

The 2012 INA/EISP Rano Raraku Crater Lake Survey

Shelley Wachsmann & Jeff Morris

Photography by Sue Morris

In 2011 Shelley Wachsmann asked EISP Director Jo Anne Van Tilburg whether Texas A&M University's Nautical Archaeology Program and affiliated Institute of Nautical Archaeology (INA), with their long history of archaeological work underwater—albeit primarily on shipwrecks—might aid in her research on the history of the Easter Island and its statues. Van Tilburg wished to determine whether the internal quarry at Rano Raraku continued down the slope to, or below, the level of the crater's lake. Thus, was born the 2012 INA/EISP Rano Raraku Crater Lake Survey, which took place in March of that year. Wachsmann recruited INA Associate Director Jeff Morris, an expert on remote sensing. The project had three objectives:

- A) To determine the lake's present depth
- B) To search for cultural resources located beneath the lake's surface
- C) To map the lake's sub-floor in search of possible evidence for quarrying activity

Accomplishing these goals required a marine remote-sensing survey, the first of its kind on Rano Raraku's crater lake. Such research demands navigating parallel transects across the water while operating sensors and recording the data. The survey employed sidescan sonar to map the lakebed surface and a sub-bottom profiler to view the sedimentary record. A Garmin differential GPS interfaced to a Hypack survey software suite supplied navigation and positioning. The

software provided helm feedback in real time to the operator and subsequently facilitated the creation of survey transects.

For the Rano Raraku survey Morris selected a Humminbird 1198c combination GPS, echosounder and side imaging sonar, originally designed to aid recreational anglers in their search for bottom types and obstructions that serve as marine life habitats. To accomplish this task, the side-imaging system generates high-resolution images of the bottom out to a range of approximately 100 meters to either side of the transect. All data generated in this manner can be recorded to SD cards and then converted to survey standard file formats. The unit operates at either 455kHz or 800kHz. Scientists in a variety of marine disciplines have realized the potential of these low-cost sidescan sonar units. They have the ability to collect commercial survey-quality data if used in the correct environments. The Humminbird unit was appropriate for this survey due to the considerations that previous research had indicated that the lake was relatively shallow, all the equipment could be packed in over the crater wall and that the survey platform would be some form of human-powered craft. The sub-bottom profiler was a portable hull-mounted Syqwest Statabox 10 kHz unit, selected due to its low power output and portability.

The Chilean Navy loaned Van Tilburg the use of a small Zodiac inflatable boat. The relative lightweight vessel facilitated its transportation into the crater (Fig. 1). As local law prohibits boat motors on the lake, EISP Rapanui team members propelled it by paddling the boat in a series of transects, thus collecting a sidescan sonar data set of the entire lake floor (Fig. 2). The paddling motion generated significant yaw in the resultant data. This movement complicated analysis of the data, but had no affect on the overall quality of the sidescan sonar imagery collected. The sub-bottom profiler transects were collected separately from the sidescan, since their transducers would have otherwise interfered with each other.

Sidescan imaging of the Rano Raraku crater lake's bottom revealed a covering of soft sediment marked with distinct scarring (Fig. 3). The scars orient generally between a northwest/southeast to a northeast/southwest directions (Fig. 4). Similar to the scars left by icebergs in shallow waters—the Rano Raraku scars are drag marks of floating islands of *tortura* reeds, which grow around the lake shore, but then eventually break off and form drifting islands (Fig. 5). A meteorological study prepared by Chris Fischer reveals that the movement of the *tortura* islands correlates with the local wind patterns. The *tortura* reeds act like sails, catching the wind and propelling these mud islands across the lake surface. Eventually they congregate at the eastern side of the lake (Fig. 6). Additionally, in some areas of the lake the seafloor showed areas of collapse, forming depressions with crisp edges (Fig. 7).

The sub-bottom profiler survey revealed that the lake is roughly 3 meters deep throughout its extent. The sub-bottom sonar easily penetrated the seafloor, but revealed only sporadic acoustic returns (Fig. 8). These returns were relatively weak, found throughout the lake's bottom and in some areas form a distinct layer approximately 0.5 meters below the sea bottom surface. These characteristics are consistent with a layer of organics decaying in the seafloor. Due to characteristics of the lake and sediments found in the lake bottom, the sub-bottom profiler proved able to show clear results in only the first meter of seafloor. It appears that the sediments that make up the lake floor are soft and very deep. Furthermore, due to the lake's shallow depth, the transmitted pulse of the sub-bottom profiler echoed between the seafloor and the surface of the water masking any deeper weak acoustic returns.

Captions

- 1 Transporting the Zodiac into Rano Raraku crater. Photo: S. Morris.

- 2 EISP team members paddling the Zodiac during the survey. Photo: S. Morris.

- 3 Detail of one of the scars on the lake bottom (arrows). The zig-zag appearance of the line results from yaw caused by difficulties in keeping the paddled research vessel on course. This introduced error appears corrected in Fig. 4. Data: J. Morris.

- 4 Composite sidescan sonar map of the lake bottom showing the scarring. Data and composition: J. Morris.

- 5 A tortura reed floating island. Photo: S. Morris.

- 6 This pair of photos demonstrate the movement of the floating *tortura* reed islands as they drift with the winds and eventually congregate on the eastern side of the lake. Photo: S. Morris.

- 7 Depression (arrow) visible on the lake bottom. Data: J. Morris.

- 8 Sub-bottom profile section of Rano Raraku lake. Data and interpretation: J. Morris.



Fig. 1



Fig. 2

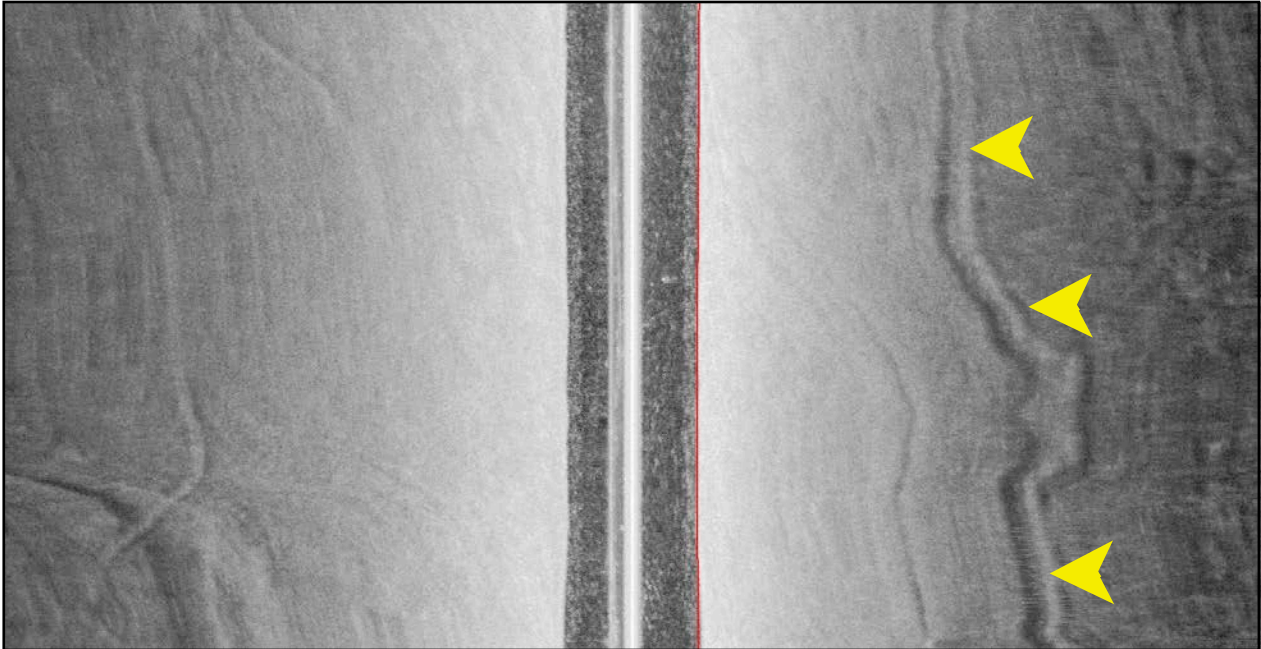


Fig. 3

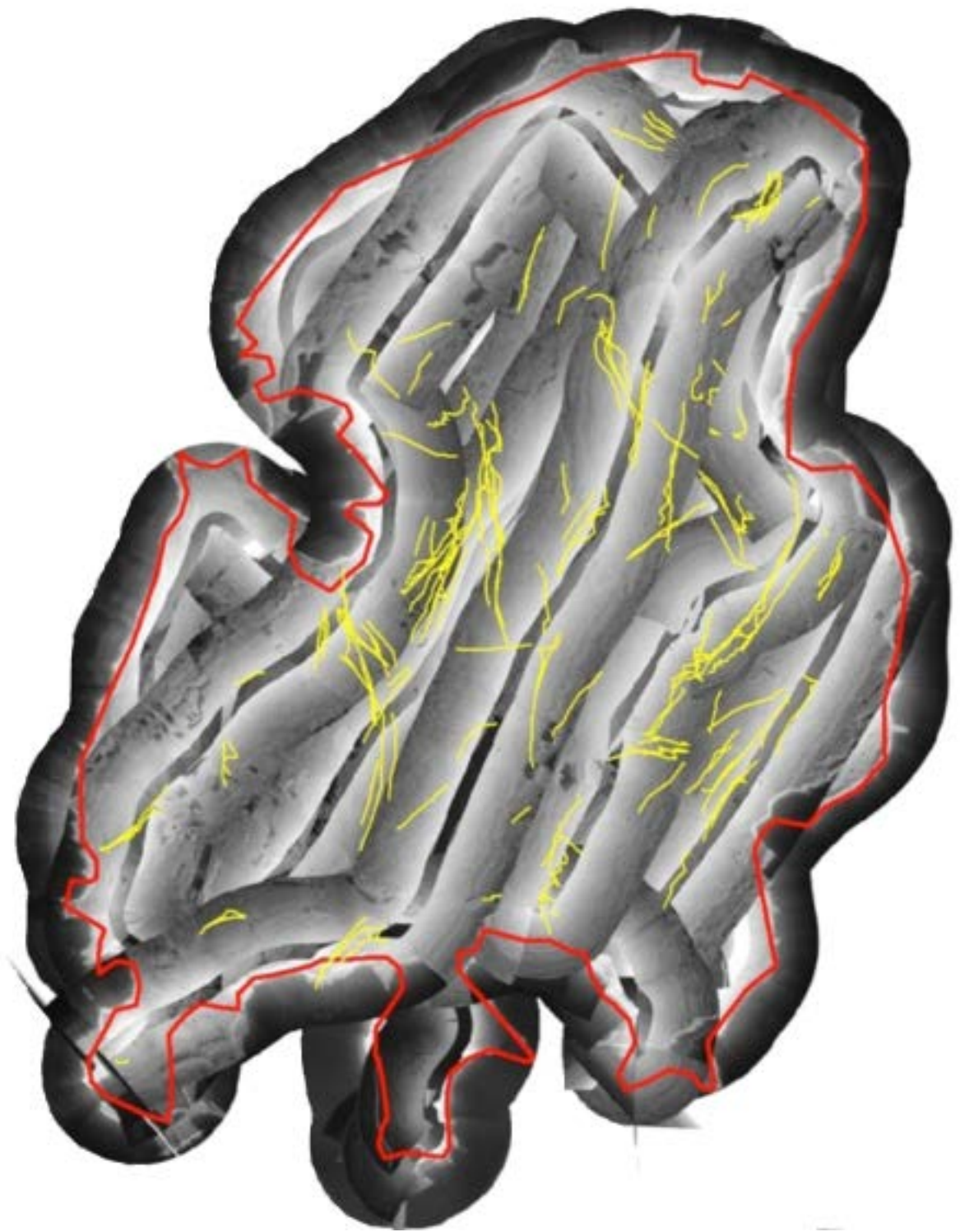


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

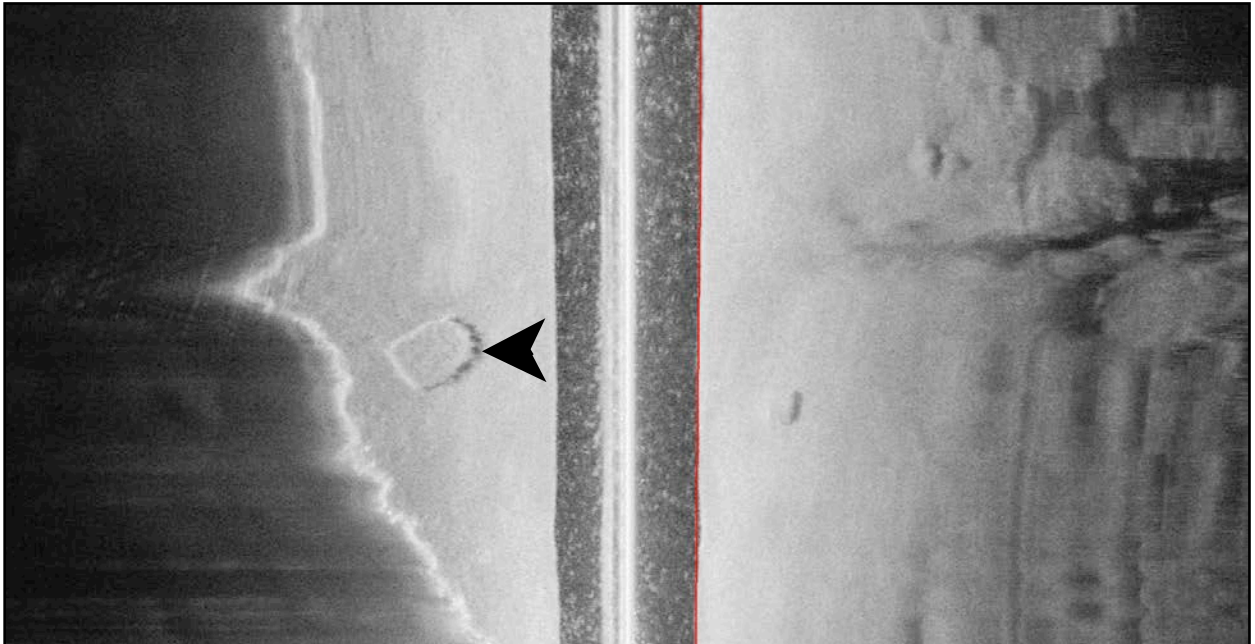


Fig. 7

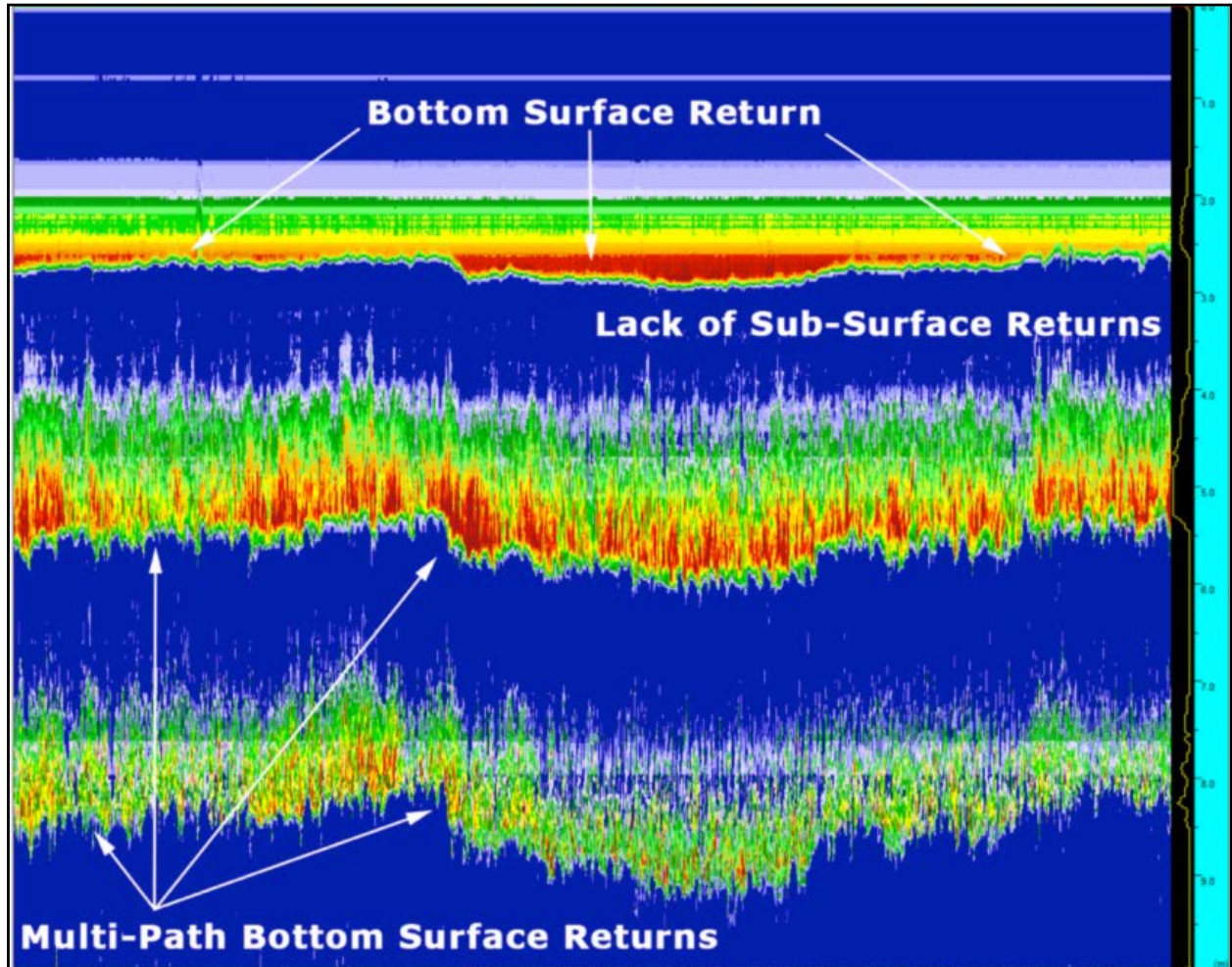


Fig. 8

Sondeo del lago del cráter del volcán de Rano Raraku 2012 INA/EISP

Shelley Wachsmann & Jeff Morris

fotografía por Sue Morris

En 2011 Shelley Wachsmann le preguntó a la directora de EISP Jo Anne Van Tilburg si el programa de Arqueología Náutica de la Universidad A&M y su instituto afiliado de Arqueología Náutica (INA –por sus siglas en Inglés) podría ayudarla en su investigación sobre la historia de Isla de Pascua y sus estatuas. La razón que escogieron a esta entidad fue por su larga historia de investigación arqueológica bajo el agua, aunque éstas se habían centrado primordialmente en naufragios. Van Tilburg quería determinar si la cantera interna de Rano Raraku continuaba debajo de la colina, o debajo del nivel del cráter del lago. De esa manera nació el sondeo del lago del cráter de Rano Raraku 2012 INA/EISP, el cual se llevó a cabo en marzo de ese año. Wachsmann reclutó al Director Asociado (associate director) Jeff Morris, un experto en percepción remota. El proyecto tenía tres objetivos:

- a. Determinar la profundidad actual del lago.
- b. Investigar/sondear para encontrar recursos culturales localizados debajo de la superficie del lago.
- c. Cartografiar el subsuelo del lago para encontrar posibles evidencias de actividad de la cantera.

Para lograr estos objetivos era necesario llevar a cabo un sondeo de percepción marítima el primero de su tipo en el lago del cráter de Rano Raraku. Este tipo de investigación requiere navegar transectos paralelos a través del agua, mientras se operan los sensores y se graban los datos. El sondeo empleaba sonar de barrido lateral (sidescan sonar) para mapear la superficie del lecho del lago y perforador del subsuelo marino para observar los sedimentos (sedimentary

records). Un diferencial Garmin GPS con interface a un software de sondeo Hypack proporcionaba la navegación y el posicionamiento. El software les proporcionaba comentarios en tiempo real al operador y subsecuentemente facilitaba la creación de transectos de sondeo. Para el sondeo de Rano Raraku, Morris seleccionó una combinación GPS Humminbird 1198 cc. un ecosonido y un sonar de percepción marina originalmente diseñado para ayudar en la pesca recreativa, en su búsqueda de obstrucciones en el fondo del mar que sirven como hábitats marinos. Para lograr esto, el sistema de perfilador del subsuelo genera imágenes de alta resolución del fondo del mar, hasta un rango de aproximadamente 100 metros para cada lado del transecto. Todos los datos generados de esta manera pueden ser grabados en tarjetas SD y luego pueden ser convertidos a formatos de archivos normales. La unidad opera a 455kHz o a 800 kHz. Los científicos en una variedad de disciplinas marinas se han dado cuenta del potencial de estos perfiladores de subsuelo de bajo costo. Los cuales tienen la habilidad de coleccionar datos de calidad de sondeo, si se usan en los ambientes apropiados. La unidad de Humminbird era apropiada para este sondeo ya que consideraciones a otras investigaciones habían indicado que el lago era relativamente no profundo, todo el equipo podía ser empacado sobre la pared del cráter y la plataforma de sondeos sería alguna forma de embarcación activada por un humano. El perfilador de subsuelo era una unidad Syqwest Stratabox 10 kHz, seleccionada por su baja potencia y portabilidad.

La fuerza naval chilena le prestó a Van Tilburg un pequeño bote inflable Zodiac. Al ser un bote ligero, esto facilitó su transportación al cráter (fig1). Como las leyes locales prohíben barcos a motor en el lago, los miembros del equipo de Rapanui lo impulsaban remando en una serie de transectos, así coleccionando un sonar de barrido lateral de todo el fondo del lago (Fig. 2). La

acción de remar generó una significativa cantidad de datos de guiñada. Esto complicó el análisis de los datos, pero no tuvo efecto en la calidad de los datos colectados por barrido lateral. Los transectos de los perfiles del fondo del mar fueron colectados separadamente del barrido lateral, porque sus transductores hubieran interactuado con cada uno de ellos.

El barrido lateral del fondo del lago del cráter de Rano Raraku reveló una capa de sedimento blando marcado con cicatrices perceptibles (Fig. 3). Las cicatrices se orientan generalmente de noroeste/sudeste a dirección noreste/sudoeste (Fig. 4). Al igual que quedaron las cicatrices dejadas por los icebergs en aguas no profundas- las cicatrices de Rano Raraku son islas flotantes de juncos *totorá* los cuales crecen alrededor del lago, pero eventualmente se rompen y forman islas que flotan a la deriva (Fig 5). Un estudio meteorológico preparado por Chris Fischer demuestra que el movimiento de las islas de *totoras* se relaciona con el patrón del movimiento del viento. Las *totoras* actúan como velas, impulsando estas isla de lodo a través de la superficie del lago. Eventualmente se congregan en el lado este del lago (Fig.6)

Adicionalmente, en algunas áreas del fondo del lago se observan áreas colapsadas que forman depresiones con bordes definidos (Fig. 7).

El sondeo con el perfilador del subsuelo marino reveló que el lago tiene alrededor de 3 metros de profundidad. El perfilador marino, fácilmente penetró el fondo del mar, pero solo reveló esporádicos retornos acústicos (Fig.8). Estos retornos eran relativamente débiles, se encontraban a través de todo el fondo del lago y en algunas áreas formaban un patrón distintivo, aproximadamente 0.5 metros debajo de la superficie del mar. Estas características son consistentes con el estrato orgánico que está descomponiéndose en el fondo del mar.

Debido a estas características del lago y de los sedimentos que se encuentran al fondo del lago,

el perfilador marítimo pudo demostrar retornos claros en solo el primer metro del fondo marino. Parece que los sedimentos que conforman el fondo del mar son blandos y muy profundos. Además, debido al hecho que el lago tenía poca profundidad el pulso transmitido por el perfilador hacía un eco entre el fondo del piso marino y la superficie del agua, enmascarando cualquier retorno que era débil y más profundo.

Subtítulos de las fotos

1. Transportando al Zodiac dentro del crater de Rano Raraku. Foto: S. Morris
2. Miembros del equipo remando el Zodiac durante el sondeo. Foto: S. Morris
3. Detalle de una de las cicatrices en el fondo del mar (flechas). La apariencia de zig-zag de la línea resulta de la guiñada causada por dificultades en mantener el barco a remo en su curso. Este error aparece corregido en Fig 4. Datos: J. Morris
4. Mapa compuesto del sonar del barrido lateral del fondo del lago, demostrando las cicatrices. Datos y composición: J. Morris.
5. Una isla de totoras. Foto: S. Morris.
6. Este par de fotos demuestra el movimiento de las islas de *totoras* a medida que se mueven con el viento y eventualmente se congregan en el lado izquierdo del lago. Foto: S Morris.
7. Flecha (mostrando depresión) en el fondo del mar. Data: J. Morris
8. Perfil de la sección del subsuelo del lago de Rano Raraku. Datos e interpretación: J. Morris.