

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/312889193>

SIG CENTRAL DEL SERVICIO GEOLOGICO La Importancia del Manejo Integrado de Datos Geológicos en Formato Digital

Conference Paper · January 1996

CITATIONS

6

READS

152

1 author:



Gabriel Asato

Servicio Geológico Minero Argentino

47 PUBLICATIONS 33 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Ecosystems for Innovation. Technology Adoption Process for South America [View project](#)



Interoperability and Natural Hazard Management and Applications [View project](#)

Título: SIG CENTRAL DEL SERVICIO GEOLOGICO
La Importancia del Manejo Integrado de Datos Geológicos
en Formato Digital

15 páginas

2 tablas

4 ilustraciones

Tema: Sensores Remotos e Informática Geológica.

Tel: 349-3156 / 58

Fax: 349-3160

XIII CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO. III CONGRESO DE
EXPLORACION DE HIDROCARBUROS
13 al 18 de Octubre de 1996, Buenos Aires

Dirección Nacional del Servicio Geológico
Av. Julio A. Roca 651. p10
1322. Capital Federal. Argentina.

SIG CENTRAL DEL SERVICIO GEOLOGICO
La Importancia del Manejo Integrado de Datos Geológicos
en Formato Digital

Carlos G. Asato*, Fernando Perez Cerdán, Graciela Marín***

***Dirección Nacional del Servicio Geológico**

****Instituto Tecnológico Geo-Minero de España**

ABSTRACT

The present report describes the Central Geographical Information System data model of the Argentine Geological Survey. Contextual elements, technics and data model of the digital geological map are described, as well as the methods for digital translation of geological data into GIS. This technology is described as an useful tool for the National Geological Map Program.

INTRODUCCION

La información -los datos geológicos en el caso que nos compete- se presenta como uno de los paradigmas de esta época. Ya no bastan la intuición y el liderazgo innato para tomar decisiones acertadas. No alcanza la intuición pues son muchos los factores que pesan en el éxito de cualquier emprendimiento, la realidad se muestra como la suma de una gran cantidad de variables a tener en cuenta, y es necesario definir una solución práctica a todo aquello que se ha pensado o deducido. Es imprescindible estar correctamente informado para tomar decisiones y definir correctamente líneas de acción en nuestro ámbito de trabajo o estudio.

Dentro de la revolución de la información aparece como una de las herramientas principales en la consulta y análisis espacial lo que se denomina sistema de información geográfica (SIG).

Afortunadamente, la geología no permanece ajena a la renovación tecnológica, y en concordancia con estas tendencias la Dirección Nacional del Servicio Geológico (DNSG) ha puesto en marcha la informatización de la carta geológica, y ha optado por el uso de la tecnología SIG, siguiendo el concepto de sistema integrado de información, con la idea de utilizar estos sistemas como una herramienta y no como un fin en sí mismo.

La implantación y diseño del SIG Central se ha hecho en el marco del Proyecto de Apoyo Técnico al Programa Nacional de Cartas Geológicas, a través de un convenio con el Instituto Tecnológico Geo-Minero de España (ITGE). Este convenio involucró en una primera etapa la elaboración de la Normativa de Realización de la Carta Geológica (DNSG, 1995), y en una segunda etapa se definieron las estructuras y normativas para los SIG de cartas geológicas a escalas 1:100.000 y 1:250.000 (Pérez Cerdán, 1995; Asato y Marín, 1995; Marín y Mendía, 1995), las que son definidas en las Condiciones Administrativas y Técnicas para la Digitalización de Mapas Geológicos (Asato, et al., 1995).

LA IMPORTANCIA DEL PROGRAMA NACIONAL
DE CARTAS GEOLOGICAS EN LA SOCIEDAD,
Y SUS DATOS DIGITALES

La generación y procesamiento de la información geológica básica y sistemática de la República Argentina, es una de las actividades de la DNSG, fundamental para la planificación de diferentes proyectos económico productivos.

La DNSG desarrolla esta tarea a través del Programa Nacional de Cartas Geológicas, que incluye la generación de cartas en diferentes escalas. La generación de información en escalas 1:100.000 y 1:250.000 se basa en el Modelo de Carta Geológica, Normativa de Realización (DNSG, 1995), que contempla desde el tratamiento de la información previa, presentación de mapas, texto, y documentación complementaria, hasta el fichado de todo el material generado para el banco de datos y la conservación de muestras en el repositorio, a fin de asegurar uniformidad en la calidad y en el contenido de cada Hoja.

La ejecución del Programa Nacional de Cartas Geológicas, en el caso de las Hojas a escala 1:250.000, se realiza con la participación de organismos provinciales, nacionales, y universidades. El levantamiento de las Hojas 1:100.000 se realiza con la participación de empresas privadas.

Hacia fines de 1996, se estima contar con 26 cartas geológicas a escala 1:100.000, 100 cartas 1:250.000 y los mapas de síntesis de la geología nacional a escalas 1:2.500.000 y a 1:500.000. En un plazo medio, hacia fines de siglo se estima completar el programa a escala 1:250.000, quedando a largo plazo el levantamiento de la información 1:100.000.

Es fácil deducir, con lo expuesto anteriormente, que la cantidad de datos disponibles será muy grande, y que sera muy difícil de manejar si no se cuenta con medios informáticos para manipular la información.

Por ende, una de las consecuencias más importantes de la traducción de la información geológica al formato digital, es la disponibilidad de la información geológica regional para los mas diversos usos. Entonces se entiende que el uso de los sistemas informáticos en general, y por lo tanto de los SIG, no es un fin en sí mismo, sino una herramienta de apoyo, encaminada principalmente a la toma de decisiones.

Debe recordarse que el mapa geológico, al tratar sobre las rocas y los procesos que las formaron, entiende sobre los problemas que están relacionados al uso de la tierra, por ende en forma directa o indirecta a todo tipo de actividad que se desarrolle sobre ella (Berknopf, R.L., et al., 1993).

DESCRIPCIÓN Y USOS DE UN SIG

Según la definición tradicional, un SIG es un sistema capaz de almacenar, desplegar y analizar información geo-referenciada (Burrough, 1986). Otras definiciones amplían más este concepto y agregan que se trata de un sistema complejo formado no sólo por el programa y los datos, sino también por la estructura total de elementos y personas que hacen que éste funcione (Aronoff, 1989; Dickinson y Calkins, 1988). Esto quiere decir que a través de los datos almacenados en un SIG, cualquier usuario de información geocientífica, podría acceder a ésta y obtener los datos que le interesan. Pero dado que un SIG permite realizar el análisis de los datos tomando como base las propiedades espaciales, es posible obtener resultados que van más allá de la consulta organizada de datos (Maguire, 1991; Rodríguez Pascual, 1992).

Ahora, ¿cómo es que se logra esto?. Se dice que el SIG es una herramienta ideal para lograr la integración de diferentes tipos de datos, de diversos orígenes y fuentes (Shepherd, 1991). Esto se logra porque la información de distinta naturaleza, como datos de campo, cartografía, muestreos, geofísica, etc. comparten en un SIG, un mismo ambiente o entorno, definido por el marco geográfico y el universo digital, que en este caso se expresa como la pantalla de una computadora.

De este modo, apoyándose en el principio de superposición de capas y en el manejo de datos en forma espacial, los SIG nos aportan novedades en cuanto a la agilidad del manejo de datos geo-referenciados. De esta forma se logra manejar volúmenes considerables de información, generar su cruzamiento en condiciones controladas, vigilar la evolución de proyectos, y generar informes bajo norma o bajo demanda, según la necesidad, en forma de mapas o datos descriptivos.

Dado que los SIG nos permiten contar con resultados representados en forma gráfica, se consigue una rápida evaluación de los proyectos y se facilita su comprensión por parte de personas ajenas al ambiente geológico.

Exploración Minera y Petrolera	Sus usos están relacionados a la integración de los datos, en el sentido de descubrir las relaciones existentes entre diferentes tipos de datos y los sucesos mineros o petroleros.
Cartografía Geológica	A través del SIG es posible una consulta ordenada de todos los datos de la carta geológica, así también la manipulación directa de los datos de muestras u observaciones.
Análisis Ambiental o Riesgo Geológico	Estudios de: estabilidad de pendientes, flujos gravitatorios, terremotos, riesgo volcánico, inundación, tsunamis, erosión costera, contaminación y calentamiento global.
Ordenamiento Territorial	Uso racional del suelo, áreas de relleno sanitario o repositorios nucleares, geotecnia de caminos, sitios para embalses, etc.
Manejo de Suelos	Erosión, uso adecuado del suelo, factor climático, productividad, etc.
Infraestructura y Disponibilidad de Recursos	Estudio importante de los elementos disponibles en un lugar, como caminos, agua, energía, arena, grava, combustibles, etc., necesarios en la evaluación y planificación de todo proyecto económico.
Riesgos Sanitarios	Es posible definir las relaciones de causa y efecto entre diferentes variables ambientales que afectan a la salud de plantas, animales y seres humanos, como problemas de arsénico en aguas, presencia de radón, etc.
Control y Manejo de Proyectos Geológicos	A través de la definición de rutinas precisas, es posible seguir la evolución de proyectos geológicos, y obtener parámetros temporales y económicos.

Tabla 1. Síntesis de los usos del SIG en Geología. Mod. de Bonham-Carter, 1994.

OBJETIVOS, MÉTODOS Y PRESENTACIÓN DE LOS DIFERENTES MODELOS DE DATOS DEFINICIÓN DEL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SIG CENTRAL

Entre los primeros planteos que deben hacerse al comenzar un proyecto SIG, deben tenerse en cuenta el uso y alcance del sistema, tipo de datos disponibles, usuarios a los cuales estará dirigido el producto, etc. Por ejemplo, puede ocurrir que el sistema necesite estar orientado al uso personal, o a la investigación, o a la mercadotecnia, etc.

Resulta esencial definir el marco de desarrollo, para que de esa manera se pueda hacer una correcta definición de la necesidades existentes. Esto es, el grado de complejidad de la estructura de datos, cómo pueden dirigirse los esfuerzos para la construcción del sistema, hasta dónde determinar la precisión y exactitud de los datos, la cantidad de conocimiento o inteligencia del sistema, etc. De esta manera se logra mantener una línea coherente de trabajo, acorde a las necesidades de información, y dimensionada a las posibilidades de presupuesto disponible.

En una primera etapa se definió al SIG Central -teniendo en cuenta las características de la información geológica regional y su uso en diversos estudios geocientíficos- como un SIG de tipo institucional, que está caracterizado por las siguientes propiedades:

1. Es normalizado

La normalización es un elemento de primera importancia, pues establece las normas básicas de entendimiento, da un marco apropiado para el desarrollo de los trabajos y provee de una referencia precisa para la consulta de sus datos. Se puede decir que la normativa del SIG Central ha heredado los criterios y estructura de Norma para la realización de la Carta Geológica (DNSG, 1995).

2. Utiliza fuente de datos oficiales y reconocidas

La utilización de una fuente de datos proveniente de organismos oficiales y reconocidos, permite a los diferentes usuarios de un SIG una referencia común y apropiada. De este modo los nuevos proyectos que se inicien, tendrán el mismo marco de referencia.

El uso de datos provenientes de fuentes reconocidas permite una adecuada tipificación y una referencia común y válida para distintos temas.

En la Argentina, la cartografía oficial esta regulada por ley. La base topográfica corresponde a las hojas generadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM), según la Ley N° 11.723. Asimismo, por Ley N° 24.224 se ha establecido que la realización del relevamiento geológico minero del país, delegado en la DNSG. Esta ley crea una Comisión Nacional de la Carta Geológica y planifica el desarrollo del Programa Nacional de Cartas Geológicas en diferentes escalas.

3. Maneja grandes volúmenes de datos.

Un SIG, es como una gran biblioteca, con la ventaja de que cada uno de sus datos tiene identidad propia dentro de toda la masa de información. Esto también implica, desde el punto de vista informático, tener en cuenta el desarrollo de un adecuado programa de gestión de datos. Este debe encargarse de adecuar las búsqueda de información, mantener la consistencia de la base de datos en las operaciones de entrada, edición y borrado, y guardar los procedimientos y normas de procesamiento. De lo anterior puede deducirse que estas tareas no pueden ser realizadas sin automatización. Delegar el trabajo del programa de gestión de datos a una persona, trae como consecuencia la desorganización, la introducción de errores, etc. en otras palabras el trabajo con el SIG termina siendo difícil y tedioso con grandes probabilidades de que la información obtenida sea incorrecta.

4. Tiene un marco geográfico definido.

Los datos cartográficos son referidos a una unidad convecional que es la subdivisión oficial de cartas propuesta por el IGM, además de contar con sistemas de proyección y coordenadas definidos, se tiene un medio eficiente para indexar y controlar los datos.

5. Posee una estructura de trabajo de tipo industrial, adecuada a la producción de grandes volúmenes de información.

Su principal objetivo es informar a los distintos usuarios por medios tradicionales, como los mapas impresos, y por otros no tradicionales, como la información digital. La única manera de lograr esto es definir un sistema de trabajo de tipo industrial que garantice una producción constante y de alta calidad.

6. Orientado al uso general

Como su objetivo es proveer información, está orientado al uso general y debe ser capaz de funcionar en los más variados proyectos geocientíficos o ingenieriles, que necesiten de sus datos.

A diferencia de otros tipos de proyectos cuyos estudios y presentación de resultados se ajustan a problemas y necesidades momentáneas y específicas, los datos de un SIG de tipo institucional deben tener una gran flexibilidad de uso y ser accesibles a un gran número de usuarios. En nuestro caso particular, priman las consultas estratigráficas, cronoestratigráficas, estudios de muestras, mediciones estructurales, etc. elementos importantes en el estudio de la geología regional, y que también pueden ser interesantes en los campos de la geología ambiental, minera, petrolera, ingeniería, etc.

Tipos de SIG	Descripción General
SIG de Infraestructura de Información	Datos básicos para el encuadre lógico de cualquier proyecto SIG. Abarcan temáticas generales, y son desarrollados por

	instituciones oficiales reconocidas. Por lo general utilizan escalas pequeñas.
SIG Institucional	Datos básicos relevados por organismos nacionales, provinciales, etc., desarrollados con una temática definida, y orientado a usos generales. Las escalas son definidas por el programa cartográfico y las incumbencias institucionales. Sus datos comparten una normativa coherente con el SIG de Infraestructura de Información.
SIG de usos específicos	Diseñados en función de necesidades particulares. Necesitan los datos de los SIG Institucionales y de Infraestructura en forma directa o como marco de los estudios y desarrollos.

Tabla 2. Diferentes Clasificaciones de SIG en función del alcance y tipo de proyecto

Otros elementos que también determinan la orientación del diseño del SIG Central, son los problemas a tener en cuenta con la integración con otros tipos de datos, por ejemplo los obtenidos por sensoramiento remoto, geofísica, geoquímica, etc.

Dentro del contexto de la integración de datos, aportan otros elementos conceptuales la definición de sistema integrado de información, IGIS (*Integrated Geographic Information System*, ESTES, J.E. 1992) y mapas de segunda generación (Bureau of Mining Resources, 1992).

ORGANIZACIÓN DEL SIG CENTRAL ELEMENTOS QUE FORMAN AL SIG CENTRAL SU ORGANIZACIÓN EN ESTRUCTURAS LÓGICAS

En este caso se entiende como estructura lógica, un modelo de organización de todas las cosas que conforman al SIG y sus interacciones.

En el desarrollo de esta parte se han tenido en cuenta varias categorías de estructuras lógicas. Primero se hace referencia a aquellas estructuras externas o visibles, representadas por elementos físicos que juegan para que el modelo de SIG funcione. Luego se hará referencia a la estructura interna de la base de datos y algunos de sus procedimientos.

ESTRUCTURA EXTERNA DEL SIG CENTRAL

1. Programas, Plataformas y Periféricos

Es necesario definir los programas y periféricos que han de utilizarse en las distintas etapas de trabajo, en este caso se optó por trabajar en un ambiente UNIX, con plataformas RISK y Arc-Info como programa SIG.

2. Las fuentes de datos, Carta Geológica, otros cartográficos y auxiliares

Los datos principales son los cartográficos, los cuales consisten principalmente en la geología, los datos fisiográficos, de infraestructura, ubicación de prospectos, textos, análisis de muestras, etc. Complementan esta información dibujos, fotografías, etc.

3. Metafile, el informe acerca de la información

Los metadatos informan al usuario sobre el ámbito adecuado de utilización de los datos y son de gran utilidad para garantizar la consistencia de bases de datos y el desarrollo de aplicaciones. A través de estos archivos se toma conocimiento de los documentos que han servido para generar el SIG. En el se describen en forma precisa las características de la documentación original, como así también las metodologías de obtención de datos, digitalización, etc. Complementan estas tablas datos acerca de los geólogos y personal auxiliar que han participado en la confección de la carta geológica.

4. Grilla índice, diccionarios, paletas de colores y rastras

El sistema, utiliza como control de la información cartográfica diferentes grillas índices para las distintas escalas, las cuales permiten un eficiente manejo de los datos. Además de acuerdo a las normativa

nacional se han definido los diccionarios de datos, los colores a utilizar y las rastras de los diferentes tipos de rocas.

Es necesario dotar al sistema de todos los elementos necesarios para la obtención, en primera instancia de productos cartográficos de calidad, por lo que de acuerdo con la normativa nacional se han definido los diccionarios de símbolos, las librerías de colores y de rastras para los diferentes tipos de rocas y entidades geológicas de representación puntual y lineal.

5. Normativa de digitalización

En las Condiciones Administrativas y Técnicas para la Digitalización de Mapas Geológicos, se definen las estructuras de las coberturas, codificación, metodología de introducción de datos, precisiones, etc.

6. Modelo de datos y relaciones

En este SIG, se ha definido un modelo de datos necesario para lograr la adecuada interacción entre usuario e información geológica.

7. Aplicaciones y rutinas

Las aplicaciones y rutinas, establecen las relaciones entre los datos, chequean su consistencia, permiten tener interfaces gráficas amigables para no expertos, y guían la introducción y producción de datos. Entre ellas se encuentra el programa de gestión de datos.

8. Aplicaciones de producción cartográfica

Estos programas, ocupan un lugar privilegiado en las tareas de desarrollo pues son los que generan los productos cartográficos tradicionales (y que la mayoría de la gente está acostumbrada a usar).

EI MODELO INTERNO, O EL MODELO DE DATOS Y SUS RELACIONES, DETALLES DE LA INFORMACION GEOLOGICA

En los sistemas de información geográfica, existe una estrecha relación entre los gráficos (mapas) y las bases de datos.

Los gráficos, utilizan el sistema de representación vectorial, en el cual los distintos objetos que forman un mapa son construídos a partir de elementos geométricos básicos o primitivas: el punto, el arco o línea y el polígono.

A través del reconocimiento de las propiedades topológicas se establece una relación entre las primitivas gráficas, los atributos espaciales y geométricos de las mismas.

El examen de la información representada en los mapas geológicas revela, por un lado, la existencia de una serie de relaciones topológicas entre la representación espacial de las diferentes entidades geológicas, y por otro, entre la componente espacial y componente temática o propiedades de las citadas entidades.

El diseño conceptual ha sido desarrollado mediante el modelo Entidad Relación formulado por Chen (1976), modelo que resulta fácil de traducir a sistemas de topología arco-nudo (Marble, 1988); estructura que se ha considerado como más adecuada para construir la base de datos geológicas. Este modelo ha sido empleado con éxito en otros servicios geológicos como el BGS, Reino Unido (Nickless y Jackson, 1993), el SGN, Italia, (Cara y Cryan, 1991), y el ITGE, España, (Pérez Cerdán et al., 1993).

Si se habla de una forma más rigurosa, se debe decir que la estructura de este sistema de información se apoya en el modelo geo-relacional para información espacial (Morehouse, S. 1985; Shepherd, 1991).

Todos estos elementos son reunidos en un sólo concepto que es el de cobertura o capa de información, la cual está formada por el conjunto de datos espaciales y sus tablas de datos relacionadas.

En cuanto a la estructura de la información geológica, se ha seguido, en líneas generales, las propuestas hechas por Perez Cerdán (1992). En donde propone diferenciar los grupos de entidades más significativos, sus atributos y relaciones. Además explica que los elementos u objetos que describen las diferentes entidades satisfagan las siguientes condiciones:

- Los objetos deben estar localizados en el espacio mediante sus coordenadas
- Deben poseer un identificador propio
- Se debe contar con una descripción de la entidad a la cual pertenecen
- Poseen simbología de representación
- Tienen una relación espacial con los elementos de su entorno
- Tienen asociados sus atributos mediante tablas de codificación

Y define las siguientes capas principales de información:

- Cobertura de contactos, fracturas y litologías con topología de arcos y polígonos.
- Cobertura de estructuras de plegamiento, con topología de arcos.
- Cobertura de medidas estructurales, con topología de puntos y arcos.
- Cobertura de elementos puntuales, con topología de puntos.

INFORMACIÓN ASOCIADA A LAS ENTIDADES POLIGONALES, COBERTURA DE CONTACTOS, FALLAS Y LITOLOGÍAS DETALLE DE LA TABLA DE ATRIBUTOS TOPOLÓGICOS

Cuando el operador SIG crea una cobertura o capa de información, debe asegurarse que los datos ingresados dispongan de topología. Es decir, que las relaciones de continuidad, adyacencia y conectividad entre las diferentes primitivas sean reconocidas.

En el caso de la cobertura de contactos geológicos, fallas y litologías, se generan dos tablas que contienen estos datos. Una que corresponde a la topología de polígonos, y otro a la topología de líneas.

Como resultado del tratamiento topológico, son definidos los polígonos y arcos que pertenecen a la cobertura. Cada uno de estos elementos son identificados y caracterizados por sus propiedades geométricas.

En el caso de los polígonos, el tratamiento topológico reconoce el identificador interno, su área, el perímetro, los arcos que forman al polígono. En el caso de los arcos, su longitud, nodos que lo definen, polígonos que delimita, tanto a derecha como a izquierda, y los elementos puntuales son identificados y ubicados espacialmente.

De por sí, esta estructura es reconocida por muchos autores como la ideal para el tratamiento de la información espacial (Morehouse, S. 1985; Shepherd, 1991).

Si bien el modelo geo-relacional, es muy poderoso, la definición de entidad a nivel de las primitivas (punto, arco, polígono) no es suficiente como para lograr una descripción completa de los cuerpos geológicos. Es necesario definir nuevos tipos de objetos con determinadas propiedades.

Por ejemplo, en la naturaleza los afloramientos o las fallas tienen continuidad más allá de las primitivas geométricas que los definen. La traza de una falla, puede atravesar varios elementos poligonales y es tratada por el SIG como una serie de arcos independientes entre sí. O en el caso de un cuerpo rocoso, que es definido por varios polígonos, se podrá ver que desde el punto de vista del geólogo, es importante que el SIG sea capaz de integrar la información de varias primitivas en un único objeto.

Para lograr la integración de las entidades en entidades más complejas se desarrollo un modelo de objetos geológicos en base a la propuesta de Perez Cerdán (1994).

La idea básica es identificar aquellas entidades tanto superficiales como lineales, que han sido divididas en fragmentos o tramos al realizar los procesos topológicos y asociarles un identificador común. La recuperación de información no se hará en función de los atributos propios generados por el sistema

sino por aquellos que caracterizan las entidades como elementos individuales aunque dentro del sistema hayan sido subdivididos. De esta manera la recuperación de datos se aproxima a la realidad evitándose divisiones inexistentes (Perez Cerdán, 1994).

Se está ensayando un sistema algo más complejo para eliminar la discontinuidad que supone los límites de las hojas, no hay que olvidar que éstas son las unidades de captura, gestión y representación. Las unidades litológicas no terminan con los límites de la hoja, es necesario dotar al sistema de los mecanismos adecuados que permitan seleccionar una litología independiente de su extensión a lo largo de todas las hojas en la que se encuentre cartografiada.

Este modelo permite tratar a una falla, contacto o litología como si fuese una sola cosa. De esta manera se facilita la recuperación de datos y la lectura por personas que no expertas, ya que el modelo tiende a hacer que las cosas sean parecidas al modelo geológico.

TABLAS DE ATRIBUTOS

Es común encontrar coberturas de información geológica que utilizan una sola tabla de atributos, en la cual se definen los elementos cronoestratigráficos y litoestratigráficos. Este modelo, resulta un poco inconveniente para hacer determinados tipos de consulta, ya que necesita de una definición de edades en términos genéricos. Como consecuencia, resulta difícil realizar la definición de claves únicas de búsqueda.

Para poder tener una mayor flexibilidad en la manipulación de los datos estratigráficos y cronoestratigráficos se optó por separarlos en dos tablas (fig. 1). De esta manera se logró una estructura más sólida que posibilita la búsqueda por claves únicas de edad.

Las claves de edades, fueron realizadas a partir de la Global Stratigraphic Chart (Cowie, Basset, 1989). En lo que respecta a los elementos litoestratigráficos, se utiliza como clave las propuestas utilizadas por los autores de las cartas geológicas.

Si bien se hace uso de una estructura de tipo geo-relacional, la definición de los campos y su estructura hace que ésta se comporte como una base de datos de tipo jerárquica, que entre otras cosas, permite realizar búsquedas según distintas categorías, como por ejemplo grupo o formación, o en el otro caso por edad, piso, etc.

RESULTADOS LO QUE PERMITE HACER EL MODELO DE DATOS

Si bien el geólogo que tiene su primer contacto con este tipo de producto, puede quedar admirado ante la profusión y elegancia que tienen los mapas desplegados en la pantalla de la computadora, debe aclararse que esta no es la más significativa de las propiedades del SIG Central.

El modelo de datos y organización del SIG permite realizar búsquedas y consultas. Se obtienen mapas derivados de la información geológica original, utilizado para ello las relaciones con la base de datos litoestratigráfica, cronoestratigráfica, la definición de objetos geológicos, etc.

El modelo de datos es flexible y poderoso, pues los resultados que se puedan obtener de él, no están restringidos a los datos ingresados en forma explícita. El límite de generación de nueva información, está acotado por la pericia y experiencia del geólogo.

SIG Central no es un mero productor de mapas geológicos tradicionales. Tal como lo aclaran algunos autores (Shepherd, 1991) su máximo rendimiento radica en el análisis y la integración de datos geocientíficos, propiedad probada en el diseño de este SIG.

AGRADECIMIENTOS

El SIG se desarrolló como parte del Programa de Cartas Geológicas y los autores agradecen a las autoridades del Servicio Geológico la publicación de sus principales conceptos y estructuras fundamentales.

BIBLIOGRAFIA

ARONOFF, S. 1989. Geographic Information Systems. A Management Perspective. WDL Pub., 294 pp., Ottawa.

ASATO, C.G., y G. MARÍN, 1995. Integración de la Información del Programa Nacional de Cartas Geológicas en el SIG Central del Servicio Geológico. 3^{tas} Jornadas de Usuarios de Arc-Info del Cono Sur, Ed. AEROTERRA, Buenos Aires.

ASATO, C.G., F. PEREZ CERDAN, G. MARIN, 1995. Condiciones Técnicas y Administrativas para la Digitalización de Mapas Geológicos. Informe Inédito. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Buenos Aires.

BERNKNOFF, R.L., D.S. BROOKSHIRE, D.R. SOLLER, M.J. McKEE, J.F. SUTTER, J.C. MATTI, R.H. CAMPBELL, 1993. Societal Value of Geologic Maps. US Geological Survey Circular 1111. 53 pp. Whashington D.C.

BUREAU OF MINERAL RESOURCES, GEOLOGY & GEOPHYSICS, 1992. Geographic Information Systems, Cartographic and Geoscience Data Standards. Camberra.

BONHAM-CARTER, G.F. 1994. Geographic Information Systems for Geoscientists. Modelling with GIS. En: Computer Methods in the Geosciences. vol. 13. 388 pp.

BURROUGH, P., 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford, Oxford University Press.

CARA, P. Y CRYAN, S., 1991. The Italian Geological Database: In The Beginning. Second European Conference on Geographical Information Systems, Bruselas, Bélgica. Proceedings EGIS '91, EGIS Foundation. Utrech, Then Netherlands. Vol 2 :876-883.

CHEN, J., 1976. The Entity Relationship Model: Towards a Unified View of Data. ACM, Transaction on Database Systems, 1.1: 9-36.

COWIE, J.W., y M.G.BASSET, 1989. Global Stratigraphic Chart. International Union of Geological Sciences.

DICKINSON, H. Y H.W. CALKINS, 1988. The Economic Evaluation of Implementing a GIS. En: International Journal of Geographical Information Systems. Vol II: 17-22.

DIRECCION NACIONAL DEL SERVICIO GEOLOGICO, 1995. Modelo de Carta Geológica. Normativa de Realización. Inédito. Buenos Aires.

ESTES, J.E., 1992. Remote Sensing and GIS Integration: Research, Needs, Status and Trends. ITC Journal 1992-1.

HANS-DIETER, E., F. LOHMANN, K. NEUMANN, I. RAMM, 1998. A Database Language for Scientific Map Data. Geologidches Jahrbuch. Reihe A. Heft 104. Construction and Display of Geoscientific Maps Derived from Databases.:139-152. Hannover.

HEALEY, R.G., 1991. Database Management Systems. En: Geographical Information Systems. Logman. Vol I: 251-267, Londres, UK.

MAGUIRE, D., 1991. An Overview and Definition of GIS. En: Geographical Information Systems. Logman. Vol I: 9-20, Londres, UK.

MAGUIRE, D., M. GOODCHILD, D. RHIND, 1991. Geographical Information Systems. 2 Volúmenes. 649 pp, 555 pp., Londres, UK.

MARBLE, D., 1988. Aproxches to the Efficient Desing of Spatial Databases at a Global Scale. Building Databases for Global Science. Ed. Mounsey y Tomlinson. Taylor & Francis :49-65. Londres, UK.

MARIN, G., y J. MENDIA, 1995. El Programa Nacional de Cartas Geológicas y la Integración de Información en el SIG Central del Servicio Geológico. En: 1er. Congreso Argentino de Geociencias y Geotécnicas. IGM, Buenos Aires.

MOREHOUSE, S., 1985. Arc-Info: a Geo-Relational Model for Spatial Information. En: Proc. Auto-Carto 7 : 388-397 , Washington, D.C.

NICKLLESS, E.F.P., y I. JACKSON, 1993. Digital geological Map Production in the UK. more than just a cartographic exercise. Thecnical Report. Information & Data Resources Serires. 18 pp, Keyworth, Nottingham, UK.

PEREZ CERDAN, F., 1992. Estructura de la Base de Datos Geológica del ITGE. En: 2º Congreso de la Asociación de Sistemas de Información Geológica :143-156. Madrid.

PEREZ CERDAN, F., 1995. Descripción de Entidades Complejas en un Sistema de Topología Arco Nodo. Informe Inédito. ITGE, Madrid.

PEREZ CERDAN, F., 1995. Cartografía Digital. Infraestructura. Informe de Actividad. Modelo y Estructura de la Base de Datos Geológica. Dirección Nacional del Servicio Geológico. Informe Inédito. Buenos Aires.

RODRIGUEZ PASCUAL, A., 1993. Proposición de una Definición Profunda de SIG. En: II Congreso de AESIG. Vol. I, : 127-142. Madrid.

SHEPHERD, I.D.H., 1992. Information Integration and GIS. Geographical Information Systems. Logman. Vol I :337-360, Londres, UK.

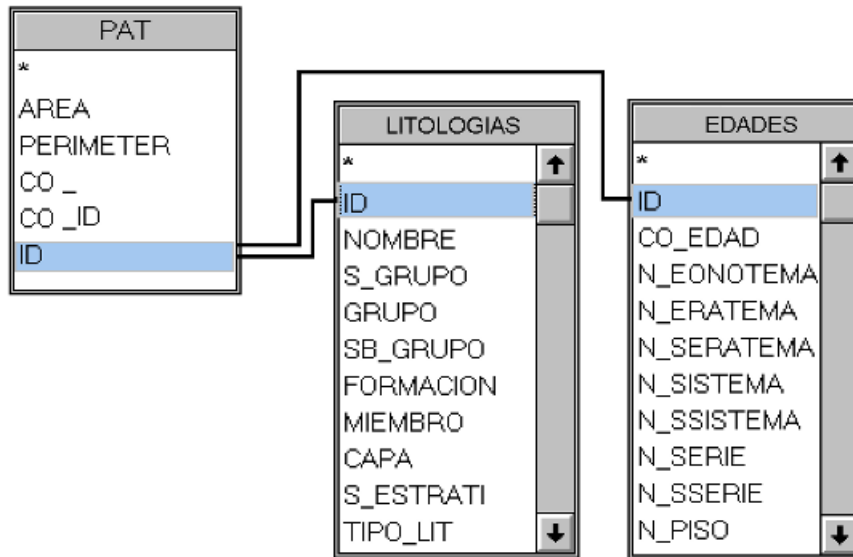


Figura 1. Relaciones entre tablas

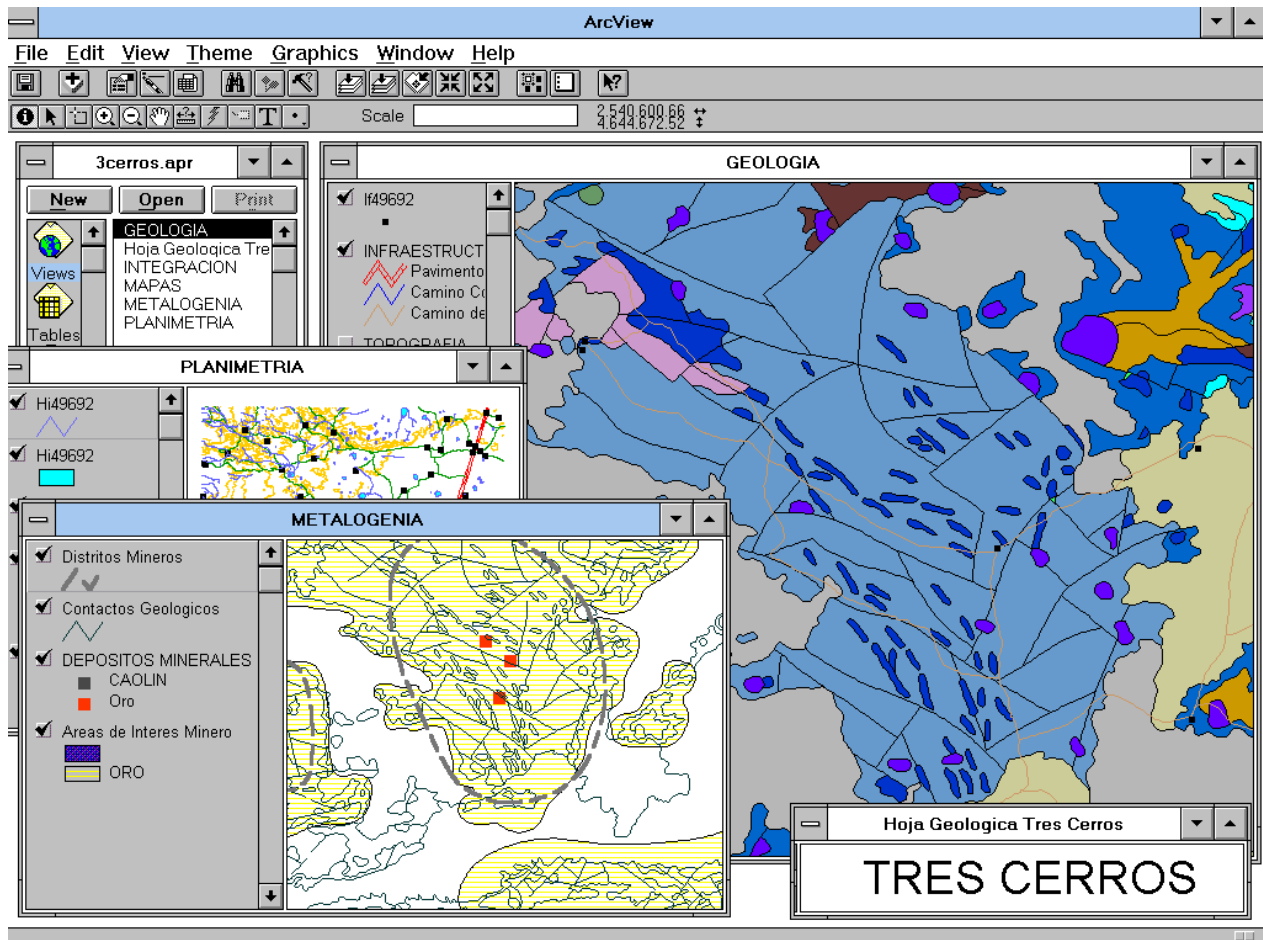


Figura 2. Vista general de los datos del SIG Central en Arc/View2

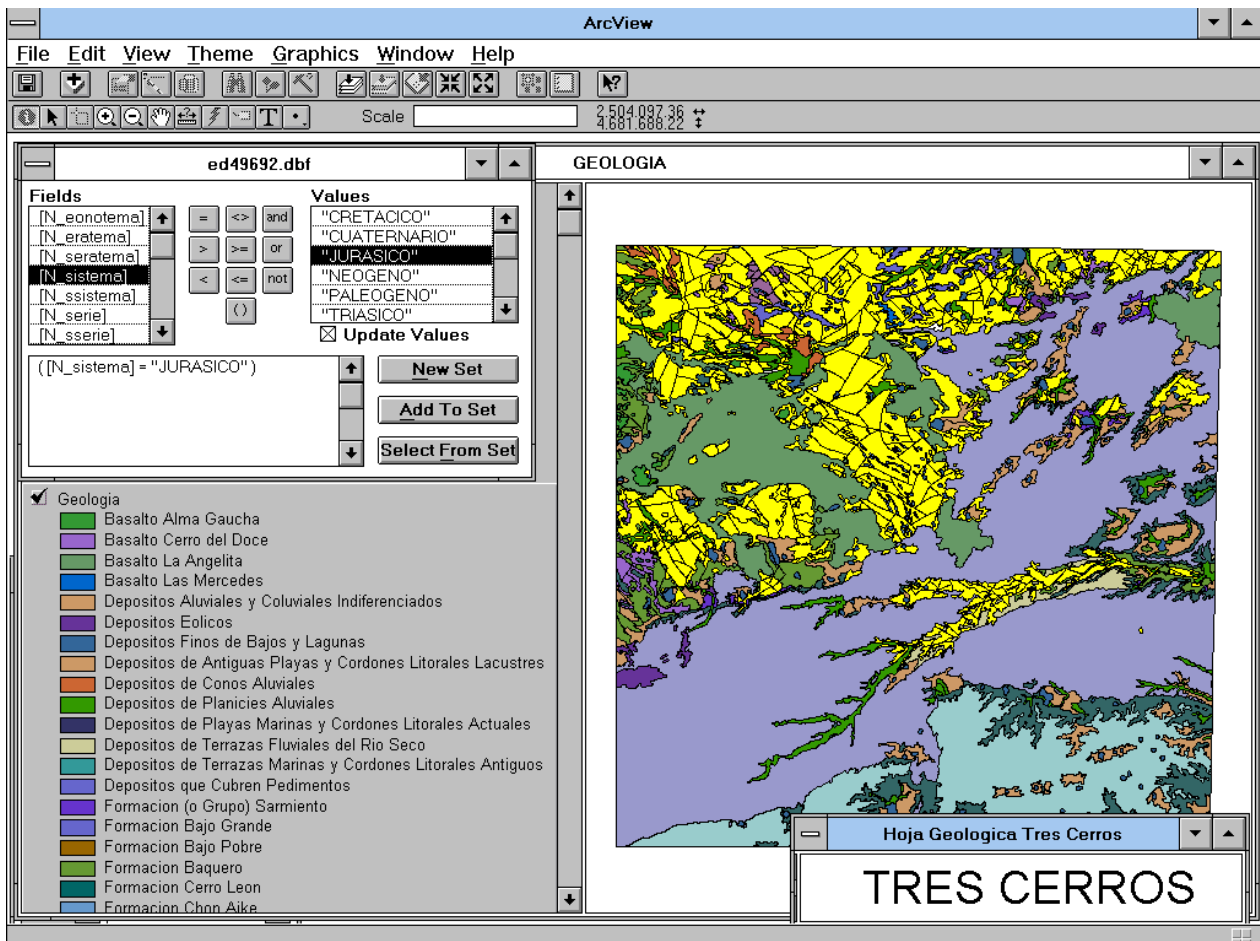


Figura 3. En gris claro, un ejemplo de resultados de una consulta por edades

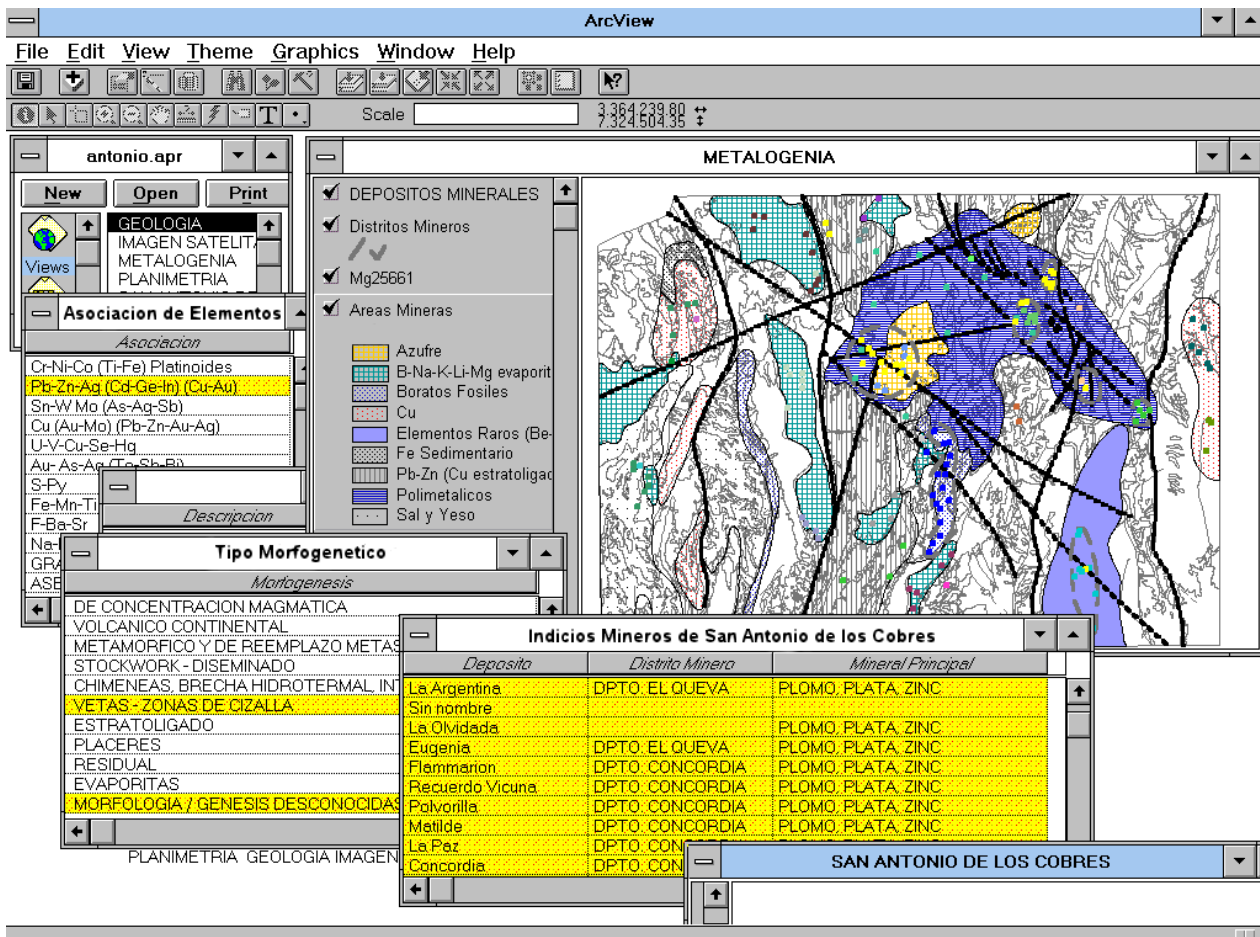


Figura 4. Consulta de datos metalogeneticos

Currículum Resumido de Autores

Lic. Carlos Gabriel ASATO

Es egresado de la UBA, y está especializado en sensoramiento remoto y SIG en el *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (Brasil). Ha realizado actividades de teledetección en el Centro Argentino de Estudios de Radiocompatibilidad y Electromagnetismo (CONICET) y el Instituto de Actividades Mineras de San Juan. Actualmente se desempeña como geólogo en el Sector Sensores Remotos y SIG del Servicio Geológico Nacional, desarrollando actividades de implantación de la tecnología SIG en el marco de un convenio con el Instituto Tecnológico Geominero de España.

Lic. Fernando Perez Cerdán

Se licenció en Ciencias Geológicas por la Universidad de Salamanca en 1981. Ese mismo año se incorporó a la mina de Pb-Zn de Rubiales (Lugo), en donde comenzó su formación en sistemas informáticos y compatibilizó sus funciones puramente geológicas con la informatización de diferentes departamentos técnicos de la explotación. En 1988 se incorporó al Area de Informática del Instituto Tecnológico Geominero de España y se le asignó la tarea de diseñar e implantar un Sistema de Información Geográfico para el tratamiento de la información geológica producida por el organismo. En la actualidad es el responsable del SIG del Area de Informática y colabora desde 1993 en proyectos de cartografía digital en varios países Latinoamericanos.

Lic. Graciela MARIN

Ha desarrollado tareas en la Secretaría de Minería como geólogo regional desde su egreso de la UBA hasta 1990. Se especializó en teledetección en INPE (Brasil) y el RESTEC (Japón). Se desempeñó en el departamento de interpretación de imágenes satelitales de Tecnicagua SA. Desde 1994 está a cargo del Sector Sensores Remotos y SIG, de la Dirección Nacional del Servicio Geológico.