

## 6. Cartografía Integrada

“Para un estudio fenomenológico de los valores de intimidad del espacio interior, la casa es, sin duda alguna, un ser privilegiado, siempre y cuando se considere la casa a la vez en su unidad y su complejidad, tratando de integrar todos sus valores particulares en un valor fundamental”.

Gaston Bachelard,  
*“La poética del espacio”, 2002*

El desarrollo de la cartografía ha ido paralelo a su avance técnico, pero también a las inquietudes intelectuales de los geógrafos y, claro está, a sus propuestas teóricas y metodológicas que buscan concretarse gráficamente por medio del mapa.

En este sentido, las formas de hacer cartografía y específicamente la funcionalidad del mapa han variado. Inicialmente la cartografía estuvo dirigida a una descripción del medio natural, y los mapas entonces, se constituyeron en inventarios. Pero cuando surgieron nuevas propuestas teóricas alrededor del espacio y la cantidad de datos y la información misma superó las representaciones cartográficas básicas, se exigió implementar una serie de procesos de análisis y simultáneamente aplicar procesos de síntesis que permitieran un entendimiento global de la complejidad de los fenómenos, en términos de su distribución y organización espaciales.

En el presente trabajo, hasta el momento, se ha hecho una descripción y aplicación de algunas herramientas de análisis espacial, cuyos procedimientos permiten caracterizar el comportamiento de un elemento que hace parte de un problema general. En este capítulo se hará un esbozo de la Cartografía Integrada o de Síntesis, la cual debe diferenciarse de las herramientas de análisis, para ello consideramos conveniente hacer una breve presentación conceptual acerca del análisis y la síntesis.

### 6.1 El análisis y la síntesis

Al anatomista le interesa indagar el cuerpo humano de manera detallada, identificar la disposición de los órganos, su estructura e investigar acerca de las posibles relaciones entre las diferentes partes que componen los organismos. Para ello, debe prácticamente descomponer el cuerpo, desmembrarlo, separar cada elemento y descubrir sus particularidades. Por su parte, al médico general le interesa la totalidad funcional del cuerpo; cuando dicha totalidad no presenta las condiciones óptimas, este profesional indaga una serie de síntomas con los cuales sugiere unos procesos de análisis para encontrar las razones de las afecciones



presentadas por la totalidad y proceder a intervenirla, restablecerla o volverla a componer. Aunque ambos facultativos tienen el mismo objeto de estudio (cuerpo humano) cada uno procede de diferente manera en la aprehensión del mismo. Sin estar totalmente desligados, el anatomista analiza, mientras que el médico general sintetiza, aunque ambos están recíprocamente interesados en el conocimiento del otro.

Según el Diccionario Soviético de Filosofía (1965) análisis y síntesis son dos procesos de la cognición que se dan en todos sus estadios; el primero está dirigido a la “descomposición real de un todo en sus partes”, y el segundo a “la reunificación de un todo a base de sus partes”, lo que significa que siendo dos procesos contrarios no son excluyentes entre sí.

Para Lefebvre (1972) análisis y síntesis son opuestos y a la vez complementarios. “El análisis penetra en los seres y los rompe, atacando sus partes más vulnerables o accesibles”, mientras que la síntesis “reconstruye el todo, asegurándose de no omitir nada” ... “rehace en sentido inverso, el camino recorrido por el análisis”. “El análisis va de lo complejo a lo simple, del todo a los elementos. Parte de los datos complejos del problema que hay que resolver para remontarse a los elementos simples que permiten encontrar la solución”, lo que a su vez define un método, el deductivo. La síntesis por su parte “comienza por los objetivos más simples y cómodos de conocer -las naturalezas elementales, las evidencias para ascender poco a poco como por grados, hasta el conocimiento de los más compuestos”, lo que la identifica con el método inductivo.

Ambos procesos pueden actuar en el campo del conocimiento de manera real o ideal según González (1876), cuando se “refieren a la descomposición y composición real de los objetos, se denominan reales y objetivos” y cuando “se refieren a la descomposición y composición de los conceptos, o a la aplicación de los principios a las conclusiones, se deberán denominar racionales o ideales y subjetivas”.

El estudio del espacio geográfico trata de conciliar estos dos procesos. El análisis permite indagar los componentes espaciales (las partes, lo simple) y estudiarlos de manera separada por medio del manejo y procesamiento de datos y la obtención de información geográfica que de respuesta a un aspecto en particular del espacio, aunque no necesariamente a su totalidad o a otros espacios con características similares. A manera de ejemplo, en el tercer capítulo fueron expuestas algunas técnicas de análisis para identificar la distribución espacial de algunos datos (medidas de resumen), no obstante, sus resultados se aplicaron a un caso en particular para el cual dieron una respuesta adecuada. Sin embargo ésta misma realidad probablemente no se ajusta a otros espacios para los cuales podría proporcionar ubicaciones erradas en relación con la real oferta espacial.

En palabras de Lefebvre (1972) “el análisis de los seres o de los objetos implica el uso de un elemento destructor” que permita dirigirse hacia lo simple y que en función del espacio, se puede relacionar con las diferentes herramientas de análisis. Pero, en atención al término destructor, en este caso puede entenderse como el riesgo de emplear alguna de estas herramientas, desligada del concepto de globalidad formulado desde el problema a solucionar, sin olvidar que, de acuerdo con este último autor, el análisis “no puede ser nunca exhaustivo pues es infinito”.

En términos espaciales, la síntesis por su parte, le da sentido al análisis en la medida en que busca conservar el todo a partir de conceptos que conectan los resultados aportados por el análisis para descubrir la variación y distribución de ciertas relaciones subyacentes a los fenómenos independientes.



El estudio de una variable en particular, sólo puede dar respuesta a la misma, por ejemplo, la temperatura sin otra relación alguna proporciona únicamente los datos de esta (máxima, mínima, promedio), mientras que la observación de la temperatura en relación con otra variable, altitud por ejemplo, proporciona información acerca de cómo se relacionan, cuál depende de la otra y espacialmente cómo se manifiesta esta relación, siendo esto último un primer nivel de integración.

Como anteriormente se mencionó, los procesos analítico y sintético poseen sus propios métodos cada uno de los cuales contiene sus reglas particulares. González (1876), presenta las siguientes reglas para aplicar el método analítico:

1. “Antes de emprender el examen y resolución de una cuestión, es preciso darse cuenta de la naturaleza de sí misma”. Lo que implica para el caso de la geografía, delimitar el problema de estudio, centrarse en sus características particulares, en las relaciones que es necesario establecer a su interior y, en cuanto a la aplicación de una herramienta de análisis específica, conviene estar seguros de su pertinencia y ante todo identificar los datos que son inherentes al problema teniendo en cuenta sus características: posición, atributos temáticos o variables, relaciones espaciales y tiempo (ver capítulo 2).

2. “Conviene descomponer la cosa y objeto de que se trata en sus partes, elementos o principios”. De manera real u objetiva o ideal o subjetiva, como ya se había mencionado. Un ejemplo de descomposición *real y objetiva*, fue el aplicado al análisis de redes con la elaboración del grafo para determinar los componentes físicos de la red (nodos y aristas), y hacer mucho más accesibles sus demás procesos de análisis (ver capítulo 4, figura 4.2). En cuando a la descomposición *ideal o subjetiva*, el entendimiento y aplicación del “geosistema” como modelo teórico, permite identificar los componentes del paisaje y evidenciar sus relaciones.

3. “Al examinar los elementos o partes del objeto, debe hacerse de manera que no se pierdan de vista las relaciones entre sí y con respecto al todo que de su unión resulta”. Lo que significa que cualquier proceso de análisis, no se justifica por sí mismo, sino por las conexiones que debe conservar con el problema de investigación. El trazado de isoclinas, (ver capítulo 5, figura 5.9), no era suficiente para determinar áreas de procesos morfogénéticos, estas tenían una relación directa con determinado tipo de pendiente como disparadora de dichos procesos (ver capítulo 5, cuadro 5.2), por ello era necesario seleccionar la información aportada en la primera fase del ejercicio analítico para hacer una reclasificación de la misma y establecer las verdaderas unidades objeto de estudio (ver capítulo 5, figura 5.10)

Las reglas para el método sintético propuestas por González (1876), son las siguientes:

1. “Conviene exponer de antemano los principios, nociones, definiciones de palabras y de cosas, que sean necesarias y convenientes para establecer la cuestión y facilitar su conocimiento”. Sin importar los diferentes procesos de análisis que sea indispensable aplicar durante el desarrollo de determinada investigación, la síntesis, será constante en la medida en que existan principios o conceptos que permitan conservar la visión global del estudio. Según Lefebvre (1972) la síntesis “guía el análisis, evita que se extravíe, evita que crea que agota lo real y que posee, al aislarlos, los elementos últimos”. Durante el presente capítulo se insistirá en la necesidad de fijar una estructura conceptual para la delimitación de unidades complejas durante la elaboración de mapas integrados.



2. “En cualquier ciencia o tratado se deben exponer las verdaderas cuestiones más generales, antes de descender a las particulares o concretas”. Para el caso de la Geografía es aceptar que es una ciencia de síntesis y que como tal puede asumir el reto de entender el espacio como una realidad compleja. Según Ribeiro (2003), la complejidad está determinada más por la influencia mutua entre las partes que la componen que, propiamente por su tamaño, o incluso por el número de sus partes.

## 6.2 la síntesis en geografía

Podríamos considerar la síntesis como el proceso de organización de las partes en un todo y a la geografía como la disciplina con capacidad de realizar síntesis, en la medida en que toma el espacio desde una visión holística para descubrir en éste no sólo sus componentes, sino sus procesos, dinámica e interrelaciones. La geografía se vale del conocimiento de otras ciencias con el propósito de ir más allá de sus tendencias analíticas y proponer una explicación conjunta en la que se superen los meros análisis superficiales o descriptivos para buscar explicaciones no sólo entre lo físico y lo humano, sino entre todas aquellas variables que ameriten el descubrimiento de sus conexiones y la forma como se distribuyen espacialmente.

Según Holt (1992) “el creer en la síntesis ha sido la teología de la geografía, el objeto que ha justificado las actividades de los geógrafos”. Hurtado (2000) menciona que en la antigüedad, los filósofos-geógrafos griegos “tuvieron una concepción holística de la geografía constituida por un conjunto de conocimientos ordenados y sistematizados de la tierra, adquiridos desde los siglos VII y VI antes de la era cristiana”. Para los griegos, era necesario que la geografía estudiara a la tierra como un todo, pues esta cumplía “el rol de una madre” en tanto brindaba y jugaba un papel importante en su desarrollo.

En el siglo XIX, de acuerdo con Humbolt y Ritter, citados por Holt (1992), se le debía otorgar a la naturaleza una visión de unidad puesto que “todos los fenómenos están relacionados y juegan un papel en la misma”. Luego, con la idea de la Geografía Regional, propuesta por Paul Vidal de la Blanche (finales del siglo XIX) se intentó hacer una síntesis espacial basada en la región. Para Vidal de la Blanche, la región es “un área en la que se ha desarrollado una estrecha relación entre los seres humanos y la naturaleza a lo largo de los siglos” (Holt, 1992). Esta definición no pone límites entre lo físico y lo humano, sin embargo a este autor se le critica la idea de pensar las regiones como unidades aisladas de las demás, negando las posibilidades de integración en un contexto general y asumiendo su carácter singular sin posibilidad de descubrir algunas regularidades entre los mismos en cuanto a distribución, poblamiento, desarrollo, relación con el medio, etc.

A pesar de todo lo anterior, y de que existen muchos trabajos que incluyen las palabras síntesis o integración, la geografía durante largo tiempo se mostró como una ciencia de inventarios con apenas algunos intentos de síntesis. Las posibilidades de hacer síntesis, se minimizaron aún más, desde el siglo XVII y hasta fines del siglo XIX, como afirma Hurtado (2000), con el desarrollo del reduccionismo y del mecanicismo. “El reduccionismo implica reducir el fenómeno de estudio en sus partes constitutivas, suponiéndolas independientes unas de otras, analizarlas aisladamente para explicar sus comportamientos... lo que dio lugar a la categorización de fenómenos en clases más y más pequeñas”... “El mecanicismo, supone que los fenómenos pueden ser explicados en términos de relaciones mecánicas causa-efecto”.



Esta tendencia trajo consecuencias no solo para la geografía sino para todas las demás ciencias, en tanto indujo al fraccionamiento de las mismas en subdisciplinas y a la aplicación de procesos especiales de análisis. En el caso específico de la geografía, dicha tendencia fue evidente en diferentes estudios en los que los análisis condujeron a verdades parcializadas difícilmente llevadas a la comprensión dentro de la totalidad. De esta forma los estudios continuaban siendo inventarios ante la imposibilidad de establecer relaciones entre los diferentes procesos analíticos.

No hay duda de que existen tendencias teórico-metodológicas que han fomentado la idea de síntesis. Con la introducción de la Teoría General de Sistemas (T.G.S) se puede afirmar que existen mayores posibilidades para aplicar estudios de síntesis. De acuerdo a Holt (1992) la TGS fue propuesta en 1937 por Bertalanfy “como una vía de unión entre las ciencias” contraria a la “tendencia en esa época de centrarse en la investigación detallada de fenómenos por separado”, teniendo en cuenta que “la mayoría de los investigadores buscaban explicaciones de causa-efecto”. Para Ribeiro (2003) quien habla de la síntesis como un proceso cognitivo, “el pensamiento sistémico es un poderoso instrumento de navegación en el mar de la complejidad. En sistemas complejos, la causalidad pasa a ser no lineal, hace perder su utilidad, validez y veracidad al mecanicismo científico”... “el análisis nos da conocimiento, pero es la síntesis la que nos permite entender un sistema”. Este mismo autor insiste en la posibilidad de aplicar el pensamiento multidimensional: circular, horizontal, vertical y lateral.

La Teoría General de Sistemas adquiere una posición contraria al reduccionismo y al mecanicismo en tanto “el todo se estudia como un sistema, integrado por un conjunto de elementos interrelacionados” (Hurtado, 2000).

Para Flórez (1997), en el caso particular de la geografía, la Teoría General de Sistemas permite aprehender como sistemas tanto los hechos sociales como los naturales a la vez que permite comprender los espacios geográficos resultantes del conjunto de interacciones socio-naturales.

Se entiende entonces, que no basta con identificar los componentes del espacio, estudiarlos por separado y evidenciar algunas de sus relaciones, lo que se busca es llegar a la comprensión compleja de las conexiones tanto estructurales como funcionales de los componentes espaciales; ello exige identificar las variables involucradas en la dinámica de un fenómeno, aplicar métodos de análisis que permitan relacionarlas adecuadamente para posteriormente, identificar la fuerza de esa relación en la distribución de dicho fenómeno y reconocer las unidades resultantes de la misma. La síntesis estará dada por la capacidad de entender las interacciones, no obstante, dicha capacidad no puede ser ilimitada, ya que los conceptos, la escala, el problema planteado, sus objetivos y hasta los métodos definen el nivel de complejidad al que se pretende llegar.

### **6.3 ¿Qué es la cartografía integrada o de síntesis y cuáles son sus implicaciones?**

La cartografía integrada puede entenderse como un conjunto de procedimientos que confluyen en la materialización gráfica de algunas estructuras conceptuales cuyo producto es uno o varios mapas constituidos por unidades complejas. Al producto cartográfico resultante se le denomina mapa *sintético* o *integrado*. Según Joly (1982) “se trata de mapas de



explicación o de presentación, más que de referencia; que agrupan, por superposición o por transformación, los datos de varios mapas analíticos, y pueden tomar formas distintas”. Por ejemplo, un mapa topográfico, presenta diferentes temáticas (curvas de nivel, ríos, infraestructura, etc...) sin embargo contiene un nivel analítico en el que las variables no presentan relación alguna entre ellas, se puede precisar su distribución espacial permitiendo establecer sólo algunas inferencias. Cada uno de estos elementos es susceptible de separarse del conjunto del mapa sin destruir ningún concepto en particular. Un mapa integrado por su parte, define unidades cuyas características no son separables del conjunto definido por una estructura conceptual.

Según Joly (1982), los mapas sintéticos se clasifican en dos grupos: los mapas de *correlación* y los mapas *tipológicos*. Los primeros, “combinan, sobre un mismo fondo, las variables múltiples cuyas relaciones se quieren explicitar. Su objetivo es poner en evidencia las relaciones existentes entre varios fenómenos”, no solo con el espacio geográfico. “Los verdaderos mapas de correlación están especialmente elaborados para dar al lector una visión directa de la comparación de varios datos, y de las consecuencias que de ella se derivan”. Al respecto se mostrarán algunos ejemplos. Los mapas tipológicos, “insisten más sobre las combinaciones específicas que tienen lugar sobre cada una de las porciones del espacio, que sobre los elementos analíticos básicos que han permitido definirlos”. Son el producto de procesos de análisis que han arrojado resultados acerca de la relación entre variables, permitiendo identificar unidades complejas, que definen una jerarquía, taxón o tipología.

Cabe agregar que todo mapa, define de hecho, por lo menos una correlación, entre cualquier fenómeno y la componente espacial, que no es otra cosa más que su distribución. Por lo tanto pueden definirse distintos niveles de correlación. La búsqueda de los mismos acerca, según Joly (1982), el trabajo del cartógrafo al del investigador, y establece tres niveles específicos:

- El nivel de la información que simplemente da cuenta de la distribución de algunas variables, permitiendo establecer visualmente posibles relaciones. A este nivel corresponden los mapas analíticos, que son definidos como: aquellos que “representan la extensión y repartición de un fenómeno dado ( o de un grupo de fenómenos relacionados, o de un aspecto particular de un fenómeno), sin otro fin que el de precisar sus relaciones con el espacio geográficos: posición, altitud, alejamiento del mar, orientación, etc”. (Joly, 1982). Son también conocidos como mapas de referencia.
- El nivel de la comparación, que se logra mediante la superposición de algunas capas temáticas en un mismo espacio geográfico, permitiendo establecer relaciones un poco más precisas, pero no complejas. Para Brunet (1987), la superposición es una posibilidad de establecer correlaciones desde el punto de vista empírico, ejercicio común aplicado por los geógrafos desde hace mucho tiempo. No obstante, esta práctica no puede hacerse de manera deliberada ya que se corre el riesgo de establecer relaciones espurias entre las distribuciones espaciales y por ende llegar a conclusiones falsas, haciendo del mapa un instrumento de manipulación. La conveniencia de este ejercicio estará dado en función de una hipótesis a partir de la cual se pueden establecer las pautas, para conformar las conexiones necesarias y verificarlas posteriormente. Entonces, la confrontación de los mapas debe obedecer a cierto rigor para evitar en lo posible la formulación de vagas correspondencias.



- El nivel de comunicación de resultados donde las variables implicadas han sido correlacionadas mediante diferentes procesos. Los mapas en este nivel muestran unidades definidas conceptualmente en función de las relaciones entre variables y no de la cantidad de éstas, lo que las hace indisociables. En este nivel se incluyen todos los procesos inherentes a la Cartografía Integrada.

La construcción de un mapa integrado o de síntesis, implica pensar, en los objetivos del trabajo o investigación a realizar, los conceptos a manejar, los parámetros explicativos de los mismos y la metodología a seguir; elementos que se construyen de manera paralela al trabajo cartográfico.

Para Rimbart (1991), los elementos característicos que puede contener un mapa, dependen de las funciones que se desea que cumpla. En el caso de la Cartografía Integrada, el mapa se presenta bajo la tercera categoría funcional propuesta por esta autora, como un “revelador morfológico en tanto su papel esencial es favorecer el descubrimiento y la percepción de formas que son el resultado de procesos, subyacentes escasamente o mal conocidos”. Dichas formas se constituyen en unidades complejas que convierten al mapa en el reflejo de un sistema complejo.

Los sistemas complejos son definidos por García (1994), como “situaciones caracterizadas por la confluencia de múltiples procesos cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada”... “La característica determinante de un sistema complejo es la interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que cumplen los elementos dentro del sistema total”. Por ello identificar una unidad integrada exige definir las verdaderas relaciones entre todos los elementos del sistema que no sólo identifican una estructura, sino un funcionamiento del mismo. Es así como “una estructura determinada no es cognoscible a través del sólo conocimiento de las cualidades de sus partes, aisladas”... lo que viene siendo el análisis, sino que “es fundamental conocer los procesos que la relacionan” (Etter, 1995) es decir alcanzar la síntesis o la integración.

### **6.3.1 La participación de la cartografía integrada en el proceso investigativo**

Como ya se mencionó, la obtención de un mapa integrado está directamente relacionada con la metodología a utilizar y dentro de ésta, con los modelos que se establecen para llegar a una estructura que puede materializarse cartográficamente a partir de unidades complejas. Toda metodología se define con base en el enfoque teórico elegido y para cada una de las fases de la metodología, en el caso de la geografía, es conveniente identificar el curso que va tomando el trabajo cartográfico.

A manera de ejemplo y haciendo la aclaración de que ésta no es la única vía para llevar a cabo aplicaciones de síntesis cartográfica, tomaremos la siguiente “representación esquemática del enfoque sistémico para el estudio y la aprehensión de un objeto complejo”, (figura 6.1) propuesta por Poinot (1987) y retomada por Flórez (1987) en el marco conceptual del trabajo “Cartografía integrada del medio natural, Chinchiná-Manizales”:

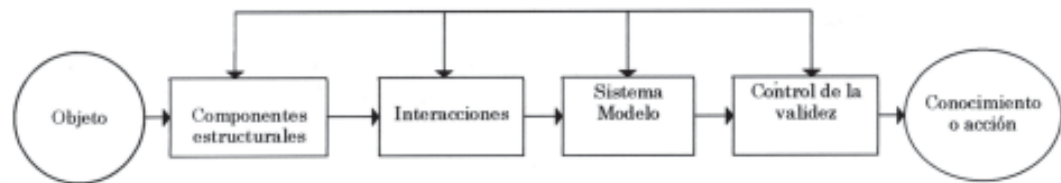


Fig. 6.1 Representación esquemática del enfoque sistémico para el estudio y la aprehensión de un objeto complejo  
Fuente: Poinso, 1987.

Los *componentes estructurales* del *objeto* complejo (geosistema) son el biótico, el abiótico y el antrópico. De estos no sólo se identifican las *interacciones* internas, también las externas con el medio ambiente. El *sistema modelo* no es una fase única y específica dentro del proceso de investigación. La modelización interviene por lo menos en tres momentos que según Flórez (1987) son:

- En la descripción del objeto, el investigador parte de esquemas conceptuales o modelos en los que tiene en cuenta la escala de observación y las variables.
- En la etapa de Análisis se utilizan relaciones o “modelos de procesos físico-químicos para explicar los intercambios de materia, de energía y de información”.
- En la etapa de construcción del modelo dinámico, habiendo descifrado la estructura y funcionalidad del sistema, la idea es representarlo lo más fielmente posible.

Todas las etapas del estudio deben pasar por un *Control de Validez* en el que se evalúan los parámetros acordados y la pertinencia de los análisis empleados, con el propósito de verificar su coherencia, con la realidad y aprobar o no la calidad del modelo en función de unos objetivos previamente establecidos. Finalmente se obtiene un producto de tipo conceptual y/o se definen unas acciones acordes al problema planteado.

En la parte práctica de todo el proceso anterior, el trabajo cartográfico interviene en casi todas las fases en las que se haga necesario el referente espacial, los mapas analíticos en particular, van evolucionando hasta obtener un resultado mucho más amplio representado en el producto integrado.

Por ello es conveniente especificar, cuál es la participación de este tipo de trabajo en cada una de las etapas.

*El objeto de estudio* (territorio, paisaje, geosistema...) se presenta como un sistema complejo cuyos componentes estructurales son definidos a partir de unidades y subunidades homogéneas. Para la definición de las mismas el trabajo cartográfico puede realizarse a través de ejercicios de fotointerpretación y de observaciones en campo que son pasadas directamente a mapas. La definición de estas unidades depende del criterio del investigador. Bolos (1992) presenta diferentes opciones para la división territorial en unidades complejas, ver cuadro 6.1



**Cuadro 6.1** Posibilidades de división territorial en unidades complejas.

Unidad Paisaje	Correspondencia escala Tricart	Correspondencia Escala G. Bertrand	Unidad Climática	Unidad Relieve Geomorfológico	Unidad Paisaje Vegetal	Unidad Socioeconómica	Escala cartografiable.
I. Zona 15-100 mill/km <sup>2</sup>	Cailleux I	Zona	Clima Zonal	Sistema morfogénico	Zona	-	1/1.000.000
II. Dominio 15-2000 km <sup>2</sup>	II	Dominio	Dominio climático	Dominio estructural	Dominio	Región	1/500.000 - 1/100.000
III. Megageocora 1000-2000 km <sup>2</sup>	III	Región Natural	Clima Regional	Gran valle, gran vertiente	Distrito	Comarca	1/500.000- 1/100.000
IV. Macrogeocora 100-1000 Km <sup>2</sup>	IV	Comarca (Piso bioclimático)	Clima Local	Valle 2do orden, vertiente 2do orden.	Subdistrito	Subcomarca	1/100.000- 1/50.000
V. Mesogeocora 10-100 km <sup>2</sup>	V	Geosistema (Subpiso)	Mesotopo-clima	Sector de vertiente	Mosaico Local	Municipio	1/25.000- 1/10.000
VI. Geocora 1-10 km <sup>2</sup>	VI	Geofacie (Grupo de geosistemas)	Topo clima	Mesoforma	Célula de paisaje vegetal	Campo, parcela, pueblo, barrio	1/10.000- 1/5.000
VII. Microgeocora 10-1 km <sup>2</sup>	VII	Geosistema	Microclima	Microforma	Tesela	Sector de campo, pueblo, casa	1/5.000
VIII Nanogeocora 10 m <sup>2</sup>	VIII	Geotopo	Clima estacional	Sector de microforma	Localidad	Vivienda unifamiliar Elemento	1/5.000 o inferiores

Fuente: Bolos, 1992.

Nótese que las unidades son presentadas de manera jerárquica, correspondiendo a la idea de sistema; para Etter (1995) una jerarquía “es una estructura que encapsula subestructuras, y desde el punto de vista dinámico, un proceso activado por subprocesos”.

*La fase de interacciones* sugiere procesos de análisis y síntesis tanto para identificar la participación de los elementos dentro del sistema, sus conexiones, sus retroacciones, flujos de energía, etc., como para empezar a darle forma al modelo. El trabajo cartográfico en esta etapa consiste en la representación particular de los componentes que intervienen en el área de estudio. Dicha representación cartográfica puede hacerse en función de su morfología, su proceso-dinámica y su evolución. Lo que puede ofrecer parámetros nuevos para una nueva categorización del espacio, que lleva a establecer unidades más complejas. Cartográficamente esta es un etapa importante dentro de la investigación ya que visualmente puede ofrecer respuestas a la misma. Los materiales cartográficos a utilizar en ésta fase pueden ser fotografías aéreas, imágenes de satélite, mapas base y cartografía temática.

Para llegar a la *integración final* son de vital importancia las relaciones. Retomando a Etter (1995) “una estructura determinada no es cognoscible a través del solo conocimiento de las cualidades de sus partes aisladas, sino que es fundamental conocer los procesos que las relacionan. Se desprende que lo fundamental es encontrar cualitativa y cuantitativamente las relaciones entre los elementos que generan una estructura dada”. En esta etapa conviene trabajar la cartografía factorial, los premapas y los mapas de correlación.

Es así como, otra de las implicaciones al elaborar un mapa integrado o de síntesis, está dada precisamente por el nivel de los datos utilizados en el mismo, los cuales no necesariamente deben ser del orden cuantitativo, puesto que a partir de la simple observación se pueden hacer integraciones de tipo empírico-cualitativo. Por ejemplo, cuando se habla de las estrategias de organización espacial en función de la oferta ambiental, se buscan explicaciones que permitan comprender patrones repetitivos, mas no, la formulación de leyes mate-



máticas. Erróneamente se puede llegar a pensar que algunos de estos patrones contienen un carácter determinista<sup>1</sup>, sin embargo obedecen más a condiciones de tipo histórico, socioeconómico, antrópico y estratégico en la elección de determinado uso espacial.

Simultáneamente a todas las etapas anteriores se ha ido configurando el *modelo estructural y funcional* que vienen a definir cada una de las unidades integradas y a partir de lo cual, se determina su validez teórica en relación con la realidad.

La pertinencia del modelo en términos cartográficos se define con el mapa integrado, que se presenta como un conjunto de unidades complejas.

### 6.3.2 Características de una unidad integrada

Las unidades integradas presentan las siguientes características según Bolos, (1992):

- “No son nunca la simple suma de sus componentes, pues de la interacción entre los mismos se origina una estructura que las convierte en algo básicamente diferente”.
- “Son relativamente homogéneas desde el punto de vista interno, y a su vez contrastan con las demás”. Entre más pequeñas se hayan identificado las unidades, presentan más homogeneidad, lo que amerita el establecimiento de una clasificación o taxonomía.
- “Son discretas o presentan una clara delimitación”, aunque se repitan en áreas diferentes.
- “Presentan una dinámica propia que consiste básicamente en procesos de intercambio y transformación de la materia y la energía”.
- “Presentan una estructura relacionada con su funcionamiento. El concepto de estructura -ciertamente complejo- podría definirse como la interdistribución de las diferentes partes del conjunto y su capacidad de interrelación”. Esta estructura es observable en dos planos espaciales: el vertical, cuando se hace referencia “a los aspectos concernientes a la distribución de los componentes” y el “horizontal en lo referente a la disposición de los elementos y de unidades integradas próximas”, es decir la relación que se establece con las unidades adyacentes. En cuanto a la estructura temporal, las unidades y sus elementos sufren variaciones que se repiten periódicamente caracterizando la estructura funcional de la unidad.
- “Posee su propio desarrollo, es decir, presenta una evolución que le es propia y que le lleva a experimentar cambios en su misma estructura”.

### 6.3.3 Características de un mapa integrado

De acuerdo a la caracterización anterior, un mapa integrado puede llegar a tener la siguiente configuración:

1. Presenta unidades con una caracterización específica pero sin desligarse totalmente del resto del sistema.
2. Muestra las relaciones internas y externas de cada unidad.
3. Permite establecer jerarquías entre las unidades, a partir de procesos o de la incidencia de un fenómeno en particular.
4. Es dinámico en cuanto muestra la distribución y funcionalidad de algunos procesos.

---

<sup>1</sup> “El determinismo geográfico, como forma concreta del determinismo en general, supone que la libertad del hombre está dirigida en grado de mayor a menor necesidad por los factores del medio físico, que ejercen una influencia directa en la constitución física y moral del hombre individual y social”. Estébanez, 1982.



5. Puede mostrar la evolución de un parámetro de observación a partir de su dinámica y funcionamiento, en el pasado y el presente.
6. Ofrece una visión gráfica de las potencialidades de uso.
7. Después de definidas, las unidades integradas no pueden descomponerse.

## 6.4 Algunas aplicaciones de cartografía integrada

Podría decirse que no existen reglas o normas específicas para elaborar un mapa integrado. Sin embargo acudiremos a algunas aplicaciones que sirvan para entender, en parte, la lógica de esta posibilidad cartográfica. A partir de la investigación realizada por Ortíz (1989), se hará una descripción general de la misma y del mapa integrado de “los geosistemas cafeteros del Líbano” que presenta; luego se enfatizará en la construcción de la leyenda y posteriormente se hará la crítica de dos trabajos que aparentemente se exponen como síntesis pero que no logran alcanzar dicha categoría.

### 6.4.1 Una aplicación de cartografía integrada a partir de conceptos de síntesis

El objetivo del trabajo de Ortíz (1989), era: estudiar la “evaluación del impacto ecológico y social de la transformación de los paisajes cafeteros en un gran centro de producción de café (El Líbano) como consecuencia del cambio cultural del sistema de plantaciones”. Para cumplir con dicho fin, aplicó el método global propuesto por Bertrand (1968) con el propósito de hacer un estudio integral de los componentes biótico, abiótico y antrópico. Metodológicamente estructuró la investigación en dos etapas: en la primera aplicó un tratamiento y análisis detallado de la información, para la que utilizó bases topográficas y construyó mapas basados en fotointerpretación y comprobaciones directas en campo; y en la segunda aplicó un tratamiento integral con base en la identificación de geosistemas. El geosistema es el concepto de síntesis empleado para la elaboración del mapa integrado.

En cada mapa durante la primera parte, se identificaron los componentes y elementos de cada fenómeno y los elementos y componentes que tenían relación con el problema planteado. Los mapas resultantes se describirán a continuación, cada uno de ellos se identificó con su respectivo nivel de correlación, de acuerdo a la clasificación presentada por Joly (1982) y mencionada anteriormente, en este mismo capítulo:

- *Mapa de zonificación climática y bioclimática del café y de otros componentes del medio físico*, en el que representa el índice de agresividad climática, que permite identificar relaciones indirectas sobre la estabilidad o inestabilidad de los medios naturales frente a los parámetros climáticos para constatar la vulnerabilidad de los medios. Dicho mapa consta de unas unidades limitadas por isolíneas de agresividad climática, marcadas teniendo en cuenta parámetros tales como el total de precipitación, su intensidad, frecuencia, número de horas de lluvia, balance hídrico y el coeficiente de concentración trimestral para determinar los dominios climáticos y morfoclimáticos. A diferencia de los demás éste mapa puede considerarse como integrado en tanto presenta un conjunto de unidades complejas resultantes de la correlación de una serie de variables.
- *Mapa morfoestructural con información sobre estructuras* (litología, tectónica) y modelados (geoformas y formaciones superficiales), cuyo objetivo es llegar a una análisis independiente de los procesos de erosión para determinar la fragilidad natural y la fragilidad



adquirida en el área de estudio. Este mapa esta en el segundo nivel de correlación o nivel de comparación en tanto es evidente la superposición de variables temáticas, pero no la fusión de las mismas.

- *Mapa de pendientes* con el identificó los procesos subordinados a este fenómeno para posteriormente comprender el comportamiento de los parámetros físicos en relación con la dinámica sobre las vertientes. Es un mapa analítico o de nivel informativo.

- *Mapa de uso del suelo* que también es de carácter informativo y/o descriptivo en el que se representan los diferentes cultivos.

- *Mapa de cobertura vegetal* y utilización del suelo en el que correlaciona dos variables: una física y otra social, correspondiendo en este caso a un mapa de comparación. Cabe aclarar que según Joly (1982) “los mapas de ocupación y utilización del suelo son principalmente fisionómicos, puesto que describen el paisaje en sus relaciones con su entorno físico y humano. Puede dársele también una coloración cuantitativa, cuando la documentación y el nivel de encuesta así lo permitan. Desde el punto de vista técnico, son necesariamente mapas complejos, que como los geomorfológicos deben combinar de un modo u otro dos tipos de hechos”

Además de la cartografía anterior, realizó levantamientos ecológicos y de reconocimiento directo sobre el terreno, eligiendo 20 puntos de muestreo y aplicando encuestas de carácter socioeconómico para “identificar los elementos de funcionamiento fenológico del cafeto”, teniendo en cuenta las medidas preventivas, el manejo y la conservación hecha directamente por los agricultores.

Durante la segunda etapa elaboró un mapa integrado a partir de los mapas factoriales e investigaciones sobre el terreno. El factor antrópico fue considerado por Ortíz (1989), como determinante en la transformación de los paisajes.

En dicho mapa, dividió el área de estudio en cinco unidades generales, que están relacionadas directa e indirectamente con el cultivo de café. En el primer caso, tuvo en cuenta la franja de café propiamente dicha en términos ambientales y las zonas transicionales (superior e inferior) de este cultivo; incluyó además, la parte inferior del piso andino que es afectada hidrológicamente por la producción de café. Este tipo de zonificación muestra claramente las relaciones que pueden establecerse en función de un problema y de ahí la importancia al aplicar una visión holística o general. “El axioma holístico se fundamenta en el hecho de que las características de la estructura de un nivel de jerarquía determinado emergen tanto de las interrelaciones entre, como de las cualidades de sus elementos constituyentes, y no de las segundas solamente”. (Etter, 1995). Como el objetivo de Ortíz (1989) es determinar cuál ha sido el impacto en la introducción de una nueva variedad de café, estableció las relaciones pertinentes que podían llevarla a ese objetivo. En este sentido encuentra adecuado combinar algunos parámetros y es así como al interior de las unidades generales estableció otras subunidades que guardan una estrecha relación con las primeras y con el área de estudio en general. Puede decirse que establece jerarquías o subclasificaciones que son caracterizadas cartográficamente de tal forma que las relaciones sigan siendo visiblemente identificables. El mapa integrado resultante presenta las siguientes características gráficas, que han sido previamente explicadas por la misma Ortiz (1989):

Utiliza la variable visual valor para diferenciar las unidades generales, que vienen a ser conjuntos de geosistemas, identificados a partir de sus condiciones ecológicas; de ésta forma asigna:



- “Azul, para el sector húmedo y frío (geosistemas de la alta montaña andina por encima de los 2.300 m).
- Violeta, para los sectores de transición entre la alta y media montaña andina, más húmeda, fría y nublada (geosistemas de la margen superior fría del café).
- Rojo carmín y rosado, para el sector templado, húmedo y cálido (geosistemas del óptimo del café).
- Naranja, para el sector seco (geosistemas de la margen inferior cálida del café)”.

Al interior de cada unidad general señala con diferentes tonos de color las variaciones ecológicas o topográficas específicas y para indicar la fisionomía de cada geosistema, emplea tramas, así:

- “Color uniforme, para los geosistemas forestales de biomasa densa.
- Líneas horizontales continuas, para los geosistemas pastoriles de cobertura vegetal más o menos continua y de biomasa estable.
- Líneas verticales para los geosistemas forestales sobre pendientes empinadas, cobertura vegetal discontinua y biomasa débil.
- Trama cuadrículada para las biomásas cafeteras densas y altamente productivas, en uno o dos estratos sobre topografía plana y, trama cuadrículada oblicua para las biomásas menos densas, pluriestratificadas y sobre vertientes de pendiente suave.
- Trama discontinua (o tramas específicas) para biomásas altamente degradadas de los medios cafeteros tradicionales o en curso de tecnificación para otros cultivos diferentes del café”.

Cada subunidad representa un geosistema en el que se hicieron evidentes sus componentes: biótico, abiótico y antrópico, dándole mayor peso a éste último, basándose en el objetivo del trabajo.

Teniendo en cuenta que, el geosistema, como un sistema en evolución “reúne todas las formas de energía, complementarias o antagónicas que, actuando dialécticamente las una sobre las otras, determinan la evolución general de ese paisaje” (Bertrand, 1968), el geosistema XX, (Figura 6.2) del mapa presentado por Ortíz, muestra “vertientes con cultivos de café caturra tecnificado de escaso sombrío sobre suelos pardos ácidos de pendiente, (Typic humitropept) potencialmente inestables”, indica no sólo la participación de cada uno de los componentes del geosistema, sino que sugiere las relaciones entre los mismos y su grado de evolución en el que es evidente la participación activa de la acción antrópica cuyo proceso evolutivo es mucho más preciso en el establecimiento de las geofacies.

Recordemos que para Bertrand (1968) “el geosistema no presenta necesariamente una gran homogeneidad fisionómica” (aspecto físico); mientras que la geofacie “corresponde a un sector fisionómicamente homogéneo, donde se desarrolla una misma fase de evolución general del geosistema”, en este sentido, Ortíz (1989) muestra para éste geosistema dos geofacies: la XX1, indica caturrales sometidos a escurrimiento laminar intenso con afloramientos rocosos; y, la XX2 para “plantaciones de cobertura soquedas y con suelos descubiertos expuestos a movimientos en masa”; el parámetro homogenizador está dado en función de la dinámica geomorfológica particular y de su participación antrópica a partir del uso.

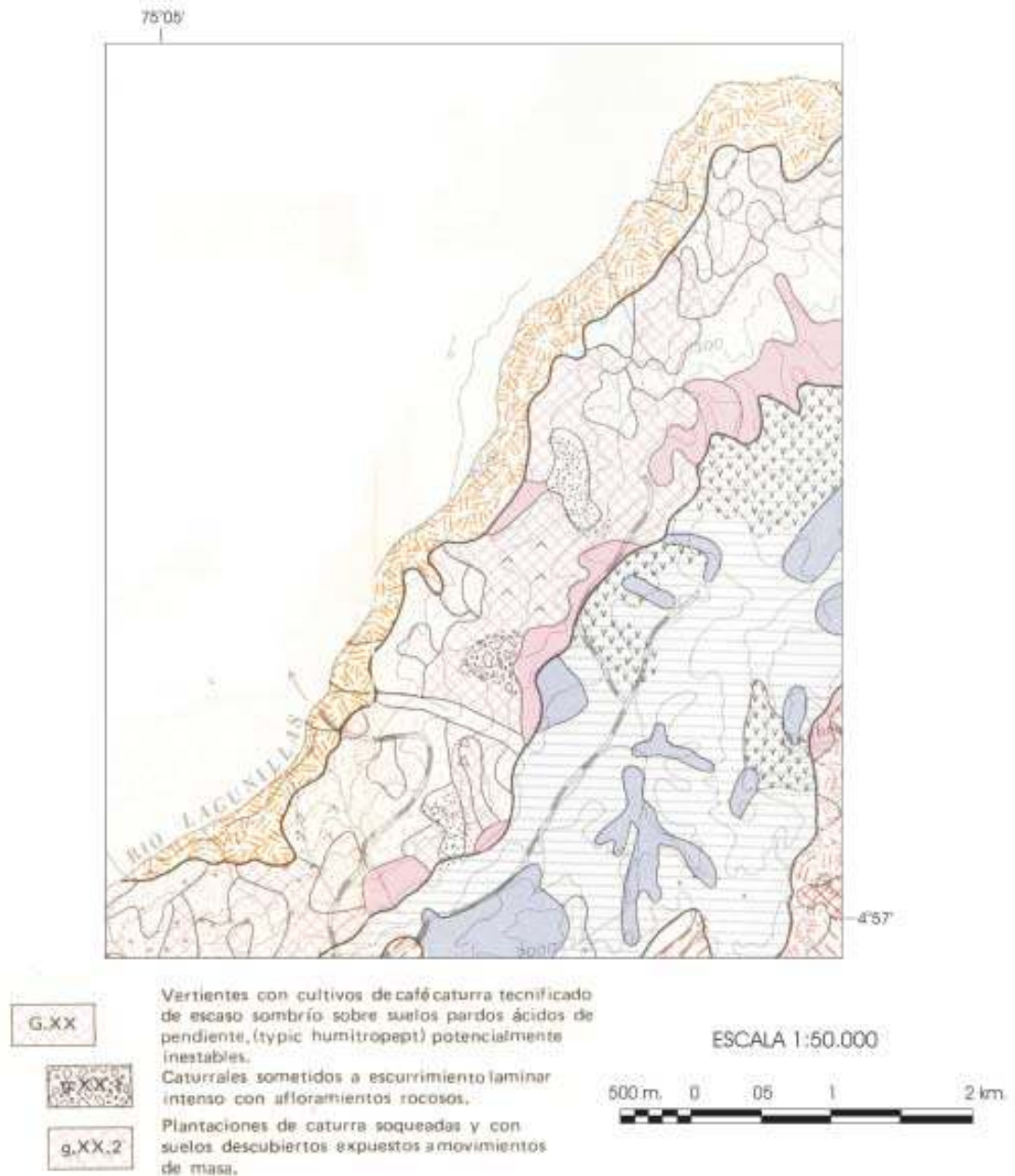


Fig. 6.2 Fragmento, mapa de geosistemas cafeteros del libano (tolima)  
Fuente: Ortíz (1989)

Con el propósito de identificar los elementos integradores, que Etter (1995) menciona como las “características emergentes” entre los diferentes niveles jerárquicos de la estructura, lo que se puede entender como los atributos conectores entre un nivel y otro de la jerarquía, en el caso de Ortíz (1989), dichas características emergentes son el producto de variaciones ecológicas o topográficas específicas que en este caso se identifica con la inestabilidad del medio para el cultivo del café caturra. Los geosistemas de esta unidad pertene-



cen a su vez a la clasificación de condiciones ecológicas generales; para este caso el piso subandino del óptimo del café, vertientes templadas relativamente estables.

Este juego de relaciones e interrelaciones entre niveles jerárquicos, no permite descomponer cada subunidad puesto que siendo complejas por sí mismas, hacen parte de otras unidades mucho más complejas. Si pretendiéramos completar toda la jerarquía, probablemente podríamos reafirmar la idea de Bolos (1991) en cuanto que la mayor y más compleja unidad integrada es el planeta Tierra.

De acuerdo a lo hasta ahora expuesto, en relación con el trabajo de Ortíz (1989) y a las características del mapa integrado, anteriormente mencionadas, concluimos que dicho trabajo se constituye en un verdadero estudio de integración adecuadamente representado cartográficamente.

#### **6.4.2 La leyenda en un mapa integrado**

Aunque no presenta un producto cartográfico, Villota (1999) muestra el proceso de manejo de los datos para hacer estudios integrados a partir del sistema de clasificación fisiográfica propuesto por el CIAF (1992) que “permite sintetizar en una leyenda los atributos integrados jerarquizándolos desde lo general a lo particular con el ánimo de que puedan utilizarse a diferentes escalas y con diferentes niveles de detalle”. Parte de una geoestructura, que define como “el megarrelieve considerado a nivel continental, caracterizado por una estructura geológica específica relacionada con la tectónica de placas”. Dicho megarrelieve se subdivide en 5 unidades específicas que expresan niveles y son: la provincia fisiográfica, la unidad climática, el gran paisaje, el paisaje y el subpaisaje.

En el trabajo práctico inicia con la zonificación climática sobre un mapa topográfico y con base en el sistema de clasificación de Caldas. En dichas unidades se incluye el análisis de variables específicas tales como: precipitación, evapotranspiración, temperatura, balance hídrico, etc.

Agrega a las anteriores unidades información relacionada con relieve y material geológico. Esta última información es obtenida a partir de fotointerpretación y sensores remotos con los que se obtienen subunidades correspondientes al gran paisaje o unidades básicas estructurales dentro de las zonas climáticas.

Al interior del gran paisaje identifica paisajes fisiográficos (p. ej. abanicos, terrazas, montañas ramificadas) empleando de nuevo fotointerpretación. Por último identifica subpaisajes que se constituyen en unidades mucho más detalladas y homogéneas (p. ej. laderas, cima, falta) en las que “se califican atributos morfométricos como la clase de pendiente, el grado de erosión y la condición de drenaje”.

Teniendo en cuenta el proceso anterior, es necesario hacer algunas observaciones: Villota (1999) lanza una propuesta de síntesis que en realidad no lo es en el sentido en que describe un proceso que va de lo general a lo particular, lo que contradice la esencia misma de la síntesis expuesta anteriormente en este capítulo. Cumple con un proceso analítico en el que partiendo de una unidad compleja va disgregando subunidades tomando la topografía como único parámetro y asumiendo condiciones climáticas preestablecidas en otros estudios, sin indagar en otras posibles relaciones tanto físicas como humanas. En éste último sentido, enfatiza en la importancia de confrontar posteriormente los factores físicos con los socioeconómicos, pero desde su propuesta no asume esta relación, su dinámica y evolución como elementos indispensables en el establecimiento de unidades complejas.



La leyenda presentada por Villota, (cuadro 6.2), no contradice su propuesta metodológica puesto que ella misma es analítica, más no integrada o sintética si se asume esto último como más que la agregación-disgregación de sus partes. La única conexión que se puede establecer entre las unidades presentadas en la leyenda es “estar contenido en”, sin embargo no hay un nivel de síntesis constituido por unidades complejas que sean explícitas en su funcionamiento.

Cuadro 6.2 Fragmento de la leyenda propuesta por Villota (1999)

Unidad climática	Gran paisaje	Paisaje y material litológico	Subpaisaje y pendientes	Símbolo cartográfico
Tierras medias y húmedas Mh	Relieve montañoso fluvio erosional Mhl	Montañas ramificadas en filitas y esquistos con mantos discontinuos de ceniza volcánica. Mhl.1	Cumbres irregulares fuertemente quebradas.	Mhl.1 1e
			Laderas irregulares moderadas a muy escarpadas.	Mhl. 1 2fg
		Montañas ramificadas en granodioritas con manto discontiuo de ceniza volcánica. Mhl.2	Cumbres y laderas irregulares fuertemente quebradas.	Mhl. 2 1e
			Laderas inferiores moderadamente inclinadas.	Mhl. 2 2c
		Meseta disectada en arenisca tobácea con manto continuo de ceniza volcánica. Mhl.3	Cimas concordantes fuertemente onduladas.	Mhl.3 1d

Fuente: Villota, 1999

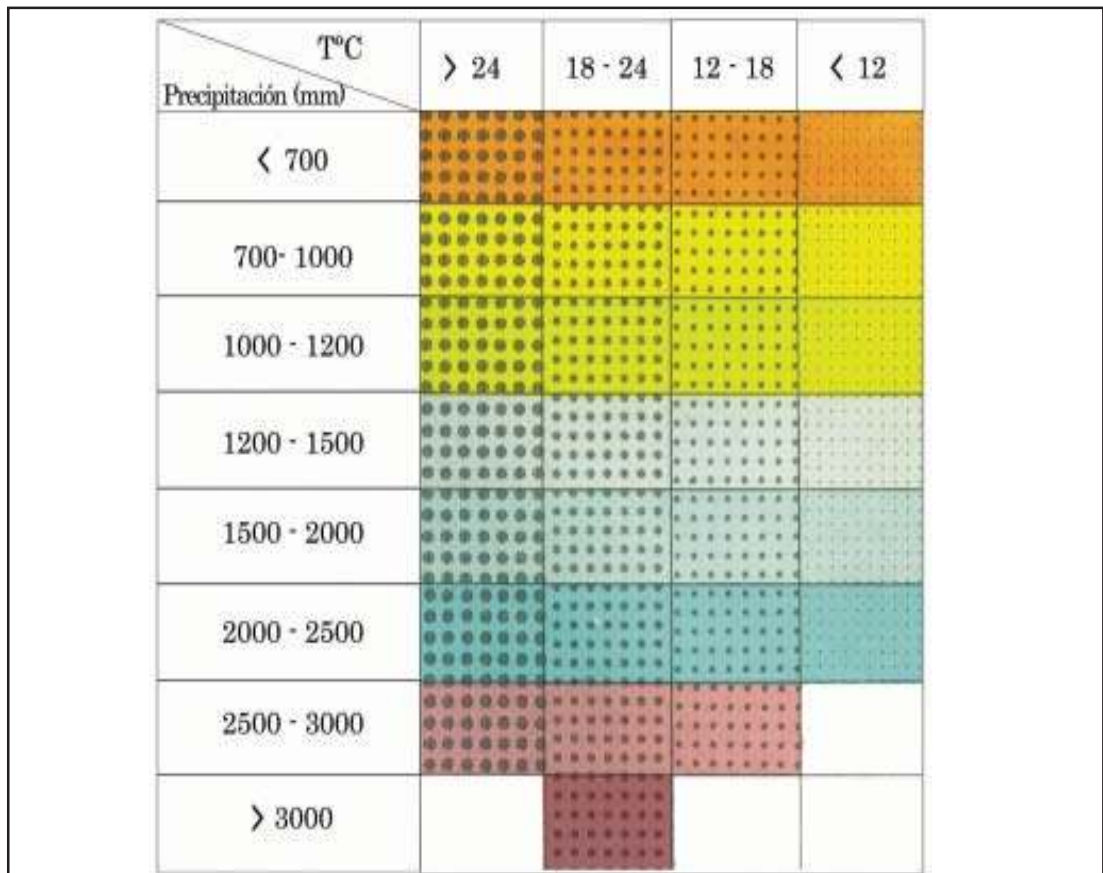


Fig. 6.3 Leyenda mapa pluviotermico. Cuenca del alto magdalena  
Fuente: IGAC (1984)





No existe un mapa integrado sin unidades complejas, lo cual técnicamente se hace explícito en la construcción de la leyenda. En el mapa pluviotérmico de la Cuenca del Alto Magdalena (1984), la leyenda combina dos variables: temperatura y pluviometría que previamente fueron correlacionadas con la altitud por medio de premapas. De este cruce de variables, como lo muestra la figura 6.3, surgen 32 casillas que representan las posibilidades espaciales donde se cumplen determinadas condiciones, por ejemplo la primera casilla representa una unidad en la que las precipitaciones son menores a 700 mm y la temperatura es superior a 24°C. Como puede observarse, no todas las 32 posibilidades ocurren en la realidad, por ello algunas casillas se presentan en blanco, por ejemplo, no existe ninguna unidad espacial donde la precipitación sea mayor a 3.000 mm y la temperatura inferior a 12°C.

Insistimos que cada casilla, definida por la relación entre temperatura, pluviometría y altitud, representa una unidad espacial integrada, como efectivamente aparece en el mapa; por lo tanto además de los cinco mapas analíticos (isotermas, isoyetas, curvas de nivel, isopletas de precipitación, isopletas de temperatura) que intervinieron en su construcción, existe un sexto mapa que es el integrado (figura 6.4), en el que se muestran un conjunto de unidades identificadas dentro de unos rangos de temperatura y precipitación en relación con la altitud. En

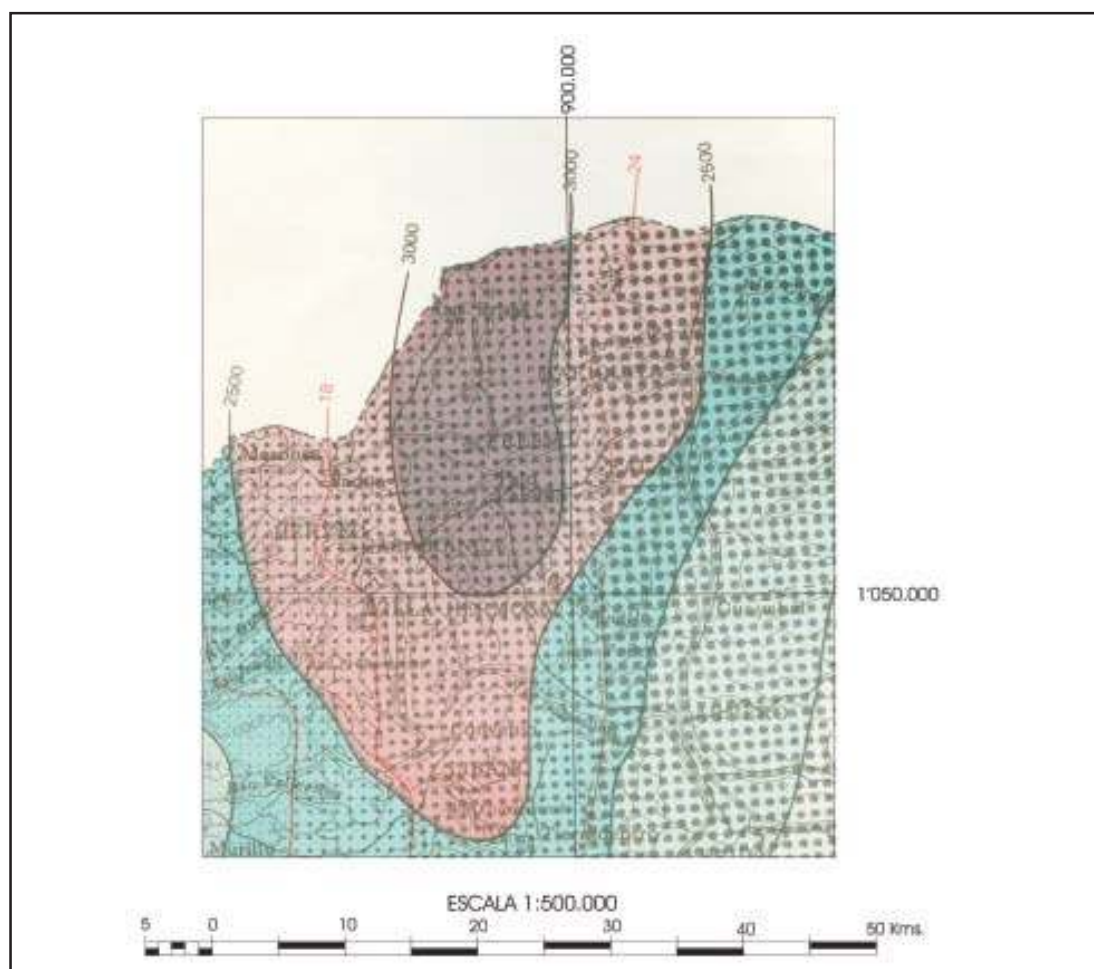


Fig. 6.4 Unidades integradas. Fragmento mapa pluviotérmico. Cuenca del alto Magdalena.  
Fuente: IGAC (1984)



este mapa, se empleó la variable visual valor para representar tanto los diferentes niveles de precipitación, como los de temperatura, por ello, es posible encontrar en una unidad con el mismo tono, la distribución de varios niveles de temperatura. Las unidades espaciales resultantes, no presentan el comportamiento de las variables por separado, sino la relación entre las mismas, sintetizando unidades que vienen a definir un conjunto de condiciones que conservan la idea del todo y se presentan así mismas como complejas. La leyenda nos permite descubrir el mapa integrado que aparentemente está oculto bajo los mapas analíticos.

A pesar de que las unidades obtenidas fueron el resultado de procesos analíticos, en sí mismos no son el resultado de la suma de sus partes o su descomposición por separado; retomando a Lefebvre (1972) dichas unidades son sintéticas en cuanto conservan “un contenido, un movimiento interno” que es más que una simple repetición.

Es común encontrar varios mapas que tienen el título de sintéticos, pero que no cumplen con las verdaderas condiciones de una integración, es el caso del mapa de la Cuenca del Alto Magdalena, (IGAC, 1984) en el que cartográficamente se buscó hacer una “síntesis socioeconómica” del área. El mapa destinado para ello, (figura 6.5), presenta información base: ríos, red vial, cabeceras municipales, establecimientos institucionales (centros educati-

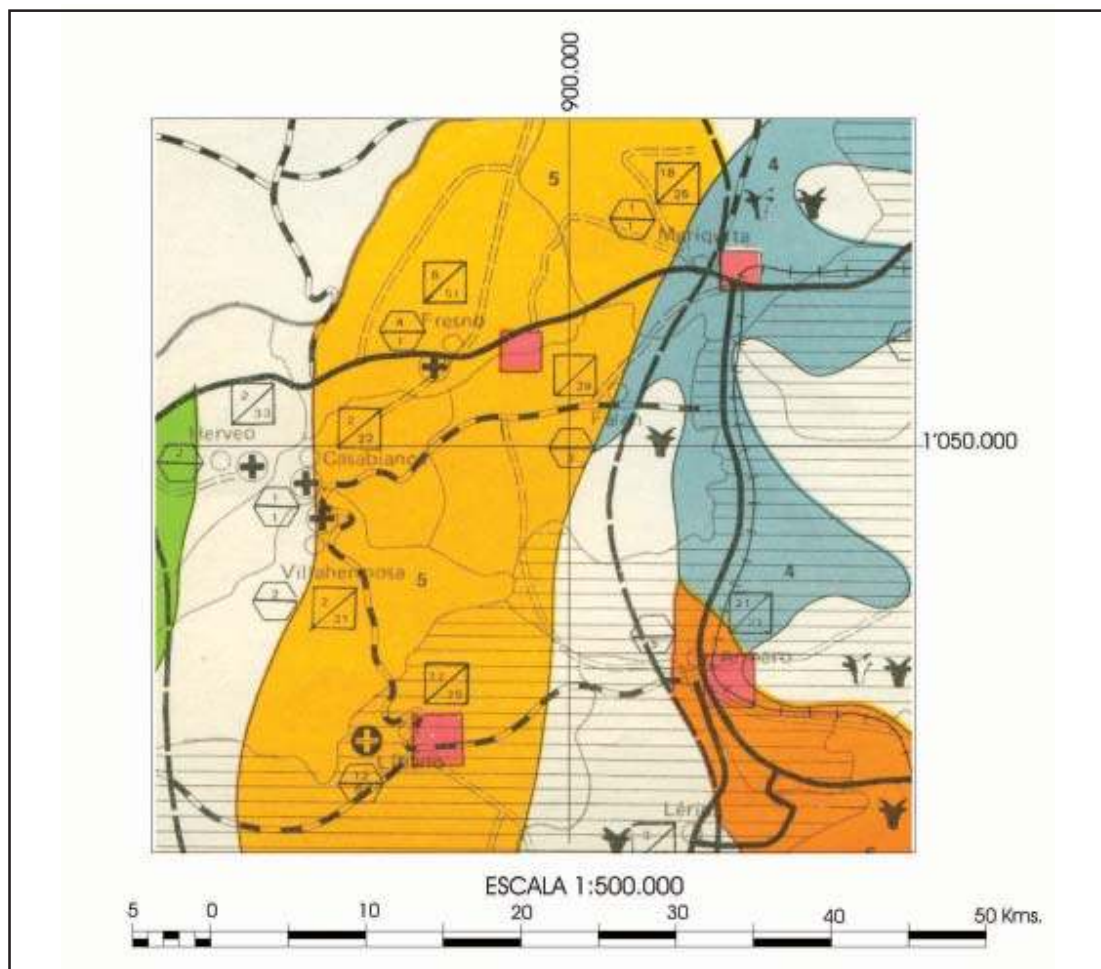


Fig. 6.5 Fragmento mapa síntesis económica. Cuenca del Alto Magdalena  
Fuente: IGAC (1984)



vos, hospitales); un inventario del uso actual del suelo y aplica algunas herramientas de análisis en relación con la población.

Sin embargo este mapa no puede considerarse como integrado porque:

- No maneja un marco conceptual que permita establecer unidades complejas.
- Las unidades presentadas no hacen parte de un sistema estructural.
- Jerarquiza un tema en particular que es la población que para la escala es información puntual pero no hace parte de una jerarquía entre unidades.
- La información del mapa no hace referencia a una dinámica por ende no es explícito en cuanto a la evolución.
- No define unidades espaciales integradas o complejas.

El contenido de este mapa no es suficiente para establecer la complejidad del espacio en cuestión. La sola percepción de los elementos únicamente nos llevaría a un estudio sesgado y las posibles propuestas de intervención serían erradas al desconocer la participación de algunas variables e interrelaciones pertinentes al estudio. De acuerdo a la clasificación propuesta por Joly (1982), este mapa corresponde al nivel de información.

## **6.5 Los sistemas de información geográfica (SIG): Una alternativa para la síntesis en cartografía**

En el primer capítulo se hizo el reconocimiento de los sistemas de información geográfica como técnicas de análisis espacial con capacidad de trabajar simultáneamente el componente locacional y temático de la información para establecer la distribución de un fenómeno geográfico. Sin embargo, los SIG no deben concebirse únicamente como herramientas de análisis espacial, pues su capacidad para capturar, almacenar y manejar un gran volumen de datos, susceptibles de convertirse de manera inmediata en información, realizar cálculos, relacionar variables y construir modelos predictivos de comportamiento, “una vez se han analizado los datos espaciales y se conocen las pautas que rigen su modelo de distribución” (Ruiz, 1995), permite acceder por este medio, a un producto cartográfico integrado, para el que se deben tener en cuenta las mismas características que hasta ahora se han expuesto en el presente capítulo.

No obstante, la implementación de un SIG, depende en muy buena medida de la planeación que se haga de la misma antes de emplear la herramienta digital como tal, teniendo presente su soporte técnico, sin que éste necesariamente determine el rumbo de la investigación. Por ello en ésta parte del trabajo se hará énfasis en el ejercicio de planeación del SIG, en el que la intervención del usuario es definitiva para alcanzar un grado de integración adecuado, ya que “muchos de los fracasos y desilusiones con los proyectos de SIG provienen no de las fallas y de los componentes técnicos, sino de la carencia del entendimiento del proceso de innovación tecnológica y de la falta de expectativas de todas las partes asociadas con el proyecto”. (Alzate, 2000)

En el marco de esta alternativa digital, la cartografía integrada puede entenderse como un conjunto de procesos en los que partiendo de un objetivo definido, se busca:

- reconocer la distribución espacial de un fenómeno,
- identificar sus componentes,



- establecer las posibles relaciones entre variables,
- crear modelos de funcionamiento, e
- integrar modelos mediante el empleo de conectores específicos.

Como resultado, se obtiene un mapa sintético o integrado, en el que se evidencia el desarrollo de un concepto, cuya distribución se establece por medio de unidades complejas.

Partiendo de este conjunto de ideas, a continuación se describirá un proceso de integración utilizando la herramienta SIG, para lo cual se han establecido tres momentos:

**Primer momento:** consiste en la *identificación del problema* y a partir de éste, la definición de unos *objetivos*. El trabajo práctico en esta etapa, requiere definir los *componentes* del problema, para lo cual se elabora un *modelo cartográfico* en el que se define un *objetivo general* y unos *particulares* que se concretizan mediante el establecimiento de una serie de *tareas*, cada una de las cuales lleva implícito un *producto* o un posible mapa como resultado de la relación de un conjunto de subtarefas para las que se piensa en sus respectivas *variables*, *datos* y posibles *funciones de análisis*.

Veamos cómo se llevan a la práctica estos elementos mediante un ejercicio<sup>2</sup>.

En la Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá), se detectó durante el segundo semestre de 2000, la siguiente situación:

Existían conflictos de tipo espacial manifestados en el mal uso de la malla vial, los parqueaderos y las zonas verdes y recreativas. Estos conflictos fueron agrupados en dos: aquellos originados en el parqueo inadecuado de carros y aquellos que involucraban la presencia de peatones.

En cuanto al primero, los automóviles que ingresaban a diario a la Ciudad Universitaria, propiciaban problemas de congestión e invasión de zonas peatonales, verdes y/o recreativas lo que a su vez desplazaba las actividades propias de estos lugares. Esta situación influyó negativamente en el aspecto ambiental y estético de la Universidad.

El segundo problema, tenía que ver con el peatón y el uso que éste le daba a los parqueaderos, áreas verdes, recreativas, y malla vial. Esta última resultaba ineficiente para él, ante la ausencia de andenes en algunas áreas, y el conflicto generado por los automóviles que obligaban al peatón a desplazarse por áreas que le resultaban peligrosas. En ese momento, el estado de algunas áreas verdes y recreativas manifestaba el impacto que tenía el peatón sobre las mismas ya sea porque hacía un uso inadecuado de éstas o por su frecuente circulación.

Los dos anteriores problemas exigían la implementación de un plan:

Para las vías era necesario, evaluar, modificar y restringir el uso de algunas de ellas, ya sea para parqueo o para circulación. Las zonas verdes, recreativas y los parqueaderos, por su parte, requerían caracterizarse, evaluarse y elaborar un plan que impidiera la invasión de algunas de ellas, la redefinición de su uso en otras, y la recuperación y conservación de las restantes.

Por tal motivo se estableció el siguiente objetivo general:

<sup>1</sup> El ejemplo empleado para explicar este tipo de integración, corresponde a un trabajo académico elaborado por las autoras, durante el segundo semestre de 2000, para la materia de SIG II. Dirigido por la profesora Beatriz Alzate.



Caracterizar, identificar y evaluar las áreas en conflicto por parqueo de vehículos y por mal uso de peatones en la malla vial, los parqueaderos y las zonas verdes y recreativas y proponer un plan de manejo a través de la utilización de la herramienta SIG.

Además se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la capacidad actual de los parqueaderos en relación con la cantidad real de vehículos que los ocupan.
- Identificar algunos espacios que potencialmente pueden ser utilizados como parqueaderos.
- Especificar las áreas recreativas y de reserva natural y diferenciarlas de las de parqueo.
- Proponer un plan de funcionamiento para las vías.
- Identificar zonas verdes, recreativas y parqueaderos que deben ser readecuados, recuperados y conservados.
- Identificar aquellos lugares con ausencia de andenes y proyectar su posible ubicación.
- Determinar áreas verdes y recreativas donde se deben construir senderos y recuperar la vegetación aledaña.

Las figuras 6.6, 6.7 y 6.8 muestran los modelos cartográficos construidos para cumplir con los objetivos planteados, nótese que estos incluyen las tareas a realizar, las cuales sugieren un producto cartográfico y la forma como se llegaría a éste teniendo en cuenta algunas funciones de análisis, variables y atributos. Los *conflictos* como tal son parte de los concep-

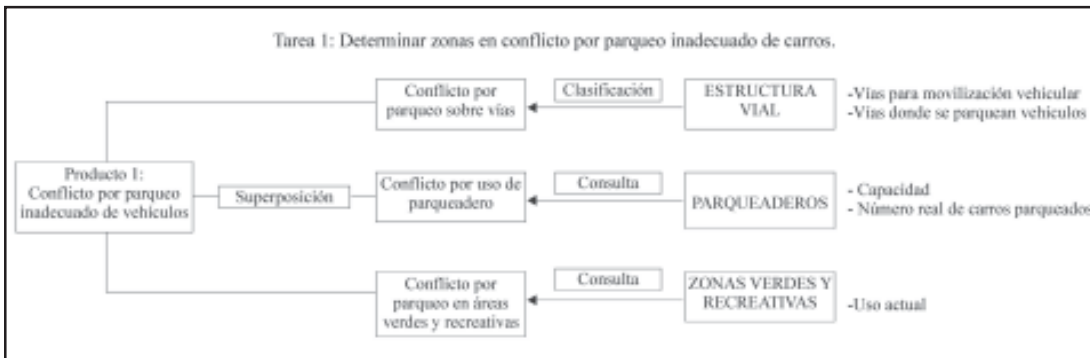


Fig. 6.6 Modelo cartográfico 1

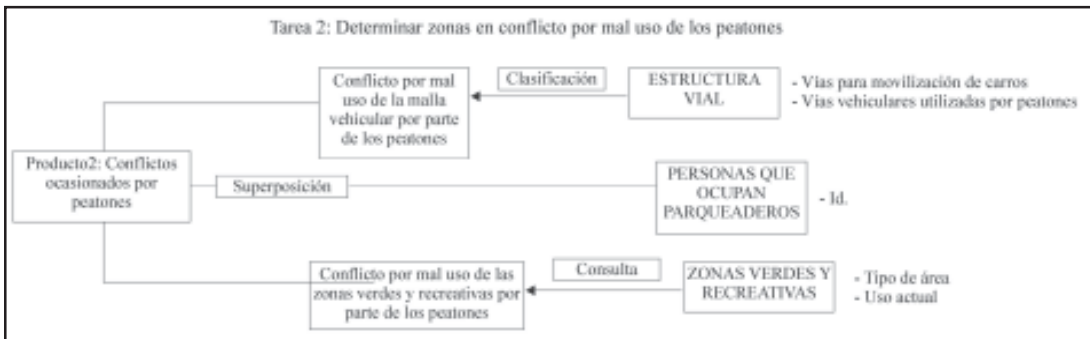


Fig. 6.7 modelo cartográfico 2

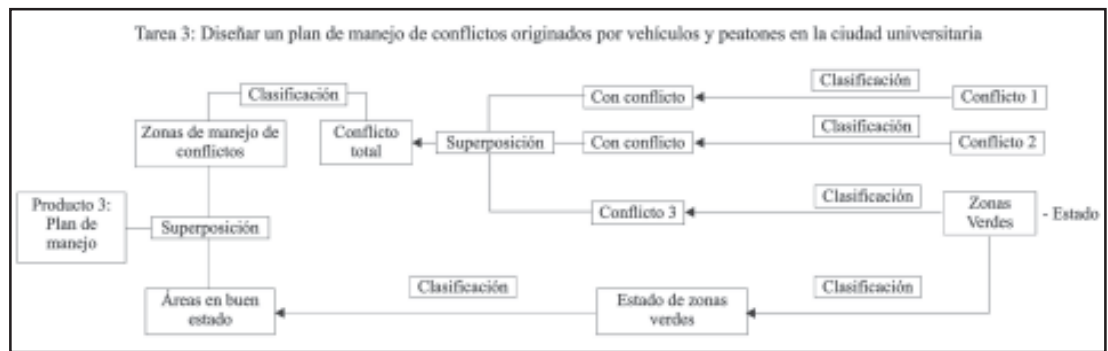


Fig. 6.8 Modelo cartográfico 3

tos que definen el problema, sin embargo su *plan de manejo*, será el que en definitiva establezca las pautas para lograr la integración cartográfica.

**Segundo momento:** consiste en pensar el problema en función de la herramienta técnica; lo que sugiere desarrollar un conjunto de formatos que indiquen los requerimientos para la implementación del SIG, en cuanto a Software, manejo de datos, funciones, representaciones gráficas...

El formato de *descripción de las tareas* evidencia qué tipo de técnicas de análisis se van a emplear, qué requerimientos de datos hay en cuanto a entidades (variables), atributos (datos o características que describen la variable según el problema) y el objeto espacial, teniendo presente su tipo de implantación.

La *descripción de relaciones* entre las diferentes entidades o variables se construye a partir de un *modelo entidad - relación*.

En esta etapa también se prevén, los posibles mapas que pueden surgir de estos dos primeros momentos con sus respectivos componentes cartográficos. Se resumen además todos los datos que pueden incluirse durante la implementación de un SIG, a partir de la elaboración de los siguientes formatos: *lista master de datos*, *lista de tareas*, *lista de funciones y matriz relación de tareas*

Siguiendo con nuestro caso, los cuadros 6.3, 6.4 y 6.5 describen las tareas a realizar. En estos es importante destacar que se incluyen la llave de consulta, como elemento integrador entre la base de datos y el referente espacial.

Cuadro 6.3 Descripción de la primera tarea

**Número de identificación de la tarea:** 01

**Nombre de la tarea:** Determinar zonas en conflicto por parqueo inadecuado de carros.

**Definida por:** Lina María Ortíz y Adriana Madrid

**Propósito y descripción:** Caracterizar, evaluar y demarcar las áreas en conflicto por parqueo de vehículos.

**Tipo de tarea:** Consulta y despliegue, análisis de mapas

**Escala:** 1: 5.000

**Llave de consulta:** Cod\_Conflict.

**Requerimientos de datos:**



Elementos	Objeto Espacial	Atributos
Vías	Líneas	Vías para movilización vehicular, vías donde se parquean vehículos.
Parqueaderos	Polígonos	Capacidad, área, número real de carros parqueados
Zonas verdes y Recreativas	Polígonos	Tipo de área, uso actual.

Cuadro 6.4 Descripción de la segunda tarea

<p><b>Número de identificación de la tarea:</b> 02  <b>Nombre de la tarea:</b> Determinar zonas en conflicto por mal uso de los peatones  <b>Definida por:</b> Lina María Ortíz y Adriana Madrid Soto  <b>Propósito y descripción:</b> Identificar y evaluar los conflictos ocasionados por los peatones en relación con la malla vehicular, los parqueaderos y las zonas verdes y recreativas.  <b>Tipo de tarea:</b> Consulta y despliegue, análisis de mapas  <b>Escala:</b> 1: 5000  <b>Llave de consulta:</b> Cod_conflict.  <b>Requerimientos de datos:</b></p>		
Elementos	Objeto Espacial	Atributos
Estructura vial	línea	tipo, vías vehiculares usadas por los peatones, senderos, caminos.
Grupos en parqueo	punto	Id_
Zonas verdes y recreativas	Polígonos	tipo, uso

Cuadro 6.5 Descripción de la tercera tarea

<p><b>Número de identificación de la tarea:</b> 03  <b>Nombre de la tarea:</b> Diseñar un plan de manejo de conflictos originados por vehículos y peatones en la Ciudad Universitaria  <b>Definida por:</b> Adriana Madrid Soto y Lina María Ortíz  <b>Propósito y descripción:</b> Evaluar y diseñar alternativas de manejo para la solución de conflictos provocados por peatones y vehículos en su relación con la malla vehicular, la malla peatonal y las zonas verdes y recreativas.  <b>Tipo de tarea:</b> consulta y despliegue, análisis de mapas  <b>Escala:</b> 1.5000  <b>Llave de consulta:</b> Cod_manejo  <b>Requerimientos de datos:</b></p>		
Elementos	Objeto Espacial	Atributos
Zonas verdes y recreativas	Polígonos	estado

La figura 6.9 corresponde al modelo Entidad-Relación que es “una especificación formal de las entidades, sus atributos y las relaciones entre entidades que participarán en el SIG” .... como puede observarse “cada componente tiene un símbolo gráfico y existen un conjunto de reglas para construirlo: las entidades son representadas como rectángulos, las relaciones como

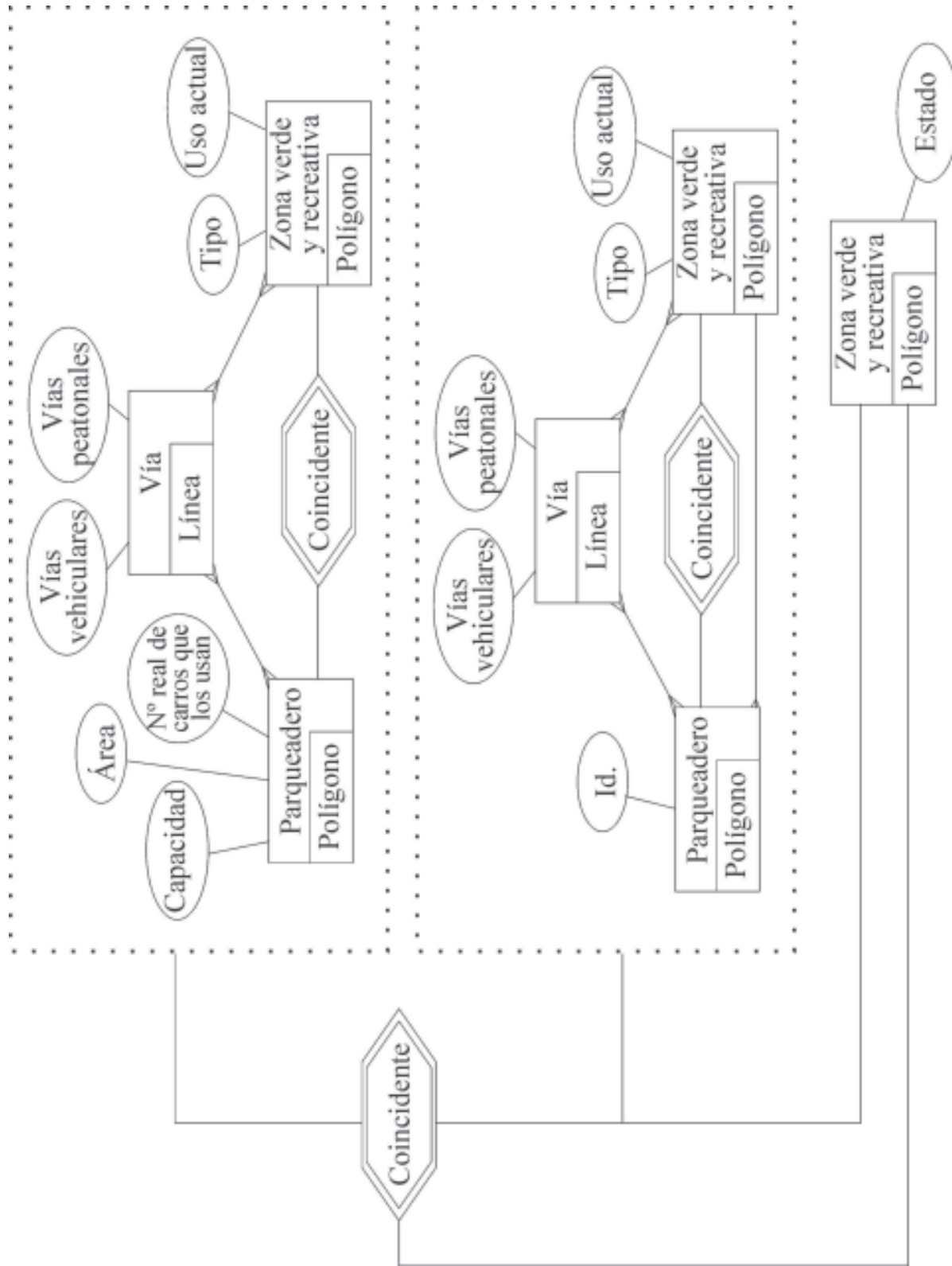


Fig. 6.9 Modelo entidad-relación



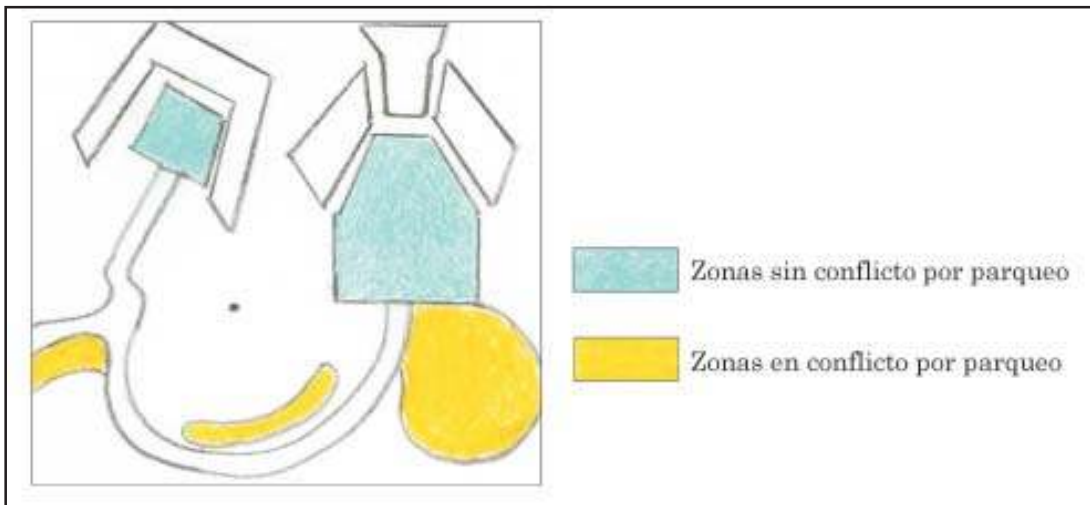


Fig. 6.10.a Despliegue del mapa, tarea 1

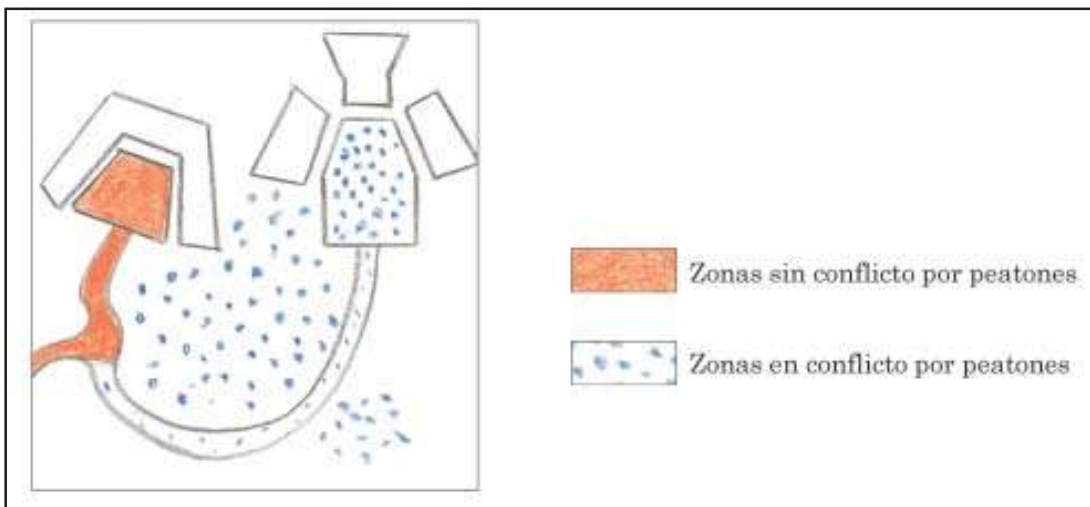


Fig. 6.10.b Despliegue del mapa, tarea 2

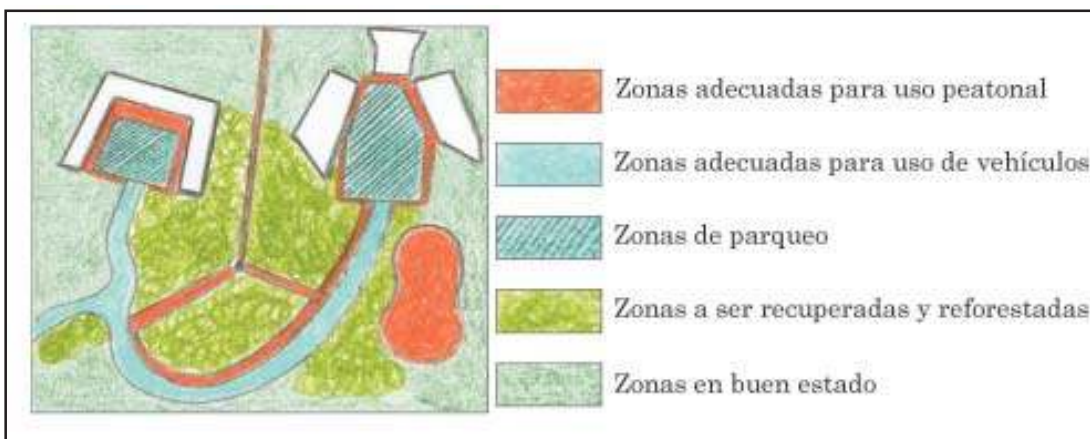


Fig. 6.10.c Despliegue del mapa, tarea 3

Fig. 6.10. Despliegue de mapas



diamantes y los atributos como elipses”. (Alzate, 2000) Cada entidad especifica su respectivo tipo de implantación. El objetivo de este modelo es representar de forma esquemática la eventual configuración topológica que debe implementarse. La figura 6.10, es un ejemplo del posible despliegue de un mapa; el usuario en este momento puede vislumbrar los posibles resultados gráficos que obtendría de acuerdo a la planeación hasta ahora realizada, lo que exige pensar en las variables visuales que empleará.

Los cuadros 6.6, 6.7, 6.8 y 6.9 sirven para verificar, organizar, evaluar y seleccionar las representaciones finales para la implementación.

Cuadro 6.6 Lista master de datos

Entidad	Atributos	Objeto Espacial
Vías	v, vehicular_parquear sencami_	línea línea
Parqueaderos	capacidad_ No. Carros área	polígonos
Zonas verdes y recreativas	tipo de área uso estado	polígonos polígonos

Cuadro 6.7 Lista de tareas

No.	Nombre / tarea	Tipo
1	Zonas en conflicto por parqueo inadecuado de carros	Consulta y despliegue Análisis de mapas
2	Zonas en conflicto por mal uso de los peatones.	Consulta y despliegue Análisis de mapas
3	Plan de manejo de conflictos originados por vehículos y peatones en la Ciudad Universitaria	Consulta y despliegue Análisis de mapas

Cuadro 6.8 Lista de funciones SIG

Funciones SIG	Funciones SIG genéricas	SIG candidatos	
		Arc/view	Idrisi
Despliegue	Despliegue en pantalla	si	si
	Despliegue en plotter	si	si
Consulta	Consulta de atributos	si	
Análisis de mapas	Superposición	si	si
	Clasificación	si	si

Cuadro 6.9 Matriz relación tarea – datos

Tareas	vías	parqueaderos	zonas verdes	peatones
Zonas en conflicto por parqueo inadecuado de carros.	x	x	x	
Zonas en conflicto por mal uso de peatones.	x	x	x	x
Plan de manejo de conflictos causados por vehículos y peatones.	x	x	x	



**Tercer momento:** esta etapa es de gran importancia porque consiste en el modelamiento espacial que se centra en la estructura de las transformaciones que tienen los datos mediante la utilización de herramientas técnicas como la superposición, clasificación, reclasificación, modelos digitales de terrenos, interpolación, etc. para llegar finalmente a un producto integrado.

La figura 6.11 corresponde al diagrama de modelamiento espacial; los símbolos gráficos utilizados en este caso son: el triángulo para identificar las coberturas vector, las elipses hacen referencia a la información temática que debe ser introducida, y las flechas indican no solo la dirección de los procesos sino las funciones de análisis para obtener el producto requerido. Cuando las coberturas a emplear son raster, éstas se representan por medio de un rectángulo; el cuadrado se utiliza para representar archivos de valores ya existentes que podrían emplearse durante la aplicación.

El modelo se desarrolló de la siguiente forma para cada una de las tareas:

**Primera tarea:** Con base en una salida de campo, inicialmente se identificaron las vías vehiculares en las que se parqueaban automóviles, calificando estas últimas como las más conflictivas. Los parqueaderos se evaluaron en función de su capacidad y del número real de carros que los utilizaban, en este sentido se señalaron como los más conflictivos aquellos cuyo número de vehículos superaba su capacidad y aquellos que no presentaban ningún uso. Las áreas verdes y recreativas en conflicto se seleccionaron de acuerdo a su tipo y uso, teniéndose en cuenta, principalmente, aquellas que eran utilizadas como parqueaderos. La visualización de estos conflictos se hizo mediante la utilización de las funciones de *consulta y despliegue*. Posteriormente se realizó un análisis de mapas a través de la función de superposición entre las capas de conflicto por uso inadecuado de parqueaderos y conflicto por parqueo en zonas verdes y recreativas. Sobre este último se desplegó la capa de conflicto por parqueo sobre vías con el propósito de visualizar la primera tarea denominada: “Conflicto por parqueo inadecuado de vehículos”. (Ver figura 6.12)

En cuanto a la función de *Consulta*, a manera de ejemplo, se señalarán algunos de los interrogantes realizados. Lo que se hace con la intención de ver qué tan efectivo puede resultar el trabajo y qué otras alternativas de consulta existen:

- ¿Cuáles son los parqueaderos que utilizan toda su capacidad?
- ¿Cuáles son los parqueaderos cuya capacidad es superada por el número real de vehículos que se parquean?
- ¿Cuáles son los vehículos cuya capacidad es superior al número real de carros?
- ¿Cuáles son los parqueaderos cuya capacidad es mayor o igual a su capacidad real?

En zonas verdes y recreativas se consultó:

- ¿Qué tipo de zonas verdes y recreativas son utilizadas como parqueaderos?
- ¿Qué tipo de zonas verdes y recreativas son utilizadas como peatonales?



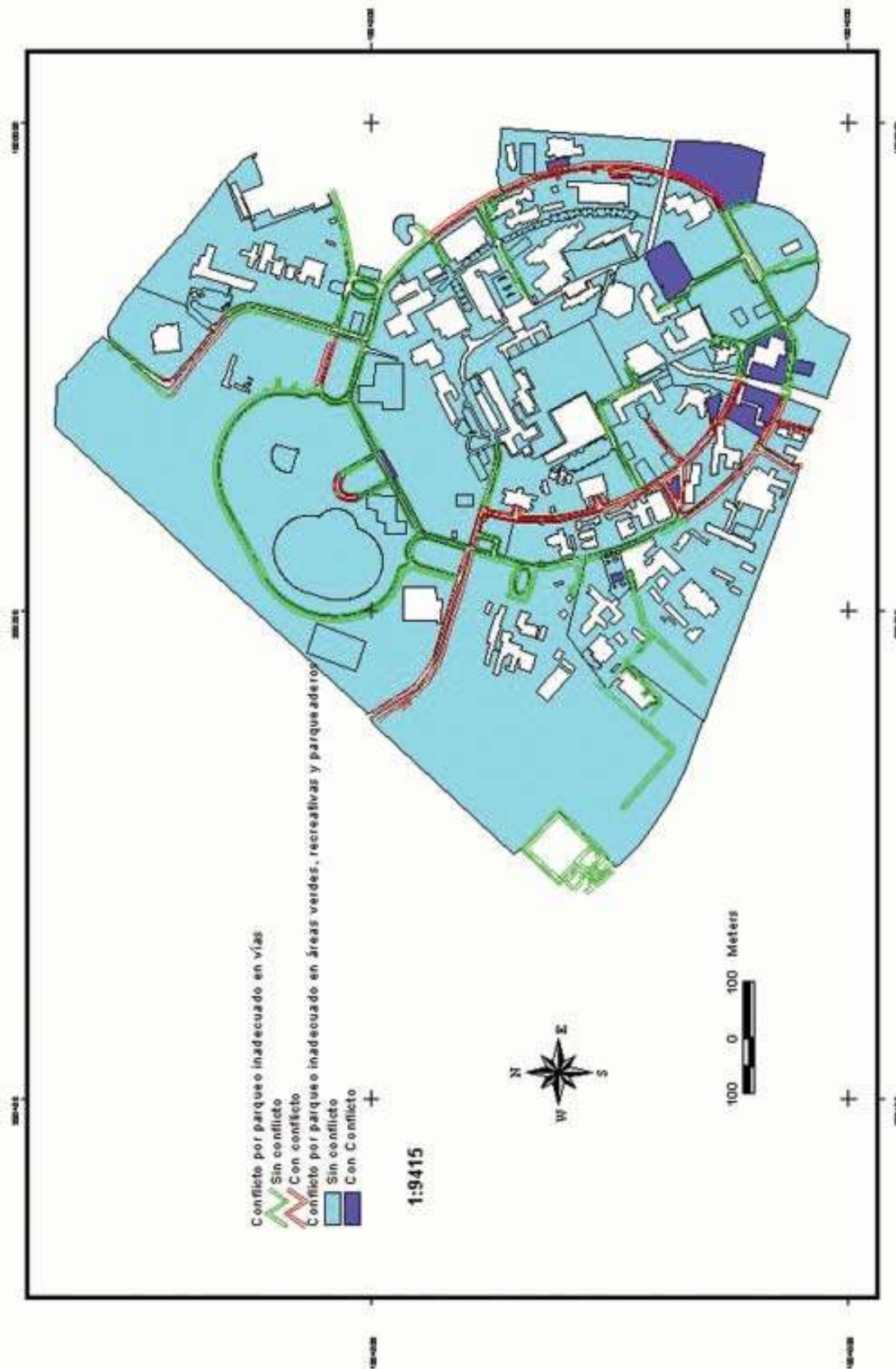


Fig. 6.12 Conflicto por parque inadecuado



**Segunda Tarea:** Para determinar las áreas en conflicto por presencia de personas, se realizó una clasificación de las vías vehiculares seleccionando aquellas de mayor uso por parte de los peatones; de igual forma se escogieron los parqueaderos con constante presencia de personas; por último se identificaron y separaron las áreas verdes y recreativas con fuerte incidencia peatonal y aquellas que con anterioridad se habían clasificado como mixtas, o que eran utilizadas para diversas actividades (deportivas, descanso y peatonales). Las funciones empleadas fueron *consulta y despliegue*. Posteriormente se hizo una superposición entre las capas con conflicto por peatones en parqueaderos y conflicto por peatones en áreas verdes y recreativas. Sobre esta se desplegó la capa de conflicto por presencia de peatones en la malla vehicular, obteniéndose finalmente la figura 6.13)

**Tercera Tarea:** De la capa de la tarea 1 se seleccionaron únicamente las áreas con conflicto por parqueo; de igual forma de la cobertura de la tarea 2 se seleccionaron las áreas con conflicto ocasionado por peatones. Previamente se había realizado una clasificación por estado de las zonas verdes y recreativas en tres tipos: buenas, regulares y malas. Luego se escogieron únicamente las regulares y las malas con el propósito de obtener los sitios más intervenidos.

Esta última capa se superpuso con las dos primeras para obtener un mapa que mostrara el *conflicto total*. A partir de este se realizó un plan de manejo al que se le superpusieron las zonas verdes y recreativas en buen estado, a las que también se les asignó un manejo; de igual forma se estableció un plan para las vías en conflicto. Finalmente se obtuvo una cobertura correspondiente a la tarea 3 en la que se muestra *el plan de manejo total* (ver figura 6.14):

Para las vías se asignaron las siguientes soluciones:

- *Construir andenes y prohibir parquear*, para aquellos segmentos viales con ausencia de andenes, que eran constantemente utilizados por peatones y como parqueaderos.
- *Vías donde se permite parquear*: se seleccionaron aquellas vías, algunas abiertas, otras cerradas en donde se hacía posible parquear automóviles sin causar traumas tanto para los peatones como para el tránsito vehicular.
- *Vías donde se prohíbe parquear*: se escogieron aquellas vías que definitivamente no debían ser utilizadas para parqueo puesto que generaban problemas de circulación.
- *Vías destinadas únicamente para circulación*: fueron seleccionadas aquellas vías que por su importancia (circulares) sólo debían ser destinadas para la movilización de vehículos.

El plan de manejo para las zonas verdes y recreativas se estructuró de la siguiente forma:

- *Readecuar áreas deportivas* en aspectos tales como colocar gramilla, nivelar campos, crear drenaje y demarcarlos de acuerdo al reglamento.
- *Recuperar vegetación y prohibir parqueo* específicamente en las áreas verdes que eran utilizadas comúnmente para parquear y que presentaban un notable deterioro vegetal.
- *Recuperar vegetación* en aquellas zonas que estaban medianamente afectadas o que no eran constantemente utilizadas pero presentaban cierto deterioro.

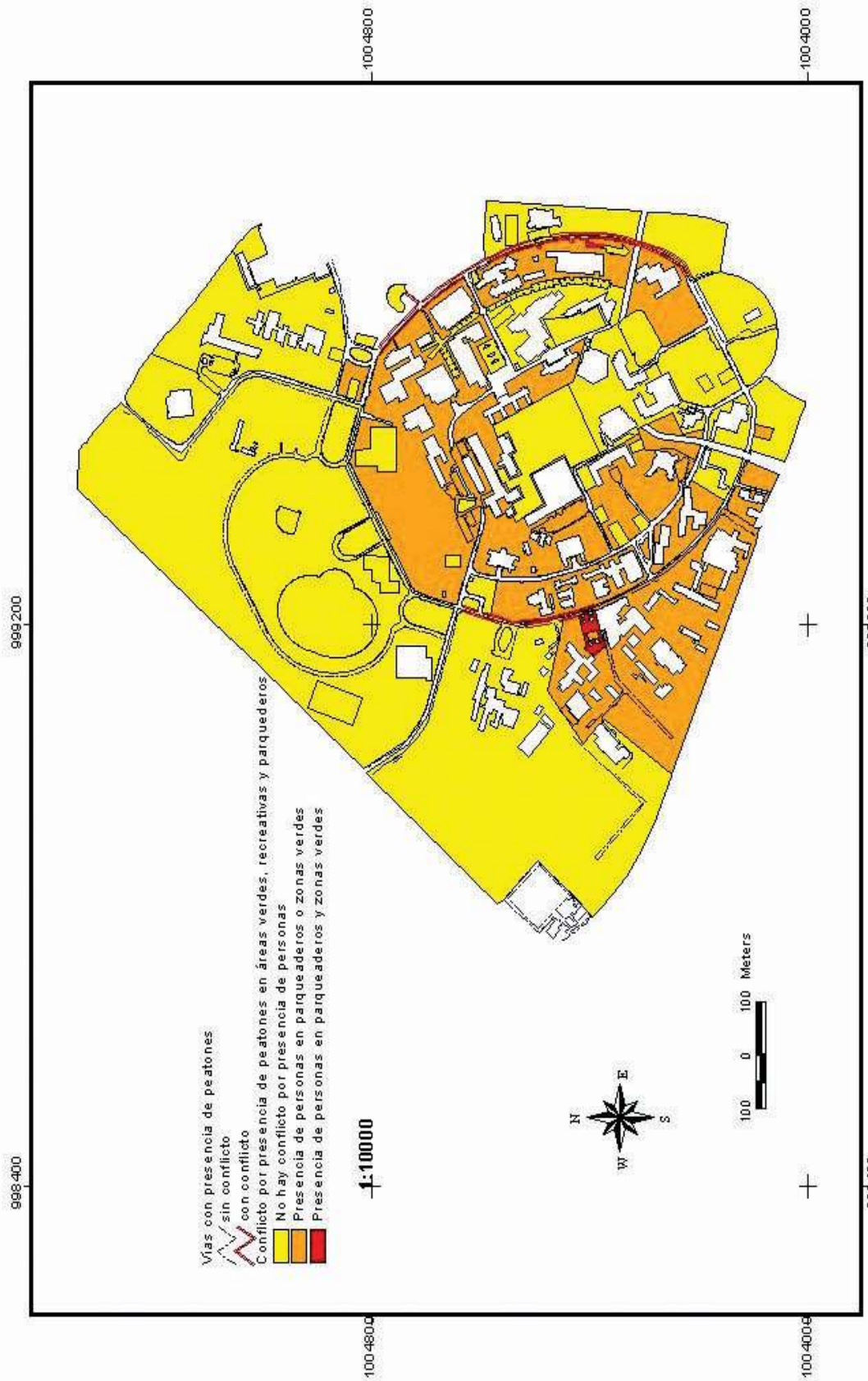


Fig. 6.13 Conflicto por presencia de peatones

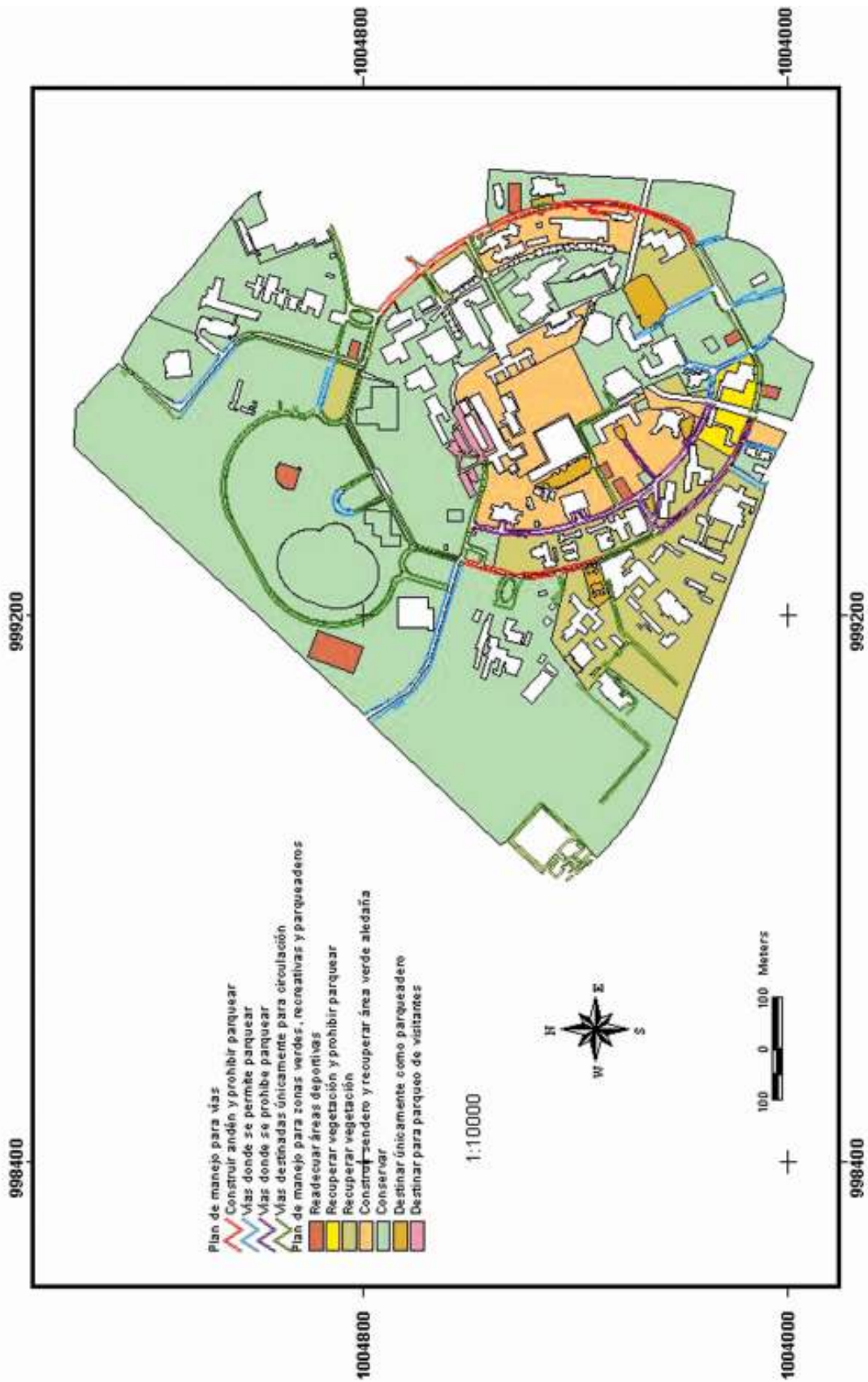


Fig. 6.14 PLan de manejo





- *Construir sendero y recuperar área verde aledaña* en las zonas que eran fuertemente afectadas por la circulación peatonal y que por tanto, ameritaban la construcción de un sendero y la recuperación vegetal de la restante área.
- *Conservar* las zonas verdes y recreativas que no presentaban deterioro pero que requerían atención.
- *Destinar únicamente como parqueaderos* aquellos que eran utilizados frecuentemente por grupos de personas, ocasionando problemas en la movilización de los vehículos.
- *Destinar para parqueo de visitantes* el parqueadero de ingeniería que tiene una capacidad para 210 vehículos y de los cuales se utilizaban menos de la mitad. Algunos de ellos presentaban un notable abandono.

Como se observa, la figura 6.14 no muestra ni uno, ni otro conflicto, sino la distribución espacial de un plan de manejo (tarea 3) que es el resultado de un proceso interno, donde se halló la incidencia de los conflictos para llegar al establecimiento de unidades que sugieren una nueva forma de manejo, de estas últimas, no pueden sustraerse los conflictos inicialmente planteados.

Cabe recordar que, en este caso, toda la información utilizada para implementar el sistema de información geográfica, se originó en prácticas de campo; observaciones directas que igualmente fueron primordiales para establecer prioridades, hacer valoraciones tanto cuantitativas como cualitativas y plantear soluciones.

Los tres momentos expuestos, no solo presentan una descripción formal del proceso de implementación de un SIG, en ellos está implícita la síntesis en su capacidad de integrar variables y ofrecer productos cartográficos cuyas unidades son el resultado de la combinación de unos hilos conceptuales, cuya organización depende estrictamente del usuario y no de la aplicación informática. Las relaciones establecidas desde el momento mismo de la planeación son las que conservan la idea de globalidad, siendo de vital importancia reconocerlas antes de construir la base de datos, aplicar funciones de análisis y obtener un resultado gráfico.

## 6.6 Conclusiones de capítulo

Pensar el espacio como una totalidad es algo innegablemente ambicioso, sin embargo no se trata de ello, sino de tener la capacidad de descubrir en éste, todos aquellos elementos que hacen explícito cierto orden dentro del espacio cuya comprensión requiere en algunos momentos estudiar sus componentes por separado (análisis) pero sobre todo conservar una estructura y explicación funcional global (síntesis) que permita darle sentido a cualquier investigación en pro de una mayor certeza en la toma de decisiones.

Si tenemos en cuenta que la Geografía es “la ciencia que produce el conocimiento de las relaciones estructurales y funcionales entre la sociedad y la naturaleza, que ocurren en el espacio geográfico” (Departamento de Geografía, UN, 1993); la Cartografía Integrada responde en muy buena parte al objetivo fundamental de esta ciencia aportando herramientas prácticas para ello. Ahora bien, si se entiende la Cartografía como un conjunto de procedimientos que permiten descifrar el espacio en términos estructurales, funcionales y evolutivos, esta herramienta ofrece facilidades en la identificación de sus limitaciones y potenciali-



dades en procura de un mejor uso, aprovechamiento y planeación de éste, convirtiéndose en una buena fuente para el ordenamiento territorial, las evaluaciones de impacto ambiental, los estudios de paisaje, entre otros.

Todo proceso de cartografía integrada, implica o supone, una construcción teórica, conceptual, analítica, sintética y metodológica que parta de los parámetros necesarios y convenientes para llegar a un mapa integrado. Por ello mismo, la simple suma o superposición de datos no puede ofrecer resultados concretos si no se ha establecido una relación pertinente entre variables, que minimice el riesgo de congestionarse de información.