



Tarea 4

Fecha de entrega: 11-Mayo-2022, 23:59

Nota importante: Todos los desarrollos teóricos y códigos computacionales deben ser elaborados en forma individual. Los conceptos generales de los problemas pueden ser discutidos en grupos, pero las soluciones no deben ser comparadas. El informe debe contener todos los desarrollos teóricos, resultados numéricos, figuras y explicaciones pedidas para la tarea. Se considerará como parte de la evaluación de la tarea la correcta diagramación, redacción y presentación del informe, pudiendo descontarse hasta 2.0 puntos por este concepto.

Todos los códigos deben ser desarrollados en Python y documentados en un Jupyter notebook. Si necesita, puede también generar librerías auxiliares en formato .py. La entrega del informe es de forma electrónica mediante la plataforma Canvas, en formato PDF en un archivo cuyo nombre tenga el formato **Tarea04.ApellidoNombre.pdf**. De existir códigos auxiliares y generadores utilizados, debe incluirlos además en un archivo comprimido en formato zip junto al informe. **Incluya en su informe el número de horas dedicadas a esta tarea.** No se aceptarán tareas ni códigos después de la fecha y hora de entrega.

Bonus: Si la nota final de su tarea es $> 5,5$ y usted entrega su tarea escrita en \LaTeX usando el template del curso, y entrega el archivo .tex y figuras dentro del archivo ZIP subido a Canvas, se abonarán 0,5 puntos a la nota final de la tarea.

Problema 1: Considere los datos de prueba uniaxial de relajación de tensiones de una muestra de tejido de piel disponibles en Canvas, en donde se entrega la evolución de la tensión σ en función del tiempo. Se pide:

- I) Encontrar los parámetros que mejor ajustan el modelo de sólido lineal estándar a los datos experimentales de relajación de tensiones.¹
- II) Grafique los datos experimentales y la curva obtenida del modelo con los parámetros ajustados.
- III) En base a los parámetros obtenidos, grafique la función de *creep* $c(t)$ asociada a este material, con $\sigma_o = 100kPa$.

Problema 2: En el problema, usted simulará un ensayo de tensión uniaxial en un ligamento cruzado anterior (en inglés, ACL) usando el *software* FEBio. Para esto se pide,

- I) Lea detenidamente el artículo de Peña *et al.*, 2006, incluido en la carpeta complementaria. Ponga especial atención al modelo constitutivo desarrollado y los parámetros ajustados para el caso del ACL.
- II) A partir del archivo *ACL.fsm*, construya un modelo de elementos finitos no lineales para simular el ensayo de tracción. Considere lo siguiente:
 - Considere un material *transversely isotropic Mooney-Rivlin*, cuyas parámetros deben ser los reportados para el ACL por Peña *et al.*, 2006.

¹Considere un modelo de ajuste de mínimos cuadrados no lineales.

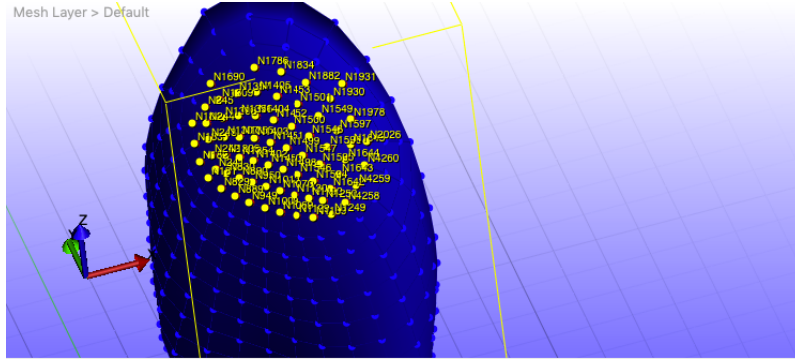


Figura 1: Puntos de la malla a los cuales se les aplica desplazamiento preescrito

- Aplique una condición de borde de empotramiento (en direcciones x, y, z) en el extremo inferior del ACL.
- Aplique, de manera incremental, una deformación preescrita² de 3.6 mm sobre los puntos de la malla mostrados en la Figura 1.

A partir de lo anterior, se pide entregar:

- a) Un gráfico de fuerza *vs* desplazamiento.³
- b) Un gráfico del campo de tensiones máximas (y mínimas) y el campo vectorial de direcciones principales asociadas, al final del ensayo.
- c) Un gráfico del campo de deformaciones lagrangeana máximo (y mínimo) y el campo vectorial de direcciones principales asociadas, al final del ensayo.
- d) Entregar una animación que muestre cómo el tejido se deforma a medida que se aumenta el desplazamiento vertical.

²*Prescribed Displacement*

³Para el cálculo de la fuerza, integre las reacciones en los nodos con desplazamiento preescrito.