



Maestrías II

CULTIVO DEL TABACO

OBJETIVOS

Lograr una alta calificación en los temas correspondientes al cooperativismo, desarrollo comunitario y educación cooperativa en la realidad latinoamericana, que permita la gestión de las cooperativas a través de una mayor comprensión, interpretación y solución de problemas científico-técnicos en ese campo.

REQUISITOS DE ADMISIÓN

- Ser graduado universitario.
- Poseer experiencia en la actividad de educación cooperativa o en administración de este tipo de organización.
- Aprobar los recursos propedeúticos previos al inicio de la maestría.

TÍTULO

Master en Economía Solidaria y Cooperativista.

MENCIONES

- Administración de Empresas Cooperativas y Educación Cooperativa.

DURACION: un año a tiempo completo.

COORDINADOR

Dr. Claudio A. Rivera Rodríguez.
Facultad de Economía
Telf.: (53)-(82)4889
Fax: (53)-(82) 5813

EDUCACIÓN

OBJETIVOS

Investigar la problemática de la educación como aspecto esencial para el perfeccionamiento de los procesos que en ella se dan; dirigir los procesos de enseñanza y aprendizaje en diferentes niveles; establecer proyectos de desarrollo para el trabajo didáctico en la educación; aplicar los resultados de la investigación educativa.

REQUISITOS DE ADMISIÓN

- Ser graduado universitario con estudios básicos de Pedagogía en pre y/o posgrados avalados por el curriculum vitae debidamente acreditado.
- Poseer tres años de experiencia como mínimo.
- Aprobar el prediseño de la investigación, de acuerdo con las líneas de investigación.

TÍTULO

Master en Ciencias de la Educación.

DURACION: dos años.

COORDINADORA

Prof. Teresa de la Caridad Díaz Domínguez
Centro de Estudios de Didáctica de la Educación Superior.
Telf.: (53)-(82) 2325
Fax: (53)-(82) 2325

INFORMÁTICA APLICADA

OBJETIVOS

Dotar de conocimientos y habilidades, y un alto nivel de actualidad a profesores y demás profesionales de la informática, las ciencias de la computación, la ingeniería y la arquitectura para que en la mención seleccionada sean capaces de realizar trabajos de investigación-desarrollo, así como ejercer funciones docentes en el campo de la informática aplicada.

REQUISITOS DE ADMISIÓN

- Poseer título universitario de licenciado, ingeniero o arquitecto, así como cualquier otro equivalente a los mencionados.
- Conocer de informática y de idioma inglés, los que serán evaluados por una Comisión de Ingreso.

TÍTULO

Master en Informática Aplicada.

MENCIONES

- Informática Educativa e Ingeniería del Software.
- COMIENZO
Septiembre de 1999.

DURACION: un año.

COORDINADOR

M. Sc. Raúl Rodríguez Lamas.
Departamento de Computación
Telf.: (53)-(82) 5479

Experiencias del empleo de la sísmica de alta resolución en la plataforma insular cubana

Idoris Alfonso Santiesteban¹
Guillermo Miró Pagés²
José Raúl Gabilondo Márquez³
Carlos Salazar Pérez⁴

¹Ingeniera geofísica. Especialista en trabajos de Sísmica Marina de Alta Resolución. GEOCUBA Estudios Marinos.
²Doctor en Ciencias. Profesor de la especialidad de Geofísica, Instituto Superior Politécnico «José Antonio Echevarría»
³Técnico en hidrografía. Jefe del Departamento de Geofísica y Geología. GEOCUBA Estudios Marinos.
⁴Ingeniero geofísico. Especialista en procesamiento de datos geofísicos. GEOCUBA Estudios Marinos.

RESUMEN: Se exponen algunos de los resultados obtenidos por la Empresa GEOCUBA Estudios Marinos en las investigaciones marinas mediante el Perfilaje Sísmico de Alta Resolución, método geofísico considerado internacionalmente como la principal herramienta técnica para las investigaciones ingeniero-geológicas en zonas de plataformas. Estos resultados han permitido establecer los criterios para identificar diversas ondas ruido en los registros, lo que evita errores durante la interpretación geológica; asimismo ha sido establecida una metodología adecuada para la obtención de los cortes en tiempo.

Se fundamenta además la conveniencia de la integración del método de reflexión con otros métodos de investigaciones marinas para la solución de tareas ingenieras como: localización de depósitos de arena y gravas para material de construcción, estudios para la rehabilitación de playas de forma artificial, estudios geológicos regionales, localización de emanaciones de gases en las zonas perspectivas para la exploración petrolera; estudios ingenieros tales como: desarrollo portuario, construcción de pederapienes, instalación de plataformas, tuberías, entre otros.

Palabras Clave: perfilaje sísmico de alta resolución, ruidos, estudios marinos.

ABSTRACT: The present work exposes some obtained results by the GEOCUBA Enterprise in the marine investigations carried out by the high resolution seismic profiling, method considered like the principal tool in marine researches for geological engineering surveys in Shelf zones. The results attained of almost three chandeliers of experience at the application of the reflection seismic method, they have allowed to establish the point of view in the records which constitutes a task of great practical importance in order to avoid expensive errors during the geological interpretation of the result, thereby, the adequate methodology for the obtaining of the records of the time have been established. The present also exposes the integration of the reflection method with another marine researching methods in the solution of several engineering purposes such as: localization of sand and gravel deposits like material of construction, studies for the rehabilitation of beaches by artificial form, regional geological surveys, localization of gases (emanations) in perspectives zones for the petroleum exploration, studies for engineering projects such as: dredges, port development, construction of stone causeway, marines, installation of platform, pipe lines, and others.

Keywords: High resolution seismic profiling, Noise, Marine researches

INTRODUCCIÓN

La calidad de los registros sísmicos solo se logra cuando es posible atenuar los ruidos. Este trabajo tiene como objetivo la atenuación de los ruidos presentes durante las investigaciones sísmoacústicas marinas. A continuación ofrecemos una explicación teórica de los tipos de ruidos que pueden aparecer en estos trabajos, el modo característico en que se reflejan en los registros y las metodologías para atenuarlos, a fin de lograr la resolución deseada.

Esencia del método sísmoacústico

Mediante una fuente especial se provocan en el agua oscilaciones elásticas que viajan a través de esta y al llegar al fondo se reflejan parcialmente. Parte de estas ondas pasan a las capas que subyacen el lecho marino y se reflejan en la superficie. Las señales reflejadas son captadas por dispositivos sensibles llamados hidrófonos y transmitidas hacia la unidad de recepción ubicada a bordo de una embarcación donde son procesadas y luego registradas en papel especial o soporte magnético en forma de secuencias de impulsos. Con esta secuencia de trazos se obtiene un corte sísmico en términos del tiempo que ha invertido la señal en su recorrido desde la fuente de emisión hasta el horizonte reflector más el trayecto de regreso al hidrófono con el cual se obtienen

los horizontes correspondientes al lecho marino y las diferentes capas que lo subyacen a lo largo de un perfil. (Figura 1).

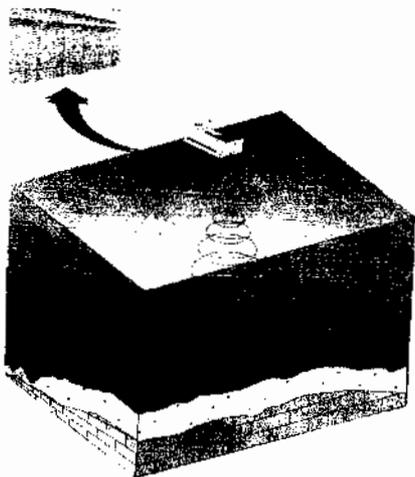


FIGURA 1. Esquema del principio de funcionamiento del método sismoacústico.

La calidad de los cortes sísmicos obtenidos por fuentes de tipo impulsivas es frecuentemente afectada por la presencia de los ruidos, es por ello que en los trabajos de perfil sismoacústico resulta necesario el conocimiento de ellos para su eliminación o atenuación.

En general, los ruidos pueden ser definidos como cualquier energía registrada que disminuya la resolución de los cortes sísmicos y pueden ser clasificados en dos grupos diferentes: los llamados *ruidos acústicos* y los *ruidos no acústicos*. Los ruidos acústicos son aquellos provocados por factores puramente físicos del medio bajo el efecto de la fuente ondulatoria y los no acústicos son los que no están relacionados con los pulsos emitidos por la fuente. Como la recepción de las ondas elásticas transcurre con el movimiento del barco, simultáneamente con las señales útiles y los ruidos relacionados con factores físicos del medio geológico, también se registran interferencias provocadas por este movimiento. Entre los ruidos acústicos tenemos principalmente las bien conocidas *reflexiones múltiples*, las ondas provocadas por el efecto burbuja, las ondas laterales y las difracciones, entre otras.

Las *reflexiones múltiples* (Figura 2) constituyen el tipo de ruido que con mayor frecuencia aparece en los cortes de tiempo. Como es sabido, existen diferentes tipos: las de recorrido total de diferentes ondas, las llamadas Peg-leg (pata de palo) de recorrido total, las de verberación, etc.

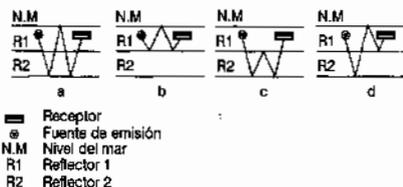


FIGURA 2. Esquema de los diferentes tipos de reflexiones múltiples.

El nocivo efecto de estas ondas es particularmente perceptible cuando en el corte se manifiestan una o varias fronteras acústicamente "fuertes" con valores de 0.8-0.9 en el coeficiente de reflexión. La atenuación, o al menos la identificación de estas ondas es importante, ya que pueden ser interpretadas erróneamente como fronteras geológicas inexistentes, aunque paradójicamente, a través de estas reflexiones, obtenemos información acerca de algunas características de los sedimentos que componen el corte geológico.

Las reflexiones múltiples de más fácil identificación son las de recorrido total, ya que aparecen para tiempos múltiples ($n \cdot t$) de los correspondientes al arribo original de la reflexión primaria (t) y presentan también buzamientos múltiples ($n \cdot \alpha$) de los que presentan los horizontes reflectores primarios (α). Un corte típico donde aparecen estas reflexiones se muestra en la Figura 3.

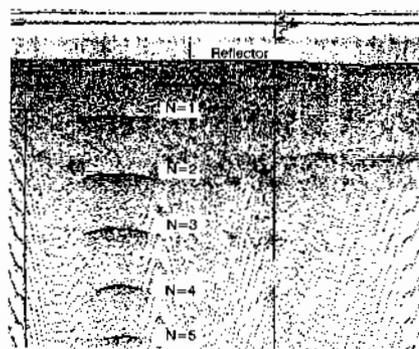


FIGURA 3. Corte sísmico obtenido en el litoral norte de la playa de Varadero donde aparecen reflexiones múltiples de recorrido total.

Las reflexiones asociadas al llamado efecto burbuja son reconocidas por la serie de eventos adicionales que se producen a continuación de la señal útil. Esto se debe a que la señal efectiva consiste en un pulso primario seguido por un pulso fantasma que se conoce como la reflexión del primario desde la superficie del agua. Si la

profundidad de los sensores por debajo de la superficie del agua aumenta, entonces la reflexión de la superficie se retrasa con respecto al pulso primario, de modo que aumenta la longitud total de la señal efectiva y por tanto disminuye la resolución. En la Figura 4, aparece reflejado este efecto. La principal forma de atenuarlo es mediante la selección adecuada de la profundidad de inmersión de los sensores, a $1/4$ de la longitud de la onda emitida. Para los rangos de frecuencias de emisión comúnmente utilizados en el perfilaje sísmico de alta resolución con fuentes de tipo Sparkers y Boomers, las profundidades de inmersión oscilan entre 0.3 - 0.6 m aproximadamente.

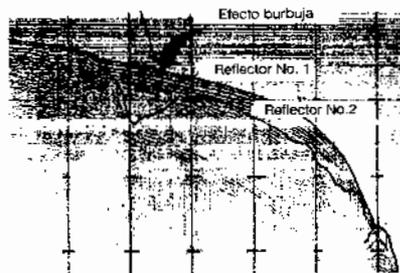


FIGURA 4. Corte sísmico en el que se muestra el efecto burbuja. Litoral norte de la playa de Varadero.

Las *reflexiones laterales* aparecen cuando existen fronteras, objetos o heterogeneidades acústicas desplazadas lateralmente a una distancia relativamente pequeña de donde se realiza el perfil sísmico. Frecuentemente en nuestras investigaciones, estas reflexiones están asociadas a objetos locales de poca extensión, lo que se manifiesta de manera singular en los registros sísmicos.

Las ondas laterales que aparecen producto de objetos de poca extensión ubicados en el fondo marino (Figura 5), son más fáciles de reconocer con la aplicación de otros métodos acústicos como el sonar de barrido lateral y del perfilador de fondo. Las que aparecen en la capa que subyace al lecho marino, son más difíciles de identificar, pero su reconocimiento puede ser válido con la realización de perfiles sismoacústicos en varias direcciones.

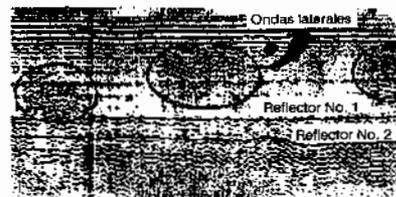


FIGURA 5. Corte sísmico obtenido en la Bahía de Cárdenas donde se evidencia la presencia de ondas laterales en el fondo marino.

Las *difracciones*, como es conocido, se producen cuando las dimensiones del objeto son comparables con la longitud de onda empleada, por lo que en la sísmica de alta resolución son poco frecuentes. En los registros estas difracciones aparecen en forma de "sombrias" en las que generalmente el centro se corresponde con el objeto que las produce.

En muchos casos la incapacidad de identificar reflexiones tanto del fondo como del subfondo marino, se debe precisamente a la presencia de ruidos no acústicos tales como los ruidos eléctricos, los que se transmiten al agua provenientes de los mecanismos de la embarcación y de la hélice, ruidos propios del oleaje de mar, los ruidos que surgen al remolcar el hidrófono, entre otros.

La mayoría de los ruidos eléctricos que se producen a bordo de la embarcación se deben fundamentalmente a un mal aterramiento. Asimismo, deben evitarse las vueltas en la tierra a fin de evitar interferencias puesto que la tierra de los barcos frecuentemente fluctúa cuando se encienden y apagan equipos como: refrigeradores, radares, radios, etc. Los equipos de recepción sísmica deben ser energizados mediante una energía aislada que será aterrada separadamente. El aterramiento puede ser realizado directamente al mar o a la carcasa del motor de la embarcación. Los ruidos eléctricos pueden ser también producidos por inducción. Para ello debemos tener en cuenta que la longitud de los cables debe ser lo más pequeña posible o de lo contrario bien adujados, así como también debe evitarse que los cables de transmisión se crucen con los de recepción (Figura 6).

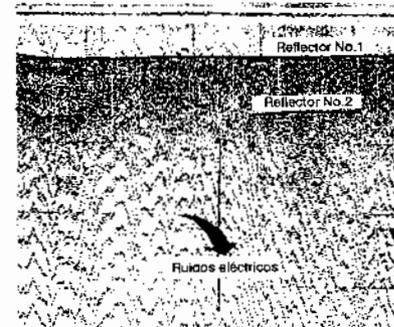


FIGURA 6. Ejemplo de ruido eléctrico por inducción o poco aterramiento.

Los ruidos que se transmiten a través del agua provocados por los mecanismos de abordó, dependen en lo fundamental del tipo de embarcación que se utilice. Las embarcaciones de madera con motores de arranque ligeros y escapes secos son las más adecuadas para el trabajo de perfilaje sismoacústico ya que las embarcaciones con casco de acero son más ruidosas. (Figura 7). También el ruido puede ser producido por la es-

tela de la corriente dejada por la embarcación. Otra cuestión importante es que el nivel de ruido crece cuando aumenta el número de revoluciones del motor principal (Figura 8)

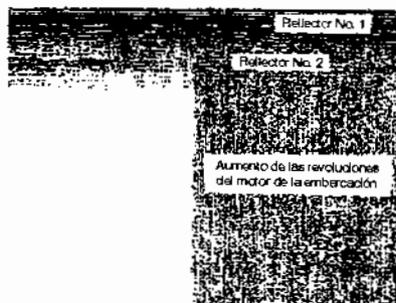


FIGURA 7. Registro obtenido a bordo de una embarcación de madera (Cayo Blanco, sur de Trinidad).

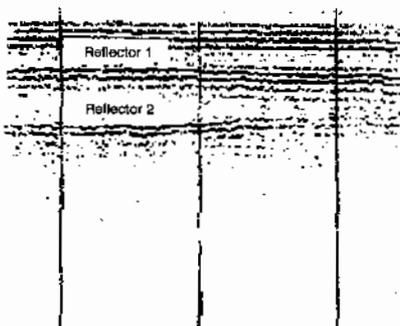


FIGURA 8. Ejemplo de cambios en las revoluciones del motor de la embarcación. Obsérvese que cuando estas disminuyen desaparecen los ruidos.

Los ruidos propios del oleaje del mar están condicionados por la presión hidrostática provocada por el oleaje y por las oscilaciones de las burbujas de gas en la masa de agua en la superficie, entre otras causas. Estos ruidos a profundidades pequeñas son más notorios en la banda de frecuencias empleadas en las investigaciones sismoacústicas. Es por ello que para evitar la nociva influencia de estos ruidos es recomendable no realizar trabajos sismoacústicos en condiciones de marejada u oleaje intenso.

Durante el remolque de los hidrófonos se producen ruidos como consecuencia del movimiento de estos en la masa de agua por lo que se debe mantener una velocidad de arrastre adecuada.

Otro de los ruidos que afectan los trabajos del perfil sísmico de alta resolución y que se deben tener en cuenta son los relacionados con el fondo natural de regiones industriales

Resumiendo lo anteriormente expuesto, podemos señalar en cuanto a la presencia de los ruidos en los cortes sísmicos del perfil de alta resolución, que si bien no es un objetivo práctico su eliminación total, si deben ser reducidos hasta un nivel tal que garantice la resolución deseada.

La experiencia acumulada en lo concerniente a la identificación de los ruidos ha permitido establecer algunas metodologías que ayudan en muchos casos a atenuar el nocivo efecto de las interferencias referidas anteriormente, y mejorar de esta forma la resolución de los registros.

Metodologías para la obtención de los cortes sísmicos con la calidad requerida

Como resultado exponemos las metodologías de trabajo más adecuadas para la obtención de los cortes sísmicos de alta resolución así como la conveniencia de la integración del método sísmico con otros métodos marinos.

La selección de las metodologías de trabajo más adecuadas para dicho propósito presupone la elección de algunos parámetros importantes entre los que se encuentran: el rango de frecuencias de las señales emitidas, la potencia de emisión y la geometría fuente-receptor.

Las frecuencias de trabajo generalmente utilizadas en las investigaciones sismoacústicas de alta resolución oscilan en los anchos de banda desde los 200 hasta los 2 000 Hz. El empleo de perfiladores de baja frecuencia de emisión dentro de este ancho de banda garantiza una mayor profundidad de investigación, pero al mismo tiempo va en detrimento de la resolución. En este sentido lo primero a tener en cuenta, es la necesidad de un compromiso entre ambas cuestiones atendiendo desde luego a los objetivos de la investigación. De esta manera si el objetivo está centrado en el aumento de la profundidad de estudio, la selección de las fuentes debe estar encaminada a utilizar potencias de salida elevadas, en tal caso las fuentes de emisión más recomendadas son las de tipo Sparker. Si por el contrario, las investigaciones tienen propósitos someros, la resolución debe ser elevada, en estos casos las fuentes de tipo Boomer y Pinger constituyen la mejor opción.

Cuestión importante resulta la definición de la geometría óptima entre la fuente y el receptor en los sistemas en que la emisión y la recepción se producen desde dispositivos independientes. La distancia entre la fuente y el receptor es importante por cuanto de ella depende la longitud y forma de la señal y por tanto la resolución. En la práctica esta distancia se adecua al tipo de fuente de emisión empleada, de manera que para las fuentes de tipo Sparker, esta distancia no debe ser menor de 1 m ya

que la onda directa que llega al hidrófono es muy fuerte y para las fuentes de tipo Boomer la fuente y receptor son colocados a una distancia convenientemente pequeña siempre que no se produzcan daños en la antena receptora por la cercanía de la fuente.

A continuación planteamos los siguientes criterios metodológicos para la obtención de los cortes sísmicos en zonas de la plataforma insular cubana:

- Cuando es de interés aumentar la profundidad de investigación la fuente más conveniente es de tipo Sparker, si por el contrario el objetivo es obtener una mayor resolución, las fuentes más adecuadas son las de tipo Boomer o Pinger
- La distancia entre la fuente y el hidrófono debe ser lo más pequeña posible atendiendo al tipo de fuente utilizada
- La profundidad de inmersión de los sensores debe ser pequeña, generalmente 1/4 de la longitud de onda empleada
- Los tipos de embarcaciones más adecuadas son las que poseen cascos de madera con bajas máquinas de arranque y escapes secos.
- En los casos en que no se disponga de una embarcación con casco de madera, el remolque de los sensores debe hacerse a una determinada distancia del casco.
- La velocidad de la embarcación debe oscilar entre los 2-3 nudos.
- El aterramiento de los equipos sísmicos debe ser independiente y directamente al mar o a la carcasa del motor de la embarcación.
- Una vez determinado el nivel de ruido, la ganancia electrónica y el filtrado se ajustan de manera que las reflexiones deseadas resulten visibles con respecto a este nivel.
- Durante la adquisición de los datos la secuencia de disparos debe ser de 3-4 veces por segundo, para velocidades de la embarcación entre 2-3 m lo que representa un disparo por 0.4 a 1.10 m a lo largo de la frontera geológica, de manera que se garantiza una buena resolución horizontal en el corte de tiempo.

Como ha sido expuesto anteriormente, al realizar levantamientos sismoacústicos de alta resolución, no solo se obtienen respuestas sísmicas relacionadas con la geología que presenta el territorio investigado sino que también influyen negativamente los ruidos que originan ambigüedades difíciles de aclarar. La forma más efectiva de eliminar estas ambigüedades es precisamente mediante la integración de este tipo de investigación con otros métodos acústicos tales como el sonar de barrido lateral y el perfilador de fondo (ecosonda).

Integración del perfil sísmico de alta resolución con otros métodos en la solución de tareas ingeniero-geológicas

Un ejemplo de respuestas sísmicas que no responden a elementos o fronteras geológicas lo constitu-

yen las reflexiones laterales mostradas en la Figura 5, donde por el método sísmico se aprecia una reflexión de origen dudoso entre la superficie del agua y el lecho marino, sin embargo mediante el perfilador de fondo o ecosonda, que es más direccional, empleado conjuntamente con el perfilador sísmico, no se observaron estas reflexiones. Un perfil de sonar de barrido lateral realizado próximo al perfil sísmico reveló el origen de esas reflexiones, un montículo con taludes fuertes desplazado del perfil realizado anteriormente.

Otro ejemplo de la conveniencia de la integración del perfilaje sísmico con otros métodos aprecia en la diferencia entre un registro batimétrico y uno sísmico. El perfilador de fondo al trabajar con frecuencias elevadas del orden de los KHz, posee una resolución mucho mayor que el perfilador del subfondo y esto ayuda al intérprete a definir con mayor exactitud los límites entre las depresiones colmadas por sedimentos no consolidados y los afloramientos rocosos. Este ejemplo corresponde a las investigaciones realizadas en la playa de Varadero con vista a la localización de fuentes de abasto de arena para su rehabilitación de forma artificial, producto del evidente deterioro de algunos sectores del litoral de la playa desde la década del 70. De manera que con esta integración además del empleo del sonar de barrido lateral, se logró mapear con exactitud, los límites de los depósitos de arena para el cálculo de los volúmenes del material a dragar, discriminando los depósitos relacionados entre sí y con la playa sumergida, así como la ejecución más efectiva de dicha obra.

La aplicación del perfil sísmico de alta resolución junto con otros métodos tiene una gran incidencia en los proyectos de dragado y de construcción para el desarrollo turístico. La integración de este complejo de investigaciones permite hacer una correcta valoración de la morfología del fondo y del subfondo y con ello dar los estimados del volumen de material a dragar para garantizar el calado de las embarcaciones.

En la desembocadura del río Tarará fue proyectada la construcción de una marina para lo cual era necesario realizar un dragado que garantizara un calado mínimo de 3 m. Se realizaron estudios mediante el perfil sísmico, sonar de barrido lateral y la batimetría acompañante y se obtuvo como resultado un mapa morfológico en el que se observó una barra rocosa continua que atravesaba el paleocauce del río y que hizo que se reorientaran las labores de dragado que estaban a punto de acometerse según los datos aportados por las calas. Esto indiscutiblemente evitó pérdidas económicas de consideración.

Otro ejemplo de la aplicación del método sísmico para la solución de proyectos ingenieros se presentó en un registro sísmico obtenido en la Bahía de Cárdenas, en el que se evidenció una cavidad cársica del techo rocoso precisamente donde se había proyectado la instalación de un "Jack up". En dicho sitio se detectaron varias cavidades y debido a ello, luego de extender las investigaciones a un sitio próximo al anterior, se decidió

reubicar esta plataforma. Se llevaron a cabo los correspondientes trabajos experimentales para la determinación de los parámetros óptimos del método sísmico en una zona patrón, en la cual existían evidencias no comprobadas de emanaciones gaseosas. En un inicio estas evidencias fueron interpretadas como ruidos no definidos en los registros, pero durante el posprocesamiento se consideró que estos podían estar asociados a algún evento geológico. Con la utilización de un sistema de adquisición de datos se comprobó efectivamente que estos "ruidos" eran emanaciones gaseosas, posiblemente asociadas a zonas de debilidad tectónica en el corte geológico, constituyendo a su vez un indicio para la búsqueda de yacimientos gasopetrolíferos. Esta comprobación aportó criterios para la selección de la zona de ubicación de la plataforma, eliminando de esta forma posibles riesgos geológicos en su emplazamiento.

CONCLUSIONES

En los trabajos de sísmica de alta resolución se manifiestan diversos tipos de ruidos cuya influencia puede ser sensiblemente atenuada utilizando los criterios metodológicos durante la adquisición y procesamiento de los datos expuestos en el presente trabajo. La aplica-

ción combinada del método sísmico con el batimétrico y el sonar de barrido lateral permite reducir el grado de ambigüedad en la interpretación de los cortes de tiempo así como elevar la efectividad informativa y económica de los resultados de estas investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- «Investigaciones geofísicas y batimétricas en los sitios Cayo Blanco y Caracoles para la campaña de perforación», inédito, GEOCUBA Estudios Marinos, Brigada Geofísica y Geología Marina, 1994.
- «Investigaciones geólogo-geofísicas en el río Tarará para la construcción de una marina», inédito, GEOCUBA Estudios Marinos, Departamento de Geofísica y Geología Marina, 1994.
- «Investigaciones geólogo-geofísicas para la búsqueda de fuentes de abasto de arena en el litoral norte de la playa de Varadero», inédito, GEOCUBA Estudios Marinos, Departamento de Geofísica y Geología Marina, 1993.
- «Resultados de los estudios geólogo-geofísicos realizados en la Bahía de Cárdenas con vista a la búsqueda de indicios de minas de gasfalto», inédito, GEOCUBA Estudios Marinos, Departamento de Geofísica y Geología Marina, 1994.
- «Resultados de los estudios geólogo-geofísicos realizados en la Península de Ancón para la construcción de una marina», inédito, GEOCUBA Estudios Marinos, Departamento de Geofísica y Geología Marina, 1995. □



Universidad de Pinar del Río
"Hermanos Saiz Montes de Oca"



Información Científico-Técnica

SERVICIOS

- Asesoramiento para solicitud de patentes.
- Adiestramiento en el uso de nuevas tecnologías de la información.
- Servicio de disco compacto (CD).
- Asesoramiento en confección de bibliografías e informes técnicos.
- Conferencias introductorias sobre el uso de la información.
- Búsquedas de información en Internet.
- Servicio de catálogos Industriales, Normas cubanas y Normas ISO 9000.
- Préstamos interbibliotecarios.
- Solicitud de artículos del Current Contents.
- Servicio de hemeroteca.

Manifestaciones superficiales y someras de hidrocarburos y aguas sulfurosas en Cuba: relaciones con unidades tectonoestratigráficas y yacimientos gasopetrolíferos

Evelio Linares Cala

Ingeniero geofísico. Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET). La Habana, Cuba.

RESUMEN: La cartografía geológica de más del 40 % del territorio nacional a escala detallada, la perforación de pozos someros y profundos y la ubicación de denuncios de salideros superficiales y manifestaciones de hidrocarburos y aguas sulfurosas a poca profundidad, permitieron hacer un mapa generalizado que muestra la estrecha relación entre estos menes, las Unidades Tectono-Estratigráficas (UTE) y los yacimientos de petróleo y gas descubiertos. Estos hechos, unidos al conocimiento de la práctica mundial de varias compañías petroleras que prestan gran atención a tales fenómenos, permitió rectificar criterios antiguos que desalentaban la búsqueda porque se consideraba que, si existían salideros, era porque se habían destruido las trampas y se despreciaban estas evidencias de un sistema activo de surtidores y la posible ocurrencia de acumulaciones de petróleo y gas en las profundidades.

El trabajo demuestra, que en las cercanías de todos los yacimientos petroleros descubiertos en Cuba, existen salideros activos de hidrocarburos y aguas sulfurosas.

Fundamentados en criterios sobre las regularidades de la ocurrencia de salideros y su vínculo con las rocas de las UTE, donde se producen los mayores volúmenes de petróleo en Cuba, se proponen otras áreas perspectivas para ejecutar exploraciones.

Palabras clave: hidrocarburos, aguas sulfurosas, menes, Cuba.

ABSTRACT: There were three factors that helped the authors carry out a generalized map that shows the relationship between oil and gas seeps, Tectonostratigraphic Units (TSU) and the already discovered oil fields. They were the geologic mapping of more than the 40 % of the national territory in detailed scales, the considerable quantity of deep wells drilled for oil exploration almost all over the country, and the localization of hydrocarbons shows at the surface and at shallow depth.

It is very well known that the majority of the oil companies around the world give great attention to those facts. That lets us rectify old ideas, which discouraged oil exploration. It was useful to think that if there were oil and gas seep that means that the traps had been destroyed and for that reason any exploration works in this area would be useless.

The present work demonstrates that oil and gas seeps exist in the surroundings of all oil fields discovered along the country. Based on these regularities and its relationships with the outcrops of the Tectonostratigraphic Units where the major oil fields are located, the authors propose some other new perspective zones.

Keywords: hydrocarbons, sulphur waters, seeps, Cuba

INTRODUCCIÓN

Durante años, la mayoría de los geólogos petroleros, no consideraban las manifestaciones superficiales de hidrocarburos en Cuba, como un indicio directo para la búsqueda, por el contrario, estas se relacionaban con la destrucción de trampas y el consiguiente proceso de biodegradación. Por otra parte, a las estructuras de sobrecorrimiento que hace décadas propusieron conocidos investigadores, no se les prestaba la atención requerida, incluso, no faltaban quienes las negaran. Afortunadamente, los últimos datos estratigráficos a partir de decenas de pozos, algunos con profundidades superiores a los 5 km, permitieron comprobar y modelar los cabalgamientos de unas unidades tectonoestratigráficas sobre otras en la porción septentrional del archipiélago cubano.

La cartografía geológica de más del 40 % del país a escalas detalladas y la evaluación del archivo de centenares de reportes que envían pobladores de todas las provincias, permitió hacer un mapa y catastro de las principales manifestaciones superficiales de hidrocarburos y aguas sulfurosas del territorio nacional y mostrar la consiguiente clasificación (Linares y Valdés, 1991).

La comparación de las áreas de distribución de los "menes" con la ubicación de los yacimientos descubiertos, y las UTE muestran una estrecha relación (Figura 1).