

Optimización del proceso de exploración petrolera mediante la organización de la información en un Sistema de Información Geográfico

Yunior Manuel Roca Vidal¹

¹ *Licenciado en Geografía, Especialista I. Centro de Investigación del Petróleo (Ceinpet). Churrucá, No.481, e/ Vía Blanca y Washington, Cerro, La Habana, CP 10 600. ORCID ID: 0000-0002-2539-5673. Correo E.: yunior.roca@ceinpet.cupet.cu*

RESUMEN

Para ejecutar proyectos de exploración petrolera, se necesita gran cantidad de información geóloga-geofísica, así como información complementaria. Esta información es muy variada y en la mayoría de los casos se encuentra dispersa, y dificulta la consulta, análisis y la toma de decisiones de los ejecutores. Este proyecto pretende sistematizar la información geólogo-geofísica, así como información de apoyo en un sistema de información geográfica (SIG), para facilitar su consulta, integración, visualización y análisis. Para esto se creó un proyecto en el programa ArcGis en el que se insertó una base de datos geólogo-geofísicos, se vectorizaron líneas sísmicas a partir de sus coordenadas y se vinculó información de sísmica y pozos a estas líneas. Como resultado se clasificaron y ordenaron 85 proyectos de exploración sísmica, a partir de las coordenadas de los levantamientos, se actualizaron los mapas de grado de estudio sísmico de los bloques exploratorios y se introdujeron al proyecto once mapas y bases cartográficas de apoyo a la exploración petrolera.

Palabras clave: exploración petrolera, ArcGis, sistema de información geográfica, SIG, bases de datos cartográficas.

ABSTRACT

To carry out oil exploration projects, a large amount of complementary and geological-geophysical information is needed. This information is very varied, and in our case, it is dispersed, making it difficult for the executors to consult, analyze and make decisions. This Project purposes to organize the seismic and non-seismic information, as well as diverse oil information in a geographic information system (GIS), to simplify its consultation, integration, visualization and analysis. For this, we created a project in the ArcGis software to build a geological-geophysical database. We vectored seismic lines from their coordinates and seismic and well information was linked to these lines. As a result, we introduced 85 seismic exploration projects to the GIS, based on the coordinates of the surveys. The seismic study maps of the exploratory blocks were updated and eleven maps and cartographic bases were prepared to the project to support oil exploration.

Keywords: oil exploration, ArcGis, geographic information system GIS, cartographic databases.

RESUMO

Para realizar projetos de exploração de petróleo, é necessária uma grande quantidade de informações geo-

lógico-geofísicas, além de informações complementares. Essas informações são muito variadas e, na maioria das vezes, dispersas, dificultando a consulta, a análise e a tomada de decisões dos executores. Este projeto visa sistematizar a informação geológico-geofísica, bem como diversas informações de suporte num sistema de informação geográfica (GIS), para facilitar a sua consulta, integração, visualização e análise. Para isso, foi criado um projeto no programa ArcGis no qual foi inserido um banco de dados geológico-geofísico, linhas sísmicas foram vetorizadas a partir de suas coordenadas e informações sísmicas e de poços foram vinculadas a essas linhas. Como resultado, foram clasificados e ordenados 85 projetos de prospeção sísmica, com base nas coordenadas dos levantamentos, atualizados os mapas de teores de estudo sísmico dos blocos exploratórios e introduzidos no projeto onze mapas e bases cartográficas de apoio à exploração de petróleo.

Palavras chave: exploração de petróleo, ArcGis, sistema de informação geográfica, GIS, bases de dados cartográficas.

INTRODUCCIÓN

La actividad de exploración, se basa en esencia en la integración y análisis multidisciplinario de datos de diferentes fuentes: catastro multipropósito, uso del suelo, fotos aéreas, levantamientos topográficos, geomorfológicos, geológicos, geofísicos terrestres y aéreos, diferentes imágenes de satélite, datos de pozo, etc. (Quinlivan, 2000). Además, las organizaciones responsables por la exploración petrolera establecen relaciones con un elevado número de otras entidades, de las que toma o con las que tiene que compartir la información manejada.

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) maneja conceptos claves: integración, interacción, visualización y análisis. Los SIG son herramientas analíticas y de consulta con un enorme potencial en el apoyo en la toma de decisiones y en el modelaje de procesos, con un excelente desempeño en materia de soporte al trabajo multidisciplinario y con

un impresionante espectro de esferas de aplicación en la práctica social (Burrough and McDonnell, 1998).

A finales de los años 80 el uso de computadoras progresó rápidamente en el manejo de información cartográfica, y se afinaron muchos de los sistemas informáticos para distintas aplicaciones cartográficas.

La industria petrolera mundial, no escapó a estas innovaciones en el campo de la cartografía sistematizada, y comenzó a utilizar los hoy conocidos Sistemas de Información Geográfica, incrementado la actividad de creación, manejo e intercambio de información geoespacial, es decir, la información en la que está incluida la referencia a su localización en la superficie de la Tierra o las proximidades de esta.

El uso de los SIG y las bases de datos geoespaciales relacionadas, son herramientas que asisten a todos los sectores del ciclo de vida del petróleo: desde la exploración y producción, pasando por la gestión de oleoductos, mantenimiento y administración de activos, hasta refinación, transporte y comercialización (Rojas, 2010).

En la empresa Cuba Petróleo (CUPET) no se ha avanzado lo suficiente en el uso de los SIG, como organizadores y gestores de información. Son utilizados como herramientas por algunos especialistas, pero su uso no se ha masificado.

Uno de los pocos antecedentes de trabajo con SIG fue el desarrollo en el Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET) del Sistema Único de Exploración Petrolera (PetroGis) que tenía como objetivo fundamental crear un Servicio Corporativo integrado que permita el acceso y actualización de las diferentes bases de datos realizadas para la conservación, manipulación y análisis de los datos primarios e interpretados de la actividad de exploración, bajo una única y compatible plataforma sobre páginas WEB (Pico, 2018). En la actualidad, Cupet está inmerso en investigar y explorar nuevas áreas en el país con perspectivas gasopetrolíferas, pero en muchos casos la información se encuentra dispersa y no cartografiada, lo que dificulta su integración, procesamiento y toma de decisiones. Este problema se solucionaría con la organización de toda la información exploratoria con que se

cuenta en un SIG que permitiría, concentrar, consultar, procesar y mostrar esta información de forma eficiente y efectiva.

Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo general sistematizar la información geólogo-geofísica existente en una investigación, así como información petrolera diversa en un SIG, para facilitar su consulta, integración, visualización y análisis.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

- *Software* ArcGis ver 10.7
- Archivos de campo P190 y SPS de levantamientos sísmicos.
- Archivos survey de perforación de pozos
- Archivos JPG de procesamientos sísmicos
- Archivos JPG de cortes estratigráficos de pozo
- Registros geofísicos de perforación de pozos.

La metodología empleada para el diseño y trabajo del proyecto SIG fue:

- Selección del *software* a utilizar
- Definición de la estructura de datos de la Base de Datos Geoespacial del SIG: Orga-

nización de datos, temáticas a utilizar, documentación, escalas de trabajo, tipo de almacenamiento, formatos, sistema de coordenadas

- Vectorización de líneas sísmicas y pozos a partir de sus coordenadas y vinculación de información a estas
- Formatos de salidas de datos, diseños predefinidos o personalizados de impresión de mapas
- Modelación de la información geólogo-geofísica en el SIG.

RESULTADOS

Estructura de datos de la Base de Datos Geoespacial
La base de datos quedó organizada dándole un orden jerárquico a la información sísmica, teniendo en cuenta que la adquisición de datos es el principal método geofísico para la exploración petrolera (**Figura 1**). En esta se introdujo información geólogo-geofísica e información cartográfica necesaria para la exploración petrolera. Los mapas y bases cartográficas contienen datos de todo el país. Estos se encuentran cartografiados en el sistema de coordenadas Cónica Conforme de Lambert y datum NAD 27 Cuba Norte.



Figura 1. Estructura de la Base de Datos Geoespacial.

Se enumeran el grupo de mapas y bases cartográficas que se organizaron en el SIG para servir de ayuda a la exploración petrolera, realizar análisis integrados y apoyar la toma de decisiones.

1. Inventario de pozos de la Oficina Nacional de Recursos Minerales
2. Pozos con VSP de BIP
3. Base de Bloques exploratorios
4. Base de Manifestaciones de Hidrocarburos de Cuba. (Linares *et al.*, 2011)
5. Base de Cartas Náuticas 2016
6. Base de Áreas Protegidas 2020
7. Mapa Topográfico de Cuba 1: 100 000
8. Mapa Geológico de Cuba 1: 100 000 (Colectivo de Autores 2010)
9. Mapa de anomalías de Bouguer 1: 500 000 (Prol *et al.*, 2019)
10. Mapa de las anomalías del Campo Magnético 1: 500 000 (Prol *et al.*, 2019)
11. Mapa de Topes del Basamento 1: 500 000 (Prol *et al.*, 2019)
12. Modelo Digital Batimétrico del Caribe y el Golfo de México (GEBCO).

Vectorización de líneas sísmicas y pozos

Para la vectorización de los levantamientos sísmicos,

se utilizaron los archivos P190 de los levantamientos marinos y los SPS de los terrestres, que contienen las coordenadas de los puntos de disparo. Con estos archivos se crearon las capas de puntos de disparo y con estas se construyeron las capas de líneas sísmicas que se representan en el SIG. A estos proyectos vectorizados se le crearon tablas con metadatos como la longitud de las líneas, el formato de almacenamiento y los parámetros de adquisición. También a estas líneas se les vinculó la información sísmica escaneada existente, de forma tal que el operador del SIG pueda ver el corte sísmico de la línea, con solo tocar esta (**Figura 2**).

En total se vectorizaron 85 proyectos de exploración sísmica, a partir de las coordenadas de los levantamientos y quedaron organizados de la siguiente forma:

- Dos proyectos regionales
- Diecisiete proyectos en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México (ZEE GM)
- Un proyecto per cápita en las Zona Económica Exclusiva Centro Oriental y Sur de Cuba
- Veintitrés proyectos en bloques exploratorios someros
- Cuarenta tres proyectos en bloques exploratorios terrestres.

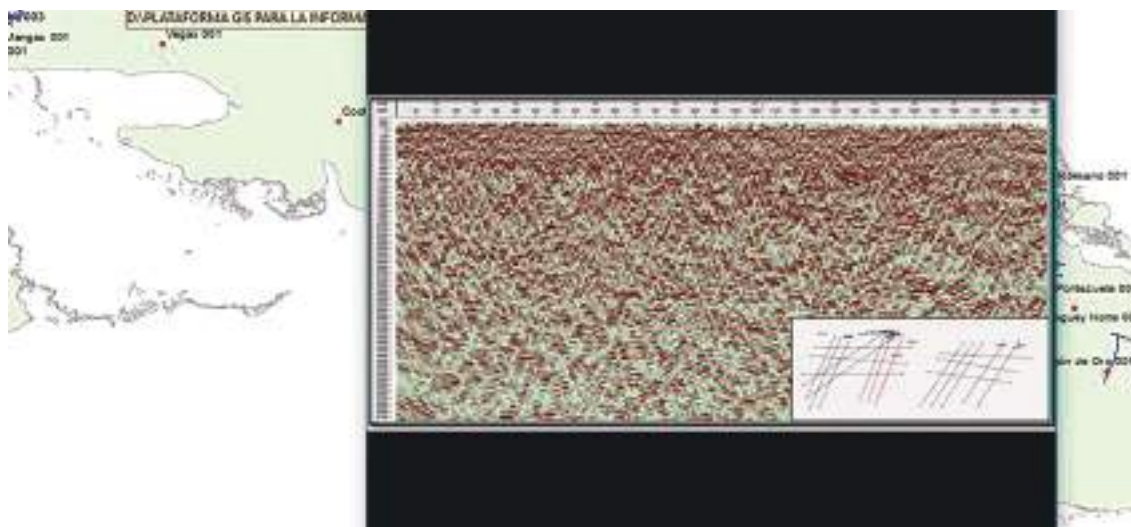


Figura 2. Vinculación de cortes sísmico a línea vectorizada en GIS.

En el caso de los pozos, para su representación se utilizó el archivo Access inventario de pozos de la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM). Este se vinculó con el SIG y en los metadatos se implantaron todos los campos de dicho inventario. De igual modo a esta capa de pozos se le vincularon los cortes estratigráficos de los pozos con que se contaba (**Figura 3**).

También, para representar la trayectoria en el caso de los pozos horizontales, se obtuvieron las coordenadas de los archivos survey de perforación. Con estos se siguió el mismo procedimiento que con las líneas sísmicas, se crearon las capas de puntos y con estas se construyeron las capas de líneas de trayectoria.

Modelación de la información geólogo-geofísica en el SIG

Por último, después de creada la base de datos y vectorizada la información geólogo-geofísica, se confeccionaron los mapas de grado de estudio sísmico (GES). Fueron creados 32 mapas GES, en los que se representa la localización de todos los proyectos sísmicos ejecutados donde cuentan con datos (**Figura 4**). El total de datos representado en los mapas se relaciona en la siguiente tabla. (**Tabla 1**)

Con la creación de este proyecto SIG se optimizará el proceso de exploración petrolera, porque por primera vez se crea una base de datos que contiene la

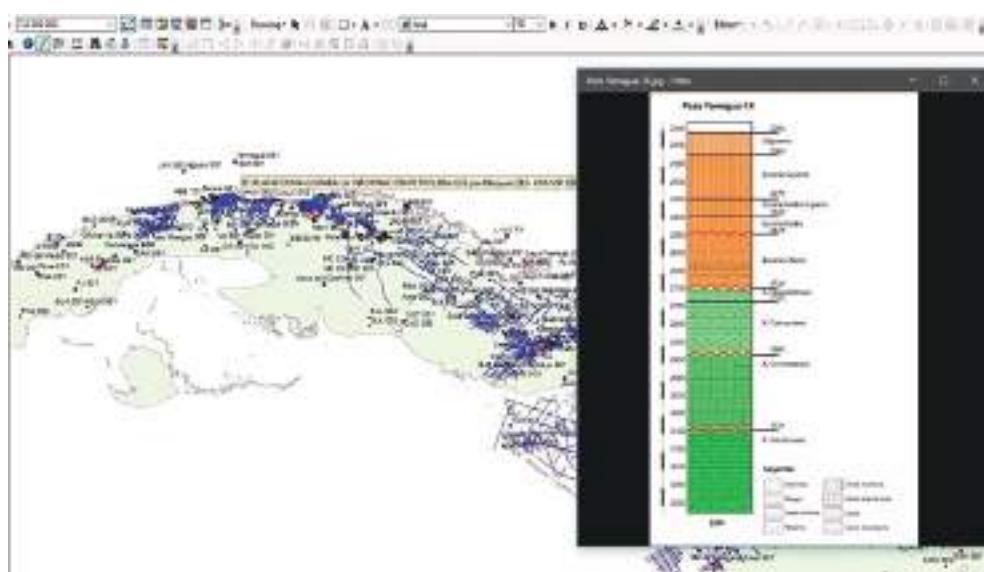


Figura 3. Vinculación de cortes estratigráficos de pozos en GIS.

Tipo de levantamiento	Total
Sísmica 2D terrestre	16 355 km
Sísmica 2D marina	77 176 km
Sísmica 3D marina	21 598 km ²
Sísmica 3D transicional	131 km ²

Tabla 1. Total de sísmica adquirida en Cuba con datos

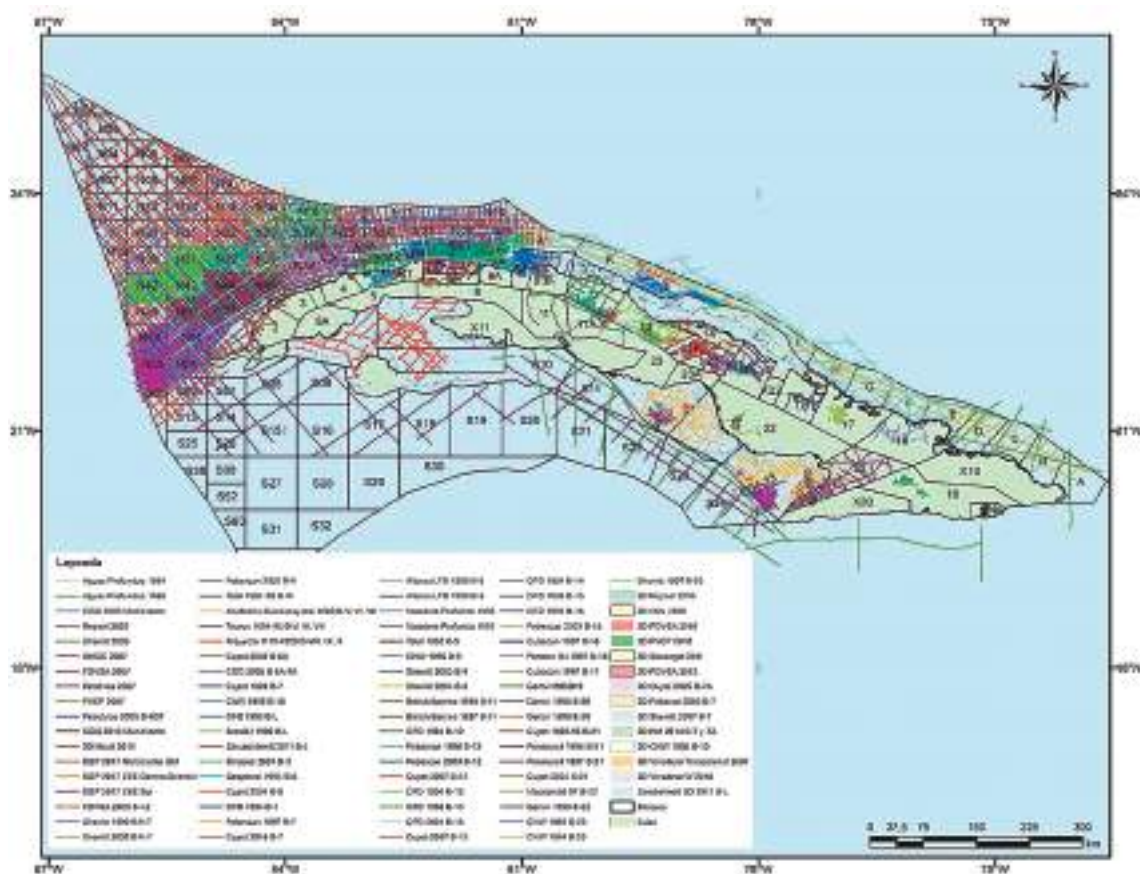


Figura 4. Gráfico de grado de estudio sísmico de Cuba.

mayor parte de la información sísmica y de pozos, georreferenciada y con información complementaria del Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET). Mediante su uso se podrán reducir los tiempos de búsqueda y consulta de información, también se realizarán análisis interdisciplinarios que facilitarán la toma de decisiones al afrontar nuevos proyectos exploratorios.

CONCLUSIONES

1. Se creó una base de datos geoespacial que permitirá sistematizar la información geólogo-geofísica, útil para la exploración petrolera.
2. Se introdujo una plataforma SIG para facilitar la consulta, edición, el análisis integrado y mapeo de la información disponible para la exploración petrolera.

3. Se confeccionaron los mapas de grado de estudio sísmico para cada uno de los bloques exploratorios de CUPET y para Cuba.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Centro de Investigación del Petróleo por permitir el uso de información ordinaria en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burrough, P. A. and McDonnell, R. A.,** 1998, Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press, Oxford, 333 pp.
- Colectivo de Autores,** 2010, Mapa Geológico Digital de la República de Cuba a escala 1:100 000, Inédito, Instituto de Geología y Paleontología, Servicio Geológico de Cuba, La Habana

- Linares, E., García, D, E., Delgado, O., López, J, G., Strazhevich, V.,** 2011, Yacimientos y manifestaciones de hidrocarburos de la República de Cuba, Centro de Investigación del Petróleo ISBN 978-959-7117-33-9.
- Quinlivan, W. F., Feb** 2000, Integration issues in E&P spatial data processing, The Leading Edge.
- Rojas, S.R.,** 2010, PDVSA-Exploración a gvSIG (resumen), en II Jornadas de SIG Libre, Universidad de Girona.
- Pico R, Rodríguez O, Gómez J., Ferrat D.,** 2018, Sistema único de información de la actividad de exploración (resumen), en X Congreso Internacional de Geomática. Informática.
- Prol, J, G., Rifa, M, C., García, M, C.,** 2019, Zonificación de los espesores sedimentarios en la región Golfo de México-Caribe Bahamas-Venezuela, Instituto de Geología y Paleontología, Servicio Geológico de Cuba, Mapas Geológicos 1: 500 000, 3 mapas con texto.

