

CORRELACION ESTRATIGRAFICA EN BASE A REGISTROS DE POZOS EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL.

Por:

FREDDY SARMIENTO G. (1)

RESUMEN

El presente trabajo se basa en la interpretación de registros eléctricos y convencionales de pozos ubicados en el Golfo de Guayaquil dentro de un área aproximada de 868.911 hectáreas, entre las coordenadas 2° - 4° latitud sur y 80° - 81° longitud oeste. Los perfiles fueron corridos por ADA OIL EXPLORATION CO. entre 1969 y 1972, y mediante su interpretación se elaboraron las columnas estratigráficas respectivas y su correlación con el Graben de Jambelí, se logró determinar el tipo de sedimento predominante en la columna de cada pozo (Amistad 1,2,3,4; Tiburón 1; Esperanza 1). Además se ha realizado el cálculo de los parámetros petrofísicos a ciertos niveles de areniscas seleccionados, que pueden presentar algún interés como reservas de fluido (gas, aceite, o agua), tales como: resistividad de la zona no invadida, densidad de la roca, porosidad, factor de formación, resistividad del agua, saturación de agua, temperatura de formación de las rocas, gradiente geotérmico, salinidad del agua de formación.

ABSTRACT

The present research is based in the electrical and conventional analysis of the well log located at the Gulf of Guayaquil within an area approximate of 868.911 has. between the coordinates 2° - 4° latitude south and 80° - 81° longitude west. These records were run by ADA OIL EXPLORATION CO. between 1969 and 1972; with the data we have obtained stratigraphic columns and performed the correlation analysis of this columns with the Jambelí Graben; the predominant type sediments was determined for each well (Amistad 1,2,3,4; Tiburon 1; Esperanza 1). Also it was performed the petrophysical evaluation at some selected depths of sandstone that could present some interest as fluid reservoir (gas, oil or water), such as: resistivity of no invaded zone, rock density, porosity, formation factor, water resistivity, water saturation, formation temperature of rocks, geothermic gradient, salinity of water formation.

INTRODUCCION

La acumulación de hidrocarburos encuentra condiciones muy favorables en el sistema deltaico, y considerando que en el SW del Ecuador existe el denominado delta del Río Guayas (Faucher y Savoyat, 1973) se han realizado estudios geológicos- geofísicos con el fin de detectar zonas de interés científico y económico. Por el año de 1956 la Manabí Exploration Company elaboró un mapa de contornos aeromagnéticos residual del área Guayas (Calec. Sc. 1:200.000), el cual abarca una gran sección del Golfo de Guayaquil; en 1957 la California-Ecuador Petroleum Company efectuó un desarrollo sísmico en esta zona, cubriendo el área exterior adyacente a la costa sur de la Península de Santa Elena y alrededor de la Isla Puná; posteriormente la Geophysical Associates-International Inc, realizó estudios de magnetometría a lo largo de la costa ecuatoriana; entre 1969 y 1972, el Consorcio del Golfo mediante su operador ADA de Exploración Petrolera C.A. perforó 9 pozos en esta área que según el cuadro de concesiones petrolíferas vigente en el Ecuador, corresponde al denominado Bloque 11 (Colmont, 1978); resultando sólo 3 de ellos productores (Amistad 1,3,4) con 64.4 millo-

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada, División de Geología Marina, Casilla 5940. Guayaquil-Ecuador.

nes pie^3 /día (aproximadamente 1.8 millones m^3 /día), que aún no están siendo explotados comercialmente. Posteriormente, en 1973 a bordo de la M/N Petrel se llevó a cabo un estudio regional, determinándose en base al análisis de líneas sísmicas, que la parte sur de la Península de Santa Elena, en la costa afuera del Golfo de Guayaquil, es un área de baja reflectividad sísmica.

Actualmente la División de Geología Marina del INOCAR realiza el proyecto "Plataforma Continental del Ecuador" y una de las zonas de mayor interés es precisamente el Golfo de Guayaquil; y es por lo cual con la información disponible se ha considerado conveniente analizar ciertos registros de pozos del campo Amistad (fig.1) hasta 2000 pies de profundidad (aproximadamente 600 metros) para determinar la secuencia litológica subyacente del nivel de plataforma, y algunos parámetros petrofísicos que ayuden a la correlación presentada en el corte C-C' (figura 3). Se considera con los gráficos y resultados expuestos a continuación aportar en algo al estudio hidrocarburífero del Golfo de Guayaquil.

GEOLOGIA REGIONAL

El Litoral Pacífico en la parte occidental ecuatoriana, corresponde geológicamente con una zona de plataforma de rápida subsidencia, afectada preferentemente por movimientos verticales de ascenso o descenso de bloques que originaron una espesa columna de sedimentos cretácicos y terciarios que superan los 12.000 metros y donde las facies cambian rápidamente en profundidad (Padula, 1977) favoreciendo la génesis de hidrocarburos. Por la historia de tectonismo activo (IFP, 1966), características físicas de sus sedimentos, los cuales abarcan un lapso estratigráfico que se extiende desde el Cretáceo Superior al Pleistoceno (Cuaternario) (Fig.2), y la sedimentación que actualmente continúa en el graben de Jambelí; la Cuenca del Golfo de Guayaquil se constituye en un área de excelente predisposición para entrapamientos; conteniendo en su columna sedimentaria a la formación Subibaja (Mioceno inferior a medio) de 500 m de espesor, constituida por limolitas grises con delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino y compactas, ricas en foraminíferos con restos de moluscos, que es la productora del gas en los pozos Amistad, existiendo la posibilidad de acuerdo a algunos estudios (Padula, 1977) que debido a su composición litológica más hacia el centro de la cuenca reúna caracteres de roca madre y sea la generadora del gas que contienen los niveles de areniscas en los pozos Amistad.

Facucher y Savoyat (1973) establecen los dominios geológicos bien caracterizados para el graben de Jambelí, el mismo que está limitado por fallas de dirección NNE-SSO que separan al Oeste y al Este de la Isla Puná; al norte un dominio oceánico constituido por zonas costeras con basamento volcánico marino y al sur un dominio continental con basamento metamórfico. En 1974 Gueneau, también estableció que esta área fue sitio de subsidencia y espesa sedimentación (desde el Cretáceo superior en Ecuador), ofreciendo las mejores perspectivas petroleras.

UBICACION DE POZOS

En el corte C-C' de dirección NW-SE (fig.3) se han considerado los 6 pozos siguientes: Tiburón 1, Esperanza 1, Amistad 1,2,3 y 4; cuyas coordenadas geográficas fueron obtenidas de los propios registros de pozos perforados por ADA, y ploteados en el respectivo mapa de ubicación (fig.1).

La ubicación de estos pozos corresponde al bloque 11 del cuadro de concesiones petrolíferas del Ecuador, en vigencia, con una extensión aproximada de 868.911 has. cedidas al consorcio ADA Standard Oil de Nueva Jersey (Colmont, 1978). Además partiendo de las coordenadas geográficas se determinaron las distancias respectivas entre los pozos, en su orden de ubicación en el corte C-C', en millas náuticas y se encuentran tabuladas en la Tabla I, lo cual nos ayudaría a dar una mejor apreciación de la relación litológica entre las columnas estratigráficas.

CORRELACION ESTRATIGRAFICA

En base a los registros litológicos, de Resistividad, Gamma Ray, de Densidad, etc. detallados en la Tabla II, se elaboraron las columnas estratigráficas a detalle, hasta los 2.000 pies (600 m) de profundidad, correspondientes a cada uno de los pozos mencionados anteriormente; realizándose luego la correlación estratigráfica en esta área, descrita por Gueneau (1974) como zona de plegamiento compresional.

La secuencia estratigráfica ubicada en el Golfo de Guayaquil en lo que corresponde al presente estudio muestra variación en dirección e inclinación entre los diferentes pozos, de hasta los siguientes rangos de valores en su respectivo orden de ubicación en el corte C—C', los cuales han sido determinados mediante el cálculo de ángulo de inclinación de los estratos correlacionados: en el pozo Tiburón 1, varía entre 3° y 6° hacia el SW, en el pozo Esperanza 1, entre 5° y 12° hacia el SW, en el pozo Amistad 3 se encuentran cambios de dirección y grandes ángulos de inclinación que varían entre 23° y 31° hacia el SE, en el pozo Amistad 2, entre 11° y 24° hacia el SE; y para el pozo Amistad 1 hacia el pozo Amistad 4, la inclinación de los estratos varía entre 3° y 26° hacia el SE. La notable variación de inclinación de los estratos del campo Amistad es muy probable que sea debido al efecto producido por el Graben de Jambelí, la cual está considerada como una zona de gran interés geotectónico, flanqueada por la falla Guayaquil y una falla al lado oriental del graben (Faucher y Savoyat, 1973) (Fig. 1); constituyendo el conjunto geológico más potente y que representa más marcadamente el carácter de subsidencia dentro del litoral Pacífico. En el mapa (Calec Sc 1:200.000) de contornos aeromagnéticos residual del área del Guayas elaborado por Manabí Exploration Co., se presentan posibles fallas a la altura de la Isla Puná (fig. 4) lo que involucraría cambios en la inclinación de los estratos de la región.

La descripción litológica de los pozos indica la presencia de lutita blanda pegajosa verde grisácea con fragmentos de concha en ciertas secciones, con cierto grado de consolidación, indicios de lignito, lutita limosa, arenosa, con intercalaciones de arenisca cuarzosa de diferente tamaño de grano, arenisca limosa blanda, deleznable con fragmentos de concha, escasa presencia de glauconita; determinándose que el tipo de sedimento predominante hasta la profundidad investigada es la arena de baja compactación y se encuentra distribuida de la siguiente manera:

POZO AMISTAD 1.- Arenisca cuarzosa, grano fino a medio, no consolidada. El grano a mayor profundidad tiende de grueso a guijarro conglomerático, además se encuentran fragmentos de concha.

POZO AMISTAD 2.- Arenisca cuarzosa, grano muy fino a fino, no consolidada, fragmentos de concha, presencia de glauconita.

POZO AMISTAD 3.- Predomina la arenisca de tipo limosa.

POZO AMISTAD 4.- Arenisca cuarzosa, no consolidada, granos gruesos a guijarros, fragmentos de concha, presencia de glauconita.

POZO TIBURON 1.- Arenisca algo consolidada, grano fino con fragmentos de concha, presencia de glauconita, arenisca limosa.

POZO ESPERANZA 1.- Observando la columna estratigráfica de este pozo, se determina la presencia de arenisca limosa, aunque existe un predominio de lutita arenosa.

La correlación estratigráfica, detallada hasta los 2000 pies de profundidad de los 6 pozos ubicados en el bloque 11 del Golfo de Guayaquil, se encuentra representada en la figura 3.

RESULTADOS PETROFISICOS

De acuerdo a los valores de los parámetros petrofísicos, las rocas con características de reservorio pueden ser identificadas; por lo cual se ha procedido a interpretar los registros de pozos ya sean convencionales, eléctricos o enfocados, detallados en la Tabla II, y que sirven de apoyo a la correlación estratigráfica. De los valores calculados para cada uno de los pozos considerados en el corte C—C', se puede apreciar que en forma generalizada la resistividad de la zona no invadida tiene un bajo valor el cual corresponde al rango de las arenas saturadas con agua salada; la densidad de la roca en los niveles analizados se mantiene casi invariable entre los 2.11 y 2.14 gramos por centímetro cúbico; caso similar ocurre con la porosidad que alcanza valores promedios entre 31% y 32%; los del factor de formación entre 8.7 y 9.1; los valores de saturación de agua son elevados y su distribución respecto a la profundidad para los pozos Amistad 1,2,3 y Esperanza 1, se observa en la figura 5; la salinidad del agua de formación sufre grandes variaciones para cada pozo, alcanzando su máximo valor en el pozo Amistad 1; el gradiente geotérmico se mantiene casi constante alcanzando un valor promedio de 1.32°C/100 m. A continuación se presentan valores extremos obtenidos aplicando perfilaje de pozos; es necesario aclarar que éstos sirven como referencia para tener una idea firme de la litología de la zona del Golfo de Guayaquil, pues los registros en un gran número carecían de sus respectivas escalas, las mismas que han sido asumidas de una manera adecuada para efecto de cálculos. (Ver tabla III).

DISCUSION

Los niveles de arenisca analizados de las columnas estratigráficas elaboradas para los 6 pozos, corresponden a una misma formación que de acuerdo a las características petrofísicas presentan condiciones de roca reservorio, almacenando elevados porcentajes de saturación de agua de formación de gran salinidad, sin descartar la posibilidad hasta la profundidad analizada de tener una apreciable saturación de hidrocarburos. Analizando la descripción litológica lograda en base a los registros de pozos, la cual en forma generalizada determina la presencia de una arenisca cuarzosa, no consolidada de grano muy fino a fino con tendencia en ciertas secciones a guijarro conglomerático, presencia de fragmentos de concha, glauconita, arenisca limosa con intercalaciones de espesor variable de arcilla verde grisácea lutita arenosa, etc.; lo cual se puede estimar que comparativamente con la descripción litológica presentada por Hoffstetter y Bristow (1977) nos encontramos frente a la formación Progreso, correspondiendo esta litología al relleno terciario del graben de Jambelí.

CONCLUSIONES

La Cuenca del Golfo de Guayaquil que durante el Terciario y el Cuaternario fue lugar de subsidencia y que en la actualidad se encuentra rellena principalmente por el delta del Río Guayas y el relleno del Canal de Jambelí, se constituye por su historia de Tectonismo activo en un área de excelente predisposición para entrapamiento, ofreciendo las mejores perspectivas hidrocarburíferas. Del análisis hasta los 2.000 pies (aprox.600 metros) de profundidad considerados en el corte C—C' se determinan cambios en la inclinación de los estratos lo cual concuerda con el resultado obtenido por algunos autores en cuanto a que en esta zona existe un tipo de plegamiento compresional y las posibles fallas cercanas a la Isla Puná, como se observa en la figura 4.

Los estratos de manera generalizada presentan una inclinación hacia el SW desde el pozo Tiburón 1 hasta el pozo Amistad 3, desde éste hacia el pozo Amistad 4 ocurre un notable cambio de dirección e inclinación hacia el SE. La evaluación petrofísica determina en la secuencia sedimentaria intercalaciones de areniscas y lutitas con un predominio de la arenisca con buenas características de reservorio y grandes saturaciones de agua; variando estas condiciones hacia el pozo Tiburón 1 donde se ha determinado una dificultad en la definición estructural, debido a la baja reflectividad sísmica.

La secuencia sedimentaria originada por el relleno Terciario del graben de Jambelí, a excepción

del pozo Esperanza 1 en el que predomina la lutita arenosa, presenta mayor cantidad de arenisca de baja compactación, blanda, cuarzosa de grano fino, medio a grueso, presencia de guijarro, fragmentos de concha, glauconita, con intercalaciones de lutita blanda pegajosa, verde grisácea, etc, que corresponde a la litología de la formación Progreso.

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento al Director del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, CPFG—EM. Fernando Alfaro, al Jefe del Departamento de Ciencias del Mar y miembros de la División de Geología Marina por su valiosa colaboración.

BIBLIOGRAFIA

- Allington A. V. 1977 Petrophysical Review of Guayaquil Basin Wells, Offshore Ecuador. Shell IPM.B.V., Report Ep-45613, pp-128.
- Benites S. 1975 Morfología y Sedimentos de la Plataforma Continental del Golfo de Guayaquil (Tesis) ESPOL Dpto. IGMP. p. 15-22.
- Colmont G. J. 1978 Algunos aspectos sobre el Gas Natural del Golfo ESPOL, Dpto. IGMP, Gquil. pp.20.
- Calec 1956 Mapa Contorno Aeromagnético Residual, Area del Guayas, Ecuador. SC. 1:200.000. Manabí Exp.Co.
- Faucher B/Savoyat E. 1973 Esquema Geológico de los Andes Ecuadotiranos (traduc. S. Benites), Fegm-pe-ESPOL. Gquil.p.25.
- Gubler/Ortynski 1966 Informe preliminar sobre las perspectivas petroleras de las cuencas sedimentarias de la república del Ecuador. IFP Ref. 133738, S.M.G.M. p-10-36-37-45-65.
- Gueneau/Robalino/Trujillo 1974 Geophysical Interpretation and Geological Evaluation of 1973 Petrel Survey offshore Ecuador, Shell IPM.B.V. Report EP-45539, pp-40.
- Hoffstetter R/Bristow 1977 Léxico Estratigráfico Internacional Vol. V. América Latina Fasc. 5a2, Ecuador. Centre Ntnl. Rechenche Scientifique París p. 16-245-246.
- Padula L. 1977 Geología del Litoral Pacífico Ecuatoriano, Universidad de Gquil. Fac. CC.NN. pp.32.
- Pirson Sylvain J. 1963 Handbook of well Log Analysis Pretice Hall Inc. Englewood cliffs, M.J. pp-336.
- Schlumberger Log Interpretation Charts, Dpto. IGMP ESPOL. Gquil. pp-92.

TABLA I
DISTANCIA ENTRE POZOS CONSIDERADOS EN EL
CORTE C.C' EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL

Tiburón 1 - Esperanza 1	18,014 millas náuticas
Esperanza 1 - Amistad 3	9,210 millas náuticas
Amistad 3 - Amistad 2	0,919 millas náuticas
Amistad 2 - Amistad 1	1,939 millas náuticas
Amistad 1 - Amistad 4	2,244 millas náuticas

TABLA II

DETALLES DE REGISTROS DE POZOS UTILIZADOS

EN LA CORRELACION ESTRATIGRAFICA EN EL

GOLFO DE GUAYAQUIL

Nombre del Pozo	Ubicación	Tipo de Registro	Profundidad	Fecha
AMISTAD 1.	Lat. 03°15'29.6"S Long. 80°27'29.3"W	Litología	710' - 17.058'	69/09/25
		Resistividad	4500' - 9.200'	69/10/20
		Análisis Cores	715' - 17.058'	69/09/28
		G.R. Densidad	9100' - 11.700'	69/11/11
		Dip. Meter	4503' - 11.735'	70/01/10
AMISTAD 2.	Lat. 03°13'38.8'S Long. 80°26'53.9"N	Litología	750' - 11.305'	
		Resistividad	457' - 11.305'	70/01/10
		Densidad	700' - 4.000'	70/06/12
		Gamma Ray	8400' - 11.000'	70/07/01
AMISTAD 3.	Lat. 03°14'21.5"S Long. 80°27'29.3"W	Litología	700' - 8.837'	70/11/06
		Densidad	700' - 8.650'	70/10/08
		Resistividad	657' - 8.837'	70/12/12
AMISTAD 4.	Lat. 03°17'24.3"S Long. 80°28'18.3"W	Litología	765' - 10.518'	71/05/07
		Resistividad	711' - 10.514'	71/05/02
		Densidad	4600' - 10.300'	71/05/01
ESPERANZA 1.	Lat. 03°10'43"S Long. 80°35'57.1"W	Litología	735' - 14.178'	70/12/20
		Resistividad	707' - 14.178'	70/12/26
		Densidad	700' - 13.800'	70/12/12
TIBURON 1.	Lat. 02°54'19.9"S Long. 80°43'26.7"W	Litología	800' - 12.100'	71/ Ø 6
		Resistividad	792' - 12.100'	71/03/28

TABLA III
RANGO DE VALORES DE LOS PARAMETROS PETROFISICOS
PARA CADA POZO CONSIDERADO EN EL CORTE C-C'

Potencial Espontáneo (SP)	mV	Amistad 1 -30 y -35	Amistad 2 -35 y -40	Amistad 3 -50 y -60	Amistad 4 -20 y -40	Esperanza 1 -18 y -20	Tiburón 1 -20 y -25
RESISTIVIDAD DE LA ZONA NO INVADIDA (Rt)	Ohm.m	3.6 y 4.0	3.0 y 5.0	3.2 y 6.0	3.6 y 6.0	2.0 y 4.0	2.0 y 4.2
DENSIDAD TOTAL DE LA ROCA. (ρ_d)	g/cc	1.95 y 2.23	2.0 y 2.22	2.0 y 2.24		2.03 y 2.25	
POROSIDAD DE LA ROCA. (ϕ_d)	%	25.3 y 40	26.1 y 39.3	25 y 39.4		24.2 y 38.5	
FACTOR DE FORMA- CION. (Fd)		4.3 y 13	4.9 y 11.5	4.7 y 13.0		5 y 13.2	
RESISTIVIDAD DEL AGUA DE FORMACION (Rw)	Ohm.m	0.09 y .10	.20 y .22	.06 y .09	.085 y .14	.13 y .14	
RESISTIVIDAD APA- RENTE DEL AGUA (Rwa)	Ohm.m	.33 y .86	.26 y .83	.31 y .98		.151 y .40	
SATURACION DEL AGUA (Sw)	%	34 y 63.7	46.4 y 60.9	26.7 y 45.3		59.1 y 95.2	
TEMPERATURA DE FORMACION (Tf)	°F	88 y 94	86 y 93	87 y 98	85 y 92	85 y 93	
GRADIENTE GEOTER- MICO (G)	°F/100	.80 (1.46°C/100m)	.70 (1.27°C/100m)	.88 (1.6°C/100m)	.62 (1.13°C/100m)	.63 (1.15°C/100m)	
SALINIDAD DEL AGUA DE FORMACION	‰	.60 (61.5 g/l)	24.5 (25 g/l)		52 (53 g/l)	40 (41 g/l)	

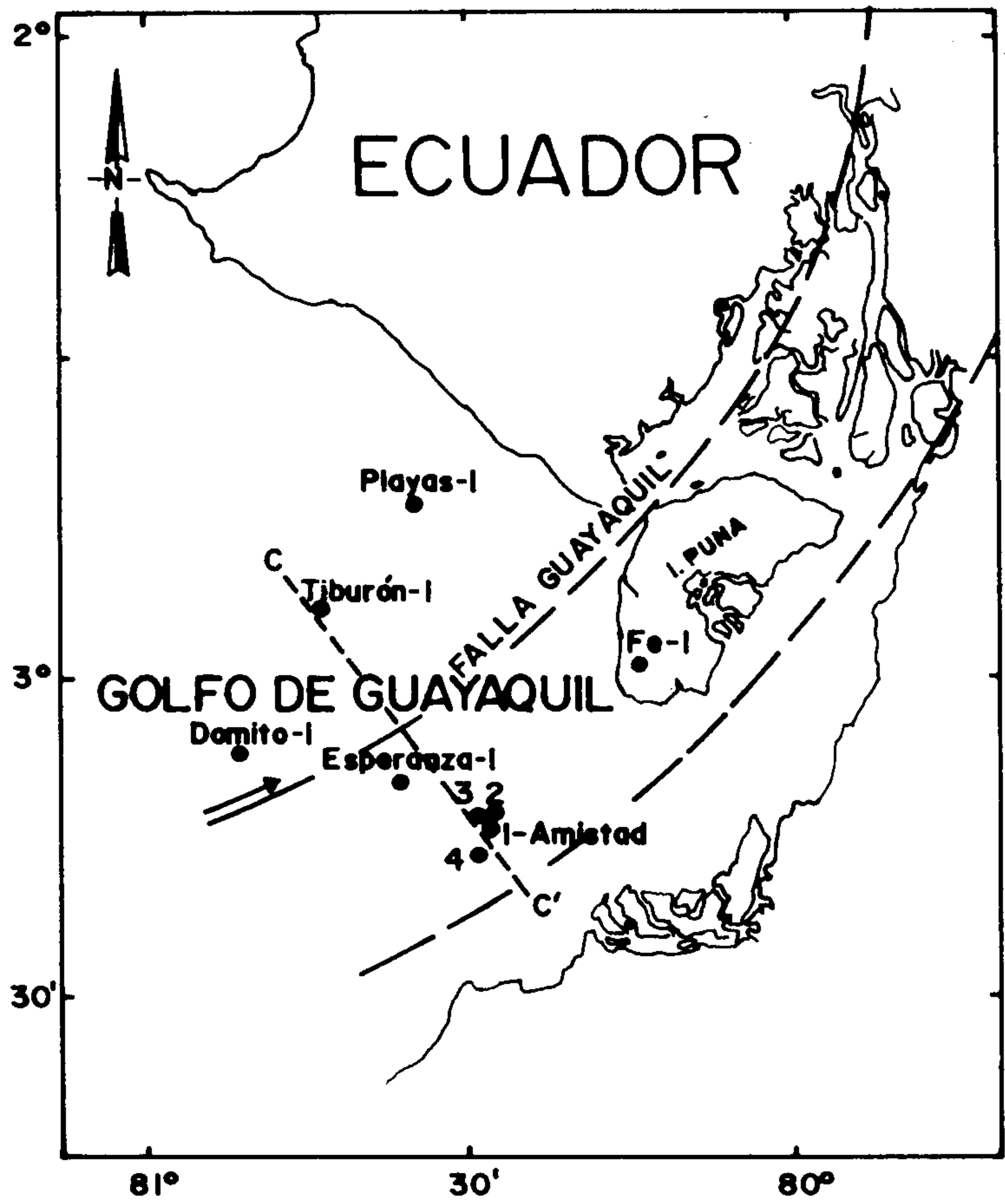


Fig. 1. Mapa de ubicación de los 6 pozos perforados por Ada Oil Exploration Co., considerados en el Corte C-C' Sc 1: 1'000.000.

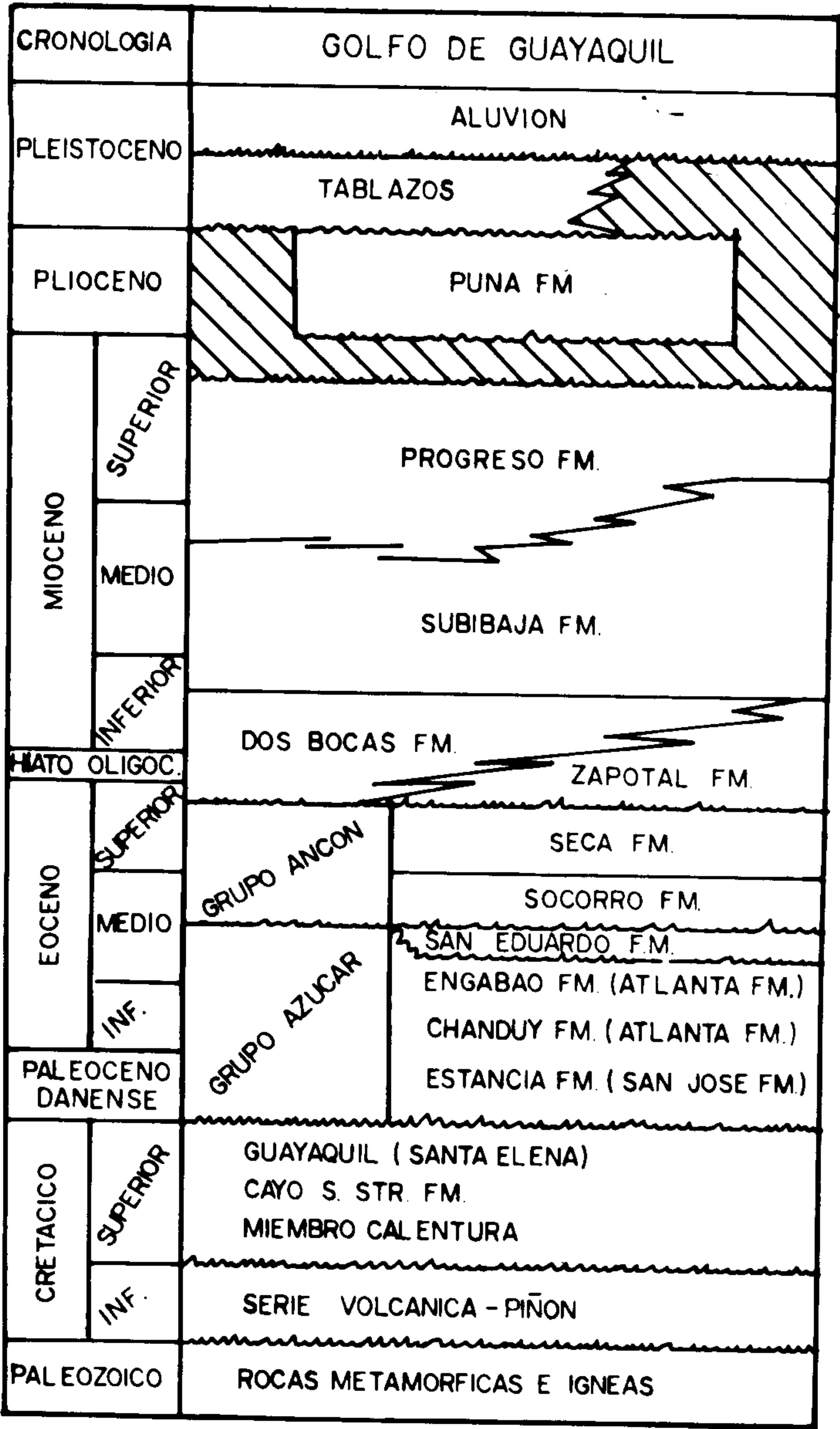


Fig. 2. Columna Estratigráfica del Golfo de Guayaquil tomada de Geología del Litoral Pacífico Ecuatoriano de Padula (CEPE), 1977.

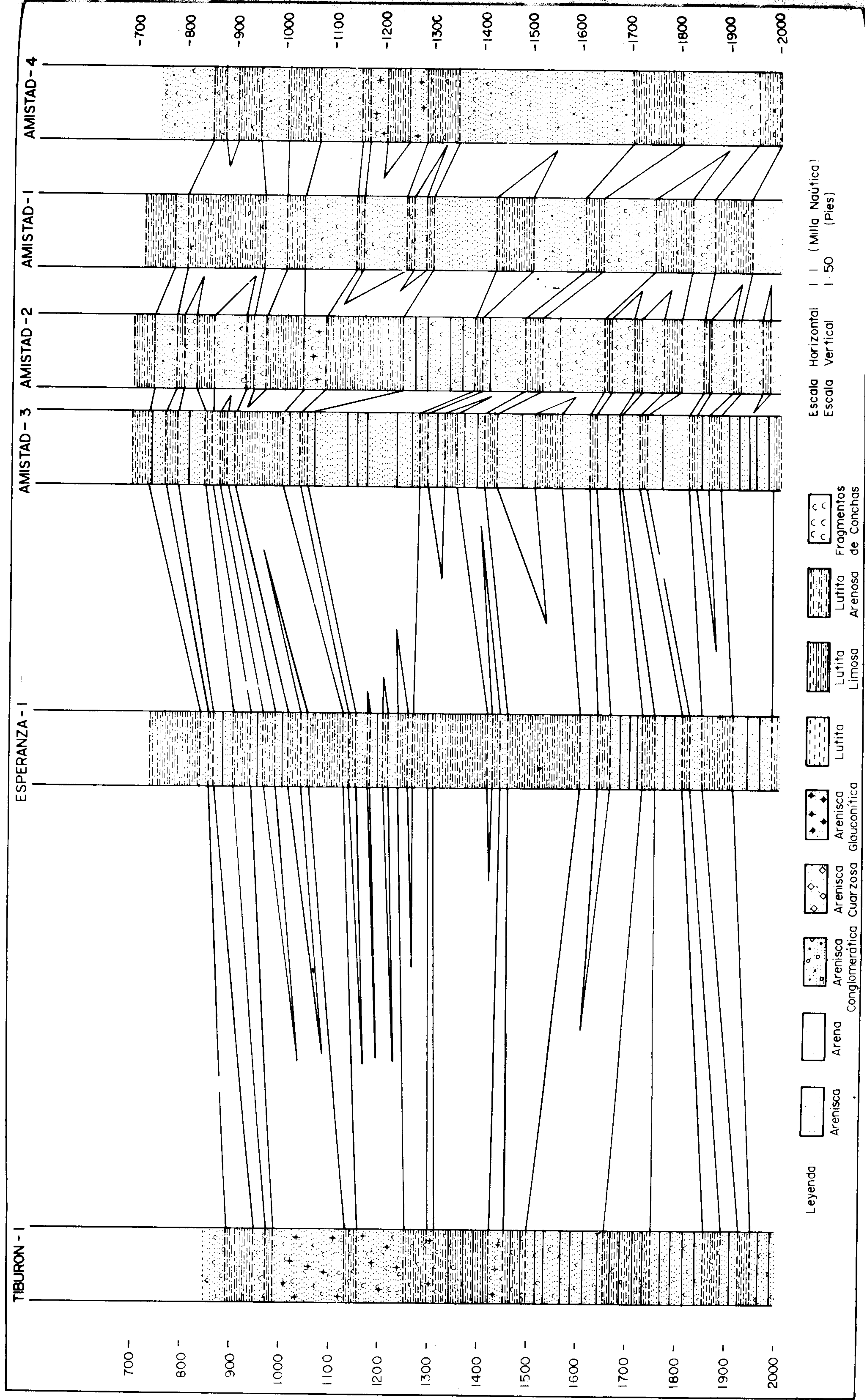


Fig. 3. Correlación Estratigráfica de los 6 pozos considerados en el Corte C-C', hasta los 2.000 pies de profundidad.

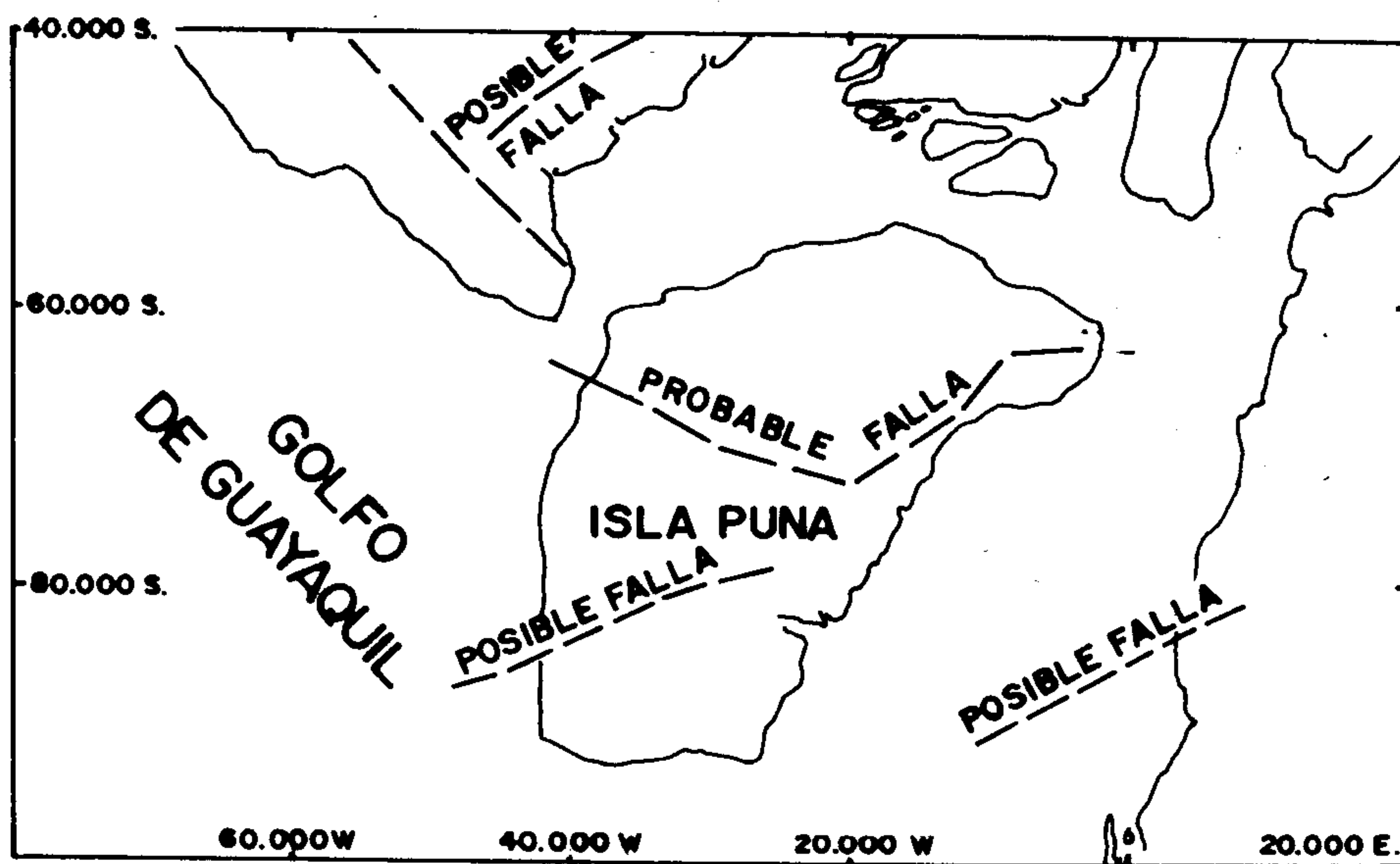


Fig. 4. Ubicación de las posibles fallas determinadas por Calec Sc 1:200.000, a la altura de la Isla Puná.

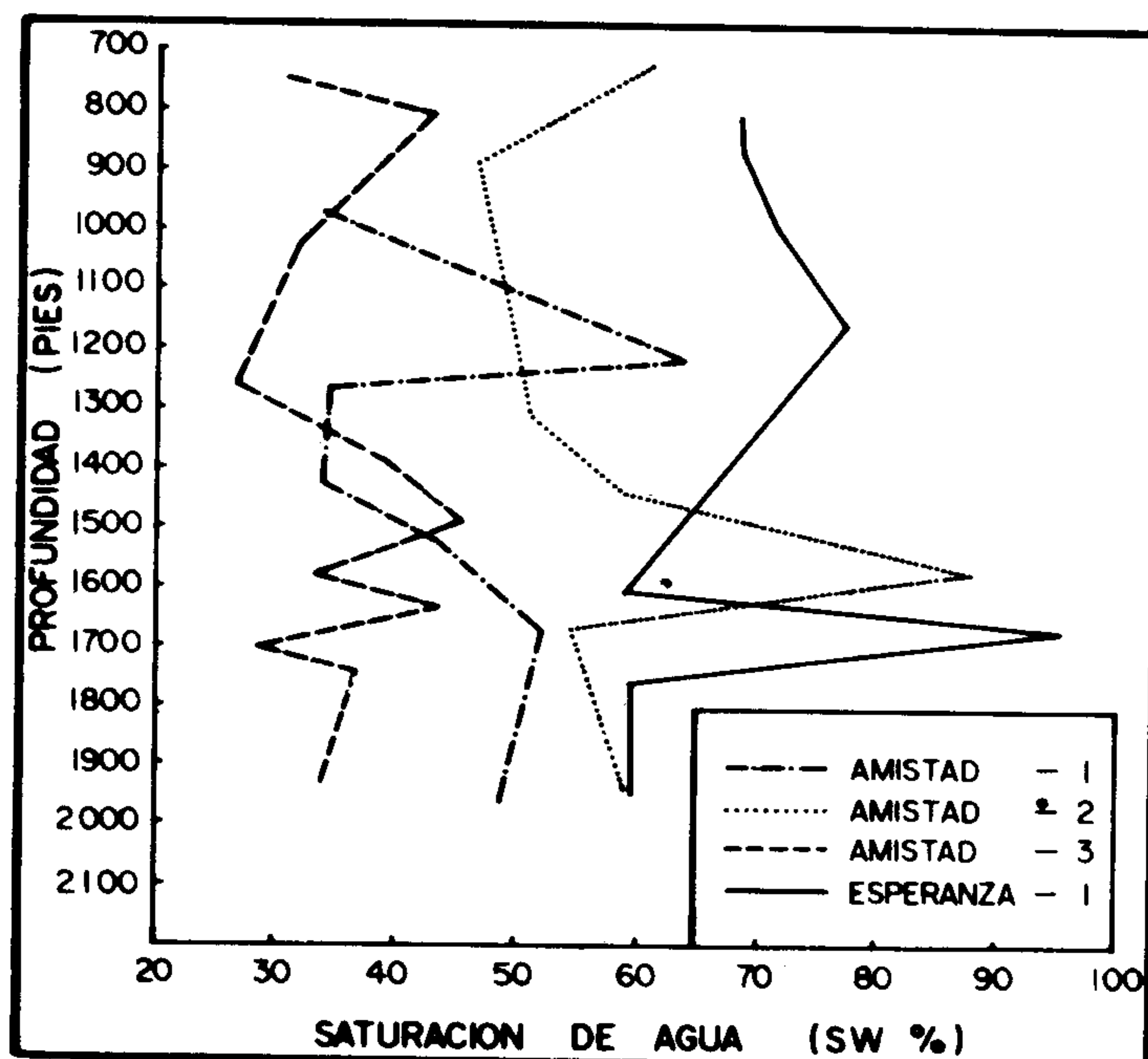


Fig. 5. Gráfico comparativo del % SW vs. profundidad para los pozos Amistad 1,2,3 y Esperanza 1, ubicados en el Golfo de Guayaquil.