



*José F. Díaz*

# ***SERIE***

# ***GEOLOGICA***

PUBLICACION DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

**1985**

**2**

MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BASICA  
REPUBLICA DE CUBA

# SERIE GEOLOGICA

AÑO 1985

Nº 2

PUBLICACION TECNICA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS  
MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BASICA

## INDICE

- 1- ELABORACION DE UNA MUESTRA DE REFERENCIA DE CAOLIN Y SU USO EN LA ACTIVIDAD ANALITICA. 3  
C. SANTANA , F. ROJAS PIMENTEL
- 2- CONSIDERACIONES PALEOECOLOGICAS SOBRE EL BANCO CARBONATADO DE SIERRA DE CUBITAS , PROVINCIA DE CAMAGÜEY. 8  
C. DIAZ OTERO.
- 3- ESTUDIO BIOESTRATIGRAFICO Y MICROFACIES DE LOS DEPOSITOS DEL CAMPANIANO-MAESTRICHTIANO DEL CORTE PARAUTOCTONO EN EL YACIMIENTO BOCA DE JARRUCO - VIA BLANCA. 25  
G. FERNANDEZ , S. BLANCO , L. DIAZ .
- 4- DETERMINACION DE AGUA DE CONSTITUCION EN SILICATOS UTILIZANDO PEQUEÑOS PESOS DE MUESTRA. 36  
M. NARANJO , R. PAEZ , A. RODRIGUEZ , P. DOMINGUEZ
- 5- CONSIDERACIONES BIOESTRATIGRAFICAS Y VARIACIONES MICROFACIALES DE LOS DEPOSITOS DEL PALEOCENO DEL CORTE PARAUTOCTONO EN LA COSTA NOR- OCCIDENTAL DE CUBA. 40  
S. BLANCO , G. FERNANDEZ .
- 6- UTILIZACION DE LOS METODOS GEOFISICOS EN LA BUSQUEDA DE ESTRUCTURAS PARA PETROLEO EN UNA ZONA DE COMPLEJAS CONDICIONES GEOLOGICAS: COSTA NORTE DE CUBA. 50  
R. TENRREIRO , B. GUEIMAN , E. GARCIA
- 7- CARACTERISTICAS MORFOESTRUCTURALES DE LA HABANA - MATANZAS. 57  
E. GONZALEZ , C. CANETE , R. CARRAL , L. COMENSAÑA
- 8- DETERMINACION ESPECTROFOTOMETRICA DE WOLFRAMIO CON TOCIANATO EN MENAS Y MINERALES CUARZO-SULFUROSOS 80  
P. DOMINGUEZ , M. LEIVA , A. RODRIGUEZ .
- 9- ESTUDIO DEL YACIMIENTO JARAHUECA 90  
R. TENRREIRO , G. ECHEVARRIA .
- 10- ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL ESTUDIO DE LA POROSIDAD EN LOS HORIZONTES PRODUCTIVOS DE LA REGION VARADERO - CARDENAS 100  
E. G. RABIT , N. RODRIGUEZ , Y. I. DOLROVLSKY.
- 11- NUEVOS DATOS SOBRE ESTRATIGRAFIA DE LOS MANTOS TECTONICOS EN LA COSTA NORTE DE CUBA. 106  
V. I. KUZNETSOV , J. R. SANCHEZ , G. FURRAZOLA , R. GARCIA.

### NOTA:

LOS ARTICULOS QUE LLEVAN EL LOGOTIPO DEL PROGRAMA INTERNACIONAL DE CORRELACION GEOLOGICA (P.I.C.G.) CORRESPONDEN A TRABAJOS QUE DESARROLLA EL COMITE CUBANO PARA EL PROYECTO 165 "CORRELACION ESTRATIGRAFICA REGIONAL DEL CARIBE"

C.D.U 550.34:553.982

UTILIZACION DE LOS METODOS GEOFISICOS EN LA BUSQUEDA DE ESTRUCTURAS PARA PETROLEO EN UNA ZONA DE COMPLEJAS CONDICIONES GEOLOGICAS: COSTA NORTE DE CUBA.

Rafael Tenreiro Pérez., Boris Gueiman., Emilio García.

Centro de Investigaciones Geológicas, Ministerio de la Industria Básica  
Oficios No. 154 Habana Vieja.

#### RESUMEN

La costa norte de Cuba coincide en su casi totalidad con el llamado borde plegado de la Depresión Marginal Norte-Cubana. Su estructura geológica se caracteriza por la presencia de varios pisos desplazados tectónicamente desde el sur, lo que provoca una baja efectividad de las investigaciones geofísicas para detectar las estructuras capaces de contener trampas de petróleo y gas.

En el presente trabajo se realiza una interpretación conjunta de todos los materiales geológicos y geofísicos existentes en una zona patrón (perfiles sísmicos de alta densidad, gravimetría, magnetometría, mapeo geológico y datos de más de 50 pozos) proponiéndose una metodología que permite diferenciar los grandes elementos estructurales y con posterioridad destacar los principales lineamientos morfoestructurales. Se fundamenta la posibilidad de extender esta metodología hacia otras regiones similares de la costa norte de Cuba.

#### INTRODUCCION

La zona patrón escogida se encuentra situada en la parte norte de la Isla de Cuba. abarca un área aproximada de 500 Km<sup>2</sup> y representa por la proximidad de yacimientos petrolíferos una de las zonas más perspectivas para la realización de trabajos geólogo-geofísicos en los próximos años.

Desde el punto de vista geológico se encuentra sobre el borde plegado de la Depresión Marginal Norte-Cubana, en la zona de recubrimiento tectónico de las secuencias plegadas de origen eugeosinclinal y miogeosinclinal (Shein V.S. et.al. 1974; Socorro R. et.al. 1981; Máximo S. et. al. 1976).

La tectónica del área se caracteriza por la presencia de varios pisos tectónicamente desplazados. En el corte se destacan de abajo hacia arriba: el basamento cristalino, rocas submiogeosinclinales de edad Jurásico-

Turoniano, rocas de origen oceánico y de arco de isla de edad Cretácico Inferior (?)—Turoniano, rocas orogénicas de edad Campaniano-Eoceno Medio y depósitos del postorogénico del Eoceno Medio y depósitos del postorogénico del Eoceno-Antropógeno.

De acuerdo con el modelo geológico tomado, basado sobre todo en datos de perforación (Bankovski S. Yu., 1982), la parte superior del corte (pisos alóctonos) se caracteriza por la presencia de charriages y bloques, así como una gran cantidad de fallas inversas que limitan los pliegues-escamas. Es tan presentes además, fallas de rechazo horizontal de desplazamiento lateral izquierdo.

Aquí, con el fin de resolver las tareas de búsqueda de estructuras favorables para la acumulación de depósitos de petróleo, fue necesario la realización de un análisis conjunto de los datos geólogo-geofísicos existentes. La dificultad principal reside en el hecho de que se registra un material geofísico en extremo complejo y poco interpretable.

#### ESTUDIOS GEOLOGICOS Y GEOFISICOS REALIZADOS EN EL AREA.

En la zona escogida se realizan investigaciones geofísicas desde la década de los años 50. Entre ellas los levantamientos aeromagnético y gravimétrico de diferente exactitud y grado de acondicionamiento (principalmente de escalas medias). Sin embargo, éstos pueden ser aún utilizados, tomando en cuenta sus limitaciones. Los campos gravitacional y magnético fueron tomados como base para la regionalización cualitativa del área, lo que permitió destacar, entre otros elementos, las principales fallas y bloques.

En años posteriores, estos datos fueron integrados a los levantamientos vecinos conformando mapas que abarcan distintas porciones del territorio nacional, además se han realizado distintos cálculos de la profundidad de yacencia de fronteras geológicas importantes (basamento cristalino, tope desde cuerpo generador de anomalías magnéticas, etc.).

Uno de los cálculos fue realizado en conjunto con otros datos geológicos y geofísicos por Ivanov S. (Ivanov S. et.al. 1974), en el mismo se propone valores de profundidad del basamento cristalino en esta zona de 9-10 km.

Los primeros trabajos sísmicos realizados en esta zona fueron ejecutados con el método de refracción. Estos, a pesar del insuficiente nivel informativo y de la utilización de una metodología imperfecta, sirvieron para destacar algunos pliegues dentro de la secuencia carbonatada de rocas mio-geosinclinales en la parte norte del área, mientras que al sur los horizontes sísmicos se encuentran relacionados posiblemente a alguna superficie de erosión en el techo de los pisos tectónicamente desplazados (alóctonos). Como resultado de los trabajos se pudo ubicar un pozo de búsqueda, éste cortó una secuencia de rocas del complejo postorogénico, fundamentalmente carbonatadas, hasta la profundidad de 697 m y de aquí hasta el fondo se - secuencias del complejo miogeosinclinal de edad Neocomiano y, posiblemente, Jurásico Superior-Tithoniano.

A partir de los años cincuenta casi sistemáticamente se han venido realizando trabajos sísmicos de reflexión en el área, sin embargo, a pesar de las diferencias técnicas y tecnologías de los distintos trabajos, es común para todos ellos la baja profundidad de las investigaciones que no supera, por regla, los 1,5 segundos de registro útil.

La parte inicial del registro se caracteriza por la presencia de abundantes fronteras de reflexión, a diferencia de la parte inferior donde la cantidad de eventos de reflexión disminuye bruscamente y se caracteriza por la baja expresión dinámica de los mismos y una disposición caótica.

Todo esto está condicionado por las características de yacencia de las secuencias plegadas que subyacen al complejo postorogénico.

Los elementos de reflexión de la parte inferior del corte sísmico no se les pudo agrupar por largo tiempo en elementos estructurales de determinado tamaño, yacencia y amplitud. Sólo después de la aparición de modelos geológicos basados en la constitución de charriages de las secuencias eugeo - sinclinales y miogeosinclinales fue posible, en algunos casos, la identificación en el cuadro de ondas de distintos "fronteras"estratigráficas", bloques elevados y hundidos, así como superficies de erosión (Jajalev I. et. al. 1974).

Semejante tratamiento lo utilizan especialistas de la Empresa Nacional de Geofísica por el horizonte sísmico fantasma que relacionaron al techo

de las secuencias miogeosinclinales. En este mapa, los autores se basaron en principios tectónicos, mientras que los factores morfoestructurales eran considerados en menor escala y sólo en perfiles al lado. Al final, fueron destacados más de 150 bloques limitados por fallas siendo recomendados para la perforación una gran cantidad de ellos.

En ese mismo período se realizan algunos intentos de utilización conjunta de los datos gravimétricos y sísmicos a lo largo de algunos perfiles con resultados positivos, sin embargo, éstos no se generalizaron para todo el territorio.

Con relación al grado de conocimiento de las propiedades físicas del corte, en áreas vecinas se tienen buenos estudios relacionados tanto a las características de velocidad como de densidad y susceptibilidad magnética de las rocas. Con relación a los datos de velocidad de las ondas sísmicas se observa una gran variación lateral de los mismos. El corte en general se puede dividir en dos grandes pisos: uno superior que comprende rocas de los complejos postorogénico, orogénico y alóctono-eugeosinclinal (parcialmente) y que se caracteriza por la presencia de valores de velocidad de intervalo relativamente bajos (2600-3200 m/s) y un piso inferior que comprende secuencias de rocas plegadas, fundamentalmente carbonatadas y que se relacionan a los complejos estructurales del alóctono y del paraautóctono.

#### Interpretación Conjunta de los Materiales Geólogo-Geofísicos.

La interpretación conjunta de los datos geólogo-geofísicos está dirigida a la extracción de nueva información de materiales, al aumento de la profundidad de investigación y, a la obtención de criterios para proponer la introducción de nuevas metodologías de interpretación conjunta de los materiales geofísicos.

El análisis de los materiales comenzó con la revisión de la interpretación de los materiales sísmicos anteriores. (ENG). Esta vez, como fundamento de la correlación se propuso el principio morfoestructural, esto quiere decir que en el primer lugar se destacaron las formas estructurales, a veces

incluso, sin tomar en consideración la constitución en bloques presente en el área y sólo en una segunda etapa se destacaron las fallas (correlación en grupo). Este tipo de tratamiento permitió destacar objetos anticlinales y sinclinales a partir de las flexiones de las fronteras sísmicas o por la posición de algunos elementos de reflexión.

En esta primera etapa no se destacaron en los cortes las zonas de ausencia de información sísmica en el sentido de su correspondencia con las zonas de fallas. De esta forma se destacaron varios objetos anticlinales de diferente tamaño y amplitud. (Fig. 1).

En esta situación, no hay seguridad en que los horizontes sísmicos sean idénticos entre sí, por esto las fronteras deben ser consideradas estrictamente condicionales. A partir del tratamiento anterior, se logró disminuir drásticamente la calidad de fallas de poca amplitud que enmascaran y complican al campo de ondas.

En ocasiones la profundidad de investigación aumenta en 500-1000 m. Fue considerablemente más fácil generalizar las direcciones de las fallas, porque, a pesar de que en este proceso "se pierden" algunas fallas de pequeña amplitud, por otra parte se pueden seguir con mayor seguridad las fallas profundas que interesan los pliegues del paraautoctono-autóctono. (Fig. 1).

Es interesante apuntar que estas fallas tienen direcciones diferentes a las destacadas con anterioridad por la ENG en base a los mismos datos. Como criterio complementario, se tomaron los datos gravimétricos. Las fallas se destacan inmediatamente en el mapa de anomalías de la fuerza de la gravedad en forma de zonas de gradiente lineal. La dirección de estas zonas se corresponde con los datos sísmicos y coincide con las regularidades geólogo-técnicas establecidas en los trabajos anteriores para regiones vecinas.

La correspondencia de las anomalías gravimétricas con los distintos objetos estructurales es compleja. En general en la zona de estudios los campos gravimétricos son más bien débiles, la detección de anomalías locales residuales no brinda resultados adicionales. Por esto a priori, se normalizaron los valores del campo de isoanómalas con el fin de destacar



la componente anómala correspondiente a los objetos estructurales revelados (Fig. 2). (Moreno Castillo R., 1982).

Los valores de densidad que se poseen se refieren a zonas vecinas por lo que su extrapolación al área de estudio puede traer como consecuencia la adopción de errores considerables (si tomamos en consideración las variaciones laterales). Pero a pesar de todo esto al compararse con los datos sísmicos, los datos gravimétricos apoyaron las construcciones sísmicas de - mostrando así la presencia de elevaciones anticlinales. (Fig. 3). La mayoría de las anomalías gravimétricas son positivas, sin embargo se encuentran anomalías negativas y de signo variable, esto refleja que las mismas pueden corresponder a elevaciones dentro de los distintos pisos estructurales presentes en el área lo que hace necesario un refinamiento del material en el sentido de poder identificar geológicamente estas elevaciones con mayor precisión.

En conclusión, para la detección de los elementos estructurales en la zona patrón fueron utilizados: los datos de prospección sísmica tales como, flexiones anticlinales, así como ciertos elementos de reflexión agrupados en una frontera común y , a manera de comprobación, las anomalías locales normalizadas del campo gravimétrico a partir de su valor observado.

#### Correspondencia Geológica de los resultados. CONCLUSIONES.

La comparación de los datos de prospección sísmica con la constitución geológica del área se realizó a lo largo del perfil I (Fig. 4) que atraviesa la zona en su parte central (ENG, 1979).

Este perfil tiene la característica que se encuentra "amarrado" a dos pozos y su profundidad de investigación es algo mayor que la de los perfiles vecinos. La característica general del corte sísmico presentado es común para todos los perfiles del área.

La parte superior (complejo postorogénico <sup>1 (b)</sup><sub>2</sub> -Q se caracteriza por la presencia de una información abundante con elementos de reflexión horizontales y subhorizontales. Por debajo, se observa un brusco cambio del campo de ondas que viene dado por: un empobrecimiento de la cantidad de fronteras sísmicas, baja expresión dinámica y ángulos significativos de los elementos de reflexión, en algunos casos cruzados. A primera vista se pue



de observar una distribución caótica de los elementos de reflexión, pero la esencia de la elaboración antes descrita es que se apoya y coincide en sus rasgos más generales con el modelo geológico comprobado por la perforación de múltiples pozos en la zona cercana (perfil III, Fig. 5, Bankovski, S. Yu., 1982).

En la Fig. 4 se puede comprobar que los elementos de reflexión reflejan la tectónica de charriages y cuñas de los alóctonos, destacándose algunas flexiones anticlinales en forma de pliegues escamas. La comparación de estas figuras (4 y 5) arroja que son casi exactas. A tiempos mayores en los registros sísmicos se pueden destacar algunos ejes de cohesión menos abruptos, lo que puede llevar a pensar en una disminución del grado de plegamiento con la profundidad.

En virtud de que a cierta profundidad desaparece totalmente la información sísmica, se procedió a modelar en base a los datos de gravimetría varias superficies a las profundidades supuestas de yacencia del basamento. Del análisis posterior de otros materiales geólogo-geofísicos se desprendió la deducción de que la inferior, situada a profundidades de 7-9 km por el perfil calculado, podría ser relacionada al basamento cristalino (Fig. 4).

Se realizó una zonación de todo el territorio según las características cualitativas del material sísmico en tres zonas cuyos límites se puntualizaron tomando en consideración los siguientes aspectos: zonación del campo gravimétrico, esquema de lineamientos del campo potencial, zonación de los campos magnéticos, correlación de puntos característicos de fácil identificación en el campo de onda de los perfiles longitudinales (zona de acumulación), y datos geológicos en general. (Fig. 6).

La integración de los mapas preliminares permitió la confección de un esquema tectónico-estructural (Fig. 7).

La zona I, puede ser identificada como la zona de desarrollo de secuencias eugeosinclinales alóctonas. Estas han sido descubiertas en pozos al sur del perfil I (Fig. 4), además se corrobora por las características del campo magnetométrico que revela la presencia de una zona de perturbación originada por este tipo de rocas en el corte. Aquí las estructuras reveladas estarán relacionadas a secuencias del alóctono eugeosinclinal o al

miogeosinclinal subyacente, la propia morfología de la estructura y su asociación a una anomalía gravimétrica de signo variable son datos que apoyan su identificación.

La zona II será correspondientemente de desarrollo de secuencias desplazadas tectónicamente del miogeosinclinal. Representa la continuación de una zona análoga destacada en el área aledaña. En esta zona se encuentra una de las estructuras destacadas y que por lo tanto debe ser relacionada al alóctono. No se excluye la posibilidad de la presencia de este piso en otros sectores del área,

La zona III restante se debe relacionar a una zona de ausencia de los pisos alóctonos, por lo que las estructuras presentes deben representar elevaciones en el piso paraautóctono. Entre otros factores esto se ve apoyado por el campo de ondas característico que se registra y por los datos geológicos en general.

Esta zonación tiene desde el punto de vista metodológico y de búsqueda propiamente dicho una gran importancia.

De esta forma, para la detección de estructuras capaces de acumular petróleo o gas en las complejas condiciones geológicas del norte de Cuba se propone la siguiente secuencia de pasos:

1. Revisión y correlación de los materiales sísmicos siguiendo el principio morfoestructural sin prestar atención en primera instancia a las fallas presentes.
2. Trazado de fallas principales que no interesen a las estructuras y pliegues destacados.
3. Comprobación de las estructuras a partir del campo gravimétrico normalizado.
4. Modelaje de los perfiles más informativos perpendiculares al rumbo de las estructuras.
5. Zonación geólogo-geofísica del área tomando en consideración los siguientes aspectos:
  - a) Modelaje de los perfiles más representativos.
  - b) Zonación de la calidad del campo de ondas sísmicas.

- c) Zonación gravimétrica.
  - d) Zonación magnetométrica.
  - e) Esquema de lineamientos de campos potenciales.
  - f) Correlación de puntos característicos del campo de ondas.
  - g) Datos geológicos en general.
6. Identificación litólogo-estructural de las anomalías detectadas (estructuras).
  7. Confección de las proposiciones de trabajos de comprobación y perforación.

#### REFERENCIAS.

1. Shein V. et. al.  
"Tectónica regional del territorio de Cuba y su parte marina"  
Resúmenes de la I Jornada Científico-Técnica de Geología.  
La Habana, 1974. T.I. Pág. 24.
2. Shein, V.S. et. al.  
"Informe sobre el Tema IV del grupo de Generalización Científica".  
Archivo del CIG. Manuscrito. Habana, 1975.
3. Máximo, S. et. al.  
"Particularidades de los yacimientos petrolíferos de Cuba".  
"Gueologiya niefti i gaza". No. 9, 1978 (en ruso).
4. Colectivo de autores.  
"Tectónica de Cuba y su parte marina".  
"Sovietskaya Gueologiya". N. 2, 1978 (en ruso).
5. Kleshev K.A., Shein V.S.  
"Tectónica de los arcos de isla y territorios adyacentes".  
Moscú, 1978 (en ruso).
6. Bankovsky, S. Yu.  
Comunicación personal.
7. Ivanov, S.; Rodríguez, M.  
Sobre las posibilidades de determinar el relieve de las rocas magnéticas.  
Resúmenes de la I Jornada Científico-Técnica de Geología. La Habana, 1974  
T. II, pág. 81.

## 8. Jajalev I. et.al.

Posibilidades de mapeo de los pliegos de construcción compleja del miogeo-sinclinal de la costa norte de Cuba por medio de la exploración sísmica. Resúmenes de la I Jornada Científico-Técnica de Geología. La Habana. 1974 T. II. Pág. 89.

## 9. Moreno-Castillo R.

Método de interpretación cualitativa de mapas gravimétricos y su aplicación en la zona sur de Petróleo Mexicanos. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. Volumen XXXIV, N. 1. 1982.

## 10. Socorro, R. et. al.

Capacidad gasopetrolífera de los países socialistas de Europa y la República de Cuba. Secretariado del CAME. Moscú. 1981.

## 11. Materiales de archivo de la Empresa Nacional de Geofísica y del CIG.

## ABSTRACT

The northern coast of Cuba is situated in the folded edge of North Cuban Marginal Basin, its geological constitution is characterized by the presence of several nappe structures that causes a low effectiveness in the detection of oil and gas structural traps.

In the present paper we realize a complex interpretation using all the available geological and geophysical data (high density seismic lines, gravimetric and magnetometric surveys, geological mapping and more than 50 wells information) and proposes a method that makes possible the detection of the principal structural elements and in a second stage the detection of main morphostructural lineament.

We establish the possibility of the use of this method in other regions with similar geological constitution on the northern coast of Cuba.

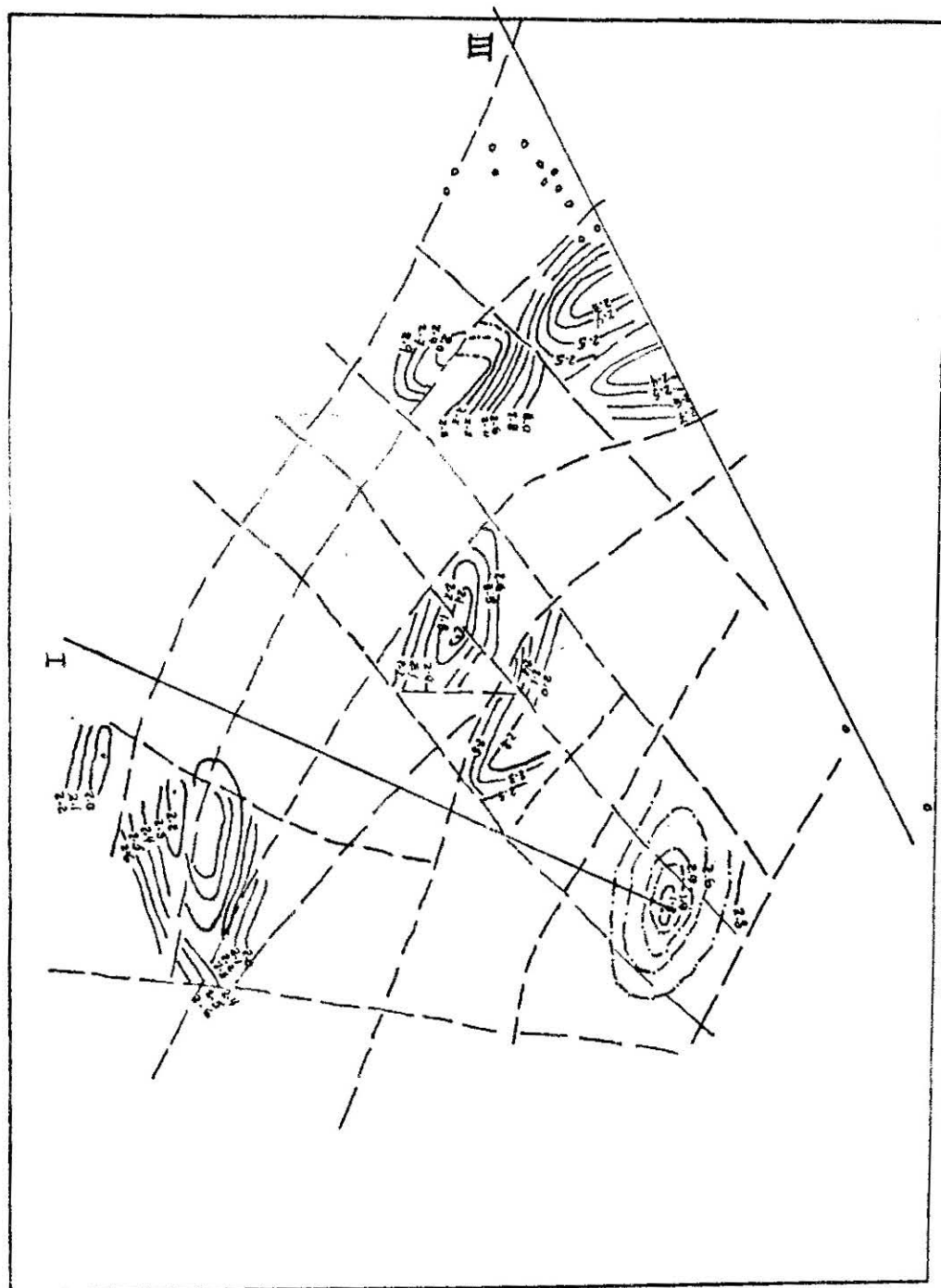
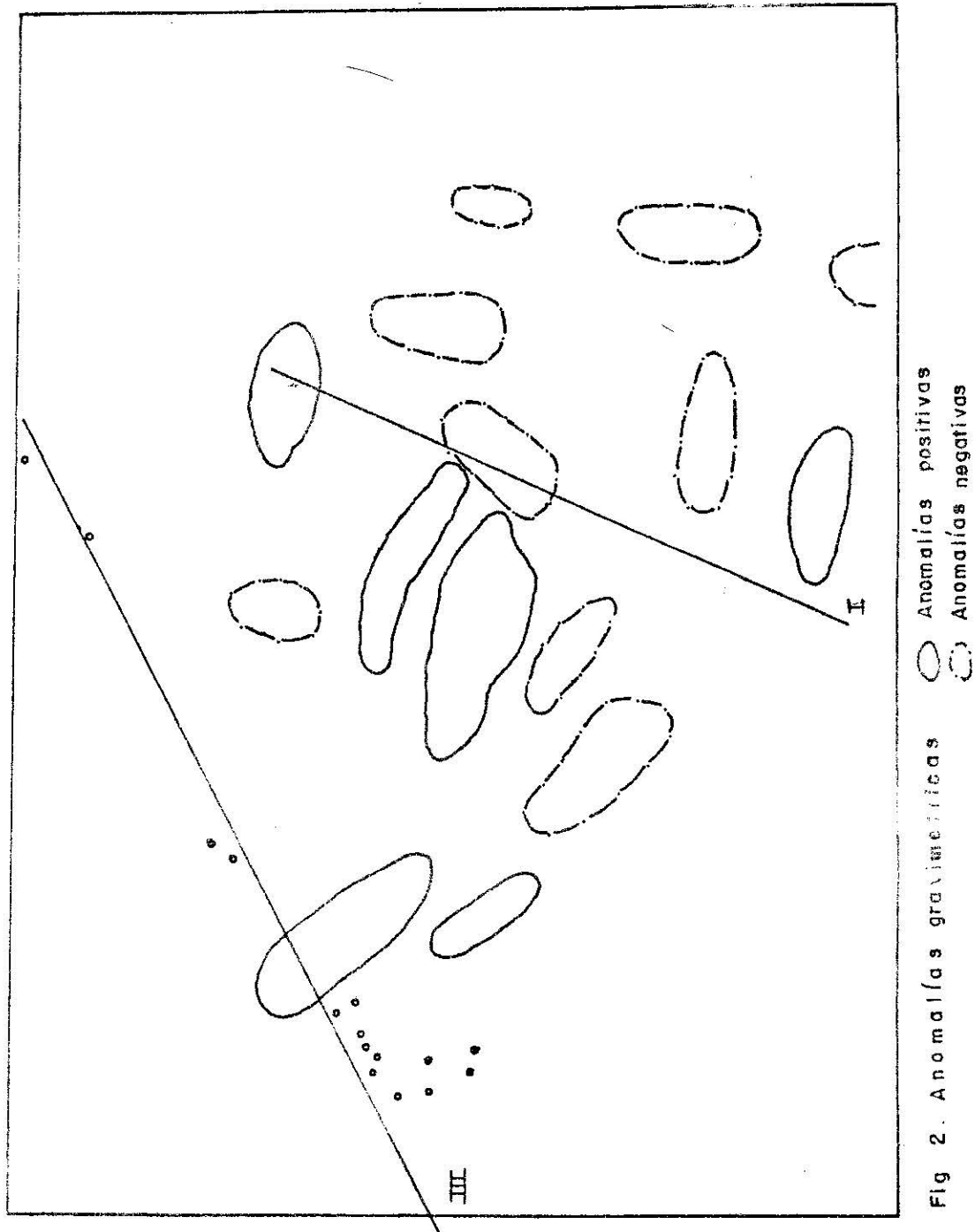
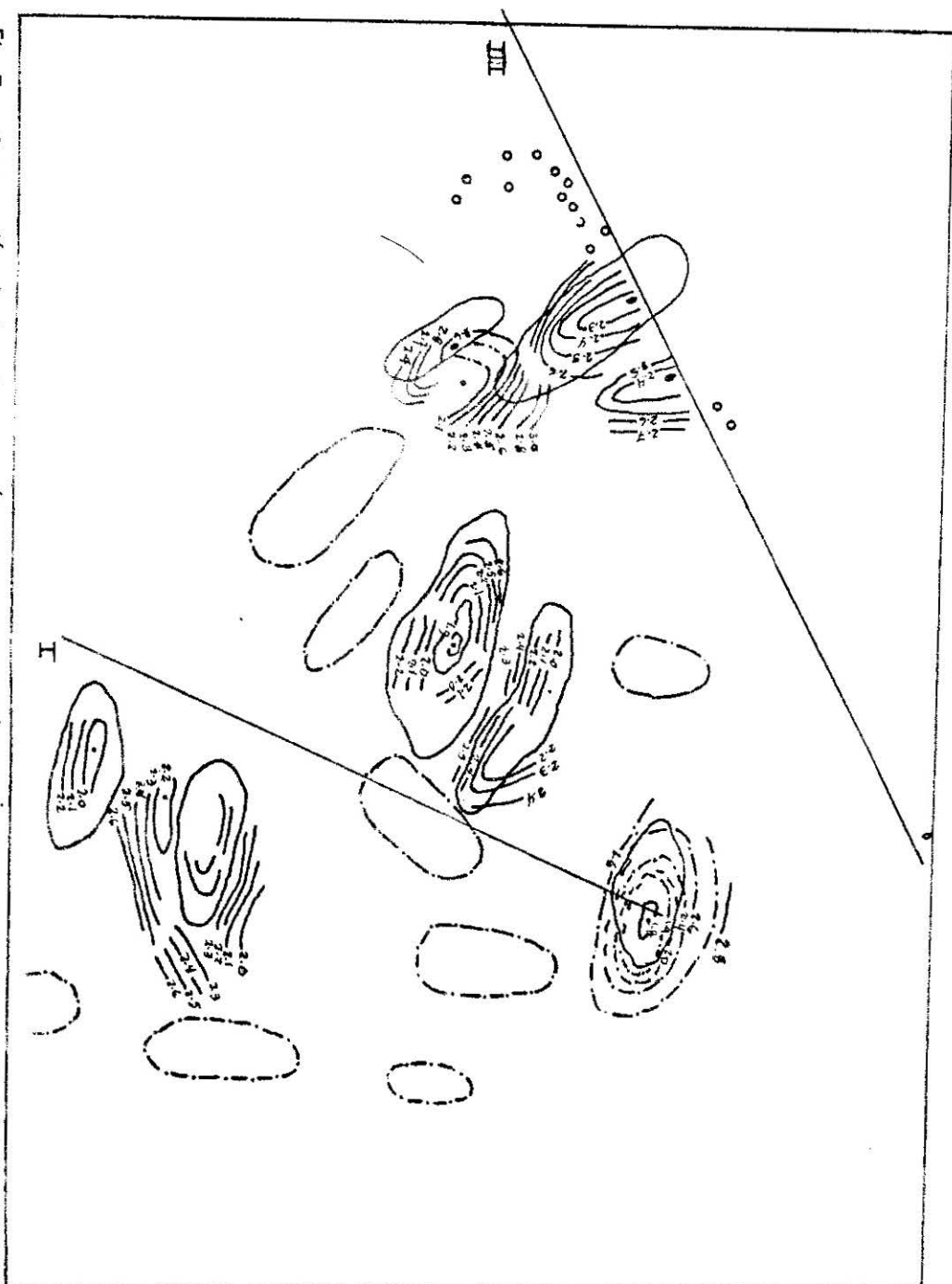


Fig 1. Resultados de la interpretación de los datos sísmicos











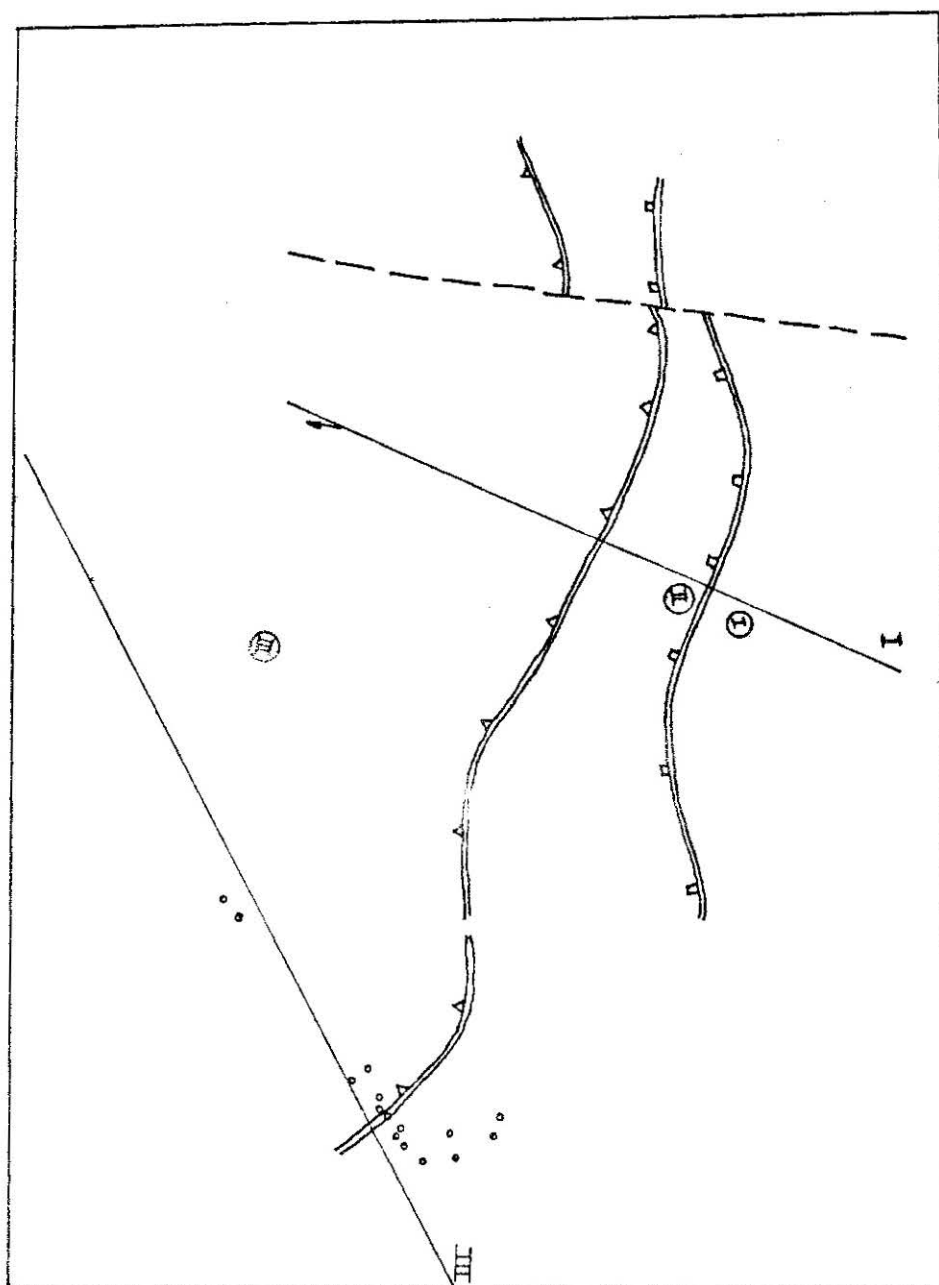


Fig. 6. Zonación de los campos geofísicos

