

Morfología y estructura del basamento precuaternario de la Caleta Española, Península Hurd, Isla Livingston

Pre-Quaternary basement morphology and structure of the Caleta Española, Hurd Peninsula, Livingston Island

Juan F. Bergamín¹, Juan J. Durán², José M. González-Casado³ y Jerónimo López-Martínez³

1. Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid. 2. Instituto Tecnológico Geominero de España, Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid. 3. Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid.

PALABRAS CLAVE: Prospección geofísica, Sondeos eléctricos, Playas levantadas, Cuaternario, Neotectónica, Isla Livingston, Islas Shetland del Sur.

KEY WORDS: Geophysical survey, Electric soundings, Raised beaches, Quaternary, Neotectonics, Livingston Island, South Shetland Islands.

RESUMEN

En la Caleta Española (alrededores de la base Juan Carlos I, Isla Livingston, Islas Shetland del Sur), se localiza un conjunto de playas levantadas de edad holocena, que están desarrolladas sobre sedimentos cuaternarios (conglomerados con matriz arenosa). Estos niveles se sitúan sobre un basamento permotriásico (Formación Miers-Bluff). Para estudiar las características del relleno sedimentario, así como la morfología y la estructura del basamento se han realizado trabajos de prospección geofísica (12 sondeos eléctricos verticales) y estudios tectónicos. Los sondeos eléctricos verticales han permitido determinar el espesor de sedimentos existente, el alto grado de homogeneidad litológica, así como la posible existencia de permafrost. Con los resultados obtenidos, se han confeccionado cinco perfiles estructurales y un mapa de isobatas del relleno sedimentario, en el que el rasgo más destacable es la presencia de un profundo surco erosivo de orientación ESE-ONO, cuya cota mínima esta próxima a -72 m por debajo del nivel actual del mar. Esta morfología del sustrato precuaternario puede ser puesta en relación con condicionamientos estructurales locales (pequeña estructura tipo "pull-apart") y con la actuación de agentes erosivos (sobreelevación glaciar). Este surco se encuentra en la actualidad relleno de sedimentos cuaternarios de origen marino y glaciar, fundamentalmente. A falta de ser completada la interpretación de los datos, la estructura citada parece resultar compatible con los resultados de los estudios gravimétricos y magnéticos realizados en la misma zona, que muestran una anomalía negativa sobre esta pequeña cuenca.

ABSTRACT

In the Caleta Española (surroundings of the Spanish station Juan Carlos I, Hurd Peninsula, Livingston Island, Western Antarctica, Fig. 1) are located several Holocene raised beaches, that are developed on Quaternary sediments. Below these sediments there is a basement of permotriassic age, the Miers-Bluff formation. In order to know the characteristics of the Quaternary sediments, their thickness and the geometry of the basement under the raised beaches, as well as the possible presence of permafrost, this area has been studied by means of geophysical methods (geoelectric) and the main structural features has been mapped (Fig. 2). For establishing the underground resistivity characteristics 12 vertical electric soundings have been made, with a georesistivitymeter with a sensibility of 0.1 mA and 0.1 mV provided with digital lecture and with automatic polarity commutation. Has been used the Schlumberger quadrupole array for each sounding. The vertical electric soundings have been modelised by means of an automatic inversion procedure and represented in five longitudinal and transversal profiles (Fig. 3). Based on the geoelectric soundings a map of isobaths of the bedrock has been made (Fig. 4). The most important feature is the presence of a ESE-WNW trending buried trough of approximately -72 m of depth below the present sea level. This morphology of the pre-Quaternary bedrock is probably related with a small pull-apart structure and with erosion (glacial overexcavation). This trough is now infilled by Quaternary sediments, mainly of marine and glacial origin. The existence of this structure seems to be coherent with the results of the gravimetric and magnetic studies carried out in the area, that show a negative anomaly over this small basin.

1. INTRODUCCIÓN

En las Islas Shetland del Sur abundan los sistemas de playas levantadas de edad holocena, cuya distribución espacial, morfología superficial y cronología están siendo objeto de estudio por nuestro grupo. Se pretende con ello obtener nuevos datos sobre la evolución paleoclimática y neotectónica del archipiélago a lo largo del Cuaternario. Los cuerpos sedimentarios que constituyen estas playas se apoyan sobre el basamento mesozoico-cenozoico de las islas e, hipotéticamente, sobre otros materiales cuaternarios de origen continental. El conjunto de materiales pleistocenos y holocenos se dispone sobre las formas erosivas preexistentes, condicionadas estas a su vez por la estructura tectónica y la naturaleza litológica del sustrato precuaternario.

bución, al ser escasos los trabajos publicados sobre prospecciones geoeléctricas en las zonas descubiertas de hielo en regiones antárticas y especialmente los realizados en niveles de playa (IRIBARREN & CARRANZA, 1990; HYOUNG-SOO *et al.* 1996; GUGLIELMIN *et al.*, en preparación). Los resultados obtenidos permiten avanzar algunas conclusiones sobre la aplicabilidad de estas técnicas.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

La Caleta Española, donde está situada la base antártica española Juan Carlos I (BAE) (Fig. 1), constituye un buen ejemplo de los sistemas de playas levantadas, de edad holocena, que son abundantes en el archipiélago de las Shetland del Sur, ya que en ella se

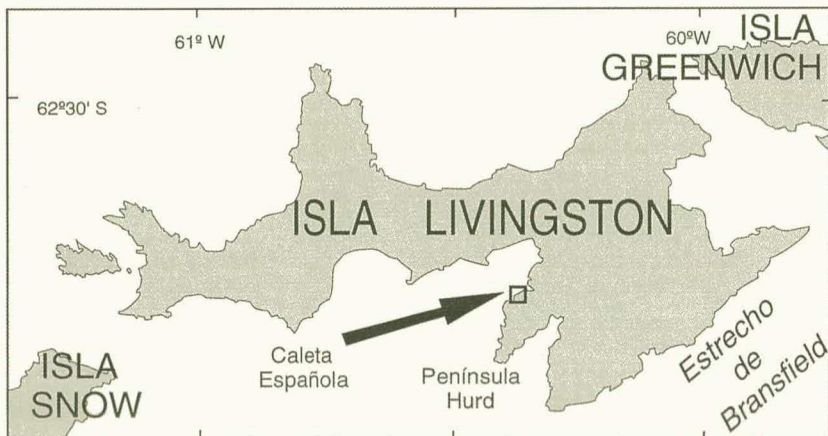


Fig. 1.—Situación de la zona de estudio.
—Location of the studied area.

El objeto de este trabajo es realizar una primera aproximación sobre las características morfológicas del basamento sobre el que se sitúan las playas levantadas por medio de sondeos eléctricos verticales y reconocer las características y disposición interna de los depósitos cuaternarios. Todo ello con el fin de obtener información sobre los eventos morfológicos, tectónicos y sedimentarios ocurridos en periodos recientes. La aplicación en el ámbito antártico de métodos de prospección geofísica para investigaciones de este tipo supone en sí misma una contri-

reconocen varios niveles escalonados de playa con un amplio desarrollo lateral; estos niveles ocupan en la zona estudiada una extensión de aproximadamente 0.37 km². En la zona estudiada el sustrato geológico está constituido fundamentalmente por materiales detríticos (principalmente areniscas y lutitas) de origen turbidítico y de edad permotriásica, pertenecientes a la Formación Miers Bluff (HOBBS, 1968; DALZIEL, 1969; SMELLIE *et al.*, 1984; entre otros). Estos materiales están surcados por gran cantidad de diques de composición intermedia y en menor medida

por filones de cuarzo y calcita de origen hidrotermal. Los materiales del sustrato aflo-

conjunto está afectado por una densa red de fallas direccionales y normales recientes

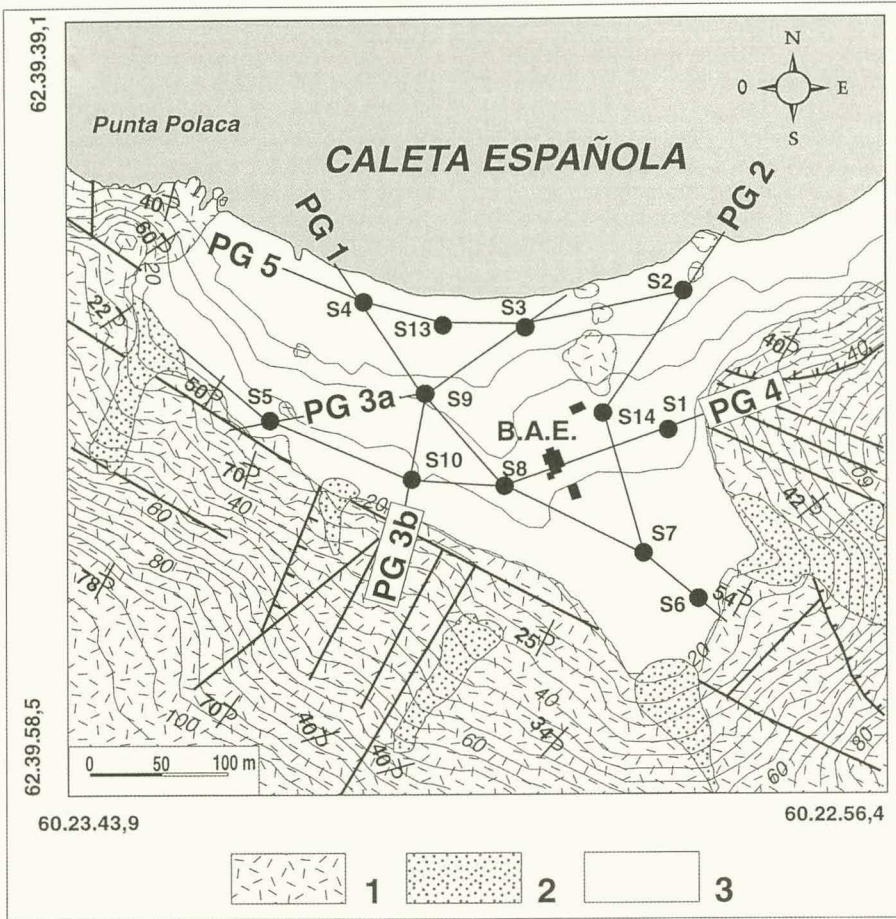


Fig. 2.—Localización de las estaciones de medida y perfiles realizados. Leyenda: 1, Basamento precuaternario. 2, Depósitos torrenciales, de ladera y morrenas. 3, Depósitos de playa holocenos. Líneas gruesas, fallas. PG, perfil geoelectrico. Círculo negro y S, sondeo eléctrico vertical. BAE, base antártica española Juan Carlos I. Equidistancia de las curvas de nivel 5 m.

—Location of the measurement stations and profiles. Legend: 1, Pre-Quaternary basement. 2, Debris, glacial and alluvial fan deposits. 3, Raised beach deposits. Black lines, faults. PG, geoelectric profile. Black circle and S, vertical electric sounding. BAE, Spanish Antarctic station Juan Carlos I. Contour interval 5 m.

ran en capas bien definidas de espesor centimétrico a decamétrico; en esta área las capas tienen una marcada dirección NE-SO y un buzamiento medio de 40° hacia el NO (Fig. 2), estando la serie invertida debido a la existencia de grandes pliegues de plano axial subhorizontal (DALZIEL, 1972; CAMINOS *et al.*, 1973; MUÑOZ *et al.*, 1992; etc.). Todo el

(SANTANACH *et al.*, 1992; GONZÁLEZ-CASADO *et al.*, 1997).

La costa septentrional de la Península Hurd, en los alrededores de la Bahía Sur, está formada por una sucesión de pequeñas ensenadas: Caleta Argentina, Caleta Española, Johnsons Dock. La mayoría de los límites de estas caletas han sido interpretados como

escarpes de falla recientes, con expresión morfológica (PALLÁS *et al.*, 1995). En los alrededores de la zona de estudio, las directrices tectónicas preferentes parecen ser dos sistemas de fallas, orientados según dos direcciones; NE-SO y NO-SE (PALLÁS *et al.*, 1995). En el presente trabajo se ha determinado la existencia en el área de la Caleta Española de una serie de fallas direccionales orientadas NO-SE, no descritas hasta ahora, alguna de las cuales, como por ejemplo, la que limita la Caleta Española por el sur tiene un importante desarrollo longitudinal, con algún dúplex direccional asociado. En menor medida, se observan también fallas normales orientadas NE-SO, esto es, aproximadamente perpendiculares a las direccionales. Estas relaciones estructurales entre fallas normales y direccionales han sido observadas también en otras partes de la Península Hurd (WILLAN, 1994). Las fallas citadas no parecen afectar en superficie a los materiales cuaternarios.

Los sedimentos cuaternarios que recubren parcialmente a los materiales del sustrato, están formados en sus niveles más altos por conglomerados, con cantos poligénicos subredondeados y una matriz arenosa, sin cementar, constituida en parte por piroclastos, procedentes de erupciones volcánicas de la vecina Isla Decepción. Desde el punto de vista geomorfológico, se han podido reconocer 7 niveles de playas holocenas, situadas a 1.6, 2.8, 5.8, 12.1, 13.7, 16 y 18.6 metros sobre el nivel del mar en marea alta, así como una serie de derrubios de ladera, depósitos torrenciales y morrenas que recubren en parte los niveles de playa (LÓPEZ-MARTÍNEZ *et al.*, 1991, 1992) (Fig. 2).

3. METODOLOGÍA

Durante la campaña antártica 1995-96, se han realizado trabajos de prospección geofísica en la Caleta Española y sus alrededores. En relación con las labores geofísicas, se han utilizado tres métodos diferentes, con el objetivo de analizar la distribución en profundidad de tres parámetros físicos distintos, y poder cruzar la información procedente de cada uno de ellos para llegar a una mejor interpretación. Así, se ha llevado a cabo el registro de 2.040 m de perfiles sísmicos de refracción, 12 sondeos eléctricos verticales

(SEV) (Fig. 2) y 99 estaciones de medida del valor de la gravedad. En este trabajo se presentan únicamente los resultados obtenidos del estudio geoelectrico, estando aún sin completar la interpretación de los datos obtenidos mediante los otros métodos citados.

Los estudios geoelectricos han sido realizados empleando un equipo de medida de resistividades con conmutación automática de polaridad (Pasi E2 Digit), que tiene una sensibilidad de medida de 0.1mV y 0.1 mA. Se ha utilizado una fuente de alimentación de corriente continua, que da un máximo de 350 V con 160 mA. Se han realizado 12 sondeos eléctricos verticales sobre los niveles de playas levantadas holocenas. Con el fin de determinar con la máxima precisión la posición y la cota, los sondeos se han posicionado mediante un distanciómetro a partir de un punto de coordenadas geográficas conocidas. En todos los casos se ha utilizado el dispositivo Schlumberger con aperturas máximas de 160 m, suficientes para lograr la profundidad de penetración necesaria para alcanzar el sustrato rocoso bajo el relleno de sedimentos holocenos. El tratamiento de los datos se ha efectuado de forma automática mediante un programa de inversión.

4. RESULTADOS DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS

La interpretación de los sondeos eléctricos ha permitido modelizar las características geoelectricas del subsuelo, distinguiéndose varias capas con diferentes resistividades. En la interpretación de los resultados hay que tener en cuenta las especiales características litológicas de los materiales donde se han realizado los sondeos, gravas y conglomerados con matriz arenosa, y el distinto grado de contenido en agua-hielo y en sales. Por otro lado, también hay que considerar las peculiares condiciones ambientales de esta zona, ya que la resistividad eléctrica es inversamente proporcional a la temperatura, siendo este efecto especialmente notable entre 0 y -5°C para las gravas y arenas saturadas en agua (HOESKSTRA & MCNEILL, 1973).

En la mayoría de los sondeos realizados se detecta una capa superficial, con espesor \leq 1 m y con resistividades medias de 5.000 Ω /m. En algunos sondeos (SEVs 5, 6, 7 y 10) se localiza un nivel a poca profundidad (entre 0.5 y 2 m) de alta resistividad (35.000 -

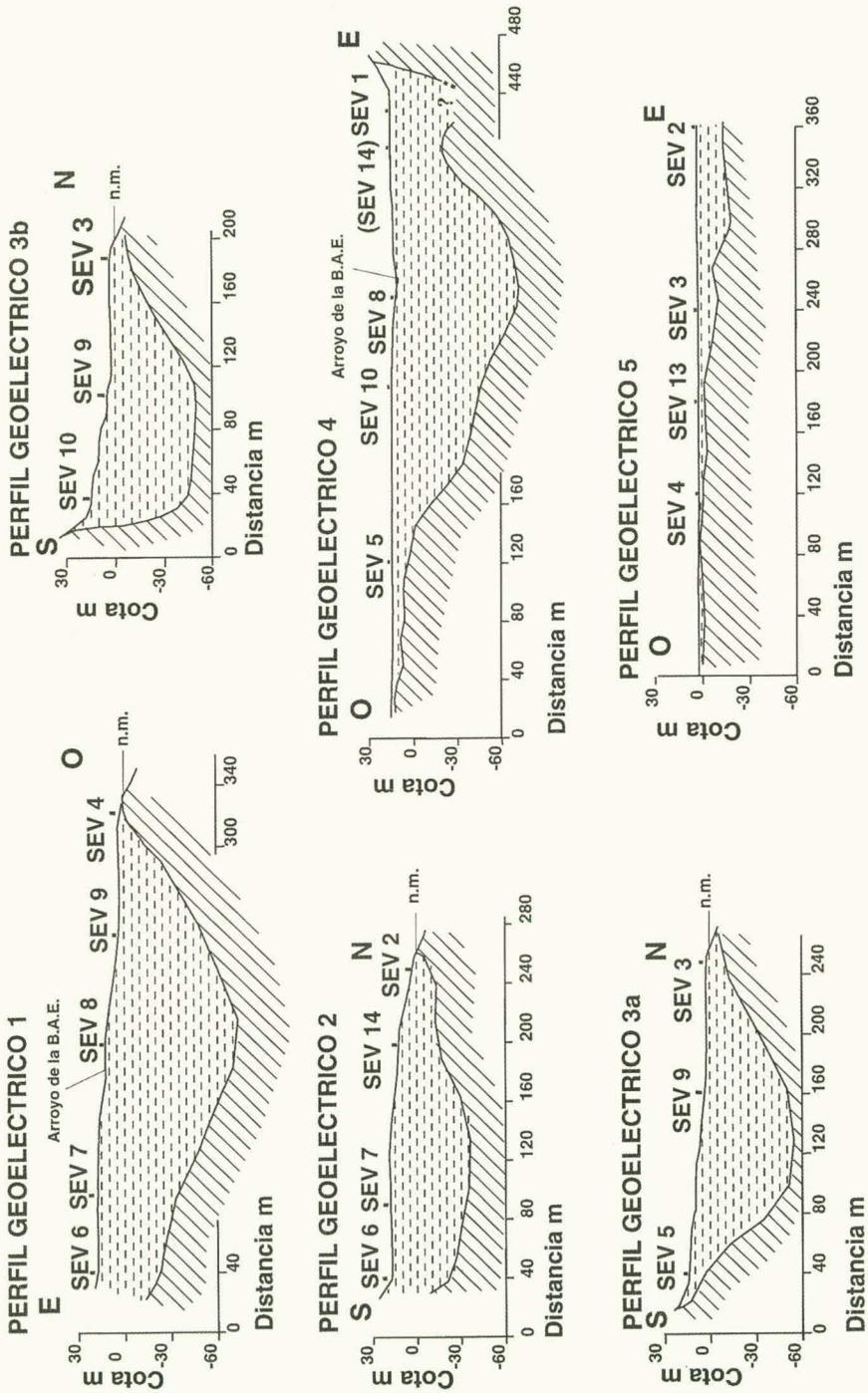


Fig. 3.-Perfiles geoelectrónicos. SEV, sondeo eléctrico vertical. Rayado inclinado, Formación Miers Bluff. Líneas discontinuas horizontales, depósitos cuaternarios. n.m., nivel del mar. B.A.E., base antártica española Juan Carlos I.
 -Geoelectric profiles. SEV, vertical electric sounding. Oblique lines, Miers Bluff Formation. Horizontal dotted lines, Quaternary deposits. n.m., sea level. B.A.E. Spanish Antarctic station Juan Carlos I.

77.000 Ω/m) y pequeño espesor (0.5 a 1 m) que podría corresponder a una capa de alto contenido en hielo (permafrost). Todos estos sondeos se sitúan al pie del resalte que limita por el sur la Caleta Española. Por debajo de los niveles descritos y hasta alcanzar el basamento rocoso se localizan una o dos capas de baja resistividad, cuyo espesor varía de un sondeo a otro y que son de difícil interpretación. En otros lugares de la Antártida, capas con resistividades similares y en un contexto parecido se han interpretado como gravas sin congelar o bien el mismo material helado pero con un alto contenido en sales (HYOUNG-SOO *et al.*, 1996; GUGLIELMIN *et al.*, en preparación). Los perfiles sísmicos realizados en estas mismas localizaciones, con los que se ha obtenido una menor profundidad de penetración, permiten constatar algunas de estas heterogeneidades en los niveles cuaternarios más superficiales, así como la disposición subhorizontal de estos materiales.

5. PERFILES GEOELÉCTRICOS Y MORFOLOGÍA DEL SUSTRATO PRECUATERNARIO

La geometría en profundidad del sustrato precuaternario se ha establecido mediante los sondeos eléctricos verticales realizados en la Caleta Española. Ello ha sido posible gracias al contraste de resistividades, de un orden de magnitud, existente entre los depósitos cuaternarios y su sustrato. Los perfiles geoeléctricos representados (Fig. 3) contienen la síntesis interpretativa de los resultados de los sondeos eléctricos verticales. De ellos pueden destacarse los siguientes aspectos:

- En el perfil geoeléctrico 1 (SEVs 4, 9, 8, 7 y 6), de orientación NO-SE, se detecta una morfología del sustrato en forma de cubeta, con un espesor máximo de sedimentos cuaternarios de 86 m.

- El perfil geoeléctrico 2 (SEVs 2, 14, 7 y 6), de orientación general N-S, pone de manifiesto igualmente un surco en el sustrato, en este caso algo menos marcado.

- Los perfiles geoeléctricos 3a (SEVs 3, 9 y 5) y 3b (SEVs 3, 9 y 10), de orientación cercana a NE-SO, ratifican la morfología de cubeta. En el perfil 3b destaca el carácter abrupto del contacto entre los materiales cuaternarios y el sustrato en el borde sur.

- Los perfiles geoeléctricos 4 y 5 se han realizado paralelos a la línea de costa. El per-

fil geoeléctrico 4 (SEVs 1, 14 –proyectado–, 8, 10 y 5), de orientación general E-O, muestra claramente una geometría de surco muy marcado hacia la zona central, con menor espesor de sedimentos cuaternarios hacia los bordes, sobre todo en el oeste; el borde este, al igual que el sur, presenta un contacto muy verticalizado.

- El perfil geoeléctrico 5 (SEVs 2, 3, 13 y 4), de idéntica orientación que el anterior pero muy próximo al mar, revela un amortiguamiento del surco erosivo del sustrato, levantándose en paralelo al borde costero, con espesores reducidos de sedimentos, que apenas superan los 20 m.

La integración de los resultados de todos los perfiles citados, permite confeccionar un mapa de isobatas, con las cotas absolutas del contacto entre el sustrato y el relleno cuaternario (Fig. 4), el cual muestra claramente la geometría alargada en dirección ESE-ONO del surco existente, en el que se alcanza una profundidad máxima del sustrato precuaternario de aproximadamente -72 m con respecto al nivel actual del mar.

6. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El hecho más destacable a la luz de los perfiles geoeléctricos (Fig. 3) y del mapa de isobatas del basamento (Fig. 4), es la existencia de un importante surco erosivo de orientación ESE-ONO, que ocupa una buena parte del subsuelo de la Caleta Española. Este surco se rellenó, con posterioridad a su formación, por materiales cuaternarios de distintos orígenes: probablemente glaciario en primera instancia, posteriormente marino y en parte lagunar, torrencial y de vertiente.

La existencia de la estructura puesta de manifiesto en este trabajo parece resultar compatible con los datos preliminares del estudio gravimétrico realizado en esta misma campaña, que presenta un mínimo relativo sobre la citada cubeta. Los resultados también concuerdan con el levantamiento magnetométrico realizado por CASAS *et al.* (1992), que muestra una anomalía en esta misma zona.

La geometría del sustrato es interpretada como debida a tres factores condicionantes: a) la presencia de fallas coincidentes con los contornos interiores de la caleta; b) la existencia de diques con respuesta diferencial a la

erosión, principalmente en el sector oriental y c) la erosión glacial debida a flujos procedentes del ESE previamente al establecimiento

interpretación de esta cubeta como una pequeña "cuenca" tipo *pull-apart* desarrollada probablemente durante las últimas etapas de



Fig. 4.—Mapa de isobatas del surco relleno de depósitos cuaternarios y situación de los sondeos eléctricos verticales. 1, sedimentos cuaternarios. 2, Formación Miers Bluff. 3, isobatas y cota en metros bajo el nivel del mar, equidistancia 10 m. 4, curva de nivel de 20 m s.n.m. 5, sondeos eléctricos verticales. 6, edificios de la base antártica española Juan Carlos I (BAE).

—Isobaths map of the trough below the Quaternary deposits and location of the vertical electric soundings. 1, Quaternary sediments. 2, Miers Bluff Formation. 3, isobaths, values in metres below sea level, contour interval 10 m. 4, contour of 20 m above sea level. 5, vertical electric soundings. 6, buildings of the Spanish Antarctic station Juan Carlos I (BAE).

del collado de difluencia glacial hoy reconocible al este de la base antártica española.

El límite SO de las playas levantadas holocenas en la Caleta Española y el borde meridional del surco reconocido, coinciden con una falla direccional, con movimiento dextral. Los límites NO y SE del surco coinciden con fallas normales, con la misma orientación que la estratificación (Fig. 2). Estas relaciones entre las distintas estructuras reconocidas sobre el terreno, apoyan la

fracturación (cuaternarias). La sobreexcavación glacial fue más intensa a favor de esta estructura debido a la intensa fracturación y permitió la posterior acumulación en ella de un mayor espesor de sedimentos cuaternarios.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto ANT94-0666 del Programa Nacional de

Investigación en la Antártida. El posicionamiento preciso de los puntos de medida se realizó gracias a la colaboración del grupo del Servicio Geográfico del Ejército que simultáneamente realizaba trabajos topográficos en la zona, dentro de su proyecto ANT93-0961. Asimismo, damos las gracias a los revisores del manuscrito original por haber contribuido con sus comentarios a mejorarlo.

Recibido el 10 de octubre de 1996

Aceptado el 20 de mayo de 1997

Los autores dedican este trabajo a la memoria de Juan Bergamín de la Viña, primer firmante del mismo, fallecido el 27 de agosto de 1997 tras una rápida enfermedad, desarrollada mientras este artículo estaba en fase de edición. Su labor, tanto en el campo como en la elaboración de los datos, ha sido fundamental para este trabajo y seguirá proyectándose en futuras publicaciones antárticas de nuestro grupo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- CAMINOS, R., MARCHESI, H. G., MASSABIE, A. C., MORELLI, J. R., RINALDI, C. A. & SPIKERMANN, J. P. 1973. Geología del sector noroccidental de la Península Hurd, Isla Livingston, Shetland del Sur, Antártida. *Contribución del Instituto Antártico Argentino*, **162**. Buenos Aires.
- CASAS, B., AVALOS, J. A., MARÍN, V., MERINO, J. & SOCIAS, I. 1992. Levantamiento magnético en la Isla Livingston. Islas Shetland del Sur. In: *Geología de la Antártida Occidental*. J. LÓPEZ-MARTÍNEZ, Ed. Simposios, **3**: 241-250. III Congreso Geológico de España. Salamanca.
- DALZIEL, I. W. D. 1969. Structural studies in the Scotia Arc: Livingston Island. *Antarctic Journal of the United States*, **4** (4): 137.
- 1972. Large-scale folding in the Scotia Arc. In: *Antarctic Geoscience*. R. J. ADIE, Ed. págs. 47-51. Universitetsforlaget. Oslo.
- GONZÁLEZ-CASADO, J. M., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., DURÁN, J. J. & BERGAMÍN, J. F. 1997. Fracturación y campos de esfuerzos recientes en el entorno del Estrecho de Bransfield. (En este volumen, págs. 181-188).
- GUGLIELMIN, M., BIASINI, A. & SMIRAGLIA, C. (En preparación). Electric soundings in ice-free land in the Northern Foothills, Antarctica.
- HOEKSTRA, P. & McNEILL, D. 1973. Electromagnetic probing of permafrost. In: *2nd International Conference on Permafrost*. págs. 517-526. North American Contribution National Academy of Science, Washington DC.
- HOBBS, G. J. 1968. The geology of the South Shetland Islands: IV. The geology of Livingston Island. *British Antarctic Survey Scientific Reports*, **No. 47**: 34 págs.
- HYOUNG-SOO, K., SANG HEON, N. & YEADONG, K. 1996. Geophysical surveys for mapping shallow permafrost on King George Island, Antarctica. *Korean Journal of Polar Research*, **7** (1-2): 110-111.
- IRIBARREN, M. & CARRANZA, J. 1990. Resistividad eléctrica del suelo en la Isla Rey Jorge, Antártica. *Serie Científica INACH*, **40**: 95-100.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., MARTÍNEZ DE PISÓN, E. & ARCHE, A. 1991. Pulsaciones glaciares y terrazas marinas escalonadas en los alrededores de la Base Antártica Española. Isla Livingston. Shetland del Sur. *Geogaceta*, **9**: 44-47.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., MARTÍNEZ DE PISÓN, E. & ARCHE, A. 1992. Geomorphology of Hurd Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands. In: *Recent Progress in Antarctic Earth Science*. Y. YOSHIDA, K. KAMINUMA & K. SHIRAISHI, Eds. págs. 751-756. Terrapub. Tokyo.
- MUÑOZ, J. A., SÀBAT, F. & PALLÀS, R. 1992. Estructura pre-cretácica de la Península Hurd, Isla Livingston, Islas Shetland del Sur. In: *Geología de la Antártida Occidental*. J. LÓPEZ-MARTÍNEZ, Ed. Simposios, **3**: 127-139. Congreso Geológico de España. Salamanca.
- PALLÀS, R., VILAPLANA, J. M. & SÀBAT, F. 1995. Geomorphological and neotectonic features of Hurd Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands. *Antarctic Science*, **7** (4): 395-406.
- SANTANACH, R., PALLÀS, F., SÀBAT, F. & MUÑOZ, J. A. 1992. La fracturación en la Isla Livingston, Islas Shetland del Sur. In: *Geología de la Antártida Occidental*. J. LÓPEZ-MARTÍNEZ, Ed. Simposios, **III**: 141-151. III Congreso Geológico de España. Salamanca.
- SMELLIE, J. L., PANKHURST, J., THOMSON, M. R. A. & DAVIES, R. E. S. 1984. The geology of the South Shetland Islands: VI. Stratigraphy, geochemistry and evolution. *British Antarctic Survey Scientific Reports*, **No. 87**: 85 págs.
- WILLAN, R. C. R. 1994. Structural setting and timing of hydrothermal veins and breccias on Hurd Peninsula, South Shetland Islands: a possible volcanic-related epithermal system in deformed turbidites. *Geological Magazine*, **131** (4): 465-483.