentable. Defender la independencia, soberanía e integridad territorial nacionales. Fomentar la capacidad del Estado para conducir y regular los fenómenos que afectan a la población en cuanto a su tamaño, dinámica, estructura y distribución territorial. Construir una relación de colaboración responsable, equilibrada y productiva entre los poderes de la Unión y avanzar hacia un auténtico federalismo.</p>	<p>Maximizar la eficiencia económica del territorio garantizando su cohesión social y cultural.</p> <p>Integrar un Sistema Urbano Nacional en sinergia con el desarrollo regional en condiciones de sustentabilidad: gobernabilidad territorial, eficiencia y competitividad económica, cohesión social y cultural, planificación y gestión urbana.</p> <p>Integrar el suelo urbano apto para desarrollo como instrumento de soporte para la expansión urbana, mediante la satisfacción de los requerimientos de suelo para la vivienda y el desarrollo urbano.</p>	<p>Diseñar, proyectar, promover y articular en el contexto del Pacto Federal una Política de Estado de Ordenación del Territorio y Acción Urbana-Regional.</p> <p>Diseñar, proyectar, promover, normar y coordinar en el contexto de Pacto Federal una política Nacional de Desarrollo Urbano y Regional, e impulsar proyectos estratégicos con visión integral en regiones, zonas metropolitanas y ciudades.</p> <p>Diseñar, promover y normar y articular en el contexto del Pacto Federal una Política Nacional de Suelo y Reservas Territoriales.</p>	<p>Programa de Ordenación del Territorio</p> <p>Programa Hábitat: Red Ciudad 2025 Red Zonas Metropolitanas 2025</p> <p>Programa de Suelo-Reserva Territorial</p>

Tabla 2.3. Esquema de objetivos, estrategias y programas del "Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio." (Fuente: SEDESOL, *et al.*; México, 2001).

Asimismo, el PNDU-OT plantea su objetivo general, los principios de actuación institucional, los objetivos específicos y las líneas estratégicas de la política de ordenación del territorio, como se observa en la siguiente tabla:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Objetivo general	Principios de actuación institucional	Objetivos específicos	Líneas estratégicas
Maximizar la eficiencia económica del territorio garantizando su cohesión social y cultural	Orientación espacial del desarrollo	Introducir la dimensión espacial en el proceso de desarrollo	Organizar un gran debate nacional por la Ordenación del Territorio. Elaborar un proyecto Territorial de Nación (PTN-2025+). Elaborar cinco programas regionales de Ordenación del Territorio (PROT-2025+). Elaborar y promover la Ley de Orientación y Ordenación Sustentable del Territorio (LOOST).
	Organización de territorios de actuación	Adecuar la intervención pública sobre el territorio en función a las nuevas dinámicas espaciales y mutaciones territoriales observadas.	Elaborar la prospectiva del Territorio: potencialidades y limitaciones. Diagnosticar la estructura territorial y definir las dinámicas espaciales y las mutaciones territoriales. Articular acciones intersecretariales tendientes a la Ordenación del Territorio. Definir territorios de actuación.
	Planificación y prospectiva del territorio	Introducir una visión más estratégica y prospectiva del territorio y fortalecer el proceso de planificación y gestión urbana y regional.	Elaborar Proyectos Estratégicos de Acción Regional (PEAR). Articular actores regionales. Promover y gestionar el Proyecto Colectivo de Región (PCR).
	Aplicación del Fondo de Ordenación del Territorio (FOT)	Equilibrar las oportunidades de los diferentes territorios urbano y regionales en función del Nuevo Federalismo.	Definir y aplicar el Fondo Regional Estructurante (FRE). Definir y aplicar el Fondo Regional Compensatorio (FRC).

Tabla 2.4. Objetivo general, principios de actuación, objetivos específicos y líneas estratégicas de la Política de Ordenación del Territorio. (Fuente: SEDESOL, *et al.*; México, 2001).

4. ¿Cómo medimos los avances? El PNDU-OT contempla la puesta en marcha de un sistema de medición claro y permanente para la evaluación de las políticas de Ordenación del Territorio, de Desarrollo Urbano y Regional y de Suelo y Reserva Territorial, así como de los instrumentos definidos para su implementación. El PNDU-OT pondrá en marcha mecanismos que permitirán una medición transparente, eficiente y oportuna de los avances. Para ello se requiere:

- Desarrollar un sistema integral de información que permita determinar el desempeño en la ordenación del territorio, el desarrollo urbano y regional, así como el de suelo urbano y reserva territorial.
- Crear metodologías para realizar la evaluación integral de los instrumentos de promoción.
- Definir un conjunto de indicadores para medir el desempeño de los programas y actores, y aplicar esquemas para su mejora continua.
- Fortalecer los mecanismos de participación social y rendición de cuentas.

Dada la importancia del factor información para la evaluación de resultados y para realizar análisis sistemáticos, con variables homogéneas para todo el país y periodos semejantes de observación, se ha planteado la necesidad de generar y fortalecer un sistema integral de información específico para dichos programas, que opere sobre una base común. De esta manera se podrá contar con indicadores que permitan llevar a cabo un seguimiento de los programas y acciones y evaluar su impacto. El sistema integral de información será la fuente de orientación para medir los avances en la ordenación del territorio y el desarrollo urbano y regional.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Asimismo, permitirá medir el cumplimiento de metas y objetivos, concentrando la información generada para el quehacer de los tres órdenes de gobierno, sus resultados, así como las aportaciones de los grupos sociales. El propósito del sistema integral de información es auxiliar a los procesos de evaluación y toma de decisiones, para la formulación de estrategias y acciones orientadas a superar los desequilibrios regionales e impulsar el desarrollo de ciudades del Sistema Urbano Nacional, así como satisfacer la demanda de suelo para vivienda y para el desarrollo urbano.

El PNDU-OT de México se ha propuesto incorporar en la teoría una amplia y sólida fundamentación a través de los enfoques modernos de la planificación (estratégica, prospectiva, integral, democrática y participativa) con una orientación eminentemente social, se ha buscado además, contar con la participación de las áreas más representativas de los agentes de la sociedad (instituciones del gobierno federal, estatal y municipal; académicas y de investigación; organizaciones no gubernamentales; iniciativa privada, etc.), no obstante, se observa que el programa en su diseño general no ha previsto la interrelación sistémica (afianzada estructural y funcionalmente) con otros proyectos generales de gobierno de la mayor importancia, como son el monitoreo sistemático de la contaminación ambiental, los niveles de explotación de los recursos naturales, el monitoreo para la prevención de desastres y la protección civil, el estudio del desarrollo urbano y de la dinámica poblacional, la calidad de vida de la población, los índices de criminalidad, el comportamiento de las variables económicas, la deuda externa, los ingresos y los egresos de la federación, etc. Todo esto mediante la instrumentación efectiva de un sistema general de diseño y seguimiento de variables e indicadores para el monitoreo permanente sobre su comportamiento, que vaya más allá de las meras formalidades y actitudes institucionales protocolarias, carentes de una normatividad que simplifique y obligue a todos y cada uno de los agentes a cumplir con las funciones específicas del proyecto, en concordancia con el resto de sus obligaciones institucionales; a esto cabría agregar que, hasta ahora, la población en general no parece estar enterada, cuando es realmente el agente de mayor importancia en un proyecto de esta naturaleza.

En cuanto a la concepción y diseño del proyecto de ordenamiento territorial en México, es importante destacar la participación del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), institución que cuenta con una sólida experiencia académica y los recursos humanos (nacionales y extranjeros) con la calidad requerida para el desarrollo de estudios sobre el territorio nacional, tanto en los niveles estratégicos (directivos y de coordinación), como para los tácticos (especialistas y expertos) y operativos (técnicos); no obstante lo anterior, un proyecto de tal magnitud y la complejidad de los problemas que le competen, requiere de un enorme esfuerzo de reflexión teórica y de práctica eficiente, creativa y propositiva, por lo que representa un reto académico, profesional y personal en su más amplio sentido.

Una vez que se han expresado las ideas fundamentales en torno al marco teórico general para el ordenamiento territorial, a continuación se describen las bases del marco de referencia metodológico del proyecto. Massiris (2002) indica que existen tres momentos clave del proceso de ordenamiento del territorio: el momento técnico-científico o de conocimiento, el momento técnico-político o de planificación y el técnico-administrativo o de gestión. Asimismo señala que existen cinco tipos de actores que intervienen de manera permanente y son los siguientes: los gubernamentales, los académicos y científicos, los gremios económicos, las organizaciones ambientales y la comunidad a través de sus distintas organizaciones sociales. En consonancia con lo expuesto, se entiende al proyecto en cuestión como un proceso, dividido en etapas y subprocesos concatenados, secuenciales y articulados, no obstante las necesarias iteraciones que permiten efectuar los ajustes y el redireccionamiento para perfeccionar el proceso en su conjunto, en cada una de sus grandes etapas, adquiere mayor o menor relevancia la participación de los diversos agentes, a continuación se incluye el diagrama (figura 2.10), correspondiente al proceso general de ordenamiento territorial en México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

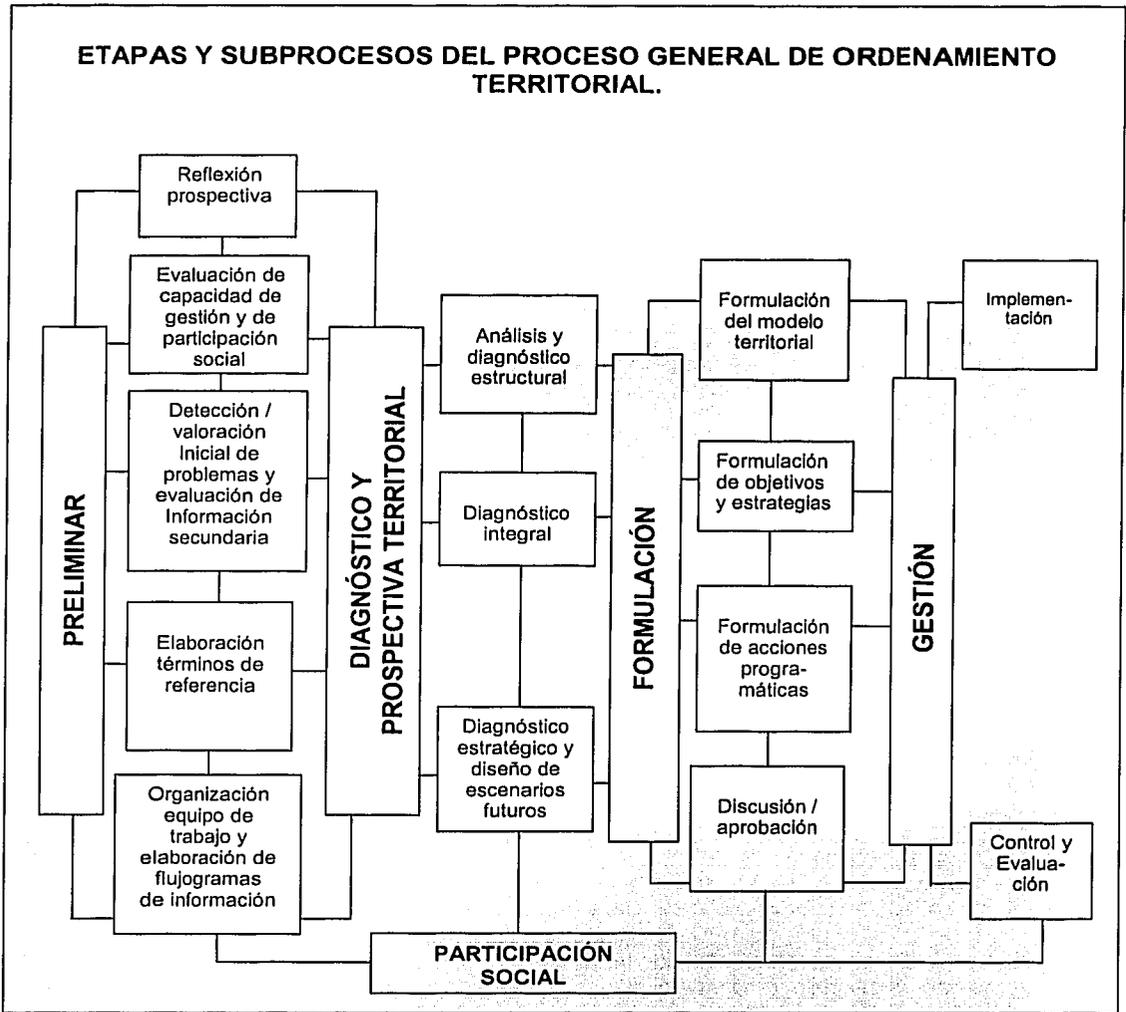


Figura 2.10. Proceso general de ordenamiento territorial en México. (Fuente: Massiris, Ángel, en: Guía conceptual y metodológica para el diagnóstico integrado del sistema territorial: Instituto de geografía, UNAM; México, 2002).

Con base en Massiris (2002), a continuación se sintetizan las características de cada etapa y subproceso:

<p>1. ETAPA PRELIMINAR: En esta etapa se realizan las actividades preparatorias, requeridas para garantizar el éxito de las etapas subsiguientes y darle una dirección definida al proceso.</p>
<p style="text-align: center;">SUBPROCESO:</p>
<p>-Reflexión prospectiva. Permite establecer la visión de los futuros posibles del territorio y se construye de manera colectiva el escenario deseado. Se fundamenta en el método de planeación por escenarios.</p>
<p>-Evaluación de la capacidad de gestión y de participación social. El proceso de ordenamiento territorial implica una movilización de grandes esfuerzos y recursos (humanos, técnicos, financieros, materiales, etc.), cuyo manejo óptimo solo es posible a partir de una gestión administrativa eficiente.</p>
<p>-Detección y valoración inicial de problemas territoriales y evaluación de información secundaria. Consiste en una revisión de planes y estudios anteriores, consulta a expertos y realización de talleres con los actores sociales a fin de detectar y jerarquizar preliminarmente los problemas territoriales. Asimismo, se realizará una valoración de la información secundaria disponible: productos cartográficos, datos estadísticos, informes técnicos, estudios explicativos, etc. Se busca definir el conjunto de información útil y con la calidad necesaria para los fines del proceso.</p>
<p>-Elaboración de términos de referencia. Se refiere a la elaboración de un documento donde se planteen claramente los alcances de los estudios, las especificaciones de los productos esperados, las responsabilidades de las partes, así como las reglas y definiciones claras, concretas y precisas. Generalmente la institución pública responsable contrata los servicios de empresas consultoras o de otras instituciones especializadas en la realización de tales estudios.</p>
<p>-Organización del equipo de trabajo y elaboración de flujogramas de información. Es importante porque un plan de ordenamiento territorial no solo depende de la calidad de los estudios que se realicen, de la participación social y de la reflexión prospectiva previa, sino también de la calidad, independencia y funcionamiento del equipo de trabajo. Los flujogramas muestran las interrelaciones de información a través de los distintos momentos, etapas, procesos y subprocesos de distinto nivel que se realizan en cada componente del análisis (flujogramas específicos) y entre los procesos de todas las etapas del ordenamiento (flujograma general). Se basa en entradas (insumos de información), procesos y salidas de información. De manera complementaria se utilizan matrices de datos necesarios que permiten el manejo sistemático de la información.</p>
<p>2. ETAPA DE DIAGNÓSTICO Y PROSPECTIVA TERRITORIALPRELIMINAR: El diagnóstico territorial es un momento en el cuál se busca un conocimiento integral del territorio y su proyección futura a partir de la detección de elementos, funciones, procesos y fenómenos que explican la situación actual y permiten valorar las potencialidades, limitaciones y problemas existentes (PLP). El resultado es un conjunto de modelos territoriales sintéticos que explican la estructura y dinámica del territorio y señalan las PLP de manera jerarquizada, sobre los que habrá que incidir para evolucionar hacia una situación deseada.</p>
<p style="text-align: center;">SUBPROCESO:</p>
<p>-Enfoque del diagnóstico. Debe concebirse en términos estructurales y funcionales desde una perspectiva integral. Presupone que en el análisis, la síntesis y la valoración de los fenómenos se privilegia el estudio de las funciones, relaciones, estructuras y proceso internos y externos, más que los elementos y las formas.</p>
<p>-Análisis y diagnóstico estructural. Es el primer paso del diagnóstico territorial, incluye tres actividades cualitativamente distintas, pero estrechamente ligadas: a) Análisis de subsistemas, b) Síntesis de cualidades y valoración de potencialidades y limitaciones y c) Síntesis diagnóstica.</p>
<p>-Diagnóstico integrado del sistema territorial. Es el segundo proceso del diagnóstico territorial. Se trata de abordar el conocimiento del territorio en una dimensión global, en su integridad, incluyendo toda la información generada por el análisis y diagnóstico estructural. Los productos obtenidos se orientan a entregar a los formuladores del plan, elementos de juicio para la toma de decisiones en la determinación de objetivos, estrategias y escenarios de uso y ocupación del territorio y de desarrollo sectorial.</p>

-Diagnóstico estratégico y diseño de escenarios. Incluye una evaluación territorial estratégica realizada a partir de la información valorativa que se produce en el diagnóstico estructural, que se procesa para generar una visión amplia y realista de la situación interna y de los condicionantes externos, a partir de la cual sea posible la formulación.

3. ETAPA DE FORMULACIÓN: A partir del conocimiento de la situación actual y su prospectiva se desarrolla el proceso de formulación del plan. Es el momento de la toma de decisiones, de la confrontación entre lo deseable y lo viable tomando en cuenta las potencialidades y limitaciones que se tienen. Los problemas detectados y jerarquizados en el diagnóstico, las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades determinadas en la evaluación territorial estratégica, y los escenarios futuros diseñados entran a apoyar la elaboración del plan.

SUBPROCESO:

-Formulación del modelo territorial. También se le llama imagen objetivo. Es un proceso técnico-político mediante el cual se determinan las líneas maestras del orden territorial enmarcado en las finalidades del modelo de desarrollo y en el escenario alternativo adoptado como escenario deseado o escenario-apuesta. La imagen objetivo es una forma de operacionalizar el escenario deseado.

-Formulación de objetivos y estrategias. Los objetivos son propósitos, deseos y/o logros directamente asociados a la imagen objetivo. Cuando se cuantifican se denominan metas. Metodológicamente, la identificación de los objetivos parte de los resultados del diagnóstico. Las estrategias son las políticas territoriales y líneas de acción con las cuales se pretende lograr los objetivos propuestos, atacar los problemas y acercar la realidad actual a la imagen objetivo.

-Formulación de acciones programáticas. Las acciones programáticas son actividades, programas y proyectos mediante los cuales se instrumentalizan las estrategias en función del tiempo.

-Discusión y aprobación. Una vez formulado, el plan es sometido a un proceso de discusión y validación social para su aprobación final. Con la aprobación, la formulación llega a su fin y se entra a la etapa de gestión del plan.

4. ETAPA DE GESTIÓN: Una vez formulado y aprobado el plan continúa su implementación. Es el momento en que se inicia la instrumentación y ejecución y se efectúan los gastos demandados. En forma simultánea a la ejecución, se realizan acciones de control y evaluación, generalmente por comités de seguimiento o supervisión ciudadana que se asegurarán de que las acciones se ajusten a lo estipulado por el plan.

SUBPROCESO:

Implementación. Se refiere a la ejecución de acciones y la aplicación de los recursos necesarios en los tiempos y las formas establecidos por el plan aprobado.

Control y evaluación. Implica el seguimiento de las acciones, la aplicación de los recursos y la obtención de resultados, evaluando permanentemente el logro de los objetivos y las metas.

Tabla 2.5 Características de las etapas y subprocesos del proceso general de ordenamiento territorial (resumen).
(Fuente: Massaris, Ángel, en: Guía conceptual y metodológica para el diagnóstico integrado del sistema territorial. Instituto de Geografía, UNAM; México, 2002).

Cabe precisar que, actualmente el proceso general de ordenamiento territorial se encuentra (de acuerdo con la figura 2.10) en la segunda etapa (Diagnóstico y Prospectiva Territorial), donde se busca el conocimiento integral del territorio para la integración de un conjunto de modelos territoriales sintéticos que expliquen su estructura y dinámica, esta etapa se caracteriza por ser más operativa en las entidades federativas, contando con la asesoría y la supervisión de las áreas normativas centrales, el proceso está siendo desarrollado por los Comités Estatales bajo la denominación de "Programas Estatales de Ordenamiento Territorial".

En síntesis: sin lugar a dudas, el proyecto de ordenamiento territorial de México es muy ambicioso y parece ser integral conforme a los elementos antes descritos, ya que se ha diseñado bajo una concepción holística y sistémica, además está fundamentado en la ley como un proceso democrático y participativo y se encuentra respaldado teórica y metodológicamente en los

fundamentos más actuales de la planificación prospectiva y estratégica, por lo que se puede afirmar que tiene buenas bases para ser exitoso, aunque existen problemas que parecieran ser secundarios y en la práctica son de la mayor importancia, como ocurre con la escasa cultura de trabajo en equipo y la constante ineficiencia y verticalidad en el funcionamiento de las instituciones, la deficiente calidad de la información, la desconfianza y el escepticismo de la población con respecto a los proyectos del Gobierno; pero sobre todo, el sombrío entorno de subdesarrollo y dependencia, cuya magnitud y dinámica han superado ampliamente hasta ahora los esfuerzos por superar los desequilibrios y las desigualdades por la vía de las reformas neoliberales; entonces, los resultados solamente podrán ser valorados en el mediano plazo, cuando concluya el presente sexenio y se ingrese a la fase denominada en el PNDU-OT como "visión 2025", sobre todo en virtud del proceso de transición política en el que se encuentra inmerso el país, además, teniendo presente la gran complejidad y los niveles de degradación alcanzados en los más diversos ámbitos nacionales.

A este contexto históricamente coyuntural, se agrega que dicho proceso se ubica en la dinámica de una crisis interna generalizada y recurrente, solamente disimulada durante decenios a través de la orientación de los programas y acciones públicas hacia el llamado "sector social", así como del aporte de grandes cantidades de recursos (con claros fines de control político) y al mantenimiento del sistema de producción (capitalista subdesarrollado), y por otro lado, ante las fuertes presiones políticas y económicas externas, asociadas con el servicio de la deuda externa y la generación de condiciones propicias para la implantación y seguridad de los capitales transnacionales en condiciones preferenciales; entonces, solamente cabría cuestionarse si bajo estas condiciones, la ordenación del territorio estará destinada a ser un mecanismo para realmente cumplir con su misión histórica, social (y geográfica), o bien, para adaptar el territorio y sus recursos (incluyendo a la población) a los requerimientos y las tendencias de las políticas de globalización. La cuestión fundamental que deberá ser cuidadosamente evaluada se refiere al ordenamiento territorial, realmente ¿para qué?, y ¿para quién?.

En consecuencia, tanto el contexto en que ha evolucionado históricamente el país, así como las condiciones intrínsecas de su desarrollo, permiten plantear hasta ahora que -con todas las reservas señaladas-, bajo el enfoque reformista adoptado de manera recurrente, es remotamente posible que se logren superar las contradicciones fundamentales de la dependencia y el subdesarrollo, así como revertir las secuelas derivadas en el corto plazo, por lo que parece indispensable que el proceso de planificación y ordenamiento territorial se enmarque en una verdadera revolución estructural que inicie con la solución de los problemas prioritarios, relacionados con la alimentación, la salud, la educación y la degradación ambiental, donde, a la vez que se adapte el país a los cambios globales, pueda conservar una verdadera soberanía e independencia, que desafortunadamente son cada vez más relativas y engañosas para los países subdesarrollados.

Finalmente, si se representa gráficamente al desarrollo de la sociedad en su conjunto como una línea que puede tener mayor o menor continuidad y sinuosidad, de manera indispensable deberá poseer un sentido muy claro con alcances y objetivos bien definidos y siempre medibles, donde intervengan factores de naturaleza física, histórica, económica y social como los señalados, que pueden actuar al grado de propiciar que los diferentes subsistemas, los sectores de la sociedad y los territorios funcionen describiendo círculos viciosos, habría que agregar factores igualmente importantes como los ambientales y los llamados "imponderables", relacionados con los riesgos, la vulnerabilidad y los desastres, agudizados por las condiciones de marginación y pobreza extrema de la mayoría de la población, mismos que pueden cambiar la orientación del desarrollo, debido a sus efectos combinados, hacia escenarios francamente regresivos o catastróficos; entonces, los componentes del sistema nacional, objeto de la planificación y el ordenamiento territorial no pueden concebirse de manera parcial o aislada, fuera de la visión holística y sistémica.

3. Información estadística y geográfica para el ordenamiento territorial

Indudablemente, la información constituye un bien material que en cualquiera de sus formas posee un alto grado de valor general (implicando por supuesto el económico, social, geográfico, político, histórico, etc.), que nadie subestima. Dicho valor, como el de cualquier recurso, es relativo y puede aumentar o decrecer respecto al tipo de información y al nivel de desarrollo de una sociedad en su conjunto; pero un hecho fundamental en la evolución humana de finales del siglo XX se ha identificado por la creciente valorización de la información, su manejo sistemático y su influencia en las decisiones de mayor jerarquía tanto para la dinámica como para la evolución de la sociedad; por lo cual, como señalan Kuhlmann, *et al.* (1989), no es fortuito que a las sociedades más avanzadas de nuestro tiempo se les haya bautizado como "sociedades de la información" o "del conocimiento", y asimismo, se considere que hoy se vive la llamada "revolución electrónica". Tal es la importancia actual de la información y de los dispositivos y tecnologías para obtenerla, procesarla y transmitirla. En el transcurso de la última década se vive un proceso acelerado de transformación y cambio tecnológico que ha llevado a sustituir el concepto de "sociedad industrial" por el de "sociedad de la información." (Lorenzo, 2001).

La información es coleccionable, almacenable y reproducible. Se utiliza fundamentalmente para tomar decisiones, conduce también a conclusiones acertadas o equivocadas respecto a un fenómeno o un problema, puesto que puede ser interpretada de diversas formas por distintos individuos, dependiendo de muchos factores subjetivos y del contexto en que se encuentre la persona que la recibe e interpreta (Kuhlmann y Alonso, 1996); por lo que más allá del manejo superficial de sus muy diversas formas aparentes, es necesario avanzar teórica y metodológicamente hacia la reflexión y la aplicación sistemática de los métodos de conocimiento, enfocados sobre su estructura, su dinámica y sus contenidos. Por lo expuesto, no es circunstancial que su manejo siempre haya estado estrechamente asociado (tal vez de manera indisoluble, aunque con una complejidad creciente) a las tareas civiles (de exploración y prospección, planificación, conservación del medio ambiente, ordenación del territorio, búsqueda del desarrollo sustentable, etc.), así como a las diplomáticas y militares (conquista y colonización, planeación y operaciones para la paz y para la guerra) en sus más altos niveles.

Las necesidades de información de cualquier sociedad actual son cada vez más imperiosas. La información como soporte para la generación y transferencia de conocimientos es clave para el porvenir de la humanidad e indispensable para poder modelar adecuadamente ese porvenir. El problema de la producción y manejo de la información está estrechamente relacionado con el desarrollo económico y social. En este sentido, La investigación y la docencia, la planificación y la administración pública y privada exigen una información precisa, oportuna, completa, coherente y adaptada a las necesidades específicas de cada usuario y de cada contexto. Son muchos los factores que han influido en la transformación que se ha operado en el papel que desempeña la información en los contextos económico y social. Entre ellos es preciso destacar la elevación del nivel cultural; el afán de desmasificación, que lleva a una mayor diversidad, con el consiguiente crecimiento de las necesidades de información; el deseo de participar en las decisiones públicas; las exigencias de la planificación y la ordenación del territorio; las tendencias hacia una descentralización de actividades, que requiere datos más detallados para áreas más pequeñas; la aparición de nuevos métodos de toma de decisiones; pero tal vez el factor más crítico consiste en la necesidad apremiante de superar los desequilibrios territoriales y sectoriales, así como las desigualdades sociales, producto del desarrollo desigual y dependiente en los países subdesarrollados, etc.

En el caso específico del ordenamiento territorial, debe evaluarse previamente por parte de un grupo interdisciplinario, especialmente conformado para tales fines, la pertinencia en la utilización de determinados métodos de la ciencia, la planificación y la administración, así como de cada una de las múltiples disciplinas que intervienen en el proceso general, todo esto orientado al manejo óptimo de la información; igualmente, se deben estudiar los niveles cognitivos más adecuados para cada tipo de información; en consecuencia, mediante un proceso intelectual cada vez más complejo e integrado (científica y tecnológicamente) es posible producir y depurar la información (a través de la estructuración y el establecimiento de las relaciones funcionales entre datos aparentemente desvinculados), progresando hacia la generación sistematizada del conocimiento.

Actualmente, la disciplina informática (muy estrechamente vinculada con la electrónica y las telecomunicaciones) provee poderosas herramientas que permiten el manejo altamente integrado de la información y el conocimiento a través del desarrollo de los "sistemas de información". Dentro de las bases de datos actuales los términos dato, información y conocimiento son diferenciados claramente en cuanto a su nivel de integración. La información es derivada a partir de los elementos de datos individuales, además importa precisar aquí que, en una base de datos la información no es directamente aparente. En este sentido, la información es producida a partir de los datos por medio de nuestros procesos conceptuales (de pensamiento), teniendo como fundamento el conocimiento previo ya estructurado. La información manejada de manera sistemática y planificada con base en los métodos señalados produce conocimiento científico. Al respecto, Longley *et al.* (2001) señalan los siguientes niveles jerárquicos relacionados con el manejo de la información para la generación de decisiones: dato, información, evidencia, conocimiento y sabiduría.

Infraestructura de soporte para hacer decisiones	Facilidad de compartir con el resto	Ejemplo GIS
Sabiduría	Imposible	Políticas desarrolladas y aceptadas por propietarios
Conocimiento	Difícil, especialmente conocimiento tácito	Conocimiento personal acerca de lugares y problemas
Evidencia	Frecuentemente no fácil	Resultado de análisis con GIS de muchos conjuntos de datos o escenarios
Información	Fácil	Contenidos de bases de datos agrupados a partir de hechos crudos
Dato	Fácil	Hechos geográficos crudos

Tabla 3.1. Clasificación de la infraestructura de soporte para la generación de decisiones basada en la aplicación de tecnología GIS (Geographic Information Systems). Fuente: Longley *et al.*, Geographic information. systems and science. John Wiley y Sons.; England, 2001.

Por otra parte, no hay duda de que la información geográfica y la estadística constituyen los insumos propios para los trabajos de planificación y ordenamiento territorial, precisamente porque a través de su producción sistematizada, los gobiernos nacionales han hecho propio su manejo, orientado a la toma de decisiones en el más alto nivel de la sociedad. Las propiedades y los problemas asociados a ésta temática pueden ser reducidos a dos expresiones fundamentales en la relación naturaleza-sociedad, es decir, la información que se refiere a la base territorial (y su carga consustancial de recursos naturales y condiciones ambientales o ecológicas, etc.), así como a la acción humana (que incluye la estructura y la dinámica de las poblaciones, sus actividades económicas, su calidad de vida, las formas de su organización, la presión sobre los recursos y los impactos sobre el entorno, etc.).

Aunque el asunto de los sistemas de información geográfica será tratado en el capítulo 4, aquí es importante detenerse un poco para señalar que, poseen una serie de elementos muy variados, que

a la vez, son comunes a todo sistema de información en general, los cuales son indispensables para el procesamiento eficiente de la información, tales elementos son los siguientes: hardware, software, redes de comunicación, datos e información, gente capacitada, así como los métodos y procedimientos. Importa precisar que, el tema de la información es de la mayor importancia, ya que si su calidad es deficiente (ilegible, desactualizada, en formatos heterogéneos, con imprecisiones, errores de registro y representación, etc.), no se tiene en la cantidad necesaria (cobertura espacial y temporal, escalas, etc.), no se tiene con oportunidad o no está al alcance para su incorporación y manejo en el sistema, todo el proyecto -con independencia de los volúmenes de recursos invertidos- puede fracasar; aún con todo esto, el elemento de mayor valor en cuanto a su capacidad para reflexionar, diseñar, analizar, sintetizar, así como planificar y gestionar dicho sistema es la mente humana. Por otra parte, los instrumentos y dispositivos de medición y registro, cálculo, transmisión-recepción, almacenamiento, análisis y despliegue de datos, cada vez más integrados con el hardware, el software y las redes de comunicaciones, se refieren a los recursos derivados de la convergencia metodológica y tecnológica de la electrónica, la informática, y las comunicaciones, hoy indispensables en las sociedades modernas para el procesamiento físico y lógico de volúmenes crecientes de información.

Es preciso insistir en que, la gente es el componente fundamental de cualquier sistema para el manejo de información, ya que la capacidad de raciocinio, así como la actividad intelectual e investigativa deben conducir de manera inteligente el manejo integral y el procesamiento eficaz de la información, para tomar las decisiones óptimas (o bien, las prioritarias o las convenientes), entre las diferentes alternativas de solución a los problemas generales de la planificación y la ordenación del territorio. No se debe olvidar que, los sistemas de información para el desarrollo son diseñados por el hombre y para el hombre. La información debe generarse y procesarse de manera planificada para producir el conocimiento significativo y estratégico necesario, para que las decisiones se diseñen, apliquen y evalúen de manera eficaz y eficiente. En este sentido, los procedimientos operativos deben derivar del manejo sistemático de métodos y técnicas, dependientes a su vez de un cuerpo de teoría multi e interdisciplinar.

3.1. Importancia de la información para el ordenamiento territorial

No obstante que, en las disciplinas relacionadas con la planificación para el desarrollo se ha insistido cada vez con más fuerza en la importancia de contar con la información cualitativa y cuantitativamente necesarias, que además sea oportuna, actualizada, etc., y cuyo manejo adecuado debe conducirse para tomar decisiones racionales ("inteligentes"), ha sido agrupada generalmente como económica, política, social, demográfica, etc.; en contraste, es muy frecuente que se omita destacar el papel fundamental que representa el manejo apropiado de la información geográfica (espacial o territorial). Al respecto, Jackson (1973) y, más recientemente, Masser (1998) han manifestado el papel prominente de su estudio y gestión para las decisiones más importantes de los gobiernos nacionales.

Este último autor señala que, la información geográfica es crítica para promover el desarrollo económico, mejorar la administración de los recursos naturales y proteger el ambiente; Asimismo, afirma que: "El advenimiento de la moderna tecnología de los sistemas de información geográfica ha transformado las capacidades de manejo de datos espaciales y ha hecho necesario para los gobiernos repensar sus funciones con respecto al suministro y disponibilidad de información geográfica. Como un resultado, muchos gobiernos en el mundo están empezando a pensar más estratégicamente acerca de la información geográfica, y varios de ellos tienen ya organizaciones coordinando grupos de trabajo para este propósito." (Masser, 1998:7). Cabe precisar al respecto que, el término "estrategias de información geográfica nacional" es asociado por el autor con "infraestructura nacional de datos espaciales" o "infraestructura nacional de información geográfica". Como se verá con más detalle, estos conceptos implican necesariamente una visión

integral del procesamiento de la información geográfica, teniendo como componentes generales: la tecnología, las políticas, las organizaciones, los estándares y los recursos humanos, necesarios para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de dicha información.

Entonces, un tema fundamental para los trabajos de planificación y ordenamiento territorial se refiere al manejo estratégico de la información, en cuanto a las fuentes para su obtención, la calidad y cantidad, disponibilidad, oportunidad, procesamiento y presentación de los resultados. Por supuesto que un proyecto relacionado con la planificación y el ordenamiento del territorio debe ser enfocado desde el punto de vista de la metodología de investigación científica, la cual es esencialmente como cualquier tipo de investigación, sólo que más rigurosa y cuidadosamente realizada, y puede ser definida como un tipo de investigación sistemática, controlada, empírica y crítica. Que es sistemática y controlada implica que hay una disciplina constante y que no se dejan los hechos a la casualidad. Empírica significa que se basa en fenómenos observables de la realidad. En tanto que crítica quiere decir, que se juzga constantemente de manera objetiva y se eliminan las preferencias personales y los juicios de valor.

Algunos aspectos de relevancia general, relacionados con la información para el ordenamiento territorial son los siguientes:

- a) Requisitos y calidad de la información: se debe consultar y/o establecer la normatividad sobre el tipo de información que se necesita para cada tema, la profundidad del análisis a aplicar, la forma de presentación, condiciones en que fue levantada, vigencia o actualización, cobertura, idoneidad de las fuentes o autores, compatibilidad de datos, utilidad o pertinencia para el proceso de ordenamiento territorial, etc.
- b) Determinar criterios para la conformación del equipo "participativo" de formulación del plan, en relación con los requerimientos, fuentes, métodos de obtención, disponibilidad, procesamiento, análisis, evaluación, para constituir la estructura de la base de datos y el diseño del sistema de información, entre otros aspectos. La conformación del equipo de trabajo debe contar con la representación de los diferentes actores (políticos, sociales, económicos, empresariales, académicos, representantes de las organizaciones no gubernamentales, ciudadanos, etc.), cuyo perfil, nivel académico y experiencia debe estar de acuerdo con los aspectos y temas prioritarios asociados con la naturaleza de la información a manejar. Es de fundamental importancia que los integrantes del equipo de trabajo conozcan bien el entorno geográfico (nacional, regional, estatal o municipal), de acuerdo al nivel de sus responsabilidades; otro aspecto sustancial -aunque es un bien escaso y difícil de identificar y evaluar en el contexto nacional-, se refiere al nivel de compromiso, a la cultura de trabajo en equipo, así como la calidad moral de los integrantes.
- c) Determinar las fuentes y disponibilidad de información, si es primaria (obtención directa mediante encuestas, entrevistas, registros en campo, etc.) o secundaria (adquisición mediante referencias, ya elaborada en medios digitales o impresos, etc.) y definir las instituciones más adecuadas que puedan suministrarla. La disponibilidad se refiere al acceso a la información, facilidad para obtenerla, lugar donde se encuentra y los requerimientos administrativos, legales o económicos para su obtención.

La información obtenida y analizada en todo el proceso de formulación y gestión del plan debe ser integrada en la base de datos de un sistema de información geográfica, que a su vez debe insertarse en un sistema de información creado específicamente con fines de ordenamiento territorial o en el contexto de un sistema de información general de planificación de la administración pública en su conjunto, lógicamente con fines de seguridad e integridad.

A continuación se describen en líneas generales las principales funciones asociadas con el manejo de la información a lo largo del proceso de ordenamiento territorial:

Durante el diagnóstico. Se utiliza para identificar los componentes que permitirán caracterizar al sistema y los subsistemas territoriales, definiendo las estructuras y sus interacciones, así como el sentido y la magnitud de las influencias que se ejercen. Asimismo es posible definir el sistema de variables (en el entendido de que cada una de ellas permite describir como funciona un solo componente) y su comportamiento para determinar dónde y cuándo existe un funcionamiento positivo o negativo para el sistema, para su posterior reintegración global, con el auxilio de los métodos de análisis-síntesis. No obstante que el análisis cualitativo de los problemas detectados es útil, no es suficiente ya que todo proceso sistemático de planificación supone el estudio de información cuantitativa. Asimismo debe establecerse una jerarquización de los problemas por orden de prioridad para su solución.

Durante el pronóstico. Una vez que se cuenta con la información básica necesaria para conocer los elementos y su comportamiento, así como las propiedades del sistema en su conjunto, resulta indispensable el manejo de técnicas estadísticas para estimar el probable comportamiento de las variables a futuro (proyección de variables), lo que se busca es conocer el comportamiento actual de las variables más significativas para monitorear su evolución espacial y temporal. Para esto es fundamental que existan series cronológicas (históricas) de los datos geográficos y estadísticos, lo cual no es común en los países subdesarrollados.

Configuración de la imagen. La imagen no se diseña de una vez en definitiva, es indispensable afinarla sobre la marcha misma del proceso a través de aproximaciones sucesivas. Consiste en el monitoreo constante del comportamiento de las principales variables e indicadores sobre el estado de funcionamiento del sistema territorial en su conjunto o de los diferentes subsistemas, además, en aportar los fundamentos para el mantenimiento de los componentes que funcionan en condiciones de estabilidad, del avance para superar las deficiencias de los que constituyen problemas prioritarios, y del mejoramiento de los que inicialmente ya funcionaban bien conforme a las condiciones previstas para el modelo de futuro deseable.

Delimitación de la estrategia. Consiste en la definición de los recursos factibles de ser utilizados y su manejo más racional y eficiente, orientado con todo rigor para que se cumplan los objetivos planteados, esto permite concatenar el diagnóstico con la visión a futuro. En este sentido, el ordenamiento territorial como una forma básica de planificación debe ser un proceso integral y sistemático, estratégico y prospectivo. En cuanto al manejo de la información, estos atributos deben abarcar e integrar a las tareas de investigación, las académicas, así como a las relacionadas con la administración pública y los servicios privados, e inclusive las denominadas de "autogestión" de los grupos de población.

La producción y el manejo de información para la planificación y el ordenamiento territorial deben funcionar como procesos cíclicos y a la vez evolutivos, esto quiere decir que, han de ser constantemente evaluados en los planes de corto, mediano y largo plazo, como ya se dijo, bajo un enfoque estratégico y prospectivo.

3.2. Fuentes de información geográfica y estadística

Existe una gran cantidad de métodos y técnicas para la recolección sistemática de información, muchos de los cuáles se apoyan en las modernas tecnologías de percepción remota y telemetría, es decir, observación y medición a una distancia determinada de los objetos de estudio, de manera informatizada y semiautomatizada; dichas tecnologías han sido englobadas bajo el rubro de "tecnologías de información geográfica", las cuales integran un área con un enorme desarrollo

durante las últimas décadas, que han cambiado radicalmente las formas de adquisición y tratamiento de la información. Las formas que se tratarán en éste apartado pueden ser caracterizadas porque generalmente se aplican en campo, de forma directa a los individuos que integran a las poblaciones humanas objeto de estudio y con una amplia predominancia se efectúan en formato analógico para después transformar la información al formato digital. Para que dicha información sea útil con fines de planificación y ordenamiento territorial deberá ser tratada de manera sistemática, es decir organizada, continua y consistente, con base en métodos científicamente fundamentados como son los censos, los conteos, las técnicas muestrales, los estudios de casos típicos y la experimentación numérica, por ejemplo.

No obstante que, en la literatura sobre planificación (planeación o planeamiento) –al menos en Latinoamérica-, frecuentemente no se ha considera a la información geográfica directamente relacionada, o bien, con el nivel de importancia necesario para esos fines, como ha ocurrido tradicionalmente con la información social y demográfica, la económica y la política; en éste trabajo se incluirá como un elemento igualmente importante, pero se tratará con mayor amplitud en el tema que incluye las formas de levantamientos terrestres y la percepción remota, porque mediante sus métodos y técnicas ahora se realizan éstas actividades sistemáticamente y con gran eficiencia, desplazando progresivamente (aunque nunca de manera total) al trabajo manual. Entonces, es evidente que la información geográfica debe formar parte sustancial del conjunto de la información útil e indispensable para los fines de la planificación, y más aún, para los trabajos específicos del ordenamiento territorial. De hecho, aquí se considera que, toda clase de información que está referida al espacio geográfico (la superficie terrestre y su entorno cercano, hasta donde se extiende la influencia de las actividades del hombre), es información propiamente geográfica.

Con base en Núñez (1992), a continuación se describen las características de las técnicas tradicionalmente más utilizadas para el levantamiento (recopilación) de información con fines de planificación.

a) Los censos

Constituyen una indagación completa, sobre las variables que interesa investigar, de los elementos que componen una población claramente definida. El conocimiento censal de una población asegura la posibilidad de obtener datos fehacientes, siempre que no se cometan errores en la recopilación y en el tratamiento del conjunto de datos. En general es muy difícil que un censo, sobre todo cuando la población es muy amplia y diversa, esté exento de algunos errores. Mientras estos no distorsionen significativamente las características reales de las poblaciones censadas, pueden obviarse desviaciones razonables respecto de los valores considerados como verdaderos.

Constituyen las desventajas más serias de este método, el elevado costo que significa trabajar con volúmenes de información muy grandes y la demora consiguiente en obtener resultados concretos. Sin embargo, son indispensables las investigaciones censales, pese a estas desventajas, por lo menos cada cierto número de años, para posibilitar la utilización de otros métodos durante los períodos intermedios y para disponer periódicamente de información completa sobre las mismas poblaciones.

b) La técnica muestral

Se entiende como una indagación parcial sobre las variables que interesa investigar, de los elementos que componen una población. Es parcial, puesto que se considera una fracción, una muestra, de la población; sin embargo esta fracción poblacional debe ser calificada por su representatividad, es decir, debe asegurar que refleja, con alguna aproximación, las características poblacionales que interesa investigar. Este método debe ser considerado como un complemento de los levantamientos censales, es complemento en un doble sentido: para intercalar estimaciones entre los períodos censales y para desglosar y agregar otras variables a las investigadas por métodos censales.

Sus grandes ventajas radican en el costo que, en general, es muy inferior al de un censo, en la oportunidad con que se entregan las estimaciones, y también en la posibilidad de realizar indagaciones exhaustivas sobre fenómenos concretos. Tal vez la mayor desventaja de esta técnica la determine la necesidad de trabajar con márgenes de probabilidad inferiores al 100 por ciento, es decir, sin la certeza absoluta de que las estimaciones son válidas. Ahora bien, esta desventaja implica riesgos que, por lo general, tienen una probabilidad de ocurrencia inferior al 10 por ciento y muchas veces menor al 5 por ciento. Esta probabilidad puede ser tan pequeña como se quiera, pero su reducción tiene como contrapartida un crecimiento del tamaño de la muestra. El objetivo es trabajar con probabilidades pequeñas de error y con un tamaño de muestra que no hagan prohibitiva la investigación por razones de costo y tiempo.

c) Estudios de casos típicos

Puede considerarse este método como un límite de muestras pequeñas dirigidas. Consiste en seleccionar algunos elementos representativos de grupos homogéneos de la población estudiada. El análisis de estos casos, que constituyen elementos importantes en el estudio completo de la población, puede proporcionar información que aunque incompleta, represente por lo menos un punto de partida para indagaciones más precisas. Este método debe ser interpretado como una investigación preliminar, como una prueba de factibilidad de posteriores investigaciones muestrales o censales. Sus ventajas en materia de costo y tiempo son evidentes, y su mayor desventaja estriba en el hecho que incorpora cierta dosis de arbitrariedad en la calificación de lo que es un caso típico o representativo; pero, su principal aplicación responde a su factibilidad. Se pueden considerar por ejemplo, diferentes alternativas de impuestos progresivos y exenciones, si se seleccionan algunos casos representativos: familias de un obrero no calificado, de uno calificado, de un empleado público, de un empleado particular, de un profesional, de un gerente, de un rentista, etc., en cada uno de estos casos podrá probarse cada una de las alternativas planteadas. Algunas de ellas serán fácilmente descalificadas y la discusión puede llegar a circunscribirse a muy pocas alternativas. Una pequeña muestra puede dilucidar la discusión cuando el número de alternativas se ha reducido. Es necesario admitir que este método supone algún conocimiento realista de la población para elegir los casos realmente representativos.

d) Experimentación numérica

El surgimiento y la utilización generalizada de las computadoras y los medios electrónicos permiten la posibilidad de elaborar tanteos así como pruebas de ensayo y error, con una velocidad extraordinaria, empleando un conjunto numeroso de alternativas. Para las tareas de planificación (en general) a corto plazo, disponer de una descripción detallada del funcionamiento del sistema o cualquiera de los subsistemas constituye una herramienta de gran utilidad. Las descripciones detalladas suponen que se dispone de una extraordinaria cantidad de información, para ello se hace necesario destinar una buena cantidad de tiempo y esfuerzo a la recopilación de datos, aunque sean aproximados, que permitan alimentar el modelo que representa la formalización matemática de las ideas que se tengan respecto al funcionamiento del sistema en su conjunto. Las relaciones del modelo, de definición y comportamiento implican una enorme cantidad de parámetros, muchos de ellos desconocidos; por ello una alternativa podría ser el intento de reproducir la historia reciente a través del modelo.

3.3. Naturaleza de la información geográfica

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Un hecho fundamental que es necesario conocer con anticipación al desarrollo de un estudio sobre un territorio específico consiste en precisar la naturaleza de la información a utilizar, es decir, información esencialmente espacial. Además de la posibilidad y capacidad del ser humano para obtener información sobre el territorio y los fenómenos que se producen y desarrollan sobre él de manera directa, estableciendo contacto con sus elementos (suelo, rocas, aire, agua, poblaciones animales y vegetales, etc.), dispone de órganos sensoriales que permiten detectar a distancia las condiciones o estado del entorno, o sea, "sentir remotamente"; por supuesto que, mucho de lo que percibe depende de factores fisiológicos (como la agudeza y el estado de salud de los sentidos),

psicológicos (referidos al estado de conciencia, la capacidad cognitiva, los sistemas de pensamiento, etc.) y físicos (condiciones ambientales y geometría de observación, naturaleza de los objetos sentidos, distancia, etc.). Además, las percepciones humanas del mundo real implican procesos cognitivos tales como la descripción, comparación, selección, generalización, análisis y síntesis, los cuales permiten generar información que puede ser compartida y usada por otras gentes diferentes a sus creadores. Las representaciones físicas de esta información, esto es, los datos, constituyen modelos de los fenómenos "observados". Así, una colección de datos (el banco de datos o la base de datos) es un depósito físico de variadas "vistas" del mundo real, representando nuestro conocimiento sobre el mismo en un determinado lugar y momento.

Con el fin de incrementar el grado de percepción de sus órganos, el hombre ha tenido la necesidad de diseñar, construir y operar instrumentos sensibles a las diversas formas de energía como la acústica y la electromagnética. No obstante que desde hace un tiempo considerable, la percepción remota (o teledetección) ha sido parte importante en la producción de información cartográfica y geográfica, ahora se ha hecho indispensable debido al moderno desarrollo de las telecomunicaciones y al procesamiento electrónico de datos, (Robinson, et. al. 1987; Chuvieco, 1996). Lo anterior ante la necesidad de producir y utilizar cantidades crecientes de información de manera sistematizada (estructurada, organizada, integrada, etc.).

Tal como se ha señalado, en este documento, se analizan las propiedades fundamentales del espacio y del territorio, desde el enfoque de la geografía, por ser ésta disciplina la que ha abordado de manera constante tales conceptos dentro de su cuerpo de conocimiento. Al respecto, Cebrián (1992) ha hecho un señalamiento muy importante, afirmando que existe una propiedad fundamental de los elementos que son objeto de la geografía, es decir, su espacialidad, que no comparte con las entidades que otras ciencias afines consideran. Lo cual no quiere decir, de modo alguno, que la geografía se reduzca al estudio de la distribución espacial de determinados fenómenos o al análisis de la localización de elementos específicos y de sus relaciones espaciales.

Por otra parte, para Gutiérrez y Gould (1994): todos los fenómenos (o procesos) estudiados por la geografía están indisolublemente ligados a un sistema espacial de referencia terrestre. De hecho la información geográfica tiene características únicas, y su recolección, compilación y análisis presenta problemas únicos: la realidad representada por la información geográfica es frecuentemente continua y siempre infinitamente compleja, por lo que tiene que ser discretizada, abstraída, generalizada o interpretada para su posterior tratamiento y análisis.

Hay que señalar una tendencia reciente, consistente en que diversos autores renombrados, que han tratado sobre la naturaleza del espacio, del territorio y de la información propiamente geográfica, basan ahora sus aportes en la gestión de la información espacial, dentro del contexto moderno de las tecnologías de información geográfica en general, y de los sistemas de información geográfica en particular, proceso que favorece la integración y el desarrollo teórico y práctico de métodos, técnicas e instrumentos, que frecuentemente se aplicaban de manera aislada, más o menos imprecisa y lenta, al respecto cabe citar a Bosque, *et al.*, (1988); Cebrián, (1992); Laurini y Thompson (1992); Aronoff, (1993); Gutiérrez y Gould, 1994; De Mers, 1997; Burrough y Mc Donnell 1998; Longley, *et al.* 2001).

En el contexto de los sistemas de información geográfica ya es común, para el tratamiento de un determinado problema/sistema, su descripción en términos de elementos, propiedades y conjuntos. Los elementos son siempre entidades simples (no tienen partes) y presentan una serie de características o atributos. Además, los elementos que poseen características semejantes pueden ser agrupados (clasificados) en conjuntos.

Cebrián (1992) se plantea las siguientes preguntas básicas sobre los objetos geográficos: ¿qué es un objeto geográfico?, ¿qué permite distinguir un objeto geográfico de otro que no lo es?, en

primer término su carácter espacial: los objetos geográficos tienen dimensión, localización sobre la superficie terrestre, extensión y relaciones espaciales. En concordancia con lo anterior, todo sistema de información geográfica asume que la estructura de cualquier nuevo tipo o clase de objetos incluye su descripción espacial, no permitiendo la definición de clase alguna que adolezca de dichos atributos, en otras palabras, la georreferenciación de los elementos es indispensable en este contexto espacial. Los objetos geográficos se agrupan en tres grandes categorías: puntuales (sin longitud ni área), lineales (con longitud y sin área) y superficiales (con área); en síntesis, todo objeto geográfico tiene dimensión superficial; el manejo de la escala (mediante operaciones de ampliación/reducción) hace aparecer o desaparecer los objetos de un mapa específico. Más recientemente, el desarrollo de tales sistemas ha hecho posible la visualización y análisis del terreno en tres dimensiones, incorporando operaciones con la variable Z (altura), a través de los modelos digitales de elevación. Asimismo, la clasificación más genérica de los datos espaciales es puramente topológica (la forma más general de geometría). En ella se prescinde de todo criterio de diferenciación (forma, tamaño, atributos temáticos, etc.) que no sea el número de sus dimensiones. Desde un punto de vista topológico se distingue únicamente entre datos puntuales (0-dimensionales), datos lineales (1-dimensionales), datos superficiales (2-dimensionales) y volúmenes (3-dimensionales), (Bosque, *et al.* 1988).

Al respecto, un concepto fundamental en el estudio del territorio son las unidades de observación. Tanto en las ciencias físico-naturales, como en las sociales existen unidades de observación u objetos sobre los que se efectúan mediciones, la geografía no es ajena a esta situación general. Pero lo que diferencia más específicamente a la geografía y a sus datos de lo que ocurre en otras disciplinas, es la circunstancia de que el soporte (la unidad de observación) de los datos geográficos está localizado en el espacio, lo que constituye una cuestión esencial del enfoque analítico de la geografía y de las propiedades de los sistemas de información geográfica. Así, en geografía la medición de ciertos atributos temáticos se efectúa sobre unidades espaciales, sobre individuos geográficos (Gutiérrez y Gould, 1994).

En forma complementaria a lo dicho, y de acuerdo con Laurini y Thompson (1992), en cuanto a la base material, los niveles de apreciación y los procesos cognitivos implicados, en la mezcla de datos contenidos en la realidad hay muy diversos orígenes conceptuales y formas. Los datos pueden ser agrupados de la siguiente manera:

1. Reales: las condiciones del terreno o las construcciones a través de la observación directa.
2. Capturados: registrados mediante dispositivos físicos, tales como sensores electrónicos y cámaras de filmación; por ejemplo, señales sísmicas, impresiones analógicas e imágenes digitales del paisajes.
3. Interpretados: implicando alguna intervención humana como bocetos o croquis de paisajes, un cuestionario, entrevistas e informes técnicos, o la escritura en libros.
4. Codificados: como los mapas de papel, datos digitales sobre la profundidad de océanos o resúmenes estadísticos para niveles de ingresos medios.
5. Estructurados u organizados en alguna forma: tales como tablas en reportes censales o datos en sistemas de información geográfica.

3.3.1. Formas de representación de la información geográfica

No obstante que existen muy diversos recursos gráficos y métricos para la representación de las formas en que se manifiesta la realidad, la información propiamente geográfica ha sido necesaria y tradicionalmente representada en mapas, los cuales han abarcado los temas más diversos,

iniciando por el mapa base (el que plasma los límites, la extensión y la configuración del terreno de la manera más fiel posible, la infraestructura y los centros de población), así como los relacionados con fenómenos (geológicos, climáticos, edáficos, etc.) susceptibles de ser representados en un sistema de referencia espacial, produciéndose en consecuencia los mapas temáticos (Robinson, *et al.*, 1987; Lorenzo, 2001). A continuación se muestra gráficamente la secuencia en que la información del entorno es transformada en información geográfica y cartográfica.

TESIS CON
 VALLA DE ORIGEN

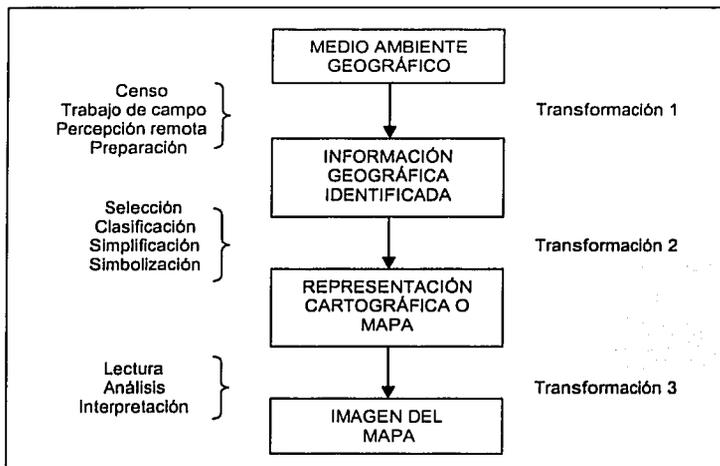


Figura 3.1. Transformaciones fundamentales de la información en cartografía. (Fuente: Elementos de cartografía. Robinson, *et al.* Omega; España, 1987).

La cartografía puede definirse sencillamente como el conjunto de métodos y técnicas para la representación total o parcial de la superficie terrestre, efectuando la transformación de los elementos del geoide en un plano a escala reducida, se aplica a cualquiera de sus entornos (terrestre, marino y aéreo) y basa su fortaleza en la utilización integrada de los métodos, técnicas, herramientas y productos de disciplinas tales como la geodesia, la topografía, la geofísica, la percepción remota, etc. La expresión cartográfica resulta de la producción sucesiva o simultánea de imágenes significativas compiladas. El lector percibe a la vez el conjunto de tales imágenes conjugadas, como parte de sus funciones fisiológicas y cognitivas, o bien, con la ayuda de instrumentos óptico-mecánicos y óptico-electrónicos. Las formas de representación básicas que produce la cartografía son los mapas o cartas geográficas, que con el apoyo de los recursos geométricos, gráficos y estadísticos permiten generar además los cartogramas y los cartodiagramas, que constituyen valiosos instrumentos de apoyo para la planificación y el ordenamiento territorial en todas sus etapas, en virtud de la posibilidad de disgregar analíticamente las expresiones de los fenómenos y los problemas territoriales en sus componentes principales, y una vez procesados, volver a integrarlos sintéticamente, siempre relacionados con un sistema compuesto por unidades espaciales de referencia.

Algunos datos históricos que es útil destacar aquí, se refieren a las cuatro revoluciones que ha experimentado en su desarrollo la producción cartográfica, de acuerdo con Robinson, *et al.*, (1987), y son las siguientes: la elaboración manual, la basada en medios óptico-mecánicos, la que utiliza los principios fotoquímicos y la electrónica.

- Tecnología manual. Los procedimientos artesanales de cartografiado dominaron el periodo más largo registrado en la historia de la cartografía. Los únicos instrumentos disponibles eran cepillos, plumillas o estiletes, utilizados para trabajar sobre papiro, seda, pergamino e incluso arcilla o metal. Los mappae mundi en miniatura de los manuscritos ilustrados medievales y las cartas portulanas

posteriores son algunos ejemplos. La imprenta vino a complementar al trabajo manual, a su vez se incorporaron los grabados en madera, y la impresión mediante placas de cobre continuaron con la tradición manual. A los grupos de artesanos cartógrafos crecientemente especializados se unieron los litógrafos y los grabadores en cera, en el siglo XIX. En la actualidad, en lugar de desaparecer, ante la introducción de nuevas tecnologías, los métodos manuales se han incorporado siendo adaptados a las nuevas tendencias.

- Tecnología óptico mecánica. La segunda generación de innovaciones tecnológicas de gran importancia para la cartografía incluye las aplicaciones de los principios de la óptica y la mecánica, muy estrechamente relacionados con la llamada revolución industrial. Los lentes realizan mucho el trabajo y han mejorado la precisión de las operaciones de transferencia de imagen. La potencia de las máquinas aumentó y mejoró la potencia músculo-esquelética humana, el resultado fue un gran incremento de la velocidad y de la eficiencia en el proceso de elaboración de mapas, unido a una considerable reducción en los costos. La tecnología mecánica fue adaptada mayoritariamente, abarcando desde las máquinas grabadoras para la reproducción de líneas paralelas muy juntas hasta las prensas mecanizadas.
- Tecnología fotoquímica. El desarrollo de la litografía y la fotografía, así como la aplicación de las técnicas del aguafuerte en la elaboración de mapas, a principios del siglo XIX estimularon la tercer gran revolución en la historia de la cartografía. La litografía que en principio se llamó impresión química, produjo copias a partir de una superficie plana, aprovechando la propiedad de la repulsión mutua del aceite y del agua para formar una imagen impresa. La fotografía, aplicada por vez primera en la elaboración cartográfica a mediados del siglo XIX, tuvo rápidamente un importante impacto en esta especialidad. La fotografía comenzó a aplicarse de manera más consistente a finales del mismo siglo y comúnmente se denominó percepción remota del medio, proporcionando a los cartógrafos una nueva forma de mapa, el fotomapa. A partir de entonces la variedad de usos de este mapa basado en la imagen parece ilimitada. El proceso fotográfico también proporcionó a los cartógrafos una técnica nueva y poderosa para las tareas de preparación, producción y reproducción de mapas que se realizan en laboratorio. Importa destacar que los componentes básicos del proceso fotográfico son similares tanto en la percepción remota (de campo) como en las aplicaciones de laboratorio. Debe existir un objeto a fotografiar, una fuente de iluminación, un soporte sensible a la luz, un dispositivo para el control de la exposición y un medio para el revelado químico de la imagen fotográfica. La técnica fotográfica asociada al posterior desarrollo de plataformas para la instalación y transportación de los sistemas sensores ha permitido producir –hasta ahora- la más grande cantidad y calidad de mapas sobre la superficie terrestre y sus recursos.
- Tecnología electrónica. La cartografía comenzó a interactuar con la electrónica a principios de la década de 1950 y la revolución tecnológica producto de su desarrollo e integración con la informática y las telecomunicaciones se extiende hasta ahora con intensidad creciente. Asimismo, para el diseño y la producción de mapas asistidos por computadora ha sido necesario el desarrollo e integración de los componentes comunes a cualquier sistema informático, es decir, el hardware y el software, así como los métodos y los procedimientos, la producción de datos y el personal especialmente capacitado.

En este contexto, los avances científicos y tecnológicos recientes han transformado radicalmente los métodos y procedimientos tradicionales para la producción cartográfica, teniendo como paso intermedio el diseño y la cartografía asistidos por computadora que han permitido efectuar dibujos y mapas computarizados, para transitar a los actuales sistemas de información geográfica y los sistemas para el procesamiento digital de imágenes.

Cabe destacar que, una forma de organización general de la información en el ámbito de los sistemas de información geográfica es la de capas o conjuntos sobrepuestos de mapas -o sea, una adaptación informatizada del proceso de compilación de mapas, propia de la producción cartográfica fotogramétrica-. Cada capa representa una generalización temática de los componentes de un proceso o tema básico, y puede incorporar diferentes tipos afines de información más específicos. Entonces, esta forma de organización, estructurada verticalmente en

capas, y horizontalmente para cada una de ellas en áreas o polígonos, constituyen los equivalentes digitales a las colecciones de mapas en papel.

A continuación se describen de manera sintética las principales características de los instrumentos geográficos (más que documentos), generalmente utilizados en la actualidad para la investigación, la planificación y la gestión del territorio, es decir, el mapa, el fotograma (fotografía aérea) y la imagen digital (aérea o satelital).

MAPA	FOTOGRAMA	IMAGEN DIGITAL
<ul style="list-style-type: none"> -Se integra a partir de un conjunto de imágenes compiladas y discretizadas. -Siempre debe estar relacionado con un sistema de referencias terrestres. -Está hecho en base a una proyección ortogonal. -Tiene escala uniforme en toda su extensión. - Es una representación geométrica correcta. - Se basa en una selección de objetos o elementos significativos . -Todos los objetos son representables, incluso los no visibles. -Los objetos aparecen desplazados de su posición real, el tamaño es diferente al real debido al proceso de generalización, exageración y simbolización. -Es una representación abstracta donde la leyenda es indispensable. -En general, es necesario redibujarlo para cambiar la escala. - El formato en que se produce tradicionalmente es analógico. 	<ul style="list-style-type: none"> -Es una imagen continua. -Tal como se obtiene tradicionalmente (sin el apoyo del GPS a bordo), no posee georreferenciación. - Se basa en una proyección central. -La escala varía en función de la inclinación de la plataforma y el sensor, así como de las diferencias de altura. -Representación geométrica incorrecta debido al desplazamiento causado por el relieve, así como por cambios en la inclinación y la velocidad del avión, distorsión de la lente de la cámara, etc. -Incluye todos los objetos visibles. -Los objetos aparecen desplazados y modificados por las deformaciones geométricas presentes durante el registro de la imagen. -Es una representación real de la superficie terrestre. -La escala se puede ampliar o reducir fotográficamente dentro de ciertos límites. - El formato en que se produce tradicionalmente es analógico. 	<ul style="list-style-type: none"> -Constituye desde su origen una imagen discretizada. -Tal como se obtiene no posee georreferenciación. -La escala y la representación puede variar en función de los movimientos del satélite o del avión. -Incluye las imágenes de todos los objetos en una amplitud espectral y radiométrica mayor que otros documentos. -Los objetos del terreno son deformados en proporciones prácticamente inaparentes. <p>Nota: Los aspectos señalados para éstas imágenes van a depender de: la resolución espacial, espectral, radiométrica, angular y temporal del sistema de teledetección). De igual manera tienen las siguientes ventajas sobre los mapas y los fotogramas: cobertura global, exhaustiva y periódica, perspectiva panorámica, observación y manejo multiescala; además contienen información sobre regiones no visibles del espectro, es posible la transmisión inmediata y su formato es originalmente digital.</p>

Tabla 3.2. Características relevantes de los diferentes tipos de documentos para la representación del territorio. (Elaboración propia).

Sobre este cuadro es necesario hacer las siguientes consideraciones: cada producto ha sido caracterizado en la forma en que se obtiene originalmente, no obstante que los recursos metodológicos y tecnológicos actuales permiten aproximar operativamente éstas alternativas, por ejemplo, ahora en muchos vuelos fotogramétricos los resultados son georreferenciados a bordo con tecnología GPS, y varias de las deformaciones son reducidas con el uso de equipo para la compensación automática de los movimientos del avión en el caso de la fotogrametría aérea; asimismo, una vez que los mapas y los fotogramas han sido digitizados (vectorizados o rasterizados) pueden ser procesados con muchas de las ventajas del tratamiento digital de imágenes; asimismo, tanto los sistemas de información geográfica como los sistemas para el procesamiento digital de imágenes contienen potencialidades cada vez más cercanas. Cabe señalar además que, una alternativa desarrollada recientemente es la videografía digital, que

permite la obtención rápida y económica de una serie continua de imágenes dinámicas del terreno, no obstante, la calidad métrica, espectral y radiométrica es deficiente, comparada con los fotogramas y las imágenes digitales.

Por otra parte, de acuerdo a las propiedades de cada documento o imagen, la tabla no representa estrictamente una revisión comparativa (uno a uno), sino, una caracterización basada en criterios generales a partir de las fuentes citadas, en los comentarios vertidos durante las entrevistas aplicadas a especialistas, y en la experiencia propia del autor. Otro aspecto de la mayor importancia se refiere a la necesaria evaluación concienzuda y debidamente informada de las necesidades reales y la disponibilidad efectiva de información geográfica y estadística para la institución u organización en el corto, el mediano y el largo plazos para los fines de la planificación y el ordenamiento territorial, ya que factores como la calidad, cobertura, periodicidad, nivel de detalle, etc., -asociados a las características señaladas en el cuadro-, tienen una gran importancia, lo cual evidentemente se reflejará en el consumo de recursos económicos, materiales, financieros y humanos, que puede conducir incluso a la improvisación.

3.3.2. Componentes de la información geográfica

A pesar de la enorme diversidad y complejidad de los datos obtenidos de la realidad espacial (territorial), así como de las formas de representarla, hoy se acepta en forma general que, los datos geográficos presentan tres componentes fundamentales: un componente temático (atributos), un componente espacial (localización) y un componente temporal (tiempo). Con base en Cebrián 1992; Laurini y Thompson, 1992; Puebla y Gould, 1994; Buzai, 2000; Longley, *et al.* 2001, a continuación se describen sus principales características:

3.3.2.1. El componente espacial

El componente espacial hace referencia tanto a la localización geográfica, y las propiedades espaciales de los objetos, como a las relaciones espaciales que existen entre ellos, como se explica a continuación:

- a) Localización geográfica. La localización geográfica o posición de los objetos en el espacio constituye la primera operación fundamental en el análisis geográfico, se expresa mediante un sistema de coordenadas, que debe ser el mismo para las distintas capas o estratos de información con los que se representa el área de estudio. En los casos en que ello sea conveniente, los modernos sistemas de información geográfica pueden realizar las transformaciones necesarias para pasar de un sistema de coordenadas a otro, lo cual por medio tradicionales representaba la aplicación de cálculos muy laboriosos.
- b) Las propiedades espaciales. Los objetos con que se representa la realidad tienen ciertas propiedades espaciales de acuerdo con su naturaleza. Así, entre las propiedades espaciales de las líneas figuran la longitud, la forma, la pendiente y la orientación. En el caso de los polígonos se pueden identificar la superficie, el perímetro, la forma, la pendiente y la orientación.

Es importante diferenciar entre las propiedades espaciales de las entidades del mundo real y las de los objetos que se utilizan para su representación cartográfica (Joly, 1979; Gutiérrez y Gould, 1994; Longley, *et al.* 2001); Una situación similar se presenta cuando se debe decidir qué objetos es posible o conviene representar en un mapa y cuáles no, el nivel de abstracción ocupa un lugar muy importante junto a la generalización dentro de la concepción y diseño de una representación adecuada de la realidad (Robinson, *et al.* 1987; Lorenzo, 2001).

En este sentido, una carretera se representa en el mapa mediante una línea con una determinada sinuosidad (forma), pero esa sinuosidad no es exactamente igual a la de la carretera que representa, en virtud del principio que se conoce habitualmente como generalización cartográfica. Por otra parte, una ciudad puede aparecer con mayor o menor nivel de detalle, o bien aparecer o no de acuerdo al nivel de abstracción, ambas situaciones estrechamente relacionadas con la escala del mapa. Cabe destacar que, actualmente el valor de la escala, uno de los conceptos más "sólidos" de la geografía y la cartografía clásicas ha sido "relativizado" en función de la influencia creciente de la denominada resolución espacial de los modernos sistemas sensores a distancia, así como de las funcionalidades de análisis espacial y despliegue de los sistemas para su manejo informatizado.

- c) Las relaciones espaciales. Los objetos espaciales mantienen ciertas relaciones entre sí, basadas en las propiedades del espacio. Se trata de un número importante de relaciones topológicas (como la conectividad, contigüidad, proximidad, etc.), por lo que no es posible que todas ellas sean almacenadas en un sistema de información geográfica.

Hay que establecer la diferencia entre relaciones topológicas (de tipo cualitativo) y las relaciones geométricas (calculadas a partir de las coordenadas de los objetos). Cuando se cambia la proyección de un mapa, las relaciones geométricas entre objetos se modifican (por ejemplo, las distancias y las superficies medidas sobre el mapa), pero en cambio las relaciones topológicas se mantienen (por ejemplo, la contigüidad). La topología expresa las relaciones espaciales entre los objetos de forma cualitativa: es decir, si dos polígonos son colindantes (contigüidad), si uno está contenido en el otro (inclusión), si dos líneas están conectadas (conectividad) etc. La topología es relevante no sólo cuando se trabaja con un sistema de información geográfica, sino también en el comportamiento cotidiano de los fenómenos y las personas en el mundo real.

3.3.2.2. El componente temático

Incluye toda la gama de temas asociados a las formas de representación sobre la fisonomía, la estructura y la dinámica de los fenómenos terrestres.

- a) La variación de los valores temáticos en el espacio y en el tiempo: los principios de autocorrelación espacial y temporal. Los objetos con los que se representan las variaciones que se producen en el mundo real poseen unas determinadas características que se conocen como atributos (o variables). Así, cada objeto registra un determinado valor para cada uno de los atributos considerados. Pero estos valores no presentan unas pautas de variación más o menos aleatorias, sino que es posible encontrar ciertas regularidades en su variación sobre el espacio y sobre el tiempo:

- Autocorrelación espacial. Los valores temáticos tienden a ser más parecidos entre objetos próximos en el espacio que entre objetos situados lejos los unos de los otros. Este principio general, conocido como autocorrelación espacial, es básico en geografía y en los sistemas de información geográfica, ya que implica la existencia de un cierto orden en el espacio.

- Autocorrelación temporal. Los valores temáticos no sólo cambian en el espacio, sino también en el tiempo, al igual que ocurre sobre el espacio, los cambios que se producen en el eje del tiempo tienden a ser graduales. Este principio es conocido como autocorrelación temporal, y hace alusión a que los datos próximos en el tiempo tienden a ser más parecidos entre sí que los más lejanos.

- b) Tipos de variables y escalas de medida. Las variables que constituyen la información temática de las unidades espaciales y que se utilizan para medir su comportamiento,

pueden ser de distinto tipo y estar medidas en distintas escalas. Este es un hecho importante que afecta tanto a la generación de mapas en un sistema de información geográfica como al tipo de análisis que se puede efectuar con esa información.

En este sentido, existen variables continuas y variables discretas, en función de los valores que pueden tomar; asimismo, hay variables fundamentales y variables derivadas, esta distinción hace referencia al proceso de elaboración de las variables, es decir, si la información se obtuvo directamente, o si fue procesada a partir de otra preexistente, ya elaborada.

Por lo que se refiere a las escalas de medida, se pueden diferenciar las siguientes en función de sus propiedades asociadas a la mayor aproximación entre el carácter cualitativo o cuantitativo, y pueden ser las siguientes: escala nominal, escala ordinal, escala de intervalo, una variación de la escala de intervalo es la escala de razón o proporción.

Las variables que están en escala de intervalo se denominan cuantitativas (por llevar asociado un valor numérico), mientras que las que se encuentran en escala nominal reciben el nombre de cualitativas (ya que en este caso sólo se especifica la pertenencia a una categoría mediante una etiqueta o carácter no numérico). En este punto es necesario precisar que, las escalas de medida superiores ofrecen una información más rica que las inferiores (es más precisa la información en escala de intervalo que en escala ordinal, y en ésta respecto a la nominal) y más posibilidades en cuanto a su análisis estadístico. Por ello siempre es posible pasar de una escala de medida superior a otra inferior, pero no al revés. El cambio de escala de medida no suele ser aconsejable, ya que lleva consigo una pérdida de información, pero en algunos casos es necesario para proceder a algunos análisis estadísticos que exigen que los datos estén en una determinada escala.

Todo esto es relevante ya que, en países como México, muy frecuentemente se encuentran disociadas (en la práctica) las funciones estadísticas y las geográficas de las instituciones, tanto a nivel organizativo como operativo, lo cual es una fuente permanente de introducción de errores; generando, por una parte, tablas estadísticas con una pobre referenciación respecto a los procesos espaciales subyacentes, y, por otra, la producción de mapas con escasos fundamentos en cuanto al procesamiento estadístico de la información.

3.3.2.3. El componente temporal

Es claro que el tiempo juega un papel fundamental en la geografía. Tal como se asentó antes, el mundo real sólo puede ser explicado a partir de procesos espacio-temporales. En este sentido, los alcances de la geografía en el estudio del espacio son mayores que los de la geometría, debido a que -como se señaló en el primer capítulo-, en la geografía el espacio está indivisiblemente unido al tiempo.

a) El cambio en los componentes espacial y temático. Las distribuciones espaciales se van modificando con el paso del tiempo. Todos los mapas actuales (en mayor o menor medida) presentan ciertas diferencias con respecto a otros de la misma región unos años antes, y así sucesivamente, a medida que se retrocede en el tiempo, de manera que se tiene un mapa para cada momento temporal. El tiempo lleva asociado el cambio, la transformación. Ese cambio puede afectar exclusivamente al componente temático, sin que se modifique el componente espacial. Pero los cambios habitualmente también afectan al componente espacial: pueden surgir nuevos elementos en el mundo real, ya sea por subdivisiones o por fusiones territoriales.

b) La representación de los procesos espacio-temporales. Los avances tecnológicos descritos han hecho posible la "dinamización y la relativización de la cartografía", es decir que, el mapa ha pasado de ser una representación estática y absoluta a una imagen dinámica y relativa, que el investigador o el planificador pueden cambiar según sus necesidades, esto favorece las posibilidades de modelización del comportamiento de los fenómenos y la generación de escenarios alternativos.

3.3.3. Problemas comunes de la información geográfica

a) Los problemas de medición. Es muy importante tener cuidado en el manejo de la información geográfica, ya que la medida de uno de sus componentes básicos (espacial, temático y temporal) sólo es posible estableciendo ciertas restricciones en los otros dos. Para esto se utilizan los términos de fijar, controlar y medir. Un componente se fija cuando se trata como una constante y se controla cuando se limita su variación. Sólo una vez que se fija un componente y se controla otro es posible medir el tercero. Cuando se trabaja con mapas, lo habitual es fijar el tiempo con un valor constante, pero la variable controlada puede ser la espacial o la temática, por ejemplo, cuando se analizan los datos de un censo de población, se fija la dimensión temporal (el año censal), se controla la variación de la dimensión espacial (las unidades territoriales) y se miden las características socioeconómicas (variables temáticas), procediendo a continuación al análisis basado en las herramientas estadísticas.

b) El problema de la unidad espacial modificable. Cuando se utilizan unidades de observación de carácter artificial (como las celdas de los sistemas raster), aparece un problema específico que recibe el nombre de problema de la unidad espacial modificable –en inglés, modified areal unit problem (MAUP)-. El problema reside en el hecho de que algunas unidades para la recogida de información geográfica son arbitrarias y artificiales, por tanto, sus fronteras no son naturales, ni fijas y pueden variarse sin ninguna dificultad. Pero los cambios en el trazado de los límites de esas unidades tienen grandes repercusiones sobre los valores alcanzados en ellas por una o más variables, sin que haya cambiado el valor subyacente del hecho temático. En condiciones extremas, se puede demostrar una cosa o la contraria con solo modificar ligeramente los límites de las unidades espaciales de referencia.

c) La recolección de información geográfica por medio del muestreo. Un tema importante referente al manejo de la información consiste en determinar cuánta es la información necesaria o útil para realizar un estudio sobre el territorio. No siempre es posible ni necesario efectuar un levantamiento exhaustivo de información en campo e incluso su recopilación a partir de información ya existente. Esta tarea depende sobre todo de la naturaleza, objetivos y alcances de cada proyecto.

Frecuentemente es necesario recurrir al trabajo de campo para obtener datos cuyo número potencial puede ser demasiado elevado, incluso infinito, por lo que un proyecto tendría que limitarse al estudio de una muestra. Esa muestra es seleccionada con el objeto de captar la variación espacial de un universo mucho mayor. Para asegurar que la muestra es representativa de ese universo, es necesario recurrir a las técnicas del muestreo espacial. En este caso las unidades muestrales (los elementos que se seleccionan en la muestra) son puntos (o cuadrados centrados sobre puntos) sobre los que se registran determinados atributos. Se trata en suma, de proporcionar una descripción lo más económica y lo más precisa posible de la distribución espacial de esa variable. En el fondo el muestreo espacial tiene sentido en tanto que se asume la autocorrelación espacial de los datos.

d) La calidad de los datos geográficos.

Los datos geográficos contienen siempre algún tipo de error, referido a alguno de sus tres componentes: El error puede ser considerado como la desviación (o distancia estándar) entre un valor medido y un valor real. En este sentido, el término exactitud se refiere a la proximidad de una observación respecto a su valor real. Este término no debe ser confundido con el de precisión, que se refiere al número de decimales con que se efectúa una medición. En principio es alcanzable la precisión que se desee, si bien en la práctica existe la limitación del número de bits que se utiliza para representar un valor en una computadora.

En cuanto a los elementos de la calidad de los datos. Se pueden diferenciar los siguientes:

- Exactitud posicional. Se refiere a la exactitud en la localización de los elementos sobre el mapa en relación con la posición que realmente ocupan en el espacio.
- Exactitud temática. Se refiere a la exactitud de los valores de los atributos. Cuando se trabaja con variables cuantitativas, como la altitud o el número de habitantes, se sabe que casi nunca la información es del todo exacta, ya que siempre existe un cierto nivel de error tanto en la medición de datos del medio físico como en las estadísticas oficiales de carácter socioeconómico. De la misma forma, cuando se utilizan variables cualitativas, como en el uso del suelo, se sabe previamente que existe un cierto nivel de inexactitud: un polígono industrial puede no ser industrial al 100% y un bosque de pinos puede no contener exclusivamente pinos en el 100% de su superficie.
- Consistencia lógica. Se refiere a las relaciones dependientes de la estructura de datos. |No |sólo debe haber consistencia lógica dentro de cada capa, sino también entre las distintas capas. Existen sistemas de información geográfica que generan topología, por lo que pueden detectar y corregir errores de este tipo.
- Temporalidad. Dado que el tiempo es un componente esencial de los datos geográficos, afecta a la propia calidad de los datos. En general la información debe ser lo más actualizada posible y toda ella estar referida a las mismas unidades temporales. Pero esto no siempre es posible, ya que con frecuencia se utilizan fuentes que son actualizadas en diferentes períodos de tiempo, como la cartografía oficial o los datos censales.
- Integridad. Ciertos criterios deben ser tenidos en cuenta durante todo el proceso de creación de la base de datos para que ésta sea coherente y homogénea. Esos criterios se refieren a cuestiones como qué elementos deben ser seleccionados, qué dimensiones mínimas deben tener para que sean incluidos, en cuántas clases se divide una variable nominal, cuáles son las definiciones de las clases, etc. El fijar y aplicar de forma adecuada estos criterios hace que la base de datos sea homogénea en su totalidad.

e) Tipos de errores. Los errores son consustanciales a los datos, ya que no es posible encontrar ni un mapa analógico ni una base de datos espacial sin errores. La cuestión que se plantea no es eliminar el error, sino ser capaces de medirlo y controlarlo. De hecho los errores pueden presentarse durante cualquiera de las etapas generales del manejo de la información (recopilación, almacenamiento, procesamiento, producción, análisis e interpretación de resultados); este problema depende básicamente de factores como los humanos, metodológicos, instrumentales y ambientales, así como del estado de avance de la ciencia, la tecnología y las formas organizacionales; esto hace indispensables los trabajos de investigación y desarrollo planificados para generar, adoptar (o adaptar) normas y procedimientos para el control constante de la calidad, ya que los errores metodológicos, las estrategias y el procesamiento inadecuado de los resultados

pueden resultar sumamente caros para la sociedad en virtud de los volúmenes de recursos que este proceso requiere.

3.4. Importancia de la estadística

Un hecho de importancia fundamental consiste en el entendimiento pleno sobre la estrecha relación de la estadística con la geografía, lo cuál parece muy obvio, pero la práctica indica que no lo es tanto; sobre todo cuando las aplicaciones más destacadas están orientadas al manejo integral y sistemático de la información para los fines del ordenamiento territorial y la planificación del desarrollo, es decir, la información más importante para un país debe estar referida a la estructura y la dinámica de la población humana, la infraestructura y el equipamiento necesarios para su bienestar, así como a la base territorial y los recursos necesarios para el desarrollo de sus actividades. Dada la relevancia del procesamiento de la información geográfica con base en la utilización de las herramientas estadísticas, a continuación se sintetizan sus aspectos más relevantes.

De acuerdo con Ebdon (1982), la estadística es una rama de las matemáticas aplicadas que se ocupa del análisis e interpretación de la información numérica, de manera que las conclusiones obtenidas de ella tengan un grado de confiabilidad especificado; pueden reconocerse cuatro funciones principales de la estadística: descripción, inferencia, prueba de la significación y predicción. De manera complementaria, se define a esta disciplina (según Infante y Zárate, 1990) como un conjunto de técnicas para la colección, manejo, descripción y análisis de información, de manera que las conclusiones obtenidas de ella tengan un grado de confiabilidad previamente definido.

3.4.1. Funciones básicas de la estadística

La estadística provee a la geografía de valiosos recursos metodológicos y técnicos para el manejo formalizado de la información, basados en principios con una plena consistencia lógica y algebraica, lo cual permite asegurar su manejo consistente y sistemático, aproximándose objetiva y racionalmente a la concepción, representación, análisis y síntesis, incluso modelización, de los procesos espaciales; aunque esto no quiere decir que, el manejo óptimo de la información geográfica deba ser exclusivamente cuantitativo. Con base en Ebdon (1982); Núñez (1992) e Infante (1990), a continuación se relacionan brevemente las funciones básicas de la estadística y sus fundamentos:

Descripción. La parte más antigua de la estadística está integrada por un conjunto de técnicas para la organización, presentación gráfica y cálculo de cantidades representativas de un grupo de datos: Esta parte de la estadística recibe el nombre de estadística descriptiva.

La cantidad de información y, al mismo tiempo, la cantidad de datos numéricos necesarios para el estudio del comportamiento de la información espacial aumenta a un ritmo acelerado. Para poder utilizar esta masa de información, se necesitan métodos que resuman grandes conjuntos de datos y proporcionen así, medidas concisas de sus características. La estadística descriptiva puede ayudar a cumplir este objetivo, tanto en relación a los conjuntos corrientes de datos, como a los datos propiamente espaciales.

Inferencia. La mayoría de los profesionales que trabajan con dicha información han de utilizar datos obtenidos de muestras (debido básicamente a información faltante o defectuosa, a la variabilidad o a la cantidad de información disponible) en lugar de la totalidad de los datos posibles sobre una situación concreta. Lo propio en un caso así, es suponer o asegurarse que la muestra es representativa del conjunto total de datos (la población) del cual se ha sacado. La estadística

inferencial ofrece la posibilidad, dentro de ciertos límites estrictamente definidos, de formular afirmaciones sobre las características de la población basándose sólo en datos reunidos a partir de una muestra.

Significación. Uno de los servicios más poderosos que la estadística puede prestar para estos efectos es ayudar a decidir si una diferencia o relación observada entre dos conjuntos de datos es significativa.

Un punto importante a subrayar es que la estadística inferencial y las pruebas de significación dependen mucho del concepto de probabilidad. La estadística en sí misma no puede formular juicios, no puede hacer inferencias sobre poblaciones a partir de las muestras, ni puede decir si una relación es significativa. Lo que puede hacer es proporcionar una información razonablemente objetiva sobre la cual basar los juicios de los científicos y los planificadores, que son por lo tanto e inevitablemente subjetivos. Los resultados aportados por la estadística pueden decir la probabilidad de que una relación sea significativa bajo ciertas condiciones concretas; también la probabilidad, bajo condiciones concretas, de que las inferencias formuladas a base de las muestras sean válidas.

Predicción. Un cuarto uso básico de la estadística consiste en aportar elementos para formular predicciones, o de hecho postdicciones, una predicción completamente precisa sólo es posible si está actuando algún proceso completamente determinista, es decir, un proceso que en idénticas circunstancias producirá siempre resultados iguales, los procesos termodinámicos en sistemas cerrados así como la aceleración debida a la gravedad son ejemplos de un proceso de este tipo; situación difícil de encontrar en el ámbito de las ciencias sociales.

Además es preciso señalar que, muy pocos procesos geográficos, o ninguno, son de naturaleza determinista. A menudo se comportan de modos diferentes en momentos diferentes, y raramente es posible estar seguros del resultado de un proceso aunque las condiciones estén cuidadosamente controladas. Sin embargo, y suponiendo que el proceso no sea enteramente aleatorio (o casual) es posible predecir el resultado de una combinación concreta de circunstancias dentro de ciertos límites, previa y claramente establecidos.

3.4.2. Importancia de los datos en la estadística

El término dato se refiere a las unidades de información dadas en forma numérica para su procesamiento estadístico. Un conjunto de datos organizados en forma tabular se denomina a menudo matriz de datos. Una matriz es equivalente a una ordenación tabular en lenguaje de programación de computadora. Es común en estadística denominar individuos a los elementos sobre los cuales se ha obtenido información. Por otra parte, el término variable se refiere a una característica (propiedad o atributo) que varía de un individuo a otro, es una función del espacio y del tiempo.

Como se ha expuesto, los tipos de variables y las escalas de medición constituyen conceptos estadísticos básicos asociados con el componente temático, es decir con el conjunto de atributos asociados a la información geográfica. La distinción entre escalas diferentes de medición tendrá siempre importancia puesto que las técnicas estadísticas concretas sólo pueden aplicarse a datos medidos en una escala concreta.

Por otra parte, las mediciones en una escala proporcional tienen todas las características de las mediciones de intervalo, pero con el rasgo adicional de que la razón de dos valores cualesquiera en una escala proporcional es independiente de la unidad de medición. La distinción importante se establece entre escalas nominales, ordinales y de intervalo. Los datos proporcionales pueden

tratarse estadísticamente y del mismo modo que los datos de intervalo. Una variable proporcional es también una variable de intervalo, por otra parte, una variable de intervalo no es necesariamente proporcional.

En cuanto a los conceptos de error y precisión, la estadística puede ofrecer una poderosa sensación de precisión: las respuestas pueden darse con cualquier número de cifras decimales. Sin embargo, las mediciones geográficas, especialmente en el campo de la geografía humana, donde la intervención de un número variable de factores subjetivos como en los estudios del comportamiento, están siempre sujetas a error. De igual manera, resulta fundamental no perder de vista el orden de precisión de los datos originales, el control de calidad durante su manipulación, así como durante la producción de los resultados y su representación, en función de los métodos y técnicas de recopilación y procesamiento determinados previamente durante la planificación del proyecto.

3.4.3. El concepto de probabilidad

La probabilidad es un concepto fundamental en estadística. Todas las pruebas estadísticas suponen el cálculo de probabilidades, directa o indirectamente. La estadística no se ocupa de certezas, sino de probabilidades. Nunca se afirma que una hipótesis estadística sea cierta o falsa, se dice la probabilidad de que sea cierta o falsa. Una definición concreta de probabilidad puede ser la siguiente: la razón del número de resultados favorables al número de resultados posibles cuando todos son igualmente probables.

Distribuciones de probabilidad. Se puede convertir una distribución de frecuencia en una distribución de probabilidad a base de sustituir la frecuencia absoluta de cada clase por su frecuencia relativa.

Combinación de probabilidades. No todas las probabilidades pueden calcularse de una manera sencilla. A veces resulta necesario combinar las probabilidades de dos o más sucesos o de dos o más resultados. El término "suceso" se utiliza en estadística referido a procesos como la tirada de una moneda o de un dado, o la extracción de un billete de lotería de dentro de un sombrero. Cada "suceso" tiene un "resultado" que puede o no ser "favorable". Existen numerosas distribuciones de probabilidad que son aplicables al análisis espacial (destacan, por ejemplo, la distribución normal y la distribución de Poisson).

3.4.4. La significación

La aplicación de cualquier prueba estadística supone varios pasos, cada uno de los cuales se ha de llevar a cabo correctamente para que los resultados de la prueba sean válidos. Estos pasos son: hipótesis, condiciones y prueba estadística.

Hipótesis. Cuando se estudia un problema se puede pensar que existe una relación aparente en los datos, puede parecer que existe una diferencia en la vegetación entre dos zonas de suelo diferente, o un aumento de la precipitación acuosa con la altura, etc. Si se busca que una investigación resista el análisis científico, ha de adoptar un método que pueda considerarse lo más objetivo posible.

Parte de este método consiste en formular la hipótesis a comprobar de modo muy claro. Esta hipótesis se denomina hipótesis nula. Supone que la relación aparente observada en los datos de muestra no es representativa de una relación en la población de donde provienen los datos. En otras palabras, la hipótesis nula es lo contrario de lo que al investigador le gustaría creer. Se define también una hipótesis alternativa. Esta hipótesis afirma que la relación aparente en los datos de muestra refleja de modo preciso una relación existente en la población.

Condiciones. Las pruebas estadísticas pueden dividirse por conveniencia en dos clases importantes: técnicas paramétricas y no paramétricas. Las técnicas paramétricas, o clásicas, imponen ciertas condiciones sobre la distribución de valores en la población de la cual se sacan las muestras. Los métodos no paramétricos, o de distribución libre, no imponen condiciones a la población.

Las técnicas paramétricas suponen la condición de que los valores de las muestras tienen una distribución normal. Se dice generalmente que una prueba paramétrica, utilizada en una situación donde se cumplen sus condiciones, es más potente que un método equivalente no paramétrico. Siempre se supone una condición importante en estadística inferencial, esta condición es que los datos de muestra proceden de muestras aleatorias. Puede considerarse que la palabra aleatorio significa imparcial.

La aplicación de la estadística inferencial a muestras que son parciales (no aleatorias) no es válida y puede producir resultados erróneos. La estadística inferencial tampoco puede aplicarse a datos referentes a poblaciones totales en lugar de muestras extraídas de ellas.

Otras limitaciones de las pruebas estadísticas se refieren a la escala de medición (nominal, ordinal o de intervalo) de los valores de muestra. En general, las pruebas paramétricas requieren variables que han de medirse en una escala de intervalo (o proporcional). Las pruebas no paramétricas son menos exigentes y pueden aplicarse a mediciones ordinales o nominales. La elección de una prueba concreta depende tanto de la naturaleza del problema, como de que puedan fijarse algunas condiciones sobre la distribución de los valores en la población. Hay que considerar también la escala de las mediciones de la variable.

Prueba estadística. Este tipo de prueba aplicada a un conjunto de datos implica el cálculo de un valor único llamado prueba estadística, la cual tiene dos funciones. En primer lugar, proporciona una descripción de la situación de muestra. En segundo lugar, permite evaluar la significación de una relación aparente en los datos de muestra.

El cálculo de la prueba estadística es a menudo una tarea laboriosa, sobre todo cuando no se dispone de una calculadora o de una computadora. Sin embargo éste cálculo, a pesar de que debe hacerse de modo preciso, seguramente es el paso menos importante en todo el proceso estadístico. Es mucho más importante comprender las limitaciones y condiciones impuestas a la prueba y saber apreciar sus implicaciones en la investigación en curso.

La prueba estadística da en su función descriptiva una indicación sobre la fuerza de una relación entre muestras, o entre variables dentro de muestras. De este modo, un valor bajo de una prueba estadística concreta puede indicar un pequeño grado de diferencia entre dos muestras, o bien, un valor elevado de otra puede indicar una relación fuerte entre dos variables. La segunda función de la prueba estadística depende del conocimiento que se tenga de su distribución de muestreo.

Distribución de muestreo. Cuando se aplica a una prueba estadística es la distribución de probabilidad de los valores de esta estadística en una situación tal, que la hipótesis nula sea cierta, es decir, según la hipótesis nula.

Un aspecto muy importante consiste en establecer los niveles de significación, es decir la probabilidad de que la hipótesis nula sea correcta. Para que una afirmación sea objetiva es esencial decidir el nivel de significación antes de llevar a cabo la prueba. Una vez definido el nivel de significación se debe encontrar el valor crítico de la prueba estadística.

Se debe destacar que, la elección de una prueba estadística concreta depende de la naturaleza del problema estudiado y de la naturaleza de los datos. Existen pruebas disponibles para resolver

toda una gama de situaciones: comparaciones entre muestras, relaciones entre variables, tendencias en el tiempo y en el espacio, etc. Sin embargo, muchas de las pruebas sólo son aplicables a un tipo de datos, tanto si son nominales como ordinales o de intervalo.

La elección de una prueba adecuada determina la hipótesis nula a formular. Esta hipótesis afirma que, la diferencia o la relación entre los datos de muestra, se ha debido únicamente a la acción del azar en el proceso de muestreo, y no refleja una diferencia o relación real en la población.

Las técnicas estadísticas aunque son muy variadas, con grados diferentes de complejidad y posibilidades variables de aplicación a la geografía, se pueden reducir a los siguientes grandes grupos:

Descripción: abarca las técnicas de centralización, dispersión y distribución de frecuencia. La estadística se ha aplicado principalmente a la elaboración de descripciones concisas y coherentes de conjuntos de datos, es decir que, unos cuantos números serán suficientes para sintetizar las principales características de un conjunto de datos, además de que sus métodos y técnicas se aplican por igual, independientemente del sujeto y el lugar.

Muestreo: no todos los métodos de muestreo son igualmente adecuados para escoger muestras representativas de una población. No obstante que existen muchos métodos de muestreo se pueden agrupar de la siguiente manera: puede haber métodos sistemáticos y aleatorios, así como métodos espaciales y no espaciales.

Comparaciones: la estadística comparativa puede explicar problemas relacionados con la magnitud, así como el nivel de significancia de las diferencias entre conjuntos de datos. En primer lugar proporciona una medida descriptiva de las diferencias entre conjuntos de datos, y cuando los datos se refieren a mediciones de muestras, la estadística descriptiva permite también formular inferencias sobre las diferencias entre las poblaciones de las que se han sacado las muestras.

La estadística comparativa, de igual manera, puede tratar tres tipos de situación: comparaciones entre un conjunto de datos y una distribución teórica de frecuencia, comparaciones entre dos conjuntos de datos y comparaciones entre tres o más conjuntos de datos.

Relaciones: la descripción de las relaciones existente entre dos variables medidas en una muestra común de individuos es una aplicación muy útil de la estadística, hay medidas sobre relaciones directas e inversas que proporcionan información sobre la fuerza y la dirección de una relación entre dos variables. Ejemplos de éstas técnicas son el coeficiente de correlación producto-momento o coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de correlación de rangos de Spearman.

Tendencias: se integra por un conjunto de técnicas para medir la forma de la relación entre dos variables, o sea, para medir la dependencia de una variable en relación a otra. Una buena parte de estos métodos consiste en ofrecer una descripción concisa de la forma de una relación entre dos variables, preferiblemente mediante una ecuación. Como ejemplos se tiene la regresión lineal simple y la regresión no lineal.

3.4.5. Métodos para la organización y presentación de los datos estadísticos.

Otro de los aspectos muy importantes que deben ser conocidos por quienes se relacionan con el manejo de grandes volúmenes de información para la planificación y el ordenamiento territorial, se refiere a los métodos para la organización y presentación de los datos. Una vez obtenidos los datos, y depurados si es necesario, el problema siguiente consiste en interpretarlos correctamente. Esto indica la necesidad de disponer de métodos que permitan organizar y presentar las

observaciones (unidades, datos, objetos) de tal forma que los aspectos más sobresalientes de las mismas sean rápida y fácilmente aprehensibles, en ocasiones éstos métodos ayudan a establecer hipótesis tentativas sobre la naturaleza y comportamiento del fenómeno que se estudia. De acuerdo con Infante y Zárate (1990), entre las propiedades de tales métodos se pueden relacionar las siguientes:

- a) Que proporcionen la máxima información contenida en los datos en forma rápida y fácil de visualizar.
- b) Que posean sencillez operativa.
- c) Que permitan presentar los datos de una manera estética.

Se pueden descubrir (o suponer) muchas cosas en principio sobre un conjunto de datos si se visualizan de alguna manera adecuada. Este proceso es muy necesario antes de pasar al análisis estadístico, porque puede obligar a no dejar de lado algunas de las peculiaridades o limitaciones más importantes de los mismos. También puede poner de manifiesto relaciones existentes entre los datos que son imposibles de ver dentro de una masa de cifras.

Los métodos para describir conjuntos de datos forman parte de la estadística descriptiva y se pueden categorizar en: métodos tabulares, gráficos y numéricos. A continuación se definirán los más utilizados.

Los métodos tabulares: para organizar conjuntos de datos, se utilizan ampliamente en todas las actividades que implican la organización y el manejo de grandes volúmenes de información (reportes científicos, informes técnicos, estados contables, finanzas, inventarios, censos, registros patrimoniales, etc.). La estructura de una tabla varía de acuerdo al nivel de complejidad, la cantidad y tipo de información, el tema, etc. Es importante precisar que un conjunto de datos estructurados en forma tabular se denomina a menudo matriz de datos. Frecuentemente se tiene la necesidad de presentar dos conjuntos de datos en una tabla que resuma la información contenida en ambos, para esto se utilizan las tablas de frecuencias de doble entrada.

Los métodos gráficos: son especialmente útiles para la representación de los datos geográficos, ya que siempre parten de establecer un sistema de referencia espacial, basado en ejes coordenados. Estas formas de representación denominadas gráficas son: diagramas de puntos, histogramas, polígonos de frecuencias, ojivas y representación gráfica de tablas de doble entrada.

Cabe destacar la importancia de la complementación de los fundamentos de la geometría con las herramientas de la estadística para el logro de la mejor representación de un conjunto de objetos u elementos, siempre se parte del posicionamiento de cada uno de ellos respecto a un sistema de referencia ortogonal que puede ser unidimensional, bidimensional (X,Y) o tridimensional (X,Y,Z), e inclusive representando en un plano adicional el tiempo (T).

3.5. La estadística espacial

Aunque en geografía se han aplicado una gran variedad de técnicas estadísticas a los datos reunidos a partir de una base zonal, sólo unas cuantas técnicas se utilizan regularmente para el análisis de la distribución espacial de estos datos.

Hay varias posibles explicaciones de esta situación. En primer lugar, está la falta de una teoría previa y de métodos de análisis estadísticos aplicables a distribuciones espaciales. Los mismos estadísticos no habían demostrado mucho interés por la estadística espacial en el pasado; por otra parte, en la geografía tradicionalmente no ha habido una aceptación plena ni la debida

preparación. En segundo lugar, muchas de las técnicas existentes son, por lo menos aparentemente difíciles de entender, y su utilización muy laboriosa. Además, es cierto que algunas de las técnicas espaciales más avanzadas no pueden aplicarse a problemas que superen un nivel trivial sin recurrir a una computadora (Ebdon, 1982), situación que afortunadamente se está superando en virtud de las poderosas herramientas puestas al alcance de la mayoría de los usuarios a través de conjuntos de programas especializados en el manejo estadístico de las bases de datos, e inclusive a través del reciente reforzamiento de las funciones elementales de análisis estadístico en los sistemas de información geográfica.

Asimismo, tal como afirman Gámir, *et al.* (1995), gran parte de la estadística espacial está basada en técnicas heredadas de la estadística descriptiva e inferencial. Quizá sean las medidas de centralidad las que muestren más fielmente esta afirmación. Esto confirma la subutilización que en el terreno de la geografía se ha dado al análisis numérico basado en las técnicas estadísticas, lo cual limita las posibilidades de aportar el rigor necesario durante el procesamiento de la información y la generación de resultados. Sin duda, existen importantes carencias en el manejo tanto teórico y conceptual como metodológico y operativo sobre los fundamentos de la estadística para el manejo de la información geográfica; hay por otra parte, plena coincidencia sobre la importancia que el manejo sistemático e integrado de la información estadística y geográfica tienen para los trabajos de planificación ordenamiento territorial.

A continuación se resumen los fundamentos respecto a las técnicas estadísticas básicas, aplicadas a la información espacial o geográfica.

a) La tendencia central en las estructuras puntuales.

En el terreno de la estadística descriptiva, cada una de las mediciones da una cierta indicación del valor "medio" en un conjunto de datos o del "centro" de una distribución de frecuencia. Cuando se trabaja con distribuciones espaciales, el concepto de "centro" es intuitivamente razonable, pero hay varias posibles maneras de calcular la posición de un centro, cada una de las cuáles dará un resultado diferente. Es importante entender que no existe una sola respuesta "correcta" al problema de hallar el centro de una distribución espacial. Cada medida tiene una interpretación diferente y hay que decidir la elección según la naturaleza del problema. Algunas de las formas básicas para determinar la tendencia central en las estructuras puntuales son: el centro medio, el centro medio ponderado, el centro mediano y el centro de desplazamiento mínimo.

b) Dispersión de las estructuras puntuales.

En estadística descriptiva estas medidas muestran la dispersión de los valores alrededor de algún tipo de promedio, las medidas de dispersión espacial informan sobre la dispersión zonal de los puntos alrededor de un centro. Dos técnicas de amplia utilización para medir la dispersión de los puntos alrededor del centro medio son la distancia "standard" y la Elipse de la desviación estándar.

c) Forma.

La medición de la forma es otro campo en el que la estadística es de gran ayuda para los trabajos geográficos. La forma es un concepto muy básico del cual el cerebro humano, y de hecho el de los demás animales, tiene una apreciación intuitiva; sin embargo, es muy difícil de cuantificar. Las imágenes visuales procesadas por el cerebro tienden a ser distribuidas dentro de unas cuantas categorías de forma. Son reconocidas formas elementales como círculos, triángulos, cuadrados y rectángulos, y las formas más complejas se agrupan en relación a estas categorías primitivas. Esto es de gran utilidad cuando se busca un estadístico conciso con el que medir la forma como variable continua. De hecho, sólo pueden cuantificarse algunas características concretas de la

forma. Es posible decir lo circular que es una forma, o lo cuadrado, o lo triangular, pero es imposible decir que una zona geográfica concreta tiene una forma de tantas "unidades de forma".

La característica de la forma que se mide más habitualmente es la compacidad. Se trata en realidad de una medida de la desviación de una forma en relación a la forma más compacta posible: un círculo. Un círculo es la forma más compacta en el sentido de que tiene el menor perímetro posible en relación al área contenida en su interior. Por consiguiente, una medida de compacidad sería la razón entre la longitud del perímetro de una forma y su área.

d) Estructura.

Puede afirmarse que la existencia de estructuras en la disposición espacial de los fenómenos sobre la superficie de la Tierra proporciona un estímulo fundamental para una gran parte de la labor geográfica. En esta disciplina se habla de "estructuras de asentamientos humanos", de la "estructura de utilización del suelo", de "estructuras de drenaje", "estructura de la tenencia de la tierra", etc. En cada caso, la palabra "estructura" supone algún tipo de regularidad espacial que, a su vez, se considera como indicación de la actuación de un proceso regular. Por lo tanto, el reconocimiento y medición de las estructuras tiene mucha importancia para el análisis espacial, aunque las técnicas para hacerlo estén poco desarrolladas.

Una técnica muy utilizada para la medición de estructuras es el análisis de vecindad. Esta es una técnica desarrollada por ecologistas botánicos, destinada específicamente a medir la estructura en función de la disposición de un conjunto de puntos en dos, o incluso, tres dimensiones. La técnica se basa en el cálculo de la media de las distancias entre todos los puntos y sus vecinos más cercanos. El análisis de vecindad se ocupa de encontrar la posición de una disposición espacial observada de puntos a lo largo de una escala de tipos de estructura. En los dos extremos hay estructuras agrupadas y dispersas, estando situada en algún lugar intermedio una disposición aleatoria. Por otra parte, el índice de vecindad proporciona una medida más concisa de la estructura en función de un solo valor. El índice de vecindad es simplemente la distancia media observada al vecino más cercano, dividida por la distancia media esperada al vecino más cercano.

e) Relaciones espaciales.

Una de las ramas de la estadística geográfica o espacial de más reciente desarrollo se ocupa de la variación a través del espacio. Las técnicas que incluye se utilizan para medir la variación de los valores de una variable sobre una superficie bidimensional. Hay técnicas disponibles para datos nominales, ordinales y de intervalo, y para datos referentes a puntos o a zonas.

Esta rama de la estadística se ocupa de lo que se llama autocorrelación espacial, la cual estudia la relación entre valores sucesivos de residuos a lo largo de una línea de regresión. Una autocorrelación fuerte significa que los valores sucesivos están fuertemente relacionados, que varían de un modo sistemático. La autocorrelación espacial es una extensión bastante simple de este concepto de dos dimensiones. Una autocorrelación espacial fuerte significa que los valores adyacentes o los valores próximos entre sí están fuertemente relacionados. Si los valores están dispuestos simplemente de modo aleatorio sobre una superficie, no debería aparecer ninguna autocorrelación espacial. Las pruebas derivadas de este concepto están destinadas a decidir si la disposición espacial de un conjunto de valores es o no aleatoria.

A continuación se describen de manera sintética algunos ejemplos entre las fuentes típicas de datos geográficos y estadísticos digitales, que actualmente pueden ser incorporados en un sistema de información geográfica para su manejo, orientado al aporte de información para generar decisiones sobre el territorio, esencialmente a través de las poderosas herramientas de análisis

espacial. De hecho, prácticamente toda la información factible de ser referida geográficamente puede ser incorporada en formato digital (raster y vector) en un sistema de tales características.

Tipo	Fuente	Detalles
Mapas base		
Marco de referencia geodésico	Muchas organizaciones cartográficas nacionales (NMOs)	Definición del marco de referencia, proyecciones de los mapas y transformaciones geodésicas
Mapa topográfico general	NMOs, NIMA y otras agencias nacionales: civiles y militares	Muchos tipos de datos en escalas detalladas y medias
Datos de elevación	NMOs, NIMA, EOSAT, SPOT Image, NASA	DEMs, contornos en niveles local, regional y global
Transportes	Gobiernos nacionales, GDT, NavTech, etc.	Carreteras/líneas centrales de calles, bases de datos a nivel nacional
Hidrología	NMOs y agencias gubernamentales	Bases de datos hidrológicos nacionales están disponibles para muchos países
Toponimia	NMOs y otras agencias gubernamentales	Gacetas de toponimias a nivel global y nacional
Imágenes de satélite	Proveedores comerciales y militares: Landsat, SPOT, IRS, etc.	Actualmente con muy amplios rangos de resolución espacial, espectral, radiométrica, etc.
Fotografías aéreas	Muchas agencias públicas y privadas	Las escalas varían ampliamente, de manera típica desde 1:500 hasta 1:20000; en blanco y negro, pancromática e infrarrojo
Ambiental		
Tierras húmedas	Agencias nacionales como el inventario nacional de tierras húmedas de los Estados Unidos	inventario gubernamental de tierras húmedas
Sitios de descargas tóxicas	Agencias nacionales de protección ambiental, como la US EPA	Detalles de miles de sitios de depósitos tóxicos
Eco-regiones mundiales	Fondos de amplitud mundial para la naturaleza (WWF)	Tipos de hábitat, áreas amenazadas, biológicamente sobresalientes
Zonas de inundación (desbordamiento)	Agencia federal para el manejo de emergencias (FEMA)	Áreas nacionales de riesgo de inundación
Socioeconómico		
Censos de población	Gobiernos nacionales	Típicamente cada diez años con estimaciones anuales
Clasificación de estilos de vida	Agencias privadas (como: CACI y Experian)	Derivados desde censos de población y otros datos socioeconómicos
Geodemográficos	Agencias privadas (como: Claritas y NDS)	Muchos tipos de datos, varias escalas y precios
Tenencia de la tierra y propiedades	Gobiernos nacionales	Calles, propiedades y datos catastrales
Áreas administrativas	Gobiernos nacionales	Obtenidas desde mapas generales de referencia, en escalas de 1:5000 a 1:750,000

Tabla 3.3. Fuentes de datos geográficos y estadísticos digitales que pueden ser importados para su manejo en un sistema de información geográfica (adaptada a partir de: Longley, P. *et al.* John Wiley y Sons; England, 2001).

3.6. Panorama actual en México

Es tal la dinámica impresa por el desarrollo científico y tecnológico sobre la sociedad, la economía y el territorio que, prácticamente ningún país ha quedado al margen de este proceso de globalización (no solo económica); en México, la dinámica de las innovaciones es muy fluida (aunque esto implica la presencia de importantes problemas relacionados con el manejo eficiente de grandes volúmenes de componentes e información), y ha propiciado a la vez, un intenso proceso de modernización de la administración pública, sobre todo por la cercanía y la

dependencia respecto a los Estados Unidos, los ajustes ante tales cambios han sido continuos durante la última década. "En la actualidad asistimos a un quinto modo de producción motivado por el avance tecnológico en los transportes y en el manejo de la información y las comunicaciones." (SEDESOL, *et al.*, 2001). Así, por ejemplo, el PNDU-OT pretende orientar la expresión espacial del proceso de desarrollo ligado a este quinto modo de producción, el cual se instrumenta con mayor intensidad desde la década de los noventa e involucra al capital humano, a las actividades productivas, al territorio de soporte y a los nuevos flujos de información.

En cuanto a los problemas relacionados con el manejo de la información factible de ser utilizada para los fines de la planificación y el ordenamiento territorial en México, se pueden caracterizar de acuerdo al contexto socioeconómico predominante en los países Latinoamericanos, es decir, en un entorno de subdesarrollo, donde los principales atributos de la información, que deberá ser precisa, oportuna, completa, coherente y adaptada a las necesidades específicas de cada usuario y de cada organización, se han caracterizado en la práctica, por la deficiencia o la ausencia de controles de calidad en su manejo; aunque vale la pena mencionar que, existe una creciente preocupación y participación en torno a estos problemas y se están haciendo importantes esfuerzos por parte de cada institución, de las comunidades académicas y de los grupos de profesionales.

En consecuencia, se han buscado alternativas a través del intercambio -formal e informal- de experiencias, datos e información, asesoría y capacitación, etc., proceso que por supuesto debería estar permanente y sistemáticamente dirigido por el INEGI, con fundamento en la Ley de Información Estadística y Geográfica vigente (D.O.F. del 30 de diciembre de 1980). Lo anterior a pesar de que los representantes y la publicidad de dicha institución han expresado de manera constante desde su creación, la importancia estratégica del manejo eficiente de la información estadística y geográfica para la planificación, el ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable del país, procesos en los cuales el INEGI debe desempeñar un papel fundamental e indispensable, (INEGI: 1975, 1976, 1979, 2000; UNAM, 2001). En contraste, hoy existen tareas esenciales pendientes como la actualización de los productos cartográficos analógicos, la normalización de la producción cartográfica en medios digitales y la seguridad relacionada con el uso y la distribución de la información.

A continuación se relacionan algunos aspectos relevantes con referencia al manejo de la información, de acuerdo con la postura del mismo INEGI (2000):

Sin lugar a dudas, el avance científico y tecnológico alcanzado durante el siglo XX, sobre todo durante sus tres últimas décadas han modificado radicalmente las formas tradicionales de abordar y realizar las actividades humanas. En el caso específico del manejo de la información se han reducido los tiempos para recopilar, procesar, almacenar y recuperar grandes volúmenes de datos, asimismo es posible realizar una amplia gama de combinaciones en el manejo de diversas variables, y en el estudio y la manipulación de situaciones hipotéticas que, sin el uso de los recursos actuales tecnológicos, sería imposible o muy difícil efectuar.

Actualmente se utilizan las nuevas tecnologías para generar información geográfica, las cuáles fueron incorporadas paulatinamente durante las últimas décadas, pero sobre todo en concordancia con el intenso proceso de modernización de los sistemas de administración del gobierno federal durante la década de los 90s. Entre dichas tecnologías se encuentran la percepción remota, la moderna fotografía aérea, la fotogrametría digital, el sistema de posicionamiento global y los sistemas de información geográfica y sus aplicaciones en la producción y actualización cartográfica dentro del marco del SNIG.

En cumplimiento de su misión, el INEGI coordina el SNIG, que tiene como objetivo emitir los criterios para concertar los trabajos geográficos que desarrollan las diversas entidades de la Administración Pública Federal y los gobiernos estatales, a fin de contar con información comparable, homogénea y oportuna, la cual ya validada metodológicamente, se integra al sistema. En este contexto el Instituto

es responsable de promover su desarrollo, así como de establecer las políticas, normas y técnicas que lo regulan.

El sistema comprende todos los procesos de captura, producción, organización, integración, análisis y presentación de la información geográfica nacional, dentro de un objetivo básico que persigue la aplicación de la tecnología avanzada y específica en el marco integral de la producción geográfica del Instituto. El SNIG dispone de herramientas de análisis que permiten obtener el máximo aprovechamiento de los datos existentes, los cuales se integran en una estructura conceptual predeterminedada que muestra la situación e interdependencia de los fenómenos económicos, demográficos y sociales, así como su relación con el medio físico y el espacio territorial.

Asimismo, la Base de Datos Geográficos (BDG) es el núcleo del sistema y comprende el conjunto de datos geográficos organizados en archivos gráficos y alfanuméricos, procedentes de los distintos componentes del propio sistema. Esta base debe incluir toda la información en las siguientes materias: topográfica, temática de recursos naturales, censal, catastral, etc., generada a la fecha por el INEGI, y la que se elabore, incluida la actualización permanente y la información de otras unidades productoras; Al respecto, se puede consultar sobre la existencia de la información básica para los fines del ordenamiento territorial, tanto en el inventario de productos y servicios geográficos del INEGI, como en el inventario de información estadística (INEGI, 2003). Es así que en la BDG convergen todas las actividades del SNIG, asimismo, constituye la instancia en que se almacenan los datos para el desarrollo de sistemas específicos de información geográfica. En la siguiente figura se esquematiza la estructura del sistema en cuestión.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

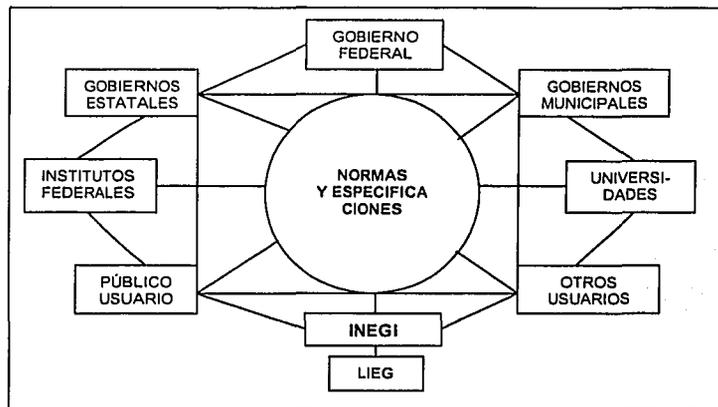


Figura 3.2. Sistema Nacional de Información Geográfica. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; México, 2000).

Es importante señalar además que, la Ley de Información Estadística y Geográfica y su Reglamento establecen las medidas orientadas a garantizar la integración del Sistema Nacional de Información Geográfica, bajo normas, principios y procedimientos que logren dar unidad, congruencia y uniformidad a los procesos de captación, procesamiento y presentación de la información geográfica y estadística. Los mecanismos que se prevén para lograrlo consisten en la conformación de dos órganos colegiados de participación, denominados: Comité Técnico Consultivo de Información Geográfica y Comité Técnico Consultivo de Estadística, los cuales se integran por el presidente del INEGI, los directores generales de Geografía y de Estadística, respectivamente; los titulares de las unidades productoras de información geográfica de: la administración pública federal, los poderes Legislativo y Judicial y las entidades federativas; asimismo, con la participación de invitados provenientes de instituciones sociales y privadas, así como de organismos autónomos, con lo cual se busca cubrir la participación, o al menos el conocimiento, por parte de un amplio conjunto de los sectores más representativos de la sociedad.

Por otra parte, hay que reconocer los esfuerzos que el INEGI ha efectuado durante sus tres décadas de existencia (considerando sus orígenes como DETENAL y DETENAP a finales de los 60s.), que van desde el inventario de los recursos naturales de México a través de la producción de los cubrimientos nacionales de cartografía básica y temática, así como la progresiva sistematización para el levantamiento de información en campo (a través de los métodos censales, las encuestas, el apoyo geodésico y topográfico terrestre, la verificación, clasificación y actualización cartográfica, etc.) y con el apoyo de los métodos y técnicas de percepción remota (fotogrametría y teledetección espacial), hasta el proceso de conversión digital a través de los intensos trabajos de escaneo y vectorización de su enorme acervo, debiendo destacar el proyecto reciente para la integración de bases de datos e infraestructuras de datos espaciales.

Esta situación actual se enmarca en la tendencia internacional del desarrollo de las infraestructuras de datos espaciales (IDE), que tienen por objeto desarrollar la posibilidad de observar en tiempo real información ambiental y humana a partir de bases de datos distribuidas, comunicadas o conectadas mediante una "Red de Información Geoespacial Global", donde el contenido de las bases de datos será producido, almacenado, actualizado y catalogado de manera uniforme y estandarizada para que los usuarios puedan consultarlas y explotarlas fácilmente. Para esto se asume la necesidad e importancia de la participación coordinada de múltiples organizaciones encargadas de generar, utilizar y actualizar datos geoespaciales (INEGI, 2000).

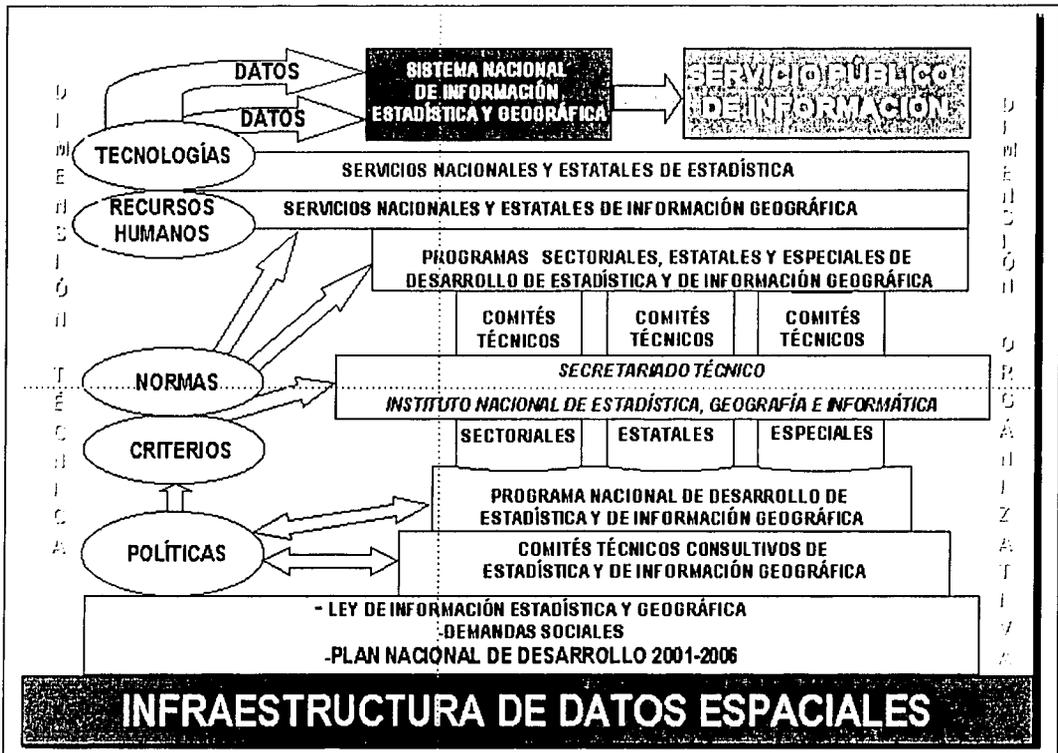


Figura 3.3. Modelo conceptual de la Infraestructura de Datos Espaciales de México. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; México, 2003).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En este proyecto se tiene previsto que, tales estándares abarcarán los equipos y programas de cómputo, de tal manera que se pueda hacer uso de los datos sin importar las características de tales recursos. Se aplicarán estándares internacionales al contenido de las bases de datos, su catalogación y los metadatos. Actualmente existen esfuerzos convergentes encaminados al establecimiento de esos estándares, por ejemplo, el Grupo de Trabajo sobre Estándares para Transferencia Cartográfica Digital de la Asociación Cartográfica Internacional (ACI), el consorcio de productores y desarrolladores denominado OpenGIS y varias instituciones oficiales y agencias no gubernamentales. El caso más destacado es el trabajo (National Spatial Data Infrastructure) del Comité Federal de Datos Geográficos (FGDC) de los Estados Unidos, que utiliza una sola nomenclatura y un conjunto común de definiciones y estándares, orientado a la creación de su infraestructura nacional de datos espaciales con un enfoque global; al respecto cabe destacar que, estos estándares son seguidos por otros países con México, específicamente al interior del INEGI.

No obstante lo anterior, la realidad indica una situación diferente, es decir, la normalización para la producción de información, en cuanto a las fuentes para su obtención, el control de calidad y cantidad, disponibilidad, oportunidad, procesamiento y presentación de los resultados en las diferentes instituciones gubernamentales de México está aún lejos de consolidarse; asimismo, el manejo estratégico de la misma obedece más bien a iniciativas internas de dichas instituciones o de grupos de trabajo y gremios profesionales, -esta situación ha sido reconocida por el mismo INEGI, aunque matizada por los avances del proceso de modernización y desarrollo en marcha-, pero no porque haya obligaciones reales con respecto a una normativa de observancia general que se respete y se cumpla.

Como una consecuencia estrechamente relacionada, recientemente se ha conformado el Grupo de Desarrolladores y Usuarios de Información Geográfica del Gobierno Federal (GDUIG), a iniciativa y con la participación casi permanente de las siguientes instituciones: Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA), Registro Agrario Nacional (RAN), Instituto Mexicano del Transporte (IMT), Secretaría de Educación Pública (SEP), Comisión Nacional del Agua (CNA), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Marina (SEMAR), Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Instituto Federal Electoral (IFE), Consejo Nacional de Población (CONAPO), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO), SAGARPA, Instituto Nacional de Ecología (INE); CENTROGEO, Consejo de Recursos Minerales (COREMI), Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA), INIFAP, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y el mismo INEGI.

Entre las tareas sustanciales que éste grupo ha abordado a partir de su formación en abril de 2001, se pueden relacionar las siguientes:

- Conocer las principales experiencias en materia de capacitación, generación, intercambio y distribución de información geográfica entre dependencias, así como el establecimiento de convenios de interés mutuo.
- Establecer el reglamento y un programa de trabajo de este grupo de instituciones para la generación, intercambio y distribución de información geográfica, así como el establecimiento e identificación de proyectos, a fin de compartir recursos para reducir costos e incrementar los alcances de tales proyectos.
- Efectuar presentaciones sobre los proyectos de cada institución e impartir las capacitaciones correspondientes.

A fin de hacer más operativo el funcionamiento del grupo y en respuesta a las inquietudes de los participantes, se han creado varias mesas de trabajo, que se han ido reconfigurando y se agrupan de la siguiente manera: Capacitación; Mapa Base; Agricultura, Frontera Agrícola, Apoyos al Sector

Rural y Proyectos Productivos; Forestal; Metadatos; Planeamiento Urbano y Regional y Ordenamiento Territorial; Estándares Cartográficos; Normatividad; Reglamento; Indicadores Ambientales; Sociocultural.

Finalmente, en una visión sintética de las condiciones actuales sobre la producción y el manejo de la información en México, a continuación se relacionan algunos aspectos generales, sintomáticos de la realidad descrita, basados en la experiencia profesional del autor, así como en las fuentes documentales consultadas, los comentarios vertidos durante la aplicación de la entrevista, cuyos resultados se analizan al final de este trabajo y la participación en eventos académicos recientes:

PROBLEMA OBSERVADO	SOLUCIÓN PROPUESTA
Aún está muy poco desarrollada la "filosofía" y la "cultura" para el trabajo en equipo (multi e interdisciplinaria en México.	Es necesaria la fundamentación jurídica de las obligaciones de los servidores públicos (y la población en general), con respecto a un código de trabajo interinstitucional y al manejo de la información tanto individual como grupal.
Priva aún el desconocimiento generalizado sobre la fundamentación científica de los métodos y las técnicas más apropiados para la adquisición, el procesamiento, así como la producción y presentación de resultados.	Conformación de un comité académico interinstitucional dirigido por instituciones del mayor rango: la Secretaría de Educación Pública, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Enseñanza Superior, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, etc.
Existen vacíos importantes entre las diversas disciplinas (contenidos transdisciplinarios) en cuanto a la forma de concebir los problemas nacionales, planificar las actividades, definir los criterios y las alternativas de solución, manejar los instrumentos y conducir los proyectos.	Incluir dentro de los Planes Nacionales de Desarrollo un plan específico para la producción de conocimiento y los documentos derivados sobre los grandes temas: método científico, métodos específicos por disciplina, planificación, estrategia y prospectiva, ordenamiento territorial, desarrollo sustentable, etc.
La producción de información y conocimiento se efectúa con fines competitivos, en base a estrategias más de mercado y de gremio, que de objetivos, metas y prioridades nacionales, así como de respeto a la normatividad específica.	Estas tareas deben estar sujetas a las prioridades establecidas en la Ley de Información Estadística y Geográfica (vigente), así como a una Ley Nacional de Información y un Sistema Nacional de Información para la Planificación y el Ordenamiento Territorial, que debe ser complementario a la LIEG.
No existe un nivel suficiente de cooperación interinstitucional, que permita el acercamiento al manejo sistemático e integral que la complejidad y la magnitud de los problemas de la planificación y el ordenamiento del territorio exigen.	Debe existir obligatoriedad jurídica sobre las formas y tiempos (así como los recursos que implica) la participación interinstitucional en los trabajos relacionados con los grandes temas nacionales, con responsabilidades, objetivos y metas muy claros.
Tanto las universidades como las instituciones de gobierno y, no se diga, las empresas privadas trabajan en sus propios ámbitos, con objetivos, metas y prioridades propios (casi exclusivos), sin tener la visión integral, estratégica y prospectiva que la planificación y el ordenamiento territorial requieren.	Todos los agentes de la sociedad, desde cada ciudadano hasta los grupos de trabajo de mayor jerarquía (administrativa, académica, ciudadana, de investigación, etc.), deben tener obligaciones y derechos con respecto a las formas de organización y trabajo en equipo, así como al manejo de la información derivada de la planificación y el ordenamiento territorial. El trabajo multi e interdisciplinario debería ser obligatorio y con responsabilidad legal.
Aún reconociendo el esfuerzo -documentado, riguroso y responsable de mucha gente-, tanto pasado como presente; las condiciones en que se encuentra la producción y el manejo de la información en México están aún muy lejos del nivel requerido para hacer frente de manera efectiva y concreta a los graves problemas nacionales.	Toda la producción de información y de conocimiento debe ser socialmente útil (es decir que una investigación, un proyecto, una tesis o un documento a publicar debe estar ineludiblemente ligado a las tareas prioritarias, orientadas a superar la pobreza, la marginación, el endeudamiento externo, el impacto ambiental, la degradación de los recursos naturales, etc.) y estar enmarcada por las prioridades definidas en los Planes Nacionales de Desarrollo.
Los grupos de trabajo de las organizaciones o instituciones (gubernamentales, empresariales, académicos, etc.), así como los niveles de responsabilidad no necesariamente están integrados por la gente más capaz en el más amplio sentido.	Así como existe un Sistema Nacional de Investigadores, debería existir un Sistema Nacional de Profesionales con evaluación del desempeño y seguimiento curricular permanente, para la selección de candidatos a los puestos de la administración pública federal.

Tabla 3.4. Relación de problemas generales para el manejo de la información estadística y geográfica en México. (Elaboración propia).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4. Los fundamentos de la geomática

Un hecho fundamental que ha caracterizado el desarrollo reciente de la ciencia y la tecnología es la progresiva integración de conocimientos y recursos, así como diversas disciplinas que anteriormente se habían diferenciado en cuanto a sus métodos, sus técnicas y herramientas, ahora están sujetas a una fuerte tendencia de atracción, llegando incluso a confundirse sus fronteras y sus componentes.

En el campo específico de las disciplinas que tienen por objeto el estudio de fenómenos o procesos territoriales se ha presentado esta tendencia de manera muy intensa, produciendo un enriquecimiento metodológico, derivado del conocimiento del entorno considerado globalmente y de la necesidad de efectuar estudios que abarquen la mayor parte de los elementos significativos, (estructurales y funcionales), que permitan caracterizar, explicar y modelizar el comportamiento de una realidad concreta, a fin de abordar temas fundamentales como el ordenamiento territorial y la planificación del desarrollo. Nos encontramos ante una revolución en la producción de información geográfica, caracterizada por la convergencia científica y tecnológica (INEGI, 2000). En la actualidad es común que se utilicen herramientas metodológicas y tecnológicas con un creciente nivel de integración, paralelamente, no se considera viable el estudio y la gestión del territorio sin la participación conjunta de los agentes que actúan directamente sobre el mismo, tales como el gobierno, las instituciones académicas y de investigación, la población e incluso las organizaciones no gubernamentales y las empresas. Esto ha dado lugar a la creciente conformación de grupos de trabajo multi e interdisciplinarios.

En este contexto, se hace necesario -para el desarrollo del presente capítulo-, presentar los conceptos básicos (igualmente extensos y necesarios) sobre las disciplinas, métodos y técnicas integrados por la geomática, a fin de fundamentar su fortaleza y las ventajas de aplicación para los trabajos de ordenamiento territorial específicamente; lo expuesto ante una casi total ausencia de obras publicadas respecto al tema, sobre todo en países como México, donde solamente existen algunos documentos generales de acceso restringido, elaborados conjuntamente por misiones comerciales canadienses e instituciones de gobierno y académicas.

En algunos países como Francia y Canadá (sobre todo en éste último) se han desarrollado esfuerzos importantes orientados a sistematizar dicho proceso de integración en torno a un cuerpo de conocimiento que han denominado geomática, acerca de su conceptualización, importancia y componentes se dedicará el resto de éste capítulo. A fin de preservar en todo lo posible el sentido de las afirmaciones de los autores consultados, se incluyen las diferentes denominaciones utilizadas para un mismo concepto.

4.1. El concepto de geomática

El término "geomatique" (geomática, en español) fue introducido en Francia a finales de los 60s, y el científico francés Bernard Dubuisson, geodesta y fotogrametrista, fue el primero en usar éste término en un trabajo científico. Desde que fue primeramente introducido, su significado ha evolucionado para reunir realidades científicas y tecnológicas cambiantes, (Gagnon y Coleman, 1990). Estos autores señalan como antecedente que en Canadá, hasta finales de los 50s, el campo de actividades que ha evolucionado hacia la geomática fue identificado casi exclusivamente por el término "surveying" (entendido como topografía y agrimensura). Durante los 60s, este título fue ampliado hasta llegar a constituirse como "geodetic science" (ciencia geodésica).

Más adelante, al comienzo de los 80s, el término geomatics empezó a ser de un uso más común, reflejando la creciente necesidad -conducida por el crecimiento de los sistemas de información espacialmente referenciada en la comunidad- para combinar datos desde diferentes fuentes, usando una aproximación sistémica, la cual reúne mejor las necesidades de la sociedad de la información. Definida en esta perspectiva, la geomática puede ser considerada como un componente indispensable en la producción, análisis y manejo de información espacial con fines de planificación y ordenamiento territorial (gestión para los canadienses).

Cabe destacar que, en Canadá, un país donde la máxima prioridad nacional ha sido el conocimiento, la administración, el desarrollo y el uso racional de la tierra y sus recursos, distribuidos en un territorio complejo y de enormes proporciones, se ha advertido la importancia de la integración de esfuerzos entre la industria, los programas educacionales, la investigación científica y los diferentes niveles de gobierno y se han efectuado acciones para su puesta en práctica.

En el nivel gubernamental, algunas iniciativas importantes han sido tomadas para hacer de la aproximación geomática una parte esencial de las estructuras administrativas y las operaciones técnicas. El departamento de energía, minas y recursos de Canadá ha definido, entre otras cosas, una nueva estrategia nacional, en cooperación con la industria, las provincias, las instituciones educacionales y el ambiente profesional. Como parte de esta iniciativa el Consejo Geomático de Ministros y el comité inter agencias de geomática del gobierno de Canadá fueron creados en 1989.

Específicamente, En Québec, Canadá, fue creado el Centro de Investigación en geomática (CRG) en ese mismo año. Actualmente todos los miembros del CRG están implicados en el estudio de métodos de adquisición, almacenaje, recuperación, administración y análisis de datos espaciales. Las disciplinas y técnicas presentes en el CRG son los sistemas de referencia espacial, percepción remota, aspectos legales en geomática, fotogrametría digital, silvicultura y GIS (Geographic Information System), informática e inteligencia artificial, geodesia y sistema de posicionamiento global (GPS: Global Positioning System).

En este sentido, la geomática es un campo de actividades científicas y técnicas las cuales, usando una aproximación sistémica, integra todos los medios usados para adquirir y manejar datos espacialmente referenciados como parte de los procesos de producción y manejo de información espacialmente basada. La geomática ha emergido en un contexto donde tienden a desaparecer las fronteras tradicionales entre varias disciplinas en el campo de la topografía, la agrimensura y la cartografía, produciéndose una creciente interdependencia, interconexión e integración de disciplinas relacionadas con la información espacialmente referenciada. (Gagnon y Coleman, 1990).

Beaulieu (1993), se refiere a la geomática como un término genérico que abarca todas las especialidades que comprenden datos espacialmente relacionados: catastro, estudios de agrimensura geodésicos e hidrográficos, cartografía a todas las escalas, sistemas de información geográfica. Es decir todas las actividades necesarias en el proceso de recopilación y gestión de la información espacial. Así, las disciplinas más directamente vinculadas con la geomática son: geodesia, topografía y agrimensura, fotogrametría, hidrografía, percepción remota, cartografía y la ciencia de la computación.

Por otra parte, Laurini y Thompson (1992), afirman que la combinación de perspectivas desde el punto de vista de la informática y la geografía en su interés de llevar más allá el entendimiento de los sistemas de información espacial, han propiciado la integración de la geomática. Agregan que, mientras algunos autores usan el término sistemas de información geográfica para referirse al campo de estudio en cuestión, ellos prefieren el de geomática como un concepto donde confluyen

todos los campos y disciplinas relacionados con el entendimiento y el desarrollo de los sistemas de información espacial –en su sentido general-.

Asimismo, asumen que, el desarrollo de un entendimiento sobre cómo usar las computadoras para el manejo de los datos espaciales se ha ido perfeccionando por el aporte de conocimientos de disciplinas que tratan con el espacio, no solo la geografía y la cartografía, también otras como arquitectura, ciencia cognitiva, geología, geometría, geotecnia, meteorología, geodesia y topografía. Tales disciplinas y campos de estudio de cuya complementación deriva la fortaleza de los sistemas de información espacial, como aportadores y como usuarios, son agrupadas por Laurini y Thompson (1992) de la siguiente manera:

1. Disciplinas que han desarrollado conceptos para tratar con el espacio: ciencia cognitiva, geografía, lingüística, psicología.
2. Campos que desarrollan herramientas prácticas e instrumentos para obtener y trabajar con datos espaciales: cartografía, ciencia geodésica, fotogrametría, percepción remota, ingeniería topográfica.
3. Disciplinas que proveen formalismos y teorías fundamentales para trabajar con el espacio y su manejo automatizado: ciencia de la computación, geometría, informática, inteligencia artificial, semiología y estadística.
4. Campos que hacen un uso sustancial de sistemas de información espacial automatizados: arqueología, ingeniería civil, silvicultura, geotecnia, arquitectura del paisaje, planeación urbana y regional.
5. Campos que proveen dirección o guía acerca de la utilización de la información: leyes, economía.

Las ideas y herramientas provenientes de muchos campos del conocimiento han sido entonces, necesarias para un total entendimiento de los sistemas de información espacial. Como los requerimientos y las expectativas de los usuarios se incrementan para el manejo de tales recursos, hay presiones intelectuales entre los teóricos y prácticos de la geomática para cooperar en estudios e investigación interdisciplinaria y desarrollar proyectos para mejorar aún más dichas herramientas de automatización; así, por ejemplo, en países altamente desarrollados como EU (National Science Fundation), Gran Bretaña (Regional Research Laboratories), Holanda y otros a lo largo del mundo invirtieron enormes recursos humanos, materiales y financieros en la década de los 90s para la investigación y el desarrollo en torno a los sistemas de información espacial. (Laurini y Thompson, 1992).

Según el Ministerio de Recursos Naturales de Canadá (www.geocan.nrcan.gc.ca/geomatics), geomática es la ciencia y la tecnología de la recolección, análisis, interpretación, distribución y uso de la información geográfica. Comprende un extenso rango de disciplinas que pueden conducir a crear un detallado y entendible cuadro o imagen del mundo físico y nuestro lugar en él. Estas disciplinas incluyen: topografía y cartografía; percepción remota; sistemas de información geográfica y sistemas de posicionamiento global.

Una referencia más señala que, la geomática, percibida como una tecnología emergente en los años 80, es ahora reconocida como una disciplina de pleno derecho y representa un aspecto de las tecnologías de la información más dinámicas. Ofrece soluciones integrales, originales e innovadoras para resolver problemas muy complejos de la gestión del territorio (Université Laval, Faculté de Foresterie et de géomatique, 1998).

Para el Ministère de Ressources Naturelles de Québec (1998), conocer bien el territorio, su estructura, su dinámica y sus problemas constituye la esencia misma de la gestión territorial. Una gran parte del territorio público está destinada a numerosos usos. Por otra parte, la demanda ya sea por la explotación de los recursos como para su protección y su conservación aumenta

constantemente. En virtud del carácter polivalente del territorio y a pesar de la abundancia de los recursos que encierra, existe un desequilibrio entre la disponibilidad y la necesidad de tierras públicas. Hoy más que nunca, la gestión de este territorio reviste una importancia estratégica y económica, la cual se debe efectuar desde una perspectiva de conjunto.

En este contexto, la gestión (o administración) del territorio bajo el enfoque de la geomática en Canadá, tiene como materia prima una enorme masa de información geográfica al igual que competencias especiales en materia de integridad, asignaciones de derechos prediales, usos del territorio, orientaciones y políticas territoriales.

Una referencia muy reciente (Kavanagh, 2003: 2) sostiene que "la geomática es un término usado para describir la ciencia y tecnología del tratamiento de datos de mediciones terrestres. Incluye la colección, clasificación, manejo, planeación y diseño, almacenamiento y presentación. Tiene aplicaciones en todas las disciplinas y profesiones que usan datos espaciales con referencia terrestre".

Siguiendo a éste autor, cabe destacar que, desde el punto de vista del procesamiento de la información (en su sentido más general, que va desde el simple registro de una observación hasta la presentación de resultados), las técnicas de colección de datos incluyen los levantamientos de campo (surveying), los censos y encuestas, el sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés), los productos de percepción remota obtenidos a través de fotografía aérea e imágenes satelitales. Esto también incluye la adquisición de bases de datos de material escaneado a partir de viejos mapas y planos, así como datos colectados por agencias relacionadas, cabe destacar que de acuerdo a las técnicas de levantamiento y manejo utilizadas, la información original puede ser analógica o digital con niveles variables (pero crecientes) de automatización, en función del contexto de cada proyecto que abarca asuntos organizacionales, económicos, tecnológicos, políticos, etc.

En cuanto al manejo de datos así como la planeación y diseño, se realizan a través del uso de programas de cómputo para diseño ingenieril, fotogrametría digital, análisis de imágenes, manejo de bases de datos relacionales y sistemas de información geográfica (GIS por sus siglas en inglés). Asimismo, en cuanto al trazado (presentación) se basa en el uso de programas cartográficos y de diseño asistido por computadora; las presentaciones son desplegadas en monitores (siendo posible llevar a cabo la edición interactiva) y producen salidas desde dispositivos de trazado digital.

Una vez que las posiciones y atributos de las entidades geográficas han sido digitizadas y almacenadas en la memoria de la computadora, se encuentran disponibles para su uso por una amplia variedad de usuarios. A través del manejo de la moderna tecnología de información, la geomática ofrece datos valiosos a profesionales en las siguientes disciplinas: geodesia, topografía, cartografía, percepción remota, registro de tierras, ingeniería civil y marina, silvicultura, agricultura, planeación y desarrollo, geología, ciencias geográficas, manejo de infraestructura, navegación, monitoreo ambiental y recursos naturales y ciencia de la computación.

Cabe destacar que, mientras para autores como Laurini y Thompson (1992), el estudio de los sistemas de información espacial se encuentra enmarcado en el enfoque de la geomática, para autores de la escuela anglosajona como Longley *et al.* (2001), el mismo objeto de estudio es tratado bajo la denominación de sistemas de información geográfica, que han evolucionado en la última década hacia la conformación de una ciencia de la información geográfica, concepto acuñado por Goodchild en 1992.

Así, para Longley, *et al.*, (2001), la ciencia de la información estudia los asuntos fundamentales desde la creación, manejo, almacenamiento y uso de la información; de manera similar la ciencia

GIS debe estudiar los asuntos fundamentales a partir de la información geográfica como una clase bien definida de información en general. Para ellos, otros términos tienen el mismo significado: geomática, geoinformática, ciencia de la información espacial, geocomputación, ingeniería en geoinformación, etc. Todo esto sugiere una aproximación científica al asunto fundamental asociado con el desarrollo y uso de los GIS y las tecnologías relacionadas; no obstante, estas acepciones tienen diferentes ramas y enfatizan diferentes formas de pensar o concebir los problemas (específicamente geográficos, o más generalmente, espaciales, enfatizando en el enfoque de la ingeniería, la geografía o de la ciencia en general). Para De Mers (1997), el concepto de Sistemas de Información Geográfica está asociado a la terminología de los Estados Unidos de América y Europa, en tanto que el de Geomática se relaciona con la terminología Canadiense, es decir, la diferencia es de escuelas desde su punto de vista.

No obstante, el desarrollo paralelo de los enfoques, las disciplinas, métodos, técnicas y herramientas en que se fundamenta el estudio de la información geográfica (espacial en general) para el ordenamiento del territorio, debido a su extensa visión, cobertura metodológica e integración tecnológica, se adoptará el enfoque de la geomática para la fundamentación de este trabajo, debido a que comparte tales principios generales.

De lo expuesto hasta ahora, puede deducirse que la geomática es un concepto y un campo de estudio de reciente desarrollo y en proceso de integración, producto de la evolución reciente (las últimas tres décadas) de la ciencia y la tecnología aplicada a las "geociencias", donde la electrónica, la informática y las telecomunicaciones han desempeñado un papel primordial, con el aporte teórico y metodológico de las disciplinas que tienen como objeto central el estudio de los procesos territoriales.

Tal vez la mayor virtud, donde la mayoría de los autores coinciden, se refiere a que la geomática está orientada esencialmente a la gestión global (en su sentido integral) del territorio y consiste en la integración de métodos, técnicas y herramientas conjugadas que se derivan de muy diversas áreas del conocimiento, pero que tienen como centro de su interés el estudio de los procesos espaciales para la gestión del territorio.

Dado que, para poder conducir el desarrollo de manera consistente es necesario conocer y planificar la ocupación y las acciones sobre el territorio, así como la utilización y manejo de sus recursos (bajo cualquiera de sus enfoques: ordenamiento, gestión, ordenación, aménagement, etc.), se requiere de la participación de todos los agentes que interactúan sobre el territorio. En este sentido, el nivel de integración metodológica, tecnológica e instrumental debe ser acorde al nivel de diversidad, extensión y complejidad del mismo territorio.

No obstante que el desarrollo de la geomática originalmente ha estado limitado al contexto franco-canadiense, en los últimos años ha tenido una importante penetración en los EU, Europa, Australia y sobre todo en América Latina.

De lo expuesto destaca que, el proceso de integración científica y tecnológica en torno al concepto de geomática no se ha producido de manera homogénea y continua, ya que varios de sus rasgos esenciales han sido identificados por autores anglosajones (principalmente), como elementos de los sistemas de información geográfica. Ya que no es el propósito profundizar sobre las vertientes desarrolladas en torno al mismo objeto de estudio, a continuación se fundamentarán los puntos de confluencia de los componentes principales (grandes áreas de conocimiento) en torno al concepto de geomática, como son los levantamientos terrestres y el sistema de posicionamiento global, la percepción remota, las comunicaciones y las redes de cómputo, y los sistemas de información geográfica.

Es de fundamental importancia destacar que, el enfoque holístico y sistémico, hoy ampliamente compartido por los responsables de la gestión territorial, constituye una de las propiedades que dan mayor fortaleza a los métodos, técnicas e instrumentos integrados bajo el concepto de geomática, lo cual representa por una parte, enormes ventajas para el estudio y la búsqueda de soluciones integrales a los problemas del desarrollo, superando con mucho a los esfuerzos basados en la utilización de los recursos científicos y tecnológicos e instrumentales de manera sectorizada; pero por otra, se encuentra con importantes obstáculos relacionados con la amplísima diversidad de enfoques disciplinarios, niveles de desarrollo teórico y metodológico -donde las disciplinas científicas y áreas tecnológicas presentan, hoy más que nunca, problemas para la definición de sus fundamentos y sus fronteras-, así como la multiplicidad de condiciones objetivas y subjetivas vinculadas con los agentes que intervienen en la administración de un proyecto a nivel nacional. Se observa aún lejana la posibilidad de contar con un método general para la planificación y el ordenamiento territorial, así como para el procesamiento (en su sentido más general) de la información estadística y geográfica; pero aquí se considera que la geomática constituye -al menos por ahora-, el conjunto de conocimientos e instrumentos con el mayor nivel de integración aplicables al conocimiento y manejo del territorio y sus recursos, por lo que a continuación se incluyen los fundamentos (mínimos indispensables a nuestro juicio) sobre las áreas de conocimiento más importantes sobre el tema.

4.2. Levantamientos terrestres

Hoy existen muy diversos métodos y técnicas de levantamiento (recolección, medición, cálculo y registro) de información, tales como los geofísicos, geoquímicos y geobiológicos que pueden llevarse a cabo en los diferentes medios planetarios (aéreo, oceánico, terrestre superficial y subsuperficial), también se tienen los conteos, censos y encuestas, aplicados a las poblaciones humanas; todos ellos siempre deberán estar posicionados en un sistema de referencias geográficas, para esto se han desarrollado varios tipos de levantamientos, los cuales pueden ser agrupados en topográficos y geodésicos. Los primeros son aquellos que se realizan sin considerar la curvatura de la Tierra y los segundos, por sus mayores dimensiones, sí consideran dicha curvatura (INEGI, 1993 y 1994; Wolf y Brinker, 1997; Bannister, 2001). Aunque todos ellos permiten producir un inmenso cúmulo de información de gran valor, además de que -como se ha dicho- sus procedimientos se encuentran cada vez más interrelacionados, resulta de vital importancia conocer los fundamentos, métodos y técnicas, así como los productos útiles y sus especificaciones para su aplicación con fines de planificación y ordenamiento territorial. Con base en lo anterior, a continuación se hará énfasis en los levantamientos geodésicos y topográficos por constituir la fase inicial e indispensable para la realización de las tareas de gestión territorial.

4.2.1. Levantamientos geodésicos

La geodesia puede definirse como la ciencia que se ocupa de las investigaciones para determinar la forma y las dimensiones exactas de la Tierra, así como de la localización precisa de puntos sobre la superficie terrestre (INEGI, 1994). Con el objeto de simplificar los cálculos de las posiciones, forma y dimensiones de las unidades territoriales (en función de la escala para su representación) sobre la superficie terrestre, se ha establecido un marco o superficie matemática de referencia lo más preciso posible. Al respecto, se han definido tres tipos básicos de superficie de referencia:

- Topográfica: es la superficie que representa de manera más aproximada la verdadera forma de la Tierra, es decir, incluye los detalles de las montañas, los valles y los fondos de los océanos.

- Elipsoidal: es la superficie matemática de un elipsoide de revolución, seleccionado para representar el verdadero tamaño y la forma general de la Tierra, es la que se ha adoptado para efectos de cálculos matemáticos.
- Geoidal: es la superficie potencial, que está definida por el nivel medio del mar y a la cuál están referidas las mediciones hechas sobre la superficie terrestre.

Para poder representar la forma y las dimensiones de la Tierra mediante las operaciones geodésicas es necesario utilizar dichas superficies para referir y calcular todas las mediciones. Es necesario conocer la relación que existe entre la superficie terrestre, el geode y el elipsoide, ya que a éste último se refieren las mediciones hechas en el terreno, quedando el geode como una superficie de transición entre el terreno y el elipsoide.

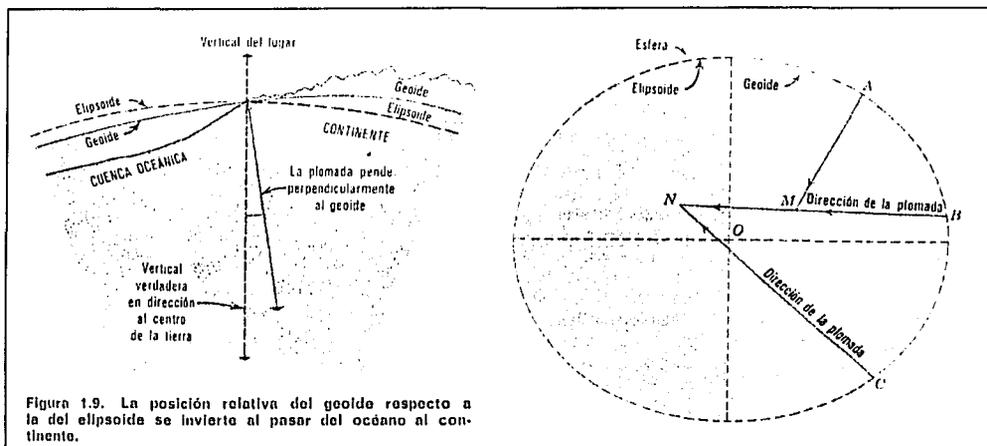


Figura 4.1. Relación entre la forma del geode y el elipsoide (Fuente: Strahler, A. Geografía física. Omega; España 1984).

Los procedimientos seguidos para llevar a cabo un levantamiento geodésico, se agrupan de la siguiente manera: observaciones astronómicas, cálculo del control horizontal, cálculo del control vertical y observaciones gravimétricas.

Las observaciones astronómicas se utilizan para obtener coordenadas (astronómicas) de puntos sobre la superficie de la Tierra. Como en los levantamiento de grandes extensiones es necesario referirse a un sistema de medida horizontal vinculado a la Tierra; en el origen o puntos de partida del levantamiento es necesario observar la latitud y la longitud astronómica de dicho punto y determinar un azimut o dirección a otro punto del levantamiento para proporcionar control direccional a la red general del trabajo. Sin embargo, las observaciones astronómicas sólo proporcionan relaciones angulares y, en consecuencia, proveen información con respecto a la forma de la Tierra, pero con relación a su dimensión. A fin de medir distancias entre estaciones astronómicas, es necesario determinar las dimensiones de la Tierra mediante algún método de levantamiento técnico horizontal.

El método de levantamiento horizontal permite que la geodesia no solo se oriente a la determinación de la figura de la Tierra, sino también a la ejecución de medidas en base a su superficie, para establecer las relaciones de posición en que se ubican los accidentes topográficos. A estas mediciones sobre la superficie, se les llama levantamiento topográficos.

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

El control horizontal inicia por uno o varios puntos de posición conocida, desde los cuales se miden distancias y ángulos a los nuevos puntos, cuyas posiciones se calculan luego por medio de los valores medidos. Existen diversos métodos para llevar a cabo levantamientos horizontales, pero los más comunes son: poligonación, triangulación y trilateración.

El control vertical o nivelación geodésica, permite determinar las diferencias de nivel entre dos o más puntos de la superficie terrestre. Para medir la diferencia de altura entre dos puntos, se utilizan instrumentos telescópicos que son nivelados por una burbuja. En cada uno de los puntos se colocan estadales verticales y el instrumento se coloca entre ellos, la línea de mira del nivel será horizontal y perpendicular a la vertical del lugar y la diferencia en altura se obtiene restando las dos lecturas de las miras; en este caso, como el eje vertical del instrumento que se usa para la nivelación queda perpendicular al geoide, la línea resultante de una nivelación seguirá la curvatura del geoide y por eso se le considera como nivelación geodésica.

La situación se complica cuando los dos puntos medidos están separados por una gran distancia, pues en este caso la nivelación estará afectada por la fuerza que la gravedad ejerce en cada punto y como las superficies en cada uno de ellos no son paralelas entre sí, la suma de las diferencias niveladas entre los dos puntos no será igual a las elevaciones de los mismos.

Las observaciones gravimétricas se refieren a la determinación de la aceleración de la gravedad sobre la superficie de la Tierra, lo cual proporciona un método para medir la forma de ésta. Al utilizar el campo gravimétrico de la Tierra para determinar su forma se mide la aceleración de la gravedad sobre la superficie o cerca de ella, de forma tal que si tuviera una superficie regular sin montañas y océanos y no hubiera variaciones en la densidad de las rocas o de la corteza terrestre en su conjunto, podría calcularse el valor de la gravedad para cualquier punto sobre el elipsoide. Este valor teórico de la gravedad representa la fuerza combinada de la atracción de la Tierra debida a la gravedad y de la fuerza centrífuga debido a la rotación de la Tierra.

Hasta ahora se han tratado diversos métodos y técnicas para determinar el tamaño y la forma de la Tierra, así como para extender el control geodésico, pero el problema mayor para la geodesia es obtener un elipsoide de revolución que más se asemeje a la verdadera figura de la Tierra, lo cual es esencial para el establecimiento de un sistema geodésico o datum. Un datum se define como cualquier cantidad numérica o geométrica, o como un grupo de esas cantidades que sirven como referencia o base para otras cantidades, es decir, un datum es un punto de partida con el mayor grado posible de precisión en su medición. Existen dos tipos de datum: horizontal y vertical: el primero forma la base de los cálculos para el control horizontal de los levantamientos en los que se tomó en consideración la curvatura de la Tierra; el segundo, es la base para la obtención de las elevaciones de los puntos, es generalmente la superficie del nivel medio del mar.

Todos los países del mundo han tenido la necesidad de proceder a la densificación de su red geodésica para el control de los levantamientos menores a su interior, a partir de tales valores (datums) de muy alta precisión. La propagación de una red geodésica se complementa con la densificación de las mediciones de este tipo en todo un territorio a partir de un sistema de referencia y un origen a nivel nacional, continental o mundial, a través de métodos como la triangulación, trilateración, poligonación, etc. Recientemente, es posible utilizar instrumentos GPS para la propagación, los cuales, al igual que los Doppler, obtienen las coordenadas captando frecuencias de radio emitidas por satélites artificiales que viajan a lo largo de órbitas conocidas. Los levantamientos de máxima precisión o de primer orden, son los que conforman la red geodésica básica, que es la columna vertebral de la distribución de puntos de coordenadas conocidas y precisas en todo el territorio nacional, que sirven de partida y cierre a otros levantamientos geodésicos de densificación, pero de menor precisión.

4.2.2. Levantamientos topográficos

Según el INEGI (1993), La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar la posición de puntos sobre la superficie de la Tierra a través de mediciones según la distancia, la elevación y la dirección, para ello pueden conjugarse estos tres elementos de la siguiente manera: Dos distancias y una elevación, así como una distancia, una dirección y una elevación. Para medir distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud en el sistema métrico decimal (no olvidar que paralelamente se utiliza el sistema inglés en algunos países), y para direcciones se utilizan unidades en grados sexagesimales. El conjunto de actividades necesarias para determinar la posición de puntos (lugares) y su representación en un plano se denomina levantamiento, que generalmente tiene por objeto el cálculo de superficies y la representación en planos de las medidas tomadas en campo. Desde el punto de vista práctico de la topografía hay cinco tipos de levantamientos:

- a) Levantamiento de terrenos en general. Tienen por objeto marcar linderos o localizarlos, medir y dividir superficies, ubicar terrenos en planos generales ligándolos con otros levantamientos o proyectar obras y construcciones.
- b) Topografía de vías de comunicación. Se utiliza para planear y construir carreteras, vías férreas, líneas de conducción y líneas de transmisión, etc.
- c) Topografía de minas. Tiene por objeto fijar y controlar la posición de trabajos subterráneos y relacionarlos con las obras hechas sobre la superficie de la Tierra.
- d) Levantamientos catastrales. Tienen por objeto el trazo o medición de la longitud y dirección de cada una de las líneas que constituyen los límites de las propiedades en el ámbito urbano y en el rural.
- e) Levantamientos aéreos. Son los que se realizan por medio de la técnica fotográfica (fotogramétrica específicamente), sobre todo desde aviones, se utilizan de manera complementaria con el resto de los levantamientos señalados.

Para llevar a cabo eficazmente un levantamiento topográfico, es necesario conocer los tipos de mediciones existentes, así como los fundamentos operativos de la geometría, el tipo de registros que se deben efectuar sistemáticamente, los métodos de medición a emplear, la planeación del trabajo en campo y en gabinete, así como las condiciones geográficas generales de la zona. Existen cinco tipos de mediciones en la topografía plana tradicional, basados en ángulos y distancias (INEGI, 1993; Wolf y Brinker, 1997): a) ángulos horizontales, b) distancias horizontales; c) ángulos verticales; d) distancias verticales; e) distancias inclinadas. Estos tipos de medición se ilustran geoméricamente de acuerdo con la siguiente figura:

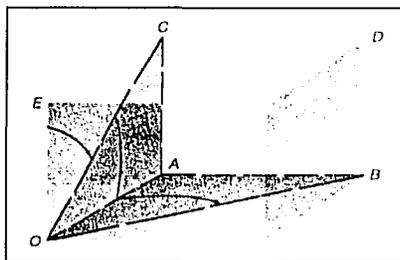


Figura 4.2. Representación geométrica de los tipos de mediciones topográficas (Fuente: INEGI. Manual de geodesia, topografía y cartografía; México, 1993; Wolf y Brinker. Topografía. Alfaomega; México, 1997).

Los mismos principios pueden ser utilizados para la medición de distancias verticales con el apoyo de instrumentos topográficos como el nivel, como se muestra a continuación:

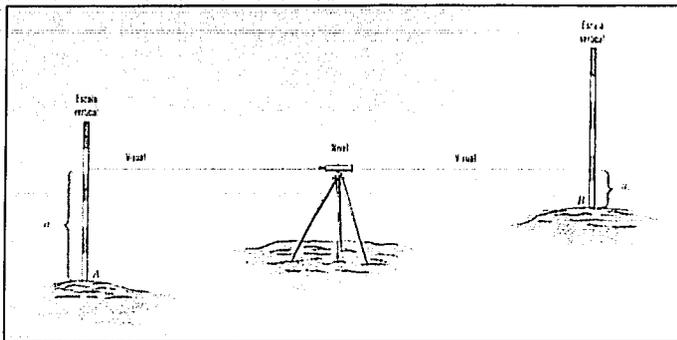


Figura 4.4. Medición de distancias verticales. (Fuente: Strahler, A. Geografía física. Omega; España, 1984).

b) Medición de ángulos, rumbos y azimutes.

La localización de puntos y la orientación de líneas generalmente se miden en conjunto y dependen de la medida de ángulos y direcciones. En topografía, las direcciones se expresan mediante rumbos y azimutes con base en los mismos principios e instrumental topográfico y geodésico.

En cuanto a los instrumentos utilizados para los diversos tipos de levantamiento, prácticamente todos han tenido una evolución similar, partiendo de los utilizados manualmente como la cinta, el estadal, la baliza, la brújula y el clisímetro, avanzando progresivamente hacia los óptico-mecánicos, como se muestra a continuación.

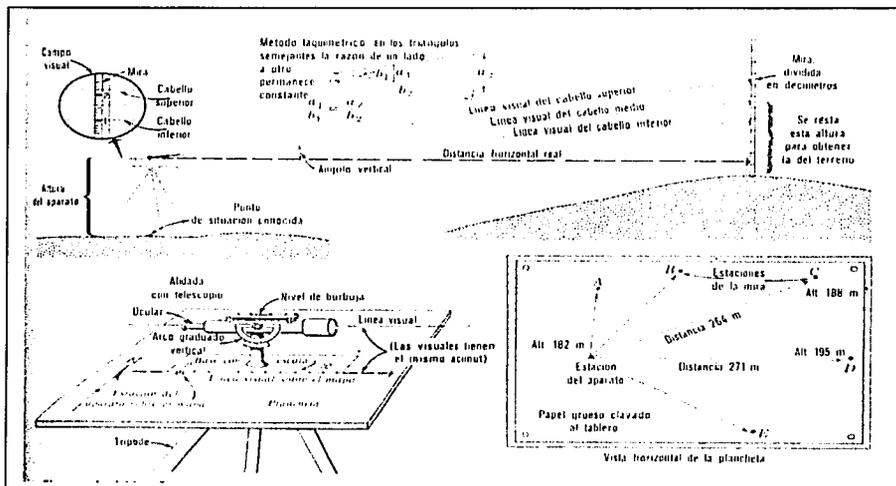


Figura 4.5. Método de taquimetría e instrumentos (alidada, telescopio, plancheta, mira, etc.) de la cartografía topográfica tradicional de campo. (Fuente: Strahler, A. Geografía física. Omega; España, 1984).

Recientemente se han desarrollado las técnicas para la medición electrónica de distancias (EDM por sus siglas en inglés), mediante instrumentos especiales que pueden ser ópticoelectrónicos (en

base a ondas de luz) y electromagnéticos (a través de microondas). Más aún con la creciente integración tecnológica derivada del desarrollo de la electrónica, las comunicaciones y la informática, se ha logrado incorporar todos los instrumentos (así como las operaciones) topográficos básicos en las denominadas estaciones topográficas totales.



a) b) c) d)

Figura 4.6. Integración tecnológica progresiva de los equipos topográficos y geodésicos: a) teodolito óptico mecánico; b) nivel digital; c) teodolito electrónico d) distanciómetro electrónico. (Fuente: cortesía de Leica Geosystems. Suiza, 1993 y 1997).

En esta secuencia de figuras puede observarse el proceso de integración tecnológica de los diversos instrumentos topográficos, culminando hasta ahora en dichas estaciones topográficas totales, por medio de las cuales es posible efectuar las mediciones de ángulos y distancias, tanto verticales como horizontales a través del teodolito y el distanciómetro electrónicos, así como el registro y cálculo (a través de una libreta electrónica, para su almacenamiento en una tarjeta de memoria). Más aún, ya se han incorporado sistemas de comunicación por radio para la transmisión de la información de datos entre diversas estaciones, como se observa a continuación.

TESIS CON
FALLA DE CUBIEN

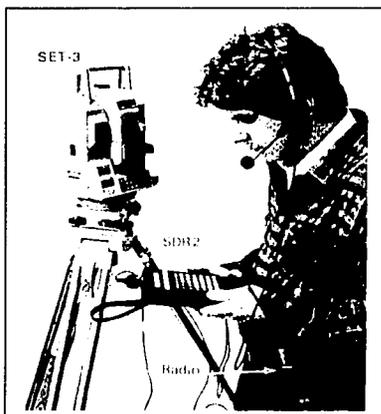


Figura 4.7. Integración tecnológica de una estación topográfica total Sokkia (SET-3), con la libreta electrónica mediante un cable (SDR-2) y el radio de intercomunicación con estaciones remotas. (Fuente: Kavanagh, B. Geomatics. Prentice Hall; USA, 2003).

La estación topográfica total es un instrumento de alta precisión para realizar levantamientos topográficos y geodésicos, que está integrada por un teodolito y un distanciómetro electrónicos; el primero tiene como función la medición de ángulos horizontales y verticales y el segundo la medición de las distancias, determinando las coordenadas X, Y, Z de cualquier punto, que son capturadas en una tarjeta electrónica integrada al instrumento o en una memoria externa (libreta electrónica). El equipo se complementa con prismas que se colocan en balizas o tripiés y que al reflejar las emisiones de rayos infrarrojos emitidos por la estación total se constituyen en los puntos de referencia para la recolección de datos de las observaciones. Actualmente la georreferenciación de los resultados de los levantamientos topográficos y geodésicos ya se efectúa con el apoyo de los sistemas de posicionamiento global.

Estas mediciones siempre deberán ser enlazadas con una referencia geográfica bien establecida, es decir respecto a un meridiano de referencia. La línea que se adopta generalmente es el meridiano verdadero o geográfico) o bien el meridiano magnético.

El meridiano verdadero para cualquier punto de la superficie terrestre es, propiamente el círculo máximo que pasa por ese punto y por los polos geográficos norte y sur. Por otra parte, la dirección de un meridiano magnético se define simplemente por medio de una brújula de precisión.

Los levantamientos basados en un sistema de coordenadas planas se refieren a un meridiano de cuadrícula, de tal forma que la dirección norte de la cuadrícula es la dirección al norte verdadero de un meridiano central seleccionado. Esa dirección se mantiene paralela al meridiano central en toda el área cubierta por el sistema de coordenadas.

4.3. El sistema de posicionamiento global

El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema de recepción pasiva para posicionamiento y navegación, en el cual los satélites de la constelación NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging) transmiten información a los usuarios en Tierra pero no reciben información proveniente de ellos, lo cual significa que los satélites de ésta constelación no funcionan como enlace de comunicación entre el usuario y alguna estación base, esto también implica que no hay suscripción o cuotas a pagar por el acceso a las señales GPS, y que no hay límite en cuanto al número de usuarios que simultáneamente pueden aprovecharlas. El funcionamiento de este sistema tiene por objetivo la adquisición de datos de radiofrecuencia definiendo vectores de distancia entre un punto de la superficie terrestre (o bien ubicado en su cercanía) y un satélite, así como los vectores entre diferentes puntos, los cuales permiten el cálculo de las posiciones en relación al elipsoide geodésico mundial, conocido como WGS 84 (World Geodetic System, 1984) y desarrollado para la operación de este sistema (Arrufat, 1995; INEGI, 1993 y 1994).

El GPS se originó en la década de los setenta como un sistema de navegación vía satélite que implementó el departamento de defensa de los EEUU, para proveer posicionamiento geográfico preciso y permanente en cualquier parte del mundo a usuarios en tierra por medio de receptores portátiles. Funciona en base a las señales de radiofrecuencia que transmite una constelación de satélite denominada NAVSTAR, dichos satélites transmiten información de muy alta precisión acerca de sus órbitas y del registro del tiempo, a partir de la cual puede calcularse la distancia entre los satélites y un receptor para deducir finalmente las coordenadas geográficas del receptor, en el transcurso de unos minutos a partir de que éste comenzó a rastrear satélites (kavanagh, 2003).

Aquí es preciso agregar que, en concordancia con los fines político estratégicos para los que fue generada ésta tecnología, existe una constelación de satélites artificiales que funciona

paralelamente, misma que fue desarrollada por la antigua URSS y se denomina GLONASS (Global Navigation Satellite System). Aunque se produjo con objetivos bélicos, el GPS paulatinamente ha pasado a constituir una poderosa herramienta de aplicaciones civiles en todo el mundo, básicamente para los trabajos geodésicos, topográficos, cartográficos y geográficos. Antes del desarrollo de la tecnología GPS (hace tres décadas), la determinación de puntos geodésicos sobre la superficie terrestre se realizaba a través de una combinación de mediciones de distancia y observaciones astronómicas. Ahora es cada vez más limitado el número de aplicaciones geodésicas, topográficas y fotogramétricas que no utilizan las técnicas de medición del GPS.

La información de posicionamiento se proporciona con señales de acceso abierto (a los civiles) todo el tiempo. Ha existido sin embargo una limitante en las señales, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos se ha reservado el derecho de controlar el funcionamiento del sistema para los usuarios civiles, introduciendo errores que degradan la precisión del posicionamiento; cabe señalar que, oficialmente la disponibilidad selectiva ya no opera a partir de mayo de 2000, aunque nada impide que en tiempos de guerra sea necesariamente reactivada, de tal manera que su manejo ha sido discrecional. Esto se lleva a cabo mediante un error intencionado en la información del tiempo que transmiten los satélites, y se conoce como disponibilidad selectiva (SA, Selective Availability). En ausencia de disponibilidad selectiva, las imprecisiones obtenidas con receptores comunes serían típicamente de 5m a 10m; en presencia de SA, dichas imprecisiones pueden llegar al rango de 100m. Esta degradación así como la original debida a los efectos atmosféricos pueden ser corregidas por medio de una técnica llamada corrección diferencial.

Las señales que emiten los satélites NAVSTAR, son ondas electromagnéticas que entran en la banda L del espectro, entre las microondas, las ondas de radio y las de radar, se emiten en dos frecuencias, L1 y L2 y moduladas por los códigos P y C/A. El hecho de que una señal electromagnética viaja a la velocidad de la luz ($c = 300,000\text{km/s}$) en el vacío, es la clave para comprender el funcionamiento del GPS. Determinando cuanto tiempo (Δt) toma a la señal viajar desde el satélite al receptor, puede calcularse la distancia (d) que existe entre ambos. La posición del receptor en un sistema cartesiano X, Y podría computarse por intersección cuando se tengan calculadas las distancias precisas hacia por los menos tres satélites de posición conocida.

4.3.1. Subsistemas del GPS

El sistema GPS se compone a su vez de tres subsistemas (segmentos o sectores) que son el satelitario, el de control y el del usuario, los subsistemas satelitario y de control interactúan estrechamente, a través del envío y recepción de señales electromagnéticas, mientras que el subsistema del usuario depende totalmente de los anteriores.

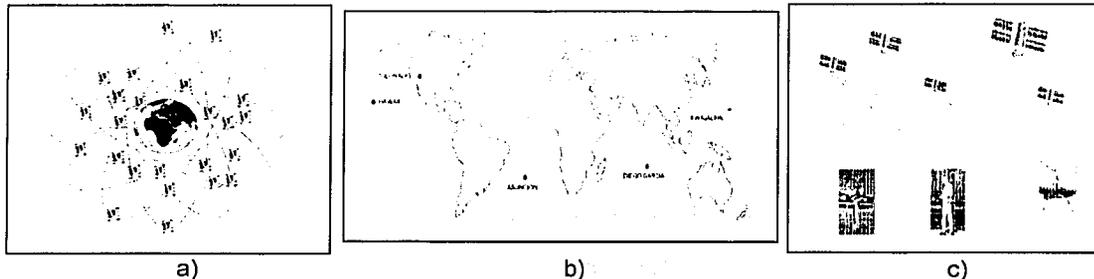


Figura 4.8. El sistema GPS: a) subsistema satelitario; b) subsistema de control; c) subsistema usuario. (Fuente: www.inegi.gob.mx).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.3.1.1. Subsistema o sector satelitario

Está integrado por la constelación de satélites NAVSTAR. Su desarrollo se planificó por medio de tres generaciones de satélites:

- Los satélites de la primera generación aún parcialmente en servicio, fueron lanzados entre 1978 y 1985 y constituyen el llamado bloque I (experimental). Los planos orbitales se eligieron especialmente para que cubrieran el máximo del territorio de Estados Unidos y tenían misiones de investigación y experimentación.
- La segunda generación de satélites, denominada bloque II (operativo) y su programa de lanzamientos tras el accidente del transbordador Challenger fueron interrumpidos hasta que, una vez revisado dicho programa, quedó establecido este bloque entre 1989 y 1991.
- Con el lanzamiento del bloque III se ha completado la constelación de satélites. Sucesivamente, Los nuevos lanzamientos se realizan para sustituir a los satélites que están fuera de servicio o los averiados.

En la actualidad, la constelación es plenamente operativa y consta de seis órbitas, prácticamente circulares, con inclinación de 55° y distribuidas en el plano del Ecuador. Hay cuatro satélites por órbita, uniformemente distribuidos (en total 24 satélites) y con altitud de 20,180 km., cada satélite completa dos órbitas exactas cada 360° de giro de la Tierra, lo que da lugar a que la trayectoria terrestre del satélite se repita exactamente cada día sidereo y la configuración local de la constelación se repita casi cuatro minutos antes de cada día solar. Las órbitas y los planos orbitales se identifican respectivamente por una letra, de modo que tales planos orbitales se denominan: A, B, C, D, E y F; asimismo, las posiciones de los satélites de servicio en su órbita se identifican mediante un número cada uno. Las combinaciones de los planos orbitales con las posiciones orbitales nos ofrecen las 24 posibles ubicaciones de cada uno de los satélites operativos.

Actualmente hay en cualquier punto y momento entre 6 y 11 satélites observables, con geometría de observación favorable. La configuración de la constelación asegura que, con pocas excepciones, siempre haya un mínimo de cuatro satélites visibles desde cualquier punto de la Tierra. Existen orbitando más de 24 satélites NAVSTAR, -31 satélites hasta mediados de los 90s-, sin embargo solo 24 operan permanentemente, algunos de los otros ya terminaron su vida útil o entran en acción cuando los operativos presentan problemas. Estos satélites están equipados con relojes atómicos activados por osciladores de Cesio o Rubidio que permiten al satélite transmitir ondas electromagnéticas en dos frecuencias distintas: L1 con $v_1 = 1575.42$ MHz y L2 con $v_2 = 1227.6$ MHz, indicando su tiempo exacto de transmisión, mismas que son captadas por los receptores utilizados para la observación.

Los satélites GPS se diferencian por medio de un ruido específico en la señal de cada uno de ellos, de modo que el receptor pueda identificarlos, dicho identificador se conoce como PRN (Pseudo Random Noise) y con este identificador son reportados en las pantallas de los receptores cuando se capta su señal, además es usual que se indiquen con las siglas SV (Space Vehicle).

4.3.1.2. Subsistema o sector de control

Este subsistema consiste en una estación maestra de control, localizada en Colorado Springs, EEUU, y cuatro estaciones más, distribuidas sobre una franja a lo largo del Ecuador, alrededor del mundo (ubicadas en: Hawaii, isla Ascensión, isla Diego García y Kwajalein). Cada estación de control rastrea los satélites GPS, mediante radiotelescopios y envía la información hacia la

estación maestra, donde se llevan a cabo complicados cálculos para determinar las efemérides precisas de cada satélite y el error de reloj correspondiente. La estación maestra genera la actualización de la información de navegación de cada satélite y la transmite a los mismos, esta información a su vez es retransmitida por los satélites como parte de su mensaje de navegación al subsistema usuario. En el mensaje de navegación se encuentra la siguiente información: almanaque de los satélites, efemérides precisas, parámetros de las órbitas satelitales, datos de la corrección ionosférica, datos de corrección del reloj y estado de salud de los satélites.

El subsistema de control es operado por las fuerzas armadas norteamericanas y además de llevar a cabo las operaciones antes mencionadas, controla el programa de disponibilidad selectiva, (SA). Este programa implica un adelanto o atraso de las señales transmitidas por los satélites de la constelación NAVSTAR, con fines de estrategia militar, puesto que el cálculo del tiempo que viajan las señales en el espacio es de fundamental importancia para que el receptor obtenga coordenadas precisas, de manera que, en función de los parámetros de este programa, un receptor -en tiempo real y sin corrección diferencial- sólo puede contar con que el valor de sus coordenadas estará contenido en una superficie de 100 m de radio.

4.3.1.3. Subsistema o sector del usuario

Este subsistema está integrado por todos los usuarios de señales de la constelación NAVSTAR. Cabe aclarar que, el programa de disponibilidad selectiva, se aplica sólo a uno de los dos códigos que se hallan sobrepuestos en las señales GPS, el código "C/A" (Clear Access), o código de acceso claro está impreso sobre la portadora L1 y sujeto a SA, mientras que el código de precisión "P" (Precision Code) está colocada parte en L1 y parte en L2, además de que el algoritmo que permite decodificarlo en tiempo real no está disponible para los receptores que utilizan los civiles. De este modo se tiene una distinción entre los usuarios que utilizan el código C/A y aquellos cuyos receptores tienen acceso al código de precisión P, que como su nombre lo indica, permite un rango de precisión mucho mas alto en tiempo real.

Todos los receptores obtienen la información que requieren del subsistema satelitario, por medio del mensaje de navegación, que contiene entre otros el archivo de almanaque, el cual permite al receptor conocer la posición aproximada (efemérides de baja precisión), de los satélites en la bóveda celeste para lograr una rápida localización de los mismos y consecuentemente un rápido posicionamiento. Este archivo se actualiza cada vez que el receptor se enciende y capta la señal de al menos un satélite.

4.3.2. Tipos de receptores GPS

Dada la importancia de conocer las generalidades de los equipos con los que trabaja directamente el usuario, a continuación se describe la forma en que se agrupan los receptores, de acuerdo con Arrufat (1995):

- a) Placas: La rápida introducción del GPS en la industria, especialmente su aplicación para la localización de objetos móviles, gestión de flotas de vehículos, equipos de auscultación en que interesa conocer la situación de cada registro o toma así como la trayectoria seguida, ha producido una gran demanda, lo que ha propiciado que los distintos fabricantes, ofrezcan al usuario económicas placas o tarjetas electrónicas, que en ocasiones se denominan "módulos OEM" (Original Equipment Manufacturer).

Estas placas son tarjetas con un circuito impreso y un microprocesador, que son los elementos electrónicos necesarios para procesar las señales procedentes de los satélites de la constelación

NAVSTAR, además están dotados de dos conexiones, una para la antena y la otra para una fuente de alimentación, por lo que a menudo suelen carecer de pantalla, de teclado, de fuente de alimentación y de antena, ya que generalmente se integran a otros equipos, sistemas e incluso en computadoras personales, alimentándose habitualmente del elemento en que van instaladas y necesitan, al igual que todos los receptores GPS de una antena exterior.

Las primeras placas solamente proporcionaban la situación en el sistema WGS 84, con precisión de unos 100 metros y la hora, e incluso, a veces tan solo las pseudodistancias. Actualmente la oferta es mucho más amplia e interesante, existiendo en el mercado placas realmente sofisticadas, con seguimiento de ambas frecuencias y del código P.

- b) Navegadores: Son receptores GPS que adoptan diversas formas y generalmente son portátiles (de mano) de dimensiones cada vez más cercanas a las de los teléfonos "celulares", suelen llevar la antena incorporada y a menudo están alimentados por baterías. Efectúan seguimiento del código C/A, disponiendo de pocos canales (4 o 5) o incluso a veces, de los llamados canales secuenciales que consisten en que un solo canal sigue a varios satélites. Disponen de una pantalla de cristal líquido, teclado integrado y no cuentan con memoria, por lo que no pueden almacenar las observaciones para su posterior tratamiento (aunque recientemente ya se han diseñado algunos con entrada para tarjeta de memoria opcional).

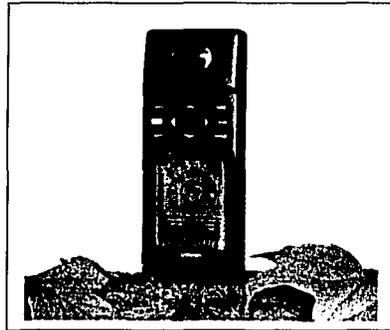


Figura 4.9. GPS navegador. (Fuente: cortesía de Garmin Corporation. USA, 1997).

La precisión en la determinación de un punto es de unos 100 m aproximadamente y se suelen emplear para la localización inmediata de vehículos, en barcos de pesca, en actividades deportivas y de ocio. Suelen ofrecer al usuario otros datos adicionales como la velocidad y generalmente incluyen una serie de programas tales como la transformación de coordenadas y la proyección UTM, de modo que en la pantalla aparecen coordenadas que se pueden incluir directamente en la cartografía disponible.

- c) Cartográficos: Son de mayor tamaño, peso y consumo que los navegadores en general. La antena, aunque algunos la llevan incorporada, suele estar separada del receptor, para posibilitar su estacionamiento mediante jalón, esto depende mucho de la solución aportada por cada proveedor. Cabe señalar que, al igual que los instrumentos geodésicos y topográficos, se está produciendo un acercamiento entre las tecnologías de los sistemas de posicionamiento global y las relacionadas con la adquisición, verificación y actualización de datos en campo con fines cartográficos y para su incorporación en los sistemas de información geográfica; incluso, recientemente se ha logrado integrar funcionalidades básicas de los SIG en una computadora de mano (palm) con un receptor GPS portátil, como se observa en la siguiente secuencia de imágenes:

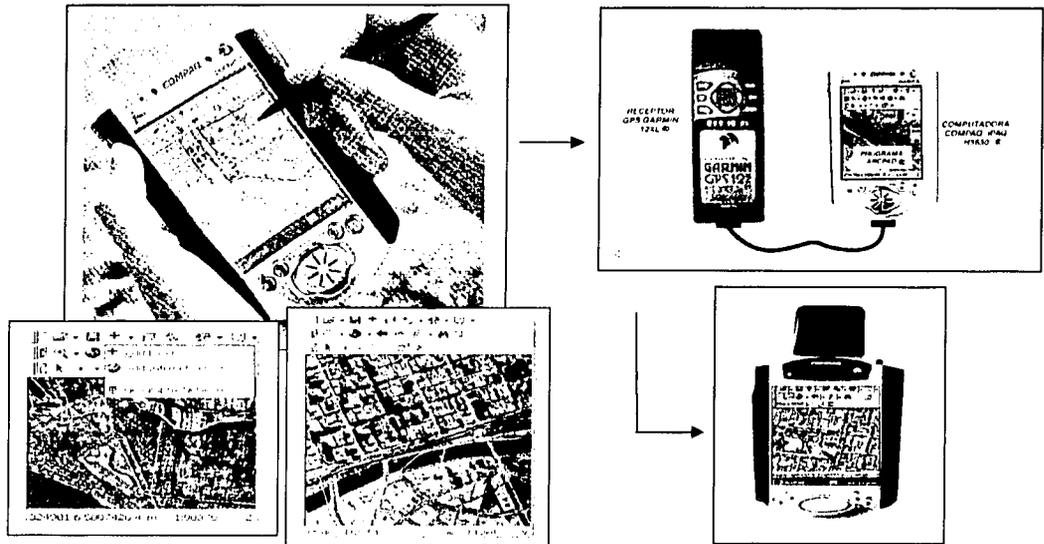


Figura 4.10. Integración de componentes tecnológicos GPS/SIG. GPS cartográfico y para sistemas de información geográfica (Fuentes: cortesía de Garmin Corporation; Compaq Computer Corporation; ESRI Inc.; SIGSA).

Cada uno de estos receptores es un sistema compuesto de pantalla, teclado y memoria con la capacidad necesaria para almacenar las observaciones y de este modo posibilitar el posterior tratamiento de los datos registrados; además disponen de una mejor calidad de recepción y generalmente cuentan con un mínimo de 6 canales independientes para efectuar seguimiento del código C/A, si bien algunos realizan también seguimiento de la propia portadora o sea la medida de fase; asimismo, incluyen el software necesario para poder verter los datos registrados en una PC, efectuar corrección diferencial, transformación de coordenadas y de proyección. Con estos aparatos y en modo diferencial, se pueden obtener precisiones de unos cuantos metros. Algunos ofrecen como opción, la posibilidad de efectuar el método diferencial en tiempo real. Se utilizan preferentemente en trabajos de recolección de datos para: actualización cartográfica; inventarios (de carreteras, caminos, redes eléctricas, canalizaciones, conducciones); levantamientos de precisión métrica (yacimientos mineros, áreas forestales, pozos); demarcación en explotaciones mineras; determinación de las coordenadas de referencia de una cámara o un escáner aerotransportado, etc.

- d) Topográficos y geodésicos: Estos instrumentos están dotados de sistemas de observación muy avanzados, de alta calidad de recepción y su principal diferencia con los anteriores consiste en que siempre deben efectuar el seguimiento de la propia onda portadora, es decir, efectúan medida de fase de la portadora, si bien disponen de otras muchas posibilidades de observación, lo que les permite determinar las coordenadas de un punto con precisiones centimétricas. Los receptores topográficos también llamados de monofrecuencia, solamente efectúan el seguimiento de la portadora L_1 y del código C/A y tienen registrada la medida de bases para obtener precisiones centimétricas, a una longitud inferior a los 100 km, aun cuando la mayor parte de estos instrumentos la reducen a los 20 km. Los receptores geodésicos, también llamados bifrecuencia, tienen capacidad para recibir la portadora L_1 y L_2 captando algunos el código P. Estos receptores son capaces de eliminar el error de retardo ionosférico y mantienen la precisión a distancias de centenares de kilómetros.

- e) Este tipo de receptores están sustituyendo a los instrumentos clásicos de topografía en aquellos levantamientos en que las distancias o la irregularidad del terreno lo justifican, si bien con el progresivo avance de los receptores GPS, estos pueden ser aplicados cada vez en un mayor tipo de levantamientos.

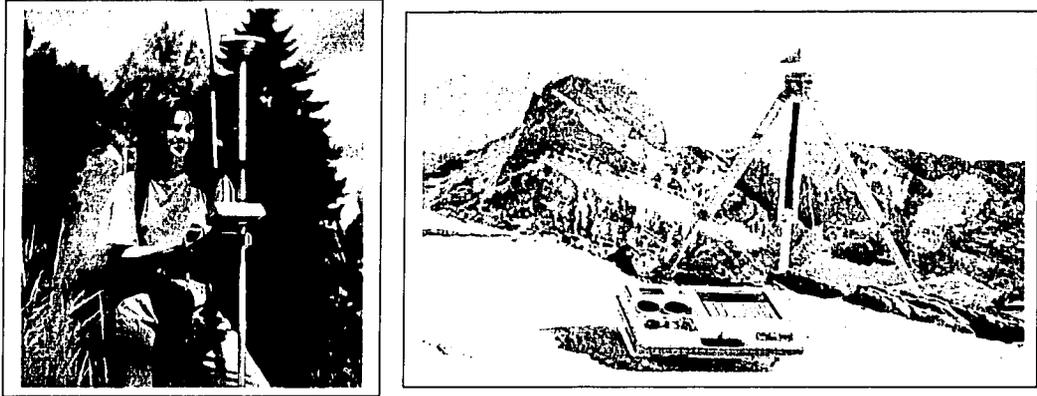


Figura 4.11. GPS para aplicaciones geodésicas y topográficas, los cuales permiten efectuar mediciones submétricas, adaptados para los levantamientos en cualquier ambiente (Fuente: cortesía de Leica Geosystems, Suiza, 1993).

En el campo de la geodesia, las ventajas son mayores que en la topografía clásica, por lo que actualmente la técnica GPS está siendo utilizada en todos los países del mundo para definir una red geodésica con respecto a un sistema de referencia global, ya que cada observación GPS genera un punto geodésico.

- e) Científicos. Estos son los receptores con las más altas prestaciones posibles incluyendo la más alta calidad de recepción, oscilador atómico y una alta frecuencia de registro. Su utilización se reduce a la investigación, al estudio de la física terrestre y al mantenimiento del mismo sistema GPS.



Figura 4.12. GPS Trimble 4800, instalado con fines científicos muy próximo a la cumbre del monte Everest, se aplica a levantamientos geofísicos y geodésicos de la más alta precisión. (Fuente: Christopherson, R. Prentice Hall; USA, 2002).

Por otra parte, actualmente se ofrecen en el mercado muchos programas para el procesamiento de la información GPS, los cuales generalmente se adquieren junto con los componentes físicos. En topografía y geodesia se emplean una serie de programas, que según el tipo de usuario han sido agrupados en:

- Programas comerciales. Es frecuente que cada proveedor ofrezca receptores GPS con el software específico para sus equipos, pero es necesario que todos ellos reconozcan el formato estándar de transferencia RINEX. Estos programas son utilizados habitualmente por las consultorías, por las empresas de ingeniería, de estudios y proyectos, etc.
- Programas científicos. Estos programas a diferencia de los anteriores, admiten datos de distintos receptores, incluso de un gran número de ellos, lo que permite abordar trabajos de alta precisión y calcular con datos defectuosos o con "mucho ruido". Este tipo de programas son desarrollados por las universidades para uso profesional en redes pequeñas de alto rendimiento, cuando se efectúan mediciones muy precisas en largas distancias y para el análisis de datos derivados de la investigación científica incluyendo estudios geodinámicos.
- Programas especiales a la medida del usuario. Es frecuente que se desarrollen programas por encargo, en cuyo caso se crea un programa específico de acuerdo a los requisitos del cliente, o bien, se adecua uno ya existente.

4.3.3. La corrección diferencial

Hasta ahora se ha explicado cómo es que un receptor GPS calcula su posición en base a las coordenadas que recibe de los satélites de la constelación NAVSTAR, esto cuando un receptor está trabajando independientemente, el método se denomina posicionamiento absoluto. Debido principalmente a la SA, la precisión de este levantamiento es aleatoria, solo podemos contar con que la coordenada no tendrá más de 100 m de error, lo usual es que existan de 20 a 50 m de error en el cálculo de la posición, o bien 15m cuando existe una excelente distribución y un número suficiente de satélites en la bóveda celeste, esta condición se expresa en los receptores mediante un valor adimensional llamado PDOP (Position Dilution of precision), que es inversamente proporcional a la calidad del posicionamiento (PDOP < 5 son buenos y se tienen durante la mayor parte del día), pero también pueden intervenir malas condiciones para el posicionamiento, existen algunos momentos del día, dependiendo de la zona geográfica en que se trabaje, en que el valor del PDOP sube, si existen además obstrucciones locales como edificios, árboles o la propia orografía impiden que la señal de algunos satélites llegue al receptor, el valor del PDOP puede subir aún más (no se recomienda hacer posicionamiento GPS con valores de PDOP > 10) en este caso el error en el cálculo de la coordenada puede incluso llegar a los 100m.

En función de los márgenes de precisión esperados, el posicionamiento autónomo como tal sirve para la navegación terrestre, marítima o aérea, para trabajos de reconocimiento, ubicación de elementos en cartografía a escalas 1:50,000 o menores, etc. Sin embargo, este rango de precisión no es suficiente para otro tipo de aplicaciones. Cuando se requiere mayor precisión en el cálculo de las coordenadas del receptor, el procedimiento que se aplica se llama posicionamiento relativo o diferencial, y consiste básicamente en colocar un receptor en un punto de control, es decir, un sitio de coordenadas previamente determinadas con la precisión que se espera obtener en el levantamiento de los demás puntos, y el otro receptor en el sitio cuyas coordenadas se desea calcular, los archivos de ambos receptores se almacenan en su respectiva memoria interna, posteriormente en un programa de "postproceso" para computadora personal, se introducen las coordenadas de la base y con las observaciones hechas en este sitio, el programa calcula una serie de parámetros llamados "corrección diferencial" que se aplica a las observaciones hechas con el otro receptor, mejorando así la precisión de las coordenadas. El receptor que se ubica en el

punto de control se denomina comúnmente "la base" mientras que el o los otros receptores que se ubicarán en los puntos de coordenadas por determinar se denominarán "remotos" ; tanto la base como los receptores remotos deben observar los mismos satélites NAVSTAR durante un lapso común que está en función directa de la distancia que existe entre ellos. Los receptores de una sola banda L_1 , no deben separarse más de 20 km, y la precisión que se puede esperar en el postproceso es de 1m a 5m. Este tipo de posicionamiento es útil para rastreo de vehículos, captura de información para GIS, localización de elementos en cartografía escala 1:5000, etc.

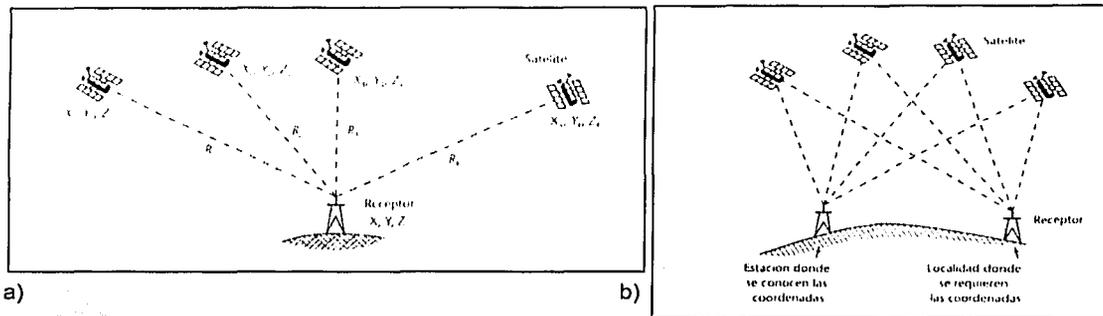


Figura 4.13. Geometría de observación en el sistema GPS: en modo autónomo (a), y en modo diferencial (b). Fuente: Bannister. A. Técnicas modernas en topografía. Alfaomega; México, 2001.

Si los receptores son geodésicos (de doble banda L_1 y L_2 con 12 canales), pueden separarse hasta 300 km y resolver el vector que los separa con precisión de 5mm + 1ppm, es decir de 5mm, más 1mm por cada km. Es necesario aclarar que estos receptores son caros, que los programas de postproceso son más sofisticados y que las sesiones de medición son largas, como regla 1hora por cada 100 km, sin embargo la precisión que alcanzan no se puede obtener por métodos topográficos, especialmente por las distancias tan grandes que pueden medir.

4.3.4. Sistemas de medición GPS

Hay tres posibilidades de medición con fines topográficos y geodésicos utilizando el GPS: por cuenta Doppler, por pseudodistancias o por medida de fase.

Destacan las dos últimas, ya que las medidas de distancias por cuenta Doppler es muy imprecisa aunque permite un posicionamiento rápido.

Seudodistancias. El método de pseudodistancias es exclusivo de la técnica GPS y consiste en determinar de un modo aproximado la distancia entre el receptor y el satélite. Es la multilateración tridimensional que sitúa la estación en la intersección de las esferas imaginarias con centro en el satélite y radio de la distancia correspondiente.

Este sistema es usado en navegación y permite el posicionamiento continuo en tiempo real. Las precisiones que ofrecen los receptores civiles son decamétricas.

La pseudodistancia es el resultado de multiplicar la velocidad de la luz por el desplazamiento temporal necesario para alinear o correlacionar una réplica del código GPS generado por el receptor, con la señal procedente del satélite GPS, resultando un tiempo determinado.

TESIS CON
FALLA DE CALIDAD

El satélite emite un código cuya estructura posee el receptor en memoria, y del cual genera una réplica exacta. Entonces compara la modulación de la señal recibida con la réplica del código generada en el instrumento, detectándose si ambos están sincronizados.

Para sincronizar la réplica con el original recibido, el instrumento empieza a aplicar un retardo. Cuando la anulación sucede, el tiempo de retardo permite calcular una distancia, que no será precisamente la real, ya que, aunque se sabe el momento de emisión del satélite, porque el estado y marcha del reloj del satélite son contenidos por el mensaje, no se conoce el estado del reloj del receptor, por eso el valor que se determina no es una distancia sino una pseudodistancia.

El método de pseudodistancias es el utilizado para el posicionamiento en tiempo real. También se utiliza en el posicionamiento relativo, para el cálculo de las coordenadas aproximadas de la estación y los parámetros del reloj del receptor, valores que se utilizan para las más precisas observaciones de diferencia de fase.

Medida de fase. El método de medida de fase es el que permite la máxima precisión. La base del método consiste en controlar en fase la emisión radioeléctrica hecha desde el satélite con frecuencia conocida y desde la posición conocida.

Al controlar la fase, lo que se hace es observar continuamente la evolución del desfase entre la señal recibida y la generada en el receptor; la observación contiene los valores del desfase y éste cambia según lo hace la distancia satélite-antena receptora. La distancia está variando continuamente, aunque de forma controlada por la continua comparación de la fase. Es fundamental en el sistema no perder el seguimiento de la fase para que la ambigüedad inicial no pueda variar. Si hay una pérdida de recepción por cualquier causa, la cuenta de ciclos se rompe y se produce una pérdida de ciclos o cycle slip, parte débil del método, aunque mediante un ajuste polinómico en postproceso, es posible restaurar la cuenta original y recuperar la ambigüedad inicial.

4.3.5. Planificación de la observación

Actualmente con los aparatos GPS de última generación, la planificación es un proceso sencillo, puesto que con los equipos más evolucionados tan solo es necesario estacionar la antena en el punto deseado y encender el receptor.

Generalmente el equipo abre su fichero de observación, al tiempo que determina su posición si ello es posible e inicia la observación, dentro de las condiciones que previamente el observador haya dispuesto, o bien los mínimos admisibles que por defecto el software interno dispone. Con lo que la tarea del observador se reduce a comprobar que las condiciones de observación estipuladas se cumplen y a etiquetar los ficheros que se van obteniendo.

El problema que realmente se plantea, es determinar el momento y la duración de la observación con el fin de obtener la calidad prevista, lo que depende del periodo elegido, de las condiciones de observación y de la configuración de la constelación.

Al realizar una observación de más de 12.5 minutos se recibe un almanaque actualizado, que en el posterior procesamiento de datos queda disponible en el ordenador como un fichero del tipo ALM92-041.xxx; este almanaque consiste en una información sencilla de órbitas que permite predecir, con la necesaria precisión, la posición que en cada instante ocupa cada satélite.

Actualmente, debido a que la constelación de satélites ya es plenamente operativa, la planificación no es tan imprescindible debido a la cobertura que proporciona, por lo que el almanaque no es tan

útil como lo venía siendo, para poder proyectar las observaciones normales, si bien, siempre será necesario para aquellas observaciones en las que se necesite la máxima precisión. Siendo de suma importancia constatar la necesidad de trabajar con el último almanaque recibido, ya que en éste se debe apoyar por extrapolación, el proyecto de observación.

4.3.6. Métodos de posicionamiento

El posicionamiento GPS puede ser, atendiendo al sistema de referencia, absoluto o relativo.

Absoluto: es cuando las coordenadas 3D del receptor se determinan directamente respecto a un sistema de coordenadas previamente definido.

Relativo: es cuando las coordenadas del receptor se determinan respecto a otro receptor fijo en un punto de coordenadas conocidas con precisión y que constituiría el origen o referencia de un sistema local de coordenadas.

Con referencia a la condición de movimiento del receptor (es decir, si se mueve o no), tenemos el posicionamiento dinámico, y el posicionamiento estático, respectivamente.

En el posicionamiento absoluto de un punto, obtenemos tres valores de coordenadas (X, Y, Z), respecto a un sistema terrestre de coordenadas, con origen y orientación previamente definidos, como podría ser la posición de un vehículo en el desierto. Posteriormente se pueden obtener las coordenadas geodésicas ψ , λ , h. tomando como sistema de referencia el World Geodetic System 1984 (WGS 84). El posicionamiento absoluto en tiempo real puede tener errores de metros, decímetros o aún mayores.

En el posicionamiento relativo, siempre se ven involucrados más de un equipo en recepción simultánea. De ellos, uno es el que establece el sistema local de referencia sobre el que se posiciona el otro receptor. Lo que se usa realmente no son las coordenadas que ofrece el sistema, sino los incrementos de coordenadas entre el receptor de referencia y el otro a posicionar, o sea, la diferencia de posición entre ellos. Por ello, a este se le denomina diferencial o relativo.

La gran ventaja de este método es que los errores de posicionamiento absoluto (errores de los relojes, errores por efectos atmosféricos, errores por las efemérides, etc.) son comunes a ambos puntos y prácticamente no tienen repercusión en los incrementos de coordenadas, con los que la precisión en la determinación de la distancia entre las estaciones pueden incrementarse hasta valores centimétricos e incluso subcentimétricos (función de la distancia entre los receptores).

Los errores más difícilmente controlables pueden ignorarse en bases cortas usando este método. Por ello en topografía, siempre que se vayan a cubrir distancias de no más de 100 km, la técnica bifrecuencia y otras complejidades pueden evitarse. El posicionamiento relativo hasta hora requería un cálculo especial, posterior a la recepción de los datos individuales por lo que se realizaba en tiempo diferido. El método se aplica a mediciones estáticas ó dinámicas, si bien quedaba excluida la navegación propiamente dicha, excepto para control de movimientos lentos, como es el caso de los glaciares, placas tectónicas, etc. Actualmente con el empleo de radioenlaces para transmitir los datos de una estación a aquella que efectúa el cálculo, este tipo de posicionamiento se obtiene en tiempo "cuasi real", lo que posibilita su empleo en navegación, siempre que se realice la transmisión por radio de los datos de una estación fija terrestre a otra que navega y disponga del ordenador necesario para realizar el cálculo de posición y velocidad con relación a la fija.

En el método dinámico puede mencionarse el dinámico diferencial por medida de fase, plenamente aplicable en el campo de los levantamientos batimétricos. Teniendo estacionado el receptor de referencia en un punto de situación conocida, al disponer con precisión subdecimétrica del itinerario seguido por el barco sonda, si la antena está en la vertical de la sonda a una altura conocida y se tiene una referencia de tiempo para cada valor de profundidad registrado, solo queda acceder al adecuado software para obtener directamente en un plotter la carta batimétrica deseada.

Es de especial interés hacer notar que se elimina por completo la corrección de marea, no sufriendose tampoco los errores generados por el oleaje, ya que el sistema refiere las cotas al receptor fijo, estacionado en un punto de altitud conocida e inmóvil. El trabajo se puede simplificar hasta límites inéditos si se considera que además el receptor puede hacer navegar el barco sonda en la cuadrícula establecida, con gran precisión y sin referencias en Tierra y que se puede establecer una sincronización de registro entre sondeo y posicionamiento.

Las posibles combinaciones de las observaciones estáticas y dinámicas con los métodos absoluto y relativo y con los sistemas de pseudodistancias y de medida de fase ofrecen diversas combinaciones, en resumen:

- El estático absoluto, en el que sólo se puede usar el método de pseudodistancias, aporta la posición en tiempo real y su precisión es de 10 m, pudiendo mejorar. Con este sistema se puede situar en tiempo real cualquier punto de la Tierra obteniendo las coordenadas en dos o tres minutos.
- El dinámico absoluto, en el que sólo puede utilizarse el método de pseudodistancias, su precisión es del orden de 30 m, es el utilizado en la navegación marítima y aérea, en este caso se obtiene la posición en tiempo real.
- El estático relativo, en el que puede usarse tanto el sistema de pseudodistancias como el de medida de fase.
- El dinámico relativo, en el que hay varias opciones, diversificadas por las exigencias de precisión y la necesidad de disponer de resultados en tiempo real o diferido. Siempre involucra un mínimo de dos receptores, dado su carácter relativo: uno fijo, en un punto de situación conocida, que establece el sistema de referencia local, y otro en movimiento.

4.3.7. Aplicaciones del GPS

La utilización de los satélites de la constelación NAVSTAR con técnicas GPS, han abierto en el campo de las geociencias una enorme gama de posibilidades, al permitir situar puntos con grandes precisiones, en aplicaciones geodésicas y topográficas, así como precisiones ampliamente satisfactorias para navegación en tiempo real por tierra, mar y aire. Esta capacidad de situar puntos se realiza en el marco de un sistema de referencia global muy homogéneo, garantizando, además de observaciones breves y fáciles, una coherencia y uniformidad de escala y orientación hasta ahora sin precedentes.

El GPS, es fundamentalmente un sistema de posicionamiento para la navegación, que se puede utilizar en modo estático o cinemático. Es por ello que los esfuerzos realizados para el perfeccionamiento y plena utilización del sistema proceden fundamentalmente de la industria de la navegación y de la administración del espacio aéreo y marítimo, apoyados por las demandas y normas de la geodesia. El término navegación significa la determinación del curso de un vehículo en tierra, mar o aire en tiempo real. En otras palabras, se puede definir la navegación como la

determinación de la posición tridimensional, de la velocidad y la orientación de un vehículo en cualquier momento. Los sistemas que definen estos parámetros se conocen como sistemas de navegación ó de posición. De esto se deduce que la técnica GPS, utilizada en navegación, obviamente es el método cinemático, en navegación los datos se procesan siempre en tiempo real. Actualmente, el GPS es muy utilizado a bordo de vehículos en movimiento, los cuales frecuentemente transportan sensores remotos, favoreciendo la recopilación sistématica e integrada de información georreferenciada desde su origen. A continuación se ilustra la forma en que el sistema GPS cubre algunas de las necesidades básicas de las sociedades modernas para el conocimiento, la planificación y la gestión del territorio:

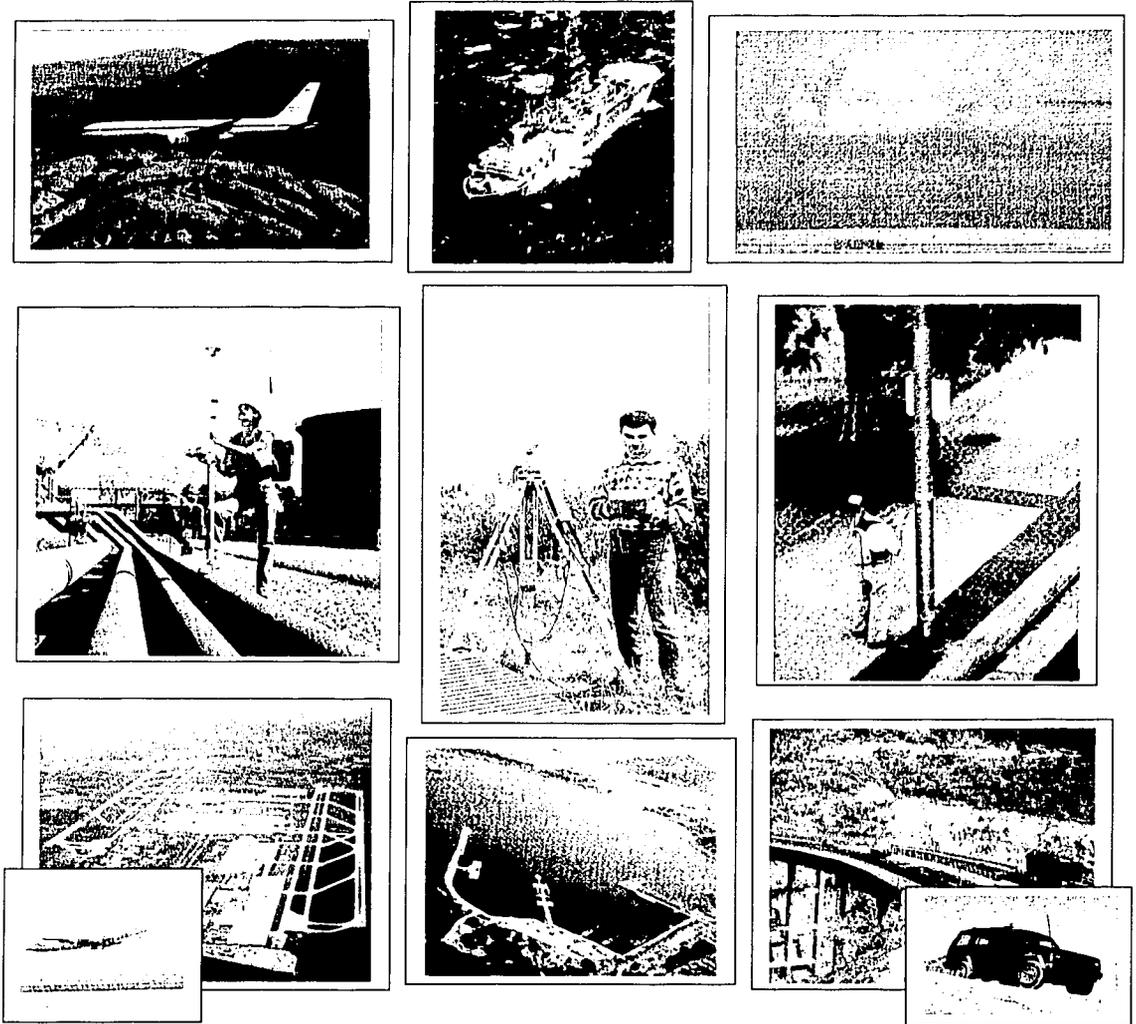


Figura 4.14. Principales aplicaciones del sistema de posicionamiento global, en orden descendente: enlace integral para la localización de vehículos, equipos e instrumentos en tierra, mar y aire; apoyo a la prospección y al inventario de los recursos naturales, administración de la infraestructura y el equipamiento; monitoreo y gestión de flotas de vehículos en tiempo real.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.4. La percepción remota

La importancia de la percepción remota en todas sus dimensiones conceptuales y operativas para el conocimiento y la acción de las comunidades humanas respecto a su entorno es evidente, actualmente no se encuentra una obra sobre el tema de la ciencia y la tecnología orientadas al estudio de la Tierra, que no destaque la enorme importancia de esta disciplina, la cual ha revolucionado la forma en que el hombre busca conocer y planificar su interacción con el medio.

La historia de la percepción remota está caracterizada por un hecho fundamental: que el hombre ha tenido siempre la necesidad de superar las limitantes físicas (relacionadas con la geometría de observación) y fisiológicas (asociadas con las capacidades sensoriales), al tener que buscar condiciones de observación y puntos de vista cada vez más alejados para el dominio visual de la superficie terrestre, mediante la adaptación o diseño de diversas plataformas de observación (elevaciones del relieve, torres, globos, aviones, satélites artificiales, etc.), asimismo, a través de sensores artificiales como la cámara fotográfica, las cámaras de video, los teodolitos, distanciómetros, radiómetros, radares, barredores multiespectrales, etc.; así como los medios de soporte asociados para el almacenamiento de la información como son el papel y la película fotográfica, las pequeñas tarjetas con gran capacidad de memoria, hasta las computadoras modernas con enormes prestaciones para el geoprocésamiento. En términos generales, la observación a distancia se ha extendido prácticamente a cualquier medio directamente relacionado con el hombre –para los fines descritos-, es decir, aéreo, acuático y terrestre (tanto superficial como subsuperficial).

Hoy existe plena coincidencia en que la percepción remota es la disciplina científica que se encarga de la obtención y registro de información de un sistema físico (acerca de los objetos, áreas o fenómenos que contiene), mediante el análisis de datos adquiridos a través de dispositivos que no se encuentran en contacto directo con dichos objetos de investigación (Diez, 1993; Lira, 1997; Lillesand y Kiefer, 2000; Gibson, 2000). Es una tecnología científica que puede ser usada para medir y monitorear importantes características biofísicas y actividades humanas en la Tierra (GDTA, s.f.; Jensen, 2000). Asimismo, se le concibe como un término utilizado para describir la colección de geodatos y el análisis interpretativo de imágenes generadas a través de sensores aerotransportados y satelitales (Kavanagh, 2003). La percepción remota (del inglés remote sensing) o teledetección (del francés télédétection) ha evolucionado junto a la necesidad del hombre para conocer su entorno más allá de las limitadas posibilidades de sus sentidos (la percepción sensorial). De acuerdo a lo anterior, en lo sucesivo las acepciones de teledetección y percepción remota se utilizarán aquí de manera indistinta.

No obstante que, el dominio de la percepción remota se extiende ya sobre todas las áreas conocidas de la existencia material: el macrocosmos (utilizando radiotelescopios, radares, sondas espaciales, etc.), el mesocosmos (a través del uso de satélites artificiales, aviones, globos, vehículos terrestres, buques y sondas marinas, etc.) y el microcosmos (mediante la microfotografía, el microscopio electrónico, el ultrasonido, las imágenes de rayos X y rayos gamma etc.), rebasando ampliamente el ámbito del espacio terrestre; importa precisar que, en éste trabajo solamente se describirán los métodos y técnicas, plataformas y sensores relacionados más directamente con el estudio del espacio propiamente geográfico, es decir, la interfase de la superficie terrestre con la hidrosfera y la atmósfera, donde se desarrolla la biosfera (Christopherson, 2002), a partir de los cuales se produce actualmente una enorme y creciente cantidad de información orientada a la referenciación, inventario y monitoreo del territorio y sus recursos, así como a las actividades humanas y sus interacciones con el medio.

Por las razones que se exponen a continuación, la percepción remota constituye el instrumento moderno más poderoso para la recolección y registro masivo de información a distancia sobre la estructura y la dinámica de la superficie terrestre y su entorno cercano, necesarios para los

trabajos de planificación y ordenamiento territorial. Tihay (1994 y 1995) sostiene que hoy en día los satélites han invadido la vida cotidiana de la sociedad, independientemente de su nivel de desarrollo. Las señales que reciben o envían hacia nuestro planeta forman parte de una herramienta tecnológica que debe estar al servicio de la comunidad, ya sea en el área de las telecomunicaciones o del estudio del entorno físico y biológico del mundo. Los satélites aportan cada día millones de datos sobre el estado ambiental de regiones enteras, así como sobre la búsqueda de nuevos recursos en el marco del ordenamiento territorial.

De acuerdo con Chuvieco (1996 y 2002), las ventajas de la observación espacial (que evidentemente, son mayores respecto a la teledetección aérea y terrestre) se resumen como sigue:

- Cobertura global y exhaustiva. Gracias a las características orbitales de los satélites se puede obtener imágenes repetitivas de la mayor parte de la Tierra, incluso de áreas inaccesibles por otros medios, como es el caso de las zonas polares o desérticas. La dimensión global que aportan estas imágenes resulta de enorme trascendencia para entender los grandes procesos que afectan al medio ambiente planetario. Junto a ello, resulta preciso contar con una observación cíclica, ya que buena parte de estos fenómenos tienen un enorme dinamismo. La teledetección espacial es una de las pocas fuentes de información propiamente globales, ya que los sistemas orbitales permiten tomar información de la práctica totalidad del planeta en condiciones comparables.
- Perspectiva panorámica. La altura orbital del satélite le permite detectar grandes espacios, proporcionando una visión amplia de los hechos geográficos, es decir que, vastas extensiones de la superficie terrestre son detectadas casi instantáneamente y por el mismo sensor. En cuanto al área de cobertura cabe señalar por ejemplo que una fotografía aérea en escala 1:18000 abarca una superficie aproximada de 16km², que asciende a unos 49km² en el caso de fotografías a escala 1:30000; por otra parte, una imagen del sensor Landsat-TM abarca 34000 km² en una escena, llegando a varios millones de km² para el caso de una imagen del satélite meteorológico NOAA.
- Observación multiescala. Los sistemas actuales de teledetección satelital ofrecen un amplio rango de cobertura espacial y nivel de detalle, desde los sensores de ámbito local (con precisiones en torno a un m² y cobertura de algunos cientos de km²), hasta los de ámbito global (con resoluciones de 1 a 5 km², pero que abarcan varios millones de km²).
- Información sobre regiones no visibles del espectro. Los sensores óptico electrónicos facilitan la obtención de imágenes captadas sobre tipos de energía inaccesibles a la sensibilidad del ojo humano o la fotografía convencional, como es el caso del infrarrojo medio y térmico o las microondas. Estas bandas del espectro proporcionan una valiosa información para estudios medioambientales.
- Cobertura repetitiva. Las características orbitales de los satélites de observación terrestre les permiten adquirir imágenes repetitivas de toda la Tierra, en condiciones comparables de observación, lo cual representa enormes ventajas para la realización de estudios multitemporales.
- Transmisión inmediata. La mayor parte de los sistemas de teledetección graban las imágenes en formato digital, lo que permite transmitir las imágenes a las estaciones terrestres en tiempo real. En la práctica, solo los satélites meteorológicos ofrecen la transmisión directa al usuario final, siempre que se disponga de las antenas receptoras adecuadas. El resto de los sistemas transmiten la información en tiempo real únicamente por la red de estaciones concertadas con la entidad propietaria del satélite, siempre que éste se encuentre en el área de grabación de alguna antena, o de lo contrario, se graban a bordo para su posterior transmisión.
- Formato digital. El tratamiento digital de las imágenes agiliza el proceso de interpretación, permite generar modelos cuantitativos e integrar los resultados con otro tipo de información geográfica. Este enfoque integrado facilita una evaluación más real del paisaje al considerar los principales elementos espaciales que lo conforman. Aun simplemente en el terreno de la visualización, el apoyo

de las computadoras permite observar el territorio con una precisión y plasticidad difícilmente abordable por otros medios.

La percepción remota debe su gran desarrollo a la convergencia tecnológica enfocada, como ya se dijo, al conocimiento del territorio y sus recursos, aunque inicialmente con énfasis en la estrategia militar, cada vez más se ha orientado a los objetivos civiles de desarrollo económico y social, produciendo una creciente diversidad de formas de obtención de información a distancia, desde muy distintos puntos de vista, con frecuencias y distancias cada vez mayores, incluso con mayor calidad y precisión; para Lillesand y Kiefer (2000), el éxito de muchas aplicaciones de la percepción remota es mejorado considerablemente con base en una aproximación multivista para la colección de los datos. Esto puede implicar la percepción multiplataforma, donde los datos acerca de un sitio son colectados desde múltiples altitudes. Lo cual a su vez se relaciona con la percepción multispectral, por lo que los datos son adquiridos simultáneamente en varias bandas espectrales. Adicionalmente, esto puede propiciar la percepción multitemporal, donde los datos acerca de un sitio son colectados en más de una ocasión. La siguiente ilustración muestra una generalización sobre las diferentes plataformas de percepción remota, disponibles para la recolección de datos georreferenciados, útiles para el análisis espacial en los sistemas de información geográfica.

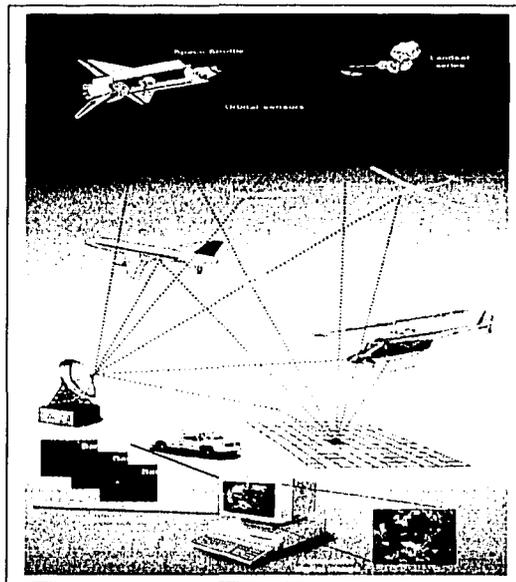


Figura 4.15. Desarrollo actual de las tecnologías de percepción remota con base en múltiples plataformas (espaciales, aéreas y terrestres). (Fuente: Christopherson, R. Geosystems. Prentice Hall; USA, 2002).

4.4.1. Objetivos y alcance de la percepción remota

El objetivo fundamental de la percepción remota está estrechamente relacionado con la permanente necesidad de superar las limitadas posibilidades (físicas y fisiológicas) de la visión humana, orientada sobre todo a conocer su entorno con el que interactúa cotidianamente, esto ha llevado al hombre a buscar formas de observación para la recolección de datos, su almacenamiento y su posterior utilización, con el fin de caracterizar, explicar e incluso modelizar el comportamiento de la superficie terrestre, (Chuvieco,1996). La observación remota de dicha superficie constituye el marco de estudio de la teledetección, misma que se aplicó inicialmente a la

fotografía aérea, principal sistema sensor utilizado hasta finales del siglo XX.

Es importante señalar que para Scanvic (1989), al tratar sobre la teledetección aplicada, existen básicamente dos técnicas:

- a) la teledetección en sentido estricto, que:
 - utiliza las radiaciones en el intervalo comprendido entre el ultravioleta ($0.4 \mu\text{m}$) y las microondas;
 - capta las variaciones de absorción-emisión-reflexión de la superficie o de la subsuperficie muy próxima;
 - permite una restitución en forma fotográfica a partir de una película o de un registro de tipo numérico sobre cinta magnética.
- b) técnicas geofísicas, sobre todo aerotransportadas, que:
 - utilizan las radiaciones inferiores a las ultravioleta (rayos X, rayos gamma) o superiores a las microondas;
 - captan una señal que tiene un origen mucho más profundo;
 - permiten solo la restitución por perfiles.

Asimismo, la ejecución de la teledetección en sentido estricto, depende de:

- a) los vectores o plataformas: avión, globo, cohete sonda, helicóptero, avioneta, buque, satélite, vehículo espacial etc.
- b) los sensores y detectores asociados

Seguendo a Scanvic, se tiene que actualmente las técnicas de teledetección son las siguientes:

- la fotografía aérea o espacial (utilizando como sensor una cámara fotográfica)
- la teledetección multispectral visible (basada en el radiómetro o scanner de barrido multispectral).
- la teledetección térmica (que utiliza el radiómetro térmico de barrido mono o multispectral)
- la radargrafía (se basa en el radar lateral)

Estas técnicas difieren por el tipo de sensores empleados (cámara fotográfica, radiómetro y radar) y por el modo de adquisición (activo o pasivo), de los cuatro tipos señalados solamente el cuarto es activo. Por supuesto que todas las técnicas se pueden complementar en la práctica, según los objetivos y los recursos de cada proyecto, como se verá más adelante. Dichas técnicas permiten adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas generalmente aéreas o espaciales (aunque también puede haber sensores fijos o móviles, instalados sobre la misma superficie); para esto se asume que entre la Tierra y el sensor existe una interacción energética, ya sea por reflexión de la energía solar o de un haz energético artificial o por emisión propia. A la vez, se precisa que dicho haz energético recibido por el sensor sea

almacenado convenientemente, ya sea a bordo del satélite, o bien en las estaciones receptoras, para su retransmisión y posterior interpretación.

La percepción remota de los recursos terrestres implica dos procesos básicos: adquisición de datos y análisis de datos. La información resultante es entonces compilada generalmente en la forma de mapas impresos, fotografías aéreas y tablas (datos analógicos) o como archivos de computadora (datos digitales), que pueden ser fusionados con otras capas de información en un sistema de información geográfica. A continuación se observa el proceso de la percepción remota, utilizado generalmente por los científicos cuando intentan extraer información a partir de datos sensados a distancia, según Jensen (2000).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	COLECCIÓN DE DATOS	ANÁLISIS DE DATOS	PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN
Lógica apropiada de selección: -Inductiva -Deductiva -Tecnológica Formulación de hipótesis.	In Situ: -Campo -Laboratorio -Datos colaterales Percepción remota de datos híbridos y biofísicos: -Analógica pasiva: (cámara y videografía) -Digital pasiva: (cámara, scanner multispectral, matriz lineal y areal, espectralradiómetro) Activa: microondas (radar), laser (lidar), sonar	Procesamiento analógico (visual) de imágenes: -Usando elementos de interpretación de imágenes Procesamiento digital de imágenes: -Reconocimiento de patrones (estadístico y sintáctico) -Análisis fotogramétrico -Análisis hiperespectral -Sistemas expertos (usando conocimiento básico y motor de interfase -Análisis de redes neuronales -Modelamiento (modelamiento espacial usando datos GIS; modelamiento de escenas basado en interacciones físicas de energía/materia Visualización científica. Comprobación de hipótesis: -Aceptar o rechazar hipótesis	Análoga y digital: -Imágenes -Imagen de mapas -Ortofotomapas -Mapas temáticos -Bases de datos espaciales Reporte de errores: -Geométricos -Temáticos Linaje (ascendencia) de imagen: -Genealogía Estadística: -Univariada -Multivariada Grafos: -1,2 y 3 dimensional

Tabla 4.1. Proceso científico general de la percepción remota. (Fuente: Jensen, J. Remote Sensing of the Environment. Prentice Hall; USA, 2000).

4.4.2. Principios físicos de la percepción remota

Toda la información que es adquirida y procesada a través de un sistema de teledetección, independientemente de su origen, proviene de un flujo de energía electromagnética. Dicha energía se transfiere de un lugar a otro por tres procesos físicos: convección, conducción y radiación.

Las propiedades físicas de la radiación electromagnética han sido explicadas por dos teorías aparentemente contradictorias: una que la concibe como un haz ondulatorio (Huygens, Maxwell), y otra que la considera como una sucesión de unidades discretas de energía, fotones o cuantos, con masa igual a cero (Planck, Einstein). Actualmente, ambas teorías se complementan, dado que se acepta que la luz puede comportarse de acuerdo con ambos planteamientos. Según la teoría

ondulatoria, la energía electromagnética se transmite de un lugar a otro siguiendo un modelo armónico y continuo a la velocidad de la luz (c) y conteniendo dos campos de fuerzas ortogonales entre sí, es decir, el eléctrico y el magnético. Las características de este flujo energético pueden describirse por dos elementos: longitud de onda (λ) y frecuencia (F). La primera hace referencia a la distancia entre dos picos sucesivos de una onda, mientras que la frecuencia designa el número de ciclos pasando por un punto fijo en una unidad de tiempo. Ambos elementos están inversamente relacionados de la siguiente manera: $c = \lambda F$. Donde c indica la velocidad de la luz (3×10^8 m/s), λ expresa la longitud de onda (habitualmente en micrómetros, $1 \mu\text{m} = 10^{-6}$ m) y F la frecuencia (Hertzios, ciclos por segundo). Esta relación expresa que a mayor longitud de onda, menor frecuencia y viceversa, por lo que basta con indicar un solo término para identificar propiamente el tipo de energía mencionado.

A continuación se muestra gráficamente la forma en que se desplaza una onda electromagnética y cómo se relacionan la longitud de onda, la frecuencia y la velocidad en el espacio.

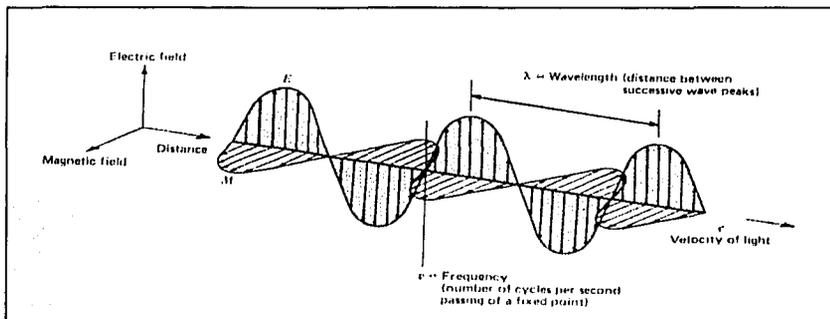


Figura 4.16. Comportamiento de una onda electromagnética en el espacio:

la cuál se compone de una onda eléctrica y una onda magnética desplazándose sobre ejes perpendiculares entre sí. (Fuente: Lillesand, T. y Kieffer, R. Remote sensing and image interpretation. John Wiley y Sons. USA, 2000).

El flujo de energía que detecta continuamente el sensor se considera como información analógica, la cual es transformada en digital y almacenada para ser procesada con los equipos informáticos. La siguiente figura muestra el proceso de conversión (bidireccional) de la información en los denominados formatos analógico y digital.

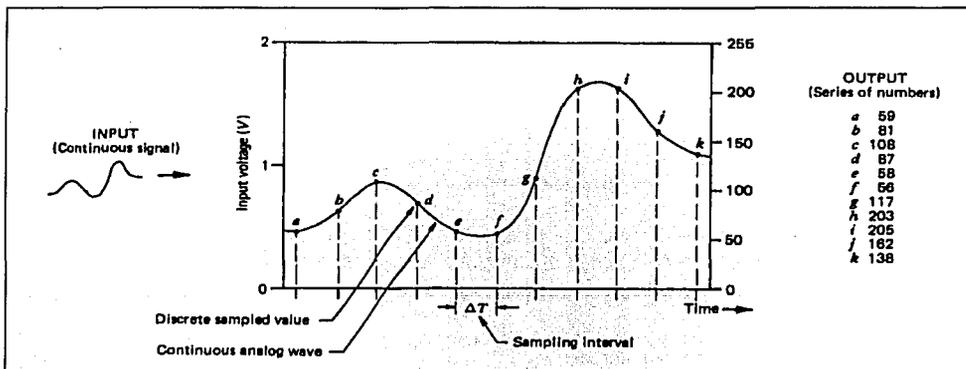


Figura 4.17. Proceso de conversión de información analógico-digital, base de la transferencia moderna de información (Fuente: Lillesand, T. y Kieffer, R. Remote sensing and image interpretation. John Wiley y Sons, Inc.; USA, 2000).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Este proceso está caracterizado por la transformación de una señal electromagnética continua (analógica) en una señal discreta (digital), donde se puede establecer el valor de voltaje de dicha señal en espacio y tiempo; existiendo actualmente los medios tecnológicos necesarios que permiten la reversibilidad de tal proceso (conversión analógica-digital) en cualquier sistema capaz de procesar señales de esta naturaleza.

Dentro de un sistema de teledetección los tres principales componentes son: el sensor, el objeto observado (sensado) y el flujo energético, éste último permite la interacción entre los dos primeros, hay que destacar que el flujo puede ser energía emitida por el propio objeto o incluso por el sensor. Estas son precisamente, las tres formas de adquirir información a partir de un sensor remoto, es decir, por reflexión, por emisión y por emisión-reflexión.

La reflexión 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. Ese flujo reflejado es recogido por el sensor, que lo transmite posteriormente a las estaciones receptoras. Entre superficie y sensor se interpone la atmósfera, que dispersa y absorbe parte de la señal original. De igual forma, la observación remota puede basarse en la energía emitida por las propias cubiertas, o en la que podría enviarse desde un sensor (activo) que fuera capaz, tanto de generar su propio flujo energético, como de recoger posteriormente su reflexión sobre la superficie terrestre.

4.4.2.1. El espectro electromagnético

Aunque la sucesión de valores de longitud de onda es continua, suelen establecerse una serie de bandas en donde la radiación electromagnética manifiesta un comportamiento similar. La organización de estas bandas de longitud de onda o frecuencia se denomina espectro electromagnético, el cual es un concepto fundamental para el entendimiento de la física de la percepción remota. Comprende desde las longitudes de onda más cortas (rayos gamma, rayos X), hasta las kilométricas (UHF, VHF, microondas). Las unidades de medida más comunes se relacionan con la longitud de onda. Para las más cortas se utilizan micrómetros, mientras las más largas se miden en metros e incluso kilómetros. Normalmente a estas últimas (denominadas microondas) se les conoce también por valores de frecuencia (en Gigahertzios, GHz = 10^9 Hz).

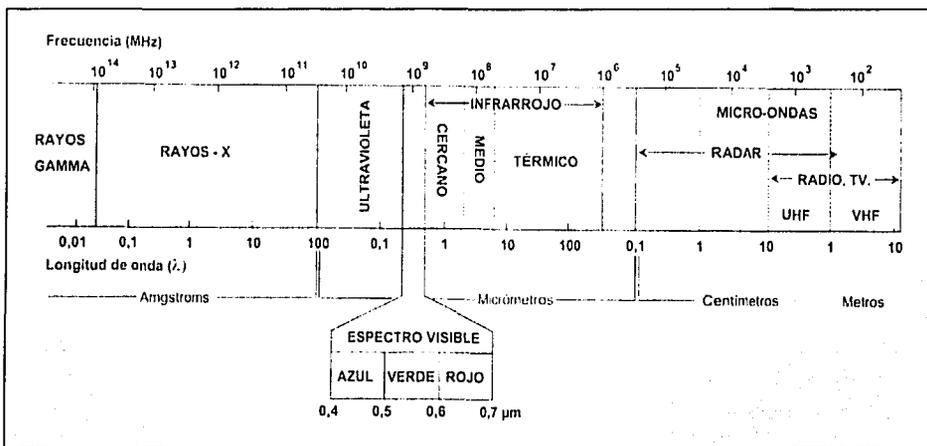


Figura 4.18. La escala del espectro electromagnético. (Fuente: Chuvieco, E. Fundamentos de teledetección especial. Rialp; España, 1996).

De acuerdo con Chuvieco (1996), desde el punto de vista de la teledetección, conviene destacar una serie de bandas espectrales, que son las más frecuentemente empleadas con la tecnología actual. Su denominación y amplitud varían según distintos autores, si bien la terminología más común es la siguiente:

- Espectro visible (0.4 a 0.7 μm). Se denomina así por tratarse de la única radiación electro-magnética que pueden percibir nuestros ojos, coincidiendo con las longitudes de onda en donde es máxima la radiación solar. Suelen distinguirse tres bandas elementales, que se denominan azul (0.4 a 0.5 μm); verde (0.5 a 0.6 μm) y rojo (0.6 a 0.7 μm), en razón de los colores primarios que el ojo humano percibe a esas longitudes de onda.
- Infrarrojo próximo (0.7 a 1.3 μm). A veces se denomina también infrarrojo reflejado o fotográfico, puesto que parte de él puede detectarse a partir de filmes dotados de emulsiones especiales. Resulta de especial importancia por su capacidad para discriminar masas vegetales y concentraciones de humedad.
- Infrarrojo medio (1.3 a 8 μm), en donde se entremezclan los procesos de reflexión de la luz solar y de emisión de la superficie terrestre. Resulta idóneo para estimar el contenido de humedad en la vegetación y detección de focos de alta temperatura.
- Infrarrojo lejano o térmico (8 a 14 μm), que incluye la porción emisiva del espectro terrestre, en donde se detecta el calor proveniente de la mayor parte de las cubiertas terrestres.
- Microondas (a partir de 1 μm), han tenido recientemente un gran interés por ser un tipo de energía bastante transparente a la cubierta nubosa.

Cabe subrayar que, conforme a lo indicado por Scanvic (1989), Chuvieco (1996), Lillesand y Kieffer (2000), las tres regiones del espectro donde se realizan los procesos de teledetección más comunes son: longitudes de onda cortas (desde el visible al infrarrojo medio), medias (infrarrojo térmico) y largas (microondas).

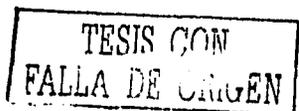
4.4.2.2. El dominio óptico del espectro

Se llama dominio óptico del espectro a aquel grupo de longitudes de onda directamente dependientes de la energía solar (es decir, donde sus valores de emitancia son mayores: 0,3 - 2 micrómetros), cuyas longitudes de onda son percibidas directamente por el ojo humano en forma de colores (constituye una franja del espectro sumamente estrecha que abarca 0,4 - 0,7 micrómetros); abarcando indirectamente para los fines prácticos de la teledetección las zonas ultravioleta e infrarrojas, adyacentes al espectro óptico, por lo que constituye la región espectral de mayor interés para la observación remota de la superficie terrestre.

Dado que en los procesos de teledetección la fuente de radiación más importante es el sol, el aspecto más relevante consiste en entender cómo este flujo interactúa con la superficie terrestre. La radiación que ésta recibe puede descomponerse en tres términos:

$$\phi_i = \phi_r + \phi_a + \phi_t$$

Este flujo incidente ϕ_i sobre una superficie es reflejado (ϕ_r), transmitido (ϕ_t) o absorbido (ϕ_a), de manera que se conserva la cantidad inicial incidente, pero distribuida espacial y temporalmente conforme a las características de cada medio.



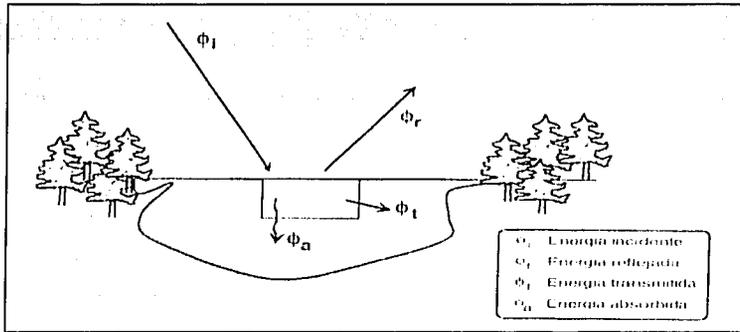


Figura 4.19. Distribución de la energía (flujo incidente y reflejado) sobre una cubierta terrestre. (Fuente: Chuvieco, E. Fundamentos de teledetección espacial. Rialp; España, 1996).

La radiación se distribuye espacialmente de manera que la suma de la reflectividad (del inglés reflectance), la absorptividad (absorptance), y la transmisividad (transmittance) ha de ser igual a uno. La relación entre las tres magnitudes no es constante, sino que varía con la longitud de onda; por tanto, en términos más rigurosos, debería expresarse como: $1 = P_\lambda + \alpha_\lambda + \tau_\lambda$. La proporción del flujo incidente que es reflejado, absorbido y transmitido depende de las características de la superficie que se observa y de la longitud de onda a la que sea observado. Para poder caracterizar una determinada cubierta, importa conocer su comportamiento en diversas longitudes de onda, ya que esto permitirá determinar mejor sus diferencias con respecto a cubiertas espectralmente similares. En el caso del espectro visible, ese comportamiento disimilar de los objetos a distintas longitudes de onda se manifiesta en lo que se llama color: de ahí que, un objeto es azul si refleja intensamente la energía en esa banda del espectro y poco en el resto, mientras que será verde si su reflectividad se centra en esa banda y es baja en otras.

A partir de medidas de laboratorio, se han obtenido experimentalmente las curvas de reflectividad espectral para las principales cubiertas terrestres. Se ha observado que algunas tienden a presentar una respuesta uniforme en distintas longitudes de onda, mientras otras ofrecen un comportamiento mucho más selectivo. Como se muestra en la siguiente figura, la nieve presenta una reflectividad alta y constante, pues refleja la mayor parte de la energía incidente a distintas longitudes de onda. Por el contrario, el agua absorbe la mayor parte de la energía que recibe, tanto más según se analizan los datos en longitudes de onda mayores. La vegetación presenta un comportamiento muy cromático, es decir que, presenta bajos valores de reflectividad en el espectro visible, más elevados en el infrarrojo cercano y menores en el medio (Chuvieco, 1996).

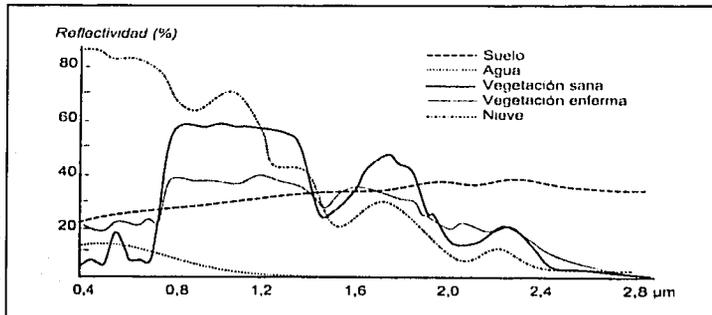


Figura 4.20. Firmas espectrales de varias cubiertas terrestres típicas. (Fuente: Chuvieco, E. Fundamentos de teledetección espacial. Rialp; España, 1996).

En general, se observa que, la configuración de estas curvas es un indicador del tipo y condición de los rasgos a los cuales se aplica; no obstante que, la reflectancia de los rasgos individuales variará considerablemente sobre y por abajo del promedio, estas curvas demuestran el comportamiento típico de la reflectancia de cada cubierta, (Lillesand, Kieffer, 2000).

Adicionalmente, es importante considerar que el flujo de energía recibido por el sensor no sólo depende de la reflectividad de la cubierta, sino también de otros factores externos. Los más importantes son: las condiciones atmosféricas, el emplazamiento ambiental de la cubierta y la geometría de la observación.

En cuanto a las condiciones de observación, conviene tener presente que la cantidad de energía que llega al sensor depende del ángulo con que la superficie refleje la energía incidente, así como del que formen el haz incidente con la posición del sensor. Esta geometría de observación está estrechamente ligada a la rugosidad que presenta la superficie.

A este respecto, pueden distinguirse dos tipos de cubiertas: aquellas que reflejan la energía con el mismo ángulo del flujo incidente (especulares), y aquellas que lo reflejan uniformemente en todas las direcciones, de manera difusa (lambertianas). En el primer caso, el sensor sólo recibe energía reflejada del suelo si está situado en la dirección del ángulo de reflexión, siendo nula en cualquier otro caso. Si la superficie es lambertiana, la radiancia es constante en cualquier ángulo de reflexión.

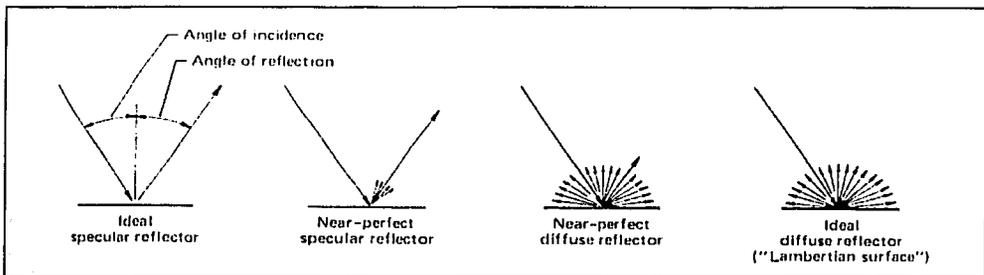


Figura 4.21. Reflectancia especular y reflectancia difusa. (Fuente: Lillesand, T. y Kieffer, R. Remote sensing and image interpretation. John Wiley y Sons.; USA, 2000).

La mayor parte de las cubiertas terrestres tienden a comportarse de modo intermedio entre ambas situaciones, en función de sus características y de la longitud de onda en que se trabaja. Si la longitud de onda es pequeña, las rugosidades del terreno tenderán a difundir mucho más la energía incidente que si se trata de longitudes de onda mayores, en donde esas mismas partículas pueden no impedir un comportamiento especular. En el espectro visible, por ejemplo, sólo el agua en calma presenta un carácter casi especular, mientras el resto de las cubiertas tienden a ofrecer un comportamiento difusor. En longitudes de onda mayores (microondas), también otras cubiertas pueden comportarse de modo especular, siempre que la rugosidad del terreno sea suficientemente pequeña.

En cualquier caso, el ángulo de elevación solar y el ángulo de observación juegan un papel muy destacado en la respuesta finalmente obtenida por el sensor. En pocas palabras, el sensor puede registrar un valor distinto de radiancia espectral para un mismo tipo de cubierta -con la misma o similar reflectividad-, si varían las condiciones de observación o de iluminación. Si a este hecho añadimos que la reflectividad presenta variaciones estacionales, muy notables en el caso de las cubiertas vegetales, se subraya la complejidad que la observación remota lleva consigo. En suma, el comportamiento de una cubierta en el espectro visible está influido no sólo por sus propias características, sino también por una serie de factores externos que modifican su comportamiento espectral teórico. Algunos de estos factores son:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Ángulo de iluminación solar (i), muy dependiente de la fecha del año y del momento de paso del satélite.
- Modificaciones que el relieve introduce en el ángulo de iluminación: ya sea por la orientación de las laderas(ii), o bien, por la pendiente (iii).
- Influencia de la atmósfera, especialmente en lo que se refiere a la absorción por nubes (iv) y a la dispersión selectiva en distintas longitudes de onda.
- Variaciones medioambientales en la cubierta: asociación con otras superficies, homogeneidad que presenta, estado fenológico (v), etc.
- Sustrato edafológico o litológico (vi), especialmente influyente cuando la cubierta observada presenta una densidad media.

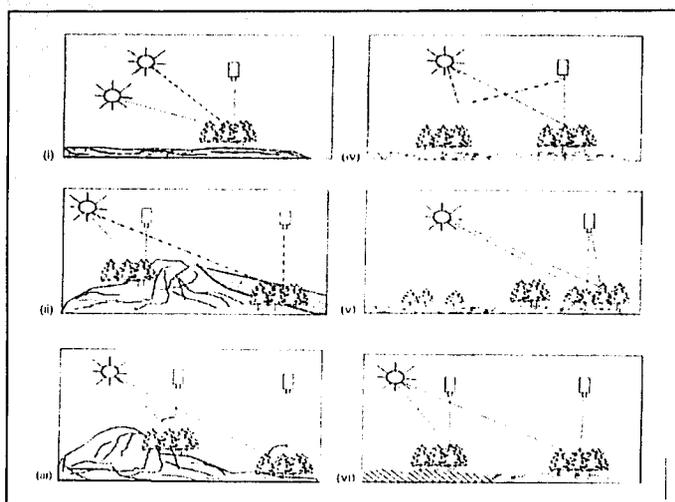


Figura 4.22. Factores que modifican la firma espectral de una cubierta. Fuente: (Chuvieco, E. Fundamentos de teledetección espacial. Rialp; España, 1996).

Estos factores expresan la complejidad que puede entrañar la caracterización de un tipo de cubierta a partir de la utilización de sensores remotos. También sirven para matizar un tanto la validez de las curvas espectrales, que no deben considerarse más que como reflectividades de referencia. Este modo peculiar con el que una determinada cubierta refleja o emite energía a distintas longitudes de onda se ha denominado comúnmente firma o signatura espectral, y resulta la base para discriminar dicha cubierta de otras a partir de la observación remota. Además del comportamiento espectral propio de cada cubierta, hay que considerar la importancia fundamental de los factores indicados, que modifican esa signatura característica.

Por otra parte, brevemente, fuera del dominio visible del espectro, el dominio del infrarrojo térmico se ha fijado entre 8 y 14µm micrómetros, zona de espectro donde se manifiesta con mayor claridad la emitancia espectral de la superficie terrestre, de acuerdo a su temperatura. A esta parte del espectro se le denomina infrarrojo térmico, puesto que permite detectar el calor procedente de las distintas cubiertas. La radiancia espectral que recibe el sensor no es el resultado de la reflexión de la energía solar sobre la superficie terrestre, sino de la radiación emitida por esta.

TESIS CON
 PARA LA CUBIERTA

En cuanto a la región de las microondas, se ubica en la banda del espectro que se inicia en las longitudes de onda milimétricas. Se trata de las longitudes mayores utilizadas en teledetección, si bien se utilizan además en otras importantes aplicaciones civiles y militares relacionadas básicamente con las telecomunicaciones y los sistemas de posicionamiento global. La observación en esta banda del espectro es complementaria y más compleja que la realizada en las bandas ópticas, por lo que el rango de aplicaciones es inferior, si bien está aumentando notablemente en los últimos años, gracias a la creciente disponibilidad de satélites equipados con equipos de microondas (ERS, Radarsat, JERS, Almaz, etc.). La mayor ventaja que representa ésta región del espectro consiste en que es prácticamente transparente a la influencia atmosférica, ya que se trabaja a longitudes de onda muy superiores al tamaño normal de las gotas de agua (0,1 mm). Dicha propiedad hace más propicio el trabajo en ésta franja del espectro, en regiones donde la cubierta de nubes es muy frecuente, como sucede en los trópicos y las zonas polares.

4.4.2.3. Interacción de la atmósfera con la radiación electromagnética

Hasta aquí se ha considerado la interacción de la radiación electromagnética con las diversas coberturas terrestres prácticamente como si este proceso se desarrollara en el vacío, pero en la realidad, entre el sensor y la superficie terrestre se interpone la atmósfera, que interfiere de formas diversas con el flujo radiante.

La atmósfera se compone de gases –anhídrido carbónico, oxígeno, ozono, nitrógeno y argón, principalmente-, vapor de agua y aerosoles. Entre estos componentes, el anhídrido carbónico, ozono y vapor de agua son los principales responsables de la interacción con la energía electromagnética. Su efecto es triple:

- a) absorción de la energía en determinadas bandas del espectro, lo que limita la observación espacial a aquellas bandas en donde esta absorción es menos intensa o nula.
- b) dispersión de determinados flujos, en función de su longitud de onda.
- c) emisión, como todo cuerpo caliente, que tiene su mayor importancia en el infrarrojo térmico.

Estos procesos introducen modificaciones, en ocasiones muy severas, en la radiación originalmente propagada entre la cubierta y el sensor, constituyendo otros factores importantes a considerar dentro del proceso de teledetección.

Además la atmósfera se comporta como un filtro selectivo a distintas longitudes de onda, de manera que en algunas bandas del espectro elimina prácticamente cualquier posibilidad de observación remota. Los principales agentes que causan esta absorción son:

- Oxígeno atómico (O_2), que filtra las radiaciones ultravioleta por debajo de 0.1 μm , así como pequeños sectores en el infrarrojo térmico y las microondas.
- Ozono (O_3), responsable de la eliminación de la energía ultravioleta, inferior a 0.3 μm , así como en un sector de las microondas (en torno a los 27 mm.)
- Vapor de agua, con una fuerte absorción en torno a los 6mm y otras menores entre 0.6 y 2 μm
- Anhídrido carbónico (CO_2), que absorbe en el infrarrojo térmico (15 μm), con importantes efectos en el infrarrojo medio, entre 2.5 y 4.5 μm .

Como consecuencia de esta absorción, la observación espacial se reduce a determinadas bandas del espectro, conocidas como ventanas atmosféricas, donde la transmisividad de la atmósfera es suficientemente alta. Las principales ventanas atmosféricas son las siguientes:

- a) espectro visible e infrarrojo cercano, situada entre 0.3 y 1.35 μm
- b) varias en el infrarrojo medio: de 1.5 a 1.8 μm , 2.0 a 2.4 μm , 2.9 a 4.2 μm y 4.5 a 5.5 μm
- c) infrarrojo térmico, entre 8 y 14 μm
- d) microondas, por encima de los 20 mm, en donde la atmósfera es prácticamente transparente.

Estas ventanas atmosféricas son idóneas para realizar procesos de teledetección, por lo que el diseño de los sensores espaciales tiende a ajustarse a estas bandas, evitando interferencias extrañas al fenómeno que se observa, salvo la presencia de nubes, que absorben en todo el espectro óptico. Si se pretende por el contrario, observar la atmósfera en lugar de la superficie terrestre, los sectores espectrales más convenientes son, precisamente, aquellos en donde la absorción atmosférica es alta. Por esta razón, los satélites meteorológicos incorporan bandas en estas regiones del espectro.

4.4.3. Sistemas de teledetección aérea

Para la integración y aplicación de la técnica fotográfica hubo que esperar varios siglos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. La fotografía fue una invención derivada de varios hechos como el desarrollo de una correcta teoría de la luz y el color, la invención de un instrumento de registro (la cámara oscura), así como la generación de una emulsión sensitiva a la luz capaz de ser fijada permanentemente (Jensen, 2000), estos elementos están ahora estrechamente relacionados y el cambio en uno de ellos supone el análisis detallado para la determinación de los otros. No obstante que fue el primer sensor a distancia utilizado, la cámara fotográfica es todavía uno de los más confiables y utilizados instrumentos de percepción remota. Los sistemas de teledetección fotográfica en la actualidad se aplican fundamentalmente instalados sobre plataformas aéreas.

Para el registro sistemático de fotografías aéreas (aerofotos o fotogramas) es necesario establecer previamente las especificaciones con respecto a los siguientes componentes: equipos (instrumentos de navegación, cámaras métricas, lentes y filtros), los materiales (película), el personal especializado (piloto, navegante, fotógrafo) la plataforma (globo, avión, avioneta) y las condiciones ambientales (atmosféricas, oceánicas y terrestres).

La fotogrametría considerada como una técnica para efectuar mediciones precisas y obtener información cualitativa sobre el territorio a partir de fotografías aéreas, puede dividirse de acuerdo a los criterios de tipo y posición de la cámara, punto de vista, finalidad, plataforma, etc., en los siguientes grupos:

- Fotogrametría aérea: es la que utiliza vistas aéreas del terreno tomadas con cámaras métricas, montadas en vehículos aéreos. Generalmente se toman vistas verticales, altas y bajas oblicuas, según la inclinación del eje óptico. Su mayor aplicación es para la producción de cartografía básica, así como para trabajos de reconocimiento y gran visión del territorio.

- Fotogrametría terrestre: se basa en fotografías tomadas desde una posición usualmente conocida sobre el terreno y con el eje de la cámara paralelo o casi paralelo a la superficie del mismo. Su mayor utilización es para producir imágenes de obras ingenieriles y para trabajos artísticos y arquitectónicos.
- Fotogrametría espacial: se utilizó aisladamente en los inicios de las misiones espaciales tripuladas efectuando exposiciones manualmente con cámaras comunes, que después dieron lugar a la incorporación de cámaras métricas, y ambas cedieron más adelante con el impulso de los barredores multispectrales.
- Fotogrametría no topográfica: incluye todas las aplicaciones civiles y militares de balística, policía y seguridad, tráfico, investigación de campo, etc.

4.4.3.1. Planeación de una misión aerofotogramétrica

Debe realizarse en función de los recursos disponibles y del objetivo del proyecto, sobre todo si se trata de un trabajo fotogramétrico para la producción de cartografía básica (topográfica o catastral) o bien, si se utilizará para la fotointerpretación. Si se trata de un vuelo con fines cartográficos, es necesario conocer la extensión precisa del territorio a sobrevolar, las diferencias de nivel existentes, la fisiografía y su vegetación, así como la información (planimétrica o altimétrica) que se desea obtener.

Por otra parte, si un proyecto es para la interpretación, deberán tenerse en cuenta los mismos elementos señalados, pero dando especial interés al tipo de información temática o especializada que se desea investigar. Aquí es muy importante estudiar la diversidad de usuarios potenciales de los resultados a fin de ampliar al máximo sus posibilidades de explotación, dados los costos tan elevados de las misiones fotográficas aéreas.

Cualquiera que sea el proyecto (fotogramétrico o de fotointerpretación), antes de elaborar el plan de vuelo deben quedar bien definidos el tipo y características de la información que se necesita (detalles planimétricos, drenaje, vías de comunicación, curvas de nivel, escala del mapa, etc.) además, concretamente para el segundo caso, deberá especificarse el nivel del levantamiento (si será de reconocimiento, semidetallado o detallado).

En el proceso de planeación son especialmente importantes dos tipos de información: uno referente al tipo de material y equipo y otro a la parte geométrica del diseño. A continuación se sintetizan los aspectos relevantes:

- 1) Escala de las fotografías. Las fotografías aéreas se pueden clasificar en tres grandes grupos:
 - a) fotografías de escala grande: mayor de 1:15000
 - b) fotografías de escala media: de 1:15000 a 1:50000
 - c) fotografías de escala chica: menor de 1:50000

Asimismo, en la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DGGTN) del INEGI se ha hecho con fines prácticos una división de las escalas diferenciando las de "vuelo alto" a las menores de 1:50000 y de vuelo bajo a las escalas mayores de 1:50000.

- 2) Tiempo. Algunos factores referentes al tiempo son de suma importancia:

- a) Las condiciones atmosféricas: se considera que son ideales las de un día claro en que el aire esté libre de nubes, niebla, calina, humo, polvo y con viento en calma.
- b) La estación del año determinará la cantidad posible y también la calidad de la información que se recoja; por lo tanto, la elección de la época para la toma debe ser hecha tomando siempre como criterio fundamental la información que se desea obtener en cada proyecto específico, para lo cual se recomienda conocer los requerimientos de diversos especialistas.
- c) Hora del día (altura del sol). La hora del día en que se tomen las fotografías determina las posibles horas de vuelo y la longitud de las sombras que aparecen en las imágenes. A pesar de que la presencia, ausencia o longitud de las sombras es importante para cada estudio, la altura óptima del sol sería de 45°, y existen además especificaciones que marcan el intervalo entre 30° y 60° como el adecuado para tomar fotografías aéreas.

3) Dirección de las líneas de vuelo. La determinación de la dirección de vuelo puede seguir alguno de los criterios siguientes:

- a) Si se trata de un organismo nacional puede ser de mayor utilidad tomar las fotografías sistemáticamente en una o dos direcciones, norte-sur o este-oeste. La ventaja de este criterio es la simplificación en la organización y ajuste de los vuelos, pero si la topografía del terreno es muy irregular puede producir dificultades para controlar la escala y las sobreposiciones.
- b) Este otro criterio consiste en adecuar las líneas de vuelo a la topografía y forma del área a cubrir, sin seguir una dirección fija predeterminada, sino más bien escogiendo una dirección que permita reducir al mínimo las variaciones de escala dentro de una misma faja de fotografías siguiendo la dirección de elementos estructurales predominantes en la zona y cubriéndola con el menor número posible de líneas de vuelo, caso concreto para un proyecto carretero o una explotación mineral.

4) Sobreposiciones o traslapes. Las sobreposiciones convencionalmente utilizadas son:

60% en sobreposición longitudinal (entre fotografías consecutivas)

20-30% en sobreposición lateral (entre fajas de fotografías)

No obstante, una sobreposición del 80 al 90% puede ser muy útil cuando se requiera hacer mosaicos fotográficos de buena calidad, para la elaboración de fotomapas, o en la aplicación de las técnicas de ortofotografía. El aumento en el costo de la misión fotográfica aérea al aumentar la sobreposición es muy pequeño en comparación con el costo total y se debe casi exclusivamente al material fotográfico. La sobreposición lateral puede aumentar hasta un valor de 60%, pero en este caso el número de fotografías por procesar fotográficamente o interpretar aumenta considerablemente, de manera que estas sobreposiciones pueden resultar antieconómicas.

5) Señalización del apoyo terrestre. La señalización de los puntos de apoyo terrestre para dar control a cada modelo estereoscópico debe ser anterior a la toma de las fotografías. En este caso, los puntos se marcan apropiadamente en el terreno a fin de asegurar su identificación en las fotografías y será necesario que cada modelo tenga un número mínimo de puntos de apoyo. Cuando no se hace previamente el apoyo terrestre se propaga por métodos fotogramétricos (mediante aerotriangulación).

La planeación del vuelo para un determinado proyecto aerofotográfico requiere de la evaluación de cada uno de los parámetros que influyen en el mismo por parte del área responsable.

Al iniciar el proyecto, la sección de planeación establecerá los requisitos del mismo y proporcionará a los encargados de diseñar específicamente el vuelo la información necesaria, incluyendo la extensión del área a levantar y sus límites, el intervalo en que deben tomarse las fotografías, su tipo, escala, sobreposiciones, etc.

Una vez realizado el vuelo fotográfico, los negativos deben ser revelados y copiados inmediatamente a fin de evaluar la misión y observar si las especificaciones establecidas en el plan han sido satisfechas o no. En este trabajo de evaluación del vuelo deben verificarse:

- Las sobreposiciones longitudinal y lateral (máximas, mínimas y promedio)
- La altura de vuelo (o escala máxima, mínima y promedio)
- El área de recubrimiento estereoscópico
- Las inclinaciones de las fotografías
- La desviación de las líneas de vuelo
- El giro de la cámara
- La deriva del vuelo y el paralelismo entre líneas

La evaluación debe complementarse con un análisis detallado de los negativos y de las copias positivas. En el análisis de los negativos deben revisarse los aspectos puramente fotográficos, es decir, si la emulsión no presentó problemas, si la exposición fue la correcta y si el procesamiento de laboratorio se hizo en las condiciones especificadas. A continuación se verifican otros aspectos como el % de nubes y sombras, rayaduras, raspaduras, marcas estáticas, huellas, si el sistema de vacío funcionó correctamente, la densidad de las imágenes, etc. Aquí se deberá tener presente que la mayoría de los defectos del negativo aparecerán en las copias positivas sobre papel, película o placa.

4.4.3.2. Geometría de un vuelo fotogramétrico

Un aspecto fundamental de la fotografía aérea es el control que debe efectuarse -desde la planeación, el vuelo y el registro de los fotogramas, hasta el procesamiento posterior en Tierra-, respecto a las propiedades métricas de los productos, a fin de asegurar la posibilidad de obtener información cualitativa y cuantitativa asociada a un sistema de referencia confiable. Dichas propiedades deben conservarse proporcionalmente en cuanto a las relaciones dimensionales del terreno cubierto, la altura del vuelo, la distancia focal y el formato de la cámara.

En la siguiente imagen se observa la forma en que el vuelo está asociado a la referencia terrestre horizontal general que es el nivel del mar (h), asimismo se establece una altura de referencia sobre dicho nivel (altura media del terreno, H); las coordenadas fotográficas (X, Y) deben estar referidas a las coordenadas geográficas (ésta georreferenciación puede ser previa o posterior); El centro del área representada en cada fotograma debe coincidir con el centro de la lente, asimismo con el centro del negativo y del positivo ($pp-o-L-o'$); y la distancia focal debe (f) estar directamente relacionada con la altura de vuelo (H).

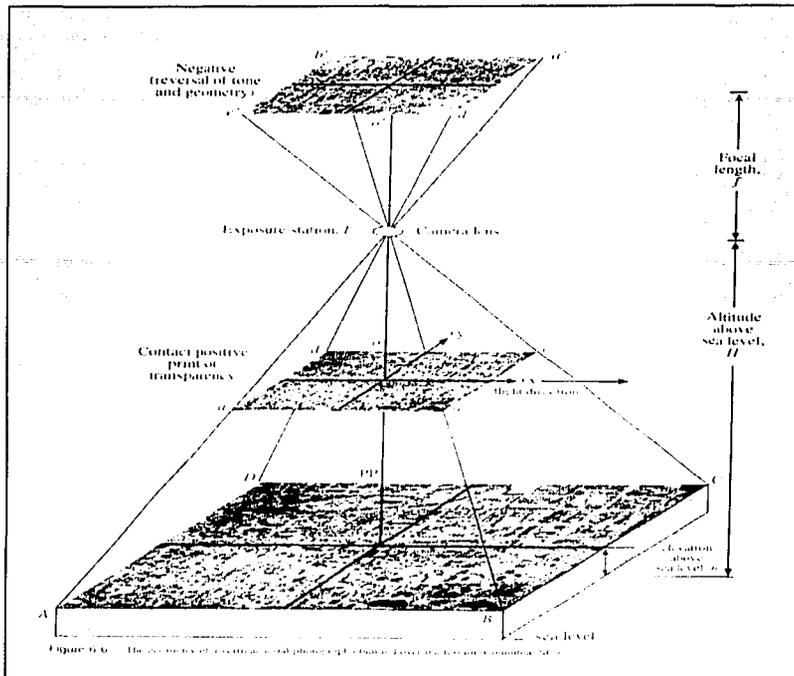


Figura 4.23. Relaciones geométricas básicas de una fotografía aérea vertical obtenida sobre un terreno plano. (Fuente: Jensen, J. Remote Sensing of the Environment. Prentice Hall; USA, 2000).

4.4.3.3. Obtención de la información a partir de fotografías aéreas

De acuerdo con Wolf y Brinker (1997), la fotogrametría puede definirse como la técnica para obtener información cuantitativa y cualitativamente válida, a partir de fotografías; puede dividirse en dos áreas que son la métrica y la interpretativa. La primera se utiliza para la determinación de posiciones, distancias, elevaciones, áreas, volúmenes, secciones transversales y en la elaboración de mapas topográficos, con base en mediciones hechas directamente sobre tales fotografías. Cabe destacar que la fotogrametría se basa de manera indispensable en los principios de la geodesia y la topografía, disciplinas con las cuales interactúa constantemente y se complementa para efectuar mediciones sistemáticas directamente sobre la superficie terrestre o a distancia.

Asimismo, es posible utilizar la fotogrametría analógica cuando se realiza visualmente por los humanos y es utilizada cuando los datos están en formato analógico (hard copy) como una impresión fotográfica positiva en papel o película de 23 x 23 cm., en tanto que, la fotogrametría digital o analítica se efectúa con la ayuda de una computadora utilizando fotografías aéreas digitalizadas.

De acuerdo con Jensen (2000), ningún método para la extracción de información (ya sea analógica o digital) a partir de fotografías aéreas es superior a otro. Cada aproximación tiene una función apropiada dependiendo de la naturaleza de los datos, del sensor remoto utilizado y las metas del análisis de las imágenes. Frecuentemente los científicos usan el término foto medición para describir la variedad de métodos utilizados por los fotointérpretes para coleccionar la información

numérica desde imágenes aéreas. Estos métodos están generalmente basados en principios fotogramétricos simplificados.

En cuanto a la fotogrametría interpretativa (o fotointerpretación), es la parte cualitativa y complementaria a la cuantitativa arriba descrita, tiene por objeto el reconocimiento de objetos a partir de sus imágenes fotográficas y la apreciación de su significado. Los principales factores a considerar en la identificación de objetos son la forma, tamaño, configuración, sombra, tono y textura de la imagen.

El estudio de los elementos contenidos en las fotografías aéreas, puede realizarse por observación visual directa o con el apoyo del estereoscopio para la observación tridimensional del terreno, e incluso con equipo de restitución. Es posible utilizar las siguientes técnicas:

- Interpretación directa: en ésta, los elementos presentes en el documento fotográfico pueden apreciarse con suficiente detalle para permitir se pleno reconocimiento y diferenciación.
- Interpretación asociativa: se realiza a partir de la etapa anterior más los muestreos e investigación de campo y documentos de apoyo, consiste en el establecimiento de correlaciones entre las características cualitativas y cuantitativas que dan fisonomía a la estructura del territorio.
- Interpretación deductiva: muchas veces, a partir de las características identificadas sobre las fotografías aéreas se hacen deducciones acerca de la naturaleza de otras que no pueden ser interpretadas directamente. Hay que destacar que, éste tipo de interpretación conduce necesariamente al planteamiento de hipótesis y ayuda a seleccionar sitios representativos de áreas dudosas o típicas, lo cual conduce necesariamente al apoyo de campo.

Los trabajos fotogramétricos y de fotointerpretación son complementarios, ya sea que se efectúen mediante la observación directa o a través de instrumentos para amplificar y para analizar estereoscópicamente las imágenes, así como para efectuar las correcciones métricas necesarias, seguidas de las tareas de identificación y diferenciación, interpretación, medición y trazado, las cuales pueden hacerse con mayor o menor nivel de automatización, pero siempre deberán basarse en la metodología científica, los principios de la percepción remota y las técnicas fotogramétricas y del análisis de imágenes, con apoyo de la consulta de otros documentos bibliográficos, cartográficos, fotográficos, así como los informes de campo.

En la siguiente figura se muestra una secuencia en el desarrollo de los diversos instrumentos para la obtención de información a partir de la observación estereoscópica de los fotogramas, que va desde el estereoscopio de lentes simples (a), que solo permiten observar a la vez una porción (35% aprox.) del estereograma; el estereoscopio de espejos (b), con el cual es posible observar a la vez todo el modelo; el estereoscopio de enfoque (zoom), que permite aproximaciones o alejamientos controlados veticalmente sobre imágenes transparentes (en diapositiva); el estereoscopio analógico así como el digital de enfoque-transferencia-alcance (d y e), donde es posible ver simultáneamente tanto el estereograma como un mapa en la parte inferior; y finalmente el moderno estereo restituidor analítico digital (f), donde los fotogramas ya pueden ser escaneados para su incorporación y análisis por medio digitales, éste instrumento tiene la enorme ventaja de poder realizar todo el procesamiento fotogramétrico (amplificación, reducción, rectificación, restitución, etc.) en un solo equipo de manera compacta.

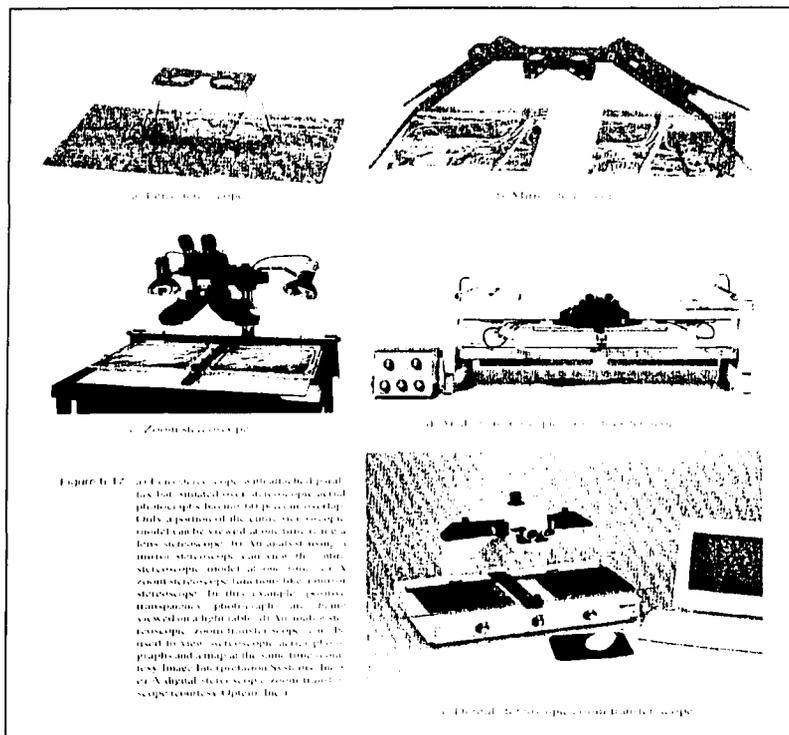


Figure 4.24. (a) Handheld stereoscope with attached parallel-lens but simulated stereo stereoscopic aerial photographs. (b) Simple stereoscope. Only a portion of the entire stereoscopic model can be viewed at one time in a lens stereoscope. (c) An analog zoom transfer stereoscope can view the entire stereoscopic model at one time. (d) A zoom stereoscope functions like a zoomed telescope. In this example, positive transparent photographs are being viewed on a light table. (e) An analog stereoscopic zoom transfer scope can be used to view a stereoscopic aerial photograph and a map at the same time on a test image. For information see the Internet. A digital stereoscopic zoom transfer scope is from Opticon, Inc.

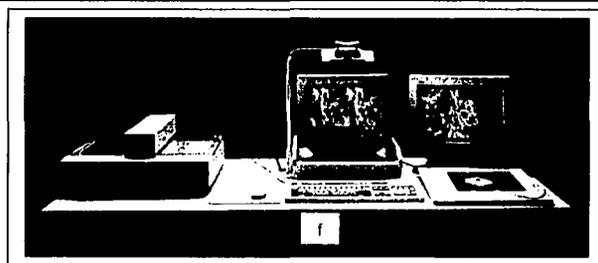


Figura 4.24. Integración tecnológica progresiva de los instrumentos para la obtención de información geográfica a partir de fotogramas, agrupados en orden creciente de complejidad e integración tecnológica. (Fuente: Jensen, J. Remote sensing of the environment. Prentice Hall; USA, 2000. / Cortesía de Leica Geosystems, Suiza, 1995).

4.4.4. Sistemas de teledetección espacial

Al conjunto de componentes (tecnológicos, metodológicos, instrumentales, informáticos y humanos), necesarios para hacer efectivo el procesamiento (registro sistemático, transmisión, almacenamiento, así como en análisis y la presentación de resultados) de los datos colectados por teledetección basada en plataformas satelitales, se le denomina sistema de teledetección espacial, mostrado gráficamente a continuación:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

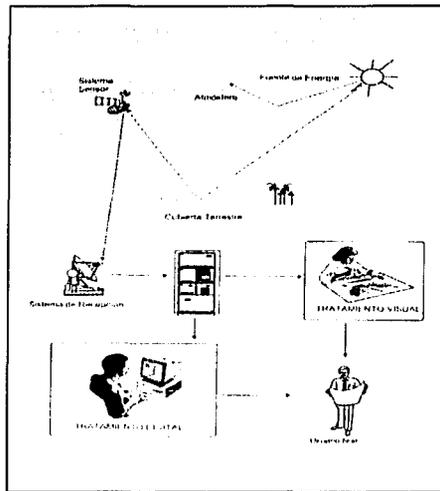


Figura 4.25. Componentes de un sistema de teledetección que incluye elementos homólogos con el sistema GPS.
(Fuente: Chuvieco, E. Fundamentos de teledetección espacial. Rialp; España, 1996).

Dichos componentes se describen a continuación:

- Fuente de energía, supone el origen de la radiación electromagnética que detecta el sensor. Puede tratarse de un foco externo a éste, en cuyo caso se habla de teledetección pasiva, o de un haz energético emitido por el sensor (teledetección activa). La fuente de energía más importante es el sol.
- Cubierta terrestre, formada por distintas masas de vegetación, roca, suelo, agua o construcciones humanas, que reciben la señal energética procedente de la fuente de energía, y la reflejan o emiten de acuerdo a sus características físicas, (puede incluirse a la propia atmósfera como objeto sentido).
- Sistema sensor, compuesto por el dispositivo de recolección propiamente dicho, y la plataforma que lo alberga. Tiene como misión captar la energía procedente de las cubiertas terrestres, codificarla y grabarla o enviarla directamente al sistema de recepción.
- Sistema de recepción-comercialización, es el conjunto de instalaciones donde se recibe la información transmitida por la plataforma, se graba en un formato apropiado, se aplican las correcciones necesarias y se distribuye a los usuarios.
- Intérprete, es el especialista que convierte los datos captados en información temática de interés, ya sea visual o digitalmente, con el objeto de facilitar la evaluación del problema en estudio.
- Usuario final, es el personal encargado de analizar el documento fruto de la interpretación, así como de dictaminar sobre las consecuencias que de él se deriven.

Un sistema de teledetección requiere, al menos tres componentes: fuente de energía, superficie terrestre y sensor. Hasta ahora ya se ha tratado sobre la naturaleza de la luz y sobre las características de las diferentes cubiertas terrestres, a continuación se aborda el estudio de las características del sensor y de la plataforma que lo sustenta.

Entre las variadas formas de clasificar los sensores remotos, una de las más habituales considera la manera de recibir la energía procedente de las distintas cubiertas. En este sentido, se habla de dos tipos de sensores: pasivos (cuando se limitan a recibir la energía proveniente a un foco exterior a ellos) y activos, (cuando son capaces de emitir su propio haz de energía). Estos últimos son lógicamente, más flexibles, puesto que no dependen tanto como los primeros de las condiciones exteriores al sistema sensor-Tierra.

Otra clasificación de los sensores pasivos, considera su procedimiento para grabar la energía recibida. De acuerdo a ello, puede hablarse de sensores fotográficos, óptico-electrónicos y de antena. Los primeros son de uso más común, ya que se basan en las mismas técnicas aplicadas en la fotografía convencional. El resto son menos conocidos por el público en general, si bien sistemas similares se utilizan rutinariamente: cámaras de video, equipos de barrido o scanners en exploración médica y radiómetros de microondas en radio difusión.

En cuanto a los sensores activos, el equipo más conocido es el radar, bastante utilizado en aplicaciones militares, así como en el control del tráfico aéreo. El radar trabaja en la región de las microondas. Por su parte el lidar, luz polarizada o láser opera en el espectro óptico.

4.4.4.1. Resolución de un sistema sensor

Es posible definir la resolución de un sistema sensor como su habilidad para discriminar información de detalle. Esta definición engloba varios aspectos que deben señalarse con mayor detalle. Por un lado, se habla de resolución de un sistema sensor, indicando que este concepto se refiere al conjunto del equipo y no a cada una de sus partes. Dicho de otra forma, la resolución de un sensor depende del efecto combinado de sus distintos componentes.

Debido a la importancia fundamental del concepto de resolución, que ha venido a revolucionar (y relativizar) el concepto de escala, heredado de la cartografía tradicional, a continuación se describen sus diferentes manifestaciones físico-geométricas; de acuerdo con Chuvieco (1996 y 2002) el concepto de resolución ha implicado cuatro manifestaciones fundamentales: espacial, espectral, radiométrica, temporal y, recientemente se ha agregado el concepto de resolución angular.

a) Resolución espacial.

Este término designa al objeto más pequeño que puede ser distinguido sobre una imagen. En un sistema fotográfico, suele medirse como la mínima separación a la cual los objetos aparecen distintos y separados en la fotografía. Se mide en milímetros sobre la foto –o metros sobre el terreno-, y depende de la longitud focal de la cámara y de su altura sobre la superficie.

Por su parte, en los sensores óptico-electrónicos, se prefiere utilizar el concepto de campo de visión instantáneo (instantaneous field of view, IFOV). El IFOV se define como la sección angular, medida en radianes, observada en un momento determinado por el sensor. En lugar de esta definición, habitualmente suele utilizarse la distancia sobre el terreno que corresponde a ese ángulo, que puede calcularse a partir de él, conociendo la distancia del suelo al sensor ($d = 2H \tan(\text{IFOV}/2)$), siendo d el tamaño en el terreno de cada unidad de información (píxel) y H la altura de observación. Esa distancia corresponde al tamaño de la mínima unidad de información incluida en la imagen, que se denomina píxel (del inglés: picture element). Ésta es la medida más generalizada de resolución espacial.

De esta manera, sólo serán discriminables sobre la imagen elementos de tamaño superior, por lo menos, al del píxel, si bien diversos autores han demostrado que este umbral suele elevarse a cuatro veces ese tamaño mínimo. En consecuencia, la resolución espacial está en estrecha relación con la escala de trabajo y con la fiabilidad finalmente obtenida en la interpretación. Cuanto menor sea el tamaño del píxel, menor también la probabilidad de que éste sea un compuesto de dos o más cubiertas fronterizas. Un píxel mixto estará definido por una señal intermedia a las distintas cubiertas que lo componen. En consecuencia, puede no asemejarse a ninguna de ellas, lo que dificultará notablemente su correcta identificación.

b) Resolución espectral.

Indica el número y anchura de las bandas espectrales que puede discriminar el sensor. Hay que destacar la conveniencia de contar con información multiespectral; esto es, de registrar simultáneamente el comportamiento de los objetos en distintas bandas del espectro. En este sentido, un sensor será tanto más idóneo cuanto mayor número de bandas proporcione, ya que facilita la caracterización espectral de las distintas cubiertas. A la vez, conviene que esas bandas sean suficientemente estrechas, con objeto de recoger la señal sobre regiones coherentes del espectro. Bandas muy amplias suponen registrar un valor promedio, que puede encubrir la diferenciación espectral entre cubiertas de interés.

c) Resolución radiométrica.

Hace mención a la sensibilidad del sensor, esto es, a su capacidad para detectar variaciones en la radiancia espectral que recibe. En el caso de los sistemas fotográficos, la resolución radiométrica del sensor se indica por el número de niveles de gris recogido en la película. Para los óptico-electrónicos, la imagen habitualmente se presenta en formato digital, por lo que la resolución radiométrica suele identificarse con el rango de valores que codifica el sensor.

Por cuanto se trata de codificación digital, habitualmente se expresa esa resolución en el número de bits que precisa cada elemento de imagen para ser almacenado. Inicialmente, los Landsat-MSS ofrecían un rango de 128 niveles de codificación (7 bits, $2^7 = 128$) por píxel, con 64 (6 bits) para el infrarrojo cercano. Actualmente la mayor parte de los sistemas ofrecen 256 niveles por píxel (8 bits), con la notable excepción del NOAA-AVHRR, que trabaja con 1024 niveles (10 bits), (Chuvieco, 1996).

Al igual que en los otros tipos de resolución, cuanto mayor sea la precisión radiométrica, tanto mejor podrá interpretarse la imagen. El número de niveles más adecuado depende del método que se siga en la interpretación.

d) Resolución temporal.

Este concepto alude a la frecuencia de cobertura que proporciona el sensor. En otras palabras, refiere a la periodicidad con la que éste adquiere imágenes de la misma porción de la superficie terrestre. El ciclo de cobertura está en función de las características orbitales de la plataforma (altura, velocidad, inclinación), así como del diseño del sensor, principalmente del ángulo total de abertura.

La cadencia temporal de los sistemas de teledetección varía de acuerdo a los objetivos fijados para la misión. Los satélites meteorológicos deben aportar una información en periodos cortos de tiempo, ya que están destinados a sensar un fenómeno muy dinámico. Por el contrario, los satélites de recursos naturales ofrecen una cadencia mucho menor por la propia naturaleza de los cambios de la superficie terrestre.

Conviene aclarar que estos cuatro aspectos de la resolución están íntimamente relacionados. A mayor resolución espacial, disminuye habitualmente, la temporal, y es previsible que se reduzca también la espectral. El principal problema se encuentra en la transmisión de las imágenes a la superficie terrestre. El aumento en cualquiera de los cuatro tipos de resolución significa también un incremento considerable del volumen de datos a procesar tanto por el sensor como por la estación receptora.

Puesto que los diferentes tipos de resolución están relacionados, cada sistema de teledetección ofrece unas características particulares en función de los fines para los que se diseña. Si está orientado a la detección de fenómenos efímeros en el tiempo, deberá realizarse su cobertura temporal, aun a costa de perder resolución espacial, como ocurre con los satélites meteorológicos. Si, por el contrario, el sensor se orienta a la exploración minera, el detalle espacial y espectral resulta más importante, reduciéndose entonces su ciclo temporal: en síntesis, un solo sistema no puede cubrir todas las expectativas (Chuvieco, 1996 y 2002).

e) Resolución angular.

Hace referencia a la capacidad de un sistema de observar el mismo objeto desde distintas posiciones. Tradicionalmente se ha asumido que las cubiertas presentan una reflectividad lambertiana, lo cual implica que ofrecerían una señal similar independientemente del ángulo con que se observan. En la práctica no es así, especialmente para algunas superficies que presentan fuertes efectos de reflectividad bidireccional. Una manera de modelar estos efectos consiste en observar la cubierta desde distintas posiciones, facilitando así su mejor caracterización. También la observación multiangular es importante para estimar algunas variables atmosféricas, ya que al variar el ángulo de mira se está observando la superficie con distinto espesor atmosférico, variando en consecuencia los procesos de absorción y dispersión. Hasta hace algunos años no había sensores disponibles que tuvieran esta capacidad de observación multiangular, por lo que los estudios sobre direccionalidad se basaban ya sea en análisis con radiómetros de laboratorio o en los resultados de sensores de amplio campo de barrido como el NOAA-AVHRR, que observan la superficie con distintos ángulos según la posición de la órbita del satélite. Para estos fines se han diseñado sensores especiales que poseen la capacidad de observación simultánea en varios ángulos.

4.4.4.2. Sensores pasivos

Los sensores se limitan a recoger la energía electromagnética procedente de las cubiertas terrestres, ya sea ésta reflejada de los rayos solares, ya emitida en virtud de su propia temperatura. Puede establecerse una división de estos sensores en función del procedimiento que emplean para recibir la radiación procedente de los objetos. Antes se aludía a los sensores fotográficos, óptico-electrónicos y de antena. En el primer grupo estarían las cámaras fotográficas; en el segundo, los exploradores de barrido y de empuje, y las cámaras de vidicon, mientras los sensores pasivos de antena se conocen con el nombre de radiómetros de microondas.

a) Sensores fotográficos.

Las cámaras fotográficas todavía siguen siendo el medio más utilizado de teledetección, especialmente desde plataformas aéreas. Basan su funcionamiento en la impresión de un objeto sobre emulsiones fotosensibles, con el apoyo de un sistema óptico que permite controlar las condiciones de exposición. Dentro de esta configuración básica, pueden establecerse numerosas variantes, en función de cuatro elementos: tipo de película, número de objetivos, ángulo de observación y altura de la plataforma.

Cabe destacar que, la altura de observación es importante para distinguir entre fotografía aérea y espacial. Desde el punto de vista de su aplicación a estudios de medio ambiente, las diferencias más significativas entre ambas afectan a su resolución espacial, nitidez, cobertura del terreno y precisión geométrica. Las dos primeras son favorables a la fotografía aérea, y las dos últimas a las cámaras espaciales. (Chuvieco, 1996).

b) Exploradores de barrido.

Las características técnicas (mecánicas) de los sensores fotográficos impiden que desde ellos se realice una cobertura sistemática de la superficie terrestre, por cuanto no facilitan una transmisión a distancia de las imágenes captadas. Por esta razón se han diseñado otro tipo de sensores, denominados genéricamente óptico-electrónicos, ya que combinan una óptica más o menos similar a la fotografía, con un sistema de detección electrónica, que evita la dependencia de una superficie sólida.

Entre estos sensores, los más habituales en teledetección espacial son los exploradores o rastreadores de barrido (scanners). Un espejo móvil, que oscila perpendicularmente a la dirección de la trayectoria, les permite explorar una franja de terreno a ambos lados de la traza del satélite. La radiancia recibida por este componente óptico se dirige a una serie de detectores, que la amplifican y convierten a una señal eléctrica. Ésta a su vez, se transforma a un valor numérico, que puede almacenarse a bordo o transmitirse a la red de antenas receptoras. La información recibida por estas antenas se graba en cintas magnéticas y más recientemente en disco compacto, para su posterior proceso.

En la mayor parte de los equipos de exploración por barrido, la señal recibida se descompone a bordo en varias longitudes de onda, cada una de las cuales se envía a un tipo especial de detectores, sensibles a este tipo de energía. En ese caso, se habla de exploradores de barrido multiespectral, pues detectan la misma superficie de terreno en distintas bandas del espectro. El número y anchura de esas bandas –también denominado resolución espectral- está en función del diseño del propio sensor, del número de detectores con que cuenta, de su óptica, capacidad de almacenamiento y transmisión de datos, etc.

c) Exploradores de empuje.

En los últimos años se ha desarrollado una nueva tecnología de exploración, denominada "por empuje" (pushbroom). En estos equipos se elimina el espejo oscilante, gracias a disponer de una cadena de detectores que cubre todo el campo de visión del sensor. Estos detectores se van excitando con el movimiento orbital del satélite, de ahí el nombre de explorador de empuje, puesto que se explora, en cada momento, una línea completa, desplazándose ésta simultáneamente con la plataforma. Los detectores sólidos que forman un explorador por empuje se denominan dispositivos de acoplamiento por carga (Charge Couple Devices, CCD).

Esta tecnología permite aumentar la resolución espacial del sistema respecto a los barreadores convencionales, gracias a eliminar la parte móvil, mientras se reducen algunos problemas geométricos presentes en los barreadores, caso de que se perdiera la sincronía entre el movimiento del espejo y el de la plataforma. Además, no se requiere que los detectores sean interrogados una vez por píxel, como ocurre en los exploradores de barrido, sino sólo una vez por línea, lo que agiliza la detección y emisión de datos.

Por otra parte, uno de los problemas importantes que atañe a estos nuevos equipos es la difícil calibración de su cadena de detectores. Al aumentar notablemente su número, se precisa de complejos mecanismos de ajuste para que éstos traduzcan, de la misma forma, la señal recibida. En caso contrario, faltaría homogeneidad entre las columnas de la imagen, afectando a su calidad

final. Otro problema aún no resuelto en estos sistemas es ampliar la información espectral que proporcionan, incluyendo al infrarrojo medio y térmico. Hasta el momento presente se han diseñado equipos mono y multispectrales, limitados al espectro visible e infrarrojo reflejado. El trabajo en el térmico resulta mucho más complejo por el tipo de detectores que precisa, muy sensibles al calor y de difícil calibración.

d) Cámaras de video.

Otro de los sistemas pasivos de mayor uso en estudios de recursos naturales es la cámara de video, que puede trabajar con señales análogas o digitales, en forma pancromática o multibanda. La imagen es enfocada sobre un fotoconductor, construyéndose una réplica electrónica de la imagen original, que se mantiene en esa superficie hasta que el haz de electrones la barre de nuevo, restaurando así su equilibrio.

Recientemente se ha difundido el empleo de las cámaras de video digital como fuente de imágenes en proyectos de gran escala. La videografía aérea (aerial videography) se define así como una nueva técnica de teledetección, ya sea para calibrar imágenes de satélite, ya para obtener información de detalle a bordo de globos o aviones de baja altura (Chuvienco, 1996; Lillesand y Kieffer, 2000).

e) Radiómetros de microondas.

Se trata de un sensor que opera en el rango del espectro correspondiente a longitudes de onda largas, normalmente entre 1 y 100 mm. Debido a ello, no es afectado por las condiciones atmosféricas ni por las de iluminación.

El radiómetro está compuesto por un elemento direccional, un receptor, que permite la detección y amplificación de las microondas, y un detector. Su gran desventaja estriba en la pobre resolución espacial que proporciona, ya que, al tratarse de un receptor de abertura circular, la resolución es inversamente proporcional al diámetro de abertura y directamente a la longitud de onda. En consecuencia, para poseer una adecuada resolución sería preciso contar con una antena de enormes proporciones. Pese a este problema, los radiómetros de microondas se han utilizado con gran aprovechamiento para diversos estudios medio ambientales. Uno de los campos donde ha tenido mayor aplicación incluye a la cartografía de hielo y nieve, gracias a ser muy sensibles a las bajas temperaturas.

4.4.4.3. Sensores activos

a) Radar.

Los sistemas activos se caracterizan por su capacidad de emitir un haz energético que, posteriormente, recogen tras su reflexión sobre la superficie que se pretende observar. Entre ellos, el sistema más conocido es el radar, radiómetro activo de microondas, que trabaja en una banda comprendida entre 0.1 cm y 1 cm. Gracias a su flexibilidad –puede trabajar en cualquier condición atmosférica-, el radar está ganando la atención de la comunidad científica internacional, especialmente para su aplicación a países en donde resulta casi persistente la cobertura de nubes (Chuvienco, 1996). El principal problema de estos sensores radica en su baja resolución, como consecuencia del escaso diámetro de la antena.

Pese a sus problemas, el radar de abertura sintética resulta uno de los sensores de mayor desarrollo en la últimas décadas, a consecuencia de su gran versatilidad de observación, ya que

es independiente de las condiciones atmosféricas y de la iluminación solar. Por esta razón se ha incorporado en diversas misiones espaciales.

b) Lidar.

El Lidar (Light Detection and Ranging), es un sensor activo que emite pulsos de luz polarizada entre el ultravioleta y el infrarrojo cercano. En la mayor parte de los sistemas, se emplea como transmisor un láser de pulso y la radiación reflejada es colimada (colimación: operación de ajuste que tiene por objeto corregir el error de colimación, debido a la falta de paralelismo entre el eje óptico de un instrumento y su eje geométrico) y transmitida a la atmósfera. Esta señal interacciona con las partículas atmosféricas, causando su dispersión en función del tipo de elemento encontrado. La energía de retorno se recoge por un telescopio, que a su vez la transmite a través de un filtro óptico a un fotodetector. Esta señal eléctrica es grabada y posteriormente almacenada en un ordenador. En función del tiempo y la intensidad de la señal de retorno puede deducirse una información muy significativa sobre el tipo de partículas presentes en la zona de estudio.

En lo que se refiere a la teledetección de cubiertas terrestres, el lidar más utilizado es el de fluorescencia inducida. Permite detectar manchas de aceite, algas y contaminantes del agua, condiciones de humedad en la vegetación, contenido de pigmentos y cálculos de biomasa. La mayor parte de experiencias desarrolladas hasta el momento se basan en plataformas aéreas.

4.4.4.4. Plataformas de teledetección espacial

Existe una clasificación elemental de los tipos de plataformas satelitales en función de su órbita, los denominados satélites geosíncronos y los heliosíncronos. Los primeros, que también se denominan geoestacionarios, están colocados en órbitas muy altas, lo que les permite sincronizarse al movimiento de rotación de la Tierra y observar siempre la misma zona. Además, al contar con un campo amplio de visión, pueden observar, a la vez la imagen completa de la Tierra, que sea visible desde la longitud a que se encuentren.

Este es el caso de los satélites Meteosat o GOES, situados a unos 36,000 km sobre el Ecuador, a la longitud más apropiada para el área que pretenden observar. En el primer caso, sobre el meridiano 0° (para adquirir imágenes de Europa) y el segundo sobre los meridianos 70° y 140°, enfocados hacia la costa Este y Oeste, respectivamente, de los EE.UU. Al estar siempre situados sobre la misma posición relativa de la Tierra, los satélites geoestacionarios proporcionan la mejor resolución temporal posible.

Por otra parte, se han desarrollado plataformas móviles como las que observan sistemáticamente distintas zonas del planeta. Aunque la órbita puede ser elíptica, lo normal es que sea circular, a fin de mantener en lo posible la misma altura de observación para que las imágenes obtenidas sean comparables.

Estas órbitas suelen ser polares (es decir, el plano de la órbita del satélite es aproximadamente perpendicular al plano del Ecuador terrestre), con el propósito de aprovechar el movimiento de rotación del planeta a fin de que la plataforma se sitúe sobre un mismo punto cada cierto tiempo: dado que la Tierra rota de Oeste a Este y la plataforma orbita de Norte a Sur de manera constante, ésta podrá observar el mismo punto de la Tierra transcurrido un tiempo que dependerá de la velocidad y la altura de la órbita. Habitualmente, tanto la altura como la velocidad de la plataforma se calculan para que ésta observe cada porción de la Tierra a una hora solar fija (las órbitas definidas para este objetivo se denominan heliosíncronas).

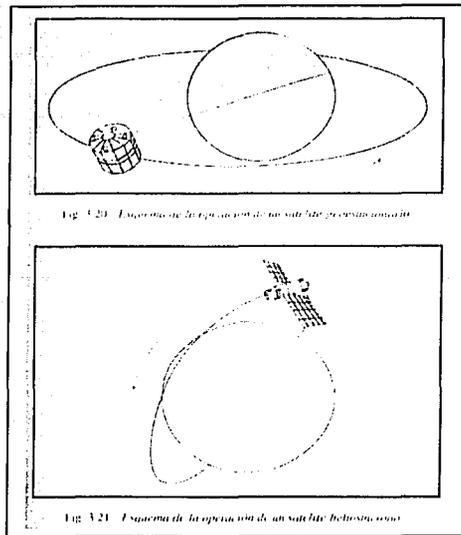


Figura 4.26. Satélites geosíncronos y heliosíncronos. (Fuente: Chuvieco, E. Fundamentos de teledetección espacial. Rialp; España, 1996).

La elección de la órbita que ocupa una plataforma viene determinada por las características de la misión del satélite: si se pretende tomar datos de una gran superficie en una sola imagen a fin de observar fenómenos globales y muy dinámicos (como la nubosidad), se trabaja con satélites geostacionarios –o, en todo caso, con polares que cuentan con un amplio campo de visión–; por el contrario, si se pretende un mayor detalle en la observación, se utilizan plataformas heliosíncronas. Dado que, tanto las misiones satelitales como las plataformas de teledetección espacial son muy numerosas, cabe solamente señalar que, a los objetivos de su desarrollo, además de los eminentemente estratégico-militares, se han sumado los de observación de los recursos terrestres (continentales) en cuanto a su inventario y al seguimiento de los fenómenos de naturaleza global; asimismo ha tenido la mayor importancia el monitoreo atmosférico y oceánico con fines de prospección de recursos naturales y de prevención ante la amenaza de guerra y ante los eventos potencialmente catastróficos, y más recientemente en cuanto al avance de los procesos de degradación ambiental. Evidentemente, éstos proyectos se han derivado del desarrollo científico y tecnológico en los países más avanzados, tales como: Estados Unidos de Norteamérica, la extinta Unión Soviética, Francia, Suecia, Noruega, Japón, Canadá, China, e incluso se han incorporado algunos países subdesarrollados (aunque con una importante asistencia técnica y económica) como son la India y Brasil.

En cuanto a los programas recientes, motivados por las crecientes necesidades de información ambiental y las grandes expectativas creadas por los proyectos en operación, harán que en las próximas décadas se incremente notablemente el flujo de datos procedentes de la teledetección espacial. Además del mantenimiento de las series actuales de datos, con vistas al seguimiento de procesos globales, se están estudiando numerosos proyectos que enriquecerán las escalas, rangos espectrales y ámbitos de cobertura actualmente disponibles. Una tendencia de desarrollo reciente persigue poner en órbita pequeños satélites de muy alta resolución (actualmente en marcha muchos de ellos) diseñados para proporcionar información muy detallada de sectores de reducidas dimensiones del planeta. Algunos de estos satélites se están desarrollando por consorcios privados, que aprovecharán las ventajas otorgadas por el gobierno norteamericano, a raíz de los cambios políticos producidos en el bloque de los países de Europa del este y la desintegración de la URSS. A continuación se muestra un gráfico concentrado con las resoluciones (espaciales y temporales) de los principales sistemas de percepción remota y sus sensores hasta 1999.

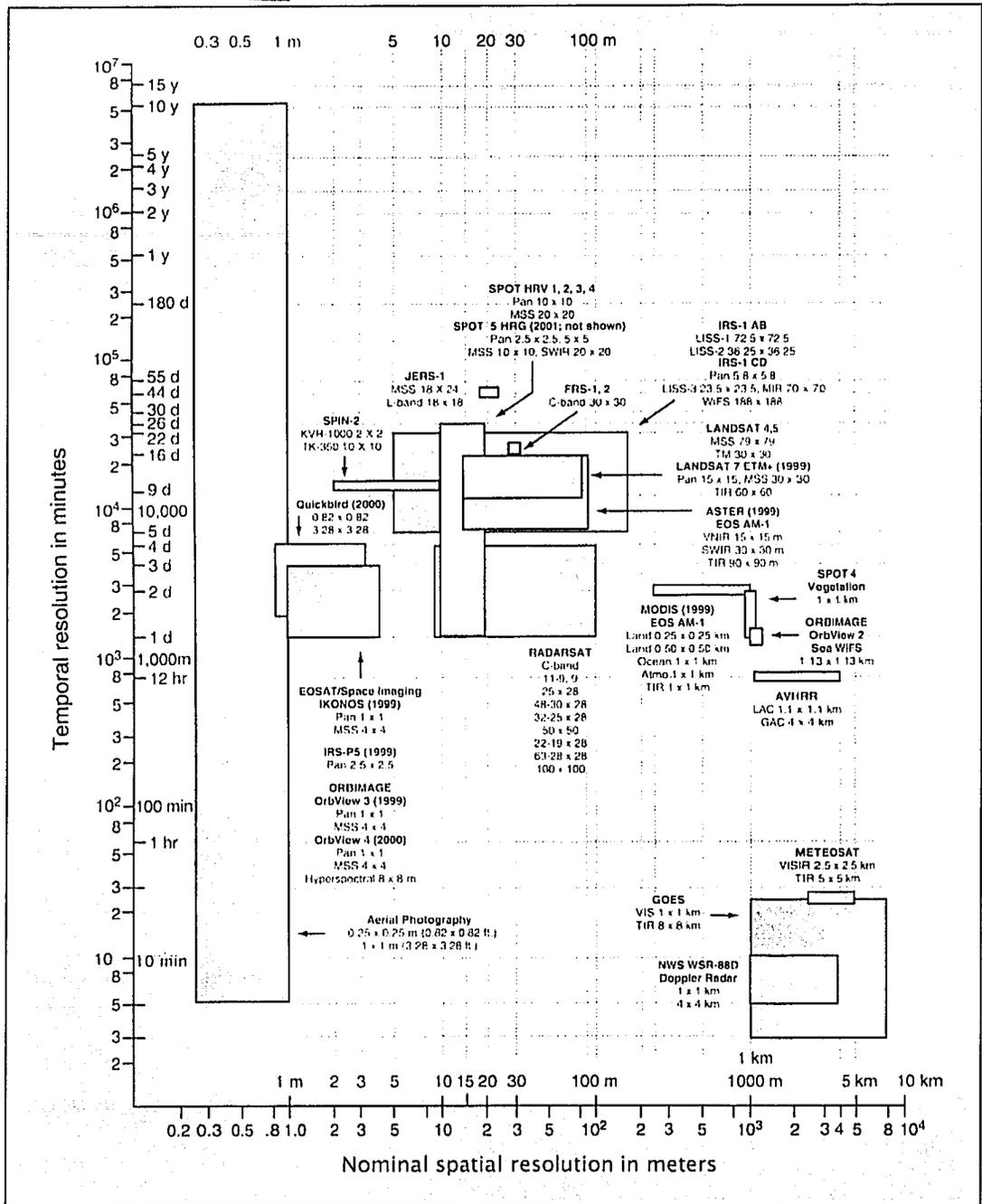


Figura 4.27. Resolución espacial y temporal de los principales sistemas de percepción remota y sus sensores. (Fuente: Longley, P. *et al.* Geographic information systems and science. John Wiley and Sons; England, 2001).

Importa destacar en este contexto que, muchos de los cambios previstos desde finales del siglo XX (aunque no todos, debido principalmente a problemas técnicos) ya se han producido en la actualidad, como se observa en el cuadro anterior, donde destacan las múltiples misiones gestionadas por corporaciones norteamericanas, consecuencia directa de la conclusión de la llamada "guerra fría", así como de la creciente calidad, precisión y disponibilidad de información, geográfica. En seguida se muestra gráficamente como ejemplo el programa Orbimage de lanzamientos de la generación de satélites de muy alta resolución de finales del siglo XX.

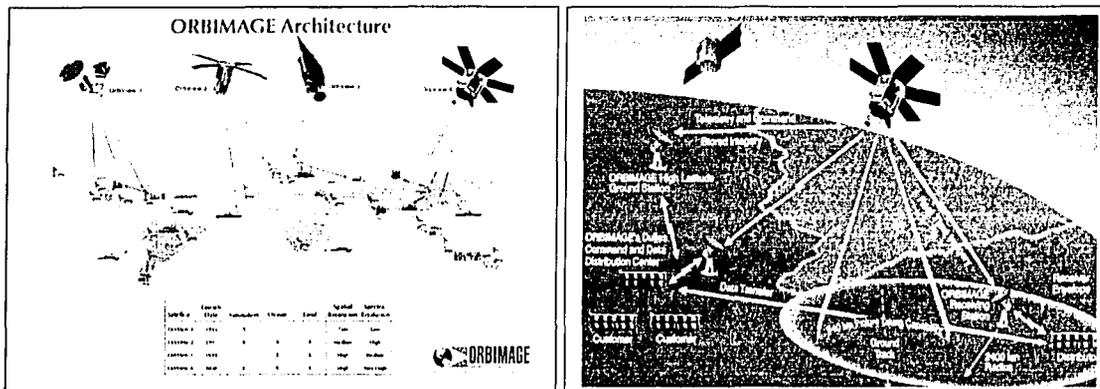


Figura 4.28. Misiones satelitales Orbimage de muy alta resolución, programadas para la última década del siglo XX. (Fuente: Orbital Imaging Corporation, USA, 1998).

4.4.4.5. Bases para la interpretación de imágenes en teledetección

Es importante no perder de vista que la teledetección es una técnica con limitaciones, válida para resolver un determinado número de problemas. No es en realidad un recurso que solucione todas las necesidades de información sobre el medio ambiente que se requieren actualmente. Falsas expectativas pueden conducir a falsas conclusiones, llevando a concebir la teledetección espacial como una técnica más vistosa que eficaz. Por lo anterior, cualquier proyecto de aplicación debería comenzar cuestionándose si esta técnica puede solventar el objetivo propuesto, y si la información que esta ofrece no es obtenible por otros medios más rápidos o económicos.

El rango de aplicaciones de la teledetección está en constante crecimiento, gracias a las innovaciones en los equipos sensores y en los métodos de tratamiento de imágenes. Sin embargo, parece lógico que un trabajo de aplicación se base sobre un soporte previo, en donde diversos proyectos de investigación hayan demostrado la validez de una determinada metodología. A este respecto, existe ya un buen grupo de estudios en donde la teledetección espacial está reconocida como una fuente primaria de información, como son la cartografía de cobertura del suelo, estadística agraria, exploración minera, temperatura y componentes del agua, determinación de recursos pesqueros, evaluación de ciertos impactos ambientales y predicción meteorológica.

En virtud de lo expuesto, el procesamiento de la información adquirida por medio de las técnicas de teledetección debe ajustarse rigurosamente a la metodología de la investigación científica, a continuación se describen las tareas básicas del análisis de imágenes generadas a través de la percepción remota.

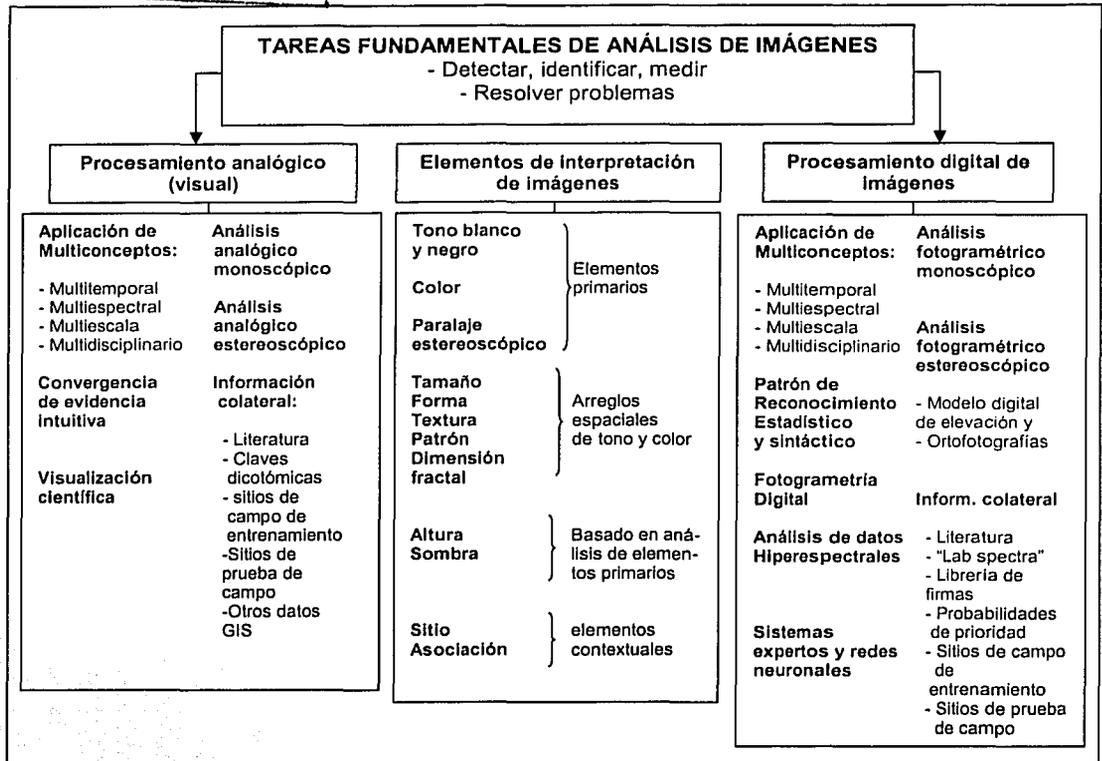


Tabla 4.2. Tareas fundamentales del análisis e interpretación de imágenes producidas a través de la percepción remota. (Fuente: Jensen, J. Remote sensing of the environment. Prentice Hall; USA, 2000).

A partir de la interpretación y el análisis de las imágenes de satélite se pueden generar cuatro tipos de productos de acuerdo con Chuvieco (1996).

- a) Cartografía temática, mediante la clasificación visual o digital, de las imágenes en una serie de categorías homogéneas. Mediante esta técnica se busca discriminar cubiertas, etiquetar cada píxel en la clase temática más apropiada. Ésta ha sido la aplicación más común del análisis de imágenes, ya desde los inicios del sensor Landsat-MSS, las aplicaciones desarrolladas pretendían obtener un inventario y cartografía de un determinado fenómeno: cobertura del suelo, litología, tipos de nieve, etc. Suponiendo que la asignación de píxeles a categorías sea correcta, este enfoque presupone que cada píxel es homogéneo –ya que se etiqueta con un solo valor– y, por tanto, que existen transiciones bruscas en el espacio. Supongamos que un píxel se cataloga como forestal y el vecino como matorral; lo habitual será que en el terreno ambos cuenten con las dos cubiertas, en mayor o menor proporción, pues los cambios de vegetación son graduales. Aunque los métodos más recientes de clasificación permiten asignaciones múltiples, cualquier intento de agrupación implica una partición más o menos rígida del espacio.
- b) Un segundo enfoque considera a las imágenes de satélite como una matriz de medidas sobre el terreno. La exploración que realizan los equipos sensores se concibe como un procedimiento para muestrear –a intervalos regulares, marcados por la resolución espacial del sensor– una determinada variable de interés ambiental. De esta forma, puede obtenerse una visión muy detallada de la distribución espacial de esa variable, que no sería abordable con métodos de muestreo convencionales. El caso más evidente es el estudio de la temperatura de la superficie marina.

Previamente a la actividad de los satélites oceanográficos, solo se realizaban mediciones en puntos muy distantes (boyas), interpolándose esos valores al resto de la superficie marina. Ahora, sobre todo con la observación espacial pueden obtenerse mediciones de la temperatura, la salinidad o la clorofila del agua a intervalos regulares y relativamente cercanos, en un rango de cientos de metros a pocos kilómetros, ofreciendo una imagen mucho más certera de la realidad. En este enfoque de interpretación, la teledetección se orienta a generar variables biofísicas, mediante algún modelo que relacione las medidas del sensor (reflectividad, emitancia) con dichas variables.

- c) **Determinación de cambios.** Una de las principales ventajas de la teledetección es su capacidad para seguir fenómenos dinámicos, gracias a la cobertura cíclica que proporcionan. Esta capacidad resulta de gran interés para inventariar ciertos procesos ambientales: crecimiento urbano, desecación de humedales, efectos de incendios o plagas. Bajo esta óptica, el fin del análisis no es tanto establecer fronteras entre categorías, como señalar aquellas zonas de la imagen que han modificado sus rasgos espectrales entre dos o más fechas. Esa detección de cambios podía hacerse sobre imágenes previamente clasificadas o, de modo más habitual, sobre transformaciones de las bandas originales. En este segundo caso, el cambio puede medirse en una escala continua, ya que las imágenes iniciales son cuantitativas y por tanto las técnicas aplicadas pueden también serlo (diferencias o cocientes entre fechas, regresión, componentes principales, etc.)
- d) Las imágenes de satélite también pueden considerarse como un mosaico donde se midan las relaciones espaciales entre los objetos. Bajo este punto de vista, lo que se pretende es generar información sobre la estructura espacial de la información detectada: variedad espacial entre manchas del territorio (textura, diversidad), forma (compacidad), vínculos entre elementos (conectividad), etc., aprovechando el carácter digital de la imagen.

Los tipos de interpretación se refieren a las posibles formas de abordar el análisis de imágenes, a continuación se representan esquemáticamente.

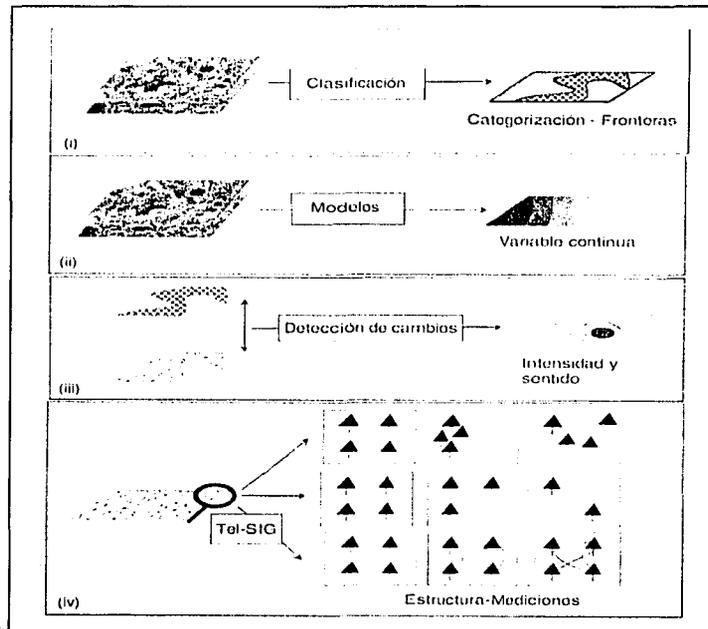


Figura 4.29. Tipos de análisis sobre imágenes de satélite. (Fuente: Chuvieco, E. Fundamentos de teledetección espacial. Rialp; España, 1996).

Cuando se tiene definido que el objetivo de un proyecto es abordable a partir de sensores espaciales, deben definirse una serie de aspectos para explicitar el tipo de información y de tratamiento que se aplicará. Con este propósito, conviene considerar principalmente la escala y nivel de desagregación requerida para el trabajo. Ambos aspectos están íntimamente relacionados. La escala de trabajo condiciona la unidad más pequeña de información que se debe incluir en el mapa, que suele denominarse mínima unidad cartografiada (MUC). Se recomienda que la MUC no sea inferior a 4mm^2 medidos a escala del mapa, de ahí que la escala de trabajo esté directamente relacionada con el tipo de sensor más idóneo para abordar el mismo.

Además de la MUC, la escala también condiciona el número y desagregación de las categorías a discriminar. Obviamente una cartografía a escala 1:50,000 no puede incluir el mismo número de clases que otra a escala menor: la necesaria generalización de líneas en mapas de pequeña escala exigen también una generalización de las categorías cartografiadas. Esto es, el nivel de generalización se relaciona inversamente con la escala de la imagen.

Por otra parte, la leyenda no solo está en función de la escala, sino también de la complejidad del territorio. Como consecuencia, ha sido práctica habitual en la cartografía de ocupación del suelo emplear una leyenda particular para cada zona de estudio, bien adaptada a las necesidades locales, pero con escasa validez para otros ámbitos. Esta falta de criterios comunes dificulta la generalización de resultados a otros espacios, así como cualquier intento de cartografía sistemática del territorio.

Una vez establecida leyenda y escala de trabajo, puede abordarse la elección del material que constituirá la base del estudio. A este respecto, conviene considerar varios elementos: tipo de sensor, fecha de adquisición, soporte de las imágenes y material auxiliar, los cuáles se describirán brevemente a continuación.

Tipo de sensor. Como ya se ha indicado, el tipo de sensor más conveniente depende de los objetivos y el nivel de precisión requerido en el proyecto. Lógicamente los inventarios globales habrán de partir de sensores de baja resolución espacial (tipo NOAA-AVHRR o meteosat), mientras los de mayor escala se basarán en sensores que ofrecen una resolución espacial más detallada (Landsat-TM o SPOT-HRV y más recientemente la generación de satélites norteamericanos de muy alta resolución). La resolución espacial es un elemento muy destacado para seleccionar el sensor más conveniente en cada caso, pero no debe ser el único a considerar.

Fecha de adquisición. La fecha más conveniente para seleccionar la imagen está en estrecha relación con la naturaleza del fenómeno en estudio. Lógicamente, el momento más adecuado de adquisición será aquel en que se manifieste más intensamente o mejor se discrimine dicho fenómeno, frente a otros de similar comportamiento espectral.

Soporte de las imágenes. El soporte sobre el que puede realizarse la interpretación depende del tipo de tratamiento que se aplique. En caso de que se opte por el análisis visual, se requiere resolver los siguientes aspectos: soporte material de la imagen, escala, número y combinación de bandas.

En lo que se refiere al primer aspecto, las entidades distribuidoras de imágenes ofrecen actualmente tres opciones. Las imágenes pueden pedirse en película negativo, en película positivo o en papel. La elección entre ellas dependerá del tipo de análisis que se pretenda abordar. Los negativos permiten tantas ampliaciones como sea preciso y a la escala deseada, pero la calidad de la copia en papel es inferior a la adquirida directamente en este soporte.

El film positivo es muy útil para reproducción fotográfica e impresión de la imagen, especialmente cuando se trata de composiciones coloreadas de tres bandas. Por último, el papel garantiza una

interpretación directa de alta calidad, pero resulta rígida la escala y no admite copias sucesivas. Cuando se trata de composiciones en color, a partir de los negativos de cada banda pueden obtenerse tantas combinaciones como requiere el intérprete, mientras el film positivo o papel debe solicitarse ya con una determinada combinación de bandas.

Por otro lado, cuando se opte por el tratamiento digital de las imágenes, cada vez se utiliza menos la cinta magnética compatible con ordenador (CCT), incluso las cintas de cartucho (predominantemente la Exabyte), cediendo ante las ventajas del CD ROM. Este último soporte es el más compacto, fiable y económico.

Selección del método de análisis: se refiere a la elección entre el tratamiento visual o digital de la información. Las imágenes son adquiridas en formato numérico, gracias a una conversión analógico-digital realizada a bordo del satélite. Por tanto, el tratamiento digital resulta la opción de análisis más inmediata. Ahora bien, esos valores digitales también pueden convertirse a intensidades de luz (tonos), con lo que pueden generarse productos cuasi-fotográficos, susceptibles de interpretación visual.

Hay varios aspectos que conviene tener en cuenta antes de decidir que tipo de análisis efectuar, tales como los medios económicos y humanos disponibles, la rapidez y precisión exigida, el tipo y continuidad de las tareas, así como la homogeneidad de la superficie analizada.

En situaciones de suficiencia presupuestal puede abordarse el tratamiento digital de imágenes. El apoyo de las computadoras, en principio, garantiza un tratamiento más rápido, económico y certero, pero requiere una mayor inversión inicial, pese a que los equipos y programas informáticos que permiten el tratamiento de las imágenes han reducido en los últimos años sensiblemente sus costos.

Esta inversión inicial hace referencia también al entrenamiento previo del intérprete. El análisis visual emplea claves de identificación similares a las contenidas en la fotointerpretación clásica (tono, textura, tamaño, localización, forma, etc.), por lo que no requiere un entrenamiento previo muy especializado, si bien, como es lógico, precisa una notable agudeza visual y mental, así como la debida experiencia, para obtener los resultados buscados.

El tratamiento digital, por su parte, requiere una buena base estadística, conocimiento de sistemas informáticos y lenguajes de programación. Estos componentes no suelen formar parte de los planes de estudio vigentes en las ciencias de la Tierra, por lo que puede resultar complejo el acceso al tratamiento digital para personas provenientes de esos campos de aplicación, aunque conviene considerar que esa base estadística e informática es solo un medio para mejorar la interpretación, y no un fin en sí mismo. (Chuvieco, 1996).

En cuanto a la exactitud, también se han de tomar las debidas precauciones respecto al tratamiento digital. Varios autores han comprobado la complejidad de clasificar digitalmente cubiertas que ofrecen una gran heterogeneidad espacial. El caso de las áreas urbanas es el más claro a este respecto. Se trata de zonas en donde se mezclan tejados, aceras, asfalto, jardines y espacios abiertos o deportivos. Esta complejidad puede identificarse visualmente gracias a criterios muy difícilmente traducibles a la clasificación digital: localización, textura, tamaños, formas, etc., por lo que la interpretación visual ofrecerá, en este caso, mayor exactitud que la digital. En otras categorías, la relación resulta contraria, ya que el ojo humano no es capaz de detectar variaciones tonales que sí son diferenciables numéricamente (humedales, transiciones de vegetación, distintos cultivos, etc.).

Otro elemento a tener en cuenta para elegir la interpretación visual o digital, se refiere al tipo y continuidad de las tareas requeridas en el proyecto. Otras operaciones que resultan muy

beneficiadas con el tratamiento digital son el inventario de resultados y su integración con otras variables geográficas. El inventario resulta muy tedioso en interpretación visual, pues es necesario planimetrar todas las superficies incluidas en cada tipo de cubierta.

En el caso del tratamiento digital basta realizar un cálculo de frecuencias –esto es, del número de píxeles incluidos en cada clase-, para conocer la superficie ocupada por cada una de ellas, cuando se conoce la equivalencia superficial de cada píxel. Respecto a la posibilidad de combinar (comparar) los resultados del análisis con otro tipo de variables territoriales: hidrografía o pendientes, la integración manual resulta muy compleja (técnica de sobreposición de láminas transparentes), mientras la asistida por ordenador supone un proceso relativamente sencillo, en el marco de los denominados Sistemas de Información Geográfica.

Con base en esta breve revisión comparativa, entre las técnicas de interpretación manual y digital, resulta evidente que ambos métodos de trabajo se complementan. El tratamiento digital permite realizar operaciones complejas, muy costosas e inaccesibles al análisis visual. Garantiza una clasificación más rápida de la zona de estudio, manteniendo una coherencia en la asignación de áreas vecinas a dos categorías. Por su parte, el análisis visual es una buena alternativa para actualizar cartografía existente o realizar inventarios a escalas medias, además auxilia en la clasificación digital para evitar confusiones entre coberturas heterogéneas, o entre aquellas que son similares espectralmente pero de distinto significado temático.

a) Interpretación visual de imágenes.

Una primera forma de familiarizarse con su significado consistirá en referenciarla geográficamente; esto es, localizar sobre la imagen rasgos identificables sobre un mapa convencional.

Una de las principales ventajas del análisis visual sobre el digital es su capacidad para incorporar a la interpretación de la imagen criterios complejos. Mientras el tratamiento digital se basa, casi exclusivamente, sobre la intensidad radiométrica de cada píxel –en las distintas bandas utilizadas para la interpretación-, el análisis visual puede utilizar otros elementos, como son la textura, la estructura, el emplazamiento o disposición, muy difíciles de definir e interrelacionar en términos digitales.

Entre las pautas visuales manejadas en teledetección espacial, algunas son comunes con la fotografía aérea –tono, textura, estructura, sombras, contexto, etc.-, otras son más propias de las imágenes espaciales, principalmente en lo que atañe a la dimensión multispectral y multitemporal de las observaciones, severamente limitada en fotografía aérea, y un último grupo corresponde a criterios tradicionales en fotointerpretación que rara vez resultan accesibles en imágenes espaciales, como es el caso de la cobertura estereoscópica, la cual es vital para estudios del relieve.

En cualquier caso, ya sean nuevos o tradicionales, los criterios visuales deben manejarse con cierta precaución en imágenes de satélite, por cuanto las escalas de trabajo y la geometría de adquisición son muy distintas a las empleadas en fotografía aérea. Estos criterios son los más importantes para el análisis visual de la imagen. No obstante, en algún caso puede ser conveniente enriquecer la interpretación apoyándose en otros aspectos secundarios, tales como las sombras, el patrón espacial, la combinación contorno-forma, la visión estereoscópica y el tamaño. Los criterios de identificación visual aquí comentados pueden agruparse en una escala jerárquica, en función de su grado de complejidad y de las variables que consideran. El tono y color serían los criterios más elementales pues caracterizan espectralmente a una cubierta. La forma, tamaño y textura tienen que ver con las propiedades espaciales de los objetos. La sombra y el emplazamiento, con su relación a los objetos circundantes. Finalmente, la dimensión temporal hace referencia a la evolución estacional de las cubiertas.

b) Tratamiento digital de imágenes.

El proceso de adquisición de una imagen digital difiere, sustancialmente, del empleado en la fotografía aérea. En cualquier sistema fotográfico, la energía procedente de los objetos se registra sobre una superficie sensible a la luz. Esta puede componerse de una o varias capas, formando, respectivamente, una película pancromática o en color. En el caso de los equipos óptico-electrónicos, no existe esta superficie sólida de grabación. El sensor explora secuencialmente la superficie terrestre, adquiriendo -a intervalos regulares- la radiación proveniente de los objetos situados sobre ella.

La radiancia recibida estará en función de las características del terreno que observa el sensor en cada instante, y el tamaño de ésta, será una función de la resolución espacial del sensor. Cada una de las zonas de terreno, que constituyen la unidad mínima de información en la imagen, se denomina píxel (del inglés picture element, elemento pictórico). En términos sencillos, es posible identificar un píxel como cada uno de los pequeños cuadrados que forman una imagen. El color con el que aparece cada píxel en el monitor se define por un valor numérico, que codifica digitalmente la radiancia detectada por el sensor para esa parcela del terreno y esa banda espectral. Este valor numérico se denomina Nivel Digital (ND).

Cuando se visualiza un píxel, habitualmente la intensidad de color con la que aparece en el monitor depende de su ND almacenado en el disco, aunque no tienen por qué ser iguales. En este sentido, conviene distinguir el ND de cada píxel y su nivel visual (NV) que corresponde a la intensidad de color con que se visualiza ese píxel en el monitor. Normalmente, los NV son efímeros, ya que sólo se utilizan para operaciones de realce e interpretación visual de la imagen, mientras los ND forman la base para las operaciones de interpretación digital, especialmente cuando se intenta relacionar la información adquirida por el sensor con algún parámetro físico (reflectividad o temperatura). Conforme a lo anterior, la organización de los datos en una imagen digital puede esquematizarse (tridimensionalmente) como se observa en la siguiente figura.

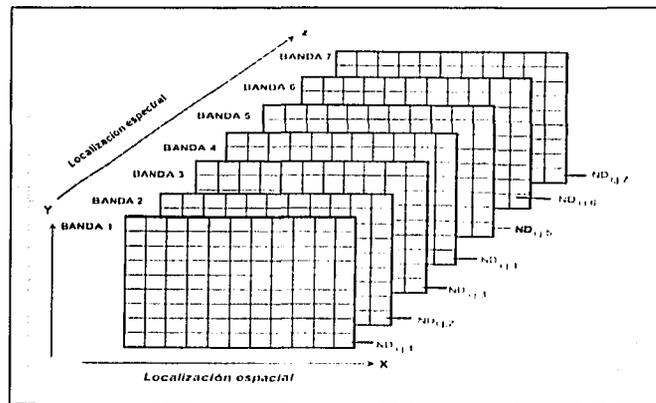


Figura 4.30. Organización de los datos en una imagen digital. (Fuente: Chuvieco, E. Fundamentos de teledetección espacial. Rialp, España, 1996).

Se trata de una matriz numérica de tres dimensiones. Las dos primeras corresponden a las coordenadas geográficas de la imagen, mientras la tercera (profundidad) indica su dimensión espectral. La orientación aproximada Norte-Sur se obtiene a lo largo de las filas de la matriz, que normalmente reciben el nombre de líneas (row line), mientras el recorrido en el sentido de las columnas (column) indica la disposición Este-Oeste de la imagen. En esta matriz, el origen de coordenadas se sitúa en la esquina superior izquierda (línea 1, columna 1, en lugar del borde

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

inferior izquierdo, como ocurre en cualquier eje cartesiano. Esto es debido a la secuencia de adquisición de imágenes, de Norte a Sur, de acuerdo a la traza del satélite. La tercera dimensión corresponde a la resolución espectral del sensor. Hay tantos planos en la imagen como bandas originalmente detectadas.

Teniendo presente ese carácter matricial de cualquier imagen numérica, son más fácilmente comprensibles las posteriores transformaciones aplicadas sobre ella. Éstas son, en muchos casos, operaciones estadísticas comunes a otras matrices numéricas. Por ejemplo, en una imagen digital es posible calcular medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación típica en cada una de las bandas), cambiar su orientación geométrica (rotación de la matriz), realizar combinaciones aritméticas entre bandas (p. ej. cocientes), sintetizar varias bandas, reduciendo la información redundante (componentes principales), o discriminar grupos de ND homogéneos dentro de la matriz (clasificación). Cualquier tratamiento digital aplicado a las imágenes, requiere que previamente éstas sean introducidas en un sistema informático. Esto depende de los soportes y formatos en los que se ofrecen los ND que definen los píxeles de la imagen.

Derivado de lo expuesto, el interés de la teledetección viene dado por su capacidad de proporcionar información temática, que cubra vacíos en el conocimiento del territorio o, al menos, actualice lo que ya se había inventariado previamente. En muchas ocasiones, se restringe el contenido informativo de la teledetección a la cartografía temática propiamente dicha, o sea, las imágenes de satélite serían, bajo este punto de vista, solo una herramienta para clasificar el territorio en categorías homogéneas, por ejemplo de cobertura del suelo, vegetación o cultivos.

Por otra parte, conviene no perder de vista que una imagen de satélite es un conjunto sistemático de medidas cuantitativas sobre el territorio, con un nivel de resolución espacial inalcanzable mediante los muestreos en campo. Si esas mediciones se relacionan con ciertos parámetros ambientales de interés, a partir de una imagen puede obtenerse la distribución espacial de dichos parámetros. Así, puede considerarse a la teledetección como el conjunto de herramientas más potentes para generar información sobre las condiciones del territorio, por lo tanto, las variables que pueden deducirse potencialmente, a partir de la teledetección son muy numerosas. Se puede distinguir entre variables que son medibles directamente, obtenidas a partir de los datos recogidos por el sensor, conociendo los parámetros de adquisición; otro grupo de variables derivan de las primeras y se obtienen indirectamente, estableciendo relaciones entre variables obtenidas de otras fuentes y los datos adquiridos por el sensor, cabe citar los siguientes ejemplos:

Variables directas	Variables indirectas
<ul style="list-style-type: none"> - Reflectividad, en las bandas del visible e infrarrojo próximo; Temperatura, en el infrarrojo térmico; Coeficiente de retrodispersión, en la región de las microondas; Altitud, a partir de la visión estereoscópica o de la interferometría; Topografía de la superficie marina, a partir del altímetro de microondas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contenido de clorofila en las hojas; Radiación absorbida por la planta; Humedad del suelo o de las hojas; Materiales en suspensión en el agua; Contenido de CO₂ en la atmósfera; Evapotranspiración o productividad vegetal, etc.

El producto final de una clasificación, ya sea visual o digital, es un mapa temático, en donde el territorio en estudio se encuentra dividido en una serie de unidades espaciales, cuyo significado es coherente con la leyenda de trabajo; ese documento puede integrarse con otras variables geográficas para análisis posteriores, o servir como parte final del proyecto. En uno u otro caso, habitualmente se asume que el documento obtenido es confiable. Es decir, se considera que la cartografía realizada se ajusta a la realidad; pero se debe tener presente que, toda clasificación conlleva un cierto margen de error, en función de la calidad de los datos o de la rigurosidad del

método empleado. Resulta obligado aplicar algún procedimiento de verificación, que permita cuantificar ese error y así valorar la calidad final del trabajo y su aplicabilidad operativa.

En cuanto a las fuentes de error en una clasificación temática, la fiabilidad de un documento cartográfico depende, principalmente, de la metodología adoptada y de la calidad de los datos sobre los que se aplica. La interpretación visual implica un mayor grado de supervisión que el tratamiento digital de imágenes, y se realiza normalmente, a menor escala, lo que supone manejar una leyenda menos detallada. La exactitud de uno y otro método también está influida por los recursos externos aplicados sobre la interpretación, como es el caso de la experiencia del intérprete o de la calidad del equipo de tratamiento con que se cuenta. Se pueden agrupar los factores de fiabilidad -o si se prefiere- las fuentes de error, en varios grupos, en razón del elemento principal con que se relacionan: a) el terreno que se analiza; b) el nivel de precisión requerido en la leyenda; c) la adquisición de la imagen; d) los factores medioambientales externos.

Los métodos de verificación estadística se han desarrollado, en los últimos años, en el contexto del tratamiento digital de imágenes espaciales. Esto no significa que sólo sean aplicables a éste método de interpretación, ya que pueden generalizarse a cualquier tipo de cartografía temática, sea digital o no, a partir de la teledetección espacial o de imágenes aéreas. Cualquier documento temático debería incluir este proceso de verificación, pues permite al usuario del mapa valorar su grado de precisión de acuerdo con la realidad, o dicho de otro modo, el riesgo que asume al tomar decisiones con base en la información representada en ese mapa. (Chuvieco, 1996).

En cuanto al trabajo en campo, sobre todo cuando se obtiene información de zonas extensas y geográficamente complejas en forma masiva mediante el análisis de imágenes obtenidas remotamente, resulta indispensable (pero siempre en función de los objetivos planteados y los recursos disponibles para un proyecto), la utilización de equipo de medición y registro en campo como el GPS, la estación topográfica total, distanciómetro láser, radiómetro de campo, termómetro, altímetro, brújula, etc., cuya utilización basada en el levantamiento sistemático de los datos registrados en campo permitirá elevar la calidad de los datos obtenidos a través de plataformas y sensores aéreos y espaciales. En la siguiente figura se muestran dos aspectos de la adquisición de información en campo, estrechamente relacionados con los estudios de sitio y con la validación del análisis de imágenes en gabinete.

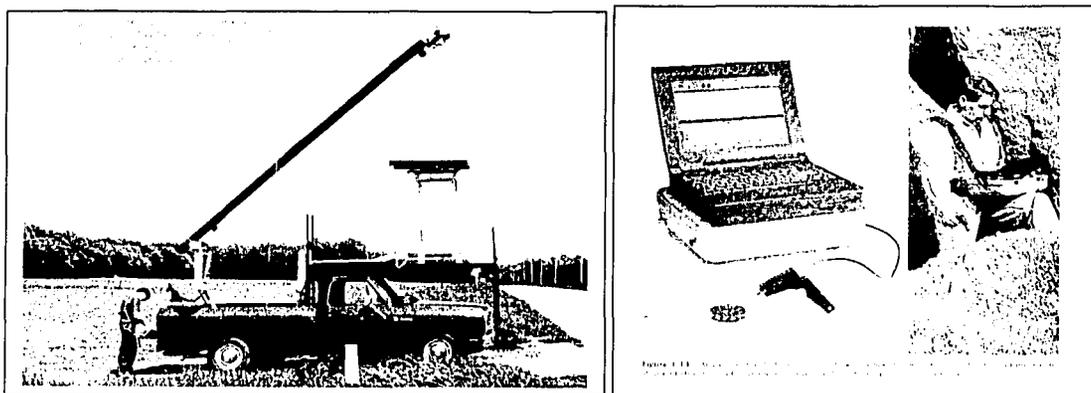


Figura 4.31. Recolección de datos de percepción remota en campo: a) radiómetro modular multibanda; b) dispositivo espectral analítico (espectroradiómetro) portátil. (Fuente: Lillesand, T. y Kiefer, R. Remote sensing and image interpretation. John Wiley y Sons; USA, 2000).

4.5. Comunicaciones y redes de cómputo

La información es un recurso estratégico que debe ser manejado de manera integral y sistemática. Entre sus principales atributos destaca que es coleccionable, almacenable y reproducible. Asimismo, se utiliza constantemente para efectuar operaciones de análisis y síntesis para tomar decisiones, conduce también a conclusiones acertadas o equivocadas, puesto que puede ser procesada e interpretada de diversas formas por distintos individuos, dependiendo de muchos factores subjetivos y del contexto en que se encuentre la persona que la procesa o interpreta.

Un hecho relevante en torno al desarrollo de las comunicaciones es que han sido impulsadas por las necesidades militares de cada época. Una infinidad de hechos históricos documentan el derrumbe de personajes, la derrota de ejércitos y la pérdida de enormes fortunas, porque alguna de las partes en pugna poseyó y utilizó adecuadamente información estratégica que las otras partes no hicieron.

Desde finales del siglo XX, es de tal importancia poseer, administrar y transmitir información, que toda la humanidad es y seguirá siendo afectada, influida y posiblemente dominada por quienes tienen, administran y transmiten este recurso, razón por la cuál a ésta época se le han impuesto los calificativos de sociedad de la información o revolución electrónica, éste último debido a la facilidad con que se procesa y transmite la información por medio de los sistemas modernos basados en dispositivos electrónicos. Como todo recurso, el valor de la información cambia con el tiempo de acuerdo a su contenido, interés y relevancia. Aún en la antigüedad se reconocía la necesidad de transmitir información a distancia y las soluciones a este problema han estado íntimamente relacionadas con el desarrollo cultural, social y político de la humanidad (Kuhlmann, 1989 y 1996). El desarrollo actual de las telecomunicaciones, su proceso de ampliación y diversificación se insertan y continuarán integrándose en éste contexto, acelerado por la dinámica de las sociedades modernas (Kellerman, 1993). Este proceso además de estar estrechamente relacionado con factores como el desarrollo histórico, científico y tecnológico de los grupos humanos, es un problema esencialmente geográfico, es decir, lo afectan fenómenos relacionados con el territorio (topografía, distancias, condiciones atmosféricas, etc.) y, por otra parte, su estructura y su dinámica se manifiestan sobre la evolución del mismo territorio (flujos de información relacionados con los intercambios de personas y mercancías, tendido de redes, instalación de infraestructura, etc.). En el mismo orden de ideas, cabe destacar que, la estructura de los sistemas de comunicaciones se encuentran estrechamente relacionados con las estructuras territoriales específicas de un país y con su nivel de desarrollo.

Al respecto Kellerman (1993), propone una geografía de las telecomunicaciones para el estudio de dicha estructura y dinámica. Agrega este autor que, paradójicamente, la geografía de las telecomunicaciones (escasamente visible), puede ser una de las ramas menos desarrolladas de esta disciplina, a la vez que, una de las más extensas espacialmente, ya que consiste de elementos terrestres (medios de transmisión, redes y nodos), elementos marítimos (cables y sondas), así como elementos (plataformas) aéreos y espaciales (aviones y satélites).

Un hecho fundamental en el desarrollo de las comunicaciones se produjo en torno a las décadas de los 70s y 80s como resultado de una sinergia entre las campos de los computadoras y las comunicaciones (incluyendo a la electrónica, Kuhlmann, *et al.* 1989 y 1996), que han desencadenado un cambio drástico en las tecnologías, productos y en las propias empresas que desde entonces, se dedican simultáneamente a los sectores de los computadores y de las comunicaciones. Aunque las consecuencias de esta convergencia revolucionaria están todavía por determinar, no es arriesgado decir que la revolución ha ocurrido y que ninguna investigación dentro del campo de la transmisión de la información debería realizarse sin esta perspectiva, (Stallings, 2000). Esta revolución ha producido los siguientes hechos significativos:

- No hay grandes diferencias entre el procesamiento de datos (con el uso de las computadoras) y las comunicaciones de datos (mediante la transmisión y los sistemas de conmutación).
- No hay diferencias fundamentales entre la transmisión de datos, de voz o de video.
- Las fronteras entre computadores monoprocesador o multiprocesador, así como entre redes de área local, metropolitanas y de áreas amplia son cada vez más difusas.

Un efecto de esta tendencia ha sido el solapamiento creciente que se puede observar entre las industrias de las comunicaciones y de las computadoras, desde la fabricación de componentes hasta la integración de sistemas. Otro resultado es el desarrollo de sistemas integrados que transmiten y procesan todo tipo de datos e información. Las organizaciones de normalización, tanto técnicas como tecnológicas tienden hacia un sistema único y público que integre todas las comunicaciones y haga que virtualmente todos los datos y fuentes de información sean fácil y uniformemente accesibles a escala mundial, (Stallings, 2000:4).

Para Kuhlmann, *et al.* (1996:82), un sistema de telecomunicaciones consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base en esa infraestructura se ofrecen a los usuarios los diversos servicios de telecomunicaciones. Además, establecen una analogía útil para destacar las relaciones entre las telecomunicaciones y los transportes, en estos la red está constituida por el conjunto de carreteras de un país, por donde circulan los vehículos, que a su vez dan servicio de transporte a personas y mercancías, en tanto que, en las telecomunicaciones se transporta información a través de redes de transferencia de datos. Por otra parte, en opinión de St-Pierre y Stéphanos (1997), una red de comunicación o de telecomunicación (remota) es un conjunto de infraestructuras, de medios de almacenamiento (discos, cintas, etc.) y equipos de hardware o software que permiten enlazar las terminales entre sí, transmitir la información y llevarla a los destinatarios.

4.5.1. El modelo de las comunicaciones

Stallings propone el concepto de modelo de comunicación, que se refiere a la representación gráfica de los componentes de un sistema de comunicación y la forma en que estos interactúan, el objetivo principal de todo sistema de comunicaciones es intercambiar información entre dos entidades físicas (o territoriales).

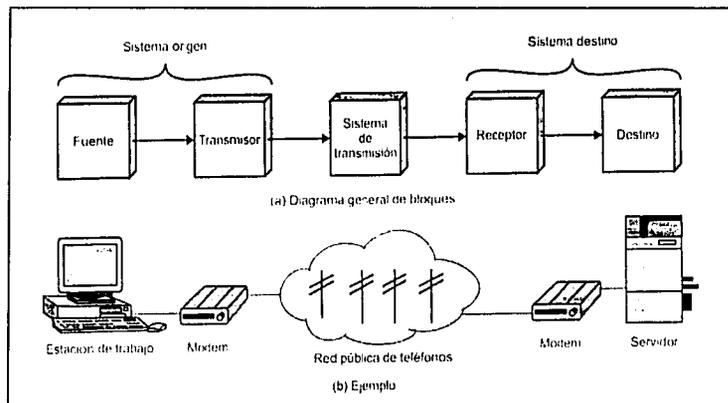


Figura 4.32. Modelo general para las comunicaciones. (Fuente: Stallings, W. Comunicaciones y redes de computadoras. Prentice Hall; España, 2000).

Los elementos básicos en este modelo (sistema de comunicaciones para Kuhlmann, *et al.*1996) son los siguientes:

- La fuente: este dispositivo genera los datos a transmitir: por ejemplo teléfonos o computadores personales.
- El transmisor: normalmente los datos generados por la fuente no se transmiten directamente tal como son generados. Al contrario, el transmisor transforma y codifica la información, generando señales electromagnéticas susceptibles de ser transmitidas a través de algún sistema específico, por ejemplo, un modem convierte las cadenas de bits generadas por un computador personal y las transforma en señales analógicas que pueden ser transmitidas a través de la red telefónica.
- El sistema de transmisión: puede ser desde una sencilla línea de transmisión hasta una compleja red que conecte a la fuente con el destino.
- El receptor: acepta la señal proveniente del sistema de transmisión y la transforma de tal manera que pueda ser manejada por el dispositivo destino. Por ejemplo, un modem captará la señal análoga de la red o línea de transmisión y la convertirá en una cadena de bits.
- El destino que toma los datos del receptor y los almacena o distribuye, generalmente es un servidor.

De la manera expuesta parece que el proceso de comunicación es simple, pero en realidad implica el funcionamiento paralelo de diversos componentes de alta tecnología, lo cual es transparente para el usuario, tal como se observa a continuación.

4.5.2. El proceso de comunicación de los datos

Actualmente existen formas muy variadas que permiten enviar o recibir información a través de un sistema de comunicación, pero todos ellos funcionan en base a los mismos principios, de manera que, a continuación se describe a través de una aplicación de uso muy extenso, el correo electrónico:

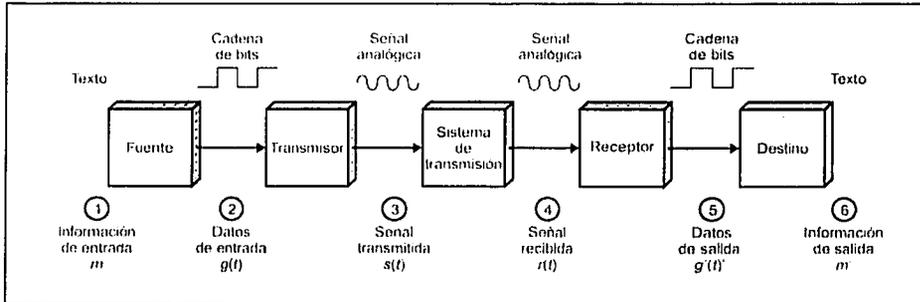


Figura 4.33. Modelo simplificado para las comunicaciones de datos, la aplicación del correo electrónico. (Fuente: Stallings, W. Comunicaciones y redes de computadoras. Prentice Hall; España, 2000).

En dicho modelo se produce la siguiente secuencia de operaciones concatenadas:

- Se supone que tanto el dispositivo de entrada como el transmisor están en un computador personal, además que, el usuario de dicha PC, desea enviar el mensaje m a otro usuario de PC o equipo similar.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN.

- b) El usuario activa la aplicación de correo en el PC y compone el mensaje con el teclado (dispositivo de entrada). La cadena de caracteres se almacenará temporalmente en la memoria principal como una secuencia de bits (g). El computador se conecta con algún medio de transmisión como una red local o una línea telefónica, a través de un dispositivo de entrada/salida (transmisor), como, por ejemplo, el "transceiver" a una red local o un modem. Los datos de entrada se transfieren al transmisor como una secuencia de niveles de tensión $g(t)$ que representan los bits en un bus de comunicaciones o cable.
- c) El transmisor se conecta directamente al medio y convierte la cadena $g(t)$ en la señal a transmitir $s(t)$. Al transmitir $s(t)$ a través del medio, antes de llegar al receptor, se presentarán una serie de problemas de comunicación que, los sistemas son cada vez más capaces de resolver.
- d) La señal recibida $r(t)$ puede diferir de alguna manera de la transmitida $s(t)$.
- e) El receptor intentará estimar la señal original $s(t)$ a partir de la señal $r(t)$ y de su conocimiento acerca del medio, obteniendo una secuencia de bits $g'(t)$. Estos bits se envían al computador de salida, donde se almacenan temporalmente en memoria como un bloque de bits (g'). En muchos casos, el equipo destino intentará determinar si ha ocurrido un error, y en su caso, interactuar con el origen para conseguir el conjunto de datos completo y sin errores.
- f) Los datos, finalmente se presentan al usuario a través del dispositivo de salida, que puede ser la impresora o la pantalla de su terminal. El mensaje recibido por el usuario (m') será normalmente una copia exacta del mensaje original (m).

4.5.3. Comunicación de datos a través de redes

La principal razón por la cual se han desarrollado las redes de telecomunicaciones es que el costo de establecer un enlace dedicado entre dos usuarios de una red sería elevadísimo, sobre todo considerando que no todo el tiempo todos los usuarios se comunican entre sí. Es mucho mejor contar con una conexión dedicada para que cada usuario tenga acceso a la red a través de su equipo terminal, pero una vez dentro de la red los mensajes utilizan enlaces que son compartidos con otras comunicaciones de otros usuarios, (Kuhlmann, 1996).

De acuerdo a lo anterior, generalmente no es práctico que dos dispositivos de comunicación se conecten directamente mediante un enlace punto a punto. Esto es debido a alguna (o ambas) de las siguientes circunstancias:

- Los dispositivos están muy alejados, en este caso no estaría justificado, por ejemplo, utilizar un enlace dedicado entre cada dos dispositivos, que puedan estar separados por miles de km.
- Hay un conjunto de dispositivos que necesitan conectarse entre ellos en instantes de tiempo diferentes. Un ejemplo de esta necesidad es la red telefónica mundial, o el conjunto de computadores pertenecientes a una compañía. Salvo el caso en que el número de dispositivos sea pequeño, no es práctico utilizar un enlace entre cada dos.

La solución a este problema consiste en conectar cada dispositivo a una red de comunicación. Existen dos grandes categorías en que se clasifican tradicionalmente las redes: redes de área amplia (WAN: Wide Area Networks) y redes de área local (LAN: local area networks).

Recientemente, las diferencias entre estas dos categorías son cada vez más difusas, tanto en términos tecnológicos como de posibles aplicaciones.

Por otra parte, cabe aclarar que, las redes se pueden clasificar de acuerdo a su cobertura geográfica, ya que ésta limita el área en que un usuario puede conectarse y tener acceso para utilizar los servicios que ofrecen. Existen redes locales que enlazan computadoras instaladas en un mismo edificio o una sola oficina conocidas como LAN (Local Area Network), pero también existen redes de cobertura más amplia conocidas como WAN (Wide Area Network), redes de cobertura urbana que distribuyen señales de televisión por cable en una ciudad, o bien metropolitanas que cubren a toda la población de una ciudad; asimismo, hay redes de mayores dimensiones que enlazan a las metropolitanas y las urbanas formando redes nacionales, y redes que enlazan a las nacionales, las cuales constituyen una red global de telecomunicaciones. (Kuhlmann, *et al.* 1989). A continuación se muestra gráficamente la forma en que una red local se conecta con una red de área amplia, de hecho la posibilidad de conectar un gran número de computadoras instaladas en un mismo lugar (edificio) con otras ubicadas remotamente, cada vez está menos limitada por factores relacionados con el espacio (como ubicación, distancias, áreas y volúmenes).

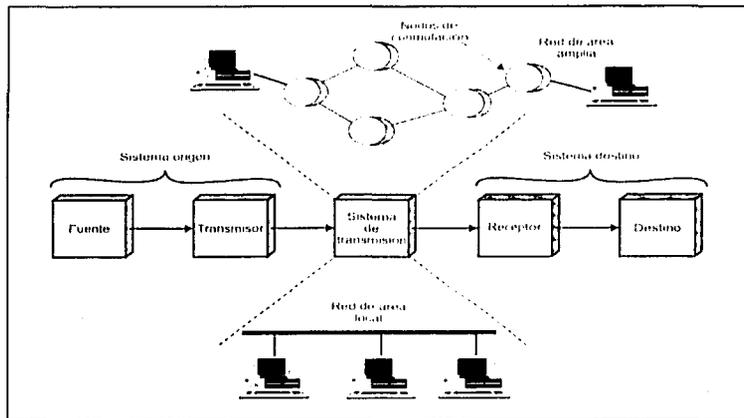


Figura 4.34. Modelo general de redes. (Fuente: Stallings, W. Comunicaciones y redes de computadoras. Prentice Hall; España, 2000).

Componentes de una red de comunicación de datos. Una red de comunicación remota (o red de telecomunicaciones) es el conjunto de infraestructura (construcciones e instalaciones), medios de almacenamiento (discos, cintas, etc.) y equipamiento de hardware o software que permite enlazar las terminales entre sí y transmitir los datos desde una fuente hacia los destinatarios, St-Pierre y Stéphanos (1997). Para todas las redes cada usuario requiere de un equipo terminal, por medio del cual tendrá acceso. Los usuarios no pueden transmitir información en todas las redes. Por ejemplo en televisión o radiodifusión los usuarios son pasivos, es decir únicamente reciben la información generada por las estaciones transmisoras, mientras que, en telefonía, todos los usuarios pueden recibir y transmitir información.

De acuerdo al grado de complejidad en el desarrollo actual de las telecomunicaciones, una red moderna de esta naturaleza, normalmente utiliza canales de distintos tipos para lograr la mejor solución a los problemas de telecomunicación de los usuarios; es decir, con frecuencia existen redes que emplean canales de radio en algunos segmentos, canales vía satélite en otros, microondas en algunas rutas, radio en otras y, desde luego, en muchos de sus enlaces, la red pública telefónica (Kuhlmann, 96). Por otra parte, la comunicación entre dos entidades puede ser directa o indirecta, las formas más difundidas se muestran en la siguiente figura.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

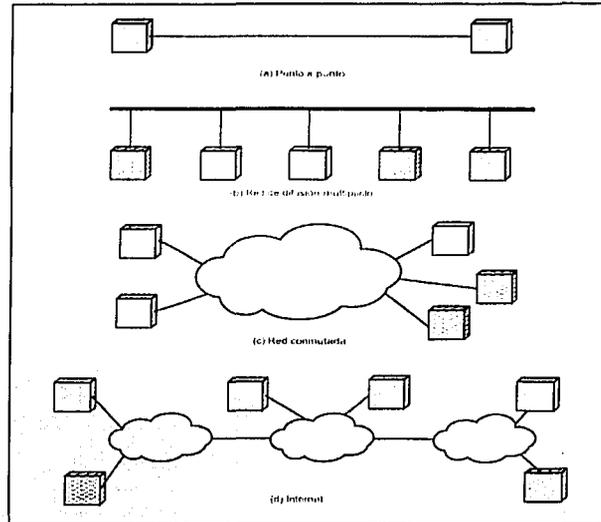


Figura 4.35. Tipos de conexión en un sistema de comunicación. (Fuente: Stallings, W. Comunicaciones y redes de computadoras. Prentice Hall; España, 2000).

Si los dos sistemas que se van a comunicar comparten una línea punto a punto, las entidades de estos sistemas se podrán comunicar directamente, es decir, los datos y la información de control pasarán directamente entre las entidades sin la intervención de un agente activo. Esta misma idea es aplicable en las configuraciones multipunto, aunque en este caso las entidades deberán solucionar el problema del control del acceso (tráfico) complicando así el protocolo. Si los sistemas se conectan a través de una red conmutada no se podrá aplicar un protocolo directo; El posible intercambio de datos entre dos entidades dependerá a su vez del buen funcionamiento de otras entidades. Un caso más complejo será cuando las dos entidades no compartan la misma red conmutada, aunque deberán estar conectadas a través de dos o más redes; a un conjunto de este tipo de redes interconectadas se le denomina Internet, Stallings, 2000:31). Aquí, es preciso señalar que, se entiende por conmutación la técnica que permite establecer una conexión física o lógica para enlazar dos o más sistemas entre sí.

Transmisión de datos. Los formatos de información más ampliamente utilizados (voz, datos, imágenes, video, etc.) se pueden representar mediante señales electromagnéticas. Asimismo, dependiendo del medio de transmisión y del entorno donde se realicen las comunicaciones, se pueden utilizar señales analógicas o digitales para transportar la información.

Cualquier señal electromagnética, analógica o digital está conformada por una serie de frecuencias constituyentes. Un parámetro clave en la caracterización de la señal es el ancho de banda, definido como el rango de frecuencias contenidas en la señal. En términos generales, cuanto mayor es el ancho de banda de la señal, mayor es su capacidad de transportar información.

Uno de los problemas principales en el diseño de un sistema de comunicaciones reside en las dificultades o defectos de las líneas de transmisión. Las dificultades más importantes a superar son la atenuación, la distorsión de atenuación, la distorsión de retardo, así como los distintos tipos de ruido. Entre otros, el ruido puede ser de tipo térmico, ruido de intermodulación, diafonía o impulsivo. Las dificultades en la transmisión usando señales analógicas causan efectos aleatorios

que degradan la calidad de la información recibida y pueden afectar a la inteligibilidad. Cuando se utilizan señales digitales, los defectos en la transmisión pueden introducir bits erróneos en la recepción.

Adicionalmente, cuando se diseña un sistema de comunicaciones se deben tener presentes cuatro factores determinantes: el ancho de banda de la señal, la velocidad de transmisión de la información digital, la cantidad de ruido junto con otros defectos en la transmisión y la proporción o tasa de errores tolerable. El ancho de banda disponible está limitado por el medio de transmisión así como por la necesidad de evitar interferencias con señales cercanas. Debido a que el ancho de banda es un recurso escaso, es conveniente maximizar la velocidad de transmisión de los datos para el ancho de banda disponible. La velocidad de transmisión está limitada por el ancho de banda, la presencia ineludible de defectos en la transmisión (p. ej. el ruido) y por la tasa de errores tolerable.

La transmisión de datos entre un emisor y un receptor siempre se realiza a través de un medio de transmisión. Los medios de transmisión se pueden clasificar como guiados y no guiados. En ambos casos, la comunicación se realiza con ondas electromagnéticas. En los medios guiados como, por ejemplo, en los pares trenzados, los cables coaxiales y las fibras ópticas, las ondas se transmiten confinándolas a lo largo del camino físico. Por el contrario, los medios no guiados proporcionan una forma de transmitir las ondas electromagnéticas sin confinarlas, como, por ejemplo, en la propagación a través del aire, el mar o el vacío.

Transmisión de datos analógicos y digitales. En la transmisión de datos desde una fuente a un destino, se debe tener en cuenta la naturaleza de los datos, cómo se propagan físicamente dichos datos, y qué procesamiento o ajustes se necesitarán a lo largo del camino para asegurar que los datos que se reciban sean inteligibles. Al respecto, el punto central es, si se trata de entidades digitales o analógicas. Los términos analógico y digital corresponden, en términos generales a continuo y discreto, respectivamente. Estos dos términos se aplican con frecuencia en las comunicaciones de datos a los conceptos de: datos, señalización y transmisión. Stallings (2000:73) define estos conceptos fundamentales de la siguiente manera:

Datos. Se define un dato como cualquier entidad capaz de transportar información. Los datos analógicos pueden tomar valores en algún intervalo continuo. Por ejemplo, el video y la voz son valores de intensidad que varían continuamente. La mayoría de los datos que se capturan con sensores, tales como los de temperatura y de presión, son continuos. Los datos digitales toman valores discretos, como por ejemplo, los textos o los números enteros.

Señales. Son representaciones eléctricas o electromagnéticas de los datos. La señalización es el hecho de la propagación física de las señales a través de un medio adecuado. En un sistema de comunicaciones, los datos se propagan de un punto a otro mediante señales eléctricas. Una señal analógica es una onda electromagnética que varía continuamente y que, según sea su espectro, puede propagarse a través de una serie de medios; por ejemplo, a través de un medio conductor como un par trenzado, un cable coaxial, un cable de fibra óptica, o a través de la atmósfera o el espacio. Una señal digital es una secuencia de pulsos de tensión que se pueden transmitir a través de un medio conductor, por ejemplo: un nivel de tensión positiva constante puede representar un 1 binario y un nivel de tensión negativa constante puede representar un 0.

Transmisión. Se define como la comunicación de datos mediante la propagación y el procesamiento de señales. Tanto las señales analógicas como las digitales se pueden transmitir a través de un medio adecuado, el medio de transmisión en concreto determinará cómo se procesan estas señales.

4.5.4. Medios de transmisión

Los medios de transmisión, utilizados para transportar información se pueden clasificar como guiados y no guiados. Los medios guiados proporcionan un camino físico (tangible) a través del cual la señal se propaga; entre otros cabe citar al par trenzado, al cable coaxial y la fibra óptica. Los medios no guiados utilizan una antena para transmitir a través del aire, el vacío o el agua.

Tradicionalmente, el par trenzado ha sido el medio por excelencia utilizado en las comunicaciones de cualquier tipo. Con el cable coaxial se pueden obtener mayores velocidades de transmisión para mayores distancias, por esta razón, el coaxial se ha utilizado en redes de área local de alta velocidad y en aplicaciones de enlaces troncales de alta capacidad. No obstante, la enorme capacidad de la fibra óptica está desplazando al cable coaxial, abarcando la mayor parte del mercado de las LAN de alta velocidad y las aplicaciones a larga distancia.

Por otra parte, la difusión por radio, las microondas terrestres y los satélites son las técnicas que se utilizan en la transmisión no guiada. La transmisión por infrarrojos se utiliza en algunas aplicaciones LAN.

Las características y la calidad de la transmisión están determinadas tanto por el tipo de señal, como por las propiedades del medio. En el caso de los medios guiados, el medio en sí mismo es lo más importante para la determinación de las limitaciones de transmisión. En medios no guiados, el ancho de banda de la señal emitida por la antena es más importante que el propio medio a la hora de determinar las características de la transmisión. Una propiedad fundamental de las señales transmitidas mediante antenas es la directividad. En general, a frecuencias bajas las señales son omnidireccionales; es decir, la señal desde la antena se emite y propaga en todas direcciones. A frecuencias más altas, es posible concentrar la señal en un haz direccional.

En el diseño de sistemas de transmisión es deseable que tanto la distancia como la velocidad de transmisión sean lo más grandes posible. Hay una serie de factores relacionados con el medio de transmisión y con la señal que determinan tanto la distancia como la velocidad de transmisión:

- El ancho de banda: si todos los otros factores se mantienen constantes, al aumentar el ancho de banda de la señal, la velocidad de transmisión se puede incrementar.
- Dificultades en la transmisión: las dificultades, como, por ejemplo, la atenuación, limitan la distancia. En los medios guiados, el par trenzado sufre de mayores adversidades que el cable coaxial, que a su vez, es más vulnerable que la fibra óptica.
- Interferencias: las interferencias resultantes de la presencia de señales en bandas de frecuencias próximas pueden distorsionar o destruir completamente la señal. Las interferencias son especialmente relevantes en los medios no guiados, pero a la vez son un problema a considerar en los medios guiados. Por ejemplo, frecuentemente múltiples cables de pares trenzados se agrupan dentro de una misma cubierta, provocando posibles interferencias, no obstante, este problema se puede reducir utilizando un recubrimiento adecuado.
- Número de receptores: un medio guiado se puede usar tanto para un enlace punto a punto como para un enlace compartido, mediante el uso de múltiples conectores. En este último caso, cada uno de los conectores utilizados, puede atenuar y distorsionar la señal, por lo que la distancia y/o velocidad de transmisión disminuirán.

A continuación se muestra la región del espectro electromagnético, así como la frecuencia a la que operan las principales técnicas de transmisión sobre medios guiados y no guiados.

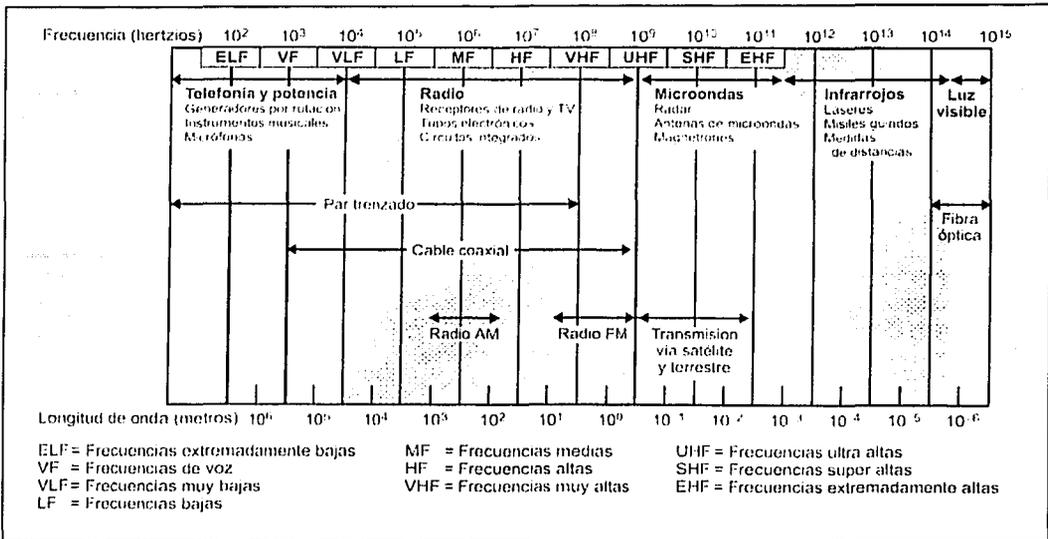


Figura 4.36. Espectro electromagnético para las telecomunicaciones. (Fuente: Stallings, W. Comunicaciones y redes de computadoras. Prentice Hall; España, 2000).

Las comunicaciones digitales (discretas) tienen las siguientes ventajas sobre las analógicas (continuas): (Kuhlmann, 1996:66).

- como las computadoras trabajan con información digital, esta debe ser procesada en microprocesadores digitales (ésta es una de las razones por las cuales se habla de la convergencia entre la electrónica, las telecomunicaciones y la computación), con lo cual se aumentan enormemente las posibilidades de procesamiento a grandes velocidades y de almacenamiento masivo de la información.
- Estando la información en formato digital, es posible explotar plenamente las técnicas modernas de criptografía, codificación, compresión de datos, detección y corrección de errores y el procesamiento digital en general.

Existen muchas maneras de clasificar los servicios de telecomunicaciones, ya que también existen diversos parámetros por medio de los cuales pueden ser comparados. A continuación se resumen los criterios de comparación:

- Tipo de red.** Se hablará únicamente de servicios ofrecidos al público en general, que utilizan como infraestructura redes públicas de telecomunicaciones, basadas fundamentalmente en transmisiones de radio o en señales guiadas por medio de conductores eléctricos u ópticos.
- Cobertura.** La extensión del área geográfica que cubre una red es de particular interés en la comparación, ya que los servicios no pueden ser ofrecidos fuera de dicha área geográfica. La cobertura puede ser caracterizada como local, regional o nacional.
- Interconexión.** A pesar de que la cobertura de una red puede ser local o regional, si está interconectada con otras redes de mayor cobertura se amplía de manera automática el área geográfica cubierta por la red. También es importante y consecuencia de este atributo

el hecho de poder tener acceso a servicios prestados por otras redes interconectadas a la red a la que el usuario tiene acceso.

- d) **Direccionalidad.** En una comunicación un usuario puede tener un papel pasivo o activo. Se ha incluido este rubro en el análisis, caracterizándolo por medio de U = unidireccional (receptor pasivo) o B = bidireccional (el receptor tiene un papel activo y también puede transmitir).
- e) **Punto-multipunto.** El criterio acerca de los destinos posibles para un servicio se relaciona con varios de los aspectos anteriores, pero es de gran importancia por sí mismo. Se han considerado dos opciones: p-p (punto a punto), en la cual existe un solo transmisor y un solo receptor, y P-MP (punto a multipunto), donde hay un solo transmisor pero una cantidad distinta de uno (posiblemente ilimitada) de receptores.
- f) **Tipo de información.** Se han mencionado frecuentemente que la información que se transmite puede ser digital (D) o analógica (A), lo cual define algunos aspectos del alcance de un servicio; éste es otro criterio que se considera digno de mención. Cabe recordar que si se trata de información tipo digital se estaría en posibilidad de tener los beneficios de las comunicaciones digitales, tales como la criptografía digital, la corrección de errores, la compresión del ancho de banda y el procesamiento por medio de microprocesadores de alta velocidad.
- g) **Privacidad.** Normalmente cuando se hace uso de un servicio de telecomunicaciones se desea tener la certeza de que sólo aquellos usuarios a quienes está destinada la información la reciben, y de que ningún intruso puede tener acceso al servicio sin tener autorización para ello; la privacidad que se proporciona a los usuarios en cada servicio es distinta, por lo cual se considera que también es un factor que debe ser considerado.

Para Kuhlmann, et. al., las tendencias en los sistemas y los servicios de telecomunicaciones, se pueden sintetizar de la siguiente manera:

- a) Cada vez hay una conectividad mayor entre los usuarios de una red de telecomunicaciones y existe también mayor posibilidad de que las diferentes redes sean interconectadas.
- b) Las comunicaciones entre personas tienden a hacerse cada día más independientes del lugar donde se encuentran las mismas, con lo cual se nota una tendencia hacia accesos inalámbricos, respecto a las redes que ofrecen los diferentes servicios.
- c) Las redes de telecomunicaciones tienden a ser redes de "autopistas" de información digital de muy altas capacidades, y la fuente de información así como el servicio que se preste, son irrelevantes para las mismas.
- d) Es posible que cada habitante del planeta llegue a tener un solo número de acceso para todos los servicios que sean ofrecidos a través de la "super-red".
- e) Es indispensable que los servicios sean accesibles a todos los usuarios.
- f) Las velocidades que se utilicen para las transmisiones y la calidad que se logre en los servicios deben ser adecuadas para todas las aplicaciones.

A través de estas redes de alta capacidad y los servicios que en ellas serán ofrecidos se estará en posibilidad de "integrar todos los servicios", de tener "transferencias de información totalmente digitales", de empezar a construir la "supercarretera de información" y de que todo esto forme la

base de "la sociedad de la información" del futuro. La red internet constituye el ejemplo más desarrollado de tales capacidades y de los crecientes niveles de integración tecnológica para el manejo masivo de la información. Asimismo, las tendencias señaladas tienen una marcada y creciente vinculación con los fenómenos de integración económica mundial o globalización, Kellerman (1993).

4.6. Sistemas de información

El problema de la información está estrechamente relacionado con el desarrollo económico y social. La investigación, la planificación y la toma de decisiones exigen una información precisa, oportuna, completa, coherente y adaptada a las necesidades específicas de cada usuario y de cada circunstancia. (De Miguel y Piattini, 93).

Actualmente la información es un bien altamentepreciado, las necesidades de información se manifiestan en la sociedad de manera imperiosa. Son muchos los factores que han influido en la transformación que se ha operado en el papel que desempeña la información en los contextos económico y social. Entre ellos es preciso destacar la elevación del nivel cultural; el afán de desmasificación, que lleva a una mayor diversidad, con el consiguiente crecimiento de las necesidades de información; el deseo de participar en las decisiones públicas; las exigencias de la planificación y la ordenación del territorio; las tendencias hacia una descentralización, que requiere datos más detallados para áreas más pequeñas, la aparición de nuevos métodos -más científicos- de toma de decisiones, etc. (De Miguel y Piattini, 93). Los gobiernos de los distintos países, al reconocer que la información circula para responder a unas necesidades, como el saber, la necesidad de conocer y la necesidad de elegir, han tenido que ocuparse del tema como un asunto prioritario, impulsando y planificando los sistemas nacionales de información a fin de asegurar el flujo de este recurso para la evolución científica, tecnológica, económica y social. Toda organización necesita para su funcionamiento un conjunto de datos que se transmitan entre sus distintos elementos, y generalmente desde y hacia el exterior del sistema. Una parte de esta comunicación se realiza por medio de contactos interpersonales, esto es el sistema de información informal. Pero este tipo de flujo de información, cuando se trata de organismos complejos, se muestra insuficiente y costoso, siendo preciso disponer de un sistema de información formal, también llamado organizacional.

Para De Miguel y Piattini, un sistema de información tiene los siguientes componentes:

SISTEMA DE INFORMACIÓN	CONTENIDO (DATOS)	- REFERENCIAL - FACTUAL
	EQUIPO FÍSICO (HARDWARE)	- UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - EQUIPO PERIFÉRICO
	EQUIPO LÓGICO (SOFTWARE)	- SISTEMA DE GESTIÓN DE BASE DE DATOS - MANEJO DE LAS COMUNICACIONES - TRATAMIENTOS ESPECÍFICOS
	ADMINISTRADOR	- AREA DE DATOS - AREA INFORMÁTICA
	USUARIOS	- NO INFORMÁTICOS - INFORMÁTICOS

Dentro del contexto descrito, caracterizado por las crecientes necesidades de información útil (en calidad, cantidad, lugar, tiempo y forma), se corre el riesgo de la contaminación de la información, para evitar este problema y para que la información cumpla con su papel fundamental para las

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

organizaciones y para los individuos, debe cumplir con las siguientes cualidades: precisión, oportunidad, plenitud, significado e integridad.

- La precisión se puede definir como el porcentaje de información correcta sobre la información total del sistema: fichero, base de datos, etc.

- La oportunidad se refiere al tiempo transcurrido desde el momento en que se produjo el hecho que originó el dato hasta el momento en que la información se pone a disposición del usuario. Otras veces la oportunidad se mide en función del momento en que el dato tendría que estar disponible, o bien respecto al desfase que produce el procesamiento por computadora.

- La plenitud consiste en que la información ha de ser completa para poder cumplir sus fines, es decir, que ha de contener todos los elementos informativos necesarios, de acuerdo con la planificación de un proyecto, sobre todo con sus objetivos. Dado que la plenitud absoluta es imposible de lograr, lo que se suele pretender en los sistemas de información es alcanzar un nivel suficiente, el cual dependerá de dos factores: de los datos existentes en el sistema de información y de los que el sistema sea capaz de localizar y procesar durante una consulta concreta.

- En cuanto al significado, la información ha de contener el máximo contenido semántico posible, ya que sin él no sería verdadera información. Un volumen de información justo es condición indispensable para que ésta sea significativa. Cuando se realiza el diseño de un sistema es preciso tener en cuenta que la información suministrada por éste ha de ser, además de fácilmente interpretable, sólo la necesaria y suficiente para que se cumplan los fines propuestos.

- Por otra parte, toda la información contenida en el sistema debe ser coherente consigo misma, siendo ésta una característica fundamental del sistema de información que permitirá obtener resultados concordantes. Esta coherencia interna ha de ir unida a una consistencia respecto a las reglas semánticas propias del mundo real, es decir, la información, además de ser consistente en sí misma, ha de representar lo más fielmente posible el mundo real, cualidad que en las bases de datos se denomina integridad. Otro elemento fundamental a tener siempre presente se refiere a la seguridad de la información, ya que ésta ha de ser protegida frente a su deterioro –por causas físicas o lógicas- y ante la posibilidad de accesos no autorizados, lo cual está muy relacionado con el alto valor estratégico ya señalado. Es muy importante tener siempre presente la búsqueda de equilibrio entre éstas cualidades de un sistema de información, ya que la mejora de alguna de ellas puede ir en detrimento de otras, por ejemplo, al aumentar el nivel de calidad o de la precisión, esto podría afectar la oportunidad de los resultados.

Las bases de datos constituyen una parte integrante y fundamental de un sistema de información, teniendo su razón de ser en la existencia misma de éste.

En toda organización se suelen distinguir tres niveles distintos de gestión que son operacional, táctico y estratégico, por lo que el sistema de información estará compuesto por tres subsistemas estructurados jerárquicamente, correspondientes a estos tres niveles.

- El nivel estratégico se refiere al área donde se elaboran los planes y se determinan los objetivos generales, en él intervienen los directivos de más alto rango, utilizando información agregada.
- El nivel táctico incluye al personal encargado del control de la gestión, del desarrollo y cumplimiento de los objetivos específicos.
- El nivel operacional incluye las tareas de ejecución y administrativas, en éste se trabaja con datos que tienen menores niveles de integración.

Dentro del sistema de información, la base de datos es administrada por un sistema de gestión de base de datos, definido como un conjunto altamente estructurado de programas, procedimientos, lenguajes, etc., que suministra, tanto a los usuarios no informáticos como a los analistas, programadores o al administrador, los medios necesarios para describir, recuperar y manipular los datos almacenados en la base, manteniendo su integridad, confidencialidad y seguridad.

4.7. Sistemas de información geográfica

Las llamadas tecnologías de la información y las comunicaciones forman el marco a partir del cual se estructura la sociedad del siglo XXI en cuanto a su economía, su cultura y la forma de concebir la realidad. Es en este contexto en el cual la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica comienza a ocupar un papel preponderante, Buzai (2000). De acuerdo con éste autor, tales sistemas están ubicados actualmente a la vanguardia en la evolución tecnológica destinada al estudio de las pautas de distribución espacial y permite incorporar las características del espacio geográfico a todo estudio territorial como categorías fundamentales desde un punto de vista interdisciplinario.

Los sistemas de información geográfica o SIG de manera abreviada (término que deriva del inglés Geographic Information System: GIS) son una tecnología desarrollada recientemente (el primer GIS se desarrolló en Canadá en 1963 para el inventario de tierras de ese país), que forma parte del ámbito más extenso de los sistemas de información (en la siguiente figura se muestra su estrecha relación); Los SIG permiten gestionar y analizar la información espacial de manera cada vez más eficiente, por lo que han venido a constituirse en la tecnología propia de los profesionales que trabajan con información esencialmente territorial.

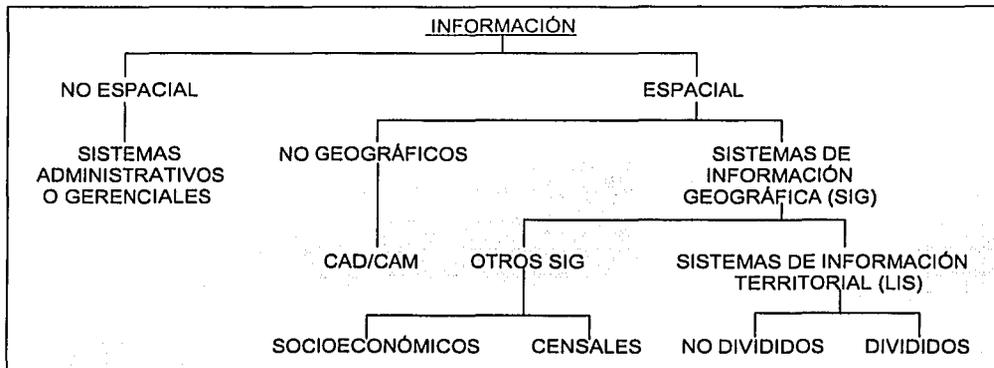


Figura 4.37. Clasificación taxonómica de los sistemas de información (Fuente: De Mers, M. Fundamentals of Geographic Information Systems. John Wiley y Sons; EUA, 1997).

Se trata de sofisticadas herramientas multipropósito con aplicaciones en campos tan dispares como la planificación urbana, la gestión catastral, la ordenación del territorio, el medio ambiente, la planificación del transporte, el mantenimiento y gestión de redes públicas, el análisis de mercados etc. (Gutiérrez y Gould, 1994). Aunque internacionalmente se ha impuesto el término de sistemas de información geográfica, se utilizan también otras expresiones (referidas por Bosque, 1994) para aludir a esta tecnología, que en muchos casos solo reflejan distintas aplicaciones de los SIG, tales como:

TESIS CON
FALLA DE CALIBRE

- Land Information Systems (LIS) -traducido al español como Sistemas de Información Territorial (SIT)- y Cadastral Information System (Sistema de Información Catastral).
- El término Automated Mapping/Facilities Management (cartografía automatizada/gestión de infraestructuras) se aplica a los sistemas orientados hacia la administración de redes de servicios públicos.
- Para los SIG orientados hacia las cuestiones ambientales se utiliza la expresión Environmental Information System (Sistema de Información Ambiental), en estrecha relación se utiliza el término Nature Resource Management Information Systems (Sistemas de Información para la Gestión de los Recursos Naturales).
- Otros términos, como Spatial Information Systems (SIS) o Geographically Referenced Information System se utilizan prácticamente como sinónimos de Geographic Information Systems (GIS).

Este autor destaca varios elementos que son comunes en distintas definiciones sobre los SIG: la capacidad de este dispositivo informático para gestionar/analizar datos espaciales y la combinación de distintas funciones operativas definidas sobre este tipo de información: 1°, introducir los datos espaciales en la computadora; 2°, creación de una base de datos que conserve sus características de modo económico y coherente; 3°, gestión y manipulación para interrogar a la base de datos; 4°, análisis y generación de nueva información a partir de la ya incluida en la base de datos; 5°, representación cartográfica (y por otros medios) de los datos.

Por otra parte, Burrough y Mc Donnell (1998) hacen referencia a tres grupos de definiciones sobre los sistemas de información geográfica, diferenciadas en cuanto al énfasis sobre alguno de los componentes del sistema en su conjunto.

Basadas en los GIS como conjuntos de herramientas. Donde los GIS están orientados a coleccionar, almacenar y recuperar, transformando y desplegando datos espaciales a partir del mundo real para un particular conjunto de propósitos. Los datos geográficos (o espaciales) representan fenómenos del mundo real en términos de (a) su posición con respecto a un sistema de coordenadas conocidas, (b) sus atributos que no son relacionados con su posición (tales como color, costo, pH, incidencia de enfermedades, etc.), y (c) sus interrelaciones espaciales con cada uno del resto de los fenómenos que describe, los cuáles están conjuntamente relacionados (esto se conoce como topología y describe espacio y propiedades espaciales, tales como conectividad la cual no es afectada por distorsiones continuas).

Asociadas con las bases de datos. La definición de base de datos enfatiza las características en la organización de los datos, requeridas para manejar datos espaciales con su localización, atributos y topología, así como la mayoría de otros tipos de información que solo tienen que ver con entidades y atributos.

Referidas a la organización. Enfatiza el papel de las instituciones y las gentes (grupo de expertos) que manejan información espacial, así como las herramientas que necesitan.

Aunque muy diversas, todas las definiciones de los SIG tienen como punto central el hecho de trabajar con datos georreferenciados, en base a información geográfica, así, la mayor utilidad de un SIG deriva de su capacidad analítica para responder a preguntas de tipo espacial, y con base en ella, poder generar escenarios alternativos de solución a un problema territorial específico. (Cebrián, 1992; Bosque, *et al.*, 1994; Burrough y Mc Donnell, 1998; Longley, *et al.*, 2001).

Un SIG no es sólo un sistema informático para dibujar mapas, aunque permite realizar mapas a escalas diversas, con distintas proyecciones y varios colores. Un SIG es fundamentalmente una herramienta de análisis. La gran ventaja de un SIG es que permite identificar relaciones espaciales entre las distintas informaciones que contiene un mapa. En un SIG se almacena información cartográfica (lo que hace posible conocer la posición exacta de cada elemento en el espacio y con respecto a otros elementos) e información alfanumérica (datos sobre las características o atributos de cada elemento geográfico). Este hecho, el trabajar con información espacial (geográficamente referenciada), es lo que diferencia básicamente a los SIG de otros sistemas de información.

Los geógrafos y otros científicos de la Tierra han estado acostumbrados a estructurar la información en mapas temáticos, según sean los aspectos del espacio que interese estudiar. De la misma forma un SIG descompone la realidad en distintos temas, es decir, en distintas capas o estratos de información de la zona que se desea estudiar: el relieve, la litología, los suelos, los ríos, los asentamientos, las carreteras, etc. A continuación se muestra gráficamente la forma tradicional basada en las técnicas fotogramétricas y litográficas para producir cartografía básica y temática mediante el principio de sobreposición de capas.

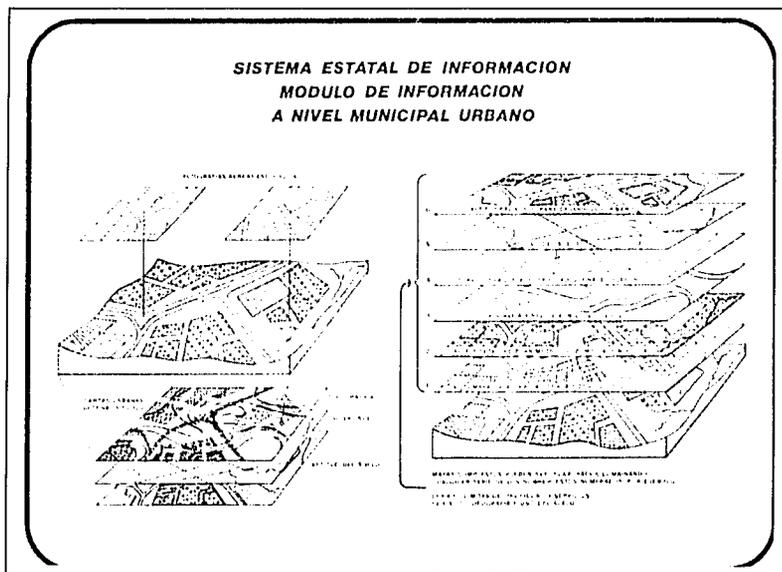


Figura 4.38. Modelo de la producción cartográfica tradicional basada en la sobreposición de capas.
(Fuente: INEGI; México, 1977).

En la actualidad predomina en los SIG una visión del mundo que se puede denominar de estratos (layer o capas). Según esto, el mundo está compuesto de infinitos lugares cuya localización se puede medir con cualquier grado de precisión espacial a través de un sistema de coordenadas. La geografía de ese "mundo" se organiza en distintas variables temáticas, cuyos valores se pueden estimar en cualquier lugar. Cada variable es un estrato (capa) de la base de datos. En cada estrato los datos tienen los mismos componentes conceptuales. El analista puede trabajar sobre cualquiera de esas capas según las necesidades del momento. Pero la gran ventaja de los SIG es que pueden relacionar las distintas capas entre sí, lo que concede a estos sistemas enormes capacidades de análisis. Los mapas almacenados en el ordenador pueden ser objeto de peticiones muy complejas o ser combinados algebraicamente para producir mapas derivados, que representen situaciones reales o hipotéticas. Por otra parte, cada capa puede ser dividida en

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

hojas, de la misma forma que ocurre en la cartografía convencional (Gutiérrez y Gould, 1994). La figura siguiente muestra la estructuración de la información en los SIG análogamente al método tradicional.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

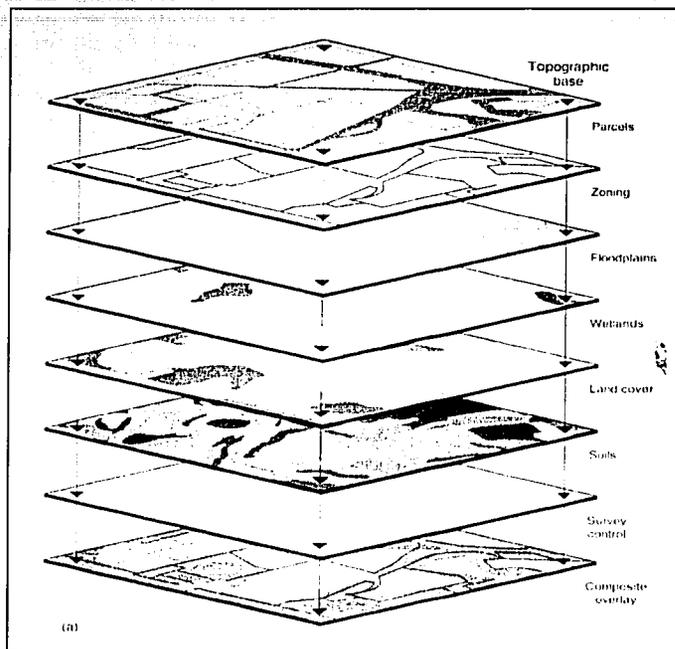


Figura 4.39. El modelo temático estratificado de los sistemas de información geográfica, estructurado en capas, cada una corresponde a un tema de la base de datos. (Fuente: Christopherson, Geosystems. Prentice Hall; USA, 2002).

En cada capa se almacena información cartográfica y alfanumérica. Existen distintas formas de almacenar esa información. La más clara se refiere a aquella en la que hay un fichero con información cartográfica (el mapa digital) y otro con información alfanumérica (la base de datos asociada). Ambos ficheros están conectados, de manera que a cada uno de los objetos espaciales del mapa digital le corresponde un registro en la base de datos. Esa conexión es posible gracias a que cada objeto del mapa digital y su correspondiente registro de la base de datos tienen un identificador común o clave.

El sistema no sólo almacena información acerca de la localización de los elementos en el espacio (es decir, la georreferenciación), sino también acerca de las relaciones entre unos elementos y otros (o sea, la topología).

En cuanto a la base de datos, en muchos Sistemas de Información Geográfica, en especial los de tipo vectorial, los aspectos temáticos se almacenan digitalmente en una base de datos separada de la que contiene la descripción de la representación gráfica de los elementos geográficos. En la mayoría de las ocasiones, la base de datos temáticos es de tipo relacional. Es posible definir en general una base de datos como una colección de uno o más ficheros de datos, almacenados en una forma estructurada y que contienen información no redundante, de modo que las relaciones que existen entre los distintos ítems o conjuntos de datos puedan ser utilizados por el sistema de gestión (SGBD) para manipular o recuperar los mismos. Por otra parte, un sistema de gestión de bases de datos es: un programa de computadora para el almacenamiento, manipulación (edición)

y recuperación de información de una base de datos. En la definición de una base de datos se establecen tres niveles en la organización de la información: Externo, conceptual e interno/físico.

El nivel externo es el único que interesa al usuario de la base de datos, y suele estar dotado de una interfaz para acceder con comodidad a la base de datos, en ella se emplea a menudo el lenguaje SQL (Stándard Query Language). El segundo nivel, el esquema conceptual de los datos se basa en la definición de una estructura lo más exhaustiva y económica de los datos a incluir; normalmente para ello se realiza un análisis de la información usando el denominado "modelo entidad-relación", aquí tiene un papel fundamental el diseñador de la base de datos. En el tercer nivel, el usuario no interviene en absoluto y es una cuestión a resolver internamente por los programas de bases de datos. (Bosque, 1994,16).

Bases de datos relacionales. Existen numerosas formas de organizar una base de datos. Como ya se ha indicado, la más usual para el tratamiento de los datos geográficos es la "relacional". En ella, un concepto clave es el de relación. Una relación es equivalente a una tabla de doble entrada en la que las filas (registros) suelen ser los objetos geográficos de un cierto tipo entre todos los considerados; las columnas muestran las variables temáticas (campos) asociados a ellos. Una de estas columnas debe contener un elemento crucial de la descripción digital de la información geográfica: el identificador o nombre unívoco de cada elemento considerado. El identificador sirve, por un lado, para relacionar la descripción espacial con la temática; y en otros momentos para, mediante la operación denominada "unión relacional", fundir dos o más ficheros de datos temáticos.

Un SIG no almacena un mapa de forma convencional, al contrario, un SIG guarda los datos básicos a partir de los cuales se puede crear la representación cartográfica adecuada a un propósito específico o generar nuevos mapas mediante las herramientas de análisis del sistema.

4.7.1. Los sistemas de información geográfica en la práctica

Actualmente se pueden dividir los SIG en dos grandes tipos en función de su tamaño y complejidad: 1) el SIG monousuario para microcomputadoras (incluye estaciones de trabajo y lap top) y 2) el SIG multiusuario, con una arquitectura cliente-servidor.

Una característica importante del primer grupo, es que han sido diseñados para funcionar en una única computadora con un único usuario. Por otro lado, no requieren la compra de un hardware especializado ni de software gráfico, si bien algunos de ellos se han desplazado hacia el entorno Windows. Muchos de estos SIG pueden funcionar en una máquina conectada a una red local, pero normalmente no explotan las principales posibilidades de estas redes como compartir ficheros y unidades de disco.

El segundo grupo es el de los SIG multiusuario, basados en la arquitectura cliente-servidor, un término actualmente muy utilizado en la literatura informática, pero que ha estado presente desde el desarrollo del primer SIG en los años sesenta. Este concepto se refiere a que los recursos para los cálculos y el almacenamiento de los datos están centralizados, generalmente en una única máquina (el servidor), y que múltiples usuarios tienen acceso a esos recursos mediante unas terminales (clientes) conectadas a través de una red.

Probablemente lo que caracteriza en mayor medida a los SIG con arquitectura cliente-servidor no es la mayor potencia de las computadoras ni la mayor complejidad del software SIG, sino el trabajar con una red flexible de comunicaciones que conecta distintas máquinas entre sí.

Respecto a las cuestiones fundamentales que un SIG puede responder son las siguientes: localización, condición, tendencias, rutas, pautas, modelos. Estas cuestiones son de interés primordial en las actividades de planificación. Dado que los SIG trabajan con datos sobre el mundo real, es posible implementar modelos que permitan predecir cuáles serán las tendencias futuras o qué efectos se producirán en caso de que cambie alguno de los elementos del sistema territorial.

Diversos autores sugieren que cada fase en la evolución de los SIG está caracterizada por un tipo de aplicación. Distinguen tres fases: la de inventario, la de análisis y la de gestión. En los SIG menos maduros predominan las aplicaciones para la elaboración de inventarios, que después han ido cediendo terreno al análisis y más tarde ambas dejan espacio a la gestión.

4.7.2. Elementos de un sistema de información geográfica

En general se tiende a identificar a los SIG con el software diseñado para trabajar con datos georreferenciados. Pero un SIG no es sólo un conjunto de programas informáticos instalados en los equipos adecuados. Un SIG es más que el software y el hardware juntos, para que estas tecnologías funcionen como un sistema de geoprocésamiento es necesario contar también con los datos, el personal especializado y las aplicaciones. Para que un SIG computarizado funcione como tal es necesario contar con cuatro elementos fundamentales: software, hardware, datos y personal cualificado. No sólo es necesario contar con los cuatro elementos descritos, sino también que exista un cierto equilibrio entre ellos (Gutiérrez y Gould, 1994; Burrough y Mc Donnell, 1998).

Por otra parte (Longley *et al.*, 2001), hacen referencia a la anatomía de un GIS y precisan que hoy, el más fundamental de sus componentes es probablemente la red, sin la cuál no habría comunicación rápida ni se podría compartir la información digital; asimismo, agregan los siguientes componentes indispensables: hardware, software, base de datos, gente (altamente calificada) y procedimientos.

Existe una cierta dificultad para fijar los límites de los SIG -sobre todo en estos tiempos de fuerte tendencia hacia la convergencia tecnológica- con respecto a otras herramientas informáticas, como el CAD, la cartografía automática, los sistemas de gestión de bases de datos y los sistemas para el tratamiento de imágenes de satélite. Todos ellos son anteriores en el tiempo a los SIG. Dado que los SIG han evolucionado a partir de estos sistemas, poseen muchos rasgos en común con ellos, pero también ciertos rasgos diferenciales, como se describe a continuación:

- 1) Los sistemas CAD (Computer Aided Design), o sea, diseño asistido por computadora, fueron hechos para diseñar y dibujar nuevos objetos. Son herramientas muy utilizadas por diseñadores, dibujantes, arquitectos e ingenieros. Sus mayores prestaciones se basan en las funcionalidades gráficas. Por ello lógicamente pronto fueron utilizados para dibujar mapas, que se estructuraban en capas temáticas, mejorando el proceso de producción tanto en calidad, como en rapidez y costo.
- 2) La cartografía automática. Estos sistemas ofrecen grandes ventajas a la hora de realizar cartografía de alta calidad. Su potencialidad está orientada hacia el dibujo de los mapas, pero no en el análisis. La principal diferencia con respecto a los SIG estriba en que los sistemas de cartografía automática no generan topología, lo que limita extraordinariamente sus capacidades de análisis: los mapas son simplemente dibujos. En estos sistemas la geometría está presente, pero la topología y la conectividad de la red están ausentes.
- 3) Los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD). Son sistemas desarrollados para almacenar y tratar información alfanumérica. Pueden procesar grandes volúmenes de información, pero apenas poseen funcionalidades gráficas. Evidentemente constituyen un

componente esencial de los SIG, pero éstos son SIG en tanto que están específicamente diseñados para trabajar con información espacial.

- 4) Los sistemas para el tratamiento de imágenes de satélite constituyen un campo cada vez más próximo al de los SIG, de manera que hoy la teledetección puede ser considerada como una fuente de información primaria para los Sistemas de Información Geográfica. Estos sistemas están diseñados para procesar la información obtenida a partir de sensores remotos, que son capaces de captar la radiación que emite la superficie terrestre. Están enfocados hacia las operaciones de clasificación de esos datos, pero sus capacidades de análisis (de los datos ya clasificados) suelen ser reducidas. Algunos de estos sistemas pueden conectarse a un SIG para la realización de posteriores análisis o incluso ambos sistemas pueden estar plenamente integrados en un mismo producto.

Es importante precisar que, estas tecnologías no son realmente competidoras de los SIG, ya que cada una tiene un campo de aplicaciones propio, donde resulta más ventajosa su utilización. Por el contrario, de lo que se trata es de conectar e integrar estas tecnologías para conseguir mejores resultados. En este sentido se ha insistido en diversas ocasiones en la idea del SIG como tecnología integradora. (Gutiérrez y Gould, 1994).

4.7.3. Importancia de los datos en los sistemas de información geográfica

En concordancia con lo expuesto en el capítulo anterior, hay que señalar los aspectos relevantes sobre la naturaleza de la información geográfica, la cual es esencialmente espacial. Los geógrafos y otros profesionales de las ciencias de la Tierra han trabajado siempre con mapas y con información geográficamente referenciada. Pero fue en los años sesenta, en plena revolución cuantitativa, cuando se produjo un periodo intenso de reflexión acerca de los datos espaciales y su tratamiento cuantitativo.

En este sentido resulta decisiva la aportación de Berry (1964) citado por Gutiérrez y Gould (1994) quien, consciente de la especial naturaleza de la información geográfica y de las limitaciones que existían para trabajar con mapas analógicos, propuso –antes de que existieran los SIG- una matriz geográfica, en la que se conectaban las unidades espaciales con sus atributos temáticos. Así, por ejemplo: el examinar una fila no es más que analizar la variación espacial de una variable (lo que equivale a analizar un mapa temático) y el comparar dos filas entre sí supone analizar la covariación espacial de dos variables (en la práctica, comparar dos mapas temáticos).

Una matriz de estas características tenía el inconveniente de no considerar la dimensión temporal, aspecto clave en los estudios territoriales. Para incorporar el análisis de los procesos espacio-temporales, Berry introdujo en su matriz una nueva dimensión en la que se representaba el tiempo, aspecto de la realidad con la mayor importancia en la geografía contemporánea.

La matriz geográfica de Berry constituye conceptualmente un claro antecedente de los Sistemas de Información Geográfica y en cualquier caso es un punto de partida útil para hablar de la información geográfica. Sin embargo, aunque recoge información sobre los atributos de los lugares en determinados momentos temporales, no recoge propiamente la localización de los lugares, aspecto que es fundamental en la Geografía y en los SIG. Dangermond (1983), citado por Gutiérrez y Gould (1994), ha sugerido una variación en el esquema original de Berry, de forma que los datos locacionales son incluidos junto a los atributos en la matriz tridimensional. Así, se puede conocer no sólo los atributos de cada elemento espacial, sino también su localización precisa en el espacio). Este paso es fundamental, por cuanto de los datos locacionales se pueden deducir ciertas propiedades y relaciones espaciales. Los atributos aparecen ahora (junto a los datos de georreferenciación) en las columnas, mientras que, las diferentes unidades territoriales se

relacionan en las filas, como es habitual en cualquier base de datos, como se ilustra a continuación.

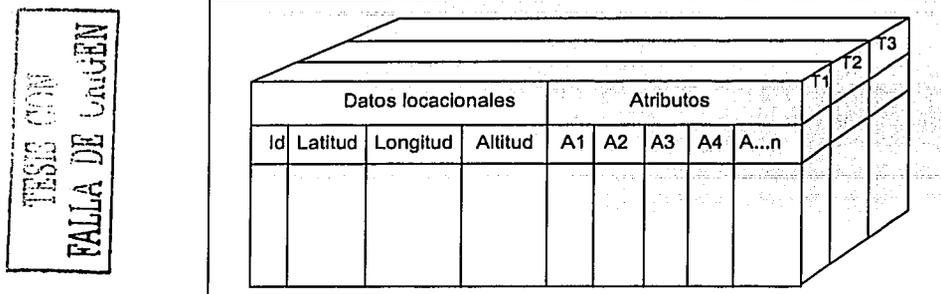


Figura. 4.40. Matriz geográfica que representa la estructura de la base de datos de los SIG actuales, incluyendo la dimensión temporal. (Adaptada de Bosque *et al.* 1994; Burrough, 1998; Longley *et al.* 2001).

En la actualidad se acepta generalmente que los datos geográficos presentan tres componentes: un componente temático (atributos), un componente espacial (localización), ambos aparecen en las bases de datos de los sistemas de información geográfica organizados en las columnas, y por otra parte, un componente temporal (tiempo), referido a los archivos sucesivos sobre una misma unidad espacial georreferenciada, cada una de estas relacionada en las filas.

En cuanto a las unidades de observación, en todas las ciencias físico-naturales y sociales existen unidades de observación u objetos sobre las que se efectúan mediciones, la geografía no escapa a esta visión general. Pero lo que diferencia más específicamente a la geografía y a sus datos de lo que ocurre en otras disciplinas es el hecho de que el soporte (la unidad de observación) de los datos está localizado con respecto a un sistema de referencia espacial, lo que constituye una cuestión esencial en el enfoque analítico de la geografía y de las propiedades de los SIG. Así, en geografía las mediciones relacionadas con los atributos temáticos se efectúa sobre unidades espaciales, sobre individuos geográficos.

4.7.4. Modelos y estructuras de datos

Cada investigador se propone un objetivo en su estudio, que sólo puede ser alcanzado mediante una simplificación de la realidad, mediante un modelo. En esa tarea es necesario ser selectivos, no se puede ni se debe representar toda la realidad en toda su complejidad, sino que hay que aislar aquellos elementos y relaciones del mundo real que son útiles para los propósitos del estudio que se aborda. Un modelo más complicado (con más elementos y relaciones) no es necesariamente mejor, pero indudablemente supone un aumento del costo del estudio.

En el mundo de los sistemas de información geográfica existen dos aproximaciones básicas a la cuestión de cómo modelizar el espacio, de las que resultan dos modelos de datos: vectorial y raster.

Los modelos de datos. La base de datos espacial de un SIG no es más que un modelo del mundo real, una representación digital en base a objetos discretos. Una base de datos espacial es, en definitiva, una colección de datos referenciados en el espacio que actúa como un modelo de la realidad. Las reglas según las cuales se modeliza el mundo real por medio de objetos discretos constituyen el modelo de datos. Aunque a veces se utilizan como sinónimos, conviene establecer

una diferenciación entre los términos modelo de datos (la conceptualización del espacio) y estructura de datos (la implementación de esa conceptualización en el ordenador).

Es un problema siempre presente a resolver la cuestión de cómo individualizar las unidades de observación, si atendiendo a las propiedades (aproximación vectorial) o la localización (aproximación raster), a continuación se describen los dos modelos básicos:

- 1) El modelo vectorial. Las propiedades constituyen el criterio de diferenciación de los individuos geográficos que existen en el mundo real: las entidades. Estas entidades son representadas por medio de objetos en la base de datos. La forma de representar las entidades varía en función de la escala.
- 2) El modelo raster. En este caso los individuos geográficos se diferencian en función de un criterio locacional. El espacio es compartimentado en porciones de igual tamaño y forma mediante la superposición de una retícula regular, a continuación se registran las propiedades de esas porciones de espacio, habitualmente en capas distintas. La siguiente figura muestra las diferencias básicas entre los dos modelos de datos en los SIG.

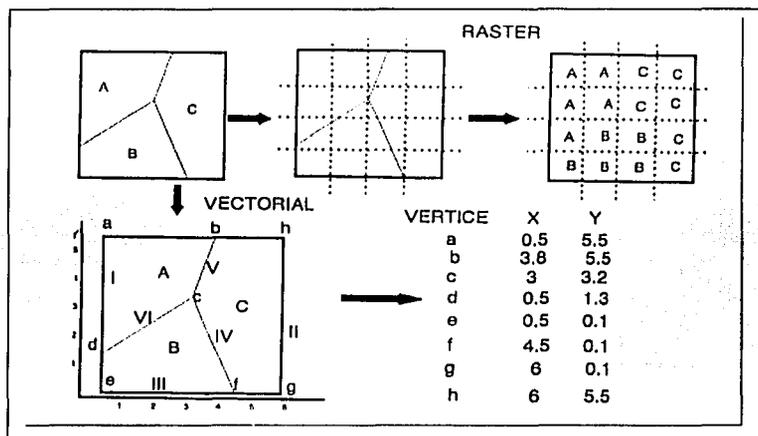


Figura 4.41. Los modelos de datos raster y vector. (Fuente: Bosque, *et al.* Sistemas de información geográfica. Addison Wesley Iberoamericana; España, 1994).

En realidad se trata de dos concepciones del espacio: una basada en entidades (object view) y otra basada en campos (field view). Estas dos perspectivas existen en paralelo en la física moderna y se basan en dos formas opuestas de concebir el mundo:

- a) Enfoque basado en entidades. Existen entes en el espacio y en el tiempo que tienen atributos (conocidos y desconocidos).
- b) Enfoque basado en campos. Los agrupamientos espacio-temporales de atributos conocidos constituyen entes.

El enfoque basado en las entidades tiene sus raíces en la consideración de la geografía como una ciencia espacial, formulada en los años cincuenta y sesenta, que geometrizaría el mundo real y lo reduciría a un conjunto de teorías sobre las relaciones entre puntos, líneas, polígonos o áreas. Mediante estos objetos se podían representar entidades geográficas, que se suponía que eran independientes (es decir, que estaban individualizadas) y tenían unos determinados atributos.

Por su parte, el enfoque basado en campos adopta una posición que no implica conocimientos previos sobre el mundo real. La localización es el concepto clave. Si se fijan unas determinadas coordenadas espaciales (X e Y) y temporales (T) podemos determinar los atributos (A1, A2, A3....An), asociados a esa localización.

Un problema importante a resolver consiste en definir cuándo utilizar un modelo u otro, la solución involucra criterios distintos, relativos a las fuentes de información, los equipos disponibles o los fines del estudio. Desde un punto de vista conceptual, se puede afirmar que, en general, los elementos naturales del paisaje, que normalmente no poseen bordes marcados sino zonas de transición, se representan más adecuadamente con el modelo raster. En cambio, los elementos que son resultado de la acción del hombre (divisiones administrativas, límites de propiedad, vías de comunicación) suelen tener bordes nítidos, por lo que se representan mejor con el modelo vectorial. Otro criterio a tener en cuenta es el del tipo de variación espacial que presenten los datos. Cuando la variación espacial de los datos es continua (como en el caso de las variables altitud o precipitación), no hay propiamente ninguna entidad sobre la que descansa la información, en este caso es más frecuente trabajar con un SIG raster, ya que la atención se centra en la variable. Pero nada se opone a que se haga con un SIG vectorial, utilizando para ello puntos, líneas o incluso polígonos, que en este caso no se utilizan para registrar los bordes de elementos geográficos, sino como soporte de la información temática. (Gutiérrez y Gould, 1994:77-81).

4.7.4.1. El modelo raster

El modelo raster centra más su interés en las propiedades del espacio que en la representación precisa de los elementos que lo conforman. Para ello subdivide el espacio en una serie de elementos discretos por medio de una retícula regular. Habitualmente se trata de una retícula rectangular compuesta por celdas cuadradas, si bien algunos sistemas utilizan otras figuras geométricas como los triángulos o los hexágonos. Cada una de esas celdas se considera como indivisible y es identificable por su número de fila y columna.

Conviene señalar que se emplea indistintamente el nombre de celda o de píxel (abreviatura de la expresión inglesa *picture element*, es decir, elemento de dibujo). En cuanto a la información temática, a cada celda le corresponde normalmente un único valor relativo a la variable que se está representando (altitud, uso del suelo, materiales geológicos, etc.). El formato raster permite representar no sólo elementos del mundo real, sino también variables que presentan una variación continua sobre el espacio (es decir superficies).

Un conjunto de celdas y sus valores asociados (relativos a una determinada variable) constituye una capa o estrato de información. Dado que en cada celda se registra un único valor, si se quiere almacenar información –sobre una misma zona- relativa a distintas variables, se han de incluir tantas capas como variables se consideren (por ejemplo, altitud, litología, pendiente, precipitación, uso del suelo, etc.) En principio todas esas capas deben basarse en la misma retícula para facilitar las comparaciones entre capas celda a celda: así se podrá conocer los valores que una misma celda toma para cada una de las variables (capas) consideradas. En realidad cada capa está constituida por un conjunto de valores que conforman una matriz y, como las unidades de soporte de información son las mismas en las distintas capas, se pueden realizar multitud de operaciones para relacionar unas capas con otras, lo que se conoce como álgebra de mapas.

Los principales conceptos que se aplican a las capas de un SIG raster son los siguientes: resolución, orientación, zona y clase, valor y localización.

4.7.4.2. El modelo vectorial

En el modelo vectorial el interés se centra en las entidades, en su posicionamiento sobre el espacio. De hecho los elementos del mundo real (especialmente los artificiales) son representados en este modelo con mucha mayor nitidez que en el modelo raster, en el que el uso de las celdas suelen suponer una pérdida de precisión en los contornos (cuando la resolución no es lo suficientemente alta). Para modelizar las entidades del mundo real se utilizan los tres tipos básicos de objetos espaciales: puntos, líneas y polígonos. Los objetos no son más que representaciones digitales de las entidades. La diferenciación entre estos tipos de objetos es puramente topológica:

- a) Los puntos son objetos espaciales de 0 dimensiones.
- b) Las líneas son objetos espaciales de una dimensión, ya que tienen longitud, pero no anchura.
- c) Los polígonos son objetos espaciales de dos dimensiones ya que tienen longitud y anchura.

La escala del mapa resulta fundamental en algunos casos a la hora de elegir un tipo de objeto para representar una entidad. Así, por ejemplo, una ciudad puede ser representada mediante un punto si se trabaja a escala 1:10 000 000, mediante un polígono si la escala es 1:200 000, o mediante un conjunto de polígonos si la escala es 1:25 000.

De hecho la mayor parte de las entidades espaciales tienen tres dimensiones. Pero sólo algunas de esas dimensiones pueden ser relevantes desde el punto de vista de su representación en un SIG. Al respecto, es necesario señalar la diferenciación entre las propiedades espaciales de las entidades del mundo real y las de los objetos que utilizamos para su representación cartográfica. El elemento fundamental de un mapa vectorial es el punto, ya que a partir de puntos se construyen líneas y a partir de éstas se forman polígonos.

Estructuras de datos en el modelo vectorial.

En el modelo vectorial es importante establecer una diferenciación entre estructuras de datos cartográficas y topológicas. En las primeras se registra únicamente la geometría, es decir, las coordenadas, mientras que en las segundas se registran también relaciones topológicas. Se dice que una estructura de datos es topológica cuando almacena una o más de las siguientes relaciones:

- Conectividad de los arcos en las intersecciones
- Existencia de conjuntos ordenados de arcos formando los límites de los polígonos
- Relaciones de contigüidad entre polígonos

Si ninguna de estas relaciones está presente, entonces la estructura es cartográfica. En cualquier caso, es posible convertir una estructura de datos cartográfica en topológica mediante el cálculo y almacenamiento de esas relaciones en un proceso que se denomina "construcción de topología", vale la pena insistir en que mucho depende la posibilidad de realizar funciones analíticas en un SIG de dicha construcción topológica. El sistema debe ser capaz de determinar dónde se produce la intersección de dos líneas, para marcar allí los nodos correspondientes y a partir de éstos identificar los arcos. En base a arcos y nodos ya es posible registrar relaciones topológicas.

Entre las distintas estructuras de datos vectoriales cabe destacar las siguientes:

- a) Estructura de datos "spaghetti". Para cada objeto espacial se registra su identificador, seguido por una lista de las coordenadas de los vértices (puntos) que definen su posición en el espacio. Esta estructura de datos es la más simple y fácil de entender y ha tenido una amplia utilización en la cartografía automática. Sin embargo posee desventajas importantes. La primera de ellas es que el sistema almacena información sobre la localización de los elementos, pero no sobre las relaciones espaciales que existen entre ellos. Dicho de otra forma: se registra la geometría, pero no la topología. La segunda desventaja de esta estructura de datos es que genera mucha información redundante, produciendo estructuras inconsistentes.
- b) Diccionario de vértices. En esta estructura de datos un mapa se representa mediante dos ficheros de datos: en un primer fichero se construye una relación de vértices, en la que constan sus coordenadas X e Y; y en un segundo fichero se especifican los vértices que definen cada objeto.

Esta estructura resuelve los problemas de repetición de coordenadas de los puntos que aparecían en la estructura spaghetti: las coordenadas de cada vértice se expresan sólo en una ocasión. Sin embargo, resulta pobre desde el punto de vista topológico, de lo que deriva su escasa eficiencia para determinados tipos de análisis.

- c) Estructura arco-nodo. El elemento fundamental sobre el que descansa esta estructura es el arco. Un arco es una sucesión de líneas o segmentos que comienza en un nodo y termina en otro. Por su parte, los nodos se marcan allí donde se produce la intersección entre líneas o donde una línea comienza o termina. De ahí que en los nodos siempre se encuentren tres o más arcos, excepto en el caso de que constituyan nodos terminales de un arco.

Gracias a la topología muchas de las operaciones de análisis espacial pueden ser realizadas sin recurrir a la geometría, lo que supone un importante ahorro de tiempo. Es cierto que en las estructuras no topológicas se pueden deducir relaciones topológicas a partir de la geometría, pero ello siempre implica aumentar considerablemente los tiempos de respuesta. Sin embargo también hay que indicar que cuando es necesario actualizar constantemente una base de datos espacial, las estructuras topológicas tienen el inconveniente de que tras cada actualización es necesario reconstruir la topología, una operación que realiza el sistema de forma automática, pero que consume bastante tiempo cuando la base de datos es grande.

- d) TIN (Triangulated Irregular Network). Es una estructura de datos vectorial basada en la estructura arco-nodo, especialmente diseñada para representar la elevación del terreno, pero que puede ser utilizada para representar la distribución espacial de cualquier variable continua. Se trata de una red de triángulos irregulares interconectados, en la que se registran las coordenadas (X e Y) de los nodos que definen los triángulos y el valor de elevación (Z) de dichos nodos, así como la contigüidad de los triángulos.

La base de datos de atributos.

Hasta aquí se ha hecho referencia a un conjunto de estructuras de datos para registrar en un sistema vectorial la geometría y la topología de los objetos espaciales, pero nada se ha dicho acerca de cómo almacenar y tratar sus atributos. Existe un consenso generalizado de que la mejor solución para ello es utilizar un sistema de gestión de base de datos convencional, del tipo dBASE. En este punto conviene ser precisos y establecer una diferenciación entre base de datos (la información almacenada) y sistema de gestión de base de datos (el sistema informático utilizado para almacenar, tratar y recuperar esa información). (Gutiérrez y Gould, 110-111).

Un sistema de gestión de bases de datos ofrece las siguientes ventajas frente al acceso directo a los ficheros desde el sistema operativo:

- 1) Independencia de los datos.
- 2) Control de la integridad
- 3) Control de las redundancias
- 4) Sincronización
- 5) Seguridad

Existen tres modelos clásicos de bases de datos (modelo jerárquico, modelo de red y modelo relacional), pero los dos primeros han caído ya prácticamente en desuso ante las mayores ventajas que presenta el modelo relacional, por lo que se procede a la descripción del denominado modelo relacional, implementado en numerosos SIG. Aunque la generalización de este modelo se produjo en la década de los ochenta con la introducción de dBASE, sus raíces se encuentran en los desarrollos realizados por IBM en la década de los sesenta, siendo formalizado por primera vez por Codd (1970). En este modelo los datos se almacenan en tablas en las que las filas se denominan registros y las columnas campos. Cada registro contiene toda la información relativa a los atributos de un determinado objeto. Uno de los atributos es el identificador, que permite no solo diferenciar unos registros de otros, sino también conectar esa información con la existente en el fichero cartográfico para ese mismo objeto espacial.

La aplicación de las bases de datos relacionales a los SIG es relativamente reciente (a principios de los ochenta), siendo actualmente mayoritarios los SIG soportados con este tipo de base de datos, aunque va creciendo la tendencia a desarrollar SIG en bases de datos orientadas a objetos.

Las bases de datos espaciales.

- a) El modelo híbrido y el modelo integrado. El punto de partida en esta cuestión es el hecho de que si bien los atributos se tratan muy adecuadamente en un sistema de gestión de bases de datos convencional, estos sistemas presentan dificultades importantes para almacenar y tratar la información espacial, entre otras las siguientes:
 - Los registros de datos espaciales usados en un SIG tienen una longitud variable en función del número de puntos necesarios para definir las líneas o, en su caso, el número de arcos necesarios para delimitar polígonos, pero los sistemas de gestión de bases de datos están diseñados para tratar registros de longitud fija.
 - La manipulación de los datos geográficos implica el manejo de conceptos espaciales (como proximidad, conectividad, superposición de mapas, etc.) que no son fáciles de adaptar a los lenguajes que utilizan los sistemas de gestión de bases de datos (lenguajes de consulta a la base de datos tipo SQL).
 - Un SIG necesita unas capacidades gráficas que normalmente no son soportadas por los sistemas de gestión de bases de datos convencionales.

Ante esta evidencia, la mayor parte de los SIG vectoriales han sido mejorados en base a la solución de almacenar separadamente la información cartográfica o espacial (utilizando alguna de las estructuras de datos descritas anteriormente) y de los atributos (en un sistema de gestión de bases de datos relacional). Así, a cada objeto espacial definido en los ficheros cartográficos le corresponde un registro en la base de datos donde se almacenan sus atributos, estableciéndose la conexión entre los objetos y sus atributos a través de un identificador común. Esta solución, que

recibe el nombre de modelo de datos híbrido, es utilizada por numerosos sistemas, entre otros, ARC/INFO y MGE. En concreto en ARC/INFO se utiliza ARC para el tratamiento de la información cartográfica e INFO (u otro gestor similar como ORACLE, INGRES o INFORMIX) para la gestión de los datos sobre atributos.

No obstante, conviene señalar que otros sistemas utilizan el denominado modelo de datos integrado en el que en una misma base de datos (generalmente relacional) se almacena, en ficheros distintos, la información cartográfica y la información relativa a los atributos. La información cartográfica y de atributos se gestiona con el sistema gestor de bases de datos, al que se añaden ciertos desarrollos para ejecutar funciones espaciales y gráficas. Pero el modelo de datos integrado es todavía una tecnología poco desarrollada y hoy en día son muy pocos los sistemas que existen en el mercado basados en este modelo.

- b) El diseño de la base de datos espacial. Para que un SIG funcione correctamente debe cuidarse de forma especial el diseño de la base de datos. En primer lugar debe decidirse qué entidades incluir en la base de datos y qué objeto espacial (puntos, líneas, polígonos) utilizar para representarlas.

Una segunda decisión se refiere a los atributos, es decir, a las características (generalmente no espaciales) de las entidades. Para esto debe decidirse qué atributos incluir y cómo registrarlos en la base de datos.

Finalmente, es importante señalar que durante todo el proceso de diseño de la base de datos es necesario adoptar unos criterios generales en lo que se refiere a la calidad de los datos. Estos criterios servirán no sólo para alcanzar un cierto nivel de calidad, sino también para garantizar que ésta sea homogénea en toda la base de datos. En este punto conviene tener presente que la calidad de los datos se refiere a varios componentes: exactitud posicional, exactitud temática, consistencia lógica, temporalidad e integridad. Asimismo, la información sobre la calidad de los datos (metadatos) se puede almacenar en la propia base de datos.

4.7.5. El análisis espacial

Un concepto fundamental en el desarrollo reciente de la metodología geográfica y los sistemas de información geográfica es el de análisis espacial, que para Longley *et al.* (2001) es en muchas formas la esencia de los GIS porque incluye todas las transformaciones, manipulaciones y métodos que pueden ser aplicados a los datos geográficos para agregarles valor, para soportar decisiones y para revelar patrones y anomalías que no son inmediatamente evidentes, en otras palabras, el análisis espacial es el proceso por el cuál se transforman los datos crudos en información útil.

Por otra parte, para Gámir, *et al.* (1995), el análisis espacial se refiere a un amplio conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos en los que se considera de alguna manera específica sus características espaciales. En buena medida, el análisis espacial se ha desarrollado mediante la importación de la metodología estadística y su adaptación al estudio de los datos espaciales. No obstante, también se incluyen en él los procedimientos que analizan las características geométricas de los hechos geográficos. Cabe destacar que, en el capítulo sobre la información geográfica y estadística se incluye al final un apartado sobre la llamada estadística espacial que -junto con la llamada cartografía analítica-, constituyen los antecedentes y el punto de enlace metodológico y operacional para el manejo de tales tipos de información, basado en las técnicas de análisis espacial.

En síntesis, el análisis simultáneo de una característica temática y de la componente espacial de los objetos geográficos forma el núcleo esencial del análisis espacial. En él tienen un papel esencial una variedad de métodos estadísticos adaptados al estudio de los datos espaciales. En el análisis espacial se tratan como temas generales los siguientes: el análisis estadístico de puntos, redes y áreas en el espacio, es decir, el estudio formalizado sobre el comportamiento espacial de los objetos en las dimensiones básicas de la geometría euclidiana. A continuación se describen brevemente algunas de las técnicas más utilizadas.

4.7.5.1. Medidas de centralidad

El objetivo principal asignado a las medidas de centralidad es el de resumir en un solo dato toda una estructura de observaciones puntuales, por muy numerosas que sea ésta. Por lo tanto, las medidas de tendencia central se caracterizan por sintetizar las posiciones de toda una estructura de localizaciones en un solo punto. A partir de esta característica se abre un amplio abanico de utilidades, principalmente en estudios evolutivos (en los que se analiza la posición de los puntos en distintas etapas), o en trabajos comparativos (en los que se contrastan dos o más fenómenos espaciales independientes). Las medidas de tendencia central ofrecen varias alternativas según los objetivos que se persigan. El investigador debe elegir la medida que mejor se adapte a su trabajo, evaluando la finalidad del análisis, la rapidez y exactitud del cálculo, así como las características de los datos con los que trabaja.

Las medidas de centralidad más utilizadas en el análisis espacial son las siguientes:

El centro modal: su utilidad se revela en aquellas situaciones en las que se busca señalar el emplazamiento en el que exista una mayor densidad de puntos. En centro modal de una estructura de puntos se define como aquél emplazamiento en donde la densidad de las observaciones es mayor. La única diferencia respecto a la definición estadística de moda es el cambio del término "frecuencia" por el de "densidad", por lo que debe tenerse en cuenta que, en el concepto de densidad interviene tanto la frecuencia de puntos -en el numerador-, como la superficie -en el denominador-.

El centro mediano y el centro de desplazamiento mínimo: la finalidad del centro mediano radica en mostrar aquella localización que sea equidistante a todos los puntos. El concepto de centro mediano ha sido tratado de forma diferente por la literatura británica y estadounidense. Ambos conceptos derivan del concepto de mediana.

El centro de gravedad. Deriva directamente del concepto de media aritmética. Tiene la misma finalidad que el centro mediano, pero se presenta como una técnica más elaborada y experimentada. Tiene además, la importante ventaja de adaptarse a observaciones puntuales que están expresadas no sólo en una escala nominal, sino también de proporciones o cuantitativa. El centro de gravedad o centro medio es, por sus características y exactitud, la medida de centralidad más utilizada en las investigaciones de fenómenos espaciales.

El centro de gravedad ponderado. Además de considerar la posición de cada punto según sus coordenadas, tiene en cuenta la importancia o peso de la característica que se pretende analizar.

4.7.5.2. Medidas de dispersión respecto a un punto

El conocimiento del centro de gravedad de las medidas puntuales proporciona un parámetro medio de sus emplazamientos. Pero, generalmente, esta información es demasiado limitada. El mismo centro de gravedad puede corresponder a una disposición en la que los puntos se presenten muy

cercanos unos de otros, y a otra en la que éstos se encuentren muy distanciados entre sí. Una descripción más completa de las estructuras puntuales exige conocer en qué medida estas observaciones se encuentran concentradas junto al centro medio o dispersas respecto a él.

Al igual que el centro de gravedad constituye una trasposición al espacio bidimensional del concepto de media aritmética. Las técnicas que miden la dispersión tienen un claro paralelismo con las denominadas en la estadística descriptiva "medidas de dispersión".

La desviación típica de las distancias. Constituye el núcleo de las técnicas que miden el grado de dispersión/concentración de los puntos respecto al centro.

En la estadística descriptiva la desviación típica se define como el grado de dispersión absoluta de los valores respecto a la media. Para medir el grado de dispersión de estructuras puntuales la estadística espacial se apoya en éste concepto aplicándolo a observaciones enmarcadas en un espacio bidimensional, en el que, cuanto mayor sea la distancia de las observaciones puntuales al centro de gravedad o centro medio en la dirección norte-sur y este-oeste, mayor será el resultado de la desviación típica.

Desviación típica de las distancias ponderada. Es importante señalar que existe el recurso de la utilización de la desviación típica de las distancias ponderada, que se utiliza cuando las observaciones puntuales están no sólo definidas por sus coordenadas de localización "x", "y", sino también por un valor de ponderación o peso "w", determinado por alguna característica (población, capacidad de producción, número de empleados, etc.) Se trata de una medida sobre las distancias desde cada punto (ciudad, yacimiento, fábrica) no respecto al centro medio, sino al centro de gravedad ponderado.

Elipse de la desviación estándar. A veces la desviación típica de las distancias constituye un parámetro excesivamente simple para medir la dispersión o concentración de las observaciones puntuales alrededor de un centro medio. La aplicación de esta técnica y su modo de representación mediante un círculo, aunque informa sobre el grado de agrupación o dispersión de los puntos, no considera que la dispersión puede ser de mayor amplitud en una dirección que en otra. La elipse de la desviación estándar proporciona una descripción apropiada de los casos en que la dispersión de los puntos supera claramente los límites del círculo para su descripción.

Estas tres medidas (desviación típica de las distancias, desviación típica de las distancias ponderada, elipse de la desviación estándar), constituyen un adecuado instrumento de descripción del grado de dispersión/concentración de las observaciones puntuales a partir de un valor medio o centro de gravedad. Proporcionan unos índices de dispersión sin necesidad de presentar la localización de todos los puntos en el espacio. La claridad expositiva de esta técnica se evidencia aún más al posibilitar que se compare en un solo documento diferentes observaciones puntuales. Se trata, por lo tanto, de técnicas cuantitativas que unen a su finalidad descriptiva la de su utilidad comparativa.

4.7.5.3. Medidas de dispersión en un área

No obstante lo señalado, existen numerosas ocasiones en las que se desea obtener una medida de disposición de estos puntos, no respecto a un centro calculado artificialmente, sino en relación al conjunto de los puntos en sí mismos, identificando, en la medida de lo posible, estructuras concentradas o dispersas. Muchos de los fenómenos que tienen una manifestación espacial tienden a aproximarse a alguno de estos dos extremos. En ocasiones un mismo fenómeno puede manifestar una dinámica en un sentido u otro. Centrífuga en el caso de la propagación de enfermedades epidémicas o en el proceso de difusión de las innovaciones

tecnológicas, y centrípeta en el caso de las migraciones campo-ciudad con el abandono de entidades poblacionales de menor tamaño y el reforzamiento de las ciudades principales.

Hay varias técnicas que proporcionan una medida del grado de dispersión o concentración de las observaciones puntuales en un área. Tres técnicas son básicas y de uso frecuente en la investigación de fenómenos espaciales son el análisis del vecino más próximo, el test de la X2, y el test "D" elaborado por Kolmogorov-Smirnov.

El análisis del vecino más próximo o análisis de vecindad (nearest neighbour, en la terminología anglosajona) es una técnica sencilla desarrollada originalmente por investigadores británicos para determinar el grado de concentración de distintas formaciones vegetales.

La aplicación del análisis de vecindad supone la obtención de un índice numérico, contenido entre unos límites máximo y mínimo conocidos que permite prescindir parcialmente de términos utilizados en la descripción de estructuras puntuales de escasa definición y nula capacidad de comparación. De este modo, calificativos como "habitat disperso", "habitat agrupado" o "habitat en línea", de uso común en geografía urbana, pueden ser completados con la utilización de esta técnica.

Sin embargo, el aspecto más interesante a señalar estriba en la consideración de que, junto a éstas cualidades, el análisis del vecino más próximo es también una técnica valiosa para determinar si existe alguna regularidad en la disposición de las estructuras puntuales o si, por el contrario, ésta obedece a una distribución aleatoria, evidencia la existencia o ausencia de algún factor o conjunto de factores que propicie una estructura espacial concreta.

El procedimiento empleado en el análisis de la vecindad se fundamenta en el reconocimiento de tres estructuras puntuales tipo denominadas: concentrada, aleatoria y dispersa. La técnica del análisis del vecino más próximo compara la distribución de los puntos observados en la realidad con una distribución aleatoria creada para tales fines.

El test de la X2.

Esta prueba aplicada a las observaciones puntuales tiene por objeto comparar las frecuencias observadas de tales puntos con las frecuencias esperadas. Este test posee unas restricciones de uso importantes. Es más eficaz cuando hay un número elevado de observaciones.

El test D Kolmogorov-Smirnov.

Al igual que el test de la X2 es también una prueba sobre el grado de correspondencia entre las probabilidades observadas y las teóricas, sin embargo, en este caso, para poder realizar la comparación, ambas frecuencias han de convertirse en frecuencias acumuladas. Este test únicamente recoge la máxima diferencia entre las frecuencias acumuladas de los eventos (observados y esperados). Pero además, tiene la ventaja de no participar de las restricciones propias del test X2. Es por ello que, aun siendo menos difundido que el anterior, se trata de un test muy sencillo y útil para el análisis espacial.

4.7.5.4. Análisis y estructuración de las redes en el espacio

La base de la noción de red descansa en los conceptos de diversidad y heterogeneidad territoriales en la distribución de los puntos de producción y consumo de bienes y servicios y, por tanto, de discontinuidades, tanto el tiempo como en el espacio, y la necesidad de eliminarlas a través del intercambio. Los canales de enlace entre los focos de generación y de atracción de

flujos los constituyen las vías de transporte y comunicación. (Gámir, *et al.* 1995). Derivado de lo anterior, en la interrelación establecida entre los focos de generación y atracción (puntos), los canales de circulación y los flujos que por ello transcurren (líneas), se encuentra la noción de red o circuito. Las redes de transporte constituyen el sistema arterial de la organización regional o nacional (áreas) y posibilitan la circulación de los flujos. Los flujos constituyen la expresión real de los intercambios de bienes, personas, servicios e información, generados por la desigual distribución de actividades y núcleos sobre el territorio.

Las redes de transporte y comunicación se encuentran fuertemente imbricadas con los territorios a los que articulan y son a su vez expresión y consecuencia de las interrelaciones que éstas mantienen con los sistemas socioeconómicos. La red se hace y se deshace al mismo tiempo que evoluciona el espacio económico y social. La red es uno de los elementos del territorio que expresa las leyes de la organización espacial. Las redes equilibradas, conexas y desarrolladas, posibilitan los intercambios a diversas escalas, mientras que las redes inconexas, desequilibradas y desestructuradas polarizan los territorios y contribuyen a incrementar sus desigualdades.

Varios son los enfoques a través de los cuales puede abordarse el estudio de las redes en el espacio. Una de las alternativas en el análisis de la estructura de las redes, de su demanda y su oferta, tanto en los estudios teóricos, como en los centrados en el análisis de macro-escala, estrechamente relacionada con el desarrollo y aplicación de técnicas y métodos cuantitativos, consiste en optar por el estudio de los puntos de enlace de las redes y sus conexiones, así como su valoración. Bajo esta óptica, el análisis de las redes se centra en el estudio de la distancia, la accesibilidad y la interacción espacial, a través del análisis y tratamiento de los flujos y de la jerarquizaciones territoriales que éstos establecen, el planteamiento y la simulación de modelos de demanda y la utilización, de forma analógica, de otros modelos procedentes de otras disciplinas.

Los análisis derivados de los estudios de flujos permiten conocer las relaciones funcionales que los centros, emisores y receptores, desarrollan, a la vez revelan la organización territorial que se establece entre los centros y por tanto, la estructuración territorial que éstos configuran. Los flujos sirven para determinar las áreas funcionales de una región a partir de sus funciones comerciales, de servicios o administrativas, entre otras, y pueden ser también utilizados en las áreas urbanas para detectar niveles de organización en las moviidades de la población de cada una de las unidades de análisis. El estudio de los flujos presenta una ventaja respecto al estudio de las redes y de las medidas de accesibilidad. Estas tan solo dan cuenta de la jerarquización de los núcleos en función de los posibles contactos que mantiene cada uno de los vértices con todos los demás en una red determinada. Sin embargo, varias de las técnicas de análisis de flujos que seguidamente comentaremos permiten conocer la intensidad de estos flujos y como ésta jerarquiza el territorio estructurándolo en sistemas y subsistemas funcionales, cuyas fronteras, la mayor parte de las veces, son difíciles de afinar.

4.8. Situación actual en México

Durante las últimas dos décadas del siglo XX se ha producido un explosivo proceso de modernización de la gestión pública en México a través del desarrollo de los sistemas de información en general, y vía la implantación de las tecnologías para el procesamiento de la información geográfica en lo particular.

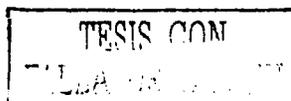
Aprovechando la rápida difusión de las innovaciones científicas y tecnológicas provenientes (tanto por la cercanía, como por la creciente disponibilidad de recursos de telecomunicación y el mejoramiento de los sistemas de transporte), sobre todo de los Estados Unidos y en menor medida de Canadá, Francia, Gran Bretaña, Alemania, Holanda, Suecia y Japón, la adopción de recursos de hardware, software, instrumentos de medición y registro, capacitación y asistencia técnica, etc., se han producido vertiginosamente; careciendo frecuentemente -en contraparte-, del

desarrollo teórico y metodológico (aunque no necesariamente del personal técnico especializado),, necesarios para el análisis y la evaluación del estado actual y las tendencias del desarrollo de tales innovaciones, así como de los procesos de convergencia tecnológica (relacionada con los sistemas de información geográfica, la percepción remota, el sistema de posicionamiento global, la fotogrametría y la cartografía digital, los métodos y las técnicas estadísticas y geográficas, así como las referentes al procesamiento de información y las comunicaciones, etc. Situación que tiene mucho que ver también con las presiones políticas y económicas derivadas del proceso de globalización y de la fuerte dependencia con respecto a los países señalados.

Estos esfuerzos no han producido en muchos casos los efectos planeados o deseados, ya que se han aplicado de manera aislada, estando ausente la visión integral y sistémica de la concepción y la manera de abordar los problemas territoriales (objeto de aplicación de dichas tecnologías), así como el planteamiento de alternativas de solución. A continuación se relacionan los problemas relevantes observados:

PROBLEMA OBSERVADO	SOLUCIÓN PROPUESTA
Deficiencias en el manejo e integración de la teoría, los métodos, las técnicas y las herramientas para el procesamiento de información geográfica y estadística.	Se debe desarrollar un proyecto nacional (no reforma) de educación integral que combine el desarrollo de habilidades y conocimientos Inter y multidisciplinares, teóricos y prácticos para la generación sistemática de estructuras cognitivas espaciales o territoriales.
Legislación, reglamentación y normatividad que no se aplican efectivamente.	Toda la gente relacionada con la gestión de recursos públicos orientada al manejo de información geográfica y estadística debe tener derechos y obligaciones previstos en la ley.
Desconocimiento o falta de reconocimiento a las formas tradicionales de estudio y gestión del territorio y problemas de compatibilidad con respecto a las innovaciones tecnológicas.	Se debe acercar metodológicamente el conocimiento tradicional y el derivado del desarrollo científico y tecnológico a través de estudios y reglamentos específicos, debidamente fundamentados.
Desconocimiento de las especificaciones técnicas de los equipos, los programas informáticos y la naturaleza de la información.	Concertación permanente con universidades e institutos de investigación para el conocimiento y la actualización permanente del personal en cuanto a las especificaciones técnicas y procedimientos para el manejo, de acuerdo a los niveles estratégico, táctico y operacional en las organizaciones públicas y privadas.
La investigación y el desarrollo no se conciben (de manera sistemática) como parte integrante de la gestión pública, se atribuye tal responsabilidad casi exclusivamente a las universidades y centros de investigación, o al INEGI.	Este es un problema organizacional y de cultura de trabajo generalizado en la administración pública que debe superarse a través de la legislación y el proceso educativo.
La visión, la concepción y el manejo de los problemas se hace de manera parcial, fragmentada y sectorizada.	Cambio de enfoque hacia las tendencias integrales, holísticas y sistémicas, que permita superar las limitantes de los enfoques parciales y sectorizados vía el enfoque integrador de la geomática u otras alternativas metodológicas y tecnológicas.

Tabla 4.3. Relación de problemas relevantes respecto al manejo de las tecnologías de información geográfica en México. (Elaboración propia).



5. Análisis de resultados

Como se ha indicado, el objetivo central de este trabajo consiste en exponer las bases conceptuales y metodológicas de la geomática y el ordenamiento territorial para fundamentar su relación y la importancia de su aplicación integrada, en tanto que, la hipótesis fue planteada de la siguiente manera: "Si la geomática es un cuerpo de conocimiento basado en la integración sistémica de métodos y modernas tecnologías para el eficiente procesamiento de la información georreferenciada, constituye una alternativa metodológica y tecnológica viable y necesaria para optimizar los resultados del proceso de ordenamiento territorial en México".

A continuación se procede al análisis de los resultados, en consecuencia, este último capítulo se dividió en los dos apartados siguientes:

En el primero se efectuó la revisión generalizada de tales conceptos fundamentales vertidos en los capítulos 1 a 4, así como la integración de las ideas convergentes en torno a los conceptos rectores indicados en la introducción, con la finalidad de destacar el aporte que deben constituir para la estructuración de un cuerpo de conocimiento apropiado y la búsqueda de soluciones a los problemas territoriales. De manera complementaria a la revisión documental se consultaron las páginas de internet de varias instituciones públicas, académicas y de investigación en México y en algunos países de importancia mayor como Canadá, Estados Unidos, Francia y España. Con esto se buscó reunir la información significativa (necesaria y suficiente) para valorar la fundamentación de la importancia práctica de alternativas metodológicas y tecnológicas integrales (como es el caso de la geomática), para los fines prácticos del ordenamiento territorial.

En el segundo se procedió al análisis de las entrevistas (vinculadas con la hipótesis y las variables diseñadas), que fueron aplicadas a un grupo de profesionales (básicamente servidores públicos de mandos medios, es decir, Director, Subdirector, Jefe de Departamento, Coordinador y Jefe de Proyecto, así como varios académicos e investigadores) cuya función sustancial consiste en el diseño, conducción y evaluación de proyectos relacionados con el tema de estudio.

5.1. Revisión de fundamentos

De acuerdo a los fundamentos expuestos en los capítulos antecedentes, a continuación se concretan los conceptos orientadores de esta propuesta metodológica:

a) El estudio del espacio. Tal como se ha realizado -al menos en el contexto de la geografía en México- puede ser enriquecido ampliamente a través de la evaluación (análisis y síntesis) sistemática de las categorías físicas fundamentales, como son: espacio, tiempo, materia, energía y movimiento, aplicada a cualquier sistema o unidad territorial de referencia, debiendo definir inicialmente su contexto y límites con toda claridad, los criterios necesarios para su caracterización y clasificación, así como la escala de trabajo, integrados necesariamente en el conjunto de un marco teórico-metodológico; de ésta manera es posible trascender los límites de los métodos y técnicas tradicionales de estudio, mismos que se limitan a menudo -casi exclusivamente- a la representación y descripción del espacio, no considerando siquiera las relaciones espacio-temporales básicas, o sea, los procesos dinámicos y evolutivos.

Por otra parte, desde el punto de vista geométrico, el estudio del espacio con fines de planificación y ordenamiento territorial puede beneficiarse a través del estudio de las amplias perspectivas que ofrece el contexto de la geometría moderna, ya sea para los trabajos de medición y levantamiento de información en campo, así como para el procesamiento, el análisis y la representación de

resultados. Vale la pena recordar que, tradicionalmente la geografía y las disciplinas vinculadas con la planificación y el ordenamiento territorial se han basado casi exclusivamente en los principios de la geometría plana y, cuando mucho en la esférica (específicamente en el campo de la geodesia y la cartografía), y solo muy recientemente se han desarrollado las aplicaciones prácticas de la geometría más general, es decir la topología, en el contexto del análisis espacial informatizado, asociado estrechamente con las potencialidades de las modernas tecnologías de los sistemas de información geográfica y los sistemas para el análisis digital de imágenes. Cabe precisar además que, otras áreas alternativas de desarrollo de la geometría están siendo aplicadas con éxito en el campo de la ecología y la denominada ciencia ambiental, como la representación de ecosistemas en un espacio multidimensional. Hay que destacar también la necesidad e importancia de la aplicación consistente del enfoque holístico y sistémico en geografía, dados sus atributos relacionados con la concepción integral de los componentes estructurales y funcionales de los sistemas, donde la geografía puede efectuar importantes contribuciones a la teoría general del espacio y del tiempo, y por otra parte, superar sus notables deficiencias derivadas de la falta de una sistemática general.

b) Percepción y cognición. A través del conocimiento, el hombre orienta su acción hacia el medio de manera intencional con unos objetivos definidos (aunque ésta actividad sea racional o no). Se supone que las acciones de planificación, administración o gestión del territorio y sus recursos, el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones humanas y la preservación de las comunidades animales y vegetales requieren de los mayores niveles de integración del conocimiento (así como de una buena dosis de voluntad, aptitud y actitud) con orientación hacia un escenario deseado y planificado de manera estratégica y prospectiva. En este sentido cabe destacar los diferentes niveles de respuesta que pueden adoptar tanto los individuos como los grupos humanos ante las condiciones de su propia realidad, así como hacia su pasado y su futuro, dichos niveles de actitud son: la inactividad que se refiere a la contemplación, la indolencia y la indiferencia; la reactividad por su parte, consiste en actuar siempre en respuesta, cuando ya se han presentado los problemas y las disfunciones territoriales, entonces se tienen que sufrir las consecuencias; en tanto que la preactividad se relaciona con una actitud de previsión y preparación ante las posibles contingencias que pueden cambiar el curso de una actividad planificada; finalmente, la proactividad es el nivel más elevado de respuesta, que consiste en intervenir siempre anticipadamente, diseñando y construyendo el futuro planificado y deseado.

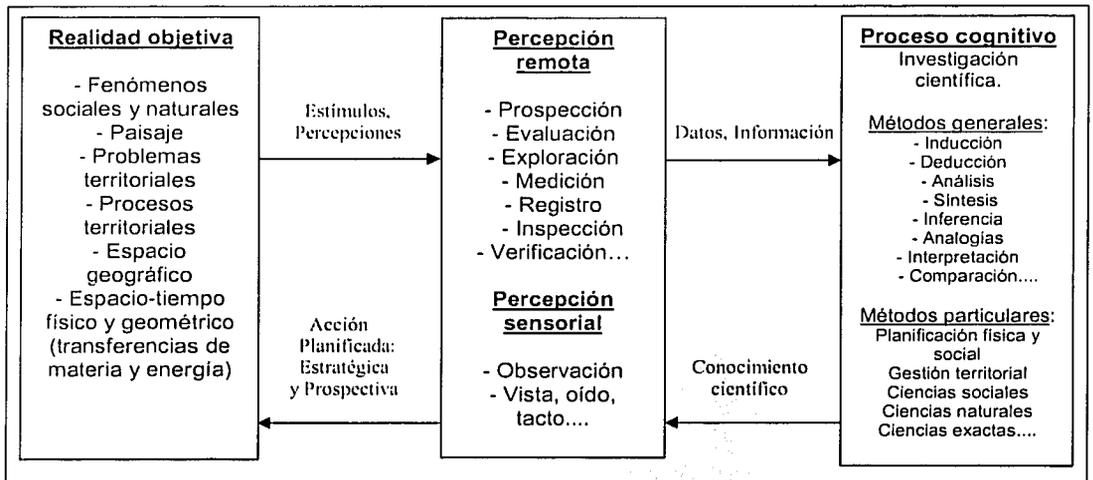


Figura 5.1. Componentes del proceso perceptivo-cognitivo vinculados con las tareas fundamentales de planificación y ordenación territorial. (Elaboración propia).

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

c) Planificación y ordenamiento territorial. Aquí se sostiene que, ante todo debe existir un solo proceso de planificación integral y multidimensional, que abarque todos los aspectos sustanciales de la vida humana. La planificación debe ser concebida como una disciplina científica con su método propio, pero interesa tener presente que, atendiendo a la relación fundamental naturaleza-sociedad, se puede concebir dividida en dos componentes esenciales, es decir, la planificación social y la planificación territorial, a esta segunda se asimila el concepto de ordenamiento territorial en cuanto a principios y nivel de generalidad.

Entonces, si se parte del entendimiento de que debe existir un solo proceso de planificación integral (entendida como disciplina científica, como política de Estado y como técnica administrativa), sus vertientes fundamentales social y territorial son elementos consustanciales, partiendo de esta referencia es posible aplicarla con base en el método analítico a los más diversos ámbitos, como casos específicos aplicados de unos mismos principios generales. El ordenamiento territorial expresa en este contexto, la dimensión espacial del conjunto de las políticas y acciones públicas, como son las económicas, las mismas sociales, las culturales, ambientales, etc., esto sin descuidar el fondo histórico (retrospectivo, actual y prospectivo) para el necesario encuadre temporal (dinámico y evolutivo) del proceso.

Desde este punto de vista, cada territorio debe ser entendido como un sistema dinámico que posee intrínsecamente subsistemas e interfases entre ellos, que evoluciona y presenta procesos internos y problemas específicos; definidos de acuerdo a los principios, la metodología y los criterios generados y consensados por un grupo de trabajo o comité -responsable de su concreción a través de un plan-, el cual debe representar efectivamente a los diversos agentes de la sociedad. Al respecto, es necesario observar lo siguiente: es muy frecuente que en la literatura sobre planificación y ordenamiento territorial se trate sobre el sistema nacional como un ente aislado, como la referencia básica para enmarcar los trabajos de gestión del territorio y no se consideren los aspectos relacionados con el suprasistema, es decir, el entorno, que engloba y determina en gran medida a dicho sistema nacional, con el que por supuesto, mantiene relaciones recíprocas. En otras palabras, se entiende que, desde el punto de vista metodológico, con la finalidad de acotar los límites del universo de estudio, así como para el adecuado manejo de la información, las variables e indicadores, es necesario definir el sistema de referencia y los subsistemas que lo integran, pero sin olvidar el entorno, igualmente importante, al que pertenecen.

d) Manejo de la información estadística y geográfica. Tal como se ha señalado, el manejo eficiente de la información significativa para los fines de la planificación y el ordenamiento territorial debe basarse en un sólido conocimiento sobre la naturaleza de la información geográfica y los principios estadísticos aplicables, para la formalización del comportamiento de los procesos espaciales, ya que, se observa actualmente en nuestro contexto, una clara fragmentación y desarticulación en la utilización de los fundamentos de tales disciplinas, muchas veces en función de necesidades superfluas o fortuitas, derivadas de las deficiencias teóricas y metodológicas ya señaladas.

Cada país debe definir con claridad y precisión la normatividad para la producción y el manejo de la información estadística y geográfica, en estrecha relación con los estándares internacionales, pero también, con sus requerimientos propios, enmarcados en las prioridades -no solamente económicas, sociales, políticas y ambientales-, sino también históricas, plasmadas en sus planes de desarrollo a corto, mediano y largo plazo. En países como México, donde se ha buscado afanosamente justificar los ideales de la independencia, la soberanía, el desarrollo y la superación de sus desequilibrios e iniquidades, ahora diseminados en todos los órdenes de su medio interno, no debe generarse más la información que esté fuera de una normatividad orientada a la satisfacción estricta de las prioridades sociales, ya que es mucha la basura que se genera bajo el rubro de "información". Todos los datos clasificados como prioritarios para los fines indicados que se produzcan, deben formar parte de una base nacional de datos geográfico-estadísticos, diferenciados en cuanto al nivel de complejidad y prioridad de las tareas en que se utilizarán, es

decir, como datos básicos sobre el inventario del territorio y sus recursos; datos procesados durante el desarrollo operativo de los trabajos de planificación y ordenamiento territorial; así como los datos resultantes, aplicados para la toma de decisiones que orienten cada fase del desarrollo, esto para garantizar la congruencia y continuidad espacial y temporal de su manejo.

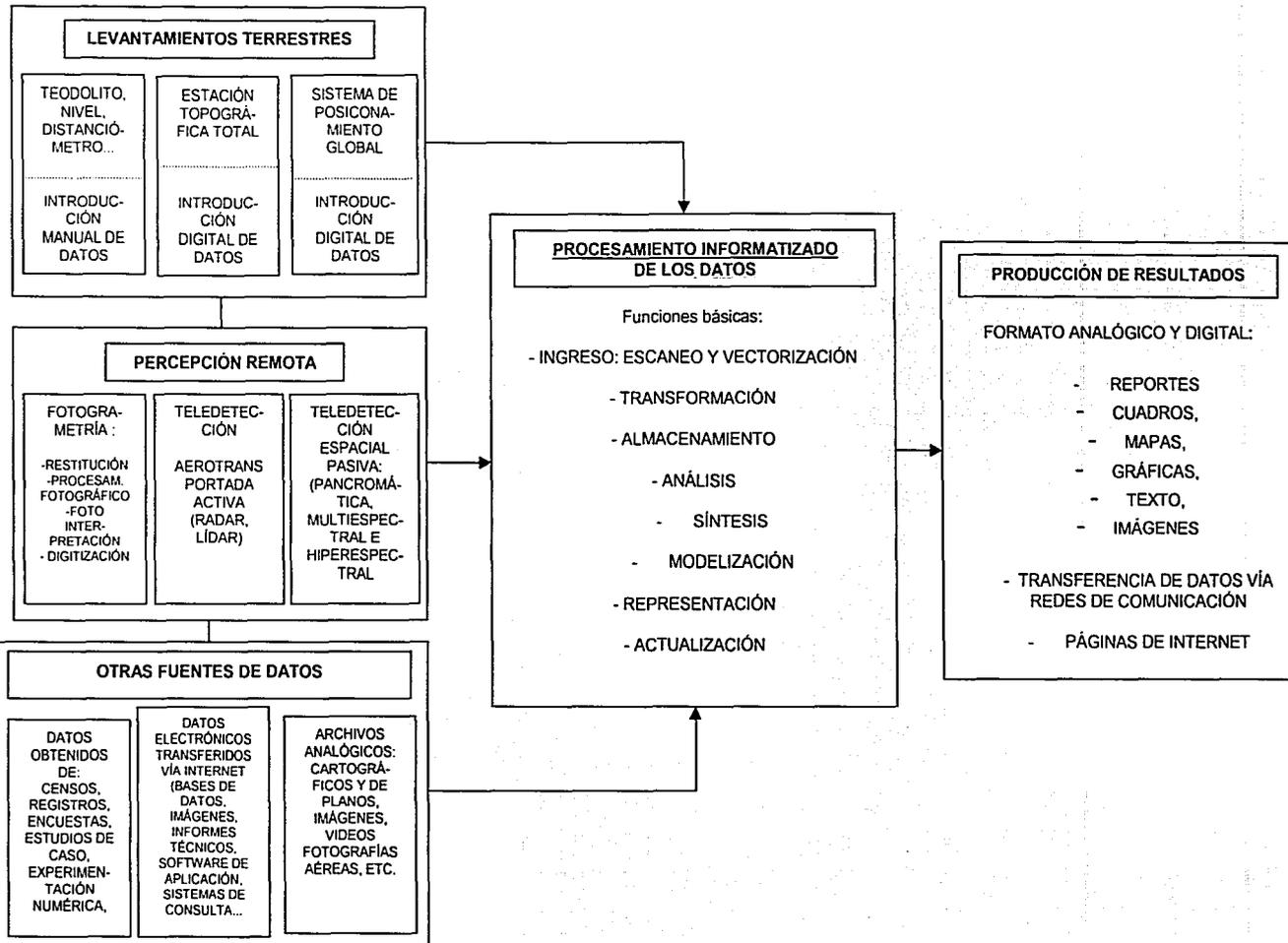
Dicho manejo de la información puede basarse en el diseño y construcción de un sistema geomático, aunque no es la única alternativa disponible (ya que, por ejemplo, en los Estados Unidos y en Europa Occidental se considera que esta función la desempeñan los sistemas de información geográfica y los sistemas para el procesamiento digital de imágenes); sí es la más integrada y sistemática actualmente (bajo el enfoque canadiense adoptado aquí), ya que incorpora tecnológica y organizacionalmente tanto los procesos (con sus métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos) previos al análisis y la síntesis espacial, como el conjunto de las acciones racionales y sistemáticas derivadas del procesamiento informatizado de los datos (para la planificación y la gestión del territorio).

e) La Geomática. El enfoque geomático canadiense se orienta hacia el concepto rector de gestión del territorio, de una manera altamente integrada, es decir, con base en un sólido conjunto de leyes y reglamentos de observancia nacional, con la participación conjunta y efectiva del gobierno, la iniciativa privada, la población, los centros de docencia e investigación, así como las organizaciones no gubernamentales -realidad que se observa aún lejana en países como México-, abarcando todas las manifestaciones relevantes (y priorizadas) de la vida social, y orientado claramente hacia la optimización en cuanto a su funcionamiento, al mejoramiento del nivel de vida de la población y el desarrollo sustentable, donde las funciones de los componentes científicos, metodológicos, técnicos e instrumentales están planificadas. De acuerdo con esta concepción, la planificación, el ordenamiento territorial y la geomática estarían fusionadas bajo el concepto de gestión territorial. Al respecto, no se debe olvidar que, en Canadá se han tenido como mayores prioridades nacionales, el conocimiento pleno de su vasto territorio; la modernización de la producción, directamente vinculada con la conservación de sus recursos naturales y el mejoramiento del nivel de vida de la población, ahí se creó el primer sistema de información geográfica hace tres décadas con los fines señalados; además, cabe destacar que, Canadá es una potencia industrial que no basa su fortaleza en el armamentismo; además, en 1999 fue el país con el mayor Índice de Desarrollo Humano según la ONU, elementos que vale tener presentes.

Ante la enorme complejidad de los procesos y problemas territoriales, más globales y dinámicos que nunca, se desprende la necesidad de disponer de los mayores recursos teóricos, metodológicos, técnicos, instrumentales y humanos (en calidad y cantidad) que permitan la mayor eficiencia en el manejo de la información para los trabajos de planificación y ordenamiento territorial; se debe destacar que, en países como el nuestro, solamente de manera discontinua e insuficiente, se han hecho esfuerzos orientados a la integración tecnológica y operativa -más que normativa y metodológica-, justo de manera inversa a como ocurre en los países desarrollados, -donde, además de invertir una parte importante del presupuesto anual en educación, investigación y desarrollo-, las innovaciones tecnológicas aplicadas directamente derivan de los desarrollos científicos y académicos, y donde además, la investigación científica se enmarca necesariamente en el proceso general de planificación social y territorial. Vale la pena agregar que, aún entre los países más avanzados, existen grandes diferencias en cuanto a los principios, medios y fines del desarrollo científico y tecnológico aplicados al conocimiento y la gestión del territorio y sus recursos, que pueden seguir algunas grandes vertientes: ya sea para la paz y la búsqueda del desarrollo armónico de la sociedad con la naturaleza; o bien, para el dominio del territorio y la explotación de los recursos ajenos, para conservar los propios, en estrecha vinculación con la manipulación de los conflictos políticos, las crisis económicas y la guerra.

En la siguiente figura (5.2) se muestra esquemáticamente la integración de las modernas tecnologías para el procesamiento de la información georreferenciada en un sistema geomático.

FIGURA 5.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN EN UN SISTEMA GEOMÁTICO



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

1998

f) La integración metodológica. Esta integración debe subyacer al manejo de las técnicas, los procedimientos y las herramientas tecnológicas, asimismo, debe tener fundamento en el método científico y en los métodos generales que derivan de él (análisis, síntesis, inducción, deducción, analogías, inferencia, etc.), de igual manera, en los métodos de cada conjunto de disciplinas (exactas, naturales, sociales, humanidades, etc.) y en el propio, correspondiente a cada una de ellas, en un esfuerzo permanente (interdisciplinar y transdisciplinar), que integre a todas las instituciones afines, académicas y de investigación (en estrecha relación con las instituciones encargadas de la producción, el manejo y la difusión de información estadística y geográfica), cuyas acciones sean claramente establecidas y conducidas por las de mayor jerarquía, de acuerdo al contexto del país y representadas en un comité permanente, cuyas decisiones y acuerdos sean de observancia general. A continuación se ilustra la propuesta de dicha integración de disciplinas en torno al proceso general de planificación y ordenamiento territorial.

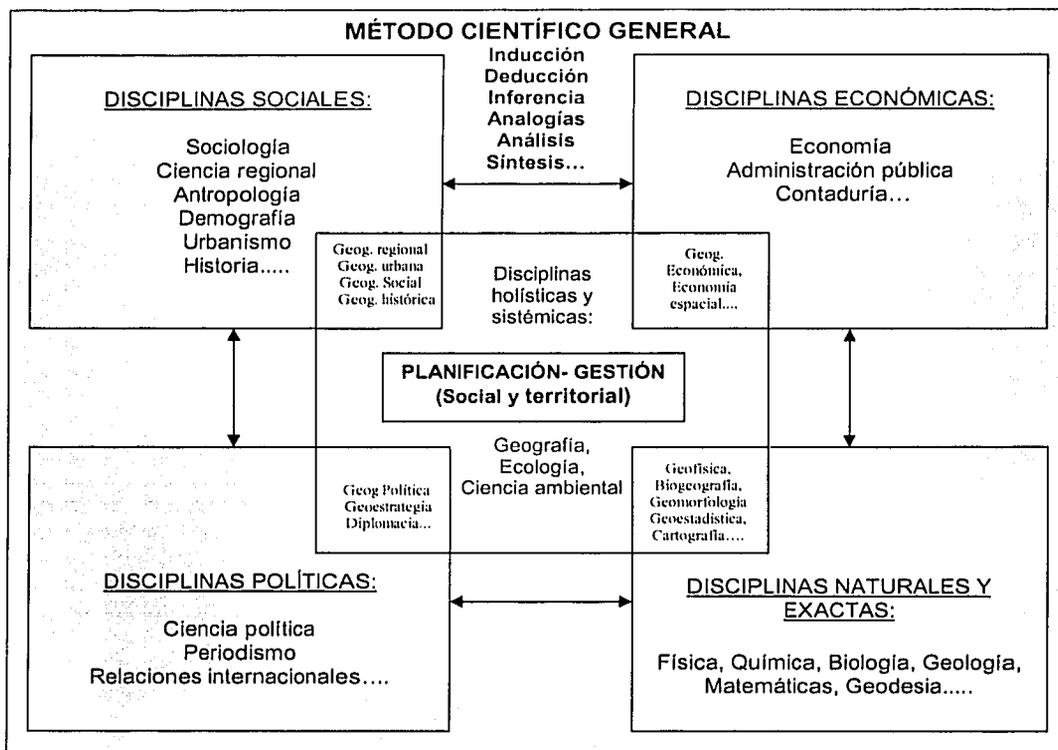


Figura 5.3. Relaciones multi e interdisciplinarias convergentes en la planificación, la ordenación y la gestión del territorio. (Elaboración propia).

5.1.1. Consulta de páginas en internet

Esta actividad se realizó con la intención de conocer la perspectiva y la concepción de varias instituciones representativas con referencia a los temas centrales de este trabajo, o sea, la geomática y el ordenamiento territorial. Lo anterior a fin de complementar y reforzar los argumentos de la investigación documental, así como la aplicación de los cuestionarios-entrevista, con la visión que aporta cada institución a la comunidad de usuarios de la red internet.

TESIS CON
FALLA DE CARGEN

Como se sabe, la información contenida en la Web sobre cada tema específico es vasta, aunque no toda es útil y frecuentemente es muy redundante, y para los fines prácticos de este trabajo se elaboraron las reseñas sobre los aspectos más relevantes (definición de conceptos, actividades recientes, etc.), así como los cuadros concentrados con las principales páginas utilizadas como consulta general (Anexo A). Es importante señalar que se efectuaron búsquedas libres por tema, y combinando las siguientes palabras clave: geomática, geoinformación, ciencias de la Tierra, con gobierno, universidades e investigación; así como ordenamiento territorial, planificación y gestión territorial. Por otra parte, se aplicaron búsquedas basadas en la REDGEOMATICA, hospedada en RedIRIS, definida ésta como la red académica de investigación española patrocinada por el Plan Nacional de I+D y gestionada por el Consejo Superior de Investigación Científica. Esta Lista es promovida por los componentes del Grupo de Trabajo MERCATOR, del departamento de ingeniería topográfica y cartografía de la Universidad Politécnica de Madrid.

La búsqueda en internet permitió obtener la información necesaria para proponer las siguientes conclusiones preliminares:

- a) Existe una enorme cantidad de información sobre el tema de estudio, lo cual lleva a efectuar una revisión metódica para encontrar la información realmente significativa, sobre todo con referencia a los conceptos: gobierno, educación e investigación.
- b) Se observa una tendencia marcada a que profesionales independientes o empresas ofrezcan sus conceptos, puntos de vista y sus servicios, por lo que se debe establecer la diferencia con respecto a las posiciones institucionales.
- c) Las búsquedas sobre temas afines: planificación, ordenamiento territorial, gestión territorial y por otra parte geoinformática, geomática, análisis espacial, análisis territorial, etc. conducen a encontrar información similar, con algunas variantes mínimas.
- d) Se observa que tanto la geomática como el ordenamiento territorial son dos temas de la mayor importancia para una gran cantidad de gobiernos nacionales e instituciones de docencia e investigación, además cada Institución cumple una función directamente asociada con el grado de desarrollo de su país; es decir, en los países desarrollados se tiene una larga experiencia y solidez en el desarrollo teórico y práctico de estos cuerpos de conocimiento, con base en la utilización del desarrollo científico y tecnológico, muy estrechamente vinculados con el desarrollo nacional, con un alto nivel de integración.
- e) Existe acuerdo en lo general sobre la conceptualización de la geomática y el ordenamiento territorial en la Web, respecto a los conceptos obtenidos de la bibliografía y la hemerografía, (de donde se obtuvieron los más significativos, incorporados en los capítulos 1 a 4); aunque, se deben tener reservas, ya que evidentemente se proponen y ofertan los aspectos más positivos de cada alternativa, según el país y la Institución, en el caso de las páginas bajo la responsabilidad de académicos y científicos se manejan con mayor cautela.
- f) La Web constituye una excelente alternativa para la difusión e intercambio de información útil sobre la geomática y el ordenamiento territorial a través de la conformación de redes de generadores de conocimiento, especialistas y usuarios, habrá que participar activamente en la conformación de mecanismos para evitar la contaminación de la información realmente útil y necesaria, y estimular la generación de estas redes para estrechar los vínculos entre las universidades e institutos de investigación, con los diferentes niveles de gobierno, la organizaciones no gubernamentales y sobre todo, la ciudadanía en general.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2. Análisis del cuestionario-entrevista aplicado

A continuación se procede al análisis de las entrevistas aplicadas para explorar la perspectiva y la opinión de un conjunto de expertos en la materia (Anexo E), con referencia a los supuestos básicos de la investigación (hipótesis y variables), de acuerdo al diseño del cuestionario-entrevista (Anexo B) y al procedimiento respectivo (Anexo C).

HIPÓTESIS: "Si la geomática es un cuerpo de conocimiento basado en la integración sistémica de métodos y tecnologías para el eficiente procesamiento de la información georreferenciada, constituye una alternativa metodológica y tecnológica viable y necesaria para optimizar los resultados del proceso de ordenamiento territorial en México".

VARIABLE	PREGUNTA	CATEGORÍAS	CÓDIGOS
1. Cuerpo de conocimiento	9	TOTALMENTE	4
		PREDOMINANTEMENTE	3
		MÁS O MENOS	2
		POCO	1
		NADA	0
2. Integración sistémica de métodos y tecnologías	8, 13, 17	TOTALMENTE	4
		PREDOMINANTEMENTE	3
		MÁS O MENOS	2
		POCO	1
		NADA	0
3. Eficiente procesamiento de la información georreferenciada	7, 10, 18	TOTALMENTE	4
		PREDOMINANTEMENTE	3
		MÁS O MENOS	2
		POCO	1
		NADA	0
4. Alternativa metodológica y tecnológica viable y necesaria	14, 15, 16	TOTALMENTE	4
		PREDOMINANTEMENTE	3
		MÁS O MENOS	2
		POCO	1
		NADA	0
5. Optimización de resultados del proceso de ordenamiento territorial	6, 11, 12	TOTALMENTE	4
		PREDOMINANTEMENTE	3
		MÁS O MENOS	2
		POCO	1
		NADA	0
Pregunta general, referida a todo el proyecto	1, 2, 3, 4, 5	SI	4
		NO	0

Tabla 5.1. Codificación y valoración de las preguntas aplicadas de acuerdo a la hipótesis y las variables.

En seguida se incluyen los cuadros concentrados con la información captada y se sintetizan los puntos de vista y argumentos relevantes que fundamentan tales resultados (habiendo tenido un especial cuidado en no alterar el sentido y el contenido de las respuestas); cabe señalar que, un número variable (aunque no significativo) de entrevistados dieron una respuesta numérica, pero no los argumentos en favor o en contra de los supuestos planteados con las preguntas, asimismo, solo se incluyen los conceptos claramente expuestos y no redundantes. En el encabezado de cada pregunta se obtuvo el cociente, resultante de dividir los totales para el conjunto de los entrevistados entre el total general para la misma.

TESIS CON
FALLA EN EL
MANEJO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CLAVE: V1-P9	COCIENTE = 0.77
¿Considera usted que la geomática es un cuerpo de conocimiento integrado?	
CONCEPTOS	
Valores: 3 (predominantemente), 4 (totalmente).	
<ul style="list-style-type: none">✓ Está en proceso de evolución e integración (Lira, J., 3).✓ Es un área de actividad o participación multidisciplinaria (Rivera, J., 4).✓ Se basa en la integración e interrelación para generar nueva información compleja (Herrera, A., 3).✓ Se requiere una gran cantidad de conocimiento científico y tecnológico para su desarrollo (Iturbe, A., 4).✓ Porque todos los medios y componentes, técnicas y procesos de ésta interactúan entre sí (Madrigal, D. 4; Pérez, J., 4). Siempre y cuando no predomine el aspecto técnico (Mass, J., 3).✓ Es necesario un conocimiento amplio de las técnicas y disciplinas que integran la geomática, construyendo bases de aplicación comunes con áreas de especialización que actúen conjuntamente (Villanueva, M., 3).✓ Tiene las características de una disciplina como tal (Puebla, L., 4).✓ En sí misma y por definición la geomática es un elemento integrador (Vázquez, C., 4).✓ La geomática es ahora una ciencia en sí misma que se ha integrado a partir de otras ciencias (Alviar, M.L., 4).✓ El ella se suman todas las herramientas y se definen las metodologías para el análisis y presentación de información geográfica (Miranda, R., 3).✓ Integración de técnicas, metodologías, etc., sobre todo un diseño conceptual que conjunta a todos los elementos señalados. (Chavarría, M. 4).✓ La interrelación y convergencia de las disciplinas generan un conocimiento integrado (Limonés, E., 3).✓ Es el conjunto de disciplinas que interactúan para la adquisición y análisis de información geoespacial a través de mecanismos y herramientas digitales y de modelos conceptuales adecuados (Limonés, E., 4).✓ En nuestro país no se ha logrado desarrollar satisfactoriamente (Cruz, H., 4).✓ Porque ahora más que nunca el estado actual de la tecnología, de las técnicas, del conocimiento y de los problemas mundiales obligan a considerarle de esa única manera (Olvera, J., 4).	
Valores: 0 (nada), 1 (poco), 2 (más o menos).	
<ul style="list-style-type: none">✓ Hasta ahora la veo más como un concepto para agrupar las actividades señaladas (Massiris, A. 1).✓ Componente tecnológico bien integrado, pero la implementación de modelos analíticos aún no está resuelta (Morales, L.M., 2).✓ Es una técnica y una disciplina, no es un cuerpo de conocimiento integrado, pero debería serlo (Espinosa, J., 0).✓ Está en construcción el campo. Hace falta dicha integración (Eternod, A., 2).✓ No se puede considerar una ciencia, sino que reúne conocimientos de varias disciplinas (Backhoff, M.A., 2; Saldaña, F., 2;)✓ Está en proceso de formación, no maduración; no tiene cuerpo teórico, ni concepto científico propio. Puede evolucionar hacia la ciencia de la información geográfica, (Zeromski, A., 2).✓ Integra las ciencias y técnicas ya mencionadas, pero no es un cuerpo de conocimiento por sí mismo (Ojeda, S., 1).✓ Falta integrar métodos de análisis bien estructurados, p. ej. análisis y evaluación multicriterio y multiobjetivo. (Zaragoza, F., 2).	

Conclusión: hasta ahora la geomática ha integrado operativamente los fundamentos de un importante número de disciplinas, métodos, técnicas y herramientas, en torno a la informática y las ciencias de la Tierra, estrechamente relacionadas con el procesamiento de información geográfica, que, si bien, han tenido un desarrollo propio, encuentran en éste concepto o línea de desarrollo un campo propicio para potencializar sus resultados vía la integración tecnológica –al menos–, aunque no metodológica ni teórica hasta ahora. La geomática, aún no es un cuerpo de conocimiento integrado bajo la forma de una disciplina científica, aunque está en proceso de evolución e integración, que bien podría derivar hacia la denominada ciencia de la información geográfica. No obstante, importa tener presente que, otros términos afines están siendo utilizados en la literatura especializada, tales como: geoinformática, geocomputación, ingeniería de la geoinformación, etc.

CLAVE:V2-P8

COCIENTE = 0.95

¿Está usted de acuerdo en que los siguientes métodos y técnicas (teledetección, sistema de posicionamiento global, fotogrametría y cartografía digital, redes de telecomunicación, sistemas de información geográfica, etc.) son componentes integrados en un sistema geomático?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente), 4 (totalmente).

- ✓ Excepto las redes de comunicación, ya que son elementos de conexión, no creo que ellas se funden en datos espaciales, es algo distinto a la naturaleza de la geomática (Massiris, A., 3).
- ✓ Esto es evidente (Espinosa, J., 4).
- ✓ Todas estas ramas son parte integral de la geomática, aunque tienen su propio desarrollo (Lira, J., 4).
- ✓ Son los componentes básicos indispensables (Miranda, B., 4).
- ✓ Proporcionan datos territoriales y para su interrelación necesitan enlazarse a través de metodologías como la geomática (Herrera, A., 4).
- ✓ Porque se requieren para el análisis de problemas complejos integrados en la geomática (Santana, M., 4).
- ✓ Porque dichos métodos están intrínsecamente ligados a la geomática (Morales, C., 4).
- ✓ El objeto de estudio de la geomática reside en el ámbito geográfico, las técnicas mencionadas son la base para la generación y análisis de datos geográficos y el establecimiento de sistemas (Villanueva, M., 4).
- ✓ Son materias que conforman un área específica de la geomática (Pérez, J. 4).
- ✓ Son las áreas fundamentales de la geomática (Flores, V., 4).
- ✓ La geomática, como la informática son elementos integradores de estos métodos y técnicas (Vázquez, C., 4).
- ✓ Solo faltan las redes de comunicación y compartición de datos, incluida la internet (Ojeda, S., 4)
- ✓ Porque todos permiten la georreferenciación (Negrete, G., 4).
- ✓ Porque todos esos métodos y técnicas son parte de la geomática y el empleo de uno u otro depende del tipo de análisis que se esté llevando a cabo (Cuevas, G., 8).
- ✓ Son los elementos que han dado origen al término geomática, con el que se pretende englobar todas las nuevas tecnologías de la información geográfica (Miranda, R., 4).
- ✓ Porque las tecnologías de la información geográfica de manera integrada dieron lugar a la ciencia de la información geográfica (geomática). (Cruz, H., 4).
- ✓ Permiten actualizar las bases cartográficas digitales y permiten un monitoreo y seguimiento multitemporal de los fenómenos en el territorio (Zaragoza, V., 4).
- ✓ Porque son herramientas que, en conjunto permiten conocer y administrar mejor el territorio, objetivo de la geomática. Son herramientas que permiten aproximaciones integradas (Ochoa, G., 4).
- ✓ Todas estas disciplinas interactúan entre sí en la geomática (Saldaña F., 4).
- ✓ Porque solamente de manera integrada (con tales componentes y otros) puede funcionar en la práctica (Olvera, J., 4).

Valores: 0 (nada), 1(poco), 2 (más o menos).

- ✓ Un proyecto geomático puede integrar todos o alguno de esos métodos o técnicas, en función de los objetivos planteados (Iturbe, A., 2).
- ✓ La geomática nació hace 20 años en Canadá cuando todavía no estaban desarrolladas todas estas áreas (Zeromski, A., 2).

Conclusión: Los métodos, técnicas y herramientas señalados tienen como finalidad fundamental el manejo eficiente de la información geográfica, formando parte integral de la geomática (al menos operativamente); de acuerdo a los objetivos y recursos de cada proyecto se pueden utilizar todos o algunos de tales componentes y sus productos, para la búsqueda de soluciones integradas a los problemas territoriales. La cuestión teórica y metodológica es fundamental, aunque todavía escasamente desarrollada, sobre todo en países como México. Se debe precisar que, un sistema de tales características debe ser planificado y gestionado por recursos humanos altamente capacitados, integrándose mediante componentes físicos, lógicos, datos, información y conocimientos debidamente estructurados y, con una visión estratégica y prospectiva orientada por las prioridades sociales.

TEGIS CON
FALLA DE ORIGEN

CLAVE:V2-P13

COCIENTE = 0.90

¿Piensa usted que entre los factores que intervienen en el diseño y funcionamiento de un sistema geomático, la integración sistémica de métodos, procedimientos y tecnologías para la adquisición, procesamiento y generación de información geográfica, ocupa un lugar determinante?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente), 4 (totalmente).

- ✓ Para contribuir a hacer operativos estudios integrales (Massiris, A., 4).
- ✓ De otra forma no podría funcionar como sistema (Morales, L.M., 3).
- ✓ Básicamente por su carácter integral e interdisciplinario (Lira, J., 3).
- ✓ Es fundamental aplicar una metodología y enfoque sistémico (Miranda, B., 4).
- ✓ Para cumplir con los objetivos, no se debe improvisar, debe haber planeación de los proyectos. En política muchas veces la equivocación está planeada. (Espinosa, J., 4)
- ✓ Esto es fundamental para la mejor toma de decisiones, más racional y objetivamente. Los problemas y proyectos de mayor complejidad y variabilidad temática son el campo propio de la geomática (Gutiérrez, A., 4).
- ✓ Porque solo así se resuelven todos los requerimientos y el procesamiento de la información (Madrigal, D., 4).
- ✓ Actualmente es limitado, pero en el futuro no muy lejano tendrá gran relevancia (Santana, M., 4).
- ✓ La información geográfica es la base para cualquier proceso, las metodologías y procesos de análisis son determinantes en los resultados, un sistema geomático debe considerar una sólida base de procedimientos de análisis de información (Villanueva, M., 3).
- ✓ Esto es necesario para la mayor eficiencia del sistema (Backhoff, M., 4).
- ✓ Son requisitos indispensables (Puebla, L., 4).
- ✓ Ya que una de sus tareas preponderantes consiste en realizar aproximaciones a las mediciones espaciales (geográficas). (Galeana, J., 4).
- ✓ La clave es sistemática + sistemático (Alviar, M., 4).
- ✓ El pensamiento sistémico optimiza el análisis y la toma de decisiones, además, los métodos y procedimientos dirigen las acciones (Limonés E., 4).
- ✓ De la elección correcta de los métodos y tecnologías, así como de su adecuado manejo va a depender el logro de los objetivos (Cuevas, G., 4). Del diseño se derivan los resultados (Negrete, G., 4).
- ✓ No es solo la adquisición de información. Debe darse más peso al análisis y a la generación de nuevos cuerpos de conocimiento para el desarrollo de la geomática (Cruz, H., 3).
- ✓ Se requiere de un orden para la administración de la información (Saldaña, F., 4).

Valores: 0 (nada), 1(poco), 2 (más o menos).

- ✓ Depende del enfoque de la investigación, pero facilita sin duda el trabajo con grandes volúmenes de información en cuanto al análisis y su presentación (Miranda, R., 2).
- ✓ Lo que es determinante es la administración y los objetivos precisos a seguir, el financiamiento en el tiempo, así como la capacitación continua (Zaragoza, F., 2).
- ✓ Puesto que las técnicas no siempre dan el concepto integrador de la geomática (Ochoa, G., 2).
- ✓ Se propone un "Sistema de planeación y gestión territorial" con sus distintos niveles estratégicos. Parece que a todo se le quiere llamar geomática. (Martínez, J., 2).
- ✓ Es más determinante la visión de los líderes de gobierno, así como la existencia de "humanware" y "brainware" que puedan desarrollar y plantear los proyectos en escenarios alternos que entiendan los que toman las decisiones (Olvera, J., 2).

Conclusión: La integración sistémica de métodos, técnicas, procedimientos y herramientas es esencial para el funcionamiento de un sistema geomático, en virtud de que sus mayores ventajas radican en dicha integración para el manejo eficiente de la información geográfica, no obstante que, de acuerdo a cada tipo de investigación o proyecto es necesario efectuar las debidas adaptaciones basadas en el instrumental teórico y metodológico especializado de cada disciplina, más allá del nivel general, así como de las técnicas y el manejo operativo de las herramientas. Un importante argumento se refiere a la necesidad de diseñar, articular y orientar un sistema geomático hacia un esquema de mayor generalidad, el de los sistemas de planificación y gestión territorial.

¿Está usted de acuerdo en que el perfil del usuario, el análisis previo del sistema, el diseño conceptual, el análisis espacial, cartográfico y estadístico, son elementos tan importantes, como los problemas tecnológicos y presupuestales para la integración y el desempeño eficaz de un sistema geomático?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente), 4 (totalmente).

- ✓ Son más importantes, ya que se puede tener un buen sistema con poco presupuesto y bien diseñado, pero no al revés (Morales, L., 4).
- ✓ Hay que agregar las funciones del científico en el diseño del sistema geomático, esto es fundamental (Lira, J., 3).
- ✓ Totalmente importantes, indispensables, la metodología y la planeación del proyecto en general es lo más importante (Miranda, B., 4).
- ✓ Se necesita visión, capacidad de análisis, buena formación (Gutiérrez, A., 4).
- ✓ Son elementos indispensables y determinantes para la planeación del sistema, su mantenimiento y operación continua (Herrera, A., 3; Ochoa, G., 4).
- ✓ Son elementos que han demostrado su utilidad práctica (Madrígal., D. 4).
- ✓ La preparación académica, científica y cultural son básicas para poder analizar o relacionar cualquier resultado que surja de una serie de metodologías basadas en la tecnología (Morales, C., 4).
- ✓ Todas las variables mencionadas son componentes básicos de un sistema geográfico, no considerarlas puede ocasionar un resultado no deseado o inclusive el fracaso del sistema (Villanueva, M., 4).
- ✓ La formación es indiscutible para el desempeño del sistema (Alba, M., 4).
- ✓ Son elementos complementarios e igualmente importantes (Eternod, A., 4).
- ✓ Esta pregunta describe un fenómeno que se produce día a día en nuestro contexto (Vázquez, C., 4)
- ✓ Dado que las características del usuario y los alcances del sistema están directamente relacionados con el presupuesto y el soporte tecnológico requerido (Galeana, J., 4).
- ✓ No se puede tener buena información y buen equipo si no se cuenta con tales elementos (García, J., 4).
- ✓ Primero hay que pensar, conceptualizar y diseñar (Alviar, M., 4).
- ✓ En principio es necesario un adecuado modelo conceptual y en segundo lugar un conjunto adecuado de datos (Limonos, E., 3).
- ✓ Las herramientas por sí mismas no garantizan el éxito de un estudio, el contar con un buen diseño conceptual y con el personal apto son las partes básicas y que garantizan la solución de los problemas (Cuevas, G., 4).
- ✓ El diseño del sistema es primordial para cualquier trabajo de investigación, por muy bueno que sea siempre hay limitantes (Cruz, H., 4).
- ✓ Pueden llegar a ser más importantes. (Backhoff, M., 4)

Valores: 0 (nada), 1(poco), 2 (más o menos).

- ✓ Es fundamental diferenciar un modelo teórico de la realidad. Lo expuesto sí es importantísimo, pero la realidad es diferente. La variable más importante es el techo presupuestal, así como la intencionalidad para hacer el proyecto y el sistema. Además del simple usuario importa considerar al científico, al diseñador, a los especialistas (Espinoza, J., 2).
- ✓ Todos son importantes y no se puede menospreciar elemento alguno (Chavarría, M., 2).
- ✓ Lo más importante es el ejercicio previo de planeación estratégica que toda organización debe realizar antes de proceder al implantar un proyecto geomático (Martínez, J., 2).
- ✓ Estos conjunto de elementos no deben contraponerse en comparación. Ambos son importantes. Los primeros son ámbito de la cultura y los demás pertenecen al ámbito de la dependencia tecnológica y de la falta de visión para asignar y ejercer el presupuesto (Olvera, J., 1).

Conclusión: Sin duda es un tema complicado ya que depende mucho del contexto de la organización y del país, pero está claro que el supuesto planteado es válido, es decir que, la solidez del análisis previo del sistema, el diseño conceptual, así como las capacidades de las gentes (debiendo reforzar el respaldo por parte de científicos, diseñadores, usuarios expertos, técnicos, etc.) es al menos tan importante como los aspectos tecnológicos y económicos, aunque nuestra realidad muestra una fuerte tendencia a la sobre valoración de estos últimos factores, debido sobre todo a vicios y deficiencias académicas, administrativas y técnicas, que se reflejan en sistemas ineficientes.

CLAVE:V3-P7

COCIENTE = 0.96

¿Está usted de acuerdo en que los trabajos de captura, procesamiento y generación eficiente de información georreferenciada (ecológica, ambiental, biofísica, catastral, sobre riesgos y desastres, para el desarrollo sectorial y regional, etc.) se relacionan estrechamente con la geomática?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente), 4 (totalmente).

- ✓ Todas estas áreas trabajan con datos espaciales (Massiris, A., 4).
- ✓ Cualquier actividad relacionada con la información geográfica en formato digital debe necesariamente involucrar alguna forma de aplicación de los conceptos o las tecnologías de la geomática (Morales, L., 4)
- ✓ Uno de los objetivos básicos de la geomática consiste en tener y conocer toda la información para el desarrollo con un marco cartográfico georreferido (Gutiérrez, A., 4).
- ✓ Los datos espaciales deben conformar la base del sistema, y por lo tanto, son parte fundamental de la metodología de la geomática (Herrera, A., 3).
- ✓ Porque se simplifican procesos de síntesis, diagnóstico y propuestas (Madrigal, D., 4).
- ✓ Porque ambos rubros están muy ligados, pero la eficiencia del sistema también se logra con otras metodologías, esto no es exclusivo de la geomática (Morales, C., 3).
- ✓ El origen mismo de la geomática reside en la automatización y aplicación de los procesos mencionados para realizar análisis sobre información específica, incluyendo métodos y herramientas (Villanueva, M., 4).
- ✓ El método geográfico es indispensable, el espacio es vital (Eternod, A., 4).
- ✓ El hecho de que la información sea georreferenciada implica el uso de instrumentos geomáticos (Backhoff, M., 4).
- ✓ Es el enfoque más idóneo (Mass, J., 4).
- ✓ Son requisitos para trabajar con este tipo de información (Puebla, L., 4).
- ✓ Dado que la geomática se encarga de la integración de información geoespacial a través de la metodología científica (Galeana, J., 4).
- ✓ Una información de la índole señalada no sirve si no está georreferenciada (García, J., 4).
- ✓ Ya que es una ciencia para el análisis espacial automatizado, todo el manejo de información se facilita, se logra la eficiencia en el procesamiento de la información (Alviar, M., 4).
- ✓ Se requiere de información georreferenciada para el análisis y planeación del territorio.
- ✓ Porque toda la información georreferenciada forma parte de la geomática (Negrete, G., 4).
- ✓ No se puede hacer ordenación del territorio sería sin los resultados de la geomática (Zeromski, A., 4).
- ✓ Porque es el insumo necesario para hacer un trabajo eficiente con la aplicación de la geomática; además, la información debe integrarse en formato digital ((Cruz, H., 4).
- ✓ Son la base para los fines de diagnóstico y parte medular para modelar escenarios alternativos e incrementar la rapidez en los procesos cartográficos analíticos (Zaragoza, F., 4).
- ✓ Esto forma parte del concepto de geomática, como término que comprende varias disciplinas: levantamientos, mapeo, percepción remota, cartografía, fotogrametría y sistemas de información geográfica. Todo ello asociado con la colecta, procesamiento, análisis y diseminación de la información geográfica (Olvera, J., 4).

Valores: 0 (nada), 1(poco), 2 (más o menos).

- ✓ Varios de estos conceptos se relacionan con otros métodos y técnicas en mayor o menor medida (Lira, J., 2).
- ✓ Anteriormente se venían haciendo mediciones y levantamientos de información apoyándose en instrumentos analógicos. Actualmente no todos conocen o tienen acceso a estas herramientas (Miranda, R., 2).

Conclusión: Todas estas áreas del conocimiento o grandes temas trabajan con datos espaciales, información geográfica o información geoespacial. Por lo tanto, para su manejo (levantamiento, estructuración, procesamiento, análisis, síntesis, representación, etc.) requieren -entre otras herramientas metodológicas especializadas-, la aplicación del método geográfico y de las técnicas de análisis espacial informatizado, sin excluir la debida valoración de los métodos y técnicas especializados de tipo analógico (levantamientos topográficos y geodésicos, la fotogrametría, y la cartografía, así como los censos y encuestas, actualización, verificación y calibración de resultados en campo, etc.)

TRAYECTORIA
FALLA EN EL ORIGEN

CLAVE:V3-P10

COCIENTE = 0.86

¿Piensa usted que la metodología y las herramientas geomáticas permiten una alta eficiencia (en cuanto a precisión, velocidad, calidad, resolución, capacidad de almacenamiento, análisis-síntesis espacial, etc.) para el procesamiento de la información georreferenciada?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente), 4 (totalmente).

- ✓ Están hechas para eso, pero la calidad de sus productos depende de la calidad de la información y de los criterios (Massiris, A., 4).
- ✓ Se ha trabajado y avanzado mucho en el desarrollo de equipos y programas eficientes de cómputo y en el diseño de estructuras de datos para el almacenamiento y procesamiento eficiente de información (Morales, L., 3).
- ✓ Intervienen otros elementos que no son propiamente geomática, dependen de la instrumentación (Lira, J., 3).
- ✓ Bien aplicada sí, de otra forma es una buena oportunidad para cometer crasos errores (Espinosa, J., 4).
- ✓ Una buena decisión, real, objetiva se basa en información bien integrada (Gutiérrez, A., 4).
- ✓ Sí, en cuanto los datos mencionados han sido estandarizados (Herrera, A., 4).
- ✓ Porque la experiencia y los productos obtenidos así lo demuestran (Madrigal, D., 4).
- ✓ Si bien los aspectos técnico y metodológico se cubren totalmente, una pieza fundamental es la aplicación del conocimiento por parte del personal capacitado y la coordinación en la ejecución de los procesos (Villanueva, M., 3).
- ✓ No siempre, muchas veces no se toma en cuenta la calidad de los datos (Mass, J., 3).
- ✓ Son resultado del método de la geomática (Puebla, L., 4).
- ✓ Puesto que está sustentada en métodos y técnicas que conllevan alta precisión y a su vez soportadas por tecnologías de punta (Galeana, J., 3).
- ✓ Esto es obvio, cuando se hace un proceso sistemático se está haciendo eficiente (Alviar, M., 4).
- ✓ Las tecnologías avanzan rápidamente y la geomática no se aparta de este fenómeno (Vázquez, C., 4).
- ✓ Lo permiten pero no lo aseguran. No todo lo que está en una computadora es perfecto, suele producirse mucha basura Geoespacial (Ojeda, S., 3).
- ✓ La alta eficiencia es algo relativo. Al menos hay algunos fenómenos ambientales que no están cubiertos por la geomática, la cual no puede medir comportamientos de física y química del aire (Zeromski, A., 4).
- ✓ Depende mucho de contar no solamente con los equipos y programas, ya que influye mucho más el personal especializado (Cruz, H., 3).
- ✓ Hace falta considerar el estudio de la propagación de errores (Zaragoza, V., 4).
- ✓ Aunque esto sería lo óptimo, no es fácil encontrar recursos humanos que las hagan eficientes, ya que las personas son lo más importante en la geomática (Ochoa, G., 3).

Valores: 0 (nada), 1(poco), 2 (más o menos).

- ✓ Porque todos esos atributos sólo son eficientes si se tiene una planificación adecuada (Morales, C., 2).
- ✓ Depende de la calidad de los sistemas y del tipo de problemas (Eternod, A., 2).
- ✓ No se ha logrado y requiere de algunos aspectos como conciencia y participación voluntaria (Llmones, E., 2).
- ✓ No estoy seguro de que exista una metodología única, pero en general creo que sí (Negrete, G., 2).
- ✓ Por sí misma la metodología y las herramientas no permiten una alta eficiencia, ¿y el factor humano?, ¿y la cuestión organizacional? (Martínez J., 2).
- ✓ Eso no es todo, es solo la parte de los expertos en técnica. El resto es más delicado: la cultura geográfica de los tomadores de decisiones hace la diferencia, los políticos soslayan la valía de los datos geoespaciales. Otra parte importante es la generación de datos y los sistemas de normas y especificaciones de los datos. Asimismo, el marco jurídico es obsoleto y choca frontalmente contra las propuestas técnicas. Finalmente es un asunto de voluntades en todos los niveles (Olvera, J. 0).

Conclusión: No obstante que hay ahora un gran desarrollo tecnológico, en cuanto a instrumentos, equipos, programas y estructuras de datos, destaca la necesidad de considerar la planificación del sistema, la calidad de los datos e información, el conocimiento y la metodología aplicados, así como el factor humano y organizacional en cuanto a la conciencia y la voluntad participativa, la capacitación del personal, etc. Otro aspecto de gran relevancia se refiere al marco jurídico, la normatividad, la visión estratégica y prospectiva de los proyectos, así como las decisiones políticas. La dinámica de estos factores en nuestro contexto afectan negativamente a la eficiencia en el manejo de la información.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

¿Considera usted que un sistema geomático debe ser totalmente independiente, respecto a las versiones de software, los modelos de hardware, formatos de datos, interfaces, protocolos, sistemas operativos, etc., para el procesamiento eficiente de la información?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente), 4 (totalmente).

- ✓ Porque la tecnología cambia constantemente y es necesario evitar cambios tan frecuentes en el funcionamiento del sistema (Morales, L., 4).
- ✓ Si debe ser independiente, pero en cuanto a escalable, transportable, compatible, etc. Hace falta complementar la pregunta (Lira, J., 4).
- ✓ Sería muy deseable, pero eso no existe, en realidad tienes que optar por una alternativa tecnológica. Hay que plantear escenarios (teóricos, reales, deseables) para el desarrollo de un proyecto (Espinosa, J., 4).
- ✓ Esto sería la idealización de todos los requerimientos de planeación y operación, independientemente de cualquier elemento de los señalados. Primero software y luego hardware se debe elegir para la portabilidad y compatibilidad (Gutiérrez, A., 4).
- ✓ El sistema geomático debe subordinar al hardware y software, el proceso inverso es incorrecto (Herrera, A., 3).
- ✓ Debe anteponerse la atención de las necesidades respecto de los formatos (Madrigal, D., 4).
- ✓ Es importante efectuar los estudios necesarios para no depender totalmente de un solo proveedor (Puebla, L., 3; Zaragoza, F., 4).
- ✓ Si es independiente, pero depende lo que uno quiera, la interfase debe ser lo más amigable posible para la toma de decisiones. El sí o el no depende de una "mente espacial" así como de la capacidad cognitiva (Alviar, M., 4).
- ✓ La pregunta es ambigua. Depende sobre todo de la capacidad organizativa de la institución, además de los valores compartidos del equipo de trabajo. (deben tenerse en cuenta elementos como el liderazgo, despersonalización, conducta simbólica (Zeromski, A., 3).
- ✓ La geomática o los que trabajamos en ella tenemos bastantes opciones para escoger los recursos más adecuados a nuestras necesidades (Cruz, H., 3).
- ✓ Mientras más transparencia y compatibilidad exista en el funcionamiento del sistema, se le podrán buscar más aplicaciones (Contreras, R., 4).
- ✓ Sería lo ideal, pero no es fácil deslindarlo de los programas y las herramientas físicas sobre las que se trabaja (Ochoa, G., 3).
- ✓ Un sistema geomático debe estar más allá de las capacidades de hardware y software (Limonos, E., 4).
- ✓ Si, sin embargo, mientras no se creen infraestructuras de datos nacionales y no exista una real interoperabilidad, esta independencia no será posible (Padilla, J., 4).
- ✓ La idea de un sistema geomático no tiene razón de ser, es solo una definición o un concepto. El resto de los items es tecnología pura (Olvera, J., 4).
- ✓ Es obvio, en la práctica es más fácil utilizar y adaptarse a un modelo elaborado por una firma comercial ya conocida o se determina por las posibilidades económicas, técnicas y disponibilidad de tiempo (Ojeda, S., 4).

Valores: 0 (nada), 1(poco), 2 (más o menos).

- ✓ Los elementos mencionados están sujetos a desarrollo constante, un sistema geomático debe sacar el máximo provecho a sus recursos y mantener un crecimiento constante para superar los retos exigidos, una cuidadosa selección de herramientas y plataformas es importante, no con todas se obtendrá el mismo resultado o eficiencia. Si un sistema no sirve para lo que fue diseñado, entonces no funciona (Villanueva, M., 2).
- ✓ Sería lo ideal. Es poco probable y difícil separarlo de una plataforma (Eternod, A., 1).
- ✓ No creo que sea condición sine qua non para alcanzar un procesamiento eficiente de la información (Backhoff M., 2).
- ✓ No, porque todo se encuentra ligado y contiene funciones específicas y si se requieren características para el procesamiento de la información (García, J., 0).
- ✓ En la mayoría de los casos es mejor que se apegue a las necesidades de los usuarios (Negrete, G., 1).
- ✓ El software y el hardware deben ser elegidos en función de las dimensiones del proyecto y las capacidades que se necesiten tengan los programas y el equipo (Cuevas G., 2).
- ✓ Dependerá de los requerimientos del proyecto, de los resultados que se desean, de los tiempos que se indiquen, del tipo de organización, etc.) (Martínez, J., 2).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Conclusión: En principio sí debería ser totalmente independiente (aunque esta situación es la ideal). Dicha independencia debe referirse a las características del sistema, tales como su carácter: escalable, portable, interoperable, compatible, etc. Efectivamente, el sistema geomático debería subordinar a las características y especificaciones del hardware y el software, y anteponer la atención de las necesidades priorizadas de cada proyecto ante la variabilidad de versiones de los programas y modelos de los equipos.

En la realidad, en países como México, se tiene que optar por una plataforma tecnológica específica, dado que el diseño y el desarrollo en hardware, software y procedimientos es incipiente y rudimentario ante las alternativas que ofrecen los grandes productores (líderes mundiales); afortunadamente, hoy las instituciones y organizaciones que se dedican a la geomática y la gestión del territorio, cuentan con bastantes opciones para escoger los recursos más adecuados a sus necesidades.

Dado que la tecnología evoluciona y es relevada constantemente, es necesario valorar o evitar cambios tan frecuentes en el funcionamiento del sistema, debido al reemplazo de sus componentes (hardware y software), cuya funcionalidad no está garantizada bajo las condiciones regulares de funcionamiento, lo cual conduce frecuentemente a problemas en el manejo operativo de grandes volúmenes de información.

Los elementos mencionados están sujetos a un desarrollo constante, un sistema geomático debe sacar el máximo provecho a sus recursos y mantener un crecimiento constante (basado en un sólido programa de investigación y desarrollo), para superar los retos exigidos (no solamente por las coyunturas políticas y económicas), así como una cuidadosa selección de herramientas y plataformas.

Ante esta situación hay que planear estratégica y prospectivamente el desarrollo del sistema, planteando escenarios teóricos (reales y deseables), sobre todo cuando sus dimensiones abarcan todo el territorio nacional. Se insiste en que el factor humano es esencial, ya que los sistemas de planificación y gestión del territorio (incluyendo al sistema geomático) siempre deben ser diseñados por y para el hombre.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CLAVE:V4-P14

COCIENTE = 0.87

¿Piensa usted que, para que la geomática sea aplicable de manera eficaz al ordenamiento territorial depende de la disponibilidad de información (en términos de calidad, cantidad, formato analógico o digital, actualización, homogeneidad, confidencialidad, etc.?)

CONCEPTOS

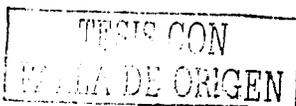
Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

- ✓ Por muy avanzada que sea la tecnología de la geomática su utilidad para el OT depende de la calidad de la información con que se alimenta (Massiris, A., 4).
- ✓ Porque sin información el sistema geomático no tendría utilidad, y sin información de calidad los resultados no serían confiables y no se utilizarían (Morales, L., 3).
- ✓ Sin información de calidad y oportuna no se puede hacer nada coherente y ordenado, se producen errores que llevan a malas decisiones (Lira, J., 4; Pérez, J., 4).
- ✓ Sí, por supuesto, hay dos cosas: si no hay intencionalidad de un aseguramiento de calidad, no tiene sentido, más allá de tener la información, debe haber la intención, esto es fundamental (Espinosa, J., 4).
- ✓ Si los datos no son adecuados o son falsos, el sistema no funcionará produciendo los resultados con la calidad requerida (Herrera, A., 4).
- ✓ Porque es el insumo sustancial, en ella se fundamenta el análisis (Madrigal, D., 4; Santana, V., 4).
- ✓ Si pensamos en la dependencias e instituciones que desarrollan planeación territorial, es preciso unificar la información de que se dispone para instrumentarla (Alba, M., 4).
- ✓ La integración de la mayor cantidad de información específica permite la construcción de un marco de referencia más preciso para la toma de decisiones, aunque es importante evitar información dispersa o no relacionada que pueda introducir errores o desviar el objetivo (Villanueva, M., 4).
- ✓ Sin datos no hay sistema que funcione (Backhoff M., 4).
- ✓ La información debe ser confiable, precisa, oportuna, actualizada, de calidad, disponible, homogénea para tener resultados confiables (Miranda, B., 4).
- ✓ Son elementos indispensables, pero hay que involucrar voluntades, visiones, metas. (Vazquez, C., 3)
- ✓ Es una parte muy importante y de la cual dependerá el resultado que se obtenga, aunque también son importantes otros aspectos como el adecuado manejo de los métodos y técnicas, así como la claridad de objetivos (Cuevas, G., 3).
- ✓ La geomática produce esta información georreferenciada, si la geomática es eficiente el OT es más completo y eficaz (Zeromski, A., 4).
- ✓ No se puede trabajar sin los datos de partida, esto implica la gran responsabilidad de la participación de las instituciones que generan información (Miranda, R., 4).
- ✓ Porque si tenemos toda la información disponible y no se sabe que hacer con ella caeríamos en una trampa metodológica (Cruz, H., 3)
- ✓ Porque los resultados que se obtengan al utilizar una herramienta dependerá de la calidad de la información que introduzcamos en la misma (Contreras, R., 4).
- ✓ Porque también es determinante la interpretación de dicha información para lograr proponer las políticas, instrumentos y estrategias que producirá el OT (Covarrubias, G., 3).

Valores: 0 (nada), 1(poco), 2 (más o menos).

- ✓ El problema es para la gente encargada del OT no para la geomática, ya que esta puede dar resultados independientemente de la información, la información pobre produce resultados pobres (Alviar, M., 0).
- ✓ Depende de la calidad de los datos geográficos digitales y de la definición correcta de los proyectos (Martínez, J., 2).
- ✓ Los datos son solo una parte, es más trascendental un buen desarrollo metodológico, teniendo muy claro el objetivo, el tipo de datos, y como procesarlos, sobre todo el análisis objetivo de resultados (Ojeda, S., 2).

Conclusión: Efectivamente, los atributos asociados con la disponibilidad de la información son de suma importancia, se relacionan directamente con su valor intrínseco y con su utilidad práctica; asimismo, con la generación de resultados acordes al diseño conceptual del sistema, los objetivos y el plan de trabajo de cada proyecto, institución y país, fundamentado en una metodología específica, de esto han de derivar necesariamente buenas o malas decisiones. Otro aspecto que se destaca se refiere a las capacidades y voluntades, visiones y metas relacionadas con los representantes de las instituciones, los integrantes de los grupos de trabajo, y los diversos actores de la población en general, para la planificación y el ordenamiento territorial.



¿Considera usted que la geomática es la alternativa tecnológica más eficiente para el análisis y la búsqueda de soluciones integrales a los problemas del territorio nacional?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

- ✓ Porque aún cuando la geomática es la más importante, existen otras tecnologías no necesariamente basadas en la información geográfica que también son importantes para ese fin (Morales, L., 3).
- ✓ Hay otras herramientas, como más eficiente yo no estaría seguro (Lira, J., 3).
- ✓ Un análisis totalmente geográfico, global, aporta una visión muy importante (Miranda, B., 4).
- ✓ A través de sus métodos y técnicas se implementan mejores situaciones de análisis (Rivera, J., 4).
- ✓ Aprovecha los datos e información de fuentes espaciales diversas (Herrera, A., 3).
- ✓ Sí, aunque personalmente prefiero el enfoque de la geoinformática (como punto de partida de los geógrafos). (Madrigal, D., 3).
- ✓ Además de tecnológica es una buena alternativa metodológica (Santana, M., 4).
- ✓ Creo que no se debe caer en aplicaciones meramente tecnócratas (Morales, C., 3).
- ✓ La integración tecnológica junto con una sólida base de datos espacial, actualizada y precisa constituyen un factor clave para una visión integral del territorio y sus recursos (Villanueva, M., 3).
- ✓ Porque permite la integración de la información espacial de muy diversas fuentes de manera eficiente (Cuevas, G., 4)
- ✓ Es el instrumento que está vigente en el mundo, no obstante, el trabajo tradicional tiene un gran valor al dotar de metodologías probadas (Miranda R., 4).
- ✓ Porque solo con la geomática se pueden lograr las soluciones integrales al poder incluir y procesar toda la información necesaria (Contreras, R., 4).
- ✓ Aunque es muy buena, no creo que sea la única alternativa, habría que investigar las experiencias en otras sociedades (Ochoa, G., 3).
- ✓ Sí, pero basada en la calidad científica (no técnica) del personal que la va a utilizar (Ojeda, S., 4).

Valores: 0 (nada), 1(poco), 2 (más o menos).

- ✓ Las soluciones a los problemas territoriales a escala nacional son más de carácter político y de políticas de desarrollo que técnicas (Massiris, A., 1).
- ✓ La geomática no necesariamente es lo mejor para resolver la pobreza y el desempleo. La geomática es una excelente herramienta, pero debe haber la intención de hacer las cosas bien (Espinosa, J., 0).
- ✓ Hay información muy especializada que no se obtiene o procesa mediante la geomática (Eternod, A., 2).
- ✓ Deben considerarse las perspectivas de análisis de otras ciencias y disciplinas (Backhoff, M., 2).
- ✓ Existen consensos, apoyos, evaluaciones participativas, ordenamientos productivos, antes que una herramienta tecnológica para la adopción de soluciones integrales (García, J., 2).
- ✓ Para su análisis sí, para la búsqueda de soluciones integrales sería muy ambicioso (Vázquez, C., 2).
- ✓ Otros países ya van más avanzados y han solucionado sus problemas de integración de la información geográfica, ya se habla de geocomputación (Cruz, H., 1).
- ✓ No todo está resuelto, hace falta aumentar la cultura y conciencia geográfica y cartográfica entre los usuarios no expertos y entre los que toman decisiones territoriales (Zaragoza, F., 2).
- ✓ Las soluciones a los problemas del territorio nacional tienen también unas vertientes sociopolíticas e históricas que no se resuelven solo con la aplicación de modelos resultantes de los sistemas de información geoespacial (Martínez, J., 2).
- ✓ No me parece que la geomática sea una alternativa tecnológica, considero que es un concepto integrador que puede guiar el diseño o rediseño de las organizaciones responsables de generar datos, información, conocimiento y soluciones (Olvera, J., 0).

Conclusión: No obstante que, actualmente constituye una alternativa tecnológica muy eficiente para los fines señalados, no es la única (y habrá que valorar en la práctica dicha eficiencia de manera comparativa), ya que otras opciones complementarias tienen un gran valor (cabe citar a los análisis físicos y químicos ambientales, la prospección geofísica, los estudios de percepción individual o de grupo, la participación comunitaria, etc.; inclusive algunos entrevistados han señalado la necesaria investigación sobre la cosmovisión de las culturas que nos anteceden históricamente, así como de otras culturas diferentes a la occidental, sobre las formas de entender y relacionarse con la naturaleza). Dicha eficiencia tecnológica debe su fortaleza precisamente al enfoque holístico y sistémico que, deriva en una sinergia de recursos de las más amplia naturaleza (instrumentos, equipos, programas informáticos, conocimiento, procedimientos, organizaciones y gente, etc.).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CLAVE:V4-P16

COCIENTE = 0.89

¿Está usted de acuerdo en que la geomática constituye una alternativa metodológica general, viable y necesaria para optimizar los resultados del estudio y la gestión territorial en México?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

- ✓ Especialmente en lo correspondiente a estudios más que a gestión, y a escalas locales y subregionales más que a estatales y nacionales (Massiris, A., 3).
- ✓ Dados los volúmenes de información que se necesita manejar en el OT no hay muchas opciones, sin embargo todavía existe un atraso en la introducción de la geomática en organizaciones o instituciones que tienen que ver con el proceso de OT (Morales, L., 3).
- ✓ Hay otros métodos y técnicas especializados (Lira, J., 3).
- ✓ La geomática integra las mejores tecnologías que existen, aplicadas a la metodología de OT. Para hacer el estudio es muy bueno. Habría que preguntarse ¿Qué hago con el OT? (Espinosa, J., 4).
- ✓ No estoy de acuerdo totalmente con el planteamiento metodológico. La geomática se aplica más a nivel de procesos técnicos, mediante diagramas de flujo, se refiere a la parte totalmente práctica para la solución de problemas (Gutiérrez, A., 3).
- ✓ Es necesario revisar las metodologías sobre OT y visualizar su aplicación ligadas con la geomática (Herrera, A., 3).
- ✓ El estado de desarrollo de las tecnologías que integran a la geomática, así como los costos y la disponibilidad de expertos en el ramo, ponen esta solución prácticamente al alcance de muchos organismos, por lo que es viable su implementación y desarrollo en distintos ámbitos (Villanueva, M., 4).
- ✓ Es fundamental actualizar, homogeneizar y hacer accesible la información (Alba, M., 4).
- ✓ Como medio sí, pero, como fin no (Backhoff, M., 3).
- ✓ Se hace, no se difunde y faltan esfuerzos (Vázquez C., 4).
- ✓ Nuestro país es muy grande y diverso y utilizando una metodología geomática puede ayudar a entender el espacio de manera integral (Cuevas, G., 4).
- ✓ Es una herramienta integral para el manejo, identificación, optimización de información para la gestión territorial (García, J., 4).
- ✓ Es necesario reforzar la utilización de los métodos de la ciencia: inducción, deducción, analogía, inferencia, etc. Además hay que estar abiertos a las alternativas (Zeromski, A., 3).
- ✓ Hay que buscar la manera en que la geomática se integre a otras disciplinas, no tiene que trabajar tan aisladamente (Cruz, H., 3).
- ✓ Es un camino, más no el único, haría falta la metodología participativa de la población dentro del proceso de planificación territorial (Zaragoza, F., 4).
- ✓ Porque es necesario conocer plenamente el territorio que se va a gestionar y la geomática lo permite (Contreras, R., 4).
- ✓ No es necesaria, pero sí general y viable (Ochoa, G., 3).
- ✓ Todos debemos tener una misma escuela y esquema de trabajo y forma de hacer las cosas (Chavarría, M., 4).
- ✓ De acuerdo, pero la geomática no es una metodología en sí misma (Ojeda, S., 3).
- ✓ Es una alternativa viable, aunque no completamente indispensable, pero creo que sí explica los problemas del territorio; eso, si la información es confiable (Limones, E., 3).

Valores: 0 (nada), 1 (poco), 2 (más o menos).

- ✓ Por sí sola no es suficiente como alternativa metodológica, depende de las necesidades particulares de las organizaciones (Negrete, G., 2).
- ✓ Considero que la geomática no cuenta con un cuerpo metodológico, la viabilidad dependerá tanto de la infraestructura disponible como del interés por su aplicación (Miranda, R., 2).
- ✓ La geomática no es una alternativa metodológica, como pudiera ser el OT en comparación (Olvera, J. 0)

Conclusión: No obstante que la mayoría de los entrevistados consideran a la geomática como un valioso conjunto de recursos, viable y necesario para los fines señalados, no constituye una alternativa metodológica hasta ahora, ya sea precisamente, por la falta de un cuerpo teórico consolidado, -ante lo cual es necesario reforzar la utilización de la metodología científica general y de sus diversas disciplinas- o bien, porque no ha sido lo suficientemente difundida en las instituciones y organizaciones de nuestro país para su desarrollo. Sobre todo para el estudio del territorio, es una excelente opción tecnológica, pero en la práctica, los resultados que genera están sujetos a decisiones personales y de grupo, altamente vinculadas con los factores económicos y políticos.

TRUCIS CON
A DE ORIGEN

¿Piensa usted que para lograr el equilibrio y la optimización de las actividades humanas que se desarrollan en el país, es indispensable la aplicación de un proceso de planificación territorial caracterizado por ser sistemático, integral, articulador, prospectivo y participativo?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

- ✓ Porque ayuda a articular las acciones públicas y privadas, tradicionalmente sectoriales y, por tanto, alejadas del funcionamiento y problemática del territorio (Massiris, A., 4).
- ✓ Porque el conocimiento de las causas y los efectos de las actividades humanas nos capacita para hacer un mejor uso del territorio y prever las consecuencias de un mal uso (Morales, L., 3).
- ✓ La ciencia y la tecnología deben decidir sobre la planificación. Los políticos dirán que no (Lira, J., 4).
- ✓ Es obvio, no existe una persona que integre toda la información, metodología y procedimientos, ahora es indispensable el acceso correcto y el manejo de la información (Espinosa, J., 4).
- ✓ Permite conocer los recursos para una explotación racional con una visión estratégica (Gutiérrez, A., 4).
- ✓ Porque es una carencia histórica de nuestra planeación (Madrigal, D., 4).
- ✓ Actualmente no se debe priorizar un solo aspecto, sino se debe buscar la integración y contener las características que se señalan ((Santana, M., 4).
- ✓ Porque la planificación territorial es la base para el desarrollo económico, social y cultural de un país. El OT es un proceso o política que puede contribuir a este propósito (Morales, C., 4).
- ✓ Todas las actividades antropogénicas están estrechamente ligadas al territorio, por lo que éste no puede ser distribuido o planificado en relación a los usos potenciales, sin conocimiento o método (Villanueva, M., 4)
- ✓ Para llevar a cabo un buen plan de desarrollo de la nación (Flores, V., 4).
- ✓ Debido a que es indispensable conocer las características específicas del territorio para poder determinar las actividades adecuadas para cada región o microrregión (Galeana, J., 4)
- ✓ Aún no hay un conocimiento en el país sobre el potencial del territorio para el desarrollo sustentable y el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Dicho proceso es un instrumento de política fundamental para orientar las acciones (Alviar, M., 4)
- ✓ Es necesario sistematizar para lograr optimizar tiempo y recursos y permitir las comparaciones pertinentes. Integral en cuanto a las variables consideradas en la planificación; articulador, participativo y prospectivo porque debe ser producto de acuerdos formulados por todos los involucrados, y prospectivo porque debe considerar escenarios futuros. (Cuevas, G., 4).
- ✓ El problema radica en que todavía no se conceptualiza bien, donde se mezclan aspectos de ciencia, tecnología y política conjugados en un problema. ¿Como integrar lo ambiental? (Zeromski, A., 4).
- ✓ Porque sin la sistematización adecuada de la información muy poco se puede lograr (Cruz, H., 4).
- ✓ Porque estas características le darán orden, será fácilmente aplicable y aceptado (debido al proceso participativo), pues surgirá desde las necesidades mismas del territorio y la sociedad (Ochoa, G., 4).
- ✓ En gran medida el éxito en estos planes depende de las decisiones políticas, las cuales (la experiencia lo demuestra), han sido y siguen siendo dominadas por intereses personales o de grupo, y no por el interés de la nación (Padilla, J., 3).
- ✓ Pues no veo otra manera de que los grandes problemas que competen a la relación territorio-sociedad se aislen, analicen y se propongan soluciones integradas para su ejecución (Olvera, J., 4).

Valores: 0 (nada), 1(poco), 2 (más o menos).

- ✓ Falta el elemento político que, por sus intereses o por intereses particulares imposibilitan ese equilibrio y la optimización de las actividades humanas (Iturbe, A., 2).
- ✓ Considero que es difícil porque hay problemas de educación y pobreza. (Saldaña, F., 2).

Conclusión: Definitivamente si, porque un proceso de planificación con tales atributos ayuda a articular los puntos de vista y las acciones de los agentes decisorios de la sociedad, tradicionalmente dominados por una visión "economicista" y desvinculados e ignorantes de la muy compleja problemática del territorio; además, esta situación constituye una carencia histórica de la planeación en México y en el contexto de los países subdesarrollados. Esto conduce necesariamente a replantear las relaciones de la ciencia y la tecnología con las prioridades sociales, que deben incidir directamente y concretarse -en la teoría y en la práctica- sobre un proceso sistemático de planificación social y territorial.

CLAVE:V5-P11

COCIENTE = 0.83

¿Está usted de acuerdo en que los problemas de índole natural, social, ambiental, económica, política, así como los referidos a flujos de gente, energía y mercancías, pueden ser englobados eficientemente para su estudio y la búsqueda de soluciones integrales por el ordenamiento territorial

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

- ✓ Porque así es el enfoque del OT con la salvedad que en sus estrategias prima la planificación espacial a partir del uso del suelo, la localización de actividades económicas, de asentamientos e infraestructuras (Massiris, A., 4).
- ✓ Todo requiere de normativizar, de reglamentar los procesos (Miranda, B., 4).
- ✓ El hombre y sus actividades provocan el desorden en el territorio, por lo tanto ahí está la causa y el efecto; un cambio en el sistema social provocará una nueva respuesta (Herrera, A., 3).
- ✓ Porque solo así pueden optimizarse el uso de los espacios productores y resolverse las necesidades de la población (Madrigal, D., 4).
- ✓ El OT estudia ejes importantes como el ambiental, poblacional, político e infraestructural (transporte). Santana, M., (4).
- ✓ Todos los problemas mencionados suceden sobre el territorio, lo afectan y/o son afectados o producidos a su vez por el, una solución integral de los mismos solo puede venir de un ordenamiento racional y su consiguiente aplicación consciente y sistemática (Villanueva, M., 4).
- ✓ Tal es la acepción del concepto (Backhoff, M., 4).
- ✓ Cada una de las regiones que comprende el territorio tiene necesidades diferentes y engloban un problema a solucionar con un fin común (Pérez, J., 3)
- ✓ Siempre y cuando sea funcional. Es elemental, ya que el orden es la base de la productividad y la eficiencia (García, J., 4).
- ✓ Porque el OT puede englobar todos estos aspectos, pero es únicamente la base sobre la cuál se pueden empezar a tomar decisiones (Cuevas, G., 4).
- ✓ No solo pueden, deben ser incluidos (Negrete, G., 4).
- ✓ Si, pero es "superdifícil". ¿Se podrá en las condiciones actuales? (Zeromski, A., 4).
- ✓ Porque son variables que tiene una incidencia espacial que es posible cuantificar (Cruz, H., 3).
- ✓ Porque todos estos temas forman parte del espacio a ordenar (Contreras, R., 4).
- ✓ Puesto que el OT es una herramienta de planeación. Sin embargo al leer la pregunta pensé en la geomática, por lo que encuentro una estrecha relación entre ésta y el OT, siendo la primera una herramienta para la planeación, es decir para el OT (Ochoa, G., 3).
- ✓ Todos pueden ser analizados, aunque no por eso resueltos (Limonés, E., 3)
- ✓ Porque los problemas son globales y el ordenamiento tiene esa perspectiva de globalidad (Olvera, J., 3)

Valores: 0 (nada), 1 (poco), 2 (más o menos).

- ✓ Si bien el OT nos ayuda a hacer un mejor uso del territorio, existen muchos otros problemas que requieren de otras soluciones o que todavía no se conocen lo suficiente como para ofrecer una solución a través del OT (Morales, L., 2).
- ✓ Ya que el OT es parte de la geomática (Espinosa, J., 0).
- ✓ Por parte del estudio la respuesta sería "totalmente", pero para la búsqueda de soluciones, evidentemente intervienen otros muchos factores que la geomática y el OT no contemplan (Vázquez, C., 2).
- ✓ Las localizaciones óptimas son una parte de los estudios geográficos, pero hay otras esferas del conocimiento que son importantes, como la cultura geográfica, para que se tengan buenos resultados de los ordenamientos. (Miranda, R., 2).
- ✓ En teoría sí, pero la metodología que conozco no integra nada, no lleva a nada, no propone nada, no soluciona nada. Es lo que puedo opinar del documento que actualmente rige al OT en México (Ojeda, S., 1).

Conclusión: Sí, por la propia naturaleza de la metodología del ordenamiento territorial, que busca establecer el uso y ocupación más adecuados del territorio conforme a sus potencialidades y limitantes, necesariamente vinculadas con el conjunto de las prioridades sociales, enmarcadas en un proceso sistemático de planificación. Varios entrevistados previenen que, al igual que en la geomática, existen otras áreas del conocimiento -sobre todo especializadas- que debe ser evaluadas e incorporadas al estudio sistemático y la gestión del territorio.

TESIS CON
FALLA DE CALZEN

CLAVE:V5-P12

COCIENTE = 0.95

¿Coincide usted en que el enfoque global y sistémico del ordenamiento territorial (que articula un conjunto de políticas, métodos, técnicas, estrategias e instrumentos) debe estar orientado a la optimización del estudio y la gestión del territorio nacional?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

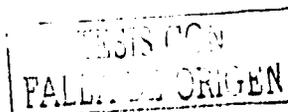
- ✓ Hasta ahora la gestión del territorio nacional, estatal y municipal se ha manejado de manera desarticulada y carente de visión territorial (Massiris, A., 4).
- ✓ Porque es la meta misma del OT (Morales, L., 4).
- ✓ Todas las disciplinas que implica con sus métodos y técnicas deben estar al servicio para la gestión del territorio nacional (Lira, J., 4).
- ✓ Es la parte precisa que le corresponde al OT. No todo es el territorio, es muy importante la parte social y ecológica (Espinosa, J., 4)
- ✓ Con este enfoque se logrará la consideración de las variables principales que inciden en el problema (Herrera, A., 3).
- ✓ Porque la actual situación lo demanda (Madrigal, D., 4).
- ✓ El objetivo es el uso racional de los recursos naturales (suelo, agua, bosque, etc.) (Santana, M., 4).
- ✓ Sí, siempre y cuando la gestión considere a todos los sectores de la sociedad y beneficie a los más necesitados (Morales, C., 3).
- ✓ El OT, por el cúmulo de variables que integra y su enfoque, cuenta con las bases más sólidas para determinar la gestión territorial, en relación a la distribución y planeación de usos y aptitudes del suelo y el manejo del agua (Villanueva, M., 4).
- ✓ Se requiere una visión sistémica que permita reconocer todas las variantes que existen y sus posibilidades, debilidades y limitaciones (Alba, M., 4).
- ✓ Sí, puesto que el OT está orientado a la generación de análisis que conlleven un conocimiento profundo del entorno para una robusta toma de decisiones (Galeana, J., 4).
- ✓ La clave es la gestión: sistemática, holística, integral, del desarrollo (Alviar, M., 4).
- ✓ No debe estar, está orientado, por supuesto que sí. La construcción del espacio es un proceso experimental, la planeación es lineal, la vida es cíclica, esto es un problema. Se debe partir de lo físico, a lo biológico y lo social, pero no al revés. Se debe buscar el equilibrio dinámico. (Zeromski, A., 4).
- ✓ Es necesario trabajar en diferentes escalas. Al enfoque global no hay que darle todo el peso, se debe considerar también los aspectos locales (Cruz, H., 3).
- ✓ Las herramientas fueron diseñadas para realizar análisis que permitan la optimización y gestión del territorio (Contreras, R., 4).
- ✓ Sí, pero hay que elaborarlo con la metodología, los espacialistas y la programación adecuados. También considerar la disponibilidad real de la información y las restricciones de los resultados (Ojeda, S., 4).
- ✓ Porque vivimos en un caos y el OT es una buena perspectiva para plantear alternativas de freno del deterioro y de la planeación del desarrollo de nuestro México (Olvera, J., 4).

Valores: 0 (nada), 1(poco), 2 (más o menos).

- ✓ Más que global y sistémico, debe ser integral y sistémico (Negrete, G., 2).

Conclusión: Por supuesto, ya que hasta ahora el uso y ocupación del territorio, en sus diferentes niveles: regional, estatal y municipal se ha manejado de manera parcial, desarticulada y carente de visión territorial. Asimismo, todas las disciplinas que implica con sus métodos y técnicas deben estar al servicio de la gestión del territorio nacional.

La clave radica en la planificación y la gestión: sistemática, holística e integral del desarrollo, cuya meta básica y prioritaria consiste en la superación del caos en que se encuentra inmerso el país y debe orientarse al equilibrio dinámico del sistema, respecto al suprasistema en que se inserta y a los subsistemas que contiene. Es importante no olvidar que los procesos de interrelación con la naturaleza, la planificación y la búsqueda de mejores condiciones de vida son esencialmente de retroalimentación y aprendizaje, y hasta ahora hemos demostrado no haber aprehendido significativamente a partir de nuestros errores.



¿Sabe usted que es la geomática?**CONCEPTOS**

Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

- ✓ Un nuevo término para referirse a las actividades, técnicas y herramientas aplicables al manejo de datos espaciales. Incluye percepción remota, cartografía, catastro, etc., (Massiris, A., 4).
- ✓ Es el conjunto de conocimientos, tecnologías y procedimientos de manejo y adquisición de información espacial (geográfica), (Morales, L., 4).
- ✓ Concepto introducido por los canadienses. Cuerpo de métodos y técnicas para al adquisición, procesamiento y análisis de la información de la superficie terrestre, se refiere a la información sobre las características de los objetos (entendidos como fenómenos y procesos dinámicos) y sus relaciones. Modelación de fenómenos. Instrumentos, más metodología, más técnicas para el estudio de fenómenos en la superficie terrestre (Lira, J., 4).
- ✓ Disciplina que encierra varias ramas de la cuestión geográfica (cartografía, sistemas de información geográfica, sensores remotos, análisis espacial) (Miranda, B., 4).
- ✓ La informática relacionada con las ciencias de la Tierra (Gutiérrez, A., 4).
- ✓ La disciplina que se encarga de interrelacionar datos espaciales y alfanuméricos, a través de la integración de información proveniente de sistemas de información geográfica, percepción remota, de campo y administrativa (Herrera, A., 4).
- ✓ Geomática es una disciplina que integra elementos de las ciencias de la Tierra con elementos de la informática para la resolución de problemas territoriales (Iturbe, A., 4).
- ✓ La ciencia que aplica la informática a la generación de información geográfica para la solución de diversos problemas (Madrígal, D., 4).
- ✓ Interrelación de las ciencias vinculadas con la informática y la geografía, las primeras orientan sus facilidades y ventajas de trabajo, al apoyo y fortalecimiento del análisis territorial propio de la geografía (García, G., 4).
- ✓ Es una ciencia que con el apoyo de la informática tiene su aplicación en las ciencias de la tierra (Tovar, J., 4).
- ✓ Ciencia de la adquisición y análisis de información geográfica o espacial (Mas, J., 4).
- ✓ Ciencia que intercambia el conocimiento en análisis espacial y automatización de los datos geográficos a través de la fotogrametría, geodesia, percepción remota, sistemas de información geográfica, cartografía digital (Alviar, M., 4).
- ✓ Es una disciplina que pretende sistematizar información georreferida para su tratamiento con fines de espacializarlos y mantener un tratamiento automatizado y continuo de los datos con el fin de facilitar la toma de decisiones (Chávez, A., 4).
- ✓ Es la tecnología que permite producir datos georreferenciales, su almacenamiento, procesamiento y análisis. Es geoinformación. (Zeromski, A., 4).
- ✓ Es un nuevo cuerpo de conocimientos que integra las tecnologías de la información geográfica con el objeto de aplicarla a la resolución de problemas territoriales complejos (Cruz, H., 4).
- ✓ Es un grupo de herramientas y ciencias que buscan un manejo integral en la recopilación, la generación, el almacenamiento y el análisis de información territorial (geo-referenciada) para lograr una mejor toma de decisiones (Ochoa, G., 4).
- ✓ Es un conjunto de procedimientos, metodologías y técnicas, orientadas a aprovechar los datos geográficos digitales para su explotación en bases de datos y en sistemas de información geográfica (Martínez, J., 4).
- ✓ Es el geoprocesamiento de información que permite iniciar con una plataforma, ya sea base de datos para posteriormente realizar análisis complejos en otra plataforma y la generación de cartografía temática, con el uso de los SIG y la teledetección entre otras herramientas (Santana, M., 4).

Conclusión: La geomática es un cuerpo de conocimiento en proceso de integración y maduración a partir de la convergencia de diversas disciplinas científicas, con sus métodos, técnicas y herramientas propias en torno al manejo informatizado de la información geográfica. Dicha convergencia deriva de la revolución tecnológica actual, cuyo desarrollo explosivo en las áreas de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática han facilitado un eficiente manejo de la información georreferenciada.

¿Sabe usted que es el ordenamiento territorial?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

- ✓ Política del Estado e instrumento de planificación de naturaleza técnico-política y administrativa, orientada a inducir un uso del suelo acorde con las potencialidades y limitantes del territorio y las expectativas y aspiraciones de la sociedad (Massirís, A., 4).
- ✓ Es el proceso de conocimiento y diseño de alternativas de ocupación y uso del territorio con fines de planeación (Morales, L., 4).
- ✓ Es una segmentación del territorio con fines de explotación sustentable, evitando la degradación del medio ambiente. No se ordena el territorio, se segmenta de formas diferentes. Se requiere de modelos, cada problema requiere su modelo, su estrategia. El geografía se cae mucho en la mera descripción y recomendaciones generales. (Lira, J., 4).
- ✓ Es el procedimiento o conjunto de metodologías que permiten analizar las alternativas para equilibrar el uso y ocupación del espacio territorial (Herrera, A., 4).
- ✓ Disciplina que evalúa las condiciones del territorio para definir nuevos arreglos con base en sus características potenciales y las necesidades y demandas de la población, siempre a nivel operativo y ligada a proceso de planeación regional (Madrigal, D., 4).
- ✓ Es una política de planeación que permite ordenar el territorio de acuerdo a su vocación, fortalezas y debilidades para un desarrollo sostenible, que implica la participación de todos los actores (Santana, M., 4).
- ✓ El correcto o mejor aprovechamiento de los subsistemas sociales-ecológicos junto con el territorio, a fin de mejorar las condiciones de vida de las poblaciones, evitar riesgos y utilizar racionalmente los recursos naturales (Alba, M., 4).
- ✓ Es el aprovechamiento de los recursos de un territorio atendiendo a los principios de vocación, uso adecuado y medido, esto en términos de la sustentabilidad, del aprovechamiento y no del despilfarro de los mismos y, en consecuencia deterioro de los ecosistemas en detrimento de éstos y de la población que los habita (García, G., 4).
- ✓ Conjunto de métodos para diagnosticar, analizar y elaborar políticas de gestión del territorio (Mas, J., 4).
- ✓ Una estrategia de desarrollo que permita consolidar formas de ocupación y aprovechamiento compatibles con las características del territorio, prevenir, controlar, corregir y en su caso revertir los desequilibrios que se observan en el país y, propiciar patrones de distribución de la población y de las actividades productivas consistentes con la habitabilidad y potencialidad del territorio (Puebla, L., 4).
- ✓ Instrumento para la política de estado en cuanto a la planeación del territorio que define de manera holística la actuación de la política social, económica y ambiental en el territorio (Alviar, M., 4).
- ✓ Es una técnica de conformación del ambiente de vida humana. La geomática proporciona la información para el OT. Los esfuerzos humanos están orientados a la satisfacción de las necesidades sociales, crear ambiente de vida mediante la gestión territorial (Zeromski, A., 4).
- ✓ Conjunto de técnicas y procedimientos que ayudan a realizar mejores labores de planificación de los espacios ocupados por el hombre (Cruz, H., 4).
- ✓ Es una herramienta de planeación que integra aspectos naturales, económicos, culturales y políticos, y que propone actividades o usos prioritarios, recomendables o no recomendables en determinado territorio (Ochoa, G., 4).
- ✓ Metodologías, acciones y políticas requeridas para hacer congruente el desarrollo de la sociedad con su entorno (Martínez, J., 4).
- ✓ Es una aplicación dedicada de la geomática a la planeación del desarrollo territorial en consideración del factor humano y de la conservación del entorno espacial y de los recursos naturales (Olvera, J., 4).

Conclusión: El ordenamiento territorial es una política del Estado, instrumento de planificación, técnica administrativa y estrategia de desarrollo a la vez, orientada a establecer la congruencia y consistencia del uso y ocupación del territorio de acuerdo con sus potencialidades y limitantes respecto a las expectativas y aspiraciones de la sociedad. Tiene como fin la búsqueda del equilibrio dinámico en la relación naturaleza-sociedad, basada en el conocimiento científico aplicado, para el mejoramiento del nivel de vida de la población, el manejo racional de los recursos naturales y el desarrollo sostenible. El OT debe ser entendido como un elemento consustancial respecto a la planificación y la gestión integral para el desarrollo.

CLAVE: 3

COCIENTE = 1.00

¿Considera usted que existen interrelaciones entre la geomática y el ordenamiento territorial?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

- ✓ La geomática contribuye a la producción, análisis y espacialización de la información territorial que se maneja en la valoración del territorio que se pretende ordenar (Massaris, A., 4).
- ✓ Para el conocimiento y el diseño de alternativas de uso del territorio se requiere información geográfica, misma que por su volumen necesita de métodos y tecnologías de adquisición y procesamiento propias de la geomática (Morales, L., 4).
- ✓ La geomática es un cuerpo de métodos y técnicas que se emplean en el área de OT. El OT es el problema a resolver (Lira, J., 4).
- ✓ Deberían buscarse los mismos objetivos y utilizar las mismas técnicas. El OT es un subconjunto de la geomática. Para el nivel de conocimientos en México se pueden considerar al mismo nivel, en países desarrollados como Canadá y Australia la geomática engloba al OT (Espinosa, J., 4).
- ✓ La geomática en su conjunto es un instrumento adecuado para llevar a cabo la etapa de diagnóstico, para modelizar con base en las variables territoriales y para generar prototipos en el tiempo y en el espacio (prospectiva) (Herrera, A., 4).
- ✓ El OT requiere de síntesis progresivas y diagnósticos de carácter espacial que solo pueden controlarse mediante SIG y herramientas de geomática al igual que las zonificaciones de propuestas y el planteamiento de escenarios (Madrigal, D., 4).
- ✓ La geomática permite el análisis de problemas con variables (en número mayor), además permite interrelacionar las bases de datos con el territorio, para proponer el OT adecuado y racional (Santana, M., 4).
- ✓ El principal punto de interrelación es el territorio y el estudio del entorno geográfico que es fundamental para cada una, por otra parte las metodologías y herramientas geomáticas son necesarias para analizar las distintas variables que regula el OT de manera organizada y precisa (Villanueva, M., 4).
- ✓ Si la geomática tiene entre sus principales propósitos el trabajo con información espacial y el análisis geográfico, facilita y apoya con una serie de herramientas computacionales las tareas que integran la ordenación del territorio (García, G., 4).
- ✓ La geomática brinda las herramientas necesarias al desarrollo de un plan de OT (Mas J., 4).
- ✓ Para la caracterización y diagnóstico de los sistemas territoriales, es imprescindible contar con estas herramientas informáticas para multiplicar la capacidad de análisis del investigador (Puebla, L., 4).
- ✓ Hoy en día la geomática es consecuencia del ordenamiento territorial, es decir, el OT siempre ha existido, pero la geomática es la herramienta que apoya a que el estudio racional del territorio se produzca de forma más eficiente (Vázquez, C., 4).
- ✓ La geomática sirve como herramienta para los procesos de análisis espacial y la elaboración de los planes de OT, facilitando la consulta, análisis y generación de información geográfica en un territorio dado (Alviar, M., 4).
- ✓ Las técnicas de la geomática facilitan el manejo de información abundante y compleja lo cual favorece al OT que sería uno de sus fines posibles (Chávez, A., 4).
- ✓ La geomática reúne todas las herramientas de tecnologías modernas (SIG, teledetección, GPS, etc.) a través de las cuáles se puede hacer análisis territorial u ordenamiento territorial (Miranda, R., 4).
- ✓ Si el OT necesita de información precisa y oportuna que le pueda proporcionar la geomática, a la vez, el análisis espacial que se puede hacer con la geomática es muy necesaria para el OT (Cruz, H., 4).
- ✓ Las herramientas que posee la geomática permiten realizar una serie de modelados y modelos que deben llevarnos a ordenar el territorio (Contreras, R., 4).
- ✓ La geomática es la herramienta que hace posible la integración, almacenamiento, proceso, distribución moderna de toda la información necesaria en el OT. Menciono lo de "moderna" porque aún sin computadoras, sin geomática, se podría hacer OT (Ojeda, S., 4).
- ✓ La geomática debiera ser la herramienta fundamental para el análisis de la problemática del OT y sus posibles soluciones (Limonés, E., 4).
- ✓ La geomática debe ser la forma más eficiente de llevar a cabo el OT (Padilla, J., 4).
- ✓ La geomática es fundamental para el modelamiento de los datos geográficos digitales necesarios para la creación de escenarios, la evaluación de los impactos y la determinación de acciones específicas (Martínez, J., 4).
- ✓ La geomática es un "concepto rector", el OT es una aplicación enfocada a generar propuestas que orienten la toma de decisiones, especialmente de los niveles de gobierno (Olvera, J., 4).

Conclusión: El elemento fundamental que permite afirmar la existencia de estrechas relaciones entre la geomática y el ordenamiento territorial es la naturaleza holística y sistémica de ambos cuerpos de conocimiento para el estudio y la búsqueda de soluciones a problemas complejos (multidimensionales), esencialmente sociales y territoriales; tal vez los conceptos de sistemas de planificación y gestión para el desarrollo integren mejor a los muy diversos componentes teóricos, metodológicos, técnicos, instrumentales, administrativos, políticos, etc., que inciden para la búsqueda del equilibrio dinámico naturaleza-sociedad.

CLAVE: 4

COCIENTE = 0.91

¿Usted ha aplicado o conoce casos de aplicación de la metodología geomática en México?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

- ✓ En la elaboración de los programas estatales de OT (Massiris, A., 4).
- ✓ En el Instituto de Geografía de la UNAM se aplica comúnmente la geomática en proyectos diversos en las áreas de monitoreo e impacto ambiental, así como en estudios de índole socioeconómica (Morales, L., 4).
- ✓ En el laboratorio de percepción remota del Instituto de Geofísica, en el Instituto de Geografía hay un laboratorio, en el INEGI, INE, SEMARNAT, aunque muy dirigidos y muy específicos, con un margen muy estrecho. Hay muchas universidades y centros de investigación en México. Tanto la percepción remota como el análisis de imágenes son geomática (Lira, J., 4).
- ✓ En SEMARNAT, DDF, Gobierno del Estado de Jalisco, incluso en PROFEPA (Miranda, B., 4).
- ✓ Si, existe la tecnología geomática, las herramientas aplicadas y la metodología en México, para la selección de sitios, análisis de capas de información, ponderación, etc. La metodología tradicional y moderna es la misma, buena parte de la diferencia está en la automatización (Espinosa, J., 4).
- ✓ No como metodología, sino como procedimientos prácticos a problemas concretos (Gutiérrez, A., 4).
- ✓ En proyectos a cargo de la CFE (Rivera, J., 4).
- ✓ Bancos de información geográfica a diversos niveles en el Estado de México, tesis de licenciatura y proyectos académicos de la facultad de Geografía (p. ej. SIG-WEB mexicano alemán) (Madrigal, D., 4).
- ✓ Se está intentando para la elaboración de planes de ordenamiento territorial (Santana, M., 4).
- ✓ Hemos aplicado la metodología geomática en el desarrollo de sistemas de información geográfica para usos específicos como el monitoreo de contaminantes o el ordenamiento ecológico, así como para procedimientos especializados de percepción remota y fotogrametría digital en casos individuales (Villanueva, C., 4).
- ✓ SIGET (Sistema de Información Geoestadístico para el Transporte), CentroGeo, Info Gto., (Backhoff, M., 4).
- ✓ En el análisis de los resultados de los estudios de OT que han llevado a cabo las entidades federativas y otras dependencias del ejecutivo federal (Puebla, L., 4).
- ✓ La metodología desarrollada por la Dra. Carmen Reyes G., para el diseño y desarrollo de soluciones de geomática para diferentes campos de aplicación, es genérica (Alviar, M., 4).
- ✓ En general los SIG's son aplicaciones metodológicas para responder a objetivos particulares en geomática, como por ejemplo el SIORE (Sistema de Información para el Ordenamiento Ecológico) Negrete, G., 4).
- ✓ La elaboración del Inventario Nacional Forestal hace uso de diversas disciplinas que engloba la geomática. La elaboración de los estudios de Ordenamiento Ecológico General y Regionales que realiza el Instituto Nacional de Ecología (Cuevas, G., 4).
- ✓ El Sistema Geográfico Nacional en 1992 inicia su proceso de modernización apoyándose en nuevas tecnologías. Investigaciones específicas que se desarrollan en el Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Guadalajara sobre riesgos ambientales y problemáticas urbanas (Miranda, R., 4).
- ✓ La estoy aplicado en el análisis de producción de suelo urbano en la zona metropolitana de Guadalajara y en el análisis de las dotaciones actuales y localización óptima de los equipamientos educativos de la misma área (Cruz, H., 4).
- ✓ Aunque son casos de "geomática con limitantes": el de la administración municipal en León, Gto., el COPLADEMUN en Ciudad Juárez, el del gobierno del Estado de Jalisco por medio del Instituto de Integración Territorial, en algunos otros municipios que la utilizan para la gestión de servicios como Ciudad Guzmán, Tonalá y Chapala Ochoa, G., 4).
- ✓ Aunque sé de pocos casos concretos como SICORI, entiendo que en muchas compañías y universidades e institutos se realizan estas tareas. En INEGI se realizan algunas actividades relacionadas con la geomática, como la captura, procesamiento y difusión de datos geoespaciales principalmente (Padilla, J., 4).
- ✓ No estoy de acuerdo en principio que se hable de "metodología geomática, pero pensando en la explotación de datos geoespaciales he conocido innumerables casos de aplicación (Martínez, J., 4).
- ✓ Trabajos serios?, algunos de INEGI: la mariposa Monarca (trabajado con el Colegio de México); el caso para el Estado de Puebla, asistido por el consorcio francés ORSTOM; el caso del Estado de Colima, desarrollado por la Dirección Regional Occidente del INEGI. (Olvera, J., 4).

Conclusión: Como se observa, la gran mayoría de los entrevistados manifiesta haber aplicado o conocer casos de aplicación de la geomática, pero bajo otras denominaciones, ya sea porque se utilizan algunos de los métodos, técnicas o herramientas (que aquí se suponen integradas por la geomática) en proyectos también específicos, relacionados con procesos, problemas y ámbitos territoriales de mayor o menor extensión y complejidad. Inclusive, los proyectos o sistemas referidos como geomáticos frecuentemente son parciales, fragmentados y con objetivos muy específicos o limitados.

CLAVE: 5

COCIENTE = 0.82

¿Usted ha aplicado o conoce casos de aplicación de la metodología de ordenamiento territorial en México?

CONCEPTOS

Valores: 3 (predominantemente) 4 (totalmente)

- ✓ Los programas estatales de ordenamiento territorial (Massiris, A., 4).
- ✓ En la elaboración del diagnóstico de ordenamiento territorial del Estado de Oaxaca (Morales, L., 4).
- ✓ Ordenamiento ecológico del INE, PROFEPA supervisa sus proyectos, SEDUVI y gobiernos estatales (Miranda, B., 4).
- ✓ Desde principios de los 80s, SEDUE con los planes de desarrollo (OT) municipales, con base en la vocación del territorio, variables socioeconómicas, objetivos políticos, planes de desarrollo municipal. Cabe precisar que, hay OT desde los aztecas. (Espinosa, J., 4).
- ✓ La Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México realizó el Plan de Ordenamiento Ecológico (Herrera, A., 4; Santana, M., 4).
- ✓ Ordenamiento Ecológico del Estado de México (con base en los SIG pero mal aplicado), ordenamiento del municipio de Tenango y otro del municipio de Tenancingo igualmente con base en SIG (Madrigal, D., 4).
- ✓ CONAPO, INEGI, SEMARNAT, SEDESOL, INDESOL han estado elaborando los planes de desarrollo en México y han aplicado metodologías de la geomática para el ordenamiento territorial (Morales, C., 4).
- ✓ Ordenamiento territorial-ordenamiento ecológico con base en las leyes de asentamientos humanos y leyes ambientales. En Querétaro se integran ambas vertientes (Eternod, A., 4).
- ✓ Ordenamiento territorial de Michoacán y Oaxaca (Mas, J., 4).
- ✓ Estudios de programación detallada en distintos niveles educativos (educación básica, media, media superior, superior) (Vázquez, C., 4).
- ✓ En el INE, sin embargo tengo muchas reservas, ya que considero que muchos han sido "de papel", porque no han contemplado el consenso de la población y menos una coordinación interinstitucional y educación ambiental al respecto (García, J., 4).
- ✓ La metodología colombiana se ha adaptado para la elaboración de planes a nivel estatal y municipal en México, (Alviar, M., 4).
- ✓ Ordenamiento de los estados de Jalisco, Guanajuato y Colima (Chávez, A., 4).
- ✓ Proyecto de OT de la región III de Guanajuato. Ordenamiento ecológico de Jalisco, el cual no fue territorial, pero es una buena entrada; ya que el OT es más vasta su función integradora de los ecosistemas y es geoespacial (Zeromski, A., 4).
- ✓ La propuesta por la SEDESOL, SEMARNAT, INEGI, pero no sé exactamente en donde se ha aplicado. Existe otra metodología que siguió el Estado de Jalisco por medio de la Universidad de Guadalajara (Ochoa, G., 4).
- ✓ Puebla y Colima. En 2001 el Dr. Jarque indicó desarrollar el OT para todos los estados por parte del INEGI (Chavarría, M., 4).
- ✓ Conozco los casos del ordenamiento territorial de Colima, Guanajuato, Tlaxcala, etc., (Martínez, J., 4).
- ✓ No conozco una metodología común, excepto la que ha diseñado el INEGI. Los casos señalados en mi respuesta (4) han seguido un modelo semejante (Olvera, J., 4).

Conclusión: El ordenamiento territorial es un fenómeno muy reciente en México, y en su forma actual se denomina Plan Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (2001-2006), cuya introducción ha derivado del Plan Nacional de Desarrollo, lo cual es positivo ya que implica un respaldo jurídico y un mayor nivel de integración de las acciones, pero tiene también un lado negativo, -reiteradamente comprobado en la historia reciente del país- puesto que los grandes proyectos oficiales han sido garantía de pobres resultados. Asimismo, obedece en gran medida a una grave carencia histórica de la planeación en este país.

Los entrevistados manifiestan en general que el OT como alternativa metodológica es excelente, sobre todo por su capacidad para abordar los complejos problemas territoriales y citan algunos ejemplos -que aún no han madurado-; pero varios de ellos se muestran desconfiados, sobre todo por las formas que adquiere la cultura de trabajo y el desconocimiento sobre los fundamentos de la geografía "cultura geográfica", así como el destino de la información geográfica en manos de los políticos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2.1. Evaluación de resultados de las entrevistas

El hecho de que el guión de la entrevista haya sido diseñado para aportar a la vez definiciones y puntos de vista por parte de los entrevistados, así como un valor numérico referido al nivel de concordancia de las respuestas, respecto al contenido de cada pregunta, permite tabular los resultados y medir la correspondencia entre los supuestos del autor con respecto a la percepción y concepción sobre el tema, de cada entrevistado y del conjunto, y por otra parte analizar cualitativamente tales contenidos y otros aspectos conceptuales asociados. A continuación se efectúa el análisis general de los contenidos de acuerdo a cada variable:

VARIABLE 1 (pregunta 9); cociente = 0.77

Cuerpo de conocimiento: Efectivamente, la geomática es un cuerpo de conocimiento, aunque en proceso de evolución e integración a partir de métodos, técnicas e instrumentos provenientes de la convergencia tecnológica de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática, en conjunción con los contenidos teóricos y metodológicos de las ciencias de la Tierra. En sí misma no es una disciplina científica ni un método, es hasta ahora un concepto integrador y una tendencia globalizadora en la evolución reciente de la ciencia, contraria a la progresiva especialización producida durante varios siglos. Por otra parte, su conceptualización, caracterización y evaluación comparativa, debe ser enfocada con respecto al contexto de cada país y organización.

VARIABLE 2. (preguntas 8, 13 y 17); cociente = 0.92

Integración sistémica de métodos y tecnologías: Dicha integración sistémica hasta ahora es tecnológica y operativa, lo cual es indispensable para su funcionamiento, pero a nivel teórico y metodológico se encuentra escasamente desarrollada, sus ventajas son hasta ahora generales, es decir, para problemas integrales, ya que, para cada tipo de problema e investigación deben existir aspectos teóricos y metodológicos específicos de cada disciplina; lo anterior es mucho más significativo y decisivo que el manejo técnico de las herramientas. Un sistema de tales características debe ser planificado y gestionado por gente altamente capacitada. La posibilidad de diseñar y operar un sistema geomático realmente integrado depende del contexto de cada país. Todos los factores que intervienen en el diseño, la instrumentación y operación (como el análisis previo del sistema, diseño conceptual, análisis espacial, cartográfico y estadístico, las cuestiones tecnológicas y presupuestales, etc.) deben ser igualmente importantes e interdependientes. En México hay una tendencia a sobrevalorar los últimos dos factores.

VARIABLE 3. (preguntas 7, 10 y 18); cociente = 0.85

Eficiente procesamiento de la información georreferenciada: La geomática permite el eficiente procesamiento de la información georreferenciada, en relación a las grandes áreas del conocimiento (como la ecológica, la ciencia ambiental, la biofísica, el entorno social, la dinámica económica, la planificación para el desarrollo, el catastro, el análisis de riesgos y desastres, etc.). Por lo tanto, para su manejo (levantamiento, procesamiento, análisis, síntesis y presentación), requiere -entre otras herramientas metodológicas especializadas-, de la aplicación del método geográfico y de las técnicas de análisis espacial informatizado, sin excluir la debida valoración de los métodos y técnicas analógicos (como los levantamientos topográficos, la fotogrametría y la cartografía, los muestreos de campo, los censos y encuestas, etc.). No obstante que hay ahora un gran desarrollo tecnológico, en cuanto a equipos, programas y estructuras de datos, destacan necesidades altamente prioritarias, como la planificación del sistema, un sólido programa de investigación y desarrollo, la calidad de los datos e información, el conocimiento y la metodología aplicados, así como el factor humano y organizacional, en cuanto a la conciencia y la voluntad

participativa. Otro aspecto de gran relevancia se refiere al marco jurídico, la visión prospectiva y las decisiones políticas. En nuestro contexto, todos estos factores tienden a afectar negativamente (en mayor o menor medida) a la eficiencia en el manejo de la información.

En principio un sistema geomático sí debería ser totalmente independiente (aunque esto es lo ideal), debiendo anteponer la atención de las necesidades priorizadas de cada proyecto ante la variabilidad de versiones de los programas y modelos de los equipos. En la realidad (de nuestro país) se tiene que optar por una plataforma tecnológica, afortunadamente hoy las organizaciones que se dedican a la geomática cuentan con bastantes opciones para escoger los recursos más adecuados a sus necesidades. Ante esta situación hay que planear estratégica y prospectivamente el desarrollo del sistema, planteando escenarios alternos; sobre todo, cuando su magnitud abarca los problemas de todo el territorio nacional. Se insiste en que el factor humano es esencial, ya que los sistemas de planificación y gestión del territorio (incluyendo al sistema geomático) siempre deben ser diseñados por y para el hombre.

Variable 4. (preguntas 14, 15 y 16); cociente = 0.84

Alternativa metodológica y tecnológica viable y necesaria: La geomática actualmente constituye la alternativa tecnológica más eficiente para los fines señalados, aunque no es la única, ya que otras opciones complementarias tienen un gran valor, para esto, la práctica integrada de la geomática con el ordenamiento territorial debe basarse ineludiblemente en el método científico y sus métodos generales, así como en los métodos y técnicas específicas de las disciplinas enfocadas hacia los procesos y los problemas territoriales.

Por otra parte, la geomática no constituye una alternativa metodológica hasta ahora, ya sea, precisamente, por la falta de un cuerpo teórico propio y consolidado, o bien, porque no ha sido lo suficientemente difundida en las organizaciones de nuestro país para su desarrollo. Sobre todo para el estudio del territorio es una excelente opción, pero en la práctica, los resultados que genera están sujetos a decisiones personales y de grupo, altamente vinculados a la política. En cuanto a los atributos básicos de la información, son de una importancia fundamental, ya que sin información con la calidad y en la cantidad necesarias para cada problema, un proyecto de planificación y de ordenamiento territorial puede fracasar; la información es, al menos tan importante como el resto de los componentes organizacionales (humanos, técnicos, metodológicos, económicos, etc.) para el funcionamiento óptimo de un sistema de tal naturaleza.

Variable 5. (preguntas 6, 11 y 12); cociente = 0.91

Optimización de resultados del proceso de ordenamiento territorial: Definitivamente la geomática sí posibilita en gran medida dicha optimización, porque un proceso de planificación con tales atributos (sistemático, articulador, estratégico, prospectivo, participativo y democrático) reúne los mejores fundamentos resultantes de la experiencia humana para vivir en armonía con la naturaleza. Ayuda a articular los puntos de vista y las acciones de los agentes decisorios de la sociedad, tradicionalmente dominados por una visión "economicista" y desvinculados e ignorantes de la problemática del territorio; además, esta situación constituye una carencia histórica de la planeación en México y en el contexto de los países subdesarrollados. Hasta ahora, el uso y ocupación del territorio, en sus diferentes niveles: regional, estatal y municipal se ha manejado de manera desarticulada y carente de visión territorial. Asimismo, todas las disciplinas que implica con sus métodos y técnicas deben estar al servicio de la planificación y la gestión del territorio nacional. No olvidar que éste proceso es esencialmente de aprendizaje, y hasta ahora hemos demostrado no haber aprehendido gran cosa sobre nuestros errores.

Preguntas generales, referidas a todo el proyecto (1, 2, 3, 4 y 5); cociente = 0.94

Los entrevistados perciben en general que:

La geomática no es un cuerpo de conocimiento consolidado, ya que se encuentra en proceso de evolución e integración. Posee muy importantes atributos derivados de la acelerada convergencia tecnológica de finales del siglo XX y la conjunción del vasto cúmulo de conocimiento desarrollado por las disciplinas denominadas "ciencias de la Tierra". La geomática debe estar integrada con las políticas, métodos y técnicas de la planificación y el ordenamiento territorial, de otra manera conduce necesariamente a la solución parcial de problemas, con más o menos fortuna (eficacia y eficiencia). La mayor virtud de la geomática radica en su visión integradora. Se observa que en México, los problemas con mayor nivel de generalidad, están fuertemente influenciados por los factores políticos y económicos, pero la geomática y el ordenamiento territorial pueden integrarse en un excelente alternativa de desarrollo, con la necesaria participación de la ciencia, la academia, la ciudadanía, los gobernantes, etc., no obstante, existe desconocimiento y una fuerte desvinculación sobre estos temas fundamentales.

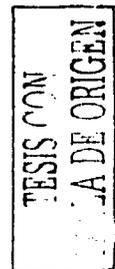
Por otra parte, la entrevista-cuestionario se dividió en 18 preguntas que conforman dos grupos: el primero, relacionado con las variables señaladas (13 preguntas), y el segundo, integrado por preguntas de carácter general, relacionadas con el conocimiento y la experiencia de cada entrevistado sobre los temas básicos. Se aplicó a 44 personas de acuerdo a los requisitos arriba señalados, y se tienen los siguientes resultados:

Para obtener los cocientes se dividió el total del puntaje de los 44 entrevistados entre el total global para cada pregunta y cada variable, es decir que, en caso de estar totalmente de acuerdo con cada afirmación se sumarían 176 puntos (44 x 4). El grado de concordancia de cada respuesta con cada afirmación fue tipificada con los valores de 0 (nada), 1 (poco), 2 (más o menos), 3 (predominantemente), y 4 (totalmente). A continuación se agrupan las variables, las preguntas, así como los cocientes resultantes:

N°	Variable (v)	Pregunta (p)	Cociente	Cociente
			unitario	por variable
1	1	9	0.77	0.77
2	2	8	0.95	
3	2	13	0.90	0.92
4	2	17	0.91	
5	3	7	0.96	0.85
6	3	10	0.86	
7	3	18	0.74	0.84
8	4	14	0.87	
9	4	15	0.76	0.91
10	4	16	0.89	
11	5	6	0.94	0.94
12	5	11	0.83	
13	5	12	0.95	0.94
14	---	1	1.00	
15	---	2	0.98	0.94
16	---	3	1.00	
17	---	4	0.91	0.94
18	---	5	0.82	
			Total global = 0.89	

Tabla 5.2. Concentrado de resultados de la evaluación de entrevistas.

Finalmente, en el Anexo D, se incluye el desglose de esta tabla por pregunta y por persona.



CONCLUSIONES.

Para poder abordar la misión monumental de administrar adecuadamente un territorio nacional en toda su complejidad, parece no existir otra alternativa que tratar de integrar todo el conocimiento, la experiencia y los mejores recursos humanos y materiales que permitan tomar decisiones realmente razonables, sistemáticas, ponderadas y efectivas, es decir, planificadas, si se pretende aspirar a un futuro mejor.

En cuanto al conocimiento, se concluye que, desde el punto de vista de la geografía, es indispensable estudiar el territorio en todas sus dimensiones conceptuales y metodológicas significativas, aquí se ha alcanzado a explicar brevemente la importancia fundamental de estudiar tal objeto profundizando analíticamente, en paralelo con la necesaria visión integral sintética, con base en el esfuerzo cognitivo de la abstracción espacial, dado que la geografía constituye una disciplina desarrollada siempre en torno a los conceptos de espacio y territorio.

Pero, la geografía debe trascender a sus límites tradicionales, relacionados con la localización, descripción, caracterización y tipificación del espacio geográfico y las unidades territoriales con fines de planificación y gestión. Más allá del estudio del espacio, se deben buscar las leyes que rigen su comportamiento conjugado con el tiempo, así como las transferencias de materia y energía que implica la naturaleza dinámica y evolutiva de los procesos naturales y sociales. Las operaciones cognitivas básicas (de análisis, síntesis, inferencia, analogías, inducción, deducción, etc.), consagradas por la experiencia científica, orientadas al estudio, la planificación y la gestión del territorio deben ser sistemáticamente manejadas, y se constituyen realmente en verdaderos instrumentos para la generación de mapas metodológicos y conceptuales, necesariamente complementarios con los mapas cartográficos.

Asimismo, la geografía no va a resolver todos los problemas esencialmente territoriales, por supuesto que, debe interactuar dialécticamente con otras disciplinas afines, tales como la geodesia, la topografía, la percepción remota, la estadística, la informática, la economía, la sociología, etc., que son de igual importancia para el levantamiento, la estructuración de la información y su procesamiento informatizado, la formalización matemática, así como la representación diagramática y cartográfica de la información geográfica.

En cuanto al ordenamiento territorial, constituye un recurso de naturaleza multidimensional, de enorme valor para los fines de la planificación y la gestión, orientada al desarrollo de un país, cuya visión esencialmente holística y sistémica permite una aproximación integral para el estudio y la búsqueda de soluciones a los problemas directamente relacionados con su base territorial.

Por supuesto que constituye una magna tarea la superación del subdesarrollo y el hecho de enfrentar la misión del desarrollo sostenible, ya que existen importantes condicionantes previas a resolver, de tipo contextual (históricas, políticas, económicas, sociales, etc.) en que se inscribe cada nación -a veces con una prolongada secuencia de fracasos en sus esfuerzos de planeación- estrechamente vinculadas con las secuelas producto del atraso como un fenómeno histórico, derivado de las condiciones de desarrollo e intercambio desigual. A esto hay que agregar los errores de concepción y acción ante tales problemas, muy relacionados con el desconocimiento, la falta de visión estratégica y prospectiva, así como las prácticas tradicionales de corrupción y engaño a la población, en resumen "la cultura de la ignorancia".

En México, es unánime la concepción que se percibe entre la gente dedicada a asuntos relacionados con el tema -dentro de los alcances de este trabajo-, respecto a las grandes ventajas del ordenamiento territorial como política de Estado, como instrumento de planificación y como técnica administrativa, pero no parece viable superar los grandes desequilibrios y las desigualdades que se propone, dadas las condiciones actuales englobadas en las crisis económicas recurrentes, producto de la dependencia económica y tecnológica -incluso científica-, las diferencias abismales en cuanto al nivel de vida de la población, la creciente degradación del ambiente y la devastación de los recursos naturales, la marginación y la vulnerabilidad ante la presencia de los fenómenos naturales potencialmente riesgosos, teniendo que enfrentar una situación francamente caótica.

Un elemento de la mayor importancia lo constituye lo que podría llamarse filosofía o cultura de vida y de trabajo, ya que en naciones donde se ha logrado superar los problemas de intereses personales y de grupo, ante la apremiante atención de los problemas socialmente prioritarios -entre otros factores-, han podido realizarse los objetivos y las metas planteadas en sus esfuerzos de planificación, enmarcadas en un sólido cuerpo de leyes, reglamentos y teorías; lo cual en México, considero que está muy lejos de alcanzarse, al menos en el corto plazo. Tal como se ha señalado, tanto el diseño como la aplicación de métodos, técnicas e instrumentos para atender los problemas resultantes de las interacciones de la sociedad con el territorio son generados por el hombre y para el hombre; entonces, sus principios y finalidades han de ser concebidos y aplicados esencialmente con fines de bienestar social.

Problemas tan elementales como éstos permean libremente en todos los ámbitos de la vida nacional, en lo que se refiere a nuestra actitud como ciudadanos, como miembros de grupos de trabajo y como colectividad nacional, y han de ser superados ya que, si no es posible poner en orden nuestras ideas y nuestras acciones, ¿cómo podremos ordenar el territorio y sus recursos, así como la vida social en toda su complejidad?

Resulta indispensable desarrollar sobre la marcha una escuela propia de planificación y ordenamiento territorial que, evalúe crítica y racionalmente los conocimientos y las experiencias de otras sociedades, rescatando a la vez, lo que haya de positivo en nuestra propia experiencia, y derive necesariamente hacia una postura objetiva y constructiva ante nuestra propia realidad y sus problemas.

Los elementos fundamentales de las organizaciones vinculadas con los problemas sociales y territoriales como son los sistemas de gestión, las infraestructuras y los equipamientos, la información, los métodos, las técnicas y la gente deben funcionar en base a un sistema de principios, métodos y estrategias que puedan asegurar tanto la cooperación consciente, activa y honesta, como la independencia de pensamiento y de estilos de trabajo, sin perder de vista las prioridades, más allá de las diferencias de idiosincrasia, preferencias y actitudes personales.

Entonces, las condiciones de miseria en que vive la mayoría de la gente, el nivel de degradación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales, así como los desequilibrios territoriales y sectoriales en países como México, son síntomas estrechamente relacionados con unas condiciones generales de intercambio y desarrollo desigual, agudizados por la dependencia económica y tecnológica, así como por la deficiente gestión interna del territorio y de la vida económica y social. Esto es muy importante porque introduce la imprescindible dimensión conceptual de la historia, la geopolítica y la geoestrategia para el estudio realmente integral de los problemas de un país, como elementos fundamentales de análisis para la planificación y el ordenamiento territorial. Ahora bien, teniendo en cuenta el contexto de la globalización económica actual, cabría preguntarse ¿ordenamiento territorial para que, o para quién?, para la búsqueda de soluciones a los problemas territoriales, ambientales, económicos y sociales internos, o bien, para adaptar las estructuras y el funcionamiento del territorio, sus recursos y la población misma, a la

penetración y expansión de las inversiones extranjeras bajo este nuevo esquema global (neoimperialista).

Por su parte, la geomática como sistema integrador de métodos, técnicas y herramientas que permiten el manejo eficiente de la información geográfica, constituye una excelente alternativa -aunque no la única-, que debe utilizarse conjuntamente con otros métodos y técnicas especializados, que inciden en el estudio de fenómenos vinculados con los problemas territoriales. Efectivamente, es una alternativa tecnológica -no metodológica, hasta ahora-, donde convergen las modernas herramientas para el procesamiento de dicha información, aunque se encuentra en proceso de maduración, ya que si el resto de los componentes de las organizaciones funcionan mal, es muy probable que no conduzca a los resultados que se esperan, es decir, que necesaria y obligadamente debe integrarse sistemáticamente en un proceso permanente de planificación, ordenamiento y gestión del territorio.

Finalmente, con referencia a la hipótesis de este trabajo se puede afirmar que, tanto la geomática como el ordenamiento territorial aplicados de manera integrada, constituyen un conjunto de conocimientos (a la vez que recursos de enorme valor, en un franco proceso de integración), que pueden propiciar una aproximación tan profunda y efectiva como las condiciones generales de vida de la población y la conciencia de sus potencialidades orientadas a la acción, así como la solidez y el rigor con que se diseñen, instrumenten, evalúen y controlen los proyectos nacionales lo permitan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aronoff, Stan. Geographic Information Systems. WDL Publications; Canadá, 1993.
- Arrufat, Enrique. Introducción al estudio del sistema de posicionamiento global (GPS). Universidad Politécnica de Valencia. España, 1995.
- Bailly, Antoine y Beguin, Hubert. Introducción a la geografía humana. Masson; España, 1992.
- Bannister, Arthur, *et al.* Técnicas modernas en topografía. Alfaomega; México, 2001.
- Bassols, Ángel. Geografía socioeconómica de México. Trillas; México, 2002.
- Beaulieu, Denis. Geomatics in Canada. Documento de referencia preparado para el diplomado en sistemas de información geográfica, FFyL, UNAM; México, 1993.
- Bertalanffy, Ludwig. Teoría general de sistemas. Fondo de Cultura Económica; México, 1976.
- Bosque, Joaquín, *et al.* Aplicaciones de la informática a la geografía y ciencias sociales. Síntesis; España, 1988.
- Bosque, Joaquín, *et al.* Sistemas de información geográfica. Addison Wesley Iberoamericana-RaMa; España, 1994.
- Brown, E.H. Geografía, pasado y futuro. Fondo de Cultura Económica; México, 1985.
- Brunet, Roger y Dollfus, Olivier. Mondes Nouveaux. Hachette y Reclus; Francia, 1991.
- Burrough, Peter y Mc Donnell, Rachael. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press. USA, 1998.
- Buller, Joseph. Geografía económica. LIMUSA; México, 1986.
- Buzai, Gustavo. La exploración geodigital. Lugar editorial; Argentina, 2000.
- Cáceres, René. Estrategia, planificación y control. Fondo de cultura económica; México, 1991.
- Cebrián, Juan Antonio. Información geográfica y sistemas de información geográfica. Universidad de Cantabria; España, 1992.
- Ceceña, José Luis. La planificación económica nacional en los países atrasados de orientación capitalista (El caso de México). Universidad Nacional Autónoma de México; México, 1982.
- CEMAT (Conferencia de Ministros Responsables de la Ordenación del Territorio). Carta Europea de la Ordenación del Territorio. España, 1983.
- Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Coord. Yves Guermond. Atlas de France, Territoire et aménagement. Francia, 2001.
- Claval, Paul. La nueva geografía. Oikos-tau; España, 1979.
- Chadwick, G.F. Una visión sistémica del planeamiento. Gustavo Gili. España, 1973.
- Chorley, Richard. Nuevas tendencias en geografía. Instituto de Estudios de Administración Local; Madrid, España, 1975.

- Christopherson, Robert. Geosystems. Prentice Hall; USA, 2002.
- Chuvieco, Emilio. Fundamentos de teledetección especial. Rialp. España, 1996.
- Chuvieco, Emilio. Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio. Ariel Ciencia. España, 2002.
- Davies, P.C.W. El espacio y el tiempo en el universo contemporáneo. Consejo Nacional de ciencia y Tecnología/Fondo de Cultura Económica; México, 1982.
- De Gortari, Eli. Dialéctica de la física. Océano; México, 1986.
- Del Peón Álvarez, Lorenzo. Geopolítica y geoestrategia. Ateneo; México, 1986.
- De Mers, Michael. Fundamentals of Geographic Information Systems. John Wiley Sons. EUA, 1997.
- De Miguel, Adoración y Piattini, Mario. Concepción y diseño de bases de datos. Addison Wesley Iberoamericana-RaMa; España, 1993.
- Díez, José A. Introducción a la percepción remota. Universidad Autónoma del Estado de México. México, 1993.
- Dollfus, Olivier. El espacio geográfico. Oikos-tau; España, 1976.
- Dollfus, Olivier. El análisis geográfico. Oikos-tau; España, 1978.
- Ebdon, David. Estadística para geógrafos. Oikos-Tau; España, 1982.
- Enkerlin, Ernesto, *et al.* Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. International Thompson Editores. México, 1997.
- FAO (Food Agriculture Organization). Planificación del aprovechamiento de la tierra. Roma, Italia, 1994.
- Fuentes, Arturo. El pensamiento sistémico, caracterización y principales corrientes. Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 1991(a).
- Fuentes, Arturo. El problema general de la planeación. Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 1991(b).
- Gabiña, Juanjo. Prospectiva y planificación territorial, hacia un proyecto de futuro. Alfaomega-marcombo. España, 1999.
- Gámir, *et al.* Prácticas de análisis espacial. Oikos-Tau; España, 1995.
- GDTA (Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale. Iniciación a la Teledetección y al Procesamiento de Imágenes. México, s.f.
- Gibson, Paul. Introductory Remote Sensing, Principles and Concepts. Routledge; UK, 2000.
- Gioja, Rolando. Planeamiento territorial y ciencias sociales. Ateneo, Argentina, 1979.
- Goldfeder y Aguilar Planificación y administración. Trillas; México, 1998.
- Gómez, Josefina, *et al.* El pensamiento geográfico. Alianza editorial; España, 1982.
- Gutiérrez, Javier y Gould Michael. SIG: Sistemas de Información Geográfica. Síntesis. España, 1994.
- Harvey, David. Teorías, leyes y modelos en geografía. Alianza Editorial; España, 1983.

- Hildenbrand, Andreas. Política de ordenación del territorio en Europa. Universidad de Sevilla-Consejería de obras públicas y transportes, junta de Andalucía. España, 1996.
- IGAC (Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"). Guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial municipal. Linotipia Bolívar; Colombia, 1997.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Manual de geodesia, topografía y cartografía. México, 1993.
- INEGI. La Nueva Red Geodésica Nacional. México, 1994.
- INEGI. Información geográfica hacia el tercer milenio. INEGI; México, 2000.
- INEGI. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. INEGI; México, 2003.
- Jackson, J. N. La información y la planificación territorial y urbana. Labor. España, 1973.
- Jensen, John R. Remote Sensing of the Environment. Prentice Hall Series in Geographic Information Science; USA, 2000.
- Joly, Fernand. La cartografía. Ariel; España, 1979.
- Kavanagh, Barry. Geomatics. Prentice Hall. USA, 2003.
- Kellerman, Aharon. Telecommunications and geography. Belhaven Press. UK, 1993.
- Kline, Morris. Matemáticas para los estudiantes de humanidades. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología/Fondo de Cultura Económica; México, 1992.
- Kostrowicki, Jersy. Un concepto clave: organización espacial. Instituto de Geografía, UNAM; México, 1986.
- Kuhlmann Federico, *et al.* Comunicaciones: pasado y futuros. Secretaría de Comunicaciones y Transportes/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, 1989.
- Kuhlmann Federico y Alonso, Antonio. Información y Telecomunicaciones. SEP-CFE-CONACyT; México, 1996.
- Laurini, Robert y Thompson Derek. Fundamentals of Spatial Information Systems. Academic Press. EUA, 1992.
- Lillesand, Thomas y Kiefer, Ralph. Remote sensing and image interpretation. John Wiley y Sons, Inc. USA, 2000.
- Lira, Jorge. La percepción remota, nuestros ojos desde el espacio. SEP-FCE-CONACyT. México, 1997.
- Longley, Paul, *et al.* Geographic Information Systems and Science. John Wiley y Sons, Ltd. England, 2001.
- Lorenzo, Ramón. Cartografía, urbanismo y desarrollo...Inversiones editoriales Dossat, 2000; España, 2001.
- Margalef, Ramón. Ecología. Omega; España, 1982.
- Masser, Ian. Governments and Geographic Information. Taylor y Francis Group, UK, 1998.
- Massiris, Ángel. Marco de referencia metodológico. En: Guía conceptual y metodológica para el diagnóstico integrado del sistema territorial. Instituto de geografía, UNAM; México, 2002.
- Mateo Rodríguez, José M. La geografía como sistema de ciencias en la interacción naturaleza-sociedad. En: Geografía para el Tercer Milenio. Instituto de Geografía, UNAM; México, 2001.

- Mc Loughlin, Brian. Planificación urbana y regional. Un enfoque de sistemas. Instituto de Estudios de Administración Local. España, 1971.
- Meliujin, S. *et al.* Problemas filosóficos de la física contemporánea. Grijalbo; México, 1969.
- Méndez, Ricardo. Geografía económica. La lógica espacial del capitalismo global. Ariel; España, 1997.
- Núñez del Prado, Arturo. Estadística básica para planificación. Siglo XXI; México, 1992.
- Odum, Eugene. Ecología. Interamericana. México, 1972.
- Organización de las Naciones Unidas (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). Informe sobre desarrollo humano, 1999; Ediciones Mundi-Prensa, 1999.
- Polése, Mario. Economía urbana y regional. Editorial tecnológica de Costa Rica; Costa Rica, 1998.
- Pujadas, Romá y Font, Jaume. Ordenación y planificación territorial. Síntesis, España, 1998.
- Riábchikov, A. M. Estructura y dinámica de la esfera geográfica. MIR; URSS, 1976.
- Robinson, A., Sale, R., Morrison, J., Muehrcke, P. Elementos de cartografía; Omega; España, 1987.
- Russell, Bertrand. ABC de la relatividad. Ariel; España, 1970.
- Russell, Bertrand. La perspectiva científica. Ariel; España, 1969.
- Sánchez, Joan Eugeni. Espacio, economía y sociedad. Siglo XXI; España, 1991.
- Scanvic Jean-Yves. Teledetección aplicada. Paraninfo. España, 1989.
- Secchi, Bernardo. Análisis de las estructuras territoriales. Gustavo Gill; España, 1968.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social), *et al.* Programa interinstitucional de ordenamiento territorial sustentable. México, 2000a.
- SEDESOL, *et al.* Características generales de la metodología e insumos para los estudios de ordenamiento territorial. México, 2000b.
- SEDESOL *et al.* Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, 2001-2006. México, 2001.
- SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología). Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. México, 1988-1989.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). El Ordenamiento Ecológico del Territorio. México, 2000.
- Stallings, William. Comunicaciones y Redes de Computadoras. Pearson educación; España, 2000.
- Steiner, George. Planeación estratégica. Compañía Editorial Continental, S.A.; México, 1983.
- Strahler, Arthur. Geografía Física. Omega, España, 1984.
- St-Pierre Armand y Stéphanos William. Redes locales e internet. Introducción a la comunicación de datos. Trillas; México, 1997.

UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) Semana del INEGI en la UNAM; Una cátedra de información. México, 2001.

Wilson, A. G. Geografía y planeamiento urbano y regional. Oikos-Tau; España, 1980.

Wolf, Paul y Brinker, Russell. Topografía. Alfaomega; México, 1997.

Zárate, Guillermo., Infante, Said. Métodos estadísticos (un enfoque interdisciplinario). Trillas, México, 1990.

REFERENCIAS HEMEROGRÁFICAS

Ávila, Héctor. Las experiencias de planificación regional y la crisis de la ordenación del territorio en América Latina. En: Segundo Congreso Internacional de Ordenación del Territorio. España, 1991.

Barrera, Rosier. Reflexiones epistemológicas sobre geografía. En: Serie varia, No. 17, Instituto de Geografía; UNAM, 1998.

Cabrales, Luis F. "La aplicación de los sistemas de información geográfica al ordenamiento territorial". Revista INEGI; México, 1998.

CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional)/Secretaría de la presidencia. La información de CETENAL en la planeación del desarrollo del país. México, 1975.

CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional)/Secretaría de la presidencia. s/n; México, 1976.

DETENAL (Dirección de Estudios del Territorio Nacional). Sistema Nacional de Información, Sistema de información geográfico; México, 1979.

Gagnon Pierre y Coleman David. Geomatics: An integrated, systemic approach to meet the needs for spatial information. CISM/ACSG (Association Canadienne des Sciences Géomatiques) journal. Vol. 44, No. 4. Canadá, 1990.

García, Ana y Morales, Josefina. Crisis y procesos territoriales. En: Problemas del Desarrollo, No. 82. Revista Latinoamericana de economía. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. México, 1990.

Massiris, Ángel. Experiencias internacionales y desarrollos conceptuales y legales realizados en Colombia. En: Perspectiva geográfica No. 4. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia; Colombia, 1999.

Massiris, Ángel. Ordenamiento territorial en América Latina. Revista Geocrítica. España, 2002 (borrador proporcionado por el autor).

Roccatagliata Juan. Orientaciones globales para la formulación de una estrategia de ordenación territorial. Anales de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid, No. 15. España, 1995.

Santos, Milton. Espacio y método. En: revista Geocrítica, Universidad de Barcelona, No. 65; España, 1986.

Tihay, Jean P. "Sensores remotos, la utilización de datos de satélites, problemas de técnicas o de métodos", en: Academia Mexicana de Ingeniería, Ciclo de Conferencias Magistrales. CONACYT, México, 1994.

Tihay, Jean P. Percepción remota. Revista Interface, No. 50. Centro Científico y Técnico, Embajada de Francia en México, 1995.

Université Laval, Faculté de Foresterie et de Géomatique/Centre de Recherche en Géomatique, Canadá, 1998.

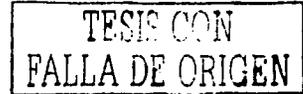
Anexo A

Información relevante en internet sobre geomática y ordenamiento territorial

A continuación se incluyen algunas definiciones de Instituciones destacadas, la relación de países Latinoamericanos con los que el Centro de Investigación en Geomática de Canadá mantiene relaciones, así como, algunos eventos recientes sobre el tema.

1. Definiciones:

Fuente: (www.cartesia.org.es)



Geomática: en algunos lugares del mundo se denomina Geoinformática, es un término científico moderno que resulta de la unión de Ciencias de la Tierra y la Informática para expresar una integración sistémica de técnicas y metodologías de adquisición, almacenamiento, procesamiento, análisis, presentación y distribución de información geográficamente referenciada.

En el mundo pueden encontrarse múltiples definiciones o interpretaciones de la nueva disciplina en desarrollo. Entre ellas cabe destacar las siguientes:

"Arte, ciencia y tecnologías relacionadas al manejo de información geográficamente referenciada" (Universidad de New Brunswick, Canadá. 2001).

"Geomática se preocupa de las mediciones, análisis, manejo, extracción y despliegue gráfico de datos espaciales relacionados con las características físicas de la Tierra" (Universidad de Melbourne, Australia. 2000).

"Geomática es un campo de actividades que, usando una aproximación sistémica, integra todos los medios para adquirir y manejar datos espaciales requeridos como parte de actividades científicas, administrativas, legales y técnicas que se preocupan de la producción y manejo de información espacial (Instituto Canadiense de Geomática, Canadá. 2000).

"Geomática es un término científico moderno que se refiere a una aproximación integrada de mediciones, análisis y manejo de la descripción y localización de datos de la Tierra, a menudo denominados datos espaciales" (Universidad de Florida, Estados Unidos. 2000).

"Ingeniería Geomática es un campo de actividades que integra la adquisición, procesamiento, análisis, despliegue gráfico y manejo de información espacial" (Colegio Universitario de Londres, Inglaterra. 1999).

"La definición más elemental de Geomática aparece como una integración de percepción remota, sistema de posicionamiento global y sistemas de información geográfica" (Universidad Estatal de Colorado, Estados Unidos. 1997).

"Geomática es recolección, manejo, análisis y presentación de datos espacialmente referenciados". "Quizás hay una simple respuesta para la pregunta ¿qué es Geomática? GEOMATICA= GEOGRAFIA APLICADA" (Organización GEOMATICS pensando espacialmente, Reino Unido. 2001).

Finalmente, se pueden agregar dos definiciones más generales que las anteriores:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

"Geomática es la informática aplicada a la Geografía" (Academia de Nice, Francia. 2000).

"Geomática es el término que mejor describe un amplio rango de técnicas utilizadas para medir y describir la Tierra" (Universidad Estatal de California, Estados Unidos. 2001).

Todas las definiciones presentadas apuntan a la integración sistémica de algunas técnicas, tales como las relacionadas con levantamientos de datos, posicionamiento global, percepción remota y fotogrametría, cartografía automatizada y sistemas de información geográfica.

Dos fuentes muy importantes sobre las que importa incluir su conceptualización (al detalle) sobre la geomática son las siguientes:

INSTITUCIÓN	DEFINICIÓN GEOMÁTICA	CONCEPTO CLAVE	DISCIPLINAS COMPONENTES	METODOL. TECNOL.	APLICACIONES
<p>Gob. Can.</p> <p>Geomática Canadá forma parte del sector de ciencias de la Tierra (Comisión geológica del Canadá), y el estudio de la plataforma continental polar (ministerio de recursos naturales de Canadá).</p> <p>Dirección WEB: http://www.geocan.nrcan.gc.ca/geomatics/</p>	<p>Geomática es la ciencia y tecnología de la recolección, análisis, interpretación, distribución y uso de la información geográfica.</p> <p>La geomática <u>comprende un amplio rango de disciplinas</u> que pueden abarcar un amplio rango de disciplinas que pueden conducir juntas a crear un detallado pero entendible representación del mundo físico y nuestro lugar el él.</p>	<p><u>La geomática es uno de los sectores tecnológicos</u> con más rápido crecimiento de los 90s y Canadá se encuentra al frente, suministrando hardware, y servicios</p> <p>Trabajando juntos, formando grupos multidisciplinarios: gobierno, industria y universidades continúan explorando y desarrollando nuevas aplicaciones geomáticas y tecnologías a través de la investigación y el desarrollo.</p>	<p><u>Disciplinas:</u> Topografía Geodesia Cartografía (surveying and mapping) Geología Percepción remota</p>	<p>GPS GIS PR</p>	<p>Infraestructura, desarrollo y manejo del transporte.</p> <p>Agricultura y recursos</p> <p>Aplicaciones ambientales</p> <p>Aplicaciones científicas</p> <p>Desarrollo y gestión</p>
<p>Gob. Esp.</p> <p>Ministerio de fomento, Instituto geográfico nacional</p> <p>Dirección WEB: http://www.mfo.m.es/ign/top_geografico.html</p>	<p><u>GEOMÁTICA es un término científico moderno referente a la aproximación integrada</u> de la medición, análisis, gestión, almacenamiento y visualización de las descripciones y localización de datos terrestres, con frecuencia denominados datos espaciales. Estos datos provienen de diversas fuentes, incluidos los satélites en órbita terrestre, sensores aéreos y marítimos e instrumentos terrestres. Se procesan con tecnología de información avanzada usando elementos informáticos "hard" y "soft".</p>	<p>La GEOMÁTICA es por tanto <u>una actividad basada en la tecnología de la información</u> relacionada con la recogida de información espacial por la medida, análisis, gestión y tratamiento de estos datos.</p>	<p>Tiene aplicaciones en todas las disciplinas que dependen de datos espaciales, incluyendo estudios medioambientales, planificación, ingeniería, navegación, geología y geofísica, oceanografía, desarrollo y propiedad del suelo y turismo. Es fundamental para <u>todas las disciplinas de las geociencias</u> que utilizan datos espaciales relacionados.</p>	<p>Cartografía digital Teledetección Comunicaciones informática</p>	<p>desde la seguridad legal de los límites de la propiedad, la localización apropiada de teléfonos móviles, la navegación segura de barcos, hasta la protección de recursos medio-ambientales.</p>

2. Relación de países Latinoamericanos con los que el Centre de Recherche en Geomatique (2002) de Canadá mantiene relaciones y brinda asistencia técnica y científica.

PAIS	INSTITUCION	AREA DE TRABAJO	DOMINIO GEOMATICO
ARGENTINA	- Instituto Geográfico Militar (IGM)	- Cartografía general	- Cartografía, Fotogrametría, GPS, SIG
	- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable	- Sistema de información ambiental	- Cartografía, SIG
	- Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)	- Teledetección	- Teledetección
	- Servicio de Hidrografía Naval (SHN)	- Información y cartografía náutica	- Cartografía, SIG, Fotogrametría costera
	- Servicio Meteorológico Nacional (SMN)	- Cartografía climática	- Cartografía, SIG
	- PROATLAS - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)	- Cartografía temática	- Cartografía, SIG
	- Centro de Explotación y Procesamiento de Imágenes de Satélite, Instituto Nal. de Estadísticas y Censos (INDEC)	- Información estadística y geoestadística	- Cartografía, SIG
BRASIL	- Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)	- Información geológica, minera y ambiental	- Cartografía temática, SIG, Teledetección
	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE)	- Teledetección	- Teledetección
CHILE	- Instituto Geográfico Militar (IGM)	- Cartografía general	- Cartografía, GPS, SIG Fotogrametría,
	- Servicio Aereo Fotogramétrico (SAF)	- Fotogrametría	- Fotogrametría
	- Servicio Nacional de Geología y Minas (SERNAGEOMIN)	- Información geológica, minera y ambiental	- Cartografía, SIG
	- Centro de Investigación en Recursos Naturales (CIREN)	- Cartografía básica, cartografía de suelos, catastro, geografía, ordenamiento territorial	- Cartografía, Fotogrametría, suelos, Catastro, SIG
	- Instituto Nacional de Estadísticas (INE)	- Información estadística y geoestadística	- Cartografía, SIG
	- Instituto Oceanográfico de la Armada (SHOA)	---	---
	- Centro de Estudios Espaciales	- Teledetección	- Teledetección
	- Universidad de Chile	- Docencia e investigación	- Cartografía, SIG, teledet. aplic. a ingeniería, geografía, forestería, urbanismo
- Pontificia Universidad Católica de Chile	- Docencia e investigación	- Cartografía, SIG, teledet. Aplic. a ingeniería, geografía, forestería, urbanismo	

SEMI CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

C O L O M B I A	<ul style="list-style-type: none"> - Instituto Geografico "Agustín Codazzi" (IGAC) - Instituto de Investigación e Información Geocentífica (INGEOMINAS) - Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) - Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL) - Universidad Distrital / Programa de Ingeniería Catastral - Universidad Distrital / Especialización en Sistemas de Información Geográfica 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía básica, cartografía de suelos, catastro, geografía, ordenamiento territorial - Información geológica, minera y ambiental - Información estadística y geoestadística - Exploración y explotación petrolera. - Docencia en Cartografía, fotogrametría, suelos, catastro, SIG, ordenam. Territorial - Docencia e investigación 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía, Fotogrametría, Suelos, Catastro, SIG - Cartografía, Suelos, SIG - Cartografía temática, cartografía censal, estudios geográficos y de población, SIG - Cartografía, Suelos, SIG - Cartografía, Fotogrametría, Suelos, Catastro, SIG - SIG
	<ul style="list-style-type: none"> - Departamento Administrativo de Catastro Distrital - Departamento Administrativo de Planeación Distrital - Prosis S.A. - Universidad del Valle/Programa de Ingeniería Topográfica - Servicio Hidrográfico de Colombia - Instituto de hidrología, meteorología y medio ambiente (IDEAM) 	<ul style="list-style-type: none"> - Catastro - Zonificación territorial, usos del suelo, Sectorizac. Desmarginalizac. urbana - Desarrollo SIG, Medio ambiente, Gestión Territ., Ordenamiento Territorial - Docencia e investigación - Información y cartografía náutica - Información hidrológica, meteorológica y de medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía, Catastro, SIG - Cartografía, SIG - SIG, GPS Teledetección - Fotogrametría, cartografía, SIG - Cartografía (cartas náuticas y batimétricas), levantamientos hidrográficos - Cartografía, teledetección
M É X I C O	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de Información Geográfica, S.A. - Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática - Universidad Autónoma de San Luis Potosí/Facultad de Ing. Topog. e Hidrología Gobierno del Estado de San Luis Potosí - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía y SIG - Información estadística y geoestadística Docencia e investigación Planificación, Catastro, Municipios - Docencia e investigación 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía, Fotogrametría, GPS, SIG - SIG, Cartografía - Topografía, geodesia, hidrología, fotogrametría - Catastro, SIG - SIG

- Gobierno del Estado de Guanajuato/ Instituto de Información para el Desarrollo/Ecología	- Cartografía y SIG	- Cartografía, SIG
- Gobierno del Estado de Guanajuato/ Fac. de Ing. en Geomática e hidráulica	- Docencia e investigación	- Fotogrametría, SIG, Geodesia, Hidrología, teledetección, GPS
- Gobierno del Estado de Guanajuato/Municipios	- Catastro	- Catastro y SIG

3. Eventos recientes:

La comunidad geomática internacional se reunió del 22 al 26 de mayo del 2000 en La Habana, Cuba, con motivo del II Congreso Internacional de Geomática 2000, dentro del marco de la Convención Informática, 2000.

Se trataron los siguientes temas: cartografía digital, sistemas de información geográfica, estándares de datos espaciales, cartas electrónicas de navegación, aplicaciones GPS, fotogrametría y teledetección.

El evento fue coauspiciado por el Grupo Empresarial GEOCUBA y la Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia de Cuba, por la Asociación Cartográfica Internacional y la Sociedad de Especialistas Latinoamericanos de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial (SELPER). Asimismo, se convocó al III Congreso Internacional de Geomática, 2002, el cual que se realizó en el año planeado en la misma ciudad.

El Instituto de Integración Territorial del Estado de Jalisco ha realizado varios Congresos y Expos de Geomática en México durante los años: 1998, 1999, 2000, 2001...; de igual manera ha procedido la Universidad Autónoma de Guanajuato, por lo que se ha manifestado un creciente interés por parte de las instituciones gubernamentales, académicas y de investigación en México.

En la siguiente tabla se incluyen algunas referencias Web representativas que pudieran ser útiles para profundizar sobre el tema.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCENTRADO DE PÁGINAS WEB SOBRE GEOMÁTICA

PAÍS	INSTITUCIÓN	PÁGINA WEB
Canadá	Ministerio de Recursos Naturales de Canadá	http://www.geocan.nrcan.gc.ca/
	Centre de recherche en Geomatique/Universidad Laval Canadá, Universidad de Sherbrooke	www.crg.ulaval.ca
México	Grupo de Desarrolladores y Usuarios de Información Geográfica del Gobierno Federal	extranet.semarnat.gob.mx/gduig/proyec.shtml
	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática	www.inegi.gob.mx
	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	www.conacyt.mx
	Instituto Politécnico Nacional	www.esiatic.ipn.mx
	Universidad de Guadalajara	www.comsoc.udg.mx
	Instituto de Integración Territorial del Estado de Jalisco	iit.jalisco.gob.mx
	Gobierno del estado de Guanajuato/ Facultad de Ingeniería Hidráulica y geomática, Universidad de Guanajuato	www.guanajuato.gob.mx/inideg/geomatica/CEIG.htm
	Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo".	www.centrogeo.org.mx
	Universidad Autónoma de San Luis Potosí/Facultad de Ingeniería/Topografía e Hidrología	www.uaslp.mx
Francia	Le Conseil National de l'Information Géographique / ESRI	www.cnig.gouv.fr/www.esrifrance.fr
	Institute Geographique National	www.ign.fr
Estados Unidos	Consortio de empresas productoras de sistemas de información geográfica	www.opengis.org
España	Ministerio de Fomento, Instituto Geográfico Nacional, Subdirección General de Geomática	http://www.mfom.es/ign/top_geografico.html
	Universidad Politécnica de Madrid	www.upm.es
	Sistema de Información territorial de Navarra, España.	http://sitna.cfnavarra.es
	Instituto de geomática de la Universidad Politécnica de Cataluña	www.upc.es
Colombia	Instituto Geográfico "Agustin Codazzi"	codazzi4.igac.gov.co
Chile	Lab. de Geomática de la Universidad Austral de Chile	www.checaweb.com
*Centroamerica	Proyecto Centroamericano de Información Geográfica	http://www.procig.org/esp/enlaces-global.htm#inicio
Australia	Universidad de Melbourne	www.unimelb.edu.au
Bélgica	Universidad de Lieja, Departamento de Geomática	www.geo.ulj.ac.be

TESIS CON
 FALLA DE
 ALGUN

Anexo A

Información relevante en internet sobre ordenamiento territorial.

A continuación se relacionan algunos hechos y eventos recientes, relacionados con el proyecto de ordenamiento territorial en México, con la finalidad de referir al lector respecto a las actividades relevantes de las instituciones directamente relacionadas con el tema.

1. La Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del estado de México, así como el departamento de geografía y ordenación territorial de la Universidad Autónoma de Guadalajara han puesto en marcha durante la última década programas académicos y de investigación en ordenamiento territorial como una de sus tareas institucionales básicas (ver páginas Web: www.uaem.edu.mx; www.udg.edu.mx). Asimismo la Facultad de Filosofía y Letras y el Instituto de Geografía de la UNAM han comenzado a impartir el posgrado en ordenamiento territorial a partir del año 2000.

2. Se ha conformado la Red Latinoamericana de Información en Ordenamiento Territorial (RELIOT) con sede en: Periférico 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, ciudad de México, D.F., dicha organización que en su página Web manifiesta:

"Considerando la importancia que en los últimos veinte años ha adquirido el ordenamiento territorial, así como la enorme experiencia que muchos de los países latinoamericanos han generado, el Instituto Nacional de Ecología (INE) emprendió, durante el año 2001, el proyecto de difundir los conocimientos generados en este rubro.

De esta manera, durante ese año se realizaron dos talleres; el primero, con representantes de Colombia, Venezuela y México; y el segundo, con representantes de Cuba y México. Como resultado de ambos talleres, se estableció como compromiso desarrollar un sitio web, al cual se le ha denominado Red Latinoamericana de Información en Ordenamiento Territorial "Reliot-México"; cuyo objetivo principal es promover y proporcionar información relacionada con el Ordenamiento Ecológico y la Ordenación Territorial en México.

Para conformar el capítulo de la "Reliot-México", ha sido importante el esfuerzo conjunto de diferentes órganos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), como el Instituto Nacional de Ecología, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), así como de las Delegaciones de Semarnat en los estados. Así mismo se cuenta con la participación de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol).

En la misma página de RELIOT se señalan los antecedentes del proyecto de ordenamiento territorial en México de los que se extrajeron los siguientes aspectos:

"A partir de los objetivos rectores planteados en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, se define como parte de la misión de Sedesol en el contexto institucional, instrumentar la Política de Ordenación del Territorio, para que sea complementaria a la Política de Desarrollo Urbano y Regional. Se establece que, para lograr este objetivo, se asegurará que confluyan las aspiraciones locales con las directrices nacionales en el marco del Pacto Federal. En este quehacer, se considera como un vínculo fundamental el Ordenamiento Ecológico, competencia de Semarnat.

Para cumplir esta misión, la Secretaría de Desarrollo Social elaboró el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2001-2006 (PNDU-OT), en el cual se establecen los principios, objetivos, estrategias y líneas de acción que determinan las acciones del gobierno federal en la materia.

El PNDU-OT propone establecer una política de ordenación del territorio que integre todos los ámbitos espaciales que ocupa el sistema de asentamientos humanos, desde las localidades rurales, pequeñas y dispersas, hasta las grandes metrópolis, en un esquema de planeación y actuación que combata las causas estructurales de la pobreza y la marginación; que permita maximizar la eficiencia económica del territorio y que fortalezca la cohesión política, social y cultural del país, en un marco de sustentabilidad.

Para estos propósitos, se ha integrado un Grupo Interinstitucional para la Ordenación del Territorio, en el que participan la Presidencia de la República, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, SEDESOL, SEMARNAT, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Educación Pública, Secretaría de Turismo, Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Consejo Nacional de Población, Comisión Nacional del Agua, Comisión Federal de Electricidad, PEMEX y UNAM. A este grupo se sumarán otros integrantes, como representantes de todos los órdenes de gobierno, organizaciones de la sociedad civil y gremiales, así como instituciones de educación superior y de investigación. Dentro de este esfuerzo, juegan un importante papel los Programas Estatales de Ordenación del Territorio (PEOT) estatales. Su concepción parte de la coordinación interinstitucional entre la SEDESOL, la SEMARNAT, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO), y ha contado con la valiosa colaboración del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

3. La SEDESOL y CONACYT (www.conacyt.mx; www.sedesol.gob.mx) han publicado la siguiente convocatoria: La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), han constituido un fideicomiso con recursos concurrentes denominado "Fondo Sectorial de Investigación para el Desarrollo Social", para apoyar proyectos de investigación científica y tecnológica que contribuyan a generar el conocimiento requerido por el sector social, para atender los problemas, necesidades u oportunidades en materia de Desarrollo Social, y para fortalecer la competitividad científica y tecnológica de las empresas del sector social. Se podrán presentar propuestas en las siguientes áreas: Desarrollo Social y Humano, Pobreza, Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, Vivienda.

4. La universidad Autónoma del estado de México (<http://www.uacmex.mx/home.html>) ha publicado la convocatoria al II Congreso Internacional de Ordenación del Territorio a celebrarse los días 26, 27, y 28 de noviembre del 2003 en Toluca, Estado de México. Dicha institución, en su presentación al evento define al ordenamiento territorial de la siguiente manera: La ordenación del territorio es un instrumento, proceso, estrategia y/o política, de planificación de carácter técnico-político, con el que se pretende configurar, en el largo plazo, una organización del uso y ocupación del territorio, acorde con las potencialidades y limitaciones del mismo, las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos del desarrollo humano sostenible. La política de ordenación del territorio se concreta en programas, mediante los cuales se actúa sobre la organización espacial u orden territorial existente del uso y ocupación que se ajusten a una imagen objetivo socialmente concertada.

En la siguiente tabla se incluyen algunas referencias Web representativas que pudieran ser útiles para profundizar sobre el tema.

CONCENTRADO DE PÁGINAS WEB SOBRE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

PAIS	INSTITUCIÓN	PÁGINA WEB
México	Secretaría de Desarrollo Social, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio	www.sedesol.gob.mx
	Instituto Nacional de Desarrollo Social	www.indesol.gob.mx/indesol/beanex3.htm
	Consejo Nacional de Población	www.conapo.gob.mx/publicaciones/1999/PDF/99010.pdf
	Universidad Nacional Autónoma de México	http://geoecologia.oikos.unam.mx/eng/resumen/ordenamiento_territorial.html
	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	www.semarnat.gob.mx
	Instituto Nacional de Ecología	www.ine.gob.mx
	Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo".	www.centrogeo.org.mx
	Universidad Autónoma del Estado de México/Facultad de Geografía	http://www.uaemex.mx/home.html
	Universidad de Guadalajara/ departamento de geografía y ordenación territorial	www.udg.mx www.cucsh.udg.mx
	Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México	http://www.semarnat.gob.mx/dgpairs/pdf/gestion.pdf
	Instituto Nacional de Desarrollo Social	http://www.indesol.gob.mx/desuryvi/desurb/cometah/POZM.PDF
	Gobierno de Estado de Oaxaca	www.oaxaca.gob.mx
Canadá	Ministerio de Recursos Naturales de Canadá	http://www.geocan.nrcan.gc.ca/
	Centre de recherche en Geomatique/Universidad Laval Canadá, Universidad de Sherbrooke	www.crg.ulaval.ca
Francia	Ministerio de Ecología y de Desarrollo Sustentable De la República francesa	http://www.environnement.gouv.fr/
España	Ministerio de Fomento, Instituto Geográfico Nacional	www.ign.es
	Universidad de Barcelona/revista geocritica	www.ub.es/geocrit/sv-77.htm
*ONU	Food and Agriculture Organization of de United Nations	www.fao.org
		www.unesco.org

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

234

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL
GUIÓN DE ENTREVISTA-CUESTIONARIO
(Anexo B)

ENTREVISTADO: _____ No. _____
CARGO: _____ FECHA: _____

I. Favor de responder de manera concreta a las siguientes preguntas.

1. ¿Sabe usted que es la geomática? SI () NO (). Definala brevemente:

2. ¿Sabe usted que es el ordenamiento territorial? SI () NO (). Definalo brevemente:

3. ¿Considera usted que existen interrelaciones entre la geomática y el ordenamiento territorial? SI () NO (). Definalas brevemente:

4. ¿Usted ha aplicado o conoce casos de aplicación de la metodología geomática en México? SI () NO (). Especifique:

5. Usted ha aplicado o conoce casos de aplicación de la metodología de ordenamiento territorial en México? SI () NO (). Especifique:

FALLA DE CALIBRE
TESIS CON

235

II. Favor de marcar con una X la opción (sólo una) que considere correspondiente a cada pregunta y explique brevemente la razón.

6. ¿Piensa usted que para lograr el equilibrio y la optimización de las actividades humanas que se desarrollan en el país, es indispensable la aplicación de un proceso de planificación territorial caracterizado por ser sistemático, integral, articulador, prospectivo y participativo?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

7. ¿Está usted de acuerdo en que los trabajos de captura, procesamiento y generación eficiente de información georreferenciada (ecológica, ambiental, biofísica, catastral, sobre riesgos y desastres, para el desarrollo sectorial y regional, etc.), se relacionan estrechamente con la geomática?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

8. ¿Está usted de acuerdo en que los siguientes métodos y técnicas (teledetección, sistema de posicionamiento global, fotogrametría y cartografía digital, redes de telecomunicación, sistemas de información geográfica, etc.) son componentes integrados en un sistema geomático?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

9. ¿Considera usted que la geomática es un cuerpo de conocimiento integrado?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

10. ¿Piensa usted que la metodología y las herramientas geomáticas permiten una alta eficiencia (en cuanto a precisión, velocidad, calidad, resolución, capacidad de almacenamiento, análisis-síntesis espacial, etc.) para el procesamiento de la información georreferenciada?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

11. ¿Está usted de acuerdo en que los problemas de índole natural, social, ambiental, económica, política, así como los referidos a flujos de gente, energía y mercancías, pueden ser englobados eficientemente para su estudio y la búsqueda de soluciones integrales por el ordenamiento territorial?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

12. ¿Coincide usted en que el enfoque global y sistémico del ordenamiento territorial (que articula un conjunto de políticas, métodos, técnicas, estrategias e instrumentos), debe estar orientado a la optimización del estudio y la gestión del territorio nacional?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

13. ¿Piensa usted que entre los factores que intervienen en el diseño y funcionamiento de un sistema geomático, la integración sistémica de métodos, procedimientos y tecnologías para la adquisición, procesamiento y generación de información geográfica, ocupa un lugar determinante?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

14. ¿Piensa usted que, para que la geomática sea aplicable de manera eficaz al ordenamiento territorial depende de la disponibilidad de información (en términos de calidad, cantidad, formato analógico o digital, actualización, homogeneidad, confidencialidad, etc.?)

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

15. ¿Considera usted que la geomática es la alternativa tecnológica más eficiente para el análisis y la búsqueda de soluciones integrales a los problemas del territorio nacional?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

16. ¿Está usted de acuerdo en que la geomática constituye una alternativa metodológica general, viable y necesaria para optimizar los resultados del estudio y la gestión territorial en México?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

17. ¿Está usted de acuerdo en que el perfil del usuario, el análisis previo del sistema, el diseño conceptual, el análisis espacial, cartográfico y estadístico, son elementos tan importantes, como los problemas tecnológicos y presupuestales para la integración y el desempeño eficaz de un sistema geomático?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

18. ¿Considera usted que un sistema geomático debe ser totalmente independiente, respecto a las versiones de software, los modelos de hardware, formatos de datos, interfaces, protocolos, sistemas operativos, etc., para el procesamiento eficiente de la información?

Totalmente () Predominantemente () más o menos () Poco () Nada ()

Porqué? _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COOPERACIÓN!

237

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo C

PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE ENTREVISTAS.

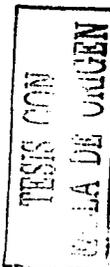
Con el objeto de reforzar la fundamentación teórica sobre la relación e importancia de la geomática para el ordenamiento territorial en México, se aplicó un cuestionario-entrevista a un grupo de expertos tanto académicos e investigadores, como servidores públicos de mando medios, que son los responsables de diseñar, coordinar y operar los proyectos.

La hipótesis de trabajo se desglosó en variables, y de estas se derivaron 18 preguntas categorizadas y codificadas de la siguiente manera:

HIPÓTESIS	VARIABLE	PREGUNTA	CATEGORIAS	CÓDIGOS
Si la geomática es un cuerpo de conocimiento basado en la integración sistémica de métodos y tecnologías para el eficiente procesamiento de la información georreferenciada, constituye una alternativa metodológica y tecnológica viable y necesaria para optimizar los resultados del proceso de ordenamiento territorial en México.	-Cuerpo de conocimiento	9	TOTALMENTE	4
			PREDOMINANTEMENTE	3
			MÁS O MENOS	2
			POCO	1
			NADA	0
	-Integración sistémica de métodos y tecnologías	8, 13, 17	TOTALMENTE	4
			PREDOMINANTEMENTE	3
			MÁS O MENOS	2
			POCO	1
			NADA	0
	-Eficiente procesamiento de la información georreferenciada	7, 10, 18	TOTALMENTE	4
			PREDOMINANTEMENTE	3
			MÁS O MENOS	2
			POCO	1
			NADA	0
	Alternativa metodológica y tecnológica viable y necesaria	14, 15, 16	TOTALMENTE	4
			PREDOMINANTEMENTE	3
			MÁS O MENOS	2
			POCO	1
			NADA	0

A continuación se agrupan las principales actividades realizadas:

- a) Definición del universo de aplicación. Debido a que son los servidores públicos de mandos medios (Director, Coordinador, Subdirector, Jefe de Departamento, etc.), quienes normalmente se encargan del diseño, supervisión, control e integración de resultados de los proyectos de cobertura nacional, se aplicó un cuestionario-entrevista a los representantes de varias instituciones representativas a nivel nacional, productoras y usuarias de información geográfica y estadística, relacionadas con los trabajos de planeación, ordenamiento territorial, levantamientos terrestres y cartografía, sistemas de información geográfica, geomática, etc. Asimismo se consideró conveniente aplicar dicho instrumento a varios investigadores y académicos de instituciones nacionales, sobre todo en las ciudades de Guanajuato, México, Guadalajara, Aguascalientes y Toluca.



**TEMAS CON
FALLA DE ORIGEN**

- b) Se diseñó un guión de entrevista-cuestionario, el cual contiene las preguntas directamente vinculadas con la hipótesis y las variables del proyecto, asimismo, los apartados se diseñaron para efectuar preguntas cerradas (cuyas respuestas permitieran medir su grado de concordancia con respecto a los supuestos de este trabajo), pero a la vez permitiendo la aportación de sus puntos de vista y comentarios adicionales, lo cuál ha sido de gran ayuda para el análisis final. La versión final del cuestionario se obtuvo a partir de su aplicación preliminar a un grupo menor de dichos expertos, así como de la revisión y corrección apoyada por cuatro investigadores del Instituto de Geografía de la UNAM, previamente a su aplicación definitiva, de la cuál se obtuvieron los resultados.
- c) Elaboración de una matriz para concentrar las respuestas codificadas de acuerdo a las categorías asignadas a cada pregunta del cuestionario-entrevista, asimismo, se calcularon los cocientes correspondientes para cada pregunta y variable.

Cabe señalar que se decidió no continuar solicitando el apoyo de representantes de la iniciativa privada para la aplicación de la entrevista-cuestionario, en virtud del nivel muy bajo de respuesta obtenido.

La entrevista-cuestionario se divide en 18 preguntas que conforman dos grupos, el primero relacionado con las variables señaladas (13 preguntas) y el segundo integrado por preguntas de conocimiento general sobre los temas básicos. Se aplicó a 44 personas de acuerdo a los requisitos arriba señalados, y se tienen los siguientes resultados:

Para obtener dichos cocientes se dividió el total del puntaje de los 42 entrevistados entre el total global para cada pregunta, es decir que, en caso de estar totalmente de acuerdo con cada afirmación se sumarían 176 puntos (44 x 4). El grado de concordancia de cada respuesta con la afirmación correspondiente fue tipificada con los valores de 0 (nada), 1 (poco), 2 (más o menos), 3 (predominantemente) y 4 (totalmente).

Nº	Variable (v)	Pregunta (p)	Cociente
1	1	9	0.77
2	2	8	0.95
3	2	13	0.90
4	2	17	0.91
5	3	7	0.96
6	3	10	0.86
7	3	18	0.74
8	4	14	0.87
9	4	15	0.76
10	4	16	0.89
11	5	6	0.94
12	5	11	0.83
13	5	12	0.95
14	---	1	1.00
15	---	2	0.98
16	---	3	1.00
17	---	4	0.91
18	---	5	0.82

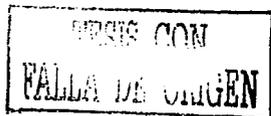
Anexo D

MAESTRÍA EN GEOGRAFÍA (ORDENAMIENTO TERRITORIAL)

CONCENTRADO DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO- ENTREVISTA

No.	V1	V2				V3			V4				V5				PREGUNTAS GENERALES					TOTAL	NOMBRE
	P9	P8	P13	P17	P7	P10	18	P14	15	P16	P6	P11	P12	P1	P2	P3	P4	P5					
1	1	3	4	---	4	4	---	4	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0.88	UNAM AMassiris			
2	2	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	0.86	UNAM LMorales			
3	3	4	3	3	2	3	4	4	3	3	4	2	4	4	4	4	4	0	0.80	UNAM JLira			
4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.99	PROFEPA BMiranda			
5	4	4	4	2	4	4	4	4	0	4	4	0	4	4	4	4	4	4	0.86	CFE JEspinosa			
6	3	4	4	4	4	4	4	3	2	3	4	2	4	4	4	4	4	4	0.90	CFE AGtz			
7	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	0.94	CFE JRivera			
8	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	0	4	0.81	IIGCEM AHerrera			
9	4	2	4	4	4	4	2	1	4	4	2	4	4	4	0	4	4	0	0.76	IIGCEM AlturbeP			
10	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.99	UAEM DMadrig			
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1.00	UAEM VSantana			
12	3	4	3	4	3	2	0	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	0.82	UAEM CMorales			
13	3	4	3	4	4	3	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.92	SIGSA MVillan.			
14	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.97	INDESOL MAIbaG			
15	2	4	4	4	4	2	2	4	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	0.88	QRO/ Eternod			

Notas: valor total por entrevista: 72 puntos (18 preguntas x 4 puntos)
4 puntos = 100; 3 = 0.75; 2 = 0.50; 1 = 0.25



242

No.	V1	V2			V3			V4			V5			PREGUNTAS GENERALES					TOTAL	NOMBRE
	P9	P8	P13	P17	P7	P10	P18	P14	P15	P16	P6	P11	P12	P1	P2	P3	P4	P5		
16	2	4	4	4	4	3	2	4	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	0.88	IMT MBack
17	2	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0.88	IMT GGarcía
18	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	0.93	UGTO JMTovar
19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1.00	UGTO RMendoza
20	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	0	0.92	UGTO JGPérez
21	4	4	3	3	4	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	0.93	UGTO VGFlores
22	3	4	4	4	4	3	3	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	0.88	UNAM JFMass
23	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0.93	SEDESOL LFPuebla
24	4	4	3	4	4	4	0	4	2	4	4	2	4	4	4	4	4	4	0.88	SEP ChVazq.
25	3	4	4	4	4	3	1	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.92	SEP JCGal.
26	2	4	3	4	4	4	0	4	2	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0.82	INFS JLGarcía
27	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.94	AMESIGE MLAlviar
28	4	4	4	2	4	4	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.92	INEGI MChav.
29	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.96	INEGI MHerrera
30	1	4	4	3	4	3	4	2	4	3	4	2	4	4	4	4	4	4	0.86	INEGI SOjeda

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

241

No.	V1	V2			V3			V4			V5			PREGUNTAS GENERALES					TOT	NOMBRE
	P9	P8	P13	P17	P7	P10	P18	14	P15	P16	P16	P11	P12	P1	P2	P3	P4	P5		
31	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	0.88	INEGI ELimon
32	4	4	4	3	4	4	4	2	4	4	3	2	4	4	4	4	4	0	0.86	INEGI JPadilla
33	4	2	2	2	4	2	2	2	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	0.79	INEGI JMtza
34	2	4	4	4	4	2	1	4	3	2	4	4	2	4	4	4	4	4	0.83	INE GNegrete
35	4	4	4	4	4	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.94	INE GCuevas
36	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0.94	PGR EMPazos
37	2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.96	PGR JSF
38	3	4	3	3	4	3	3	2	2	2	4	4	3	4	4	4	4	4	0.83	UdeG AChavez
39	2	2	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	0	4	0.86	UdeG AZeroms
40	3	4	3	4	2	2	4	4	4	3	4	2	3	4	4	4	4	4	0.86	UdeG RMiranda
41	4	4	3	4	4	3	3	3	1	3	4	3	3	4	4	4	4	0	0.81	UdeG HCruz
42	2	4	2	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4	4	4	4	0	0	0.78	UdeG FZaragoza
43	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0.94	IITEJ RCUribe
44	2	4	2	4	4	3	3	3	3	3	4	3	---	4	4	4	4	4	0.85	IITEJ GOchoa
	135	167	158	156	169	151	128	153	133	156	165	146	164	176	172	176	160	144		
	0.77	0.95	0.90	0.91	0.96	0.86	0.74	0.87	0.76	0.89	0.94	0.83	0.95	1.0	0.98	1.0	0.91	0.82	0.89	TOTALES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

276

Anexo E
DIRECTORIO DE ENTREVISTADOS

NOMBRE	CARGO	INSTITUCIÓN	DOMICILIO/ TELEFONO
Dr. Ángel Massiris Cabeza	Docente-investigador	Instituto de Geografía, UNAM	Ciudad Universitaria, México Tel. 56-22-43-30 y 92
Mtro. Luis Miguel Morales Manilla	Jefe del laboratorio de sistemas de información geográfica y percepción remota	Instituto de Geografía, UNAM	Ciudad Universitaria, México Tel. 56-22-42-11 56-22-43-34 ext. 24358
Dr. Jorge Lira Chávez	Investigador y profesor, jefe del laboratorio de percepción remota	Instituto de geofísica y facultad de ingeniería, UNAM	Ciudad Universitaria, México tel. (525) 622-42-11 fax: (525) 550-24-86
D.A.H. Bruno Miranda Elizarraras	Subdirector de sistemas de información geográfica; coord. de asesores, PROFEPA	PROFEPA	Periférico Sur 5000. 5º. Piso, col. Insurgentes Cuicuilco; México, D.F. Tel. 55-28-54-02
Ing. Javier Espinosa Cázares	Jefe de departamento de geomática	Gerencia de ingeniería civil. Comisión Federal de electricidad	Augusto Rodin No. 265, col. Nochebuena; México, D.F. Tel: 230-93-70: 615-24-51
Fis. Alfonso Gutiérrez Argüelles	Jefe de departamento de percepción remota	Gerencia de ingeniería civil. Comisión Federal de electricidad	Augusto Rodin No. 265, col. Nochebuena; México, D.F. Tel: 230-93-70: 615-24-51
Ing. Juan Rivera Montes	Jefe de departamento de sistemas de información geográfica	Gerencia de ingeniería civil. Comisión Federal de electricidad	Augusto Rodin No. 265, col. Nochebuena; México, D.F. Tel: 230-93-70, ext. 8823; 615-24-51
Lic. Armando Herrera Reyes	Director de geografía	Instituto de información geográfica, estadística y catastral del edo. de México	Plaza Fray Andrés de Castro, edificio "C", 1er. Piso, col. Centro; Toluca, Mex. (017) 214-69-33
Geóg. Antonio Iturbe Posadas	Subdirector de cartografía básica	Instituto de información geográfica, estadística y catastral del edo. de México	Plaza Fray Andrés de Castro, edificio "C", 1er. Piso, col. Centro; Toluca, Mex.
Dr. Delfino Madrigal Uribe	Coordinador de posgrado, facultad de geografía	Universidad autónoma del estado de México	Cerro Coatepec s/n Ciudad Universitaria; Toluca, Méx. (017) 214-31-82
Mtra. Marcela Virginia Santana	Directora de la facultad de geografía	Universidad autónoma del estado de México	Cerro Coatepec s/n Ciudad Universitaria; Toluca, Méx. tel.: (017) 214-31-82; fax: 215-02-55
Mtro. Carlos Morales Méndez	Profesor-investigador de la facultad de geografía	Universidad autónoma del estado de México	Cerro Coatepec s/n Ciudad Universitaria; Toluca, Méx. tel. 2-14-31-82
Arq. Martha C. Villanueva Sánchez	Gerente de investigación	Sistemas de información Geográfica, S.A.	San Francisco No. 1375, col. Del Valle; Méx., D.F. tel.: 575-21-90, 575-21-84, 575-13-51
Lic. Margarita Alba Gamio	Directora de capacitación	Instituto Nacional de Desarrollo Social	Belisario Domínguez No. 40, col. del Carmen Coyoacán; México, D.F. Te. 55-54-14-35; 56-59-58-16
Mtra. Alicia Eternod Aguilar	Directora de planeación ambiental	Secretaría de desarrollo sustentable, gobierno del edo. de Querétaro	-----

243

**TESIS CON
TITULO DE ORIGEN**

DIRECTORIO DE ENTREVISTADOS

NOMBRE	CARGO	INSTITUCION	DOMICILIO/ TELEFONO
Mtro. Miguel Ángel Backhoff Pohls	Jefe de la unidad de sistemas de información espacial	Instituto Mexicano del Transporte	San Fandila s.n. Mpio. Pedro Escobedo, Querétaro. (4) 2-16-97-77 ext. 2073
Mtra. Gabriela Garcia Ortega	Investigadora titular	Instituto Mexicano del Transporte	San Fandila s.n. Mpio. Pedro Escobedo, Querétaro Querétaro. (4) 2-16-97-77 ext. 2072
Ing. Juan Manuel Tovar Alcantar	Director de la Facultad de Ingeniería Geomática e Hidráulica	Universidad de Guanajuato	Unidad Belén. Av. Juárez No. 77, zona Centro, Guanajuato, Gto. Tel. 01 (4) 732-18-13, ext. 104
Ing. Rubén Ubaldo Mendoza Guzmán	Secretario académico de la Facultad de Ingeniería Geomática e Hidráulica	Universidad de Guanajuato	Unidad Belén. Av. Juárez No. 77, zona Centro, Guanajuato, Gto.
Ing. Juan Gregorio Pérez Marmolejo	Titular del centro SIG de la Facultad de Ingeniería Geomática e Hidráulica	Universidad de Guanajuato	Unidad Belén. Av. Juárez No. 77, zona Centro, Guanajuato, Gto.
Ing. Víctor Guillermo Flores Rodríguez	Profesor de la facultad de Ingeniería Geomática e Hidráulica	Universidad de Guanajuato	Unidad Belén. Av. Juárez No. 77, zona Centro, Guanajuato, Gto.
Jan Francois Mas	Investigador del Instituto de Geografía	Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia	-----
D.A.H. Luis Fernando Puebla Gutiérrez	Director de planeación y evaluación	Dirección General de Desarrollo Urbano, SEDESOL	Constituyentes 947, Edif. "D", planta alta Tel. 52-71-16-01
Lic. Christopher Vázquez Gallo	Subdirector de desarrollo de sistemas cartográficos	Secretaría de Educación Pública	Mariano Escobedo 456-4 Tel. 52-30-75-00; 53-28-10-97 ext. 18381
Act. Juan Carlos Galeana Padilla	Jefe de departamento de sistemas geoestadísticos	Secretaría de Educación Pública	Mariano Escobedo 456-4 Tel. 52-30-75-00; 53-28-10-97 ext. 18381
Ing. Jorge Luis Garcia Rodríguez	Jefe de departamento de análisis temáticos, encargado del laboratorio de geomática	Dirección del Inventario Nacional Forestal, SEMARNAT	Viveros de Coyoacán; México, D.F. 55-54-71-20
Mtra. Martha Lucia Alviar	Coordinadora de geomática	Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo"	Cataratas No. 3, col. Jardines del Pedregal; México, D.F. 52 (55) 51-35-21-28; 51-35-21-52
Geóg. Mario Chavarría Espinosa	Director de cartografía censal	Dirección General de Geografía, INEGI	Av. Héroe de Nacozari No. 2301 Sur, puerta 8, primer nivel; Aguascalientes, Ags. Tel (449) 910-53-00 exts. 5310 y 5099
Geóg. Miguel Herrera Canto	Subdirector en la dirección de cartografía censal	Dirección General de Geografía, INEGI	Av. Héroe de Nacozari No. 2301 Sur, puerta 8, primer nivel; Aguascalientes, Ags. Tel (449) 910-53-00 exts. 5310 y 5099
Geóg. Sergio Ojeda Servín	Jefe de departamento	Dirección General de Geografía, INEGI	-----

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

244

DIRECTORIO DE ENTREVISTADOS

NOMBRE	CARGO	INSTITUCION	DOMICILIO/ TELEFONO
Ing. Efrain Limones	Subdirector de actualización geográfica digital	Dirección General de Geografía, INEGI	IBID.
Jorge Padilla Noriega	Subdirector de conversión	Dirección General de Geografía, INEGI	IBID.
Geóg. José Juventino Martínez Arce	Director de procesos	Dirección General de Geografía, INEGI	IBID.
Geóg. Enrique M. Pazos Pérez	Subdirector de prevención del delito	Dir. Gral. de Prevenc. del Delito-Procuraduría General de la República	Reforma No. 75 y Violeta
Geóg. Jorge Sampedro Flores	J.D. Investigación análisis de información	Dir. Gral. de Prevenc. del Delito-Procuraduría General de la República	Reforma No. 75 y Violeta
Biól. Gerardo Jesús Negrete Fernández	Subdirector de ordenamiento general	Dirección de ordenamiento ecológico, Instituto Nacional de Ecología	-----
Geóg. Gabriela Cuevas Garcia	Subdirectora de sistemas de información geográfica	Dirección de ordenamiento ecológico, Instituto Nacional de Ecología	-----
Armando Chávez Hernández	Coordinador de la carrera de geografía	Departamento de geografía y ordenamiento territorial Universidad de Guadalajara	Av. de los maestros y Mariano Barcena, Guadalajara, Jal. Tel. 819-33-86; fax. 853-67-46
Dr. Andrzej Zeromski	Coordinador de investigación y posgrado	Departamento de geografía y ordenamiento territorial Universidad de Guadalajara	Ibid.
Mtra. Ruth Miranda Guerrero	Profesora-investigadora	Departamento de geografía y ordenamiento territorial Universidad de Guadalajara	Ibid.
Dr. Heriberto Cruz Solís	Jefe de laboratorio de nuevas tecnologías	Departamento de geografía y ordenamiento territorial Universidad de Guadalajara	Ibid.
Mtro. Fernando Zaragoza Vargas	Profesor-investigador	Departamento de geografía y ordenamiento territorial Universidad de Guadalajara	Ibid.
Geóg. Rosa Olivia Contreras Uribe	Coordinadora con especialización en SIG	Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco	Av. Pirules No. 71, cd. Granja; Zapopan, Jal. Tel. 37-77-17-70
Ing. Gabriela Ochoa Covarubias	Directora de geomática	Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco	Av. Pirules No. 71, cd. Granja; Zapopan, Jal. Tel. conm. 37-77-17-70 y 36-27-00-63
Ing. Francisco Saldaña Hernández	Coordinador de Geodesia	Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco	Av. Pirules No. 71, cd. Granja; Zapopan, Jal. Tel. 37-77-17-70

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

245