

ANEXO 1

MANUAL DE COMPILACIÓN Y USO APLICACION 1 DE SITKHR: Simulación de Intervenciones TKR y THR

DESCRIPCIÓN APLICACIÓN 1

Como resultado de la exploración de las librerías y aplicaciones Software, se presenta el desarrollo del módulo de análisis, reconstrucción y visualización de imágenes médicas enfocadas a la simulación de las intervenciones para el tratamiento de fracturas de huesos largos que utilizan clavos intramedulares, TKR y THR. Se puede aplicar en cualquiera de estos tres casos, teniendo en cuenta el uso de imágenes y modelos específicos.

Algunas características del modulo denominado APL1_SITKHR (Simulación de Intervenciones TKR y THR) son:

- Visualización y procesamiento de imágenes radiográficas en formato DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) con marcación de puntos de referencia.
- Herramienta para el corte de imágenes en cualquier plano anatómico o una sección específica de acuerdo a las marcas del usuario.
- Herramienta software para la obtención de un modelo mixto superficial/volumétrico en cualquier zona, eje y dimensión de la imagen DICOM. Asumiendo los ejes [x, y, z] si se manejan mas de una imagen (slice).
- Asignación morfológica de tamaños para las partículas del modelo volumétrico con aplicación en el renderizado háptico.
- Reconstrucción de tejidos específicos de la imagen DICOM, con la posibilidad de exportarlos en diferentes formatos de visualización gráfica tridimensional.

COMPILAR APLICACIÓN 1

Para compilar APL1_SITKHR se asume una que librerías VTK, ITK y QT han sido instaladas previamente, con versiones mínimas:

- vtk-5.4.2

- InsightToolkit-3.8
- qt-win-opensource-src-4.5.3

Las pruebas se desarrollaron con el Compilador Microsoft Visual Studio C++ 2005 y la herramienta de plataforma cruzada CMake v.2.6.

Copie el contenido APL1_SITHKR_SOURCE y cree además un directorio APL1_SITHKR_BIN.

Ejecute CMake 2.6 (deprecated), indicando la ubicación de C:\...\SOURCE y C:\...\BIN donde compilara la aplicación. Seleccione el programa de compilación, para este caso MSVC 8.0 2005. Si tiene mas de una versión instalada para ITK se generara un mensaje de error, que se soluciona indicando manualmente los directorios de ejecución (bin) de cada librería, tenga cuidado con las versiones que selecciona. El procedimiento puede repetirse para VTK.

Una vez configurado el proyecto con CMake, abra el archivo de Sln en el directorio BIN y compílelo en versión Debug, Release o ambos según como haya instalado VTK e ITK. Estos pasos se resumen en la figura 1.

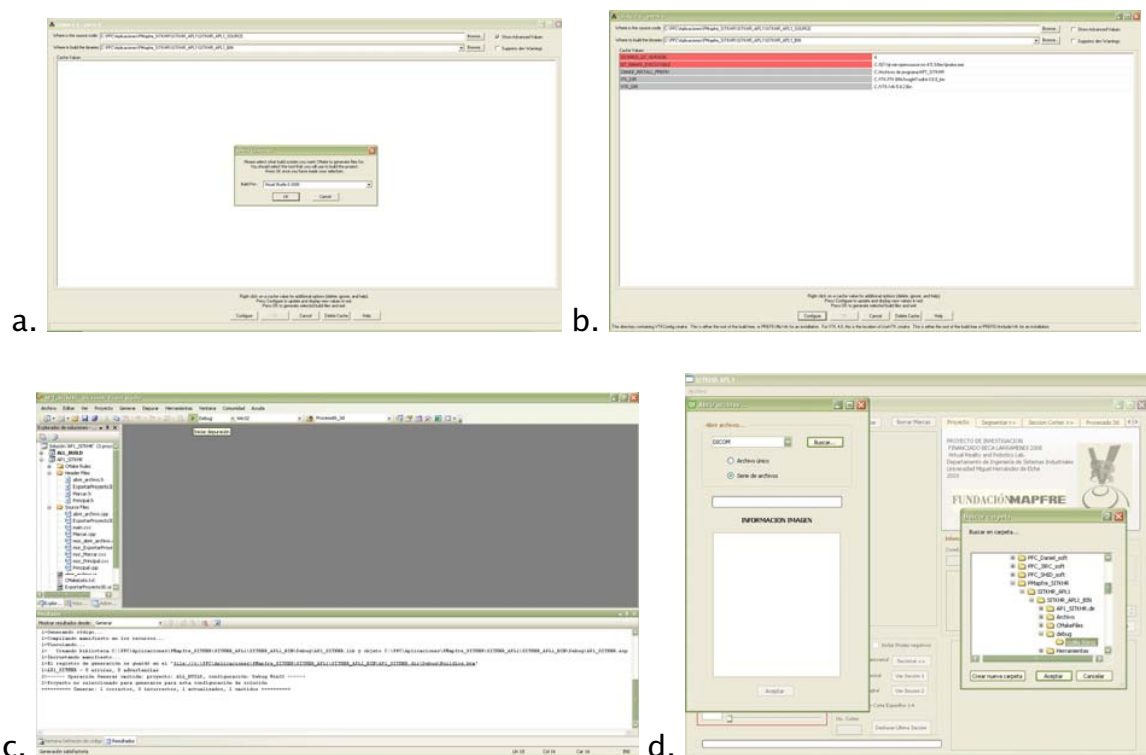


Figura 1. Pasos de compilación de APL1_SITKHR.

MANUAL DE USUARIO APLICACIÓN1

En la figura 2 se presenta una imagen general de la Herramienta de Software APL1_SITHKR, la cual se divide en tres etapas con opciones propias para visualización y procesamiento. A continuación se realiza una breve descripción de cada sección:

Etapas 1: Opciones Visualización imágenes DICOM o Metafile.

- E1.1: Carga de imágenes e interacción con el ratón para visualizar los planos transversal, coronal y sagital.
- E1.2: Cambio de imagen actual visualizada en cada plano.
- E1.3: Información sobre posición del cursor sobre la imagen y respuestas del procesamiento.

Etapas 2: Opciones Procesamiento y Seccionado de imágenes.

- E2.1: Presentación, procesado 2d (segmentación, filtrado binario), complemento para seccionado de imágenes, obtención modelo volumétrico, procesado3d (conectividad, diezmado, suavizado), exportación de resultados.
- E2.2: Selección de opción de corte de imágenes.

Etapas 3: Opciones Visualización Cortes 3d

- E3.1: Selección de componentes a visualizar como 3d, indicando el valor de contorno sobre el cual se quieren reconstruir.
- E3.2: visualización de secciones reconstruidas. Interacción con el ratón para los movimientos de la cámara.

En la carpeta VideoEjemplos se presenta el manejo de las herramientas de APL1_SITHKR que se describen en este documento. Para empezar a usar la aplicación:

1. Pulse **Abrir** e indique el tipo y ubicación de la (o las) imágenes (slices) que desea visualizar. Por defecto se cargan DICOM, pero puede cambiar la opción a MetaFile. Se puede previsualizar la información de la imagen antes de cargarla con **Aceptar**, pero puede Cerrar la última ventana si no es la imagen buscada.

2. Si cargó más de una slice (se entiende entonces el concepto de imagen 3d), pueden interactuar con las barras de E1.2, para cambiar la imagen actual en cada eje coordenado (x,y,z).

3. Con el ratón sobre E1.1, puede además según se presionen los botones:

Botón Derecho:

Por fuera de la imagen: realiza un zoom de la escena.

Sobre la imagen: se desliza sobre cada imagen según el plano visualizado.

Botón Central:

Por fuera de la imagen: traslada la imagen3d en los ejes x y y.

Sobre la imagen: cambia el nivel de visualización.

Botón Izquierdo:

Por fuera de la imagen: rota los planos de la imagen según el movimiento del ratón. Permite visualizar los cambios de imagen según las barras I, II y III.

Sobre la imagen: se comporta como un cursor sobre el cual se capturan las coordenadas y valor de píxel para cada una de ellas.

4. Varias opciones de procesamiento:

4.1 Si se quiere realizar un corte lineal sobre la imagen según el control de las barras I, II y III (E1.2): habilite el bloque seccionar (E2.2), escoja el corte correspondiente (I, II o III) y pulse Seccionar. Seleccione la opción de sección que quiera ver.

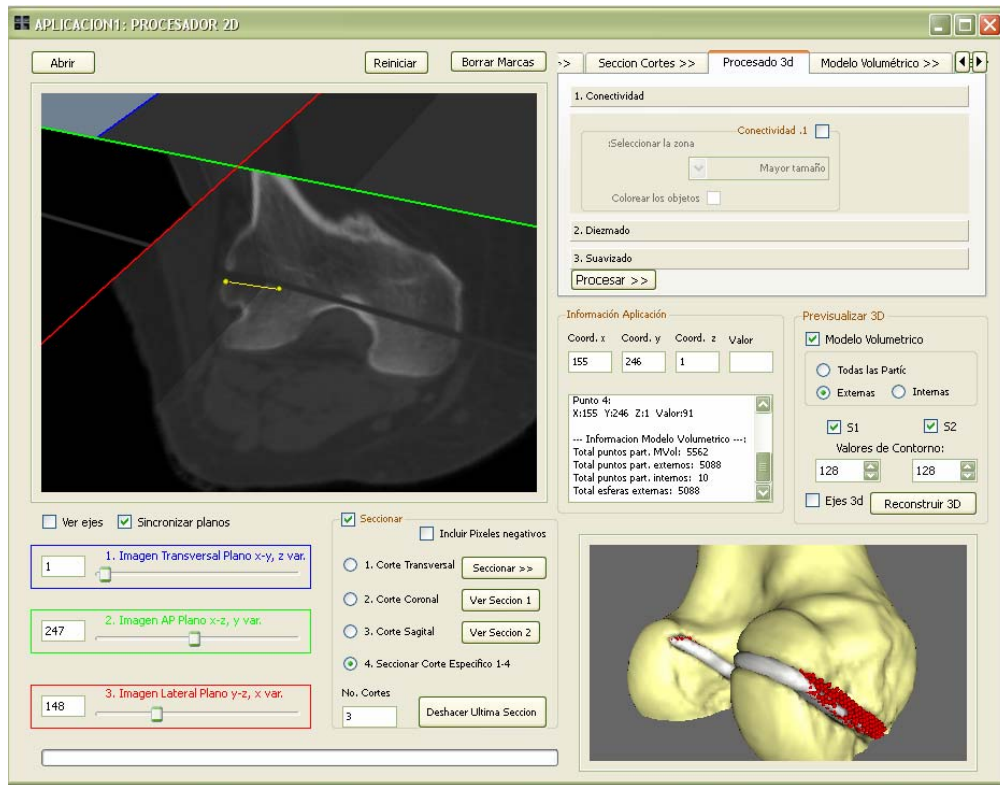
Ejemplo: cargue una o más slices, ubique la barra lateral III en la mitad de su rango, habilite seccionar, seleccione **Corte Sagital**, pulse **Seccionar** y **Ver Seccion1**. Si no esta de acuerdo con el corte pulse **Deshacer Ultima Sección**. Con el botón **Reiniciar** puede deshacer además todos los cortes anteriores..

4.2 Si quiere reconstruir un tejido específico, seleccione la opción **Segmentar** del espacio tipo Tab. E2.1. Pulse el botón izquierdo del ratón (cursor) sobre la imagen, buscando una ubicación media del hueso que desea segmentar. De click al botón y pulse **Añadir Semilla**, si es correcto se marcara una esfera roja el punto seleccionado. Pulse **Segmentar**, deberá visualizarse los cambios de imagen. Si lo considera necesario, pulse la opción de filtrado binario. En la figura 3 se presenta un ejemplo de este proceso.

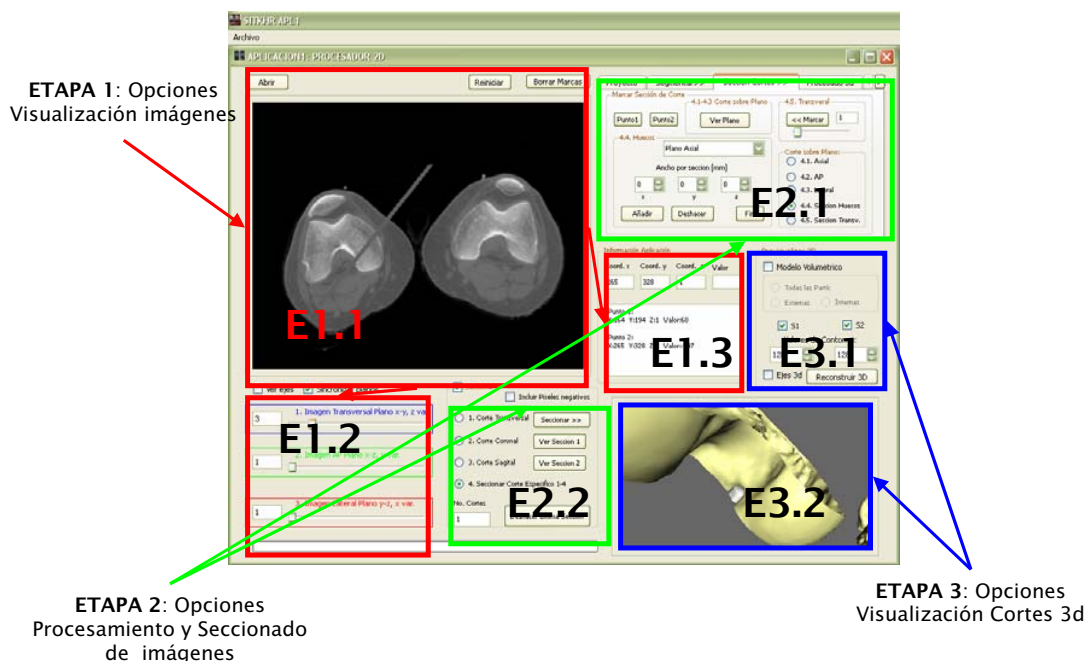
4.3 Las opciones de corte dual (dado por un plano específico), pueden ejecutarse sobre la imagen inicial, segmentada o filtrada. Dependiendo de las coordenadas de la imagen que visualice, indique un punto inicial sobre el cual realizara el corte:

Ubique el cursor (con el botón izquierdo oprimido), de click y pulse Punto1 (Sección Cortes de E2.1).

Ubique el cursor (con el botón izquierdo oprimido), de click y pulse Punto2.



a.



b.

Figura 2. Aplicación 1. a) Presentación General. b) División por zonas de trabajo.

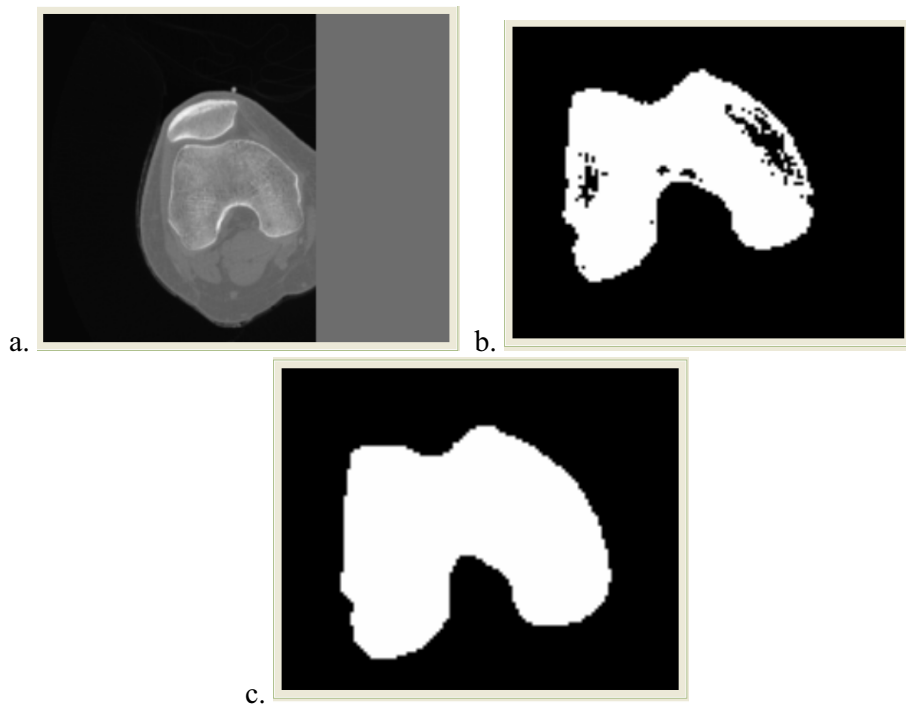


Figura 3. Ejemplo de Segmentación. a) Corte de imagen y marcación para Segmentar. b) Resultado de segmentación. c) Resultado de filtro binario.

Las opciones para el plano de corte (Sección Cortes E2.1), dependen de la imagen que se visualice, así:

- Si esta viendo imagen transversal, entonces se realizara corte Axial (4.1. Axial).
- Si esta viendo imagen coronal, entonces se realizara un corte Antero Posterior (4.2. AP).
- Si esta viendo imagen sagital, entonces se realizara un corte Lateral (4.3. Lateral).

Los cortes se realizan en relación con un polígono (visible con **Ver Plano**) cuyos vértices se determinan por las coordenadas de los puntos 1 y 2 y los valores máximos en cada eje, conociendo el origen y las dimensiones de imagen. En la figura 4 se indica un ejemplo de corte sucesivo axial, lateral y AP, para estas opciones no importa la distancia entre puntos sino la pendiente de la recta generada sobre la imagen actual. En estos cortes se consideran los casos especiales de pendiente negativa, nula o infinita.

4.4 Para aplicar planos de corte que dependan de la distancia entre puntos, se incluyeron las opciones 4.4 de E2.1. Para comprobar su uso: Visualice una imagen transversal, ubique el cursor (con el botón izquierdo oprimido) en una posición cualquiera, de clic y pulse Punto1.

Ubique el cursor (con el botón izquierdo oprimido), determinando la distancia que considere adecuada, tenga en cuenta que el cursor se puede desplazar sobre cualquiera de las tres opciones de visualización de la imagen. De clic y pulse Punto2.

Elija el plano de orientación Axial sobre el cual se prolongará el corte, indique el ancho del seccionado en los ejes x y z. Pulse **Añadir** y seleccione la opción **4.4 Sección Huecos**. Con la habilitación de 4. Seccionar Corte Especifico de E2.2, pulse **Seccionar** y **Ver Sección 1 o 2**. Un ejemplo se muestra en la figura 5.

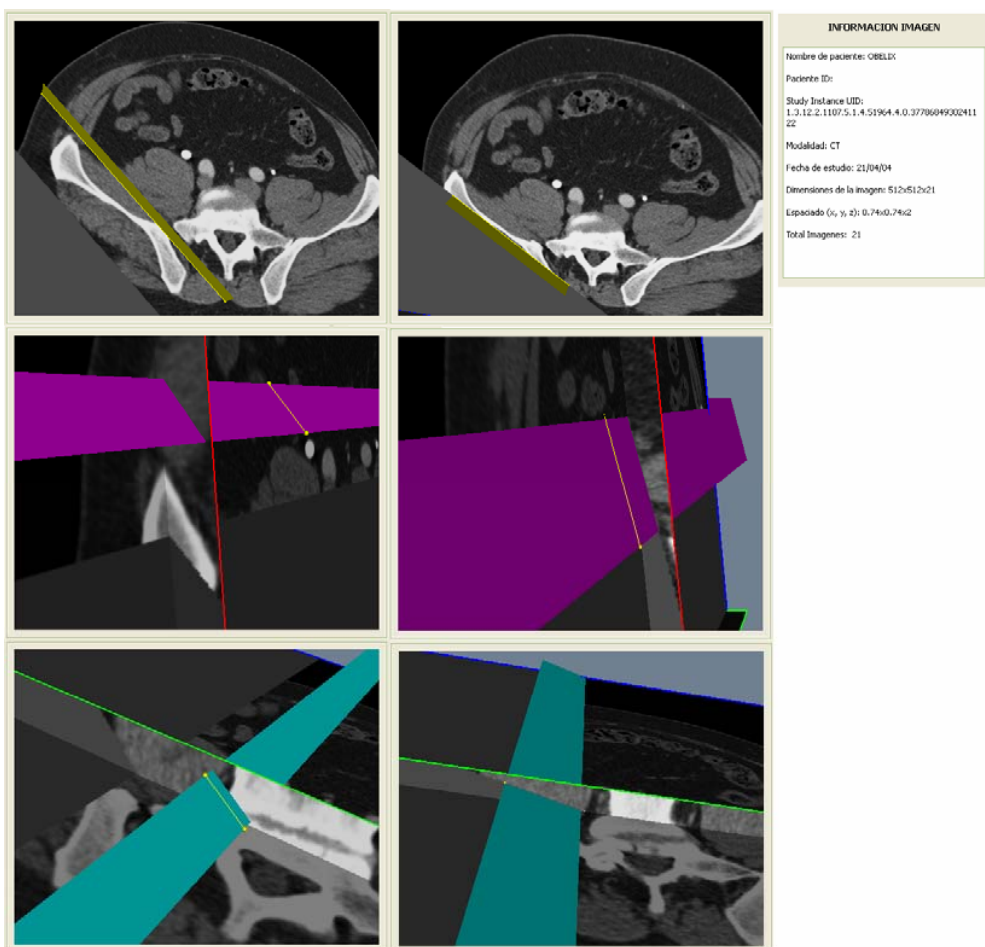
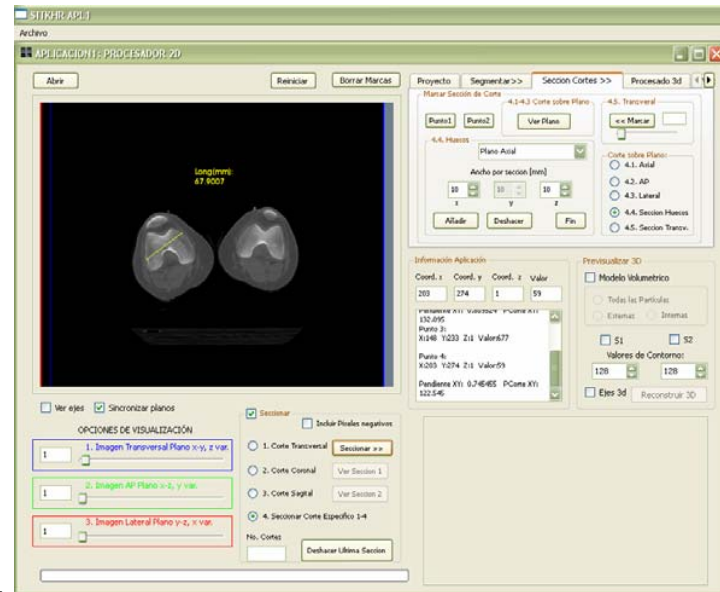
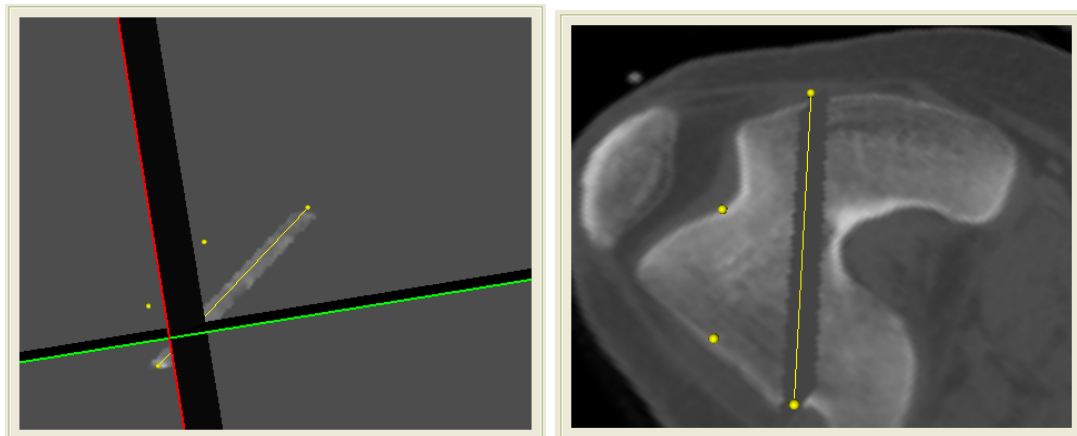


Figura 4. Aplicación de Plano de Corte axial, lateral y AP.



a.



b.

Figura 5. Corte para sección hueca. a) Sobre imagen transversal. b) resultados en secciones complementarias

Realice el mismo procedimiento para los planos coronal y lateral. Para añadir secciones huecas solamente se consideran los casos en los que el punto 1 siempre se ubica a la izquierda del punto 2 (figura 6).

4.5 Si quiere rescatar solo unas slices específicas pero que estén en los bordes iniciales o finales del conjunto de imágenes (lo cual simplemente se realiza con la opción 1 de Seccionar), busque una imagen que se ubique en un punto medio de la sección de desea, ubique la opción 4.5 Sección transversal de E2.1, de clic sobre la imagen, indique el ancho de la sección y seleccione la opción 4.5 de E2.2. En la figura 7 se muestra un ejemplo de corte transversal para seis imágenes.

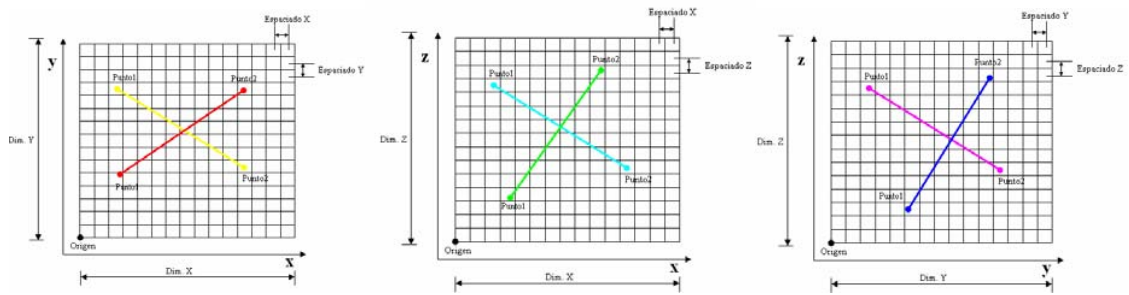


Figura 6. Consideraciones de pendiente de recta en cortes para secciones huecas

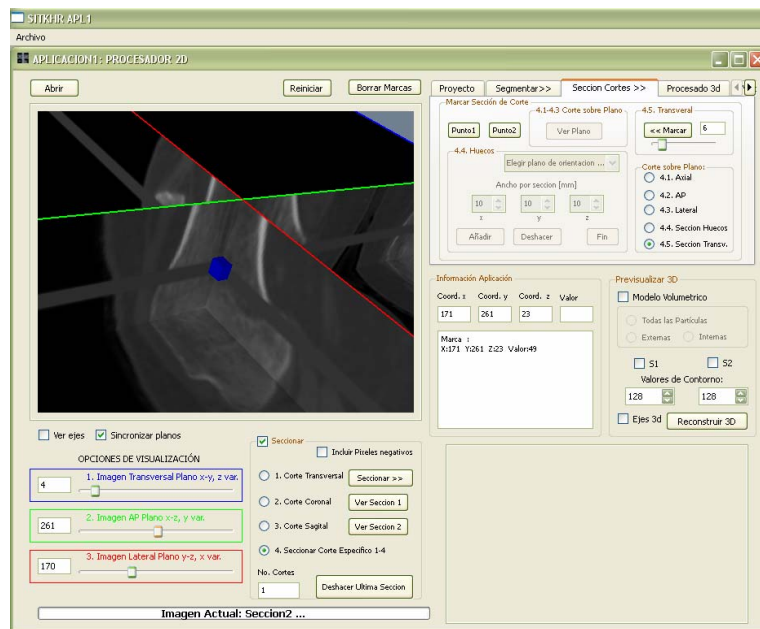


Figura 7. Corte como sección transversal

Con el Botón **Borrar** se elimina cualquier marca sobre la imagen actual.

5. Opciones de visualización 3d:

De cada una de las secciones complementarias obtenidas por cualquier tipo de corte, se puede realizar la reconstrucción de una superficie 3d. Las opciones de reconstrucción y visualización se incluyen en la ETAPA3, en la que se aplica un filtro de contorno con valores definidos por el usuario.

Antes de pulsar **Reconstruir 3D**, seleccione la sección a visualizar (S1 y/o S2) y su valor de contorno. Para reconstruir tejido óseo, se incluyen valores positivos

(128 para hueso). Para tejidos exteriores, deben aplicarse valores de contorno negativos (-128 para piel). Sin embargo antes de especificar este valor tenga en cuenta que la imagen complementaria a la salida del proceso de seccionado, incluya píxeles negativos (E2.2). En la figura 8 se indican estas opciones.

6. Procesado 3d:

Una vez reconstruidos los modelos, puede procesar las superficies a su gusto, seleccionado la sección de mayor tamaño (conectividad), disminuyendo el número de vértices (diezmado) o suavizando la respuesta. Estos cambios se incluyen en la pestaña **Procesado3d** de E2.1 y se aplican a las dos secciones obtenidas así solo se este visualizando una de ellas.

7. Exportar Secciones

En la pestaña **Salvar** de E2.1, indique la sección 3d que actualmente visualiza y que quiere exportar. En la ventana de opciones de exportación, seleccione el formato en el que la quiere guardar la sección, indique el destino del archivo y pulse **Guardar**. Si desea salvar la siguiente sección repita el procedimiento.

8. Guardar Información de la Aplicación:

Esta opción incluida en la pestaña **Salvar** de E2.1, se pueden salvar en un archivo PolyData.vtk la información sobre espaciado, origen y dimensiones de la imagen que se ha procesado. Este es un paso obligatorio si se quiere trabajar con la siguiente aplicación de SITKHR APL2_SITKHR.

9. Modelo Volumétrico:

Para la obtención del modelo volumétrico y la aplicación del algoritmo de asignación morfológica de tamaños, pulse **Generar Modelo** en la pestaña **Modelo Volumétrico** de E2.1. Este proceso se ejecuta sobre la imagen que se visualiza (imagen actual), por eso verifique que el procesamiento de cortes y segmentación sea el que desea.

El tiempo de ejecución del algoritmo depende del tamaño de la sección ósea de la imagen actual. Una vez generado el modelo, podrá ver en la sección E1.3 la información de la cantidad de partículas asociadas a la sección y el resultado de la asignación morfológica, con el número de partículas internas y externas que se pueden manejar opcionalmente.

9.1 Para visualizar una representación del modelo volumétrico con esferas asociadas a las partículas totales, internas (agrupadas) o externas, habilite la opción de **Modelo Volumétrico** de E3.2. Indique las partículas que desea ver y

pulse **Reconstruir 3d**. Espere unos instantes, el tiempo de respuesta dependerá del tamaño de la sección y del tipo de partícula escogida.

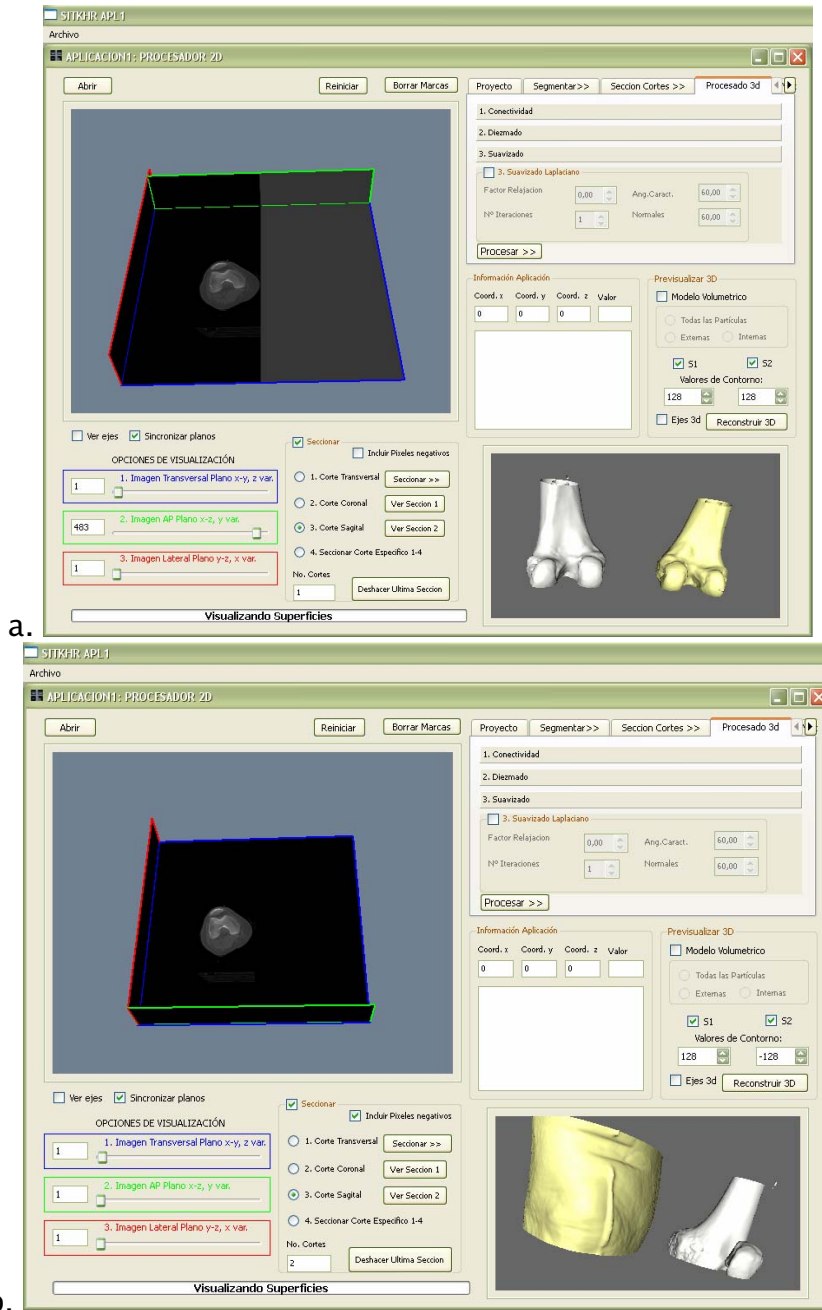


Figura 8. Opciones de reconstrucción de superficies con diferentes valores de contorno. a) Sin incluir píxeles negativos en Seccionado. b) incluyendo píxeles negativos.

En la figura 9 se presenta un ejemplo de reconstrucción en un corte transversal, el modelo volumétrico asociado con la sección de menor tamaño representado por 18237 esferas.

9.2 Después de visualizar el modelo volumétrico, cada opción para los puntos o partículas (centros de esferas), se pueden almacenar como archivos PolyData.vtk, en la pestaña **Salvar** de E2.1.

Tenga en cuenta que en ese paso, no se salvan las superficies de las esferas sino únicamente los puntos centrales sobre los cuales se dibujan.

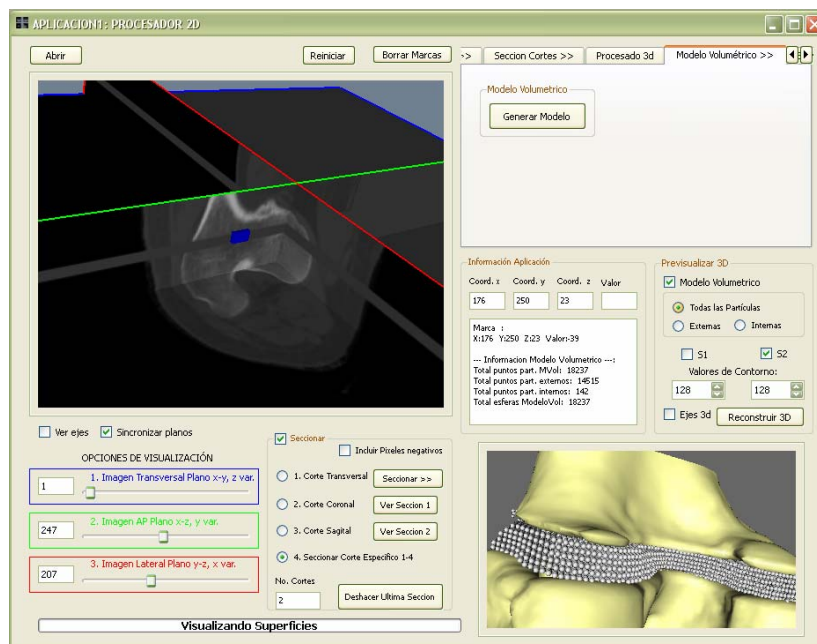


Figura 9. Reconstrucción del modelo volumétrico asociado a una sección transversal