

MANUAL DE USUARIO DE BRAINAPP

En el presente manual se describirá cómo trabajar con **BrainApp**, la información que se expone es la siguiente:

- Requisitos e instalación de la aplicación.
- Descripción de la ventana principal, menús, ventanas flotantes y barra de herramientas de la aplicación.
- Descripción de las visualizaciones de las imágenes.
- Mecanismos de configuración del procesamiento y obtención de los datos asociados a las segmentaciones.

1.1. Introducción

BrainApp es una herramienta para obtener la segmentación de un tumor cerebral de manera semiautomática usando Imágenes de Resonancia Magnética. Está especialmente diseñada para servir de apoyo al especialista en la labor de segmentación y cuenta con una interfaz gráfica de cómodo uso con un conjunto de herramientas muy útiles. La versión actual del software es la 0.1.

1.2. Instalación y requisitos del sistema

BrainApp no necesita ser instalado, basta con copiar los archivos del código fuente de la carpeta BrainApp hacia donde se desee ubicar la aplicación. Esta herramienta puede ser utilizada desde cualquiera de los siguientes sistemas operativos: Windows9x/NT/XP/Vista/7, Linux, MacOS X; y sólo necesita que se halla instalado la versión 2.6 o posterior del intérprete de Python, junto con la distribución de PyQt versión 4.6 o posterior, la biblioteca para Python de VTK versión 5.6 y la de ITK versión 3.16.

1.3. Ventana principal

Al abrir **BrainApp** se muestra la ventana principal de la aplicación (Figura 1).

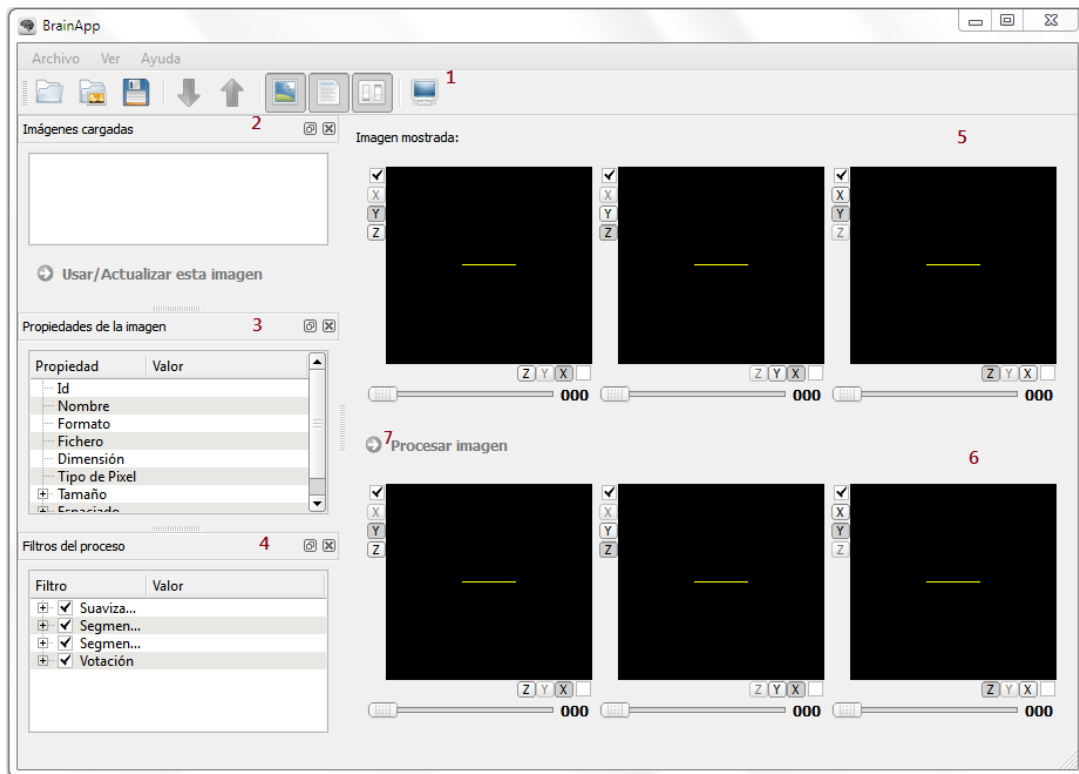


Figura 1. Ventana principal de BrainApp.

Componentes de la ventana principal de **BrainApp**:

1. Barra de herramientas.
2. Lista de imágenes cargadas por la aplicación.
3. Propiedades de la imagen seleccionada en la lista de imágenes.
4. Configuración de los filtros del procesamiento
5. Visualización principal de la imagen a procesar.
6. Visualización del resultado del procesamiento.
7. Botón que ejecuta el procesamiento (atajo de teclado: Ctrl+F5).

1.3.1. Menús de BrainApp

BrainApp tiene tres menús: Archivo, Ver y Ayuda (Figura 2).

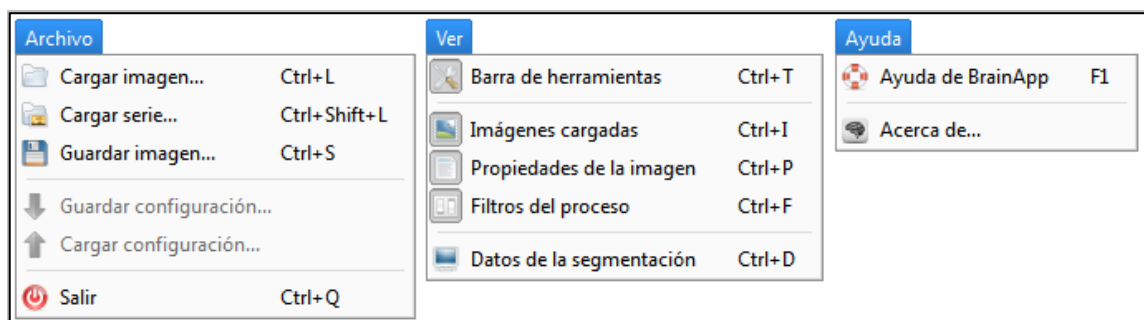


Figura 2. Menús de BrainApp.

Tabla 1. Descripción del menú Archivo

Acción	Descripción
Cargar imagen...	cargar imágenes volumétricas
Cargar serie...	cargar series de imágenes
Guardar imagen...	guardar la imagen resultado del procesamiento
Guardar configuración	guardar la configuración de los filtros del procesamiento
Cargar configuración	cargar la configuración de los filtros del procesamiento
Salir	cerrar BrainApp

Tabla 2. Descripción del menú Ver.

Acción	Descripción
Barra de herramientas	mostrar la barra de herramientas
Imágenes cargadas	cargar imágenes volumétricas
Propiedades de la imagen	cargar series de imágenes
Filtros del proceso	guardar la imagen resultado del procesamiento
Datos de la segmentación	guardar la configuración de los filtros del procesamiento

Tabla 3. Descripción del menú Ayuda

Acción	Descripción
Ayuda de BrainApp	mostrar la ayuda de la aplicación
Acerca de...	mostrar información sobre BrainApp

1.3.2. Barra de herramientas de BrainApp

Para facilitar el uso de **BrainApp**, esta aplicación tiene una barra de herramientas (Figura 3) que permite acceder a las opciones más importantes con sólo un clic. La barra se puede mostrar u ocultar a través de Ver → Barra de herramientas.



Figura 3. Barra de herramientas.

Esta barra muestra los siguientes botones:

1. Cargar una imagen 3D.
2. Cargar una serie de imágenes.

3. Guardar la imagen que resulta del procesamiento.
4. Cargar una configuración del procesamiento desde un fichero.
5. Guardar la configuración actual del procesamiento hacia un fichero.
6. Mostrar/Ocultar la lista de imágenes cargadas.
7. Mostrar/Ocultar las propiedades de las imágenes.
8. Mostrar/Ocultar la configuración del procesamiento.
9. Mostrar/Ocultar los datos de la segmentación.

1.4. Carga de imágenes

BrainApp soporta el trabajo con imágenes en escala de grises para los siguientes formatos: BMP, JPG, TIF, PNG, DICOM y RAW. No soporta imágenes a color.

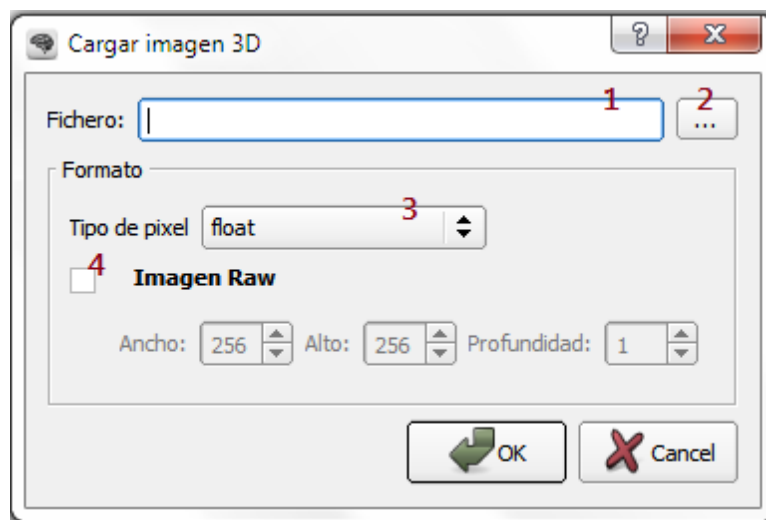


Figura 4. Diálogo para cargar imágenes volumétricas.

Para cargar imágenes en **BrainApp** existen dos opciones:

1. Cargar una imagen 3D.
2. Cargar una serie de imágenes 2D que conformen un volumen.

La primera opción se utiliza mediante el siguiente diálogo al cual se accede por el menú Archivo → Cargar Imagen... (Figura 4).

1. Nombre del fichero que contiene la imagen.
2. Botón para seleccionar el fichero manualmente.
3. Selección del tipo de píxel de la imagen. Esta opción debería obviarse para el caso de imágenes con formatos JPG, TIF, BMP, PNG o

DICOM; donde sí es indispensable esta opción es en el caso de imágenes RAW.

4. Esta casilla se debe marcar en el caso de que se desee cargar una imagen RAW para especificar el ancho, alto y profundidad de la misma.

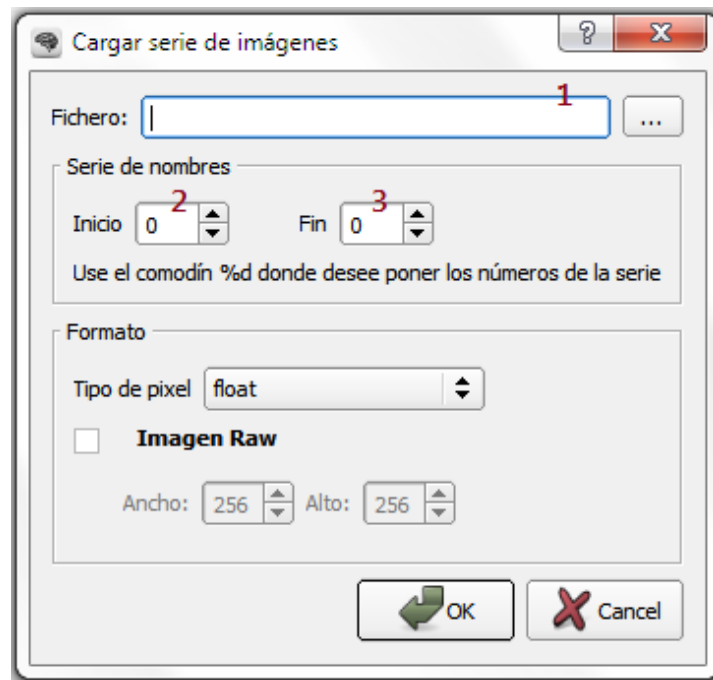


Figura 5. Diálogo para cargar series de imágenes.

En el caso de la carga de series de imágenes se utiliza el diálogo mostrado en la Figura 5, accesible desde Archivo → Cargar serie.... Este diálogo contiene elementos análogos al anterior, con las siguientes diferencias:

1. El nombre del fichero debe contener el comodín %d en el lugar donde se deben sustituir los números de la serie de imágenes. Por ejemplo para cargar las imágenes “file1.bmp”, “file2.bmp” y “file3.bmp” se debe usar el nombre “file%d.bmp”.
2. Número inicial en la numeración de los ficheros que conforman la serie de imágenes.
3. Número final en la numeración de los ficheros que conforman la serie de imágenes.

1.4.1. Lista de imágenes cargadas

Las imágenes que están cargadas en **BrainApp** se muestran en la ventana flotante “Imágenes cargadas” (Figura 6), que tiene los siguientes componentes:

1. Lista de las imágenes que se encuentran cargadas en **BrainApp**.
2. Botón que permite visualizar la imagen seleccionada o actualizarla en caso de que se hayan cambiado algunas de sus propiedades (atajo de teclado: F5).

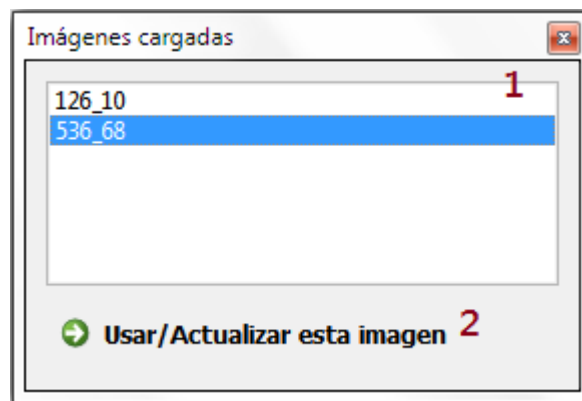


Figura 6. Ventana flotante "Imágenes cargadas".

1.4.2. Modificación de las propiedades de las imágenes

La ventana flotante “Propiedades de la imagen” (accesible desde Ver → Propiedades de la imagen) sirve para modificar algunas propiedades de las imágenes cargadas en **BrainApp**. Esta ventana, al seleccionar una imagen en la ventana flotante “Imágenes cargadas”, muestra las siguientes propiedades de dicha imagen (Figura 7).

1. Id: identificador interno para la imagen.
2. Nombre: nombre de la imagen (este es el que se muestra en la lista de imágenes cargadas).
3. Formato: formato de la imagen original.
4. Fichero: fichero desde el cual se cargó la imagen.
5. Dimensión: dimensión de la imagen (2D o 3D).
6. Tipo de píxel: píxel interno usado por **BrainApp**.
7. Tamaño: dimensiones de la imagen (ancho, alto, profundidad).

8. Espaciado: espaciado de los vóxeles de la imagen en cada uno de los ejes (X, Y, Z).

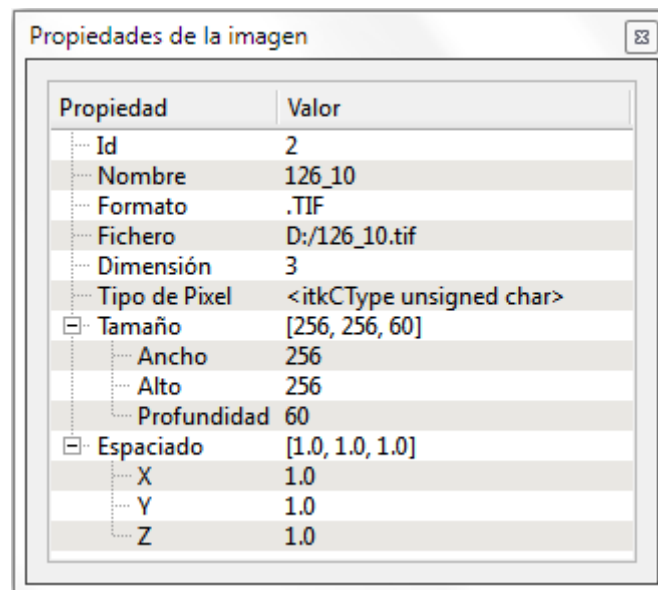


Figura 7. Ventana flotante "Propiedades de la imagen".

De todas estas propiedades sólo se pueden editar la que representa el nombre de la imagen y las que muestran el espaciado.

1.5. Visualizaciones de las imágenes

Las visualizaciones en la ventana principal de **BrainApp**, tanto la de la imagen original como la del resultado del procesamiento, muestran tres cortes de la imagen que grafican. Cada uno de estos cortes se puede configurar y por defecto están inicializados de manera que sean perpendiculares dos a dos. Además pueden tener un punto seleccionado que se mantiene sincronizado entre los tres.

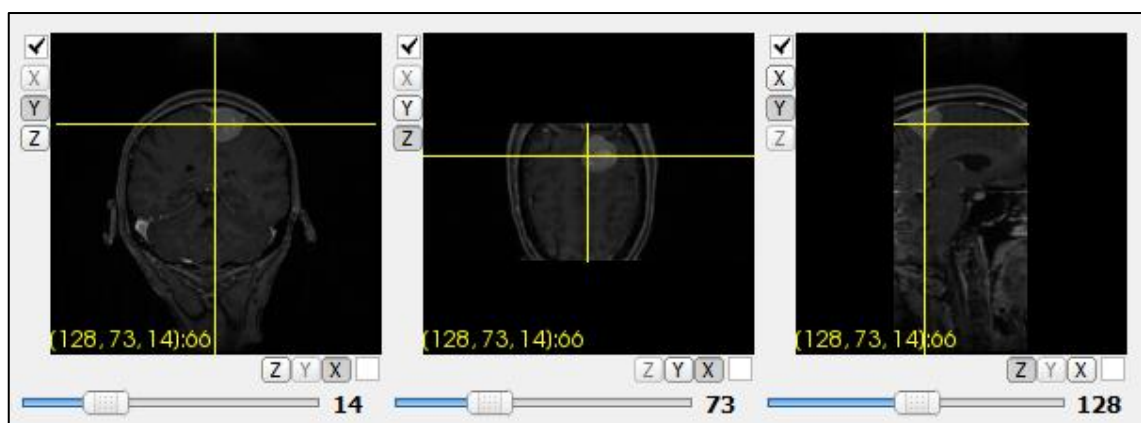


Figura 8. Visualización de una imagen.

Los elementos que permiten configurar los cortes se describen a continuación (Figura 9).

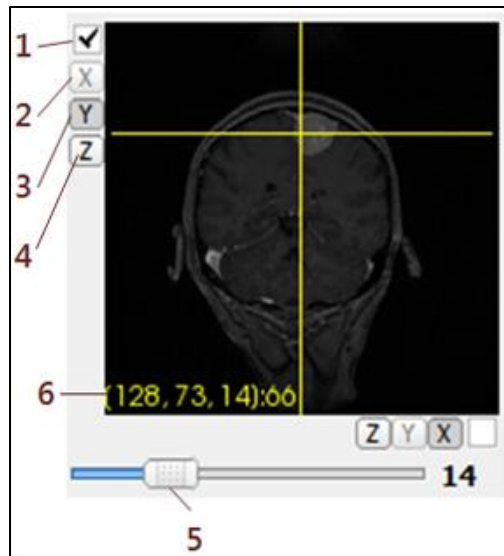


Figura 9. Visualización de un corte.

1. Casilla que invierte el eje utilizado (marcada: invertido, sin marcar: normal).
2. Eje que no se puede utilizar (pues se está usando en la otra dirección, en el caso de la imagen de ejemplo se usa en la dirección horizontal).
3. Eje en uso en esta dirección (vertical en la imagen de ejemplo).
4. Eje que se puede usar en esta dirección.
5. Selector del corte para el plano definido por los ejes (en el ejemplo: el corte 14).
6. Coordenadas y valor del punto seleccionado (marcado por las líneas amarillas).

Además de estos elementos también es posible interactuar directamente con la imagen mostrada en la visualización de la siguiente forma:

- Ctrl + Clic Izq. sostenido: rota la imagen.
- Shift + Clic Izq. sostenido: mueve la imagen.
- Rueda del ratón arriba: aumenta zoom.
- Rueda del ratón abajo: disminuye zoom.

1.6. Procesamiento de imágenes y configuración de los filtros

Para la configuración del procesamiento con **BrainApp** se usa la ventana flotante “Filtros del proceso” que permite especificar cuáles filtros se desean utilizar y editar los parámetros para cada uno de ellos. Esta ventana es accesible a través de Ver → Filtros del proceso.

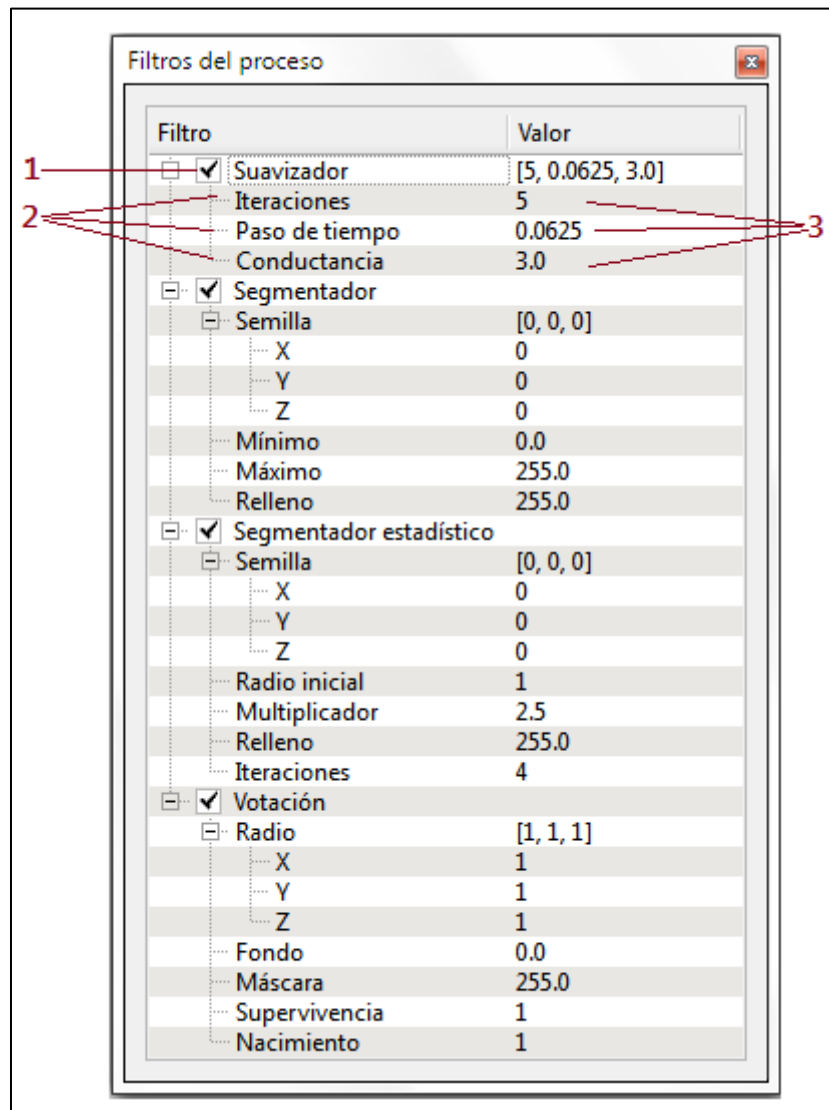


Figura 10. Ventana flotante "Filtros del proceso".

En la Figura 10 se muestran los elementos de esta ventana flotante:

1. Selector de uso del filtro: especifica si se usará el filtro en el procesamiento (marcado, se usa en el procesamiento; desmarcado, no)

2. Parámetros de los filtros: muestra todos los parámetros configurables de los filtros.
3. Valores de los parámetros: muestran los valores de los parámetros de los filtros y además permiten la edición de los mismos.

Los filtros de **BrainApp** funcionan de la siguiente forma.

Suavizador: realiza una difusión anisotrópica en la imagen que preserva los límites entre las regiones (transiciones claro-oscuro), con una buena sensibilidad al contraste. Es un filtro iterativo que necesita para su correcto funcionamiento el ajuste de varios parámetros que definen la *ecuación modificada de difusión de curvatura* basada en la definición de la ecuación de difusión anisotrópica de Perona-Malik (Perona and Malik, 1990).

Segmentador: en cada iteración el filtro analiza los píxeles vecinos de la región actual (los que comparten al menos un vértice con algún píxel ya incluido en la misma) y, si sus valores están dentro del rango de intensidades válidas, estos píxeles pasan a formar parte de la región para la nueva iteración. Cuando haya una iteración que no agregue píxeles a la región se da por concluido el procesamiento. El rango de intensidades válidas se define por un umbral máximo y mínimo. La región inicial del procesamiento viene dada por un píxel de la imagen que sirve como semilla. El resultado del procesamiento es una región que se muestra en forma de máscara donde los píxeles que forman parte de la segmentación tienen el valor de relleno especificado y los demás píxeles tienen valor cero.

Segmentador estadístico: para cada iteración calcula la varianza y la media de los valores de los píxeles ya incluidos en la región, luego todos los píxeles vecinos a la región que tengan una intensidad comprendida en el intervalo (definido por la una vecindad de la media con radio igual al valor de la varianza por un multiplicador) se incluyen en la región para la próxima iteración. El proceso finaliza luego de un número predefinido de iteraciones. Para comenzar este filtro necesita un píxel inicial que sirva como semilla y un radio que se usa para saber cuántos vecinos de la semilla se deben utilizar al calcular la varianza y media de la primera iteración. El resultado se

obtiene en forma de máscara donde los píxeles pertenecientes a la segmentación se muestran con el valor de relleno especificado y los demás tendrán valor cero.

Filtro de Votación: lo que hace es realizar una *votación* para cada píxel de la imagen de entrada con vistas a decidir si este pasa a formar parte del *primer plano* o si se considerará un píxel de *fondo*. Para el proceso de *votación* el filtro cuenta los píxeles vecinos a la región que son de *primer plano*. Cuando se realiza la *votación* se considera *vecino* a todo píxel que se encuentre dentro de un ortoedro definido por un radio N-dimensional ($N=2,3$), centrado en el píxel que se está analizando. Las componentes del radio definen las longitudes de los lados del ortoedro (medidos en píxeles), por ejemplo un radio $r = (r_1, r_2, r_3)$, en una imagen 3D, define un ortoedro de lados $(2r_1 + 1) \times (2r_2 + 1) \times (2r_3 + 1)$. Luego de realizada la *votación* se le ajusta el valor al píxel en cuestión en dependencia del resultado de la misma.

Para cada filtro de **BrainApp** (Figura 10) en la ventana de configuración del procesamiento se muestran los parámetros de configuración, de los cuales se presenta un resumen en las siguientes tablas.

Tabla 4. Parámetros de configuración del filtro de suavizado.

Parámetro	Significado
Iteraciones	Cantidad de iteraciones del filtro.
Paso de tiempo	Influye en el refinamiento de la imagen y en el rendimiento del filtro, se recomiendan valores menores a 0.0625.
Conductancia	Influye en la precisión de los límites entre las regiones presentes en la imagen, entre más pequeño más preciso. Se recomiendan valores entre 0.5 y 3.0.

Tabla 5. Parámetros de configuración del filtro segmentador.

Parámetro	Significado
Semilla	Es el píxel inicial usado como semilla, en las sub-propiedades X, Y, Z se deben especificar las coordenadas del mismo.
Máximo	Umbral máximo a tener en cuenta a la hora de obtener la región de la segmentación.
Mínimo	Umbral mínimo tener en cuenta a la hora de obtener la región de la segmentación.
Relleno	Valor de sustitución para los píxeles de la región segmentada.

Tabla 6. Parámetros de configuración del filtro segmentador estadístico.

Parámetro	Significado
Semilla	Es el píxel inicial usado como semilla, en las sub-propiedades X, Y, Z se deben especificar las coordenadas del mismo.
Radio inicial	Radio que se tiene en cuenta para incluir los píxeles vecinos a la semilla en el cálculo inicial de la varianza y media de la región.
Multiplicador	Valor que modifica la varianza de la región
Relleno	Valor de sustitución para los píxeles de la región segmentada.
Iteraciones	Cantidad de iteraciones del filtro.

Tabla 7. Parámetros de configuración del filtro de votación.

Parámetro	Significado
Radio	Radio a tener en cuenta para seleccionar los píxeles vecinos al píxel para el cual se realiza la votación
Fondo	Valor que representa el fondo en la imagen
Máscara	Valor que representa la máscara o primer plano de la imagen.
Supervivencia	Umbral de supervivencia para la votación.
Nacimiento	Umbral de nacimiento para la votación.

Como parte de la estrategia de **BrainApp** para garantizar la reproducibilidad también se brinda la opción de guardar/cargar la configuración actual de los filtros en la aplicación hacia/desde un fichero. Estas opciones son accesibles desde Archivo → Guardar configuración y Archivo → Cargar configuración.

La ejecución del procesamiento se inicia desde el botón “Procesar imagen” de la ventana principal (1.3).

1.6.1. Cálculo de los datos de la segmentación

Para calcular los datos relativos a una segmentación se usa la ventana flotante “Datos de la segmentación” que se muestra a través del menú Ver → Datos de la segmentación....

Elementos de la ventana:

1. Listado de datos de la segmentación.
2. Botón para calcular los datos de la segmentación.
3. Botón para guardar los datos calculados.

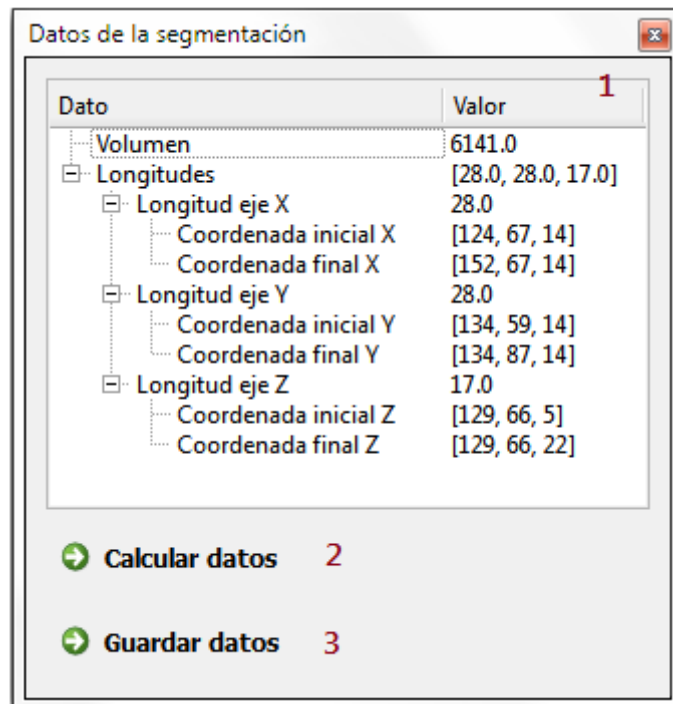


Figura 11. Ventana flotante "Datos de la segmentación".

Datos de una segmentación que se pueden calcular usando **BrainApp**:

- El volumen, dado en unidades cúbicas, y calculado teniendo en cuenta el espaciado de los vóxeles.
- Las longitudes máximas de la segmentación en cada una de las direcciones canónicas, calculadas en unidades planas teniendo en cuenta el espaciado de los vóxeles.
- Las coordenadas de inicio y fin, en la imagen original, de los segmentos que representan las longitudes máximas.