

El tejido óseo cortical es el encargado de dar soporte y estructura a los vertebrados. Existe por tanto una necesidad de conocer y analizar mecánicamente su comportamiento desde los distintos niveles jerárquicos que lo componen, siendo mayor la complejidad y más escasos los estudios disponibles en la literatura cuanto más pequeña es la escala estructural que se analiza. Estos estudios son relevantes para comprender, prevenir y solucionar problemas de salud importantes que afectan al ser humano.

Desde el punto de vista mecánico es interesante evaluar y aplicar herramientas numéricas ingenieriles para el análisis de materiales más complejos como son los biológicos, incrementando el estado del arte en distintas disciplinas que pueden ser aplicadas en numerosos campos como la ciencia de los materiales, la biomecánica, los métodos numéricos o la medicina, entre otras.

En esta Tesis se analiza el comportamiento mecánico del hueso cortical a nivel microestructural, donde se modela mediante el método de los elementos finitos su unidad básica, la osteona. Para la obtención de las propiedades elásticas se considera en los modelos la microestructura compuesta por capas de colágeno mineralizado con diferentes orientaciones, dispuestas de manera concéntrica alrededor de los canales vasculares.

Se incluye además la utilización de modelos micromecánicos de elementos finitos que tienen en cuenta la composición heterogénea tanto para el nivel del microfibrilo de colágeno mineralizado (nivel ultraestructural) como para el nivel de lamela (nivel microestructural).

El análisis del fallo para geometrías realistas se aplica tras comparar varios modelos que involucran por un lado el crecimiento de grietas mediante condiciones de contacto y por otro, degradación de las propiedades elásticas del material mediante subrutinas de usuario del código de elementos finitos, siendo este último el que mejores resultados presenta desde el punto de vista del coste computacional. De esta manera se presenta una alternativa interesante que permite evaluar la propagación del daño a nivel tridimensional, lo que con otros métodos como el X-FEM puede ser computacionalmente inabordable.

Se aplican criterios de fallo utilizados para materiales compuestos en ingeniería estructural a las osteonas y los resultados se relacionan con los de los ensayos experimentales disponibles en la bibliografía, mostrando la relevancia de las tensiones de cortadura entre lamelas para la iniciación y propagación del daño. En un estudio bidimensional, también se muestra la participación importante en la fase de inicio de daño de las lagunas de osteocitos lo que es interesante desde un enfoque de mecanotransducción celular.