

RESUMEN

Esta tesis doctoral trata del estudio de la estructura y evolución Cenozoica de la Cadena Costero Catalana (CCC) y zonas adyacentes. La CCC constituye un laboratorio natural para el estudio de la transición de un régimen tectónico compresivo a uno extensivo, así como de las interrelaciones existentes entre diversos procesos geológicos que tienen lugar a distintas escalas, como son: la flexión de la litosfera, los efectos térmicos asociados a la erosión o al *rifting*, la tectónica de fallas o procesos de superficie (erosión y sedimentación). Esta región fue sometida a diferentes regímenes tectónicos durante el Cenozoico: inicialmente compresión, que produjo inversión y levantamiento de cuencas Mesozoicas y dió lugar a la formación de cadenas montañosas, y posteriormente extensión, que conllevó el desarrollo de cuencas extensivas. La compleja geología observada en la actualidad en la CCC es el resultado del solapamiento de los efectos de estas fases tectónicas.

En esta tesis se ha hecho uso de una serie de modelos tectónicos para estudiar el modo en el que interactuaron los diferentes procesos geológicos que contribuyeron al desarrollo de la CCC. Asimismo, los resultados de los modelos sirven para desvelar aquellas partes del pasado geológico que permanecen pobremente conocidas por la falta o imposibilidad de obtener datos. Dichos modelos han sido constreñidos por una extensa base de datos geológicos y geofísicos (Capítulo 2), incluyendo un registro estratigráfico y estructural notablemente bien conservados.

Los Capítulos 3 y 4 abordan los rasgos generales (a gran escala) del noreste de Iberia. En el Capítulo 3 se usa un modelo flexural tridimensional que incorpora variaciones laterales de rigidez y estiramiento litosférico para identificar los factores que controlan la flexión de la Cuenca del Ebro y caracterizar la resistencia litosférica regional. Los resultados del modelo indican que la litosfera en la Cuenca del Ebro es relativamente resistente y que se flexiona hacia el norte bajo la acción de la carga topográfica de los Pirineos. Las cargas topográficas (tectónicas) por si mismas no pueden generar la subsidencia observada en la Cuenca del Ebro, siendo necesaria la inclusión de cargas ocultas bajo los Pirineos para explicar la flexión de la Cuenca del Ebro. Estas cargas ocultas están relacionadas con la presencia de cuerpos relativamente densos en profundidad que corresponden a elementos de la placa Ibérica subducidos bajo la placa Euroasiática. El estiramiento litosférico en el Surco de Valencia implica un levantamiento de sus flancos (incluida la CCC) que también afecta a la Cuenca del Ebro, suponiendo una elevación e inclinación hacia el oeste de sus márgenes más orientales. Las zonas levantadas de la Cuenca del Ebro se corresponden con aquellas zonas que han sufrido mayor erosión durante el Oligoceno-Mioceno, lo cual pone de manifiesto una estrecha relación entre procesos que tiene lugar a escala superficial y a escala litosférica.

Los resultados obtenidos en los Capítulos 3 y 4 indican también que la litosfera del Surco de Valencia es relativamente débil como consecuencia del *rifting* Neógeno. La interpretación conjunta de los resultados de estos modelos a escala regional con los datos geológicos y geofísicos disponibles sugiere que la resistencia de la litosfera se concentraba en niveles intracorticales (~15-16 km de profundidad) al principio de la fase extensiva Neógena, y que la

litosfera comenzó deformándose siguiendo un mecanismo de desacoplamiento mecánico vertical, si bien en la actualidad la litosfera responde a un modelo de deformación de desacoplamiento parcial.

Así pues, la CCC presenta una litosfera relativamente débil, que marca la transición entre dos dominios litosféricos diferenciados en términos de resistencia como son la Cuenca del Ebro y el Surco de Valencia. Dado que las CCC se desarrollaron sobre una zona de debilidad activa desde al menos el Mesozoico, es razonable suponer que la CCC no presentó una elevada resistencia.

Después de efectuar varios estudios de modelización a gran escala, se procede a analizar las CCC en un contexto más local, centrado en la corteza superior y en la parte central de las CCC (curso bajo del río Llobregat y ciudad de Barcelona). Así, en el Capítulo 5 se estudia la evolución térmica de la CCC, enfocando el análisis en los efectos del *rifting*, tectónica de fallas y los procesos de transporte en superficie (erosión y sedimentación). Según los resultados del modelo, el efecto térmico del *rifting* en el Surco de Valencia sobre el margen catalán se traduce en un incremento del gradiente geotérmico de unos 12 °C/km. La estructura térmica de la CCC fue principalmente perturbada por los procesos de erosión y sedimentación, como indican las historias térmicas extraídas de análisis de trazas de fisión en apatitos. Por contra, la actividad de fallas (normales o inversas) tuvo mínimas repercusiones en el campo geotérmico durante el Cenozoico. Los resultados del modelo concuerdan razonablemente bien con los de las trazas de fisión, con la excepción de algunas muestras que alcanzaron temperaturas muy altas (110 °C) en el tránsito entre las etapas compresiva y extensiva. Para explicar estas altas temperaturas se propone un mecanismo de convección forzada que pudo incrementar localmente el gradiente geotérmico.

Conocida la variación temporal del gradiente geotérmico (Capítulo 5), es posible traducir las historias térmicas de las trazas de fisión en historias de exhumación. Esta variación temporal de la exhumación se usa para constreñir el modelo de transporte del Capítulo 6, en el que se investiga la evolución Cenozoica de los movimientos verticales en las CCC, diferenciando entre las diversas contribuciones relativas a la variación de topografía relacionadas con la tectónica de fallas, la isostasia, la erosión y la sedimentación. Los resultados del modelo indican que la CCC fue principalmente levantada durante el Cenozoico por la actividad tectónica de sistemas de cabalgamiento, aunque otros factores, como la propagación hacia la Cuenca del Ebro del área afectada por el adelgazamiento sub-cortical Neógeno en el Surco de Valencia, también contribuyeron a mantener la zona elevada. Los efectos de la isostasia, de la erosión y de la sedimentación fueron del mismo orden de magnitud que los de la tectónica de fallas en el desarrollo de la topografía de las CCC. Las predicciones del modelo para la fase compresiva apuntan que hasta 1.3 km de material fueron erosionados en las zonas elevadas por los cabalgamientos, las cuales subsidieron isostáticamente hasta 1.2 km adicionales. La cadena montañosa formada durante la etapa compresiva tenía entre 1.2 y 1.9 km de altura al final de la misma. Durante el Neógeno, la fuerte subsidencia tectónica relacionada con la actividad de fallas normales y facilitada por la erosión de 1.6-2.3 km de material y contrarrestada por un rebote

isostático de 0.7-1.2 km y una sedimentación de hasta 4.5 km, dió lugar al relieve observado en la actualidad. La velocidad de la falla de Barcelona controló el levantamiento isostático de la zona durante el Neógeno y determinó la migración del máximo topográfico desde la Cadena Prelitoral hacia la Cuenca del Ebro.

Los resultados y conceptos expuestos en esta tesis constituyen la base para construir en el futuro modelos evolutivos tridimensionales que significarán un importante avance en el conocimiento de la geología del noreste de Iberia y del noroeste del Mar Mediterráneo.