

ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO DEL ESTERO FOUQUÉ, REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA

GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE FOUQUÉ ESTUARY, REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA

Alexis Muñoz Rojas*

Simón Catalán Méndez**

Jacob Inostroza Torres***

RESUMEN: Esta investigación tuvo como objetivo analizar geomorfológicamente el estero Fouqué mediante la utilización de imágenes satelitales y los datos batimétricos para la correcta determinación del topónimo. La metodología consistió en analizar e interpretar geomorfológicamente las imágenes satelitales de Global Mapper (V18) y los datos batimétricos multihaz obtenidos por un levantamiento hidrográfico realizado en 2014 por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Los resultados permitieron identificar geoformas y procesos de modelado activos en el fondo y entorno subaéreo del estero Fouqué de carácter glaciar. En la discusión se expone que las geoformas y procesos de modelado en el fondo del estero son similares a las encontradas en otros fiordos estudiados en Alaska, Canadá, Groenlandia, Escocia y Chile. Los resultados permiten sugerir el cambio de la denominación "Estero Fouqué" por "Fiordo Fouqué", dado su origen marcadamente glaciar.

Palabras clave: estero, fiordo, topónimo, modelado fluvial, modelado glaciar.

ABSTRACT: This research aimed to geomorphologically analyze the Fouqué estuary through the use of satellite images and bathymetric data for the correct determination of the place name. The methodology consisted of analyzing and geomorphologically interpreting the Global Mapper satellite images (V18) and the multibeam bathymetric data obtained by a hydrographic survey-carried out in 2014 by the Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA-Chilean Navy). The results allowed to

Recibido 11 de agosto 2021/Aceptado 02 de octubre 2021

*Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación. Email: alexis.munoz.rojas@gmail.com.

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8601-2173>

**Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Email: simon7480@gmail.com.

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5868-8288>

***Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Email: jinostroza@geografos.cl.

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9306-8431>

identify geofoms and active modeling processes in the background and subaerial environment of the Fouqué estuary of glacial character. The discussion states that the geofoms and modeling processes at the bottom of the estuary are similar to those found in other ordos studied in Alaska, Canada, Greenland, Scotland and Chile. The results suggest the change of the name "Estero Fouqué" by "Fouqué Fjord", given its markedly glacial origin.

Key words: estuary, fjord, place name, fluvial modeling, glacier modeling.

INTRODUCCIÓN

LA TOPONIMIA Y SU CARÁCTER INTERDISCIPLINARIO

Un topónimo entrega información sobre el territorio, quienes lo habitan, los elementos naturales y antrópicos que les son significativos y cómo construyen dicho territorio. Un topónimo denota función, porque dicho elemento denominado representa una referencia desde lo cultural hasta un mero desplazamiento dentro del territorio. Es un acto de identidad, por otorgarle ciertos atributos a dicha geoforma. Es apropiación, por plasmar la presencia de quienes lo denominan y quienes lo asumen con un determinado nombre. Permite la trascendencia de una persona o de una comunidad. Un topónimo entrega información sobre los rasgos que más resaltan dentro de ese territorio y que sus habitantes quieren destacar. Habla sobre la lengua, la palabra, la cosmovisión, historia en común, los cambios en el paisaje. Un topónimo registra, transmite, comunica y pivotea en un territorio hacia y desde el tejido social.

Esa variada baraja de aristas de un topónimo que despierta el interés por diversas ciencias cuyos campos de acción se encuentran y traslapan en un topónimo. Por ello, se deben combinar las metodologías

lingüísticas, históricas y geográficas (Chesnokova, 2011) y otras, como la Antropología (Melo De Souza, 2007). Esa diversidad de perspectivas enriquece este tipo de estudios por mezclar los saberes y quehaceres con el objetivo de comprender, analizar e interpretar este objeto de estudio para deconstruir y reconstruir gracias a un topónimo. En lo que respecta a la geografía, se podría escarbar un poco más.

ASPECTOS QUE CONSIDERAR DESDE LA GEOGRAFÍA.

Arroyo (2010) señala que la geografía posee cuatro funciones con respecto a los topónimos: su localización; como forma de apropiación del lugar por el grupo; reafirmando la identidad, imagen o símbolo de la población que lo habita; y la identificación de la geoforma con respecto a otros.

La localización de un topónimo está directamente relacionada con la ubicación con coordenadas geográficas o su

ubicación con respecto a otras geoformas dentro de un mismo espacio. El topónimo es un mecanismo de apropiación en cuanto le es relevante a los habitantes de un territorio por la funcionalidad como elemento de referencia o significado y que lo sienten parte de ellos y de su territorio, en función de la visión que sus habitantes tengan de éste, y que designan un nombre, una palabra, un vocablo de su lengua vernácula, proyectando parte de sí mismos a esa geoforma, otorgando identidad al territorio por los atributos dados a sus elementos, y por ende, nutriendo de individualidad con respecto a los otros. Desde esa individualidad asimilada, es donde se deben rescatar los rasgos que lo hacen único. No sólo por el nombre designado, sino también por las características físicas y simbólicas que posee.

De las consideraciones anteriores podemos inferir una consecuencia relevante: la palabra, el nombre, con independencia de su dimensión significativa concreta, es un medio de expresión imprescindible para el geógrafo. Sobre todo, en la medida en que la tarea del geógrafo exige tomar el territorio como referente permanente.

Para Tort (2003) se debe tener en cuenta los siguientes aspectos metodológicos: cuando los topónimos no tienen un sentido claro o inteligible, cuando no se tiene claro el origen o significado del topónimo; considerando el "principio de excepcionalidad", en donde los topónimos reflejan "características excepcionales" del medio, antes que las "características típicas"; y por último, el problema del cambio, ya sea lingüístico, por evolución de la palabra, o geográfico, por la dinámica y transformación que tiene el territorio y sus componentes con el correr del tiempo. Si cambian partes del territorio, cabe

la posibilidad que cambie su toponimia, por tanto, también la posibilidad que cambie su palabra.

EVOLUCIÓN DE LOS TOPÓNIMOS. ALGUNOS EJEMPLOS EN CHILE.

Muchos de los topónimos existentes a lo largo de nuestro país son de origen español, indígenas, conmemorativos, por santos, topónimos trasladados (nombres de localidades de otros países), de carácter metafórico (Volcán Descabezado), compuestos (Cerro Torre de Flores) y pragmáticos (Alameda, por avenida Bernardo O'Higgins) (Chesnokova y Bobykeva, 2018). Designaciones fueron hechas por los conquistadores y exploradores europeos según su interpretación del paisaje, como también, por los pueblos indígenas cuyas denominaciones lograron sobrevivir al desplazamiento lingüístico del español, como en el norte grande donde muchos asentamientos tienen su nombre proveniente del quechua (Latorre, 1997), al igual que nombres en el sur, de origen mapuche (Latorre, 1998). Caso contrario ocurre en la Isla de Pascua donde predominan los topónimos de origen Rapa Nui (Latorre, 2001).

4

Se debe considerar que un topónimo no es estático. Sufre modificaciones por las más diversas razones. Por ejemplo, casos en que el uso y costumbre han modificado el nombre original como "Cabo de Hornos", bautizado por Le Maire y Schouten en 1616, por ser el lugar donde nació este último, en la localidad de Hoorn, en Holanda (Latorre, 1998).

También se puede considerar el caso de "Palena" en que su origen y evolución es incierto. Se presume que su origen fue en honor al pueblo italiano donde nació el padre Mascardi, jesuita que navegó el río con ese nombre. También, se presume que proviene del mapuzugun (pallu = araña venenosa) o que pudo haber evolucionado de "Ballena" según el geógrafo Hans Steffen en su obra "Patagonia occidental. Las cordilleras patagónicas y sus regiones circundantes" (Osorio y Martínez, 2011).

Existen casos en que los cambios de lugares y geoformas implican, además, cambios en los topónimos siendo un caso representativo puede ser el de "isla Alacrán" en Arica, que fue conectada por un terraplén transformándola en una península artificial y que actualmente se conoce como "Península Alacrán".

Otros casos precisan de revisión dado que exploradores antiguos, no contaban con los medios necesarios para determinar exactamente su naturaleza. Por ejemplo, cuando exploradores recorrían los canales de la Patagonia, denominaron "península" a cierta geoforma, pero gracias a otras exploraciones en que los conocimientos y tecnologías facilitaron el reconocimiento de sus características, determinando que no era una península, sino una isla (SHOA, 1989). Así pues, se precisa abordar el caso del "estero Fouqué", denominado como "estero" por su similitud con el curso medio e inferior de un curso de agua. No obstante, las imágenes satelitales y cobertura batimétrica de alta resolución disponibles en la actualidad, se observa que el entorno

geográfico posee un modelado principalmente glaciar. Además, ni en su cauce ni el fondo del estero se observan geoformas y procesos fluviales, por lo que se hace necesario efectuar un análisis geomorfológico del entorno subaéreo y subacuático para esclarecer esta situación. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es analizar geomorfológicamente el estero Fouqué, a partir de la interpretación de imágenes satelitales y datos batimétricos de alta resolución, que permitan definir la correcta determinación de su geoforma.

ÁREA DE ESTUDIO.

En la parte más austral de Chile continental, se encuentran tres placas tectónicas: Sudamericana, Scotia y Antártica (ver recuadro A de figura 1). El área de estudio se ubica en la placa de Scotia, que está en contacto con la placa Sudamericana por el norte, con un movimiento horizontal entre sí. A su vez, está en contacto por el sur y oeste con la placa Antártica, siendo esta última subducida por ambas placas tectónicas mencionadas (ver recuadro B de figura 1). Específicamente, el estero Fouqué se ubica en la parte norte de la isla Hoste, al sur del brazo sudoeste del canal Beagle, el cual, se extiende desde punta Divide hasta bahía (ver recuadro C de figura 1). En cuanto a la división político-administrativa, el área de estudio pertenece a la comuna de Cabo de Hornos, provincia de la Antártica, Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

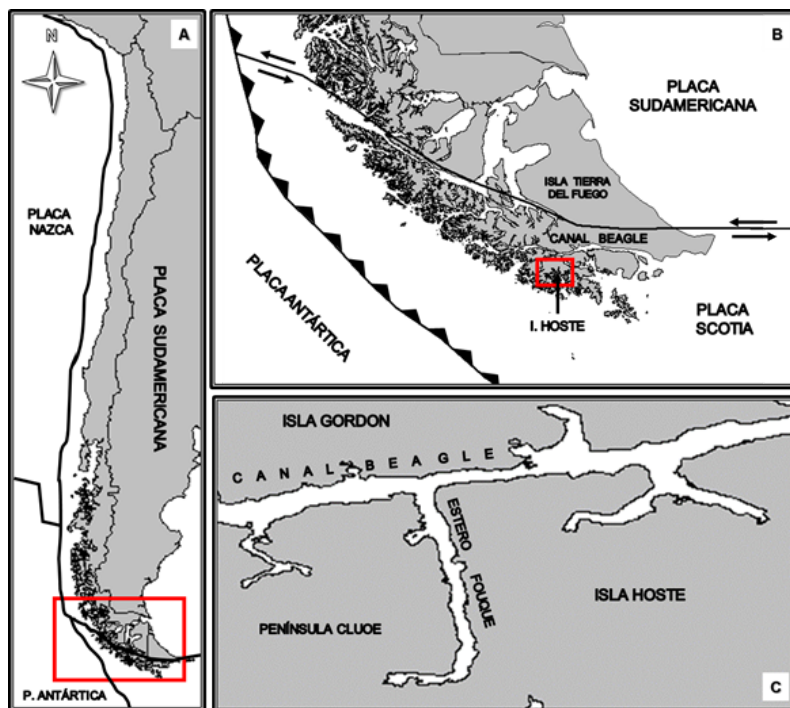


Figura 1. A: Contexto tectónico y geográfico del área de estudio. B: Las flechas entre los bordes de las placas Sudamericana y Scotia expresan el sentido del movimiento de este borde. los triángulos ubicados en el borde tectónico de las placas Antártica y Sudamericana grafican el sentido de la subducción. C: ubicación del estero Fouqué, en isla Hoste.
 Fuente: Elaboración propia

MATERIAL Y PROCEDIMIENTOS

Para analizar las geoformas subaéreas ubicadas en el entorno del estero Fouqué se utilizó la base de imágenes satelitales "World imagery" disponible en Global Mapper (V.18). Se seleccionó una porción que abarca el estero Fouqué, parte de isla Hoste y del Canal Beagle.

Para analizar las formas subacuáticas del estero, se utilizó la cobertura batimétrica multihaz de 14.079 km² obtenida en el levantamiento hidrográfico realizado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), con el apoyo del buque Hidrográfico de la Armada de Chile "PSH Cabaes", obtenidos con el ecosonda

obtuvieron perfiles sísmicos del área de estudio, por ende, no se pudo efectuar análisis de las estructuras subyacentes del fondo del estero.

Se georreferenció una imagen satelital del área de estudio en proyección Mercator y datum WGS-84 con dos objetivos: analizar geomorfológicamente las geoformas y procesos de modelado en la superficie subaérea; y disponer de una imagen para un proyecto en este mismo software y para cargarla en el software de procesamiento de datos hidrográficos CARIS HIPS AND SIPS (V 10.4), donde se procesaron y editaron los datos. Con esta información, fue posible crear superficies batimétricas que posteriormente fueron editadas en el software Caris Base Editor. Gracias a esto, se pudo

observar las geoformas en el fondo del estero, efectuar una descripción morfométrica de éstas e interpretación del proceso de modelado que actuaron en ellas. De este modo, fue posible analizar la información geográfica de la imagen satelital y de la cobertura batimétrica de manera independiente, y posteriormente, relacionar entre sí, las geoformas y procesos de modelado de ambas facies.

Finalmente, tanto Global Mapper como Caris se utilizaron para la creación de imágenes insertas en esta investigación.

RESULTADOS ENTORNO SUBÁEREO DEL ESTERO FOUQUÉ.

El estero Fouqué se encuentra en el área norte de la isla Hoste (ver figura 2), extendiéndose por 17 km desde caleta Fouqué hasta su desembocadura, demarcada por las puntas Hyades y Sinot, donde se une con el Canal Beagle. Su ancho máximo es de 2266 m y mínimo de 452 m, con un promedio de 868 m.

Desde la desembocadura hasta la punta Engañosa tiene sentido N-S (ver figura 2). En esta última, el estero se desvía prácticamente en 90° hacia el oeste. Por ambas riberas del estero se encuentran cordones montañosos con alturas entre 700 y 1000 m con pendientes escarpadas, surcadas por quebradas con cauces no profundos. Sólo un curso de agua muestra caudal y nace en la parte alta del cordón ubicado al este del estero. No tiene nombre y se ubica al frente de punta Blanco, en cuya desembocadura se forma un delta con

numerosos canalizos históricos (ver figura 2). Desde la parte alta de los cordones nacen valles, correspondiente, al curso superior de las cuencas y que denotan una forma circular en su cabecera y no en "V" como poseen la naciente de los cursos de agua en general. Incluso, hay ciertos valles "colgantes" en la parte alta del terreno, que se asemejan a un sistema de escalonamiento. También, en ciertas partes se encuentran cuerpos de agua como el lago Flores, que se encuentran rodeado de cordones de formas circular (ver figura 2).

La geoforma más imponente es el ventisquero homónimo, ubicado en la península Cloue y que desemboca en el estero por el lado oeste. Un poco más al norte se ubica caleta Lynch donde se encuentran unos islotes en su interior.

Siguiendo por el estero, llegando a los pies del cordón montañoso hacia el fondo de éste, se encuentran dos lagos alimentados por los ventisqueros en la parte superior del terreno. Uno se conoce como lago Covandongra y el otro como Lientur (ver figura 2). Sus desembocaduras atraviesan de manera perpendicular una suerte de loma, antes de confluir con el estero en estudio, cuyas desembocaduras en estero Fouqué no son anchas ni denotan gran aporte hídrico, por lo cual, no muestran gran acumulación de sedimentos y por ende, no es posible observar deltas (ver figura 2).

En las laderas de los cordones aledaños al estero, no se observan grandes formaciones de vegetación observables sólo en fondo de valles y de baja pendiente. En las partes altas, no poseen formaciones de vegetación. Por otro lado, se encuentran laderas de gran pendiente sin vegetación en cuyos suelos se han generado cárcavamiento del terreno observable en las laderas a lo largo del estero (ver figura 2).

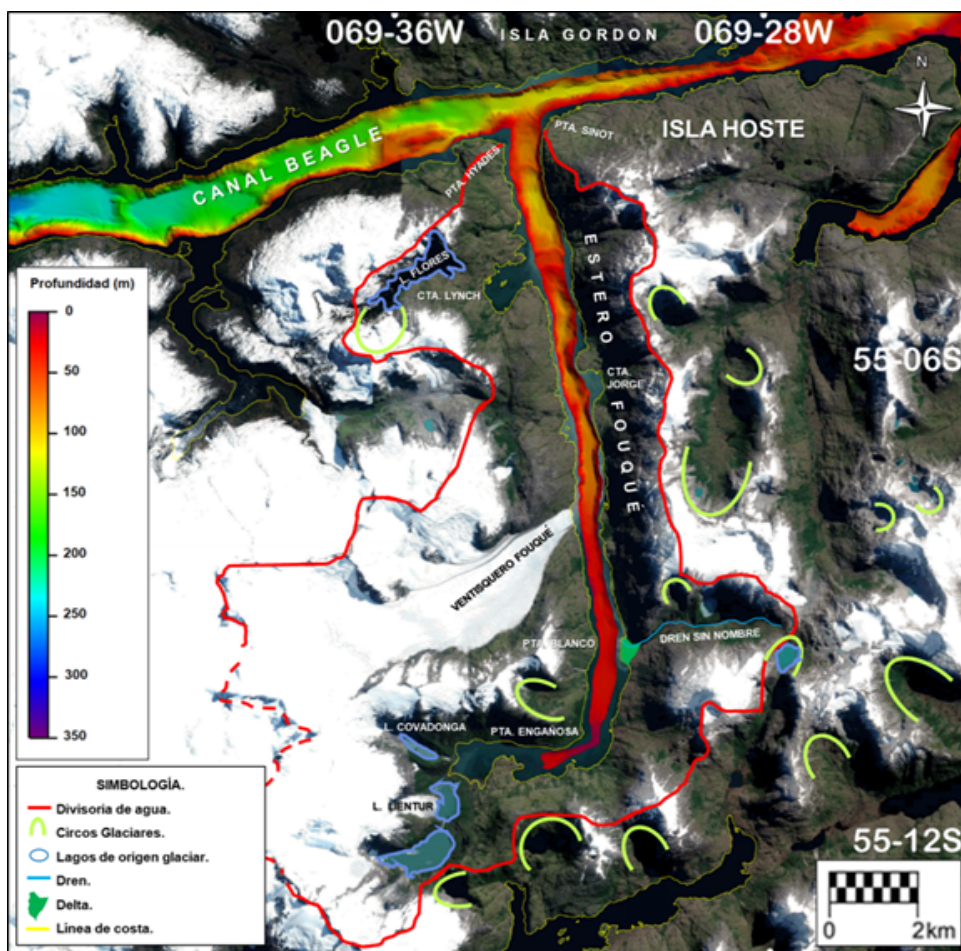


Figura 2. Geoformas en el entorno del estero Fouqué. Se aprecia la divisoria de agua del estero, trazada en cordones montañosos que denotan procesos glaciares por los circos y formaciones lacustres. Además, se aprecia el delta en el dren sin nombre, por los sedimentos arrastrados desde el curso superior y medio de éste. Fuente: Elaboración propia

ENTORNO SUBACUÁTICO DEL ESTERO FOUQUÉ

Los datos batimétricos cubren gran parte del estero cuyo rango de profundidad varía entre 20 a 135 m, en las cercanías de caleta Nutria y la desembocadura, respectivamente. Un rasgo característico es que es el estero comienza en caleta Fouqué con sentido oeste-este, para cambiar prácticamente en 90°, en sentido sur-norte (ver figura 2 y 3).

El perfil longitudinal L-L' que corre desde caleta Nutria hasta la desembocadura del estero permite apreciar geoformas bajo el cuerpo de agua, relacionadas con procesos de modelado de diversa naturaleza. Un caso distintivo, son las depresiones circulares D-D' y E-E' (ver figura 3).

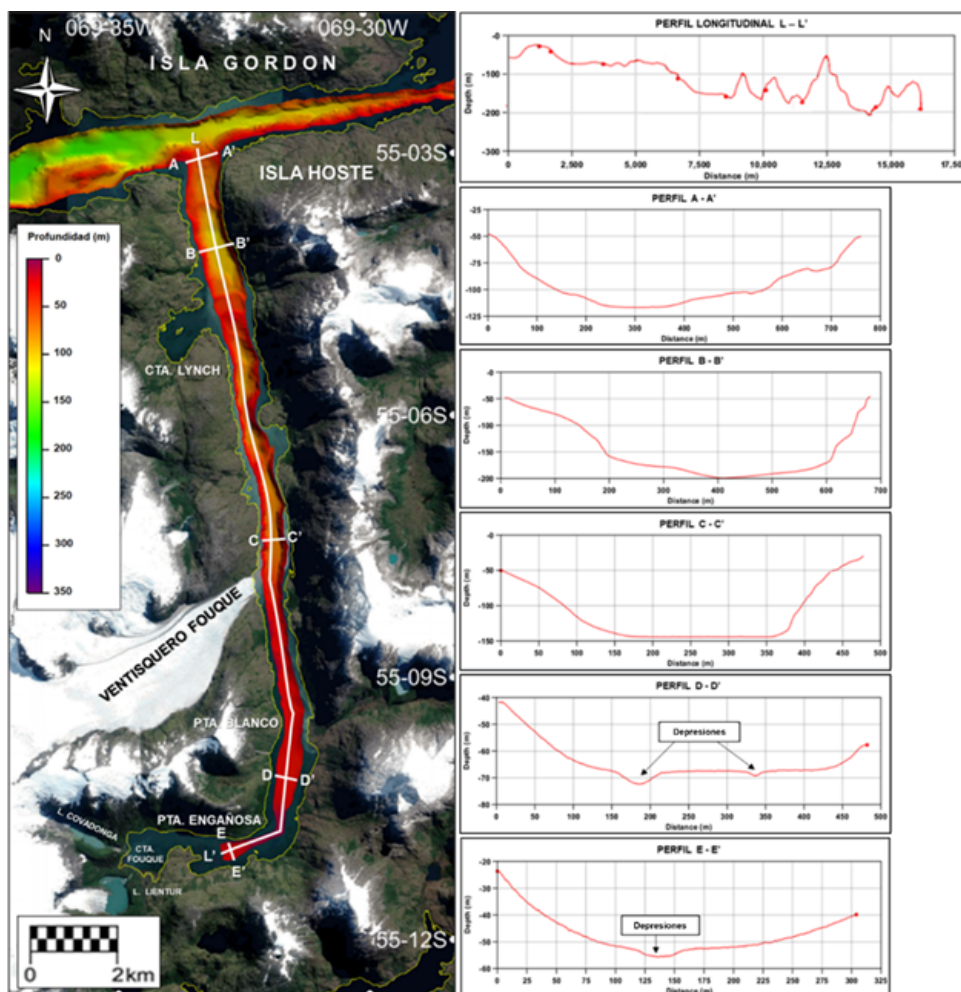


Figura 3. Perfiles longitudinales y transversales del estero Fouqué. En el perfil longitudinal se aprecian cambios de pendiente y crestas. También se aprecian depresiones entre crestas y pequeñas depresiones circulares. Los perfiles transversales muestran la forma en “U” del cauce del estero, donde también, quedaron graficados estas depresiones circulares. Fuente: Elaboración propia

Inmediatamente al este de punta Nutria, se encuentra evidencia de dos eventos de remociones en masa provenientes de las quebradas de la costa norte (ver recuadro B de figura 4). Hacia el este se encuentran cuatro pequeñas depresiones, entre punta Nutria e islote Julio, repartidas con cierta alineación en sentido del estero, pero que difieren en tamaño y profundidad. Promedian 2 metros de profundidad con respecto al fondo, ubicándose a 50 metros de profundidad (ver figura 4).

Al noroeste del islote Julio, se observa un canal con una profundización entre un afloramiento rocoso al frente de este islote (ver recuadro B de figura 4), junto a la extensión de una terraza que se proyecta desde el mencionado islote hacia la costa adedaña. En esta misma área se genera un quiebre en el fondo, cuyo desnivel es notorio 2 km al este desde donde comienza la cobertura batimétrica, en las proximidades de caleta Nutria. Siguiendo por el estero hacia el noreste, se encuentra

una cresta de 1 m de altura, a una profundidad de 20 metros con una longitud de 140 m. Posteriormente, se encuentran ciertos afloramientos rocosos de carácter irregular para terminar en una cresta de 1 m de altura y 100 m de longitud que no alcanza a cruzar el estero (ver recuadro C de figura 4).

Desde punta Engañosa hacia la desembocadura, el estero toma el sentido norte-sur. Al noreste de dicha punta se encuentra un afloramiento rocoso de 0,3 m de altura y al norte de éste, comienza nuevamente un campo de depresiones circulares que se extiende por 2 km. (ver recuadro D de figura 4).

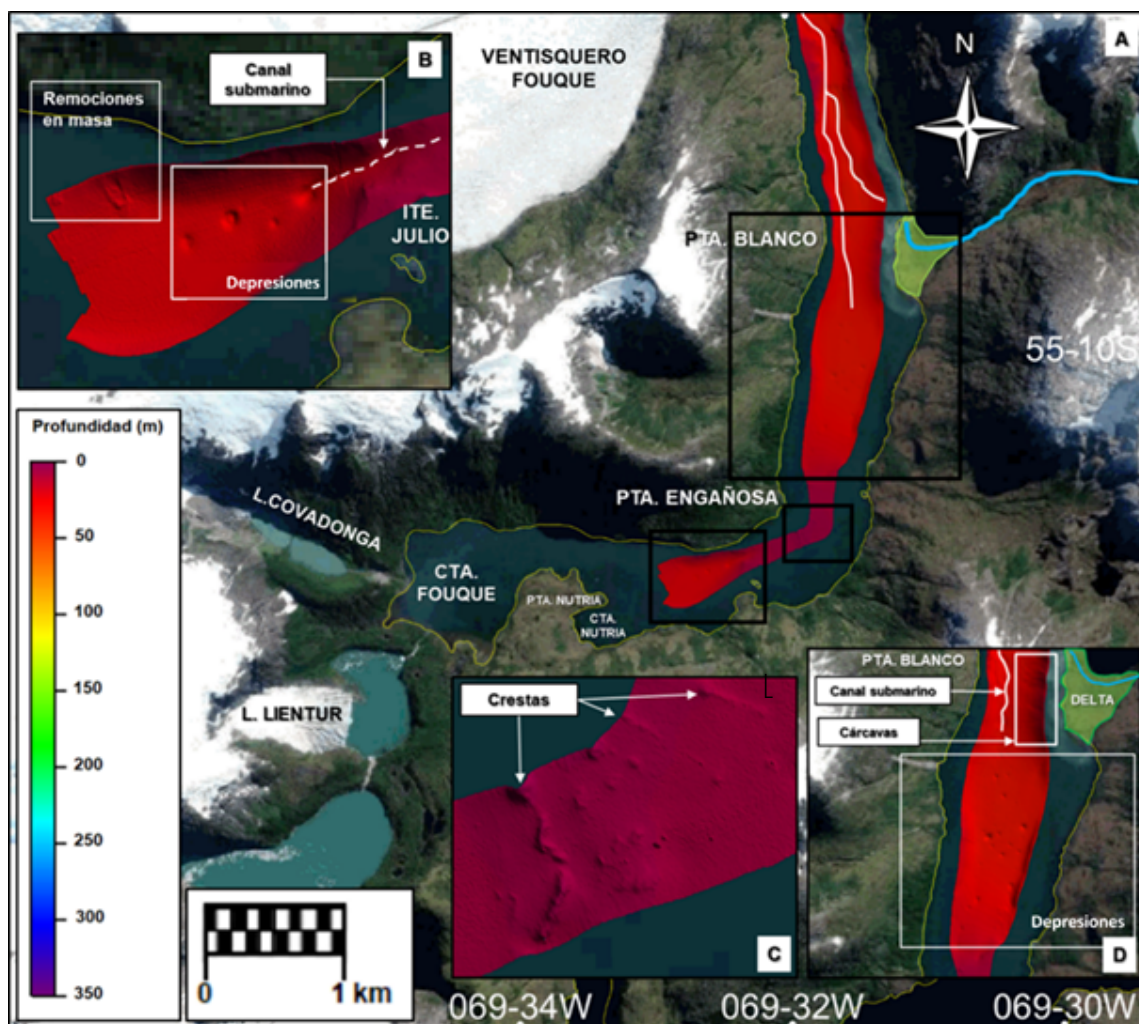


Figura 4. (A): Presencia de remociones en masa, depresiones circulares, crestas y canales. (B): al oeste de islote Julio se aprecian al menos 4 depresiones circulares al noroeste de éstas, se aprecia detritos de una remoción en masa. (C): presencia de crestas y formas irregulares. (D): entre puntas Blanco y Engañosa se encuentran también depresiones circulares con alineación norte-sur. Además, el delta del curso de agua sin nombre desde donde se proyecta un canal tributario del principal. Fuente: Elaboración propia

Posterior a las depresiones, nuevamente toma forma el canal que converge con un tributario que fluye desde la ribera este, proveniente del delta del curso de agua sin nombre. En este punto es posible apreciar en la ribera oeste, una donde la batimetría muestra parte del lóbulo sedimentario que eyecta este dren, con cárcavamiento a lo largo de éste. Más allá, es posible apreciar levemente el canal principal y afloramientos rocosos en ambos lados, donde la configuración del fondo cambia abruptamente (ver perfil longitudinal, figura 2).

Alcanzando el ventisquero Fouqué, la parte sumergida de la ribera este es abrupta y el sustrato rocoso está expuesto de manera tal,

que incluso es posible distinguir los estratos (ver figura 5). Por otra parte, el fondo ubicado al sur del ventisquero presenta un campo dunar de 400 m de extensión. Las crestas dunarias muestran un sentido norte-sur en la parte que se encuentra el estero con el ventisquero. Sin embargo, hacia el norte, el campo dunar con crestas transversales se extiende por 1 km producto de la expulsión de sedimentos finos que brinda el ventisquero. La desembocadura misma del ventisquero presenta una pendiente pronunciada, pero su ladera es alisada por la acumulación de sedimentos. El tramo de ribera oeste ubicado inmediatamente al norte del ventisquero muestra cárcavas y algunas de ellas poseen pequeños conos aluviales (ver figura 5).

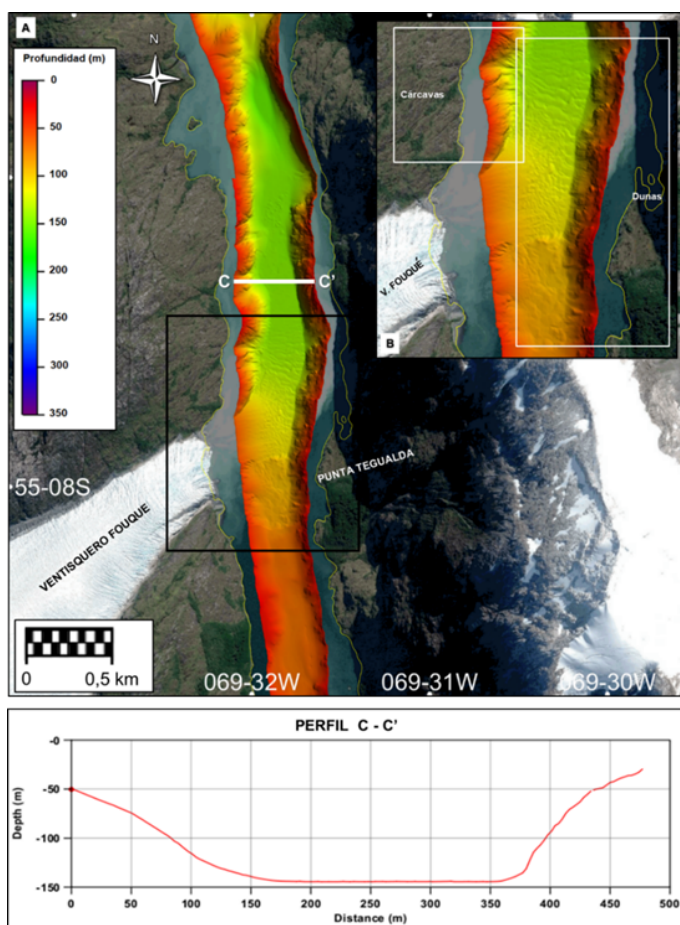


Figura 5. Aporte sedimentario de Ventisquero Fouqué. Formación de campos dunares irregulares y transversales. Fuente: Elaboración propia

Saliendo del campo dunar, toma forma nuevamente el canal principal en el lado oeste del fondo y que se ubica nuevamente más en medio del cauce del estero. Donde se sitúa caleta Jorge, aparece un tributario que conecta con canal principal (ver figura 6). En punta Quidora hacia el norte, el canal toma forma como uno solo, con ciertos tramos que se disipan posiblemente por sedimentación de textura fina (ver figura 6).

Siguiendo por el estero, entre puntas Leiva y Maturana, se encuentra una serie de crestas transversales al sentido del estero. Se ubican a 60 m de profundidad y la más

extensa y de mayor altura es la ubicada más al norte con 730 m de longitud y 45 m de altura. Siguiendo por 2 km en el estero, se aprecia sólo el canal principal y el sustrato rocoso en ambos lados hasta alcanzar una nueva cresta de 41 m de altura y 480 m de longitud, con una forma semicircular muy clara. Posteriormente, vuelve a tomar forma el canal hasta casi llegar a la desembocadura donde se ve cortada nuevamente por una serie de crestas similares a las anteriores a una profundidad de 130 m, donde converge con el brazo sudoeste del canal Beagle, generando una diferencia de altura entre ambos de 110 m (ver figura 6).

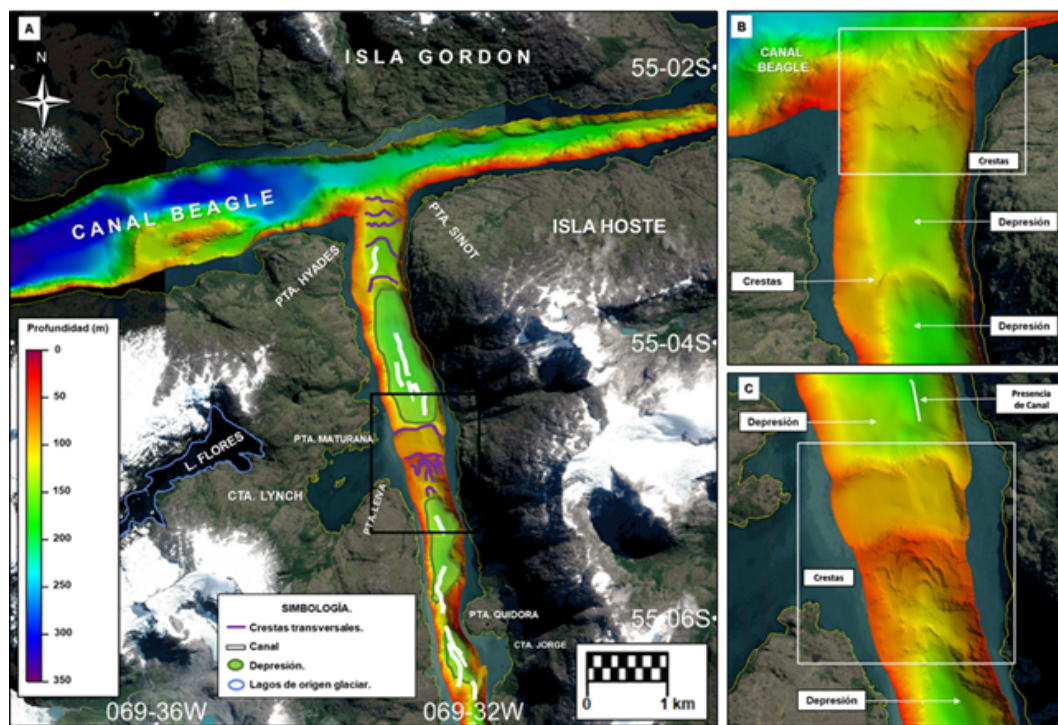


Figura 6. Estero Fouqué, entre Caleta Jorge y desembocadura.
 Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN.

UN ESTERO SIN MODELADO FLUVIAL.

Los cordones montañosos tienen gran pendiente dando al valle del estero una forma en "V" característico de procesos fluviales. Sus cabeceras se encuentran abrazadas por formas circulares en la divisoria de aguas que corresponden a circos glaciares o lugares que fueron ocupados por lenguas de hielos que fluyeron pendiente abajo y que se adaptó a esos cambios de pendiente posiblemente generando crevasses (ver figura 2). Las laderas de estos cordones no acusan formación de conos aluviales ni tampoco algún tipo de geoforma asociada a acumulación de sedimentos (ver figura 2 y 3).

En el relieve deposicional a lo largo de ambas riberas no se observan geoformas asociadas a modelado fluvial. Se podría asumir que el ancho del estero denota un gran caudal, pero no respondería al potencial aporte de sus drenes tributarios: en caleta Fouqué su ancho es de 900 m; entre punta Engañoso y la ribera este mide 650 m; entre caleta Jorge y la ribera oeste mide 1 km; y en su desembocadura, entre puntas Hyades y Sinot mide 960 m, considerando además que, las profundidades oscilan entre los 20 m y 135 m, por lo cual, dichos drenes no podrían otorgar aporte equivalente al caudal del estero.

Entre caleta Fouqué y la desembocadura no se aprecia acumulación sedimentaria a lo largo de su cauce ni formación de otras geoformas como terrazas de inundación anual o histórica. Las laderas de los

cordones montañosos caen directamente hacia el estero, cuya pendiente abrupta se proyecta hacia el fondo del estero, como se observa en la cobertura batimétrica y lo demuestran los perfiles transversales (ver figuras 3 y 4).

En punta Engañoso el estero cambia de dirección abruptamente, interpretado como una desviación producto del control tectónico de un sistema de fallas que correría en sentido norte-sur, como lo demuestra la alineación que tienen las depresiones observables al este y norte de punta Engañoso (ver recuadro B y C de figura 4). Esta misma punta, que podría considerarse como un tramo meandriforme, no muestra erosión en el lado sureste del cauce y tampoco acumulación de sedimentos que lo haga menos profunda y de baja pendiente su ribera noroeste, características representativas de un meandro (ver recuadro C de figura 4).

La desembocadura del estero no posee delta o alguna forma de acumulación de sedimentos en superficie y tampoco en el fondo. Además, la profundidad que muestran los datos batimétricos en la desembocadura es cercana a los 130 m, área donde el estero empalma con el canal Beagle.

Por último, y siendo un rasgo distintivo sobre las condiciones oceanográficas físicas y químicas de las aguas interiores entre los 52°19'S hasta el cabo de Hornos (55°58'S), Valdenegro y Silva (2003) señalan que una de las características geomorfológicas que compartían los canales en esta área, es que no poseen umbrales someros. En este sentido, y considerando la profundidad que muestra la cobertura batimétrica del estero en su desembocadura (130 m aproximadamente), el intercambio

de aguas entre el canal Beagle y el estero en estudio se realiza de manera directa. Así pues, se infiere que el agua del estero Fouqué es principalmente agua de mar y considerando, además, la forma y profundidad que posee no sería un curso de agua superficial, sino que esta entrada de mar se formó por otro agente modelador. Entonces ¿Qué factores influyeron en la formación y modelado del estero Fouqué?

MODELADO GLACIAR DE LA PATAGONIA CHILENA.

La mayoría de los glaciares se han retirado desde la última Pequeña Edad de Hielo, a fines del siglo XIX y principios del XX (Ćwiakal, Moskalik, Forwick, Wojtysiak, Giżejowski & Szczuciński, 2018) y la morfología generada por erosión glaciaria es observable en latitudes medias y altas (Batchelor, Dowdeswell & Rignot, 2018). En este sentido, la Patagonia Chilena también comparte modelado de carácter glaciario.

En la parte septentrional, se han realizado estudios sobre la morfogénesis de los fiordos del área norte de la Patagonia y las formas que se encuentran en sus fondos (Araya-Vergara 1974; 1997; 1998; 2006), y el fiordo Aysén a causa del sismo de 6,4 Mw ocurrido en 2007, analizando el proceso tectónico, sísmico y las consecuentes remociones en masa que ocurrieron durante y después del movimiento sísmico que se desprendieron de las laderas de los cordones de dicho fiordo (Sepúlveda y Serey, 2009; Vargas, Rebolledo, Sepúlveda, Lahsen, Thiele, Townley, Padilla, Rauld, Herrera & Lara, 2013; Naranjo, Arenas, Clavero & Muñoz, 2009).

Estudios realizados en la parte meridional de la Patagonia también denotan procesos de carácter glaciario. Un estudio analizó la influencia del modelado glaciario en la ocupación humana luego de la formación del estrecho de Magallanes y el descenso del nivel del mar probablemente producido por isostasia y alzamiento tectónico (Pallo, 2011). Por otro lado, se comprendió la interconexión lacustre proglaciaria de los senos Otway y Skiryng (Kilian, Baeza, Breuer, Ríos, Arz, Lamy, Wirtz, Baque, Korf, Kremer, Ríos, Mutschke, Simon, De Pol-Holz, Arevalo, Wörner, Schneider, & Casassa, 2013). Por último, también se efectuó un estudio de la evolución de lagos proglaciares en Última Esperanza (Stern, Moreno, Villa-Martínez, Sagredo, Prieto, & Labarca, 2011).

Así pues, en la Patagonia se encuentran diversos rastros dejados por procesos glaciares: lagos generados por excavación glaciaria del terreno; valles colgantes con drenes cuyos sedimentos generaron conos aluviales; cordones truncados por glaciares que descabezaron sus extremos; valles cóncavos ocupados por masas de hielo que desaparecieron con el correr de los siglos; morrenas que registraron el avance de glaciares; cumbres labradas por hielos eternos dando forma a los circos, horns y aristas; y por supuesto los incontables, hasta ahora, fiordos existentes en los recovecos de la zona austral del país, que adquieren importancia en este estudio.

Diversos estudios analizaron las geoformas submarinas existentes en el fondo de los fiordos, como los realizados en la Patagonia Norte (Araya-Vergara, 1997; 1998; 2006), análisis de las geoformas submarinas en el canal Messier

(Araya-Vergara, 1999), en canales y fiordos de los Campos de Hielo Norte y Sur (Dowdeswell & Vásquez, 2013), que han permitido conocer los procesos de modelado glaciar y la morfogenética que han tenido fiordos activos actualmente.

En el entorno subaéreo de un fiordo descubierta de glaciares, se encuentran numerosas geoformas tales como: circos glaciares, aristas, horn, valles colgantes, conos aluviales, morrenas, deltas generados por aportes pluvio-glaciares, entre otros. Mientras que en el entorno submarino se encuentran geoformas tales como: morrenas terminales, morrenas de retiro, canales submarinos sinuosos, depresiones, entre otros (Batchelor, Dowdeswell & Rignot, 2018), geoformas y procesos observables en otros fiordos de la Patagonia chilena y reconocibles en el fondo. Por tanto, se hace necesario reinterpretar las geoformas y modelado del estero considerando la influencia glaciar como agente morfogenético.

MODELADO GLACIAR Y EL "ESTERO"

Si se analiza cada una de las geoformas subaéreas y subacuáticas del estero, podrá notarse que éstos fueron generados por procesos de modelado que también han sido analizados en otros fiordos de Alaska, Canadá, Groenlandia, Escocia y Chile (Dowdeswell & Vásquez, 2013; Dowdeswell, Hogan, Cofaigh, Fugelli, Evans & Noormets, 2014; Dove, Arosio, Finlayson, Bradwell & Howe, 2016; Wöfl, Wittenberg, Feldens, Hass, Betzeler & Kuhn, 2016; Ćwiakal, et al., 2018; Flinck & Noormets, 2018; Williams & Koppes, 2019).

Como se mencionó anteriormente, se exponen perfiles transversales que muestran una forma en "U", característica similar a la presente en los fiordos (figura 3) analizados en el Noroeste de Groenlandia (Batchelor et al., 2018).

En la cabecera del estero se encuentra un delta formado por los cursos de agua provenientes de los lagos Covadonga y Lientur, cuya existencia, se debería a los aportes sedimentarios de los proglaciales, excavación y asentamiento del cuerpo glaciar y estabilidad en la superficie del agua en esa parte del estero, sin oleaje con influencia erosiva ni patrón de viento que facilite el desgaste de ellas. Además, estos cursos junto con los de menor jerarquía que se ubican en las riberas norte y sur hasta las inmediaciones de punta Engañoso, aportan sedimentos fluvio-glaciares que decantan y se posan en el fondo definiendo la baja pendiente (ver figura 4), cuya superficie se extendería por 5,2 km, coincidiendo con la desembocadura del río sin nombre ubicado a 2,2 km al NNE de punta Engañoso. Se pueden ver cárcavas en el delta de la cobertura batimétrica, geoformas generadas por flujos de turbidez (Williams & Koppes, 2019) (ver recuadro D de figura 4).

En este mismo tramo, se encuentran en el fondo unas pequeñas depresiones circulares que podrían corresponder a pockmarks dada las alineaciones que poseen entre sí (ver recuadros B y D de figura 4). De éstas, la más grande mide 30 m de diámetro y 3 m de profundidad. Estas mismas geoformas se encuentran en fondos marinos como Paso del Indio y Angostura Inglesa (Dowdeswell & Vásquez, 2013) y en el fondo aledaño al glaciar Fourcade al suroeste de la isla Rey Jorge, Islas Shetland del Sur, en el Territorio Antártico Chileno (Wöfl et al., 2016).

Las geoformas que se ubican en el fondo del estero y al sureste de punta Engañoso podrían corresponder a morrenas de recesión que están sepultadas por acumulación de sedimentos provenientes de los drenes que nacen en lago Covadonga y Lientur, y drenes tributarios (ver recuadro C de figura 4). Situación similar se observó en los fiordos Eyre, Iceberg y Bernardo, en donde existe ausencia de morrenas submarinas y producto de la sedimentación del fondo (Dowdeswell & Vásquez, 2013). Si se contara con perfiles sísmicos de esta área, se podría confirmar esta conjetura, como fue posible detectar morrenas en el fondo del fiordo Hornsund sepultadas por el proceso de acumulación de sedimentos fluvio-glaciales (Ćwiakal et al., 2018; Williams & Koppes, 2019).

Se observaron remociones en masa en la ribera al norte de caleta Nutria cuyo volumen de masa involucrado en ambos procesos no es de importancia, ya que la altura del más grande es de 2 m y el menor, de 1 m (ver recuadro B de figura 4) y de época reciente, dado que está sobre la capa sedimentaria del fondo. En estudios relacionados con el retroceso glaciar en el fiordo Taan, Bahía Icy en Alaska considerando el periodo de 1957-2017, se constató que el retroceso glaciar facilitó la desestabilización de las pendientes favoreciendo la activación de remociones en masa (Williams & Koppes, 2019).

En el tramo considerado entre el río sin nombre hasta el ventisquero Fouqué, el fondo es más irregular observándose un canal con tributarios que lo empalman durante su trayecto, junto con algunos afloramientos de roca en donde se aprecian sus capas (ver figura 4 y 5) posible de observar en áreas del estero,

donde la sedimentación no ha logrado sepultarlos por el poco aporte sedimentario de los drenes que desembocan en el estero, situación observable también en fiordos Bernardo e Iceberg (Dowdeswell & Vásquez, 2013).

Unos 200 m más al sur de punta Tegualda hasta unos 2,3 km hacia el norte, se ubica un campo dunar en el fondo del estero, siendo un fondo irregular. En esta parte, el canal submarino y tributarios desaparecen, para luego, aparecer nuevamente al final del campo dunar (ver figura 5), donde la pendiente es baja, culminando en una depresión con una profundidad máxima de 143 m, delimitada por las dunas por el sur y una morrena por el norte, que justo coincide con la confluencia de un tributario proveniente desde el sur de caleta Jorge. Posterior a este, se encuentra otra depresión de 156 m de profundidad, que termina en un estrechamiento donde se ubica la punta Quidora. Al norte de esta punta se encuentran dos depresiones más, ubicadas a 750 m y 1450 m hacia el norte, con 164 m y 162 m de profundidad, respectivamente (ver figura 5).

La última depresión, se encuentra delimitada por el norte por una morrena coincidiendo con punta Leiva. Inmediatamente al norte de esta, se encuentra una serie de morrenas sucesivas las que se interpretan como morrenas de recesión, que se han mantenido gracias a la baja sedimentación en esta parte del fondo (ver figura N°6). Tal como en el fiordo Rink y Hornsund, al oeste y noroeste de Groenlandia, respectivamente, se encuentran cuencas separadas por una morrena y también, se encuentran series de morrenas de recesión (Dowdeswell et al., 2014; Dove et al., 2016; Batchelor et al.,

2018; Ćwiakal et al., 2018). De esta serie de morrenas de recesión, se encuentra una morrena que es la más somera con 20 m de altura y ubicada a 58 m de profundidad, mientras que un poco más al norte de punta Maturana, se ubica una gran morrena de mayor envergadura, con una altura de 31 m, ubicada a tan solo 87 m de profundidad.

Desde la morrena descrita anteriormente, se extiende una depresión de 1,9 km con 203 m de profundidad, hasta alcanzar una gran morrena de 39 m de altura a 119 m de profundidad. Desde aquí hasta la desembocadura se encuentra una nueva serie de morrenas, observando al menos seis, antes de converger con el canal Beagle ubicadas a 120 m de profundidad. Dada su forma, dimensiones y similitud a las existentes en otros fiordos, estas geoformas corresponderían a morrenas terminales que evidencian el avance máximo registrado por el glaciar que ocupó alguna vez este lugar, formadas por avances de los glaciares en que se arrastraron sedimentos del fondo marino, sub y proglaciales (Flink et al., 2015; Flinck & Noormets, 2018), tal como se observaron en otros fiordos.

Por último, en este análisis geomorfológico no fue posible encontrar otras geoformas asociadas a modelado glaciar, como las que se observan en Vaigattbogen, donde se encuentran marcas de arado (ploughmark en inglés) generados por el toque de fondo de icebergs a la deriva que generan surcos en forma de "U" y "V", curvilíneos y dirección irregular (Flinck & Noormets, 2018), o bien, alineaciones rocosas que apuntan en dirección del flujo del hielo (drumlins en inglés) encontrados en fiordos de Alaska, Escocia, Groenlandia y Patagonia chilena (Dowdeswell & Vásquez, 2013, Dove et al., 2016; Wöfl et al., 2016).

CONCLUSIÓN

Los antecedentes expuestos permiten señalar que el relieve circundante del estero Fouqué, está dominado por la presencia de casquetes glaciares, circos glaciares, lagos y morrenas; geoformas todas de indiscutible origen glaciar. La forma principal del cauce del estero en forma de "U", evidencia que el tipo de erosión en el terreno fue generado por glaciares, que alguna vez ocuparon este lecho; por su parte las depresiones circulares que podrían ser pockmarks, la presencia de morrenas recesionales, el trazado visible de un canal principal y tributarios en el fondo, la abrupta pendiente del fondo inmediato a las riberas, remociones en masa en las laderas del canal, las depresiones que se observaron a lo largo del fondo y, por último, la profundidad y conexión que tiene con el canal Beagle, demuestran de forma concluyente que las geoformas y procesos de modelado que dieron origen al estero Fouqué son de origen glaciar. De esta manera se concluye que las características físicas de esta geoforma responden a la naturaleza de fiordo y no a la de estero. Esto nos lleva a sugerir que, debido a la naturaleza de la geoforma de este topónimo, correspondería modificarlo por el topónimo "fiordo Fouqué".

AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile por proporcionar los datos batimétricos para la realización de esta investigación y a los revisores David Amblas, Jaime Cortéz M., Jacqueline De Rurange, T1° Matías Sifón A. y Fernando González M.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araya-Vergara, J. (1974). Relaciones entre los Piedmonts Glacigénicos y las Formas Marinas Litorales en el Sur de Sudamérica. *Revista Geográfica*, 81, 115-138. Recuperado de <https://www.jstor.org/pucdechile.idm.oclc.org/stable/pdf/40992261.pdf?refreqid=excelsior%3A28dcbc380be864c44a43a45d23ae0ac6>

Araya-Vergara, J. (1997). Perfiles geomorfológicos de los fiordos y depresión longitudinal de Norpatagonia. *Ciencia y tecnología del mar*, 20, 3-22.

Araya-Vergara, José F. (1998). El problema genético de los fondos de fiordo Norpatagónicos. *Investigaciones marinas*, 26, 71-81. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-71781998002600007>

Araya-Vergara, J. (1999) Secuencia de formas deposicionales submarinas en la fractura del Canal Messier, Patagonia Central. *Investig. mar.* [Internet], 27: 39-52. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-71781999002700005&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-71781999002700005>.

Araya-Vergara, J. (2006). Geomorfología submarina de fiordos y piedmonts patagónicos. (N. S. Palma, Ed.) *Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos.*, 25-27. Recuperado de <http://www.cona.cl/revista/spanish/2-2%20Geomorfolog%C3%ADa%20submarina.pdf>

Arroyo I, Fernando. (2010). Creciente interés geográfico por la toponimia. *Estudios Geográficos*, 71(268), pp. 299-309. DOI: 10.3989/estgeogr.0600

Batchelor, C. I., Dowdeswell, J. A. & Rignot, E. (2018). Submarine landforms reveal varying rates and styles of deglaciation in North-West Greenland fjords. *Marine Geology*, 402, 60-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2017.08.003>

Chesnokova, Olga (2011). Toponimia latinoamericana: un enfoque semiótico. *Forma y Función*, 24(2), 11-24. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=219/21925446001>

Chesnokova, O y Bobykeva, E. (2018). Perfil semiótico de la toponimia chilena. *Revista Espacios (online)*, 39(21), 6. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a18v39n21/a18v39n21p06.pdf>

Ćwiakala J., Moskalik M., Forwick M., Wojtysiak K., Giżejowski J. & Szczuciński W. (2018). Submarine geomorphology at the front of the retreating Hansbreen tide-water glacier, Hornsund fjord, southwest Spitsbergen. *Journal of Maps*, 14(2), 123 - 134. Doi: 10.1080/17445647.2018.1441757

Dove, D., Finlayson, A., Bradwell, T., Howe, J., & Arosio, R. (2016). Deglacial landform assemblage records fast ice-flow and retreat, Inner Hebrides, Scotland. *Geological Society, London, Memoirs*. 46. 135-138. DOI: 10.1144/M46.144.X2013000200001

- Dowdeswell, J. A., Hogan K. A., Cofaigh, C. O., Fugelli, E. M. G., Evans, J. & Noormets, R. (2014). Late Quaternary ice flow in a West Greenland fjord and cross-shelf trough system: submarine landforms from Rink Isbrae to Uummanaq shelf and slope. *Quaternary Science Reviews*, 92, 292-309. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.09.007>
- Dowdeswell, J. A., & Vásquez A., M. (2013). Submarine landforms in the fjords of southern Chile: implications for glacial processes and sedimentation in a mild glacier-influenced environment. *Quaternary Science Reviews*, 64, 1-19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.12.003>
- Flinck, A. E., & Noormets, R. (2018). Submarine glacial landforms and sedimentary environments in Vaigattbogen, north-eastern Spitsbergen. *Marine Geology*, 402, 244-263.
- Flink A. E., Noormets R., Kirchner N., Benn D. I., Luckman A. & Lovell H. (2015). The evolution of a submarine landform record following recent and multiple surges of Tunabreen glacier, Svalbard. *Quaternary Science Reviews*, 108, 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.11.006>
- Kilian, R, Baeza, O, Breuer, S, Ríos, F, Arz, H, Lamy, F, Wirtz, J, Baque, D, Korf, P, Kremer, K, Ríos, C, Mutschke, E, Simon, M, De Pol-Holz, R, Arevalo, M, Wörner, G, Schneider, C, & Casassa, G. (2013). Late Glacial and Holocene Paleogeographical and Paleoecological Evolution of the Seno Skyring and Otway Fjord Systems in the Magellan Region. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 41(2), 5-26. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2013000200001>
- Latorre, Guillermo. (1997). Tendencias generales en la toponimia del norte grande de Chile. *ONOMAZEIN*, 2, 181-196. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/41932612_Tendencias_generales_en_la_toponimia_del_Norte_Grande_de_Chile
- Latorre, Guillermo. (1998). Sustrato y superestrato multilingües en la toponimia del extremo sur de Chile. *Estudios filológicos*, (33), 55-67. <https://dx.doi.org/10.4067/S0071-17131998003300004>
- Latorre, Guillermo. (2001). Toponimia chilena: "la lejana posesión". *Estudios filológicos*, (36), 129-142. <https://dx.doi.org/10.4067/S0071-17132001003600009>
- Naranjo J., Arenas M., Clavero J. & Muñoz O. (2009). Mass movement-induced tsunamis: main effects during the Patagonian Fjordland seismic crisis in Aisén (45°25'S), Chile. *Andean geology*, 36(1), 137-145. Recuperado en 18 de junio de 2020, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-71062009000100011&lng=en.
- Osorio P., Mauricio y Martínez S., Enrique. (2011). Palena y La Junta: Revisión de dos topónimos del Valle del Palena, extremo norte de la región de Aysén. *Magallania (Punta Arenas)*, 39(1), 211-220. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-22442011000100013>

- Pallo, M. Cecilia. (2011). Condicionamientos de la dinámica ambiental en las decisiones humanas sobre asentamiento y circulación a lo largo del Estrecho de Magallanes durante el Holoceno tardío. *Magallania*, 39(2), 177-192. Recuperado de <https://search-proquest-com.pucde-chile.idm.oclc.org/docview/1004712027/citation/AE6B7FD690314AABPQ/1?accountid=16788>
- Pantoja S., Iriarte J. L., Daneri G. (2011). Oceanography of Chilean Patagonia. *Continental Shelf Research*, 31, 149-153. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2010.10.013>
- Sepúlveda, Sergio A, & Serey, Alejandra. (2009). Tsunamigenic, earthquake-triggered rock slope failures during the April 21, 2007 Aisén earthquake, southern Chile (45.5°S). *Andean geology*, 36(1), 131-136. Recuperado en 18 de junio de 2020, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-71062009000100010&lng=es&tlng=en.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. (1989). Determinación de Nombres Geográficos. *Instrucciones Hidrográficas, Publicación SHOA N° 3103*. Valparaíso, Chile. 2° edición.
- Stern C., Moreno P., Villa-Martínez R., Sagredo E., Prieto A., & Labarca Rl. (2011). Evolution of ice-dammed proglacial lakes in Última Esperanza, Chile: implications from the late-glacial R1 eruption of Reclús volcano, Andean Austral Volcanic Zone. *Andean geology*, 38(1), 82-97. Recuperado en 18 de junio de 2020, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-71062011000100005&lng=es&tlng=en.
- Tort, Joan. (2003). Toponimia y marginalidad geográfica. Los nombres de lugar como reflejo de una interpretación del espacio. *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales (online)*, 7(138). Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-138.htm>
- Vargas, G., Rebolledo S., Sepúlveda S., Lahsen A., Thiele R., Townley B., Padilla C., Rauld R., Herrera M. & Lara M. (2013) Submarine earthquake rupture, active faulting and volcanism along the major Liquiñe-Ofqui Fault Zone and implications for seismic hazard assessment in the Patagonian Andes. *Andean geology*, 40(1), 141-171. <https://dx.doi.org/10.5027/andgeoV40n1-a07>
- Williams H.B. & Koppes, M.N. (2019). A comparison of glacial and paraglacial denudation responses to rapid glacial retreat. *Annals of Glaciology*, 60(80), 151-164. DOI: <https://doi.org/10.1017/aog.2020.1>
- Wöfl A., Wittenberg N., Feldens P., Hass H. C., Betzeler C. & Kuhn G. (2016). Submarine landforms related to glacier retreat in a shallow Antarctic fjord. *Antarctic Science*, 28(69), 475-486. doi:10.1017/S0954102016000262