

Aportes de la Informática al Planeamiento Urbano y Territorial

María Adela Igarzabal de Nistal

Centro de Información Metropolitana. CIM

1 Introducción

Este documento está dirigido en particular a los alumnos de la Carrera de Especialización en Planeamiento Urbano y Regional (CEPUR) y a alumnos de la Carrera de Arquitectura con vocación de especializarse en Planeamiento Urbano y Territorial. Aspira, también, despertar inquietudes y abrir nuevos caminos en el uso de la informática en profesionales y funcionarios de la administración pública vinculados directa o indirectamente al campo del planeamiento urbano y territorial.

No pretende ser novedoso: sino contar la experiencia del autor y de aquellos que se han sumado a los largo del tiempo convencidos de que estas herramientas han de revolucionar no sólo las tareas sino también los enfoques de este campo del conocimiento.

Alrededor de la década del 60', en pleno auge de los estudios de Planeamiento Urbano en la Argentina, al tiempo en que estaban en realización entre otros, los Planes de Ordenamiento de los Municipios de Baradero, Brandsen, Tandil, Chascomús, Luján, etc., comenzaban a divulgarse la tecnología CAD y sus aplicaciones. En esos momentos un grupo de profesionales argentinos hizo la consulta a especialistas en CAD sobre la posibilidad de adaptar esta tecnología para ser utilizada en Planificación Urbana. La respuesta fue negativa. Aún faltaba la aparición de las PC y de softwares que fueran algo más que simples dibujadores y pudieran manejar en forma inteligente datos espaciales, además de crear mapas en distintas escalas y proyecciones.

A raíz de un viaje de estudios a España, en 1983, el autor tuvo oportunidad de ver algunas aplicaciones informáticas que manejaban datos espaciales, desarrollados en entornos de mainframe, en particular las realizadas en la Comisión de Planea-

miento y Coordinación del Area Metropolitana de Madrid. (COPLACO) y en el Instituto Geográfico Nacional de España, (IGN).

En la segunda mitad de la década del 80' ya se estaba más cerca. Las PC habían inundado el mercado y con ellas los sistemas de información geográfica, los SIG, migran a entornos más accesibles, ya que hasta ese momento sólo corrían en equipos grandes. Para esa fecha ya se disponía de procesadores de texto y de planillas de cálculo.

Este pantallazo ayuda a visualizar la razón por la cual el encadenamiento entre la Informática y el Planeamiento Urbano y Territorial recién comienza a tomar fuerza en la década pasada. Ante la aparición de cualquier innovación tecnológica su aceptación y uso no se potencia hasta que se constituye una masa crítica de usuarios.

A partir de esa época, se comenzó una tarea que ayudó a la difusión de estas herramientas en el país. A fines de 1983 se presentó un Proyecto de Investigación al CONICET sobre el tema, para ser financiado por un préstamo BID, que no prosperó. Luego, en 1986, se presentó una iniciativa similar ante las autoridades de la FADU/UBA, quienes deciden dar apoyo al Proyecto, creando a tal efecto el Centro de Información Metropolitana (CIM) que, desde 1987, está trabajando en esta dirección.

La tarea desarrollada desde el CIM no ha trascendido mucho; a veces ha sido muy solitaria, muchas veces incomprendida, pero se estima que ha abierto rumbos. Hoy el CIM se ha constituido en uno de los referentes para la introducción de la tecnología SIG en el país. Muestra de ello son las incesantes visitas recibidas de representantes de los más variados organismos estatales y privados, empresas, municipios, provincias, etc., que se acercan para interiorizarse sobre la aplicación que se está realizando de esta tecnología, y del estado de avance del Proyecto "Sistema de Información Territorial para el Area Metropolitana, Buenos Aires".

2 Informática y planeamiento urbano y territorial

Es indiscutible que, hoy en día, el uso de la informática se ha extendido a todos los campos del conocimiento. El Planeamiento Urbano y Territorial no podía escapar a esta tendencia.

Los procesadores de texto cubren una fase de todo proceso de planificación; la posibilidad de explicitar los trabajos en forma escrita, con todas las ventajas que estos instrumentos ofrecen, y que no es del caso enfatizar en esta oportunidad.

Otro tipo de paquetes informáticos que son de uso corriente en planificación son los que manejan hojas de cálculo. Estos programas han sido concebidos originalmente para asistir al campo de la economía, pero cada vez con más frecuencia se utilizan en planificación para el manejo de conjuntos de datos que pueden representarse en forma matricial, es decir en filas y columnas. Una ventaja adicional que presentan algunos de estos paquetes es que cuentan con módulos adicionales que, además de realizar operaciones matemáticas y lógicas entre los datos, permiten salidas gráficas de los resultados, en forma de diagramas lineales, de barras, circulares, histogramas, etc..

Quizá entre los paquetes informáticos más identificados con la gestión de planeamiento están los que manejan y organizan bases de datos. Conceptualmente pueden asimilarse con un fichero bibliográfico, en el cual cada fila es la ficha de un libro (área bajo estudio, unidad de análisis espacial), en la cual se cargan todos los datos que la identifican (atributos).

Pero es con el advenimiento de los Sistemas de Información Geográfica (SIG, GIS, SIT, LIS, etc.) cuando la informática se incorpora en forma protagónica a los procesos de planeamiento.

3 Sistemas de información territorial y planeamiento

Los Sistemas de Información Territorial (SIT) tienen su origen en una técnica muy aplicada en el campo de la planificación física, la cartografía de "hojas superpuestas". Esta técnica, conocida desde principios de siglo, fue retomada e implementada informáticamente por un grupo de geógrafos americanos y canadienses a mediados de la década del 60'.

Los SIT son una forma muy particular de Base de Datos. Presentan una estructura interna tal, que hace posible la manipulación de los datos con un enfoque geográfico-espacial.

En Planificación, ya lo decía Abercrombie, lo geográfico es el apoyo del quehacer de la planificación. Definiendo a lo geográfico como "el conjunto de hechos de superficie que se localizan sobre la tierra y a los movimientos que éstos producen en el espacio y en el tiempo".

Al enfocar estos hechos con una óptica sistémica nos encontramos con un conjunto de objetos que se definen por su emplazamiento y posición y por su diferenciación espacial. Estos hechos de superficie se caracterizan además por la forma en que se distribuyen en el espacio, medida por el grado de concentración o dispersión que presentan; por la densidad de las poblaciones que conforman y por el nivel de intercambios que generan, tanto en el espacio como en el tiempo.

Por otra parte, en planificación permanentemente se están manejando modelos, tanto analógicos, e icónicos como simbólicos. Por lo general, los modelos analógicos se expresan a través de técnicas cartográficas que permiten la esquematización del espacio, adoptando distintas formas de expresión, según la escala de trabajo que se adopte.

La mayoría de los movimientos fluyen por canales fijos que en su conjunto conforman redes (viales, ferroviarias, líneas de alta tensión, oleoductos, etc.). En los puntos de cruce de estas redes se conforman nodos o vértices donde, por lo general, se localizan ciudades, poblados, estaciones, plantas de transferencia, etc.. Tanto las redes como los nodos constituyen el andamiaje de la estructura territorial, pero todo ello descansa, a su vez, sobre un soporte territorial que es la causa y origen de todo el sistema.

Este conjunto de hechos espaciales; redes, nodos y soporte territorial, conforma el sujeto sobre el cual opera la planificación urbana y territorial y que es la base sobre la cual operan los sistemas de información territorial.

4 Sistemas de información territorial

Lo que se conoce como "Sistemas de Información Territorial" consiste en una Base de Datos computarizada que contiene información espacial. Están constituidos por dos unidades fundamentales, una base de datos -gráfica y alfanumérica- y por un componente operativo funcional que hace posible:

- * Entrada de los datos
- * Archivo y recuperación
- * Manipulación
- * Salida de los datos

Según sea el grado de generalización con que se opera, la configuración espacial de cada entidad o elemento espacial ha de expresarse gráficamente como un punto, una línea o un polígono.

Los datos gráficos se caracterizan porque cada entidad está definida por su localización geográfica, es decir por sus coordenadas geodésicas, por su forma espacial o sea por su geometría, por las relaciones topológicas que guarda respecto a sus vecinos, y por la descripción de la entidad que se hace por sus atributos.

Existen dos modelos típicos de estructura de datos sobre los cuales se organizan estos sistemas, el raster y el vectorial. El modelo raster divide al espacio en elementos discretos, mientras que el modelo vectorial conforma un espacio continuo.

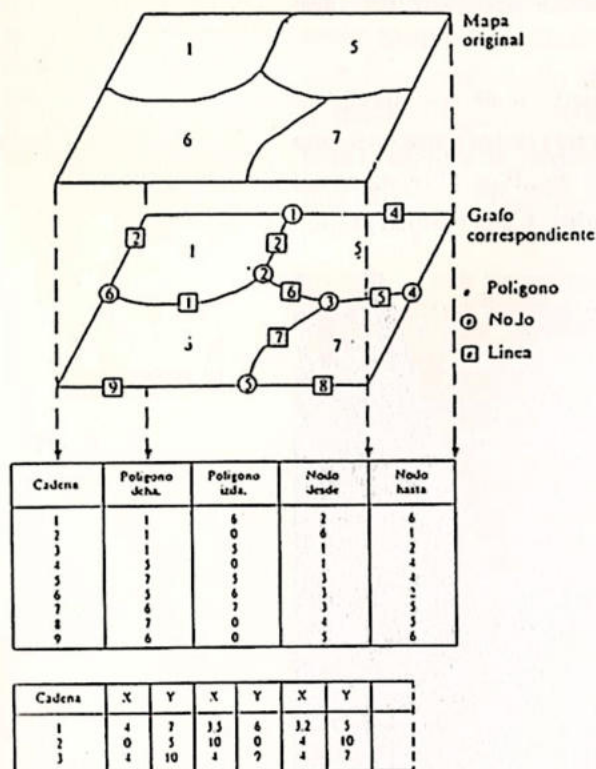
En los sistemas vectoriales los puntos se describen simplemente por sus coordenadas xy ; las áreas o polígonos por sus líneas de frontera, representadas por pares ordenados de coordenadas xy -con las condición que el primer par coincida con el último- y las líneas o redes por pares de coordenadas que definen su inicio, dirección y fin, ya sea por su intersección con otra línea o por cambio de atributos de la misma. (ver ilustración)

Los datos presentados en forma vectorial pueden aplicarse a cualquier proyecto. Son de mayor utilización cuando se manejan escalas que varían entre 1:500 y 1:20.000. Los presentados en forma raster se utilizan para desarrollos a escalas menores, 1:25.000 en adelante.

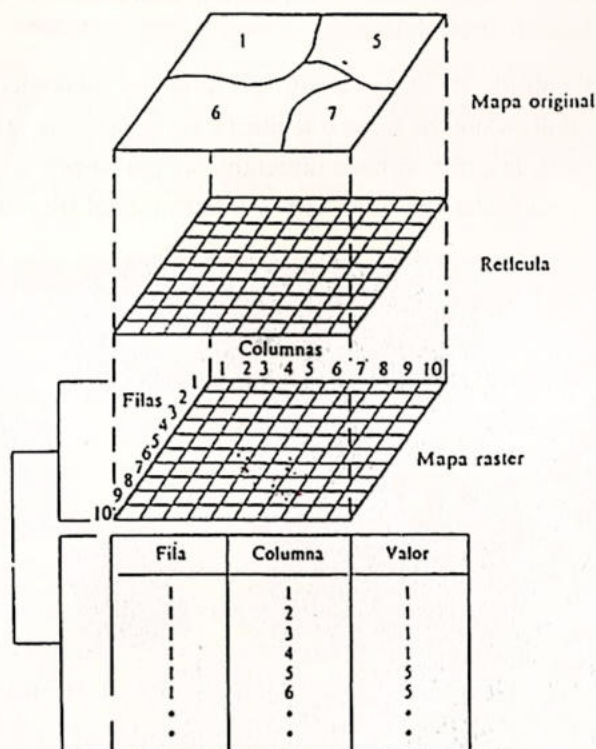
Los atributos alfanuméricos que describen cada elemento espacial pueden almacenarse o no en forma conjunta con los datos gráficos, dando origen a dos enfoques distintos de organización de un Sistema de Información Territorial. En el primer caso se está en presencia de lo que se ha dado en llamar SIT con base de datos incorporada, en el segundo caso se está frente a un SIT con base de datos

alfanumérica independiente. La adopción de esta alternativa tiende a la optimización de la performance para ciertos tipos de análisis. Las bases de datos adoptadas para este último caso son casi siempre relacionales. Para vincular los datos gráficos con los alfanuméricos se adoptan identificadores únicos.

Juan A. Cibrián



Descripción topológica de un conjunto de polígonos



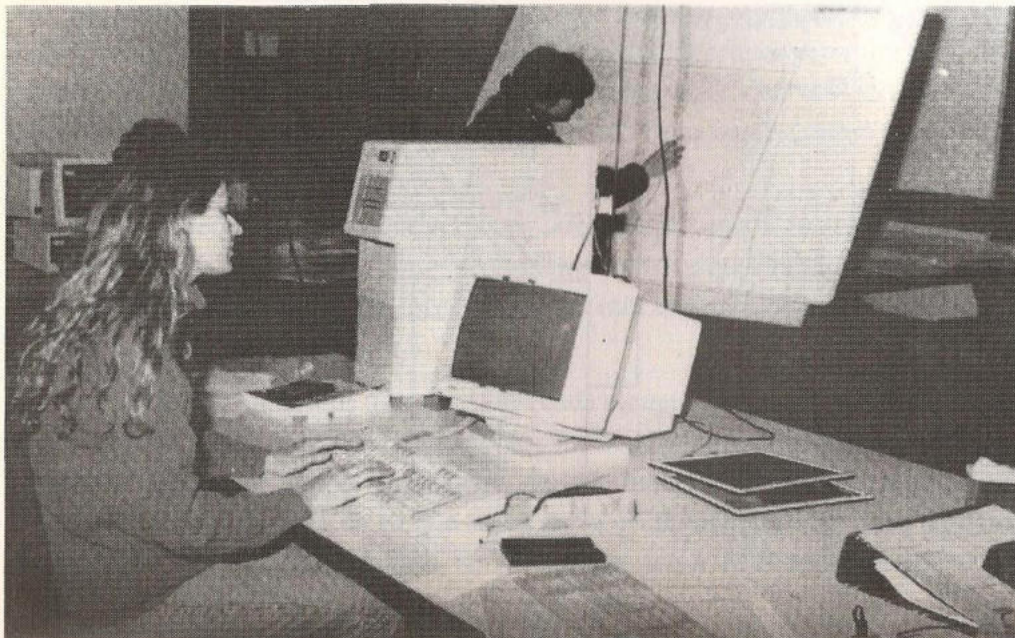
Descripción raster de un conjunto de polígonos

5 Organización conceptual de un SIT

5.1. Entrada de datos:

Esta primera fase difiere según sea el formato digital adoptado para la base de datos. Cada vez más los softwares para SIT disponibles en el mercado se desarrollan sobre formatos vectoriales.

La entrada de datos desde documentos analógicos puede realizarse mediante digitalizadores de mesa o scanners. En el caso que se disponga de los datos en forma digital, la carga se hace directamente por importación de archivos. Los datos así ingresados han de constituir el plano base del área en estudio. Cada entidad gráfica



de este plano está acompañada por un identificador único alfanumérico. Este identificador es el elemento que hará posible relacionar los datos gráficos con sus atributos que se expresan en forma alfanumérica.

Cuando se parte de documentos analógicos para la carga de los datos se deben tener en cuenta algunos parámetros que garanticen la posibilidad de vinculación externa del sistema. En este sentido se recomienda partir siempre de cartografía apoyada, en nuestro caso la elaborada por el Instituto Geográfico Militar (IGM) que adopta, como Sistema Geodésico de Referencia para el país, Campo Inchauspe 1969. La cartografía editada en distintas escalas está en proyección Gauss Kruger. Otro parámetro al que también debe prestarse particular atención es la escala que se elige para la captura de los datos. Cualquier salida del sistema no tendrá mayor exactitud que la de la cartografía adoptada para la carga de los datos

5.2. Archivo y recuperación de datos

Las operaciones de archivo y recuperación sirven de comunicación externa entre la base de datos y el usuario. El archivo es en sí transparente, mientras que para la recuperación, la participación del usuario es fundamental.

Esta participación se concreta mediante las operaciones de extracción y filtrado de los datos. En el primer caso se aplican conceptos de álgebra booleana y teoría de conjuntos, fijando el operador las condiciones que los datos deben cumplir. El filtrado de datos permite realizar una serie de operaciones tales como el cambio de proyección, la rotación y traslación de coordenadas, los cambios de escala, la generalización de datos mediante la cual es posible la eliminación de líneas o puntos en líneas o polígonos, la compaginación de mapas, o la superposición de datos que permite la composición de mapas y el cálculo de áreas, perímetros, distancias, etc..

5.3. Análisis espacial

A partir de las operaciones posibles de realizar por extracción y filtrado, se pueden formular modelos que contestan las clásicas preguntas de: qué?, dónde?, cómo?, y cuándo? pasó determinado suceso o qué hubiera sucedido si las condiciones hubieran sido distintas?. Estos modelos pueden ser de tipo descriptivos, normativos o predictivos. Todos ellos sirven para orientar el proceso, pero en ningún momento han de reemplazar al político en la toma de decisiones que han de acompañar a toda gestión de planeamiento.

El detalle de los modelos posibles de formular resultará difícil de acotar. Por lo tanto sólo se señalan algunos que son de utilidad para fundamentar distintos tipo de acciones.

- * Caracterización de áreas homogéneas según: densidad de población, niveles de ingreso, tejido, usos del suelo, intensidad de ocupación, etc..
- * Distribución espacial de: las actividades económicas, el empleo, valor de la producción, consumo energético, etc..
- * Disponibilidad de tierra pública urbana.
- * Parcelamiento dominante.
- * Áreas de vivienda subnormal.
- * Equipamiento: áreas servidas, áreas que acusan déficit.
- * Infraestructura: redes, características técnicas y operativas.
- * Circulación y transporte: redes según tipo de servicio, áreas servidas.
- * Áreas críticas por déficit de servicios, por obsolescencia, por hacinamiento, etc..
- * Dinámica del desarrollo: áreas vacantes, áreas en crecimiento sostenido, áreas consolidadas.

- * Areas a preservar. Edificios de valor histórico, estético o tradicional.
 - * Tendencias de crecimiento urbano y pautas de asentamiento.
 - * Evaluaciones de impacto ambiental.
 - * Análisis de alternativas de localización para un desarrollo territorial determinado.
- etc., etc.....

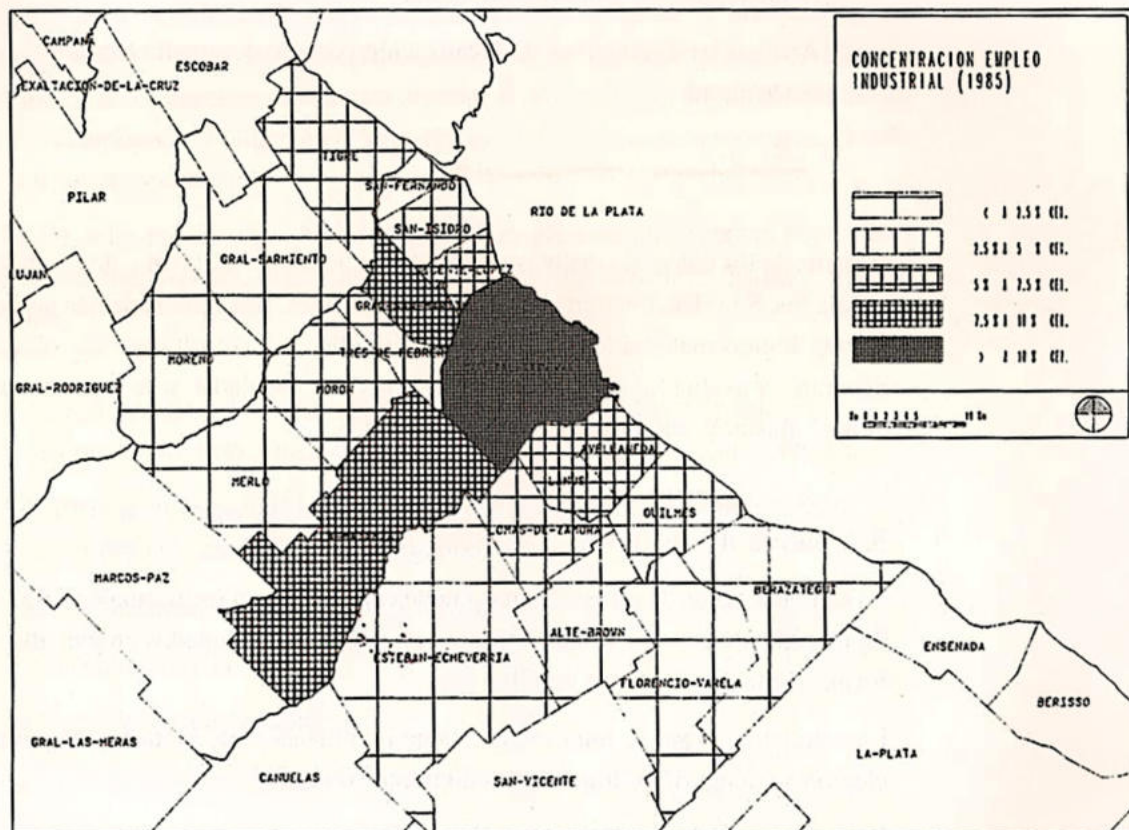
A partir de los datos disponibles se podrán implementar cada uno de los modelos señalados. Se seleccionarán las variables pertinentes, indicando además las condiciones lógico-matemáticas que deben cumplir. Los resultados así obtenidos deberán ser evaluados en función de los objetivos prefijados y de ser necesario se deberá ajustar el modelo.

5.4. Salida de los datos

La salida de datos de estos sistemas puede concretarse en forma analógica a través de mapas, tablas y diagramas impresos en papel, o desplegados en pantalla, o en forma digital, en archivos ASCII.

La entrega en papel se imprime mediante la utilización de plotters, -de plumas o electrostáticos- o por impresoras -de puntos o laser-.

Las salidas en forma de mapas consignan las características geográficas, partiendo de una escala y proyección cartográfica previamente establecida. Es posible la utilización de todo tipo de simbología que variará, según el elemento, en grafismos de línea, marcas o sombreados, de acuerdo a la escala adoptada. Los símbolos a su vez podrán variar: el color, el tamaño, el ángulo, el espaciamiento, etc.. Toda salida gráfica puede acompañarse con rótulos, tablas y referencias alfanuméricas.



AREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES

CIM

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, ARGENTINA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO
SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO
CENTRO DE INFORMACION METROPOLITANA

6 Entorno informático

Todo Sistema de Información Territorial demanda, para su implementación de: 1/ un hardware, 2/ un software y 3/ los datos. De estos tres componentes, los datos ingresados al SIT son los que poseen mayor utilidad y la mayor vida útil. Su ingreso también es el costo mayor.

El ritmo que acusan las innovaciones en materia de hardware, hace que los precios comparativos cada vez sean menores y colocan a éstos en el otro extremo del costo de implementación de un SIT.

Los softwares de aplicación, en los últimos tiempos, tienden a independizarse del hardware, la mayoría corre desde cualquier plataforma. Cada vez más están destinados a cubrir un espectro muy amplio de aplicaciones. Casi todos pueden personalizarse a través de lenguajes de programación de alto nivel, que se incluyen en los paquetes. Estos permiten correr cierto grupo de rutinas que facilitan el desarrollo de las tareas. Sobre todo, cuando se utilizan en forma reiterativa sobre cierta secuencia de comandos

Los últimos desarrollos tienen a generar ambientes cada vez más amigables, y se observa como una tendencia generalizada, la adopción de menús de ventanas en contraposición al uso de comandos utilizados originalmente.

Para la elección del entorno más adecuado desde el cual puede implementarse un SIT, no existen soluciones prefijadas. Depende básicamente de los objetivos que fundamentan al proyecto y al uso que se ha de hacer del mismo. Ello genera un espectro muy amplio de usuarios que varía entre la utilización personal, que pueda hacer un investigador o profesional independiente, hasta el uso institucional por parte de alguna empresa pública o privada.

No obstante es posible señalar algunos aspectos a tener en cuenta en el momento de decidir la compra del equipamiento, sobre todo cuando se está frente a decisiones que deben tomarse en forma unipersonal. Estos aspectos se refieren a las características mínimas exigible, vinculadas a la envergadura del proyecto a desarrollar.

Estos aspectos conciernen a/ la capacidad de memoria en disco, b/ la velocidad de procesamiento mínima necesaria, c/ la memoria RAM disponible, d/ la flexibilidad de conexión con unidades de entrada y salida de datos, e/ la potencialidad de conexión con distintos periféricos. Todos estos aspectos, a su vez, varían según sea el entorno de base del cual se parte y del software de aplicación elegido.

Cada vez más el mercado de los sistemas gráficos en general y de los SIT en particular, está siendo absorbido por los microordenadores (PC) y por la filosofía de vincular estaciones de trabajo (WS) por redes locales (LAN). Estas posibilidades han incidido para que el mundo de los SITs pudiera abrirse a pequeños usuarios y, a la vez, ha modificado el enfoque en la organización de proyectos institucionales de envergadura.

Como ejemplo de configuración en forma genérica de un SIT se debe disponer de los siguientes elementos:

- * Unidad central de procesamiento (CPU) con coprocesador matemático.
- * Pantalla color de alta resolución.
- * Disco rígido con 80MB de memoria como mínimo.
- * Memoria RAM suficiente. Demanda que está intimamente ligada al software de aplicación elegido.
- * Mesa digitalizadora de medidas generosas.
- * Impresora, capaz de reproducir en papel salidas alfanuméricas y gráficas.
- * Plotter con posibilidad de salidas en color sobre papel de calidad standard.

El dimensionamiento de cada uno de estos elementos estará directamente vinculado al uso y a la aplicación que se haga del SIT.

Su implementación puede encararse en forma progresiva y es posible crecer por partes. En la actualidad existe la oferta de periféricos, de muy buena calidad, en alquiler. El costo de estos equipamientos es de difícil recuperación si no se emplean intensamente. Debe tenerse en cuenta que estos equipamientos están en constante superación, lo cual implica que rápidamente se tornan obsoletos y existe, además, una tendencia progresiva a bajar los precios.

Bibliografía

- * "Aplicaciones de la Informática a la Geografía y Ciencias Sociales". Bosque Sendra, J. ; Cebrian de Miguel, J. A. y otros. Editorial Síntesis S.A., Madrid. 1988.
- * "Multipurpose Land Information Systems. The Guide Book". Federal Geodetic Control Committee. Ed. Brown P. y Moyer D., 1989.
- * "Sistemas de Información Geográfica. Funciones y Estructura de Datos". Cebrian J.A., Mark, D. M., en Estudios Geográficos. Instituto de Economía y Geografía Aplicada. Tomo XLVII N°184, CSIC. Madrid. 1986.
- * "Modelos de Planificación". Colin Lee. Ed. Pirámide S.A., Madrid 1874.
- * "Análisis Locacional en Geografía Humana". Haggett P., Ed. Gustavo Gili S.A., Barcelona. 1976.
- * "La Contribución de los Sistemas de Referencia a la Formación de un Sistema de Información Geográfica o Territorial". Rodríguez, R., Documento presentado al Simposio sobre Sistemas de Información Geográfica, Bs.As. 1990.
- * "La Utilización del Ordenador en el Planeamiento de Ambito Municipal". Sanchez del Rio, R., Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid 1985.
- * "Understanding GIS". ESRI, Environmental Systems Research Institute. INC. EEUU, 1990.