

Orientación Cristalográfica Preferente en las Rocas con Textura Pseudospinifex del Cerro del Almirez: Estudio mediante EBSD

/ JOSÉ ALBERTO PADRÓN-NAVARTA (1,*), CARLOS J. GARRIDO (2), MARÍA TERESA GÓMEZ-PUGNAIRE (1,2), VICENTE LÓPEZ SÁNCHEZ-VIZCAÍNO (3) Y ANDREA TOMMASI (4).

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología, Universidad de Granada, Facultad de Ciencias, 18002 Granada, España.
 (2) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT), CSIC & UGR, Facultad de Ciencias, Fuentenueva s/n, 18002 Granada, España.
 (3) Departamento de Geología, Universidad de Jaén, Escuela Politécnica, Linares, 2370 Jaén, España.
 (4) Géosciences Montpellier, CNRS & Université de Montpellier 2, 34095 Montpellier, Francia.

INTRODUCCIÓN.

El carácter anisotrópico del olivino -el mineral más abundante en peridotitas del manto- repercute en magnitudes geofísicas de interés para el estudio de la reología y dinámica del manto como son la velocidad de transmisión de las ondas sísmicas, la viscosidad y la conductividad eléctrica. La anisotropía sísmica y mecánica del manto está originada en parte por la orientación cristalográfica preferente (LPO, lattice-preferred orientation) del olivino debida a la deformación plástica intracristalina (dislocaciones) en planos y direcciones cristalográficas específicas (e.g. Vauchez et al., 2000, Vauchez & Nicolas, 1991). Cambios en los mecanismos de deformación del olivino pueden producir, además, inversiones de la

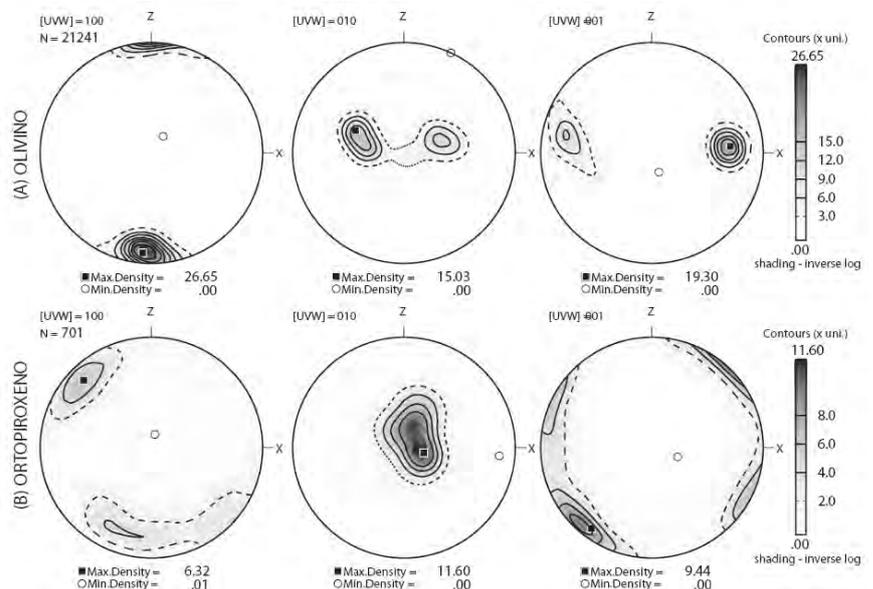


fig 2. Figura de polos en la que se representan las orientaciones preferentes de la estructura cristalina para las tres direcciones ortogonales [001], [010] y [001] en el olivino (a) y en el ortopiroxeno (b) para la muestra AL06-42/2 (área completa de la sección delgada, ver fig 1a) en la que la máxima elongación de los cristales de olivino corresponde con la dirección EW. Representación para el hemisferio inferior y proyección de igual área. Las líneas de contorno representan múltiplos de la distribución uniforme (m.u.d.). N = número de orientaciones indexadas utilizadas en la figura. Los valores de máxima y mínima densidad están representados por un cuadrado y un círculo respectivamente.

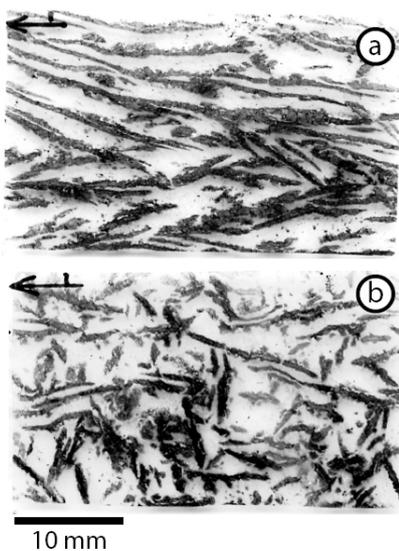


fig 1. Secciones delgadas utilizadas para el mapeo automático de orientaciones cristalinias mediante EBSD. (a) Sección cortada siguiendo la máxima elongación de los cristales de olivino (en negro). El ortopiroxeno translúcido en sección delgada aparece blanco en la figura (A106-42/2) (b) corte ortogonal a la sección anterior (A106-42/1).

anisotropía sísmica como las observadas en el manto supra-subducción (Katayama & Karato, 2006). Además de los mecanismos de deformación intracristalina, otros procesos, como el crecimiento cristalino orientado generado por reacciones metamórficas, pueden generar una orientación preferente de la forma (SPO, shape-preferred orientation) y, por ende, producir una LPO en el olivino.

En esta comunicación presentamos un estudio detallado de la LPO en olivino de origen metamórfico (Fig. 1) generado durante de la deshidratación a alta presión (1.7-2.0 GPa y 635-695°C)

(López Sánchez-Vizcaíno et al., 2005) de serpentinitas con antigorita. Durante esta reacción tiene lugar el crecimiento de olivino, ortopiroxeno y clorita con texturas ramificadas (pseudo-spinifex) que se asemejan a las texturas spinifex observadas en olivinos de komatiitas. En el Cerro del Almirez aflora el mayor cuerpo de rocas ultramáficas del Complejo Nevado-Filábride (Cordillera Bética) (Trommsdorff et al., 1998). La isograda de desaparición de la antigorita puede ser cartografiada y separa harzburgitas con clorita con textura pseudospinifex, de serpentinitas con antigorita (Padrón-Navarta et al., 2008).

METODOLOGÍA.

La determinación de la orientación cristalina mediante difracción de electrones retrodispersados (EBSD; de sus acrónimo inglés) permite obtener una gran volumen de LPO a escala de lámina delgada en tiempos razonablemente cortos. El EBSD y las imágenes de contraste de orientación (OC) son herramientas cristalográficas basadas en la difracción de electrones retro-dispersados (patrones de Kikuchi) en la microscopía electrónica de barrido (SEM) (e.g. Prior *et al.*, 1999). La técnica EBSD-SEM, potencia este efecto inclinando 70° la muestra con respecto a la columna de electrones. Una cámara LCD digitaliza los patrones de Kikuchi registradas en una cámara de fósforo que son producidas por la difracción de los electrones retrodispersados.

Los patrones Kikuchi fueron obtenidos mediante mapeo automático de secciones delgadas completas (ca. 21x 34 mm, usando una rejilla de 100 µm de malla) (cf. Fig 1). Las medidas de EBSD se realizaron en un JEOL JSM 5600 SEM (Géosciences Montpellier), usando un voltaje de aceleración de ~17 kV y una distancia de trabajo de 25 mm. Para mejorar los patrones de difracción las secciones pulidas con diamante estándar (0.25 µm) fueron sometidas a un pulido adicional químico-mecánico usando una suspensión de sílice coloidal (0.06 µm). Las muestras no fueron metalizadas para incrementar la calidad

de los patrones de kikuchi. Con objeto de evitar problemas de carga las secciones delgadas se adhirieron al portamuestras metálico del EBSD-SEM mediante una cinta conductora de carbono.

RESULTADOS.

La figura 2 muestra las orientaciones cristalinas del olivino y ortopiroxeno para la muestra de harzburgita con clorita AI06-42/2 (Fig 1a), donde la máxima elongación de los cristales de olivino coincide con la dirección EW. Esta dirección corresponde aproximadamente con el eje [001] del olivino, mientras que el eje [100] corresponde con el eje de mínima elongación. El eje [010] se concentra según dos poblaciones conjugadas a un cierto ángulo con respecto a la normal de la superficie de la lámina y está relacionado con variaciones en el eje de elongación intermedio (cf. Fig 2b). Aunque la orientación del ortopiroxeno es aproximadamente similar, en detalle se observa que está relacionada con la del olivino mediante un giro de ca. 40° y que existen dos poblaciones conjugadas. La orientación observada es completamente diferente a la de los olivinos formados por sobreenfriamiento con textura spinifex *sensu stricto*, donde la máxima orientación de los cristales coincide con el eje [100] (Faure *et al.*, 2006).

DISCUSIÓN.

La anisotropía sísmica global producida por el olivino y el ortopiroxeno puede ser estimada a partir de sus LPO (e.g. Mainprice, 1990) (Figura 3). Dado que la formación de estas texturas es esperable durante la deshidratación de las serpentinitas a alta presión en las zonas de subducción, la impronta de la textura determina la anisotropía sísmica registrada en los arcos de isla.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo ha sido financiado mediante el Proyecto de Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia CGL2006-04440/BTE, el Grupo de Investigación de la Junta de Andalucía RNM-145 y RNM-131 y la Acción Integrada hispano-francesa HF2006

REFERENCIAS.

- Faure, F., Arndt, N. & Libourel, G. (2006): Formation of spinifex texture in komatiites: an experimental study, *J. Petrol.*, **47**, 1591-1610.
- Katayama, I., & Karato S. (2006): Effect of temperature on the B- to C-type olivine fabric transition and implication for flow pattern in subduction zones, *Phys. Chem. Earth Pt. A-Solid Earth Geod.*, **157**, 33-45.
- López Sánchez-Vizcaíno, V., Trommsdorff, V., Gomez-Pugnaire, M. T., Garrido, C. J., Muntener, O. & Connolly, J. A. D. (2005): Petrology of titanian clinohumite and olivine at the high-pressure breakdown of antigorite serpentinite to chlorite harzburgite (Almirez Massif, S. Spain), *Contrib Mineral Petr.*, **149**, 627-646.
- Mainprice, D. (1990): A FORTRAN program to calculate seismic anisotropy from the lattice preferred orientation of minerals, *Computers & Geosciences*, **16**, 385-393.
- Padrón-Navarta, J. A., López Sánchez-Vizcaíno, V., Garrido, C. J., Gómez-Pugnaire, M., Jabaloy, A., Capitani, G. & Mellini, M. (en prensa): Highly ordered antigorite from Cerro del Almirez HP-HT serpentinites, SE Spain, *Contrib Mineral Petr.*
- Prior, D. J., Boyle, A. P., Brenker, F., Cheadle, M. C., Day, A., Lopez, G., Peruzzo, L., Potts, G. J., Reddy, S., Spiess, R., Timms, N. E., Trimby, P., Wheeler, J. & Zetterstrom, L. (1999): The application of electron backscatter diffraction and orientation contrast imaging in the SEM to textural problems in rocks, *Am. Miner.*, **84**, 1741-1759.
- Trommsdorff, V., Sanchez-Vizcaino, V. L., Gomez-Pugnaire, M. T. & Muntener, O. (1998): High pressure breakdown of antigorite to spinifex-textured olivine and orthopyroxene, SE Spain, *Contrib Mineral Petr.*, **132**, 139-148.
- Vauchez, A. & Nicolas, A. (1991): Mountain building-strike-parallel motion and mantle anisotropy. *Tectonophysics*, **185**, 183-201.
- Tommasi, A., Barruol, G. & Maumus, J. (2000): Upper mantle deformation and seismic anisotropy in continental rifts, *Phys. Chem. Earth Pt. A-Solid Earth Geod.*, **25**, 111-117.

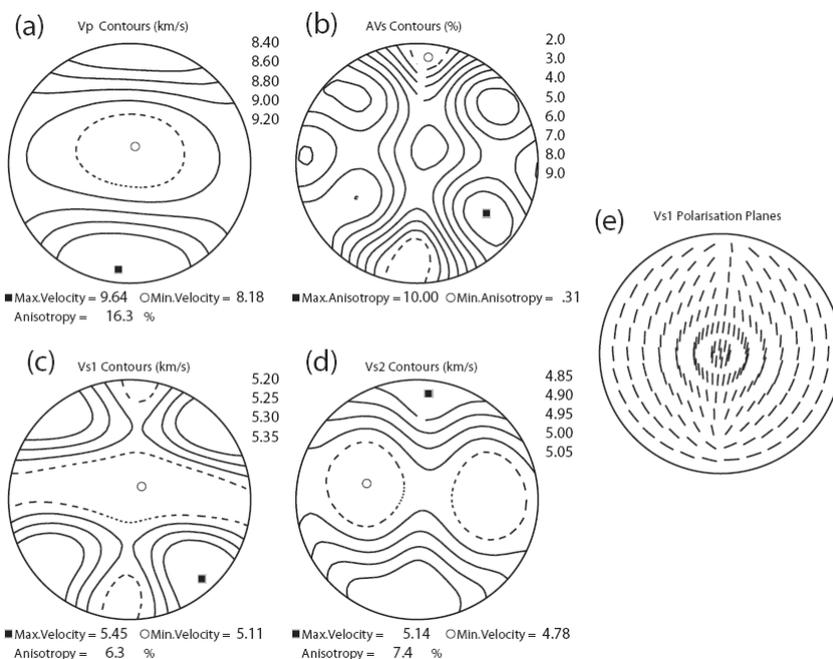


fig 3. Velocidad de las ondas P según la dirección (a), diferencia entre las ondas Vs1 y Vs2 (b), velocidades de las ondas Vs1 (c) y Vs2 (d) y planos de polarización de las ondas Vs1 (e). Calculadas mediante el software de Mainprice (1990) a partir de las orientaciones medidas para el olivino y el ortopiroxeno (Fig 2a y 2b), considerando una proporción olivino:ortopiroxeno de 60:40 y unas densidades de 3.27 kg/cm³ y 3.20 kg/cm³ respectivamente.