



## **Resultados preliminares de un estudio de anisotropía de susceptibilidad magnética, Tierra del Fuego, Chile.**

Mauricio Espinoza<sup>1\*</sup>, Fernando Poblete<sup>1,3</sup>, César Arriagada<sup>1</sup>, Pierrick Roperch<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Chile, Departamento de Geología, Santiago, Chile

<sup>2</sup>Géosciences Rennes, Université de Rennes1, Rennes, Francia

<sup>3</sup>Universidad de Santiago, Departamento de Ingeniería de Minas, Santiago, Chile

### **Resumen**

En el cinturón orogénico curvo de Patagonia, sector de Tierra del Fuego, los eventos compresivos desarrollados desde el Cretácico Medio han quedado registrados en la fábrica magnética de las rocas jurásicas y cretácicas presentes en la faja plegada y corrida de Magallanes, estableciéndose una correlación directa entre la orientación de las estructuras regionales y la orientación de las direcciones principales del elipsoide de Anisotropía de Susceptibilidad Magnética (ASM) y entre el grado de deformación tectónica y el porcentaje de anisotropía del elipsoide. Elipsoides tipo III-VI en clasificación sedimentaria-tectónica son encontrados en las zonas de mayor deformación tectónica obliterando las fábricas sedimentarias preexistentes.

### **Abstract**

In the Patagonian orogenic curvature, along Tierra del Fuego, the compressive events developed since mid-Cretaceous have been recorded in the magnetic fabric of the Jurassic and Cretaceous rocks in the Magallanes fold and thrust belt, showing a close relation between the trend of the main regional structures and the orientation of Anisotropy of Magnetic Susceptibility (AMS) principal directions, and also between the tectonic deformation intensity and the anisotropy percentage of the ellipsoid. Ellipsoid types III-VI in the sedimentary to tectonic classification are found in zones of great tectonic deformation. Tectonic fabrics are present in those sites.

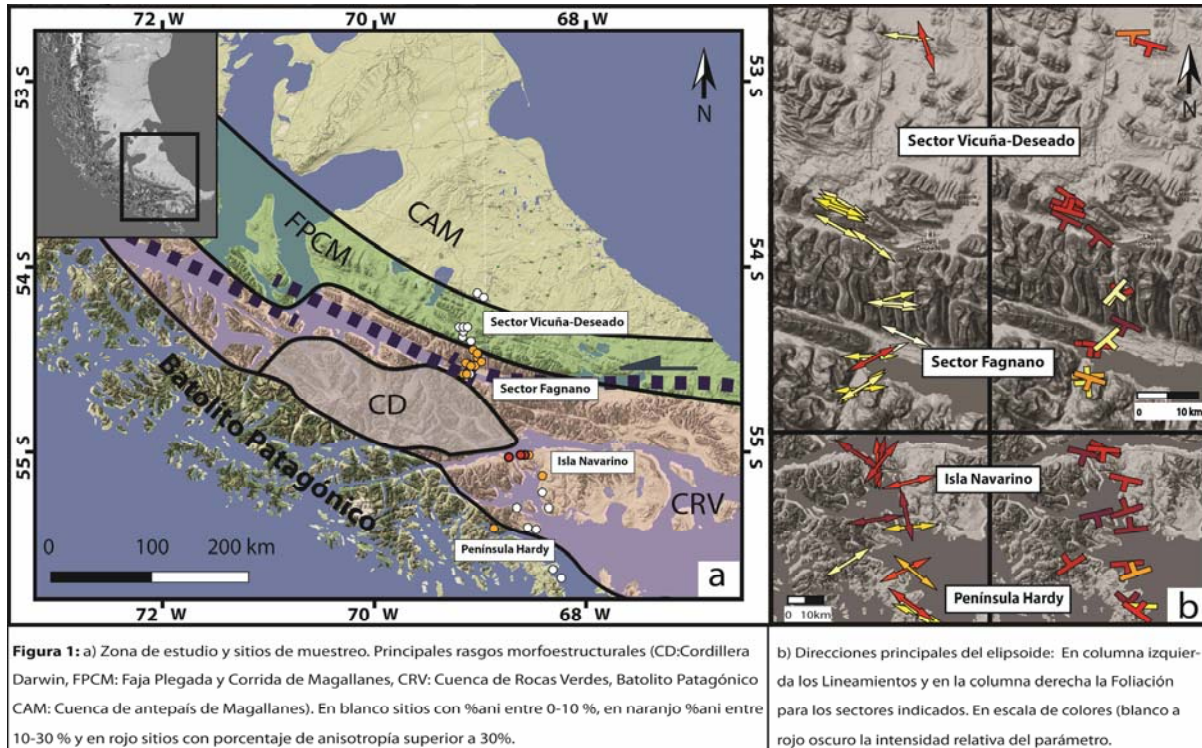
### **I. Introducción**

En los Andes Fueguinos de Magallanes, posteriormente al cierre de la cuenca de Rocas Verdes en el Cretácico Superior, se desarrolló una faja plegada y corrida (FPC de Magallanes) con la posterior evolución de una cuenca de antepaís conocida como la “Cuenca de Magallanes”. En la parte central y frontal de esta FPC los sistemas de fallas se desarrollan con un rumbo que varía desde norte a sur en el sector de Pto. Natales a rumbos casi este-oeste en la isla grande de Tierra del Fuego (Figura 1). En el Terciario se destacan los sistemas de fallas de rumbo sinistral hacia el sur de Tierra del Fuego, al desarrollarse el margen transcurrente entre la placa de Scotia y la placa Sudamericana (Klepeis, 1994; Alvarez-Marrón, 1993; Kraemer, 2003).

Una forma de estudiar las direcciones de los stresses dominantes en sistemas de FPC es por medio de la ASM (Anisotropía de Susceptibilidad Magnética). En esta contribución presentamos resultados preliminares de ASM, los cuales sugieren importantes correlaciones entre la historia compresiva y la



fábrica magnética de las rocas presentes en Tierra del Fuego y su archipiélago. Se analizan también las posibles evidencias de los eventos transcurrentes en esta zona.



## II. Metodología

Mediante una campaña de terreno realizada en el mes de febrero de 2011 se muestrearon 34 sitios en los Andes Fueguinos. Las muestras se obtuvieron en el sector del Lago Fagnano, Isla de Tierra del Fuego, y otros en la zona de Isla Navarino y Península Hardy, al sur del Canal Beagle. Cada zona se divide en sectores de dominio estructural: Sector Vicuña-Deseado, Sector Fagnano, Sector Isla Navarino, Sector Península Hardy (Figura 1).

En la zona norte, los sitios corresponden casi en su totalidad (16 sitios) a secuencias sedimentarias cretácicas (fangolitas, areniscas finas a medias y conglomerados), además de 2 sitios extraídos en la Formación Tobífera (Jurásico medio- Cretácico inferior) de litologías tipo dacita y metatonalita.

En la zona sur, el muestreo se realizó principalmente en rocas sedimentarias y volcanoclásticas de la formación Yaghan y Hardy (10 sitios). También se perforaron dos sitios en lavas almohadilladas y diques de la Ofiolita Tortuga, además de 3 sitios en intrusivos del Batolito Sur Patagónico. Un sitio fue muestreado en lavas terciarias.

La anisotropía de susceptibilidad magnética (ASM) se midió en el Laboratorio de Paleomagnetismo del Departamento de Geología, Universidad de Chile, usando un equipo KLY-3S Kappabridge (AGICO Ltd.) Actualmente se preparan análisis de microscopía y ensayos magnéticos para precisar la mineralogía de la fábrica magnética y sus propiedades.

## III. Resultados y Análisis

Los siguientes resultados están organizados de acuerdo a las provincias tectónicas y zonas de muestreo descritas más arriba. Para clasificar las fábricas magnéticas usamos el método propuesto por Robion et al.



(2007) en aquellos sitios donde existía corrección de manteo. En este método las fábricas magnéticas son subdivididas en 6 tipos, siendo el tipo 1 una fábrica magnética de origen sedimentario, mientras que el tipo 6 corresponde a una fábrica de origen tectónico.

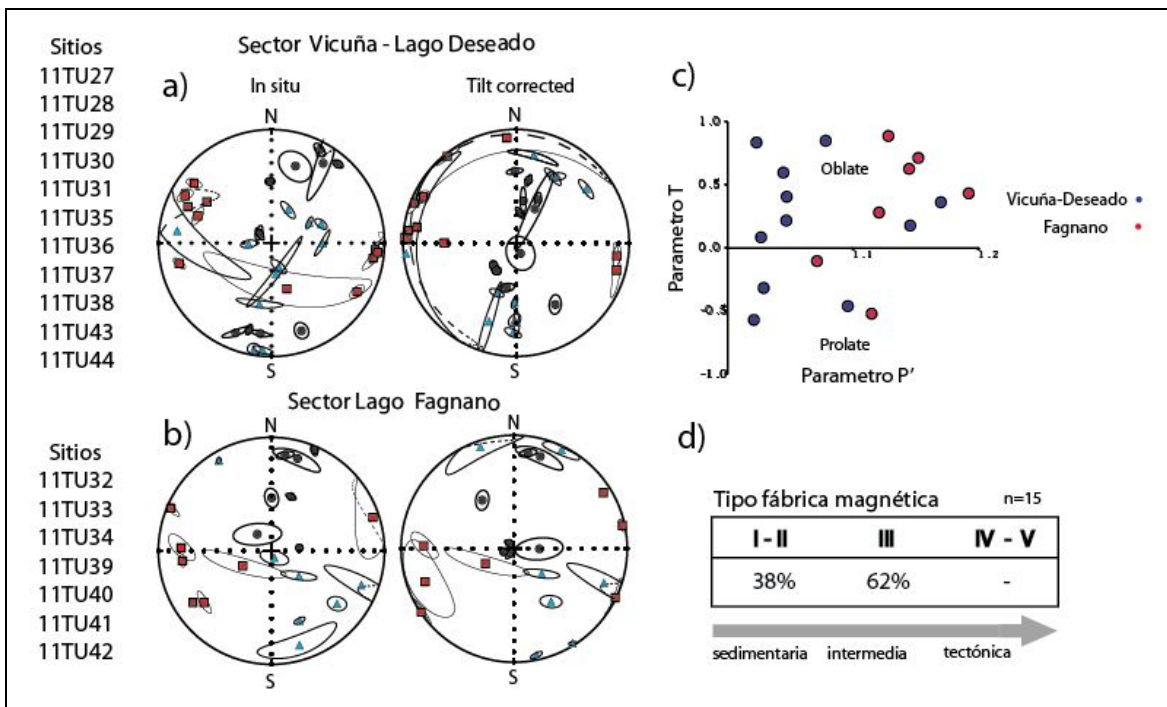
### III.1 ASM Sector Vicuña y Lago Fagnano: Deformación FPC de piel delgada.

Los elipsoides obtenidos y separados por dominios tectónicos se presentan en la figura 2.

Los elipsoides son principalmente oblatos (72%, ver Figura 2, c). En cuanto a los parámetros escalares, el porcentaje de anisotropía varía entre el 1.02 y el 1.186, concentrándose los valores más altos en la zona de deformación transcurrente de la falla de Magallanes en el sector de Lago Fagnano. Además, los valores mayores de anisotropía corresponden a las litologías de grano fino (fangolitas, areniscas finas).

Se pudieron clasificar 15 de 18 sitios, obteniéndose un 62% de elipsoides tipo III y un 38% tipo II (Figura 2,d), dominando las fábricas intermedias de transición sedimentaria a tectónica.

Las lineaciones y foliaciones obtenidas de las direcciones principales de los elipsoides poseen una alta correlación con el rumbo de las litologías y las estructuras de escala regional, principalmente en el sector Vicuña-Deseado, definiendo una dirección de stress compresiva NNE-SSW coherente con la deformación mesoscópica observada. En el sector de Lago Fagnano la lineación se presenta en dirección ENE-WSW de manera más pobremente definida, indicando una posible componente dada por la deformación transcurrente y la deformación compresiva (ver Figura 1.b). Por otro lado, la intensidad de la lineación y a foliación están controladas por la litología, donde las fangolitas poseen valores altos de lineación o foliación, mientras las areniscas presentan valores bajos.



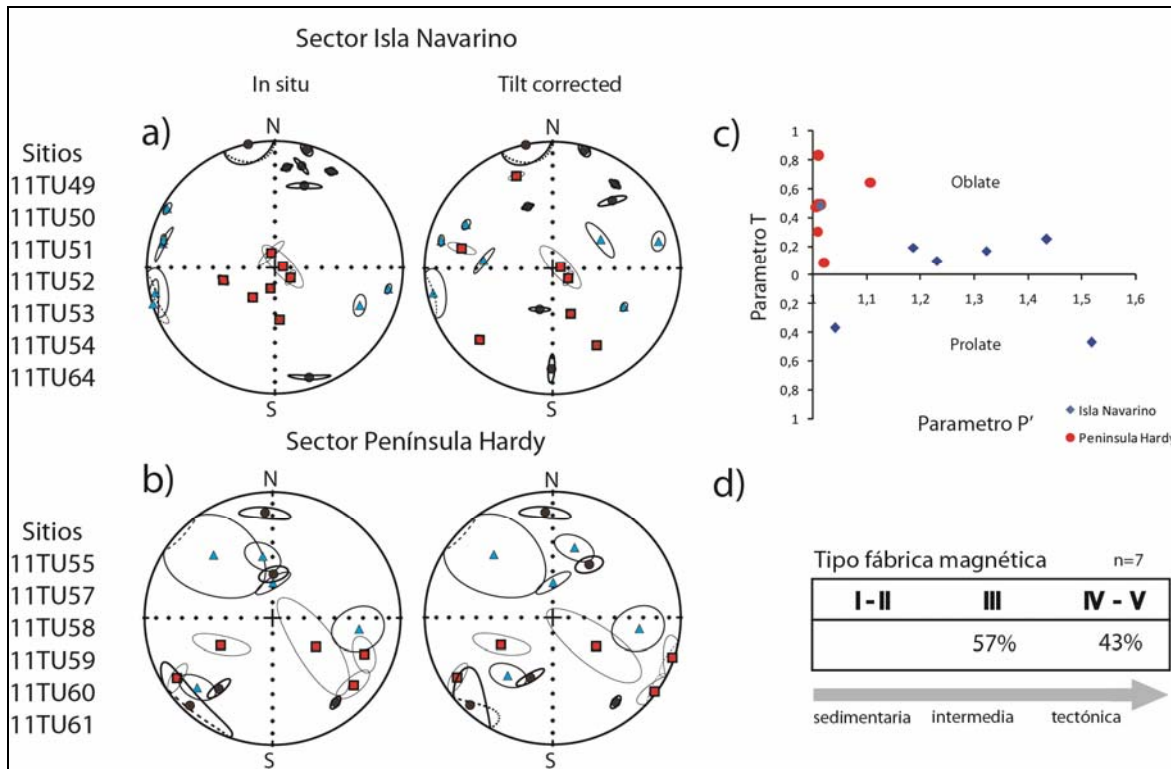
**Figura 2:** a) y b) Direcciones principales ploteadas en estereogramas de igual área y semiesfera inferior. Arriba, estereogramas del sector Vicuña – Lago Deseado, abajo, estereogramas del sector Lago Fagnano. A la izquierda elipsoide con coordenadas in situ y a la derecha elipsoide con corrección de manteo. K1 en rojo, K2 en azul, K3 en gris. c) Gráfico de Anisotropía ( $P'$ ) versus parámetro de forma ( $T$ ), en rojo sitios de sector Fagnano, en azul, sitios de sector Vicuña – Deseado. d) Tipo de fábrica magnética según modelo de Graham (1966).



### III.2 ASM en Isla Navarino y Península Hardy: Cuenca de las Rocas Verdes, deformación de piel gruesa.

Los elipsoides obtenidos y separados por dominios tectónicos se presentan en la Figura 3. El porcentaje de anisotropía de susceptibilidad magnética es alto en general mostrando una disminución de norte a sur. Los valores más altos, que llegan casi a 1.50, se concentran en la mitad norte de Isla Navarino. Mientras que al sur de esta el grado de anisotropía disminuye drásticamente a valores iguales o menores al 1.10, y en su mayoría, no superiores al 1.01.

Los análisis de la fábrica magnética en los sitios de Isla Navarino sugieren una importante componente tectónica (43% Tipo III-VI), que habría obliterado totalmente la fábrica sedimentaria en alguno de ellos (Figura 3.d). El rumbo de la foliación magnética (NNW-SSE) es paralelo a las estructuras regionales y la dispersión del polo de la lineación (K1) se presenta oblicua a esta foliación, mostrando el alto grado de tectónica registrada en la fábrica magnética. En el sector de Península Hardy los resultados de ASM no son concluyentes debido al bajo grado de anisotropía registrado en la mayoría de los sitios (Figura 3).



**Figura 3:** a) y b) Direcciones principales ploteadas en estereogramas de igual área y semiesfera inferior. Arriba, estereogramas del sector Isla Navarino, abajo, estereogramas del sector Península Hardy. A la izquierda elipsoide con coordenadas in situ y a la derecha elipsoide con corrección de manteo. K1 en rojo, K2 en azul, K3 en gris. c) Gráfico de Anisotropía (P') versus parámetro de forma (T), en rojo sitios del sector Península Hardy, en azul, sitios del sector Isla Navarino. d) Tipo de fábrica magnética según el modelo de Graham (1966). N = número de sitios donde fue posible clasificar.

### I.V.- Discusiones y Conclusiones

Mediante el presente estudio de ASM se evidencian características importantes de los sectores tectónicos descritos anteriormente. En particular, los distintos grados de deformación y su dirección de acortamiento



principal quedan bien registrados por la fábrica magnética. Así, en la zona norte, donde predomina la deformación de piel delgada afectando a las secuencias sedimentarias cretácicas, los lineamientos estructurales de la faja plegada y corrida son correlacionables con la dirección de K1 y la foliación registrada. Estos elipsoides se caracterizan por poseer grados de anisotropía de hasta un 20% y son de tipo intermedio (II y III), comportándose de manera similar a otros cinturones plegados y corridos en el mundo, que aún encontrándose en un contexto compresivo no son capaces de borrar completamente la fábrica sedimentaria previa. Asimismo, en el sector del lago Fagnano es posible identificar un cambio de rumbo en las direcciones principales del elipsoide, lo que sugiere un efecto de la falla sinistral de Magallanes-Fagnano en los resultados.

En el sector de Isla Navarino los resultados de anisotropía sugieren que la fábrica magnética sería principalmente tectónica. La foliación observada es similar para los sitios obtenidos en rocas sedimentarias y en rocas intrusivas. Lo anterior indicaría que la fábrica magnética en estos sitios fue adquirida durante el mismo evento de deformación. Debido a que la fábrica magnética observada en las rocas sedimentarias coincide con la foliación del sitio 11TU64 obtenida en un cuerpo intrusivo de ~90 Ma en Isla Navarino, se sugiere un posible evento compresivo para el Cretácico Medio-Superior. Los datos en Península Hardy sugieren que la deformación en esta zona no fue tan marcada como en el área de Isla Navarino.

## V.- Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Proyecto Anillo Antártico ACT-105. Agradecemos también al Parque Karukinka por el apoyo logístico brindado en sus instalaciones y a Carlos Jhonson y German Yankoski por la amabilidad y ayuda prestada en el Lago Fagnano.

## V.I- Referencias

Alvarez-Marrón, J., McClay, K. R., Harambour, S., Rojas, L., and Skarmeta, J., 1993, Geometry and evolution of the frontal part of the Magallanes foreland thrust and fold belt (Vicuña area), Tierra del Fuego, southern Chile: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 77, p. 1904–1921.

Graham, J. W., 1966. Significance of magnetic susceptibility in Appalachian Sedimentary rocks. In: Steinhart, J. S., Smith, T. J. (Eds.), The Earth beneath the Continents. Geophys. Monogr. Am. Geophys. Union, vol. 10, pp. 627–648.

Robion, S. Grelaud, D. Frizonde de Lamotte., 2007 Pre-folding magnetic fabrics in fold-and-thrust belts: Why the apparent internal deformation of the sedimentary rocks from the Minervois basin (NE — Pyrenees, France) is so high compared to the Potwar basin (SW — Himalaya, Pakistan)?.

Klepeis K., 1994, Relationship between uplift of the metamorphic core of the southernmost Andes and shortening in the Magallanes foreland fold and thrust belt, Tierra del Fuego. TECTONICS, VOL. 13, NO. 4, PAGES 882-904, AUGUST 1994.

Kraemer P.E, 2003. Orogenic shortening and the origin of the Patagonian Orocline. Journal of South American Earth Sciences 15(2003)731–748