

TECTONISM AND VULCANICITY OF THE PERMO-CARBONIFEROUS BASIN AND RANGE PROVINCE OF WESTERN EUROPE

Por V. LORENZ *

ABSTRACT

During the Carboniferous the elongated South Europe Plate was bounded by two fold belts which migrated away from a central continental ridge, pointing to two subduction zones along the NW and SE margins of South Europe retreating ocean-wards. Due to release of abundant water during subduction, dehydration and probable partial melting of former oceanic crust at the two subduction zones, one or several upper mantle diapirs formed. Rise of this hot upper mantle material caused widespread partial melting in the lower crust of South Europe and high temperature-low pressure metamorphism, and is believed to have reduced the thickness and rigidity of the South Europe Plate considerably.

Subduction of the Mid-European ocean crust northwest of South Europe finally led to collision with North America-Europe and subduction of the Tethys ocean crust led to collision of South Europe with Africa in the southwest. Both collisions terminated the orogenic activity at the sites of the fold belts. Approaching North America-Europe and Africa, South Europe collided with the irregularly rifted continental margins of the two adjacent plates. Enabled to do so by its reduced rigidity the South Europe Plate consequently deformed in order to fit the irregularities of the adjacent continental margins. The originally presumable collinear structures of South Europe were distorted and through rotations and translations a number of subplates formed separated from each other by major wrench faults. The late Hercynian geodynamic history of the various subplates developed along similar paths.

The hot upper mantle diapir caused regional uplift of the crust of South Europe, retreat of the sea and extensive erosion. In addition lateral spreading of the diapir led to regional crustal extension and formation of intermontane graben-like basins. Crustal spreading was initiated in the central continental ridge in uppermost Visean time while simultaneously in the northwest and southeast compressive stress regimes were maintained because of the continued activity of the subduction zones. Shortly afterwards the first basaltic

* Geologisches Institut, Johannes Gutenberg Universität, 65 Mainz 1, Deutsches Bundesrepublik.

and rhyolitic magmas gained access to the surface. Further spreading of the hot mantle material under the different subplates progressively enlarged the zone of formation of intermontane troughs and associated volcanism toward the former marginal foldbelts. As the Carboniferous gave way to the Permian, collisions between the three plates having already terminated, crustal spreading was intensified and the area of trough formation and the total number of troughs increased remarkably. Large quantities of basaltic and rhyolitic melts reached the surface, mainly within the troughs. Debris eroded from the neighbouring mountain ranges accumulated within the basins reaching maximum thicknesses of several kilometres.

The basaltic rocks are neither highly mafic nor highly alkaline and contain low amounts of TiO_2 , suggesting that they were derived from magmas of shallow mantle origin. The associated acid rocks on the other and are believed to be derived from magmas of crustal origin. The elevated heat flow indicated by these volcanic rocks, the widespread granites and the high temperature-low pressure metamorphism also affected the rocks within the Permo-Carboniferous basins, leading to alteration of the sediments —e. g. coalification of the organic matter, etc., and the volcanic rocks, resulting in melaphres, continental spillites, etc.

During the Permian the supply of hot mantle material diminished and doming and extension of the crust declined. A near peneplain formed and crustal subsidence ultimately allowed the sea to invade the continent by upper Permian time, marking the end of the Hercynian plate tectonic cycle.

RESUMEN

Durante el Carbonífero, la alargada placa Sudeuropea estaba limitada por dos cinturones plegados que emigraron alejándose de una elevación continental central y dirigiéndose hacia dos zonas de subducción situadas en los márgenes en regresión del océano al NW y SE de Europa. Debido a la liberación de abundante agua durante la subducción, deshidratación y probable fusión parcial de corteza oceánica antigua en las dos zonas de subducción, se formaron uno o varios diapiros del manto. La ascensión de este material caliente del manto superior provocó la fusión parcial extendida de la corteza inferior del Sur de Europa y metamorfismo de alta temperatura y baja presión; también se la cree responsable de haber reducido considerablemente el espesor y la rigidez de la placa Sudeuropea.

La subducción de la corteza oceánica medio-europea situada al Noroeste del Sur de Europa condujo a la colisión Norteamérica-Europa, y la subducción de corteza oceánica del Tethys llevó a la colisión Sur de Europa-Africa. Ambas colisiones finalizaron con la actividad orogénica en la zona de superposición de pliegues. Al acercarse a Norteamérica, Europa y Africa, el Sur de Europa chocó con los bordes continentales irregularmente fallados de ambas placas. La placa Sudeuropea se deformó para adaptarse a estas irregularidades de los márgenes continentales adyacentes, pudiendo hacerlo por su rigidez reducida. Las estructuras supuestamente colineares del Sur de Europa quedaron deformadas y se formaron una serie de subplacas por rotaciones y traslaciones, separadas unas de otras mediante fallas de desgarre importantes. La historia geodinámica hercínica terminal de las diferentes placas se desarrolló según directrices semejantes.

El diapiro de material caliente del manto superior provocó el levantamiento regional del Sur de Europa, la retirada del mar y una extensa erosión. Además, la expansión lateral del diapiro llevó a extensión crustal regional y la formación de cuencas intermontañosas en graben. La expansión crustal se inició en la elevación crustal media en el Visense superior, mientras que en el NW y SE se mantenía simultáneamente regímenes de compresión debido a la actividad continuada de las zonas de subducción. Algo más tarde llegaron a la superficie los primeros magmas basálticos y riolíticos. La expansión continuada del material caliente del magma bajo cada subplaca ensanchó progresivamente la zona de surcos intermontañosos y de vulcanismo asociado acercándola a los antiguos cinturones plegados. Al llegar el Pérmico habían terminado las colisiones entre las tres placas, se intensificó la expansión crustal y se incrementó mucho el área y número de los surcos. Llegaron a la superficie grandes cantidades de fundidos basálticos y riolíticos, fundamentalmente en los surcos. Los restos erosionados de las cadenas montañosas cercanas se acumularon en las cuencas, alcanzando un espesor máximo de varios kilómetros.

Las rocas basálticas no son ni muy máficas ni muy alcalinas; tienen poco TiO_2 , lo que indica un origen en magmas del manto más somero. Las rocas ácidas parecen tener origen en magmas crustales. El gran flujo térmico indicado por estas vulcanitas, la gran cantidad de granitos y el metamorfismo de alta temperatura y baja presión afectaron a las rocas de las cuencas permocarboníferas, produciendo la alteración de los sedimentos, por ejemplo, carbonización de la materia orgánica y de las rocas volcánicas, formándose melafiros y espilitas continentales.

Durante el Pérmico disminuyó el aporte de material caliente del manto y la extensión crustal y el arqueamiento disminuyeron. Se formó una penillanura casi perfecta y la subsidencia crustal permitió la invasión del continente por el mar en el Pérmico superior, cerrando el ciclo tectónico hercínico.

BIBLIOGRAFIA

- LORENZ, V., and NICHOLLS, I. A. (1976): *The Permocarboniferous Basin and Range Province of Europe. An application of plate tectonics*. In H. FALKE (ed.): *The Continental Permian in Central, West, and South Europe*. NATO ASI Series, C22, págs. 313-342 (Reidel, Dordrecht, Holland).
- LORENZ, V. (1976): *Formation of Hercynian subplates, possible causes and consequences*. Nature, núm. 262, págs. 374-377.
- LORENZ, V., and NICHOLLS, I. A.: *Tectonic processes within and between Hercynian crustal plates: a plate tectonic model* (en preparación).