

Realización de una base de datos sobre la Cuenca Oriente del Ecuador mediante SIG

M. Souris, J. Rosero, P. Baby, M. Rivadeneira, R. Campaña
Convenio IRD-PETROPRODUCCION, Apdo 17.12.857, Quito, souris@ird.fr

1. Introducción

En el marco del convenio de cooperación científica entre PetroEcuador, mediante su filial PetroProduccion, y el Instituto francés de investigación para el desarrollo (IRD), se realiza una base de datos científicos sobre la parte subandina y la cuenca oriente del Ecuador, para fines de estudios científicos. Esta base de datos contiene información compilada de varias fuentes, de los cuales la mayor parte es de PetroProduccion, de la IRD y del IGM. La información es revisada y comprobada, antes de ser ingresada en la base de datos. La base se esta desarrollando poco a poco y crece incorporando diferentes niveles de información : geología, topografía, hidrología, vegetación, sismología, sísmica, pozos, campos petroleros, población, imágenes satelitales, radar, etc.

La herramienta que se usa para crear y manejar esta base de datos es un sistema de Información geográfico (SIG), es decir que siempre se toma en cuenta la localización precisa de la información ingresada, con un propósito final de llegar a la publicación de mapas organizados en un atlas electrónico basado en la misma herramienta, o que podrán ser consultadas via Internet.

El software que se usa es el SIG SAVANE, que se desarrolla de forma permanente, por parte de la IRD y de estudiantes en sistemas. La herramienta se desarrolla con los proyectos en lo cual se usa, para mejorar sus posibilidades y adaptarse a los requerimientos de las aplicaciones. Por ejemplo, los datos de pozos petroleros (registros eléctricos; datos de laboratorio; datos de presión; etc) no se manejan bien en una estructura relacional común en las bases de datos (de tipo ACCESS, ORACLE, etc.) y peor cuando se quiere tomar en cuenta la ubicación exacta, en tres dimensiones, de las medidas. Intentamos con este proyecto mejorar las posibilidades del sistema SAVANE para alcanzar los beneficios de un SIG tanto como los de un software de manejo de datos petroleros o sísmicos, en un solo ambiente de trabajo y con una sola base de datos.

2. Presentación del SIG SAVANE

SAVANE es un sistema de información geográfica (SIG). Su objeto es agrupar, generar, tratar y cartografiar los datos geográficos de diversos orígenes y diferentes tipos, como datos de encuestas, de cartas temáticas, topográficos, de la red, de imágenes satélites, de fotografías aéreas, de modelos numéricos de terreno, etc.

El sistema SAVANE posee las principales funcionalidades de los SIG. Múltiples son las posibilidades de cruzamiento, puesta en relación, reagrupamiento, agregación de datos geográficos de diversos orígenes. No existe en SAVANE separación entre la localización y la descripción, entre el diseño y la información: cada objeto es conservado con todos sus atributos, sean gráficos o descriptivos, y este es el sistema que maneja el conjunto. El sistema SAVANE posee su propio sistema de gestión de base de datos, de tipo relacional extendido a los datos localizados en el espacio. A la vez sistema de gestión de base de datos relacionales, sistema de análisis y de ayuda a la investigación, sistema de cartografía y de diseño automático, SAVANE va de la constitución de una base de datos a la edición. Seguramente, la constitución y explotación de una importante base de datos localizada no es cosa simple y hace un llamado a numerosos conceptos, de la estructuración y gestión de base de datos a la elaboración cartográfica, pasando por la estadística, la geodesia, el tratamiento de imagen, etc.

El sistema tiene cinco módulos distintos : savamer, savedit, savateca, savane, savmap. Los dos primeros modulos sirven para ingresar los datos gráficos : son módulos de digitalización en pantalla y georeferenciación de imágenes. El modulo savateca permite administrar las bases de datos. El modulo savane es el modulo de explotación de las base, y contiene todas las operaciones de manejo relacional como las posibilidades de cartografía y edición. El modulo savmap permite agrupar y visualizar de forma simple mapas hechos por savane, y sirve para la difusión simple de resultados como atlas electrónico.

3. Presentación de la base de datos

Si la información no se recupera en formato digital, debemos **digitalizarla**, es decir ingresar la localización de los objetos en formato digital. Este proceso se hace escaneando los mapas, georeferenciando las imágenes escaneadas y digitalizando sobre la imágenes en pantalla para ingresar los puntos, las líneas, o los contornos de los objetos. Así hemos georeferenciado imágenes radar, Landsat, mapas geológicos, topográficos, etc. Por ejemplo, la base topográfica está siendo digitalizada directamente en pantalla, generando un mínimo de error en el proceso (fig. 1)

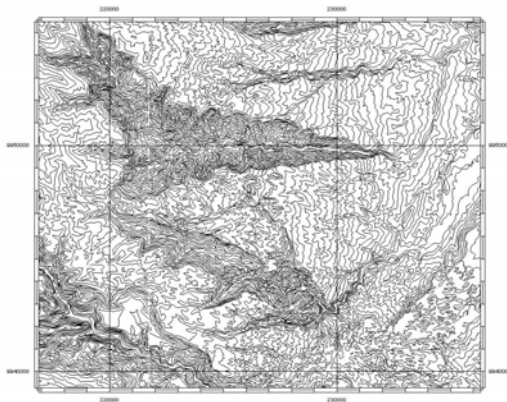


Fig 1.- Mapa Topográfico digitalizado en Savane y georeferenciado según el sistema Internacional 1956

La información se puede también recuperar en **tablas TXT o ASCII**. Este tipo de archivos en el que consta la información por columnas de coordenadas X,Y,Z, e información adicional como profundidades, nombres o claves (fig 2), son

POZO	UTM (X)	UTM (Y)	Elev (Z)	Base	Check	Comp	Grp	Grp	Tri	Subbase	To	Info	Base	Temp	Base	Map	On	Base	Map	Inf	Base	Temp	
01	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
02	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
03	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
04	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
05	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
06	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
07	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
08	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
09	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
10	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
11	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
12	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
13	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
14	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
15	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
16	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
17	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
18	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
19	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
20	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
21	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
22	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
23	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
24	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
25	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
26	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
27	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
28	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
29	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0
30	317442.0	9991000.0	290.0	1331.1	1900.0	1620.2	2070.0	2300.0	2470.0	2440.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0	2630.0

Fig 2.- Tablas de tipo TXT de la base de Pozos

ingresadas en la base. Así la base de datos de pozos y sismos tienen esta estructura.

La información que ingresa al sistema debe ser **depurada**, es decir eliminar los errores humanos que se generaban, por ejemplo, los causados en el proceso de digitalización. Estos errores como repetición del valor de cota, cruce de curvas, polígonos mal cerrados, etc, se controlan y

eliminan mediante diversa opciones de depuración que el SAVANE presenta. Por otro parte el **control de calidad** de la información es esencial, la misma que depende de varios factores como son: la fuente de obtención de los datos y la forma de ingreso en el sistema. Las herramientas del SAVANE ayudan a maximizar la calidad de la información eliminando valores repetidos o que están fuera de contexto.

La base de datos se ordena en **relaciones**, que son organizadores de información genéricos y que dependen del tipo de datos existentes, cada relación posee uno o varios **atributos** que son sub-organizadores de la información. Las relaciones son independientes una de otra sin posibilidad de alterar la base original. Por ejemplo, la base PETRO que está siendo incorporada con el sistema SAVANE consta, entre otras, de las siguientes relaciones :

TOPOGRAFIA.- En esta relación se encuentra la información digitalizada y georeferenciada de los mapas topográficos esc: 1:50000 del IGM, cubre hasta el momento el 75% del territorio ecuatoriano. (Fig 1).

FALLAS.- Esta relación presenta todas las fallas a nivel regional y local (fig 3), y consta de los siguientes atributos: Fallas comprobadas, Fallas interpretadas, Lineamientos y Estructuras.

CONTACTOS.- Esta relación contiene objetos formados por polígonos que delimitan áreas cerradas y que son límites de formaciones (fig 3).

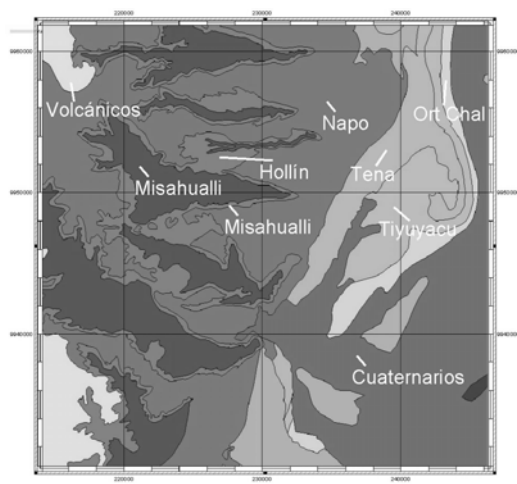


Fig 3. Mapa geológico del sur este de la zona Subandina (levantamiento Napo), ilustrando fallas lineamientos, contactos e hidrografía

SISMOS.- Esta relación de puntos (fig 4) tiene atributos de Profundidad, Magnitud y Fecha, y contiene aproximadamente 14.000 eventos registrados desde 1984, proporcionada por el Instituto Geofísico de la EPN.

POZOS.- La relación pozos (fig. 4) es donde se centra la mayor información existente en la cual se encuentran atributos numéricos como profundidad de pozo, topes de formaciones, elevación de mesa rotaria, cotas, etc y atributos nominales como nombre y clave del pozo, clasificación y fecha. Reúne los 800 pozos de la cuenca.

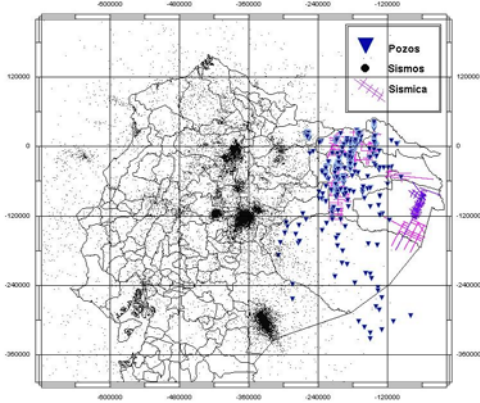
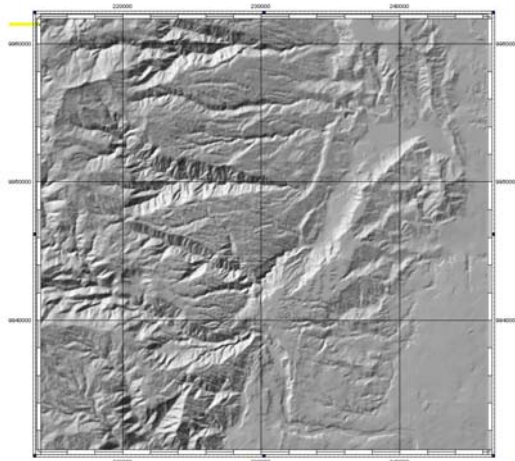


Fig. 4.- Ubicación de pozos y sismos en el Ecuador

La base PETRO consta con varias otras relaciones, que no podemos detallar aquí :imagen Radar, imágenes de satélites, datos de hidrografía, mapas de vegetación, límites administrativos, vías, oleoducto, líneas sísmicas, etc.

4. Ejemplos de aplicaciones

Dependiendo de las necesidades de un trabajo y de las cualidades de la base ingresada en el sistema SAVANE, podemos generar diferentes modelizaciones como las que a continuación presentamos:



MNT.- Estos son modelos numéricos de terreno (fig 5), generados a partir de los mapas digitalizados (fig 1). La resolución de la imagen que se puede obtener depende de la escala y del

detalle del mapa original digitalizado, esta es una excelente herramienta para interpretación morfoestructural y geológica.

Las relaciones creadas en la base de datos aunque son independientes entre si pueden ser recuperadas en capas sobreponiendo una sobre otra, así por ejemplo el mapa geológico lo podemos imprimir en el modelo MNT como se observa en la fig 6.

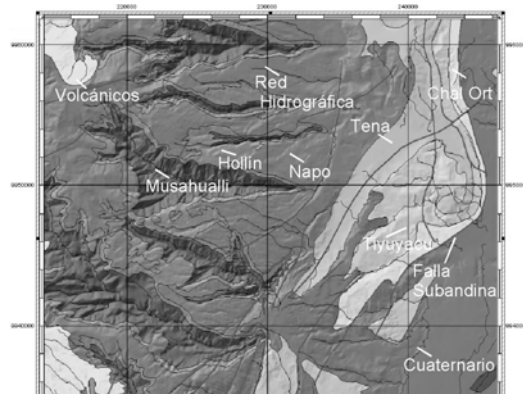


Fig. 6.- Mapa geológico, representando contactos fallas, e hidrografía

Para propósitos de visualización el sistema SAVANE tiene una aplicación en la cual la imagen MNT puede ser rotada y girada obteniendo ilustraciones como la de la fig 7. De la misma forma pueden ser representados en la imagen MNT las relaciones de puntos como pozos y sismos.

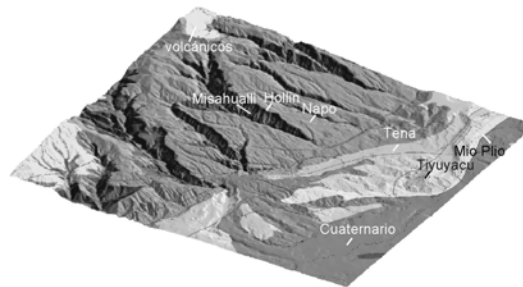


Fig. 7.- Visualización de la imagen 3D en perspectiva

Una aplicación útil en SAVANE, es la posibilidad de seleccionar y clasificar la información de acuerdo a las necesidades del usuario, es decir por ejemplo recuperar de la base sismos todos los eventos generados desde 1994 hasta 1999 a profundidades mayores de 5 Km y de magnitud mayor a 4 Mv de la zona de Quito. El sistema puede generar tablas anexas de la base original mediante cálculos adicionales, por ejemplo en la base pozos generar la tabla de espesores de una formación y transformarla a metros si es necesario.

