



serie NOVA TERRA

n° 24

2004

**GEOLOGÍA ESTRUCTURAL, PETROFÁBRICA Y
PETROFÍSICA DE LAS ECLOGITAS DE CABO
ORTEGAL (NO DE ESPAÑA)**

**B. Ábalos, K.G. Grassi,
D.M. Fountain y J.I. Gil Ibarra**

Geología Estructural, Petrofábrica y Petrofísica de las Eclogitas de Cabo Ortegal (NO de España)

B. Ábalos (1), K.G. Grassi (2,3), D.M. Fountain (3,4) y J.I. Gil Ibarguchi (5)

(1) Departamento de Geodinámica, Universidad del País Vasco, Apartado 644, E-48080 Bilbao

(2) Harleysville, Pennsylvania (Estados Unidos).

(3) Department of Geology and Geophysics, University of Wyoming, P.O.B. 3006, Laramie, WY 82071 (Estados Unidos).

(4) National Science Foundation, Earth Science Division, Room 785, 4210 Wilson Boulevard, Arlington VA222230-0001 (Estados Unidos).

(5) Departamento de Mineralogía y Petrología, Univ. del País Vasco, Apartado 644, E-48080 Bilbao

ISBN: 84-933799-0-5
Depósito Legal: C-0743-2004
Imprime: TÓRCULO
A Coruña, 2004

Fotografía de cubierta: Benito Ábalos

Aspecto microscópico de una eclogita con agrados policristalinos de onfacita

FICHA DE CATALOGACIÓN

ABALOS, B.; GRASSI, K. G.; FOUNTAIN D. M. Y GIL IBARGUCHI, J. I.

Geología estructural, petrofábrica y petrofísica de las eclogitas de Cabo Ortegal (NO España)/B. Ábalos, K.G. Grassi, D. M. Fountain y J. I. Gil Ibarruchi.- Santiago de Compostela: Ediciones Tórculo, 2004. - 86 pp.; 18 fig.; 40 fot; 25cm; (Serie Nova Terra 24)

Bibliografía: p. 73-86. - Incluye Índice

ISBN: 84-933799-0-5 D.L.: C-0743-2004

1.-Petrología 2. Estructuras 3. Eclogitas - Cabo Ortegal - Galicia - España 4. Europa

I. Tít. II. Universidade da Coruña, Instituto Universitario de Geología, ed III. Seminario de Estudos Galegos, Laboratorio Xeolóxico de Laxe, ed. IV. Universidad del País Vasco, ed. V. Serie

Índice

Resumen	3
Abstract	4
1. Introducción	5
2. Marco Geológico	9
3. Geología y Tectónica de las Eclogitas de Cabo Ortegal	12
3.1. Tipos de eclogitas	12
3.2. Características geoquímicas e isotópicas. Geocronología	12
3.3. Fases de deformación registradas y estructuras relacionadas con ellas	14
3.4. Edad del metamorfismo de alta presión	25
4. Microestructura y Petrografía de las Eclogitas	26
4.1. Las eclogitas masivas	26
4.2. Las eclogitas deformadas	27
4.3. Eclogitas con agregados policristalinos de onfacita	28
5. Fábrica de las Eclogitas	29
5.1. Fábrica de las eclogitas masivas	29
5.2. Fábrica de las eclogitas deformadas y con agregados policristalinos de onfacita	31
5.3. Interpretación de los mecanismos de la deformación de la onfacita	33
5.4. Régimen de la deformación cristaloplástica de la onfacita	36
5.5. Microfracturación de las eclogitas	38
6. Medidas Petrofísicas	42
6.1. Preparación de las muestras y métodos de laboratorio	42
6.2. Densidades y velocidades de propagación sónica	45
6.3. Coeficiente de Poisson	49
6.4. Anisotropía de las velocidades de propagación sónica	52
6.5. Cálculo de las propiedades sísmicas de las eclogitas	54
7. Discusión	63
7.1. Comportamiento reológico de las eclogitas	63
7.2. Detectabilidad geofísica de las eclogitas	66
7.3. Anisotropía sísmica de las eclogitas	69
8. Conclusiones	71
Bibliografía	73

RESUMEN

En este trabajo se estudian las velocidades de propagación de las ondas sísmicas compresivas y de cizalla en las eclogitas del complejo de Cabo Ortegal (Provincia de La Coruña, Noroeste de España) y se relacionan de una manera fundamental con su fábrica. Las antedichas propiedades dependen de la dirección en que se miden y sus variaciones reflejan un comportamiento claramente anisótropo que puede ser descrito con la ayuda de tensores de segundo orden. Las velocidades de propagación de las ondas sísmicas compresivas (V_p) que se han medido en los distintos tipos de eclogitas muestreados oscilan entre 7.3 y 8.4 km/s y su grado de anisotropía (AV_p) varía entre el 0.7 y el 3.2 %. Por su lado, las velocidades de propagación de las ondas de cizalla (V_s) oscilan entre 4.2 y 4.8 km/s y su anisotropía (AV_s) varía entre el 0.1 y el 3.4 %. Los coeficientes de Poisson calculados son bajos (entre 0.250 y 0.265) y están condicionados sólo en parte por el grado de retrogradación y deformación de las eclogitas.

Las velocidades de propagación (V_p y V_s) y su grado de anisotropía muestran una correlación clara con la fábrica de la onfacita en las eclogitas. Las direcciones según las cuales las velocidades de propagación son más altas están controladas por la orientación preferente de los ejes cristalográficos [001] de los granos de onfacita, mientras que las direcciones en las que las velocidades de propagación son más lentas lo están por la orientación cristalográfica preferente de los ejes [010] del mismo mineral. La organización e intensidad de la fábrica cristalográfica de la onfacita están controladas por varios factores entre los que destacan la temperatura, la intensidad y régimen de la deformación, y los mecanismos de deformación intervinientes, los cuales dependen además de las tasas o velocidades de deformación. La retrogradación sintectónica en condiciones metamórficas de alta presión de las asociaciones minerales eclogíticas formadas durante el pico termobárico conlleva una reducción de las velocidades de propagación de las ondas sísmicas de compresión y de cizalla. Los cambios microestructurales asociados a esta retrogradación pueden llegar a tener una incidencia mayor en las variaciones de los coeficientes sísmicos de reflexión (coeficiente de Poisson e impedancia) que los cambios mineralógicos asociados al desarrollo de fábricas miloníticas.

Los resultados obtenidos en este estudio se discuten desde varios puntos de vista complementarios. Por una parte, se destaca que la relación entre el origen profundo de las tectonitas eclogíticas estudiadas (más de 60 km de profundidad), su estructura y petrofábrica, sus propiedades sísmicas, y su disposición estructural entre gneises y granulitas (con propiedades sísmicas "corticales") y peridotitas (con propiedades sísmicas "mantélicas"), puede ser de gran interés para las investigaciones relacionadas con la sísmica de reflexión profunda de las suturas y de las zonas profundas de los orógenos, pudiendo ayudar en la interpretación de reflectores sísmicos profundos observados en ciertos orógenos a profundidades por debajo de la discontinuidad sísmica de Mohorovicic. Por otra parte, se discute el papel que podrían jugar las eclogitas en la organización del manto litosférico subcontinental bajo las regiones orogénicas. La diferenciación de eclogitas y peridotitas en base a su densidad, coeficiente de Poisson, velocidades de propagación, anisotropía y birrefringencia de las ondas sísmicas no es directa. En las zonas de subducción se forman continuamente volúmenes enormes de eclogitas de los que sólo una parte proporcionalmente pequeña se incorpora a los niveles someros de la corteza continental haciéndose accesibles a la observación directa. La mayor parte permanece a grandes profundidades en el manto, donde puede adquirir una fábrica tectónica al tiempo que experimenta procesos dinámicos de metamorfismo de alta y ultra-alta presión. El manto subcontinental de las suturas orogénicas en las que es posible reconocer paleozonas de subducción (zonas reflectoras de la litosfera, buzantes y muy localizadas) probablemente contiene niveles eclogíticos englobados por peridotitas mantélicas prácticamente transparentes pero sísmicamente anisótropas.

ABSTRACT

In this paper we study the relationships between compression and shear seismic wave velocities and the fabrics of eclogite samples from Cabo Ortegal (La Coruña province, Northwest Spain). Such rock geophysical properties are direction-dependent and their variations depict an anisotropic character that can be described with second-order matter tensors. Measured compressional (V_p) seismic wave propagation velocities range between 7.3 and 8.4 km/s among the different eclogite types considered, and their anisotropies (AV_p) are low (0.7-3.2 %). Shear wave propagation velocities (V_s) vary between 4.2 and 4.8 km/s, their anisotropy (AV_s) ranging between 0.1 and 3.4 %. Calculated Poisson ratios are low (0.250-0.265) and are constrained by the degree of deformation and retrogression of eclogite samples.

Seismic wave propagation velocities (V_p and V_s) and their anisotropy degree can be correlated notably with the crystallographic fabrics of omphacite in eclogites. Fast propagation directions are controlled by the preferred orientation of omphacite [001] crystal axes, whereas the slow propagation directions are controlled by the orientation of [010] axes. Omphacite crystallographic fabric patterns and intensity are themselves constrained by the temperature conditions prevailing during high pressure syn-metamorphic deformation, as well as by deformation intensity and regime, by the strain rate, and by the deformation mechanisms prevalent under such specific conditions. High-pressure syn-tectonic retrogression of peak eclogite-facies mineral assemblages is manifested by a decrease of compressional and shear wave propagation velocity absolute values. Microstructural transformations associated to such retrogression actually constrain the variations of seismic coefficients (impedance and Poisson ratios) to a larger extent than the mineral reactions associated to mylonitic fabric development.

The results presented in this study are discussed from various, complementary viewpoints. On one hand, we emphasize the deep origin of the eclogite tectonites studied (> 60 km), and of their large-scale structure, petrofabrics and seismic properties. The structural organization of Cabo Ortegal map-scale eclogite slices sandwiched between high-pressure gneisses, granulites (both with "crustal" seismic signatures) and peridotites (with a "mantle" seismic imprint) might be of interest for the study and interpretation of the deep (sub-Moho) reflectors imaged by some reflection seismic profiles surveyed across ancient orogens and sutures. On the other hand, it is also discussed the role of eclogite in the composition and structure of the subcontinental lithospheric mantle under orogens. Differentiation of eclogites and peridotites attending to their densities, Poisson ratios, and seismic wave propagation velocities, anisotropies and birefringence is not straightforward. Huge eclogite volumes are being continuously generated in subduction zones. Only a minor proportion is incorporated to the continental crust and is accessible to direct observation in shallower levels. Most of earth's eclogites remain buried at depth in the mantle, where they acquire tectonite fabrics as they experience dynamic metamorphic processes under high and very-high pressures (> 2.5 GPa). The subcontinental mantle at orogenic suture zones in which paleosubductions (localized, dipping reflectors within the sub-Moho lithosphere) have been imaged, likely are made of eclogite layers embedded in a sea of mantle peridotites seismically transparent but anisotropic.