

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: UNA HERRAMIENTA PARA EL DIAGNÓSTICO EN LA PLANIFICACIÓN REGIONAL.

Dr. Arq. Graciela Nozica

Lic. María G. Henríquez

Ing. Agrimensor Rubén Porcel

Universidad Nacional de San Juan. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

Campo Universitario Islas Malvinas, Meglioli y Ceresetto. Rivadavia (5400) San Juan, Argentina.

E-mail: gnozica@farqui.unsj.edu.ar. FAX 064 235397.

1. Introducción

Esta ponencia tiene como objetivo exponer la forma en que se construyó el Sistema de Información Geográfica correspondiente al proyecto "Ambiente y Procesos de deterioro: Identificación de áreas de intervención para una gestión ambiental en el Valle de Tulum", que se desarrollara mediante la articulación de distintas unidades académicas de la Universidad Nacional de San Juan. A saber, el Instituto de Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa, Facultad de Arquitectura), Centro de Fotogrametría y Catastro, Instituto de Investigaciones Mineras (Facultad de Ingeniería) y el Instituto de Investigaciones Socioeconómicas (a través de la realización de dos becas de investigación, de la Facultad de Ciencias Sociales). El objetivo, era realizar un estudio de carácter regional, que permitiera reconocer la problemática ambiental del oasis productivo del Valle de Tulum, principal centro administrativo, financiero, productivo y poblacional de la provincia, donde además, se asienta su capital.

2. ¿Qué es un sistema de Información Geográfica?.

Un sistema de información geográfica según la definición del National Center for Geographic Information and Analysis es un "sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión" (NCGEA: 1990, vol. I - p.13).

De esta definición se puede considerar, esencialmente, al S.I.G como una tecnología aplicada a la resolución de problemas territoriales, aunque las áreas de uso práctico pueden ser muy variadas (Chorley: 1987) En otras palabras, un S.I.G es sensible de aplicarse en cualquier área que requiera del manejo de información espacial.

Los S.I.G, como sistemas de información, se crean para dar respuesta a preguntas no predefinidas de antemano, y por lo tanto, incluyen: una base de datos, una base de conocimientos (conjunto de procedimientos de análisis y manipulación de los datos) y un sistema de interacción con el usuario.

Dueker (1987) y Cowen (1988) insisten en que lo más característico de un S.I.G es su capacidad de análisis; es decir, no sólo capacidad para generar nueva información a partir de un conjunto previo de datos —mediante su manipulación y reelaboración— sino, y fundamentalmente, de relacionar elementos gráficos con elementos de una base de datos temáticos.

3. Etapas de construcción de un S.I.G.

3.1 Tipos de Datos Gráficos.

Para trabajar un Sistema de Información Geográfica es posible adquirir datos gráficos de dos tipos: a)- Datos vectoriales y b)- Datos raster.

En relación al primer tipo, estos se adquieren mediante el proceso de digitalización. Dicho proceso permite leer las coordenadas de cada punto del mapa y almacenarlas en archivos codificados, que serán interpretados luego, por el correspondiente software de graficación. La información vectorial esta compuesta por tres clases de datos: a) Puntos; b) Líneas y c) Polígonos.

Según las necesidades del mapa digital, para la representación cartográfica de los diferentes temas se usarán, por ejemplo, puntos para las localidades Cabeceras de Departamentos; líneas para calles, ríos, etc.; ó polígonos para zonas, departamentos, entre otros elementos.

La diferencia fundamental entre los diferentes tipos de graficación, radica en el modo en que se almacenan y codifican sus coordenadas, así como el proceso al que serán sometidas para cumplir sus funciones en el S.I.G.

El segundo tipo de información, (Raster), se adquiere mediante el proceso de rasterización de la imagen, esto es, de codificar cada uno de los pixeles que conforman la imagen satelital y almacenar su posición dentro de la misma. Cada pixel en la pantalla será coloreado de acuerdo a su código y cada código representará una característica diferente.

3.2 Digitalización

El proceso de transformar la información gráfica en mapas digitales y en cartografía temática, se llevó a cabo con el software administrador del S.I.G, utilizando para la primera etapa (digitalización) un tablero digitalizador marca Sumagraphics Microgrid III con un área activa de 24 por 36 pulgadas y alta precisión, lo que posibilita, en la mayoría de los casos, trabajar con un plano entero evitando tener que subdividirlo para su digitalización.

La técnica de digitalización, consiste en indicar con la cruz del cursor y mediante la presión de una tecla del mismo, las coordenadas de cada punto o vértice de las líneas o arcos del plano. Esta información de coordenadas en un sistema propio del tablero digitalizador es almacenada en archivos, que luego serán utilizados en el proceso de transformación de las mismas al sistema Gauss Krugger, utilizado por el I.G.M (Instituto Geográfico Militar) para todo el territorio de la Nación.

Para agilizar la tarea de digitalización, se creo un programa que —mediante un menú adicionado al tablero digitalizador— permite indicar la tarea que se desea realizar p.ej.:

- cambiar la escala de presentación en pantalla. (Zoom)
- detectar errores.
- agregar arcos.
- borrar un arco.
- mover un vértice.
- dividir un arco en varios.
- grabar.

3.3 Edición

En esta etapa, se edita la información gráfica digitalizada, permitiendo de esta manera subsanar los errores groseros cometidos durante la etapa de digitalización, tales como:

- la incorrecta asignación de rótulos (labels)
- los arcos duplicados.
- arcos que deberían cortarse y no lo hacen.
- polígonos que no cierran.

- arcos colgantes.
- nodos innecesarios.
- suavizado de curvas.
- agregado de arcos faltantes.

Para lograr una solución rápida y ágil a estos problemas, se creó un programa en lenguaje SML, propio del software ARC INFO, que presenta una serie de ventanas en el monitor de la computadora indicando los pasos a seguir para concluir con éxito la tarea elegida. Dicho programa permite, que cualquier persona no interiorizada en el manejo del Sistema, pueda con la sola ayuda del Mouse, seleccionar las tareas necesarias para la edición gráfica de los mapas digitalizados y, una vez concluida la etapa de detección y corrección de errores, grabar la información actualizada y pasar a otra tarea.

3.4 Topología

A continuación, se pasa a la etapa de generación de la topología, en la cual se logra que todas las entidades del mapa digital (áreas, líneas y puntos) cumplan ciertas condiciones necesarias de relación entre sí, lo que permite identificar a cada polígono, arco o punto como una entidad individual dentro del conjunto. Requisito que posibilita, posteriormente, asignarle a cada entidad los atributos descriptivos correspondientes. A cada entidad del mapa digital puede asignársele una cantidad aproximada de poco más de cien atributos diferentes; éstos se almacenan en bases de datos alfanuméricas que se interrelacionan con las entidades gráficas a través de un código que identifica de igual manera a ambas, y que luego permitirá ubicar un elemento en el espacio gráfico mediante la selección de uno o varios de sus atributos en la base de datos alfanumérica; o bien, indicando un elemento del mapa digital, encontrar inmediatamente sus atributos descriptivos en la base de datos alfanumérica.

3.5 Transformación de Coordenadas.

Uno de los aspectos principales de un S.I.G, es el de relacionar cada objeto del universo representado, con su posición geográfica. En los pasos o etapas descriptas, resta aún asignarle a cada punto del mapa digital su correspondiente coordenada en el espacio verdadero, lo que —entre otras cosas— permitirá graficarlo en las escalas deseadas y tomar las medidas de áreas y longitudes que sean necesarias. Esta asignación de coordenadas de terreno a cada entidad del mapa, se realiza mediante un proceso analítico llamado *Transformación de Coordenadas*, y consiste en producir en cada punto, las traslaciones y rotaciones necesarias para que cumpla las condiciones que impone su representación cartográfica en el sistema de representación elegido.

3.6 Georeferencia

Este proceso, consiste en asignar a cada entidad gráfica, el código que lo vinculará con su correspondiente registro en la base de datos alfanumérica. Para esto es necesario individualizar, una por una, a todas las entidades del mapa digital y agregarle el código correspondiente. Hacer esto mediante el sistema de comando de ARC INFO, es algo sumamente laborioso y lento, por lo que se creó un programa específico en lenguaje SML, que permite: presentar a distintas escalas la zona de trabajo, seleccionar la entidad gráfica y agregarle el código que corresponda, con la sola ayuda de Mouse y de menús de ventanas presentados en pantalla.

3.7 Carga de Datos Alfanuméricos.

Una vez asignados los códigos que individualizan a cada entidad del mapa digital (áreas, líneas y puntos), es necesario crear una nueva estructura de base de datos en función del tipo de datos con que se va a trabajar, con la sola condición que uno de sus campos tenga las mismas características que el campo de la base de datos gráfica en el cual se cargó el código de cada entidad. En esta nueva base de datos se cargan todos los atributos descriptivos de la entidad correspondiente y puede realizarse con un administrador de base de datos comercial (tipo FoxPro) o con el administrador de base de datos que provee el software del Sistema (ARC INFO), un poco menos flexible, pero que permite darle solución a todas las tareas. El proceso de carga de datos alfanuméricos tiene dos variantes importantes:

- a- Los datos sólo existen en soporte gráfico (papel)

b- Los datos ya se encuentran almacenados en soporte magnético (disquete).

En el primero de los casos, el inconveniente radica, en que todos los datos deben ingresarse a la computadora, mediante el uso del teclado; requiere por lo tanto, de un operador con la suficiente experiencia como para cometer la menor cantidad posible de errores. Es decir, involucra una pérdida de tiempo importante y una labor extra en el desarrollo del proyecto. En el segundo caso, la carga de datos a la nueva base de datos, se hará con mayor facilidad y rapidez, poniendo especial cuidado en el formato en que se encuentran almacenado los datos. Si el formato de los datos no fuera compatible con el soportado por ARC INFO, debe realizarse una conversión con algún software comercial que lo permita, para luego ingresarlos al Sistema. Este proceso, si bien puede ocasionar algunas demoras debido a que ciertos caracteres tienen diferente representación en los distintos softs, por lo general, no presenta mayores inconvenientes dado que los mecanismos para la conversión de archivos, están ya bastante estudiados.

3.8 Presentación.

Para la presentación gráfica de los mapas digitales generados por el proyecto, se utilizó la posibilidad que proporciona ARC VIEW para generar cartografía, automáticamente, a través de periféricos tales como impresoras y plotters. Este software es, además, una importante herramienta para la presentación por computadora del proyecto ya finalizado y de cada una de sus etapas; ya que no sólo permite presentar en el monitor los mapas digitales y su base de datos correspondiente en forma simultánea, sino también, realizar selecciones condicionadas en la base de datos sobre uno o varios campos y mostrar la selección en el mapa presentado en pantalla. También es posible realizar la selección sobre el mapa digital y mostrar los registros afectados en la base de datos alfanumérica. Esto constituye una importante transferencia del Proyecto a otras áreas de conocimiento y de gestión.

4. Mapas generados por el proyecto.

El listado de mapas que se presenta, corresponde sólo a aquellos que fueron realizados por el Proyecto. Se trabajó además sobre un conjunto de mapas que fueran elaborados en el Centro de Fotogrametría, Cartografía y Catastro de la Facultad de Ingeniería de la UNSJ, fuera de este proyecto.

- Profundidad de la Napa Freática (según valores correspondientes a octubre/1991).
- Profundidad de la Napa Freática (según valores correspondientes a diciembre/1992).
- Profundidad de la Napa Freática (según valores correspondientes a junio/1994).
- Zonas de profundidad constante menores de 1 m.
- Zonas de profundidad constante entre 1 y 2 m.
- Zonas de profundidad constante en más de 2 m.
- Carta Edafológica de Suelos para el Valle de Tulum.
- Uso Potencial del suelo agrícola.
- Red de Riego y Drenaje.
- Clasificación de Parcelas Rurales por Tamaño.
- Ubicación de Grandes Propietarios, Valle de Tulum.
- Ubicación del Área Comprendida por la Cota de Riego del Dique de Ullum.
- Niveles de Boro para la cuenca de agua subterránea, Valle de Tulum.
- Niveles de Conductividad Eléctrica para la cuenca de agua subterránea, Valle de Tulum.

- Calidad del agua subterránea para el riego de cultivos sensibles al Boro.
- Calidad del agua subterránea para riego de cultivos semi-tolerantes al Boro.

5. A modo de conclusiones: los Sistemas de Información Geográfica como herramienta para el diagnóstico regional.

La elaboración y desarrollo de un S.I.G como objetivo del proyecto "Ambiente y Procesos de deterioro...", significó incorporar a los clásicos diagnósticos de la planificación regional, una herramienta dinámica que, por ese carácter, modificó la forma en que habría de abordarse la realidad bajo estudio. Además, significó un gran desafío para profesionales no familiarizados con tecnologías de esta naturaleza, quienes debieron aprender a trabajar y adecuarse a los requerimientos de los profesionales encargados de su desarrollo.

El objetivo era trabajar información relacionada a las características físico-naturales de la región, imprescindibles al proceso diagnóstico que se pretendía realizar: caracterizar, abarcando la máxima complejidad posible, el área correspondiente al oasis productivo del Valle de Tulum. En este sentido, el S.I.G permite generar información digital, procesarla, administrarla, analizarla y cruzar distintos niveles de dicha información, permitiendo así, modelar escenarios probables y, sobre ellos, planificar. Este proceso, a su vez, genera nuevos datos y nuevos puntos de vista.

Los SIG han sido desarrollados a los fines de hacer más rápida, precisa y económica la obtención, manejo, interpretación y análisis de datos referidos a los recursos naturales, como también a las modificaciones que sufren las distintas zonas por cambios en el uso suelo de áreas agrícolas o urbanas, así como también modificaciones en los ambientes naturales. Por esto, se postula desde este trabajo la importancia de trabajar en planificación regional con SIG de esta naturaleza, puesto que permiten un diagnóstico y evaluación permanentes tanto del estado (cobertura) y uso actual de los suelos, como de la ocupación del espacio físico, que en sistemas de oasis como el nuestro se hace imprescindible, con el fin de orientar los escasos recursos así como las tecnologías disponibles, en concordancia con los objetivos de desarrollo regional propuestos.

Teniendo en cuenta la forma en que la economía regional de la provincia de San Juan, ha ido adecuándose a los distintos modelos de acumulación central, se entiende que la planificación regional debería encararse desde una visión integradora, y que se cree sólo la proporciona un abordaje teórico metodológico sistémico, enmarcado en una concepción ambiental. La planificación así entendida —como sinónimo de gestión— además de redefinir sus objetivos y métodos, necesita de Sistemas de Información, que achiquen los tiempos entre la elaboración de diagnósticos y la toma de decisiones.

Por último, es importante aclarar que el máximo desarrollo de un S.I.G se alcanzará cuando en un equipo, todos los integrantes trabajen en función del sistema, ya que la información que cada uno de ellos genere, será administrada, analizada y cruzada utilizando dicha tecnología. Generando después de dicho proceso, nueva información que podrá seguir siendo elaborada por los investigadores responsables. En otras palabras, es de suma importancia que quien utilice tecnología S.I.G, cuente con un equipo de trabajo que cubra la mayor parte de los temas que involucre la temática estudiada, donde todos los investigadores y/o profesionales estén interiorizados de las potencialidades del Sistema. Es claro que todos estos análisis y procesos a que se hace referencia, deben estar requeridos y supervisados por un profesional experto en la tarea que se esta desarrollando, ya que sin ese criterio especializado, que permita orientar correctamente los procesos que sufrirá la información, hasta el mejor S.I.G, se transforma en un simple software de almacenamiento de información gráfica y alfanumérica que permite visualizar a ambas simultáneamente, y quizás generar cartografía temática sencilla.

6. Equipamiento utilizado.

Software:

ARC NFO PC v3.4, software administrador principal del SIG. Consta de los siguientes módulos:

- Starter Kit: Puesta en marcha del Sistema, administrador de base de datos, generación de topología, procesos analíticos.
- Arc Edit: Edición gráfica.
- Arc Plot: Generación de cartografía digital. Graficación.
- Data Conversión: Conversor de distintos formatos de información gráfica digital.
- Network: Administrador de redes de servicios.

ARC VIEW v1.0: Presentación, graficación, selección y análisis de información gráfica y alfanumérica simultáneamente.

7. Bibliografía especializada.

- BOSQUE SENDRA, Joaquín. Sistemas de Información Geográfica. Ediciones Rialp, S.A., Madrid 1992.
- LILLESAND, Thomas y KIEFER, Ralph. Remote sensing and image interpretation. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1994.
- ESRI, Environmental System Research Institute. Understanding GIS. Redlands, California. 1990.
- Proceedings II Conferencia Latinoamericana Sobre Sistemas de Información Geográfico, por un desarrollo sustentable en América latina. Pontificia Universidad de Chile. Octubre 21-25, 1991. Viña del mar, Chile.
- Sistema de Información Ambiental de Andalucía: La Planificación del Ecodesarrollo. Dirección General de Planificación, Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Octubre 1990.