



HAL
open science

SEGMENTACIÓN ÓSEA MEDIANTE 3D SLICER

Duván Argüello Angulo, Octavio Andrés González Estrada

► **To cite this version:**

Duván Argüello Angulo, Octavio Andrés González Estrada. SEGMENTACIÓN ÓSEA MEDIANTE 3D SLICER. [reportType_6] Research Group on Energy and Environment (GIEMA). 2019. <hal-02021699>

HAL Id: hal-02021699

<https://hal.science/hal-02021699v1>

Submitted on 16 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

RESEARCH REPORT

SEGMENTACIÓN ÓSEA MEDIANTE 3D SLICER

Duván Alejandro Argüello Angulo
Octavio Andrés González-Estrada

A014
Bucaramanga 2019

Research Group on Energy and Environment – GIEMA
School of Mechanical Engineering
Universidad Industrial de Santander

Duvan Alejandro Arguello Angulo, Octavio Andrés González-Estrada, *Segmentación ósea mediante 3D Slicer*, GIEMA, Universidad Industrial de Santander. Research report, Bucaramanga, Colombia, 2019.

Abstract: This document is a procedural guide about segmentation process applied to vertebra study through free Open-Source software 3D Slicer. The aim is to explore the capabilities of the software to improve the time and precision of the segmentation results with the tools in the program. The *Region from seeds* option was the best choice. It reduces the time-process more than the Otsu algorithm, in the thresholding alternative. Although, in both cases it was necessary the use of manual tools to complete the segmentation correctly, *Region from seed* reduced the problem to only one vertebra.

Keywords: 3D Slicer, Segmentation, Threshold, Otsu, Region Growing.

Correspondence: agonzale@uis.edu.co

Research Group on Energy and Environment – GIEMA
School of Mechanical Engineering
Universidad Industrial de Santander
Ciudad Universitaria
Bucaramanga, Colombia

email: giema@uis.edu.co <http://giema.uis.edu.co>

Segmentación ósea mediante 3D Slicer

Duván Argüello¹, Octavio Andrés González-Estrada¹

¹GIEMA, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, Email: duvan260@gmail.com, agonzale@uis.edu.co

ABSTRACT

El presente documento es una guía básica del proceso de segmentación de imágenes médicas mediante las herramientas disponibles en 3D Slicer que se ajuste al estudio óseo, específicamente de vértebras. Se evidenció que el proceso que mejor se adapta es *Region Growing*, ya que permite la delimitación de una única vértebra, lo que reduce considerablemente el tiempo de procesamiento comparado con la alternativa de *thresholding* mediante el algoritmo de Otsu.

KEYWORDS: Segmentación, 3D Slicer, Threshold, Otsu, Region growing.

1. Introducción

En el grupo de investigación GIEMA hemos considerado los desafíos fundamentales de la ingeniería para definir las líneas de investigación del grupo, según lo propuesto por la UNESCO. Nos centramos en los objetivos de desarrollo sostenible e incluimos, por ejemplo, investigación sobre nuevos materiales [1]–[4], energía asequible y limpia [5]–[9], innovación de la industria [10]–[14], buena salud y bienestar [15]. Con respecto al reto de buena salud y bienestar, es importante aprovechar las herramientas disponibles para avanzar en el desarrollo de medicina personalizada, como es el caso de las herramientas computacionales [16], [17] que permiten representar cada vez con mayor detalle las complejidades de los sistemas biológicos.

En el área de la bioingeniería es cada vez más relevante el uso de herramientas numéricas, como p. ej. el análisis por elementos finitos (FEA), para la definición de modelos de tejidos del cuerpo humano u otros seres vivos cada vez más cercanos a los reales [18], [19]. Para obtener los modelos a estudiar se realiza una segmentación del órgano o porción de órgano, según convenga, dicho proceso se compone de una serie de pasos que busca delimitar el área de trabajo, asignarle sus propiedades y crear el modelo para su futuro análisis por medio de FEA. En esta guía se explicarán los pasos a seguir para realizar la segmentación de una porción de hueso, preparando el modelo para el FEA.

3D Slicer [20] es una plataforma de código abierto creada para la visualización y procesamiento de imágenes médicas, siendo una de las más reconocidas en las investigaciones gracias a su facilidad para la creación de algoritmos como extensiones del software. Es utilizada para gran cantidad de análisis de enfermedades y rehabilitación. En su página principal se puede encontrar una gran documentación acerca de su manejo, video tutoriales, publicaciones, etc. Los tutoriales en la página oficial <https://www.slicer.org/wiki/Documentation/4.10/Training> permiten el manejo casi completo de la herramienta, aplicados para muchos estudios médicos y se caracterizan por ser muy explícitos, además de contar con ejemplos e imágenes de práctica integrados al propio programa.

La aplicación sugiere algunos requerimientos mínimos como 2 GB de RAM y una tarjeta de memoria gráfica de 64 MB y está disponibles para Windows, Linux y Mac OS X <https://download.slicer.org/>.

2. Métodos

Se probarán las opciones de segmentación manual mediante “thresholding” y semiautomática con “Region Growing” sobre un archivo DICOM de una tomografía axial computarizada de referencia anónima, con el fin de segmentar una vértebra, para evaluar el desempeño y agilidad de los procesos.

3. Resultados

3.1. Preparación de las imágenes

Una vez cargadas las imágenes, el primer paso sugerido para la segmentación es realizar el recorte por medio del ROI (Region of interest) para acotar el área a trabajar. Este proceso se realiza en la opción “Volume Rendering” del menú desplegable en la barra de herramientas. Al dar clic en la opción, se abre un cuadro que permite divisar el marco que permite delimitar el espacio, modificando los límites en las vistas bidimensionales. Conjuntamente, es necesario activar la opción “crop” para eliminar las partes externas al recuadro.

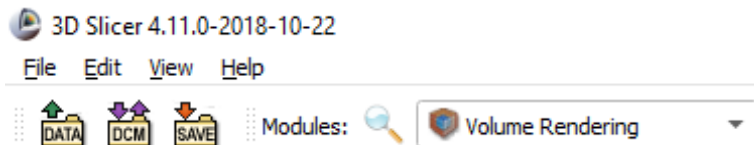


Figura 1. Opción “Volume Rendering”. Fuente. Elaboración propia.

La siguiente herramienta es “Crop Volume”, la cual nos permite acceder a las imágenes que quedaron enmarcadas con el fin de facilitar el trabajo de segmentación y se puede encontrar digitando la palabra dentro de la barra de herramientas, lo cual hace que se despliegue el menú que permite modificar las opciones de corte que, para este caso específico, se pueden dejar como vienen predeterminadas. Una vez se aplican los cambios, las vistas bidimensionales se acotan al área que fue predefinida con el ROI.

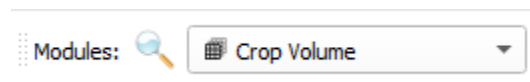


Figura 2. Opción “Crop Volume”. Fuente. Elaboración propia.

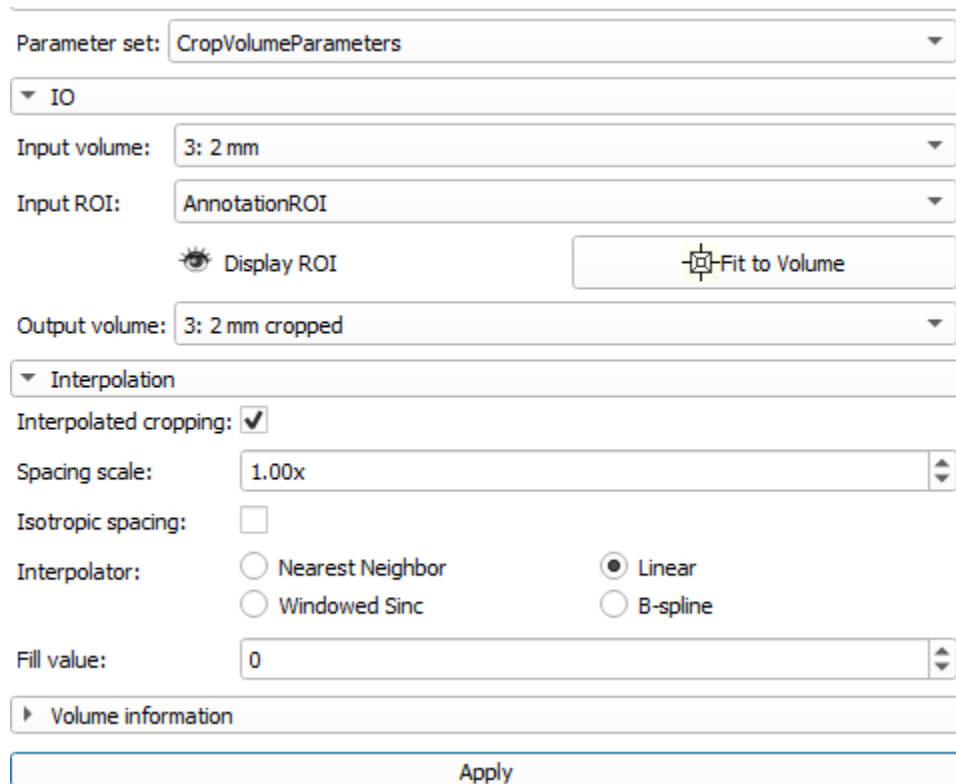


Figura 3. Menú de configuración “Crop Volume”. Fuente. Elaboración propia.

El ajuste de contraste es uno de los pasos más importantes en la segmentación, ya que permitirá definir lugares que, como la separación entre vértebras y demás, posiblemente no sean visibles con la configuración predeterminada. Para ello, es necesario entrar a la herramienta Volumes, en la barra de herramientas o en el menú desplegable.



Figura 4. Opción Volumes. Fuente. Elaboración propia.

El programa ofrece varias opciones para la visualización de contraste, dependiendo del problema que se esté trabajando, como análisis cerebral, torácico, abdominal, óseo, entre otros. Este último es el que representa mejor estudio, por lo tanto, será seleccionado. Aparte de esto, en las vistas bidimensionales es posible ajustar estos valores, desplazándose con el clic izquierdo a través de la imagen, hasta obtener unos resultados que permitan identificar las partes. Una vez finalizado, se recomienda bloquear el acceso a las modificaciones a través del candado que se muestra en la figura, para evitar que se cambie la configuración previamente establecida.

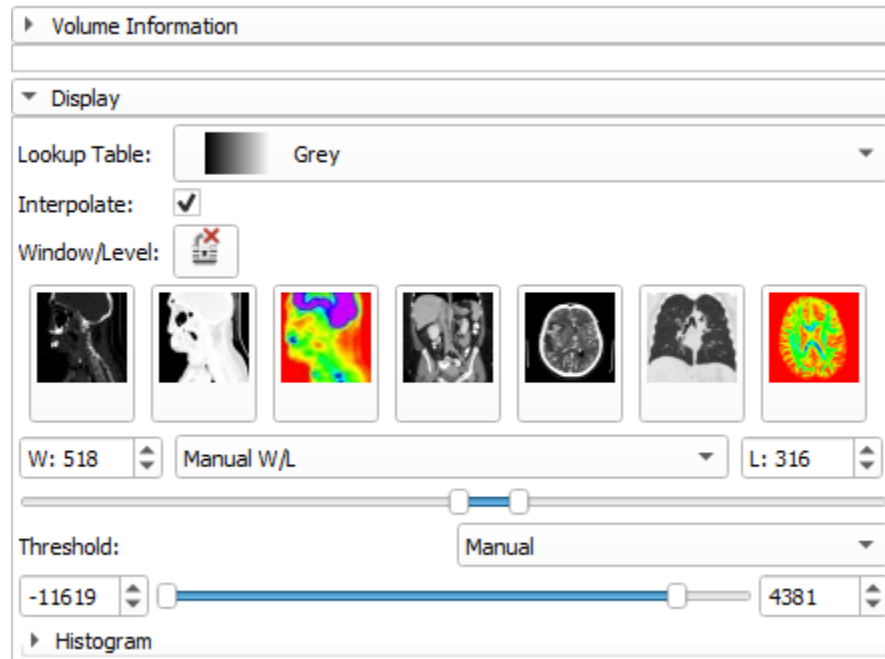


Figura 5. Menú de configuración: Volumes. Fuente. Elaboración propia.

3D Slicer ofrece gran variedad de herramientas para facilitar y agilizar el proceso de segmentación, teniendo en cuenta que es manual. Algunas de estas son, por ejemplo, “Level tracing” la cual genera un área adaptable a regiones en donde el valor de contraste sea similar, “Scissor” que permite cortar partes delimitadas dentro de un límite creado manualmente por el usuario, entre otras herramientas que, a pesar de que fueron evaluadas, no serán mencionadas debido a que no presentan suficiente utilidad en este estudio.

3.2. Thresholding

Como primer paso, el thresholding permite realizar una pre-segmentación mediante el ajuste del umbral luego de crear el proceso de segmentación en la opción “Add” como se muestra en la figura 6, en el “Segment Editor” de la barra principal de herramientas. Al modificar el rango, las vistas bidimensionales muestran automáticamente las regiones que serían acogidas por el rango (figura 7). 3D Slicer cuenta con la opción de “thresholding” automático mediante un algoritmo denominado Otsu. Dicho algoritmo es muy útil en este caso, ya que permite segmentar el hueso cortical. Esto genera que el proceso de segmentación con herramientas manuales sea mucho más simple, ya que solo sería necesario rellenar espacios internos correspondientes al tejido trabecular. Solo basta con accionar el botón de “Set” al lado de la opción “Otsu”.

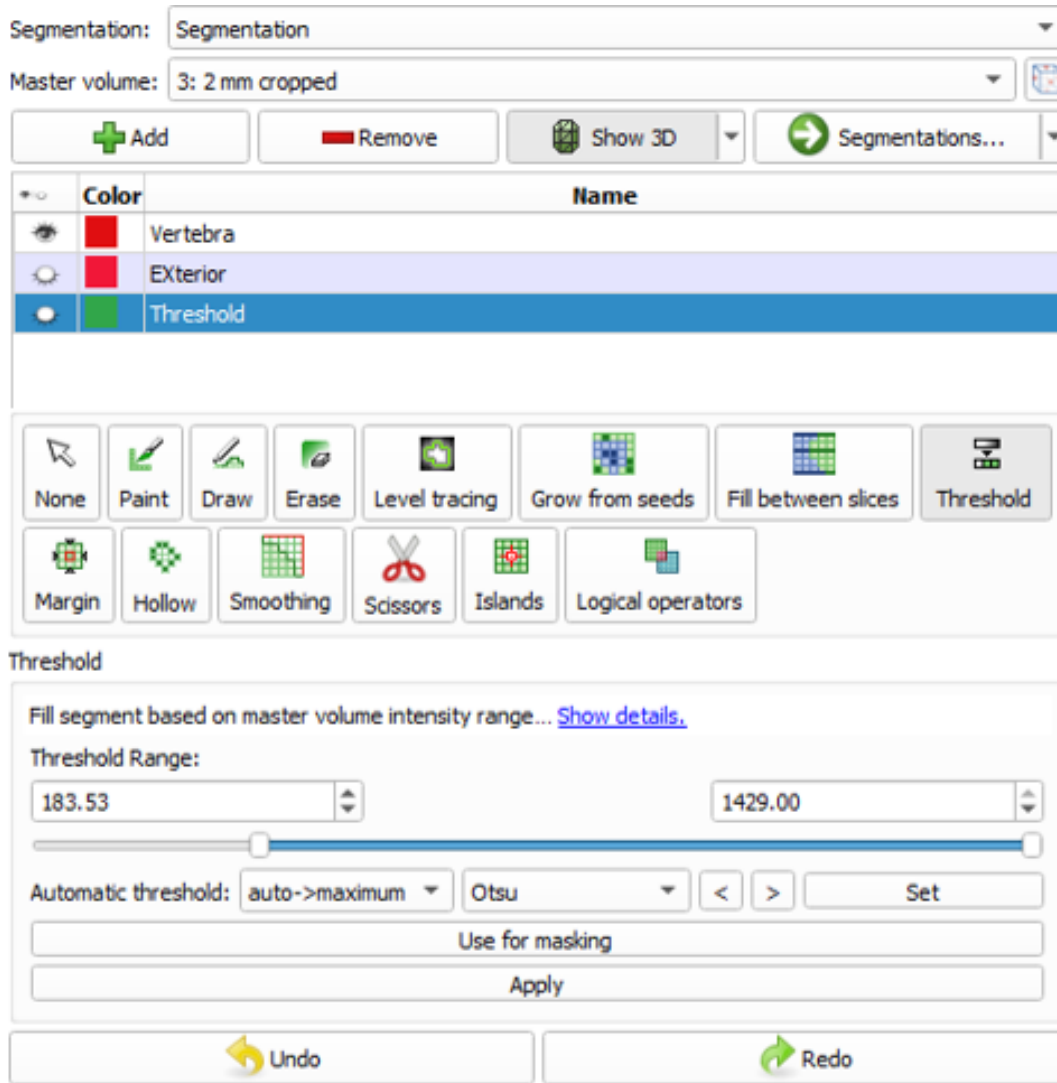


Figura 6. Menú de configuración de “thresholding”. Fuente. Elaboración propia.

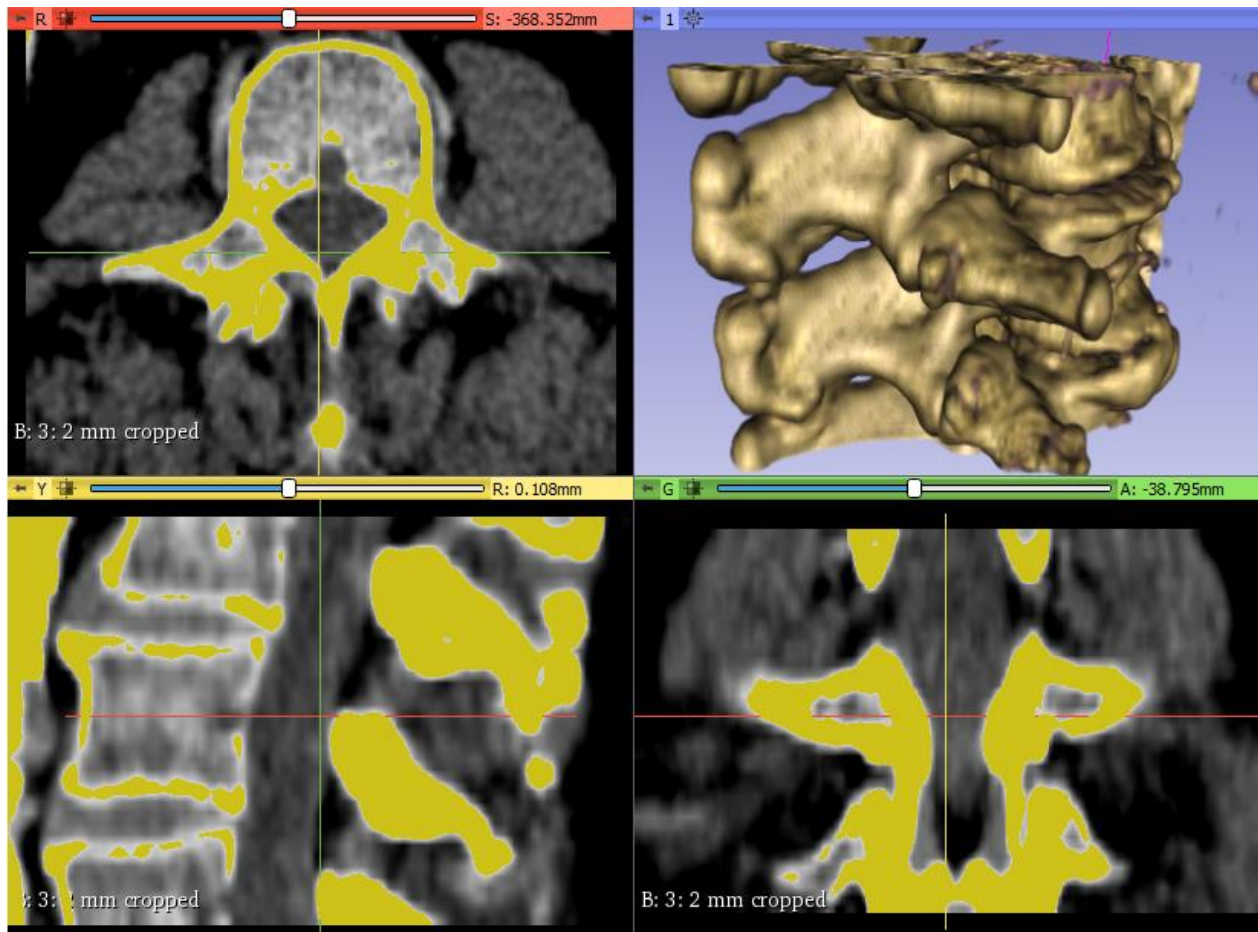


Figura 7. Segmentación mediante algoritmo “Otsu”. Fuente. Elaboración propia.

3.3. Region Growing

“Region growing” es una herramienta de reconstrucción semiautomática, basada en el crecimiento de semillas ubicadas por el usuario, con el fin de que se generen regiones con propiedades similares a dichas semillas. Una vez se tiene lista la configuración presentada en 3.1, se crea un proceso de segmentación en el botón “Add” del “segmentor editor”.

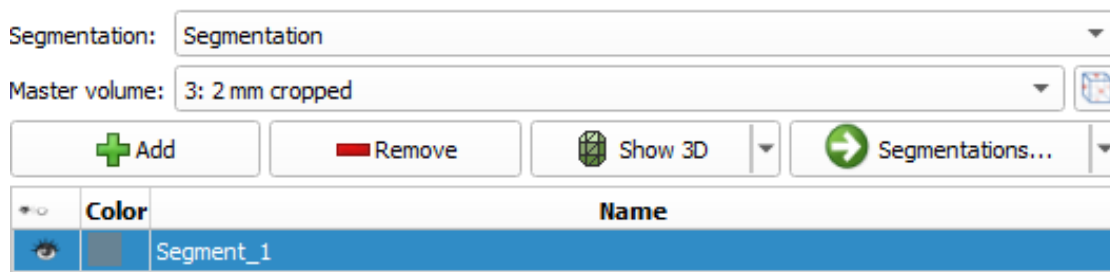


Figura 8. Creación de un nuevo proceso en "Segmentor Editor". Fuente. Elaboración propia.

Con este primer apartado llamado segment_1, se marcará todas las áreas que no pertenecen a la vértebra que se está estudiando. Para ello, se puede utilizar la herramienta Paint. No es necesario colorear toda el área, con pequeñas secciones, especialmente en las divisiones de las vértebras es suficiente.

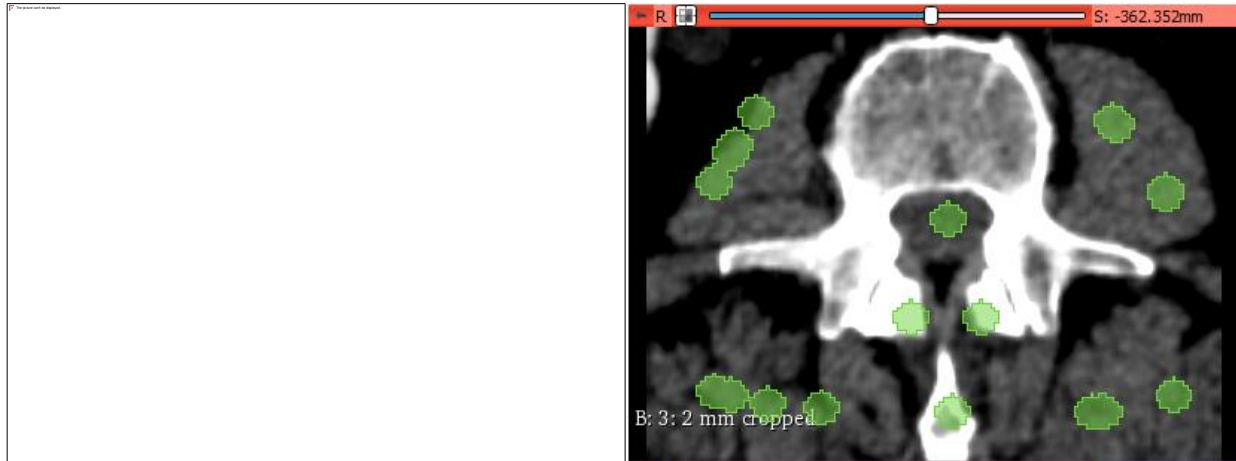


Figura 9. Selección de la región exterior de la vértebra mediante "Paint" para el proceso "Region Growing". Fuente. Elaboración propia.

El siguiente paso es crear un segundo proceso de segmentación para seleccionar la vértebra correspondiente al estudio. De igual forma, se selecciona el área de interés con "Paint". Se recomienda cambiarle de color al lado del nombre, con un color que contraste bien y se diferencie del inicialmente escogido.

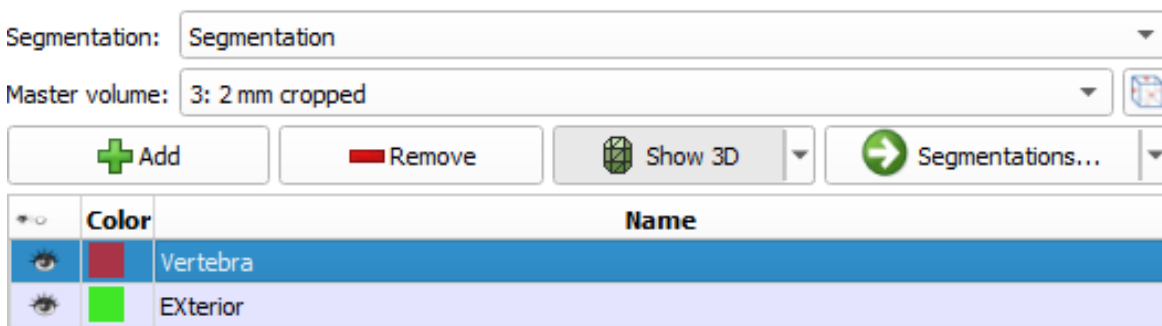


Figura 10. Segmentaciones para completar el proceso "Region growing". Fuente. Elaboración propia.

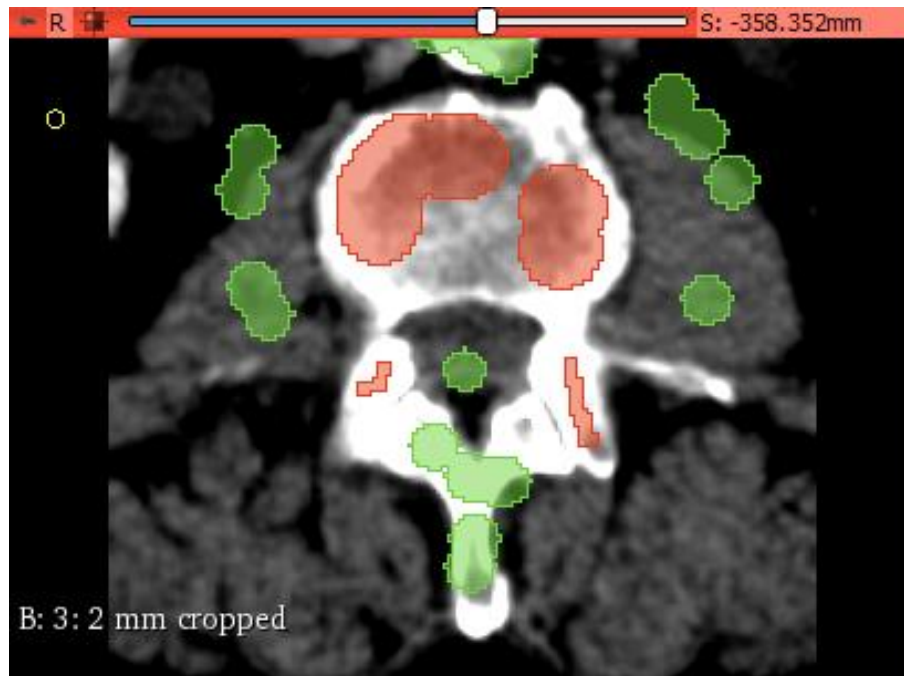


Figura 11. Vista bidimensional de la selección de áreas para iniciar el "Region Growing". Fuente. Elaboración propia.

Finalmente, queda activar la opción "Grow from seed", allí se encuentra el botón "Initialize" para iniciar el proceso y "apply" para que se guarde la segmentación.

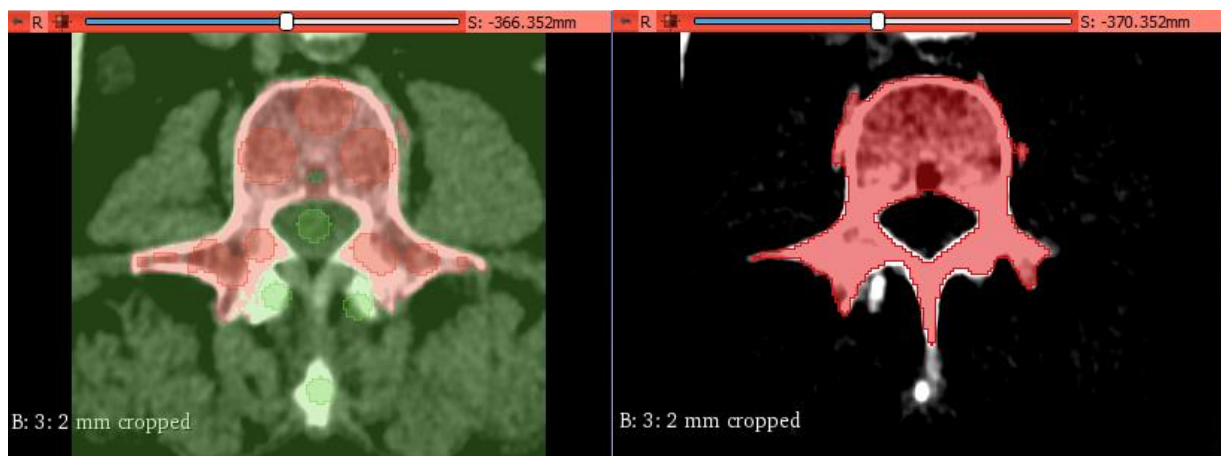


Figura 12. Resultado del proceso "Region Growing" en las vistas bidimensionales. Fuente. Elaboración propia.

Para visualizar el volumen, es necesario seleccionar "Show 3D" y volver al menú de "Volume Rendering" para desactivar el volumen que previamente habíamos generado haciendo clic en el ícono del ojo al lado del menú desplegable de "Volume".

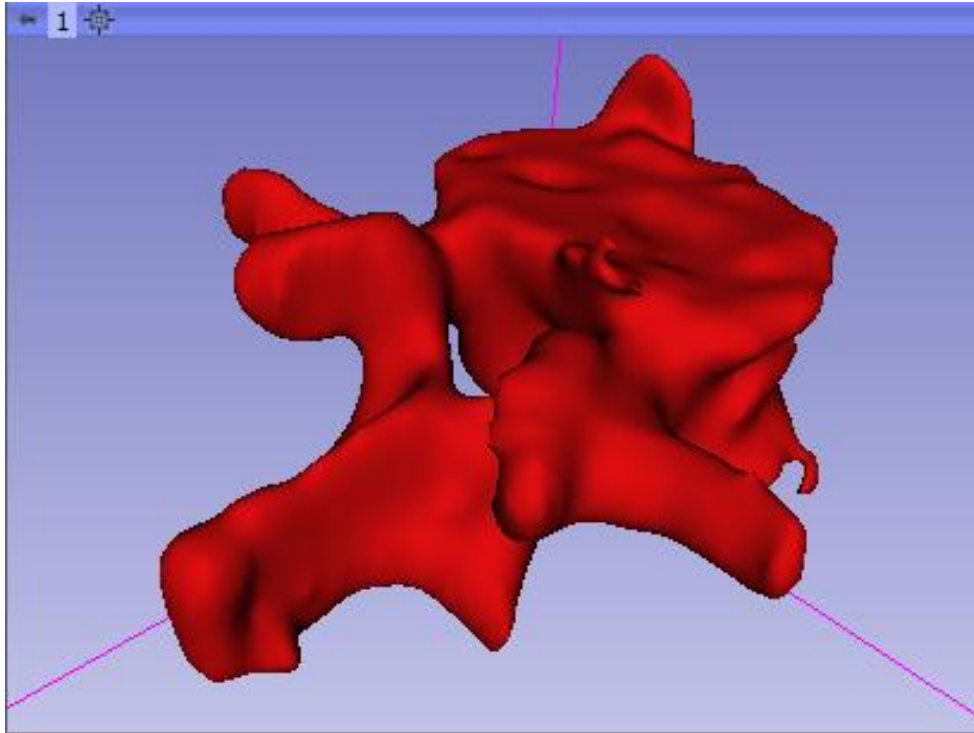


Figura 13. Volumen generado mediante "Region Growing". Fuente. Elaboración propia.

Se puede observar que se presentan irregularidades en la superficie, incluso después de suavizarla. Además, en las vistas bidimensionales se visualiza que aún quedan partes del hueso cortical sin segmentar, lo que a la larga reduce considerablemente el volumen de la vértebra. Para obtener una mejor calidad de la segmentación, las opciones del "Paint" para rellenar espacios en blanco, Island para eliminar regiones despegadas a la vértebra y el suavizado para corregir imperfecciones.

Finalmente, para exportar el modelo en formato STL solo es necesario ubicarse en "Segmentation" y "Export to files". Allí, solo falta seleccionar la carpeta en la que desea guardar el archivo y la escala, y se da clic en "Export".

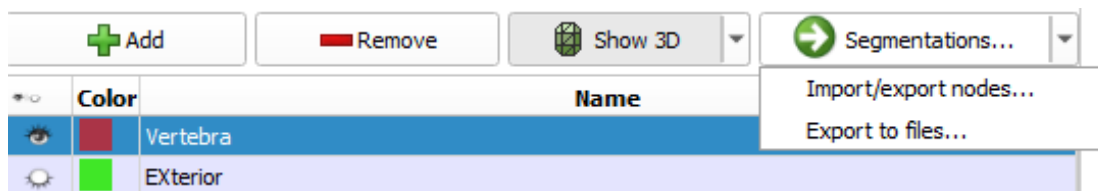


Figura 14. "Segmentations" para la exportación del modelo. Fuente. Elaboración propia.

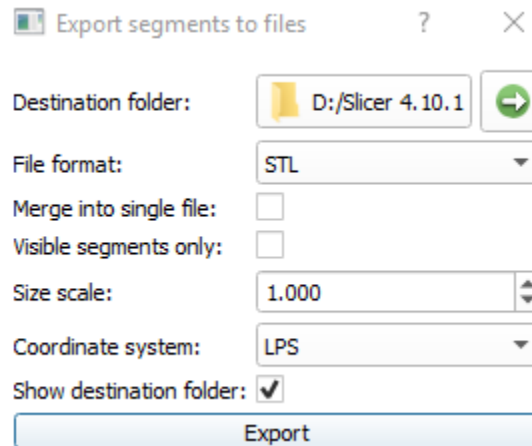


Figura 15. Menú de opciones de exportación. Fuente. Elaboración propia.

4. Conclusiones

Para manejar bien el software, es necesario realizar los tutoriales que ofrece el programa, ya que las herramientas no son secuenciales.

El hecho de que las herramientas necesarias para realizar la segmentación no se encuentren debidamente ordenadas en línea con el proceso, el proceso se torna más complicado en relación a otro software.

Para cualquier procedimiento, ya sea mediante “thresholding” mediante el algoritmo “Otsu”, o por medio de “Region Growing”, es necesaria la intervención posterior de herramientas como Paint para arreglar los modelos.

La mejor opción para reducir el tiempo de la segmentación es por medio de “Region Growing”, ya que a diferencia de “thresholding”, se puede acotar una sola vértebra mediante la buena selección de las áreas de interés, así, las modificaciones manuales posteriores serán mucho más fácil, debido a que solo faltaría rellenar espacio en blanco en los límites y en el interior, los cuales son mucho menos que en “threshold”.

El seguimiento dado en el transcurso del texto no es estrictamente el único y posiblemente no sea el más rápido, pero si el sugerido para el análisis específico del programa para evitar confusiones con las herramientas y los menús. El proceso de obtención del modelo tridimensional no se realizó siguiendo únicamente esta secuencia, así que es posible recrear la segmentación alterando la secuencia de algunos apartados.

5. Referencias

- [1] E. Martínez, O. A. González-Estrada, and A. Martínez, “Evaluación de las propiedades tribológicas de materiales compuestos de matriz metálica (MMCs) procesados por técnicas de fabricación aditiva con haz láser (SLM),” *Rev. UIS Ing.*, vol. 16, no. 1, pp. 101–114, 2017.

- [2] O. A. González-Estrada, G. Díaz, and J. E. Quiroga Mendez, “Mechanical Response and Damage of Woven Composite Materials Reinforced with Fique,” *Key Eng. Mater.*, vol. 774, pp. 143–148, 2018.
- [3] J. S. León B, O. A. González-Estrada, and A. Pertuz, “Damage in Fibreglass Composite Laminates Used for Pipes,” *Key Eng. Mater.*, vol. 774, pp. 155–160, 2018.
- [4] O. A. González-Estrada, A. Pertuz, and J. E. Quiroga Mendez, “Evaluation of Tensile Properties and Damage of Continuous Fibre Reinforced 3D-Printed Parts,” *Key Eng. Mater.*, vol. 774, pp. 161–166, 2018.
- [5] K. Molina, D. Ortega, M. Martínez, W. Pinto Hernández, and O. A. González-Estrada, “Modelado de la interacción fluido estructura (FSI) para el diseño de una turbina eólica HAWT,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 17, no. 2, pp. 269–282, 2018.
- [6] Á. O. Díaz-Rey, J. E. González-Gil, O. A. González-Estrada, Á. Díaz Rey, J. González Gil, and O. A. González-Estrada, “Análisis de un generador de HHO de celda seca para su aplicación en motores de combustión interna,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 17, no. 1, pp. 143–154, 2018.
- [7] Y. J. Rueda Ordóñez, K. K. Tannous, Y. Rueda-Ordóñez, and K. K. Tannous, “Análisis cinético de la descomposición térmica de Biomasa aplicando un esquema de reacciones paralelas independientes,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 16, no. 2, pp. 119–128, 2017.
- [8] D. F. Rueda-Pepinosa and Z. I. Ramos-Rodríguez, “Revisión de la Implementación del Servicio de IPTV sobre Redes Inalámbricas y Móviles con Calidad de Servicio (QoS).,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 12, no. 1, pp. 39–50, 2013.
- [9] G. González, N. Prieto, and I. Mercado, “Large Eddy Simulation (LES) Aplicado a un lecho fluidizado gas – sólido . Parte I : Reactor a escala de laboratorio,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 17, no. 1, pp. 93–104, 2018.
- [10] A. Ramirez-Matheus, M. Díaz-Rodríguez, and O. A. González-Estrada, “Estrategia de optimización para la síntesis dimensional de un robot paralelo 5R para una aplicación de mesa de corte,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 16, no. 2, pp. 197–206, 2017.
- [11] A. Ayestarán, C. Graciano, and O. A. González-Estrada, “Resistencia de vigas esbeltas de acero inoxidable bajo cargas concentradas mediante análisis por elementos finitos,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 16, no. 2, pp. 61–70, Sep. 2017.
- [12] L. Lache, A. P. León, E. Bravo, L. E. Becerra, and D. Forero, “Las tecnologías de información y comunicación como prácticas de referencia en la gestión de conocimiento : una revisión sistemática de la literatura,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 15, no. 1, pp. 27–40, 2016.
- [13] D. Machado-Mercado, G. Herrera-Murgas, J. Roldán-Mckinley, and J. Díaz-González, “Una herramienta computacional didáctica para el análisis cinemático de mecanismos planos de cuatro barras,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 14, no. 1, pp. 59–69, 2015.
- [14] Y. Jin, O. A. González-Estrada, O. Pierard, and S. P. A. Bordas, “Error-controlled adaptive extended finite element method for 3D linear elastic crack propagation,” *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, vol. 318, pp. 319–348, 2017.
- [15] S. A. Ardila Parra, O. A. González-Estrada, and J. E. Quiroga Mendez, “Damage Assessment of Spinal Bones due to Prostate Cancer,” *Key Eng. Mater.*, vol. 774, pp. 149–154, 2018.
- [16] O. A. González-Estrada, S. Natarajan, and C. Graciano, “Reconstrucción de tensiones para el método de elementos finitos con mallas poligonales,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 16, no. 1, pp. 23–34, 2017.
- [17] E. Nadal Soriano, M. J. Rupérez, S. Martínez Sanchis, C. Monserrat Aranda, M. Tur, and F. J. Fuenmayor, “Evaluación basada en el método del gradiente de las propiedades elásticas

- de tejidos humanos in vivo,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 16, no. 1, pp. 15–22, Oct. 2017.
- [18] F. Valencia-Aguirre, C. Mejía-Echeverría, and V. Erazo-Arteaga, “Desarrollo de una prótesis de rodilla para amputaciones transfemorales usando herramientas computacionales,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 16, no. 2, pp. 23–34, 2017.
- [19] C. Mejía-Blandón, L. Bustamante-Goez, and J. Villarraga-Ossa, “Influencia de las condiciones de carga en la generación de úlceras por presión internas en amputados transfemorales,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 17, no. 1, pp. 223–232, 2018.
- [20] A. Fedorov *et al.*, “3D Slicer as an image computing platform for the Quantitative Imaging Network,” *Magn. Reson. Imaging*, vol. 30, no. 9, pp. 1323–1341, 2012.