



Manual de usuario del software

CRMag PLUS®

© 2021 - Grupo Inielectric

Dirección de contacto para

cualquier duda o sugerencia:

carrolbl@die.upv.es

Índice CRMag PLUS

1	Información importante.....	1
2	Instalación y licencia.....	3
3	Primeros pasos.....	9
3.1	Idioma.....	9
3.2	Directorio de trabajo	9
3.3	Primer guardado	11
3.4	Archivos recientes	13
3.5	Selección de modos	14
4	Modo Instalaciones.....	17
4.1	Definición de tramos	17
4.2	Copiar tramos.....	24
4.3	Vista preliminar.....	31
4.4	Botones de definición de tramos.....	33
4.5	Manejo de la tabla de datos	51
4.6	Botones adicionales de definición de tramos.....	54
4.7	Definición de ternas	59
4.8	Definición de recintos	64
4.9	Renderizar recintos	74
4.10	Cálculo del campo magnético	79
4.11	Apantallamiento	89
4.12	Campo en una línea	110
4.13	Comandos adicionales	115
5	Modo Transformadores.....	133
5.1	Definición de transformadores	133
5.2	Modelos simplificados de transformadores	139
5.3	Inserción de transformadores en el proyecto.....	151
5.4	Ubicación de transformadores	156
5.5	Campo magnético con transformadores	162
5.6	Inserción de múltiples transformadores	167
5.7	Estilo de transformadores.....	174
5.8	Transformadores de subestación.....	179

6	Modo Líneas	193
6.1	Definición de armados	193
6.2	Definición de vanos	207
6.3	Importar terrenos desde DXF	216
6.4	Importar terrenos desde CSV	226
6.5	Visualización de la línea	240
6.6	Campo magnético producido por una línea	242
6.7	Campo magnético en terrenos alternativos	249
6.8	Campo magnético en una parcela cercana	250
7	Glosario de comandos	265
7.1	Menú Archivo	265
7.2	Menú Edición	265
7.3	Menú Modo	265
7.4	Menú Opciones	265
7.5	Menú Ayuda	266
7.6	Modo instalaciones	266
7.6.1	Panel de definición de tramos	266
7.6.2	Panel de geometría	266
7.6.3	Panel de tabla de datos	267
7.6.4	Panel de representación	267
7.6.5	Gráficas de resultados	267
7.7	Modo transformadores	268
7.7.1	Panel de tipo de transformador	268
7.7.2	Panel de datos de transformador	268
7.7.3	Panel de modelo de transformador	268
7.7.4	Panel de transformadores en proyecto	268
7.8	Modo líneas	269
7.8.1	Panel de conductores	269
7.8.2	Panel de definición de líneas	269
7.8.2.1	Pantalla de datos del vano	269
7.8.3	Panel superficie de cálculo	270

1 Información importante

CRMag PLUS® (también CRMag+®) es un sencillo pero potente software de cálculo capaz de simular el campo magnético creado por la circulación de corrientes eléctricas a través de conductores en instalaciones eléctricas y transformadores y representar los resultados en forma de gráficas interactivas. Este software cuenta con notables mejoras respecto al anterior software CRMag® al cual pasa a sustituir.

El software ha sido contrastado mediante ensayos de laboratorio y ensayos de campo en instalaciones reales, tanto en casos equilibrados como desequilibrados, con unos resultados de gran precisión para conductores y transformadores. Los errores en conductores son de una magnitud muy pequeña, solo alcanzando valores cercanos al 10% en puntos cercanos a la fuente del campo, donde los errores en la medida son incluso mayores. El caso de los transformadores se ha estudiado meticulosamente y se han creado modelos simplificados que ofrecen precisión suficiente en distancias razonables del transformador (hasta 3 veces la mayor dimensión del mismo). En distancias mayores el campo ya es, generalmente, menor a $1\mu\text{T}$ y el software lo corrobora, calculando la atenuación en función de la distancia mediante las ecuaciones físicas del electromagnetismo. A distancias muy pequeñas, el programa calcula los valores por exceso, sin considerar el apantallamiento producido por la carcasa, para funcionamiento a plena carga y en las condiciones más desfavorables.

El software ha sido diseñado especialmente para su uso por parte de ingenierías para el estudio de los campos magnéticos producidos por instalaciones reales, tales como centros de transformación, subestaciones eléctricas y líneas de transporte y distribución. Dada la repercusión que estos cálculos tienen en la tramitación de proyectos reales y los indicios aportados por diversos estudios científicos de las repercusiones de estos campos en la salud de los seres vivos, los autores no se hacen responsables de errores en los resultados derivados de un uso indebido o de una mala interpretación de los mismos.

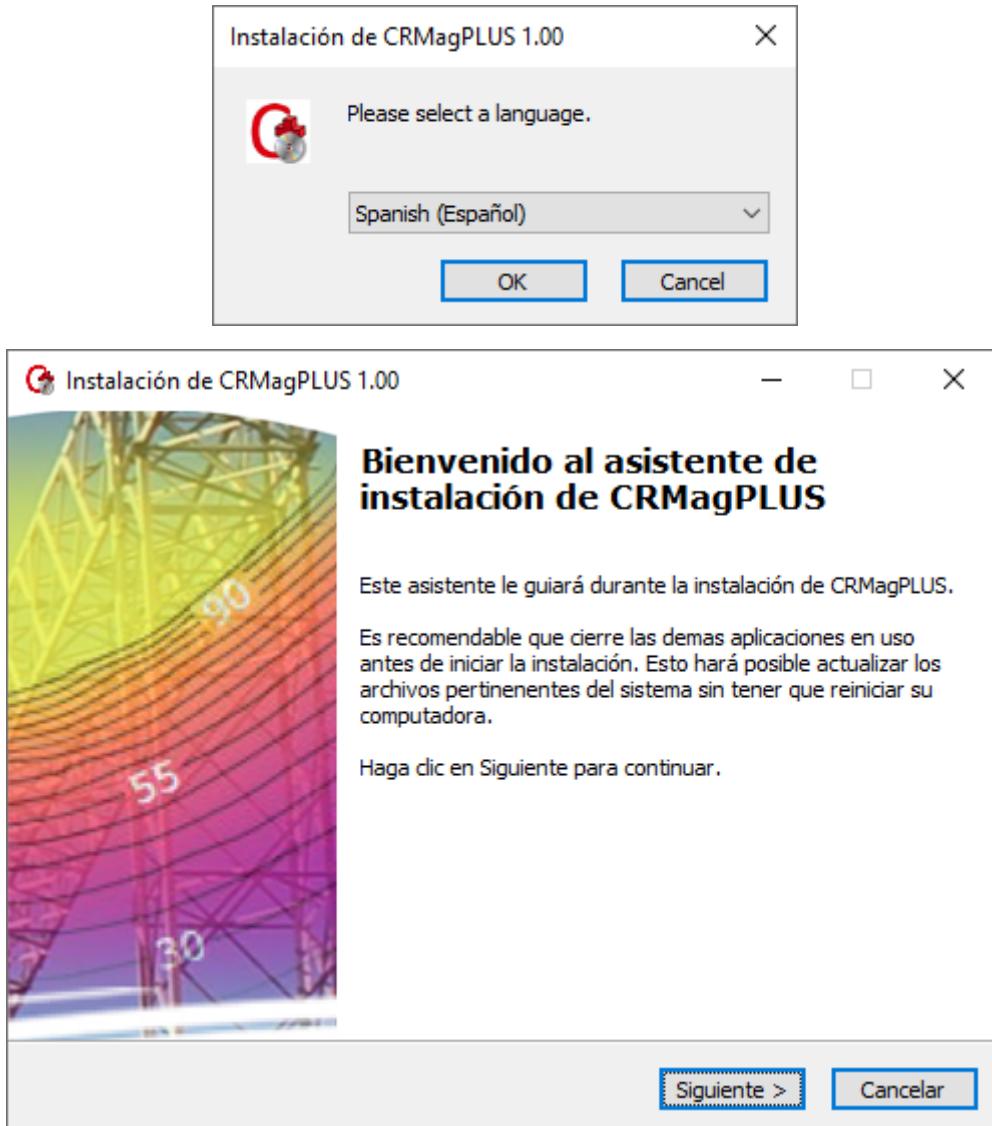
El presente manual facilita la comprensión del uso de la práctica totalidad de las instrucciones que el programa puede ejecutar. No obstante, como se ha indicado, se trata de software técnico para el que la formación en la materia tratada puede resultar muy recomendable.

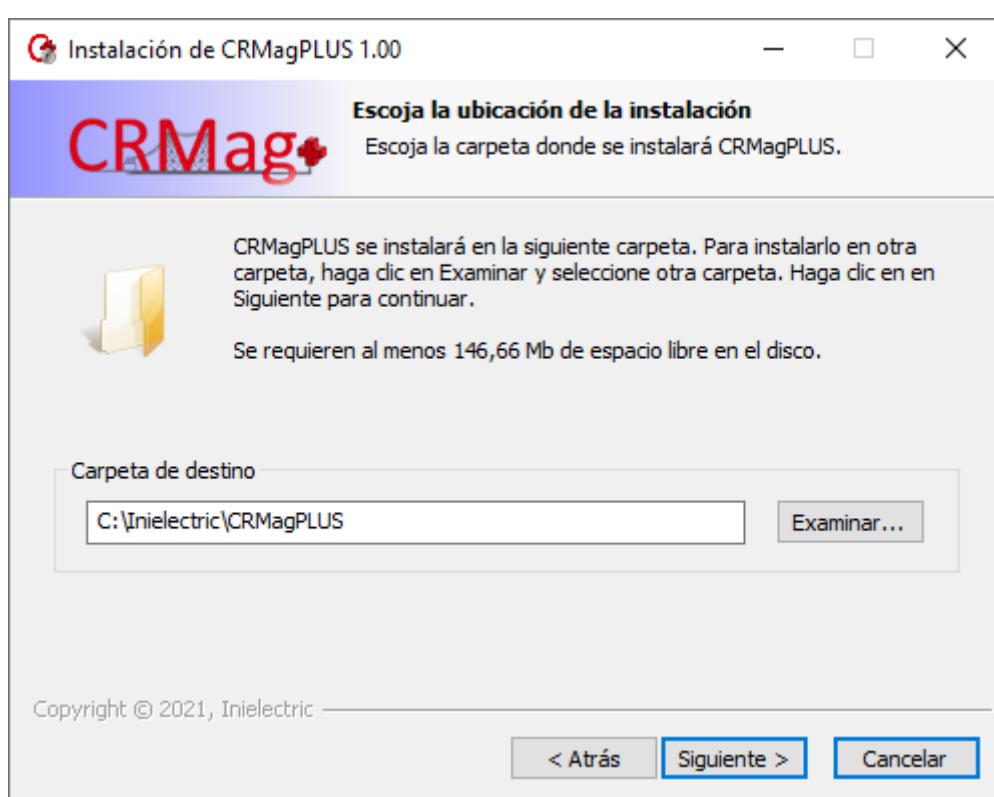
Todo el manual ha sido desarrollado de manera visual utilizando la versión de CRMag PLUS 0.99 de 64 bits en Windows 10, por lo que algunas figuras pueden haber sufrido correcciones o mostrar un aspecto ligeramente distinto en versiones posteriores.

Los autores agradecen el apoyo de la Agencia Valenciana de la Innovación (AVI) con el proyecto CREMIE (referencia INNVA1/2020/76), que ha hecho posible el desarrollo de este software, así como de los colaboradores que han permitido alcanzar el resultado presentado, especialmente la Universitat Politècnica de València, la Universitat Jaume I y la empresa Ingenix Automation SL. Además, los autores agradecen la confianza de las ingenierías usuarias de CRMag®, cuyo interés y cuyas sugerencias han impulsado esta propuesta.

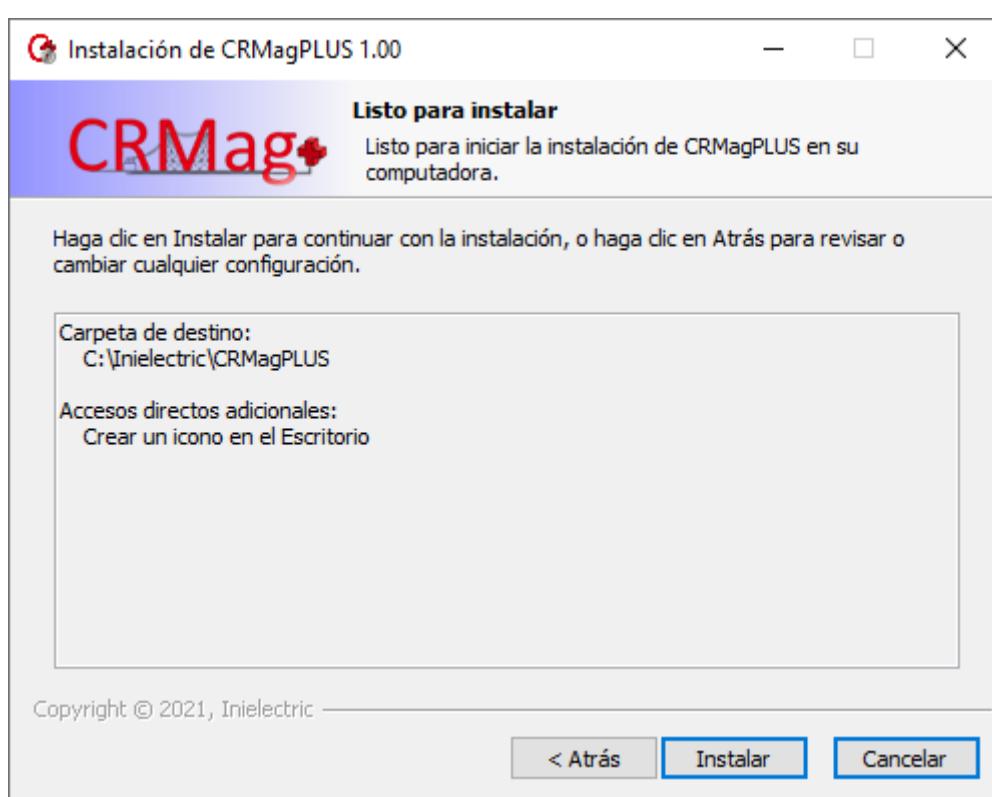
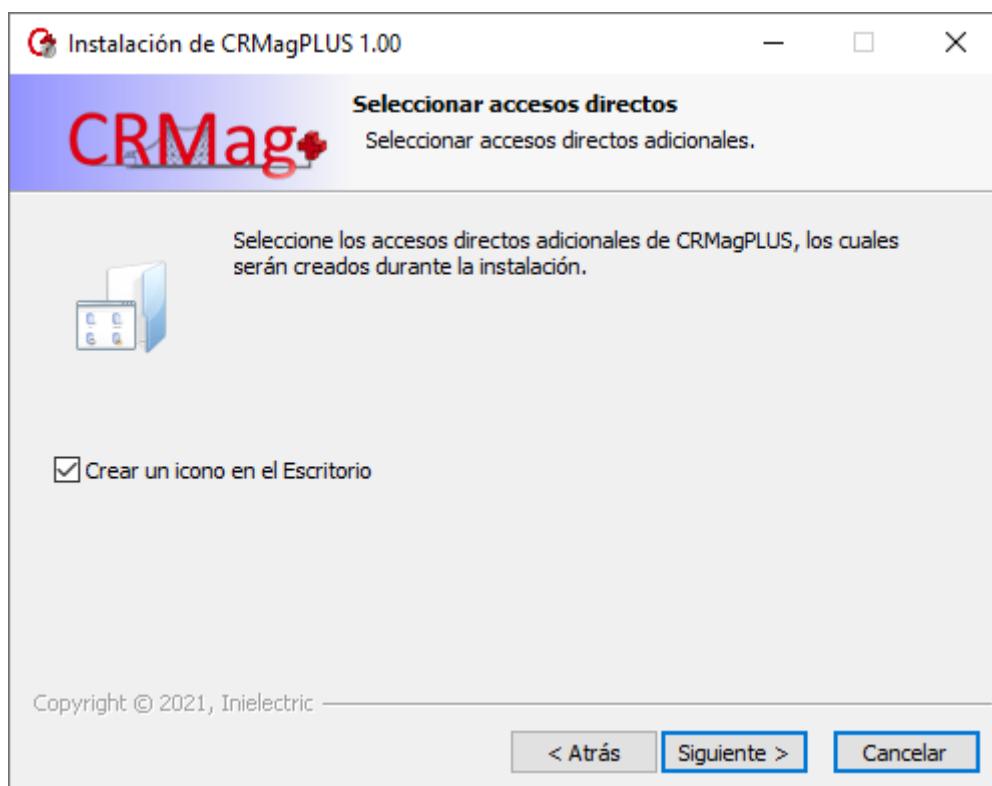
2 Instalación y licencia

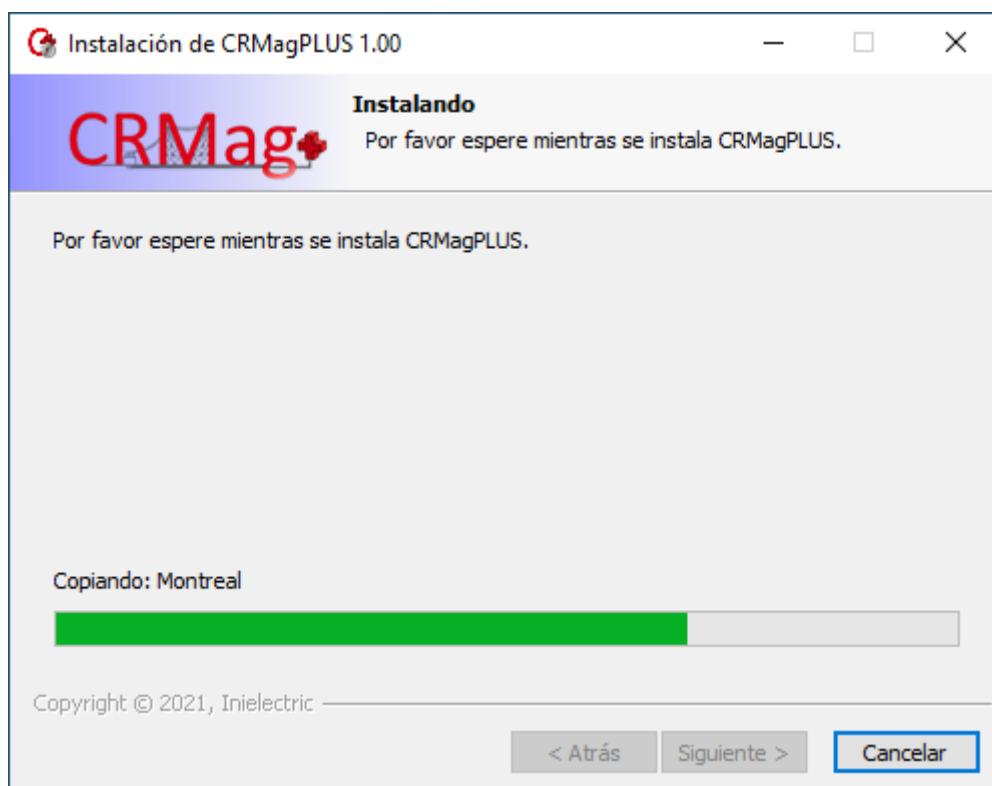
Para instalar CRMag PLUS (CRMag+), debe ejecutarse el archivo “CRMagPLUS Setup.exe” con permisos de administrador. El instalador le guiará durante el proceso de instalación.





Es conveniente instalar el software en "C:\Inielectric\CRMagPLUS" u otro directorio no protegido contra escritura, para facilitar el acceso del programa a sus propios recursos.





El software aparecerá en la carpeta raíz seleccionada.

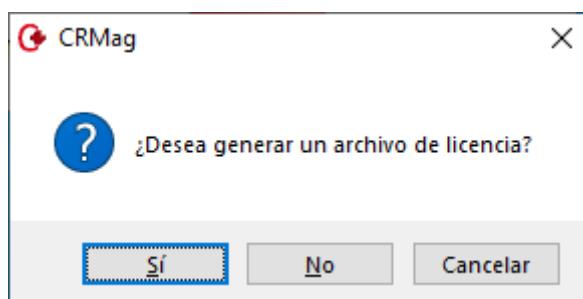
local (C:) > Inielectric > CRMagPLUS				
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño	
_unia.pyo	06/11/2021 08:03	Python Extension ...	24 kB	
base_library.zip	06/11/2021 08:03	zip Archive	765 KB	
CRMagAbLOGO700x200.png	14/02/2021 20:32	Archivo PNG	56 kB	
CRMagICO.ico	14/02/2021 20:30	Icono	34 kB	
CRMagLiLOGO480x80.png	23/03/2021 12:37	Archivo PNG	66 kB	
CRMagLOGO210x60.png	14/02/2021 20:28	Archivo PNG	13 kB	
CRMagPLUS.exe	06/11/2021 08:04	Aplicación	15.453 KB	
CRMagTrLOGO320x200.png	14/02/2021 20:28	Archivo PNG	35 kB	
kiwisolver.cp39-win_amd64.pyd	06/11/2021 08:04	Python Extension ...	115 kB	
lib_arpack-UQOM4H57QWHTKTC74NK2...	06/11/2021 08:04	Extensión de la ap...	1.681 kB	
lib blas_su.LAORB6DEW4KAMZVE6UWA...	06/11/2021 08:04	Extensión de la ap...	147 kB	
lib_dop-f2p.W23YE54JWB5C645LT3VAOC...	06/11/2021 08:04	Extensión de la ap...	704 kB	
lib_test_fo.BMG7XNVQO3Y6HRRD5ONJJ...	06/11/2021 08:04	Extensión de la ap...	574 kB	
libansari.54HGNEJBQIYZX5TZPCQGLNVI...	06/11/2021 08:04	Extensión de la ap...	131 kB	
libbanded5x.NR5T23WM4T4BC4MD5ZIVL...	06/11/2021 08:04	Extensión de la ap...	751 kB	
libbispeu.HPSBTY5F6WJ8KJ2NXCAH76U...	06/11/2021 08:04	Extensión de la ap...	1.914 kB	
libblkdta00.MQMKS6P6HGN7ZBNHUFJB...	06/11/2021 08:04	Extensión de la ap...	739 kB	
libchkder.CIYBJUMH77HZDWZ7070QB...	06/11/2021 08:04	Extensión de la ap...	303 kB	
libcobjla2.RFDNNLTZGQ6OW2QDSG56I4...	06/11/2021 08:04	Extensión de la ap...	730 kB	
libcrypto-1.dll	06/11/2021 0:03	Extensión de la ap...	3.350 kB	
libd_ogr.DQT24Q3SN2GHXZNEHOMFL...	06/11/2021 0:04	Extensión de la ap...	1.303 kB	
tinyrcrb TWIDW7D7VRC57RASITNT7S...	06/11/2021 0:04	Extensión de la ap...	92 kB	

En esta carpeta está también el archivo “Uninstall.exe” que permite desinstalarlo por completo. Siempre **es recomendable reiniciar el equipo justo antes y después de una desinstalación** para que se cierre cualquier proceso residual. Del mismo modo, se recomienda eliminar cualquier archivo o directorio que el proceso de desinstalación no elimine por sí solo.

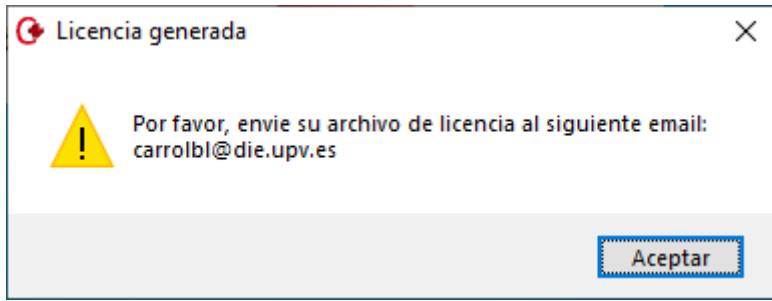
Al abrir el software, este comprobará si hay una licencia activa. Para ello es necesaria una conexión a internet, pues de lo contrario, el software no podrá continuar con la comprobación.



Si no hay una licencia activa nos permite generar una solicitud.



carrollbl@die.upv.es.

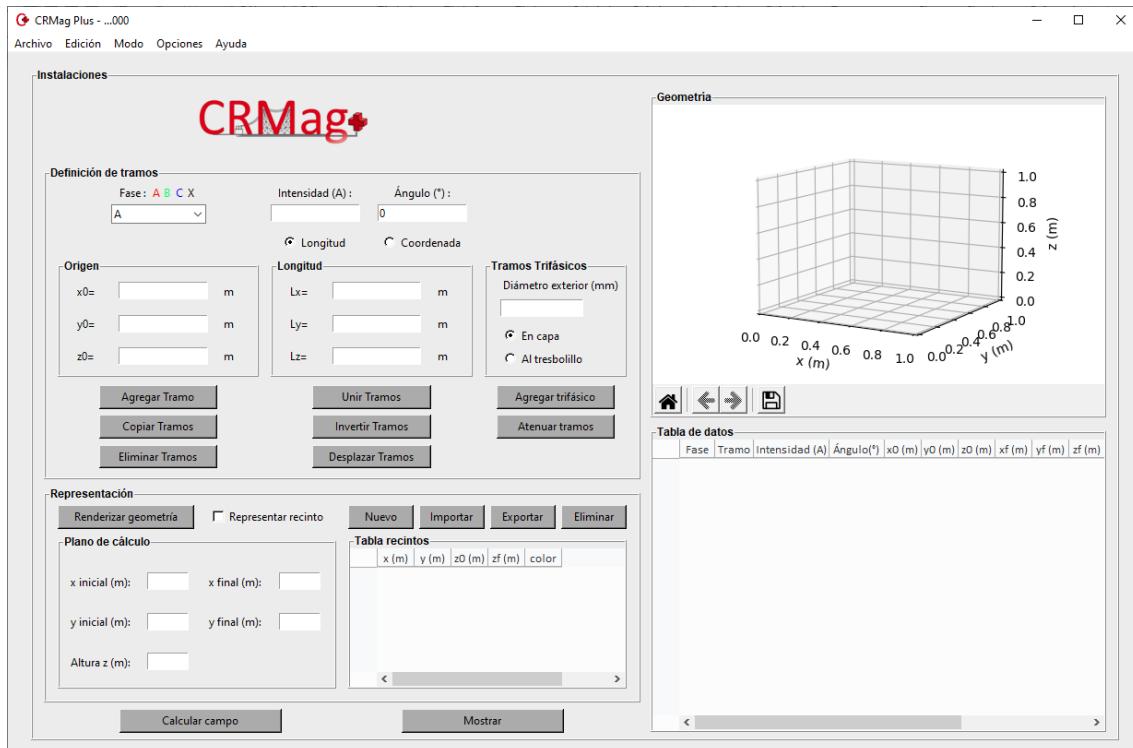


En el email hay que **adjuntar esta solicitud e indicar los siguientes datos** (con el fin exclusivo de poder identificar al usuario inequívocamente):

- Nombre completo del usuario o alias elegido (si una misma empresa adquiere múltiples licencias, este nombre hará referencia a la licencia objeto del presente formulario exclusivamente):
- Nombre de la empresa (en caso de particulares se puede indicar Particular):
- NIF del usuario o CIF de la empresa:

Para solucionar cualquier problema en el futuro relativo a la licencia para ese equipo, habrá que **indicar esos mismos datos** para identificar la licencia concreta.

Una vez enviado, se tramitará la licencia y se comunicará por correo que la licencia está activa.



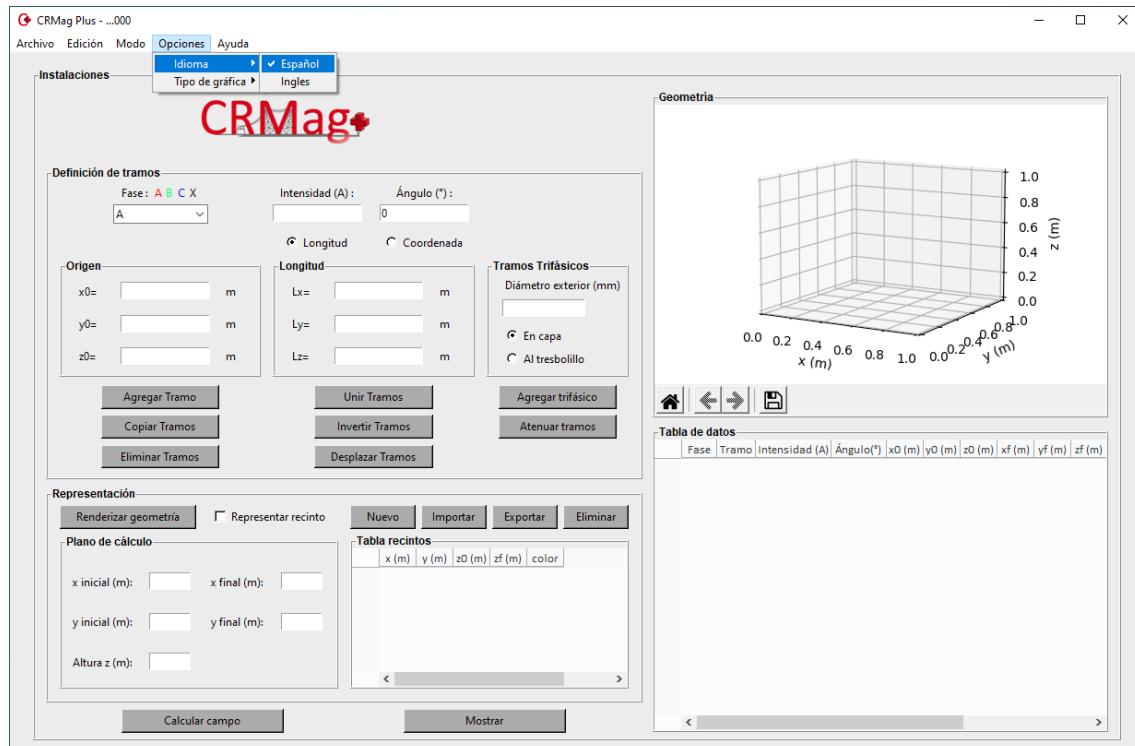
Este proceso permite activar la licencia para este equipo. Para cambiar de equipo hay que enviar un correo a carrolbl@die.upv.es con la solicitud generada desde el nuevo equipo e indicar los datos citados anteriormente para que al tramitar el alta se tramite simultáneamente la baja de la licencia anterior.

3 Primeros pasos

Esta sección explica las primeras acciones a tener en cuenta al utilizar el programa.

3.1 Idioma

Al iniciar CRMag+ por primera vez, se abre en Español. El idioma puede cambiarse desde el menú *Opciones>Idioma*. Los cambios de idioma se aplican cuando el programa se cierra y se abre nuevamente.

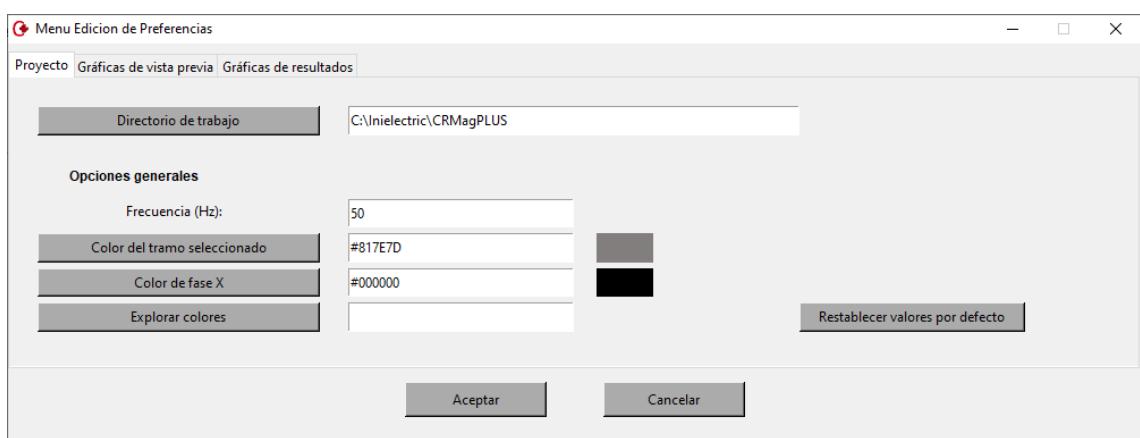
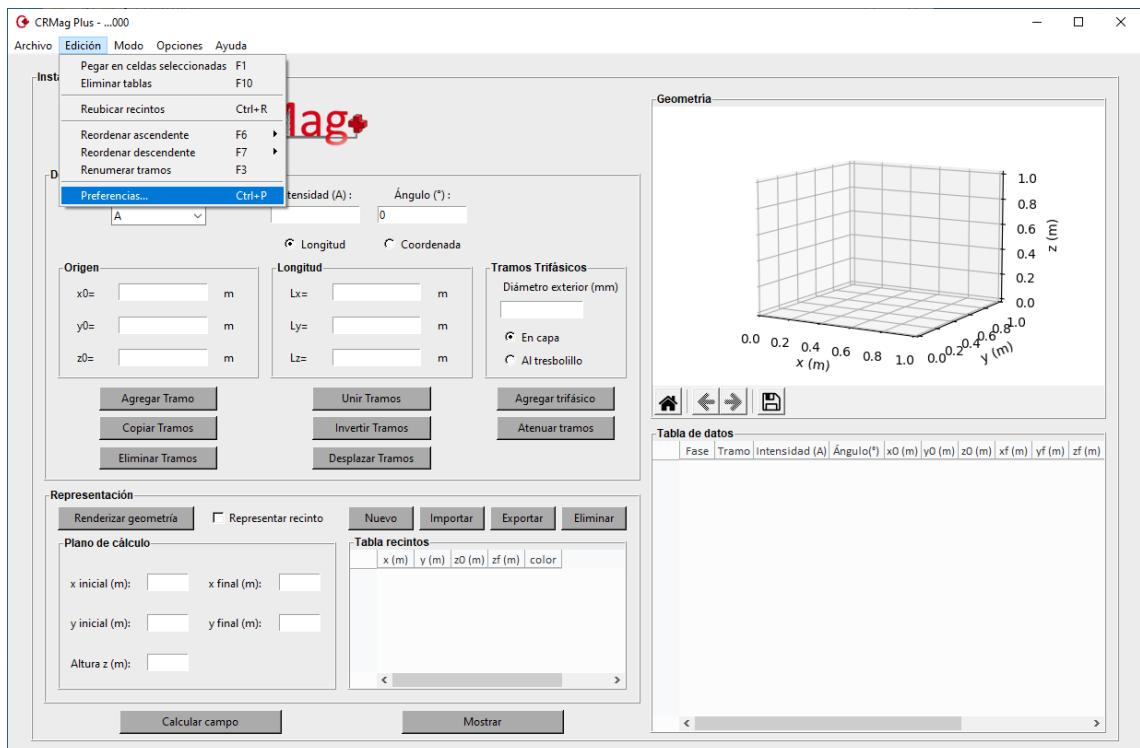


3.2 Directorio de trabajo

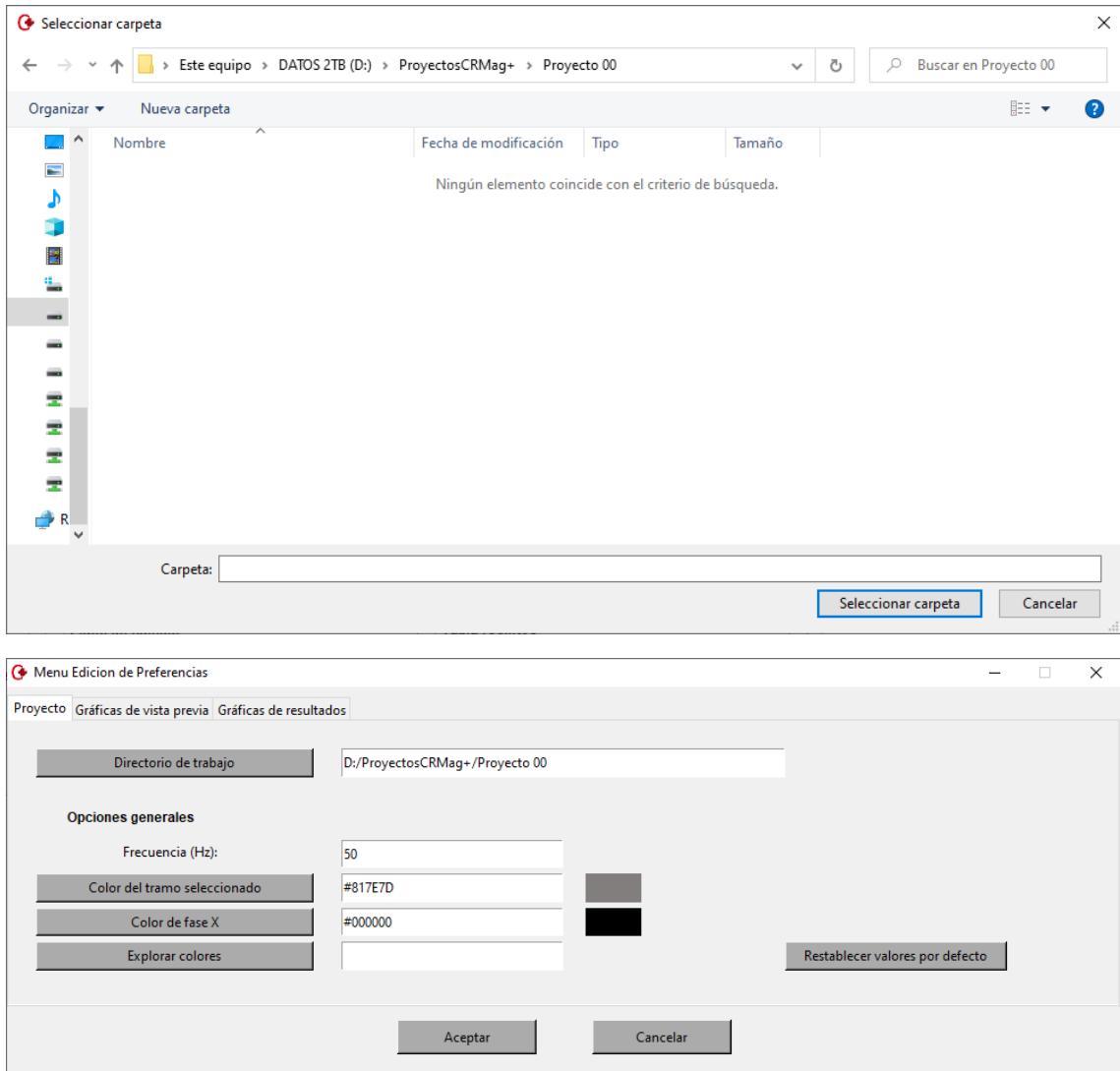
Es importante tener un directorio para el proyecto a estudiar, en el disco duro donde se almacenan datos.



La ruta de este directorio será el directorio de trabajo que puede especificarse desde el menú *Edición>Preferencias* o con el atajo de teclado **Control+P**.



Clicando en el botón de Directorio de trabajo se abre un menú del explorador en el que se puede navegar hasta el directorio del proyecto y seleccionarlo.

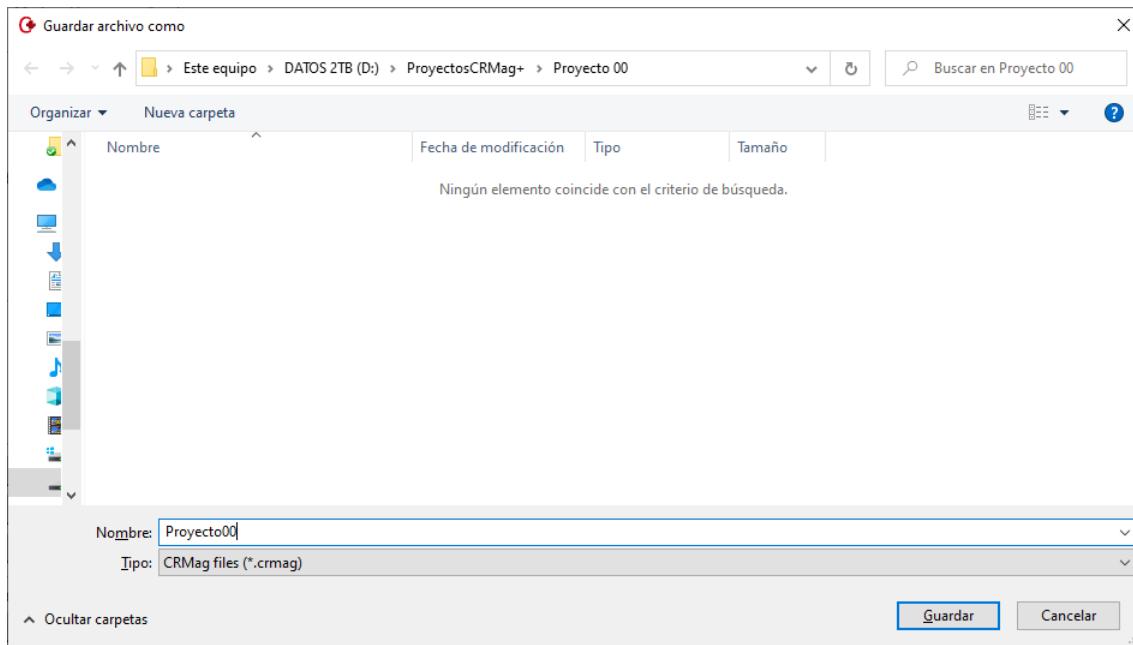
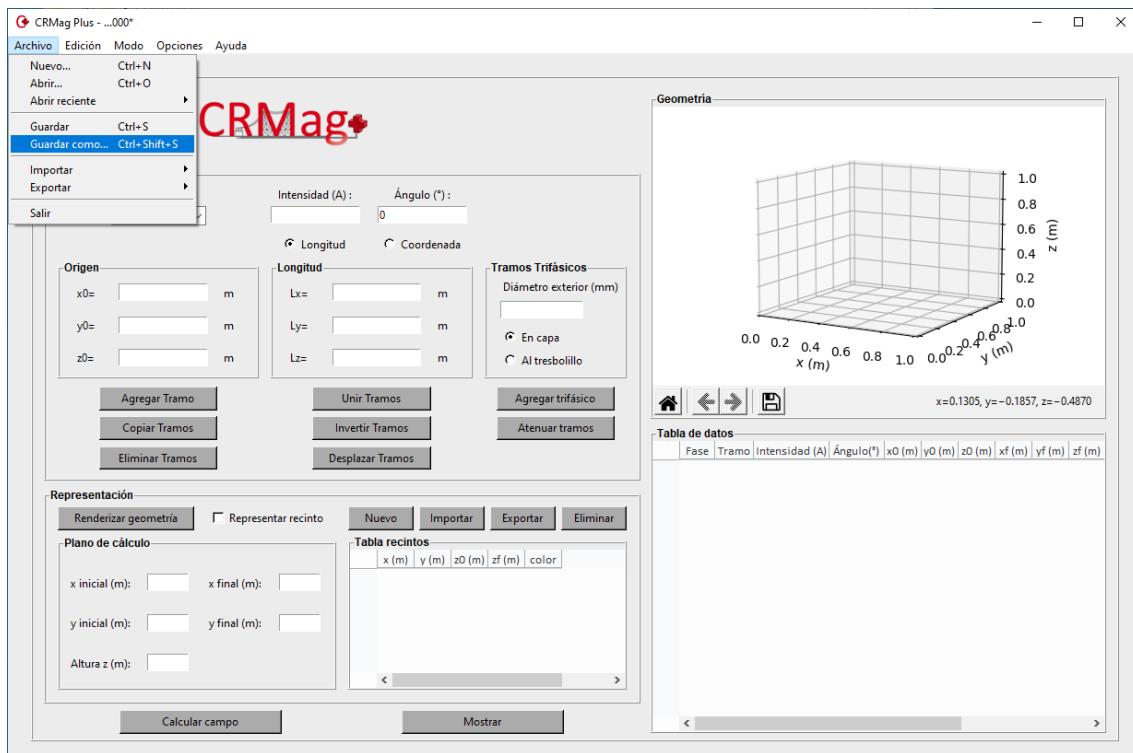


Esto hará que el software busque todos los archivos de trabajo en este directorio como punto de partida cada vez que queramos guardar o cargar algún archivo del proyecto.

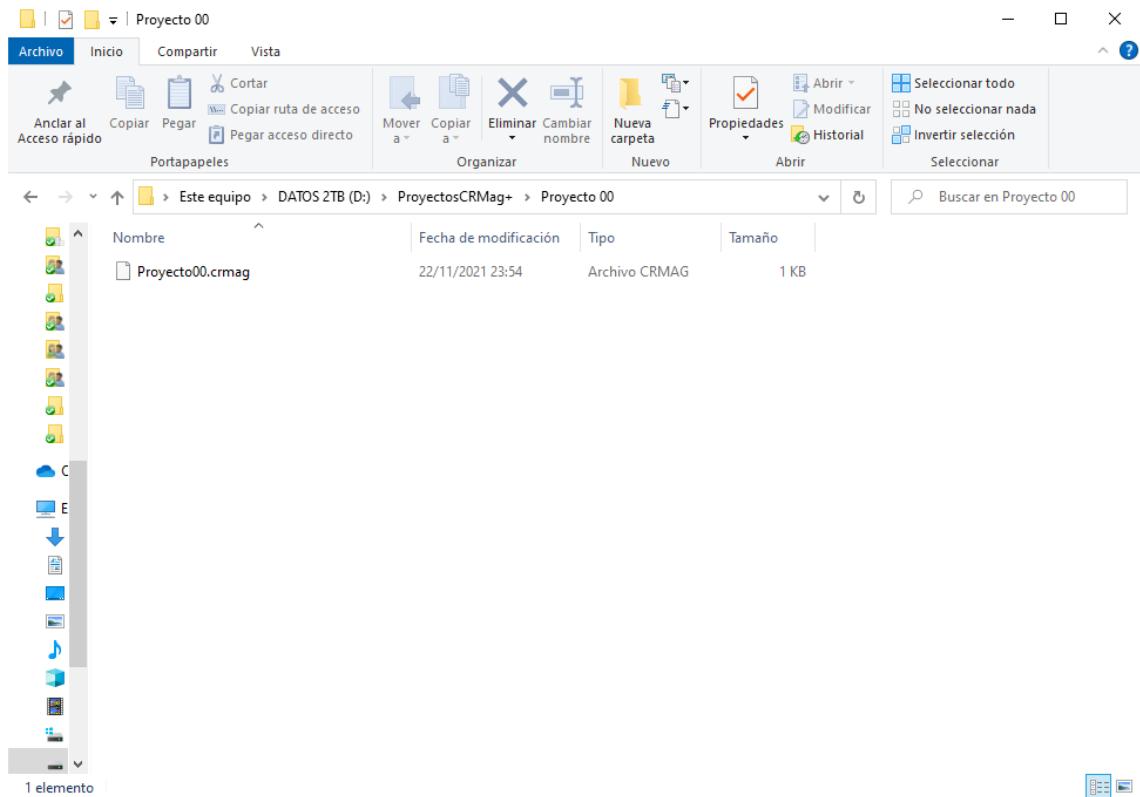
Para guardar las preferencias hay que Aceptar.

3.3 Primer guardado

Antes de comenzar a trabajar en el proyecto, conviene guardar un archivo en el directorio con el nombre deseado. Para ello se puede utilizar el menú Archivo>Guardar como o el atajo de teclado Control+Mayúscula+S.

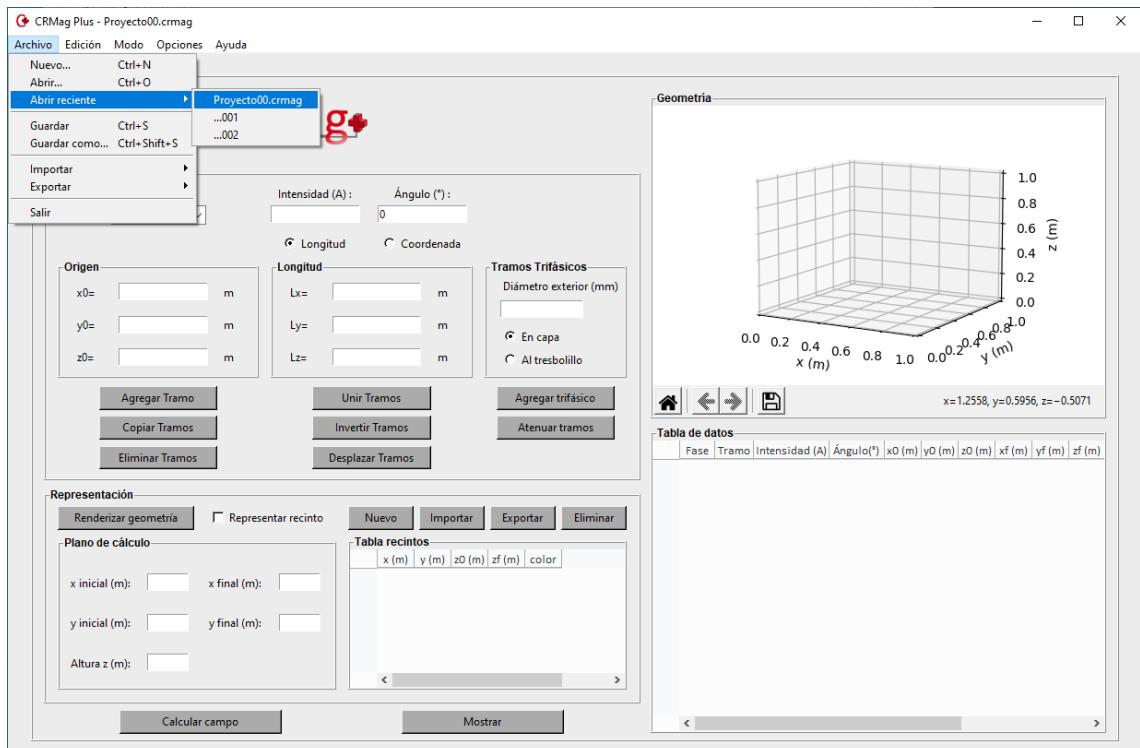


En el directorio aparecerá el proyecto guardado. Desde el menú Archivo se puede iniciar un archivo de proyecto nuevo o abrir uno existente.

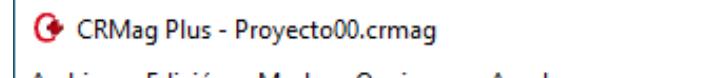


3.4 Archivos recientes

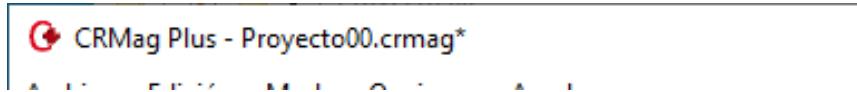
También aparecerá en el menú *Archivo>Abrir reciente*. Aquí aparecen los tres últimos archivos abiertos.



En el título superior de la ventana aparece también el título del proyecto.

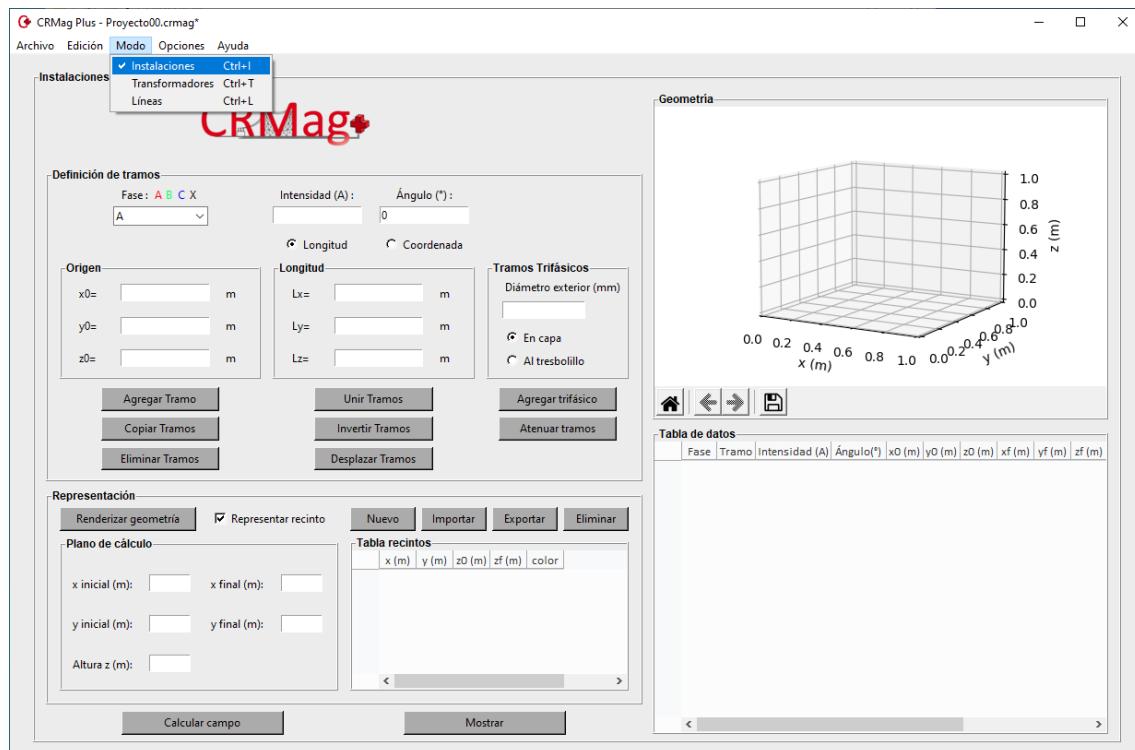


Si hacemos cualquier cambio en el proyecto (por ejemplo, activar el checkbox de Representar recinto), en la mayoría de los casos, el nombre del proyecto en el título superior de la ventana aparecerá con un asterisco (*) que indica que existe algún cambio sin guardar. En ese caso, al cerrar el programa aparecerá un mensaje preguntando si se desea guardar los cambios en el proyecto. No obstante, se destaca la importancia de guardar cambios periódicamente mediante el menú *Archivo>Guardar* o el atajo de teclado **Control+S**.

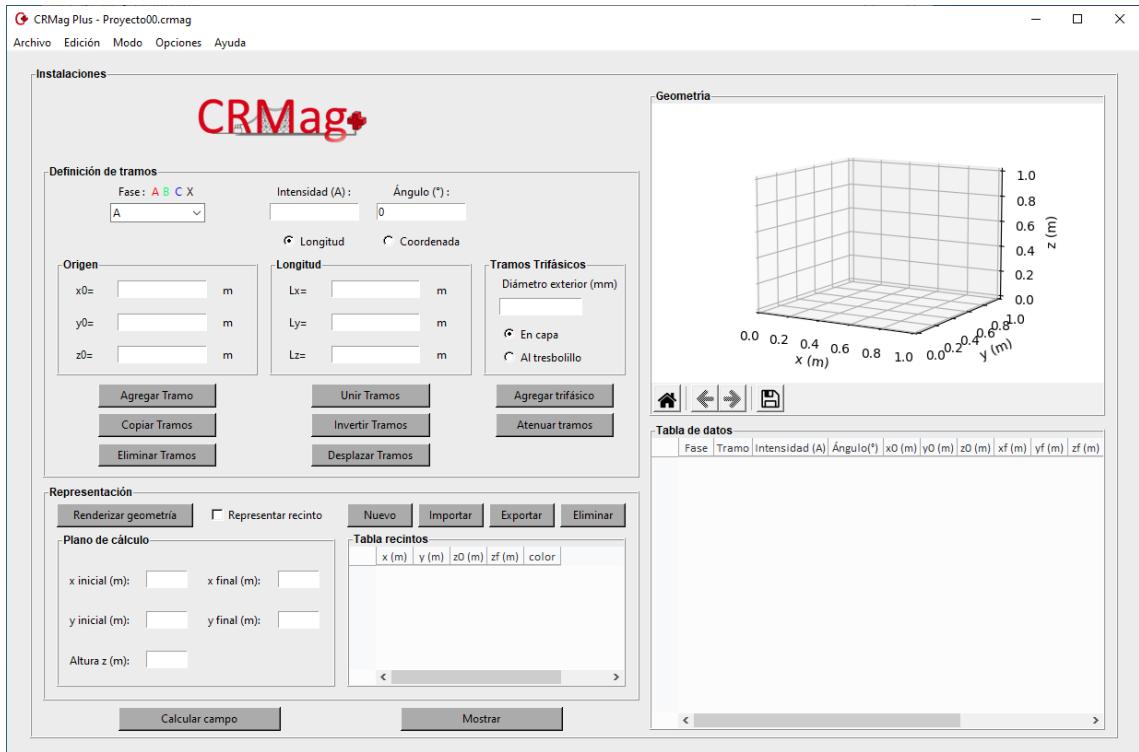


3.5 Selección de modos

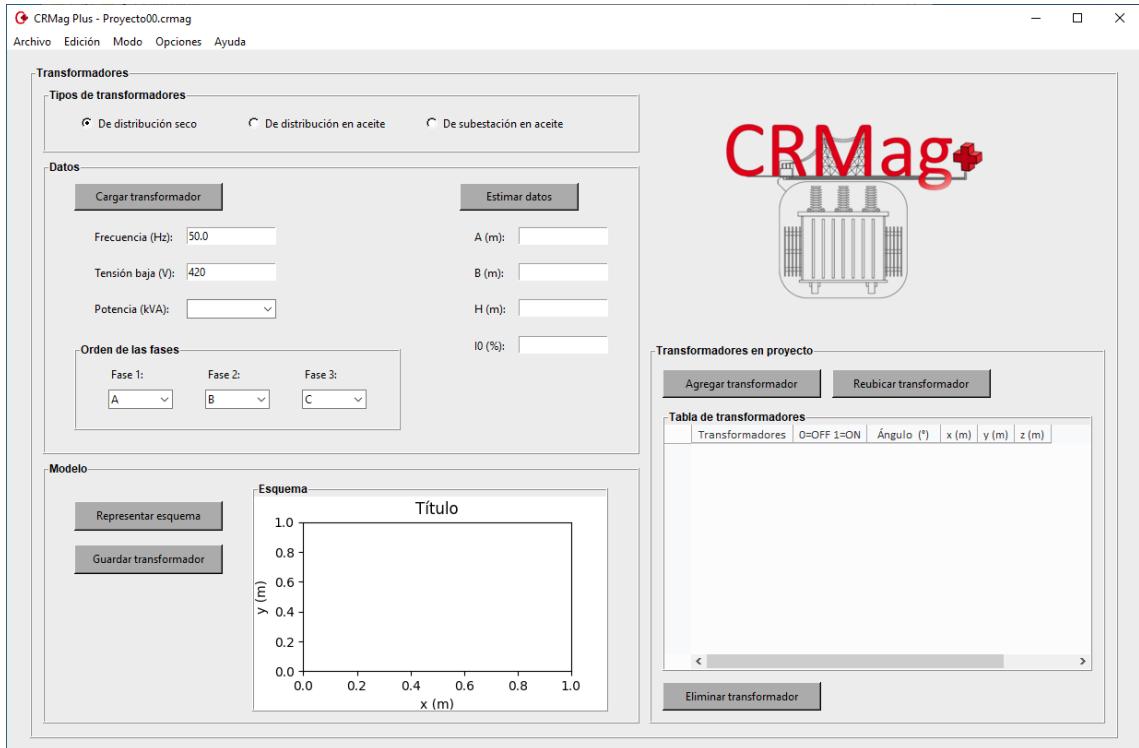
Mediante el menú Modo se puede elegir el modo deseado.



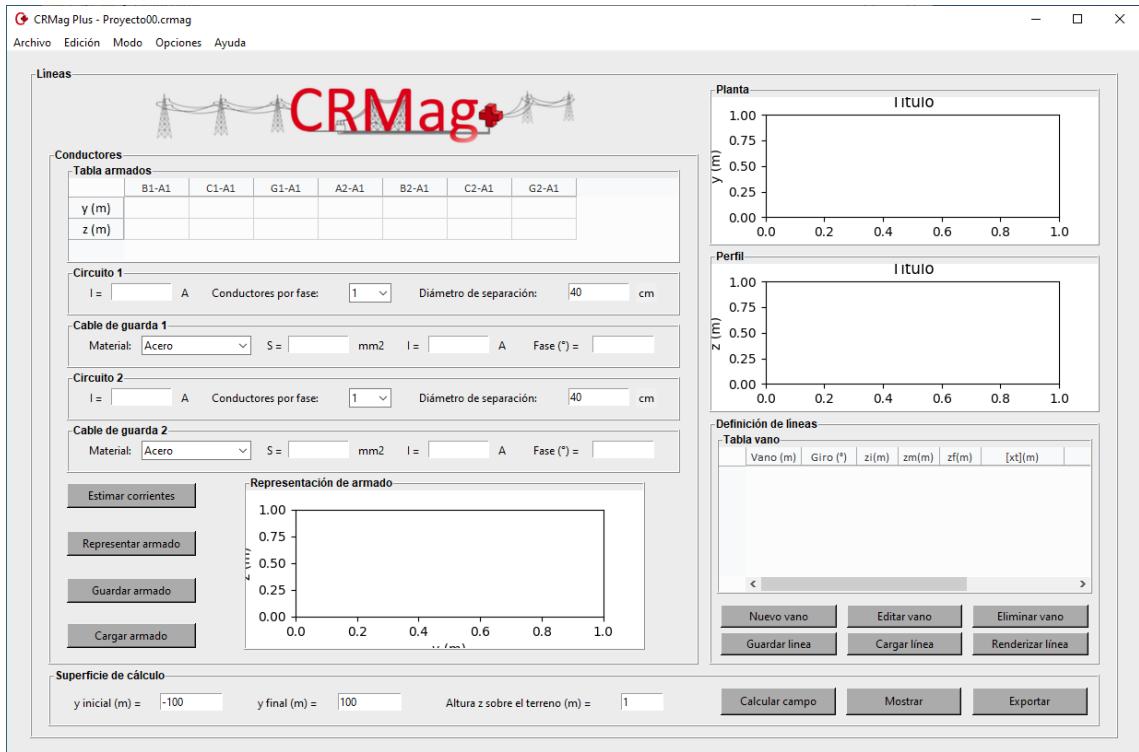
El modo de Instalaciones permite definir conductores y dibujar recintos para facilitar la interpretación de los esquemas. Se puede acceder mediante el atajo de teclado **Control+I**.



El modo de Transformadores permite definir transformadores para insertarlos en la instalación actual. Se puede acceder mediante el atajo de teclado **Control+T**.



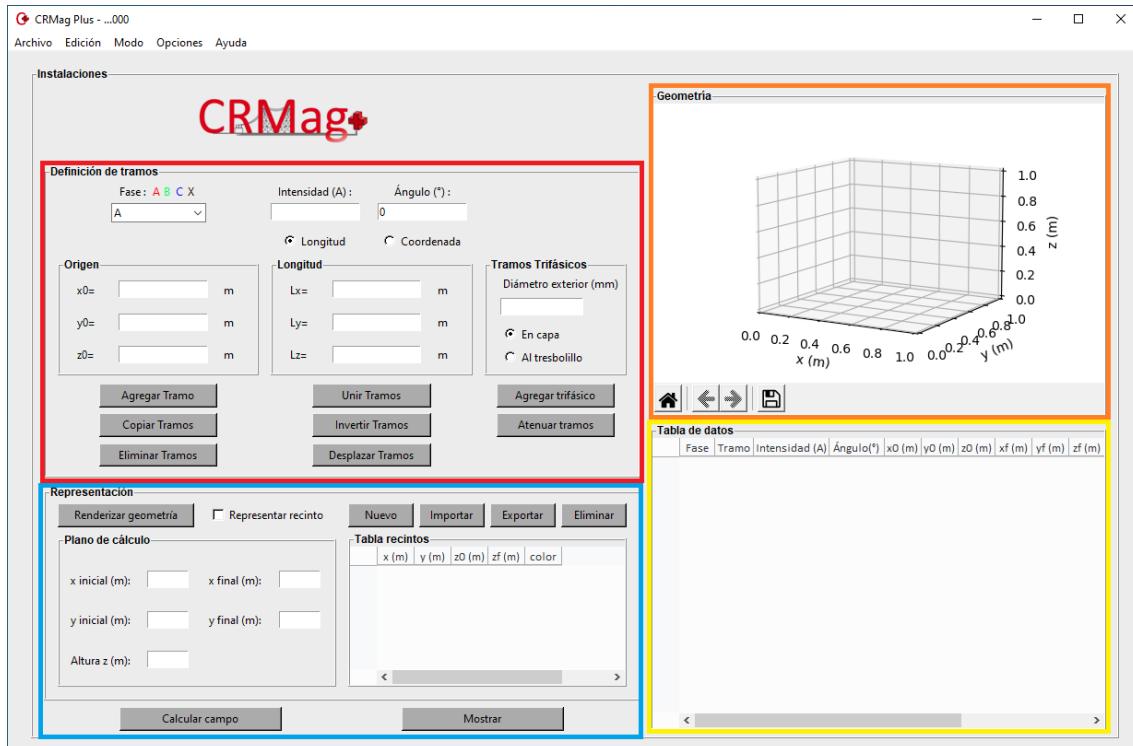
El modo de Líneas permite definir líneas aéreas con forma de catenaria a partir de un armado y un conjunto de vanos. Se puede acceder mediante el atajo de teclado **Control+L**.



4 Modo Instalaciones

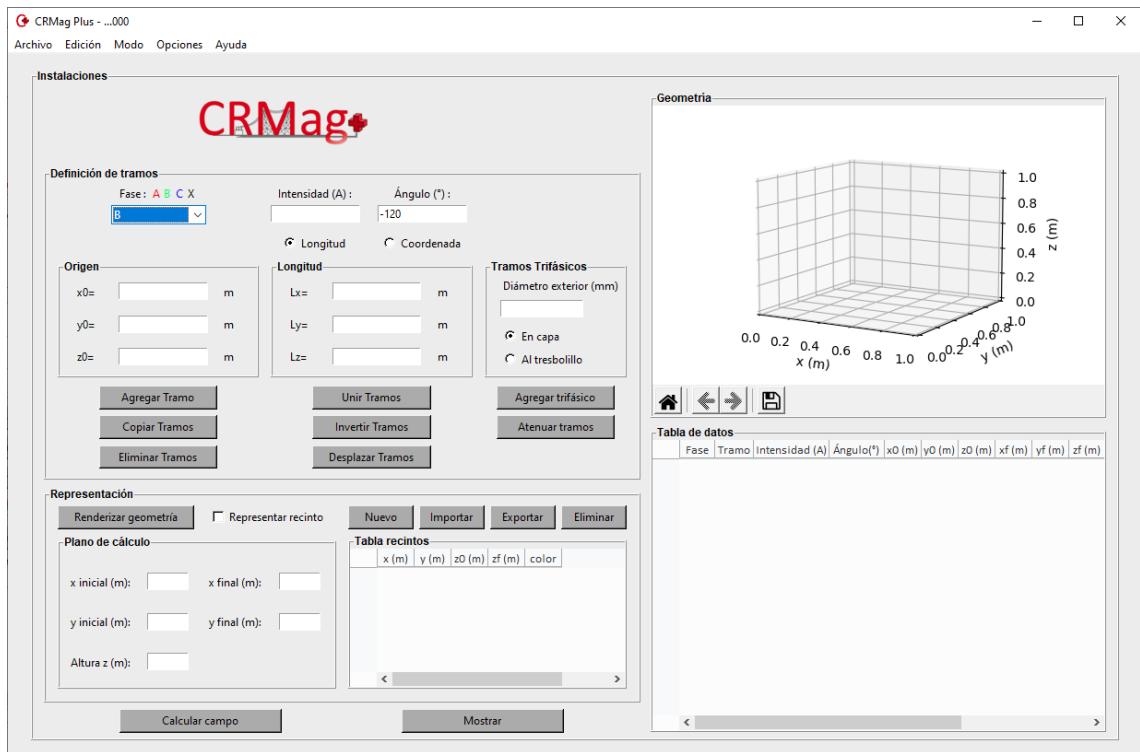
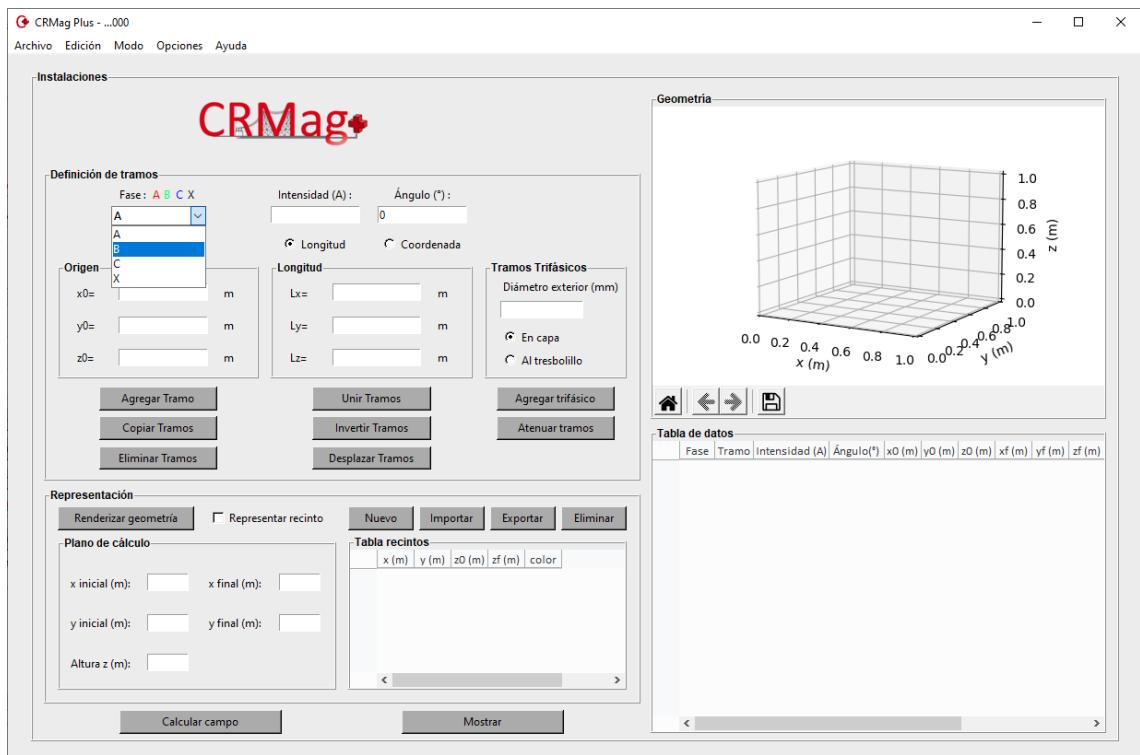
En el modo Instalaciones se distinguen 4 zonas en la interfaz. En la siguiente figura se destacan:

- Panel de definición de tramos en rojo.
- Panel de geometría en naranja.
- Panel de tabla de datos en amarillo.
- Panel de representación en azul.



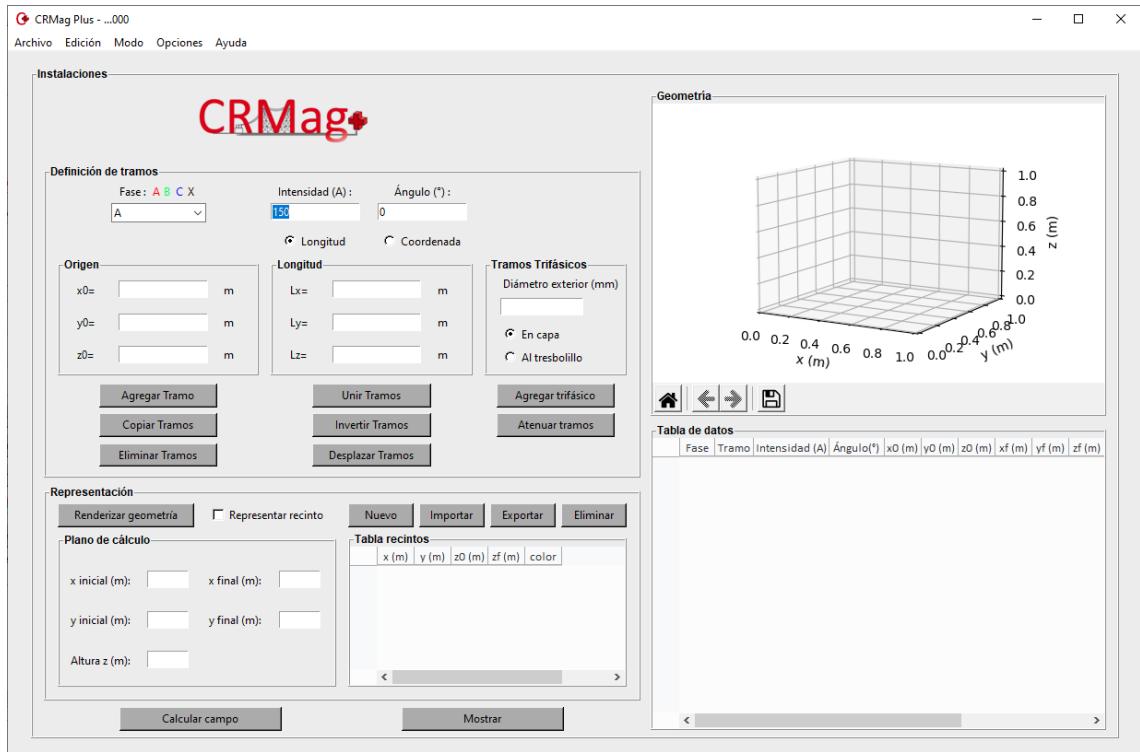
4.1 Definición de tramos

El panel de definición de tramos permite insertar nuevos tramos en nuestra instalación. La instalación se compone de conductores de hasta tres fases (A, B y C) y de neutro (X). La fase X se puede utilizar para cualquier conductor que no sea de ninguna de las tres fases. Al elegir una fase, el software introduce el ángulo de fase de la intensidad utilizando 0° para la fase A, -120° para la fase B y 120° para la fase C. Los conductores de la fase X no tienen un ángulo por defecto, por lo que hay que introducirlo según convenga. Por ejemplo, si se selecciona la fase B, el ángulo cambia a su valor.

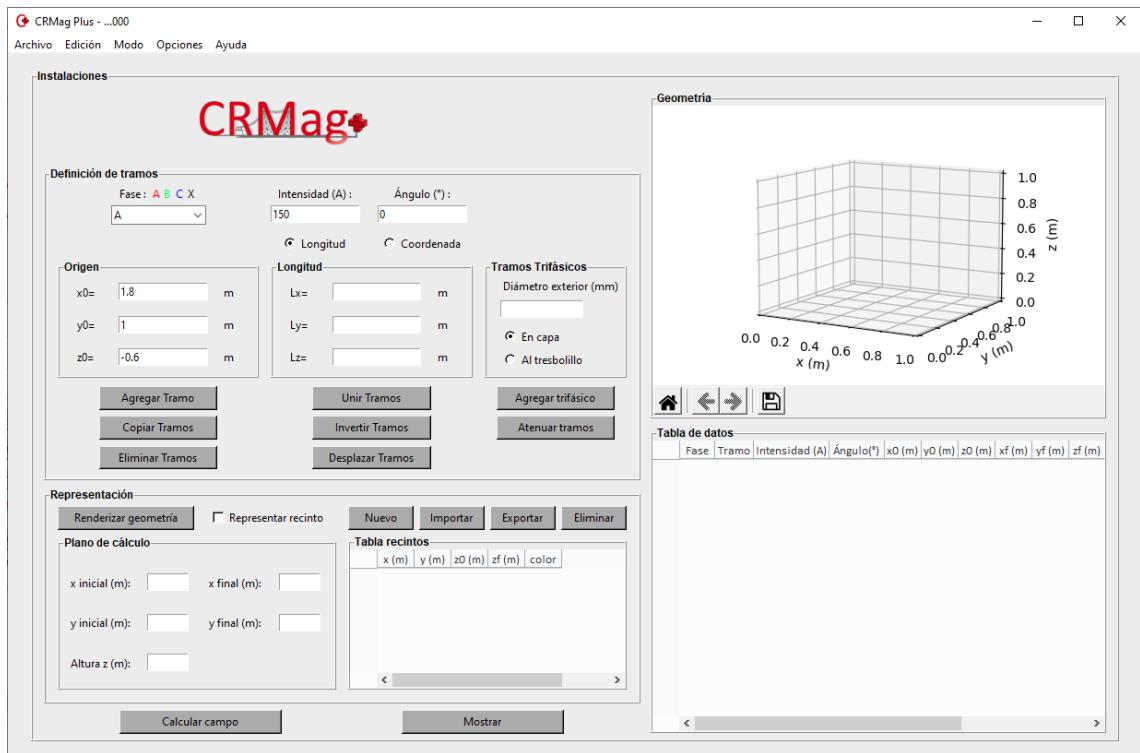


El ángulo se puede modificar manualmente para simular condiciones no estándar.

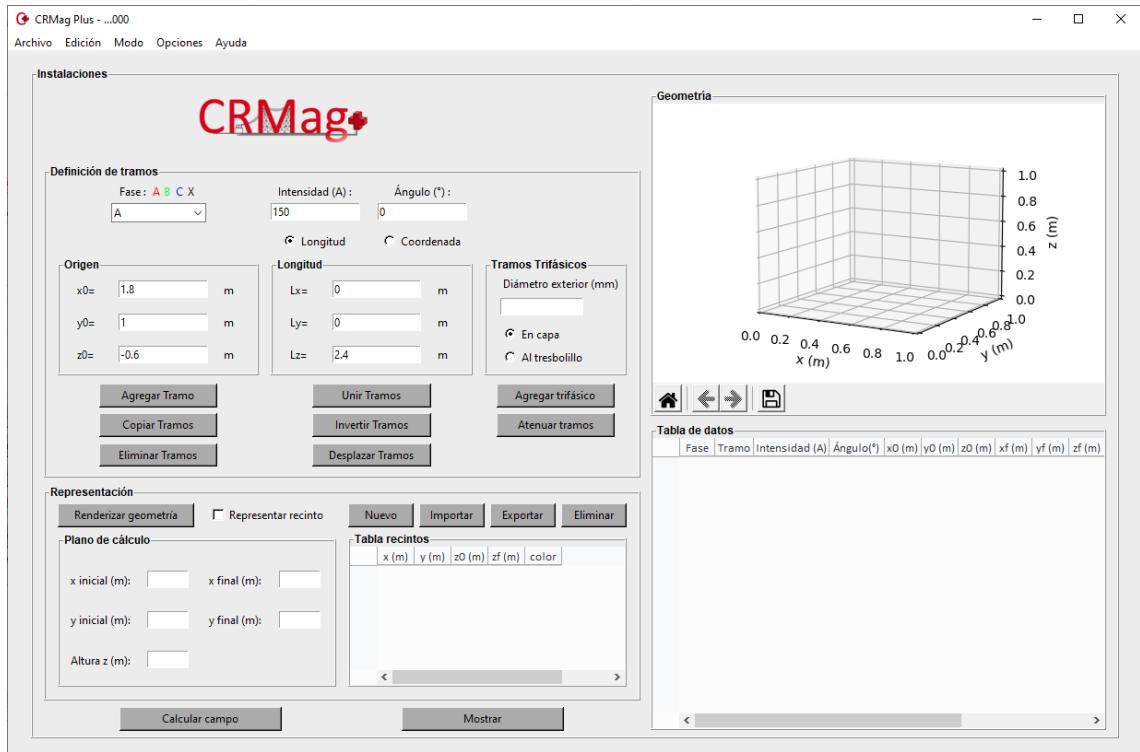
Para definir un tramo de un conductor hay que introducir la intensidad máxima esperada a través del mismo en A.



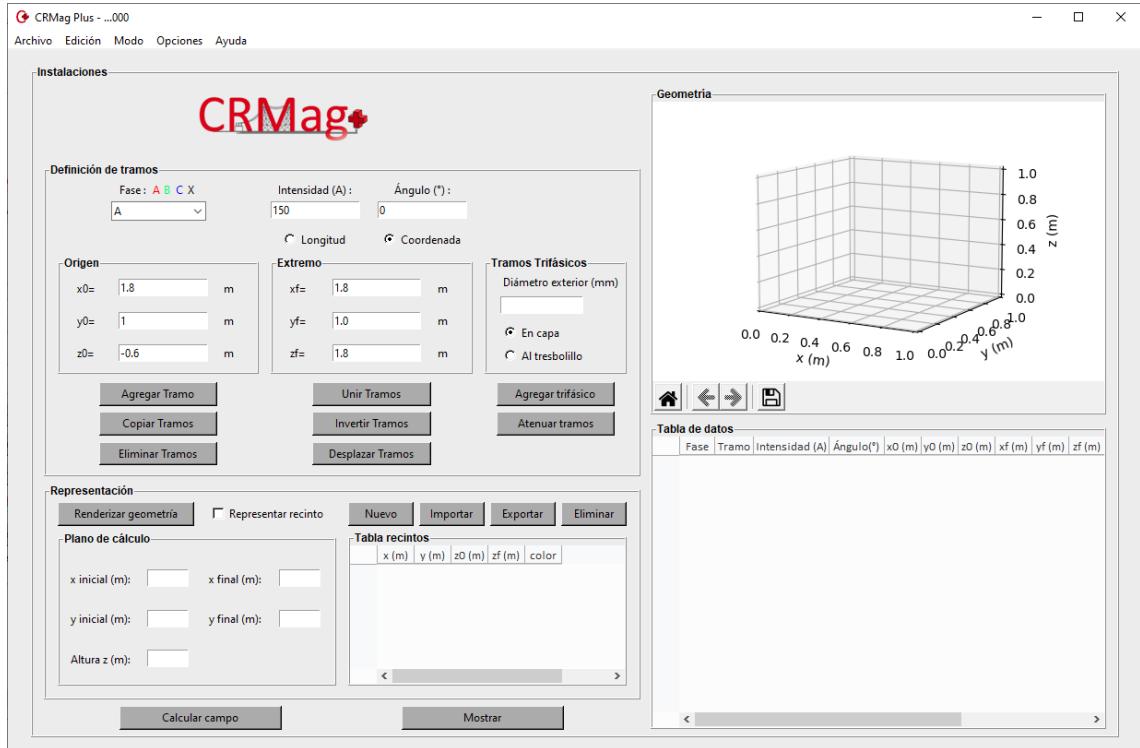
Después hay que definir las coordenadas del origen del tramo (punto inicial)



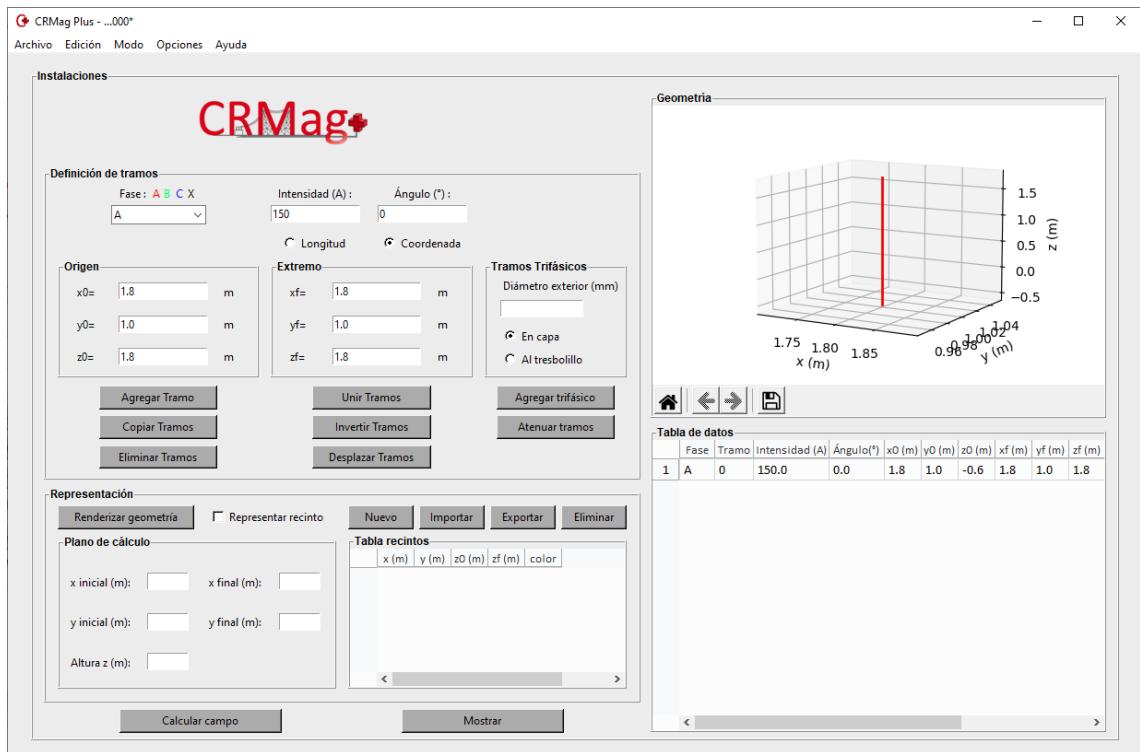
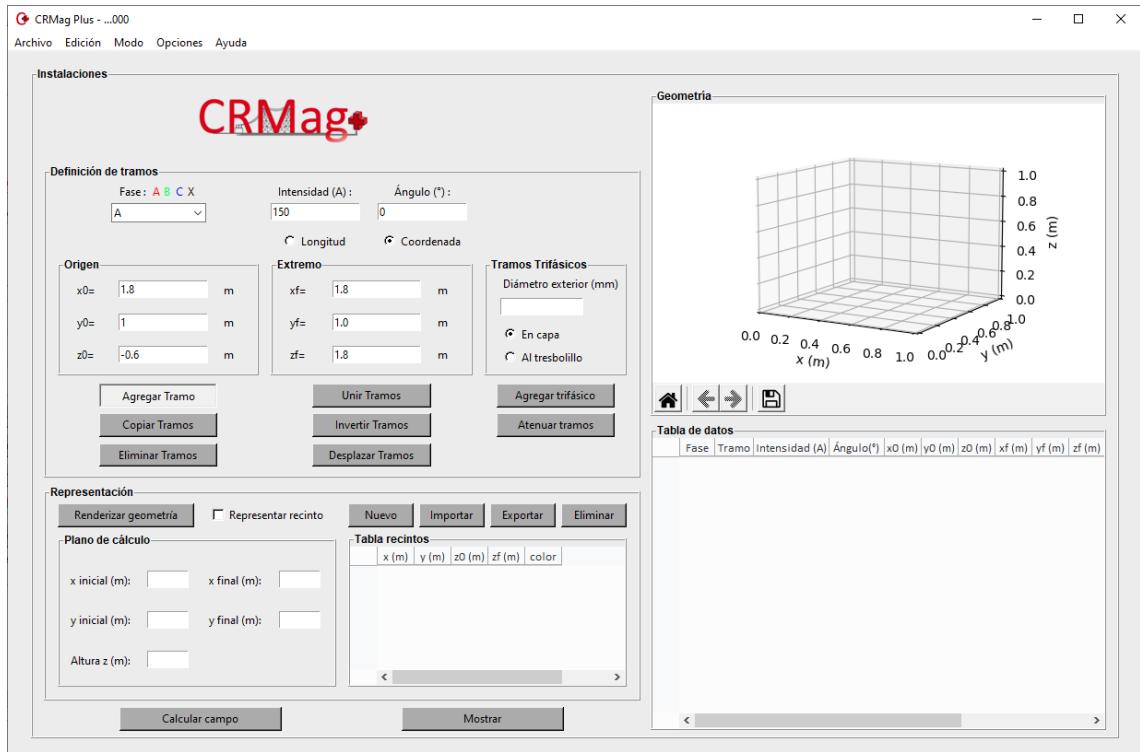
A continuación, hay que definir el punto final. Para ello se puede seleccionar Longitud para introducir la distancia en cada eje o Coordenada para introducir la coordenada final.



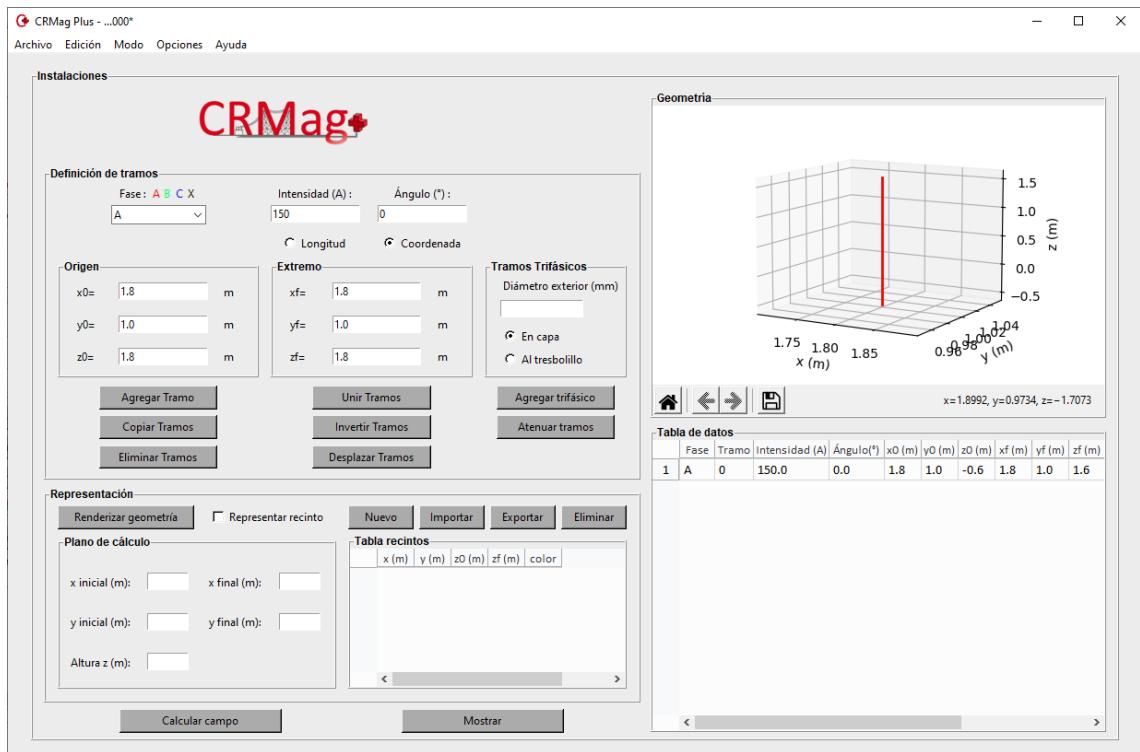
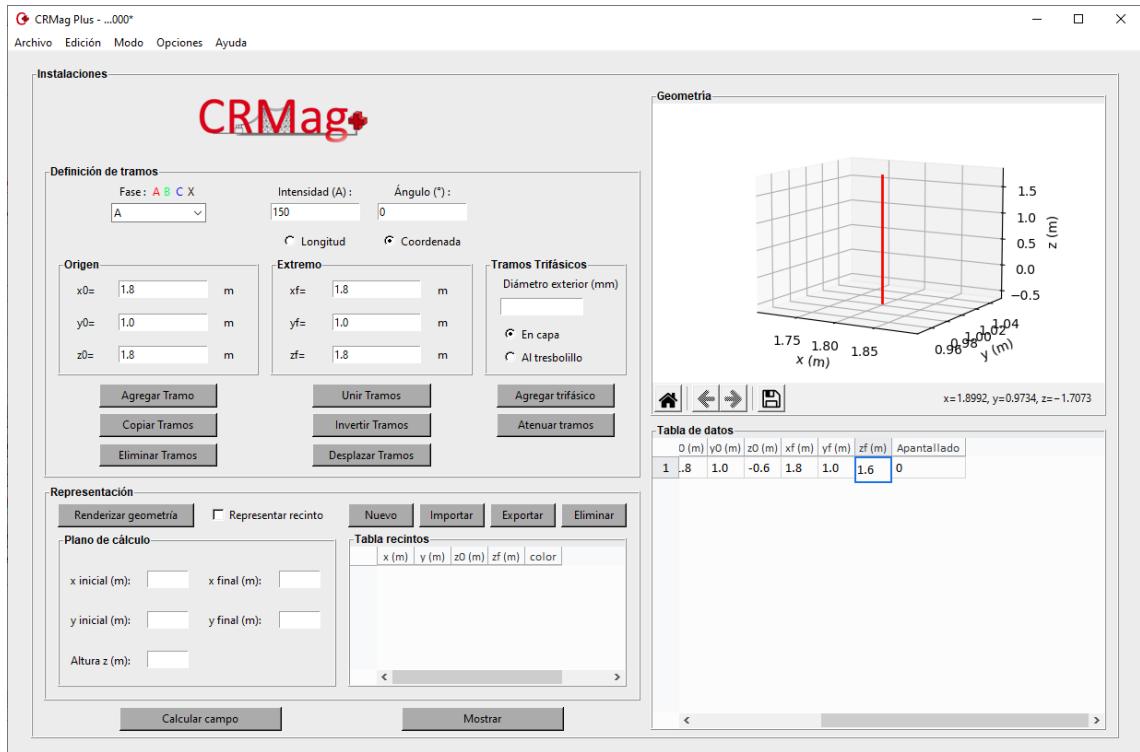
Cambiando la selección entre Longitud y Coordenada, el software recalculará los valores introducidos.



Cuando el tramo está correctamente definido, se clica en Agregar Tramo para introducirlo en la instalación.

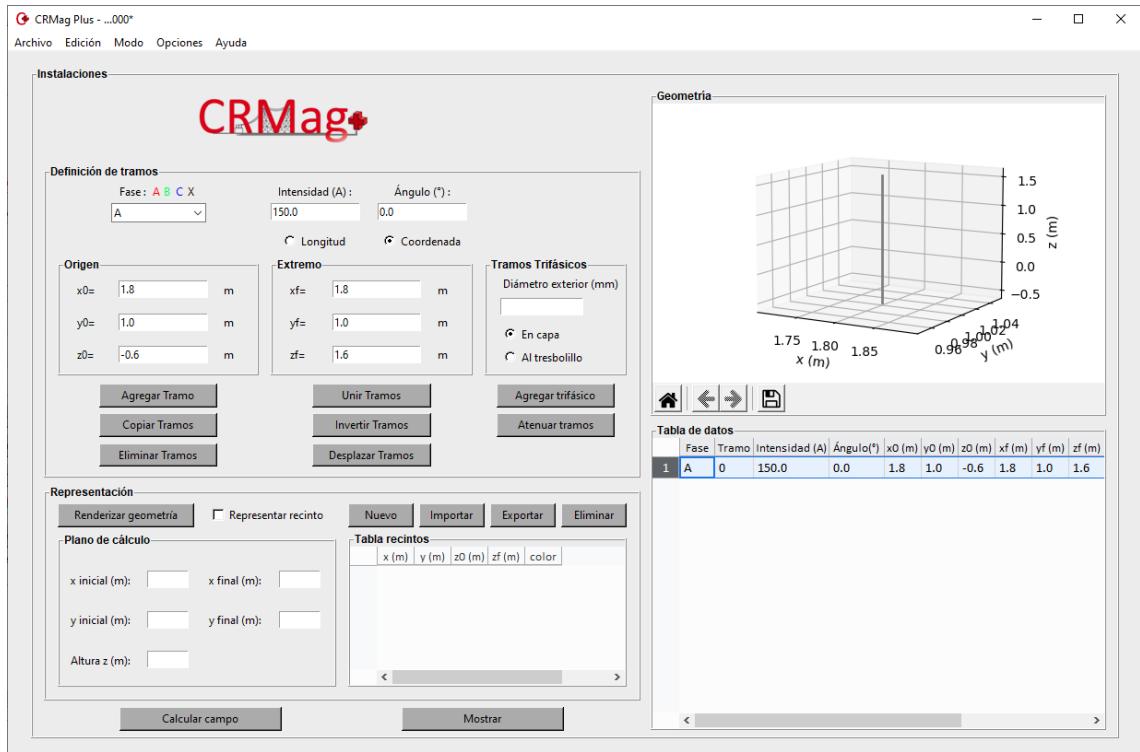


El tramo aparece representado en el panel de geometría y sus datos aparecen en la tabla de datos. Para editar el tramo se puede modificar la tabla. Por ejemplo, la celda zf (m) se puede cambiar a 1.6.



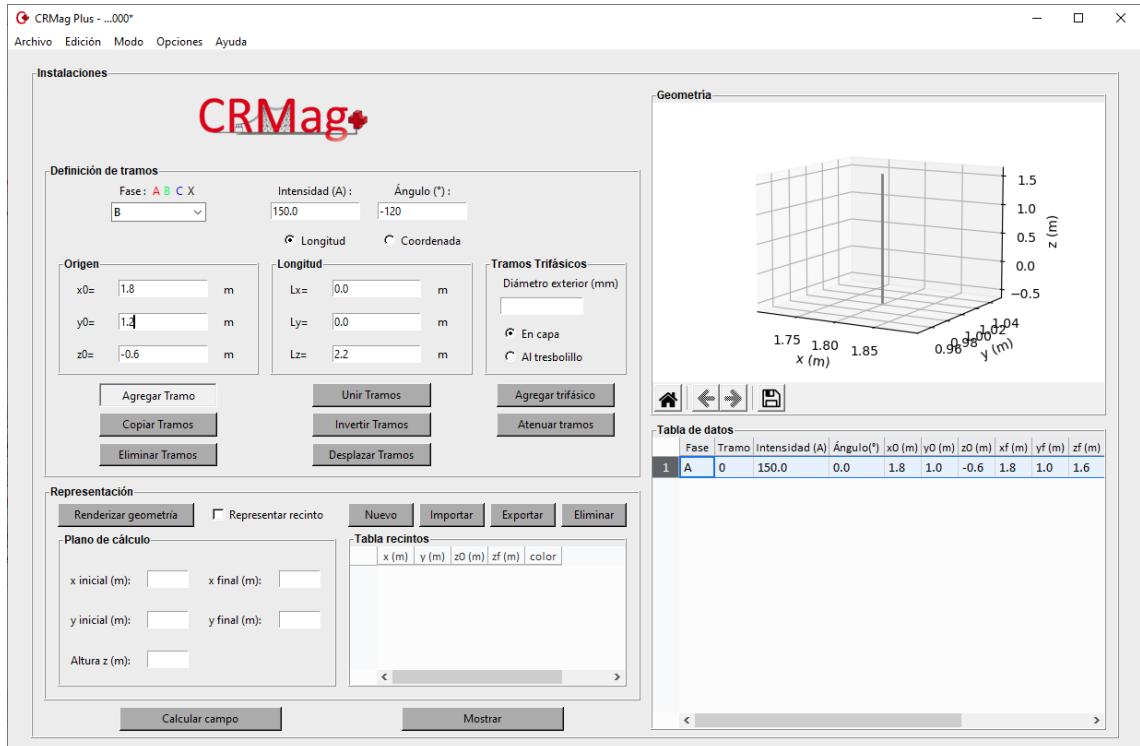
Los cambios se actualizan al instante. El color de las fases en la representación es siempre con la fase A en rojo, la fase B en verde, la fase C en azul y los conductores catalogados con X en negro. Este color se puede modificar desde las preferencias.

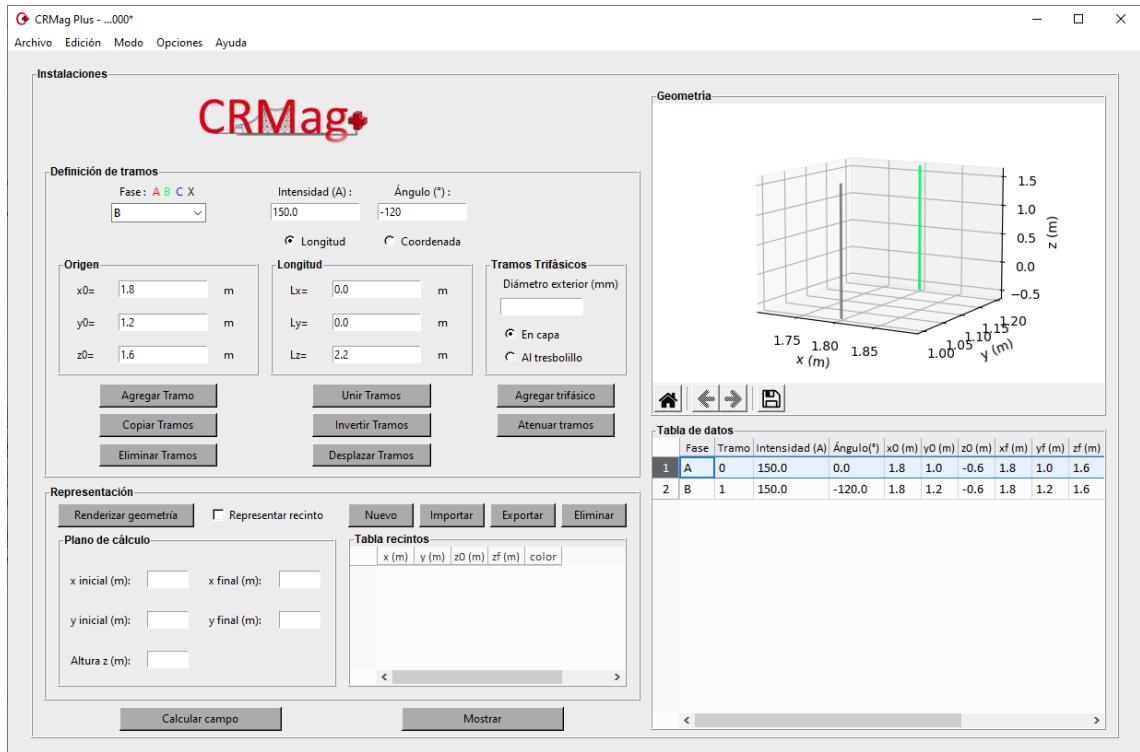
Para introducir un tramo similar, se puede seleccionar la fila en la tabla para que se copien los datos al panel de definición de tramos.



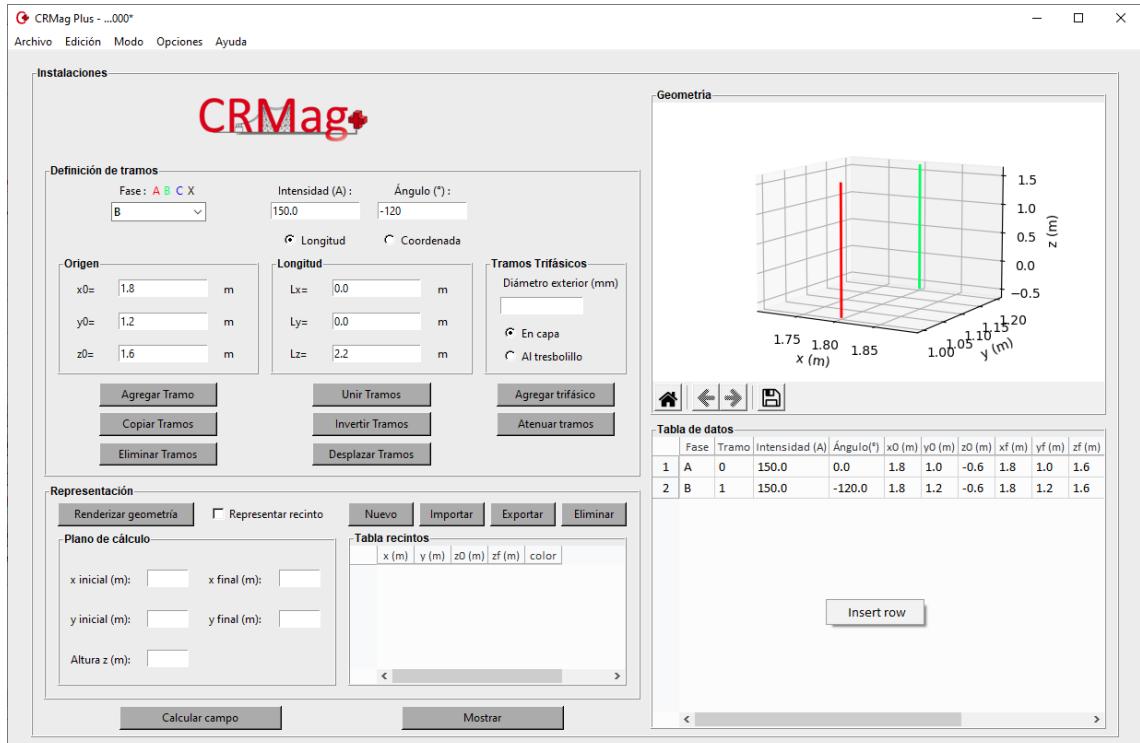
En este caso, los tramos seleccionados se representan en gris.

Se puede introducir un tramo similar a este cambiando la fase a B, eligiendo Longitud y cambiando la coordenada inicial y0 a 1.2.



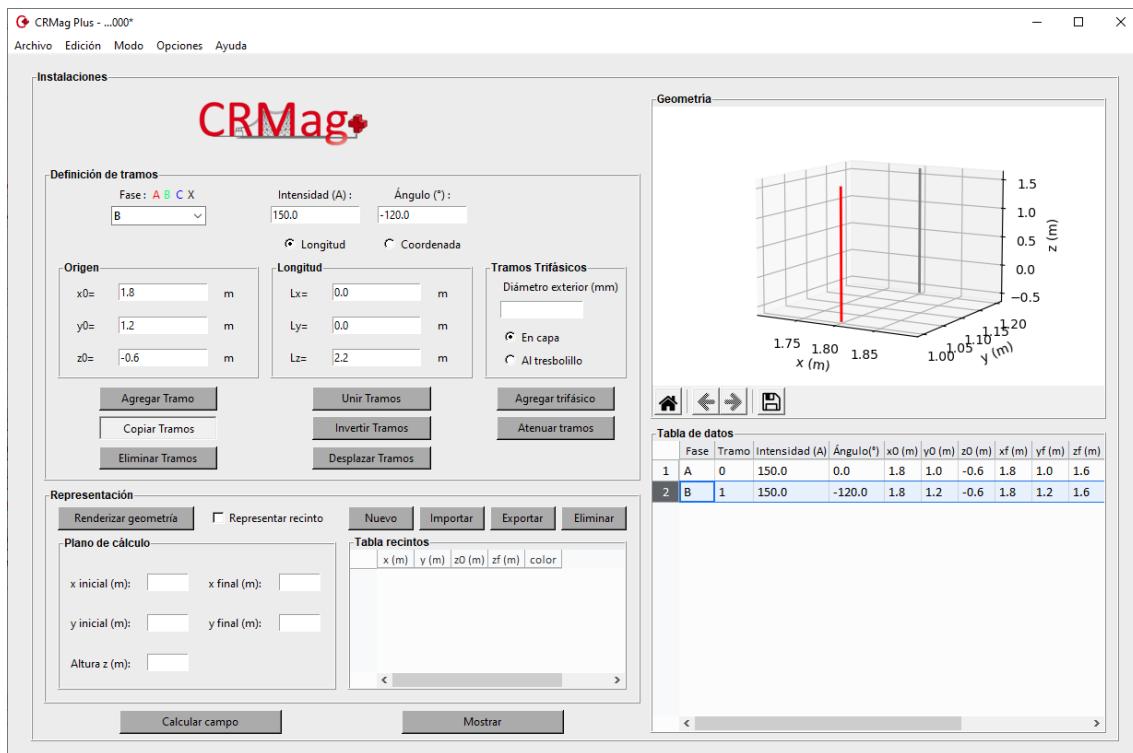


Un tramo se puede deseleccionar seleccionando una celda de la tabla o el espacio blanco que queda bajo las filas ocupadas. Si se deselecciona un tramo no se redibuja inmediatamente. Para forzar un redibujado basta con hacer un clic derecho en la tabla de datos, entre muchos otros métodos.



4.2 Copiar tramos

Para hacer una copia de un tramo, se puede seleccionar el tramo y clicar en copiar tramos.



Introducción de datos

Introduce el número de copias a realizar:

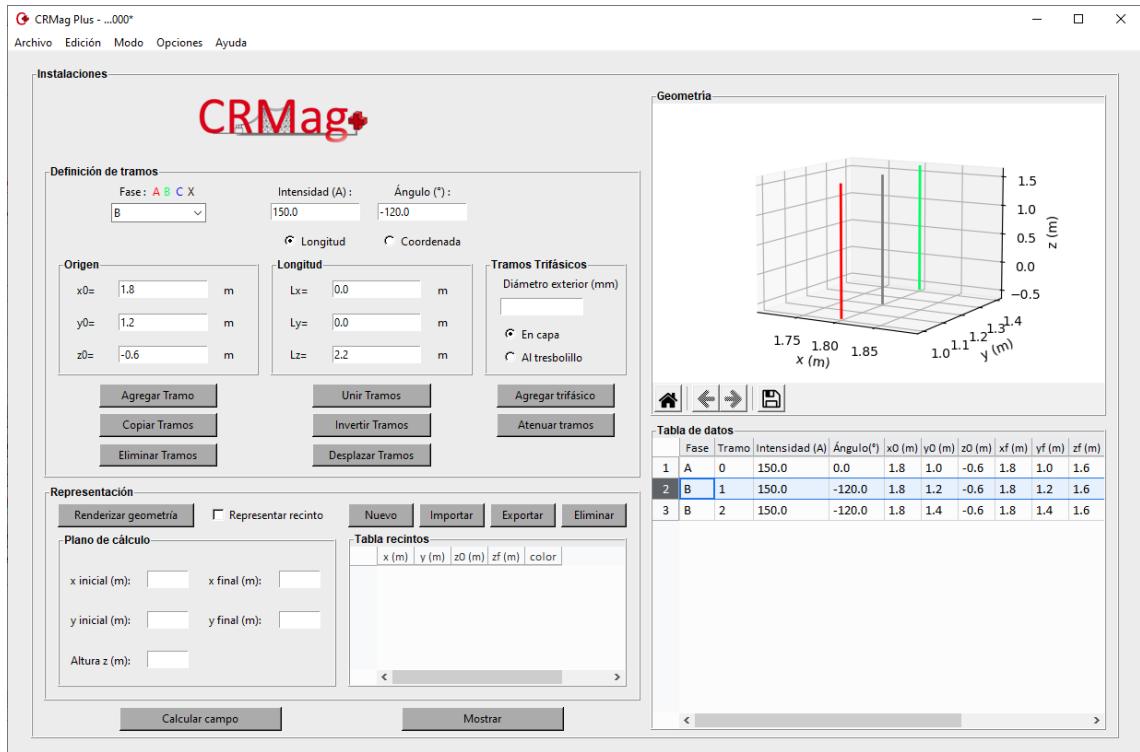
Introduce los desplazamientos en metros:

Desplazamiento en x:

Desplazamiento en y:

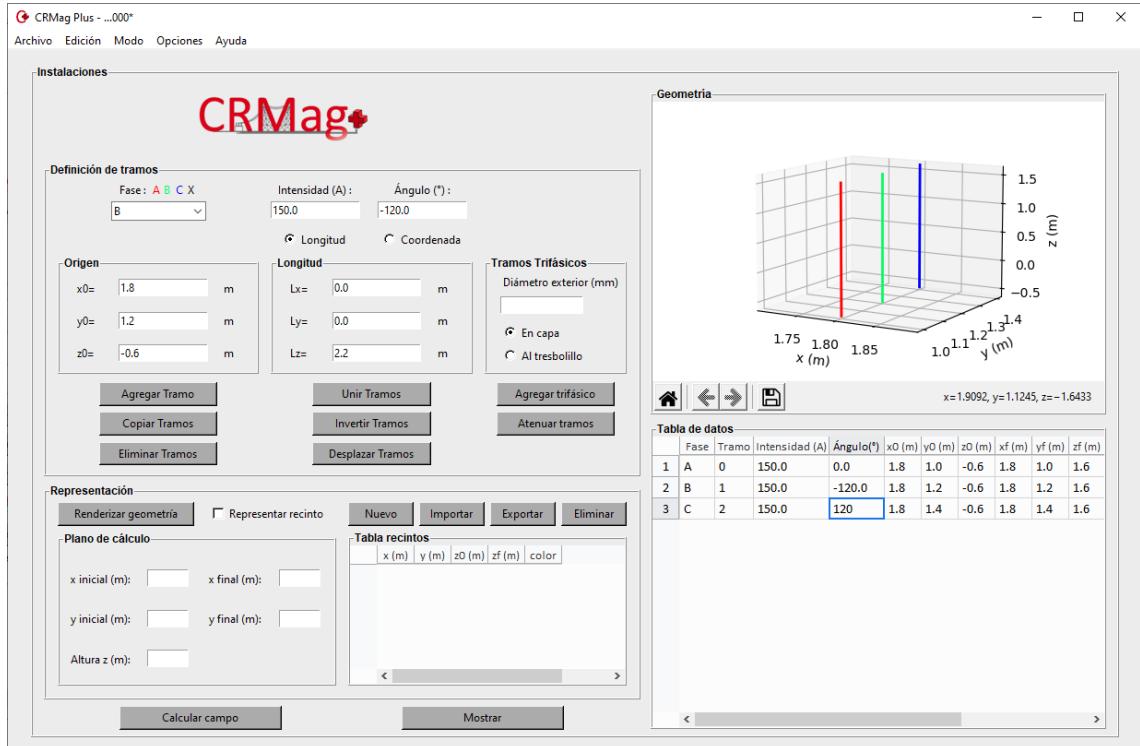
Desplazamiento en z:

Confirmar

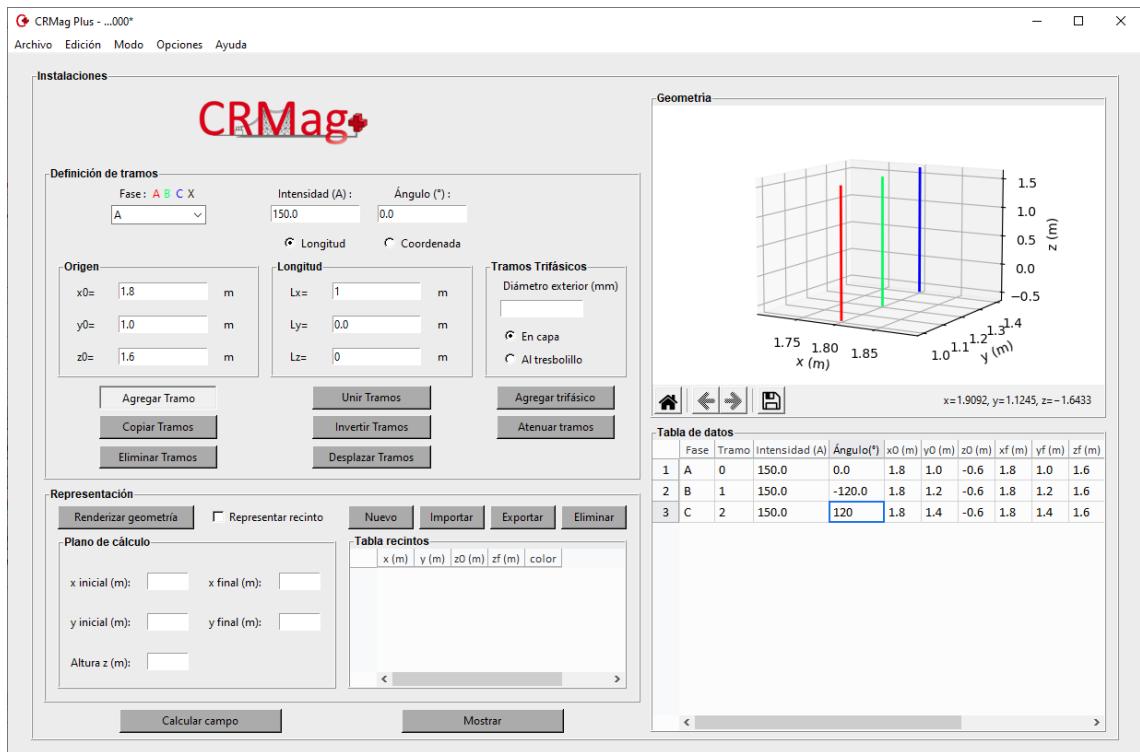
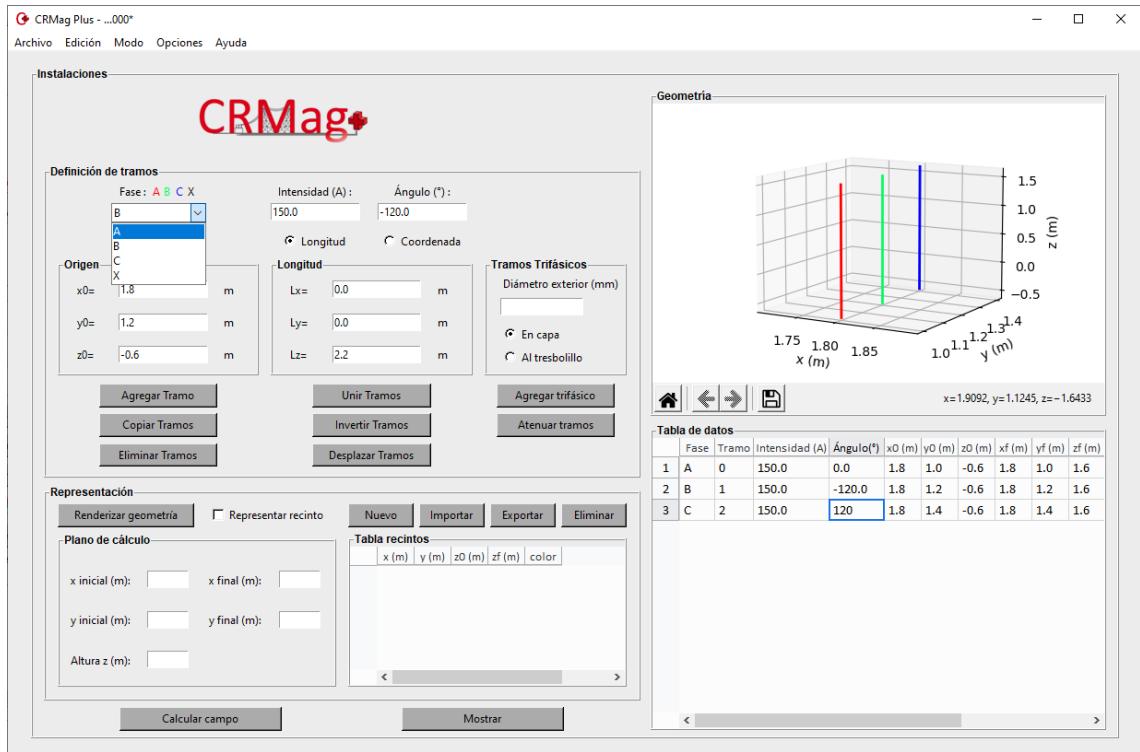


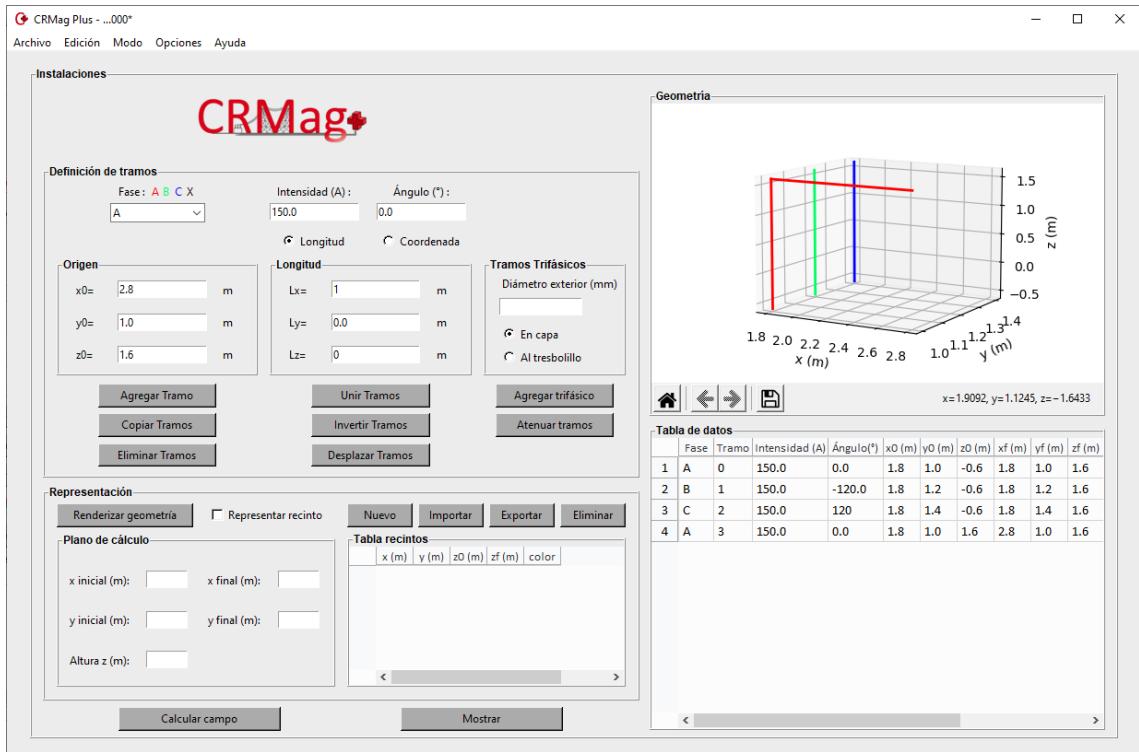
Se pueden copiar varios tramos varias veces.

Si se cambia una fase en un tramo es importante cambiar su ángulo según convenga. Por ejemplo, se puede cambiar el tercer tramo para que sea de la fase C pero poniendo su ángulo a 120°.

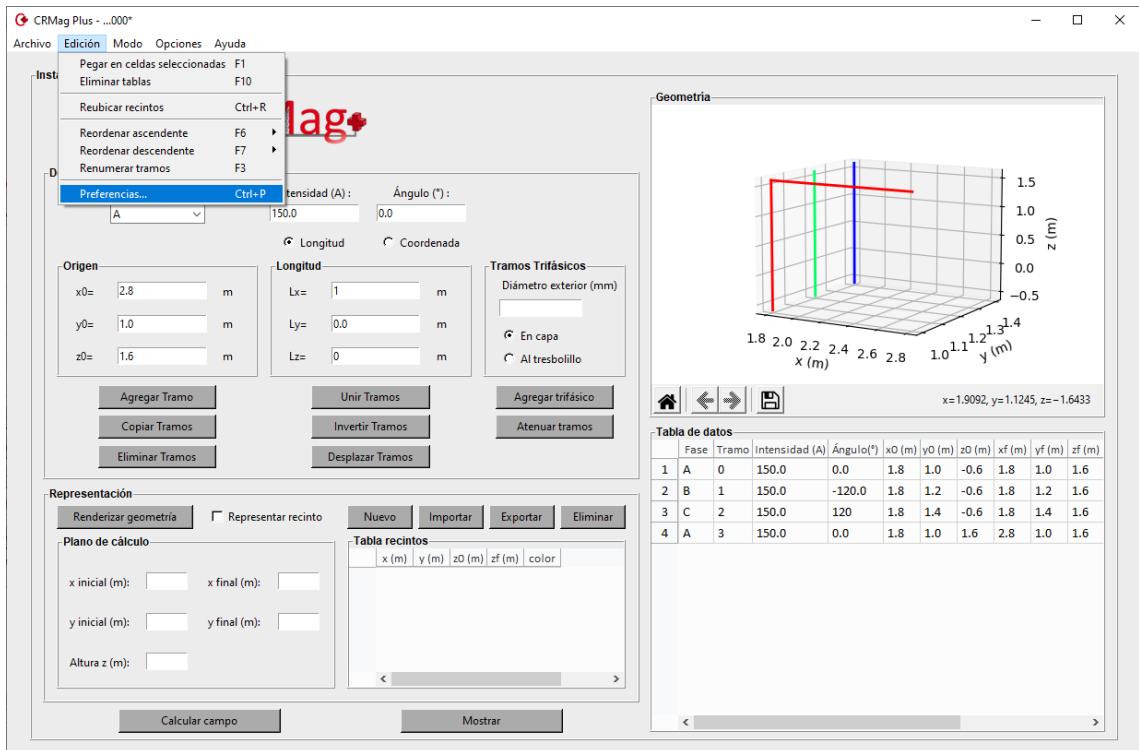


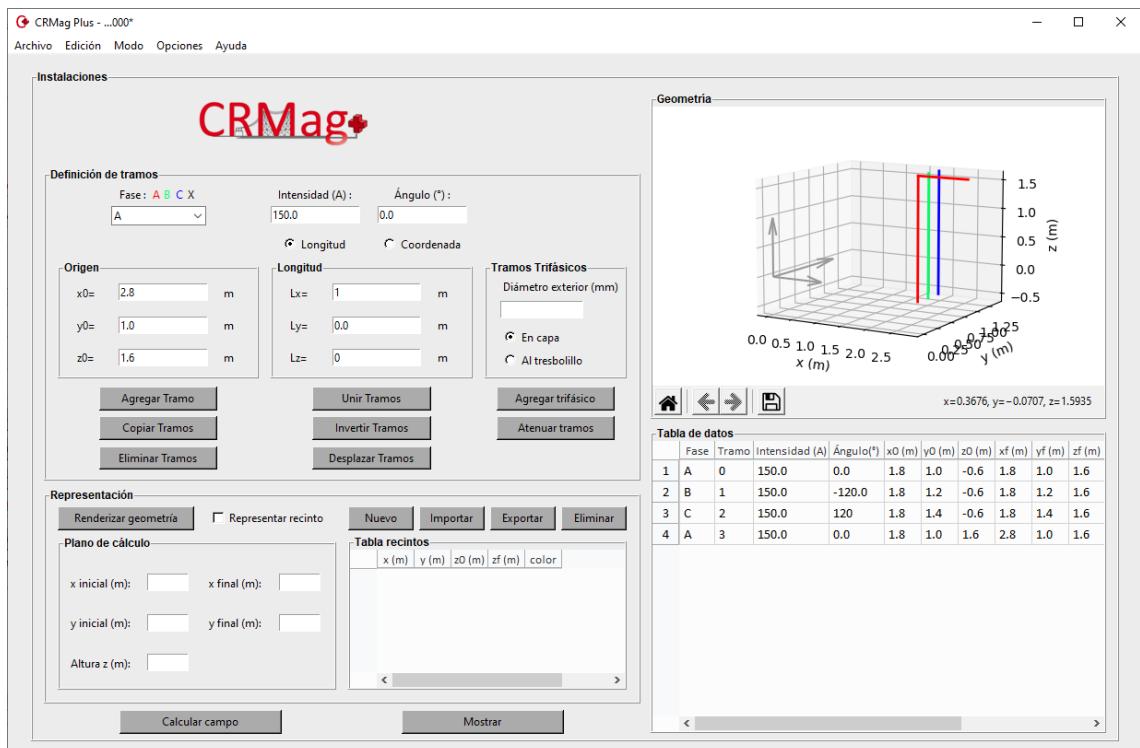
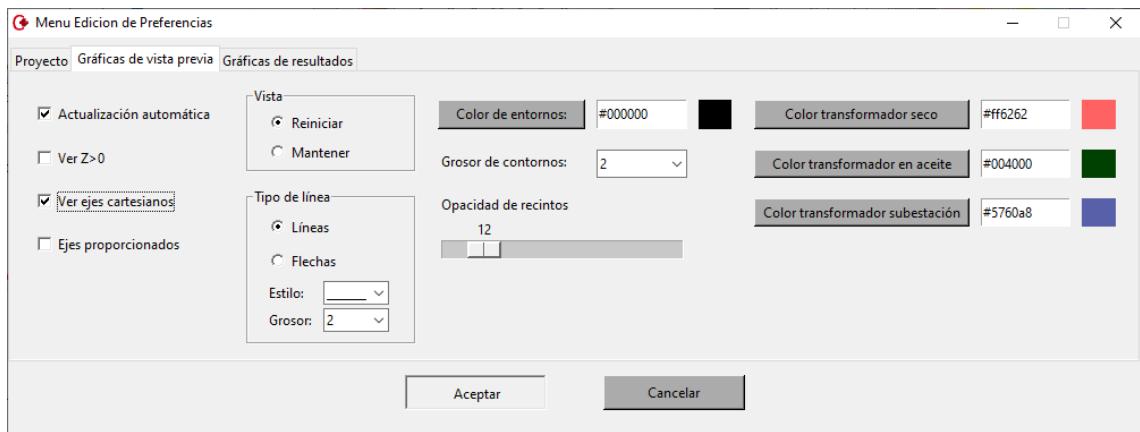
Para hacer un tramo que continúe con el último introducido de una fase basta con elegir esa fase en el desplegable y modificar las coordenadas finales.





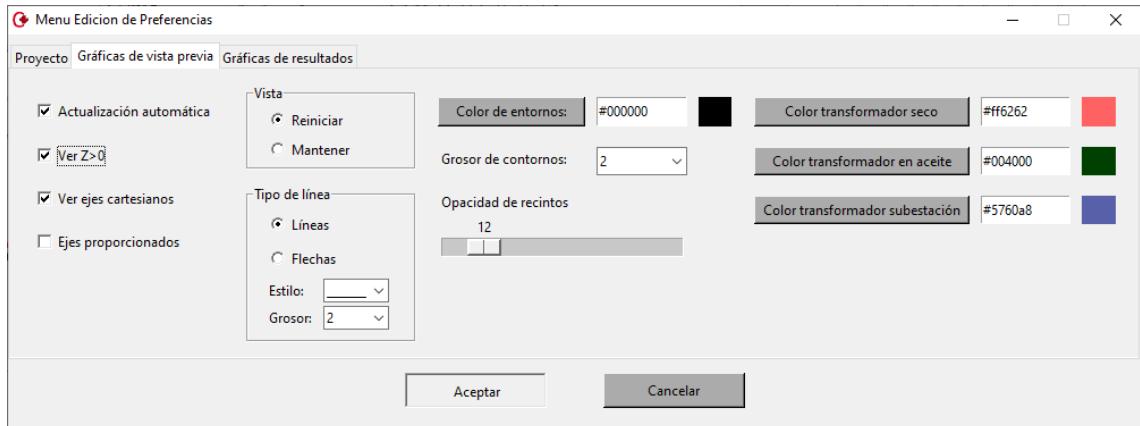
En una instalación se puede visualizar el origen de coordenadas y los ejes cartesianos activándolos desde el menú **Edición>Preferencias** (atajo de teclado **Control+P**).

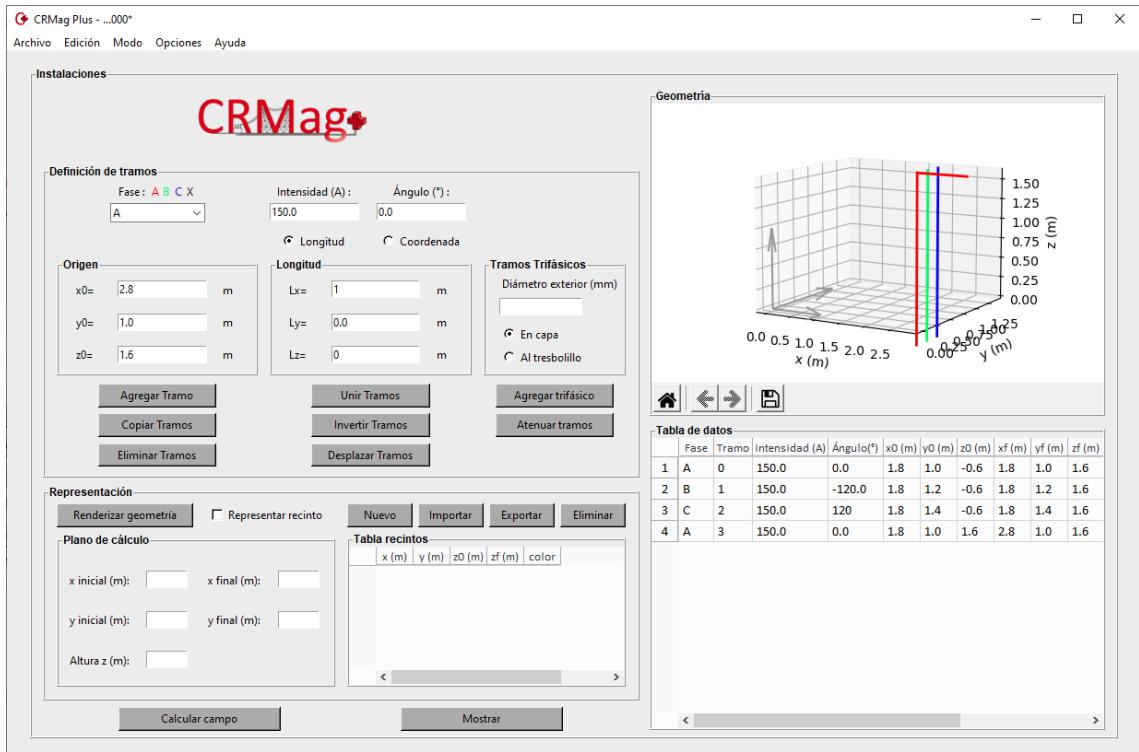




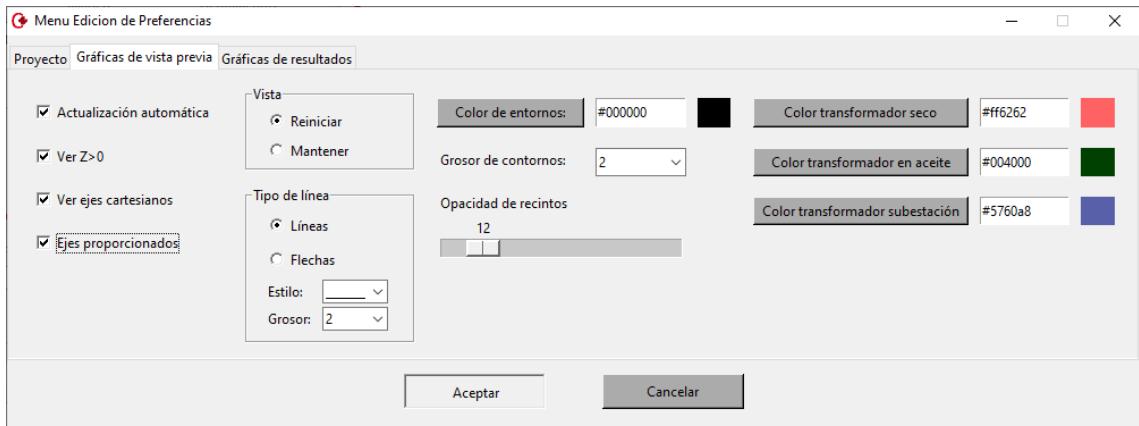
Esto puede utilizarse puntualmente para centrar mejor la vista.

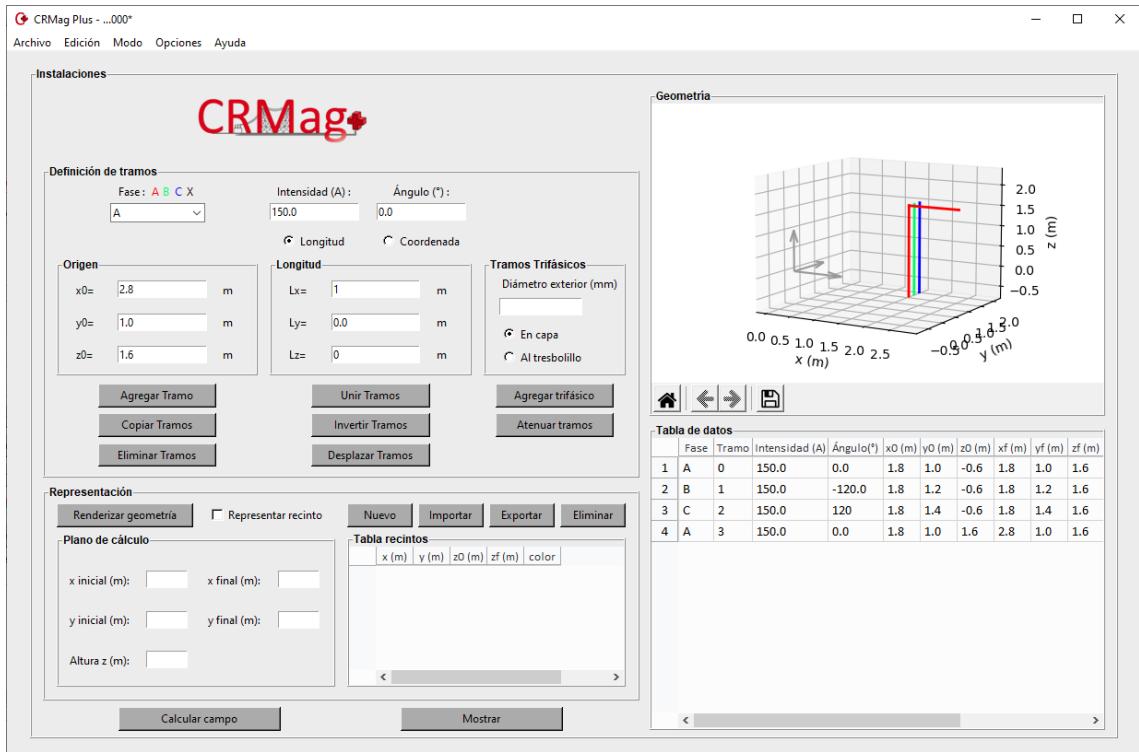
También es posible activar la opción Ver Z>0 para que el eje vertical comience en 0 y todo lo subterráneo quede representado bajo el plano Z=0. Esto puede ser especialmente útil si todos los conductores están elevados, para que el suelo quede bien referenciado.



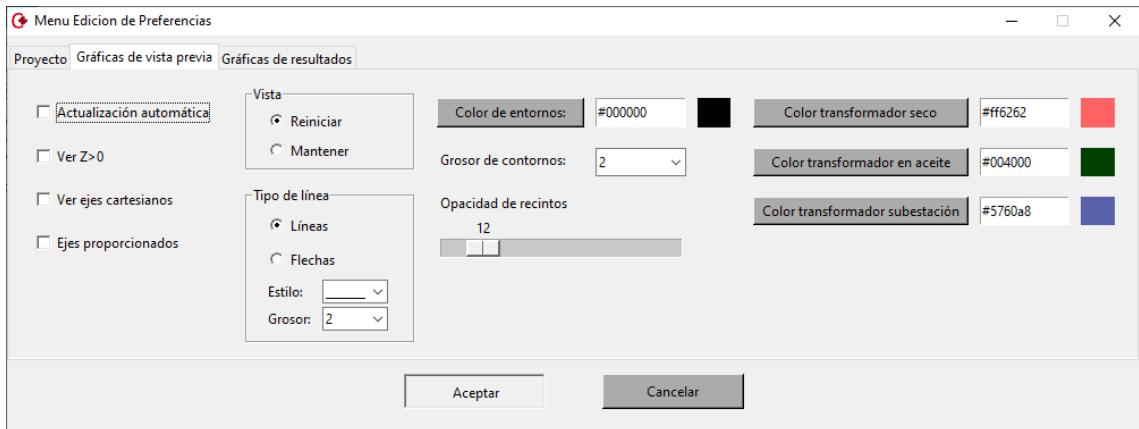


Otra opción interesante es activar los Ejes proporcionados para que las dimensiones en los tres ejes guarden una relación de aspecto realista. Esto puede ser útil si en una instalación alguna de las tres dimensiones (X, Y o Z) es muy diferente a las otras, para que la instalación no se muestre deformada.



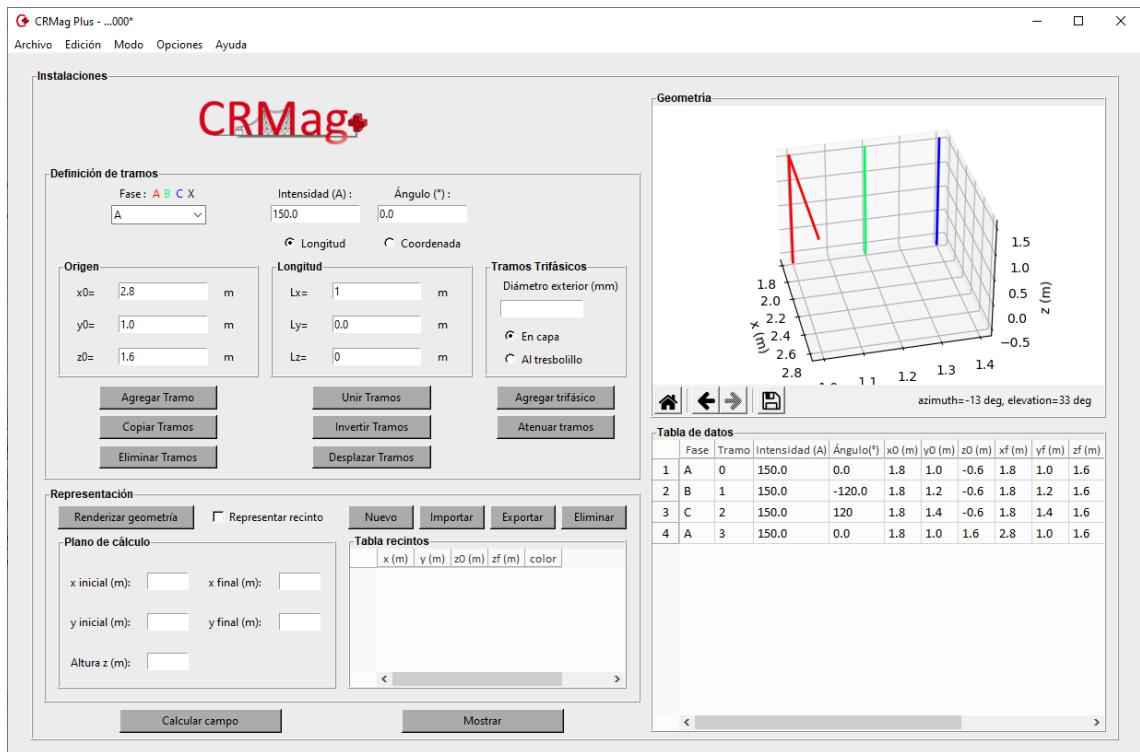
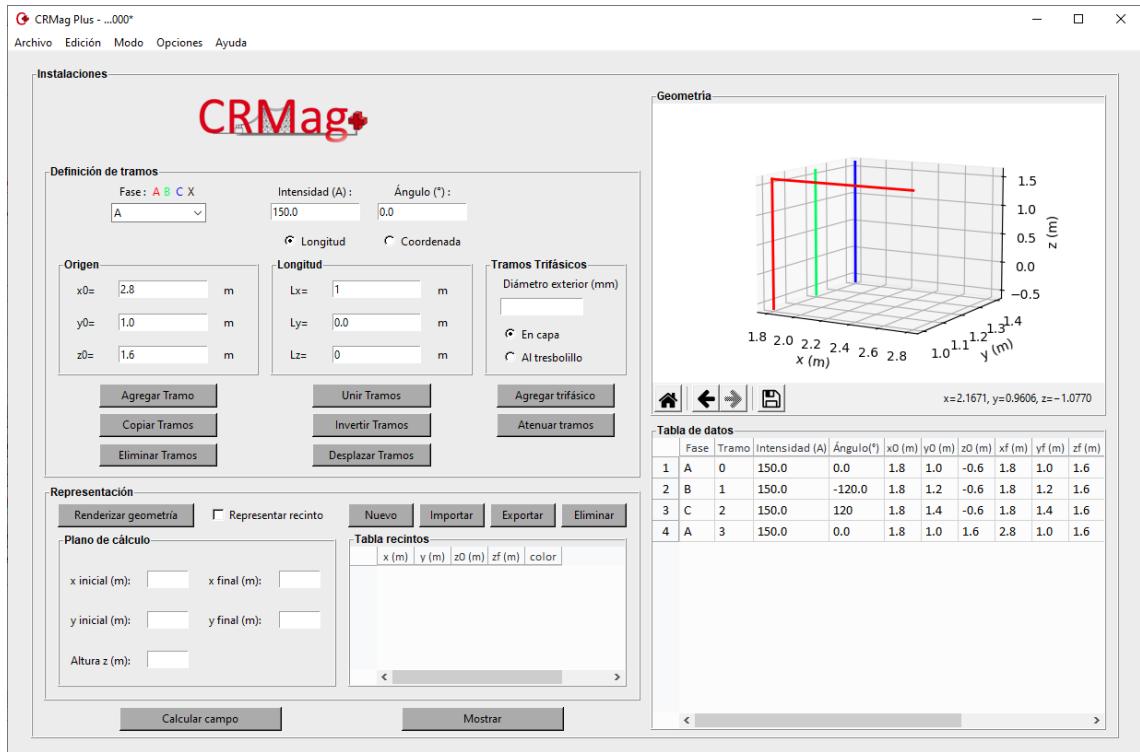


Finalmente, la opción Actualización automática es la que hace que el gráfico se redibuje tras cada evento. Esta opción puede ralentizar el manejo del software. Si se desactiva, solo los eventos más notables forzarán el redibujado (mejorando la velocidad de manejo del software), aunque siempre se puede redibujar mediante un clic derecho en la tabla de datos.

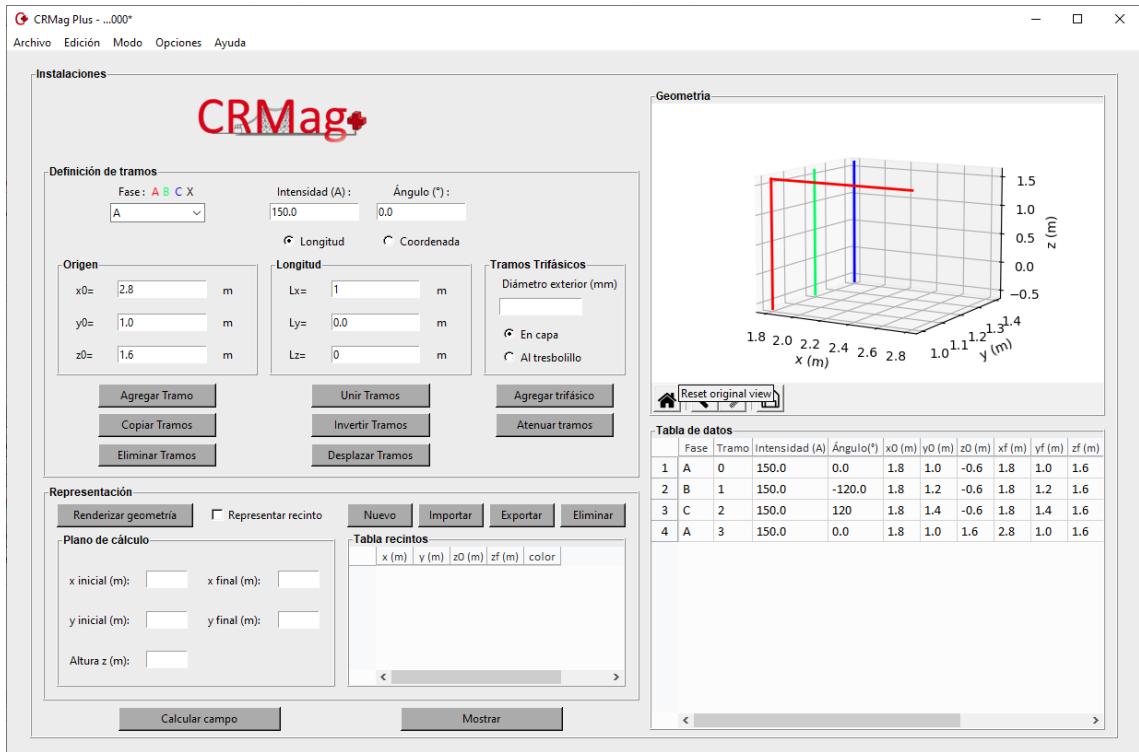


4.3 Vista preliminar

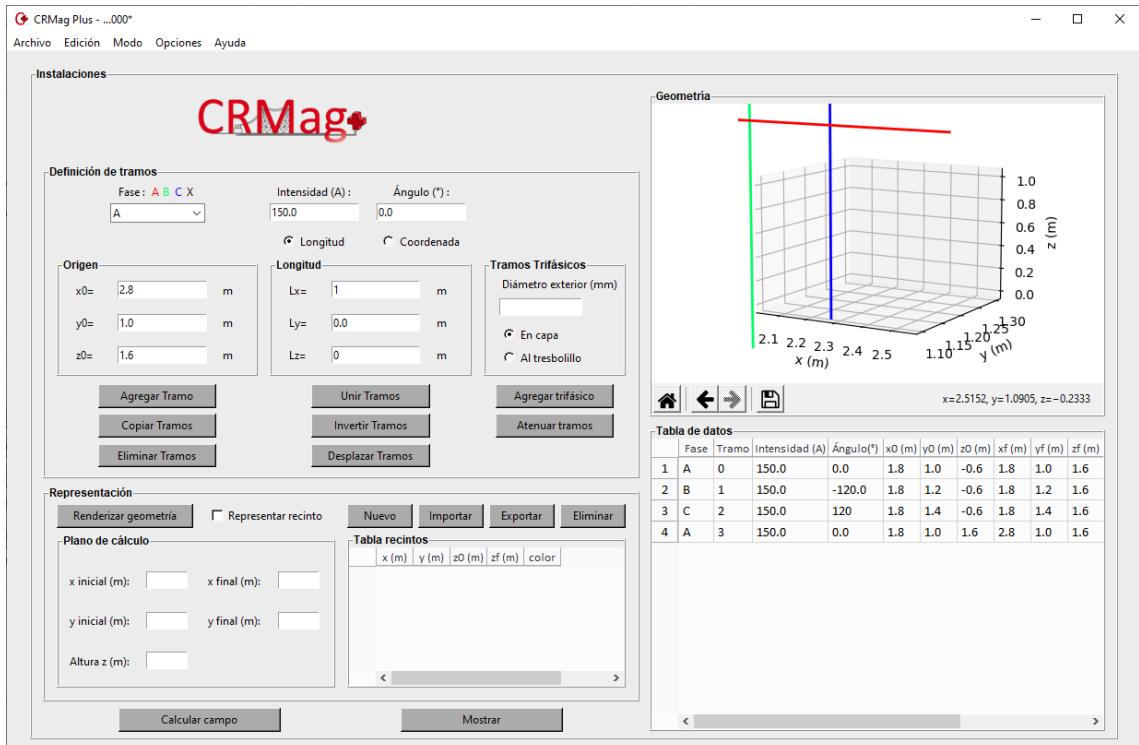
El panel de geometría permite hacer rotación haciendo clic izquierdo y arrastrando:



La herramienta de la casa permite volver al dibujo original.



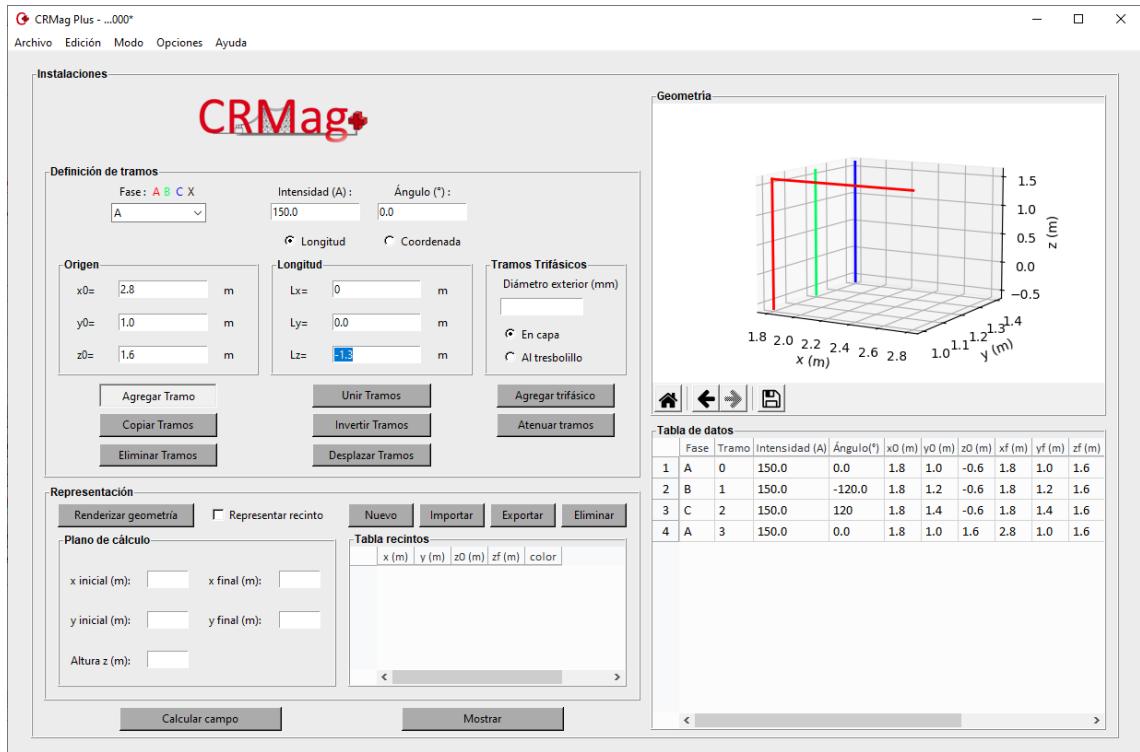
Las flechas permiten volver a la vista anterior o posterior. Para acercar o alejar hay que hacer clic derecho y arrastrar hacia abajo o arriba respectivamente.



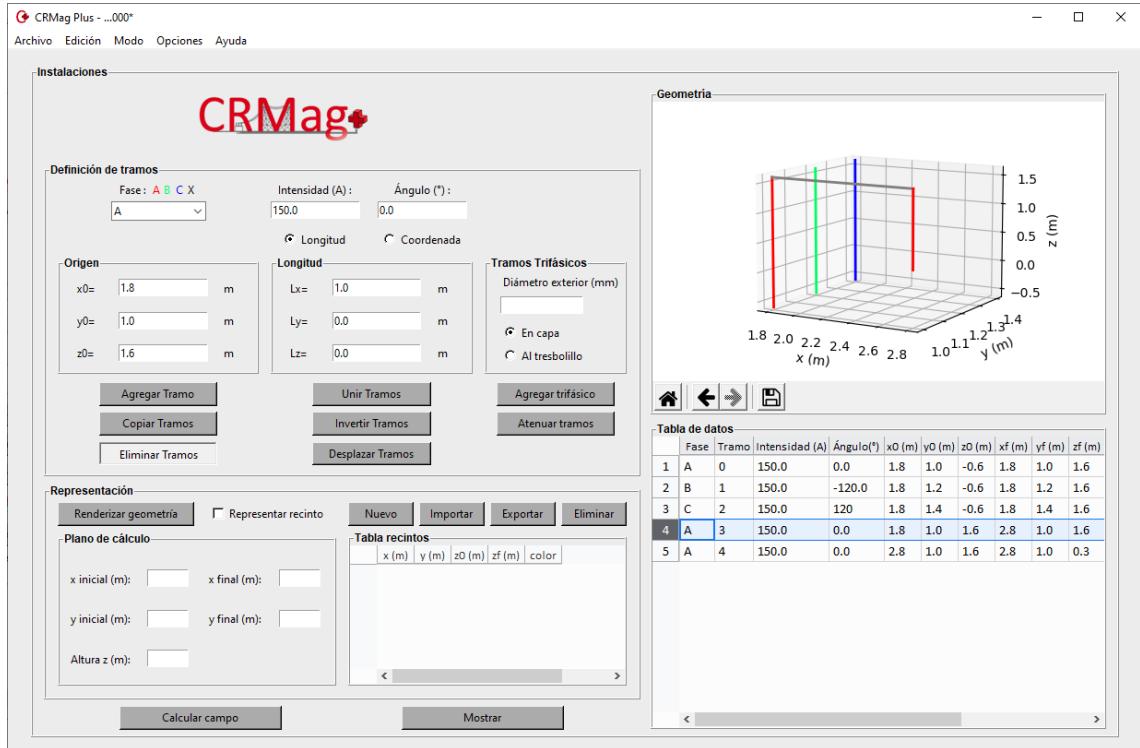
El botón del disco permite guardar la vista del dibujo en un archivo *.png.

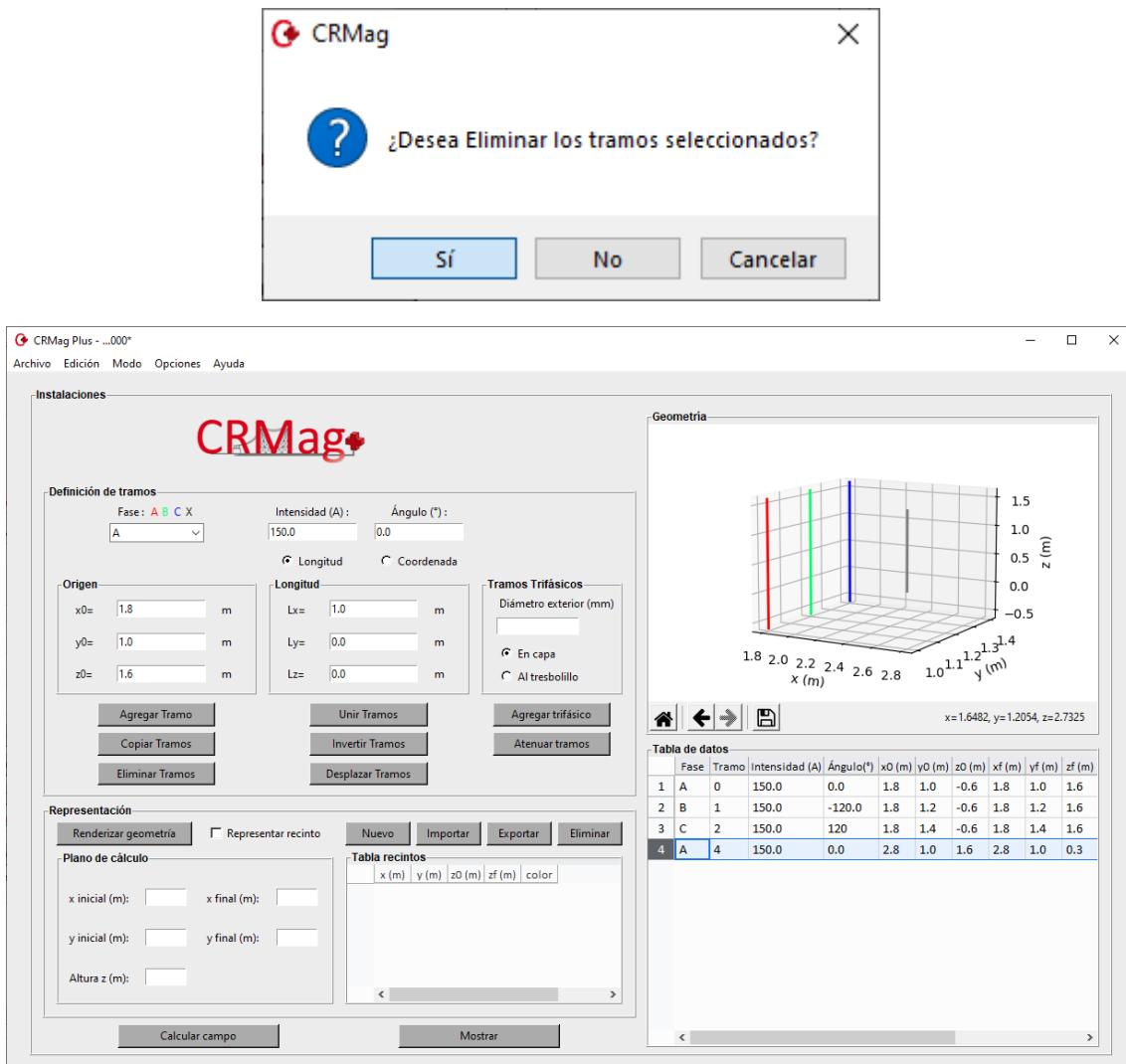
4.4 Botones de definición de tramos

Para ver cómo funciona cada botón del panel de definición de tramos, se puede elegir la fase A e introducir un tramo que descienda 1.3m.

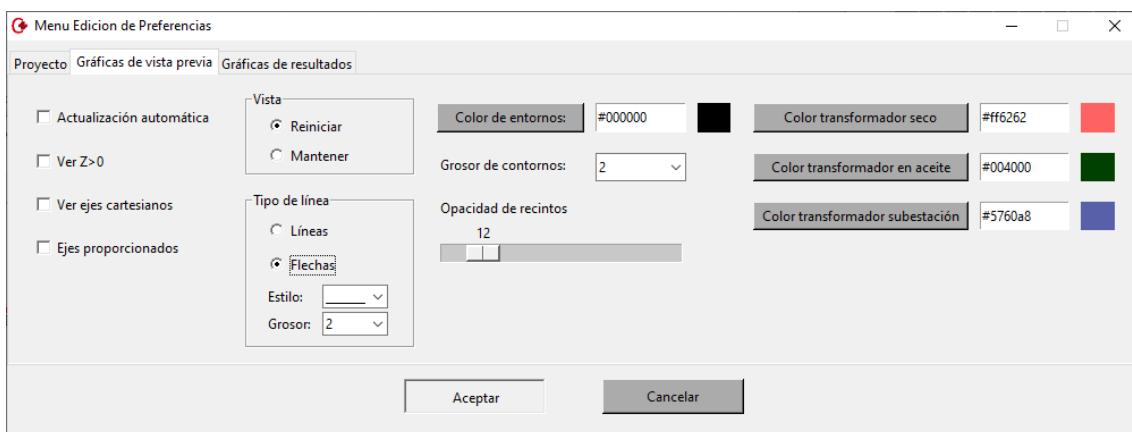


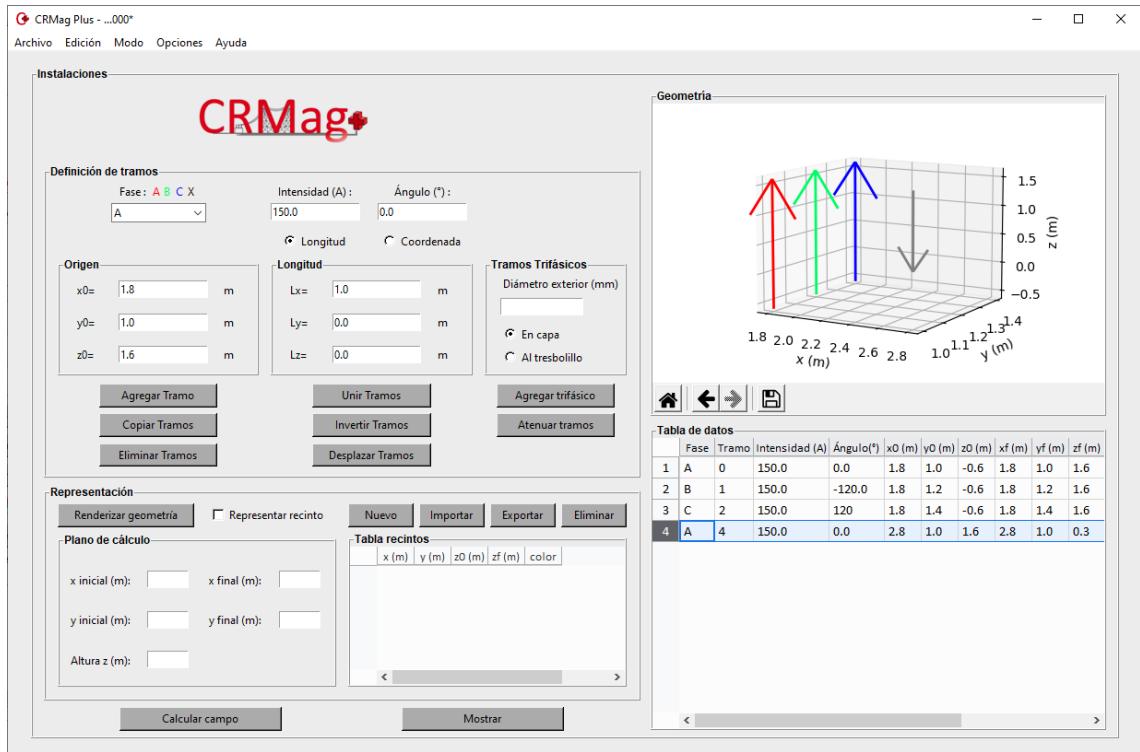
Ahora, se puede seleccionar la cuarta fila (tramo 3) y clicar en Eliminar Tramos para eliminarla.



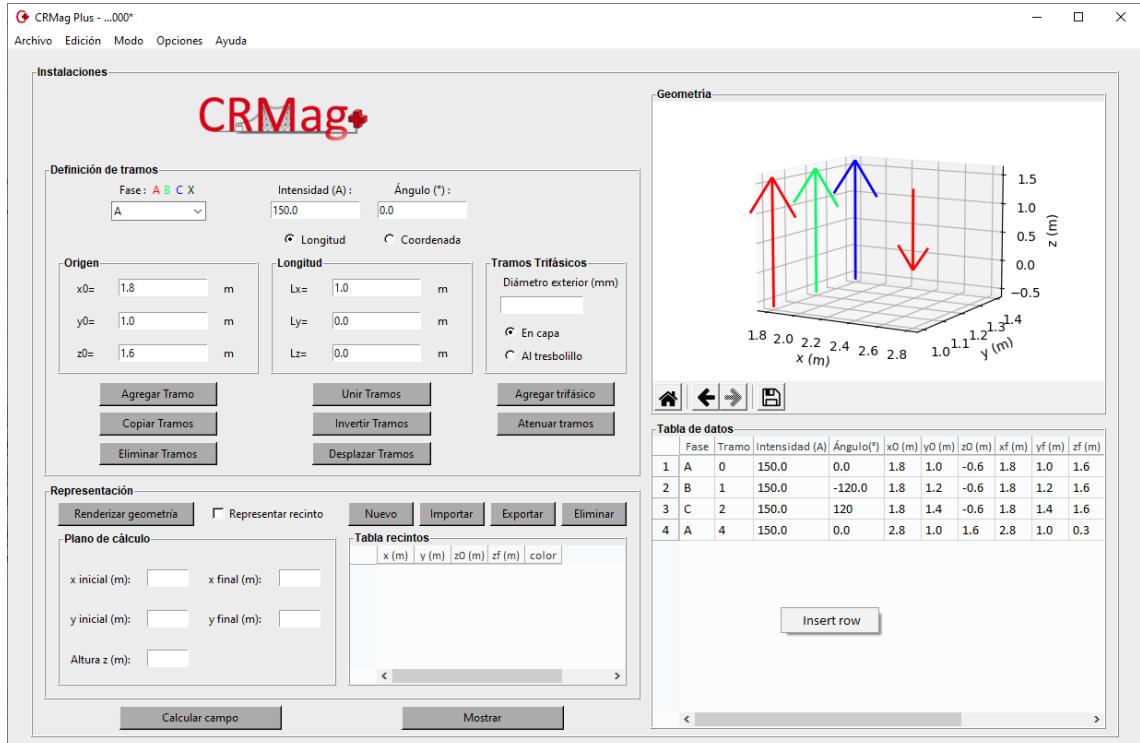


El tramo ha desaparecido. Una manera de volver a introducir ese tramo es unir el tramo 0 con el 4. Para ello, puede ser útil comprobar que están orientados correctamente, es decir, el 0 es ascendente y el 4 descendente, ya que al unirlos creará un tramo desde el extremo del tramo 0 hasta el origen del tramo 4. Esto se puede comprobar cambiando el tipo de línea a Flechas desde el menú *Edición>Preferencias*.

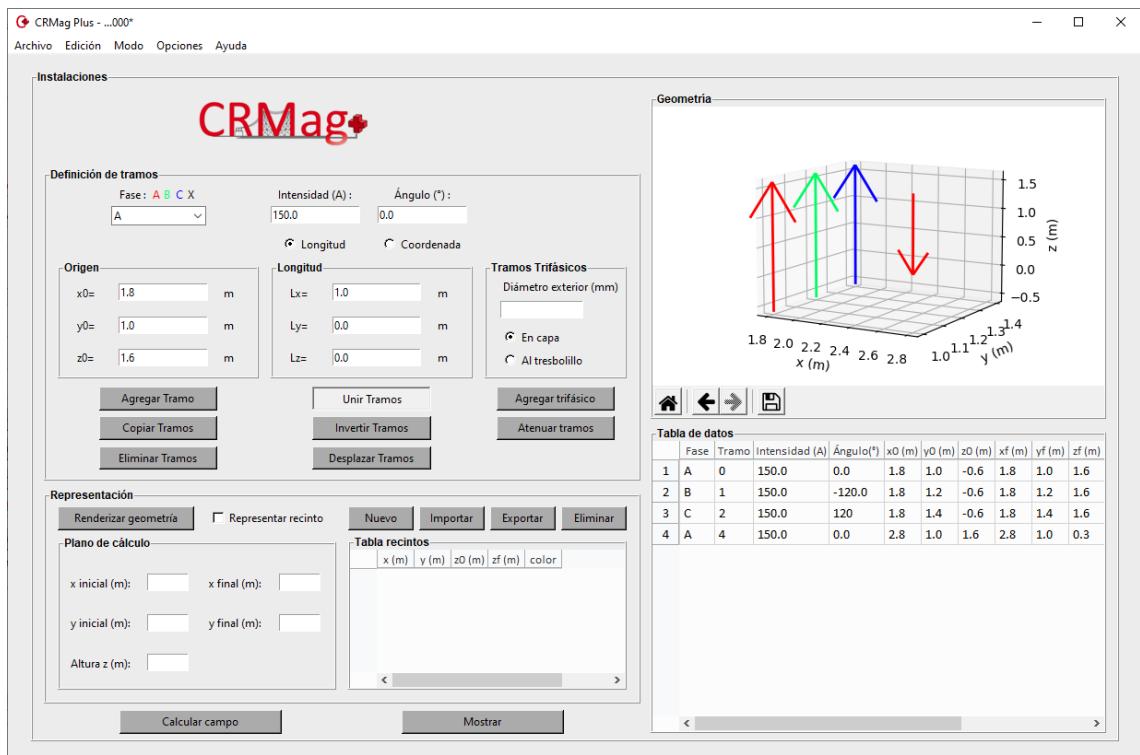




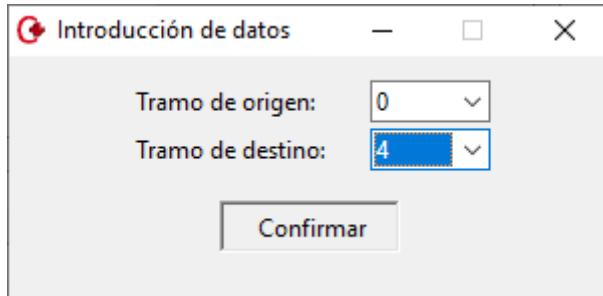
Como el sentido es correcto, se puede proceder a unirlos. Se deselecciona la fila 4 y se fuerza el redibujado mediante un clic derecho.



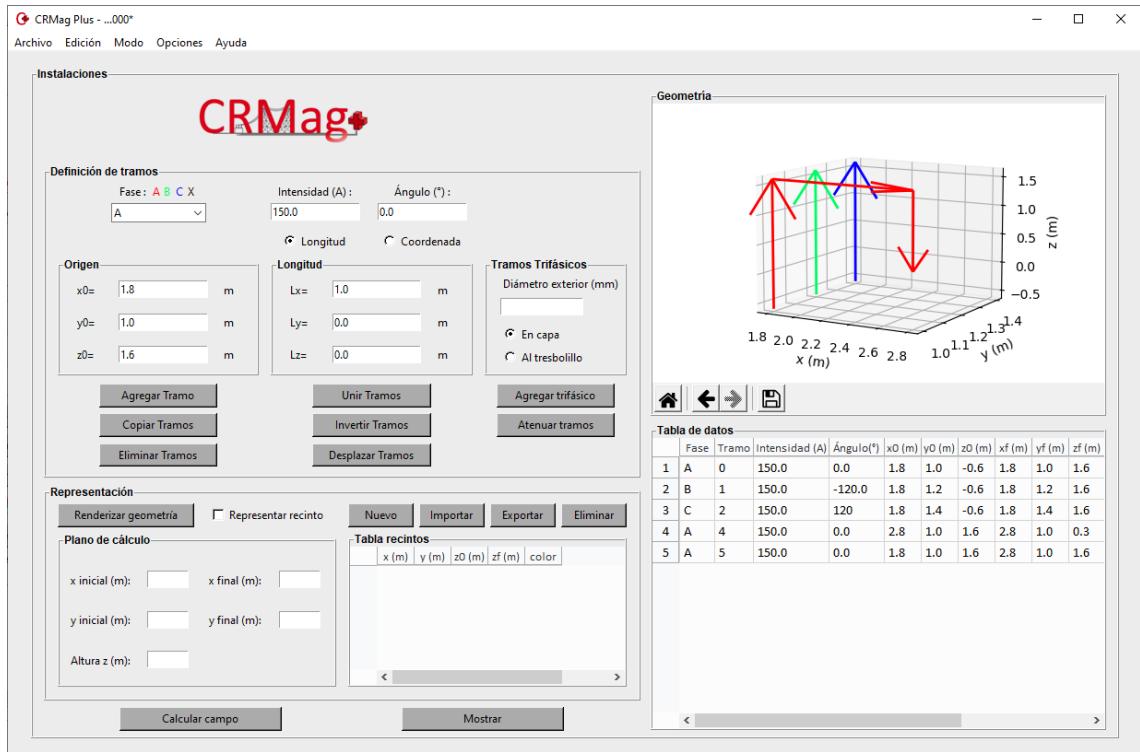
Ahora se clica en Unir Tramos.



Se eligen los tramos 0 y 4.

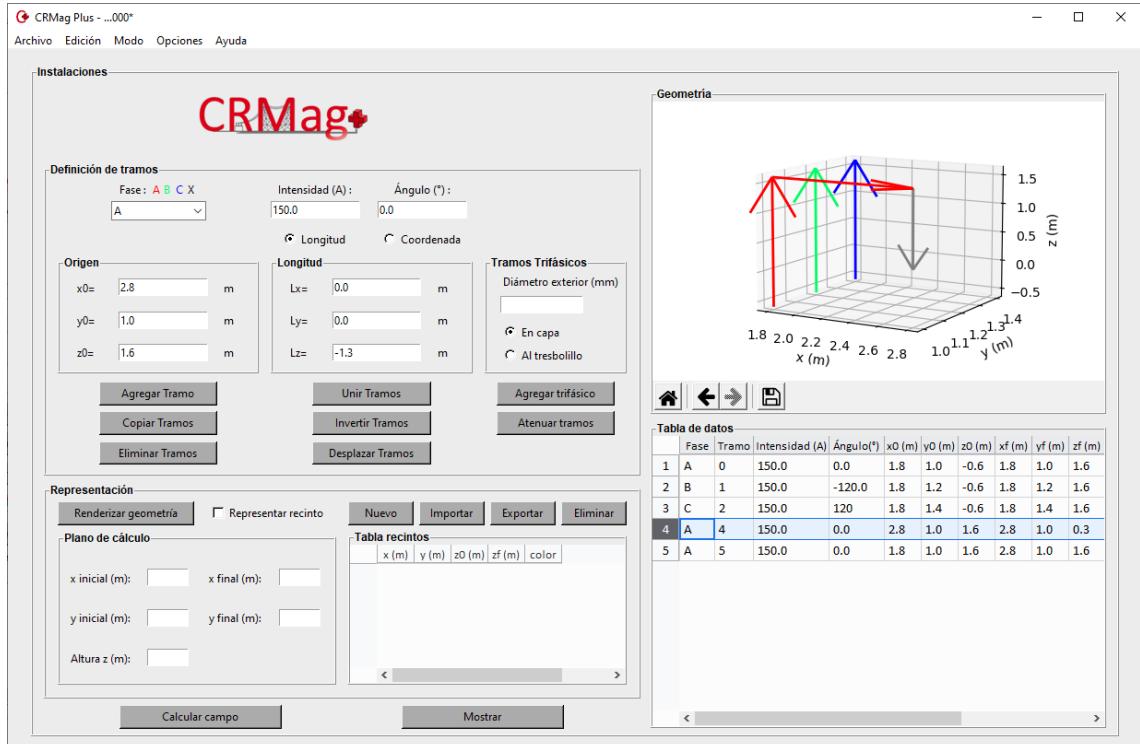


Al confirmar se crea el tramo 5 que une el 0 con el 4.

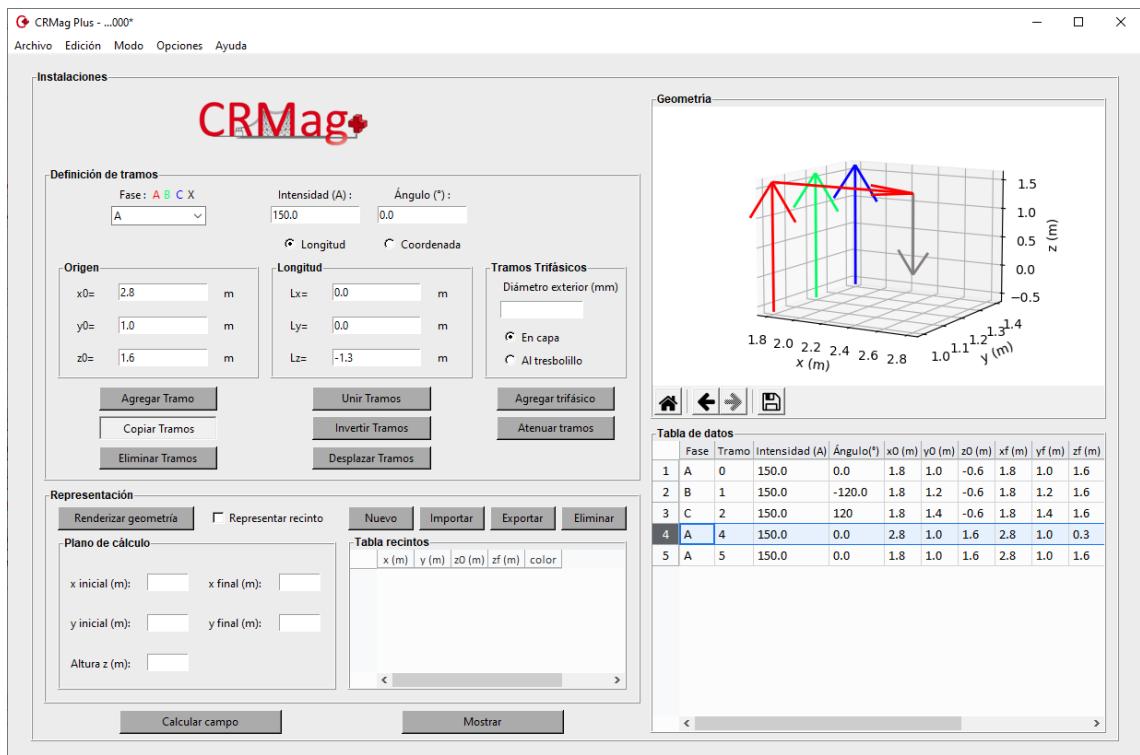


Vamos a crear 2 copias del tramo 4 para ver como unir tramos con mayor velocidad.

Se selecciona el tramo 4.



Se clica en Copiar Tramos.



Se hacen 2 copias desplazadas cada una 0.2m en el eje Y.

Introducción de datos

Introduce el número de copias a realizar:

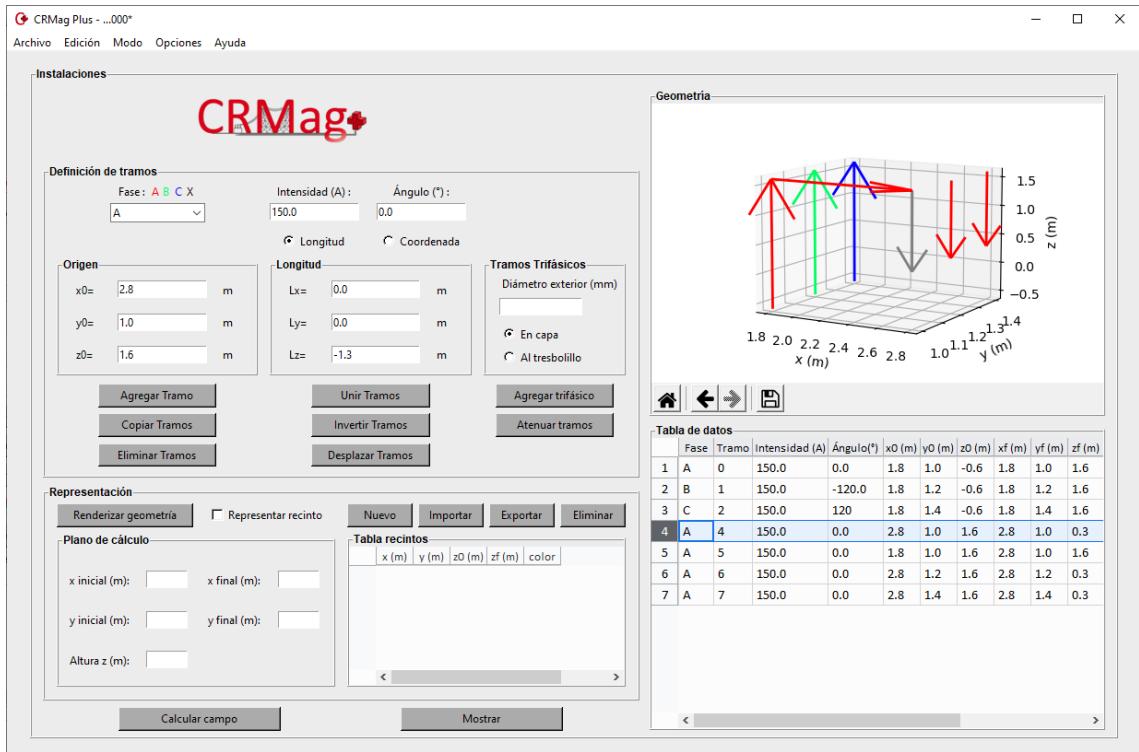
Introduce los desplazamientos en metros:

Desplazamiento en x:

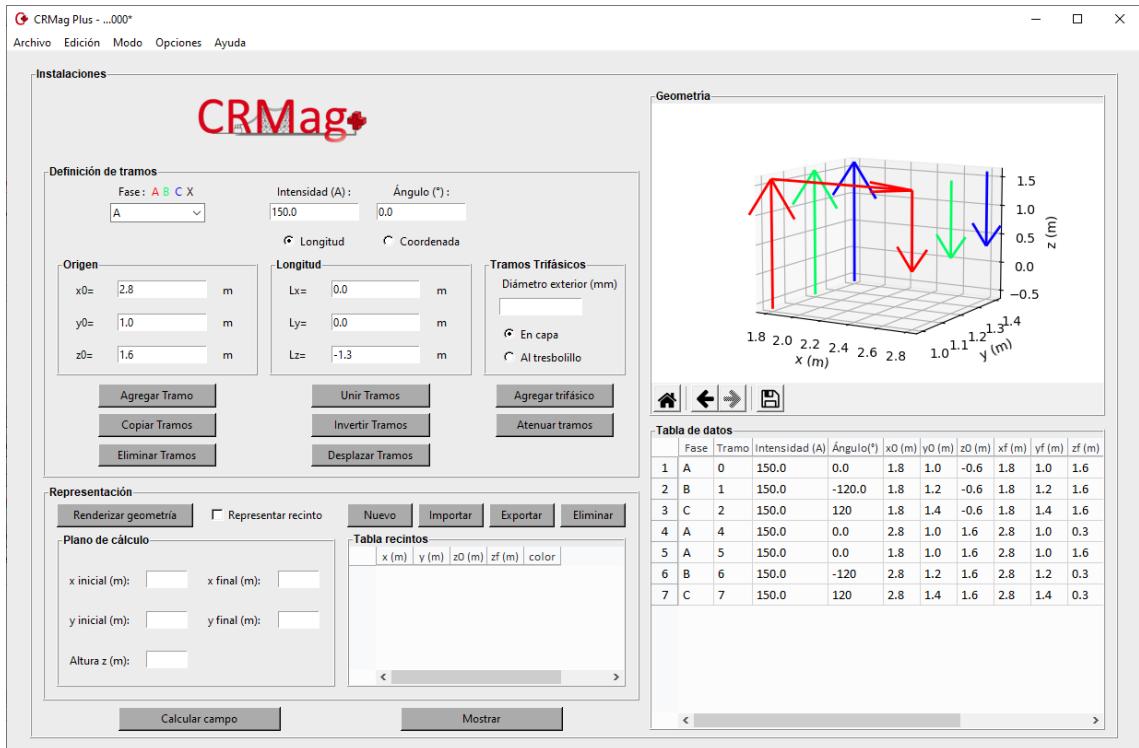
Desplazamiento en y:

Desplazamiento en z:

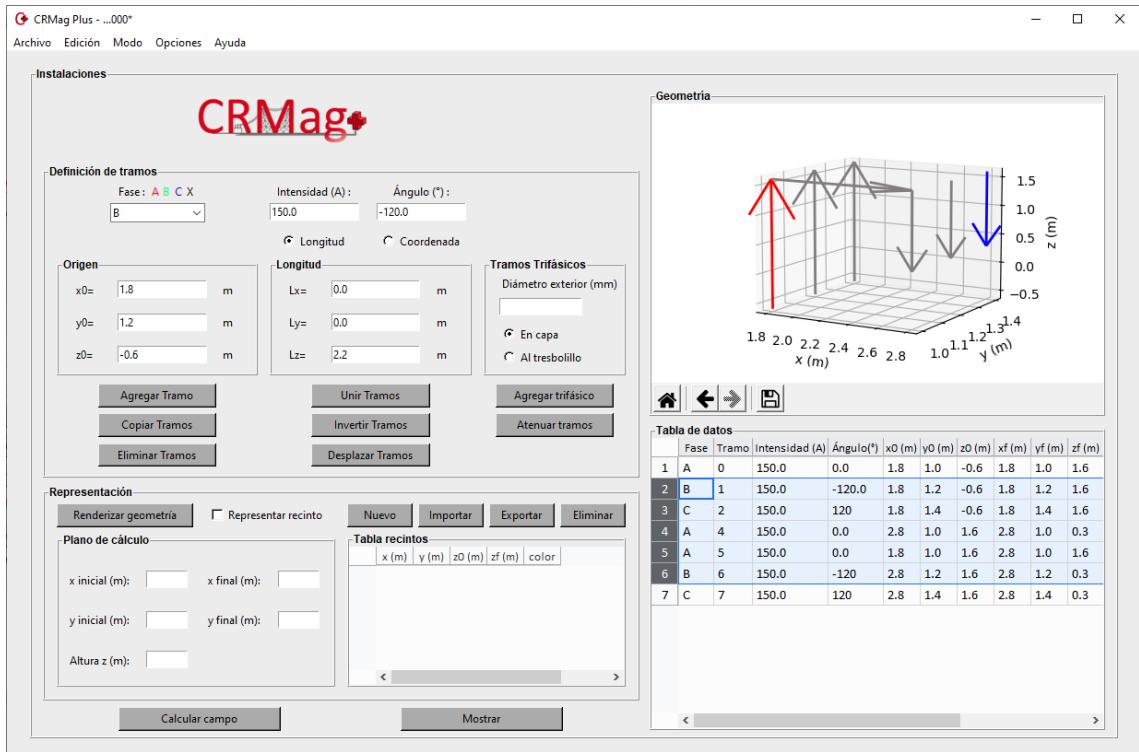
Confirmar



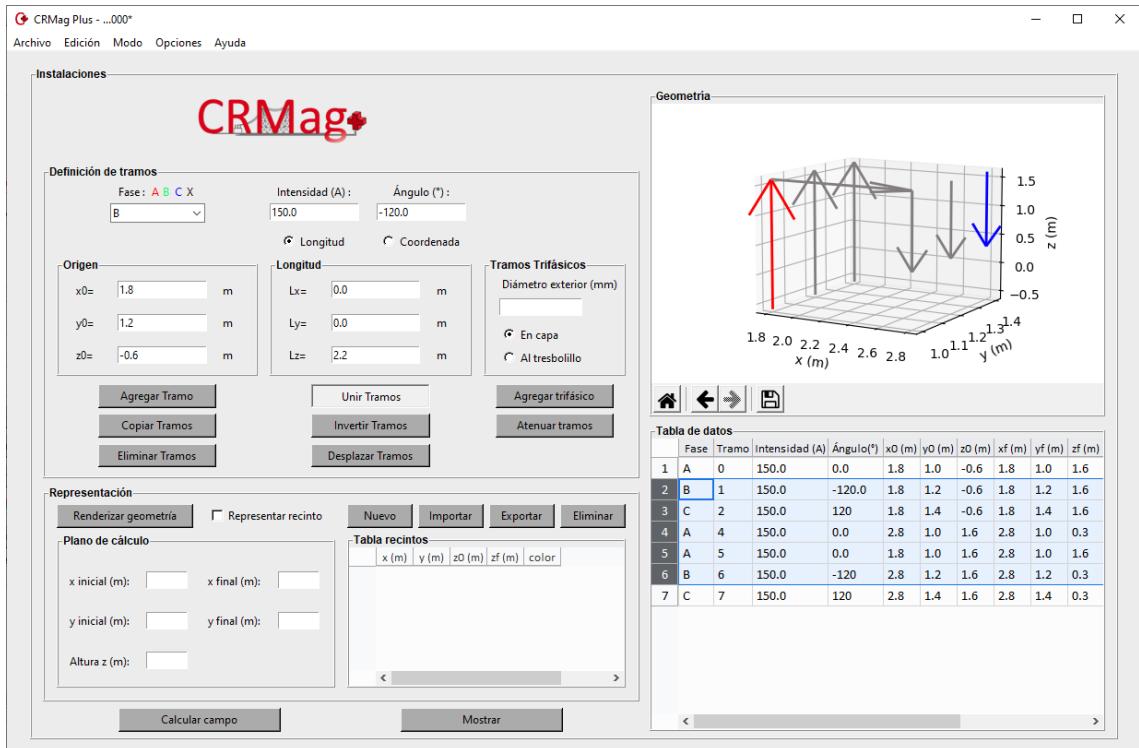
Para que los cambios se reflejen rápidamente se activa en Preferencias la opción de Actualización automática. El tramo 6 se cambia a fase B y ángulo -120°. El tramo 7 se cambia a fase C y ángulo 120°.

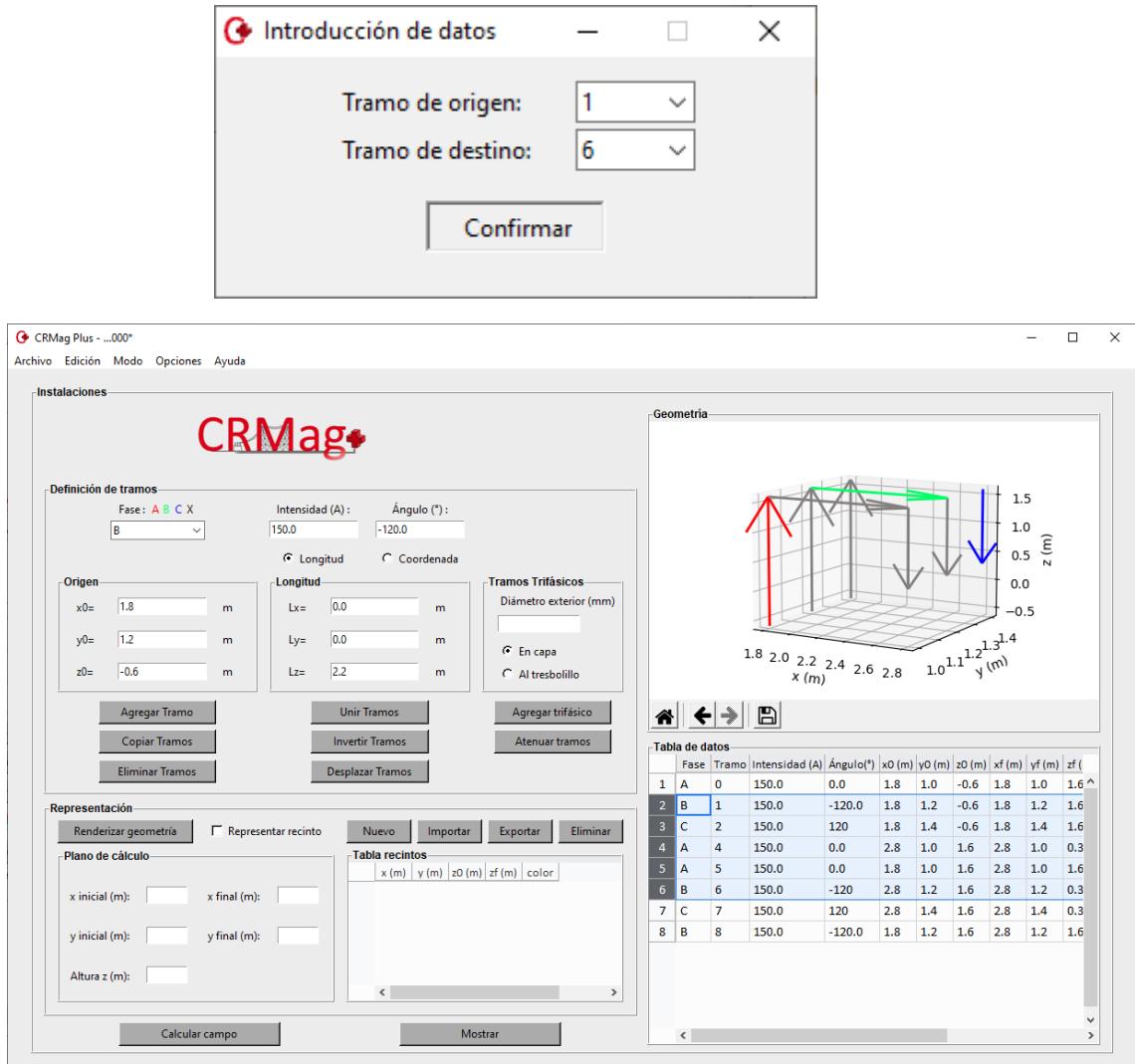


Una forma rápida de unir el tramo 1 con el 6 es seleccionar la fila 2 y arrastrar hasta la 6.

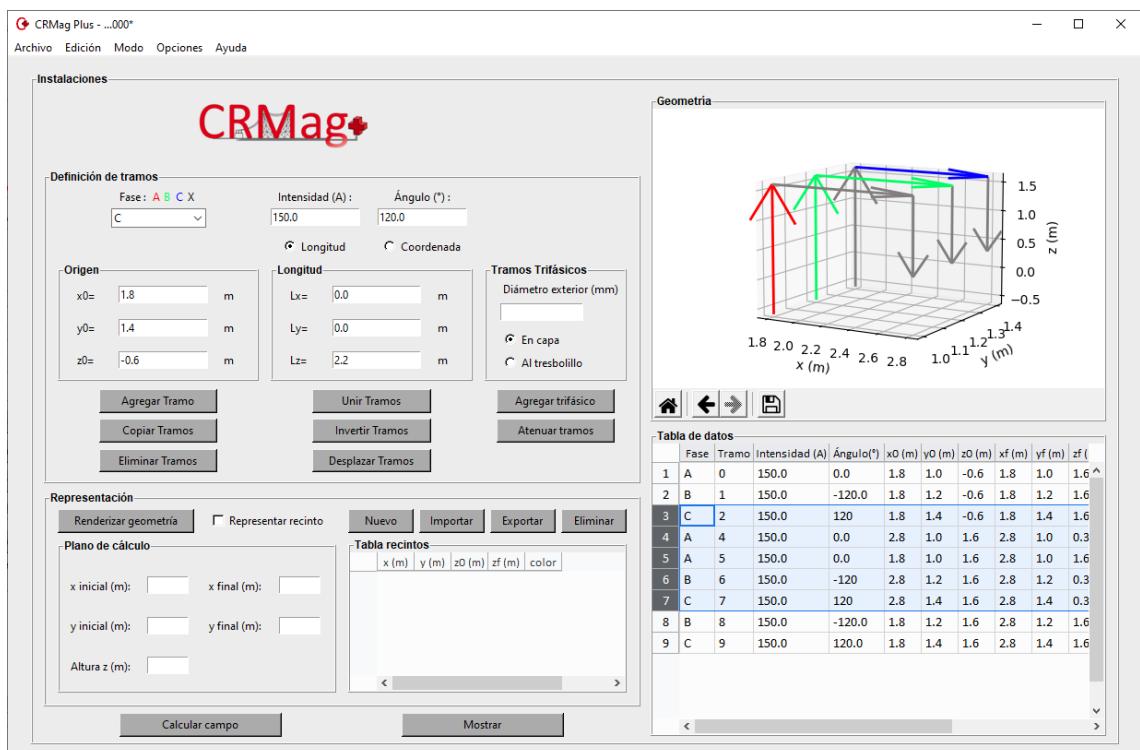
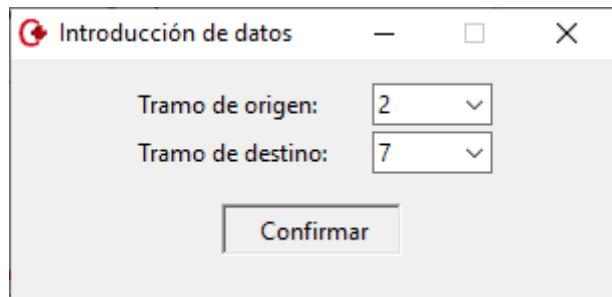
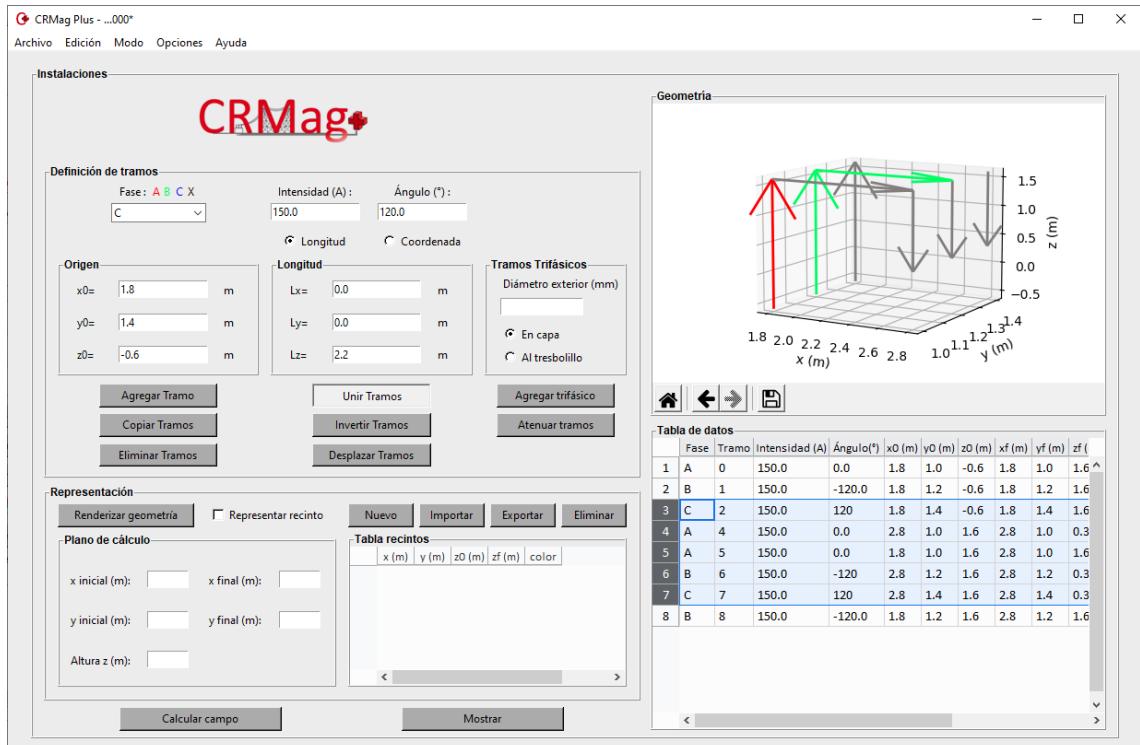


Al clicar en Unir Tramos aparecerán el primero y el último de los seleccionados, por lo que solo habrá que confirmar.

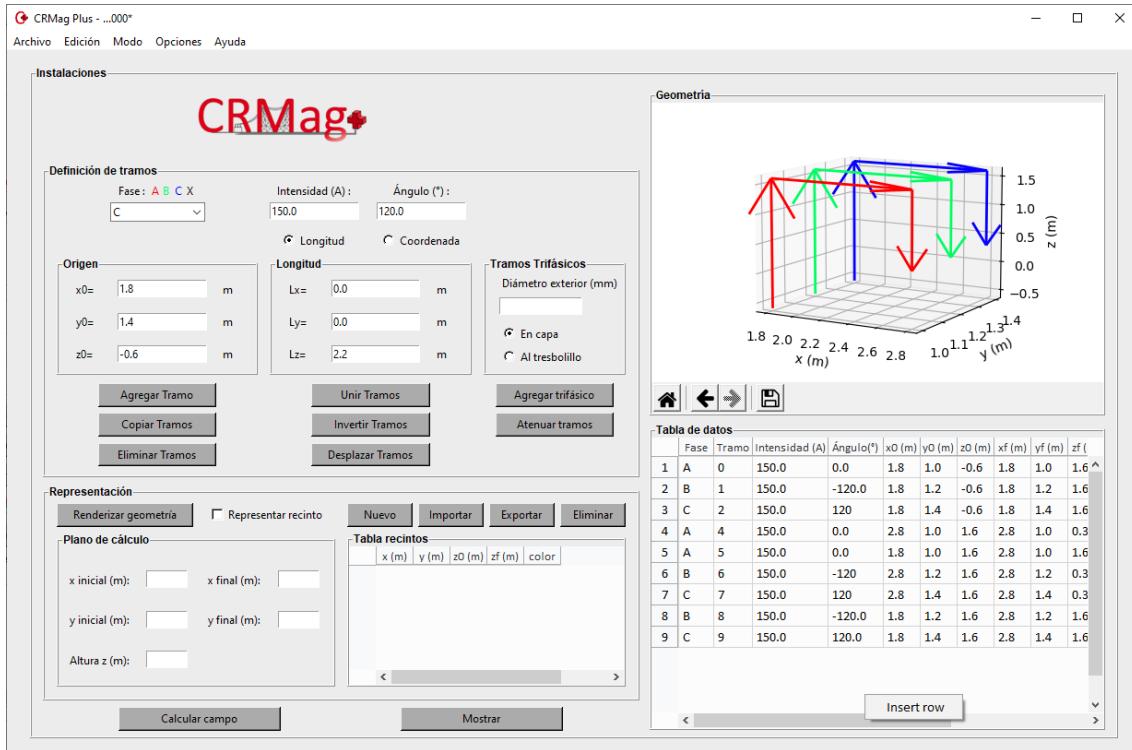




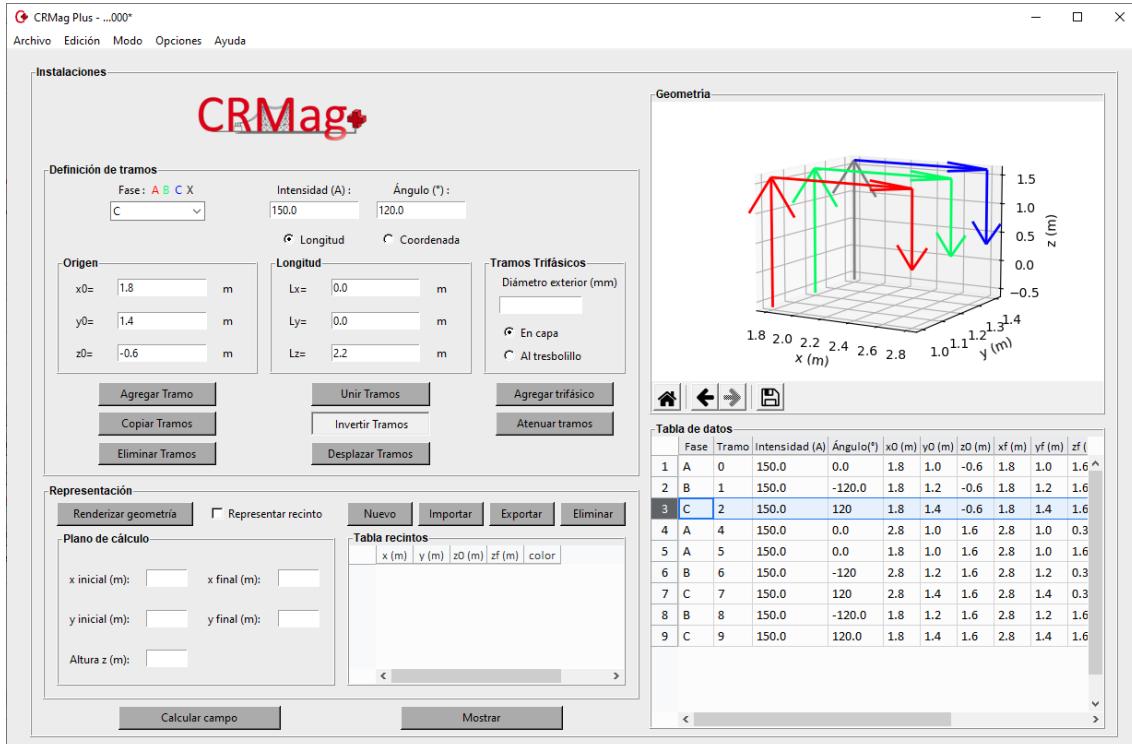
Del mismo modo, se pueden unir el tramo 2 con el 7.

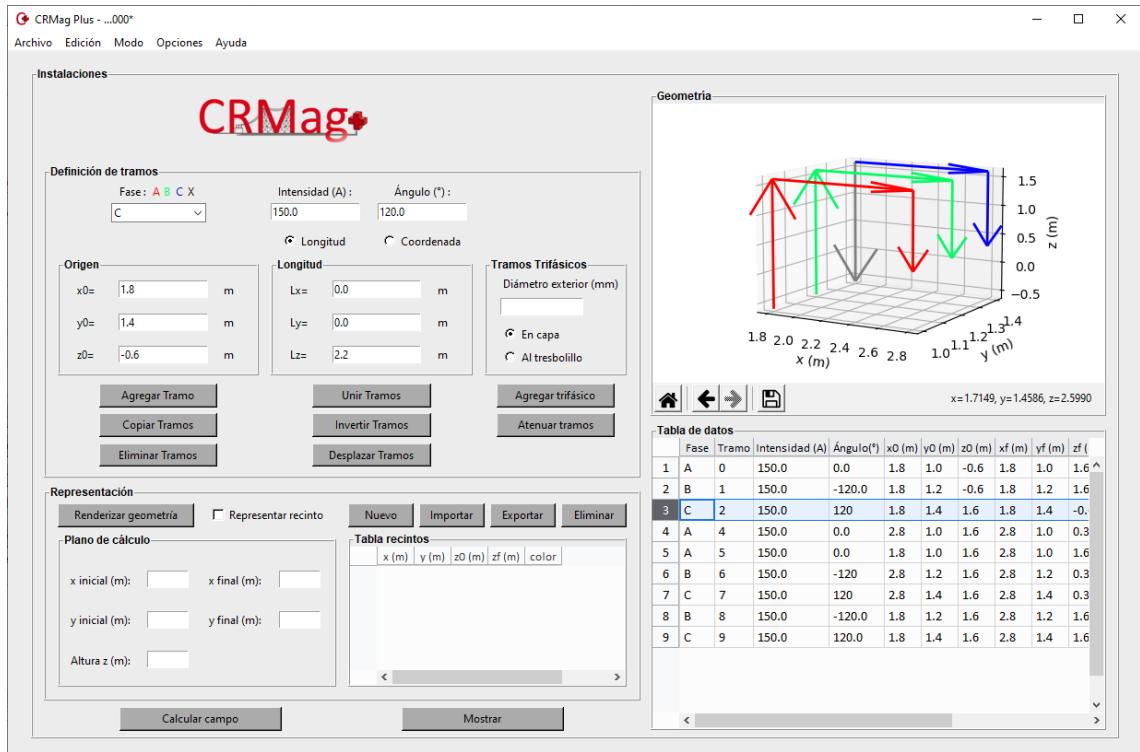


Si se deseleccionan las filas y se fuerza un redibujado con un clic derecho en la tabla se observa que todo es correcto.

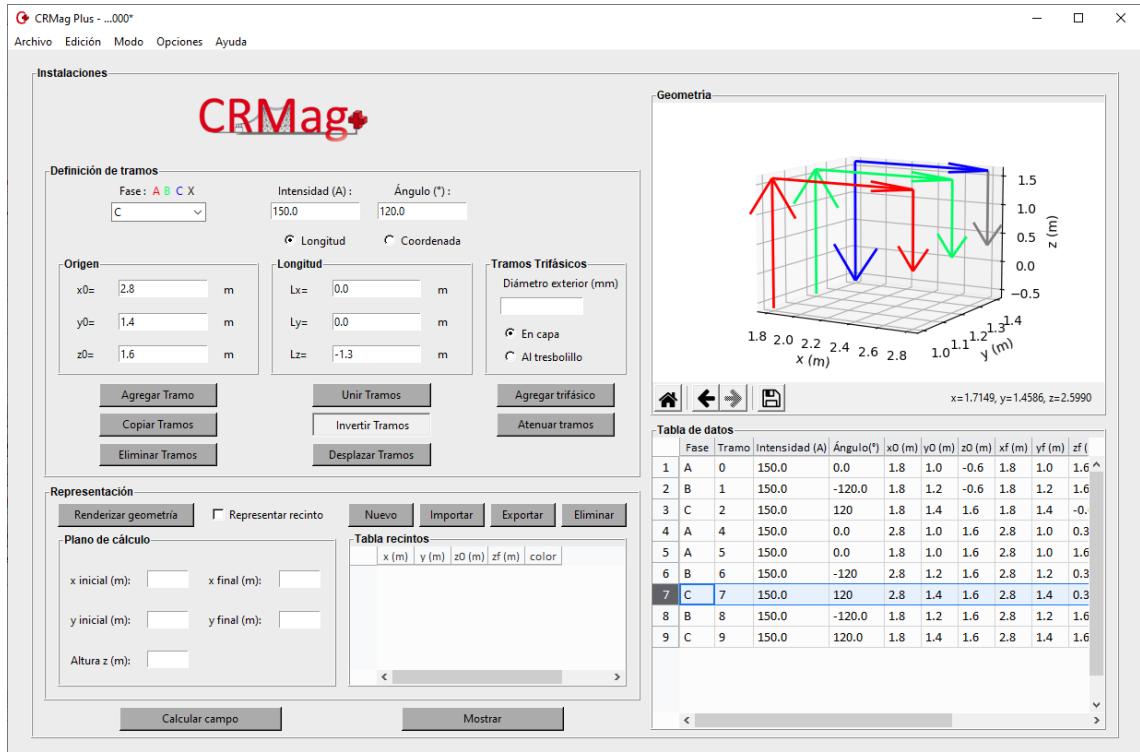


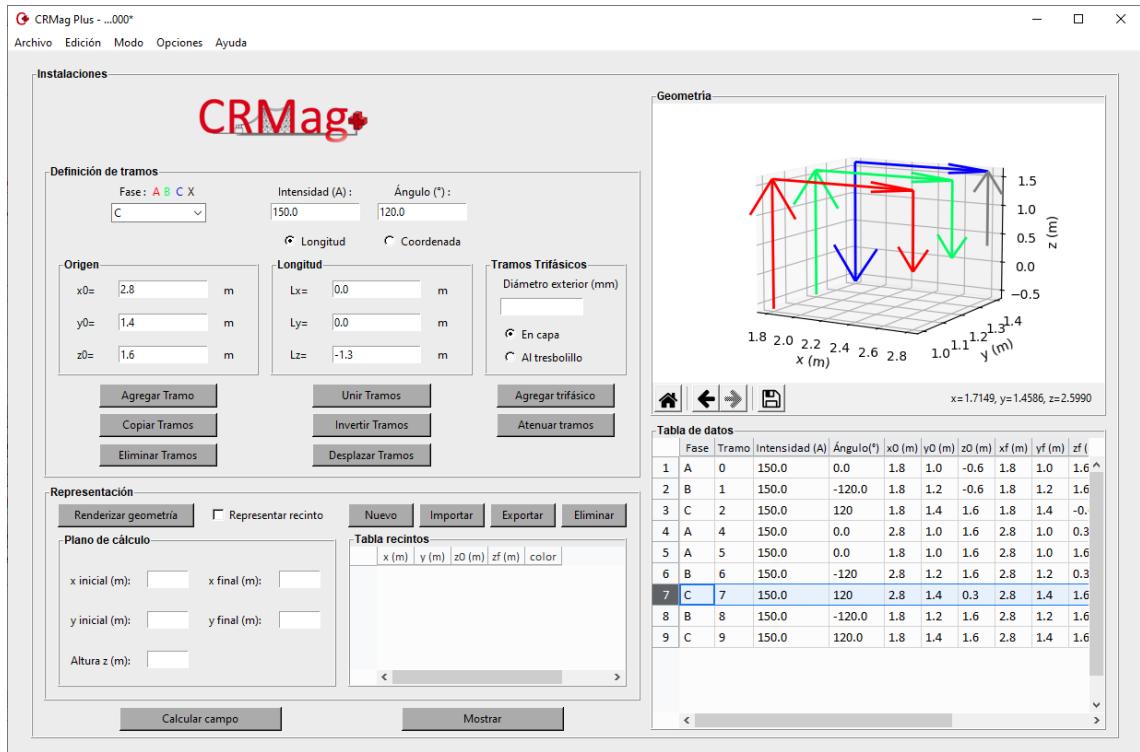
Si por error un tramo está orientado al revés, se puede seleccionar y clicar en Invertir Tramos. Por ejemplo, el tramo 2 se puede orientar al revés.



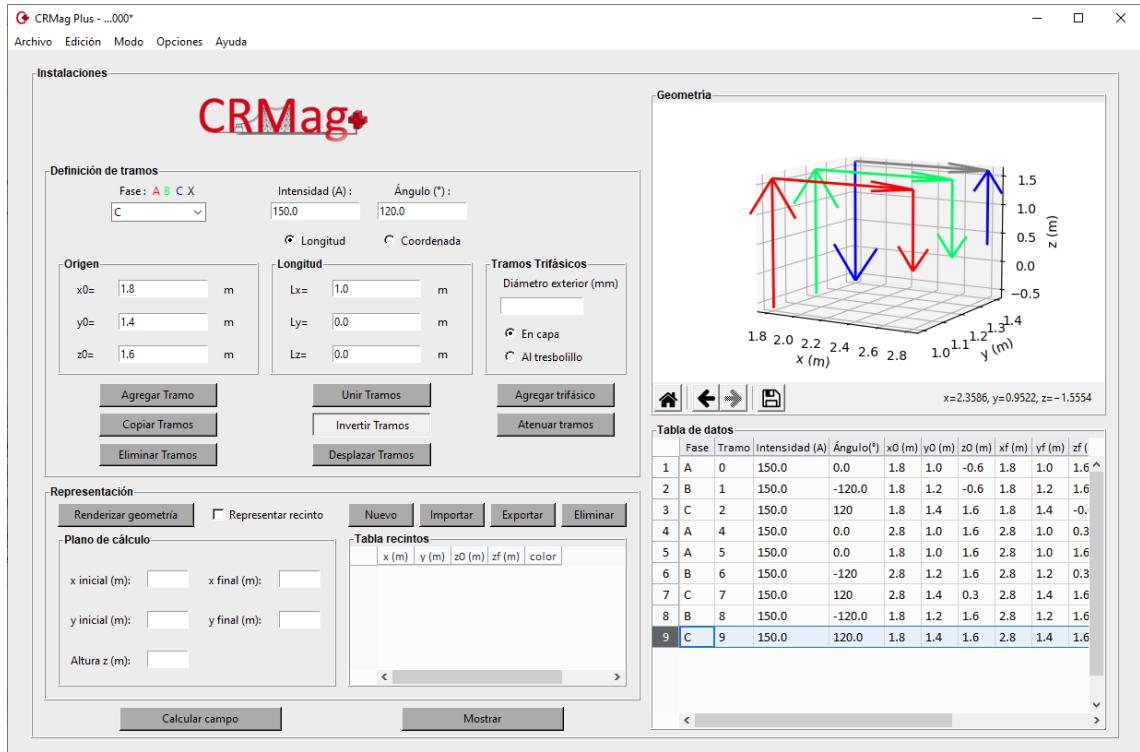


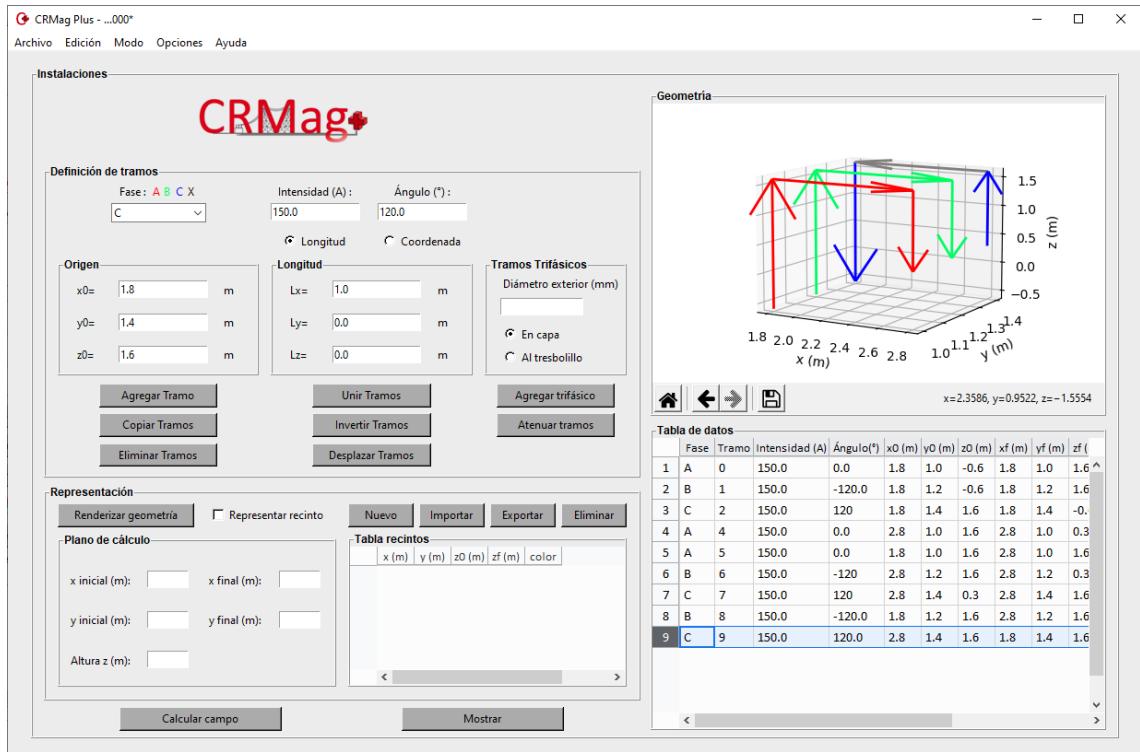
También puede orientarse al revés el tramo 7.



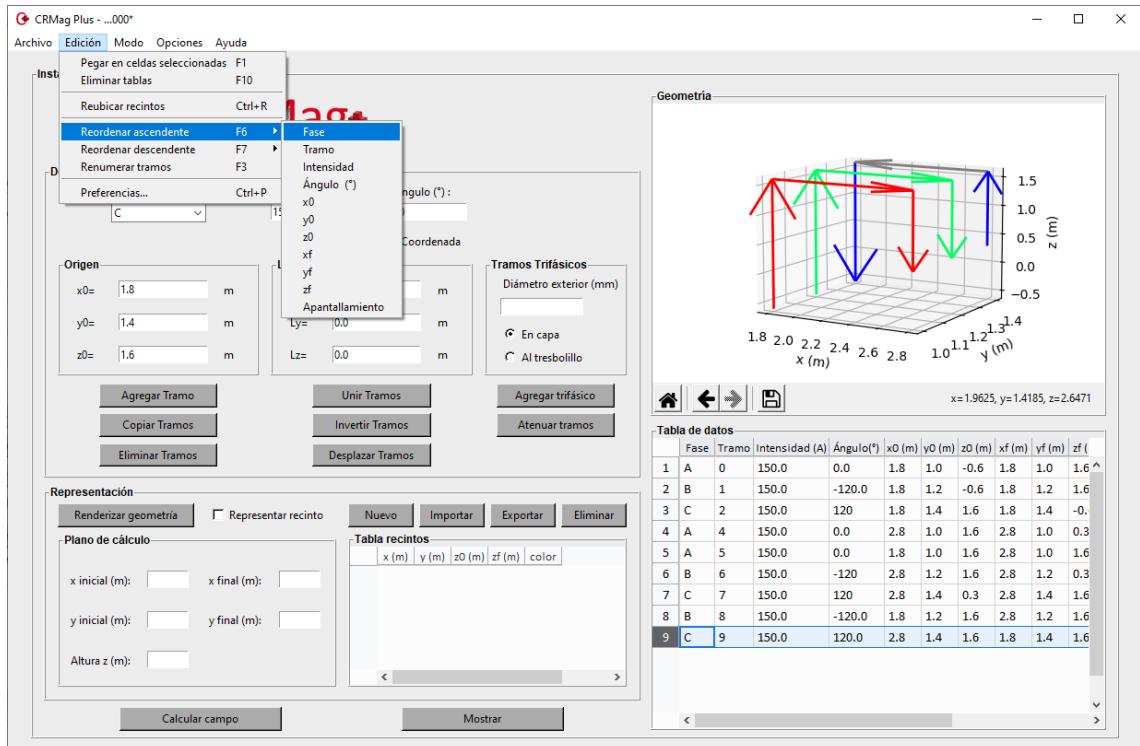


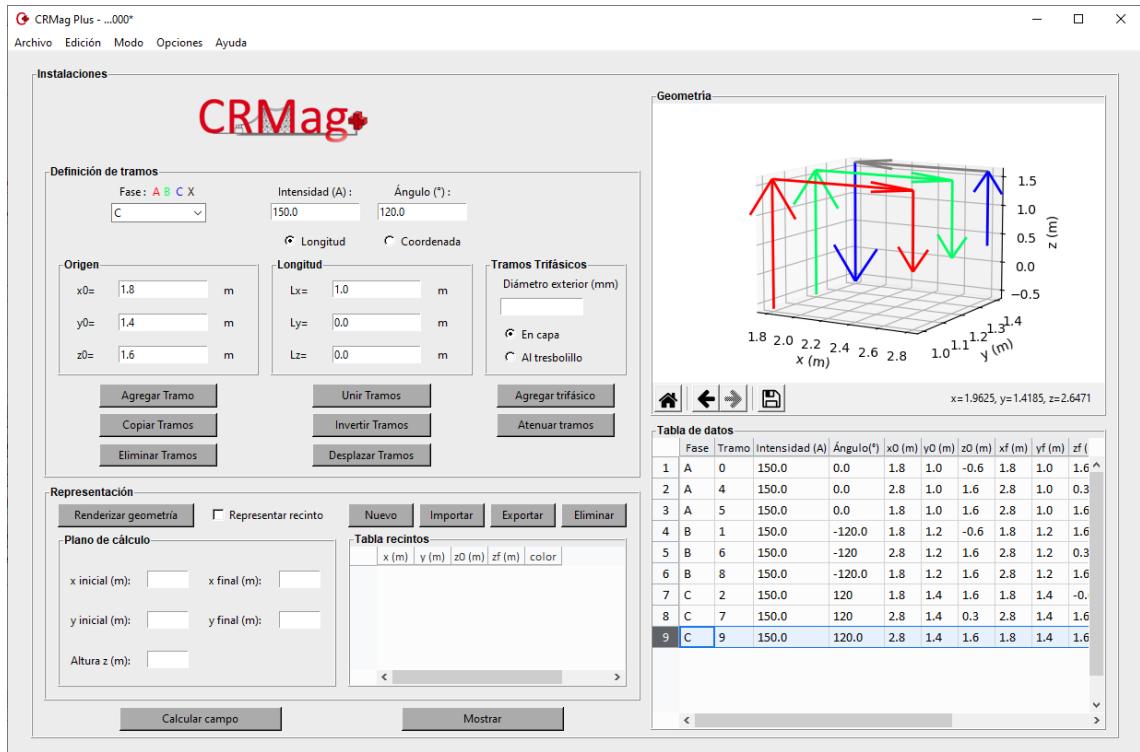
O el tramo 9.



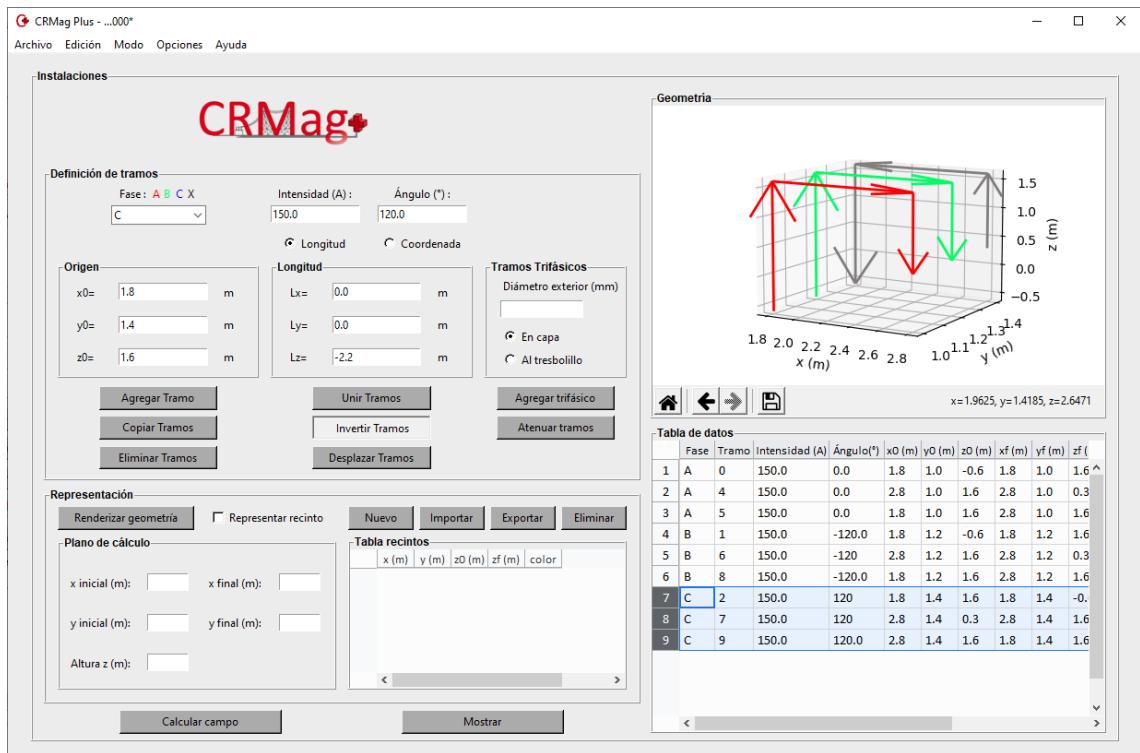


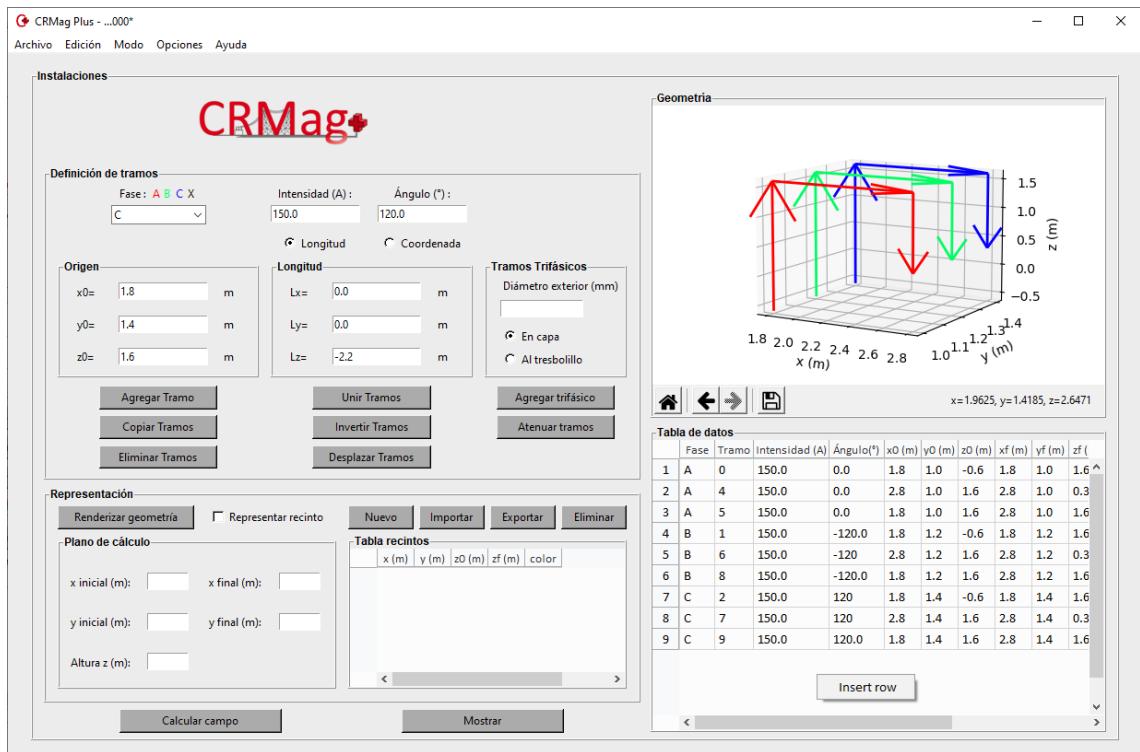
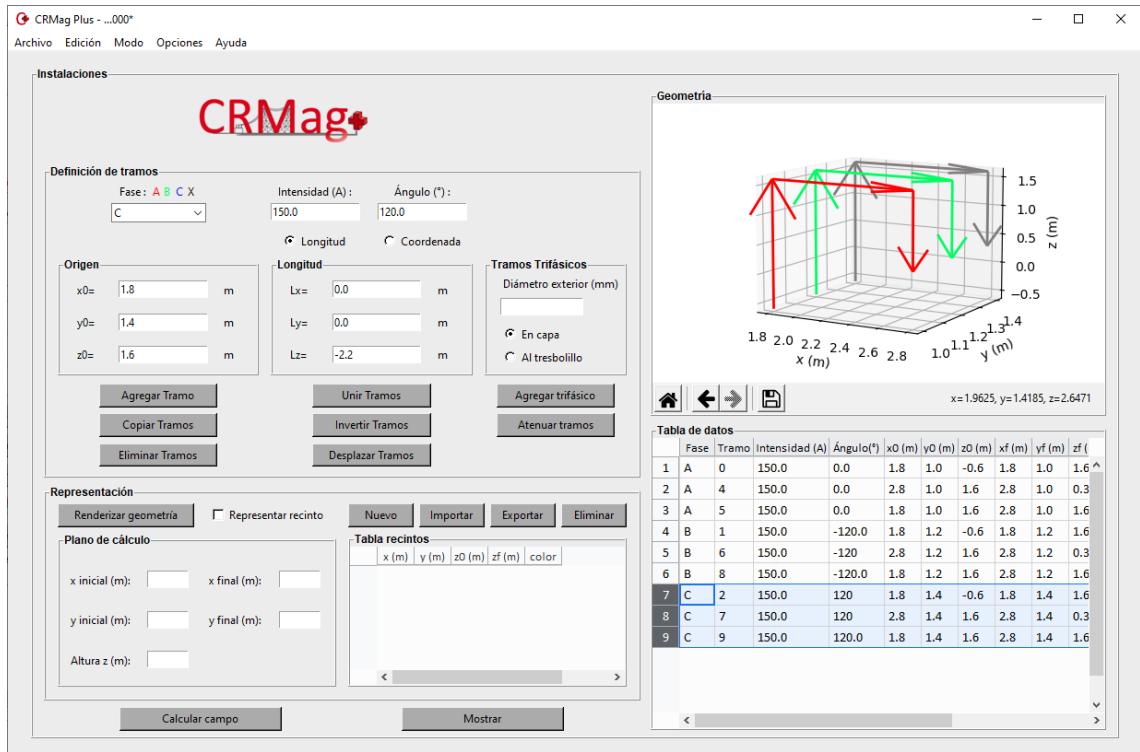
Para invertir varios tramos hay que seleccionarlos todos, por lo que puede ser necesario reordenarlos. Por ejemplo, mediante el menú **Edición>Reordenar ascendente>Fase** se ordenan todos los tramos de la tabla según su fase en orden ascendente, por lo que los tramos 2, 7 y 9 quedan juntos al final (si se reordenan de manera descendente quedarán al principio).



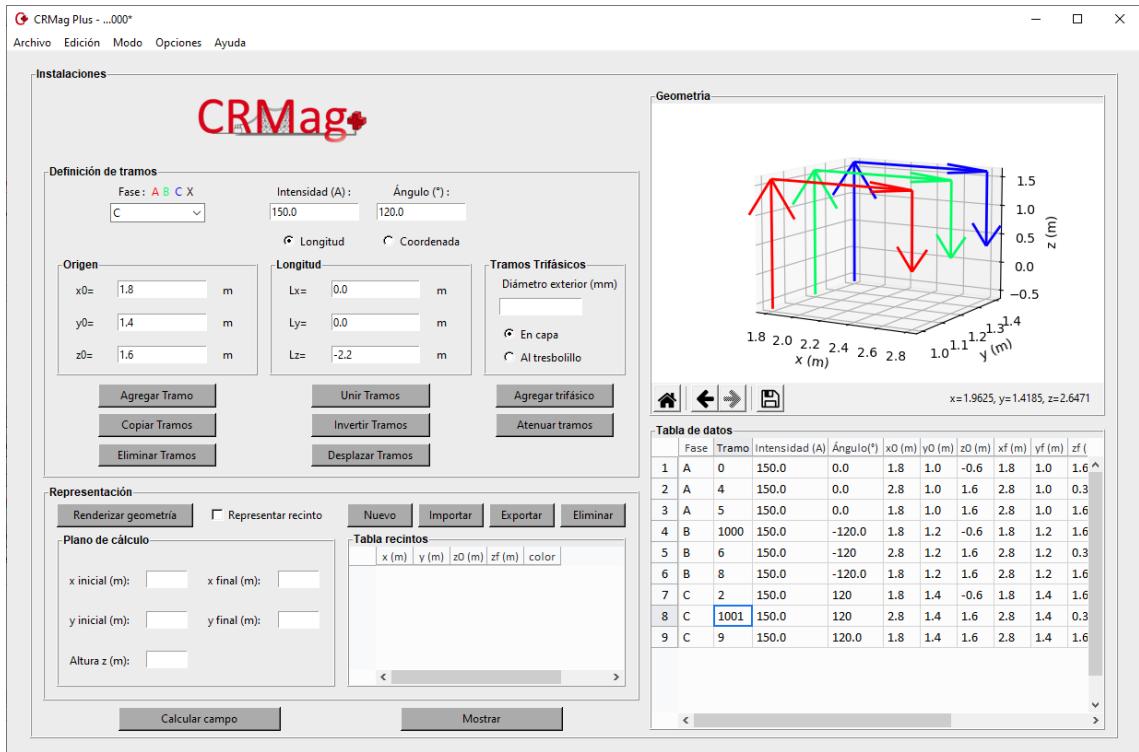


Al estar juntos se pueden invertir todos de una vez.

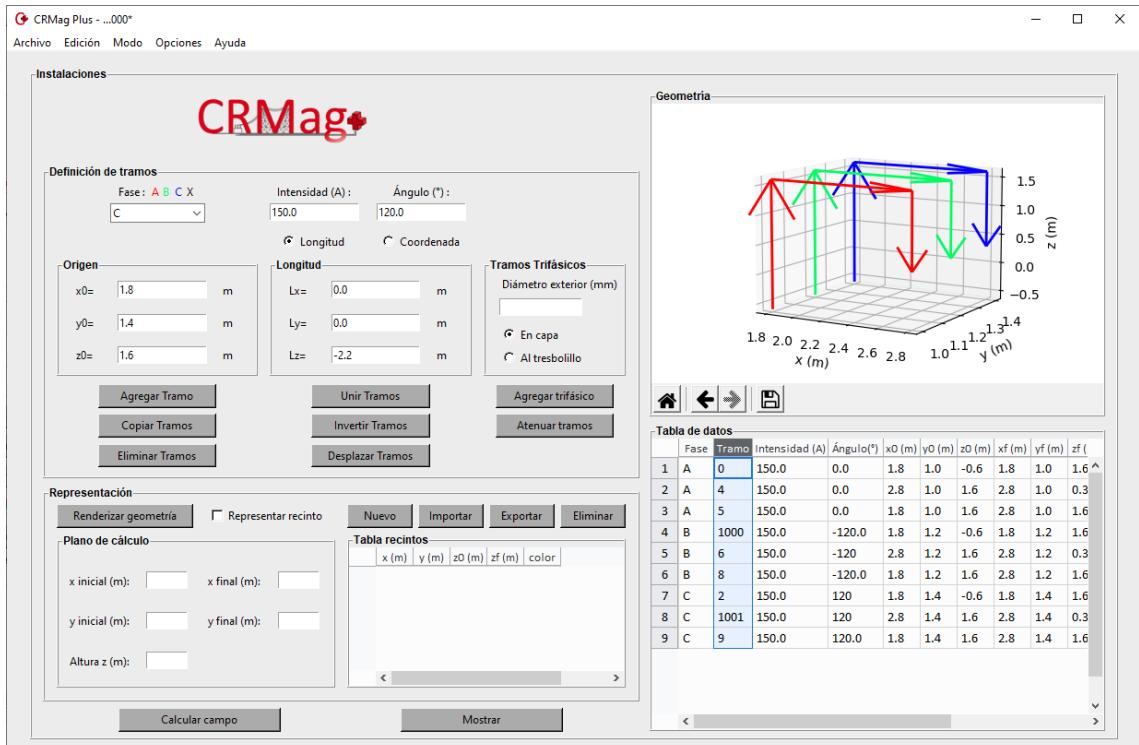




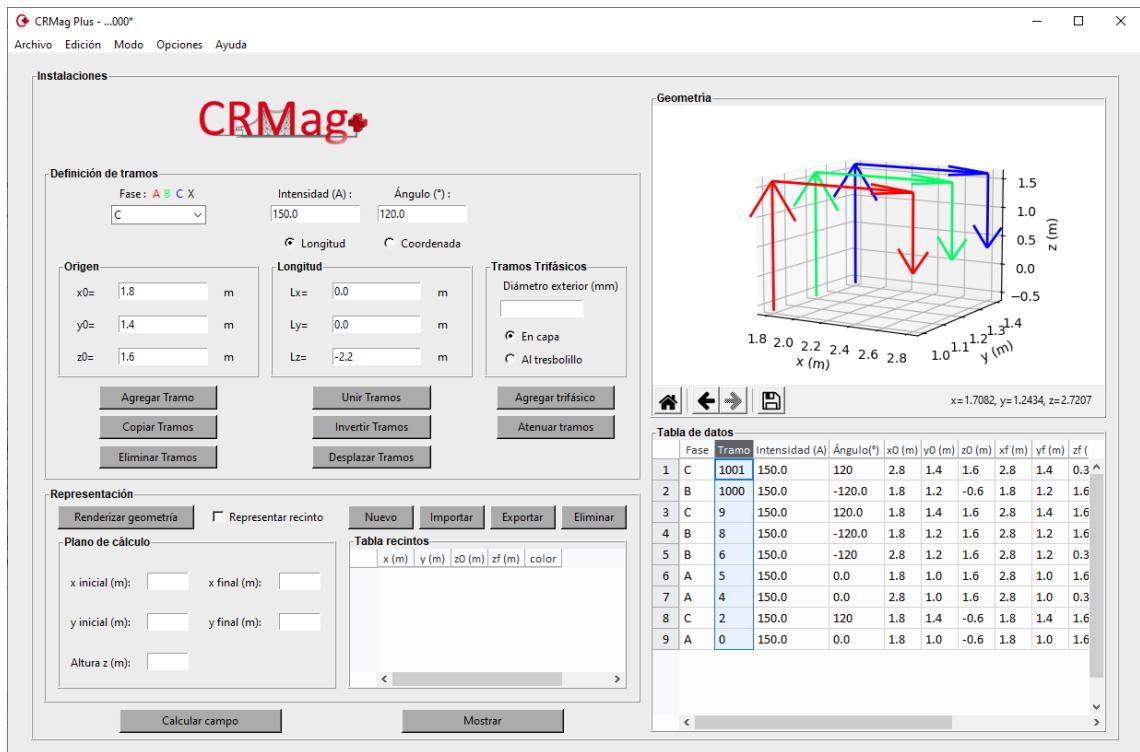
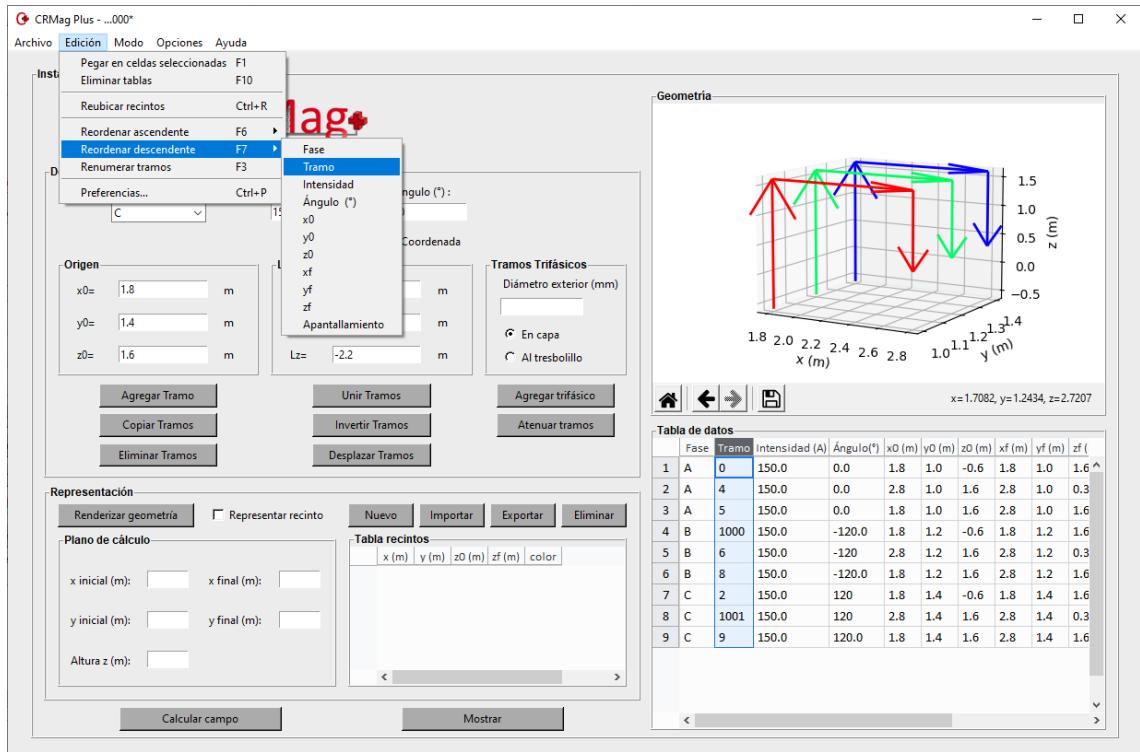
Si se desea que ciertos tramos queden los primeros se pueden renombrar y reordenar por Tramo. Por ejemplo, se puede cambiar el tramo 1 por 1000 y el tramo 7 por 1001.



Para reordenar por Tramo en orden Descendente se puede seleccionar la columna Tramo.



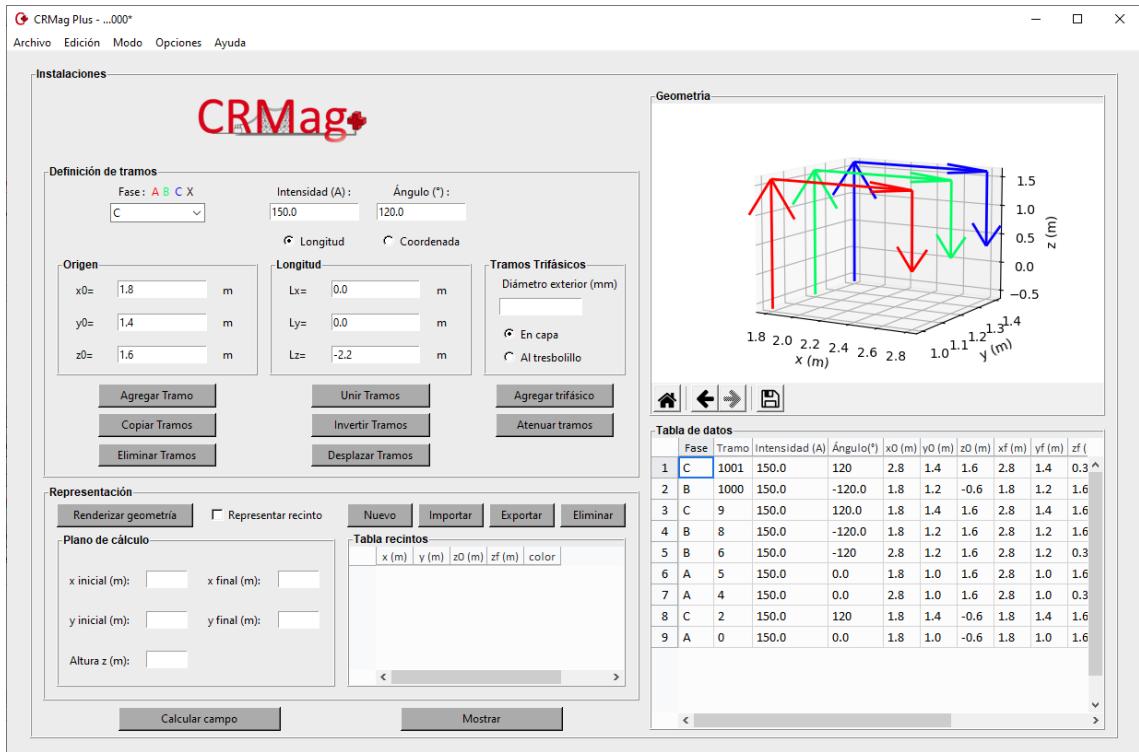
Luego se puede utilizar el menú *Edición>Reordenar descendente>Tramo* o, como la columna Tramo está seleccionada, utilizar el atajo de teclado **F7** (para reordenar ascendente sería **F6**).



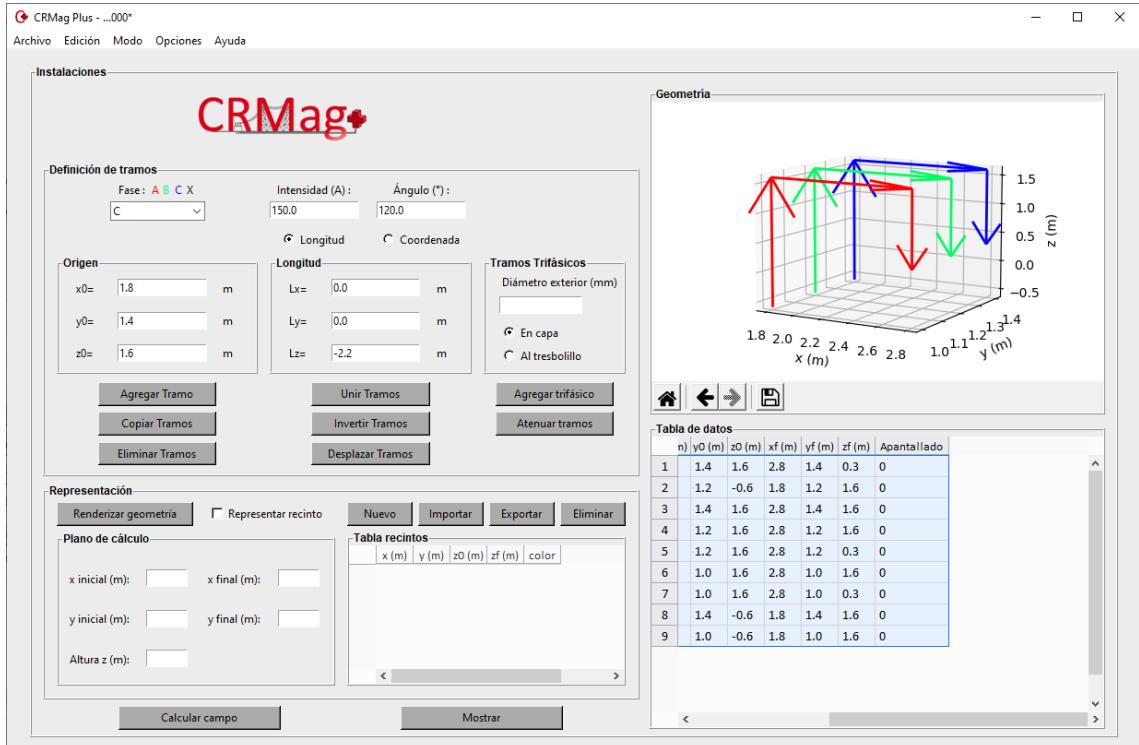
Este procedimiento permite ordenar rápidamente los tramos para que aparezcan juntos los que se desea.

4.5 Manejo de la tabla de datos

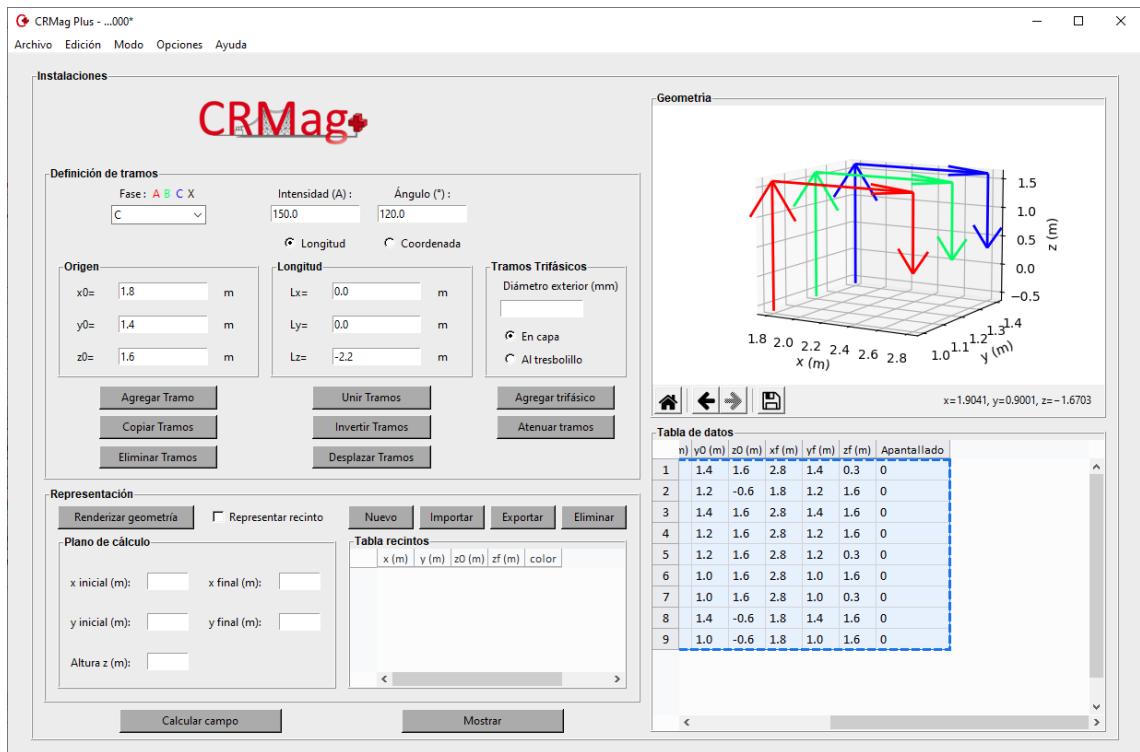
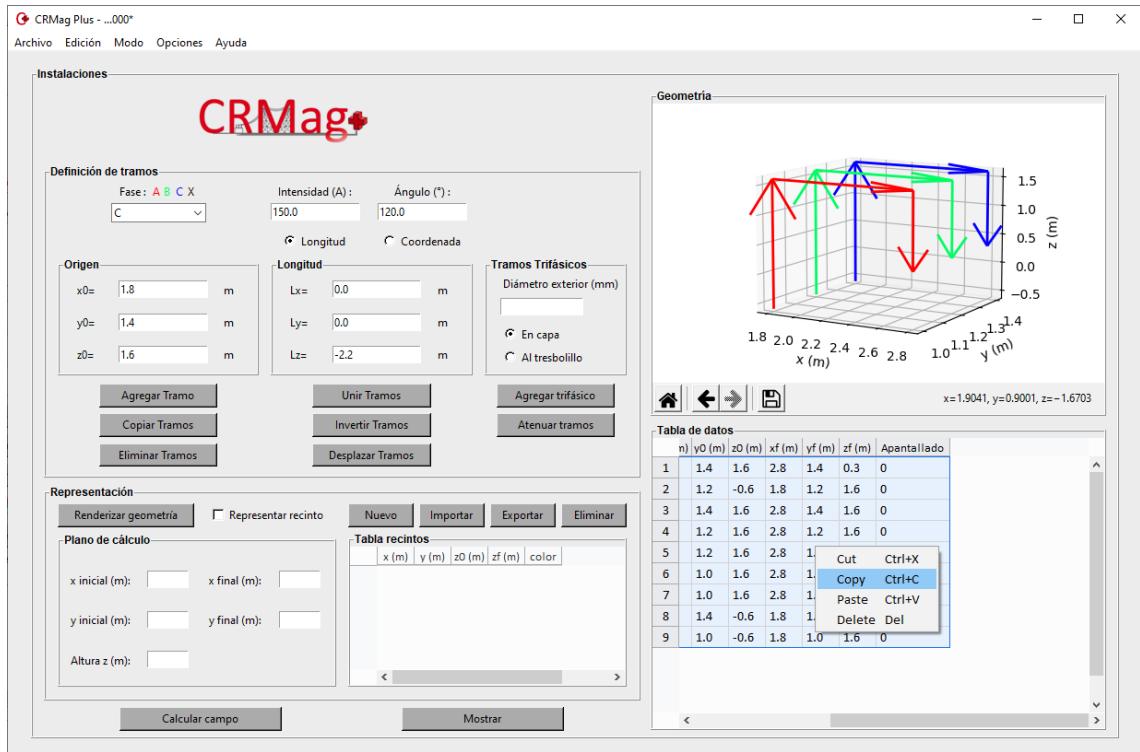
La Tabla de datos se puede copiar a otros programas como Microsoft Excel para editarla con facilidad. Para ello se puede seleccionar la primera celda.



Y luego, manteniendo la tecla de **mayúsculas** (Shift), seleccionar la última. Esto es equivalente a seleccionar todas las celdas, para lo que se puede utilizar el atajo de teclado **Control+A**.



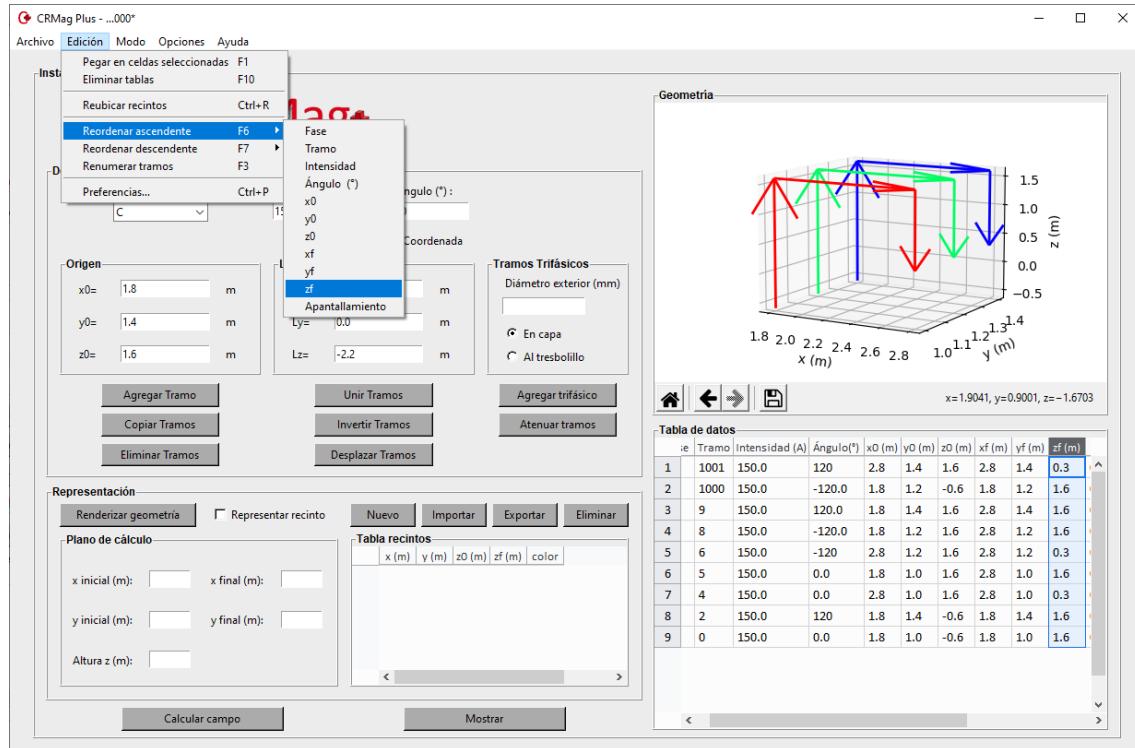
Se puede copiar mediante clic derecho y Copy o con el atajo de teclado **Control+C**.



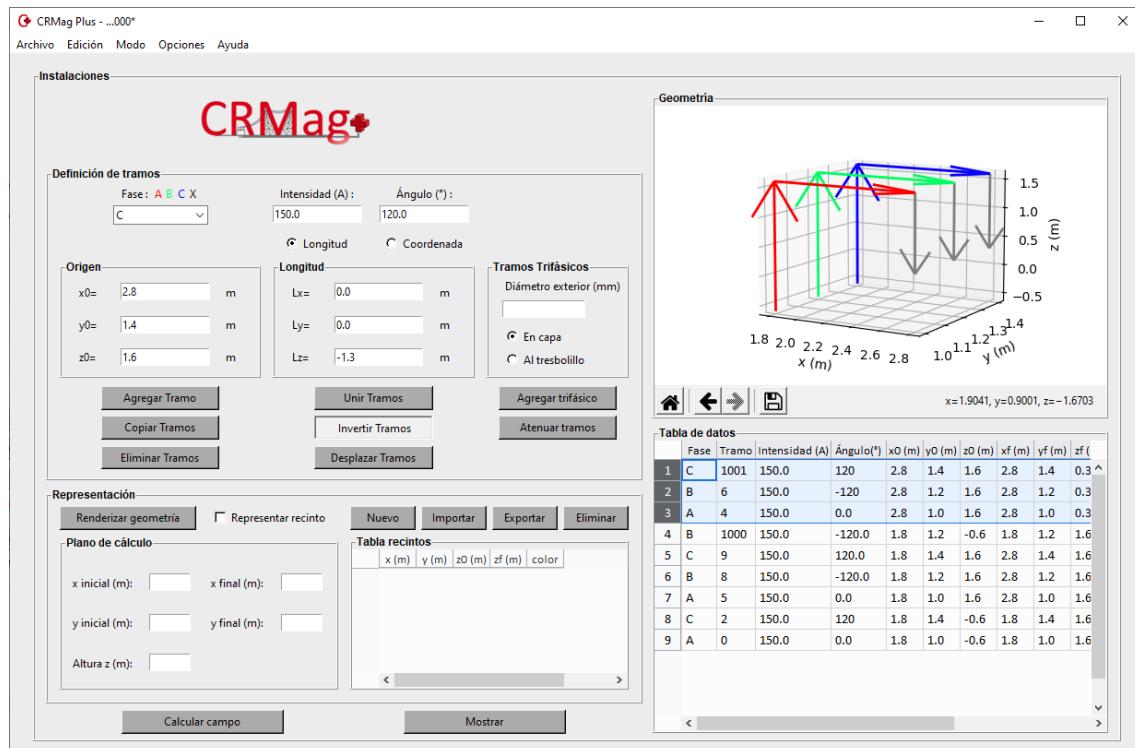
Igualmente, se puede pegar una tabla copiada desde otro programa como Microsoft Excel mediante el atajo de teclado **Control+V**. La tabla permite más controles, como suprimir el contenido de celdas mediante el atajo de teclado **Suprimir** (en inglés, Delete), cortar celdas con **Control+X** o realizar acciones en filas con el clic derecho (insertar o eliminar). Si la tabla se edita a mano, también se pueden deshacer modificaciones mediante el atajo de teclado **Control+Z**.

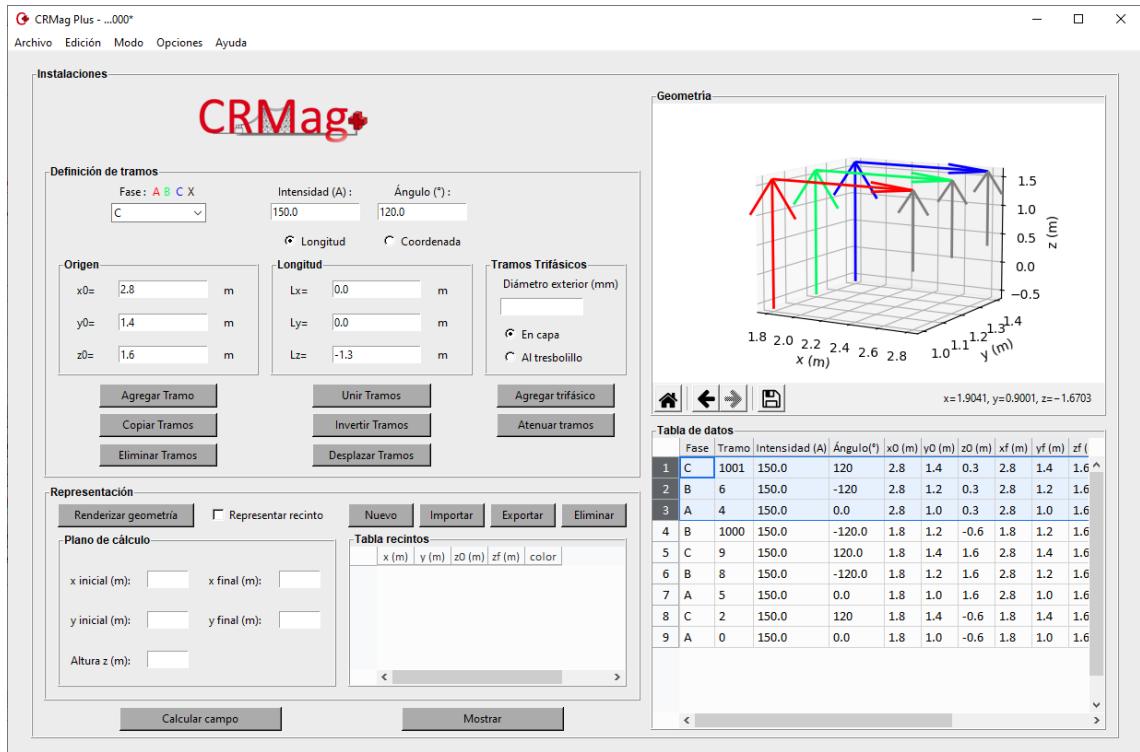
4.6 Botones adicionales de definición de tramos

Para que los tres tramos descendentes queden al revés, ascendentes, es necesario invertirlos y desplazarlos. Para ello se puede ordenar la tabla por la columna zf de manera ascendente, con el fin de tener juntos los tramos que se quieren modificar.

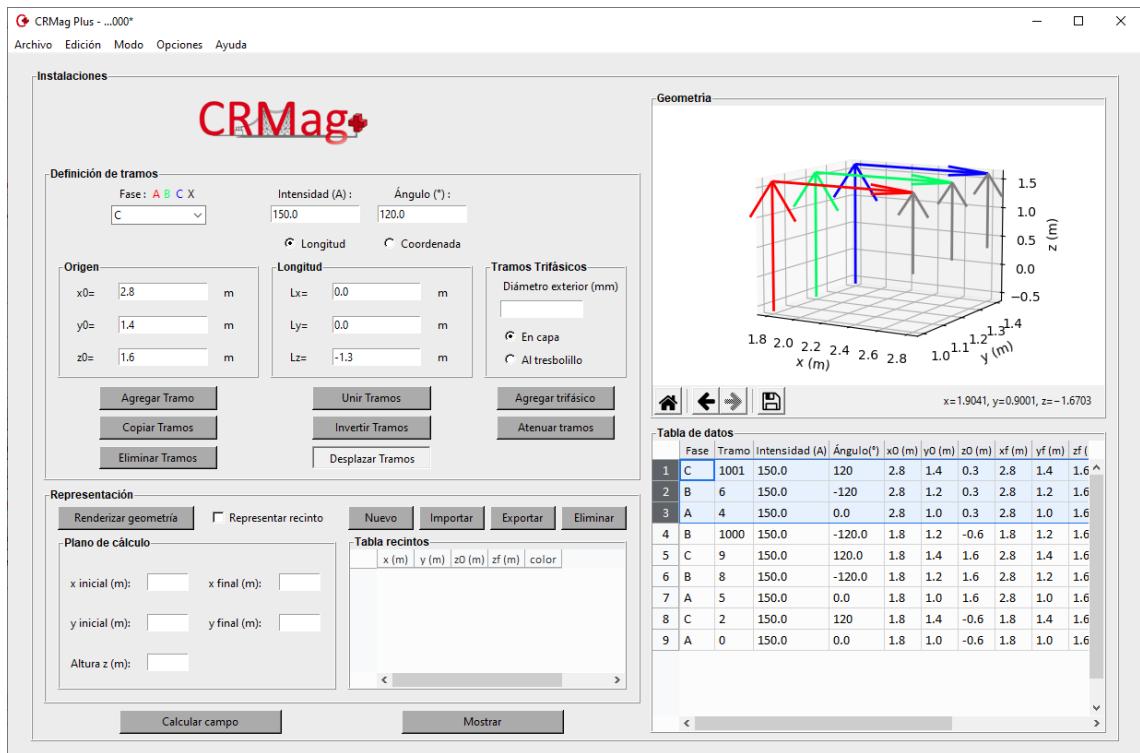


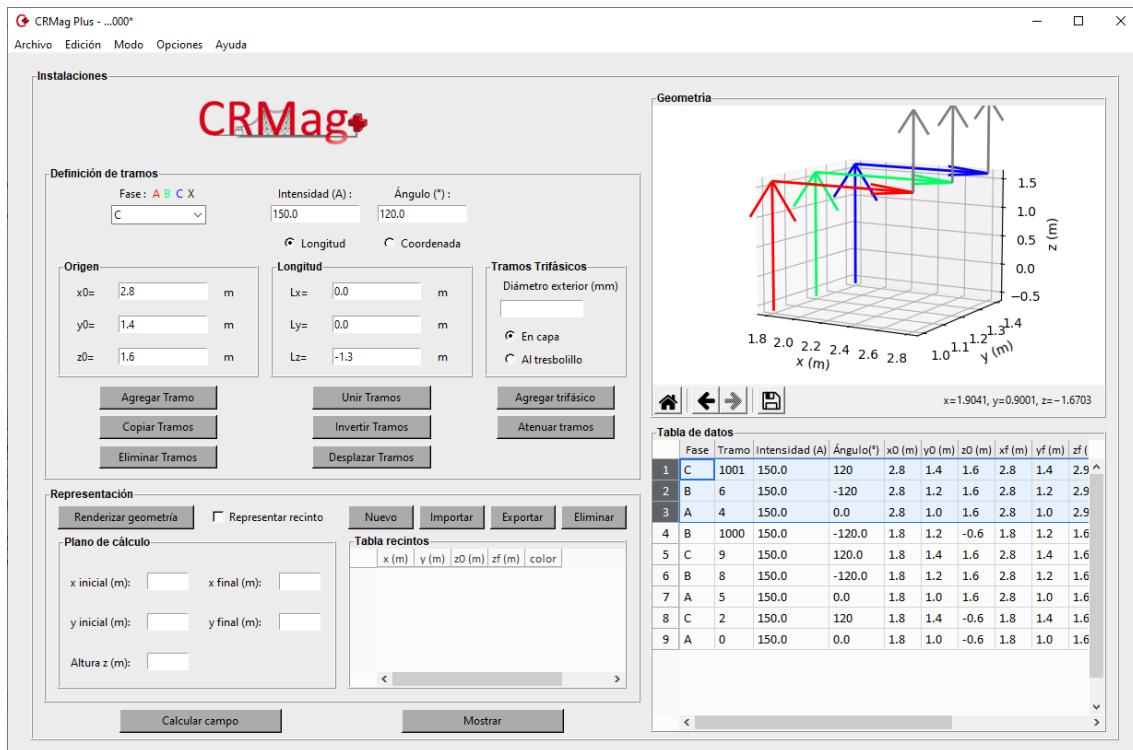
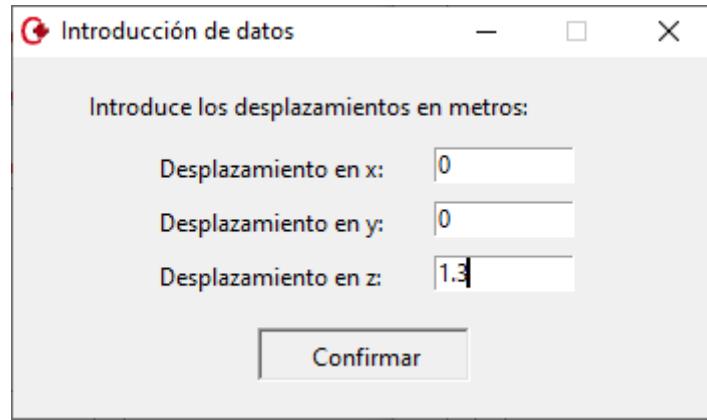
De esta manera, los tres primeros tramos son los que se quiere invertir y desplazar. Se seleccionan y se clica en invertir.

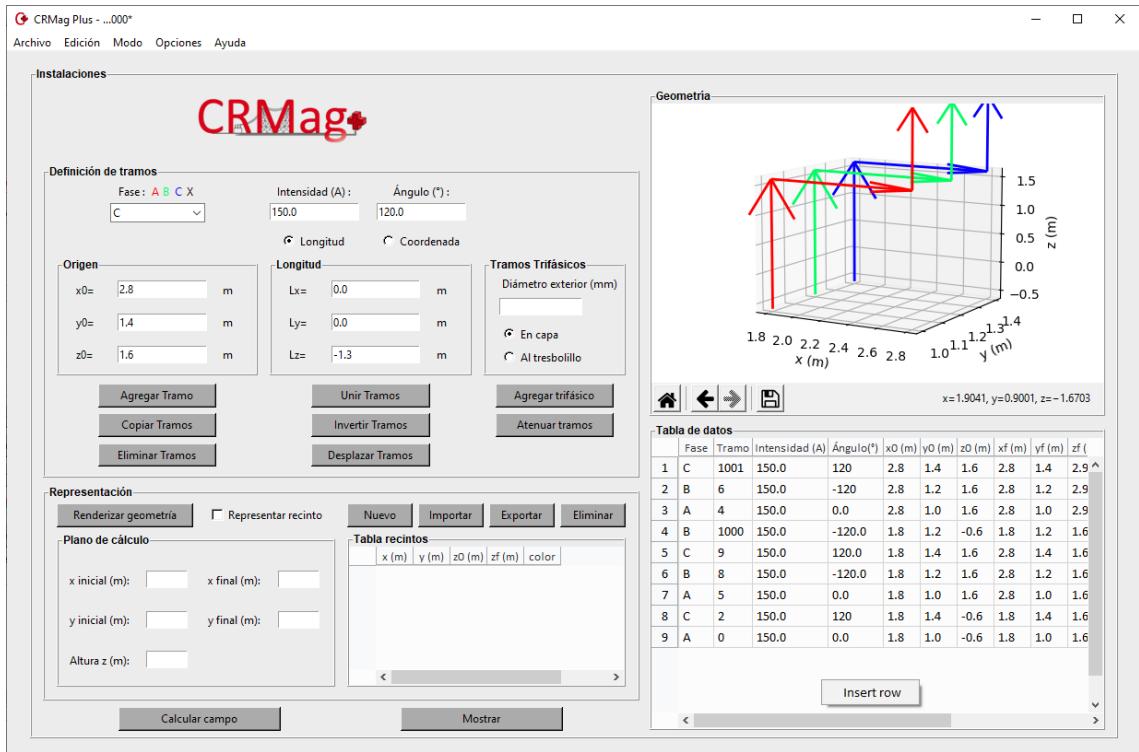




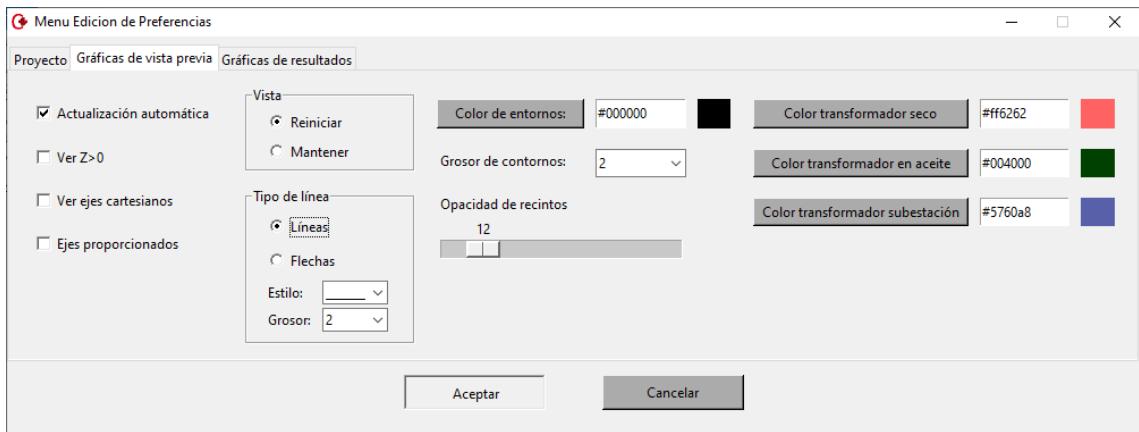
Después se clica en Desplazar Tramos y se desplazan 1.3m en el eje Z.

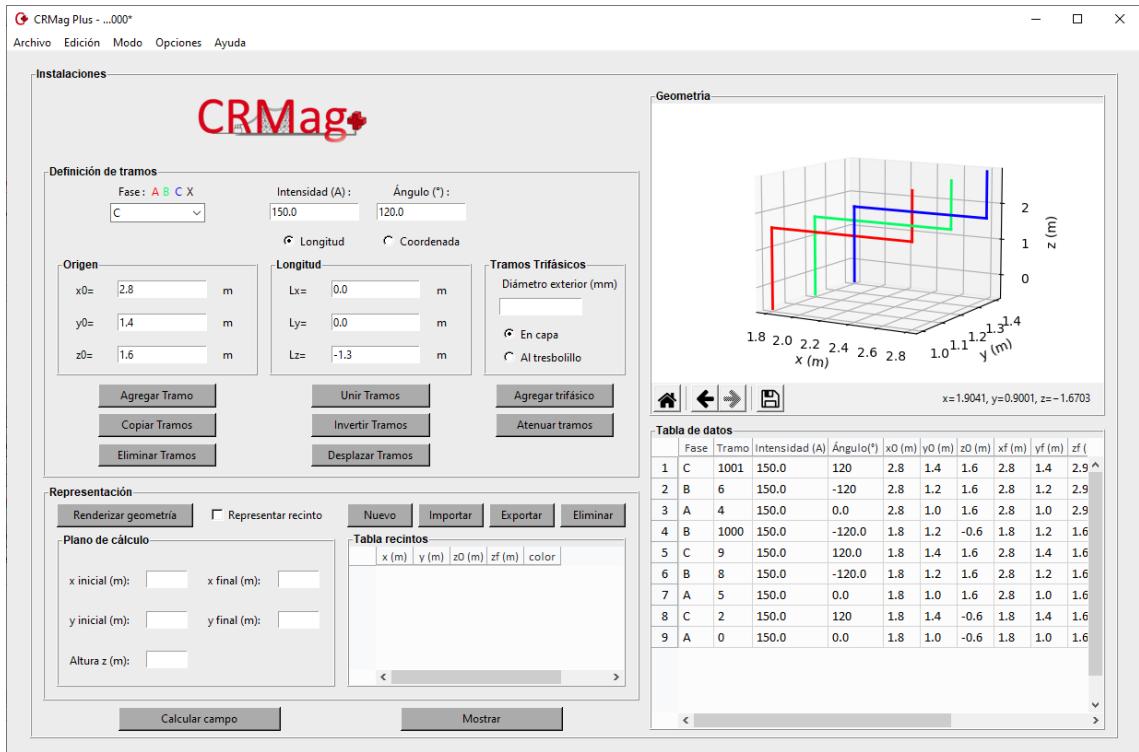




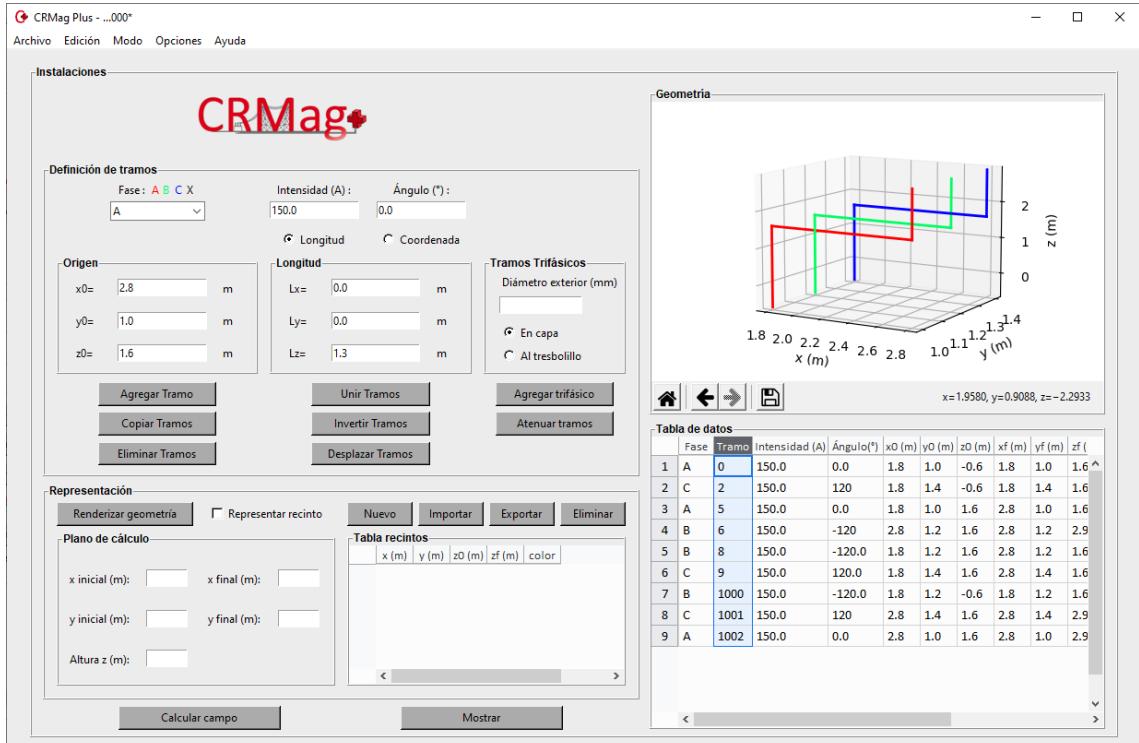


Cuando el diseño está correcto puede ser más cómodo utilizar líneas en lugar de flechas.

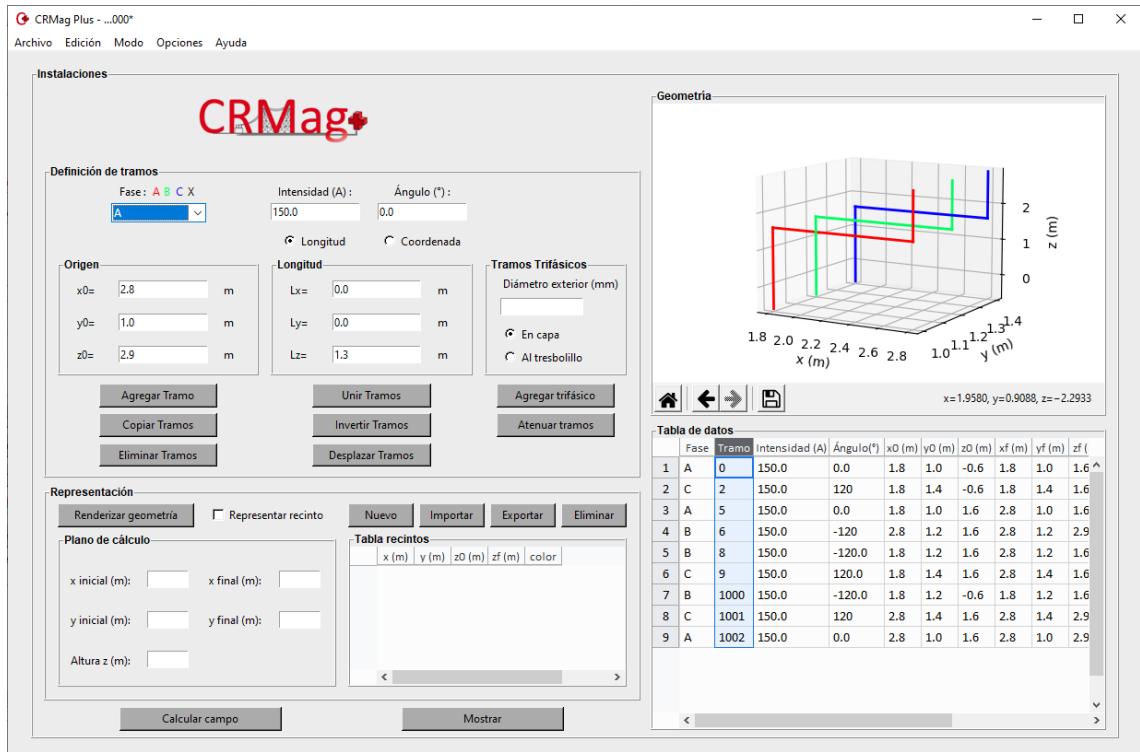




Para el que tramo 4 quede el último, se puede cambiar el Tramo por el 1002 y seleccionar la columna Tramo. Así mediante F6 se reordena la tabla.

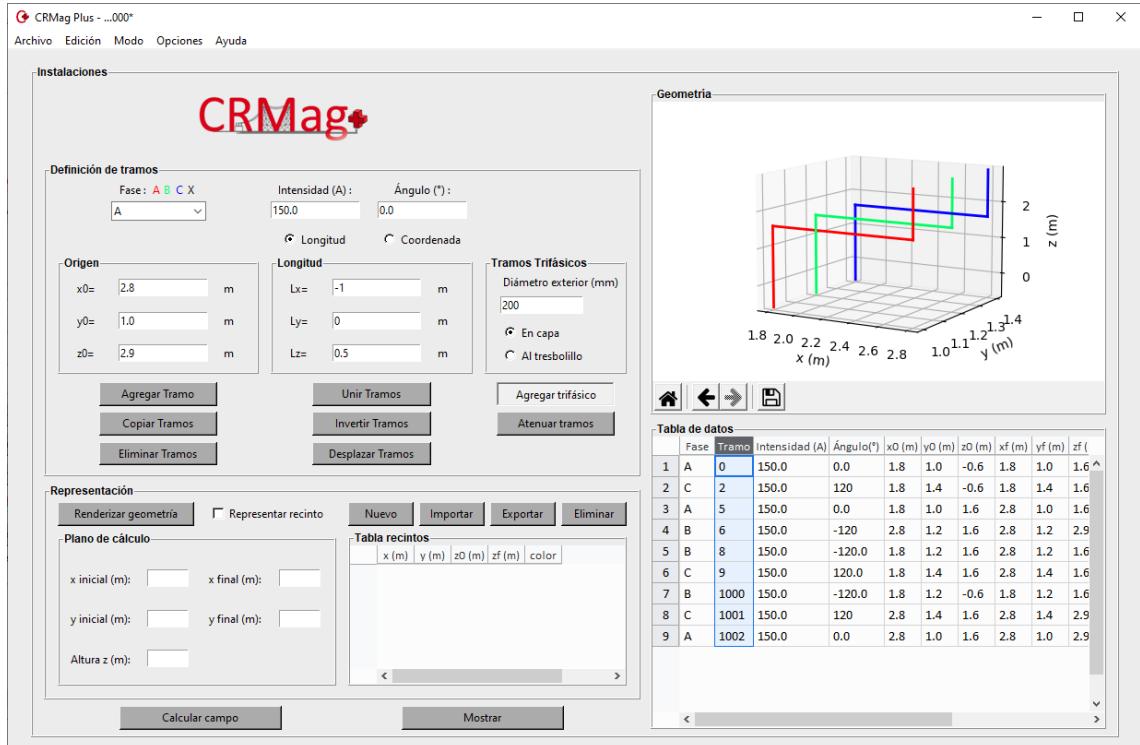


Si se selecciona la fase A en el desplegable, se coge el extremo de este tramo para definir uno nuevo a continuación.

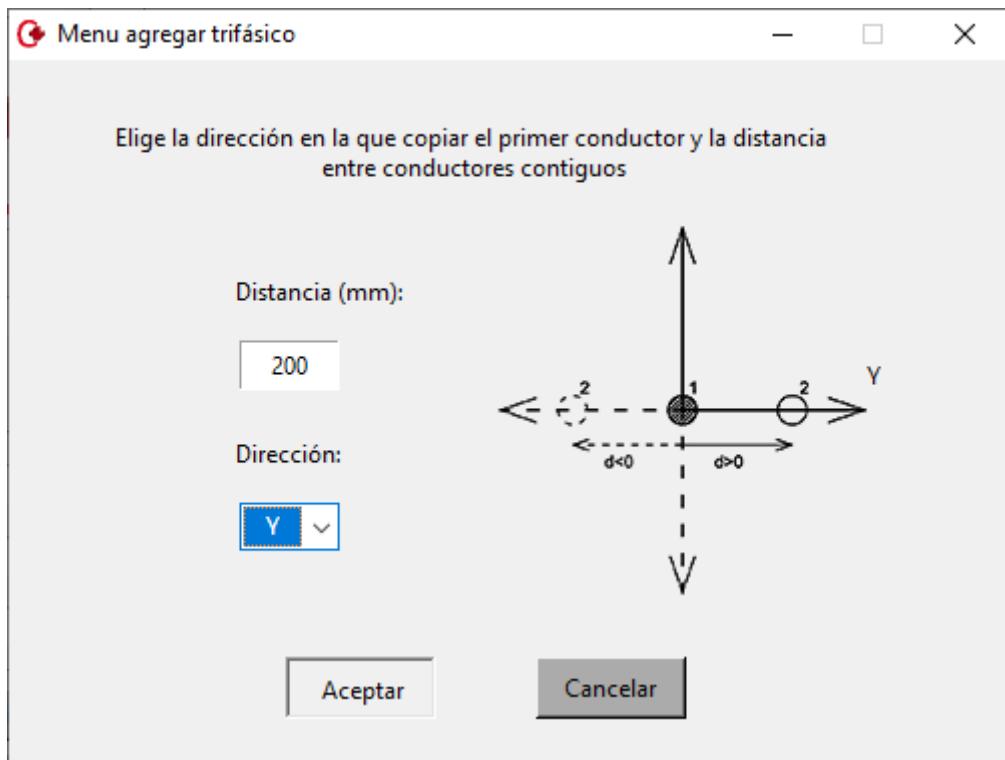


4.7 Definición de ternas

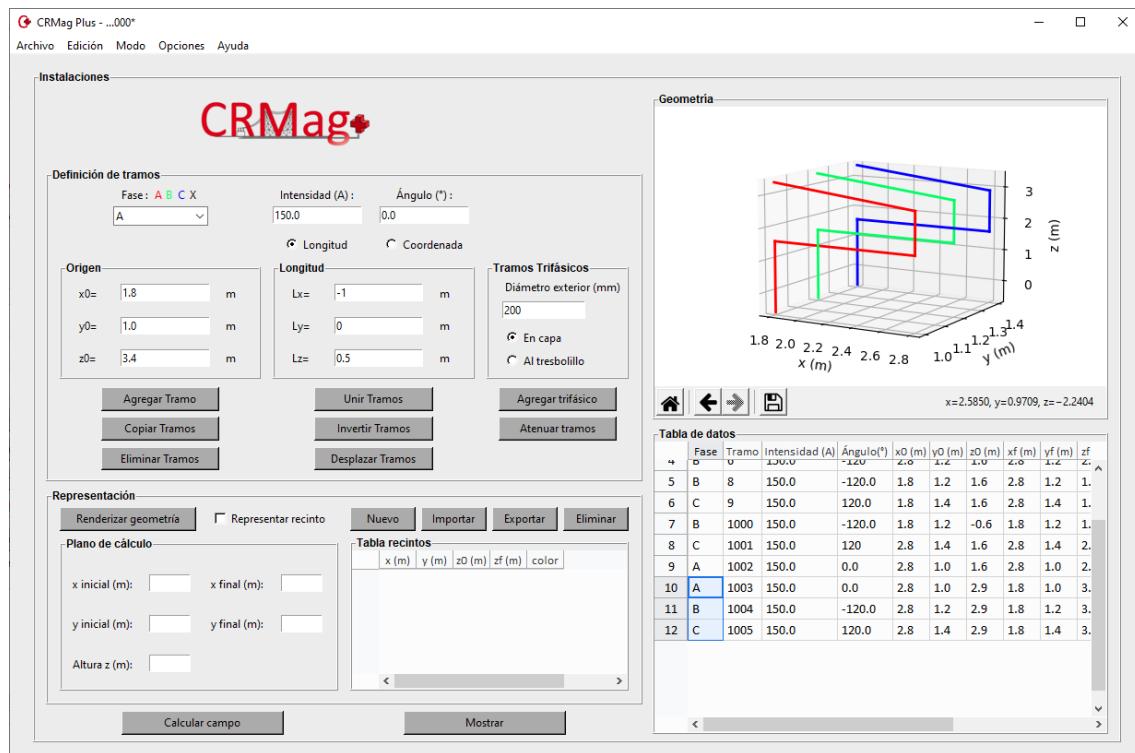
Se pueden introducir tres conductores directamente mediante el botón Agregar trifásico. Para ello, se rellenan las longitudes y el diámetro exterior (distancia entre conductores).



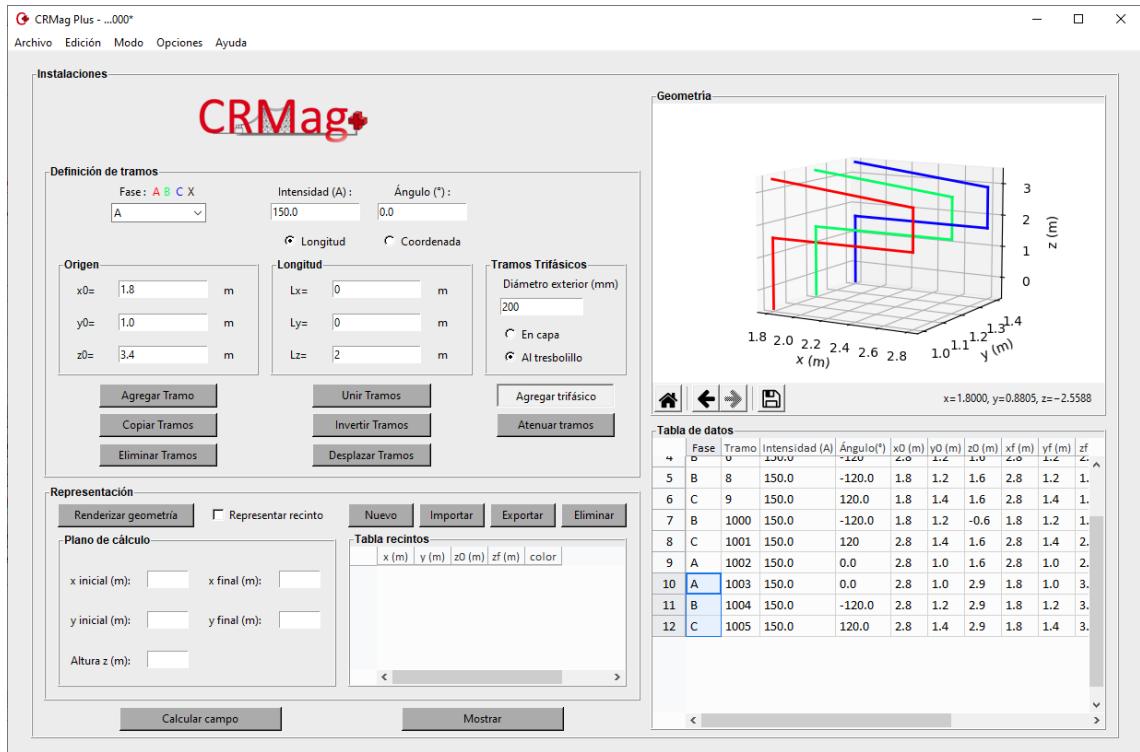
Las copias se van a hacer cada 200mm en la dirección del eje Y.



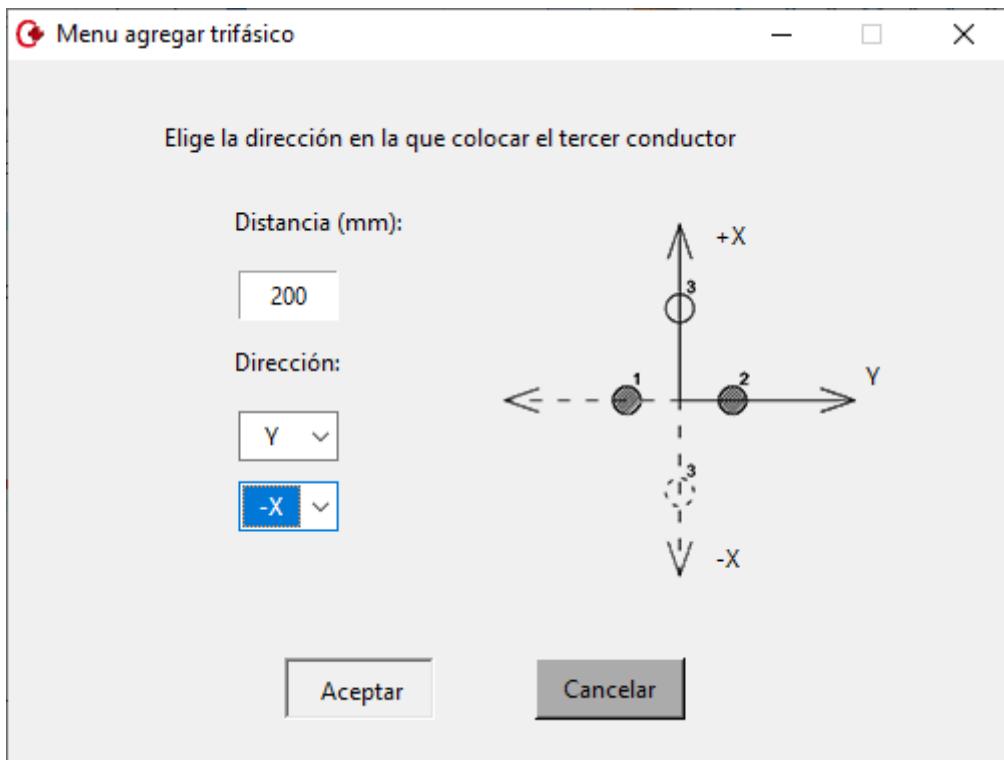
Esto crea directamente 3 tramos.



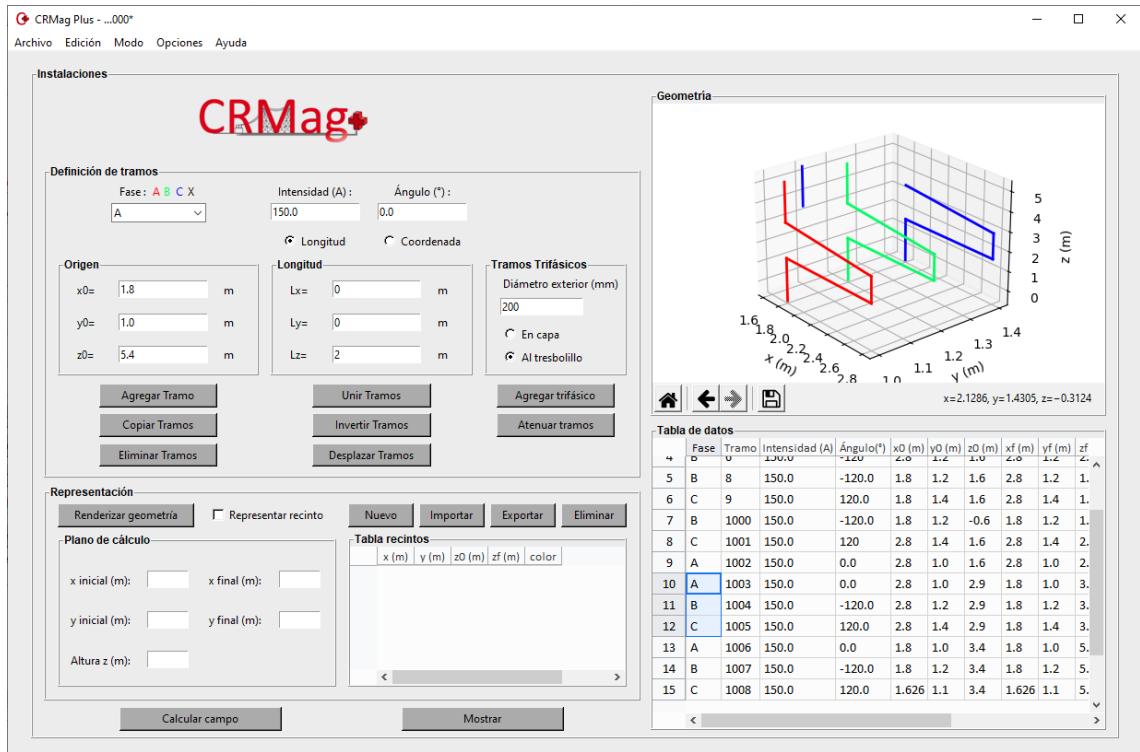
Si se desea que las copias vayan en la dirección -Y, hay que introducir como distancia un valor de -200mm. Para definir una terna trifásica con tres conductores en triángulo se puede cambiar la selección de En capa a Al tresbolillo. Se selecciona la fase A y se editan las Longitudes.



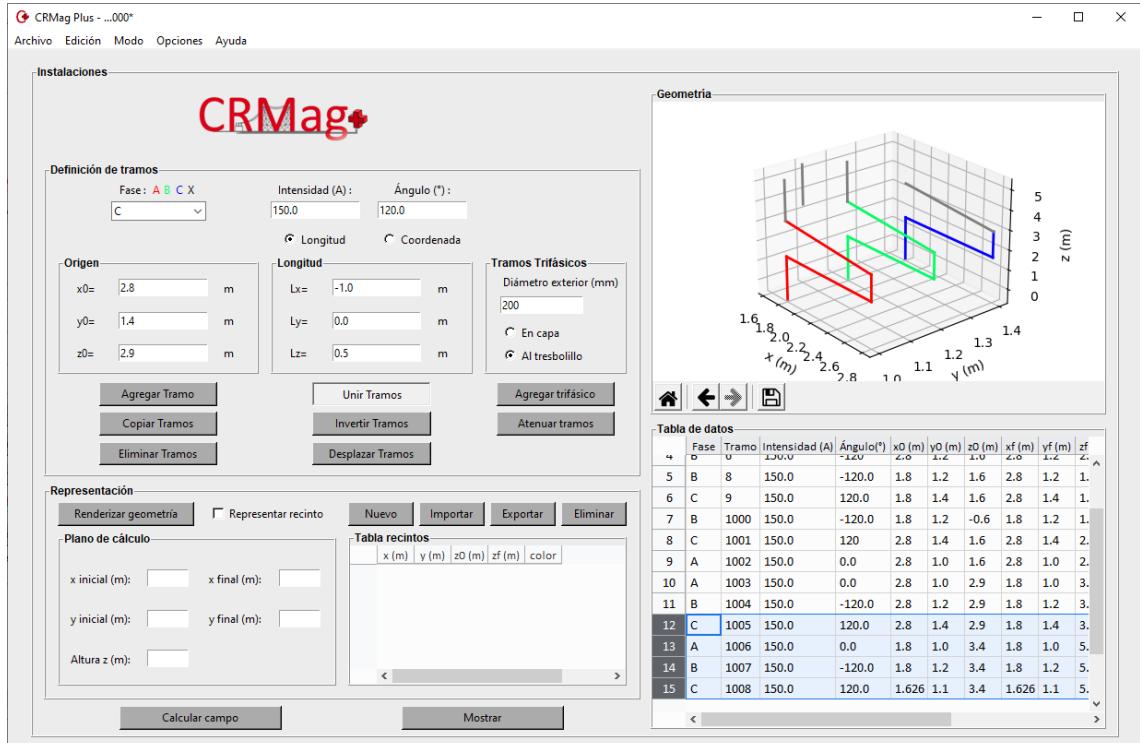
En este caso, la primera copia debe estar en la dirección Y (positivo porque la distancia de 200 se ha puesto positiva). La segunda copia se va a poner en la dirección -X.

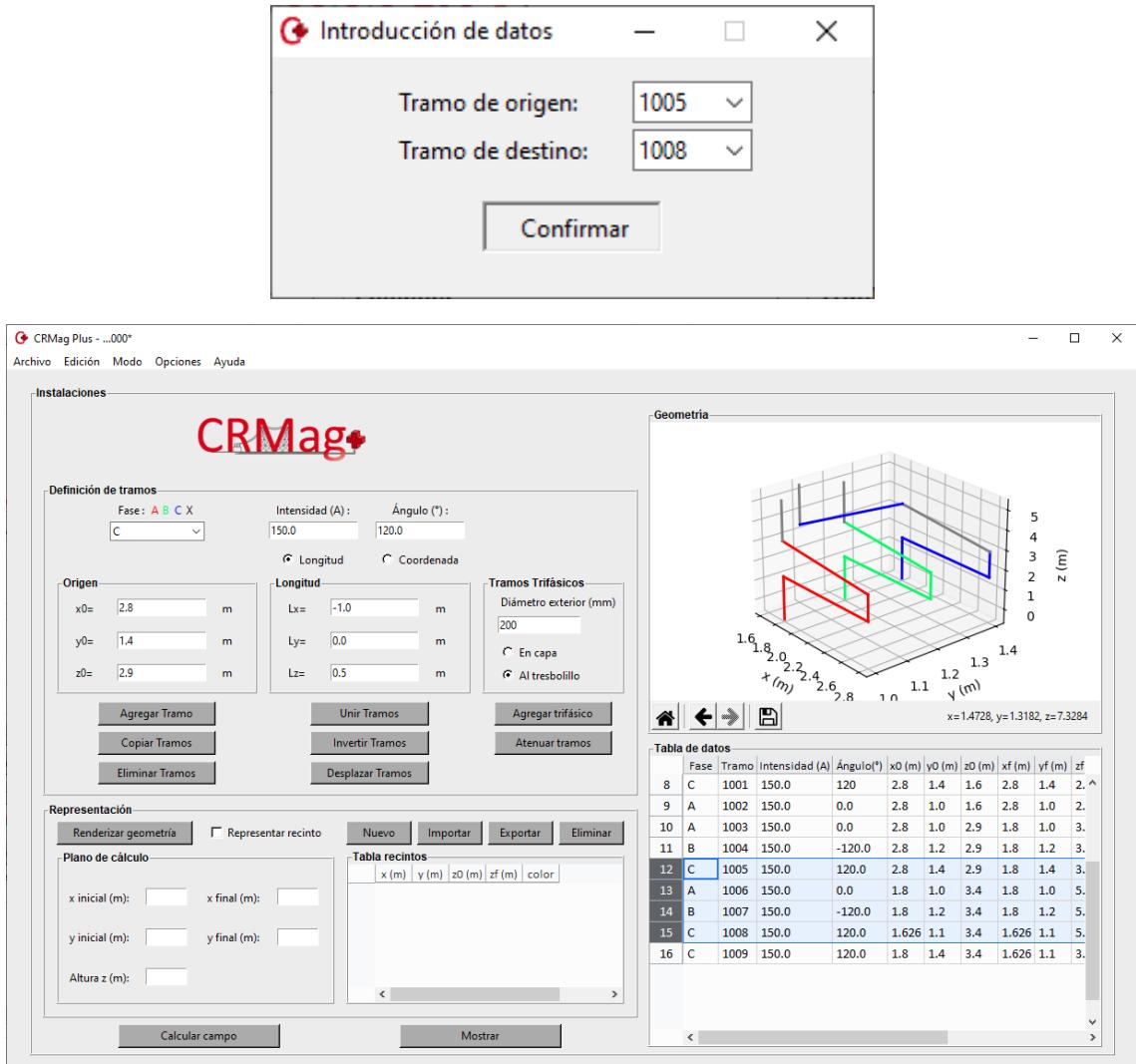


Para ver bien el resultado, podemos rotar la vista con el clic izquierdo del ratón.

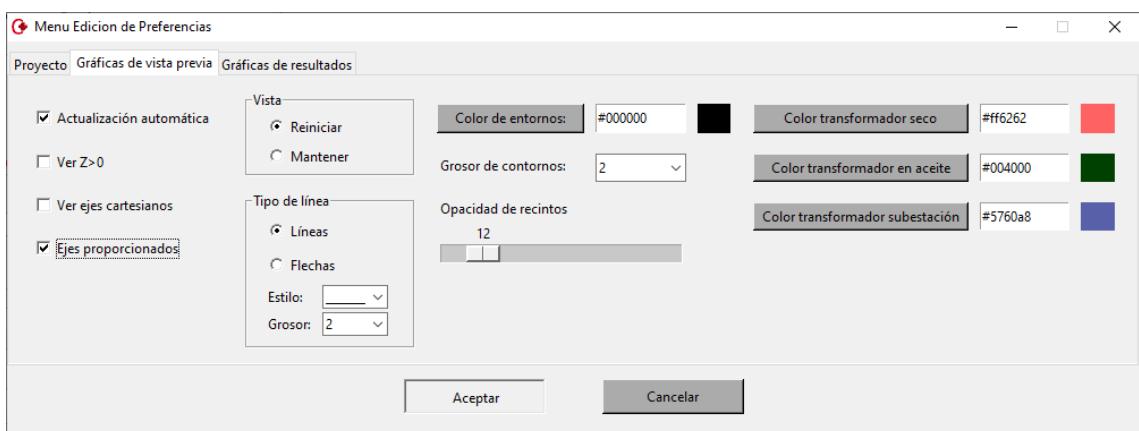


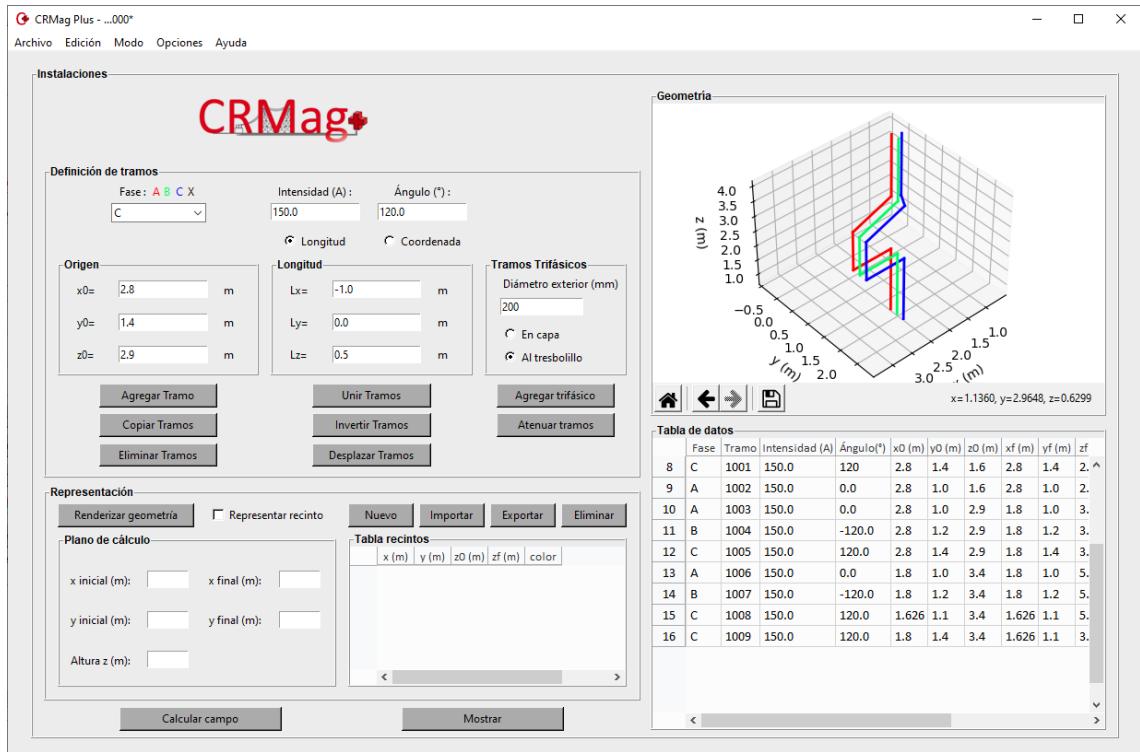
Ahora es necesario unir el tramo 1005 con el 1008. Para ello se pueden seleccionar las filas 12 a 15 y clicar en Unir Tramos.





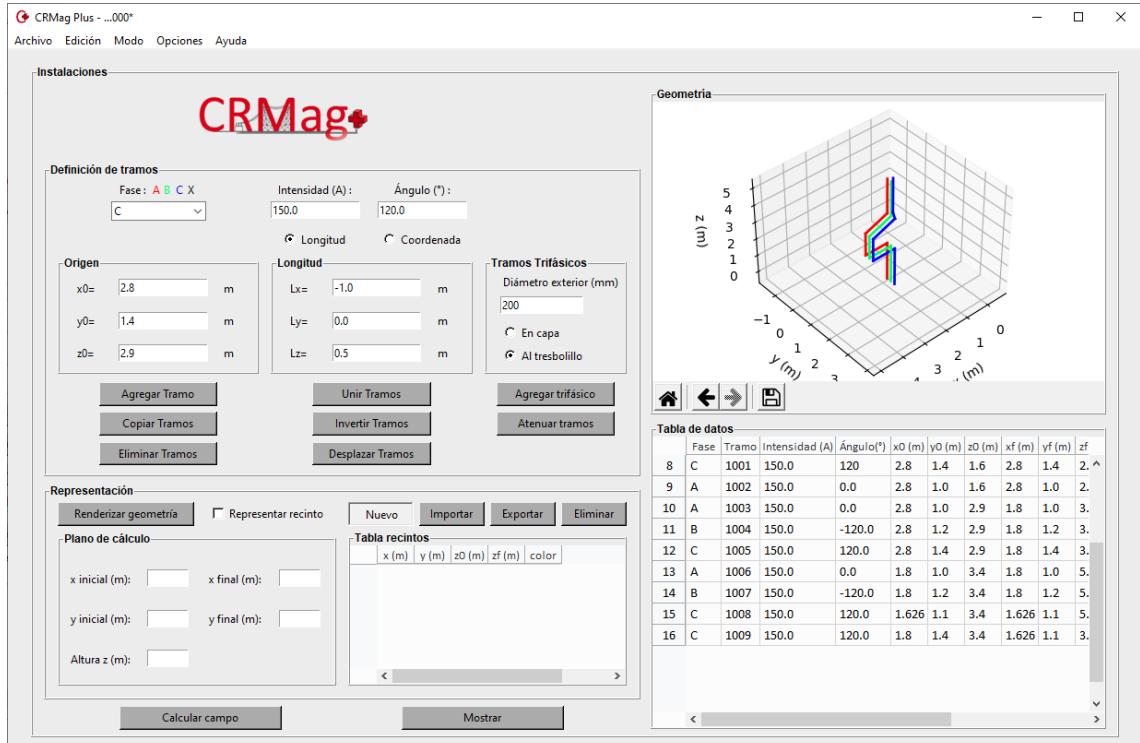
De esta forma, el tramo de la fase C no queda inconexo. Activando la opción de Ejes proporcionados y haciendo zoom con el clic derecho, se observa el diseño creado.

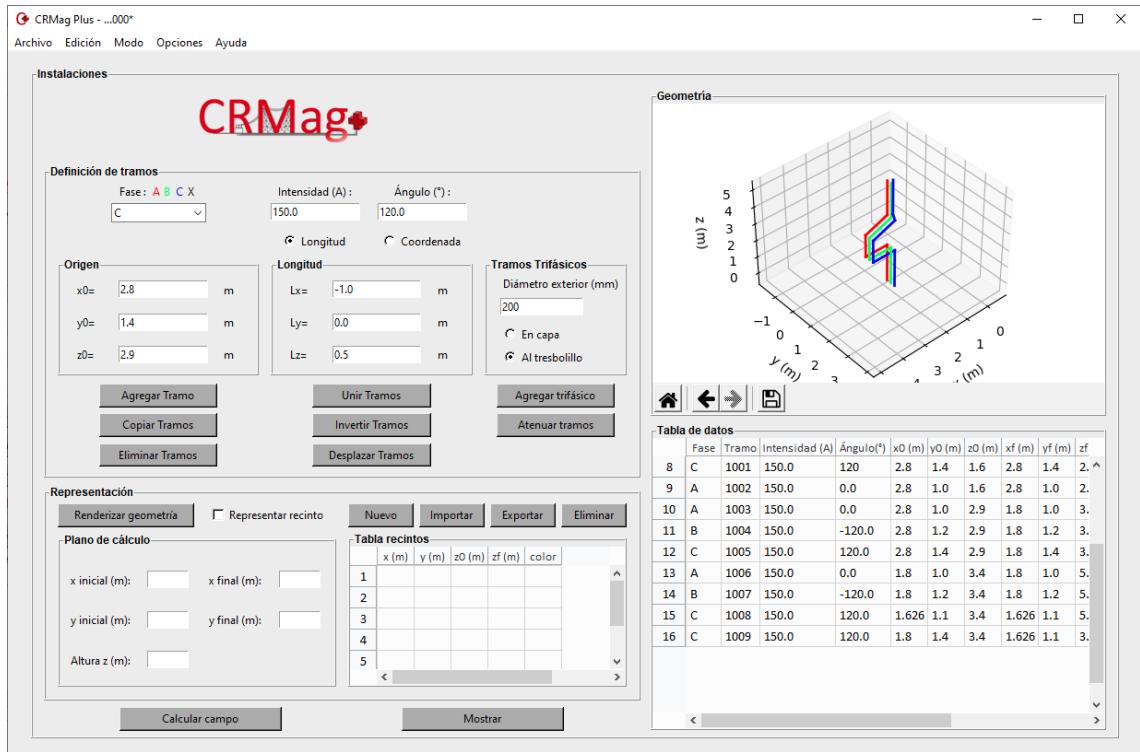




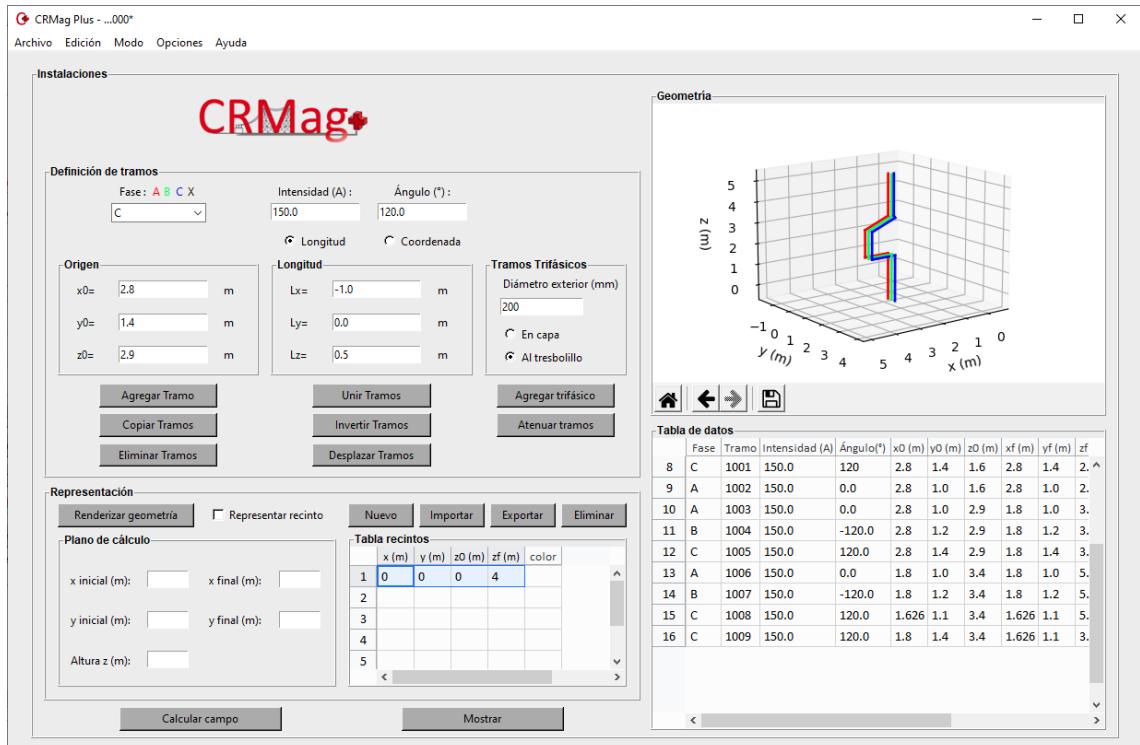
4.8 Definición de recintos

Para introducir un recinto se puede clicar 5 veces en el botón Nuevo.

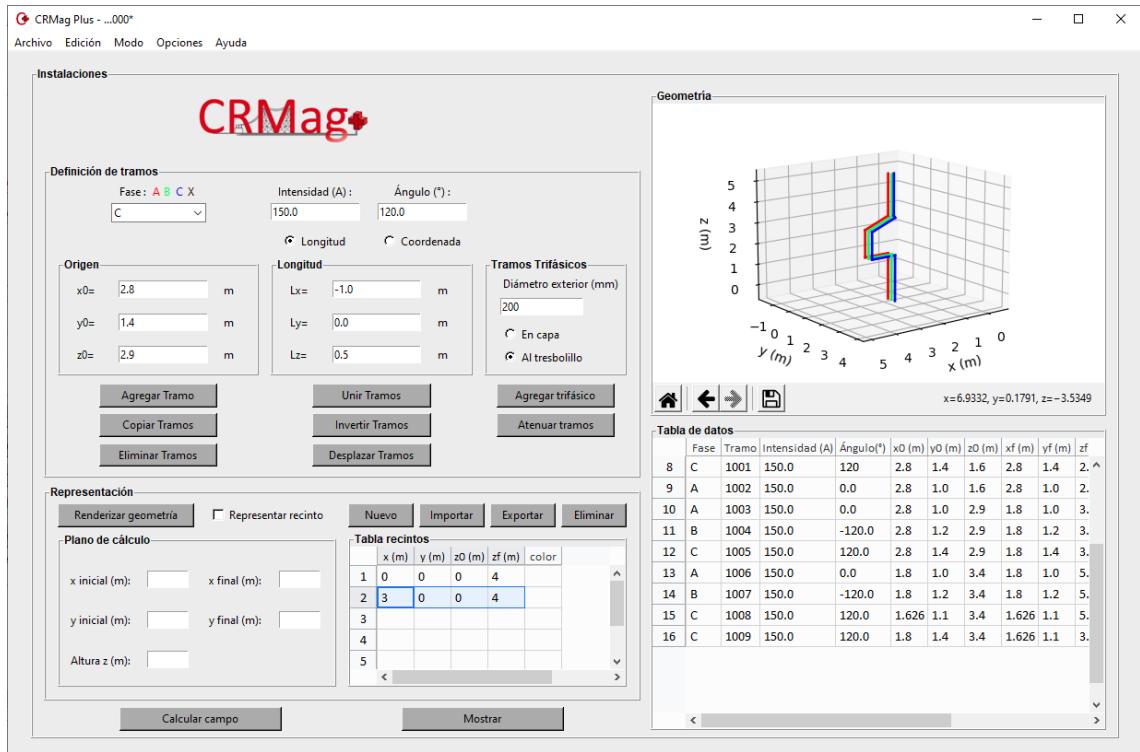




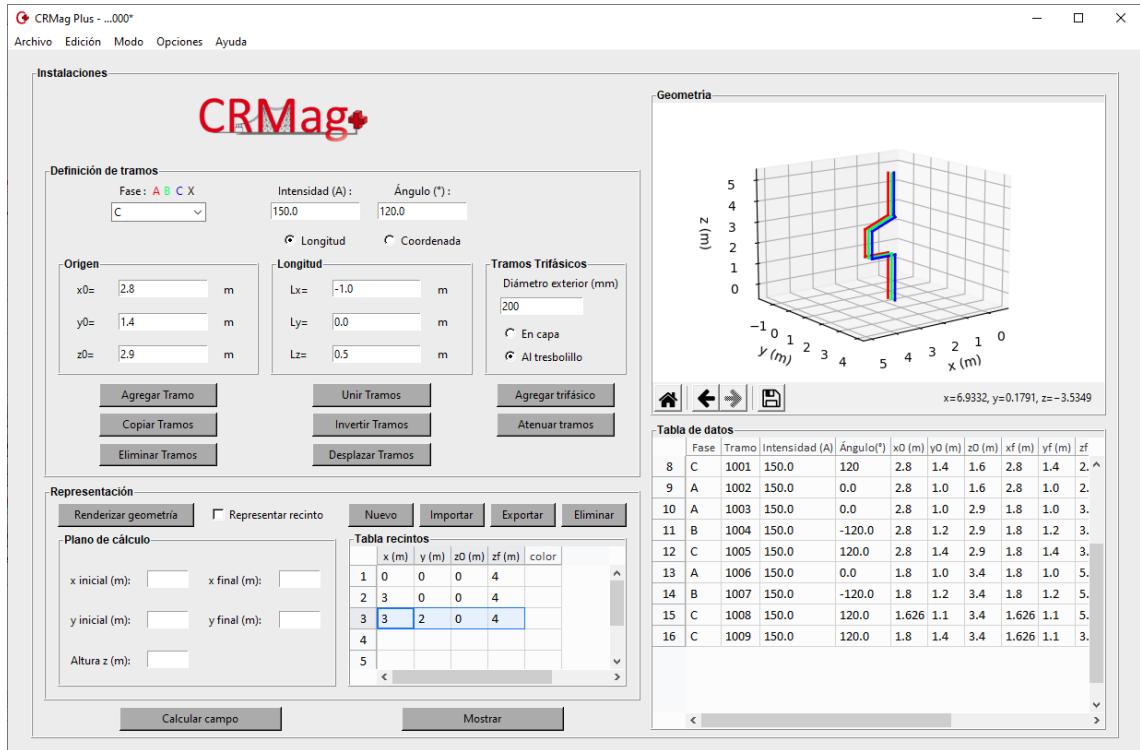
El recinto se define mediante sus esquinas. En cada una hay que definir la coordenada X y la Y e indicar el valor mínimo y máximo de cota Z (altura). Por ejemplo, la primera esquina puede estar en el (0,0) y tener de altura desde 0m hasta 4m.



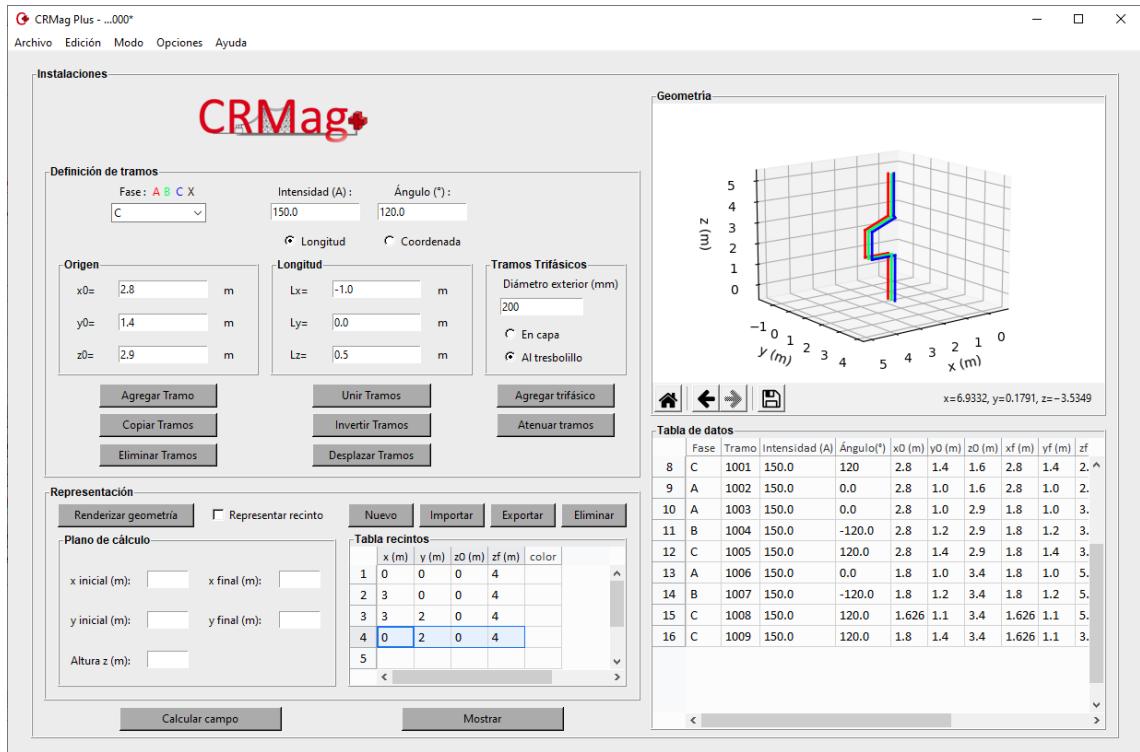
La siguiente esquina puede ser similar, pero en (3,0).



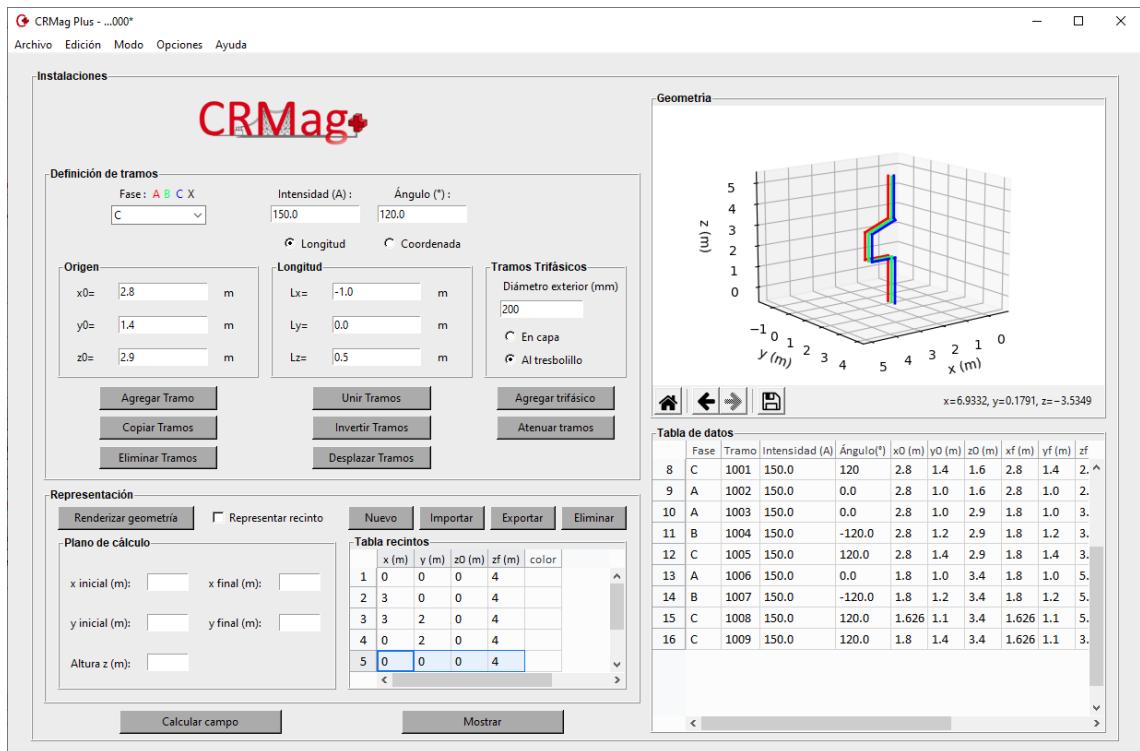
La tercera puede ir en (3,2).



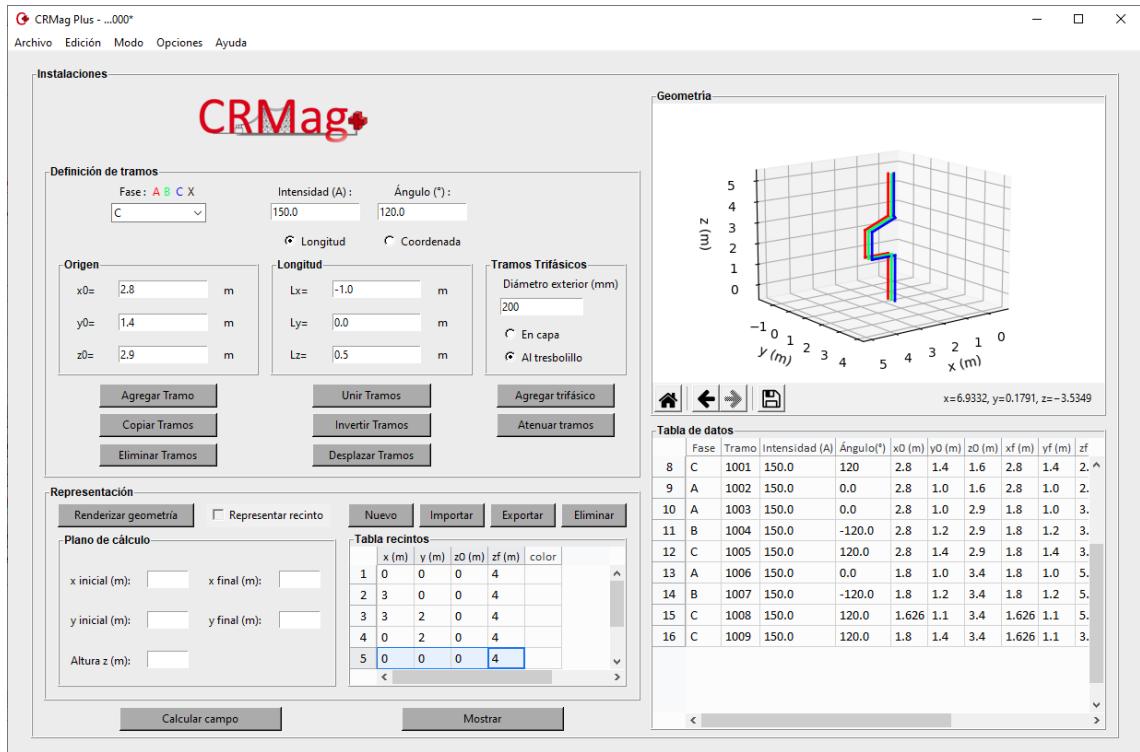
Y la cuarta en (0,2).



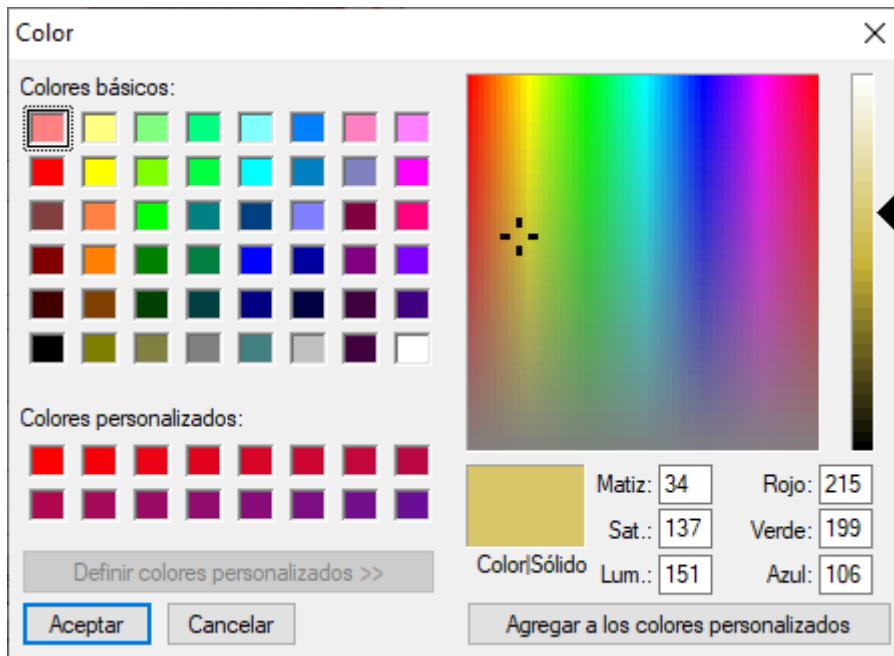
Finalmente, podemos copiar la primera para cerrar el recinto.



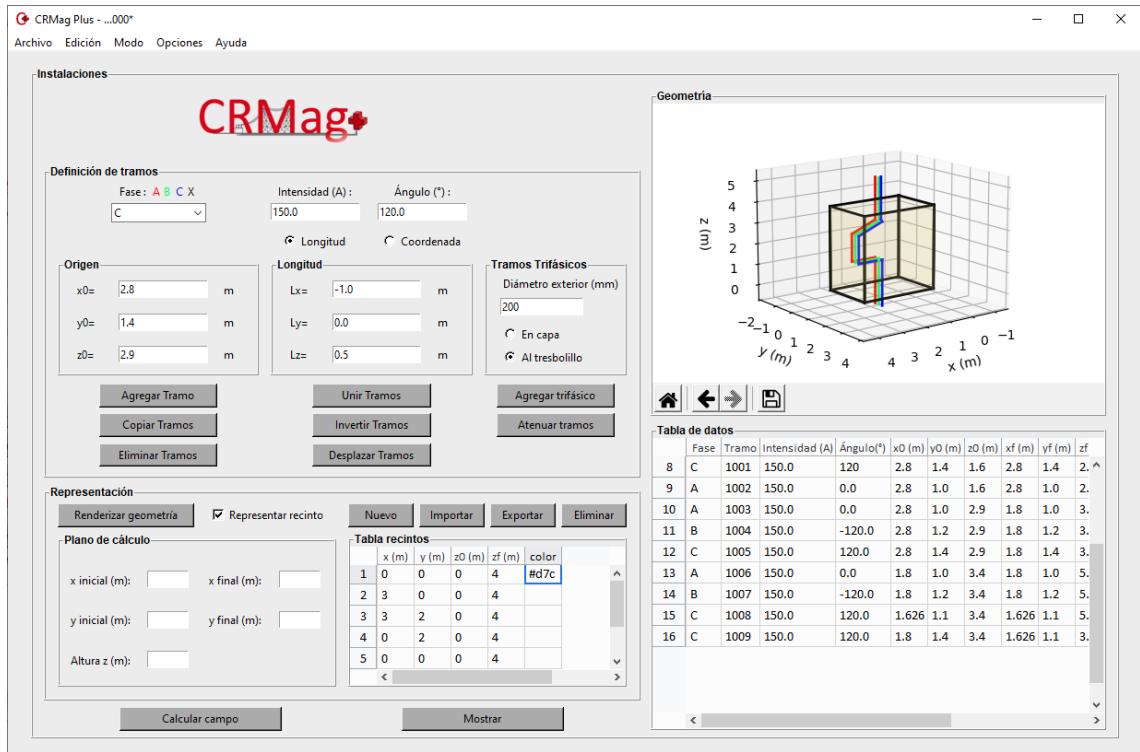
Para que se muestren los recintos se puede clicar en Representar recinto.



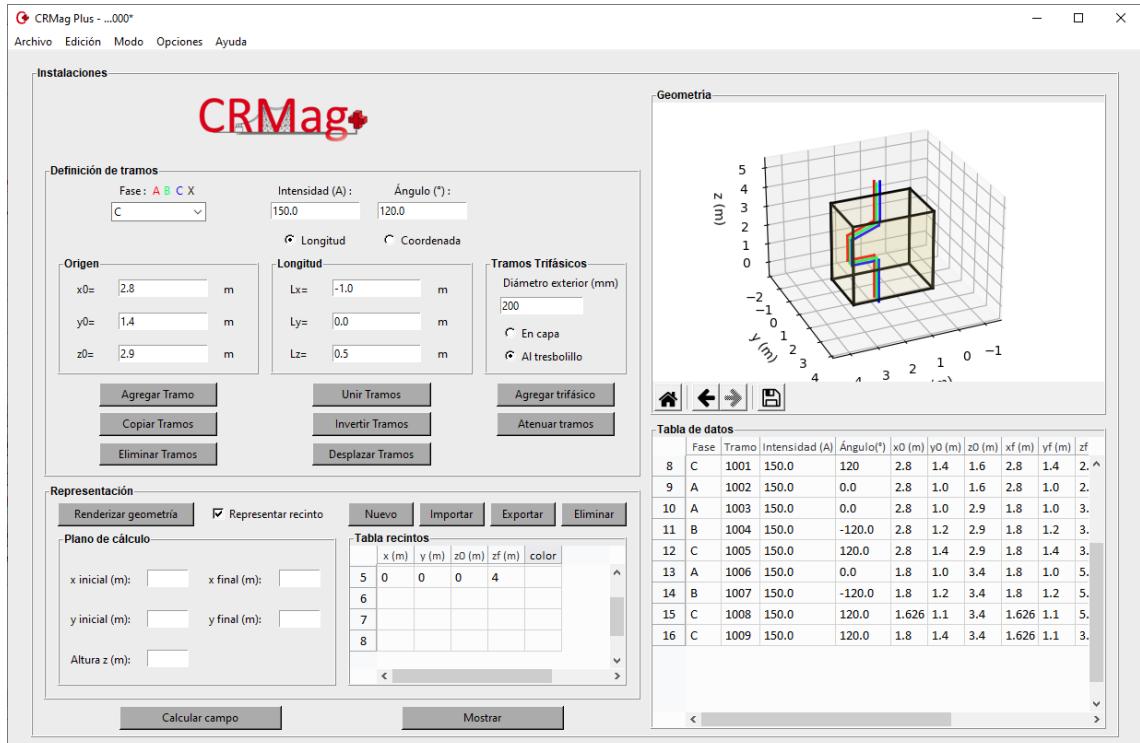
El programa pregunta el color del recinto.



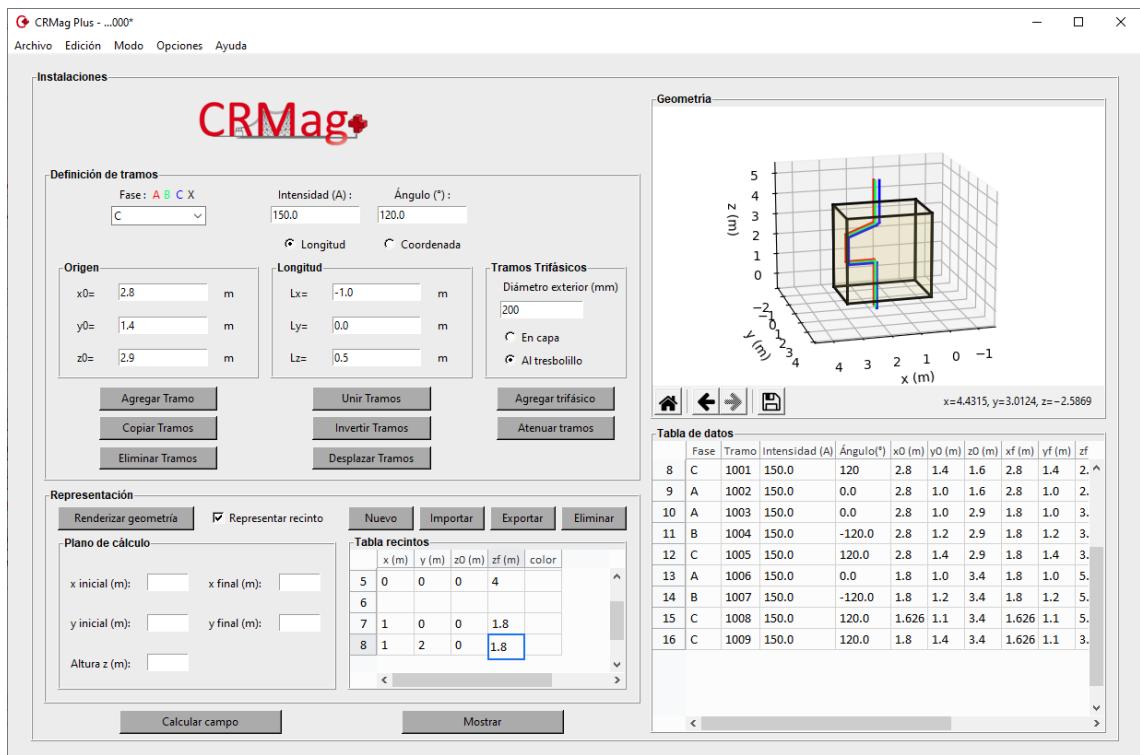
Al elegirlo y aceptar, se pintará el recinto y el color elegido aparecerá al final de la primera fila del recinto. En este ejemplo, el color es #d7c76a (siempre con su código hexadecimal).



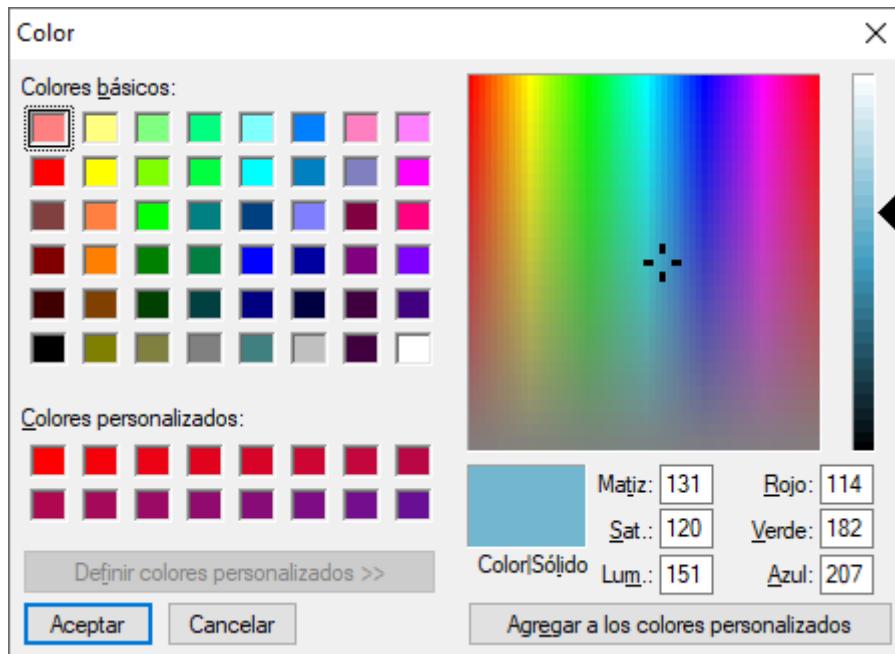
Un recinto no tiene por qué ser cerrado ni tener 4 paredes. Por ejemplo, se puede dibujar una valla haciendo 3 clics en Nuevo. El primer clic es para crear una fila vacía que se utiliza para que el software interprete que un recinto ha terminado y comienza uno nuevo (las filas vacías no se representan).

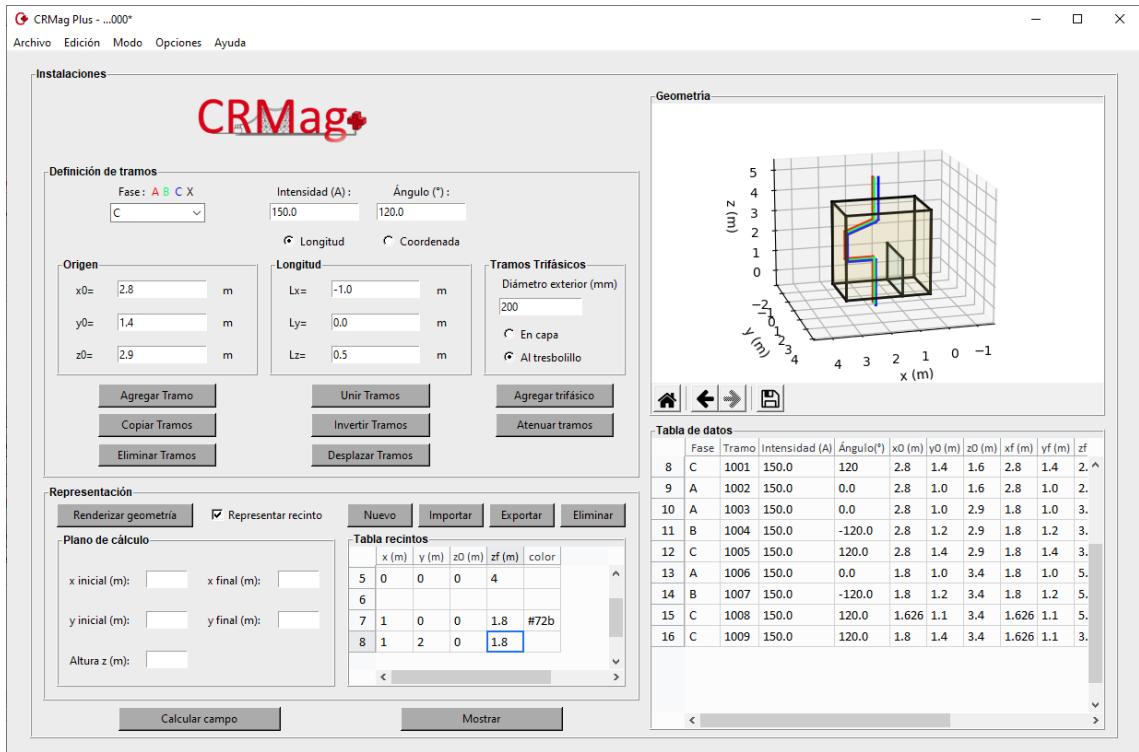


Esta valla puede ir del (1,0) al (1,2) y tener 1.8m de altura.

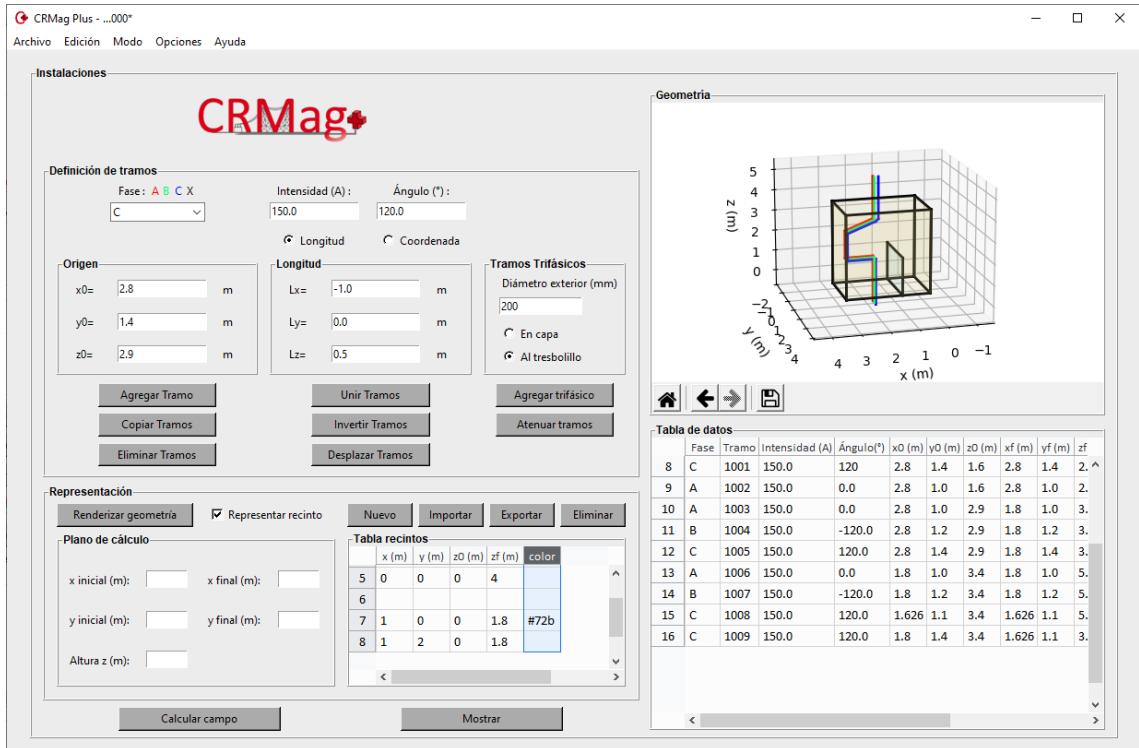


Al introducirla se pregunta el color.

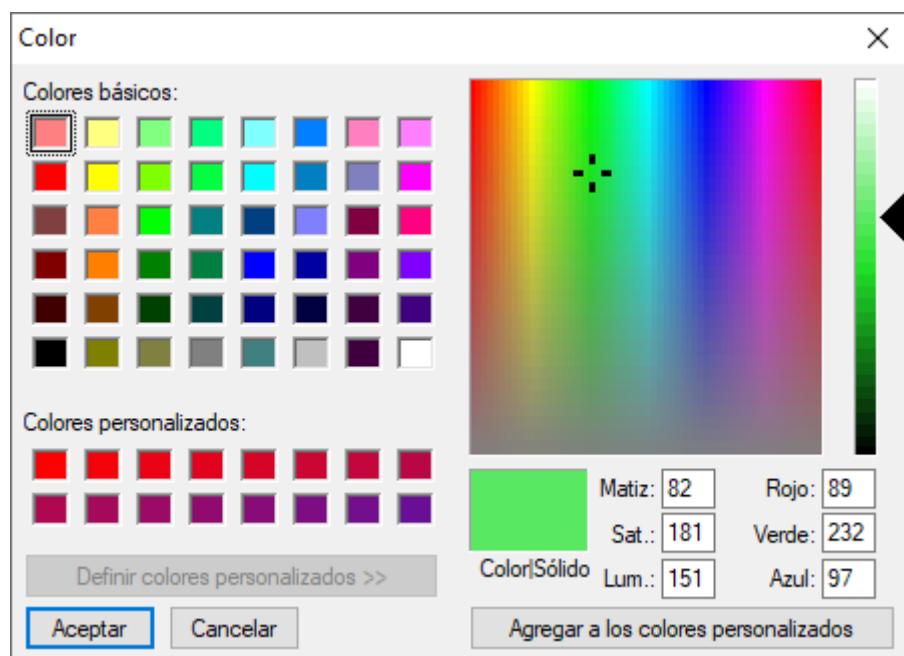
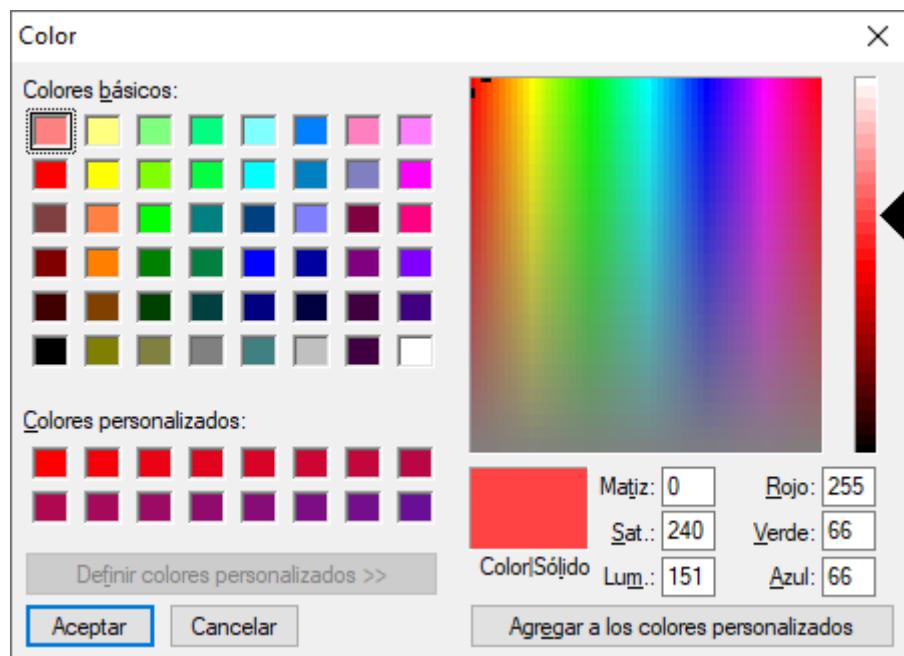


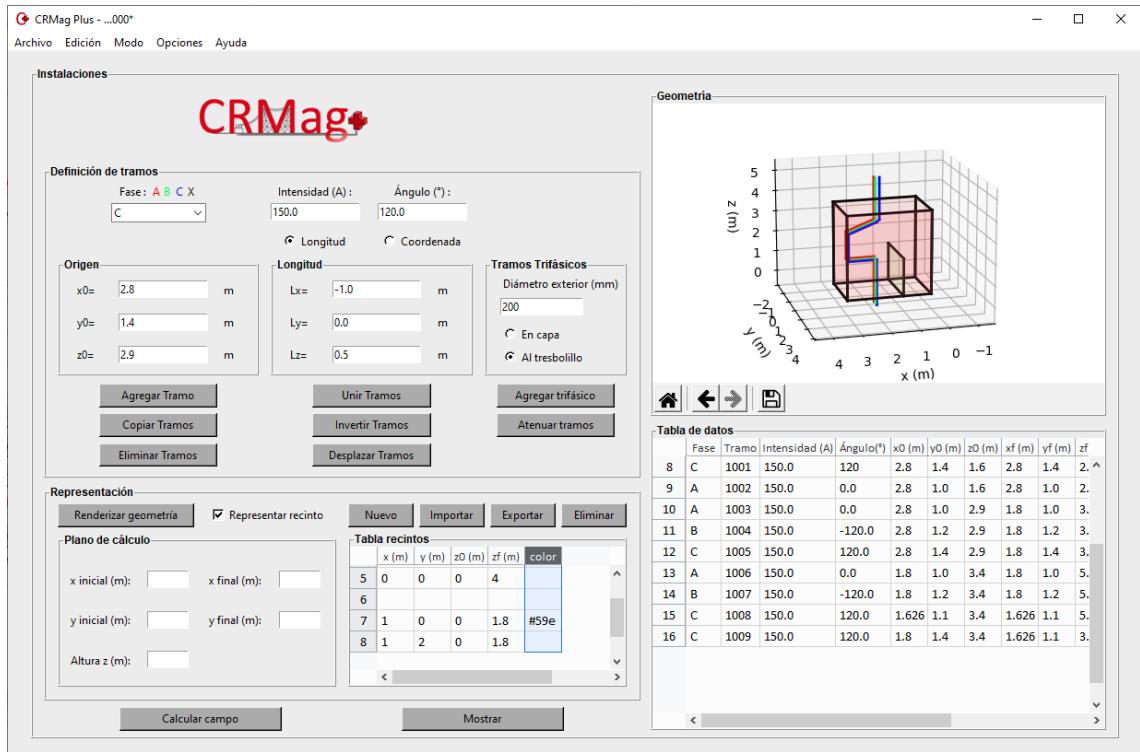


Si se quieren cambiar todos los colores basta con seleccionar la columna color y pulsar la tecla Suprimir.

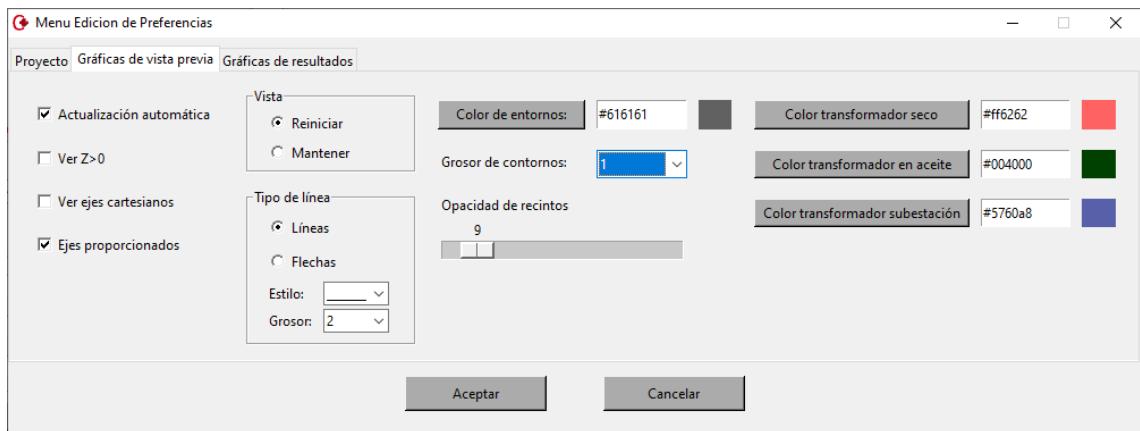


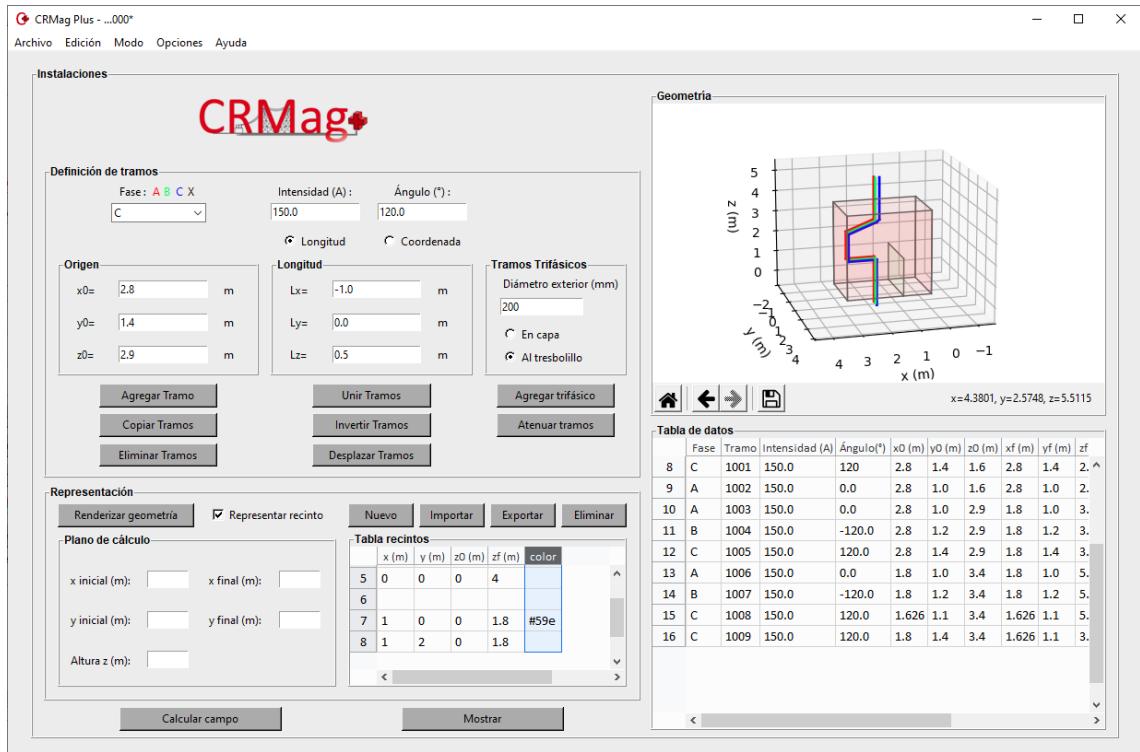
Así, el programa pedirá de nuevo los dos colores. Igualmente, si se suprime un color, el programa lo pide de nuevo.





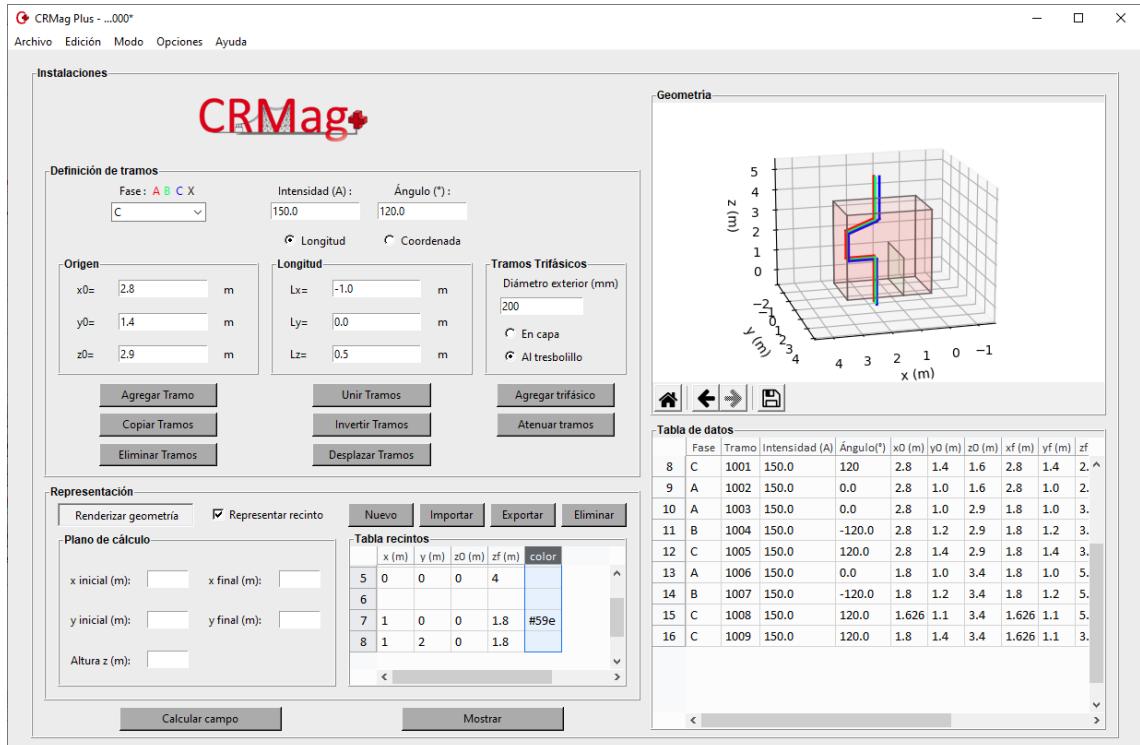
Se pueden poner varios colores en un recinto para que se pinte cada pared con un color nuevo, aunque esto no tiene repercusión en los resultados. El aspecto de los recintos se puede editar desde el menú de *Edición>Preferencias* ([Control+P]). Por ejemplo, se puede reducir la opacidad (mayor transparencia), reducir el grosor de línea de los contornos y modificar su color a un gris.



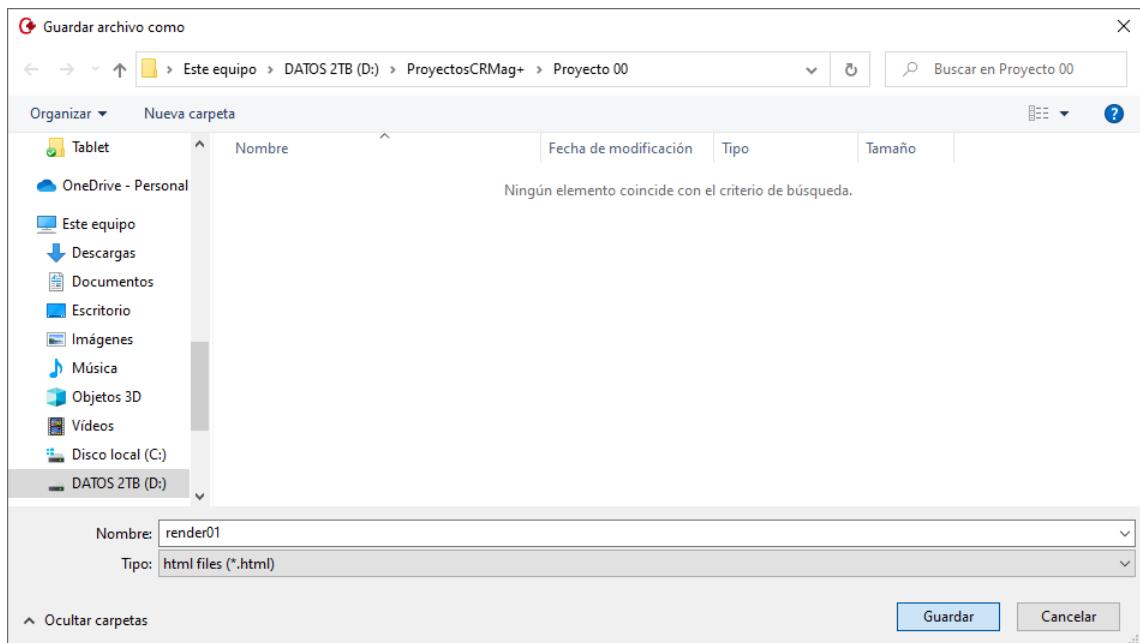


4.9 Renderizar recintos

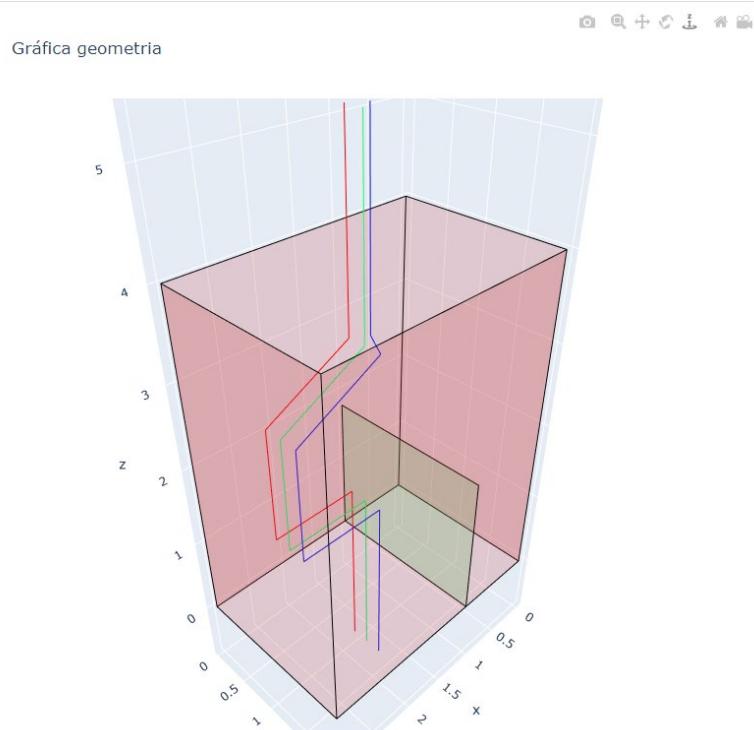
Para ver una vista previa renderizada con todo el detalle se puede clicar en Renderizar geometría.



La imagen renderizada se puede guardar en el directorio del proyecto.

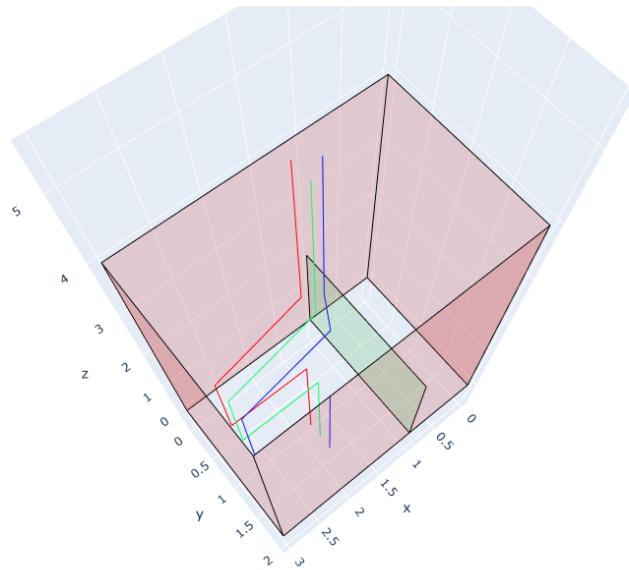


Esta imagen se puede abrir en cualquier navegador como Google Chrome u otros.



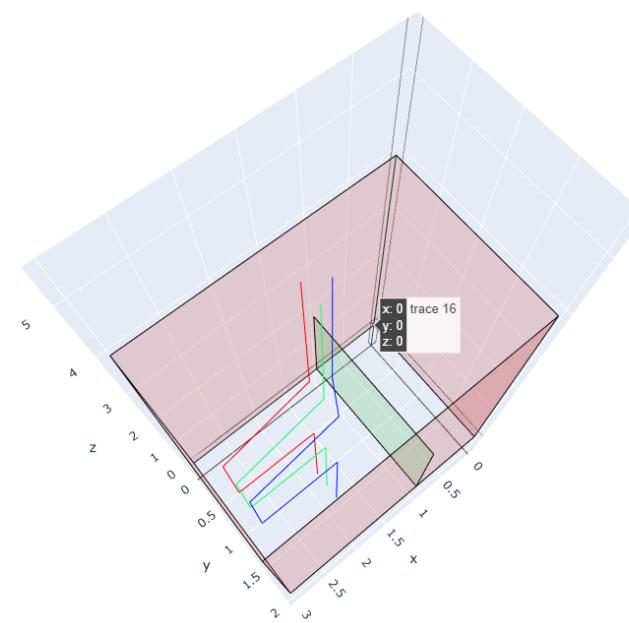
Con el clic izquierdo se puede rotar.

Gráfica geometría

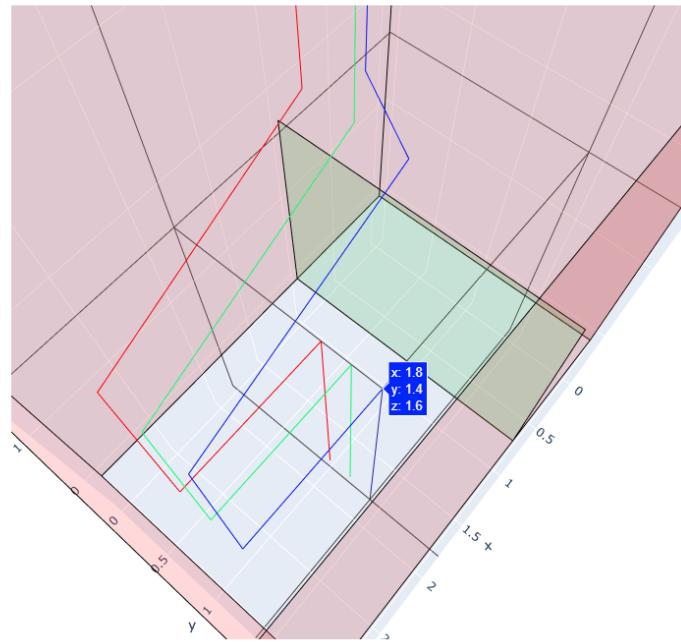


Con el clic derecho se puede desplazar.

Gráfica geometría



Con la rueda del ratón se puede hacer zoom.



Las herramientas superiores permiten manejar la imagen perfectamente. Se puede descargar la vista en formato png.



Se puede hacer zoom.



Se puede desplazar.



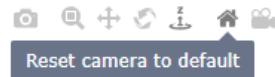
Se puede hacer rotación en órbita.



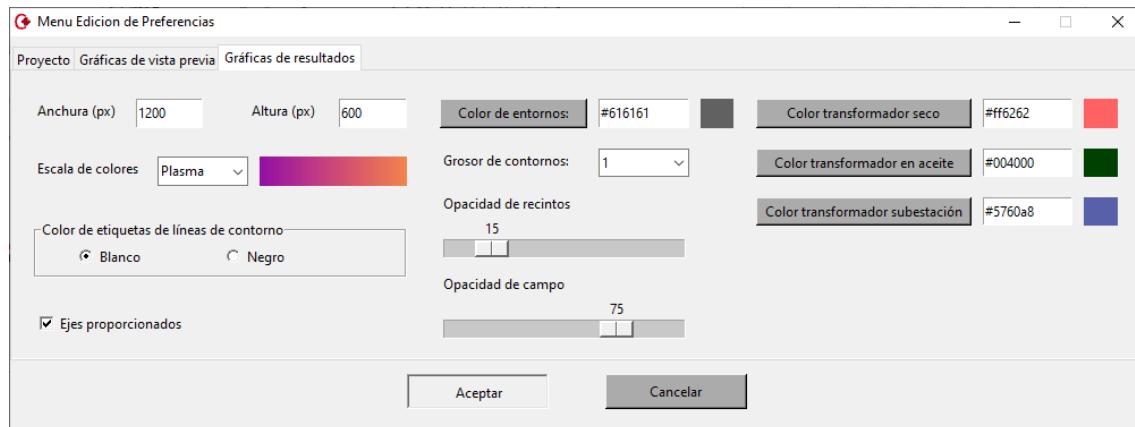
Se puede hacer giro sobre un eje vertical.



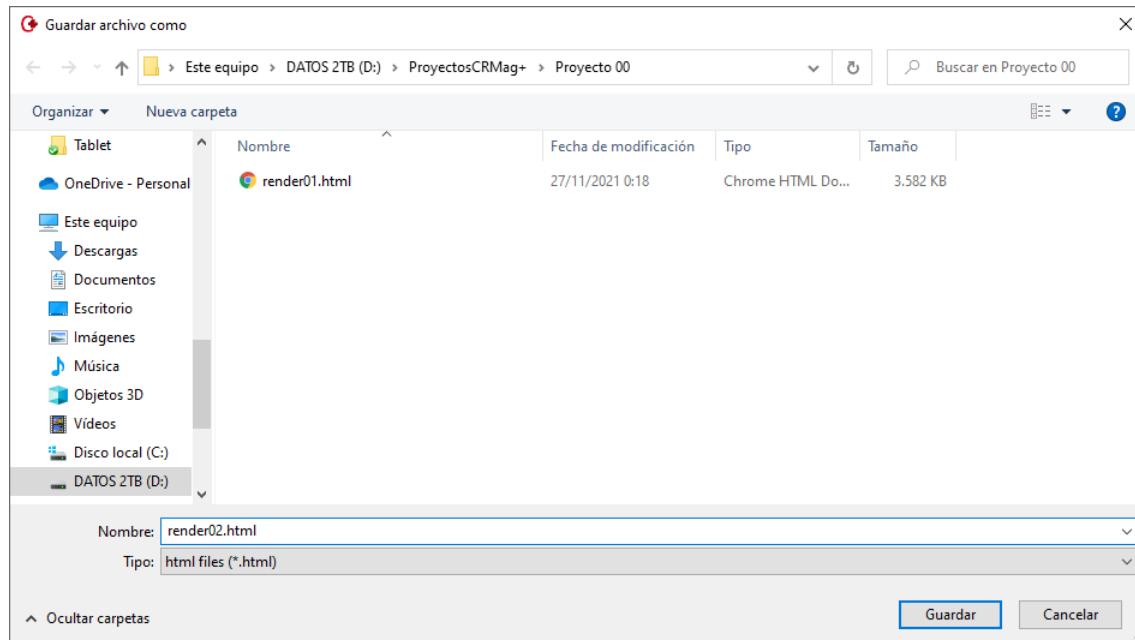
Se puede reiniciar la vista.



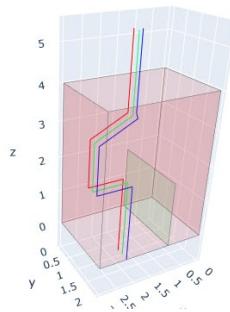
Nótese que en cada gráfica de resultados puede haber diferentes herramientas, pero todas son sencillas de utilizar e intuitivas. Para editar el aspecto de estas figuras, se pueden modificar algunas opciones desde el menú de *Edición>Preferencias* (*Control+P*), en la pestaña de Gráficas de resultados. Por ejemplo, activando los ejes proporcionando y editando los parámetros relacionados a los recintos se pueden obtener otros aspectos. Además, se puede cambiar el ancho y alto en píxeles.



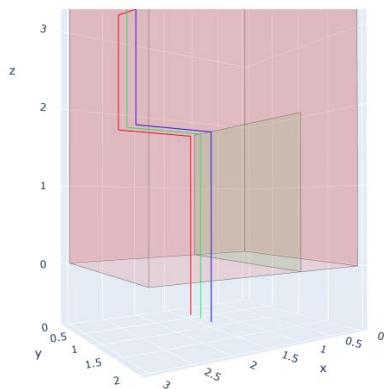
Con estos ajustes, si se clica en Renderizar geometría de nuevo, la figura se verá diferente.



Gráfica geometría

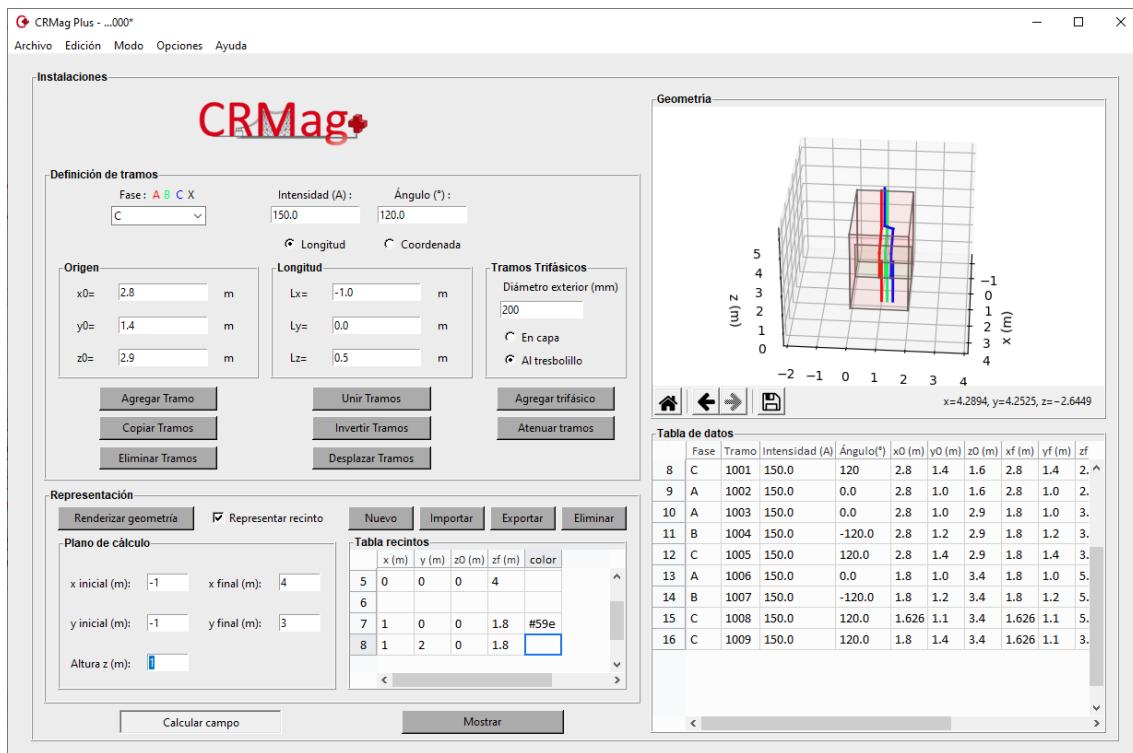


Gráfica geometría

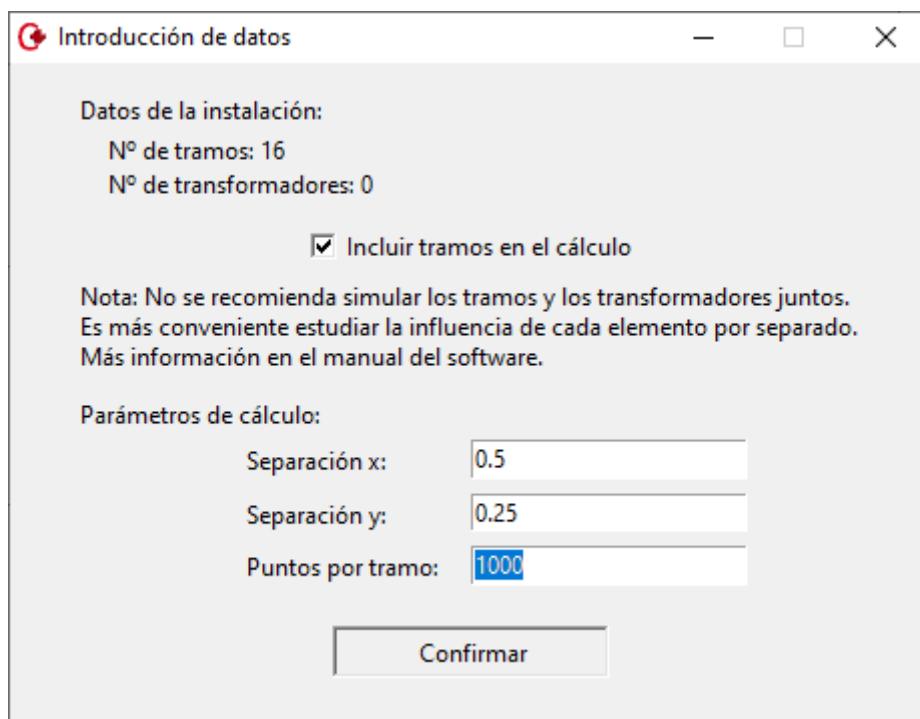


4.10 Cálculo del campo magnético

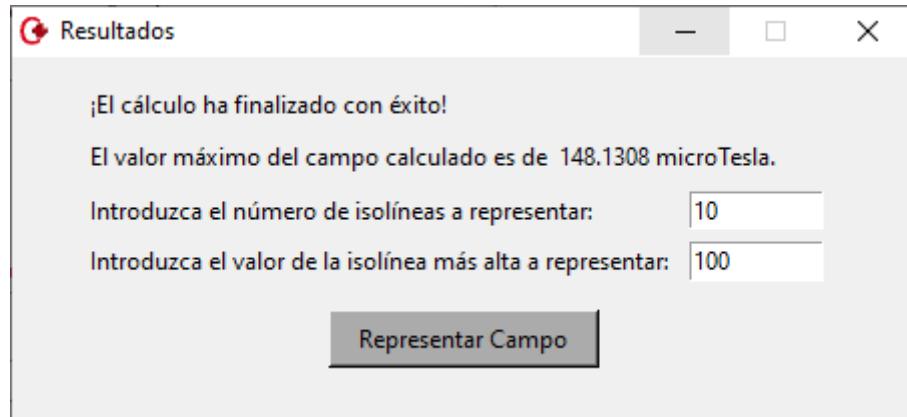
Para calcular el campo en una zona, hay que definir el plano de cálculo en el panel de representación. Por ejemplo, se puede tomar valores de X entre -1 y 4, valores de Y entre -1 y 3 y valor de Z a de altura 1m sobre el suelo. Luego se clica en Calcular campo.



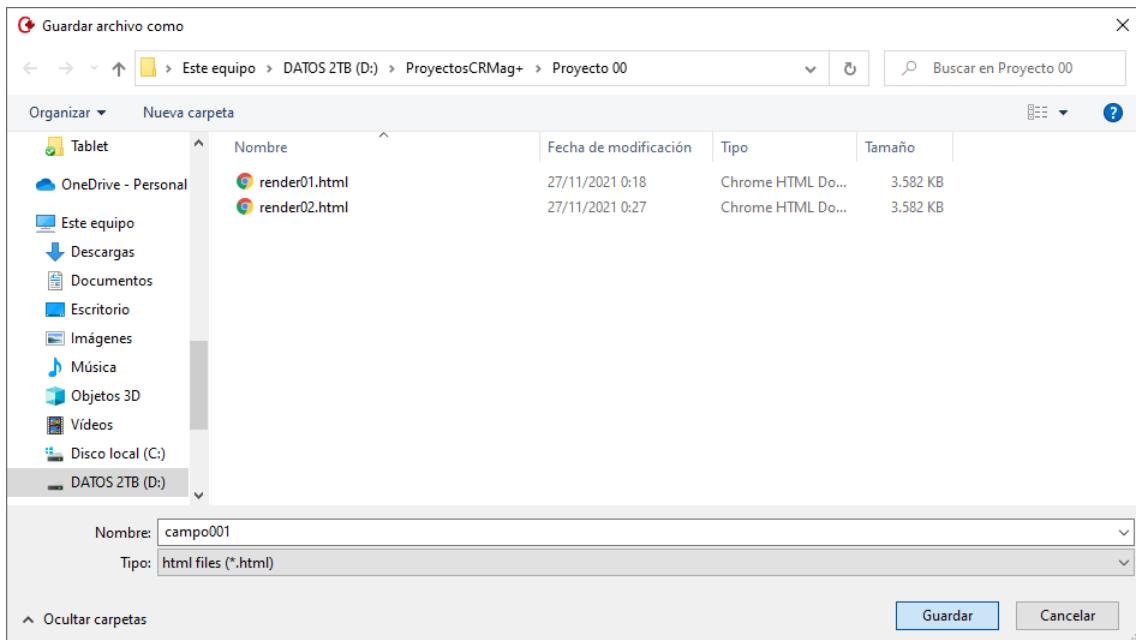
Se informa de que hay 16 tramos y 0 transformadores. Si hay transformadores, es conveniente desactivar los tramos para estudiar los transformadores por separado, tal como se indica. Se puede elegir la separación entre puntos de la malla de cálculo como 0.5 en X y 0.25 en Y, por ejemplo. Los puntos por tramo deben elegirse asegurando que los tramos más largos tengan puntos cada pocos mm o cm para maximizar la precisión. En este caso, 1000 puede ser un valor adecuado.



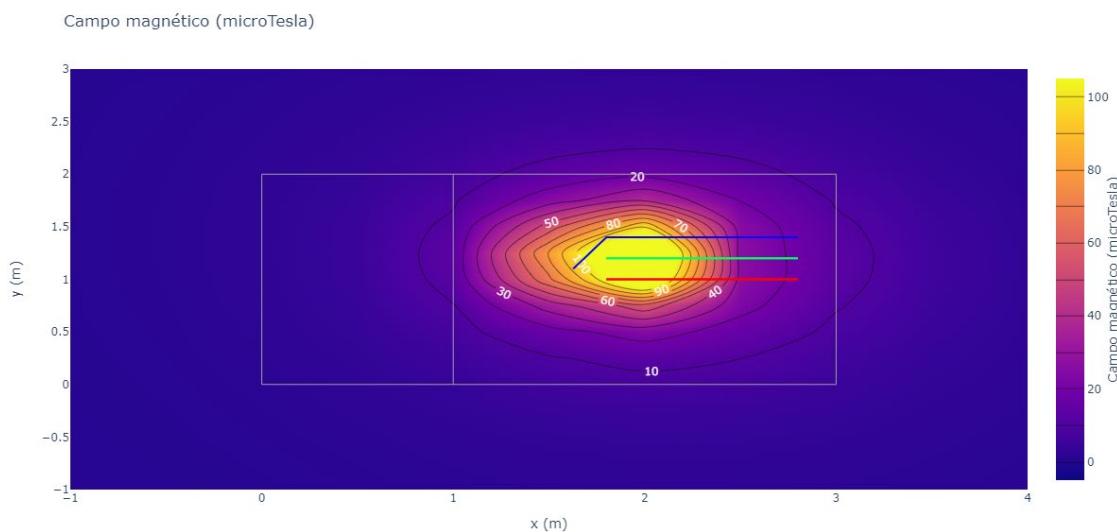
El software calcula y muestra el valor máximo (148.1308 μ T en este ejemplo). Este valor corresponderá a los puntos que queden muy próximos al conductor, ya que hay tramos que atraviesan el plano de cálculo.



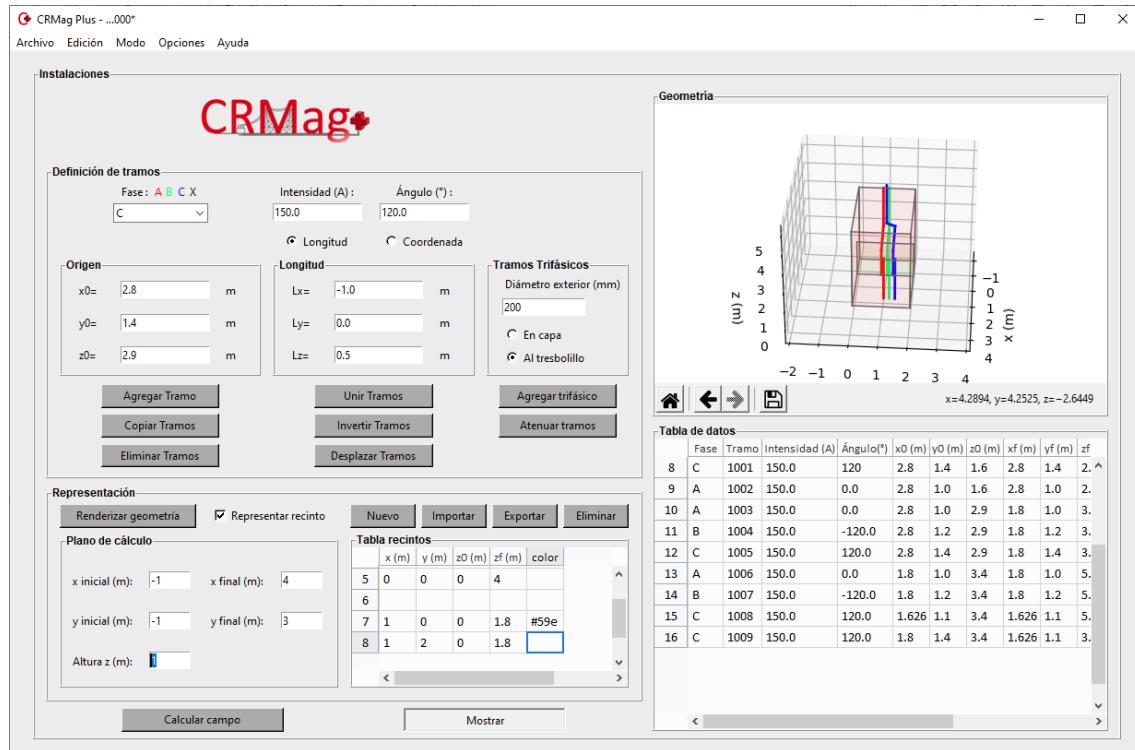
Si representamos, el resultado se mostrará en el directorio de trabajo de este proyecto.



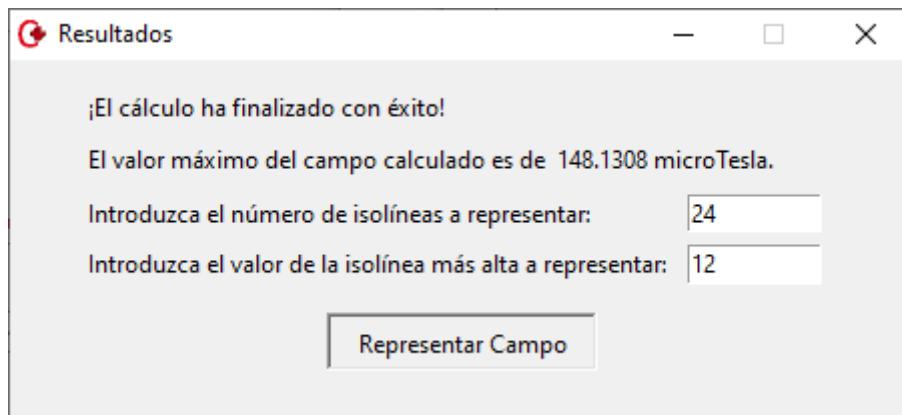
El resultado es el siguiente.

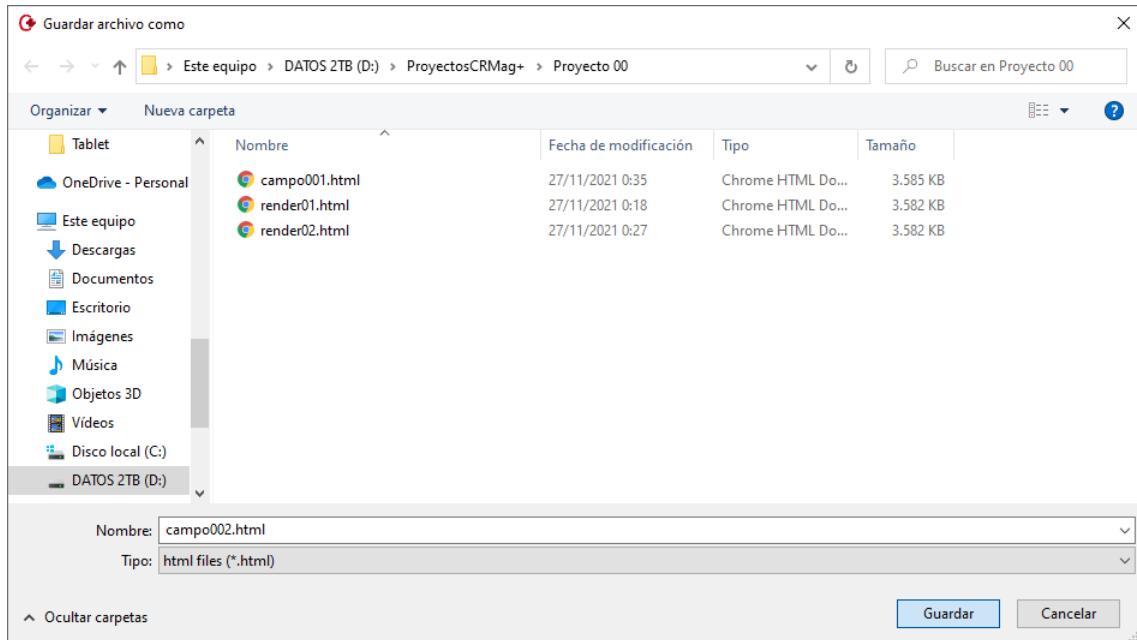


Se observa que los valores de más de $100\mu\text{T}$ solo se dan junto a los conductores. Para ver el campo en el exterior hay que elegir isolíneas más pequeñas. Por ejemplo, se puede clicar en Mostrar.

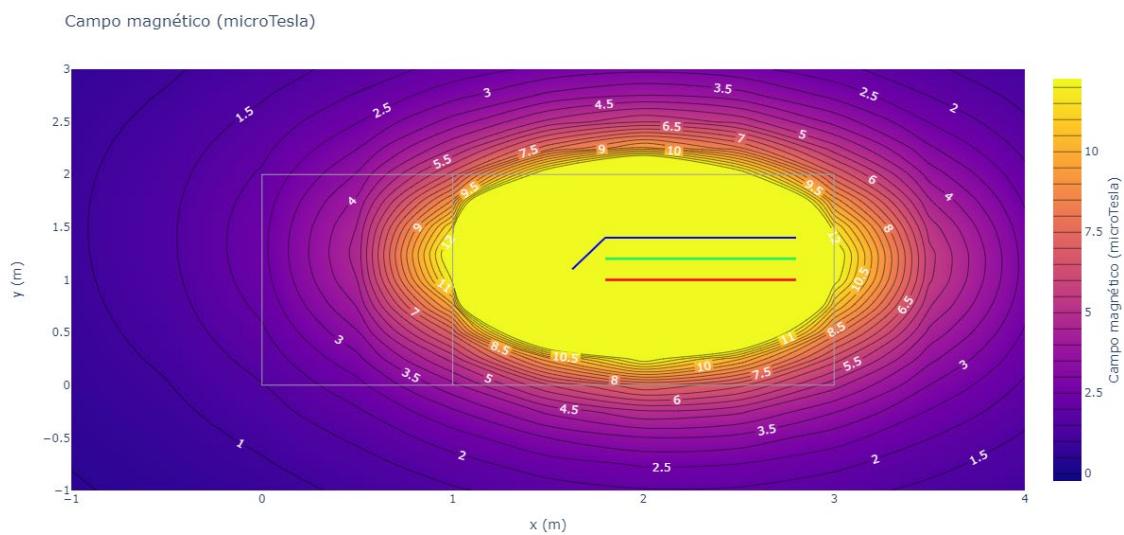


En el menú se pueden elegir 24 isolíneas hasta un valor de $12\mu\text{T}$, lo que equivale a una cada $0.5\mu\text{T}$.



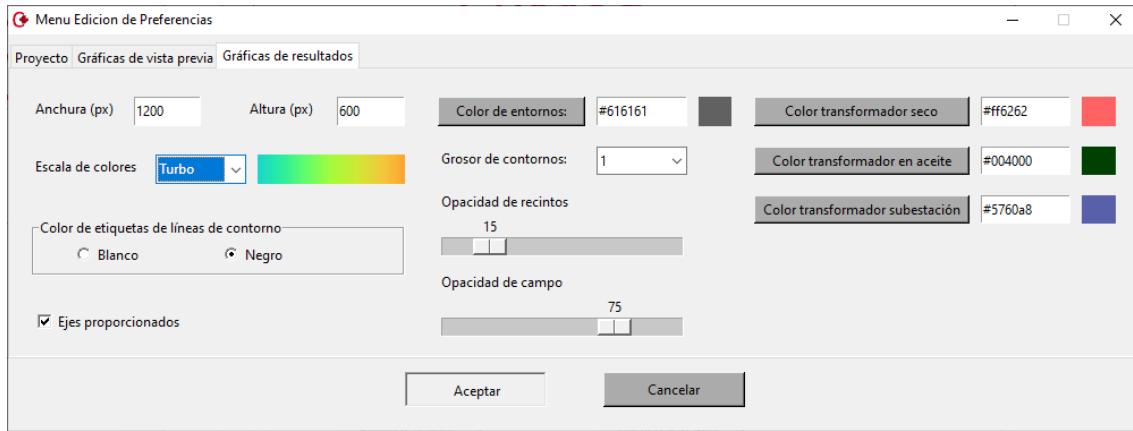


El resultado es ahora este otro.

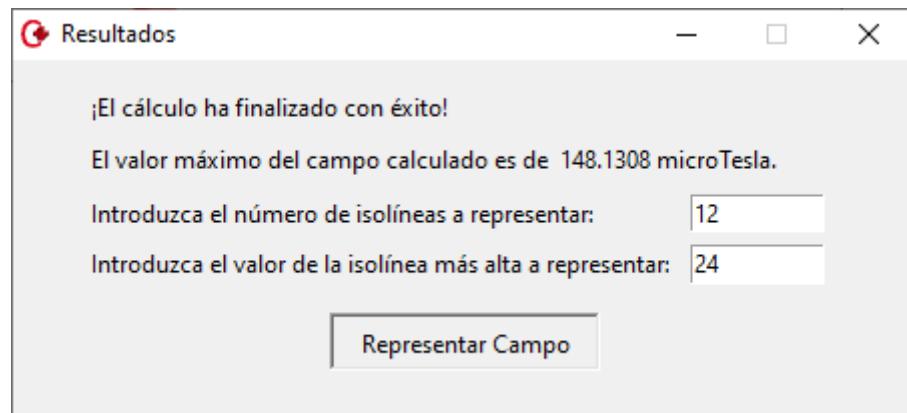
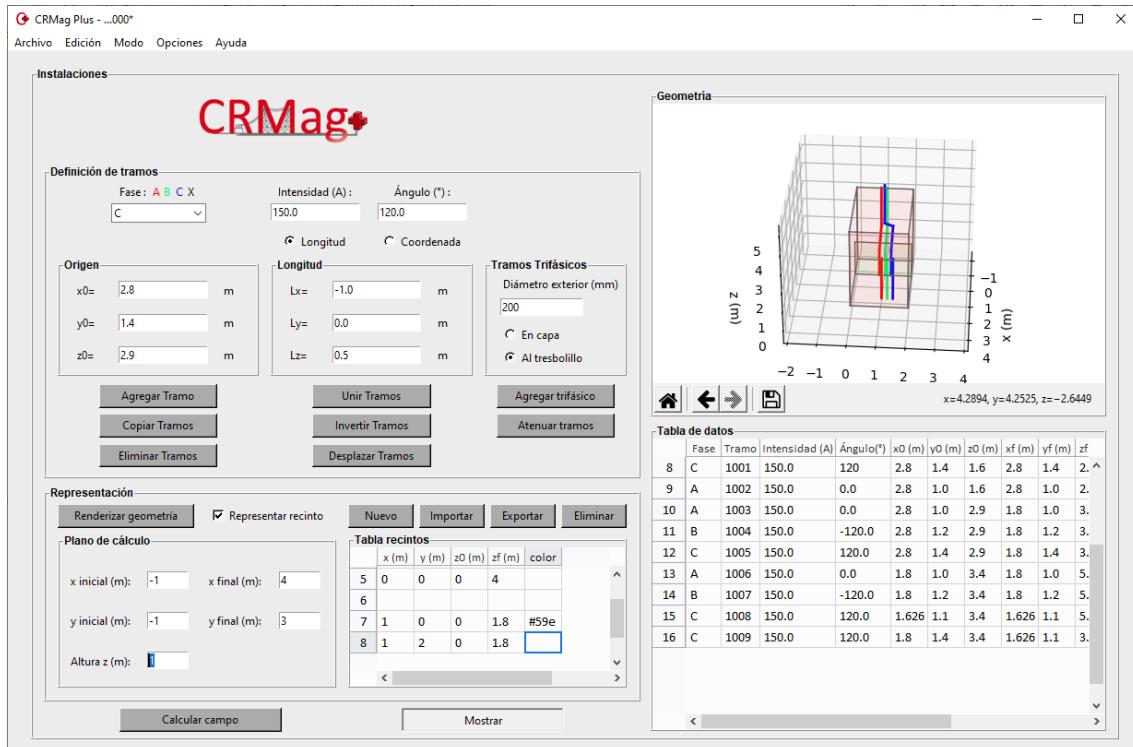


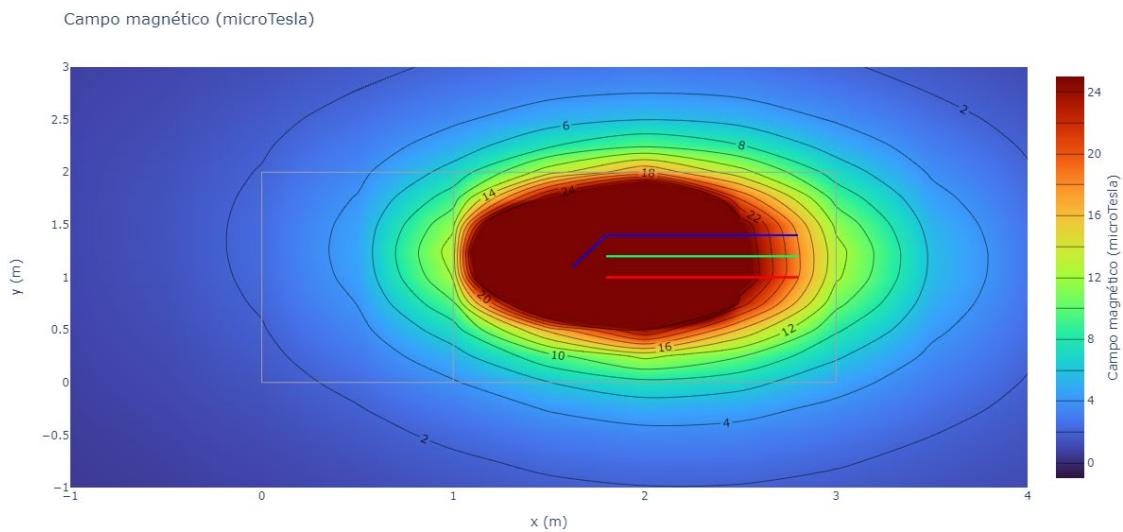
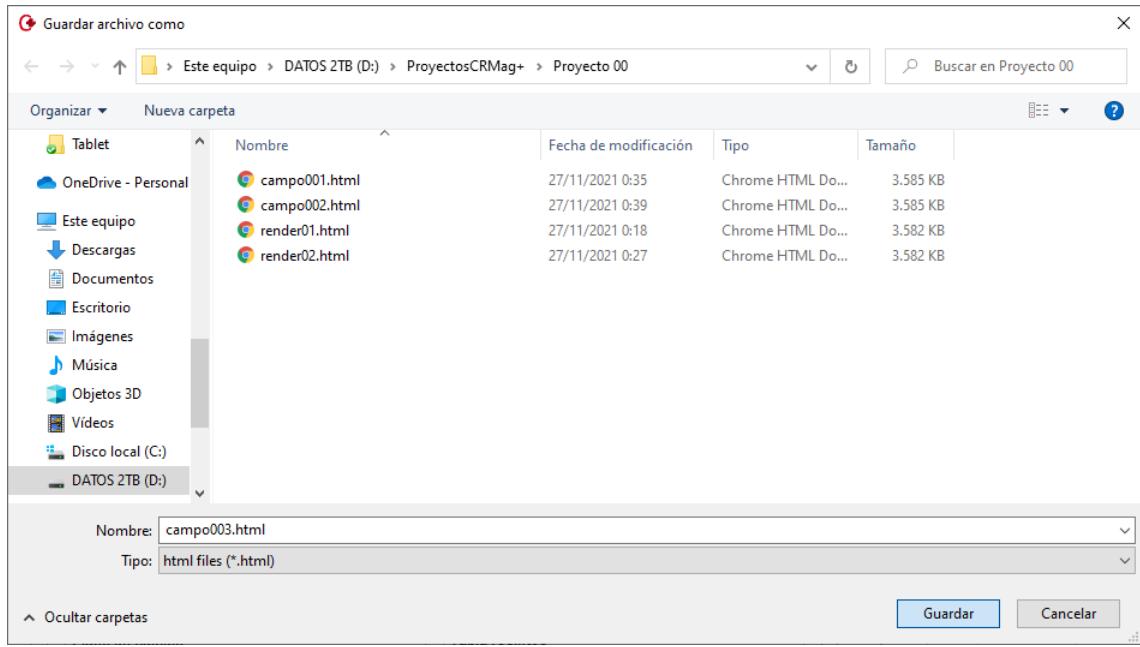
La zona amarilla es la que supera los 12 μ T.

El aspecto de este gráfico se puede editar desde el menú *Edición>Preferencias* (**Control+P**). Por ejemplo, se puede cambiar la escala de colores y el color de las etiquetas de las líneas isocampo.

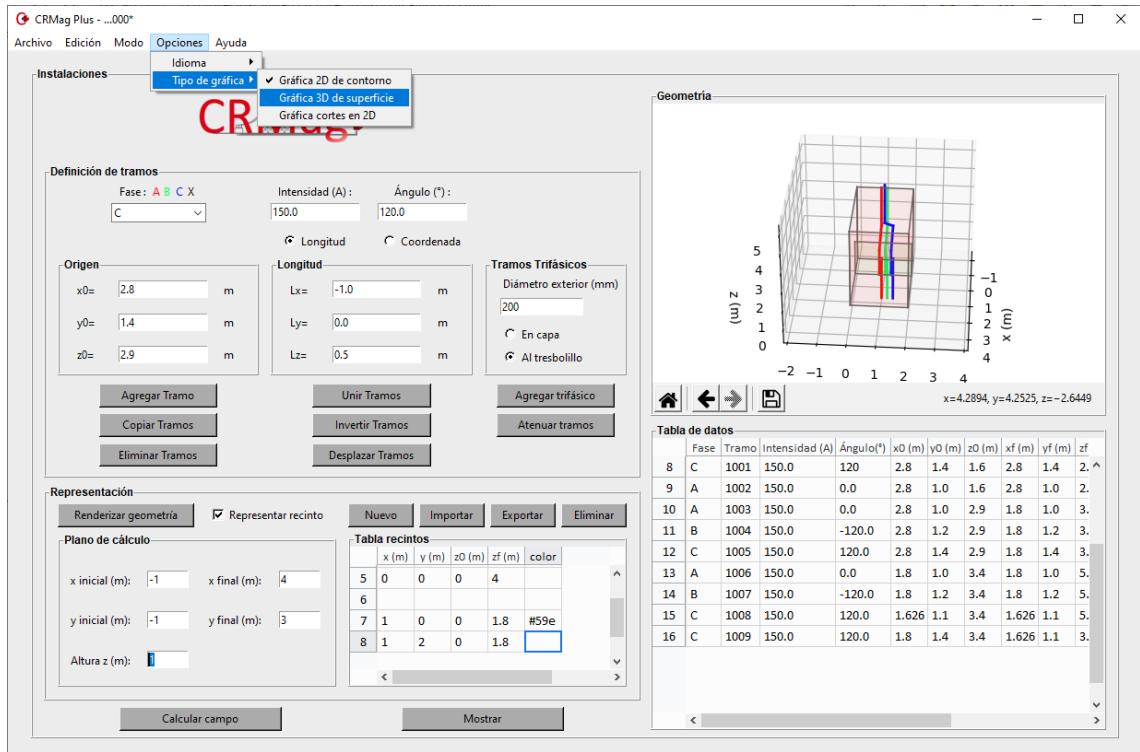


Si se muestra de nuevo el gráfico, se observa el nuevo aspecto.

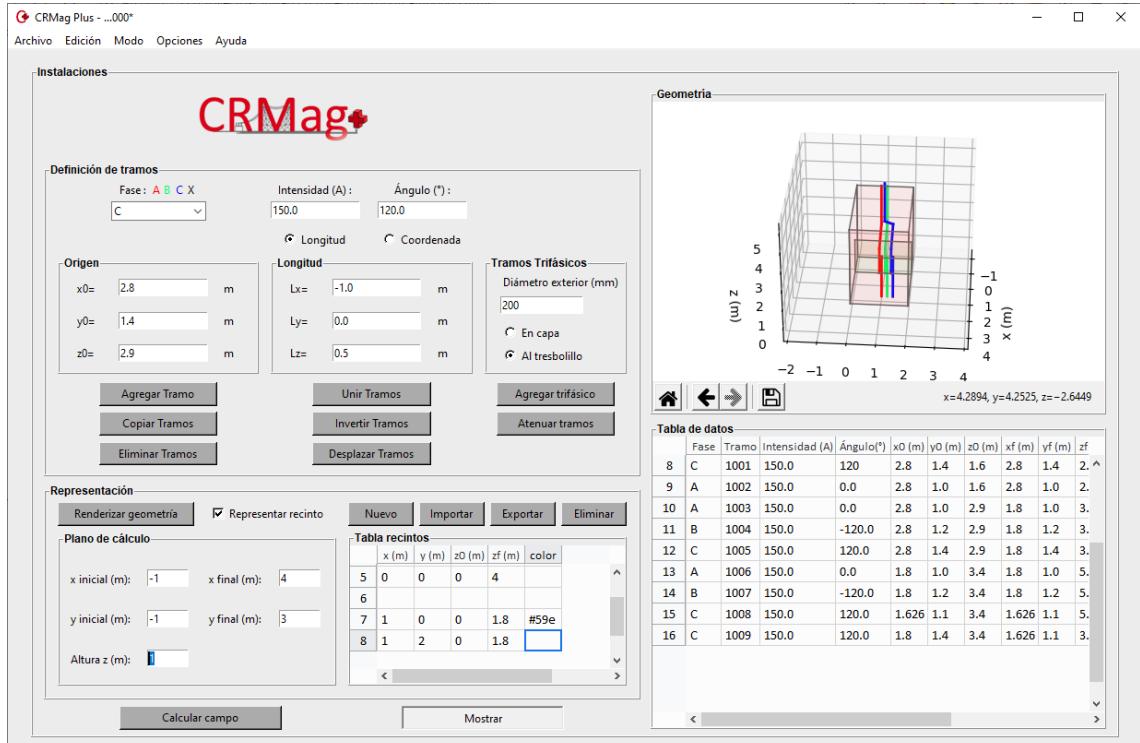


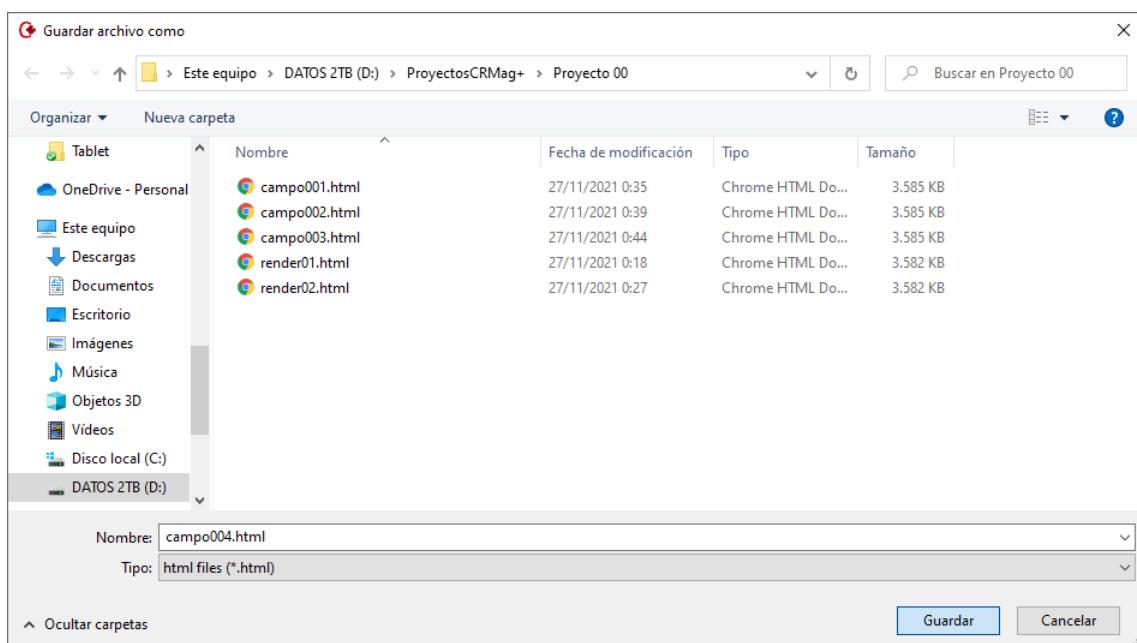
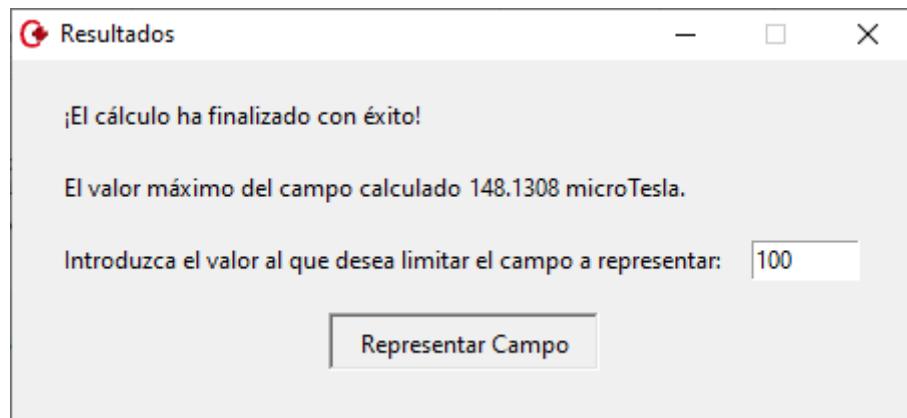


Además, el tipo de grafica se puede cambiar desde el menú *Opciones>Tipo de gráfica*. Por defecto está seleccionada la de Gráfica 2D de contorno (isolíneas). Las otras opciones son las de Gráfica 3D de superficie (3D) y Grafica cortes en 2D (curva).

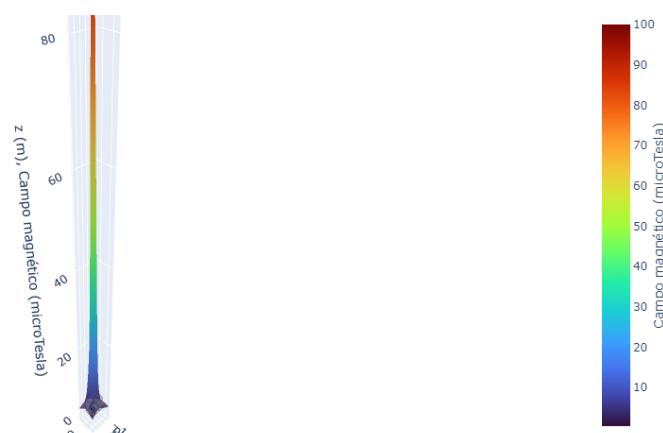


Si se cambia y se clicka en Mostrar, el software pregunta el valor máximo a representar, para evitar que se muestren picos excesivamente altos.

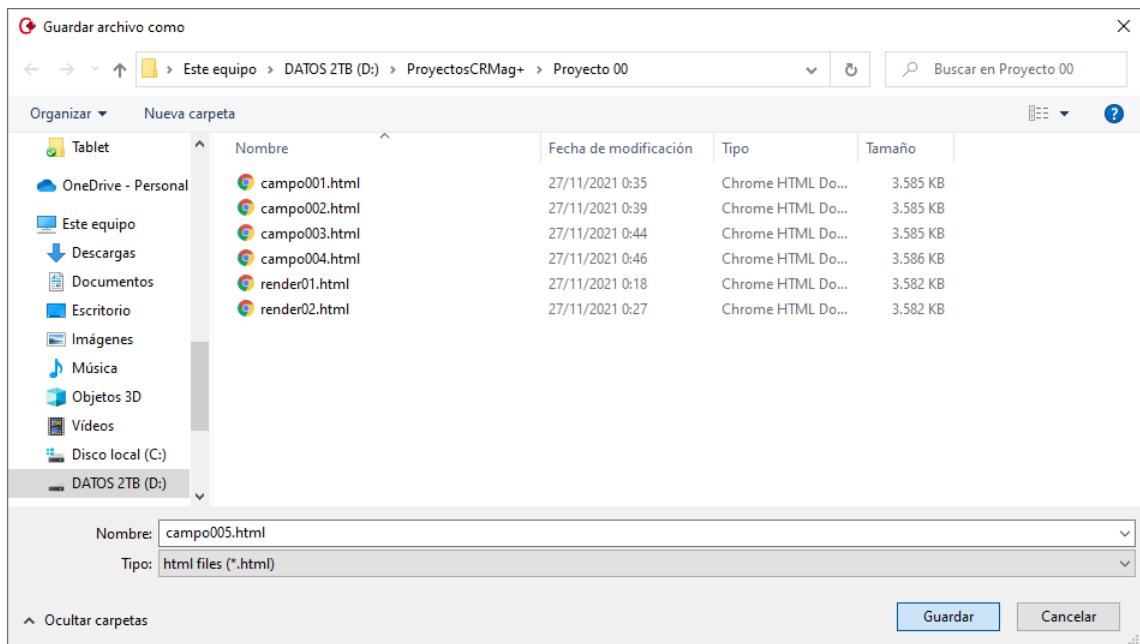
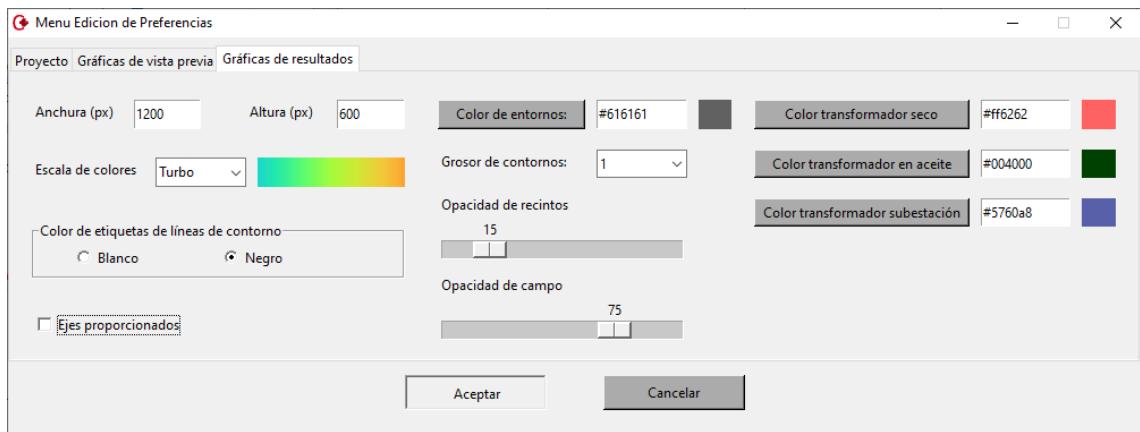




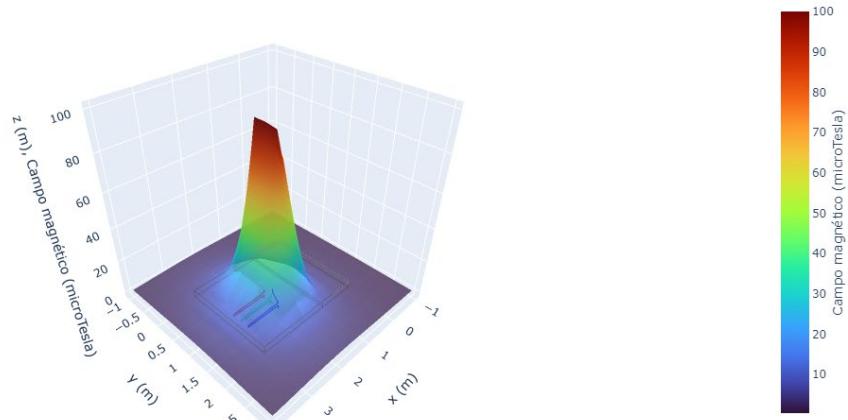
Campo magnético (microTesla)



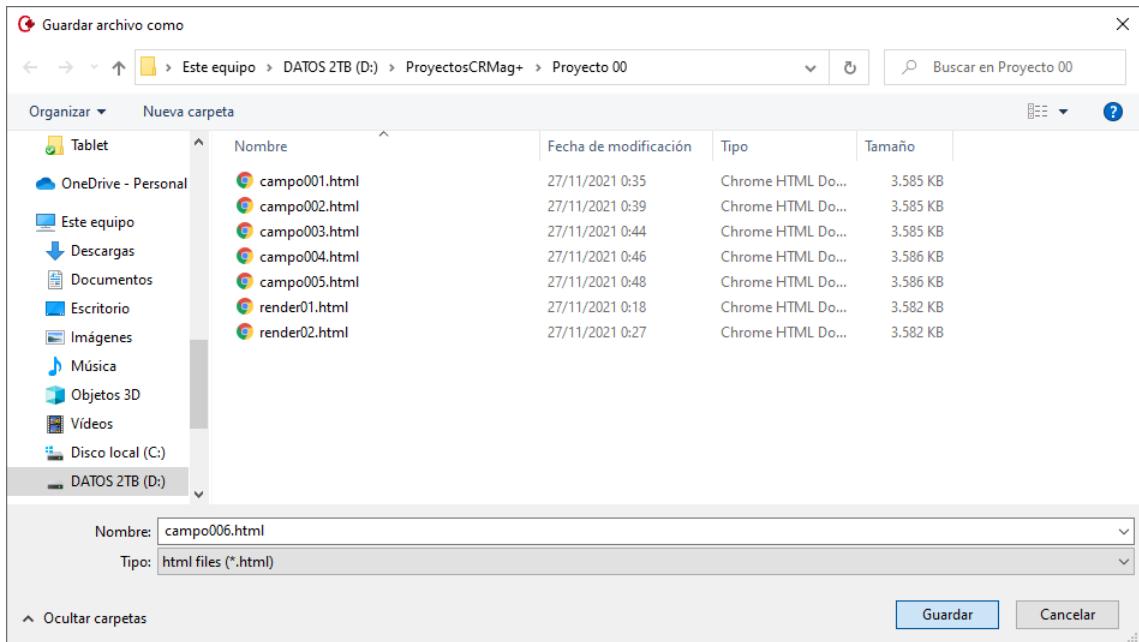
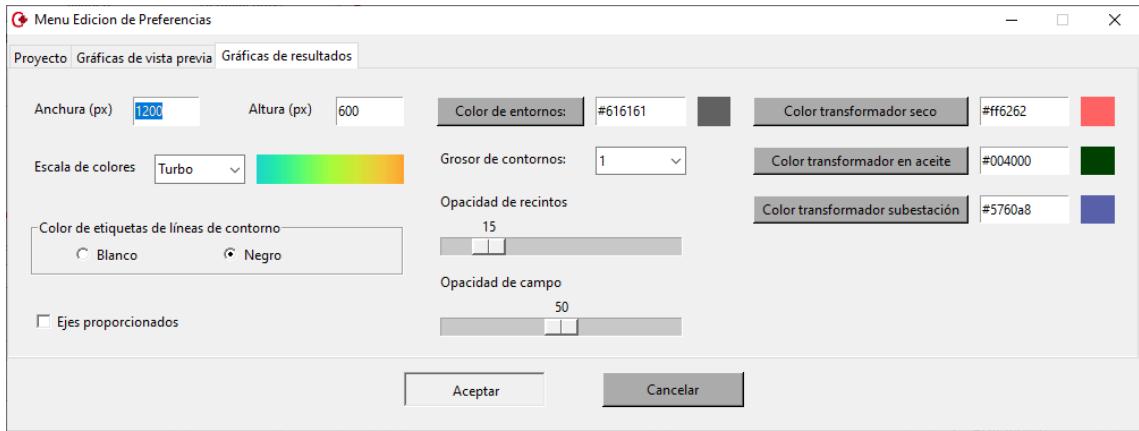
Como este gráfico tiene un eje mucho mayor que los otros, conviene desactivar la opción de Ejes proporcionados para permitir que se deforme y se vea correctamente.



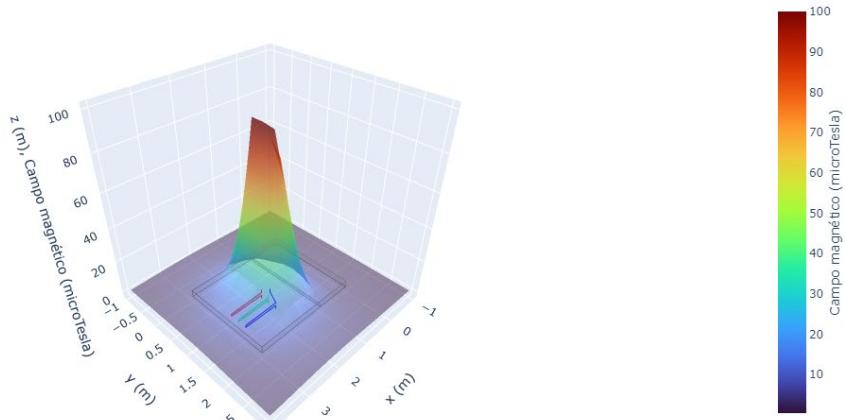
Campo magnético (microTesla)



En este tipo de gráfica se puede editar desde preferencias (**Control+P**) el valor de opacidad del campo. Si se reduce, el campo será más transparente y se verán mejor los recintos y los conductores.



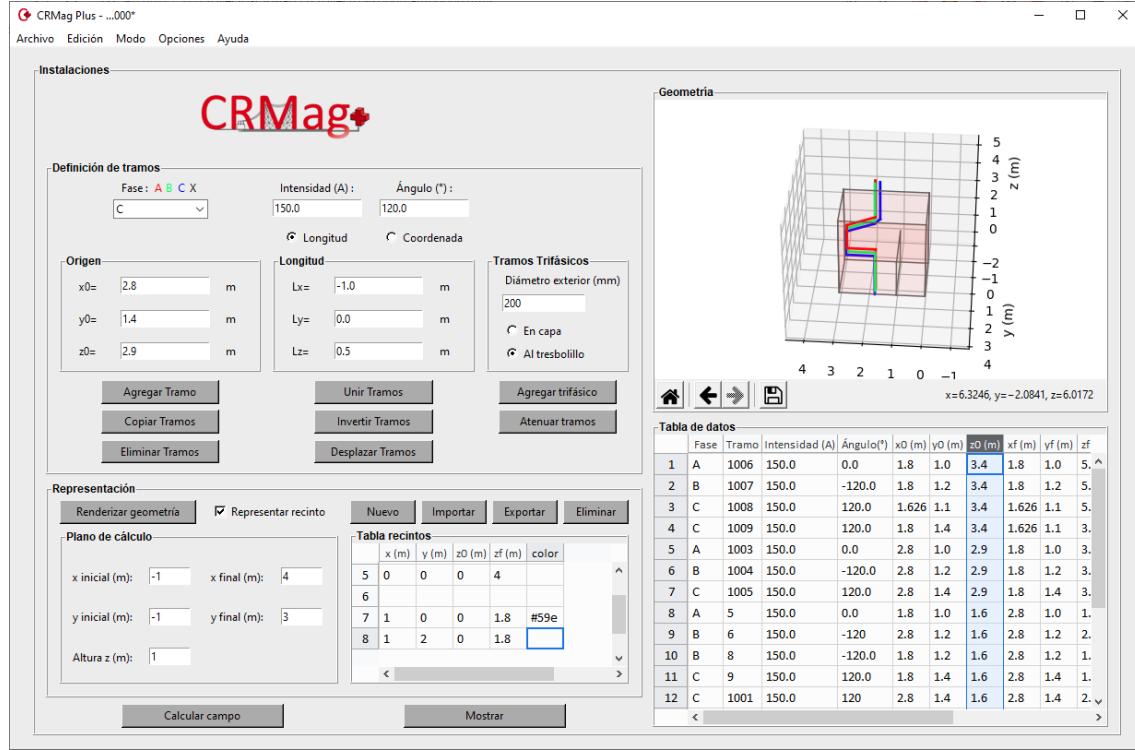
Campo magnético (microTesla)



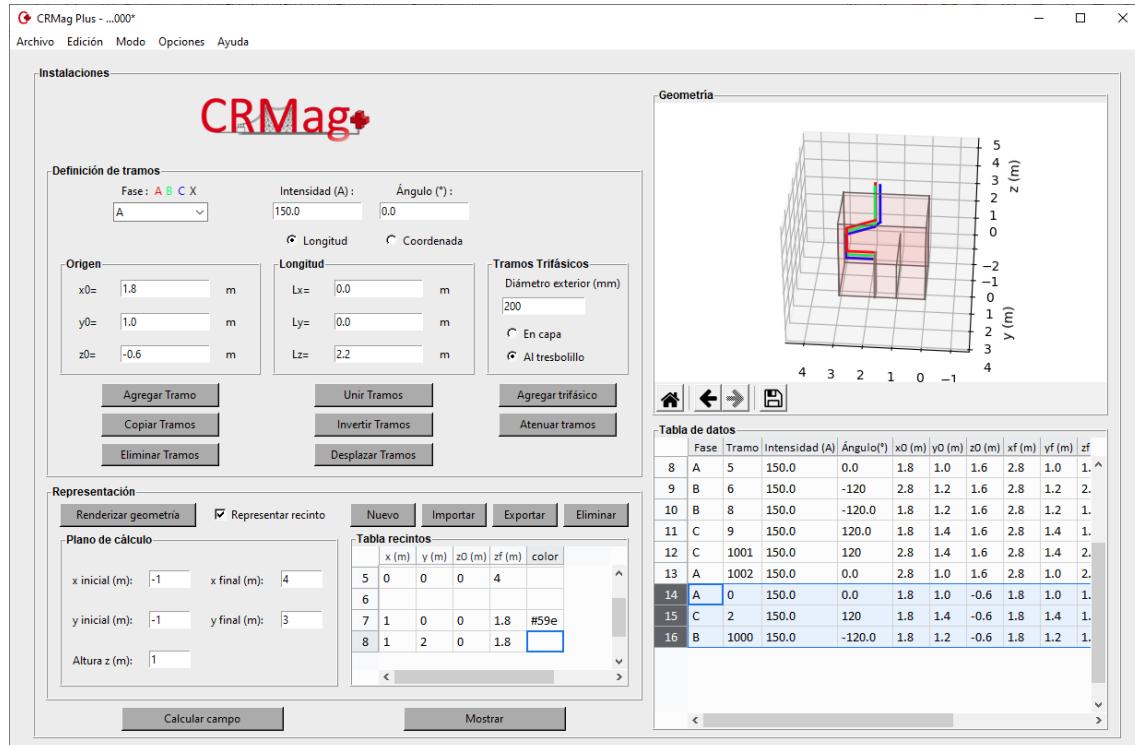
4.11 Apantallamiento

Si en una instalación se quiere hacer un análisis detallado de una zona considerando el apantallamiento, se puede modificar el valor de atenuación de algunos tramos en la columna de Apantallado. **Esta opción solo debe utilizarse en casos especiales y con gran**

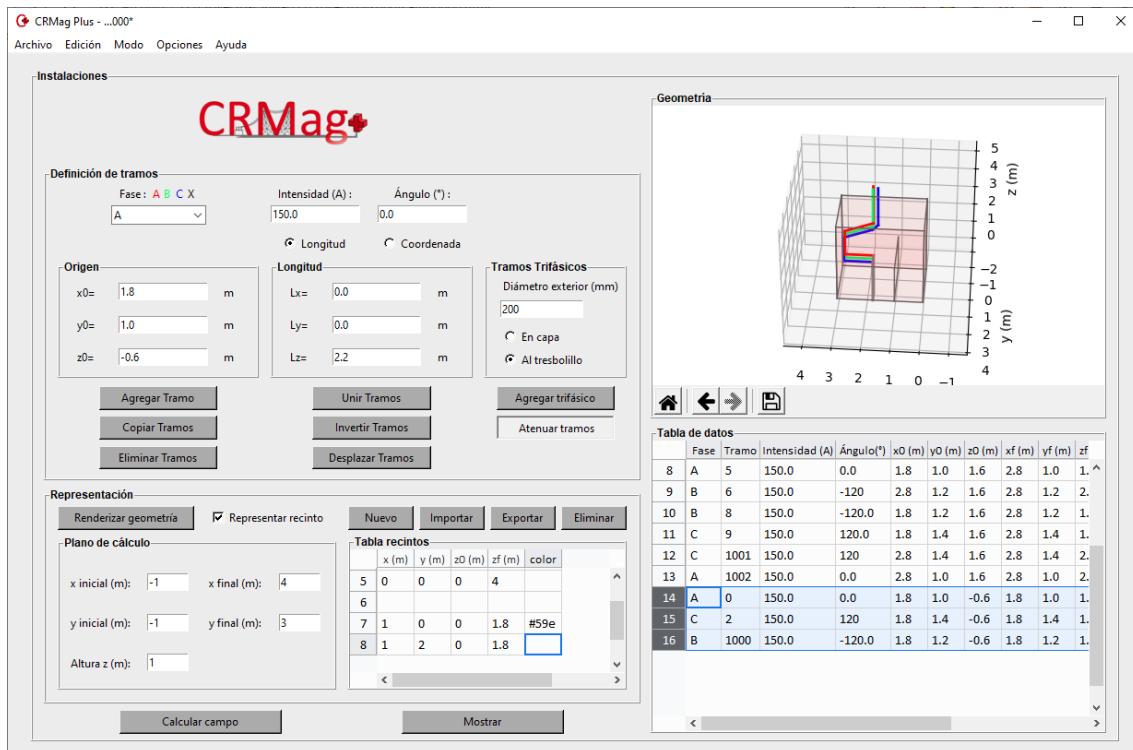
precaución, ya que el apantallamiento del campo magnético es complejo y a distancias grandes de los elementos utilizados como pantalla, el efecto suele ser despreciable. Para este ejemplo se puede seleccionar la columna z0 (m) en la Tabla de datos y clicar F7 para ordenar descendenteamente.



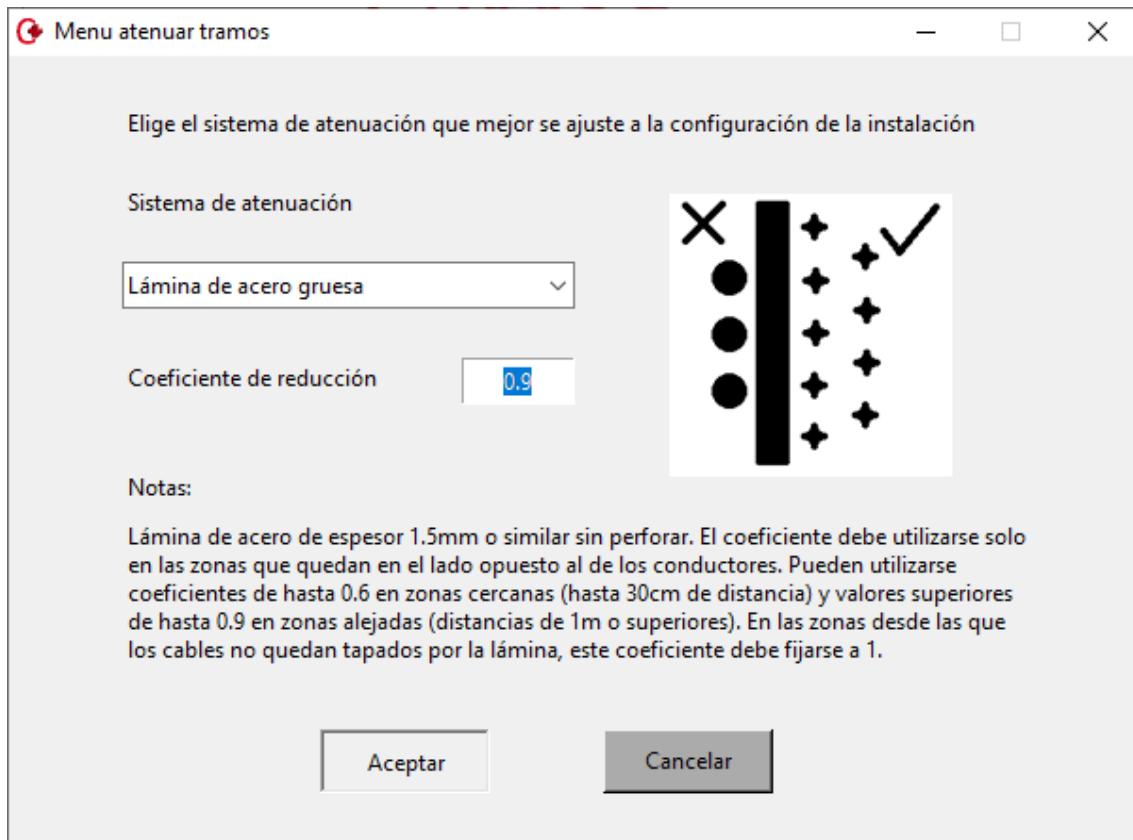
A continuación, se pueden seleccionar los tramos 0, 2 y 1000 que quedan abajo del todo, haciendo clic y arrastrando o haciendo clic en el primero y manteniendo **mayúsculas** (shift), haciendo otro clic en el último.



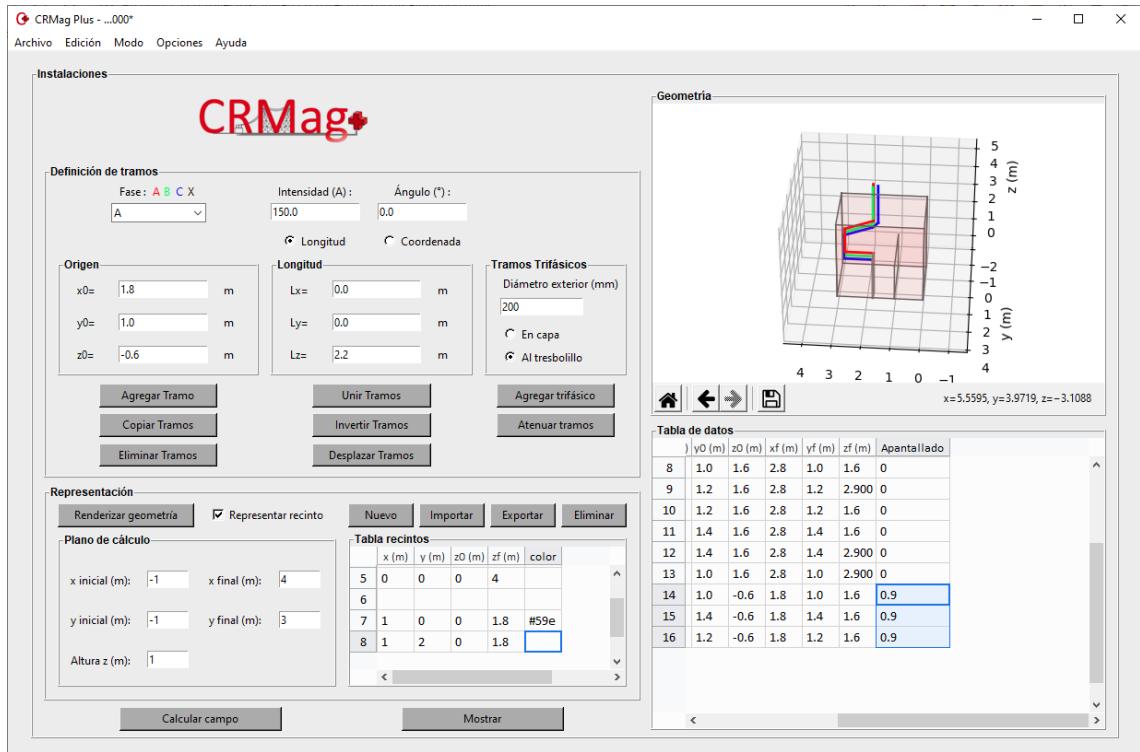
Entonces se clicka en Atenuar tramos.



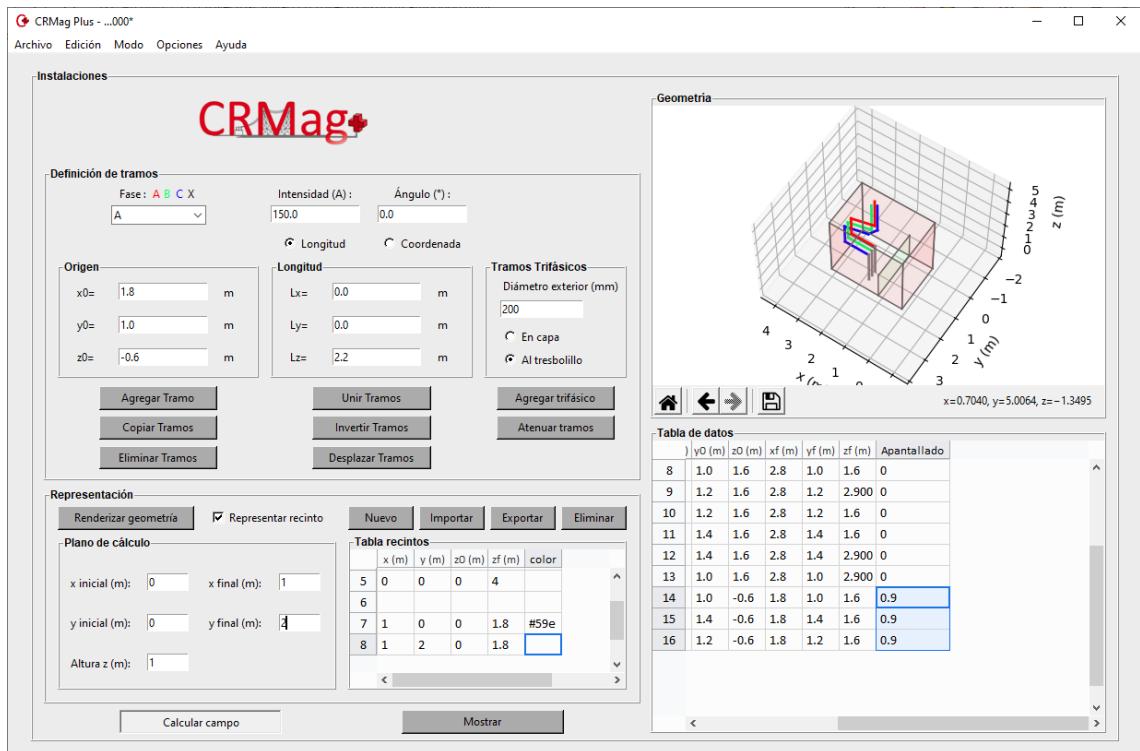
En este ejemplo se va a suponer que la valla es una lámina gruesa de acero y se le va a aplicar un coeficiente de atenuación de 0.9 para estudiar el campo al otro lado, desde x=0 hasta x=1.



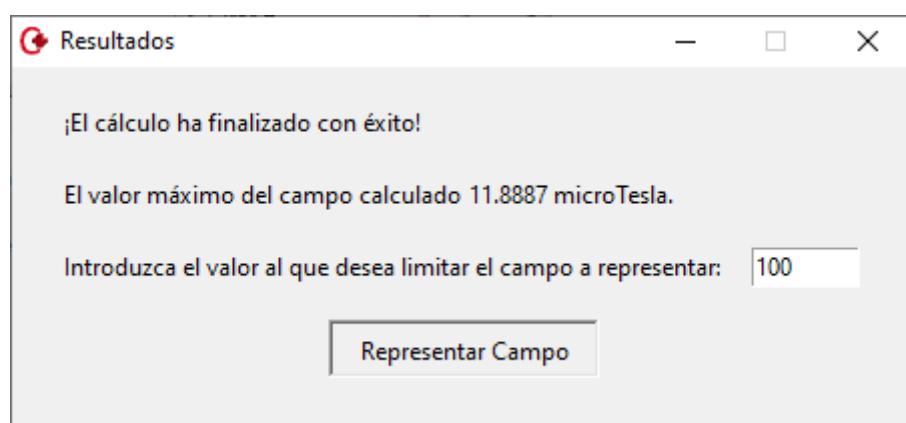
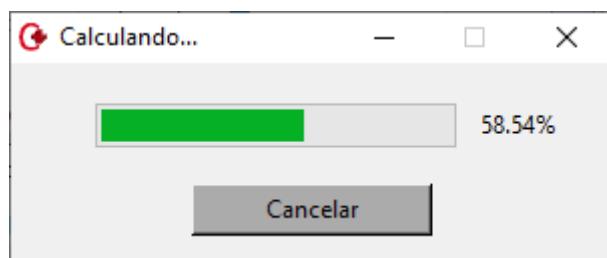
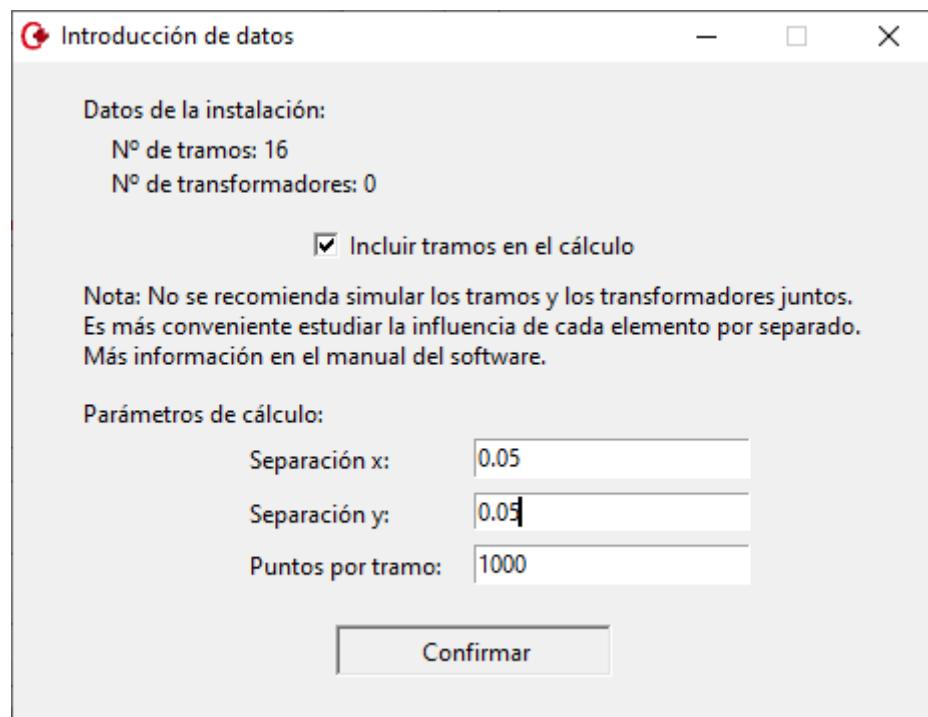
En la tabla aparecen los coeficientes elegidos.



Se elige el nuevo plano de cálculo y se clica en Calcular campo.

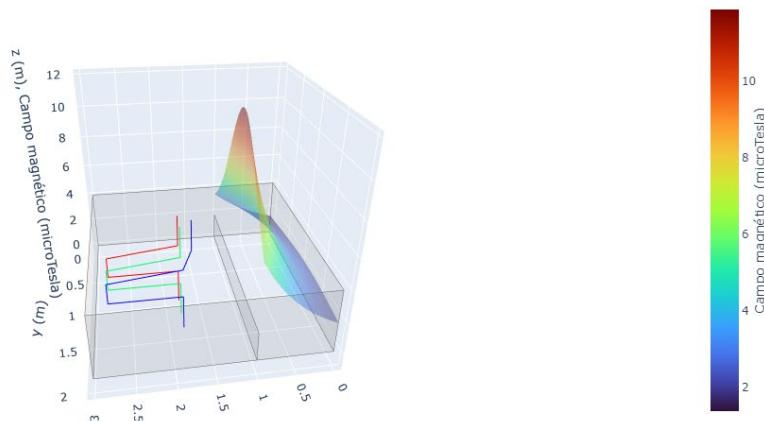


Se elige una separación pequeña para estudiar el detalle.

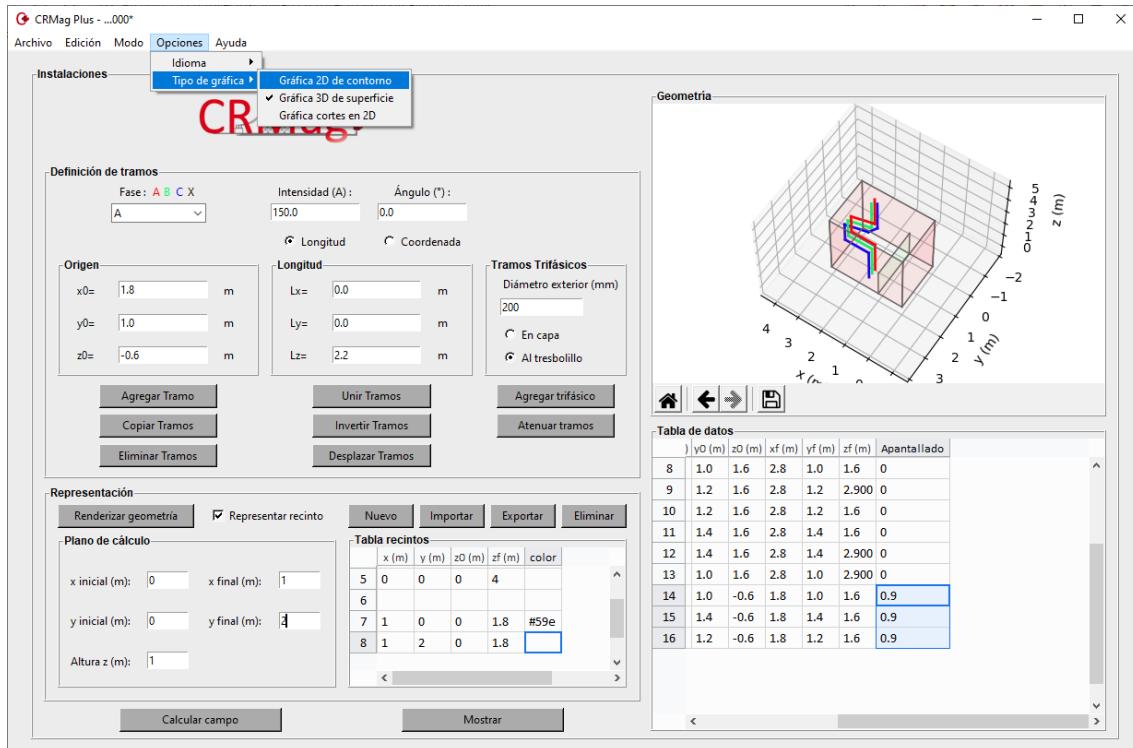


El programa calcula y se puede ver el resultado.

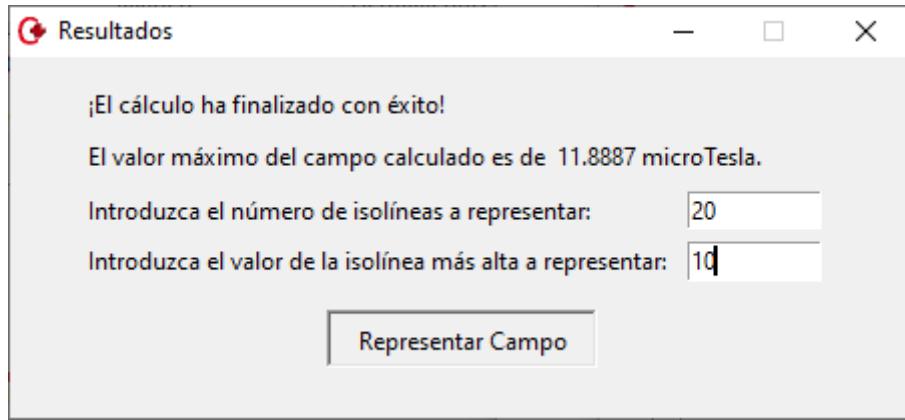
Campo magnético (microTesla)



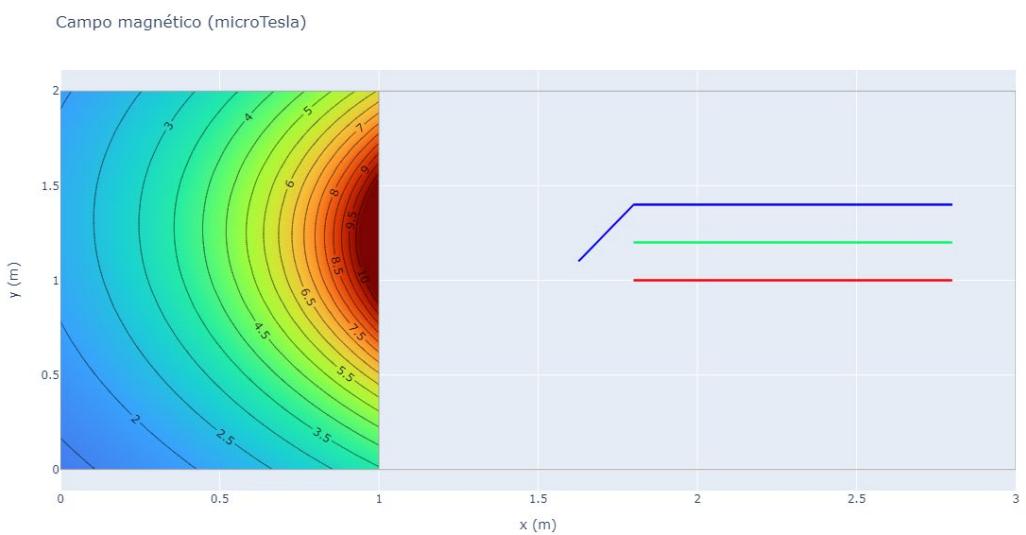
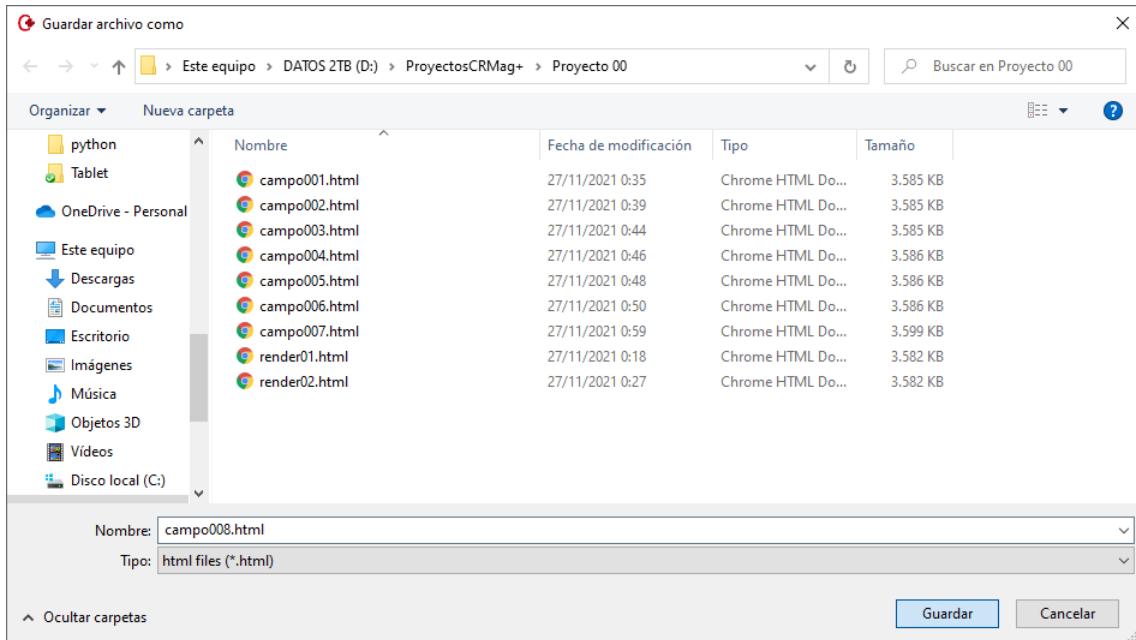
Para comprobar el efecto de esta atenuación se puede elegir el tipo de gráfica 2D de contorno.



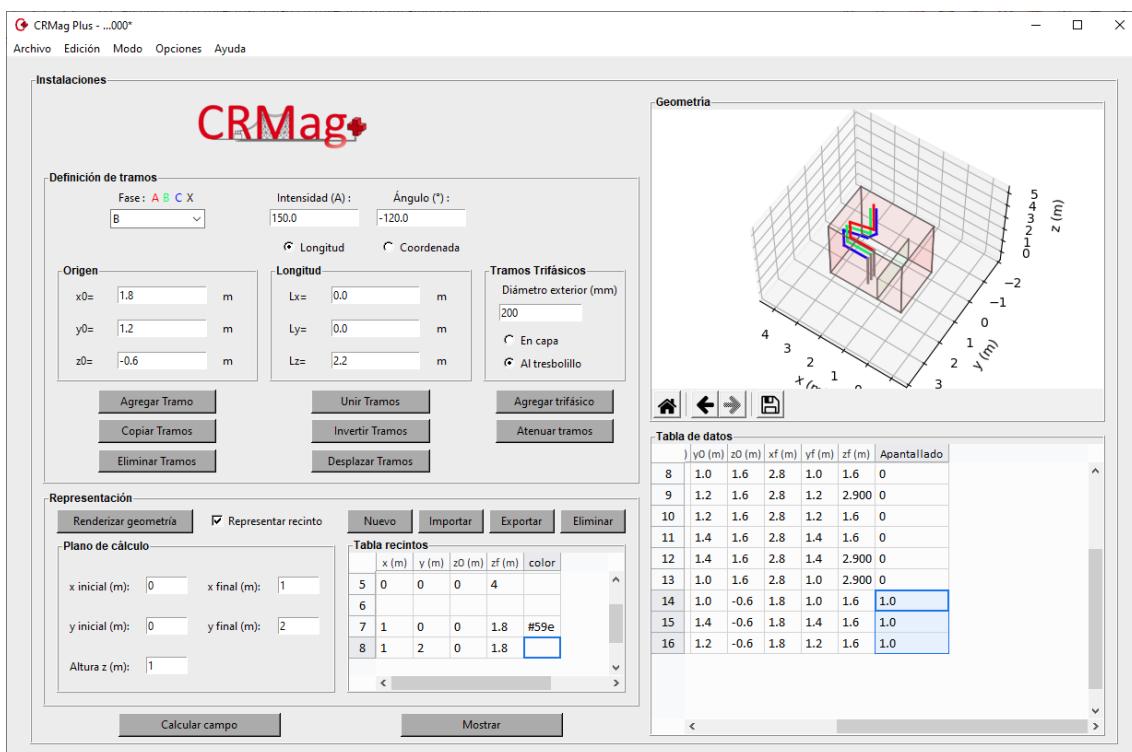
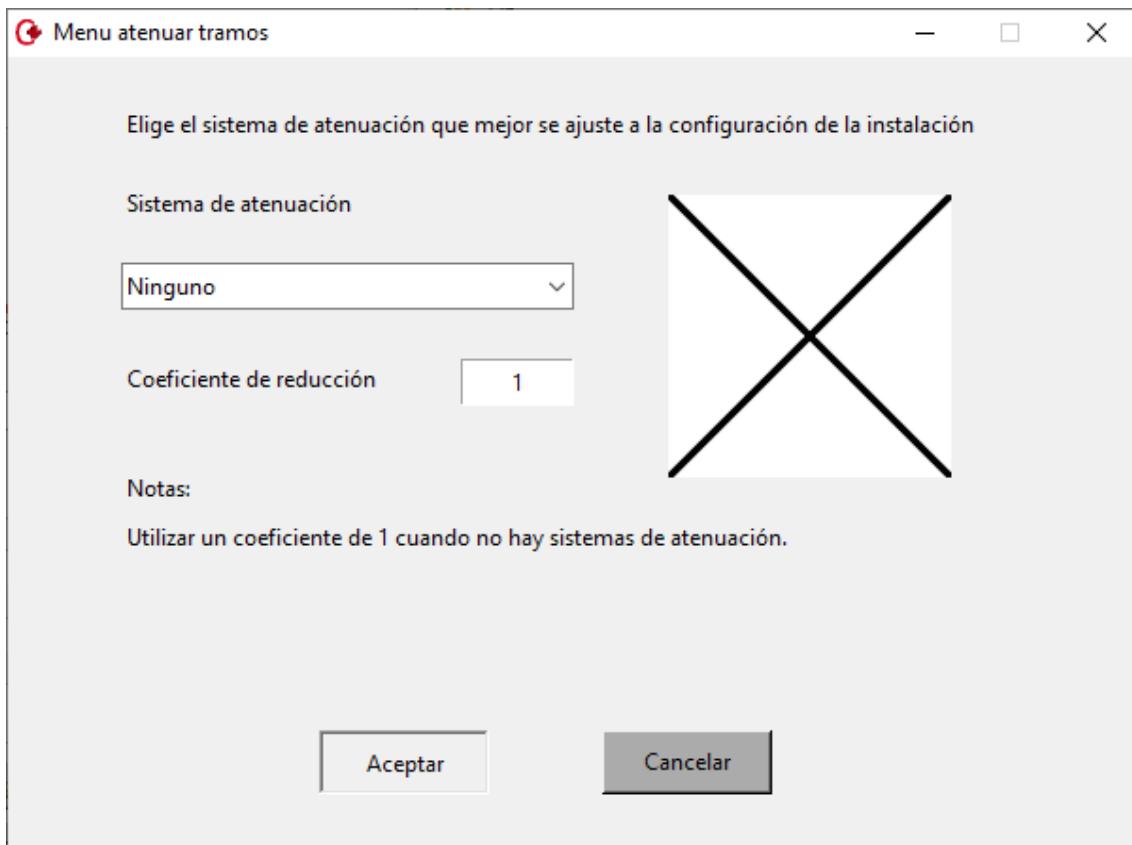
Si se clica en mostrar, se puede elegir 20 isolíneas hasta 10 μ T.



El resultado es el siguiente.



Si se seleccionan de nuevo esos tramos y se clica en Atenuar tramos, y se acepta (dejando un coeficiente de reducción de 1, que es equivalente al 0), se actualizan los coeficientes en la tabla.



Si se calcula de nuevo, se puede ver la diferencia.

Introducción de datos

Datos de la instalación:

Nº de tramos: 16
Nº de transformadores: 0

Incluir tramos en el cálculo

Nota: No se recomienda simular los tramos y los transformadores juntos.
Es más conveniente estudiar la influencia de cada elemento por separado.
Más información en el manual del software.

Parámetros de cálculo:

Separación x:	0.05
Separación y:	0.05
Puntos por tramo:	1000

Confirmar

Resultados

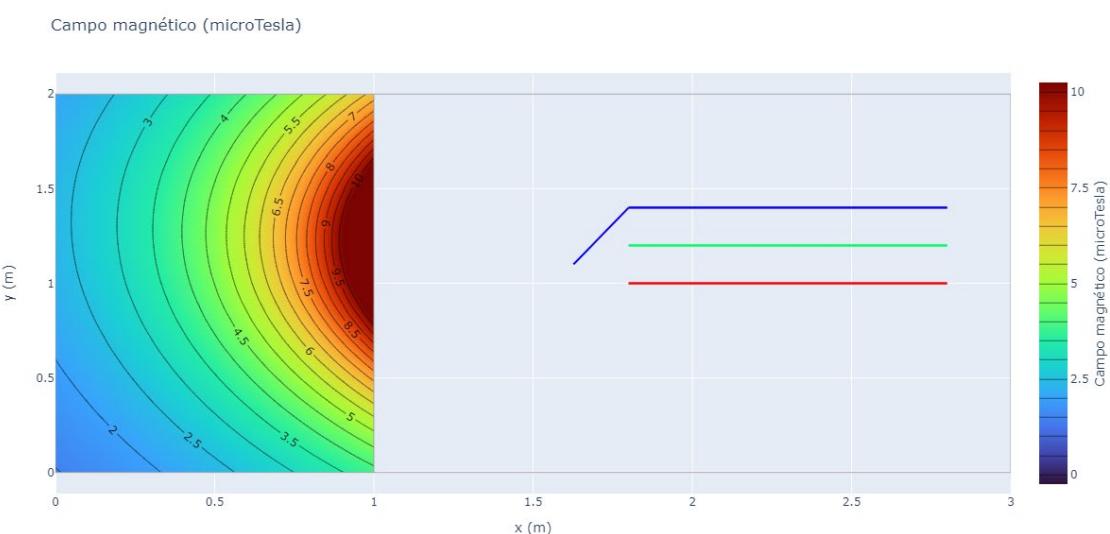
¡El cálculo ha finalizado con éxito!

El valor máximo del campo calculado es de 13.0189 microTesla.

Introduzca el número de isolíneas a representar:

Introduzca el valor de la isolínea más alta a representar:

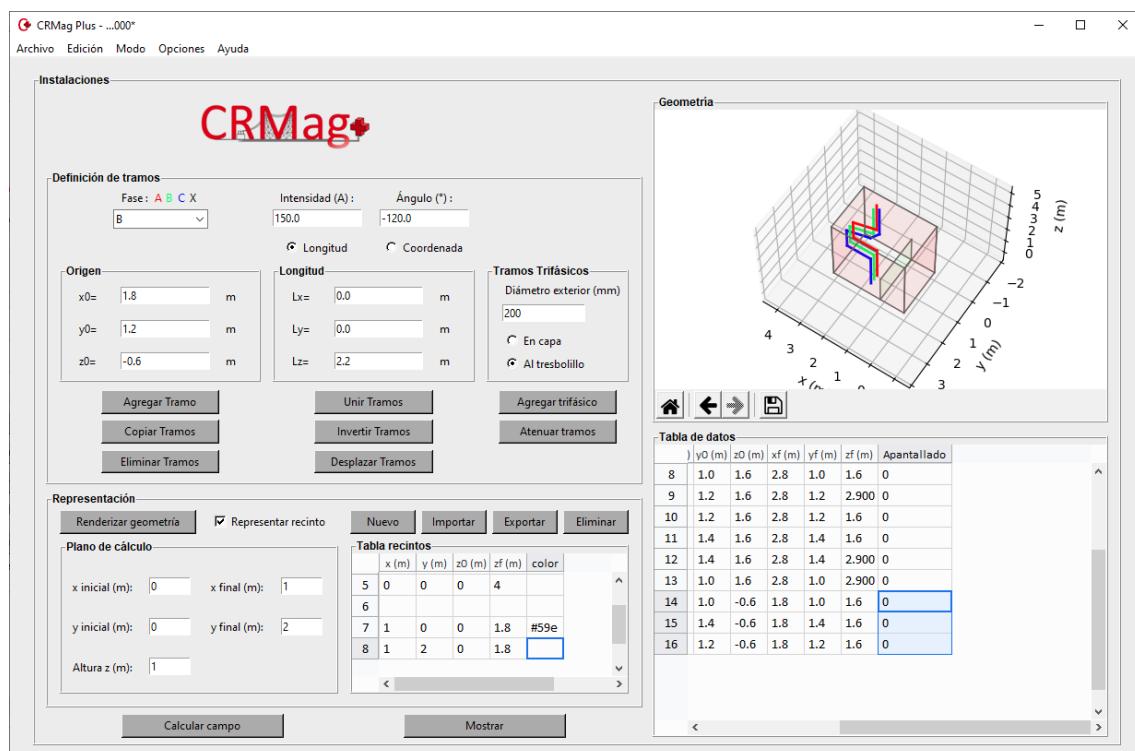
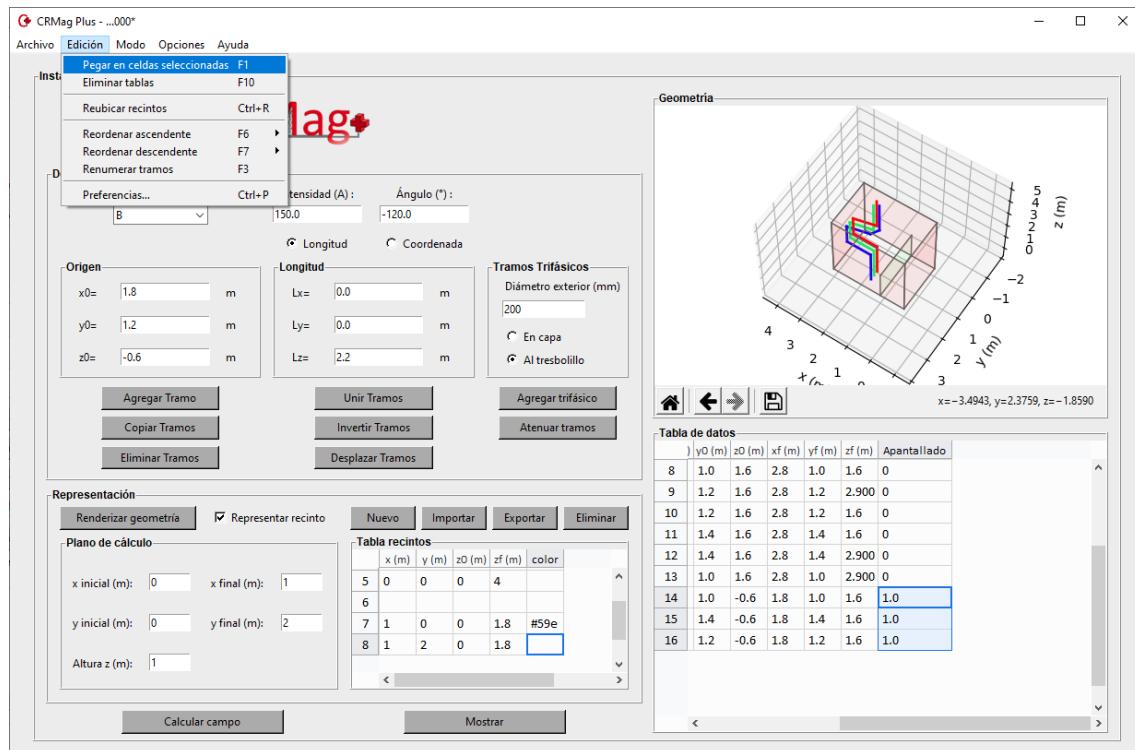
Representar Campo



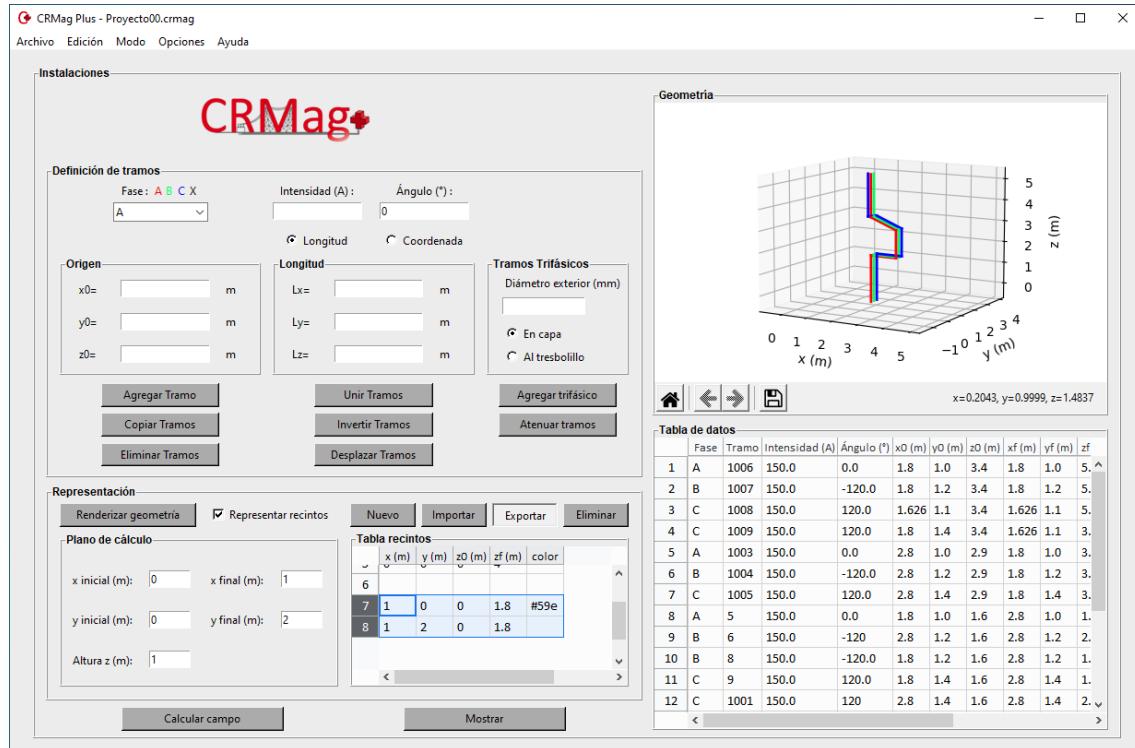
En este caso la diferencia es de aproximadamente $1.2\mu\text{T}$ en el valor más elevado. Existen diversos métodos de apantallamiento que se pueden seleccionar en el Menú de

atenuar tramos, desde el desplegable del Sistema de atenuación. Todos se explican en el software, pero se insiste en la importancia de minimizar el uso de coeficientes de atenuación, limitando su uso a zonas cercanas para estudios muy específicos y siguiendo siempre las indicaciones del software.

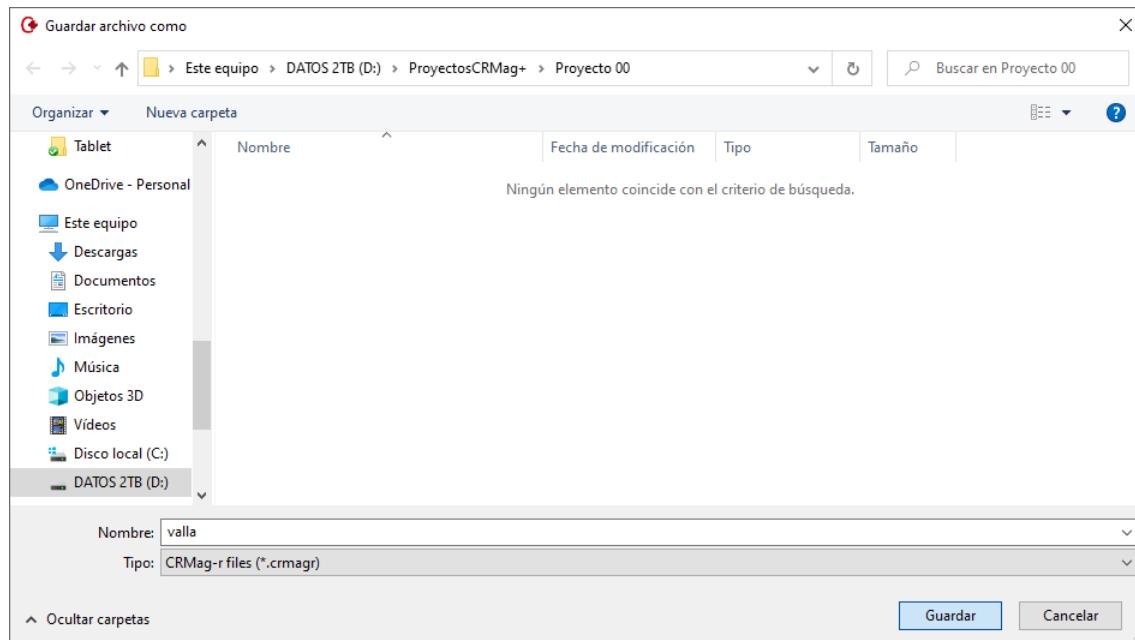
Si en la tabla de datos se quiere copiar una celda para pegarla en muchas celdas, en lugar de pegarla con **Control+V** hay que utilizar el menú **Edición>Pegar en celdas seleccionadas** o el atajo de teclado **F1**. Por ejemplo, se puede copiar el 0 de la última columna de la fila 13 y pegarlo en las últimas 3 celdas que hay debajo.



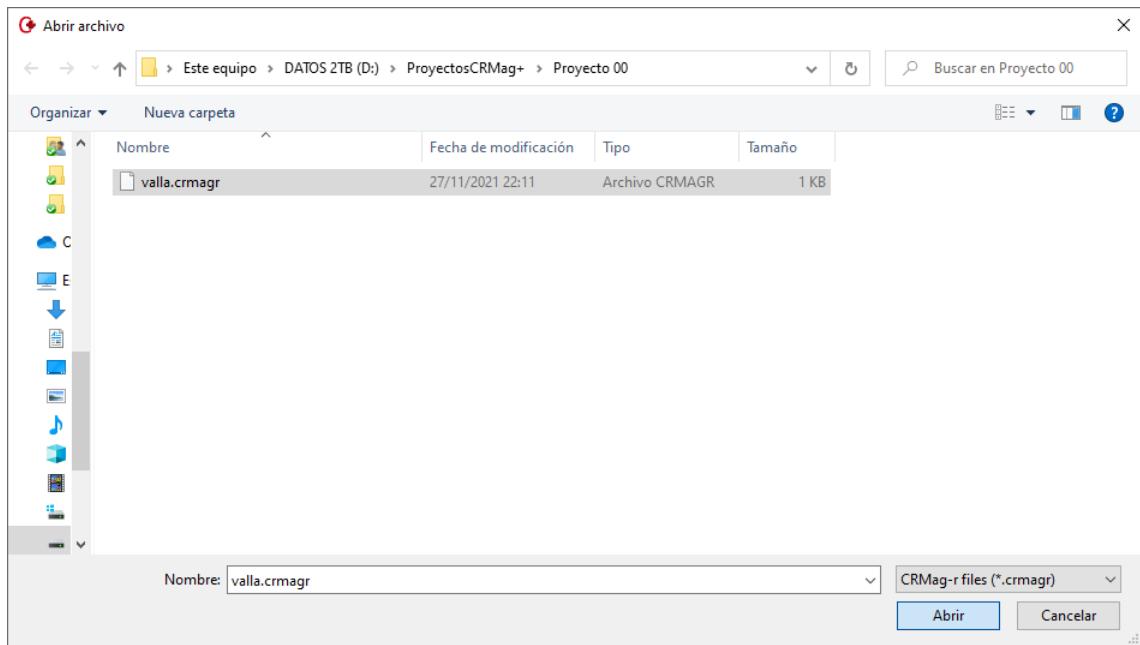
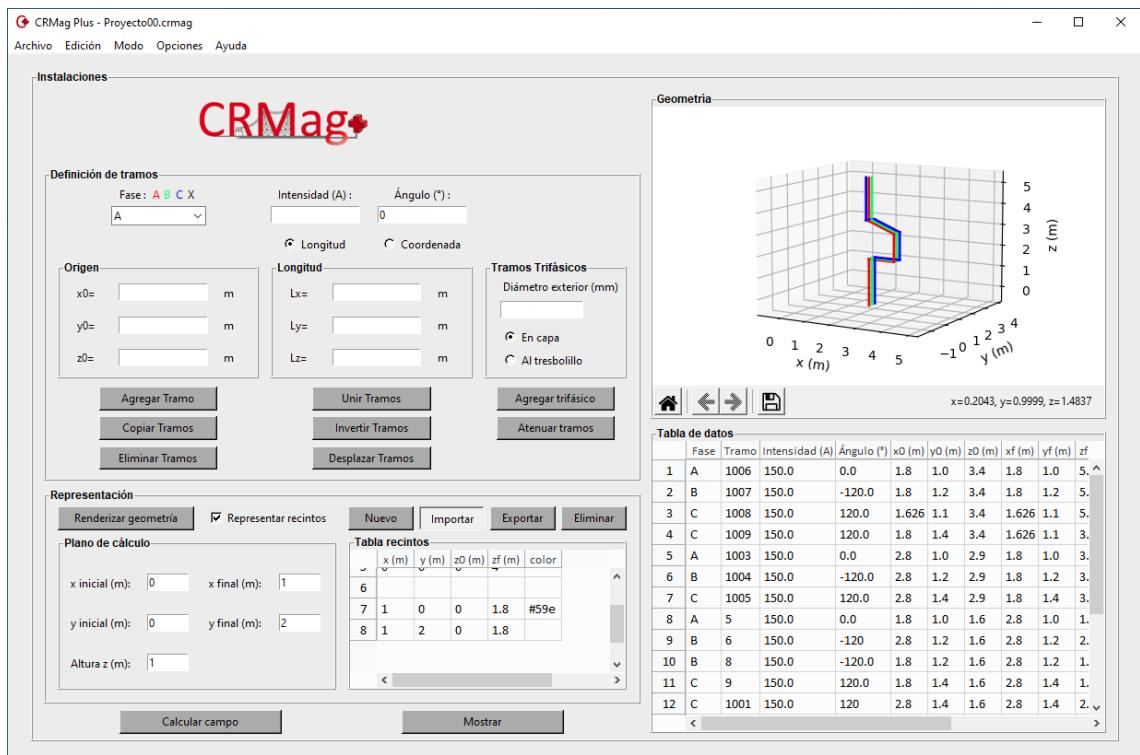
Es sumamente importante guardar el progreso cada cierto tiempo mediante el menú **Archivo>Guardar** o con el atajo de teclado **Control+S**. Es posible exportar un recinto que se quiera reutilizar en un futuro. Para ello hay que seleccionar todas las filas que definen este recinto, por ejemplo, las filas 7 y 8 y clicar en exportar.

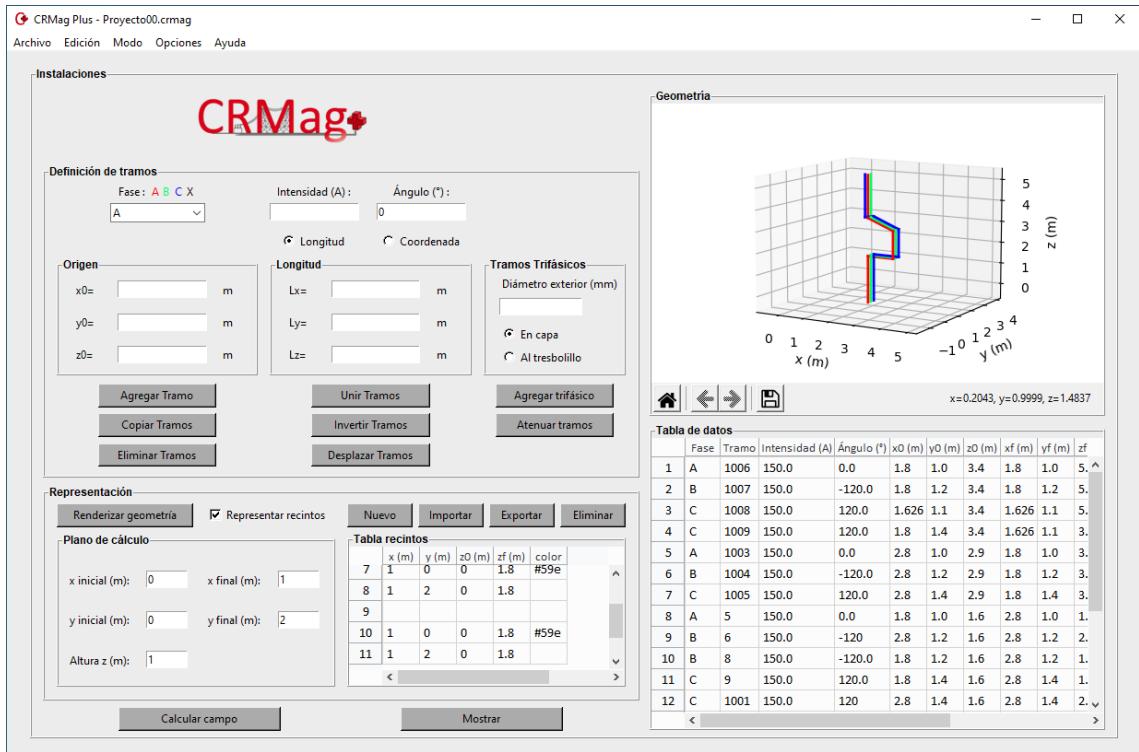


El recinto se guarda con extensión *.crmagr

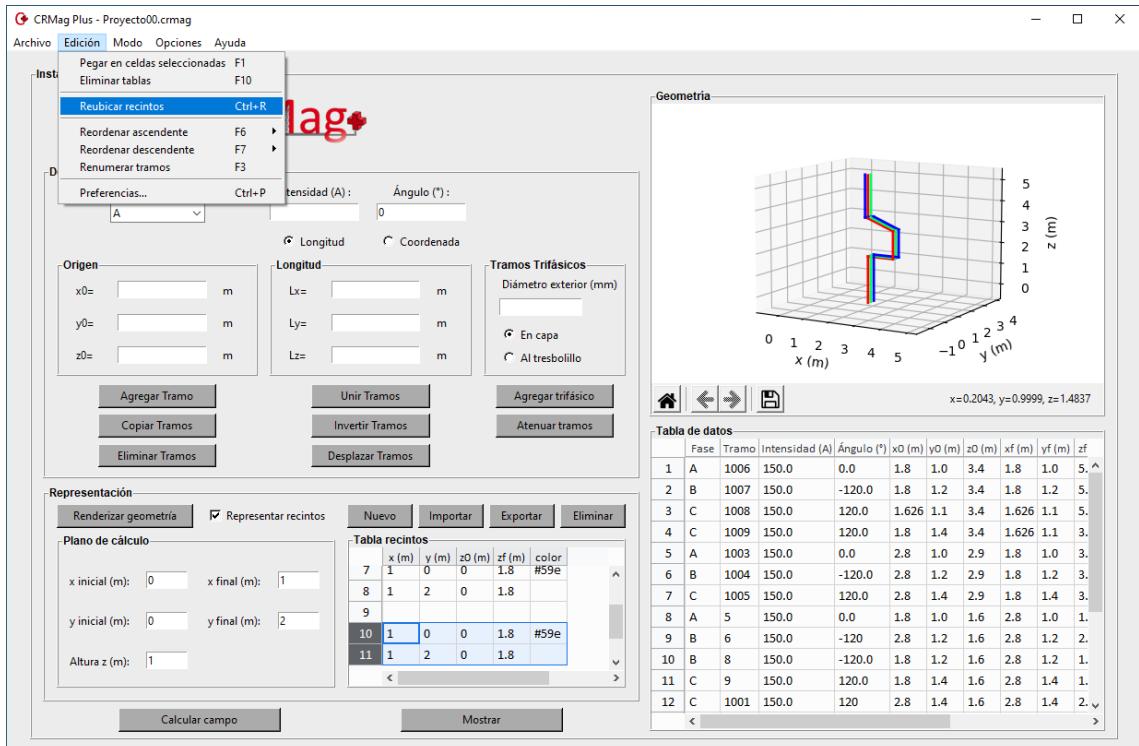


Del mismo modo, el botón Importar, permite importar un recinto.

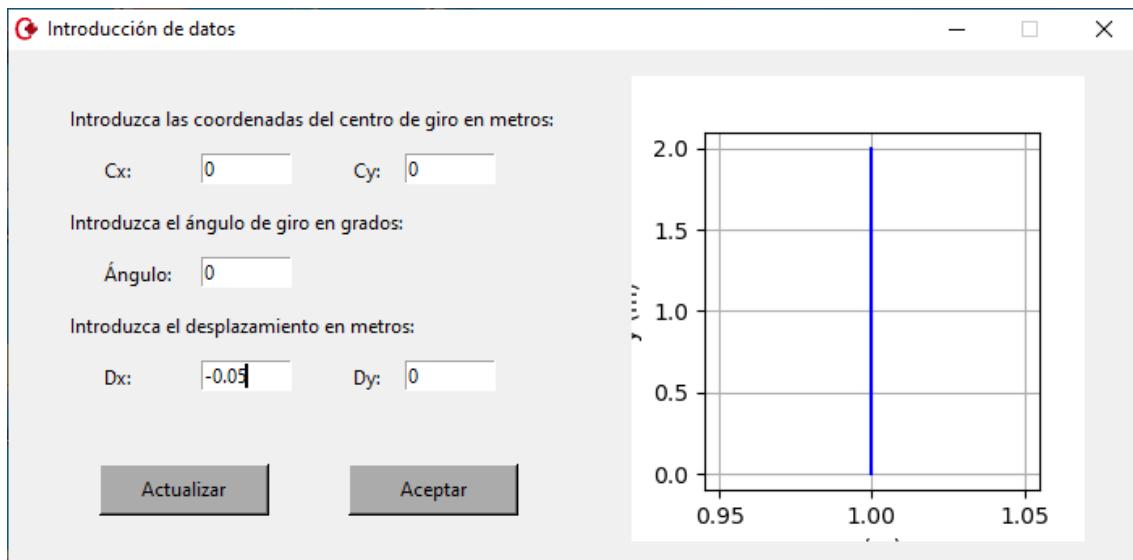




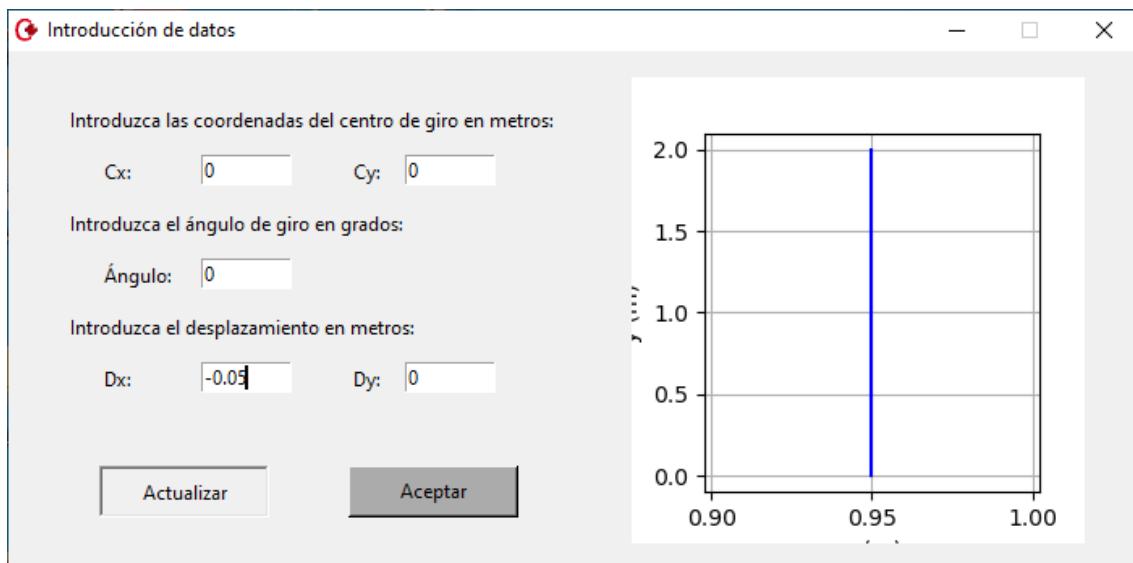
En este caso, podemos reubicar el nuevo recinto para tener dos vallas paralelas en lugar de que estén superpuestas. Para ello, hay que seleccionar las filas 10 y 11 y utilizar el menú *Edición>Reubicar recintos* o el atajo de teclado **Control+R**.



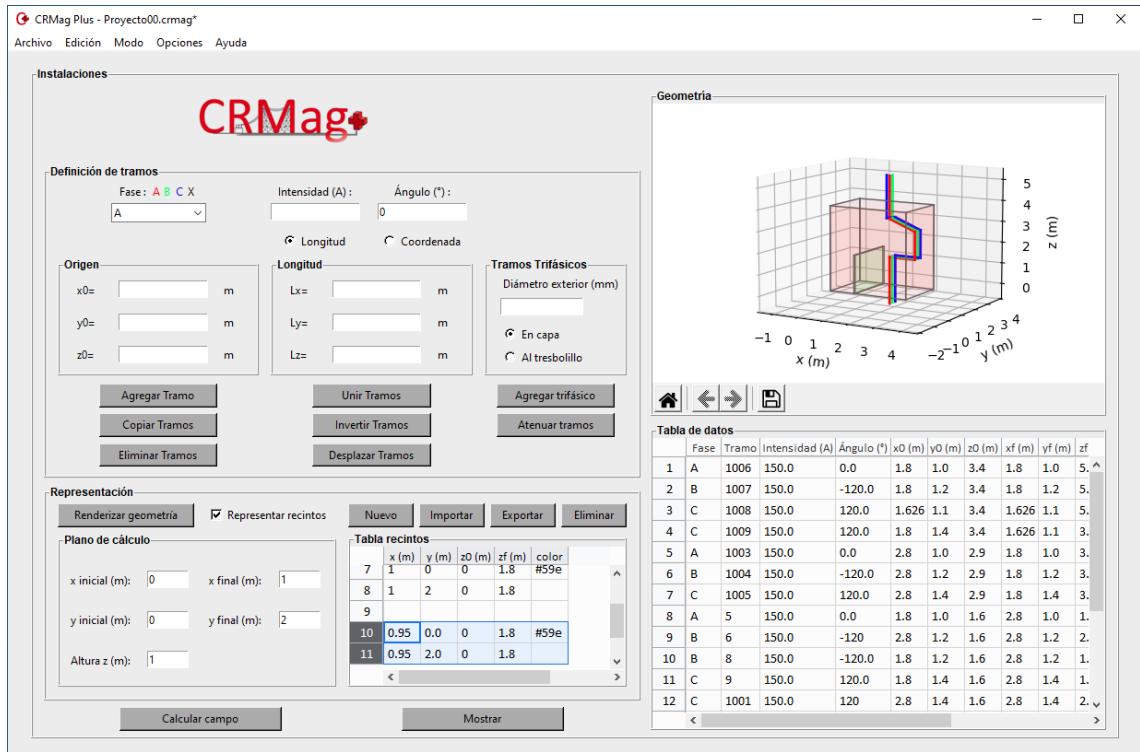
El recinto se puede girar y desplazar. En este caso, podemos desplazarlo -0.05m en la dirección del eje X.



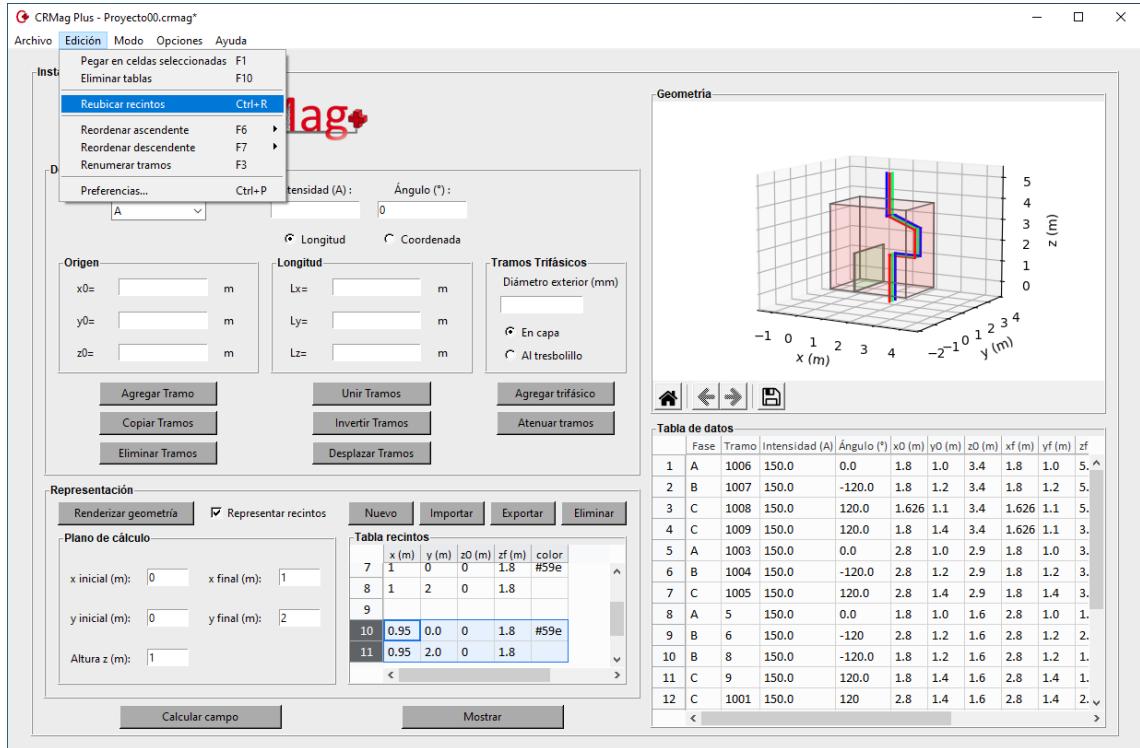
Con el botón de Actualizar se redibuja el recinto, para comprobar que la posición es correcta.

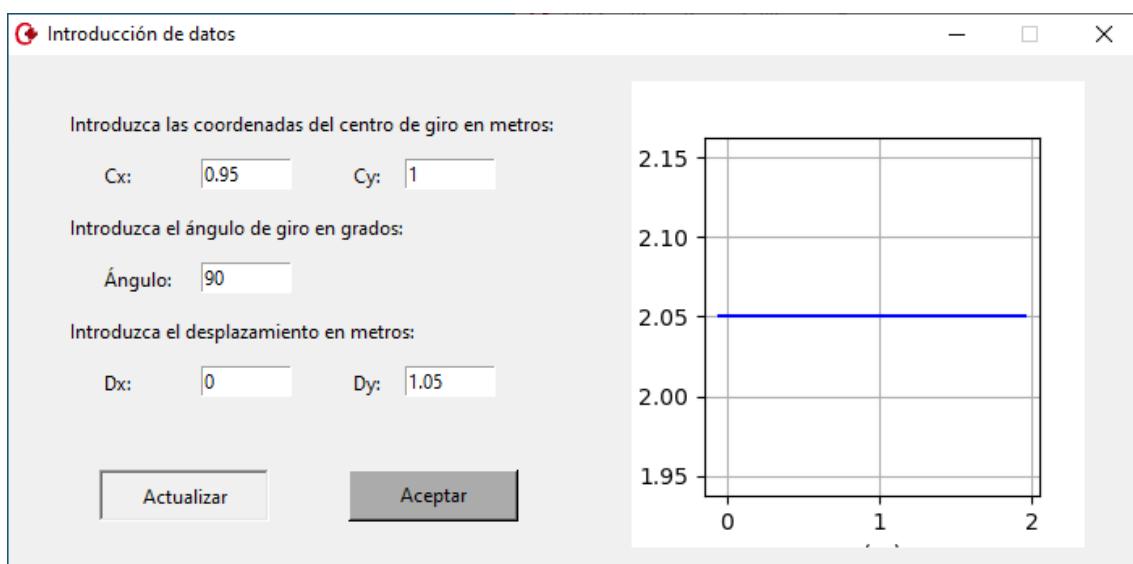
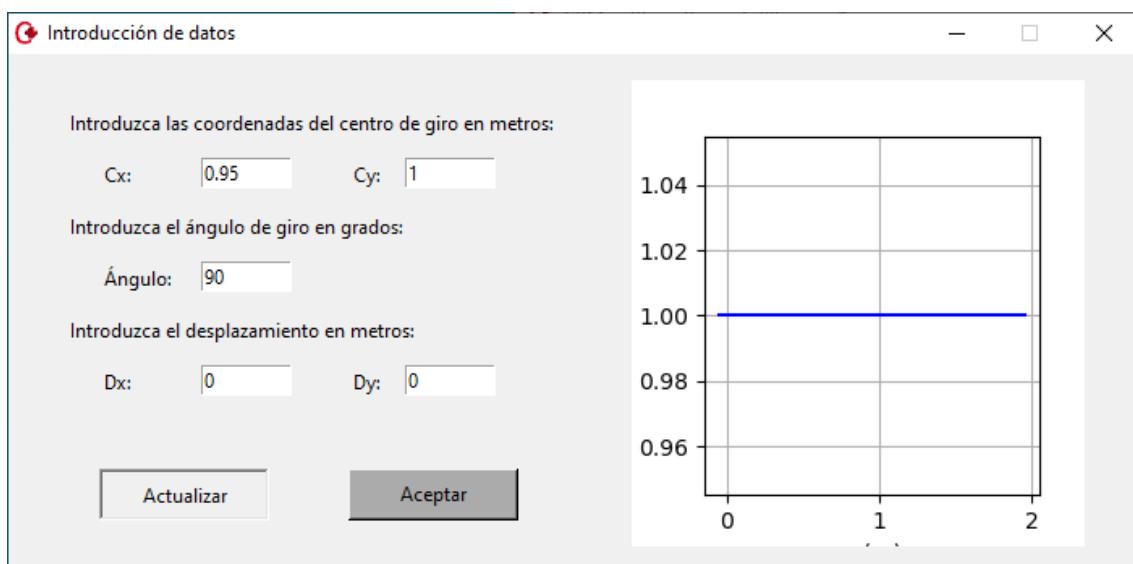
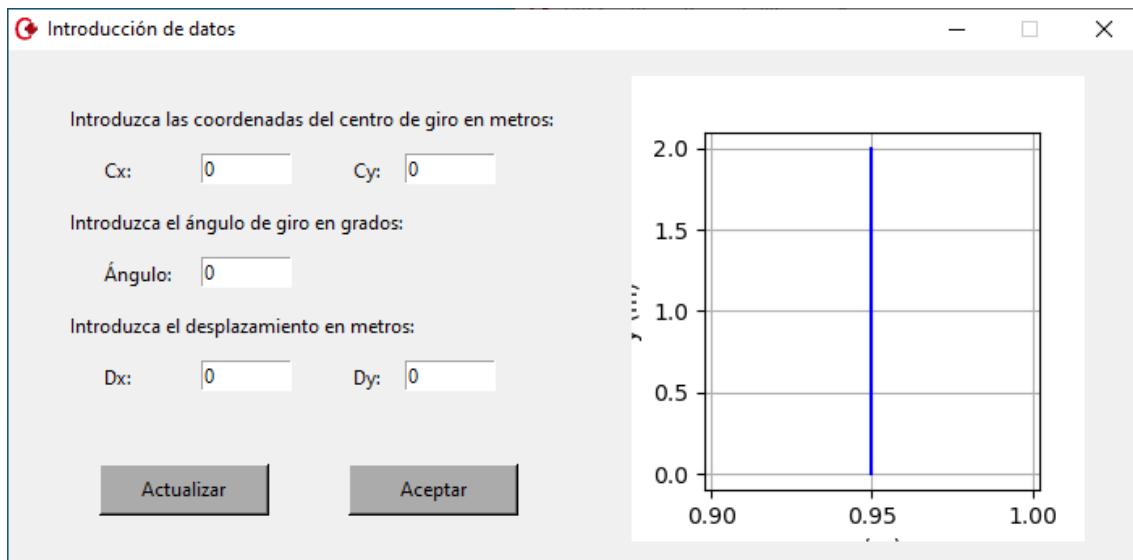


Al aceptar, el recinto aparece en su nueva posición.

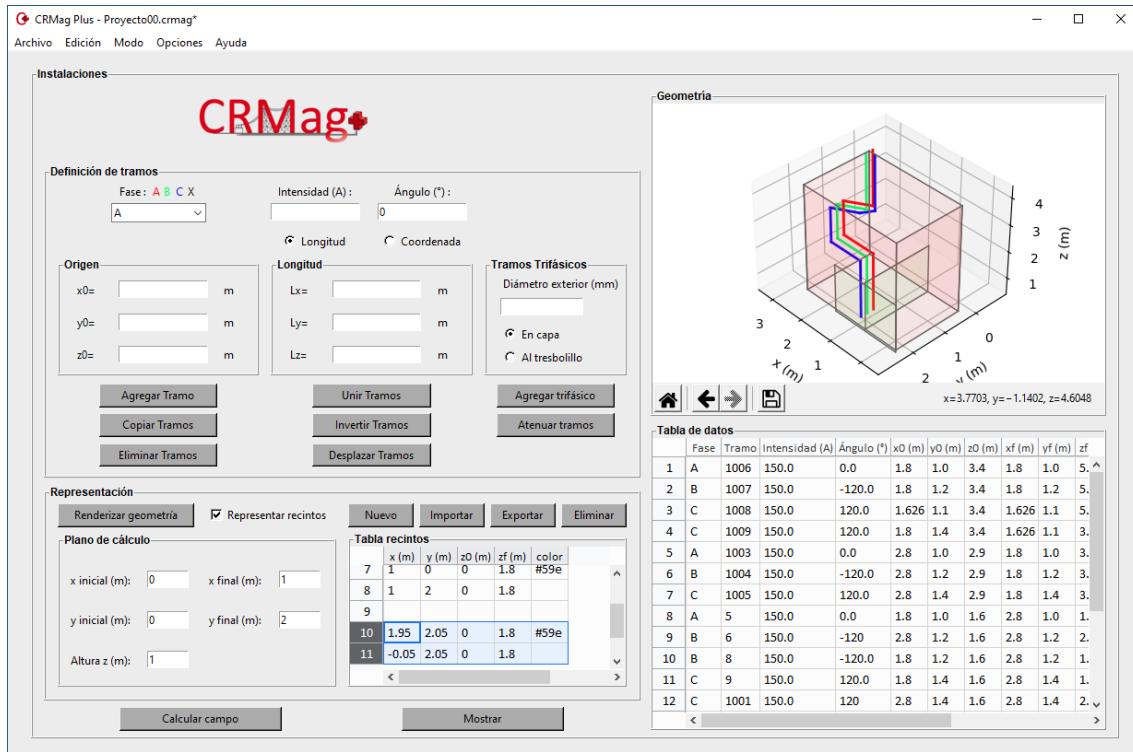


Del mismo modo, podemos girar el recinto. Para hacer un giro hay que especificar el centro de giro y el ángulo. Una vez girado, se puede especificar el desplazamiento. Por ejemplo, esta valla se podría girar 90° en sentido antihorario (vista en planta), respecto a un centro de giro en el punto (0.95,1) que es su centro y desplazarla 1.05m en la dirección del eje Y.

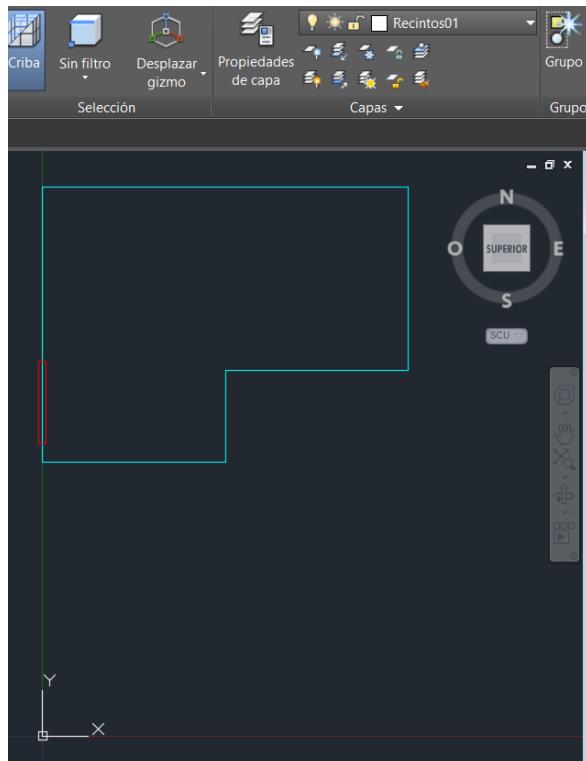




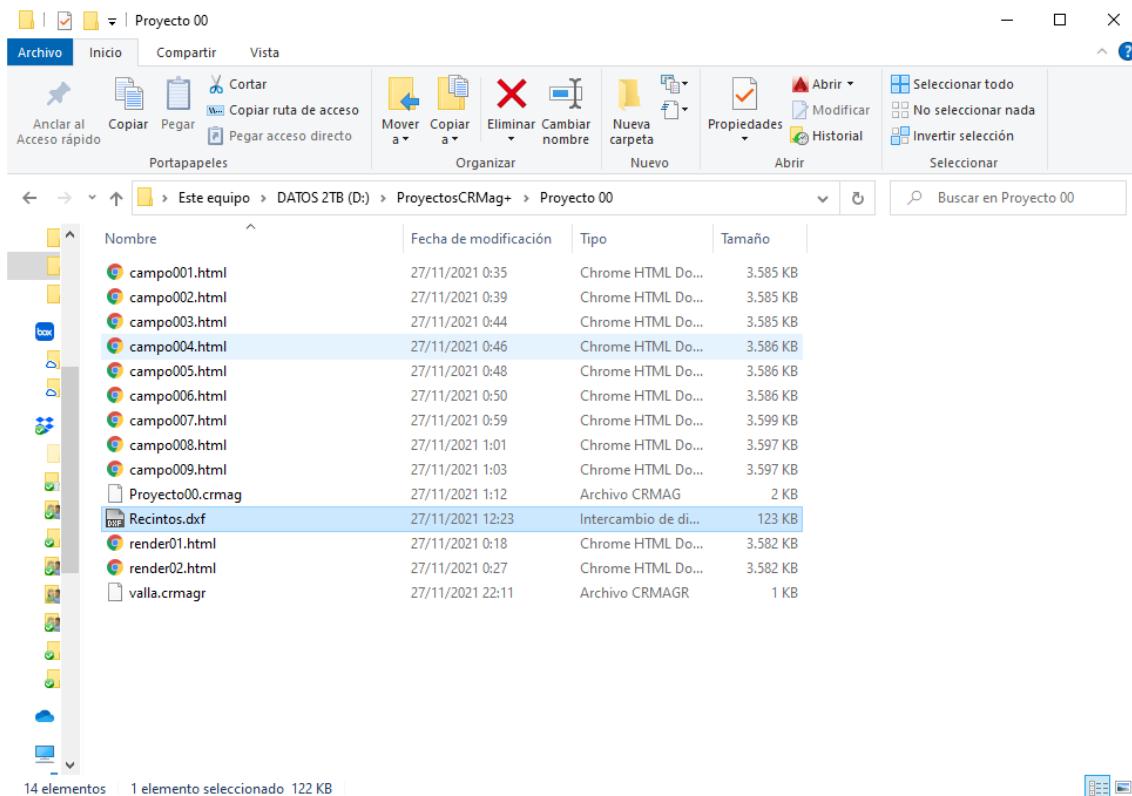
Así la valla queda junto al recinto principal por la parte exterior y perpendicular a la primera.



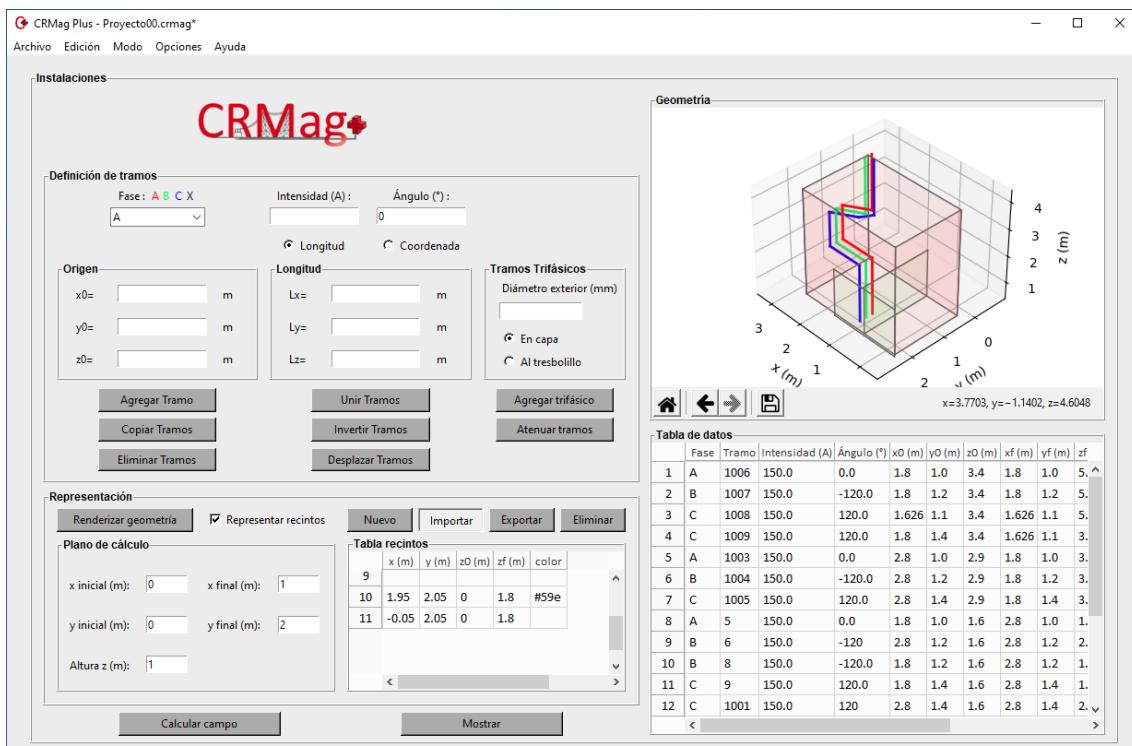
Otra forma de dibujar recintos mucho más rápida es importarlos desde un plano en formato *.dxf. Por ejemplo, se puede crear un plano que contenga una polilínea con vértices en (0,3), (2,3), (2,4), (4,4), (4,6), (0,6) y (0,3). Esta polilínea representa las paredes de un recinto (pequeño edificio). Se puede añadir otra polilínea con coordenadas en (-0.04,3.2), (0.04,3.2), (0.04,4.1), (-0.04,4.1), (-0.04, 3.2). Este recinto representa una puerta. Estas polilíneas se pueden crear en una capa con un nombre como Recintos01.



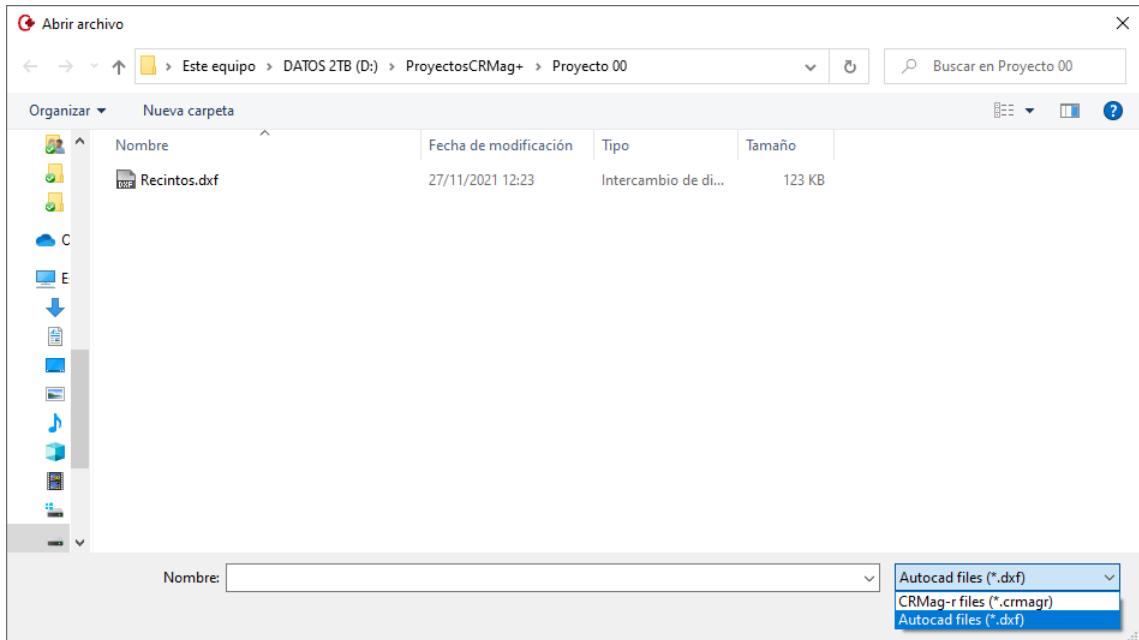
Este plano debe guardarse con extensión *.dxf. En este ejemplo, en el directorio de trabajo se ha creado el plano llamado Recintos.dxf.



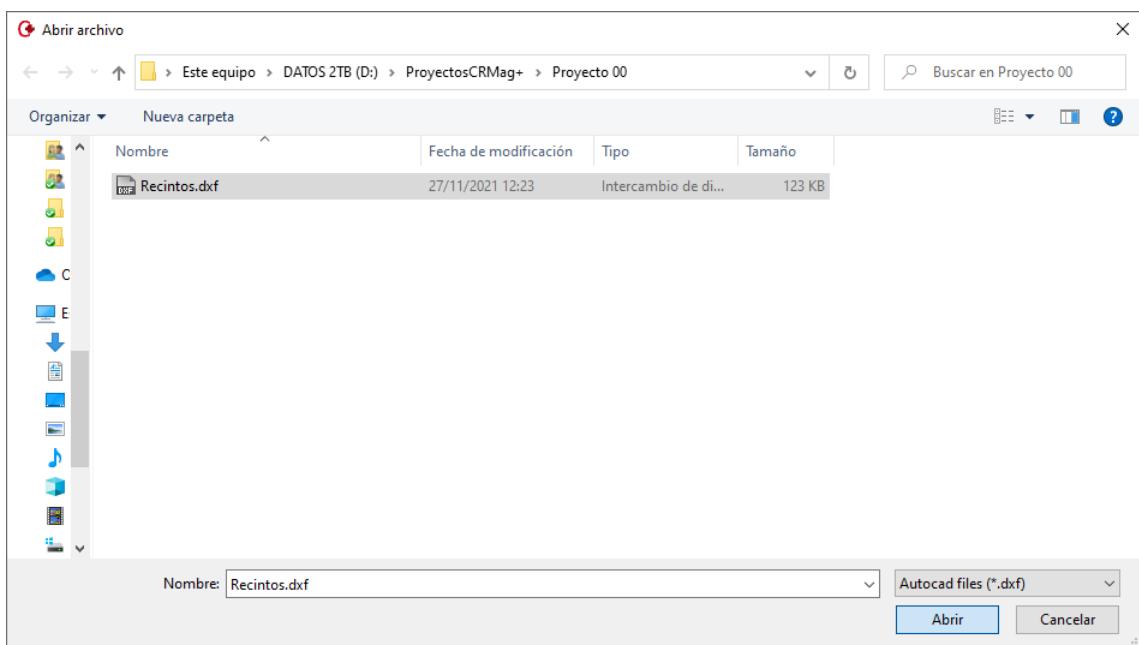
Para importar estos recintos hay que clicar en Importar.



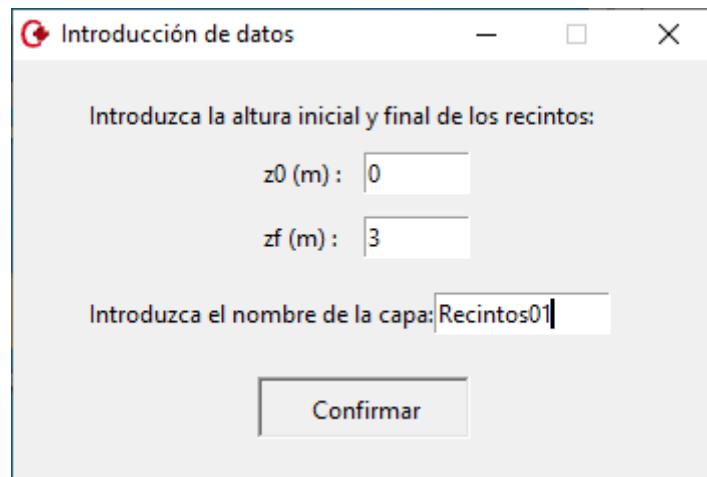
Se selecciona el tipo de archivo Autocad files (*.dxf).



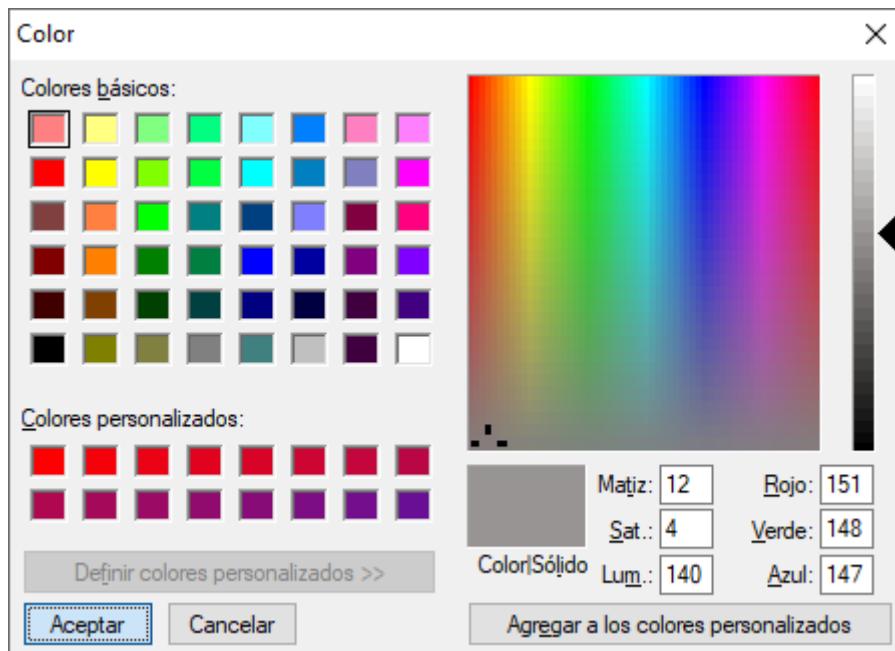
Se abre el archivo Recintos.dxf.

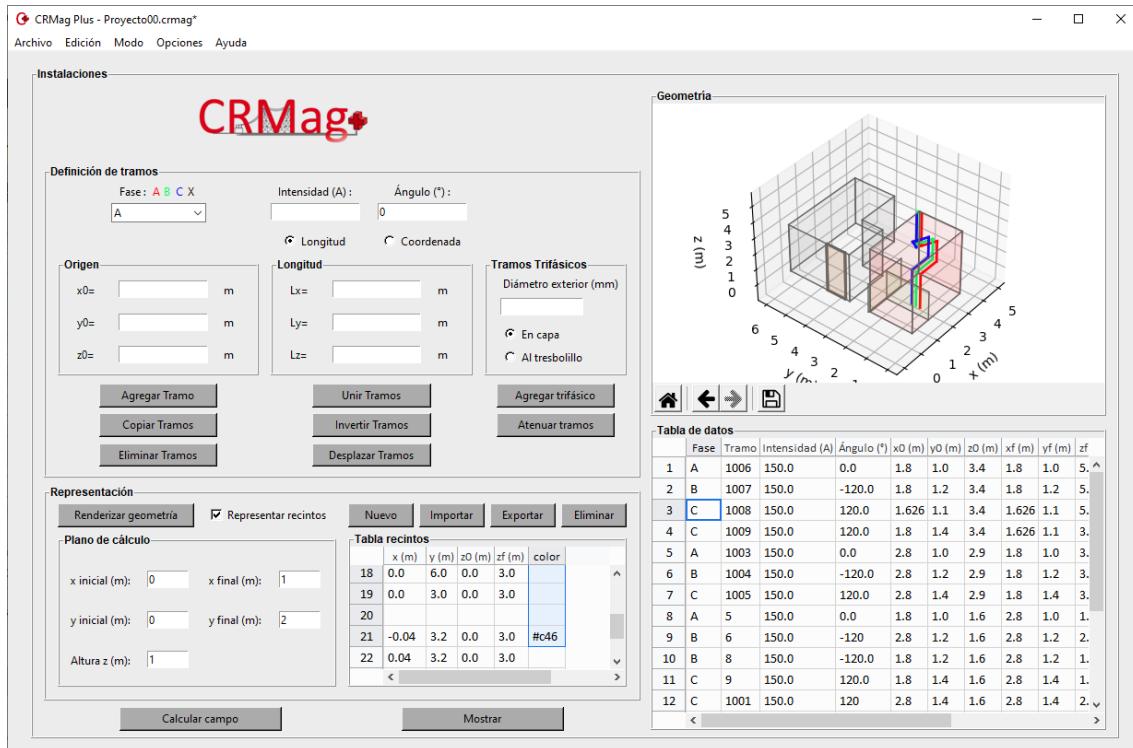
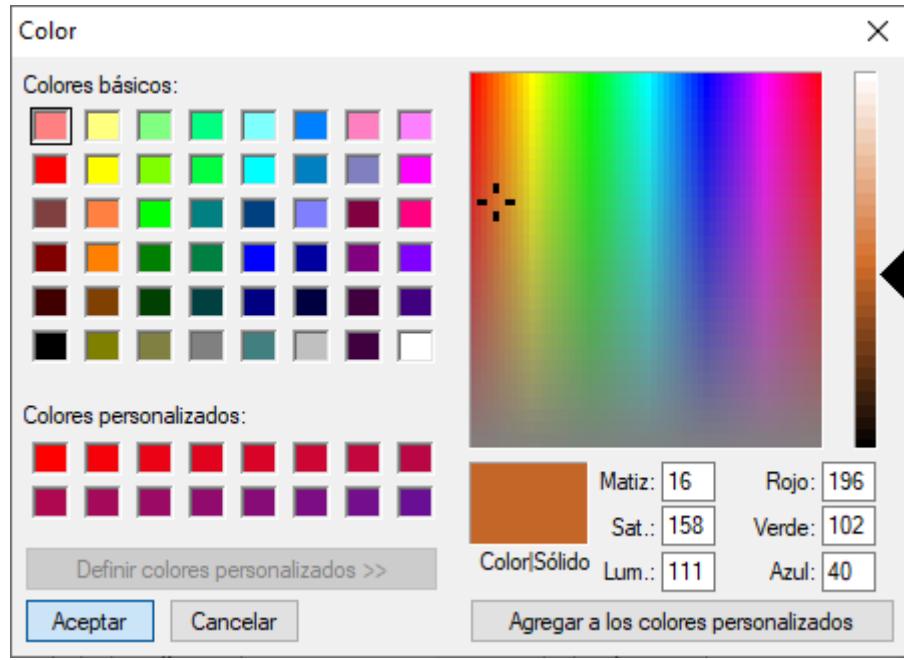


Se introduce la cota inicial (inferior) y final (superior) de los recintos (por ejemplo 0 y 3) y la capa en la que se han creado (en este ejemplo Recintos01).

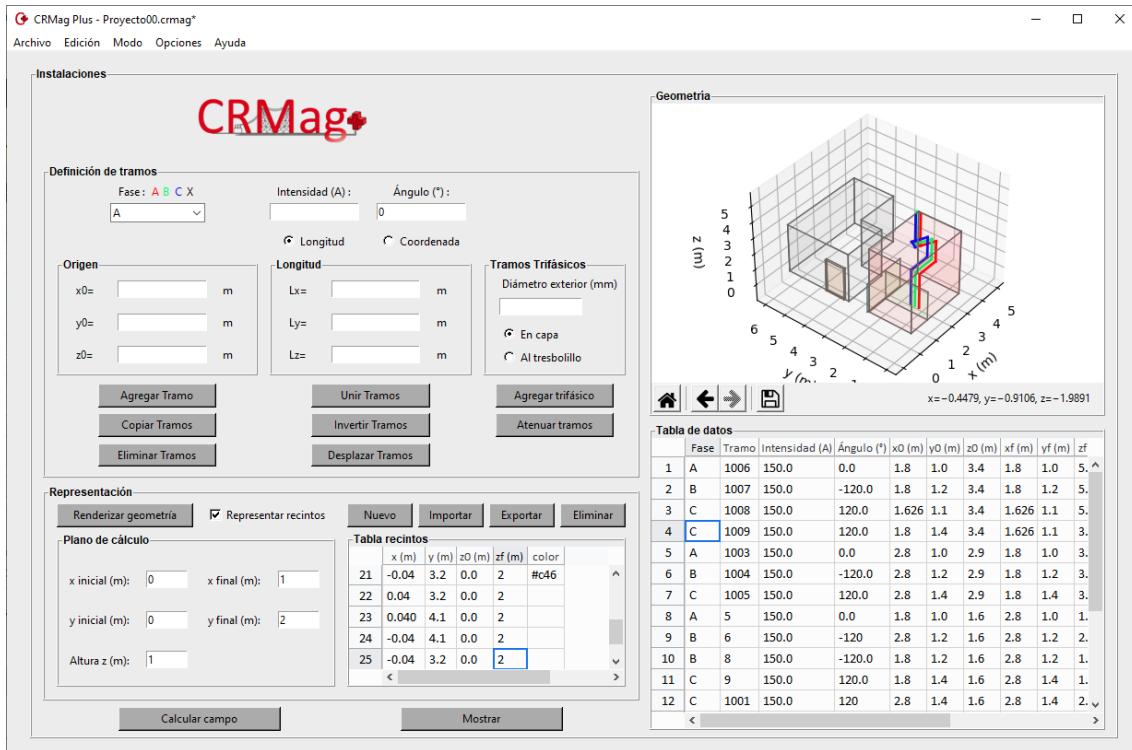


Hay que recordar siempre que si el programa no redibuja se puede forzar el redibujado con un clic derecho en la tabla de tramos o desactivando y activando el checkbox de Representar recintos. El software pide los colores de los recintos. Se puede elegir, por ejemplo, un gris para el habitáculo y un marrón para la puerta.



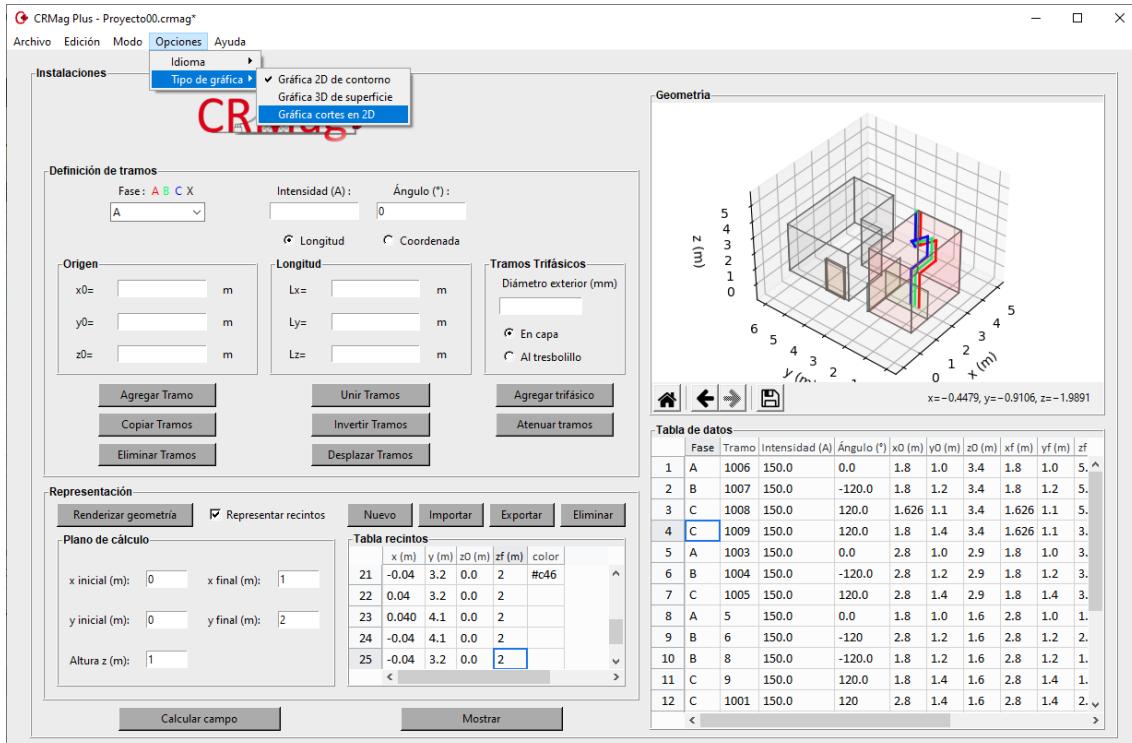


Hay que notar que la altura de todos los recintos importados es la misma, por lo que conviene editar la tabla y cambiar la coordenada zf (m) de las filas 21 a 25 por un 2. Si se eligen las filas que forman un recinto, el botón de eliminar permite eliminarlas.

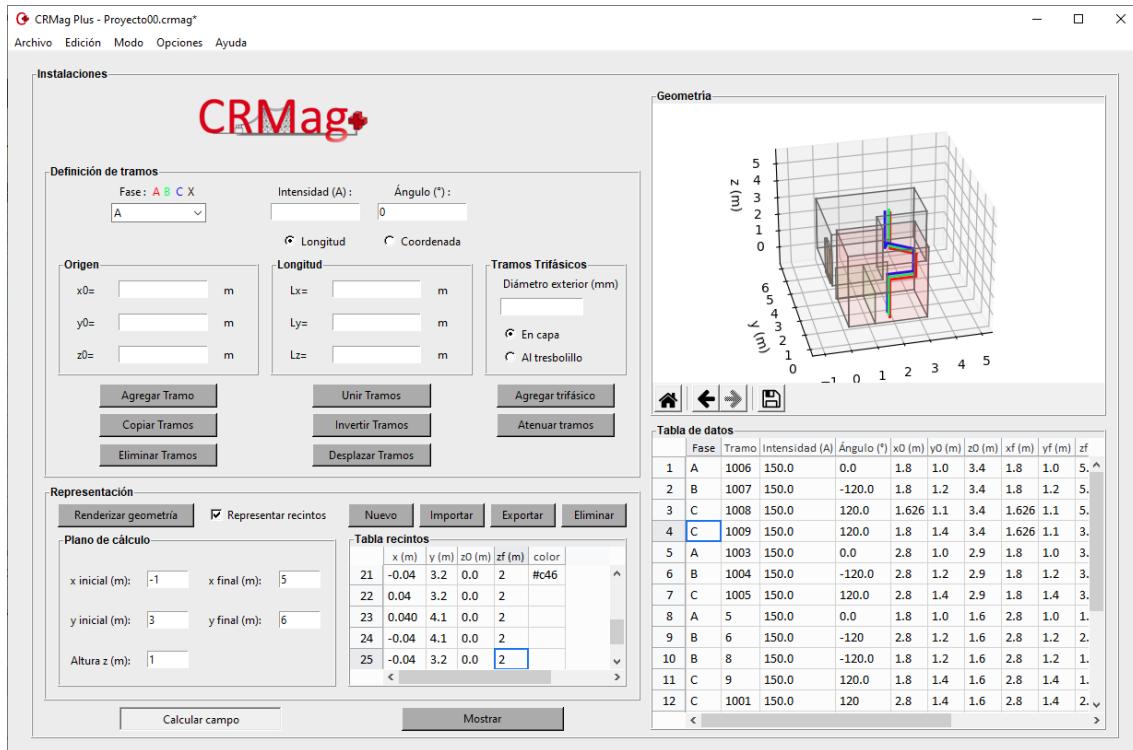


4.12 Campo en una línea

Para estudiar el campo en líneas rectas paralelas al eje X o al eje Y, se elige un plano de cálculo y se selecciona el menú *Opciones>Tipo de gráfica>Gráfica cortes en 2D*.



Al clicar en Calcular campo, el software pregunta cuál es el eje en el que se van a realizar los cortes fijando una coordenada. Por ejemplo, para ver el campo en la fachada donde está la puerta, se seleccionaría el eje X, ya que la fachada está situada en la coordenada X=0. El resultado se muestra en forma de curva. Para este ejemplo se elige como plano de cálculo el que tiene valores de x entre -1 y 5 y valores de y entre 3 y 6, con z=1.



Introducción de datos

Datos de la instalación:

Nº de tramos: 16
Nº de transformadores: 0

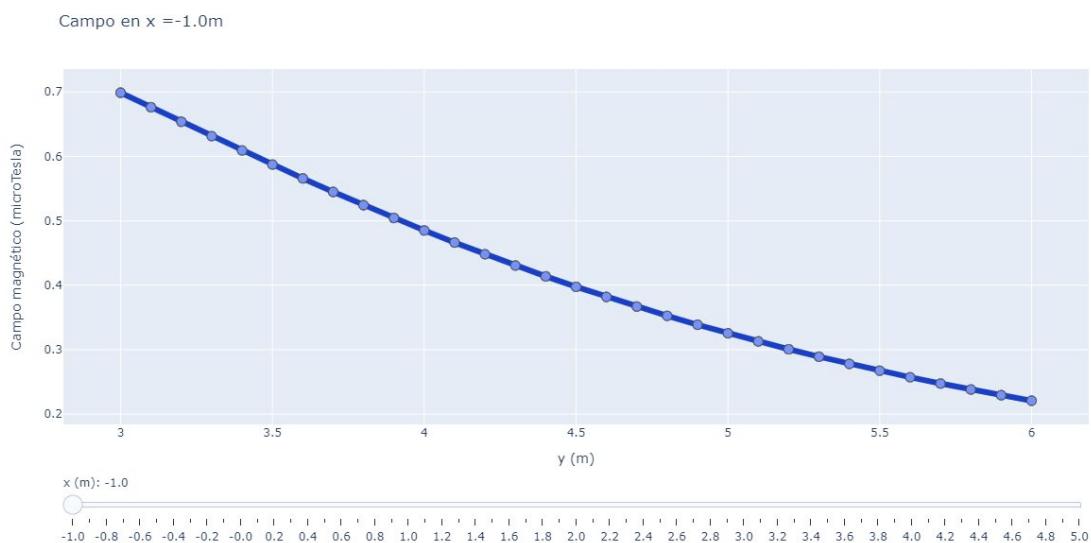
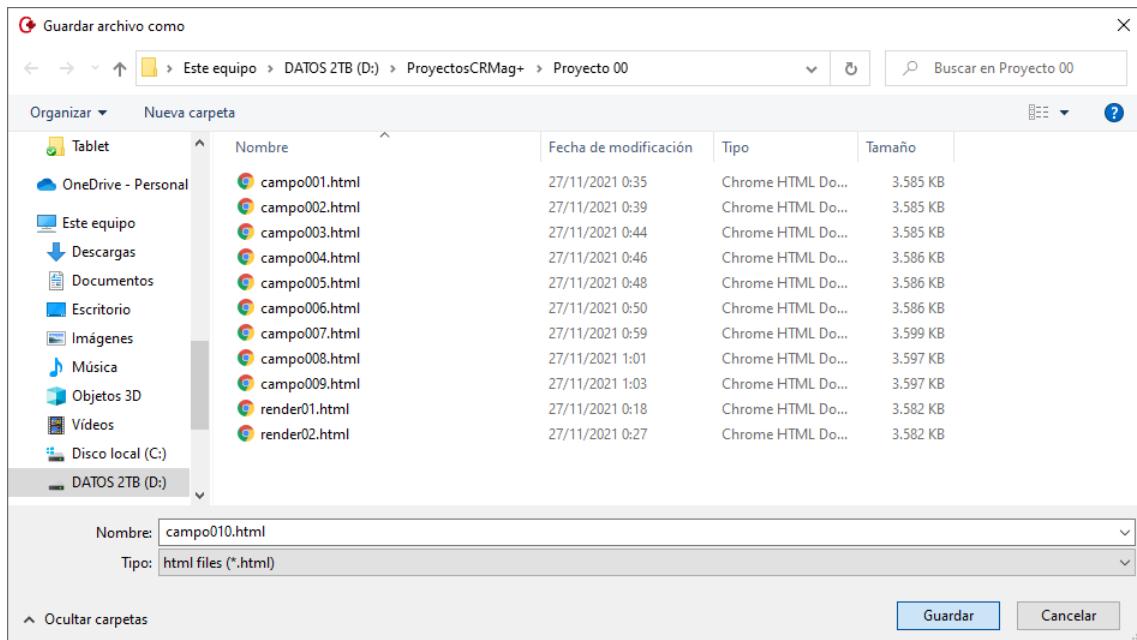
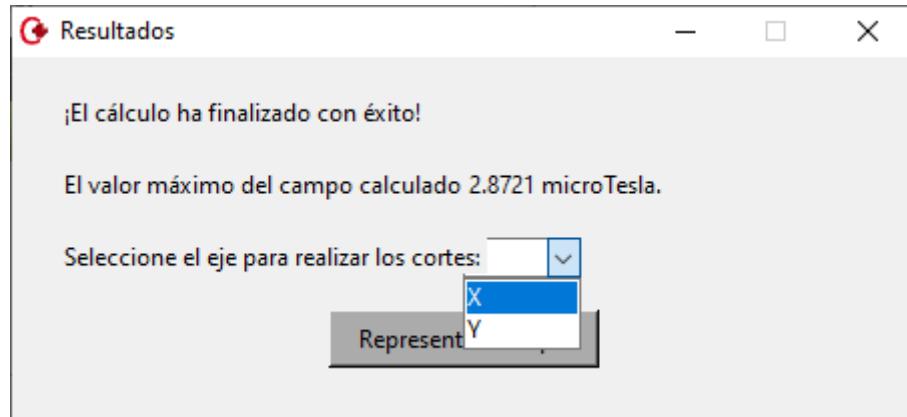
Incluir tramos en el cálculo

Nota: No se recomienda simular los tramos y los transformadores juntos.
Es más conveniente estudiar la influencia de cada elemento por separado.
Más información en el manual del software.

Parámetros de cálculo:

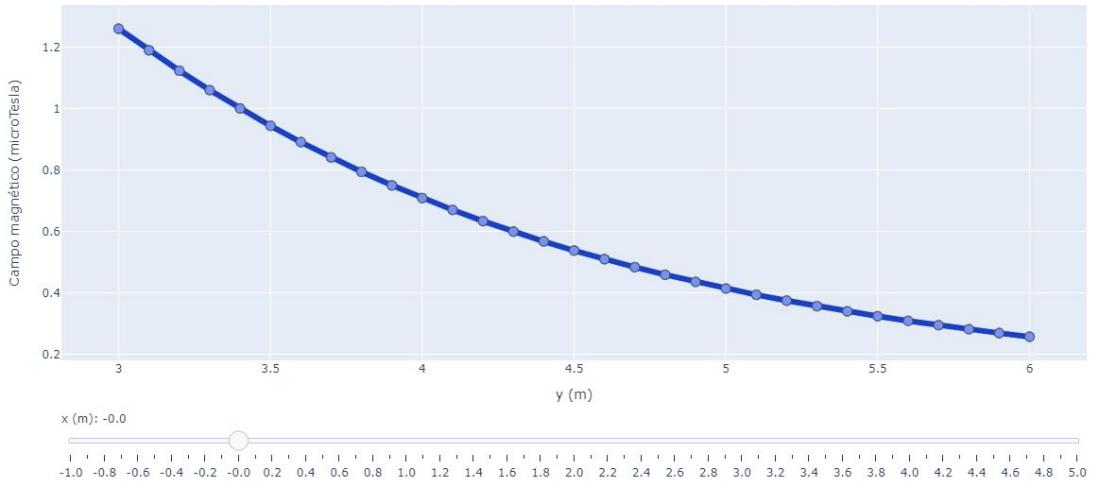
Separación x:	0.1
Separación y:	0.1
Puntos por tramo:	1000

Confirmar



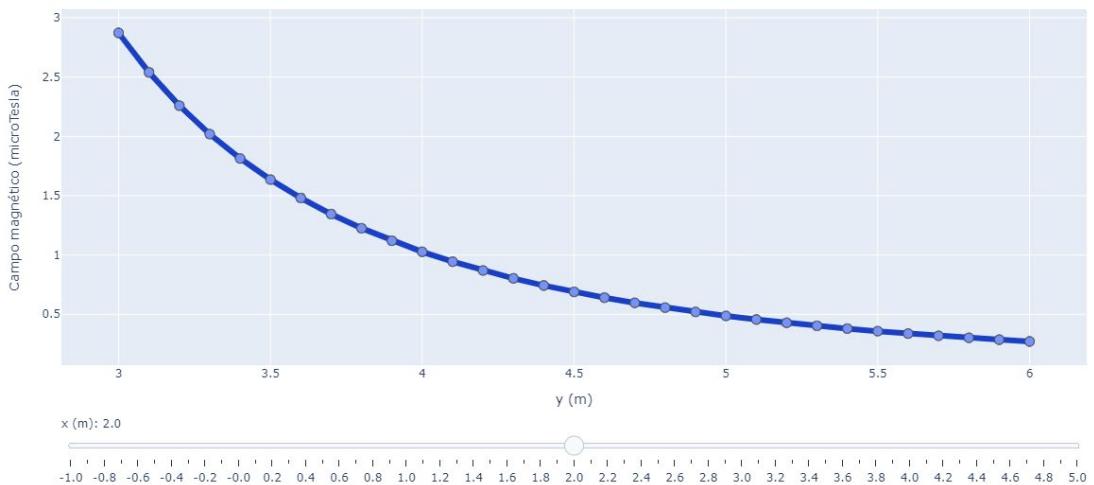
La slider inferior permite seleccionar los valores de X para los que se quiere representar el campo. Por ejemplo, para la fachada de la puerta se utilizaría X=0. Hay que notar que el eje horizontal representa en este caso la dimensión Y, ya que la dimensión X es fija y corresponde a la que se fija en la slider.

Campo en $x = -0.0\text{m}$

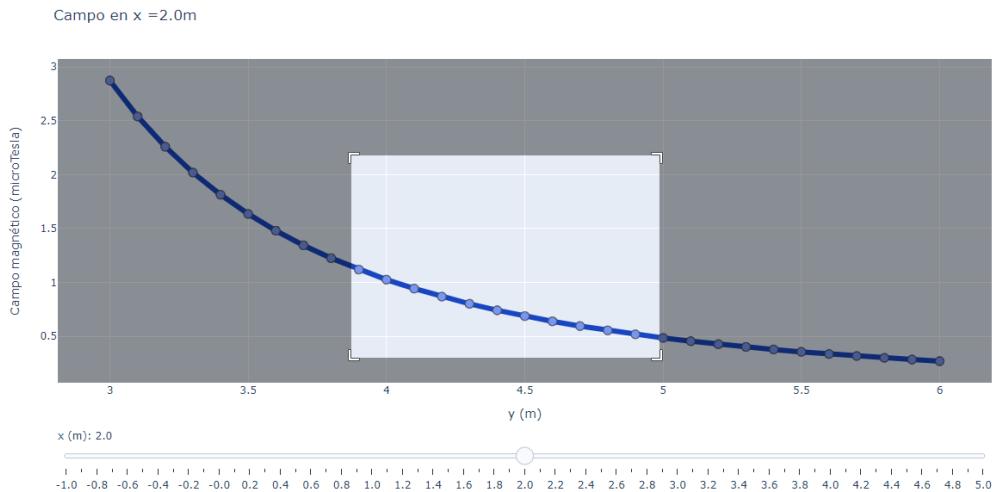


Si se quiere representar el campo en la fachada paralela que hay frente a la puerta, se puede elegir $X=2$.

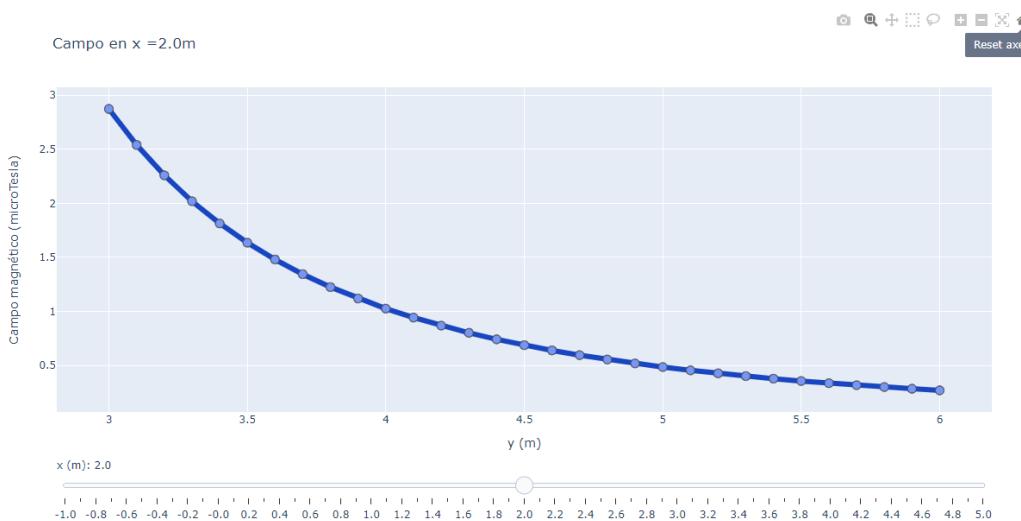
Campo en $x = 2.0\text{m}$



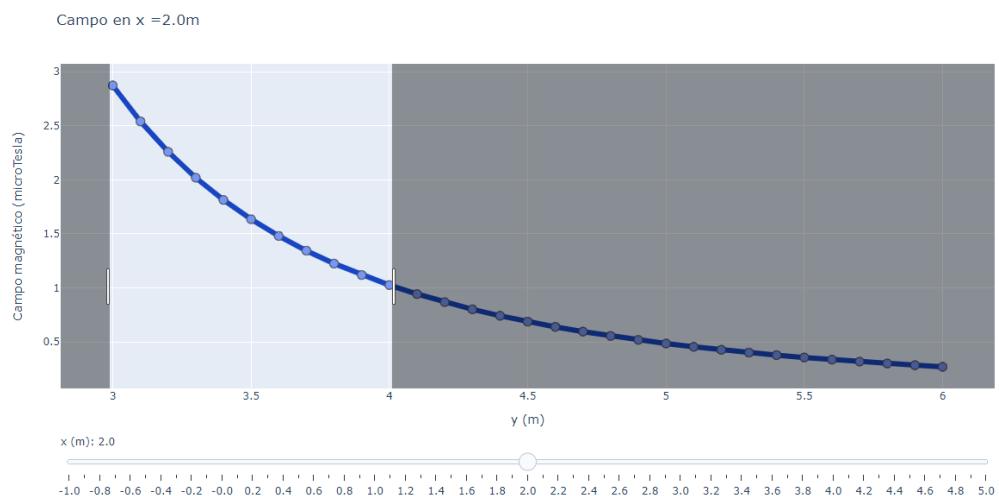
En este gráfico es sencillo utilizar todas las herramientas como en los demás. Para hacer un zoom a la zona de esta fachada se puede seleccionar un rectángulo.

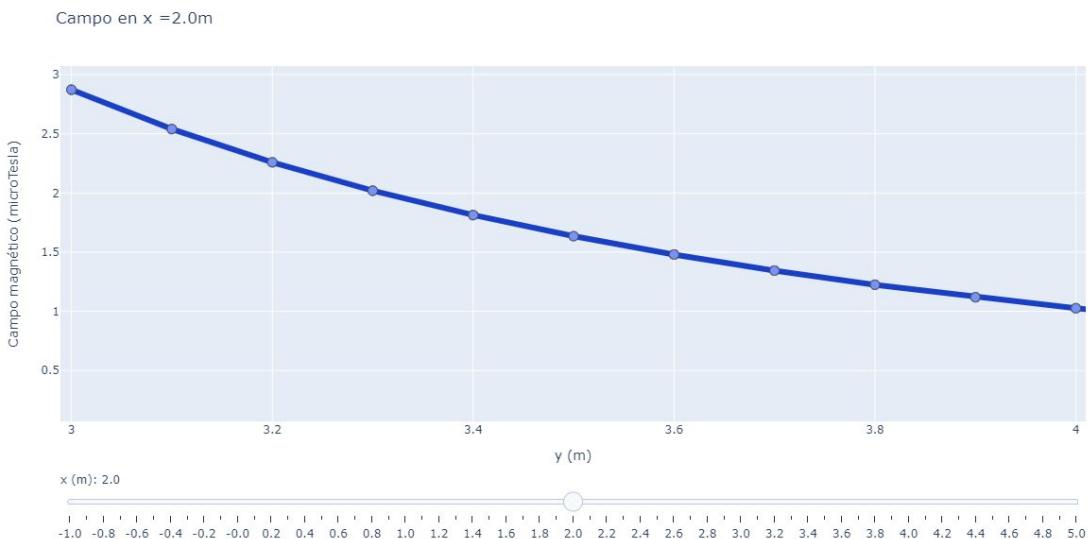


Si solo se quiere hacer zoom en el eje Y para limitarlo a los lindes de esta fachada, ese rectángulo debe ser lo más plano posible. Para ello se puede reiniciar la vista original mediante la casita o haciendo doble clic en la figura.

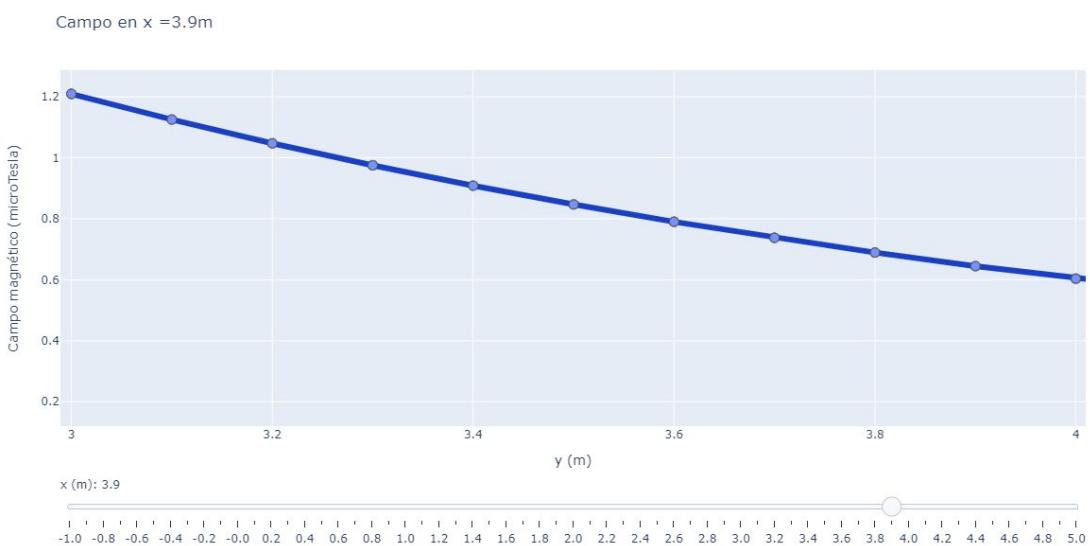


Una vez en la vista original se haría clic en un punto de $Y=3$ y arrastrar hacia la derecha hasta un punto en $Y=4$, sin desplazar en vertical para que el zoom solo afecte a este eje.



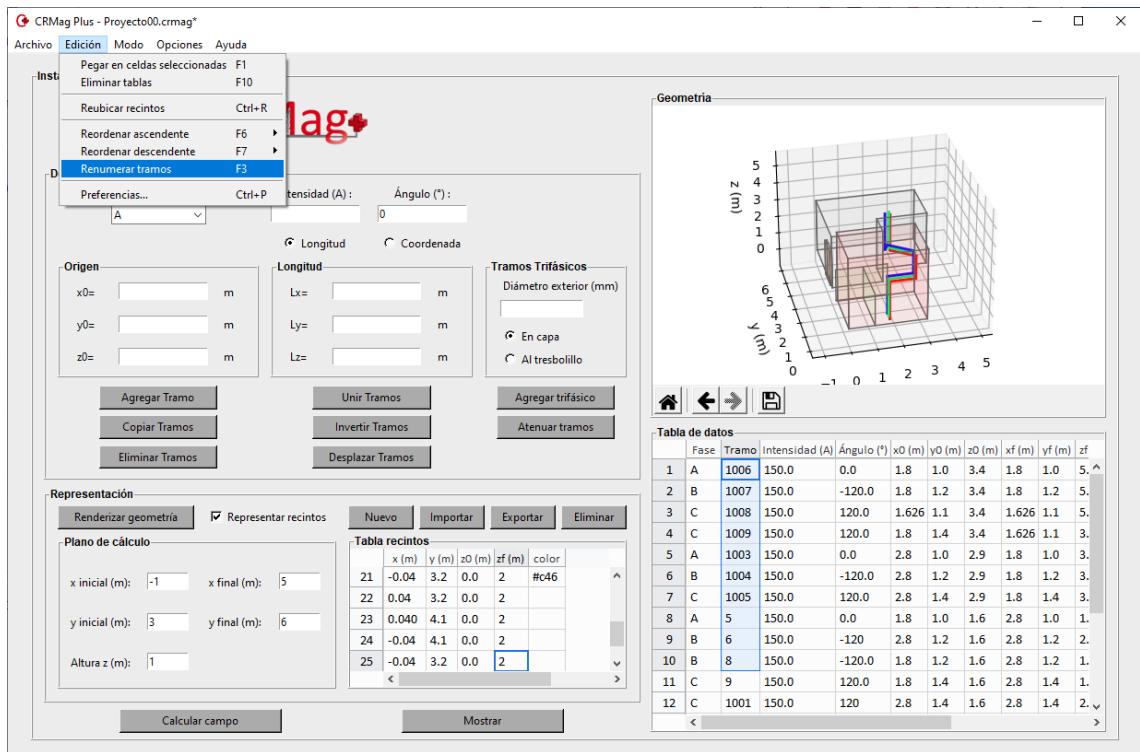
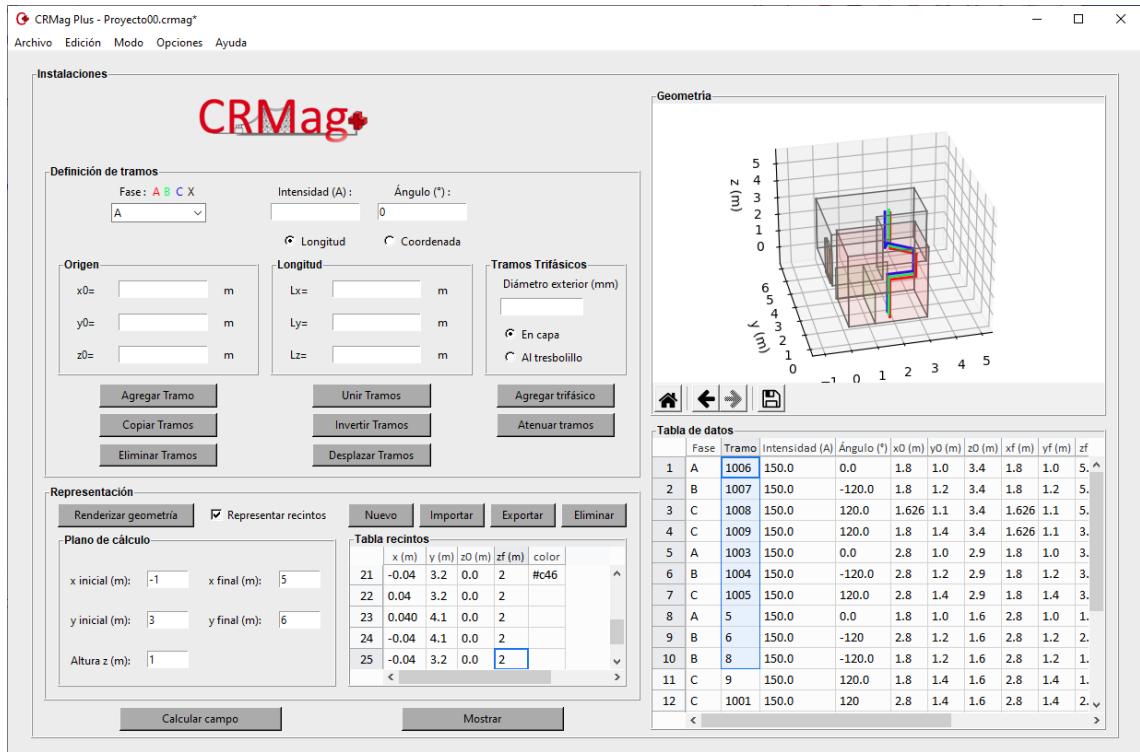


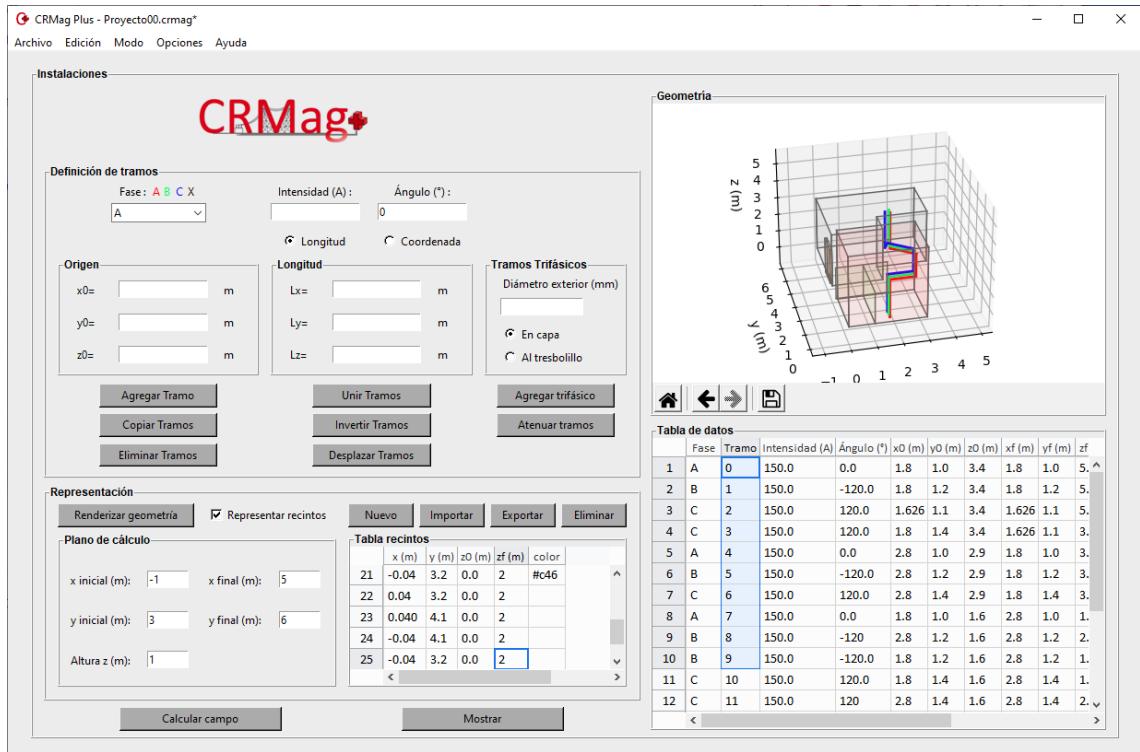
Con el zoom hecho se puede mover la slider para ver el resto de cortes paralelos en esa misma zona.



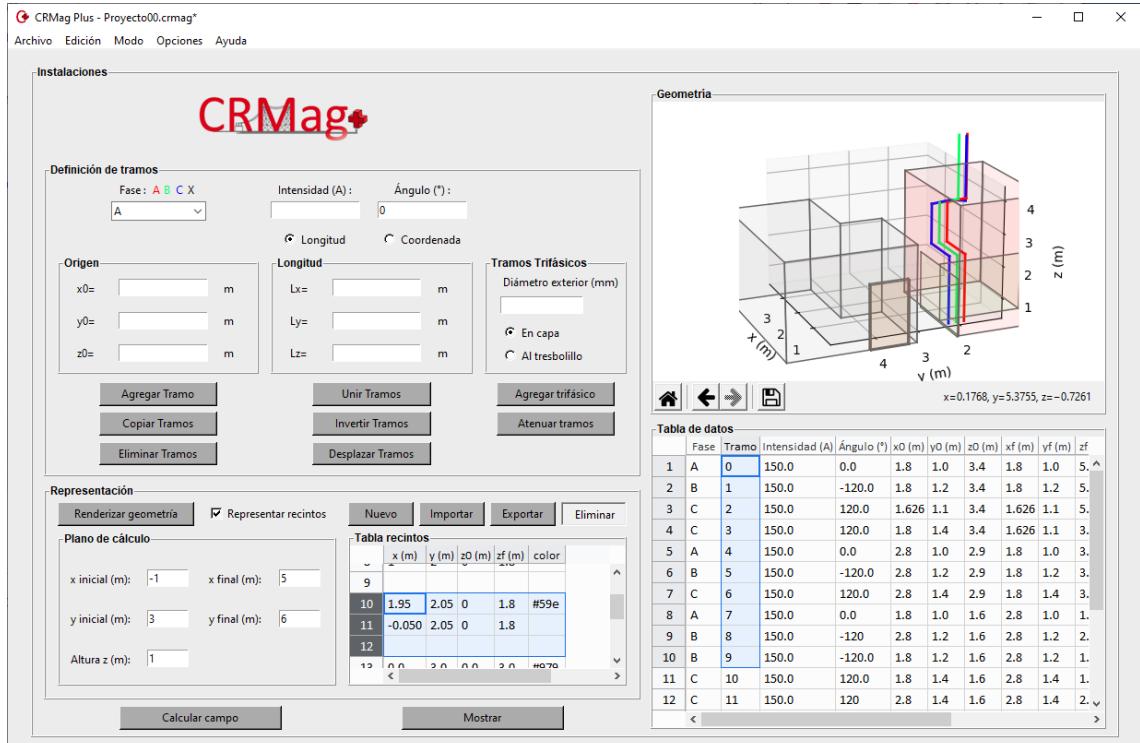
4.13 Comandos adicionales

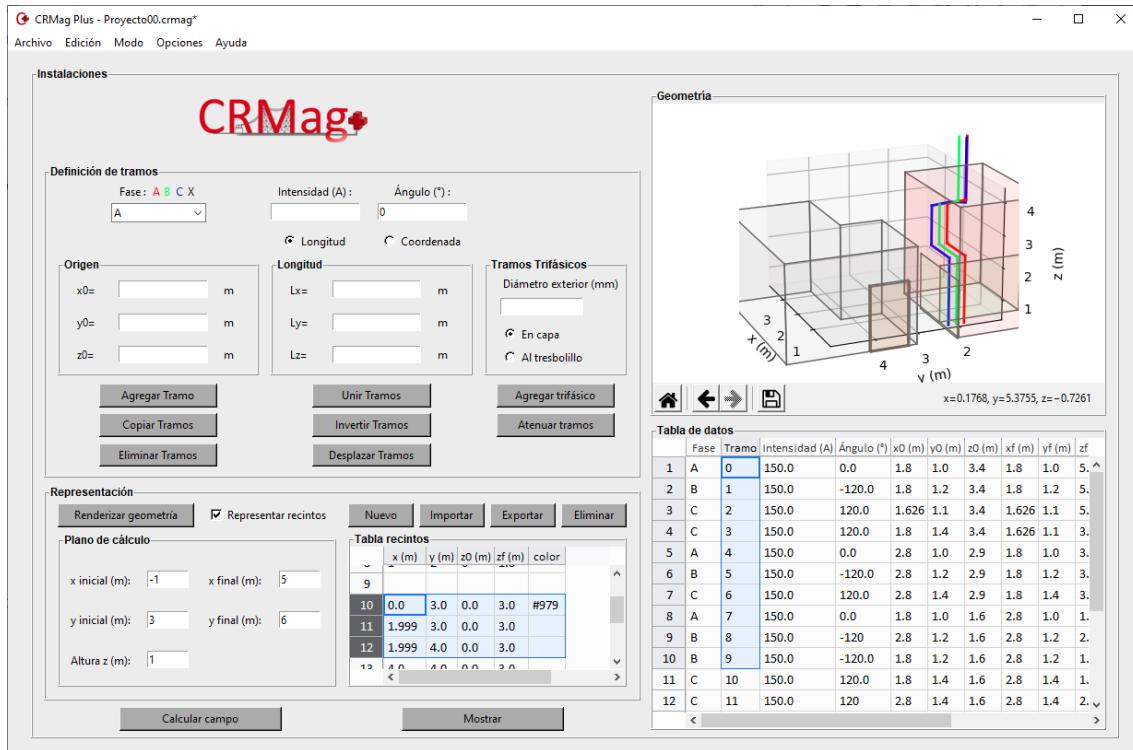
En el software, cuando la tabla ha sido reordenada es posible renombrar todos los tramos utilizando el menú *Edición>Renombrar tramos* o con el atajo de teclado **F3**.



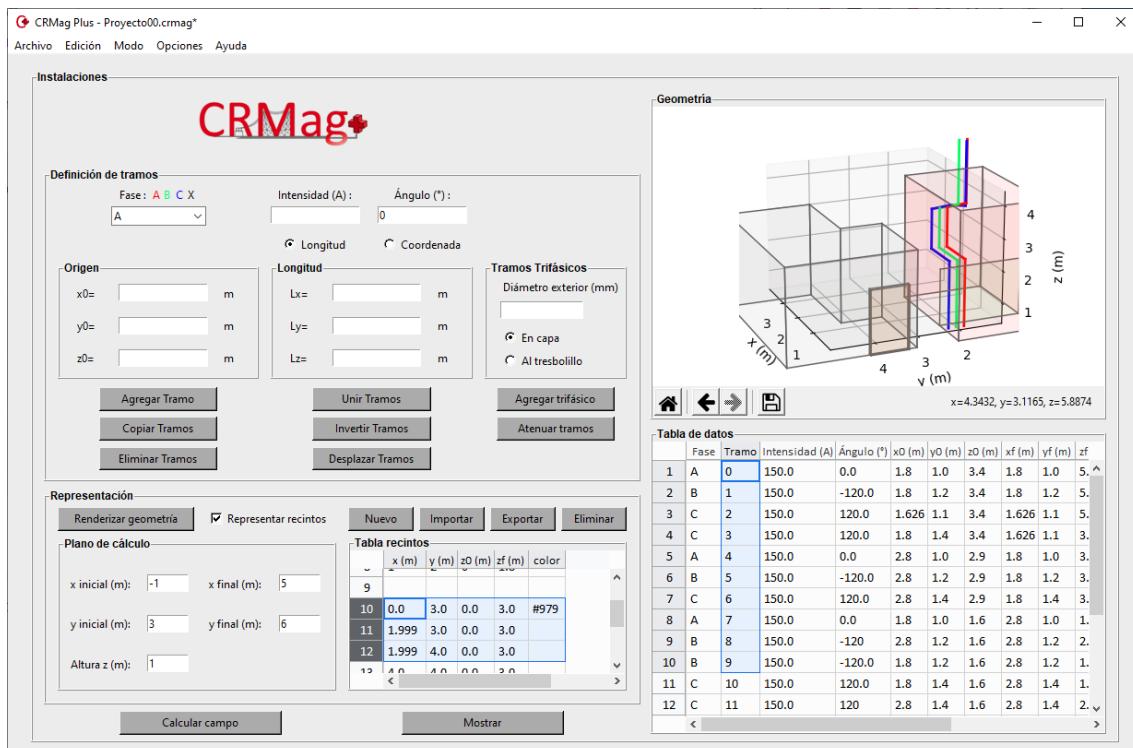


Para eliminar recintos se pueden seleccionar las filas que lo forman y utilizar el botón Eliminar. Por ejemplo, eliminando las filas 10 a 12 se borraría la segunda valla añadida.

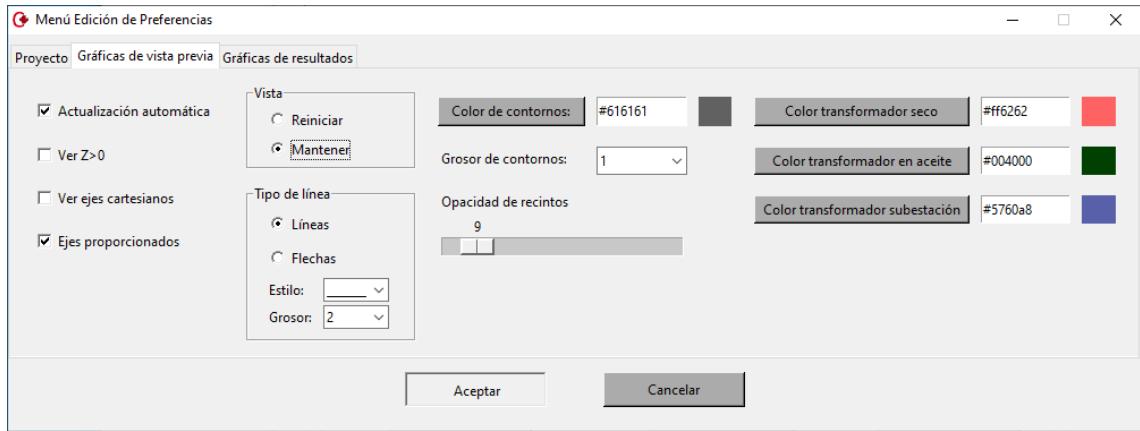




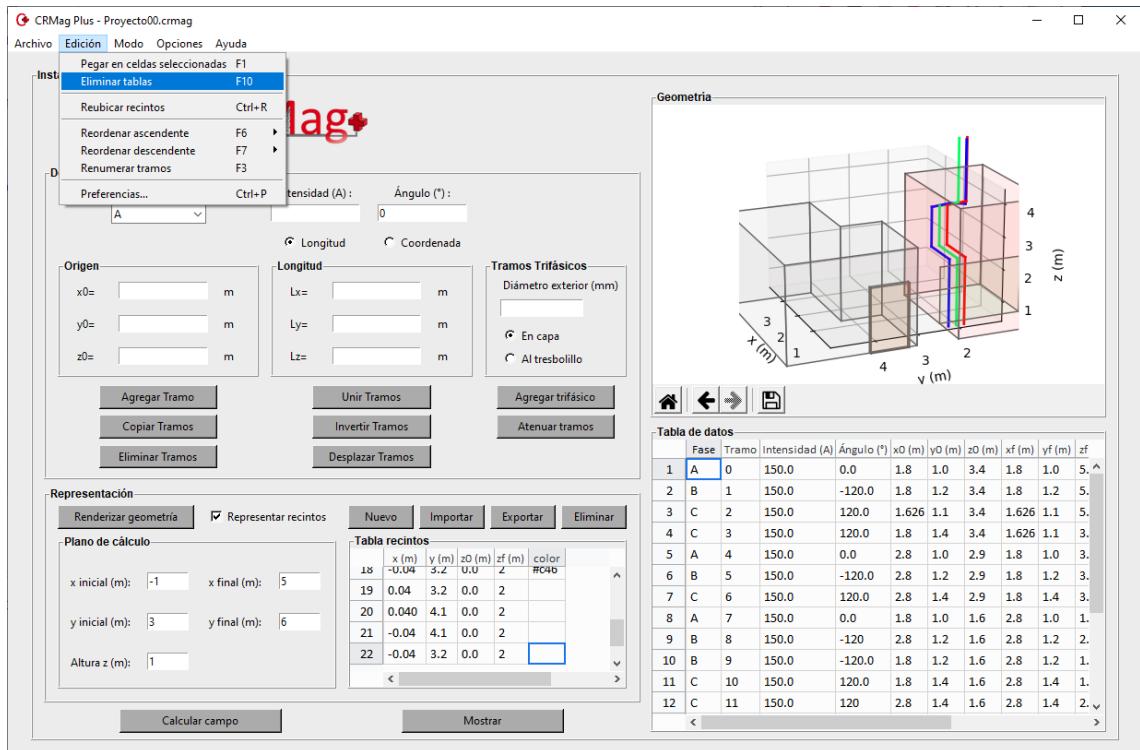
Tras completar esta acción y forzar el redibujado (si procede), la valla habrá desaparecido.

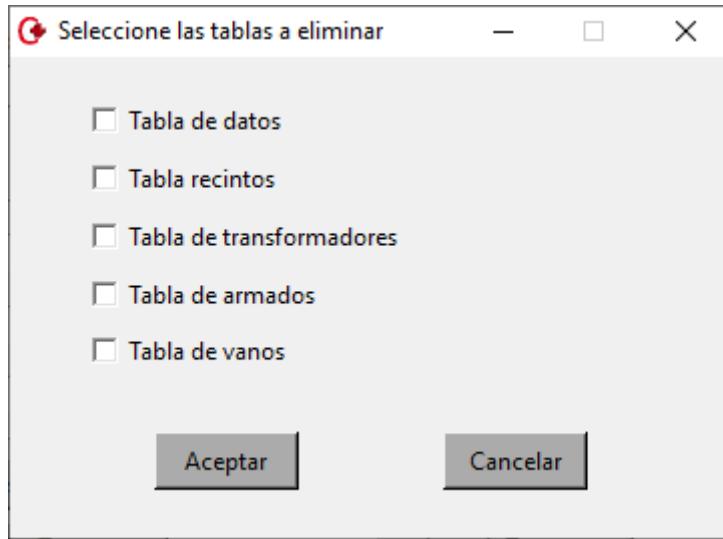


En el menú de preferencias, se puede activar la opción de Vista llamada Mantener, que permite que, al redibujar, se mantenga el giro y el zoom anterior en la gráfica de vista previa. Esto puede ser útil en casos como este en el que se quiere comprobar un cambio en una zona de la gráfica.



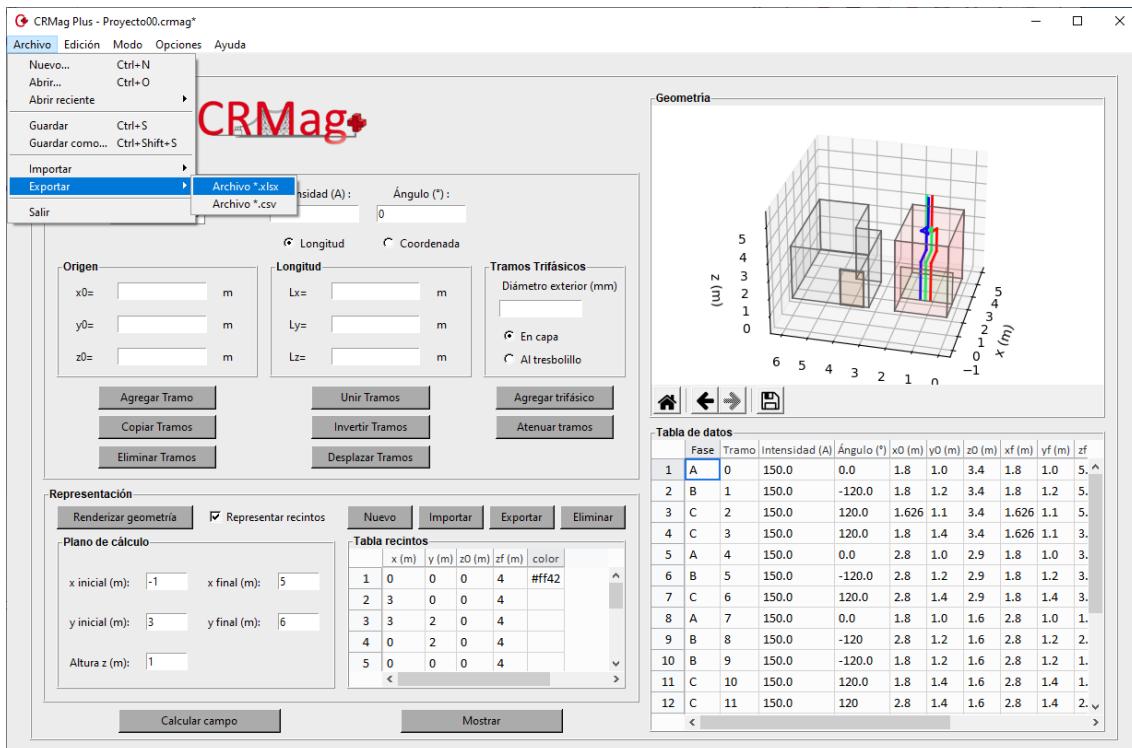
El menú **Edición>Eliminar tablas**, o el atajo de teclado **F10**, permite eliminar todas las tablas del proyecto (o algunas de ellas). Antes de ejecutar acciones de este tipo, es muy conveniente guardar el proyecto o hacer una copia del mismo.

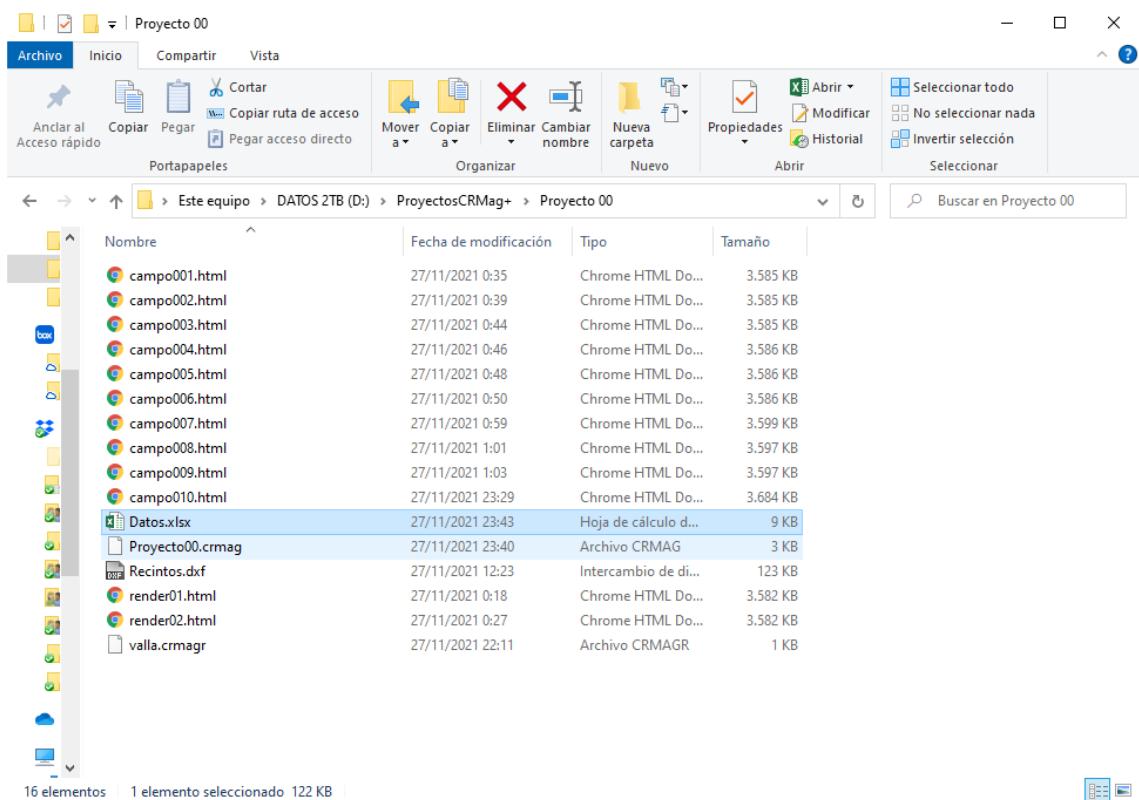
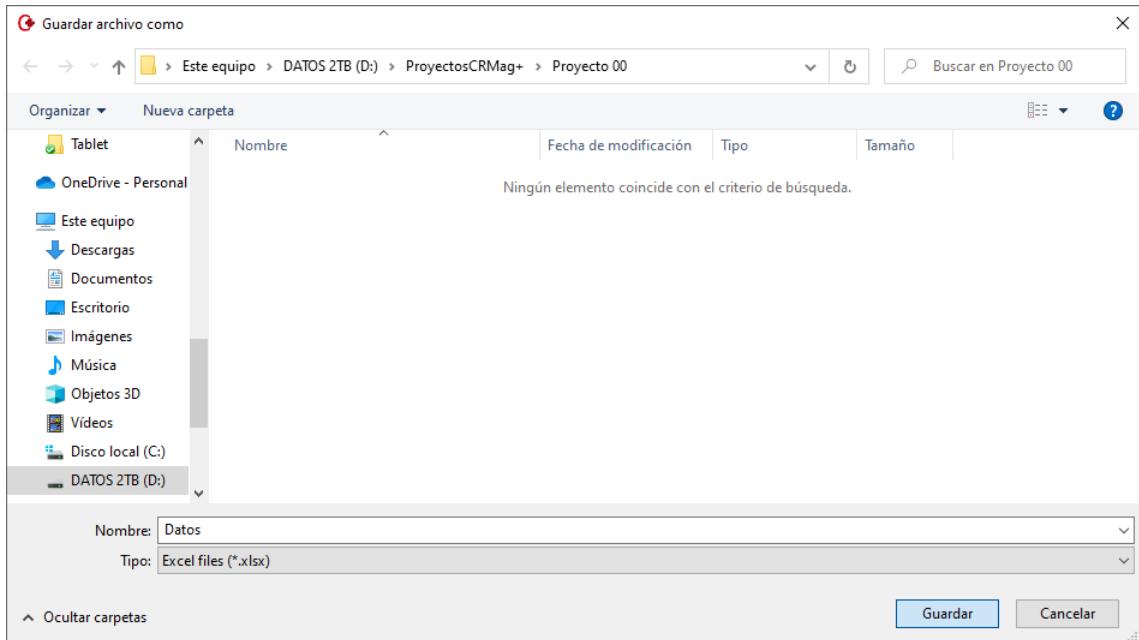




En el menú que aparece se eligen las tablas a eliminar y se clica en aceptar.

Con el menú *Archivo>Exportar>Archivo *.xlsx* se puede exportar el contenido de las tablas del proyecto a un libro de Microsoft Excel, organizadas en diferentes hojas.





Microsoft Excel - Datos.xlsx [Grupo] - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Desarrollador Acrobat Indicar... Carlos Rol... Compartir

Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

A1 Fase

Tabla de datos Tabla recintos Tabla de transformación ...

1 Fase Tramo Intensidad (A) Ángulo(°) x0 (m) y0 (m) z0 (m) xf (m) yf (m) zf (m) Apantallado

2 A 0 150 0 1.8 1 3.4 1.8 1 5.4 0

3 B 1 150 -120 1.8 1.2 3.4 1.8 1.2 5.4 0

4 C 2 150 120 1.6268 1.1 3.4 1.6268 1.1 5.4 0

5 C 3 150 120 1.8 1.4 3.4 1.6268 1.1 3.4 0

6 A 4 150 0 2.8 1 2.9 1.8 1 3.4 0

7 B 5 150 -120 2.8 1.2 2.9 1.8 1.2 3.4 0

8 C 6 150 120 2.8 1.4 2.9 1.8 1.4 3.4 0

9 A 7 150.0 0.0 1.8 1.0 1.6 2.8 1.0 1.6 0

10 B 8 150.0 -120.0 2.8 1.2 1.6 2.8 1.2 2.90000000 0

11 B 9 150.0 -120.0 1.8 1.2 1.6 2.8 1.2 1.6 0

12 C 10 150.0 120.0 1.8 1.4 1.6 2.8 1.4 1.6 0

13 C 11 150.0 120 2.8 1.4 1.6 2.8 1.4 2.90000000 0

14 A 12 150.0 0.0 2.8 1.0 1.6 2.8 1.0 2.90000000 0

15 A 13 150.0 0.0 1.8 1.0 -0.6 1.8 1.0 1.6 0

16 C 14 150.0 120 1.8 1.4 -0.6 1.8 1.4 1.6 0

17 B 15 150.0 -120.0 1.8 1.2 -0.6 1.8 1.2 1.6 0

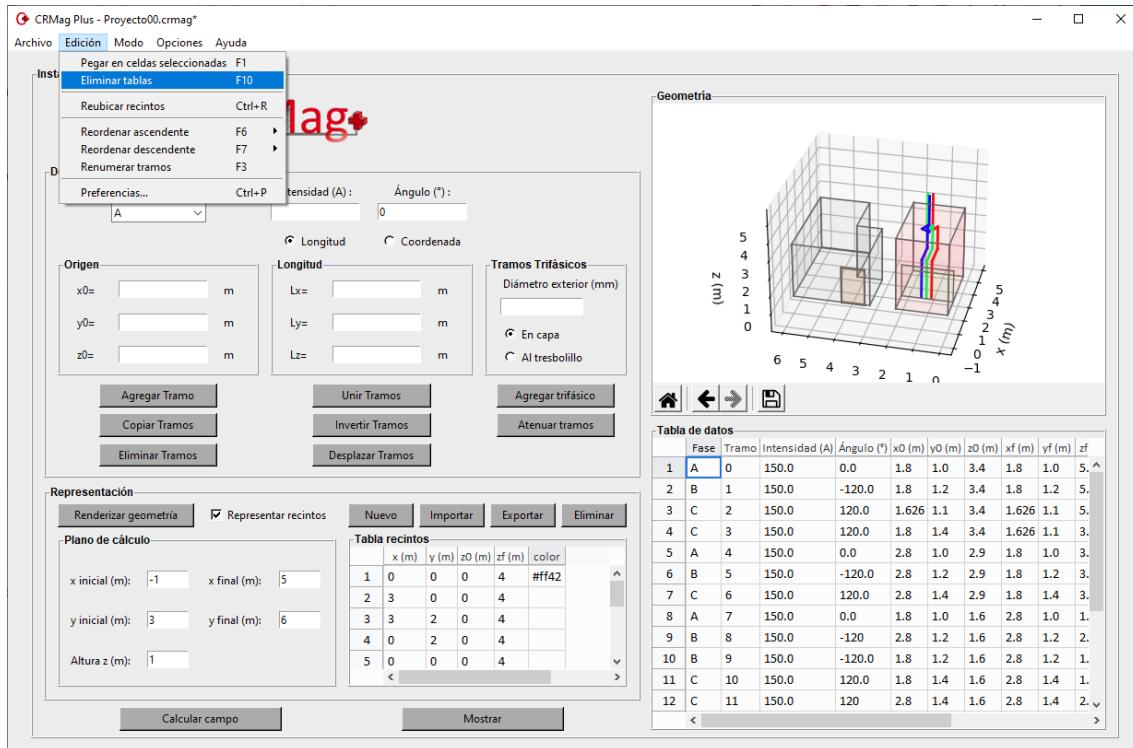
18

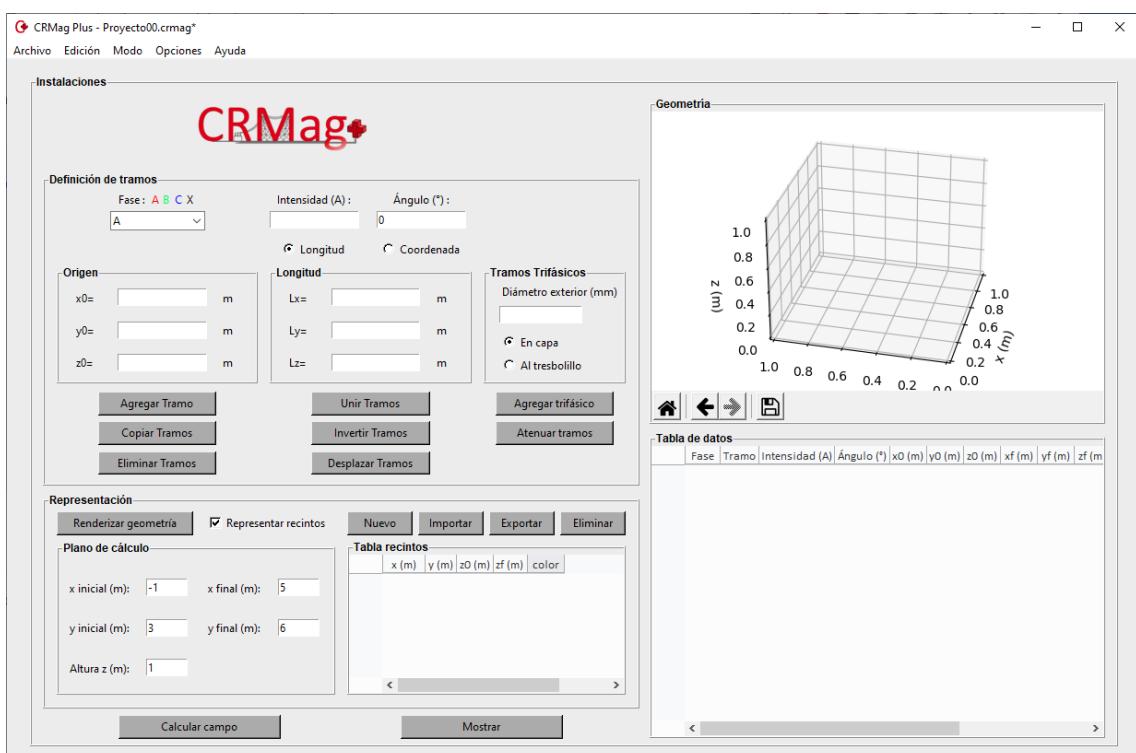
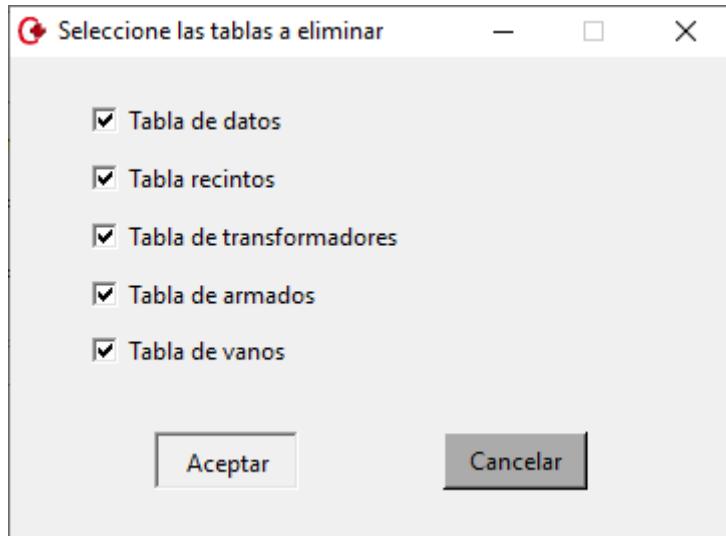
19

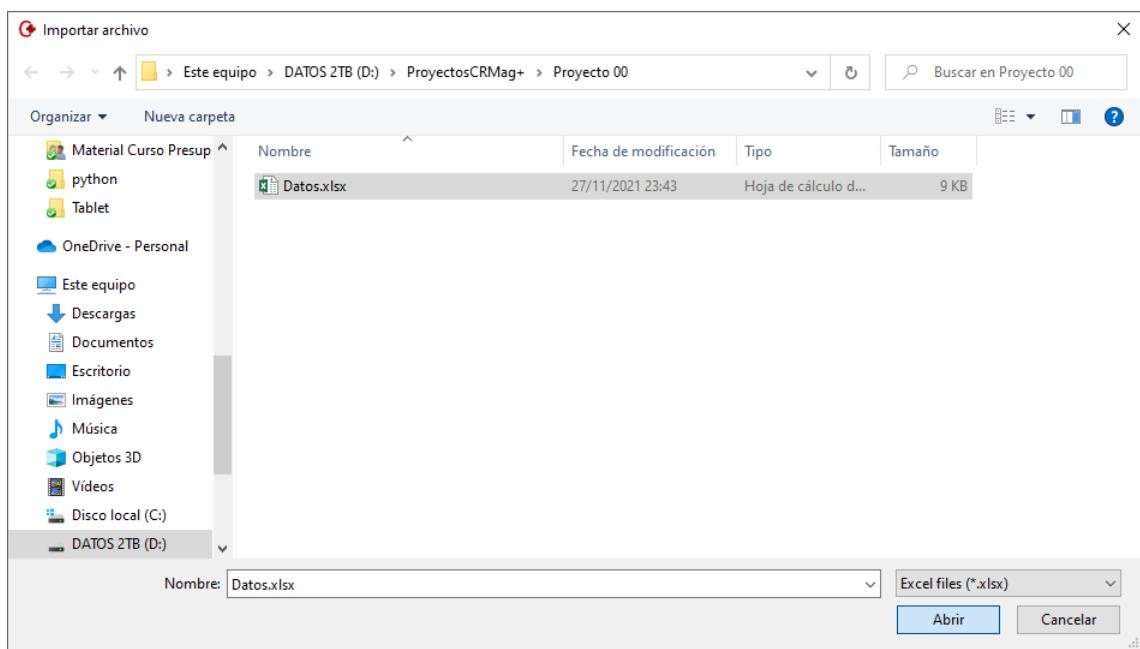
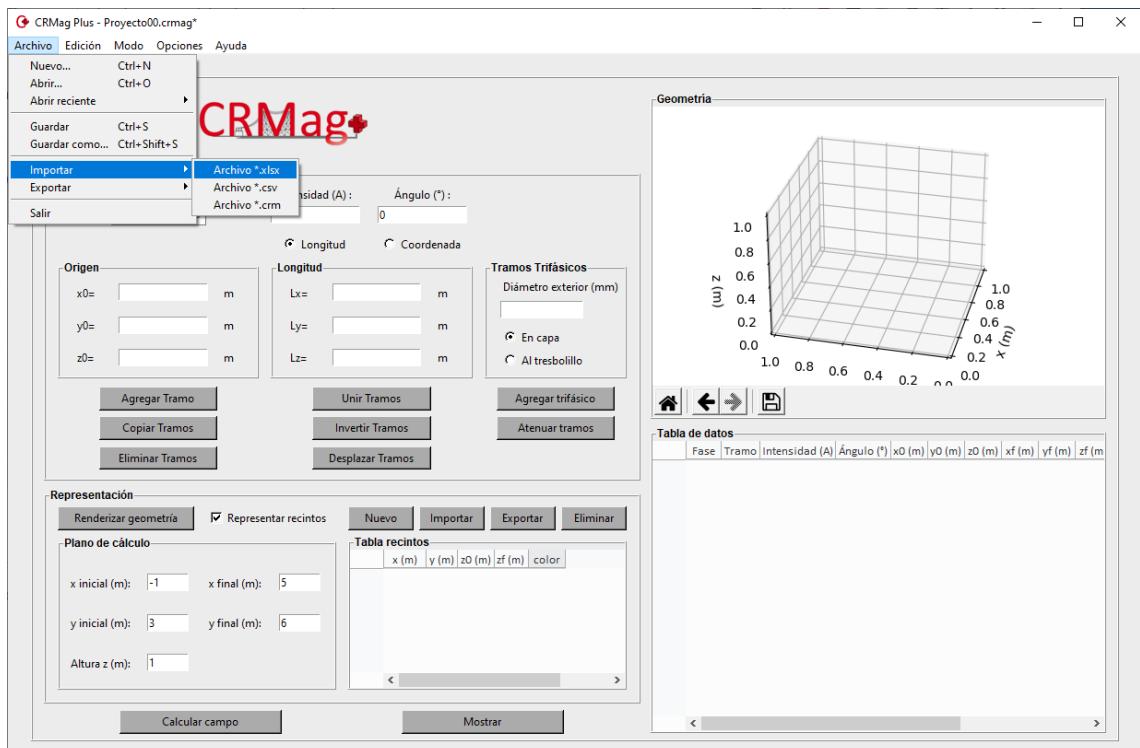
20

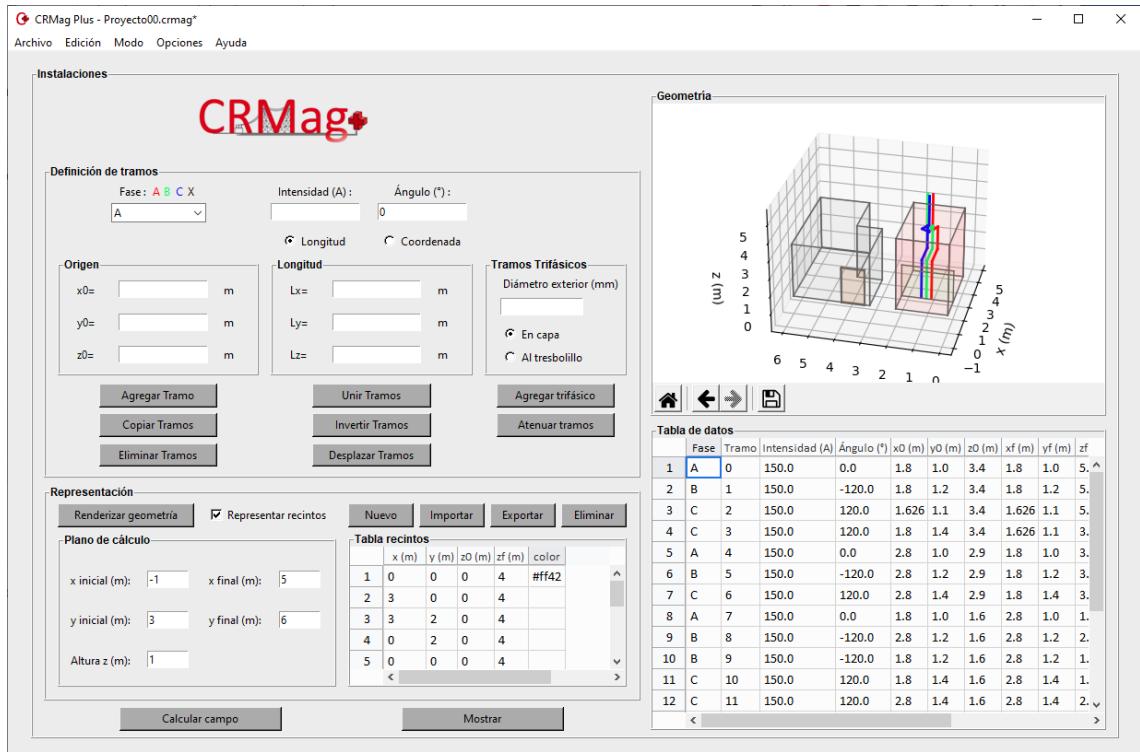
100 %

Tras editar este archivo se podría ejecutar la acción inversa, es decir, importarlo utilizando el menú *Archivo>Importar>Archivo *.xlsx*. Para comprobarlo, se pueden eliminar todas las tablas e importar los datos del libro de Microsoft Excel.

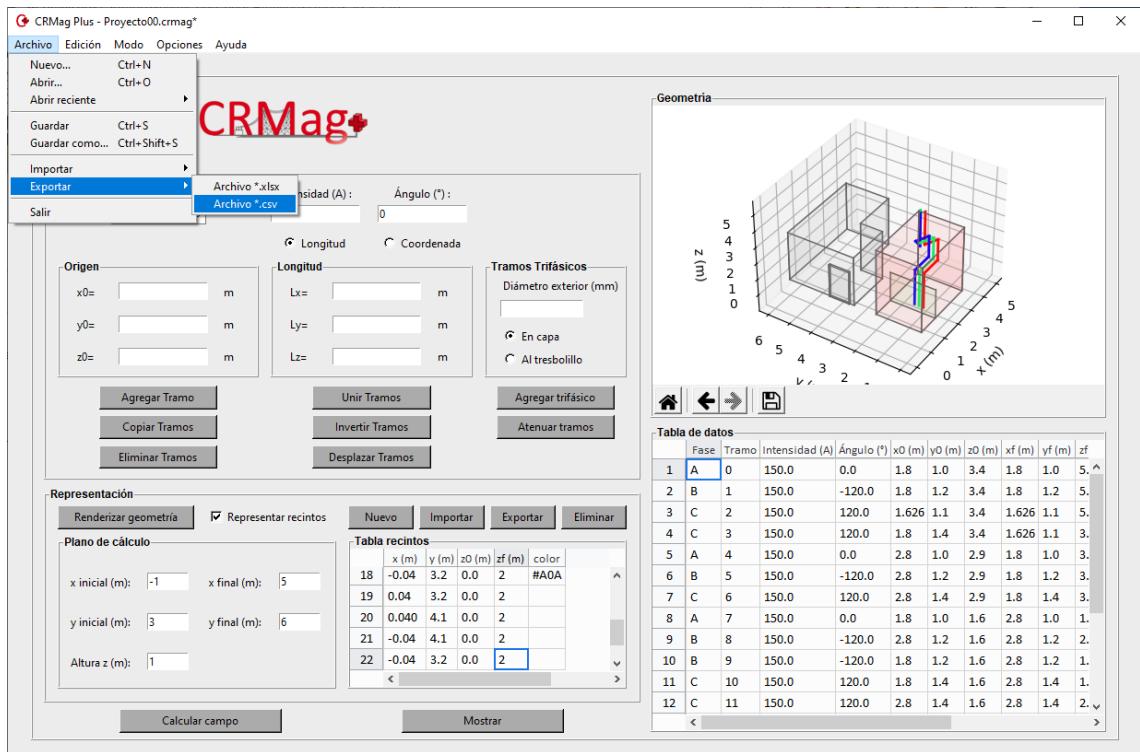


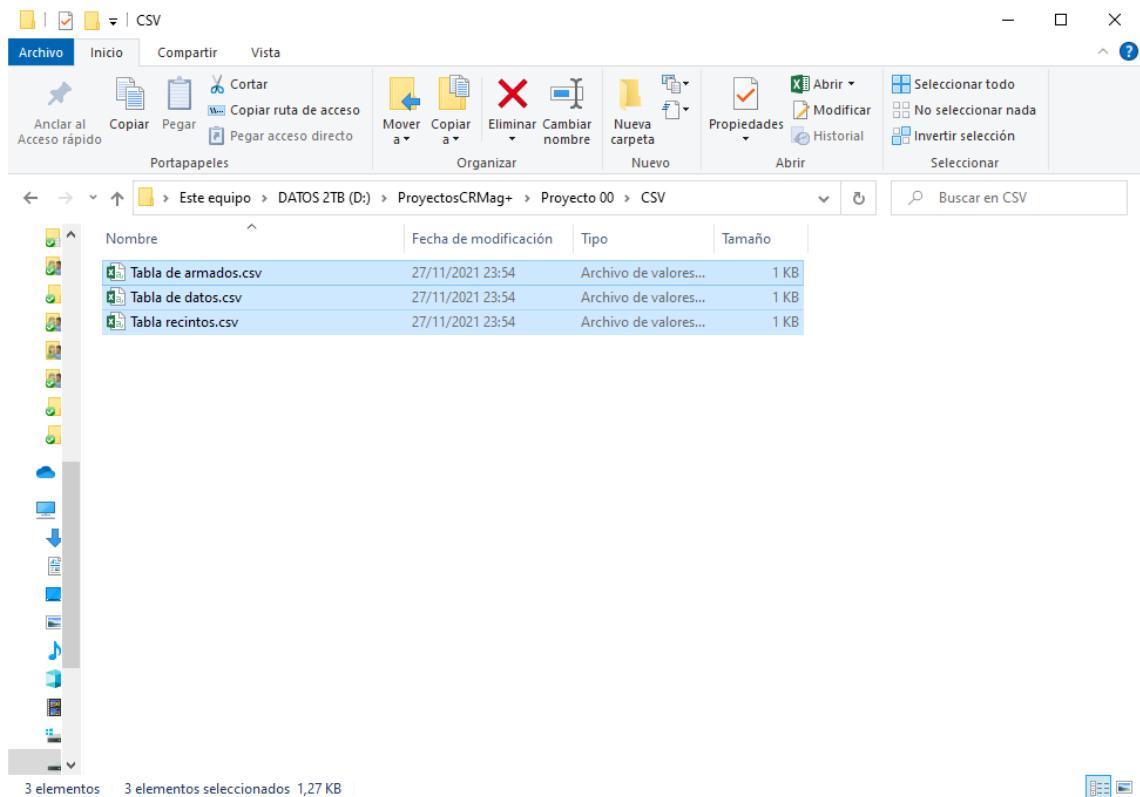
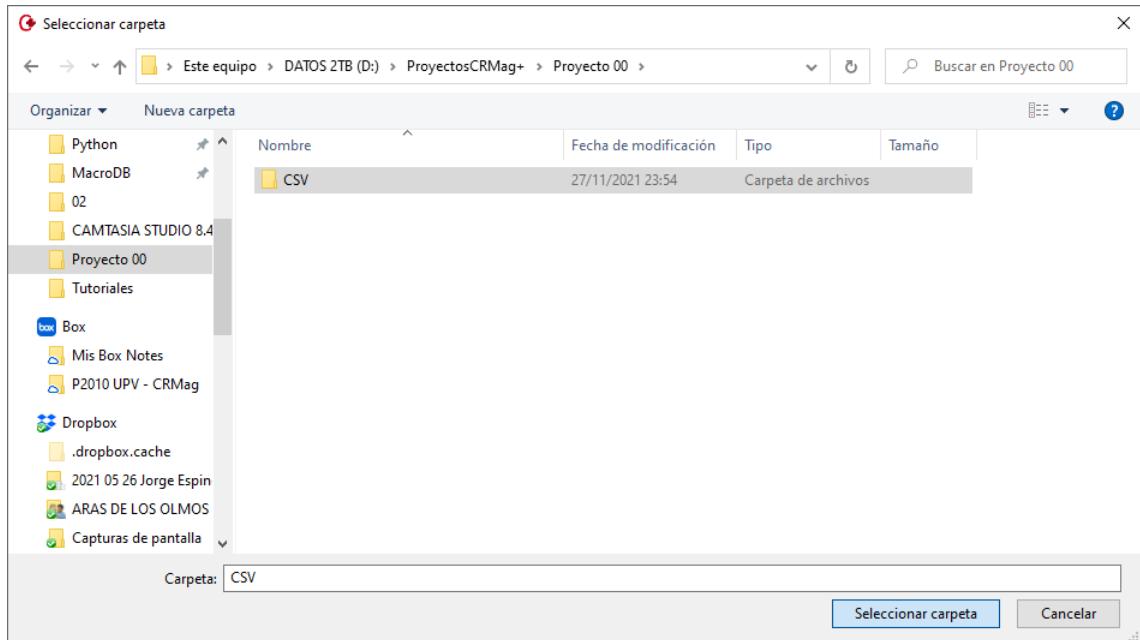




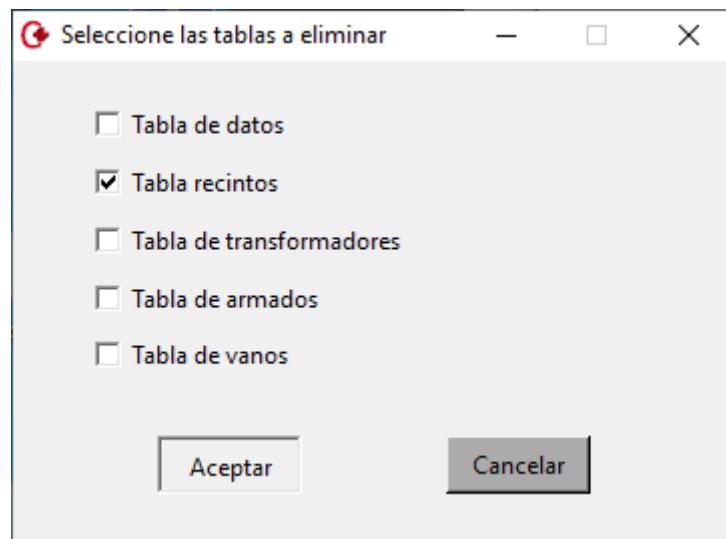
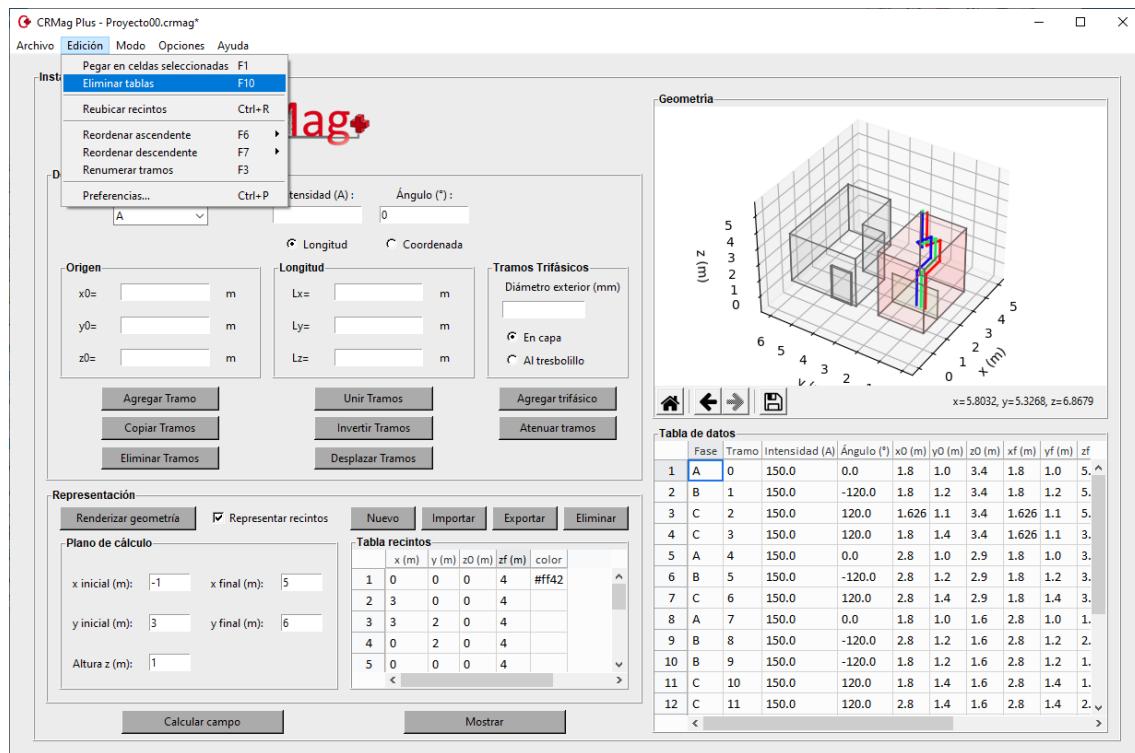


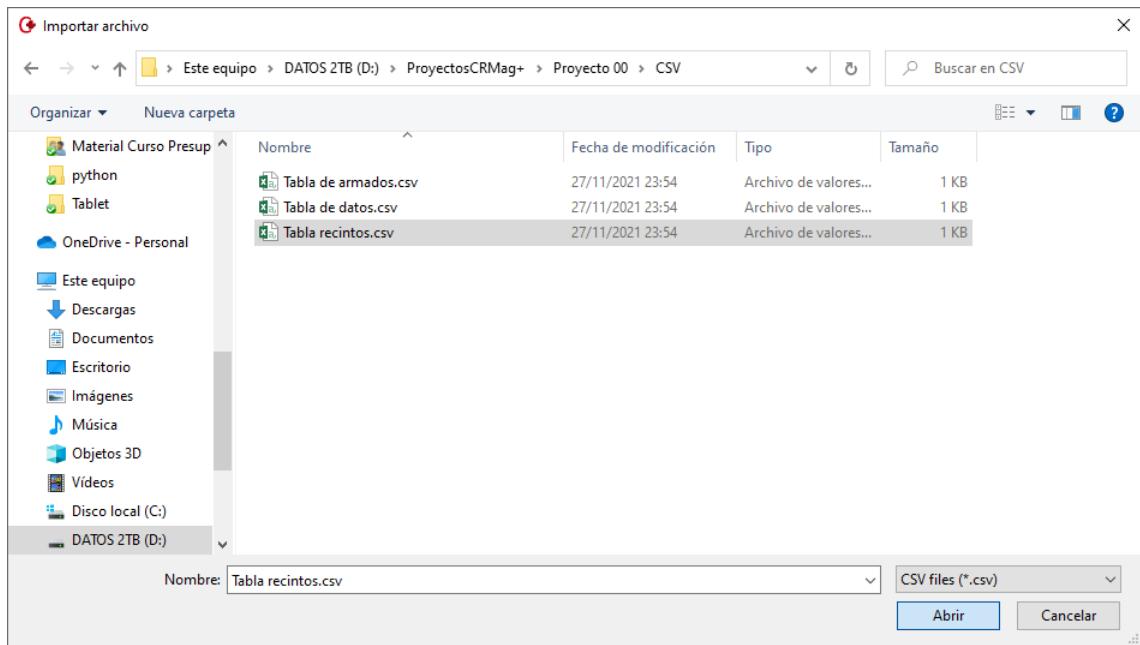
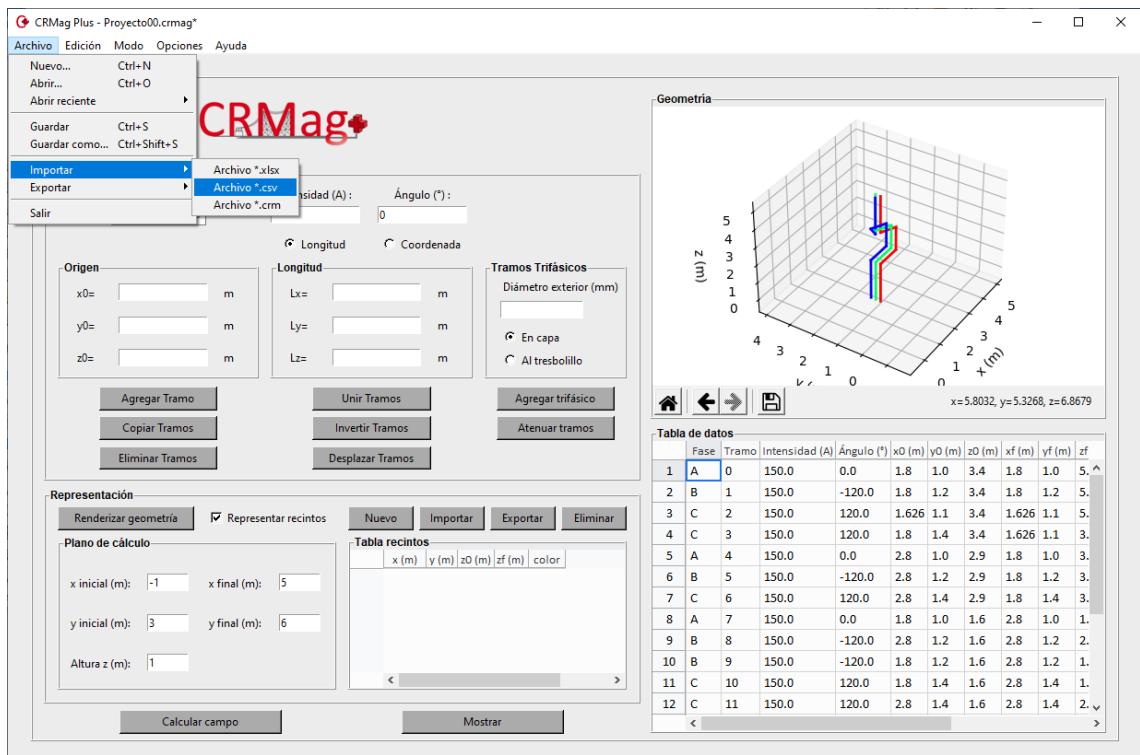
Análogamente, el menú *Archivo>Exportar>Archivo *.csv* permite elegir un directorio al que exportar las tablas del proyecto en archivos de valores delimitados por comas, con extensión **.csv*.

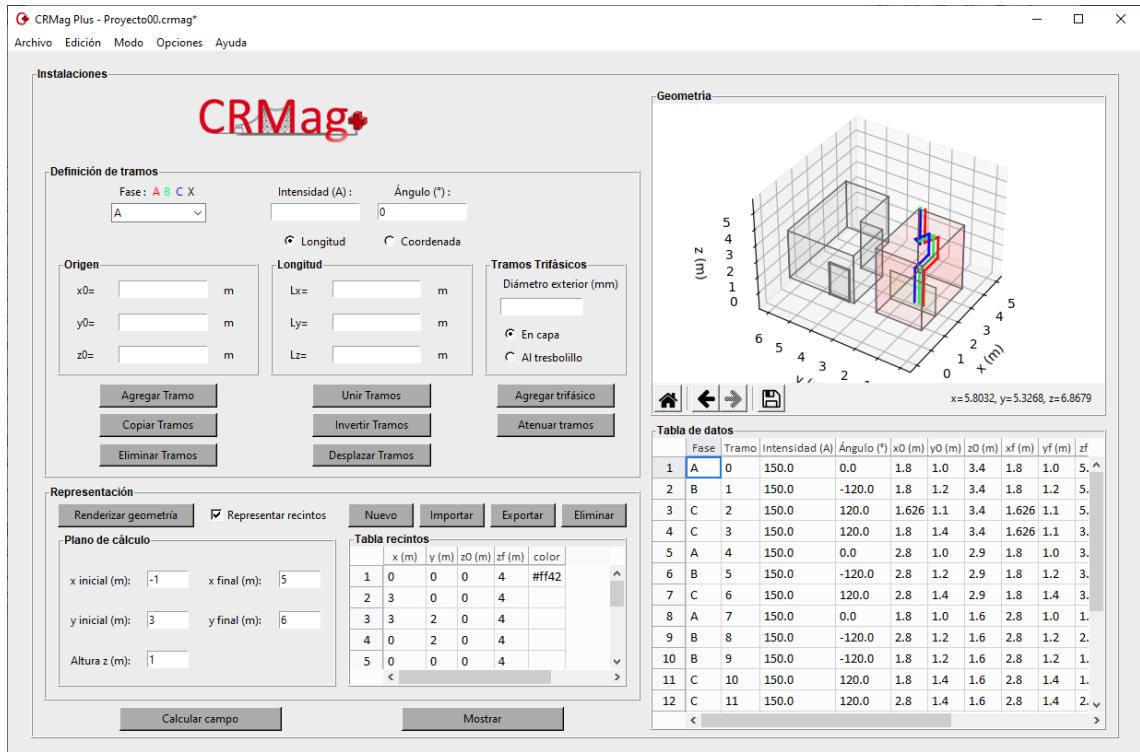




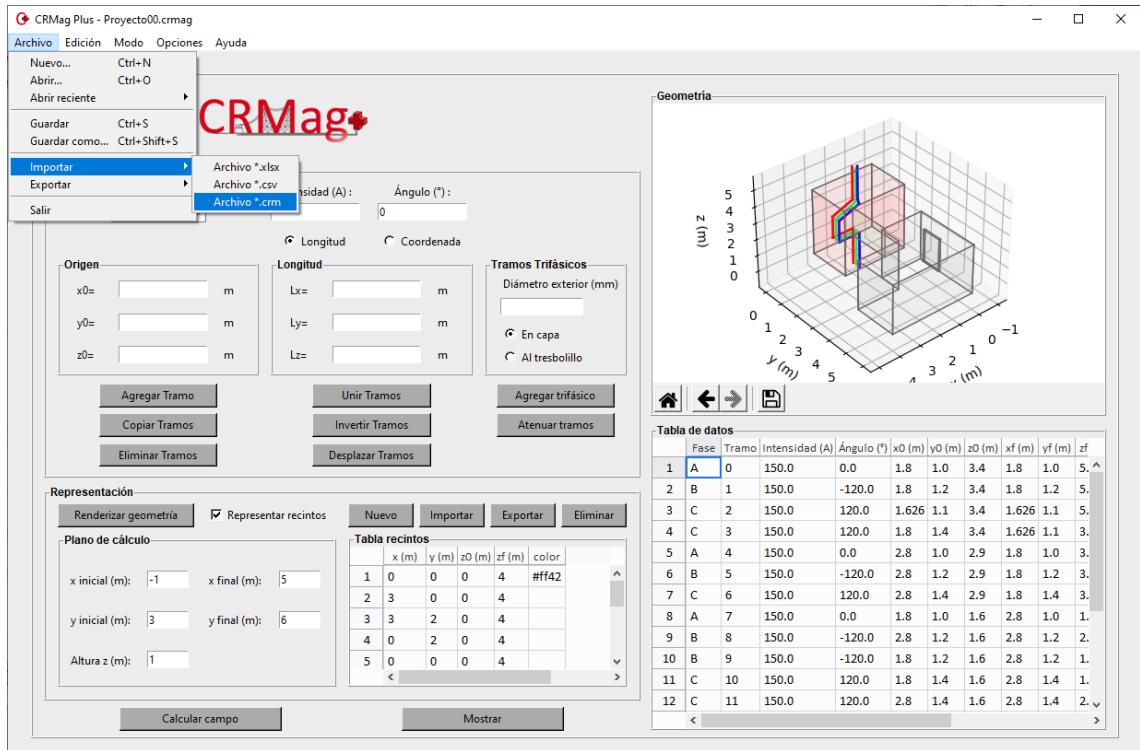
Estos archivos tienen los datos de las tablas y se pueden editar antes de importarlos. Una vez editados, se puede utilizar el menú **Archivo>Importar>Archivo *.csv** para seleccionar uno de ellos y cargar los datos. Para comprobarlo, se puede eliminar la tabla de recintos y luego importarla.

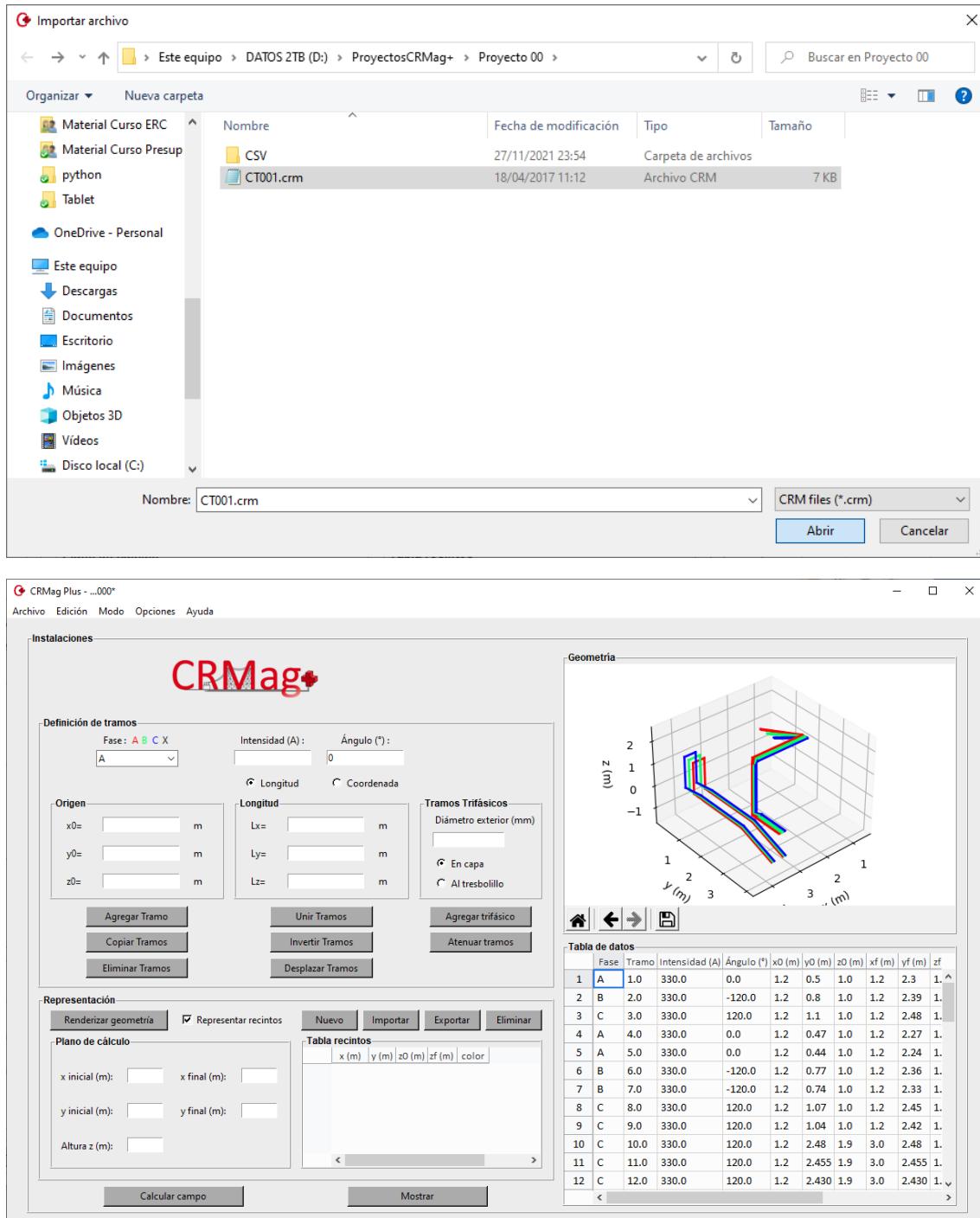






Finalmente, el menú *Archivo>Importar>Archivo *.crm* sirve para importar un proyecto del antiguo software CRMag. Para mostrar el resultado se va guardar el progreso e iniciar un nuevo proyecto. Luego se importará un archivo *.crm.





Al importar un proyecto con extensión *.crm, el software asigna los ángulos de las fases convenientemente y pone todos los coeficientes de apantallamiento con valor 0.

Además de todos estos comandos, el menú de Ayuda permite acceder a la ayuda del software y a la información acerca del mismo.

Para finalizar, el programa se puede cerrar desde la cruz de la esquina, desde el menú **Archivo>Salir** o mediante el atajo de teclado **Alt+F4**. Al salir pedirá confirmación y preguntará si se quieren guardar cambios si hay cambios hechos que haya detectado tras el último guardado.

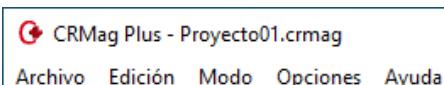
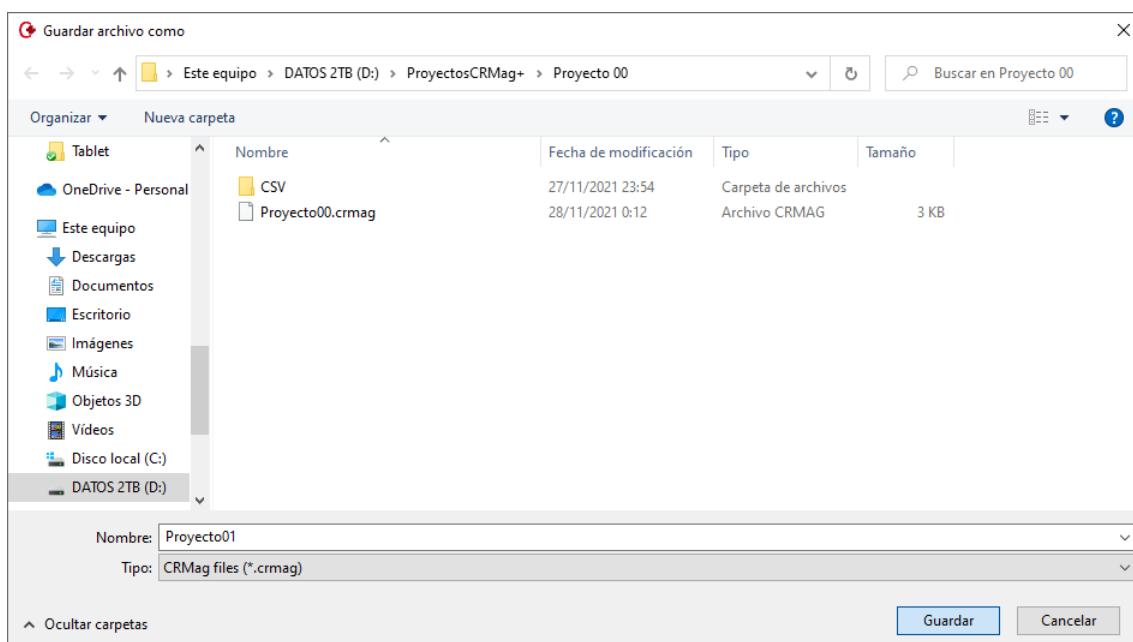
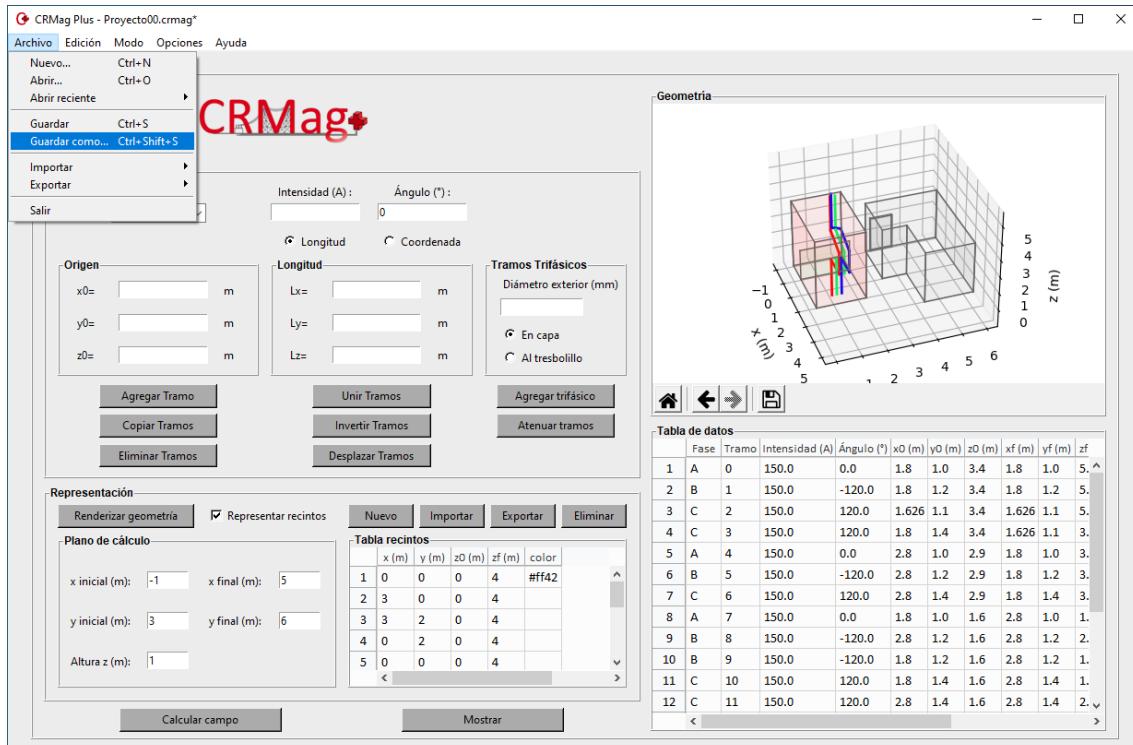
El ejemplo visto hasta este punto muestra todo lo que se puede hacer desde la interfaz de Instalaciones.

5 Modo Transformadores

En esta sección se utilizan las opciones del modo de transformadores y se repasa el uso de algunas características de instalaciones, ya que ambos modos se utilizan conjuntamente en muchas instalaciones.

5.1 Definición de transformadores

Para guardar el proyecto con un nuevo nombre, como "Proyecto01" se puede utilizar el menú **Archivo>Guardar como...** o el atajo de teclado **Control+Mayúsculas+S**.



Al hacer esto, el menú de **Archivo>Guardar** o el atajo de teclado **Control+S** guardarán en este nuevo proyecto. Mediante el menú **Modo>Transformadores** o el atajo de teclado **Control+T** se abre el modo de transformadores.

Definición de tramos

Fase: A B C X	Intensidad (A):	Ángulo (°):
A	0	0
<input checked="" type="radio"/> Longitud	<input type="radio"/> Coordenada	
Origen	Lx=	m
x0=	Ly=	m
y0=	Lz=	m
z0=		
Agregar Tramo		Unir Tramos
Copiar Tramos		Invertir Tramos
Eliminar Tramos		Agregar trifásico
		Atenuar tramos

Representación

Renderizar geometría Representar recintos Nuevo Importar Exportar Eliminar

Plano de cálculo

x inicial (m): -1	x final (m): 5
y inicial (m): 3	y final (m): 6
Altura z (m): 1	

Tabla recintos

x (m)	y (m)	z0 (m)	zf (m)	color
1	0	0	4	#ff42
2	3	0	4	
3	3	2	0	
4	0	2	0	
5	0	0	4	

Calcular campo Mostrar

Tipos de transformadores

De distribución seco De distribución en aceite De subestación en aceite

Datos

Cargar transformador Estimar datos

Frecuencia (Hz): 50.0 A (m):

Tensión baja (V): 420 B (m):

Potencia (kVA): H (m):

Orden de las fases

Fase 1:	Fase 2:	Fase 3:
A	B	C

I0 (%):

Modelo

Representar esquema Guardar transformador

Esquema

Título

x (m) 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

y (m) 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

Transformadores en proyecto

Agregar transformador Reubicar transformador

Tabla de transformadores

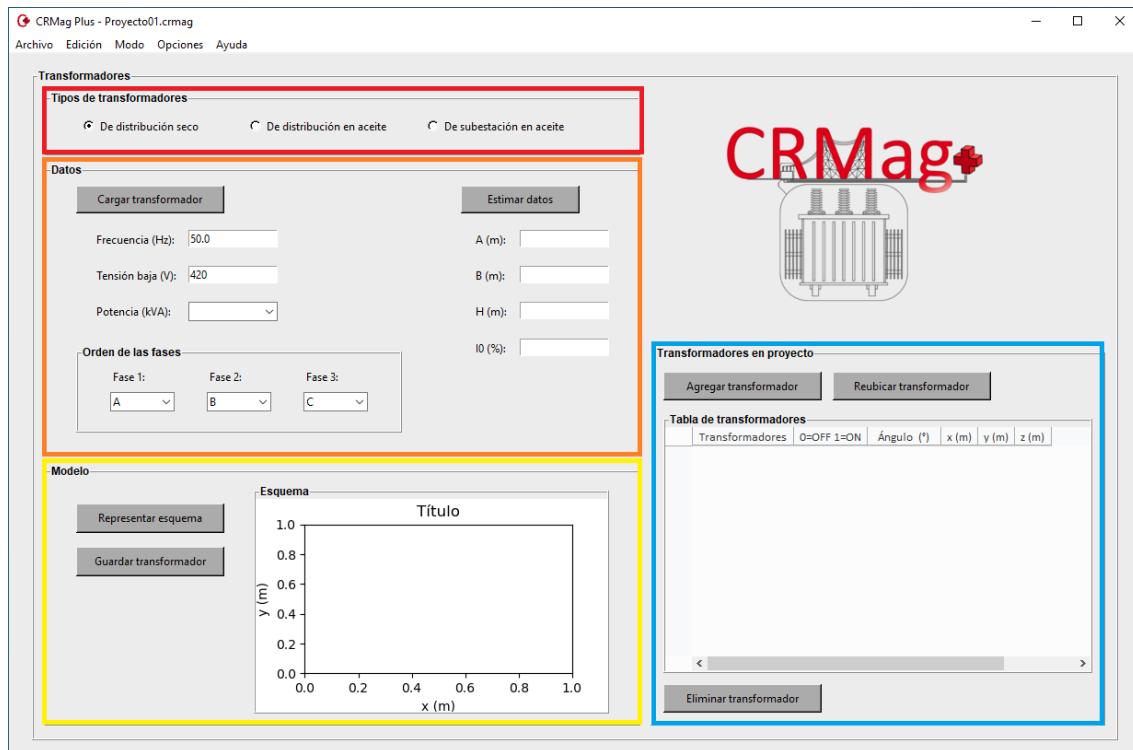
Transformadores	0=OFF 1=ON	Ángulo (°)	x (m)	y (m)	z (m)
1 A 0	150.0	0.0	1.8	1.0	3.4
2 B 1	150.0	-120.0	1.8	1.2	3.4
3 C 2	150.0	120.0	1.626	1.1	3.4
4 C 3	150.0	120.0	1.8	1.4	3.4
5 A 4	150.0	0.0	2.8	1.0	2.9
6 B 5	150.0	-120.0	2.8	1.2	2.9
7 C 6	150.0	120.0	2.8	1.4	2.9
8 A 7	150.0	0.0	1.8	1.0	1.6
9 B 8	150.0	-120.0	2.8	1.2	1.6
10 B 9	150.0	-120.0	1.8	1.2	1.6
11 C 10	150.0	120.0	1.8	1.4	1.6
12 C 11	150.0	120.0	2.8	1.4	1.6

Eliminar transformador

En este modo se distinguen 4 paneles. En la siguiente figura se destacan:

- Panel de tipos de transformadores en rojo.
- Panel de datos del transformador en naranja.
- Panel de modelo del transformador en amarillo.

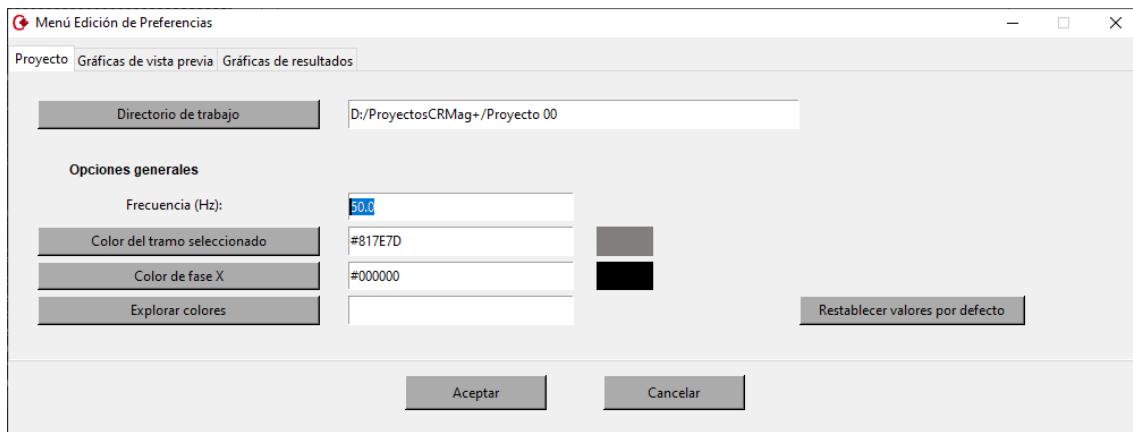
- Panel de tabla de transformadores del proyecto en azul.



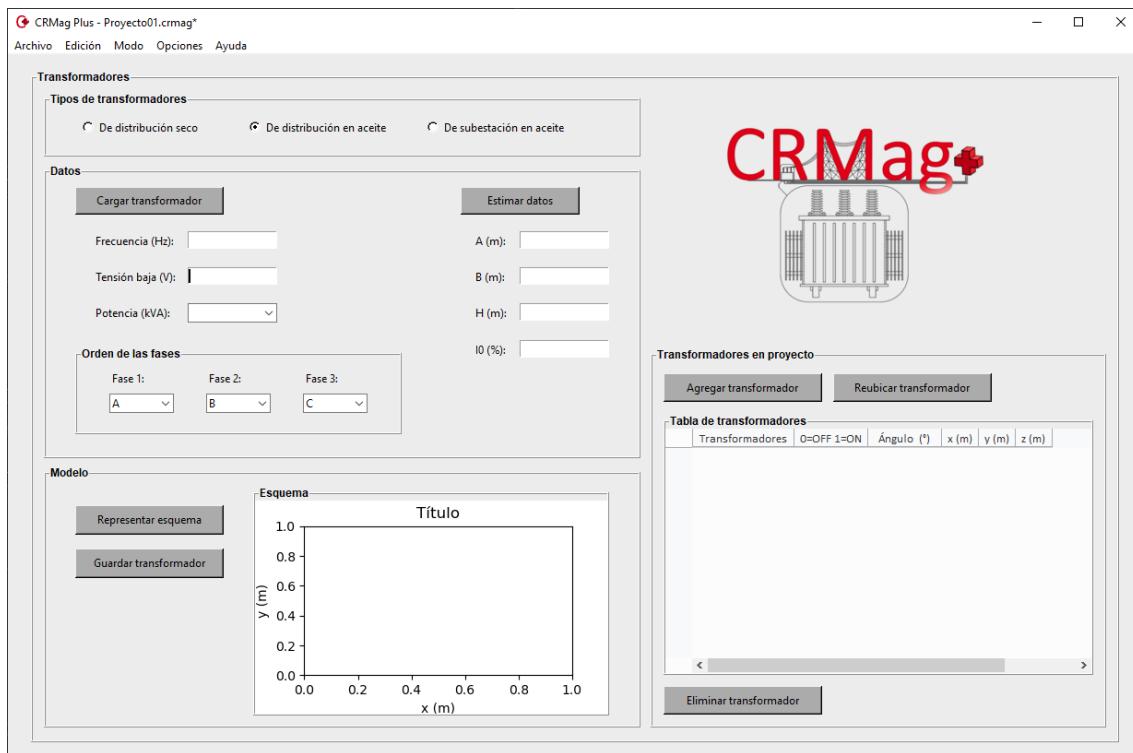
En el panel de tipos de transformadores se selecciona el tipo de transformador. El transformador de distribución seco y el de distribución en aceite sirven para simular transformadores de centros de transformación. El de subestación en aceite se utiliza para grandes transformadores en subestaciones. Para los de centros de transformación, el software incluye un conjunto de valores de potencias extraídos de los catálogos más usuales, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Potencias de transformadores de distribución (kVA)	
Seco	En aceite
160	50
250	100
315	160
400	250
500	400
630	500
800	630
1000	800
1250	1000
1600	1250
2000	1600
2500	2000
	2500

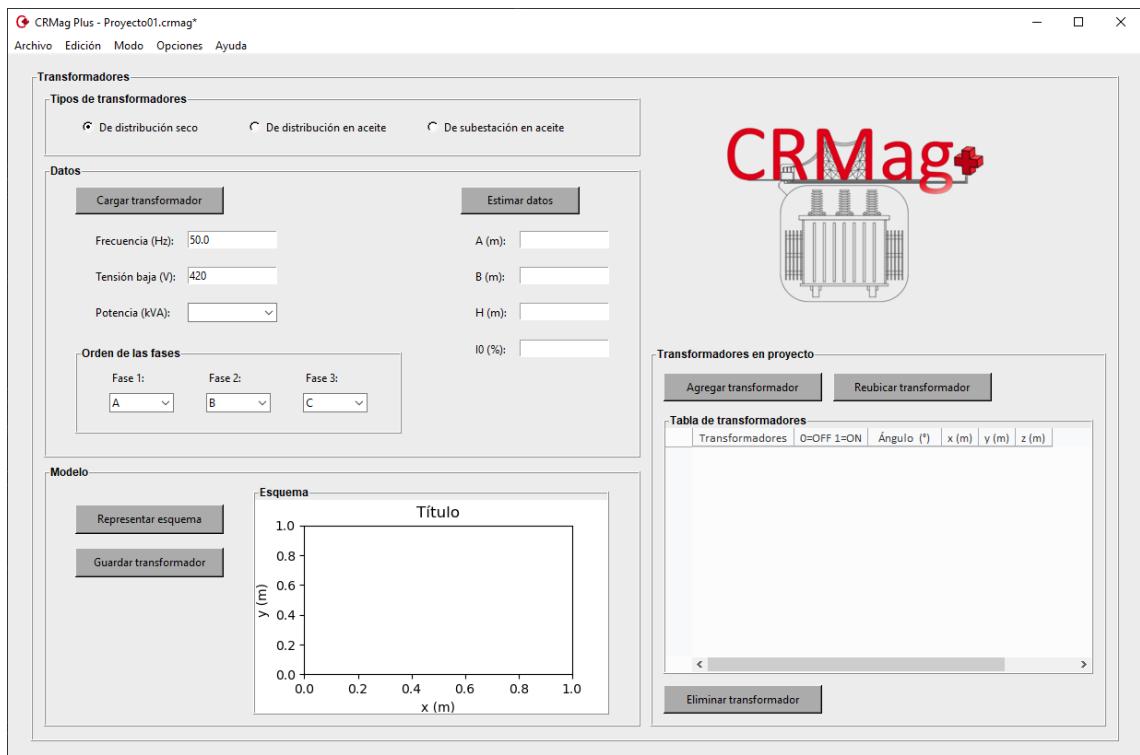
Al seleccionar un tipo de transformador de distribución, se rellenan por defecto los valores de frecuencia y de tensión del lado de baja a 420V. El valor de frecuencia se puede fijar desde el menú **Edición>Preferencias** o mediante el atajo de teclado **Control+P**.



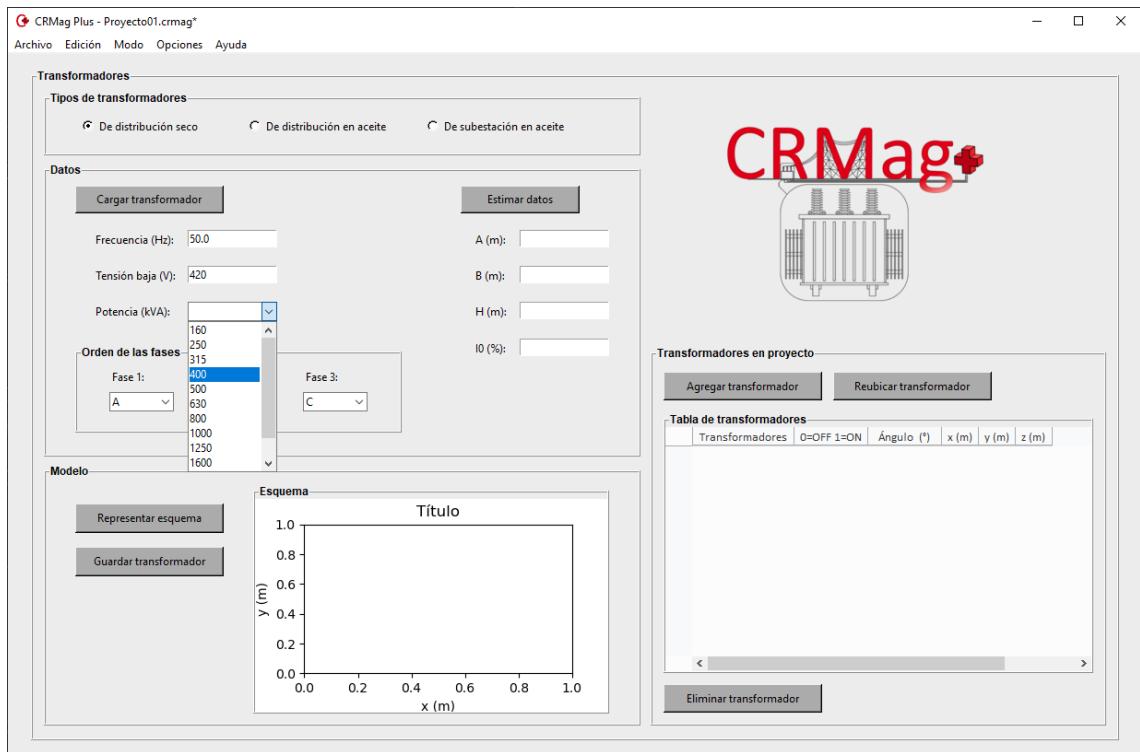
Por ejemplo, se pueden borrar los valores de frecuencia y tensión baja.



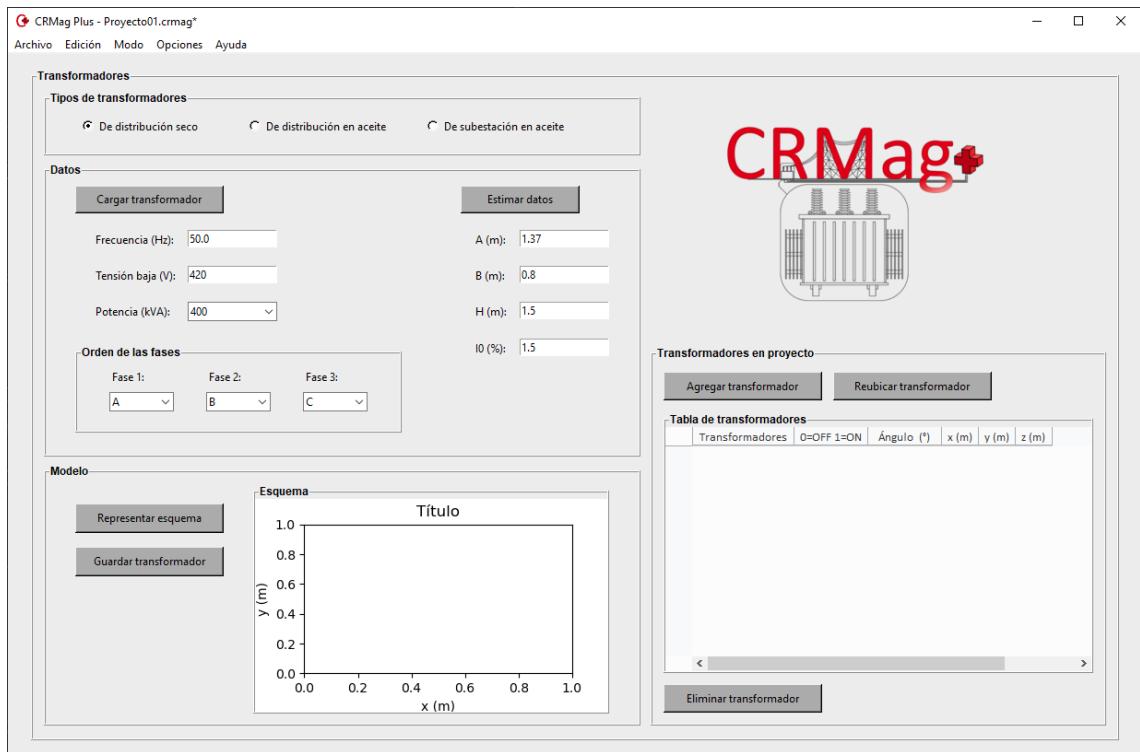
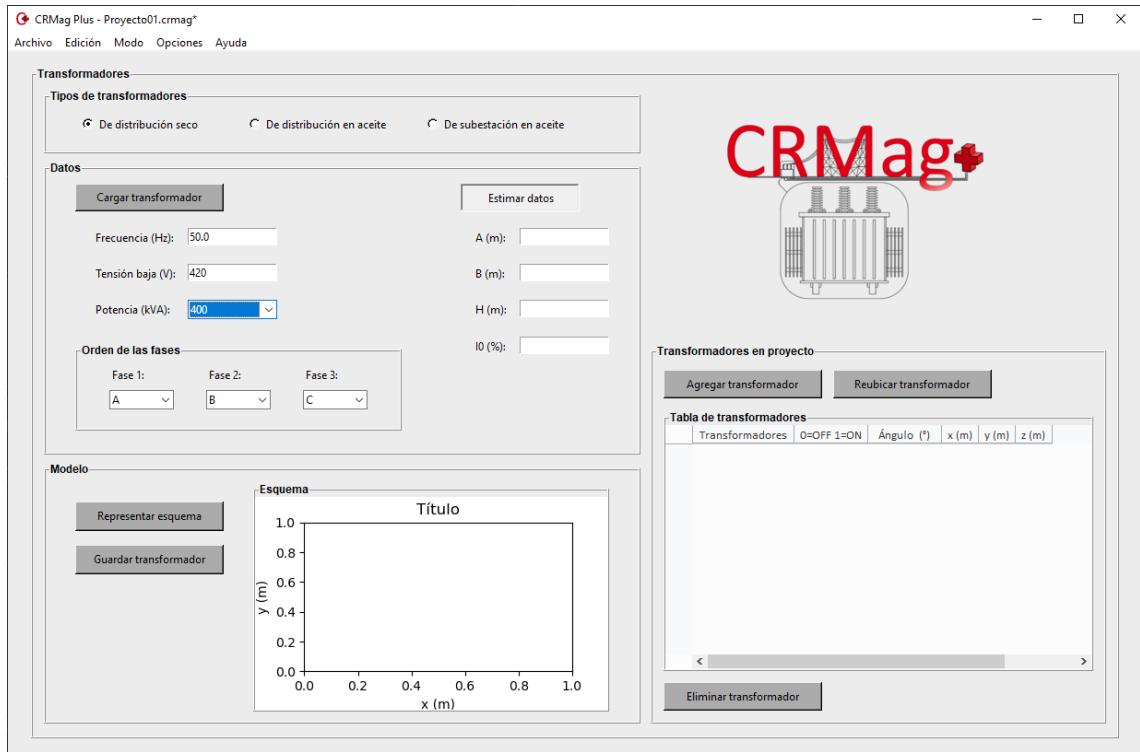
Luego, al seleccionar un tipo de transformador como el de distribución seco, se rellenan esos valores.



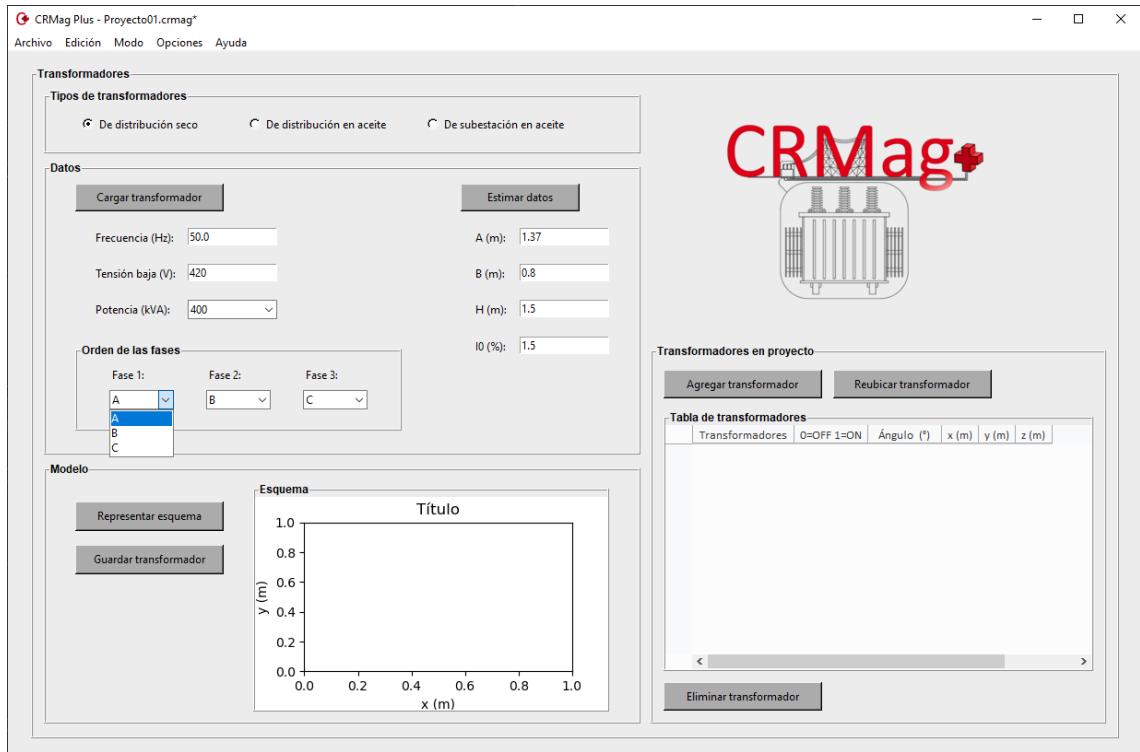
El desplegable de potencia (kVA) permite elegir una potencia del transformador entre los valores incluidos. Para otros valores puede tomarse el inmediatamente superior para estar siempre por el lado de seguridad.



Una vez que se tienen estos tres datos, el botón de Estimar datos permite rellenar valores de las dimensiones (longitud A, profundidad B y altura H) típicas de transformadores comerciales y su corriente de vacío en porcentaje.

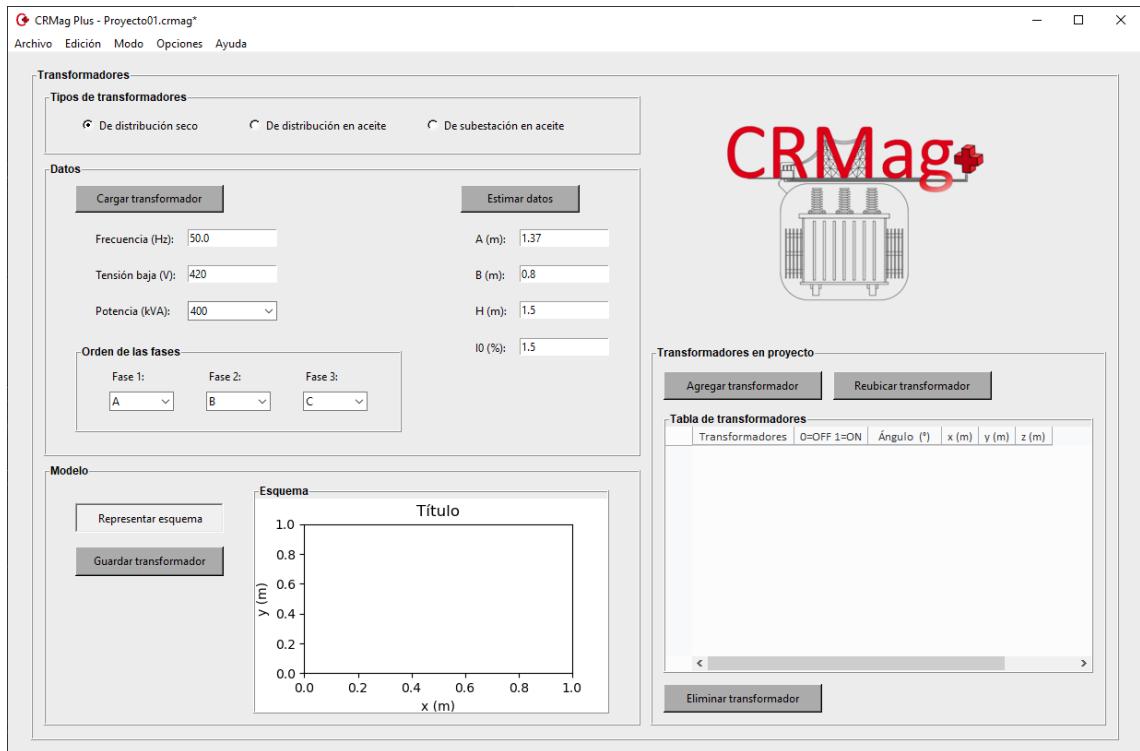


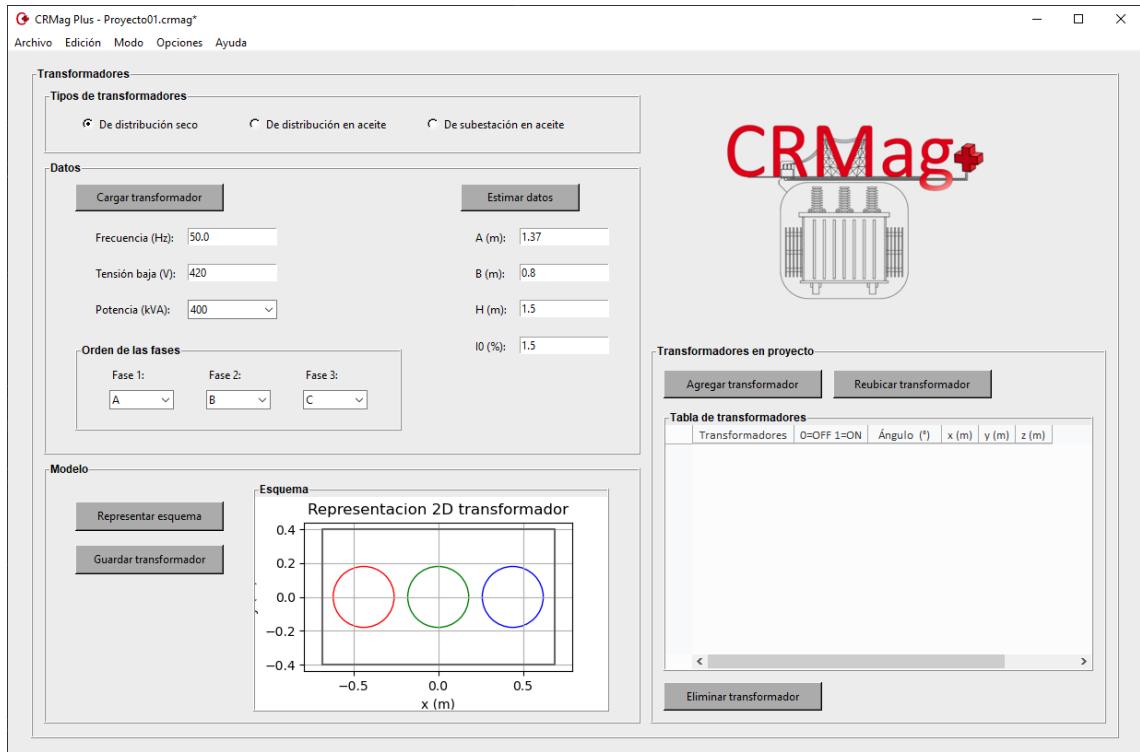
Los desplegables del orden de fases se utilizan para ordenar las bobinas del transformador de izquierda a derecha de cara a su representación y al cálculo.



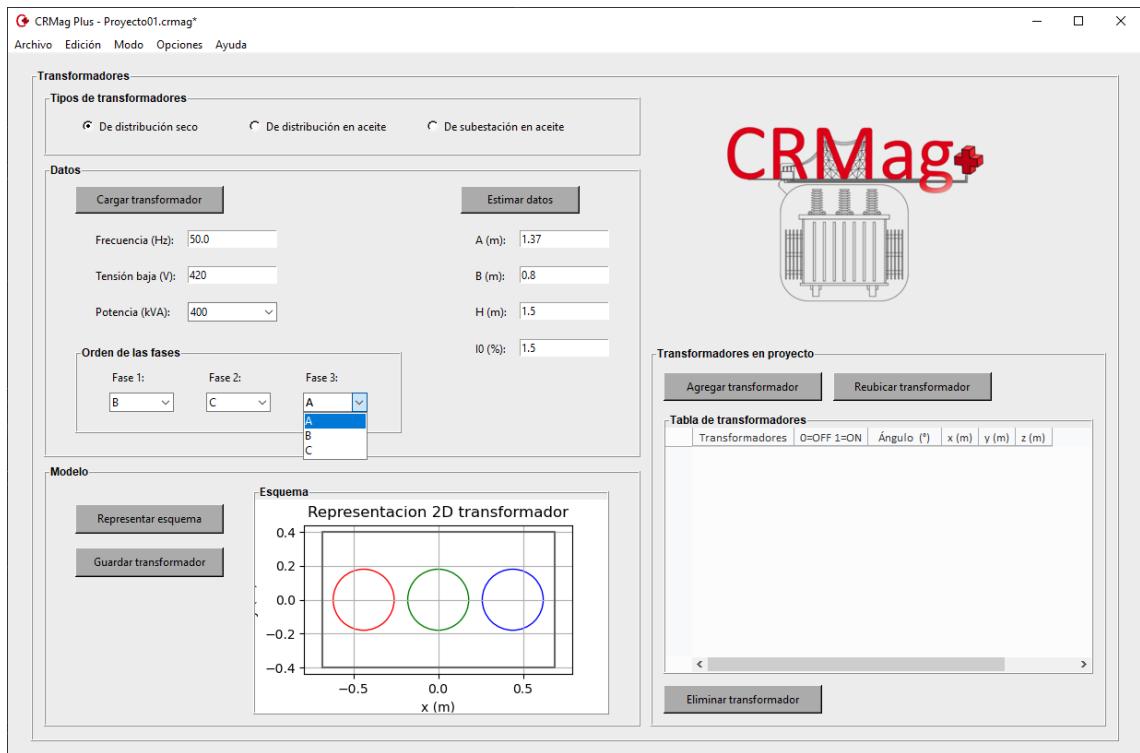
5.2 Modelos simplificados de transformadores

Tras editar los datos estimados por el software si fuera necesario, el botón de Representar esquema muestra un dibujo del transformador tras generar un modelo simplificado.

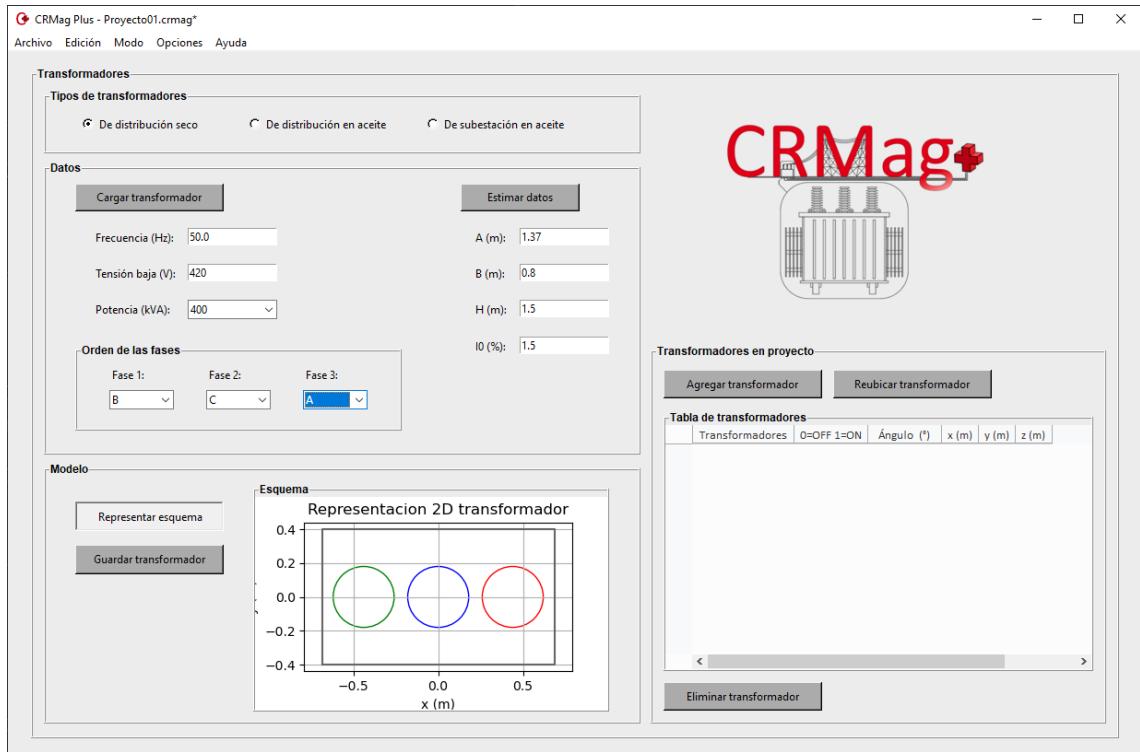




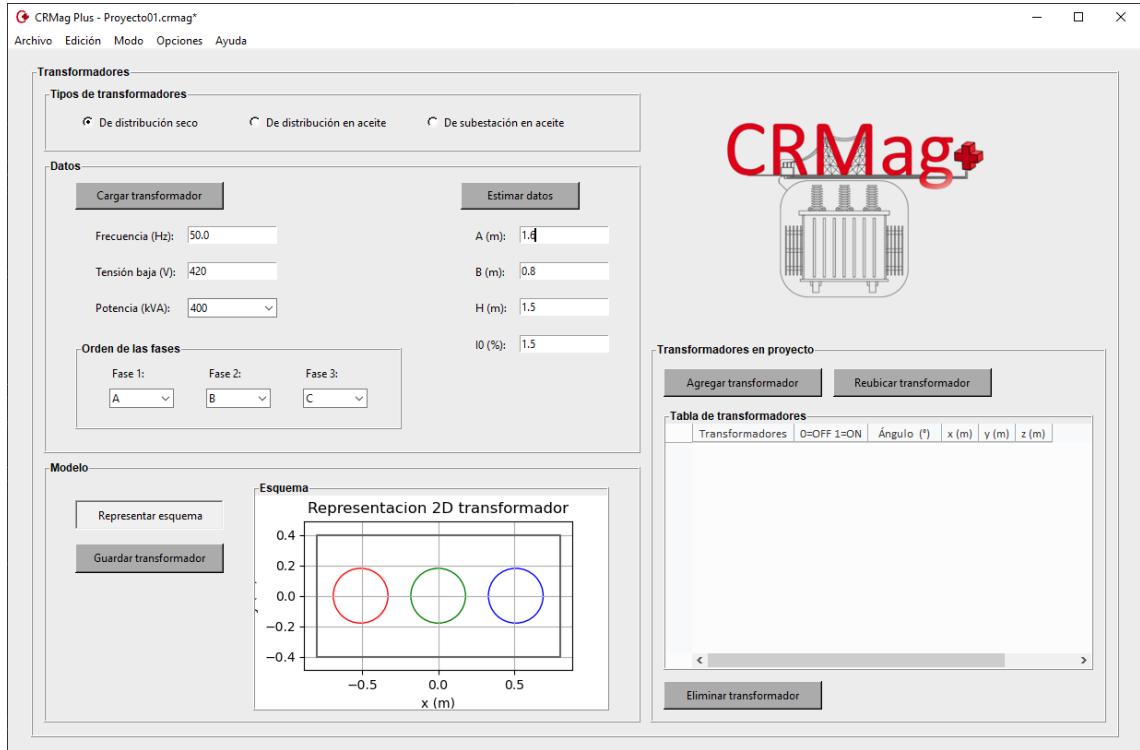
Las fases se pueden reordenar, por ejemplo, con una secuencia B-C-A.



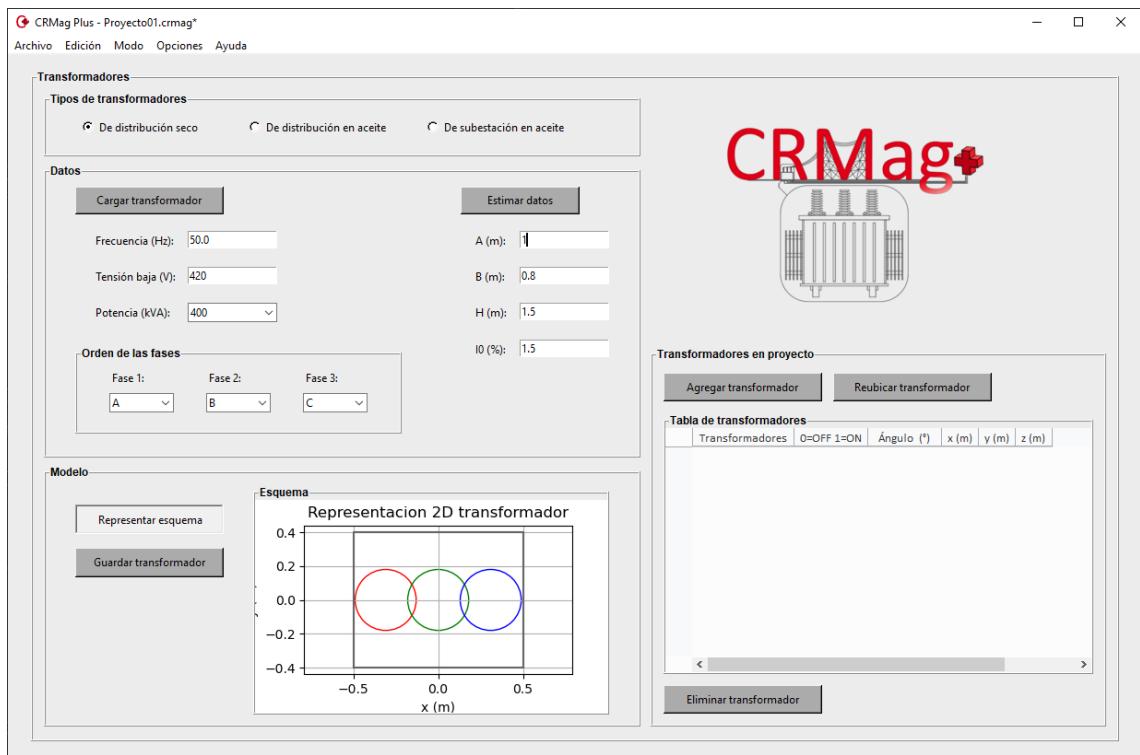
Al clicar en Representar esquema, el nuevo dibujo refleja la información superior.



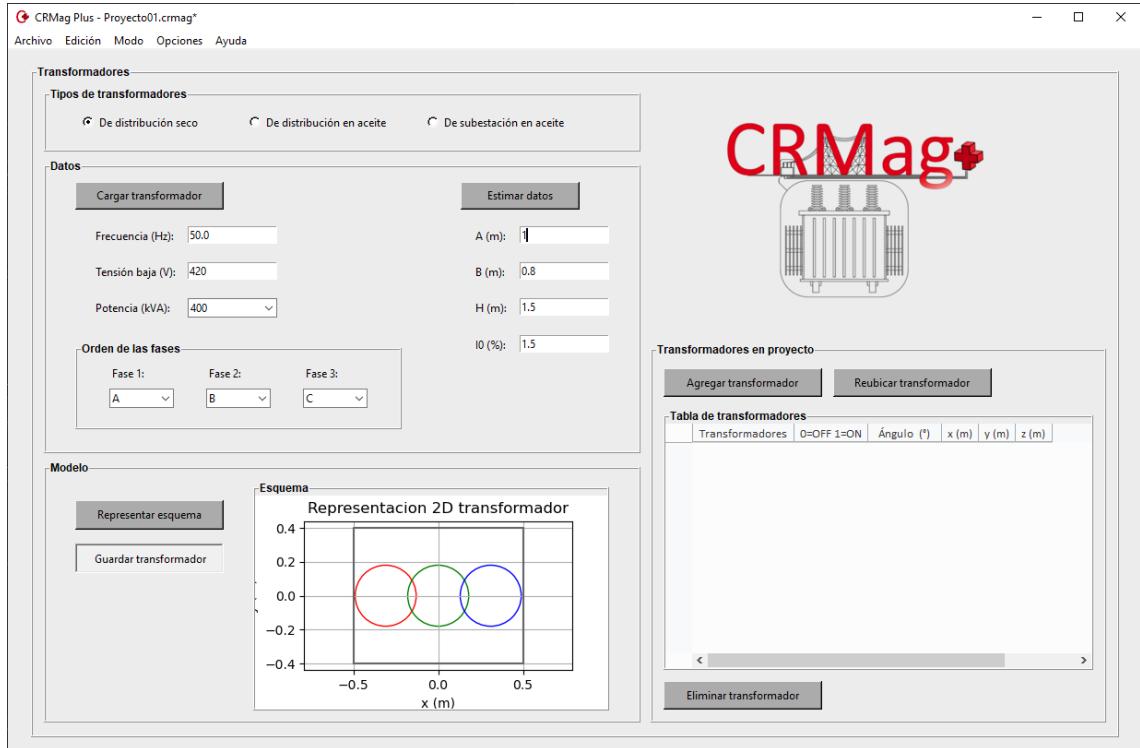
Volviendo al orden inicial y aumentando la longitud A (m) a 1.6m, por ejemplo, el transformador muestra el nuevo aspecto.

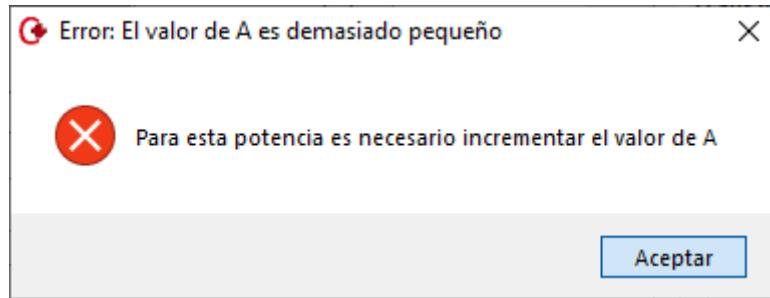


Si el valor de una dimensión es demasiado pequeño para poder utilizar los modelos simplificados desarrollados en el software, no se permitirá utilizar esos valores. Por ejemplo, se puede utilizar un valor de A=1m.

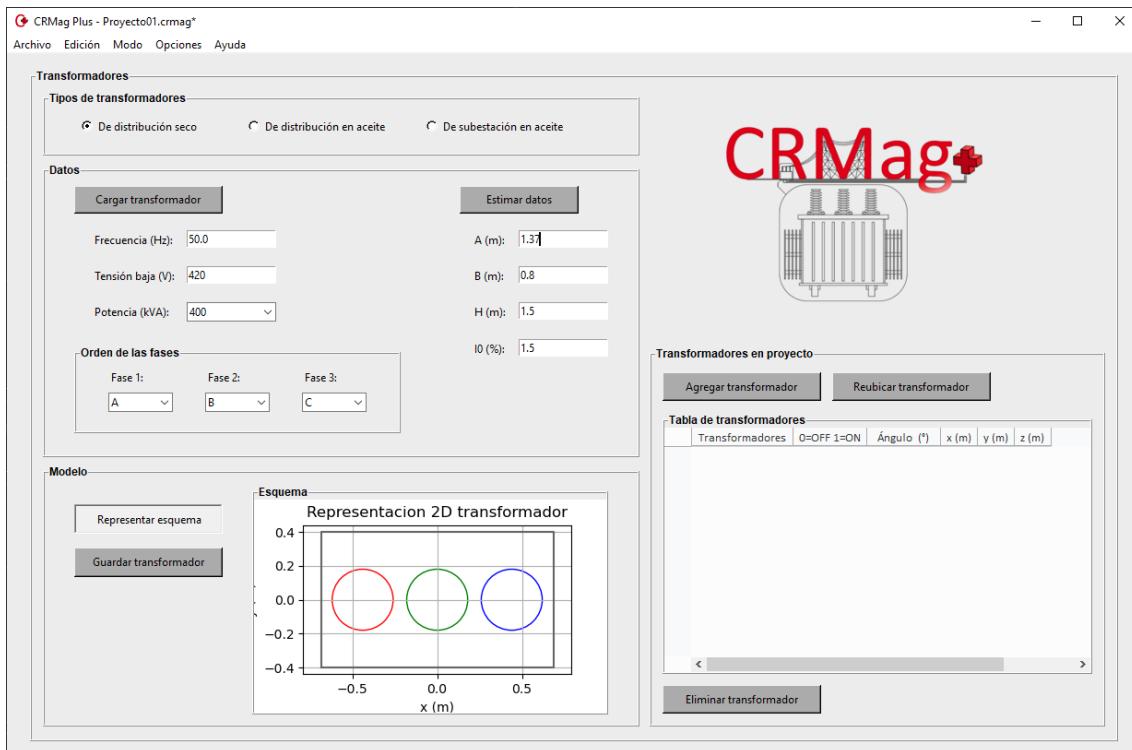


Al clicar en representar se observa que los modelos internos de las bobinas no caben, por lo que se superponen. Si clicamos en Guardar transformador, saldrá un aviso del error.

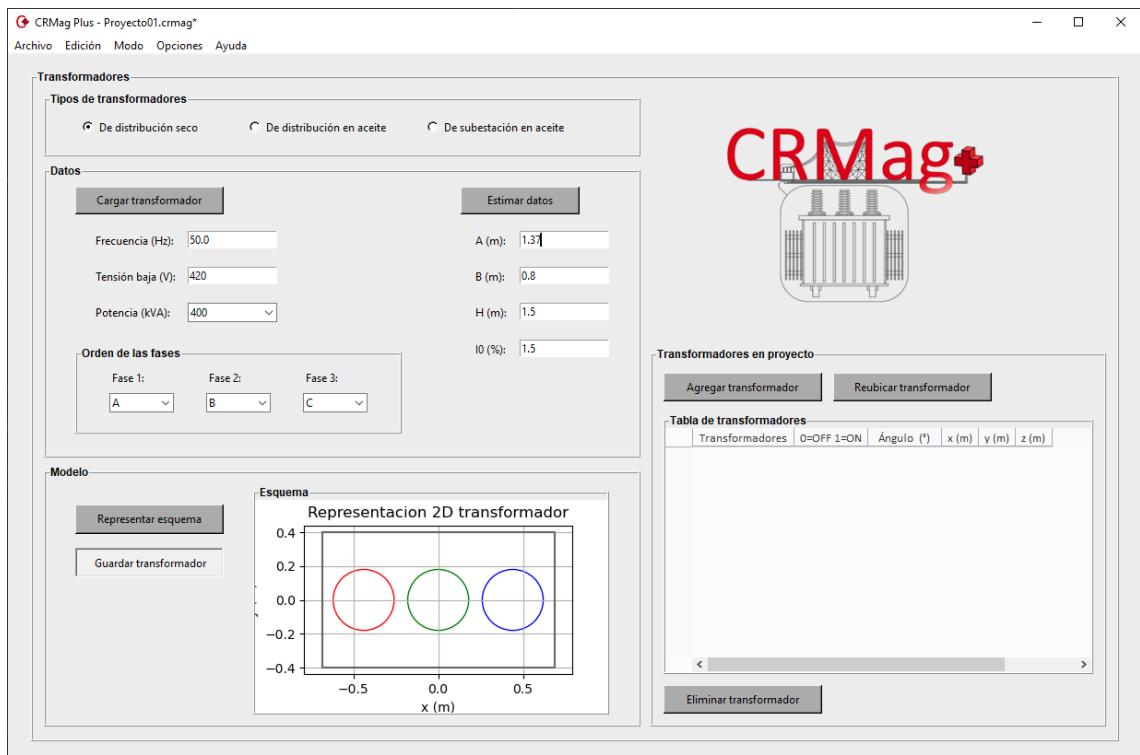




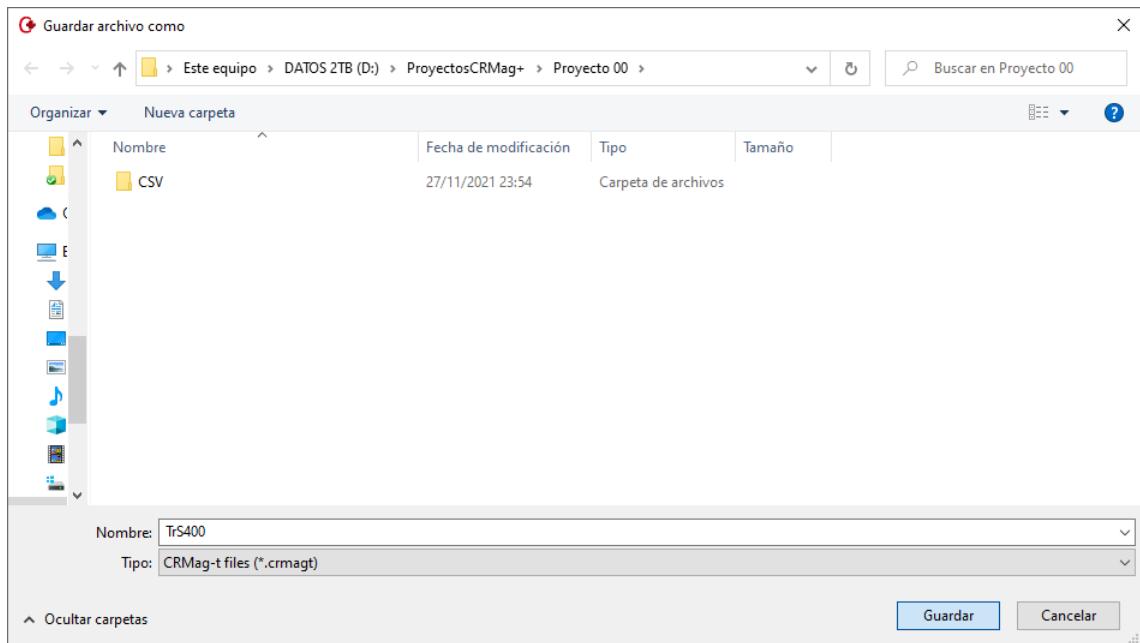
Pulsando en Estimar datos para que se vuelvan a establecer los parámetros por defecto y el Representar el esquema, el transformador ya se muestra como al principio.



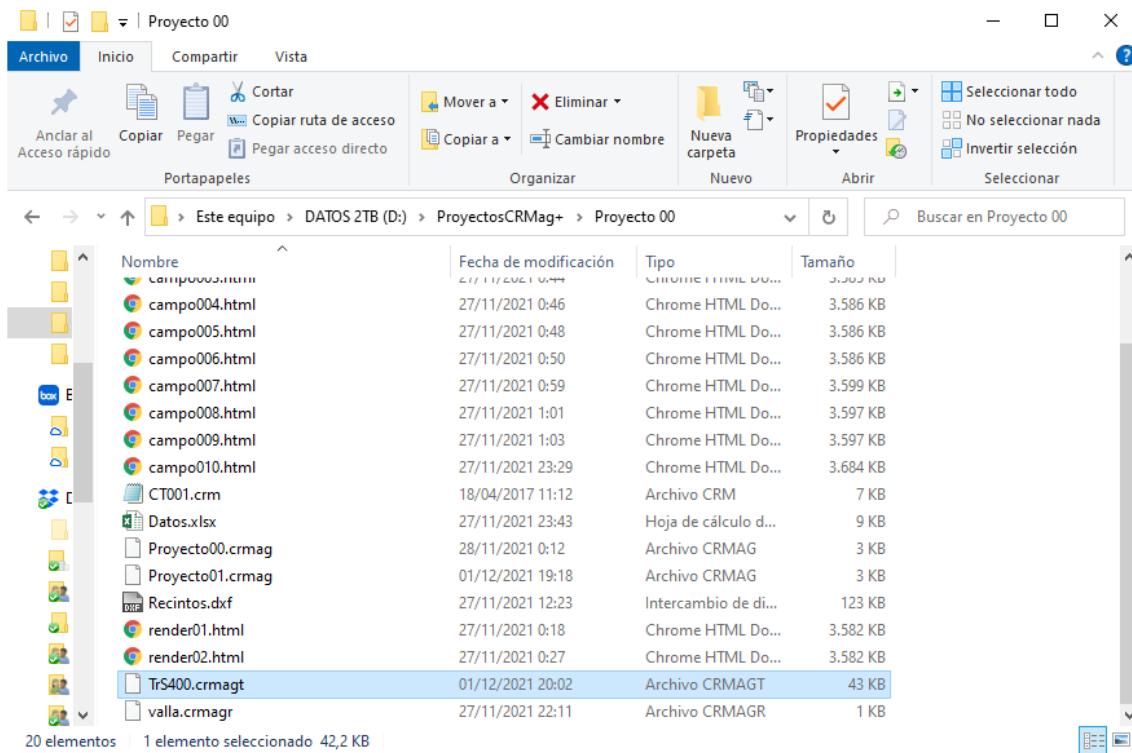
En este momento, el botón de Guardar transformador permite generar y guardar el modelo simplificado de este transformador.



Se puede guardar este transformador con el nombre TrS400.

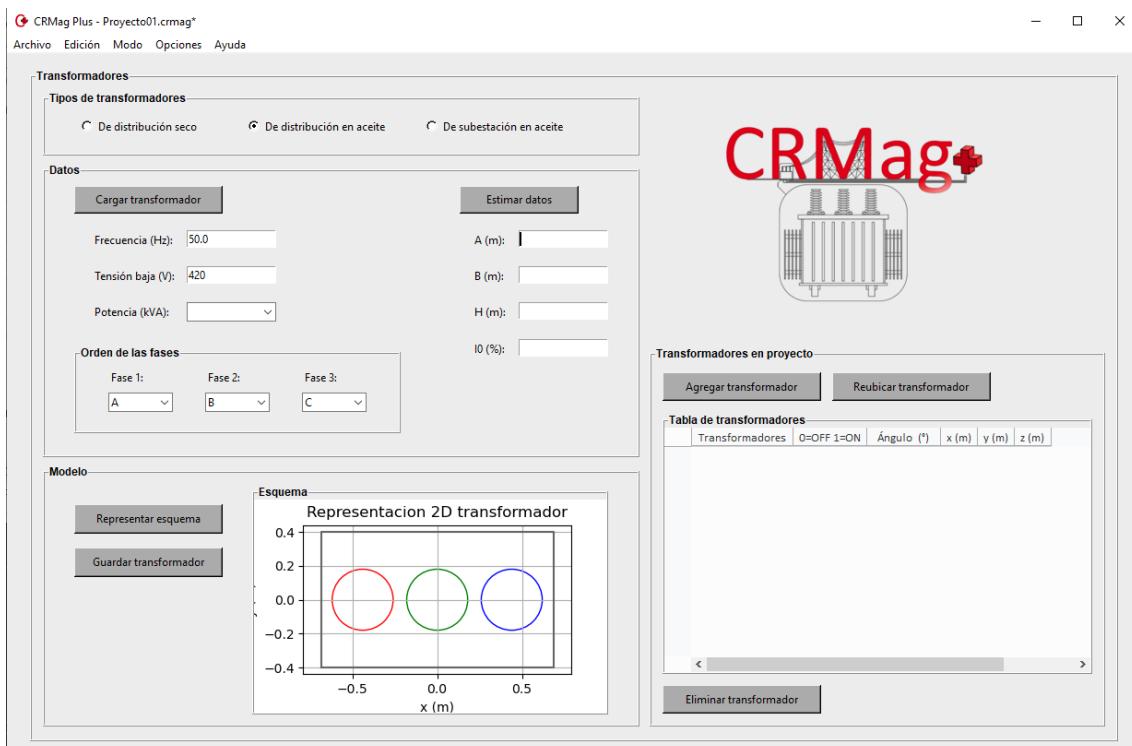


El archivo TrS400.crmagt aparecerá en el directorio de trabajo de este proyecto.

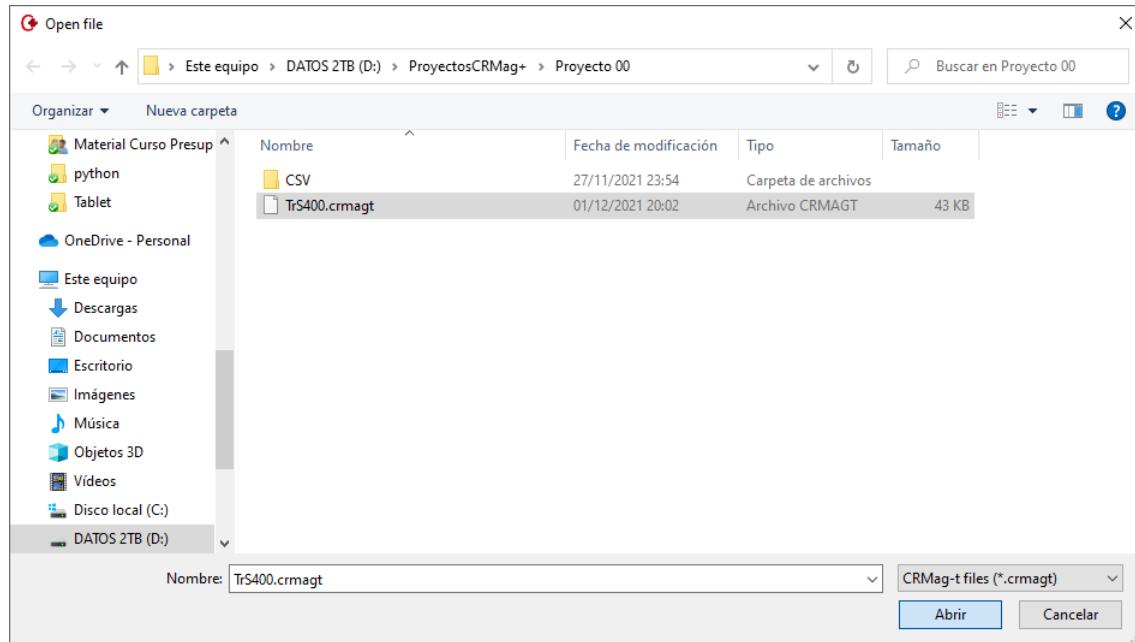
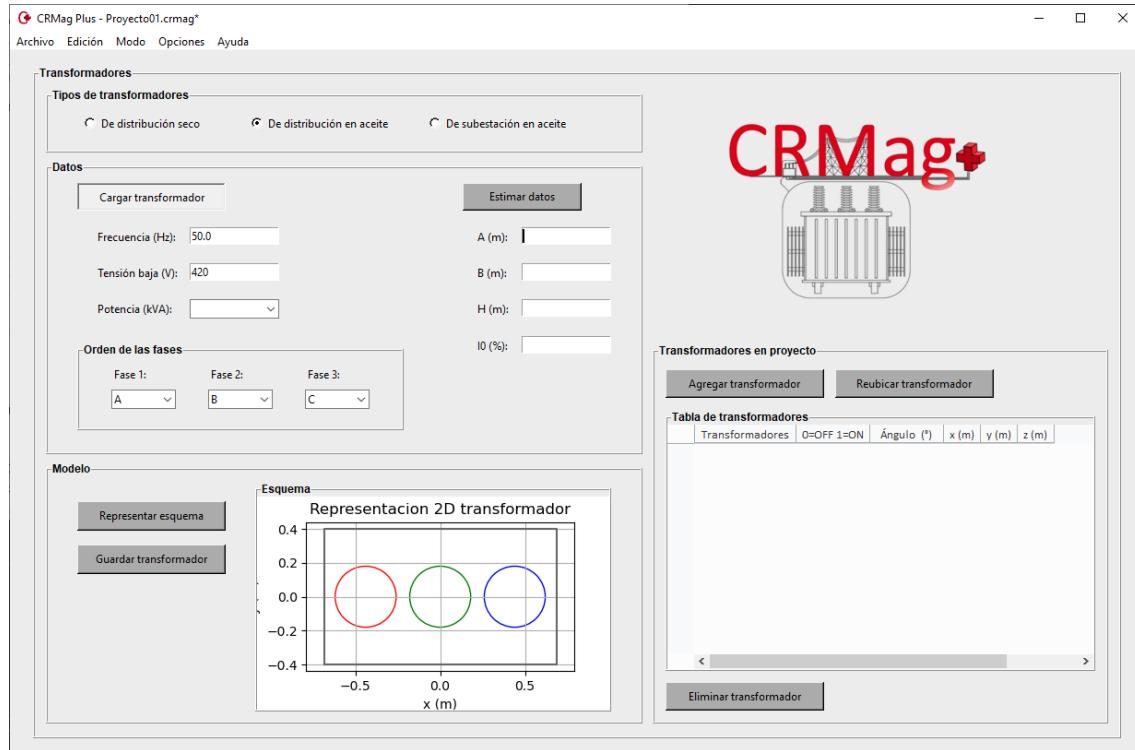


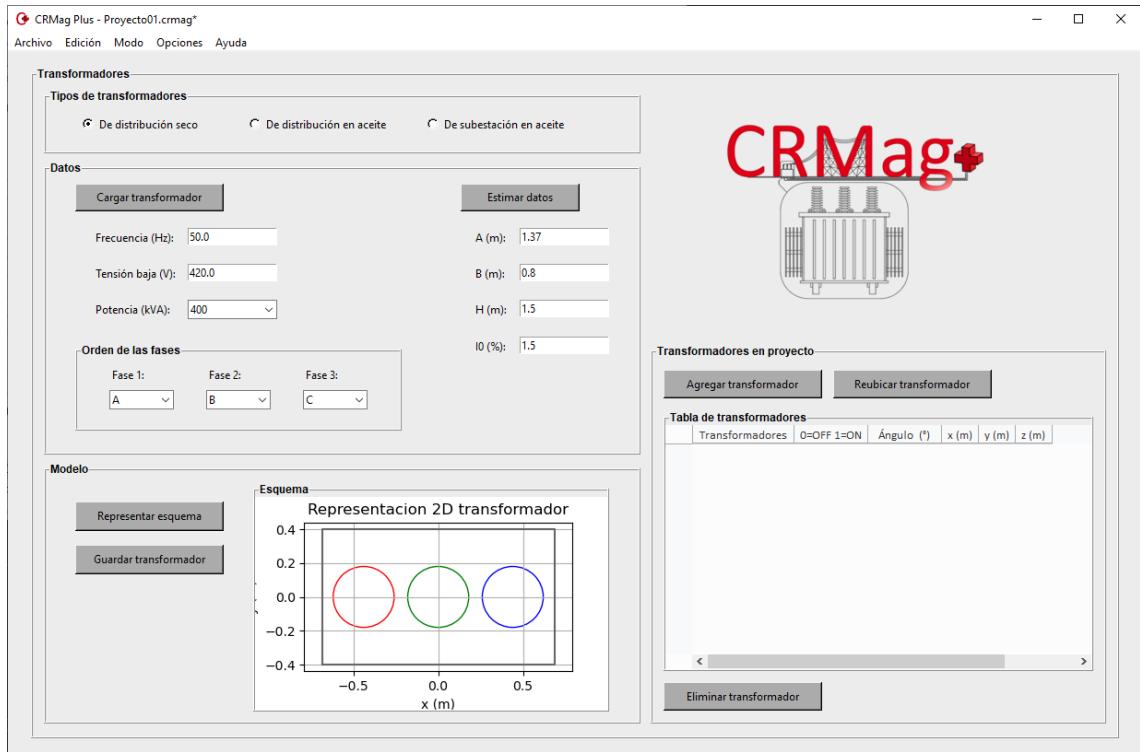
Se pueden crear de esta forma modelos de diversos transformadores para incluirlos en los proyectos. Los modelos contienen información interna que se utiliza para el cálculo del campo magnético generado por las máquinas en régimen equilibrado y a potencias nominales.

El botón Cargar transformador permite cargar los datos de un transformador guardado para hacer modificaciones y guardar uno nuevo. Por ejemplo, si se elige el tipo de distribución en aceite, se borrarán los datos de este transformador.

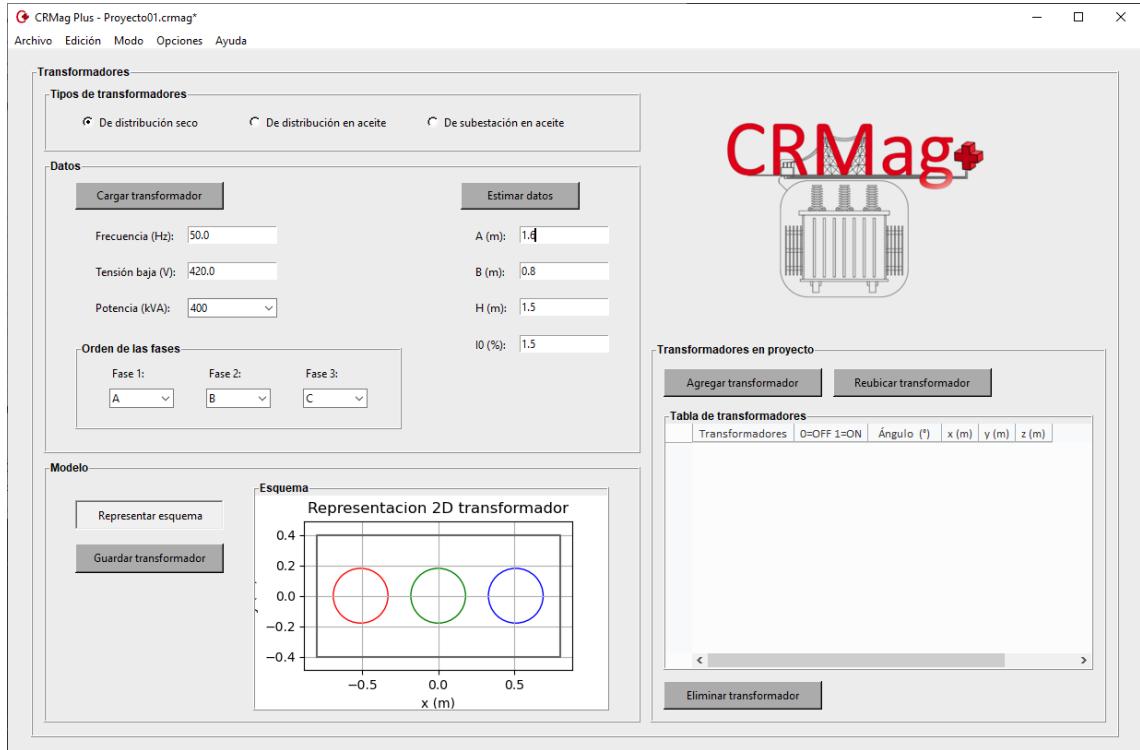


A continuación, con el botón Cargar transformador se puede cargar el transformador TrS400.crmagt.

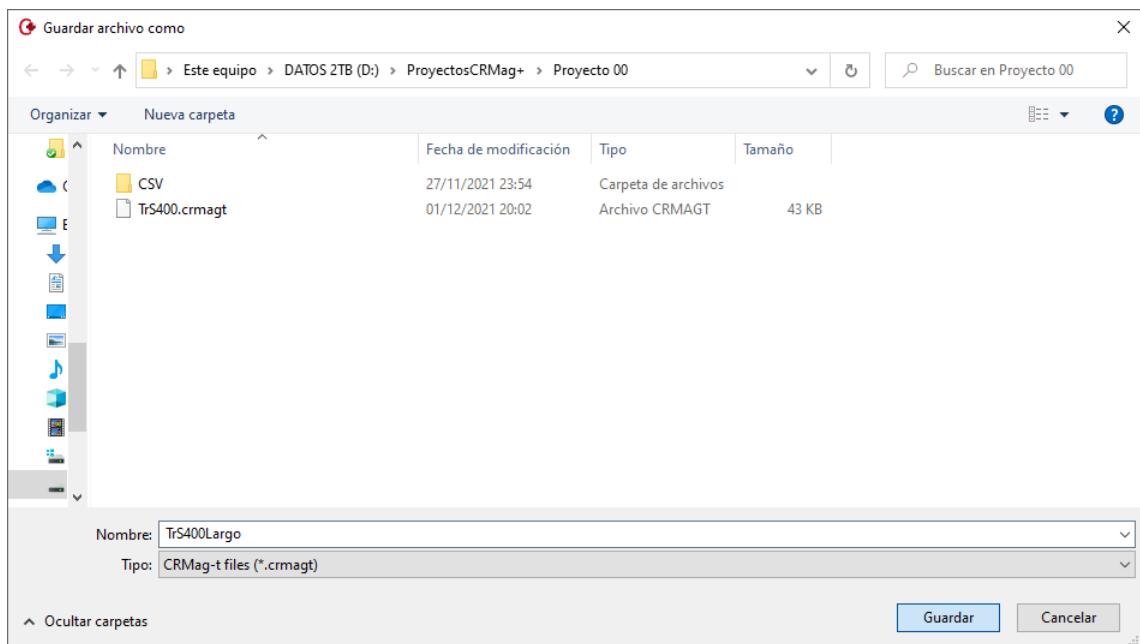
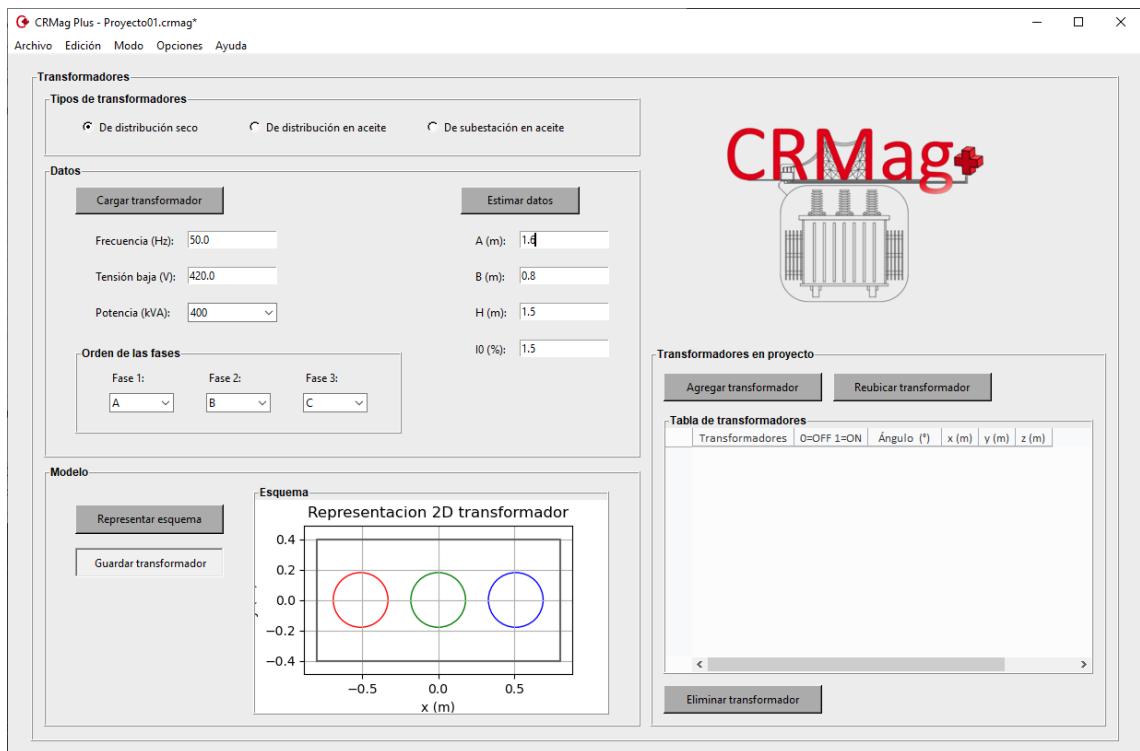




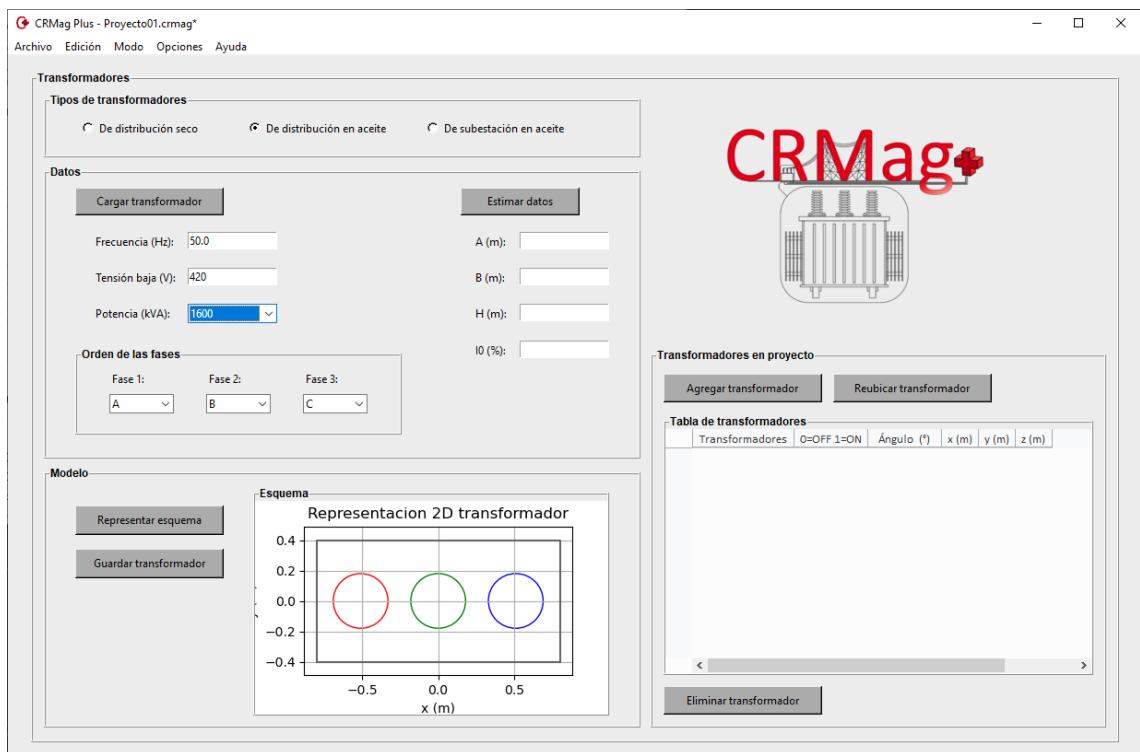
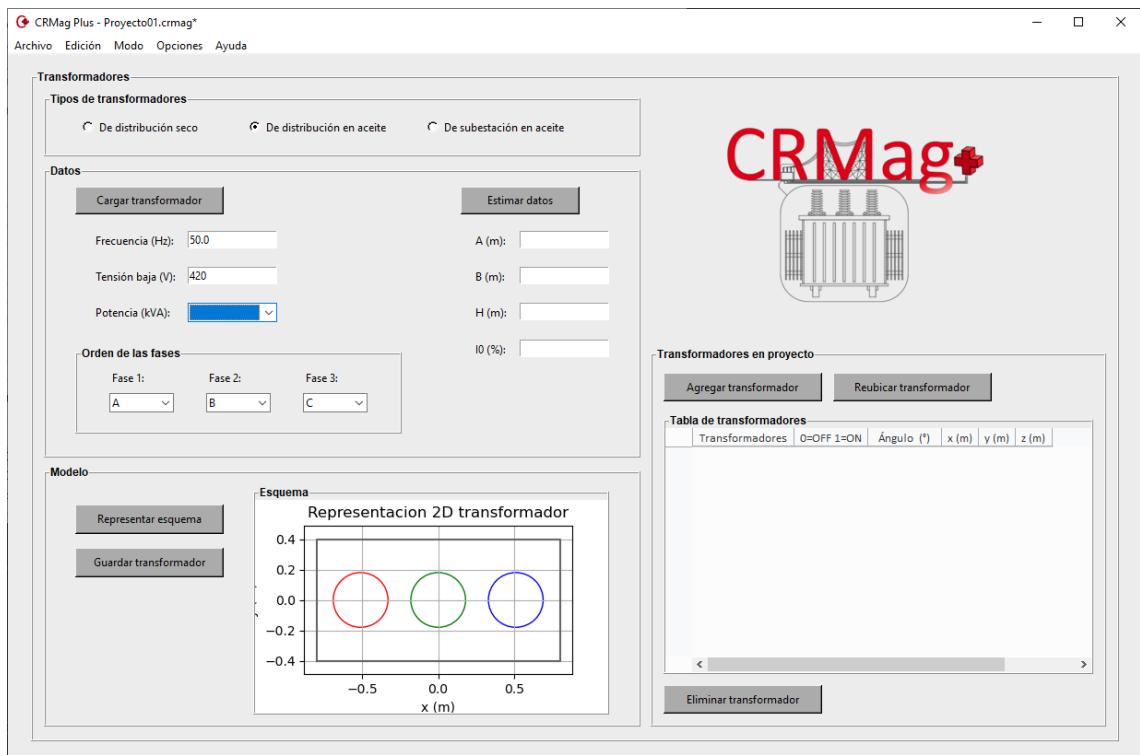
Ahora se puede modificar el valor de A por 1.6m y clicar en representar para ver un modelo como este, pero más alargado.

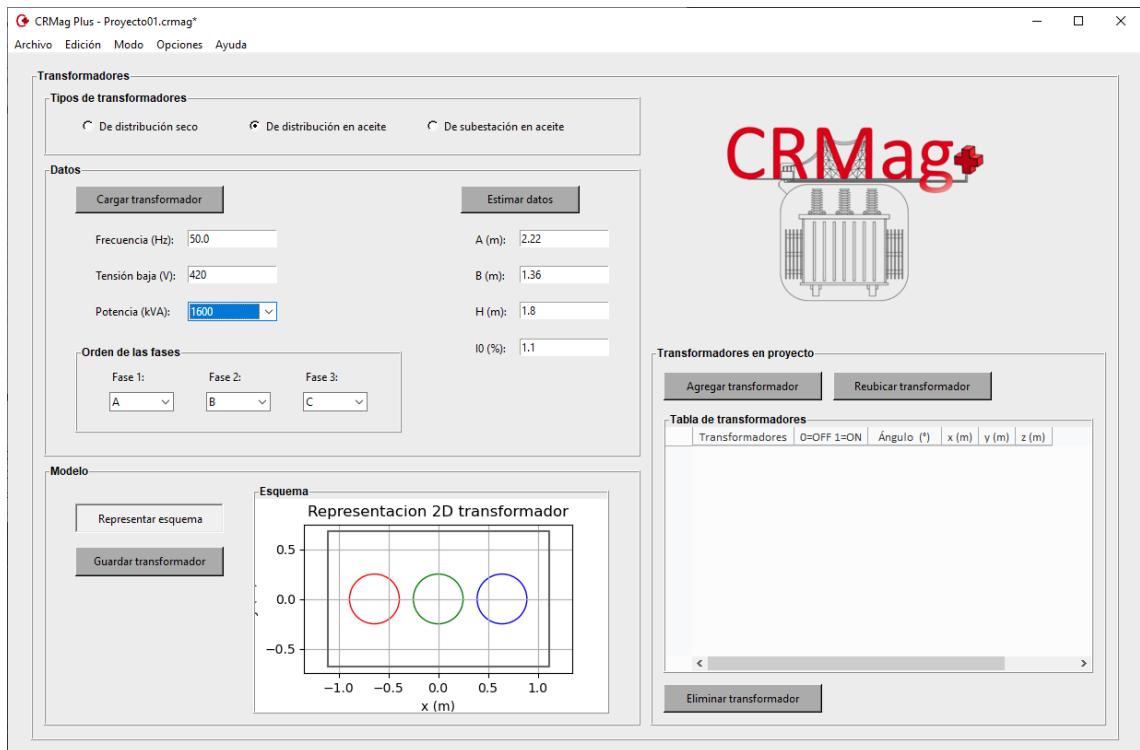
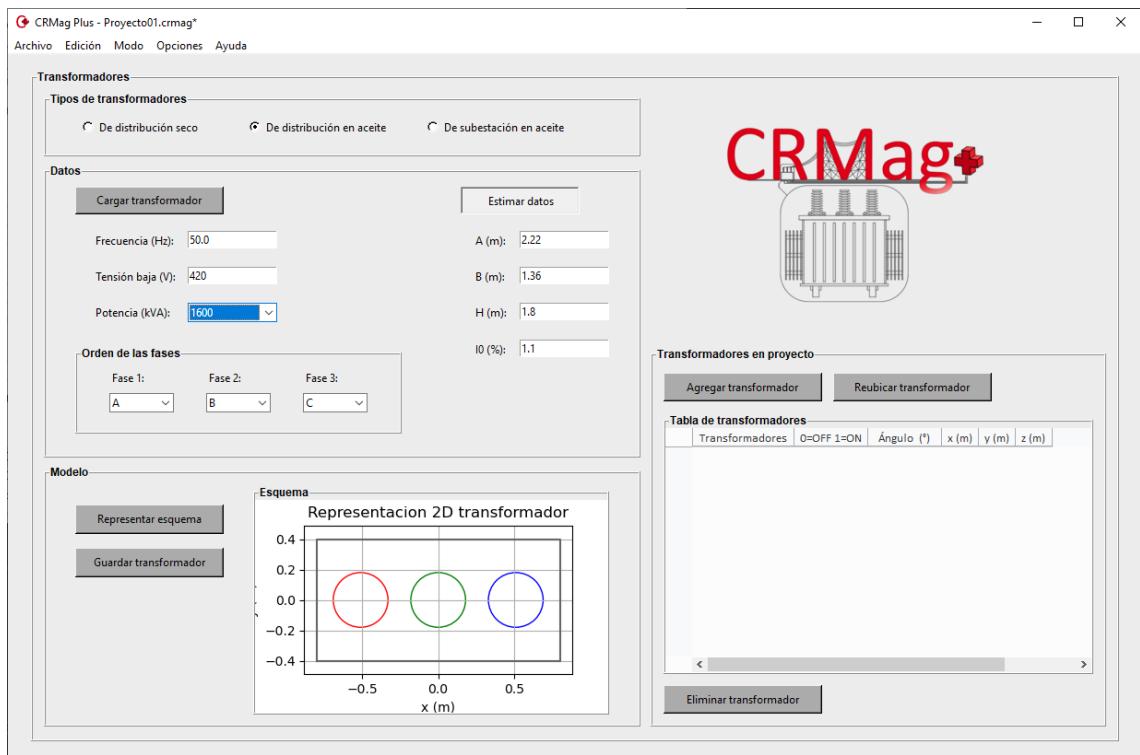


Este modelo se puede guardar como TrS400Largo.crmagt.

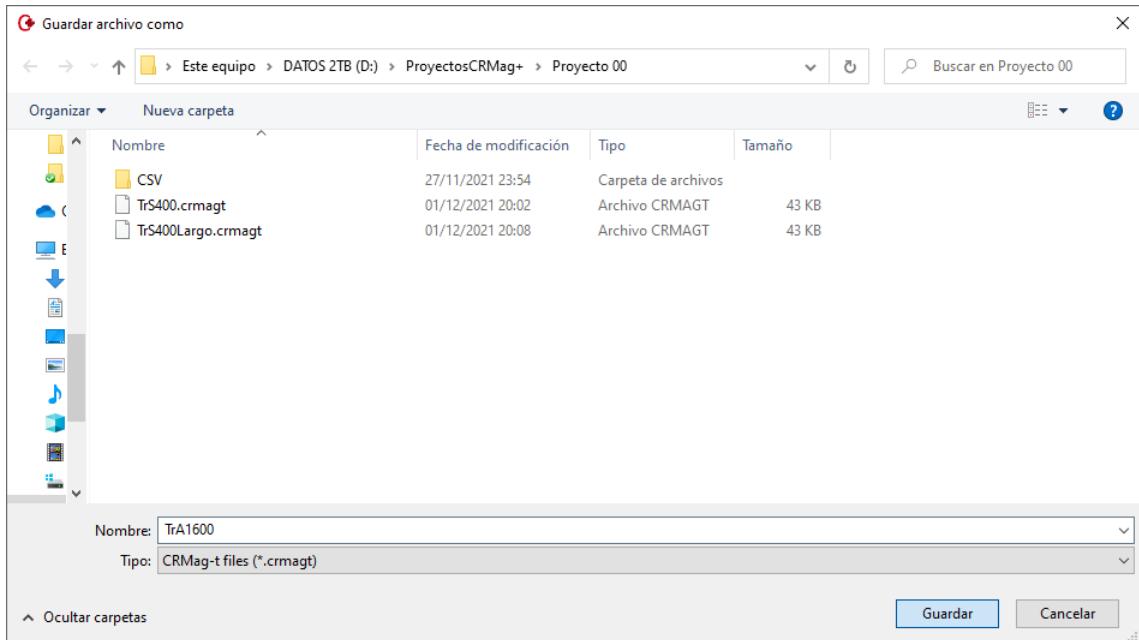


Los transformadores de distribución en aceite se generan del mismo modo. Por ejemplo, se puede crear un transformador en aceite de 1600kVA.



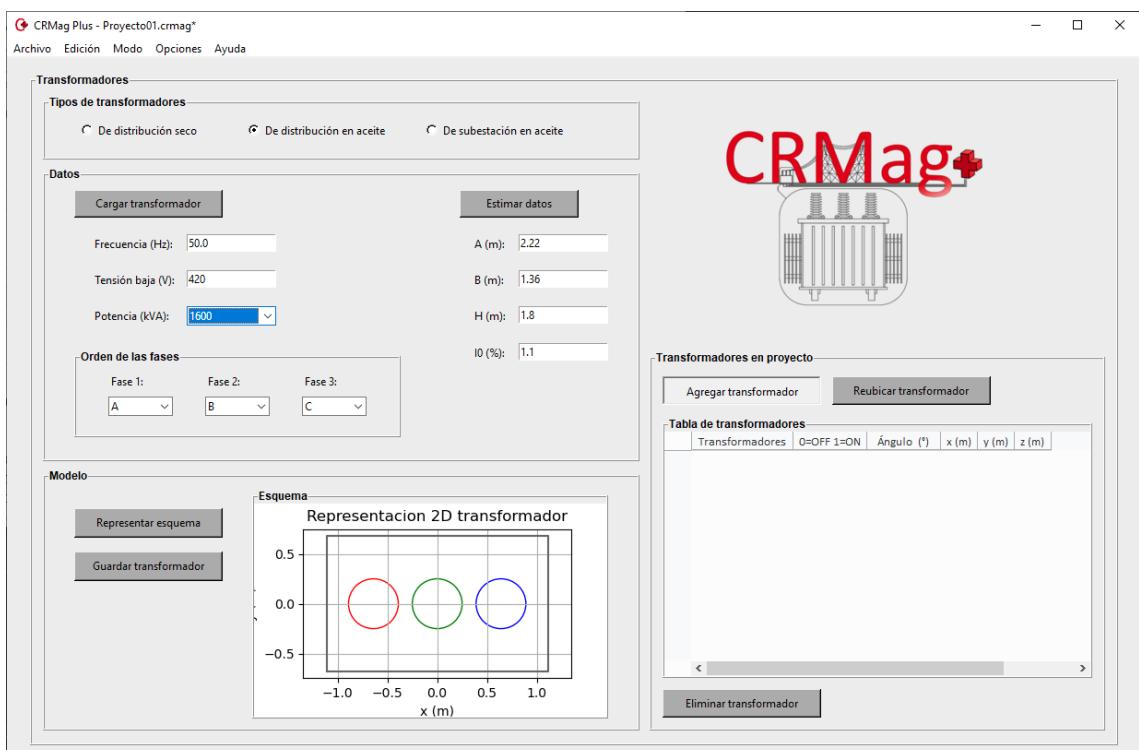


Este se puede guardar como TrA1600.crmagt.

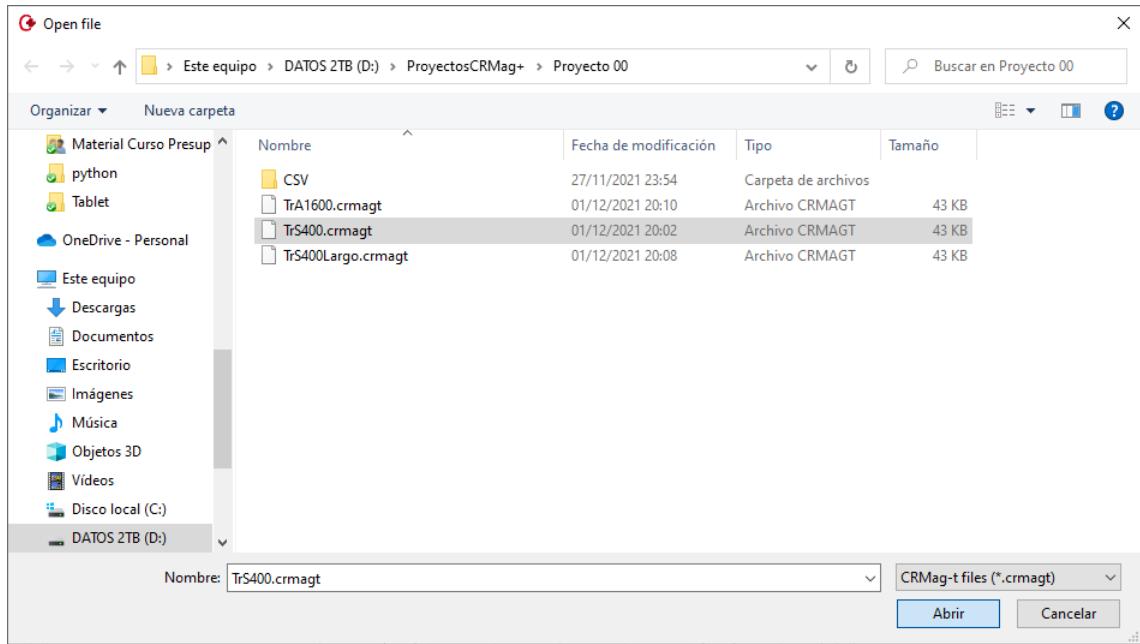


5.3 Inserción de transformadores en el proyecto

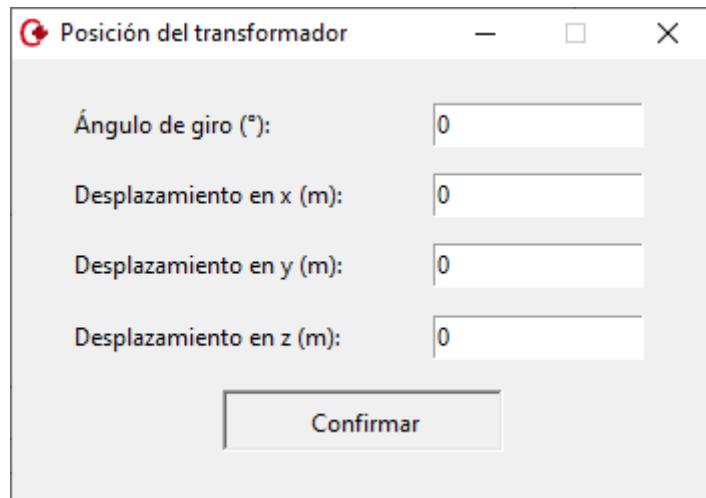
Los transformadores creados se pueden importar en el proyecto. Para ello se pulsa el botón Agregar transformador.



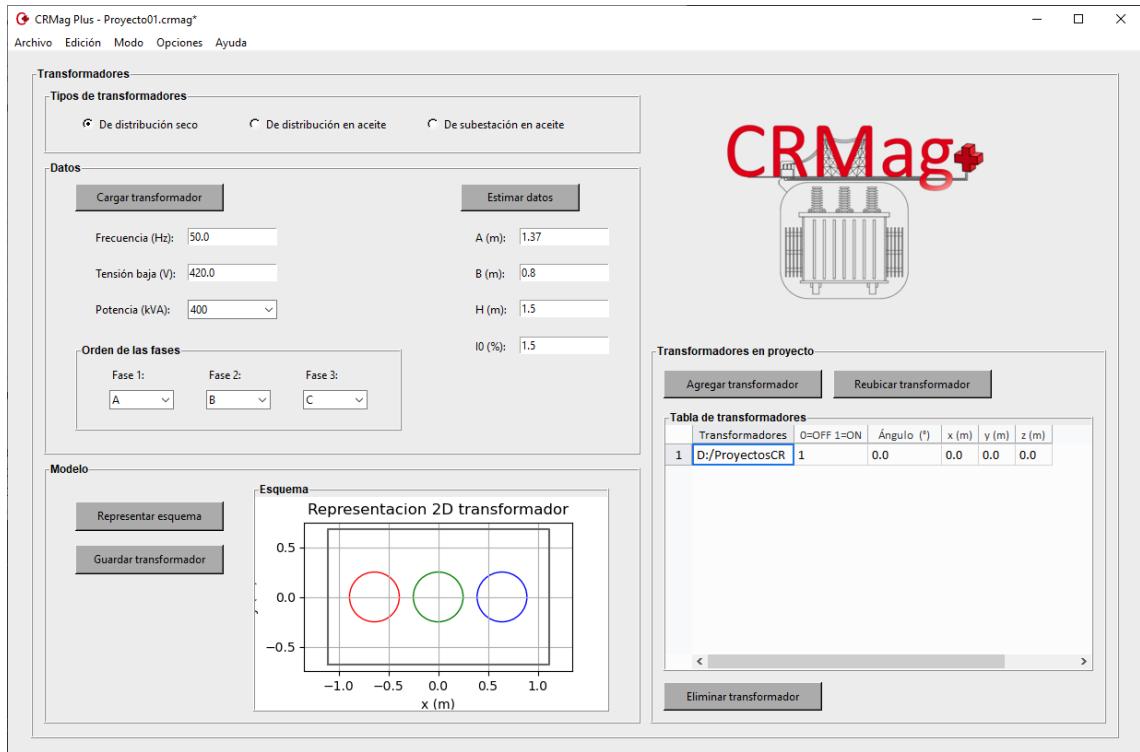
Se elige un transformador, por ejemplo, el TrS400.crmagt.



Se indica el ángulo de giro en sentido antihorario visto en planta y la posición (x, y, z) del centro de la base. Si se deja todo a 0, el transformador estará centrado sobre el origen de coordenadas y sobre el suelo.



En la tabla de transformadores aparece el transformador insertado.



La primera celda indica la ruta en la que está el archivo del modelo.

La segunda contiene un 1 si el transformador está activado para calcular el campo magnético o un 0 si está desactivado (en este caso, el transformador es ignorado al calcular). Esta celda se puede modificar. Debe contener un 1 o un 0. Esto es importante ya que, dado el carácter vectorial del campo magnético y la imposibilidad de conocer exactamente su comportamiento en una máquina tan compleja, se recomienda calcular el campo de los conductores por un lado y el de cada transformador por otro lado, para analizar la influencia que tiene cada elemento.

La tercera celda muestra el ángulo de giro del transformador visto en planta.

Las últimas tres celdas muestran la posición del centro de su base, indicando las coordenadas x, y, z, respectivamente, en metros.

Si se selecciona una fila de la tabla, los datos de ese transformador se muestran en la parte izquierda. Para comprobar esto, se puede cargar el transformador TrA1600.crmagt.

Open file

Este equipo > DATOS 2TB (D:) > ProyectosCRMAG+ > Proyecto 00 >

Organizar Nueva carpeta

	Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
	CSV	27/11/2021 23:54	Carpeta de archivos	
	TrA1600.crmagt	01/12/2021 20:10	Archivo CRMAGT	43 KB
	TrS400.crmagt	01/12/2021 20:02	Archivo CRMAGT	43 KB
	TrS400Largo.crmagt	01/12/2021 20:08	Archivo CRMAGT	43 KB

Nombre: TrA1600.crmagt CRMAG-t files (*.crmagt)

Abrir Cancelar

CRMag Plus - Proyecto01.crmag*

Archivo Edición Modo Opciones Ayuda

Transformadores

Tipos de transformadores

De distribución seco De distribución en aceite De subestación en aceite

Datos

Cargar transformador Estimar datos

Frecuencia (Hz): 50.0 A (m): 2.22
 Tensión baja (V): 420.0 B (m): 1.36
 Potencia (kVA): 1600 H (m): 1.8
 I0 (%): 1.1

Orden de las fases

Fase 1: Fase 2: Fase 3:

Modelo

Representar esquema Guardar transformador

Esquema Representación 2D transformador

Transformadores en proyecto

Agregar transformador Reubicar transformador

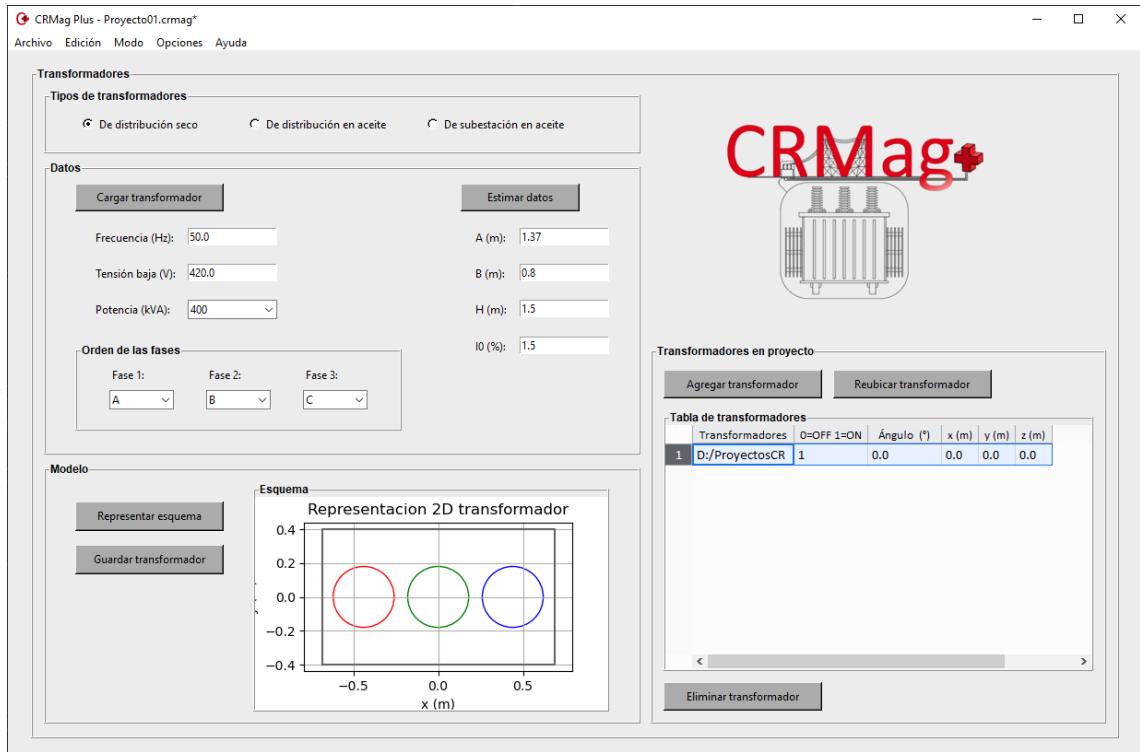
Tabla de transformadores

Transformadores	0=OFF 1=ON	Ángulo (°)	x (m)	y (m)	z (m)
1 D:/ProyectosCR	1	0.0	0.0	0.0	0.0

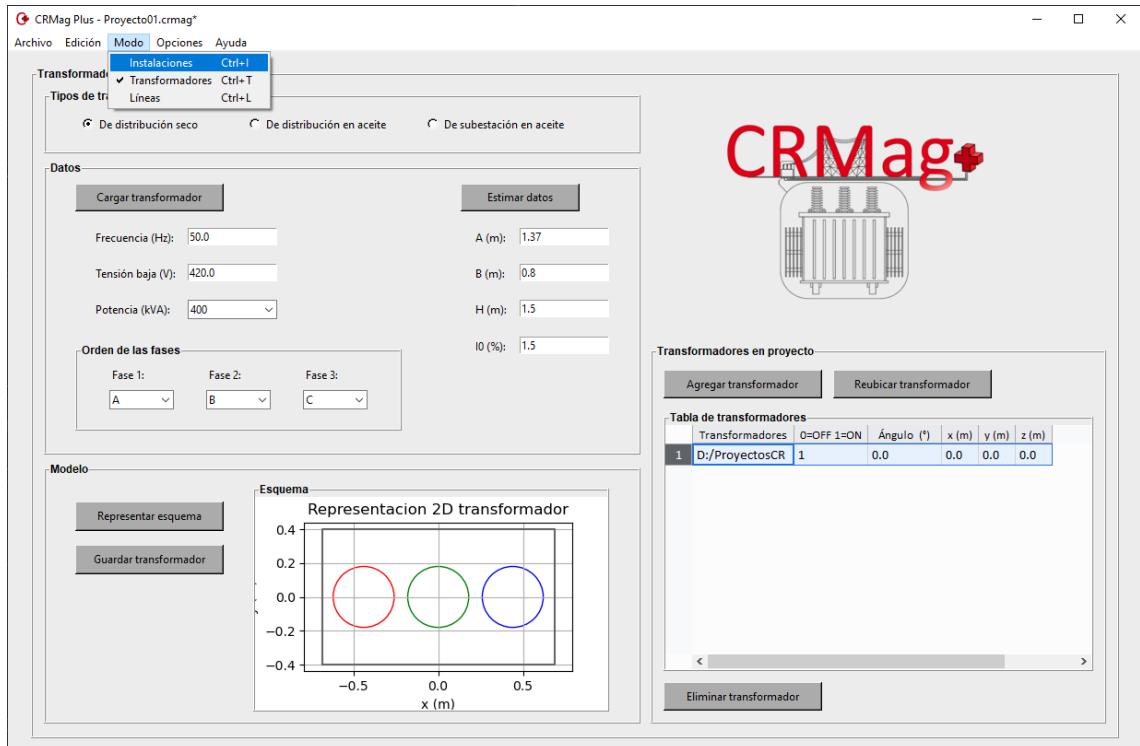
< >

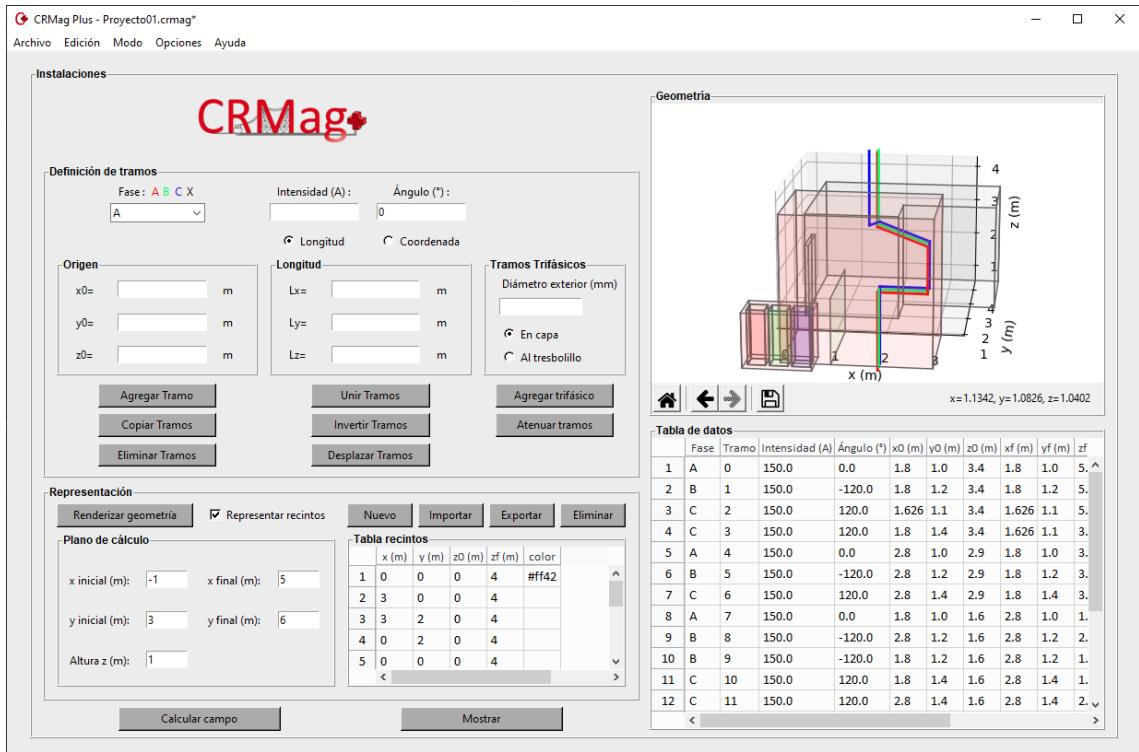
Eliminar transformador

Y seleccionar la fila 1 de la tabla.

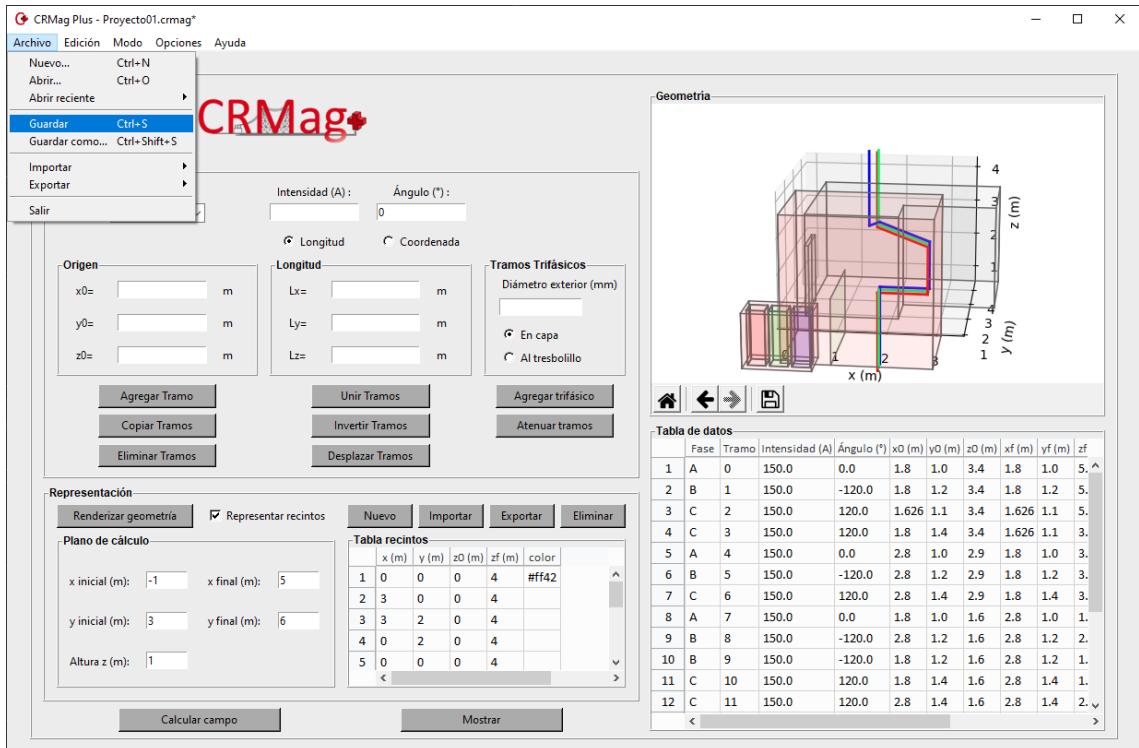


Se observa que se actualiza toda la información. Si se clicara el botón de Eliminar transformador, se borraría esta fila de la tabla. Para ver la localización de los transformadores activados (aquellos que tienen la segunda columna con un 1), se puede utilizar el menú *Modo>Instalaciones* o el atajo de teclado **Control+I**.



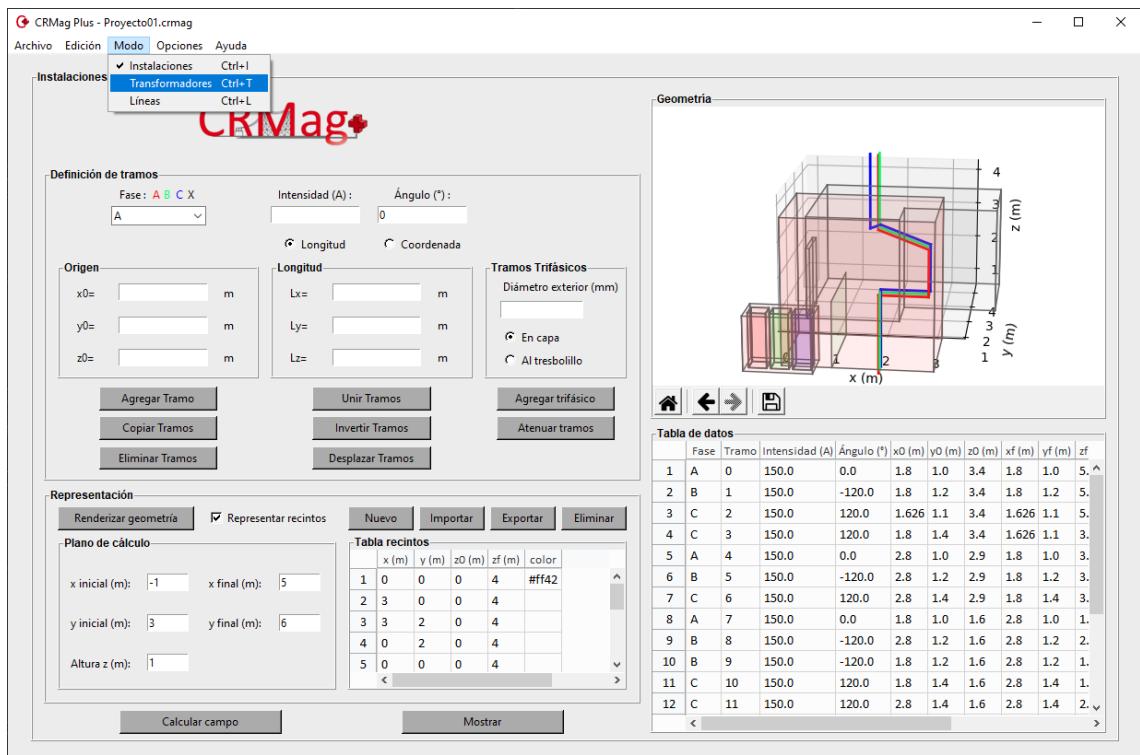


En este caso el transformador está atravesando una pared. Se puede guardar el proyecto mediante el menú **Archivo>Guardar** o con el atajo de teclado **Control+S**. Esto conviene hacerlo periódicamente.

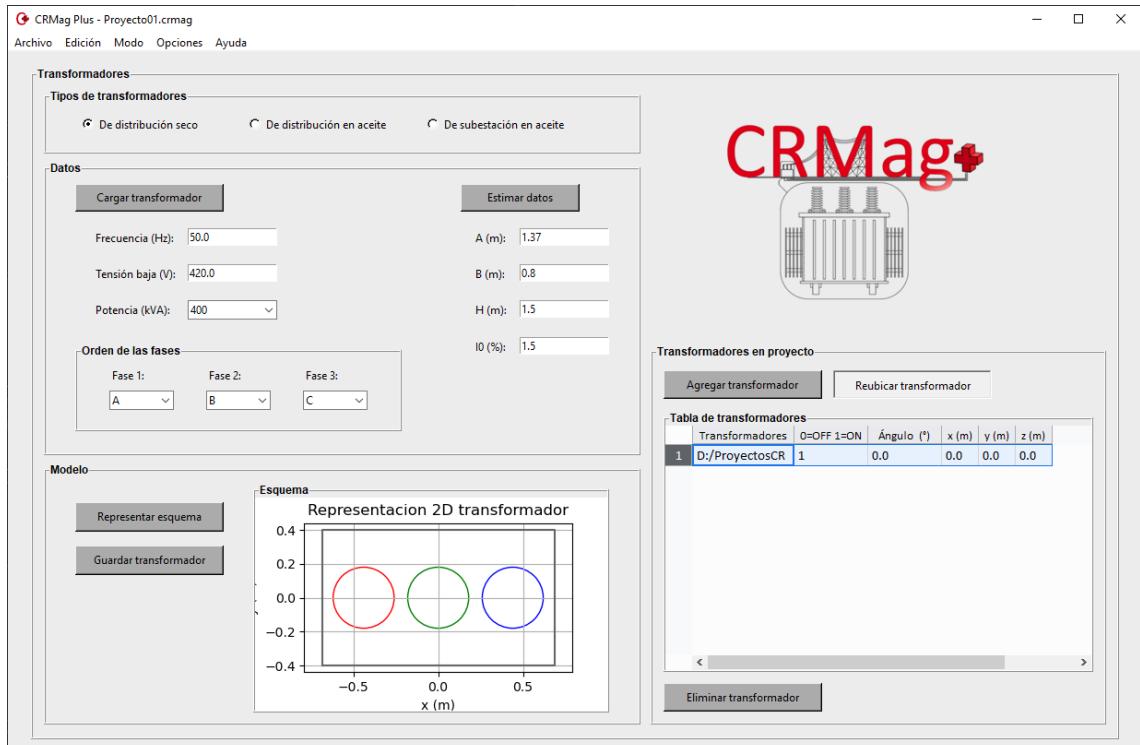


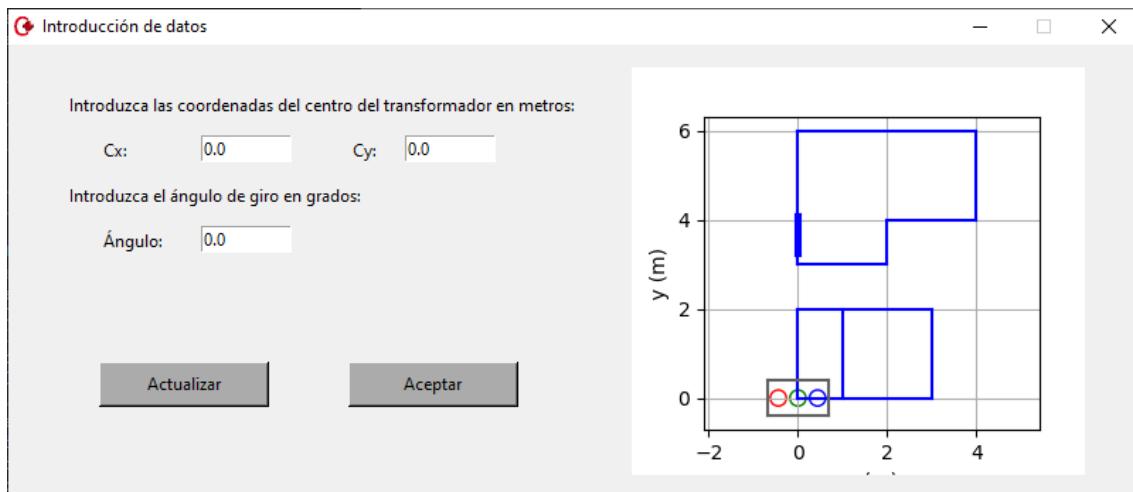
5.4 Ubicación de transformadores

Para reubicar el transformador y que quede dentro del recinto, se puede volver al modo de transformadores mediante el menú **Modo>Transformadores** o pulsando **Control+T**.

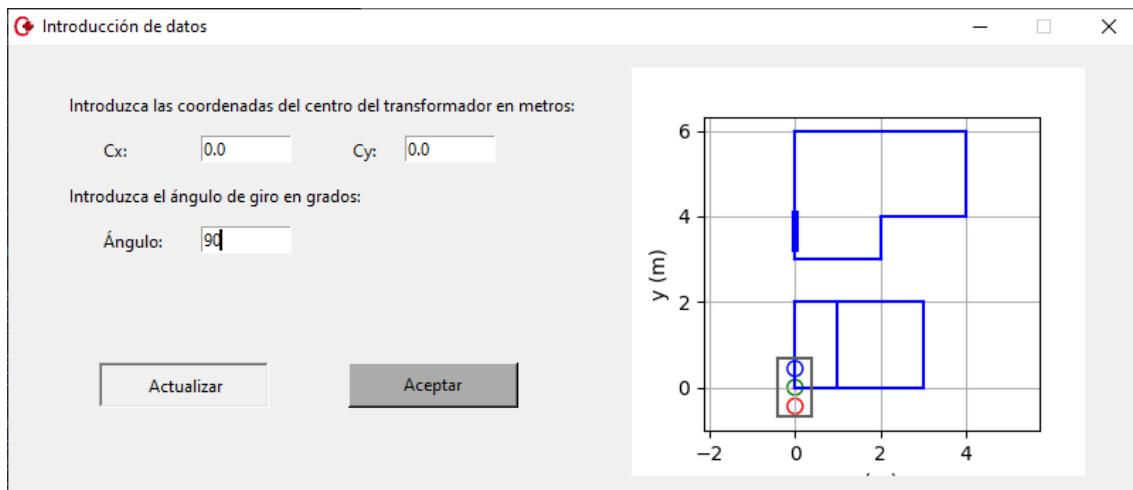


Con una fila seleccionada, el botón Reubicar transformador permite moverlo a otra posición.

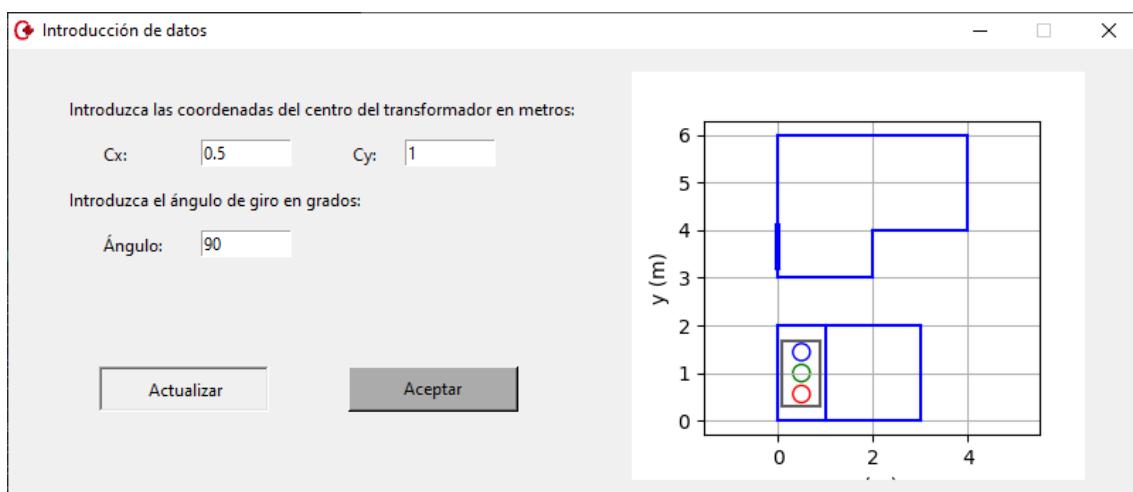




Se puede indicar un ángulo de 90° y clicar en Actualizar para ver que el transformador se ha girado.



Se puede desplazar en x e y una distancia de 0.5m y 1m respectivamente.



Al Aceptar, el transformador queda posicionado en su nueva localización.

Introducción de datos

Introduzca las coordenadas del centro del transformador en metros:

Cx: Cy:

Introduzca el ángulo de giro en grados:

Ángulo:

Actualizar **Aceptar**

A 2D coordinate system with x-axis from 0 to 4 and y-axis from 0 to 6. A blue rectangle represents a building footprint. Inside it, there is a smaller rectangle representing a transformer. Three circles are placed on the transformer: one blue circle at (0.5, 1), one green circle at (0.5, 1.5), and one red circle at (0.5, 0.5).

CRMag Plus - Proyecto01.crmag

Archivo Edición Modo Opciones Ayuda

Transformadores

Tipos de transformadores: De distribución seco De distribución en aceite De subestación en aceite

Datos

Cargar transformador Estimar datos

Frecuencia (Hz):	50.0	A (m):	1.37
Tensión baja (V):	420.0	B (m):	0.8
Potencia (kVA):	400	H (m):	1.5

Orden de las fases: Fase 1: A, Fase 2: B, Fase 3: C

I0 (%): 1.5

Modelo

Representar esquema Guardar transformador

Esquema: Representación 2D transformador

A 2D coordinate system with x-axis from -0.5 to 0.5 and y-axis from -0.4 to 0.4. Three circles are plotted: a red circle at (-0.5, 0), a green circle at (0, 0), and a blue circle at (0.5, 0).

CRMag+

Un transformador

Transformadores en proyecto

Agregar transformador Reubicar transformador

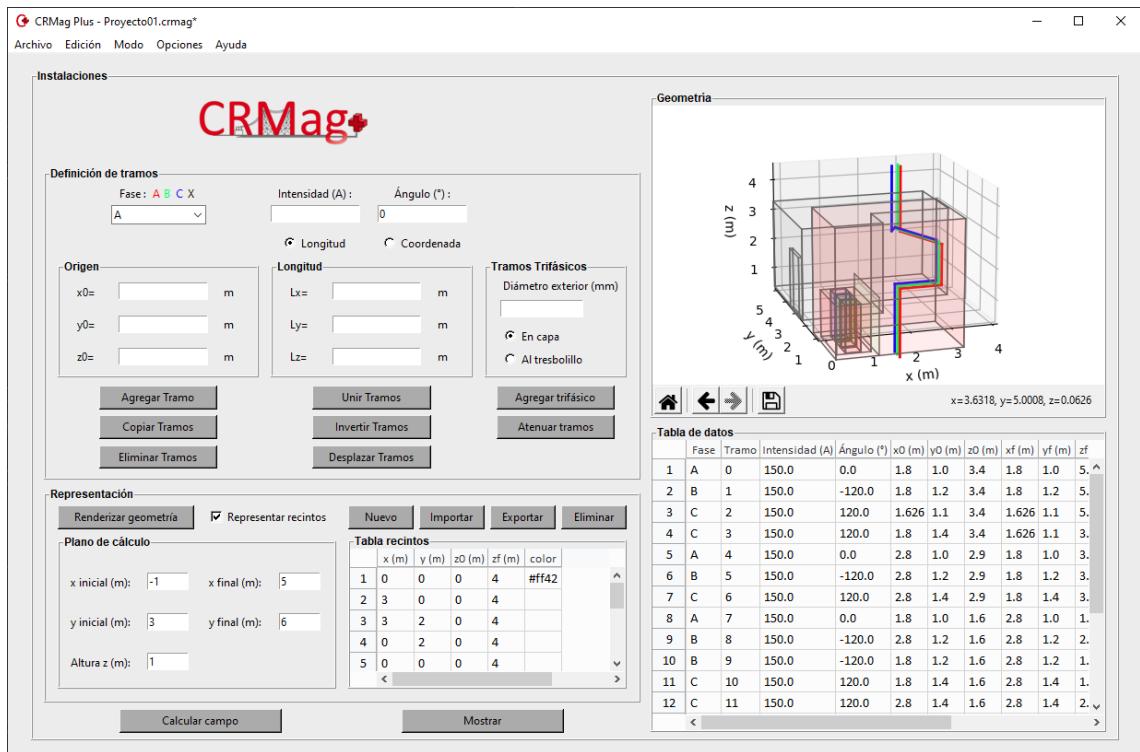
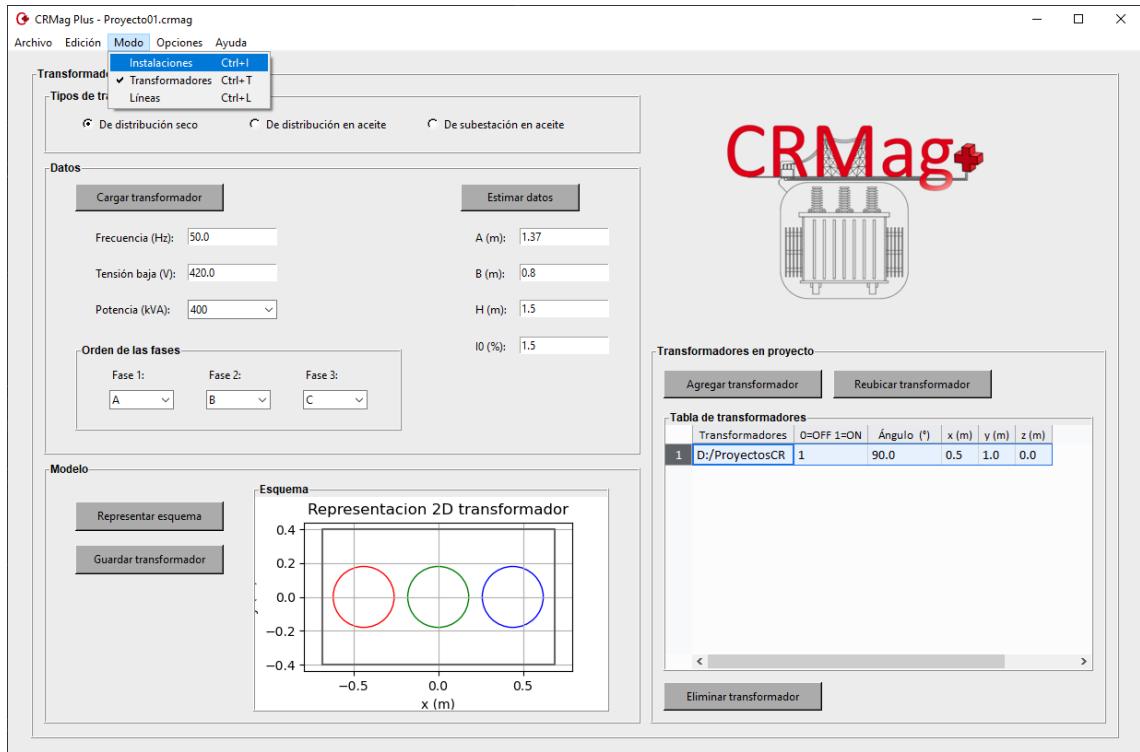
Tabla de transformadores

Transformadores	0=OFF 1=ON	Ángulo (°)	x (m)	y (m)	z (m)
1 D:/ProyectosCR	1	90.0	0.5	1.0	0.0

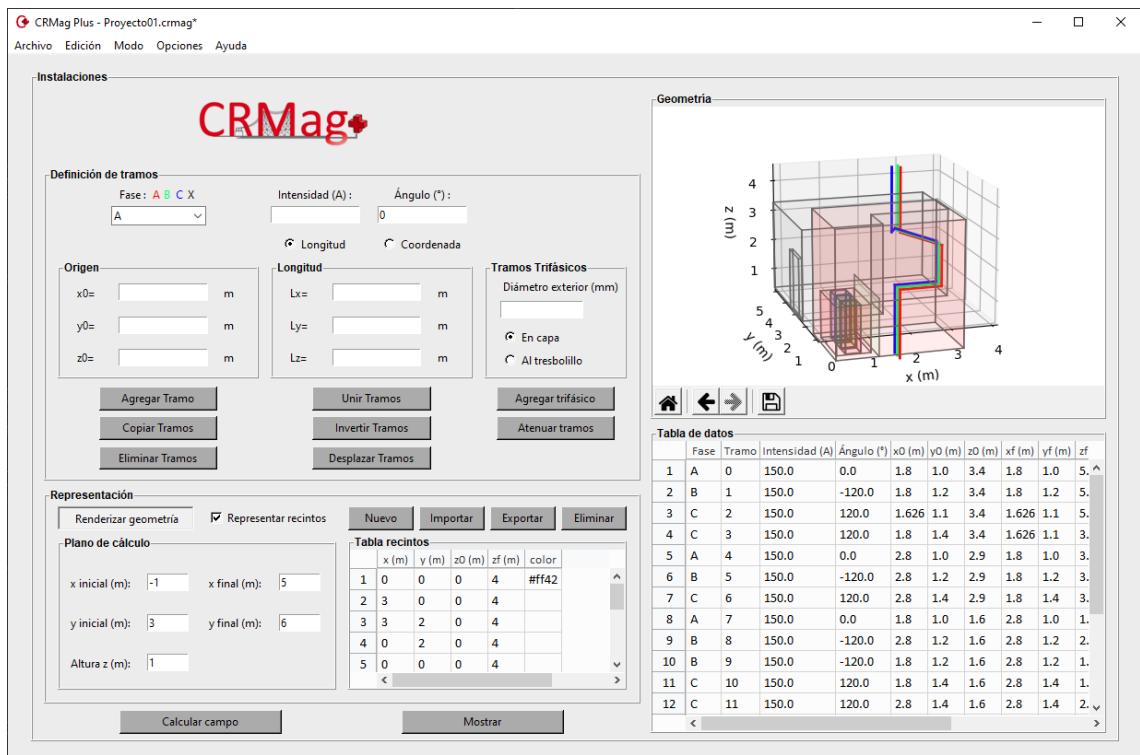
< >

Eliminar transformador

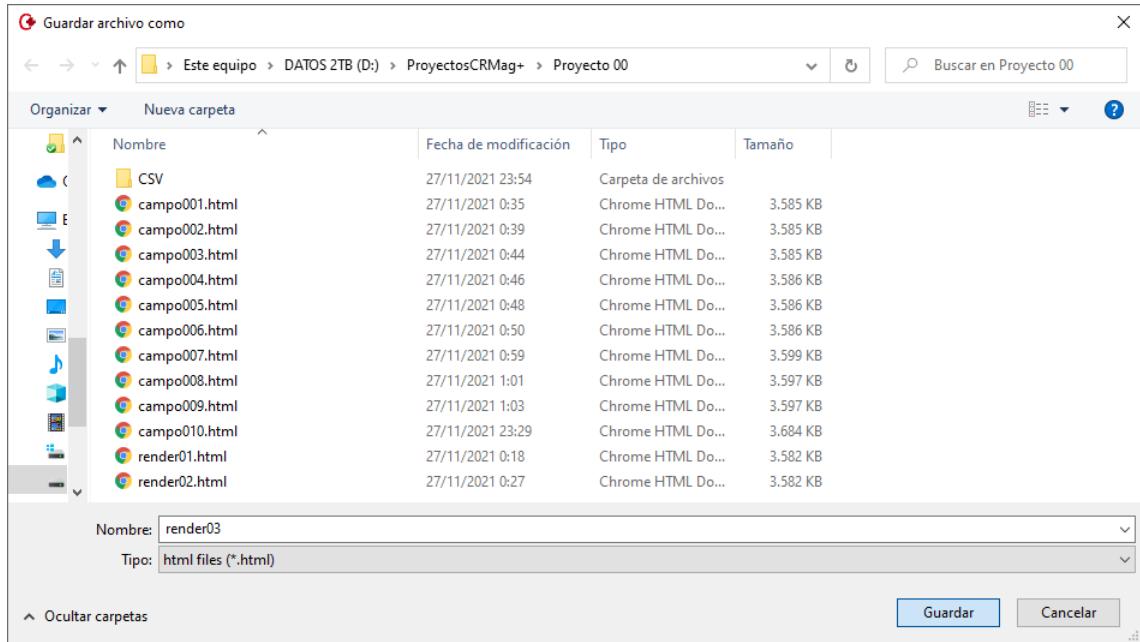
Ahora, en el Modo de instalaciones, al que se puede ir desde el menú **Modo>Instalaciones** o mediante el atajo de teclado **Control+I**, se mostrará el transformador dentro del recinto.



Para verlo con más claridad se puede utilizar el botón Renderizar geometría.

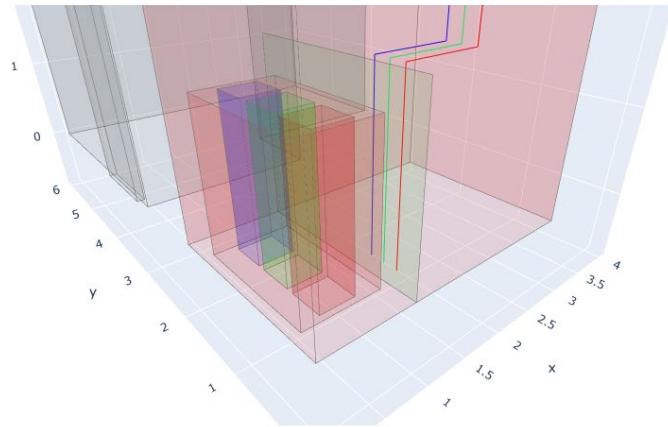


El dibujo se puede guardar como render03.html.



El resultado muestra claramente la posición del transformador.

Gráfica de geometría



5.5 Campo magnético con transformadores

Se puede estudiar el campo fuera del edificio poniendo en el eje y valores desde -5 hasta 0. Al pulsar en Calcular campo, se indica que existen 16 tramos y 1 transformador. Si se deja marcado el checkbox de Incluir tramos en el cálculo, se simulará el efecto conjunto de ambas partes, aunque esto no es recomendable, pues el campo es vectorial y este resultado podría no ser totalmente preciso. No obstante, en este caso se va a hacer esto para ilustrar el proceso. En la separación se va a poner 0.25 tanto en x como en y para que la simulación no sea excesivamente larga.

CRMag Plus - Proyecto01.crmag*

Archivo Edición Modo Opciones Ayuda

Instalaciones

CRMag+

Definición de tramos

Fase: A B C X	Intensidad (A):	Ángulo (*):
A	0	
<input checked="" type="radio"/> Longitud	<input type="radio"/> Coordenada	
Origen	Lx=	
x0=	m	
y0=	m	
z0=	m	
Lx=		
Ly=		
Lz=		
<input type="button" value="Agregar Tramo"/>	<input type="button" value="Unir Tramos"/>	<input type="button" value="Agregar trifásico"/>
<input type="button" value="Copiar Tramos"/>	<input type="button" value="Invertir Tramos"/>	<input type="button" value="Atenuar tramos"/>
<input type="button" value="Eliminar Tramos"/>	<input type="button" value="Desplazar Tramos"/>	

Representación

Renderizar geometría Representar recintos

Nuevo Importar Exportar Eliminar

Plano de cálculo

x inicial (m): -1	x final (m): 5
y inicial (m): -5	y final (m): 5
Altura z (m): 1	

Tabla recintos

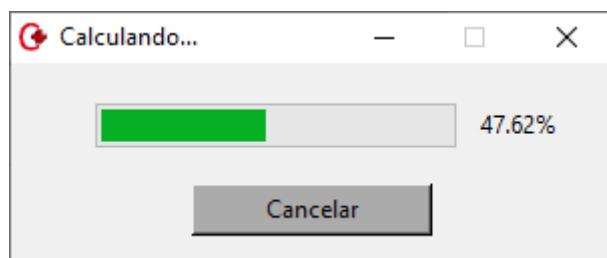
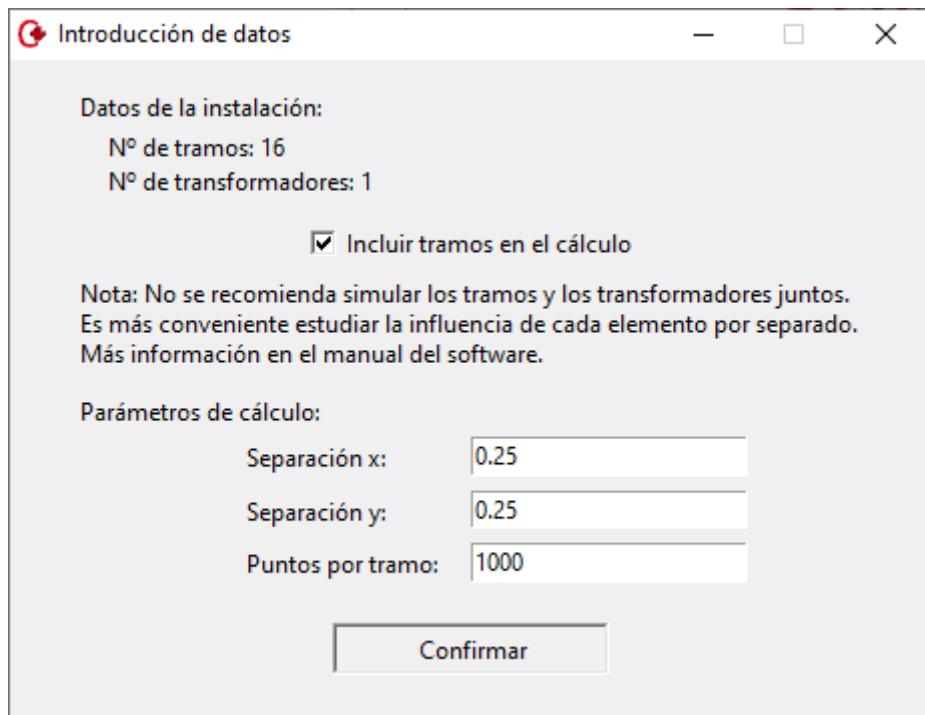
	x (m)	y (m)	z0 (m)	zf (m)	color
1	0	0	0	4	#ff42
2	3	0	0	4	
3	3	2	0	4	
4	0	2	0	4	
5	0	0	0	4	

Calcular campo Mostrar

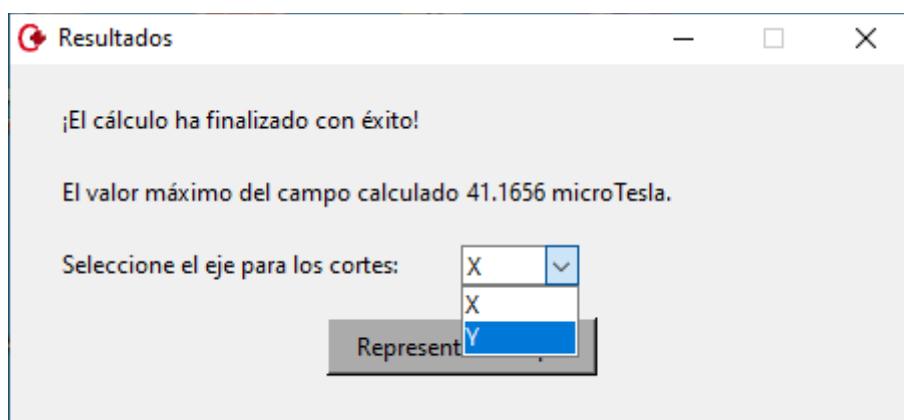
Geometría

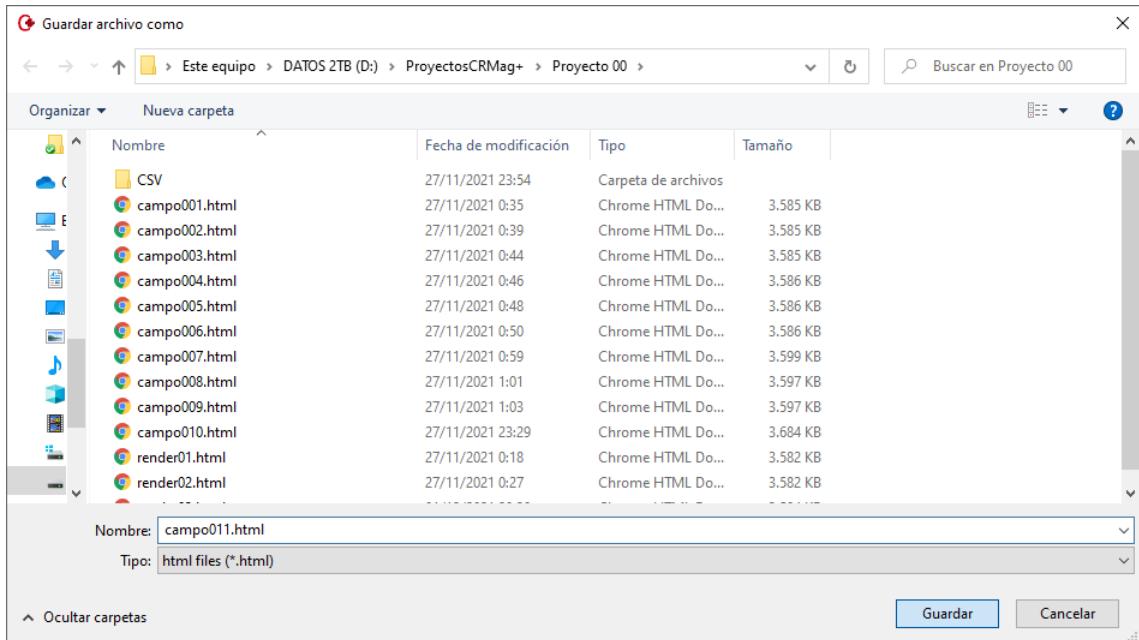
Tabla de datos

	Fase	Tramo	Intensidad (A)	Ángulo (*)	x0 (m)	y0 (m)	z0 (m)	xf (m)	yf (m)	zf
1	A	0	150.0	0.0	1.8	1.0	3.4	1.8	1.0	3.
2	B	1	150.0	-120.0	1.8	1.2	3.4	1.8	1.2	5.
3	C	2	150.0	120.0	1.626	1.1	3.4	1.626	1.1	5.
4	C	3	150.0	120.0	1.8	1.4	3.4	1.626	1.1	3.
5	A	4	150.0	0.0	2.8	1.0	2.9	1.8	1.0	3.
6	B	5	150.0	-120.0	2.8	1.2	2.9	1.8	1.2	3.
7	C	6	150.0	120.0	2.8	1.4	2.9	1.8	1.4	3.
8	A	7	150.0	0.0	1.8	1.0	1.6	2.8	1.0	1.
9	B	8	150.0	-120.0	2.8	1.2	1.6	2.8	1.2	2.
10	B	9	150.0	-120.0	1.8	1.2	1.6	2.8	1.2	1.
11	C	10	150.0	120.0	1.8	1.4	1.6	2.8	1.4	1.
12	C	11	150.0	120.0	2.8	1.4	1.6	2.8	1.4	2.

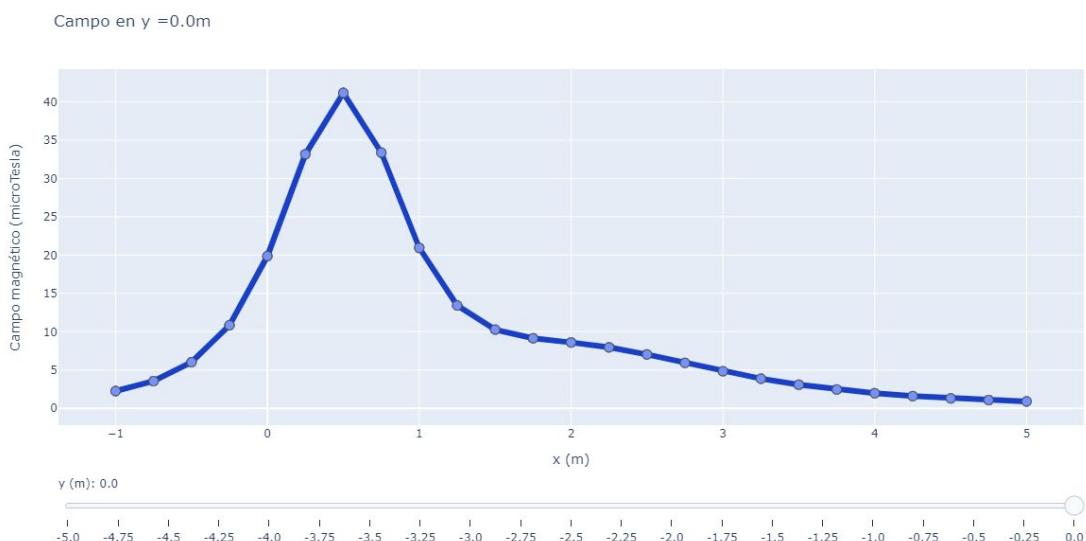


Para representar el campo en la fachada, se elige el eje Y.

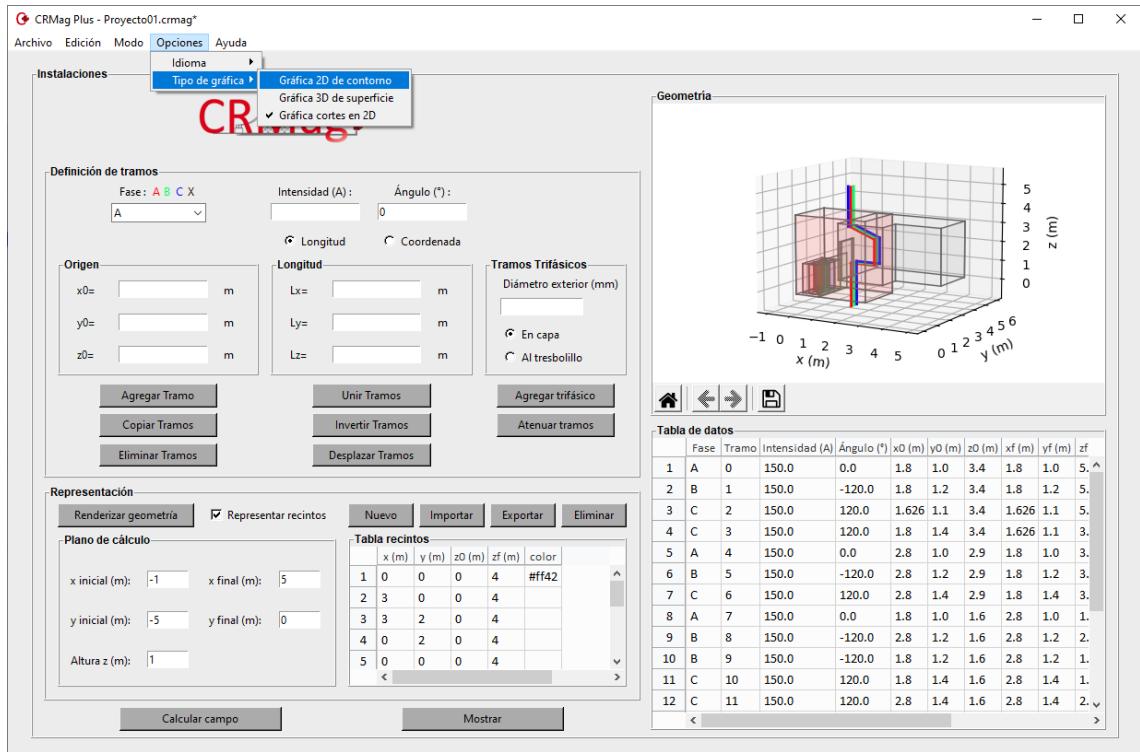




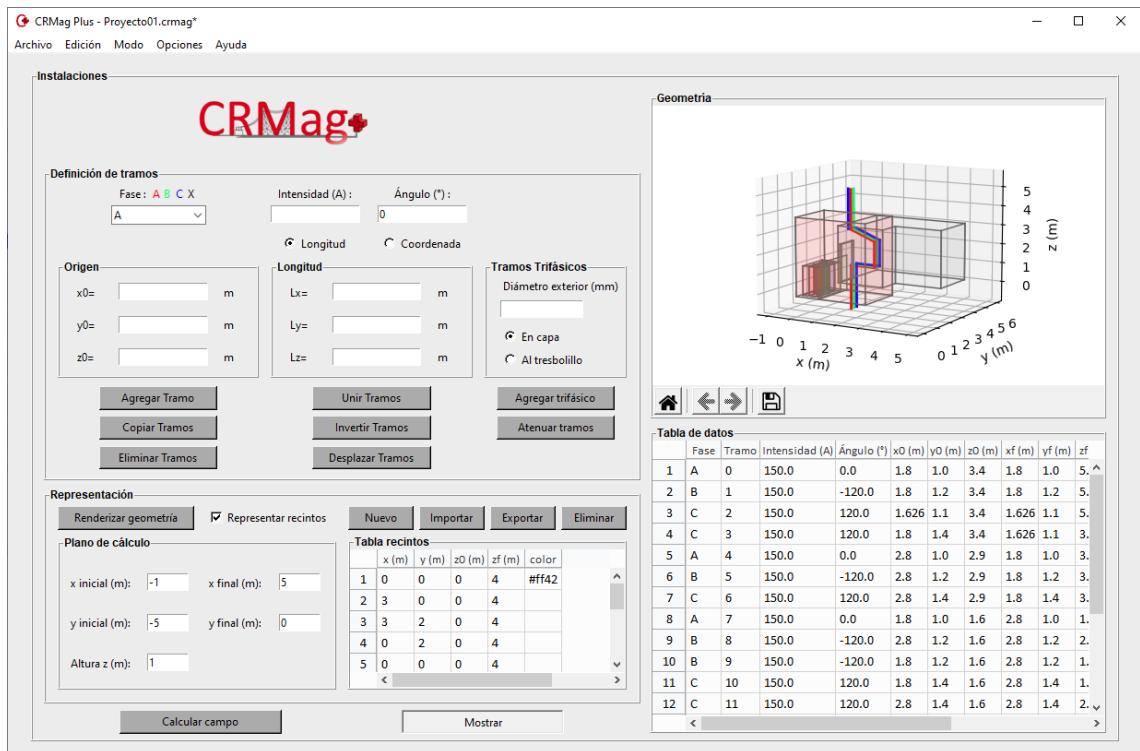
Moviendo la slider a Y=0.0 se puede ver el campo a lo largo del eje X en esa fachada.



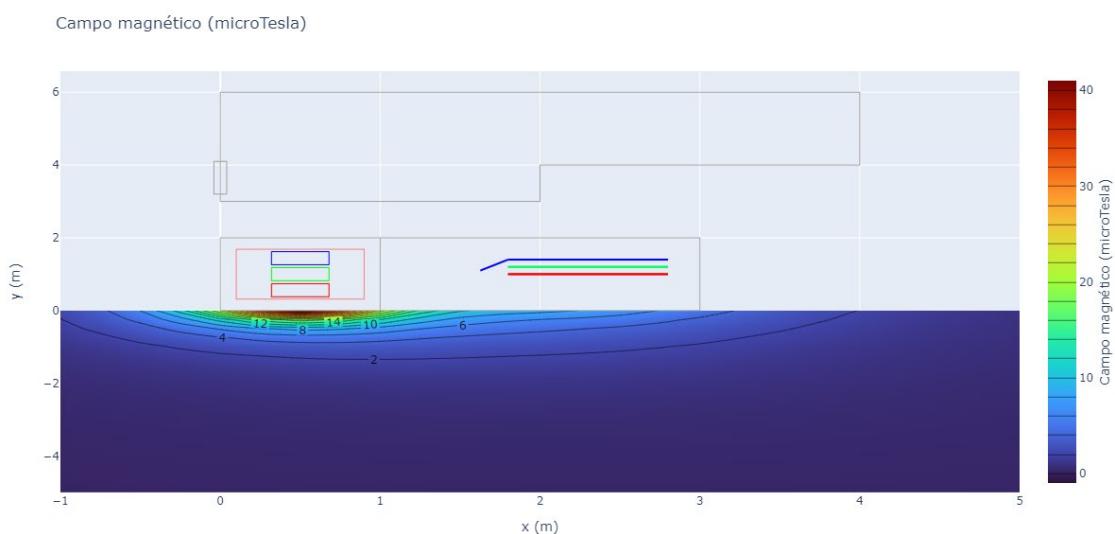
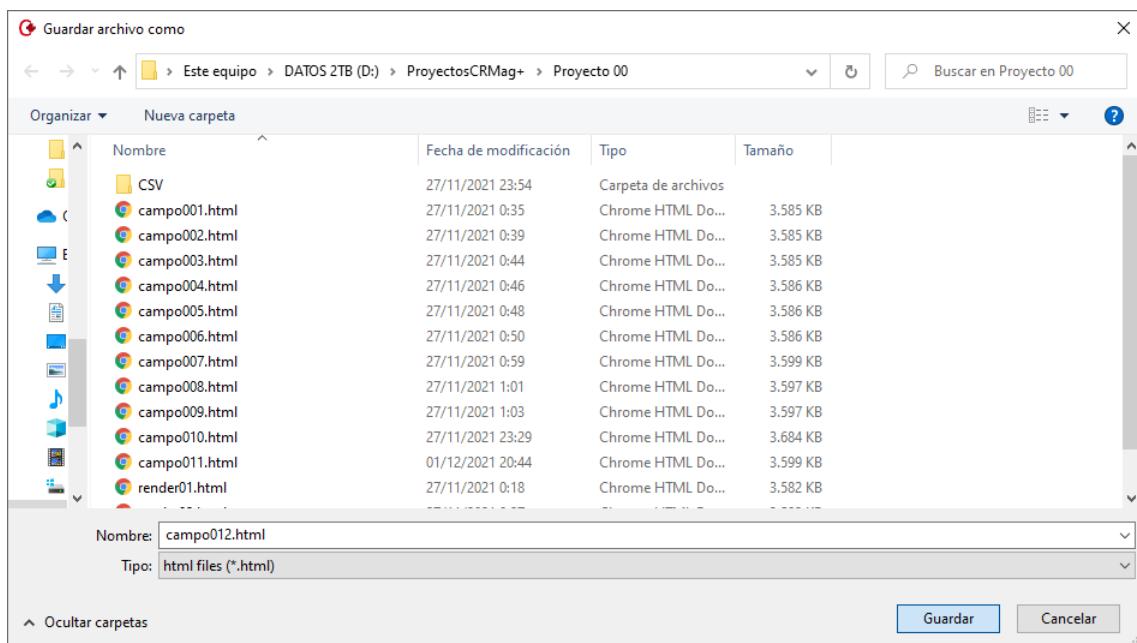
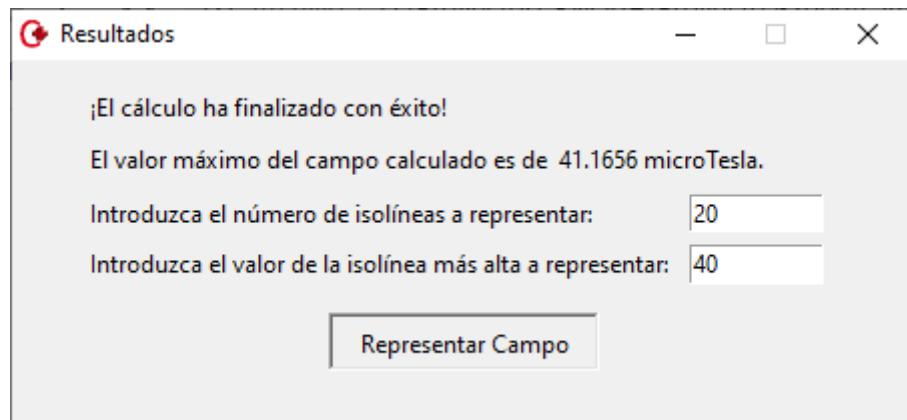
Se observa el pico de campo entre x=0 y x=1 que produce el transformador principalmente en esa zona. Para ver la vista en planta de este resultado con las isolíneas se puede elegir el menú *Opciones>Tipo de gráfica>Gráfica 2D de contorno*.



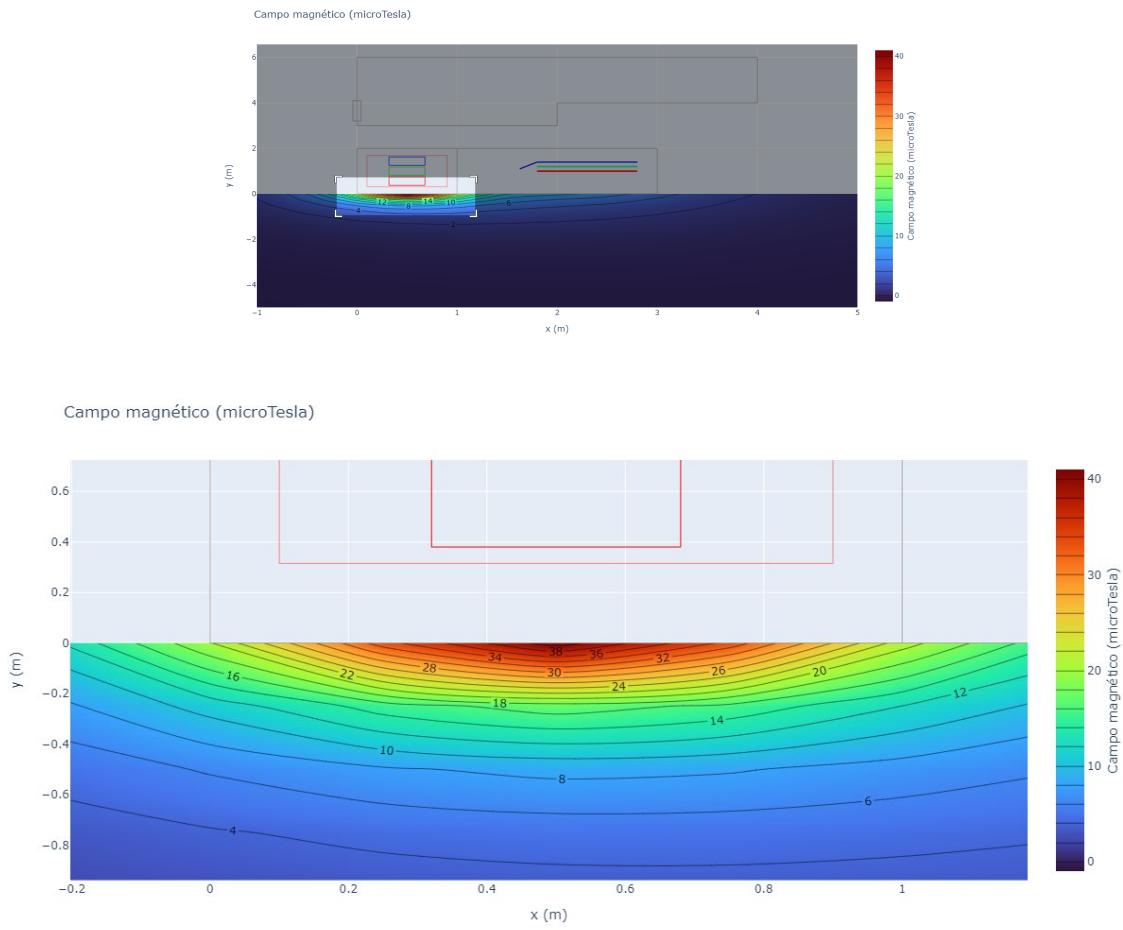
Después se puede clicar el botón Mostrar (no hay que calcular nuevamente).



Puesto que el máximo es de $41.1656\mu\text{T}$, se pueden hacer 20 isolíneas hasta un valor de 40, por ejemplo.

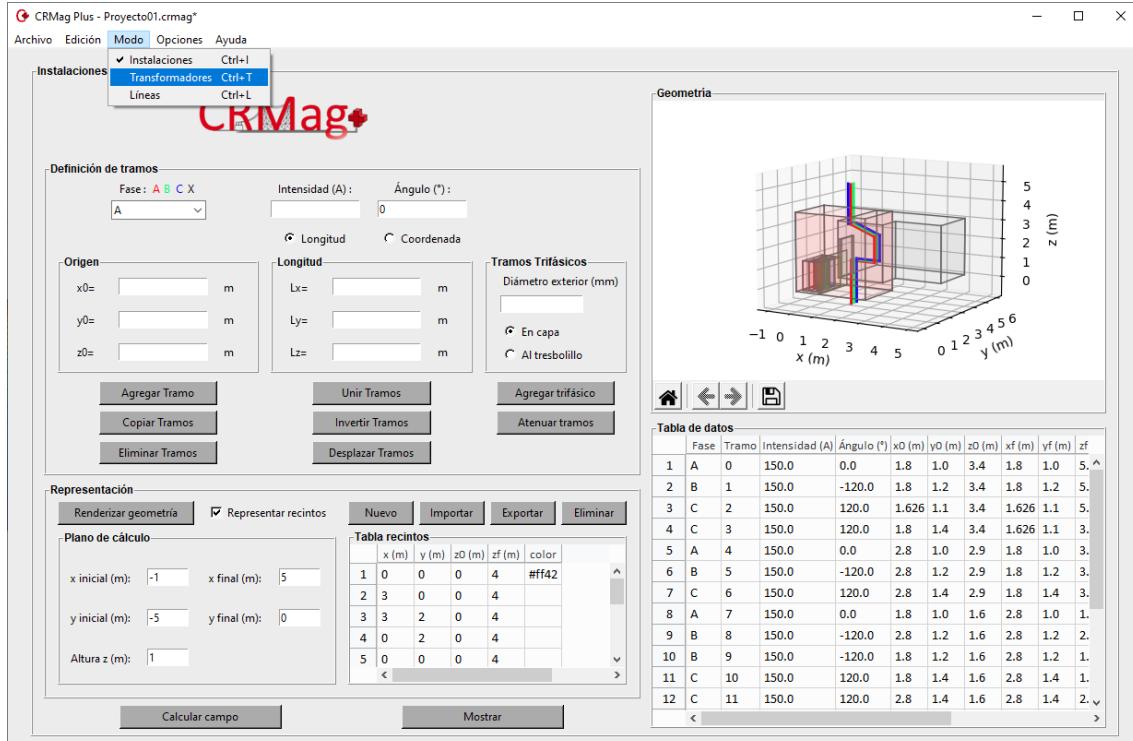


Se puede hacer zoom para ver el campo cerca del transformador.

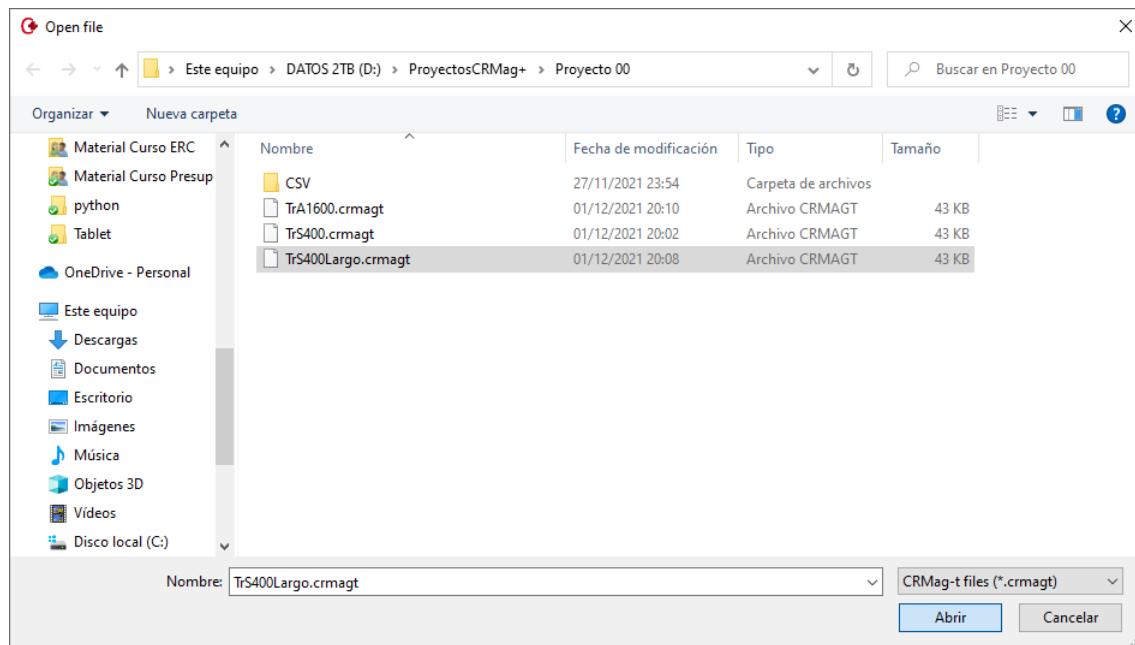
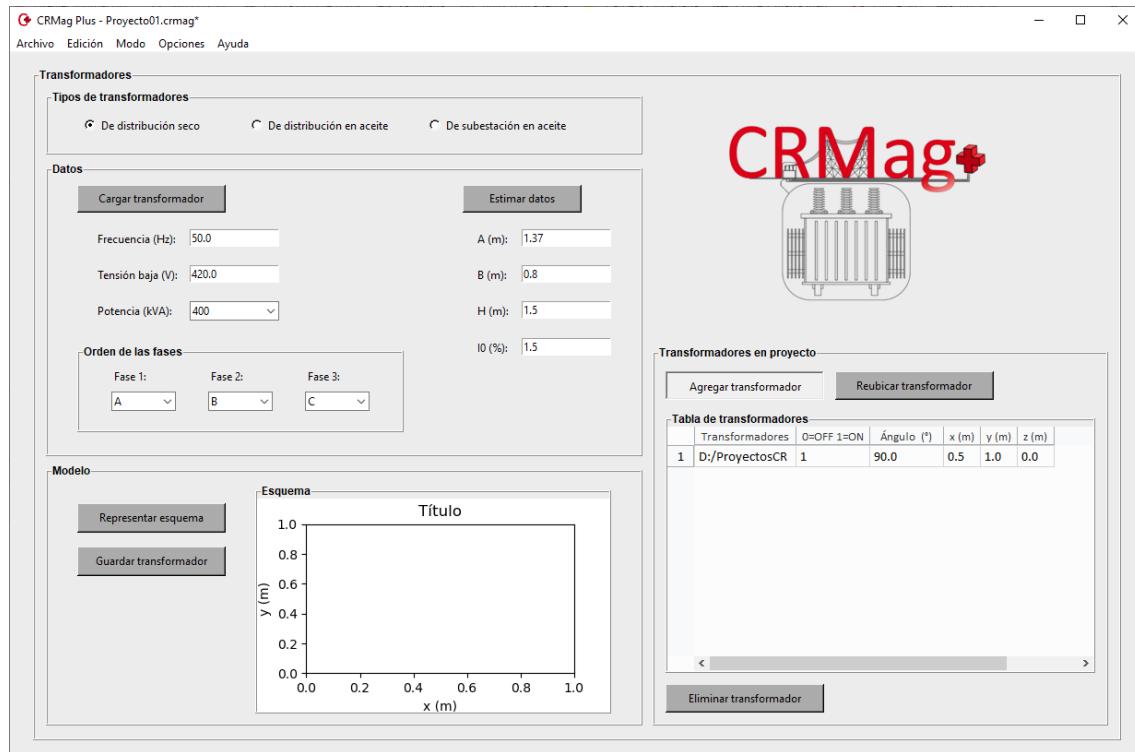


5.6 Inserción de múltiples transformadores

Con el menú **Modo>Transformadores** o el atajo de teclado **Control+T** se puede volver al modo de transformadores.



En este modo se pueden agregar los otros dos transformadores que se habían guardado en diferentes posiciones utilizando el botón de Agregar transformador.



Posición del transformador

Ángulo de giro (°):	90
Desplazamiento en x (m):	0.5
Desplazamiento en y (m):	4.5
Desplazamiento en z (m):	0

Confirmar

CRMag Plus - Proyecto01.crmag*

Archivo Edición Modo Opciones Ayuda

Transformadores

Tipos de transformadores

De distribución seco De distribución en aceite De subestación en aceite

Datos

Cargar transformador Estimar datos

Frecuencia (Hz): 50.0 A (m): 1.6
 Tensión baja (V): 420.0 B (m): 0.8
 Potencia (kVA): 400 H (m): 1.5
 I0 (%): 1.5

Orden de las fases: Fase 1: A Fase 2: B Fase 3: C

Modelo

Representar esquema Guardar transformador

Esquema
Título
 1.0
 0.8
 0.6
 0.4
 0.2
 0.0
 y (m)
 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0
 x (m)

CRMag+

Transformadores en proyecto

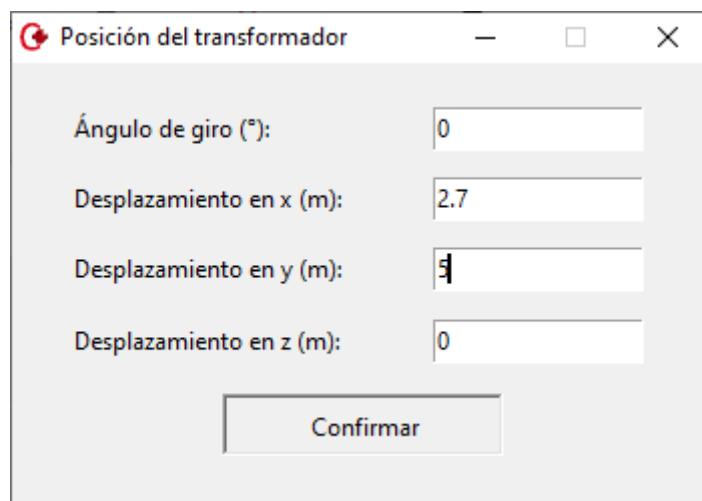
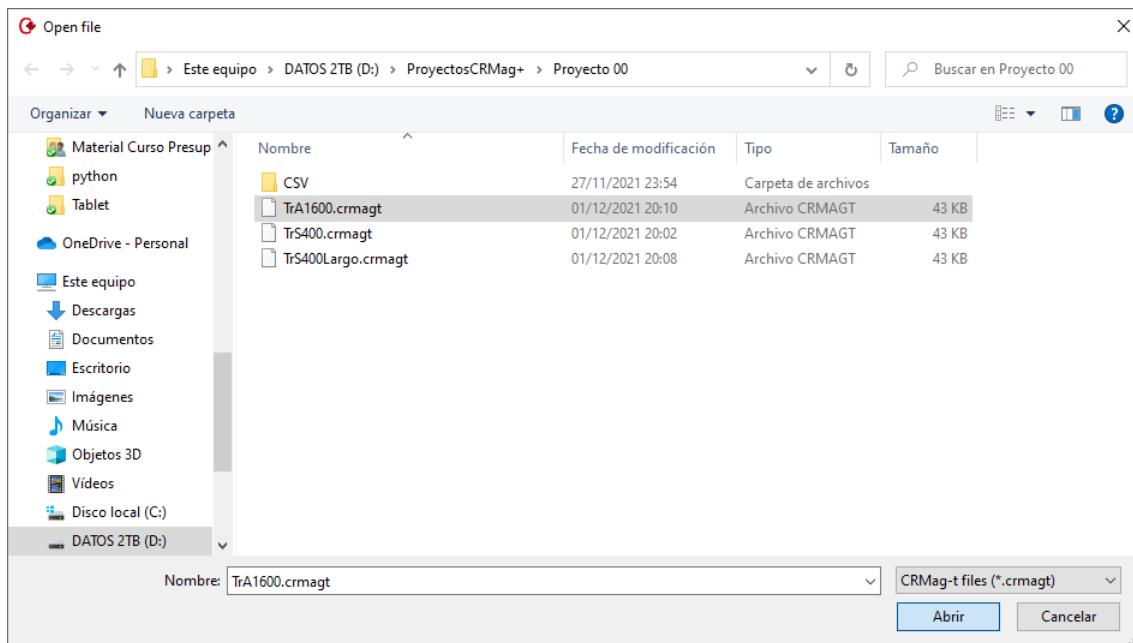
Agregar transformador Reubicar transformador

Tabla de transformadores

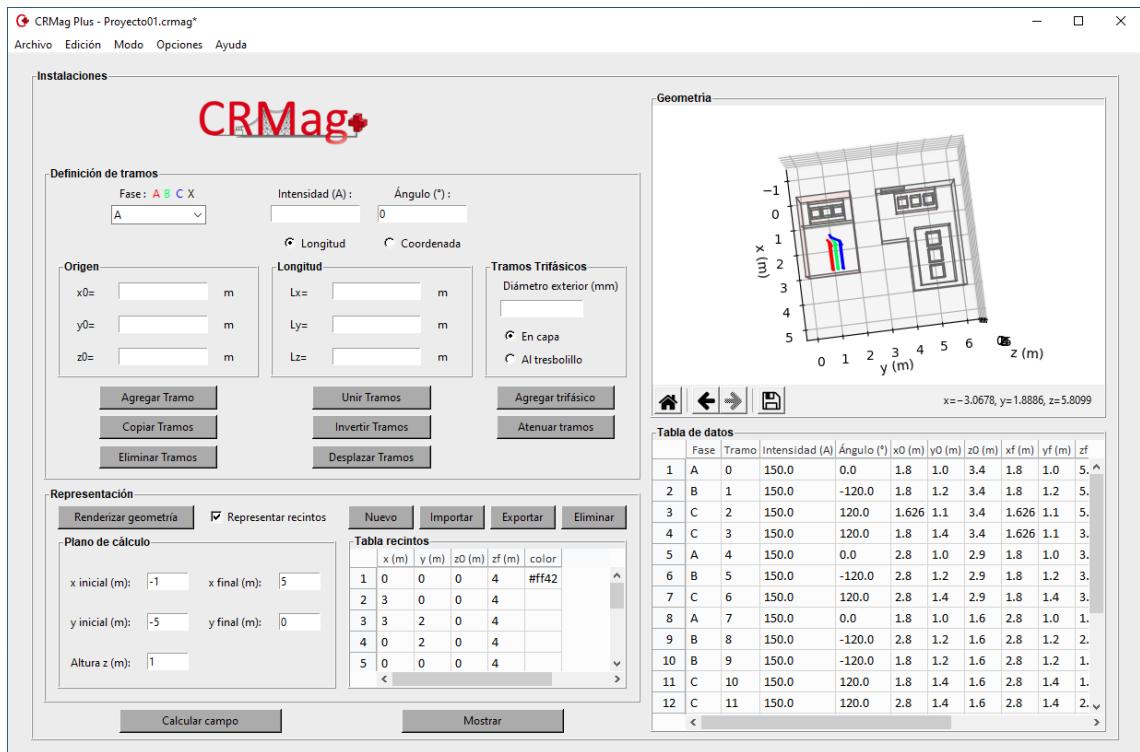
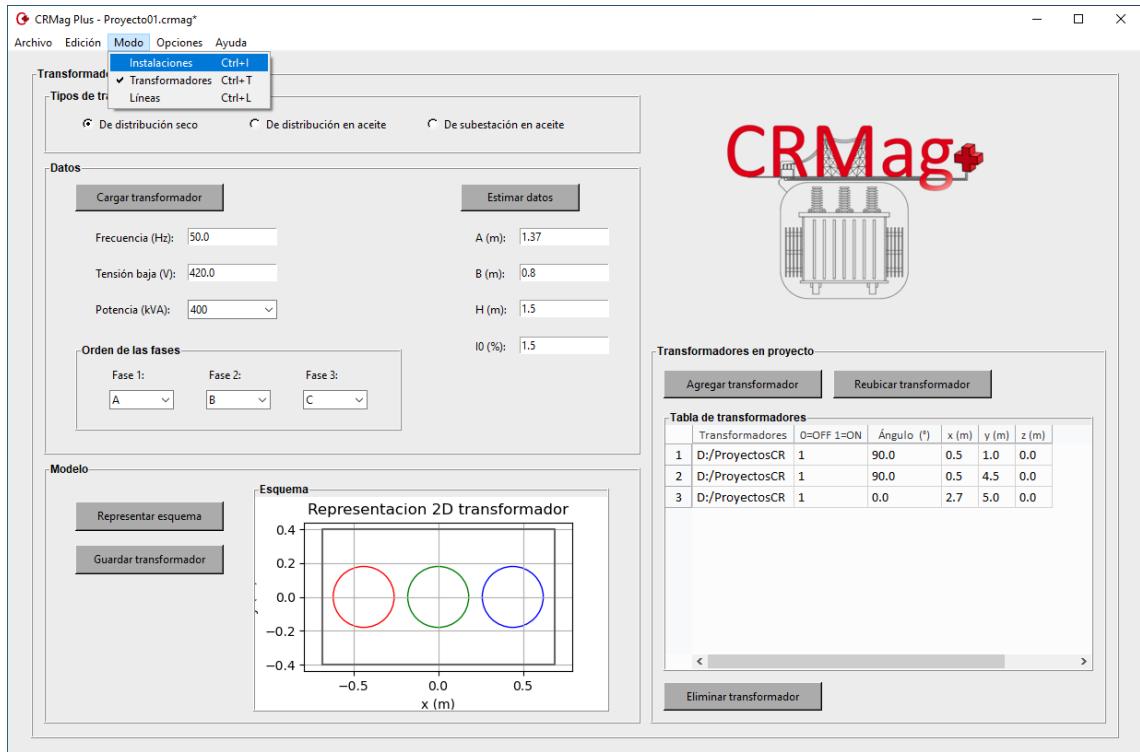
Transformadores	0=OFF 1=ON	Ángulo (°)	x (m)	y (m)	z (m)
1 D:/ProyectosCR 1	90.0	0.5	1.0	0.0	
2 D:/ProyectosCR 1	90.0	0.5	4.5	0.0	

< >

Eliminar transformador

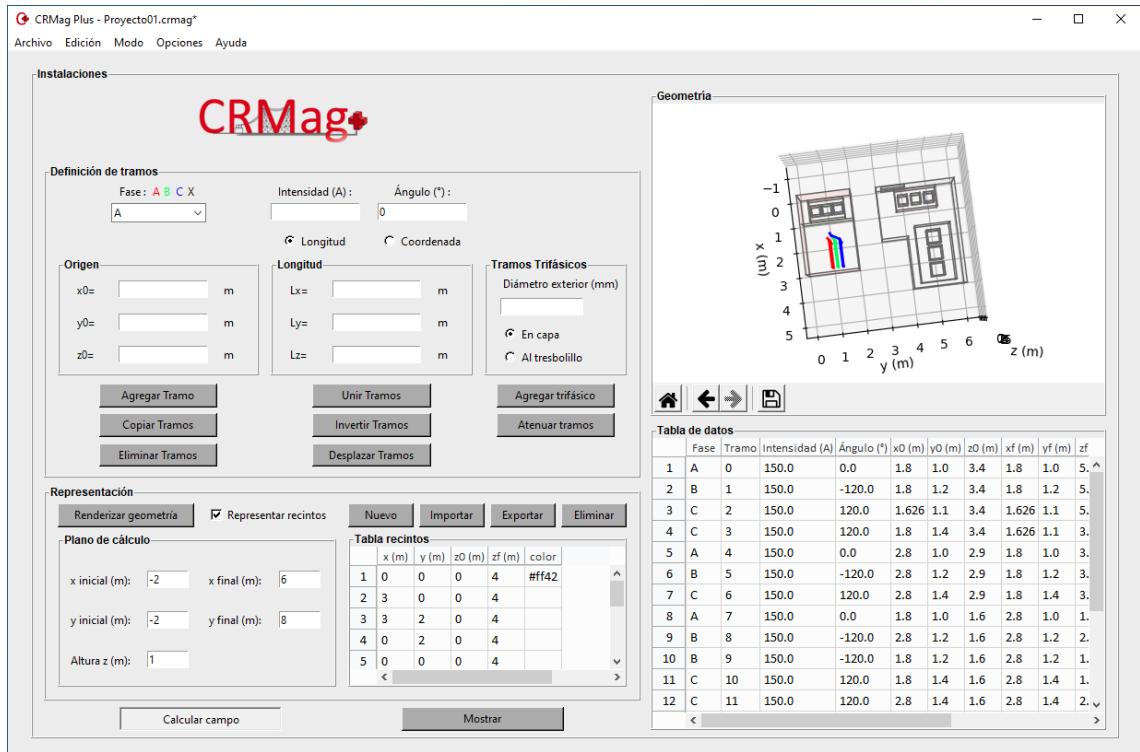


Volviendo al modo de instalaciones mediante el menú *Modo>Instalaciones* o el atajo de teclado **Control+I**, se puede ver la posición de los transformadores.

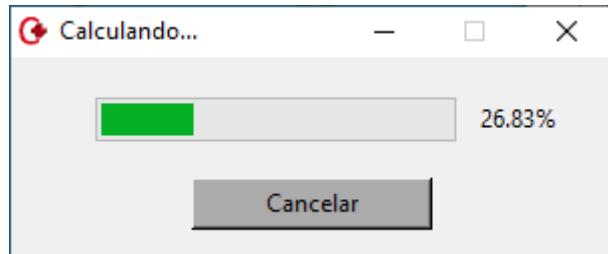
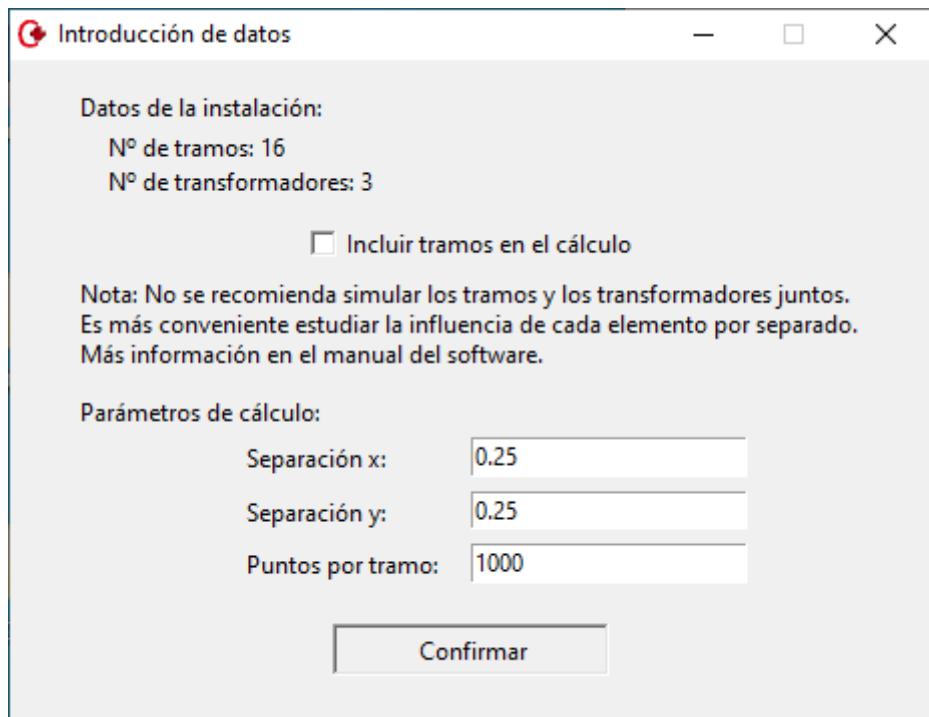


Se han colocado en el recinto cercano definido anteriormente.

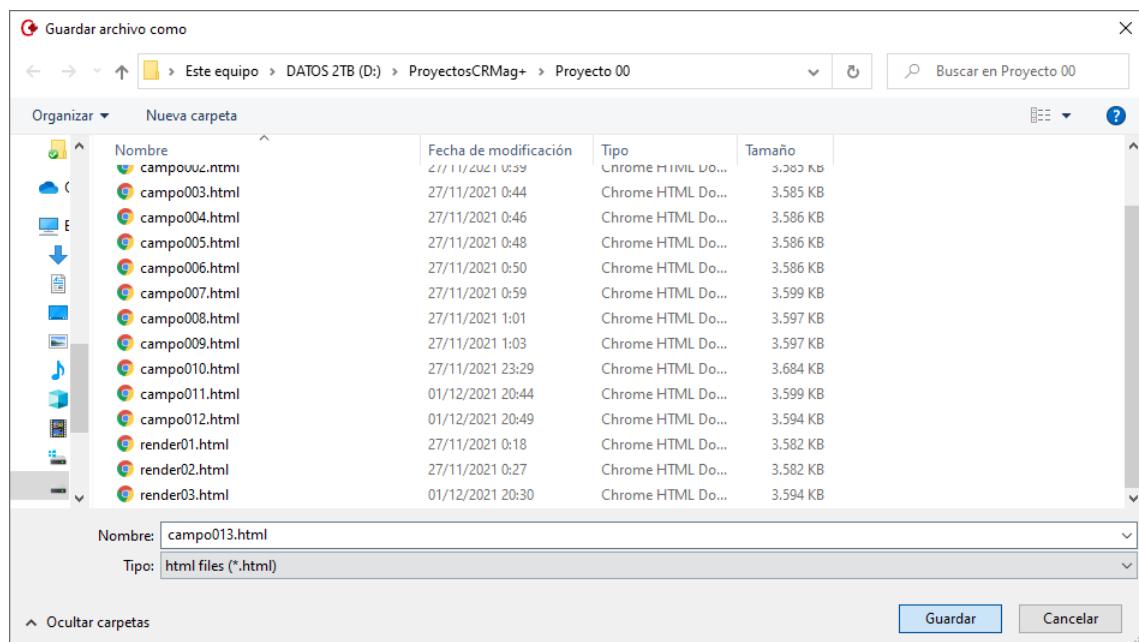
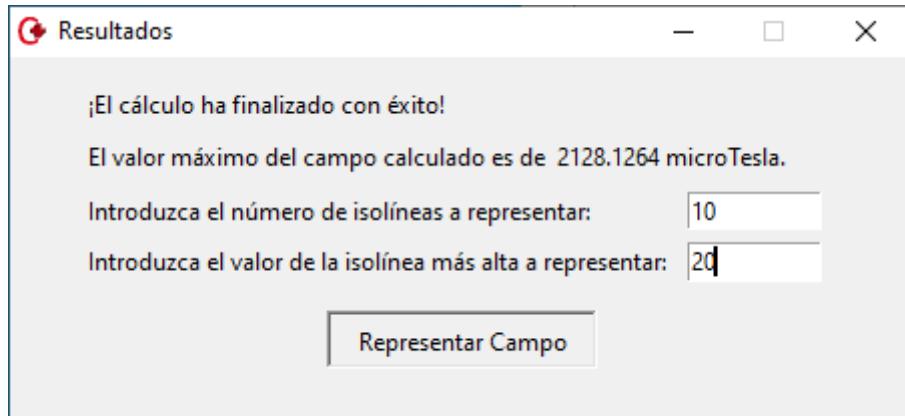
Para estudiar el campo en una superficie grande, se puede indicar un valor inicial y final de x de -2 y 6, un valor inicial y final de y de -2 y 8 y un valor de altura z de 1 y clicar en Calcular campo.



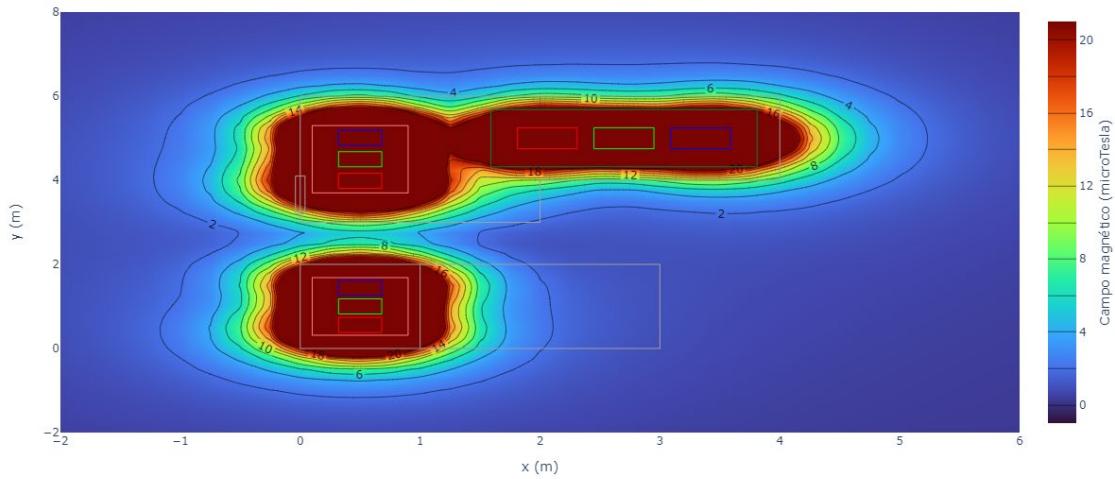
Para este caso, se va a desmarcar el checkbox de los conductores para calcular solo el campo de los transformadores.



Este cálculo lleva bastante tiempo por la cantidad de elementos que tienen los transformadores y la gran extensión a estudiar. En este caso, el campo máximo es de $2128\mu\text{T}$ porque hay puntos que cortan a los transformadores y a sus elementos internos, por lo que estos valores no son realistas. Para ver el resultado global se puede poner un total de 10 isolíneas hasta $20\mu\text{T}$.



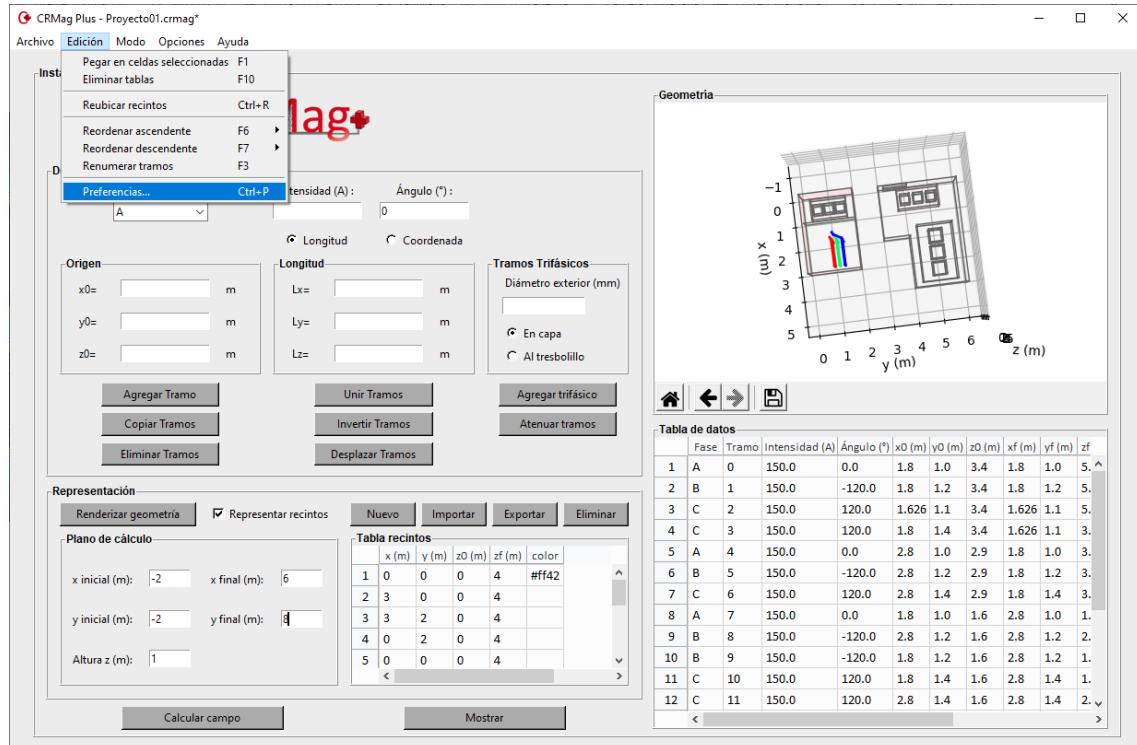
Campo magnético (microTesla)

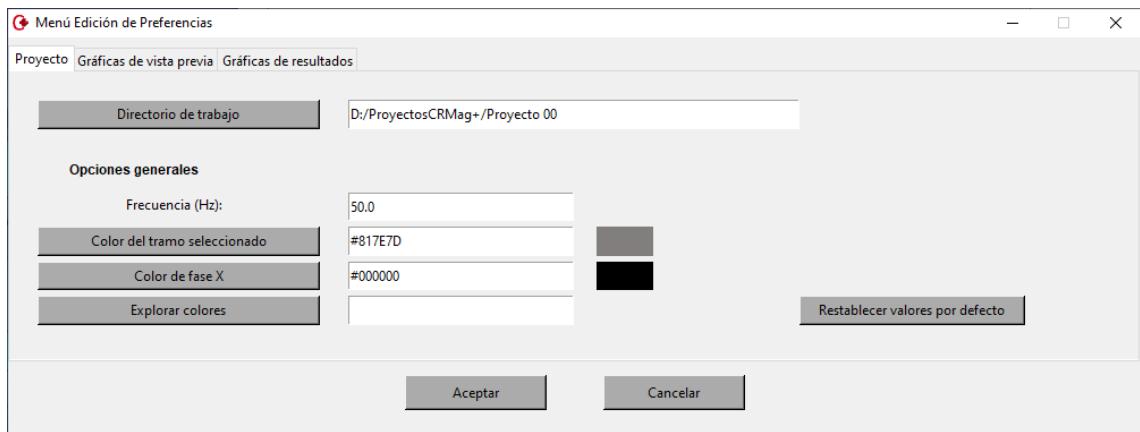


Las zonas oscuras superan los $20\mu\text{T}$, pero se corresponden con el alrededor de los transformadores.

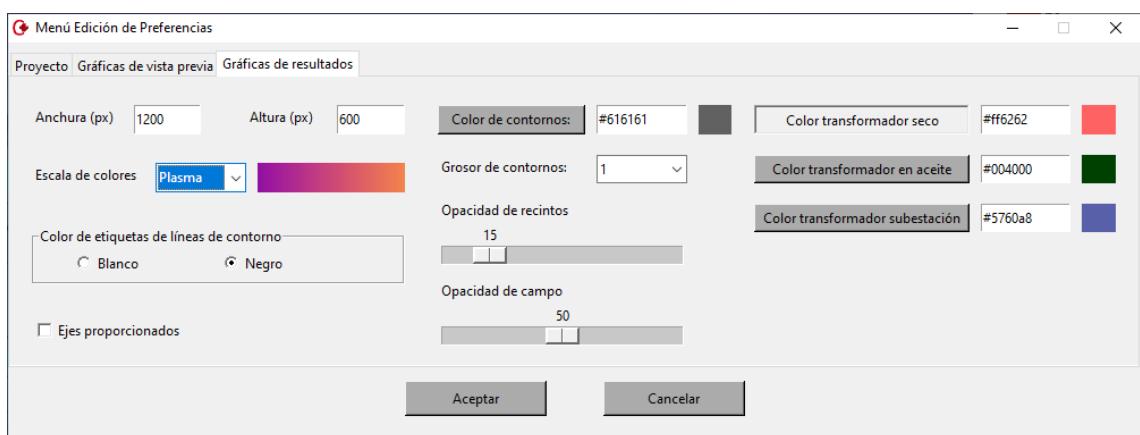
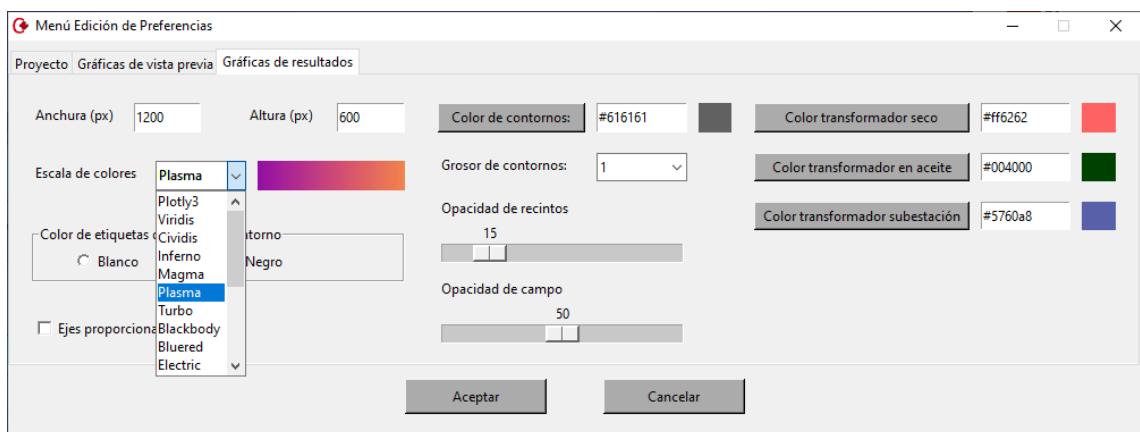
5.7 Estilo de transformadores

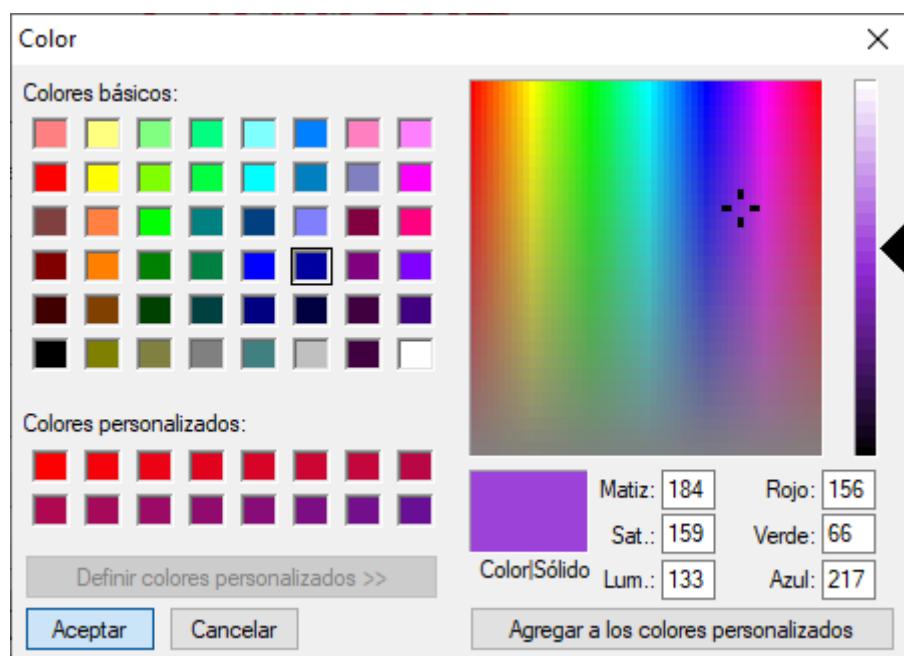
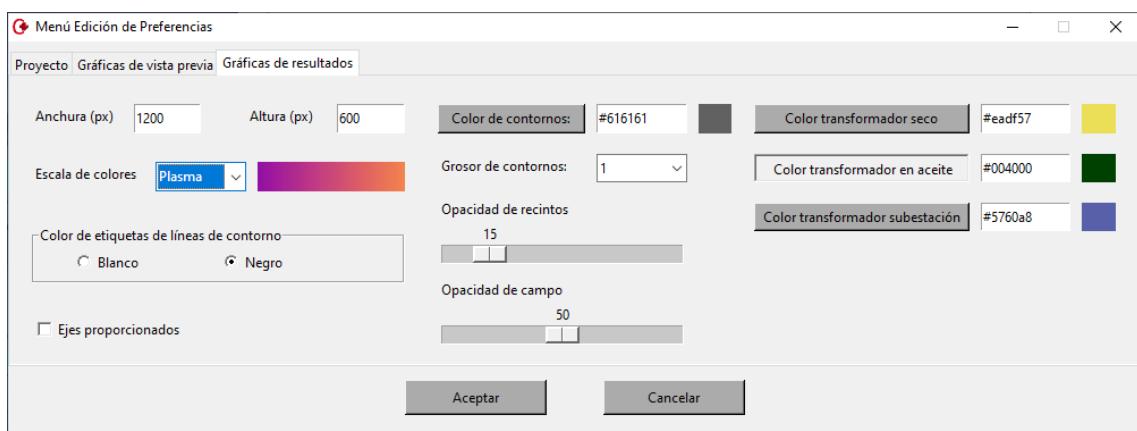
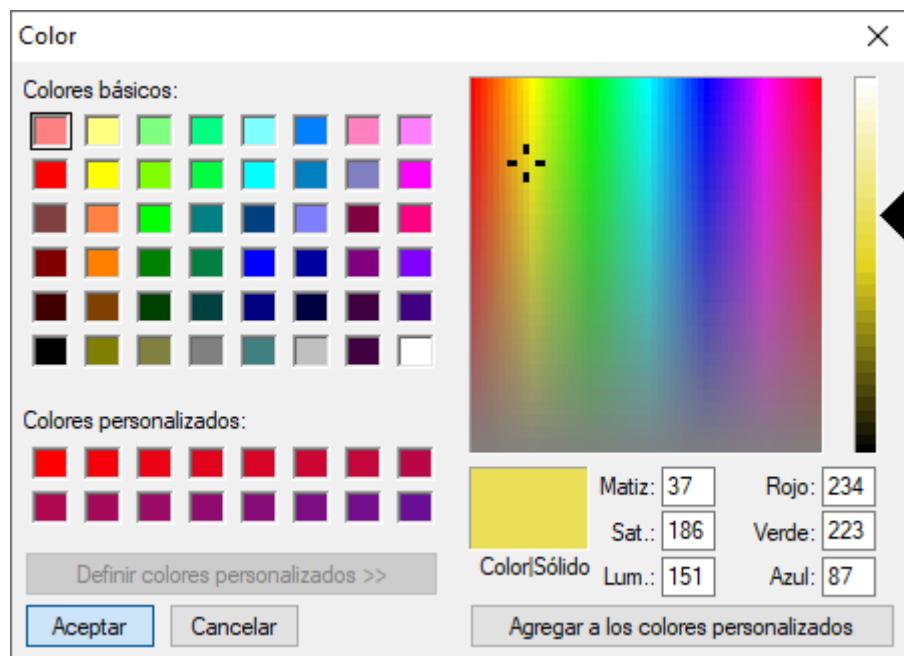
Hay que recordar que en el menú de *Edición>Preferencias* o mediante el atajo **Control+P** se pueden editar las opciones gráficas de estos resultados.

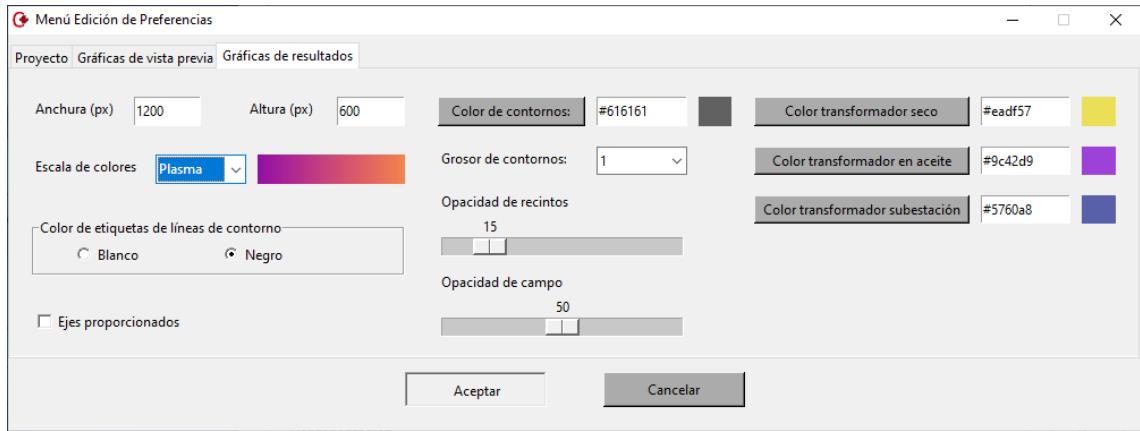




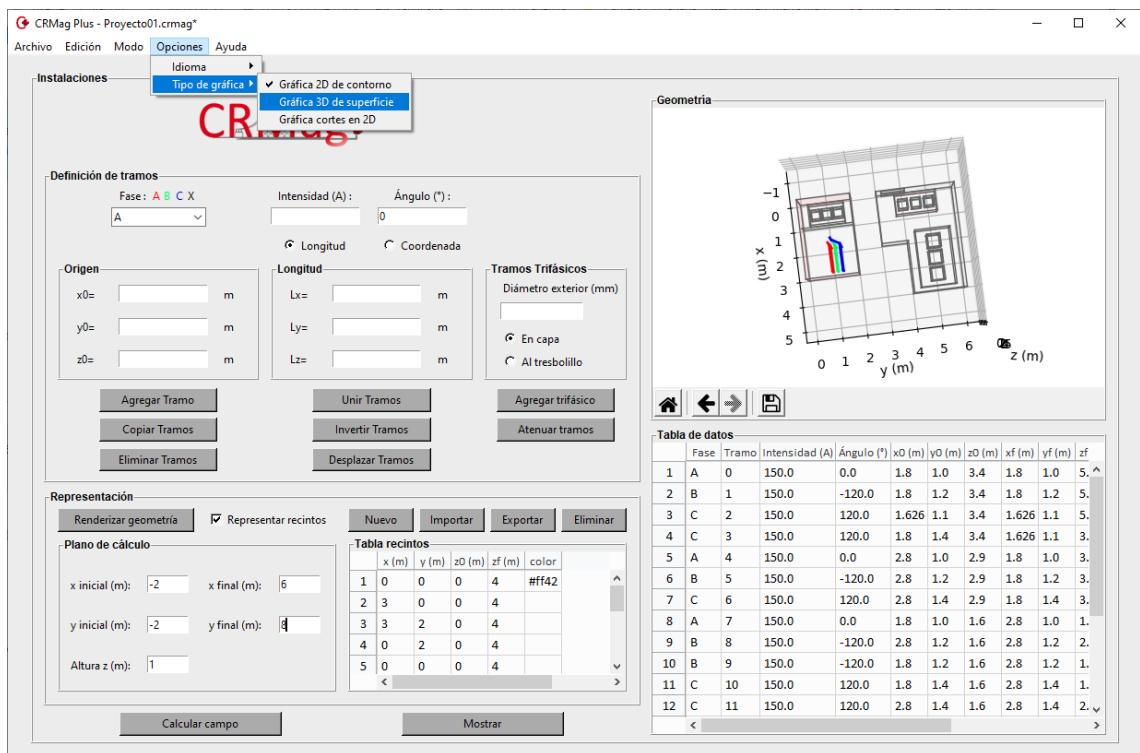
El botón de Color de fase X permite elegir un color para la fase X. El de Explorar colores permite elegir un color para ver su código hexadecimal. Y el de Restablecer valores por defecto permite reiniciar completamente todas las preferencias a sus valores por defecto. En la pestaña de Gráficas de resultados, se puede cambiar la escala de colores a otra, como Plasma, o editar los colores de los transformadores de cada tipo mediante los botones de Color transformador seco, Color transformador en aceite y Color transformador subestación.



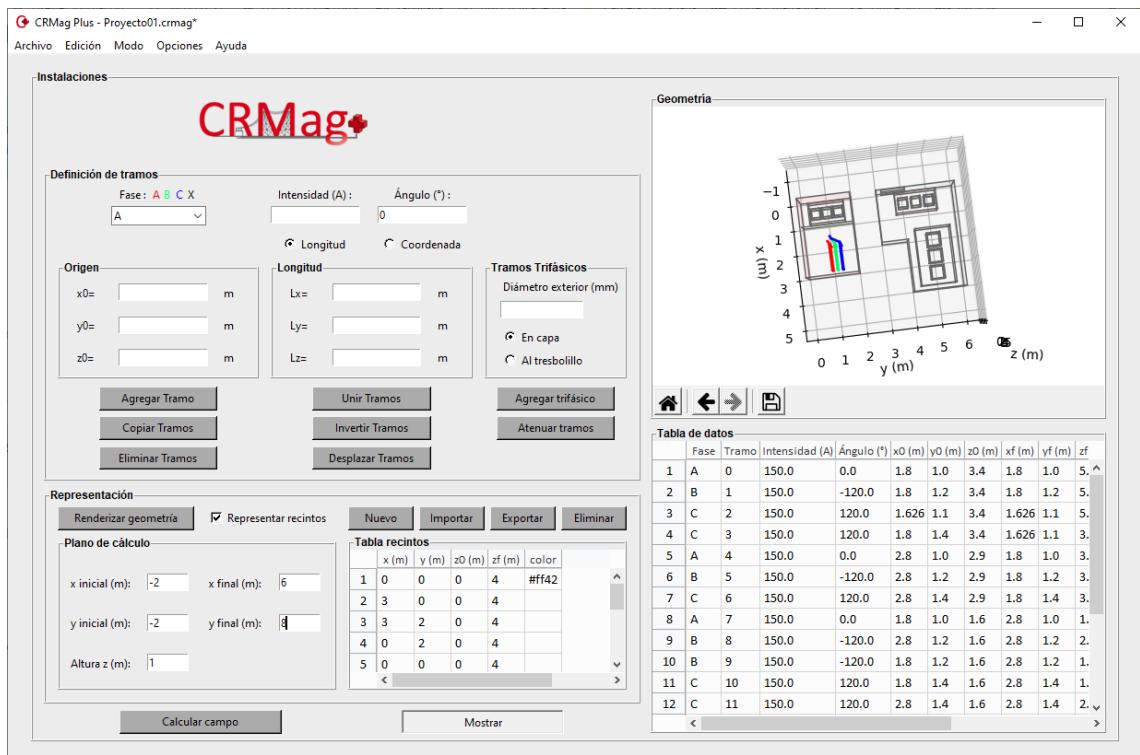




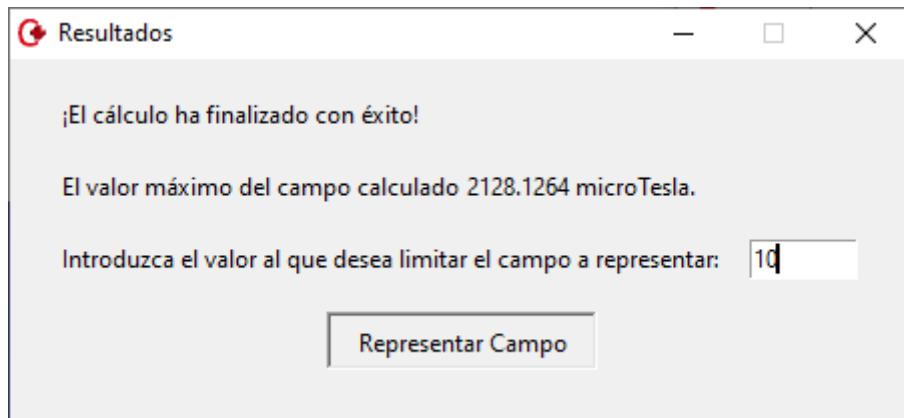
Con estos cambios, los resultados o la vista renderizada tendrán un aspecto distinto. Se puede elegir el menú *Opciones>Tipo de gráfica>Gráfica 3D de superficie*.

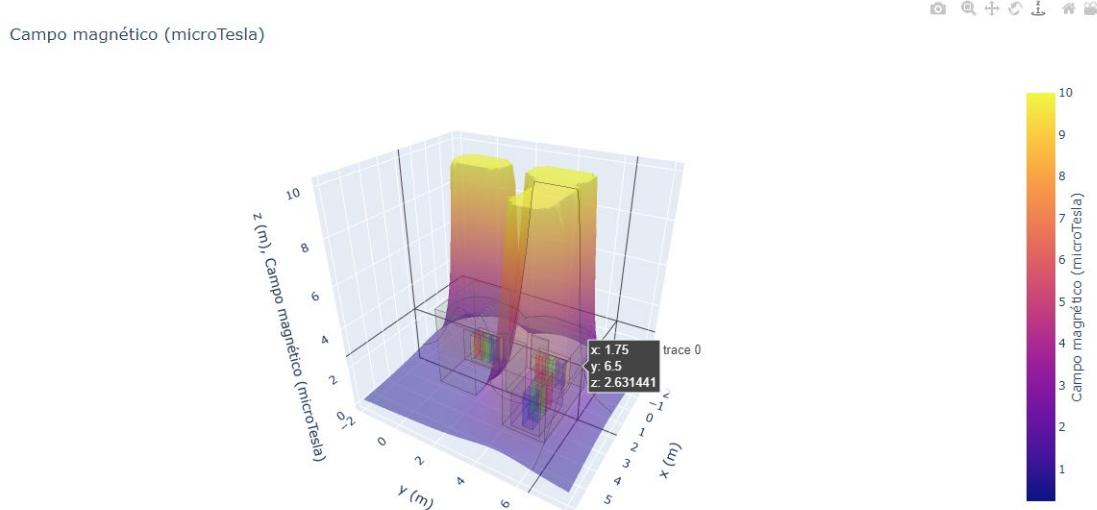
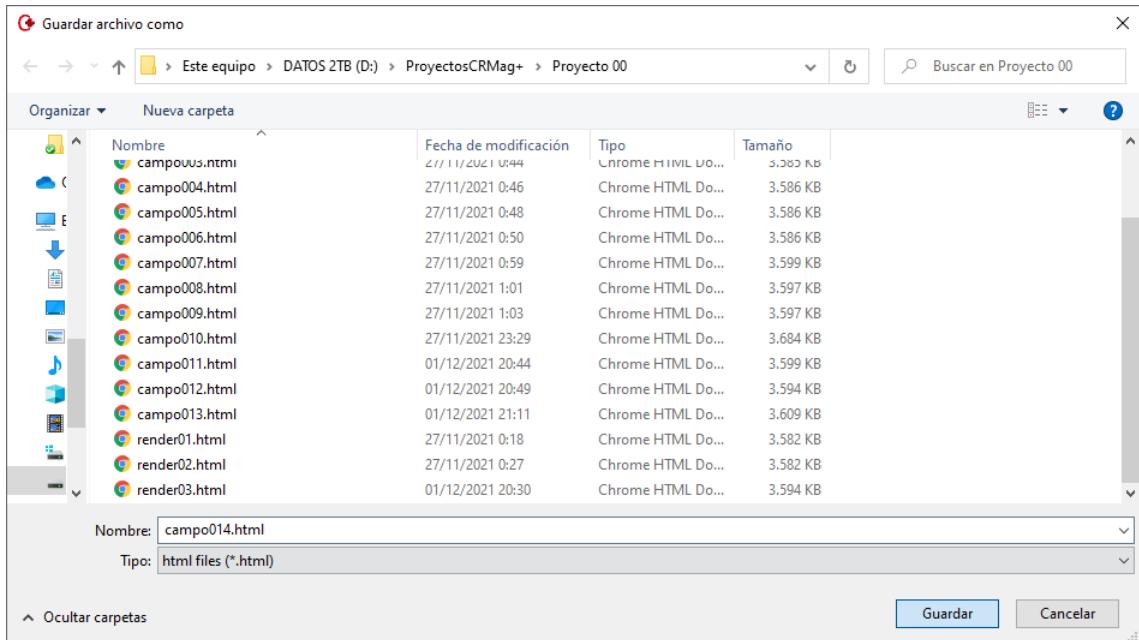


Se pueden mostrar los resultados de nuevo con el botón Mostrar.



Como el campo es grande, se puede mostrar limitando el máximo a 10 μ T.

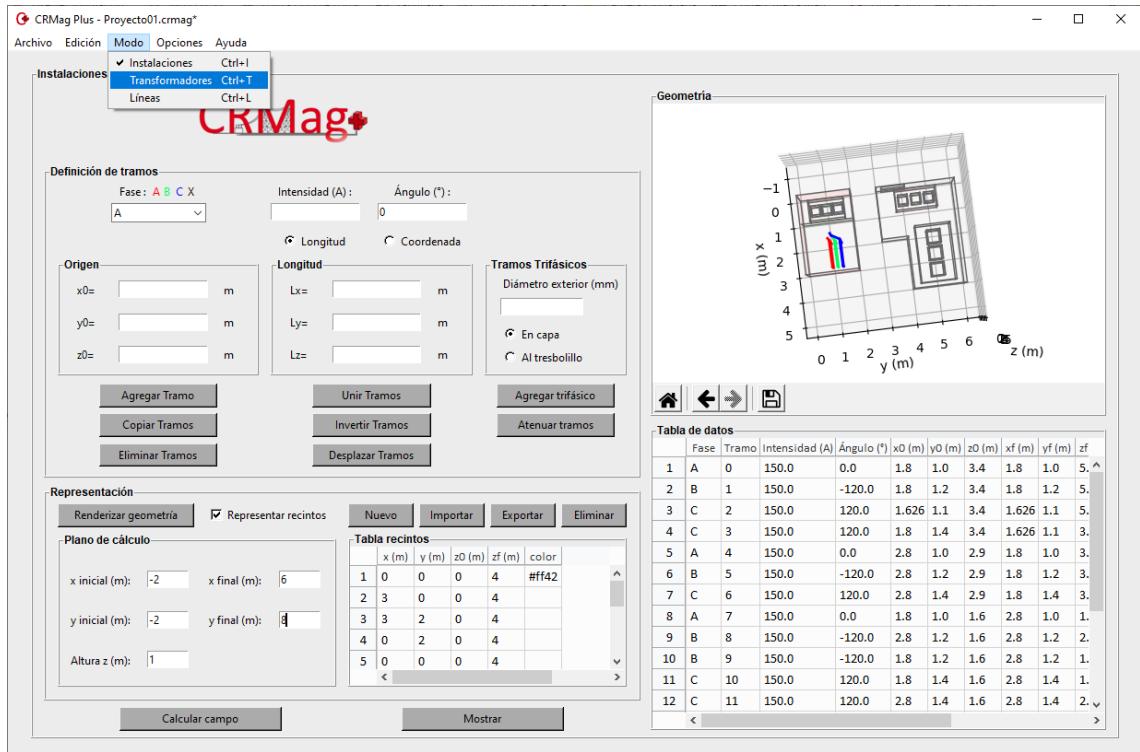




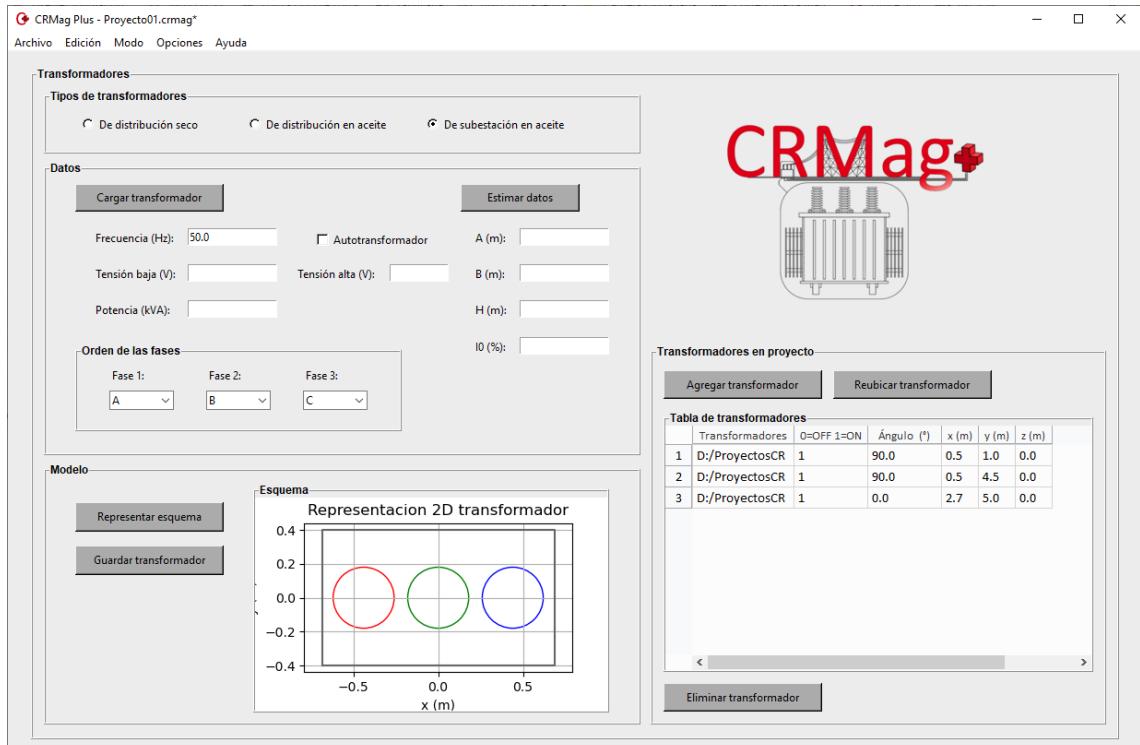
Moviendo el ratón se muestran isolíneas y el valor del campo (z) en el punto calculado más cercano al cursor en la superficie de cálculo. En este ejemplo, el campo a 1m de altura en el punto de coordenadas $x=1.75\text{m}$, $y=6.5\text{m}$ es de $2.63\mu\text{T}$. Se puede ver que el campo de los transformadores se amortigua rápidamente con la distancia, por lo que, generalmente, a una distancia de 3 veces la mayor dimensión del transformador (longitud A), el campo es inferior a $1\mu\text{T}$.

5.8 Transformadores de subestación

Con el menú *Modo>Transformadores* o el atajo de teclado **Control+T** se vuelve al modo de transformadores.

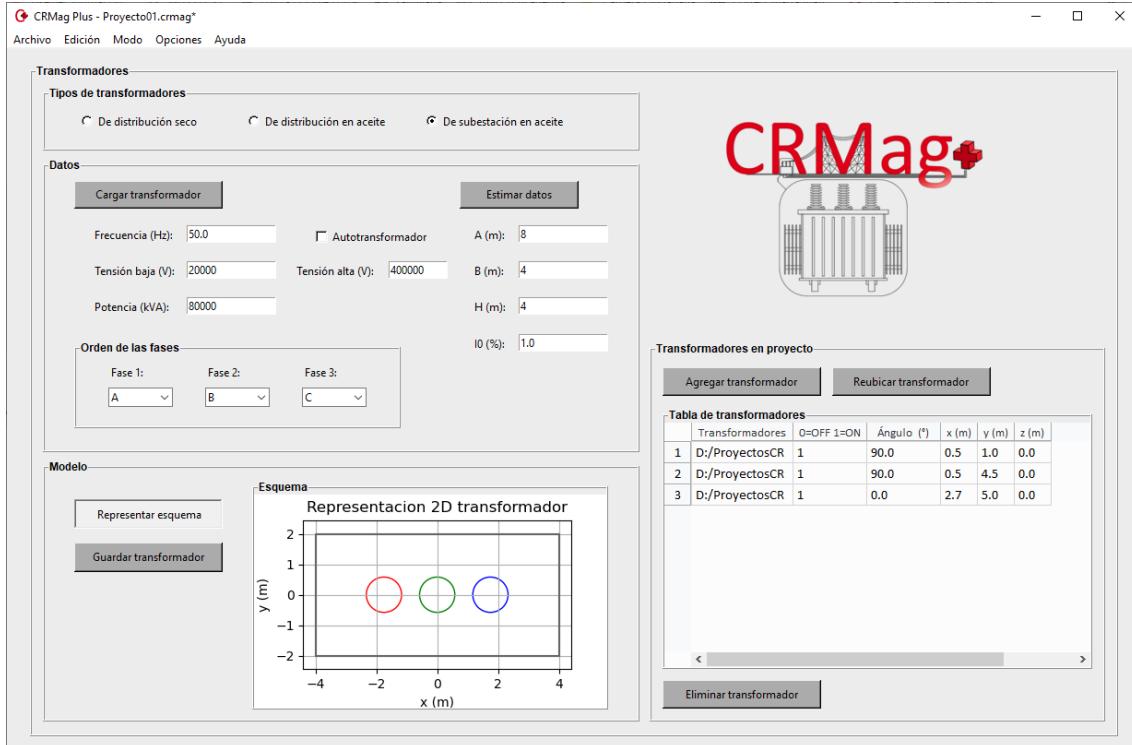


Al seleccionar el tipo de transformador de subestación en aceite, aparecen nuevas opciones para configurarlo.

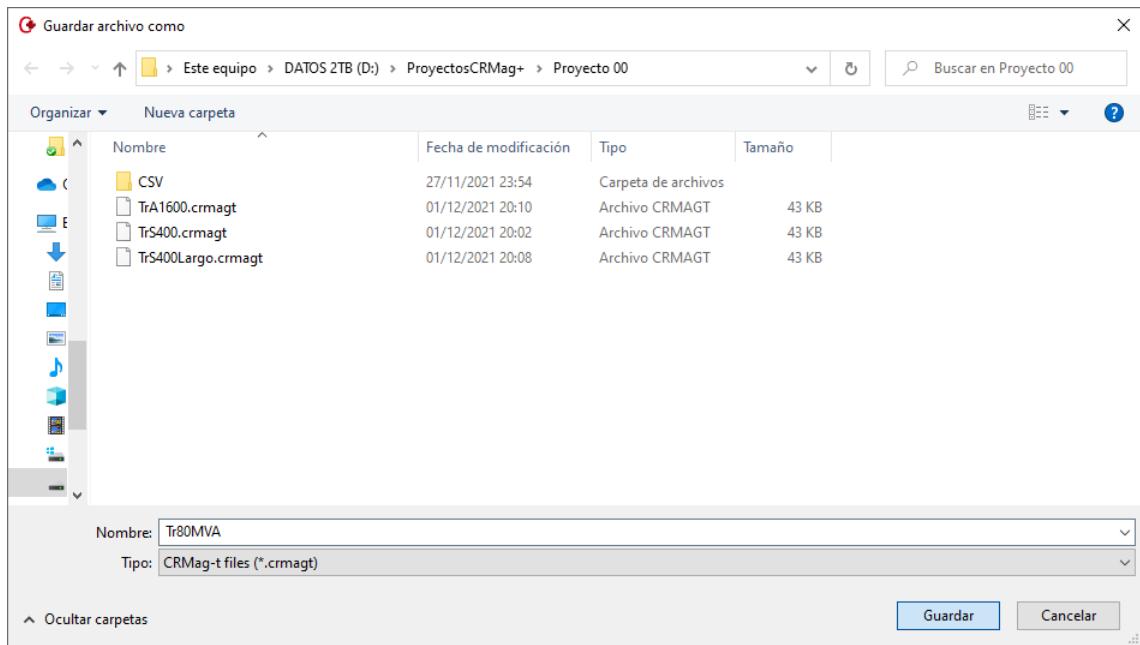
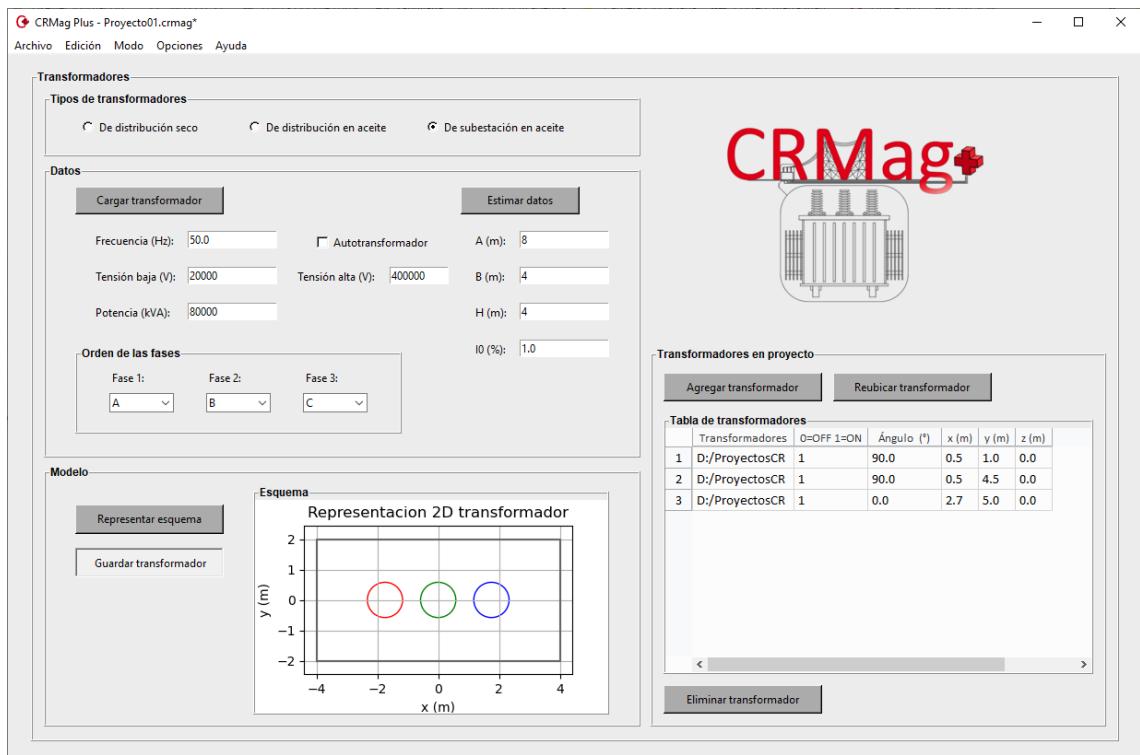


Estos transformadores suelen tener grandes potencias y no están tan estandarizados. Por tanto, lo primero que debe hacerse es introducir los dos niveles de tensión del transformador, tanto el de tensión más baja como el de tensión más alta. Por ejemplo, se puede poner tensión baja de 20.000V y tensión alta de 400.000V. El checkbox de autotransformador debe marcarse si se trata de un autotransformador.

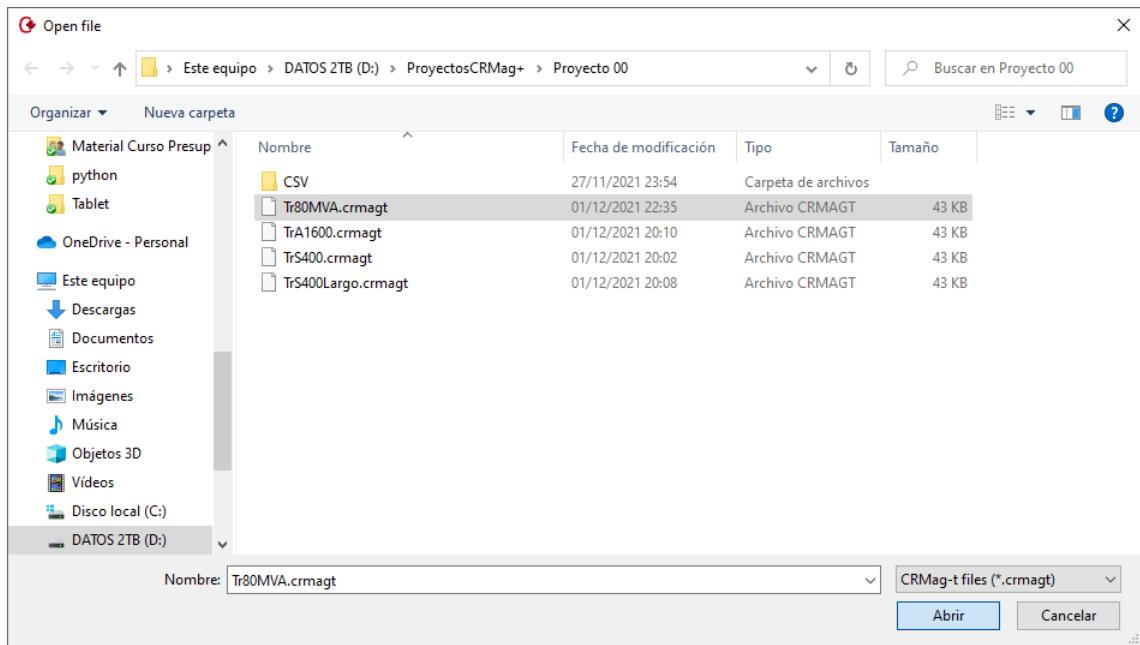
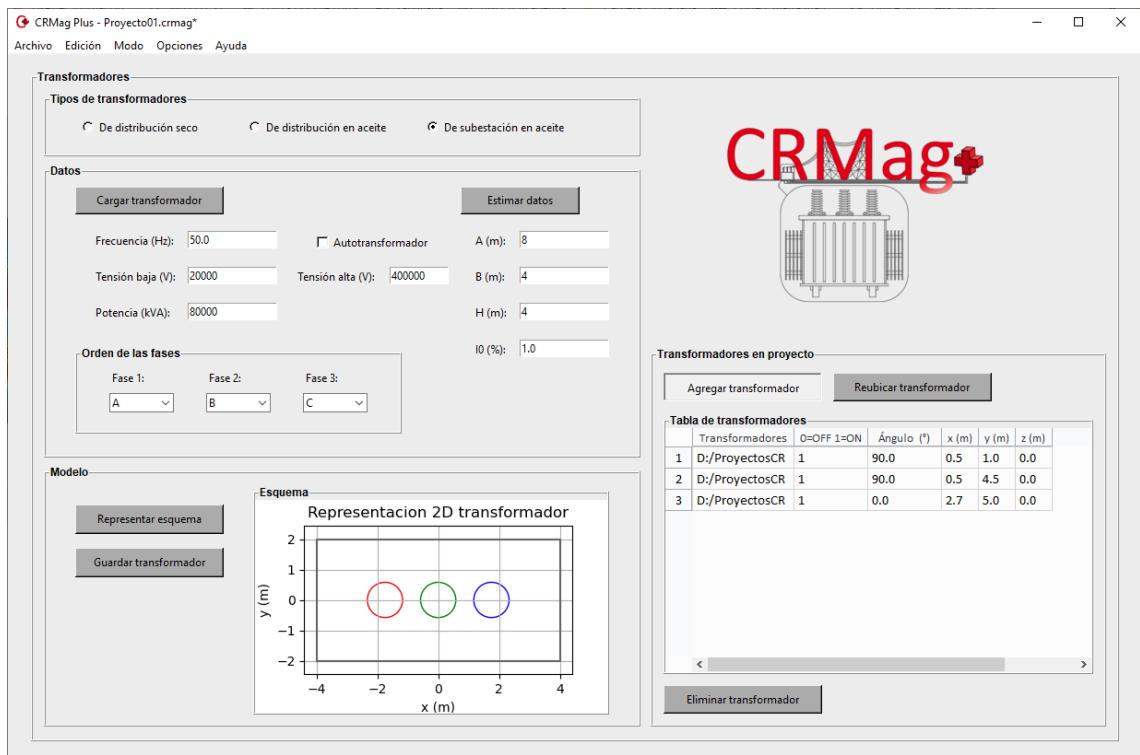
La potencia se puede introducir manualmente en kVA, por ejemplo, de 80.000kVA. En estos transformadores, el botón de Estimar datos solamente proporciona un valor de corriente de vacío. Las dimensiones deben introducirse manualmente, por ejemplo, A=8m de longitud, B=4m de profundidad y H=4m de altura. Si se clica en Representar esquema se muestra el modelo simplificado del transformador.



No debe extrañar que el tamaño de las bobinas sea pequeño en comparación con la cuba, pues el modelo simplificado tiene en cuenta efectos internos y espacios laterales que influyen en el campo producido por este tipo de máquinas. Se puede guardar este transformador como Tr80MVA.crmagt utilizando el botón de Guardar transformador.



El transformador guardado se puede añadir a la instalación actual en la posición x=6m, y=-5m mediante el botón de Agregar transformador.



Posición del transformador

Ángulo de giro (°):	0
Desplazamiento en x (m):	6
Desplazamiento en y (m):	-5
Desplazamiento en z (m):	0

Confirmar

Se pueden desactivar los otros tres transformadores cambiando en las tres primeras filas de la tabla de transformadores el valor de la segunda celda por un 0.

CRMag Plus - Proyecto01.crmag*

Archivo Edición Modo Opciones Ayuda

Transformadores

Tipos de transformadores
 De distribución seco De distribución en aceite De subestación en aceite

Datos

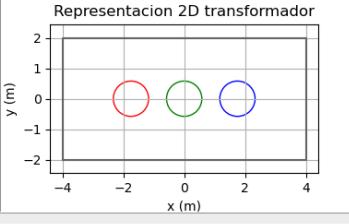
Cargar transformador Estimar datos

Frecuencia (Hz): 50.0 Autotransformador A (m): 8.0
Tensión baja (V): 20000.0 Tensión alta (V): 400000.0 B (m): 4.0
Potencia (kVA): 80000.0 H (m): 4.0

Orden de las fases: Fase 1: A Fase 2: B Fase 3: C I0 (%): 1.0

Modelo

Representar esquema Guardar transformador

Esquema
Representación 2D transformador


CRMag+

Transformadores en proyecto

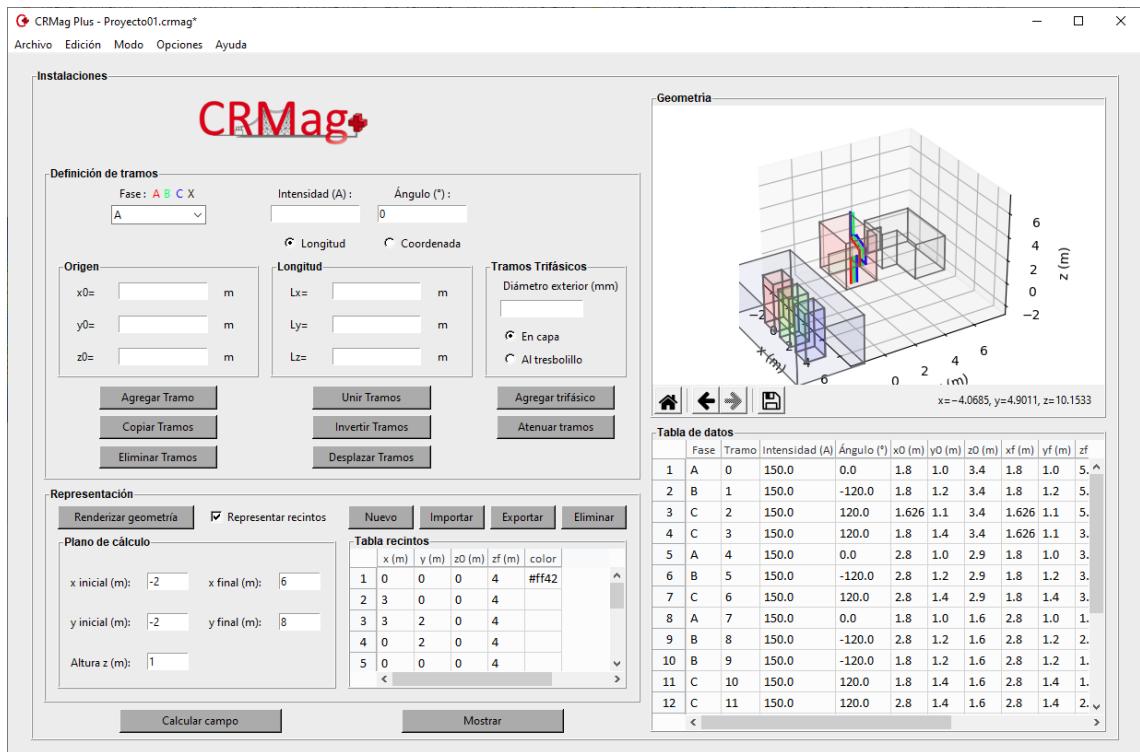
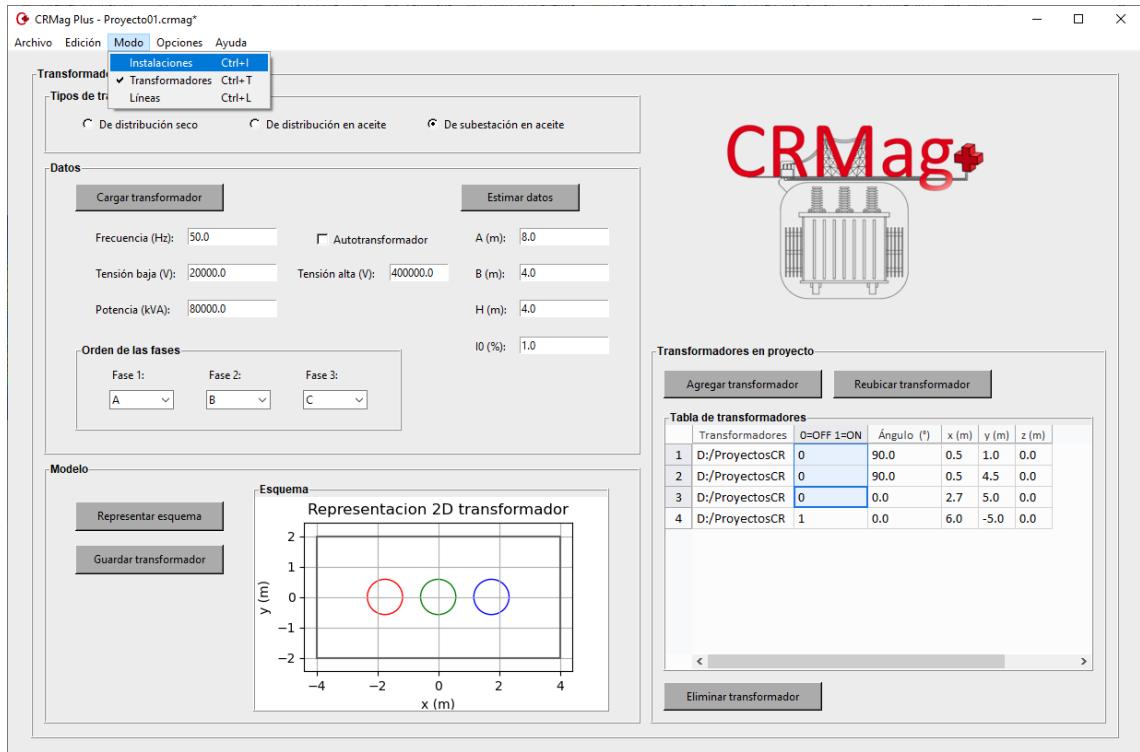
Agregar transformador Reubicar transformador

Tabla de transformadores

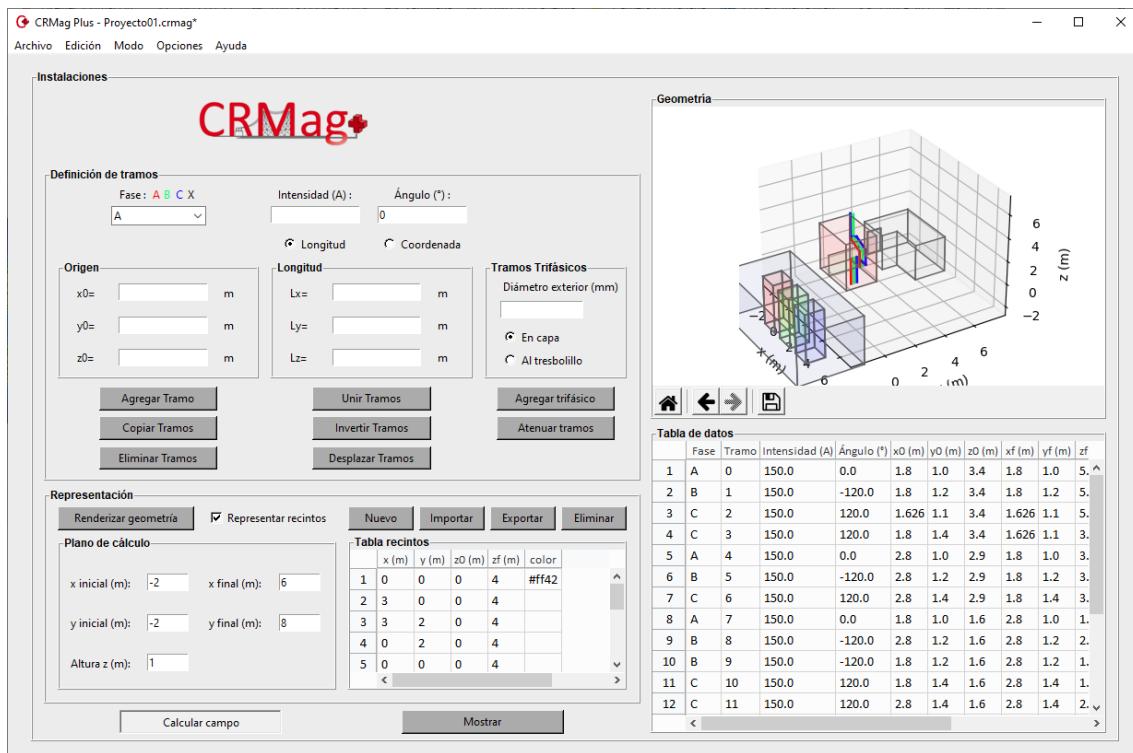
	Transformadores	0=OFF 1=ON	Ángulo (°)	x (m)	y (m)	z (m)
1	D:/ProyectosCR	0	90.0	0.5	1.0	0.0
2	D:/ProyectosCR	0	90.0	0.5	4.5	0.0
3	D:/ProyectosCR	0	0.0	2.7	5.0	0.0
4	D:/ProyectosCR	1	0.0	6.0	-5.0	0.0

Eliminar transformador

Volviendo al modo de instalaciones mediante el menú **Modo>Instalaciones** o utilizando el atajo **Control+I**, se puede observar que los transformadores desactivados no se muestran.



Se puede calcular el campo en la misma zona considerando solo el transformador y ver el resultado. Para ello, se puede elegir el menú *Opciones>Tipo de gráfica>Gráfica 2D de contorno*. Luego se puede clicar en Calcular campo.



Introducción de datos

Datos de la instalación:

Nº de tramos: 16
Nº de transformadores: 1

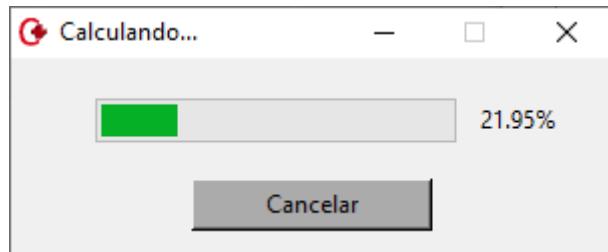
Incluir tramos en el cálculo

Nota: No se recomienda simular los tramos y los transformadores juntos. Es más conveniente estudiar la influencia de cada elemento por separado. Más información en el manual del software.

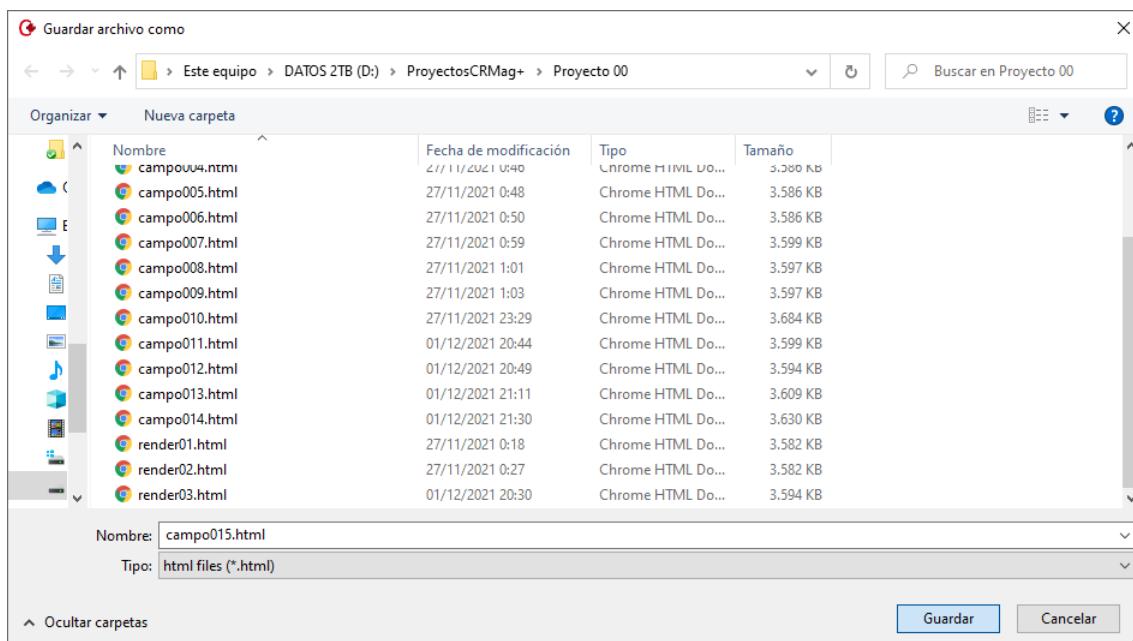
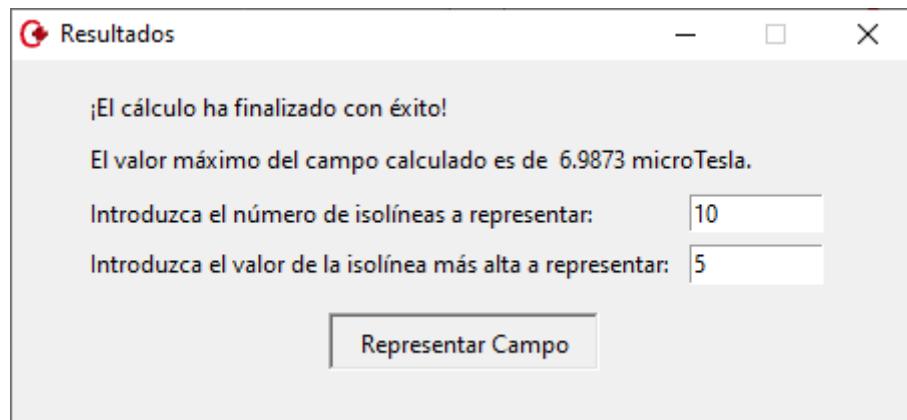
Parámetros de cálculo:

Separación x:	0.25
Separación y:	0.25
Puntos por tramo:	1000

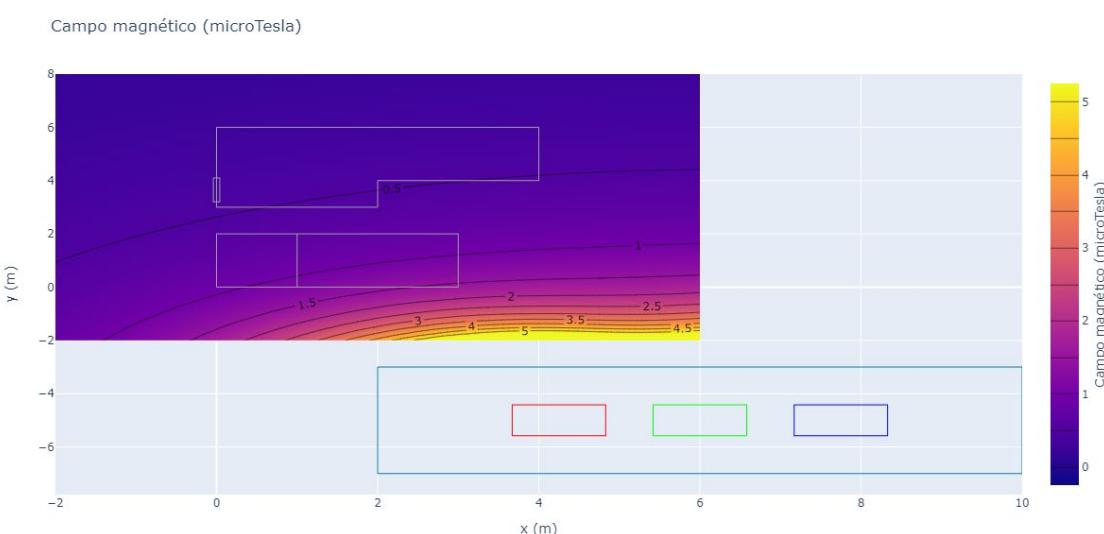
Confirmar



Se pueden representar 10 isolíneas hasta $5\mu\text{T}$, ya que el máximo está entre 6 y 7.

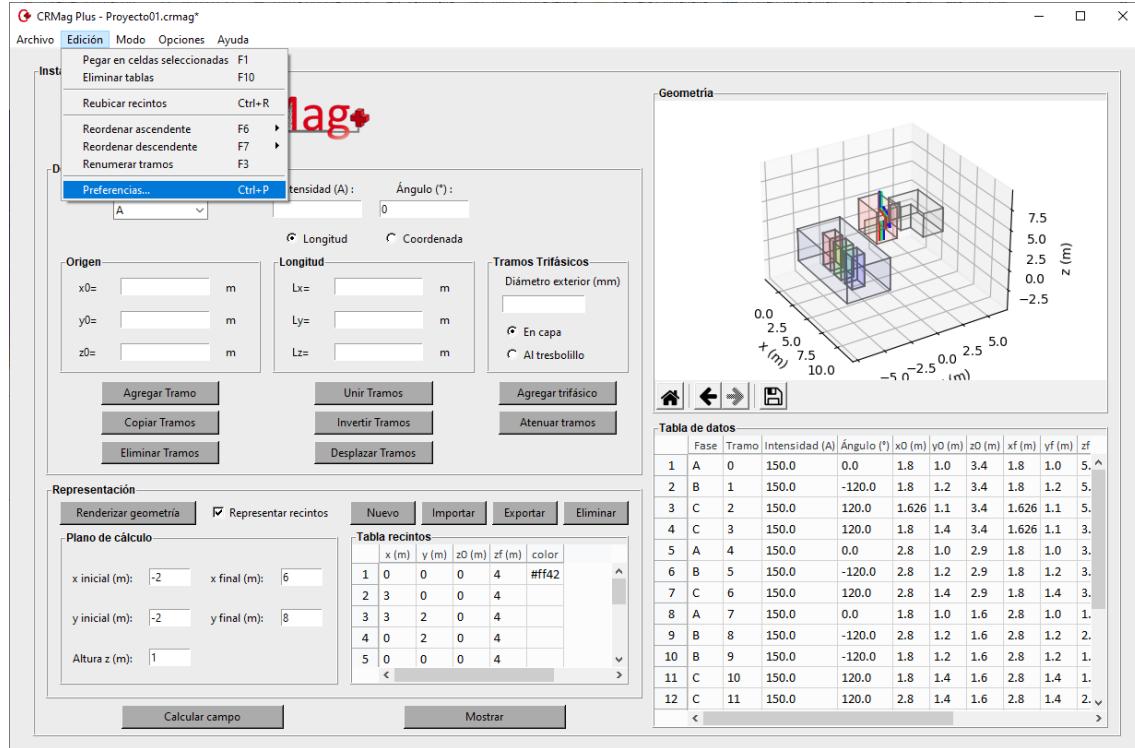


El resultado muestra el campo que produce el transformador.

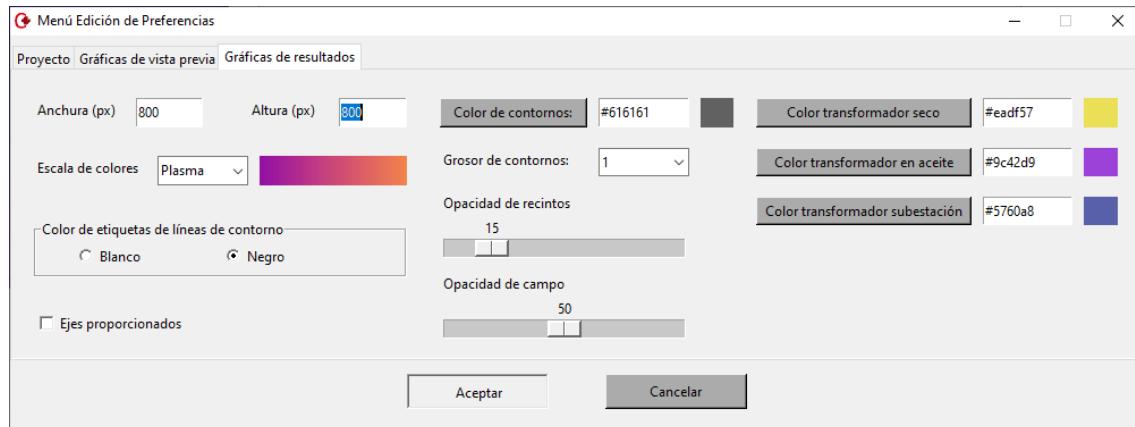


Para que esta gráfica tenga un aspecto más regular (ejes proporcionados), hay que ajustar manualmente el zoom. Una forma sencilla puede ser crear una gráfica cuadrada y

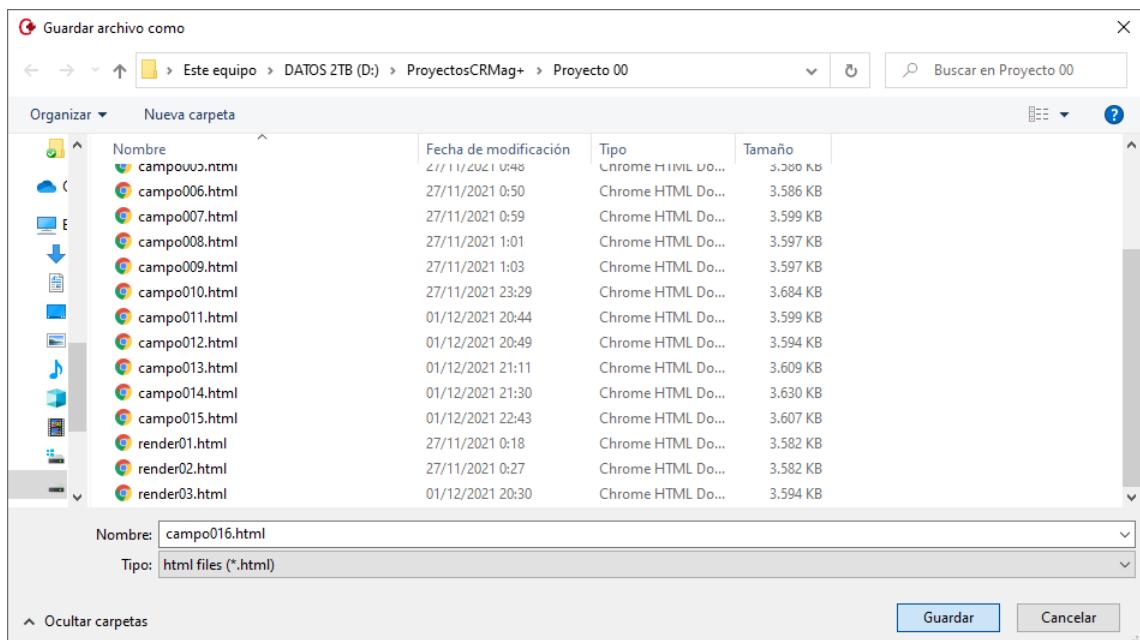
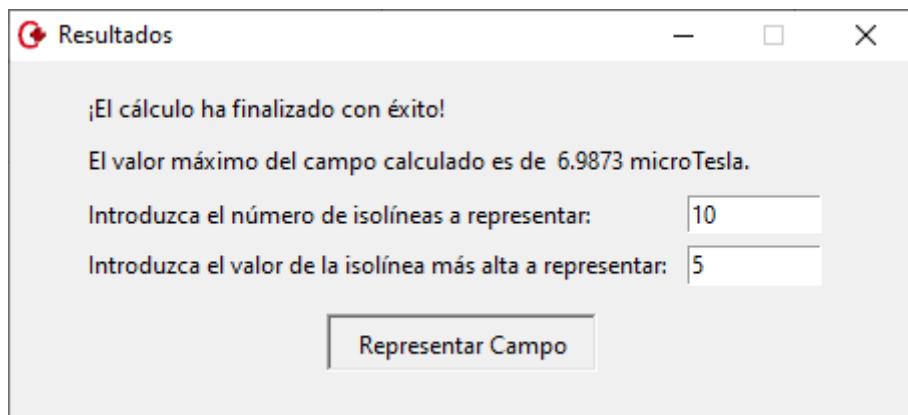
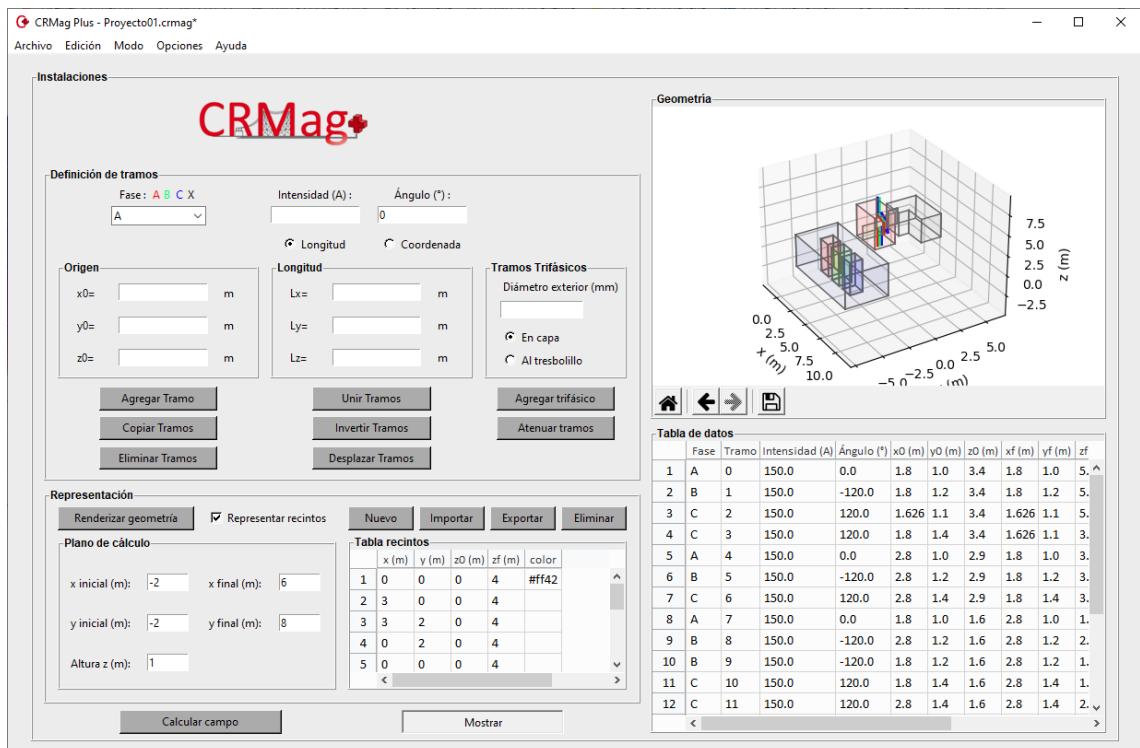
ajustar los ejes a la misma amplitud. Para ello, se puede abrir el menú de **Edición>Preferencias** o utilizar el atajo de teclado **Control+P**.



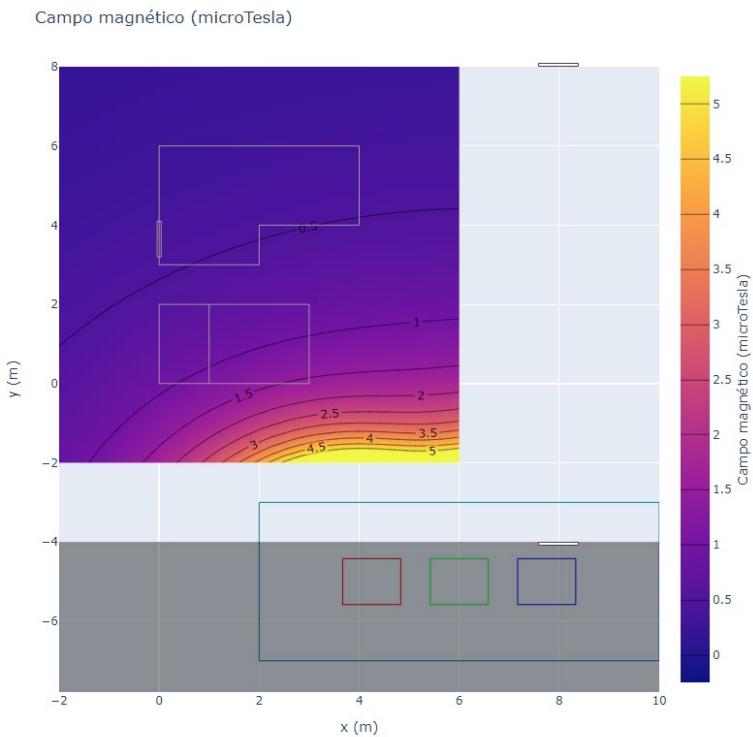
En la pestaña de Gráficas de resultados, se puede crear una figura cuadrada indicando la misma anchura que altura, por ejemplo, 800px.



A continuación, se puede hacer clic en Mostrar.



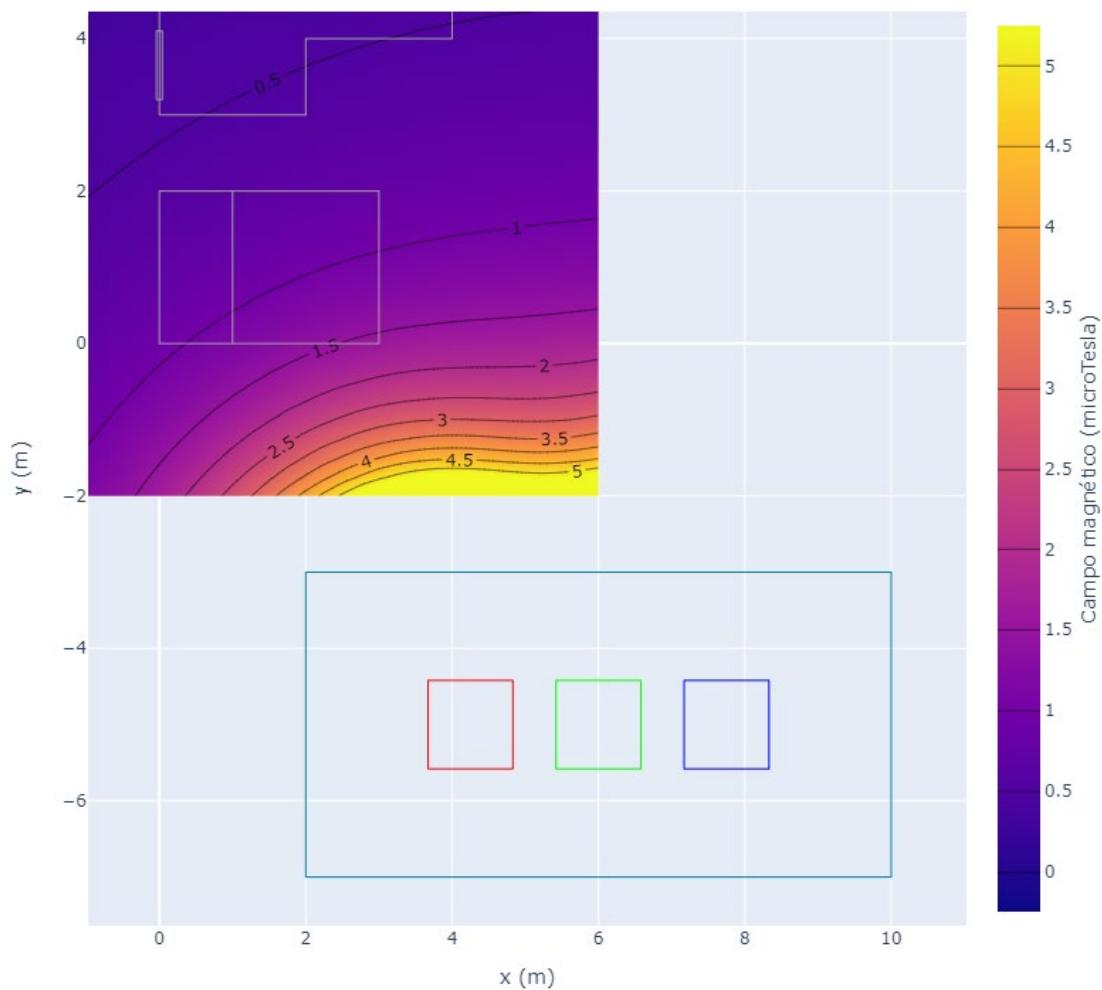
Ahora que la figura mide lo mismo de alta que de ancho, podemos proporcionar los ejes haciendo zoom en el que más longitud tenga para ajustarlo al mismo zoom que el otro. Por ejemplo, mediante un clic en el punto (8,-4) y arrastrando hasta el (8,8). Así, ambos ejes tendrán una amplitud de 12m.



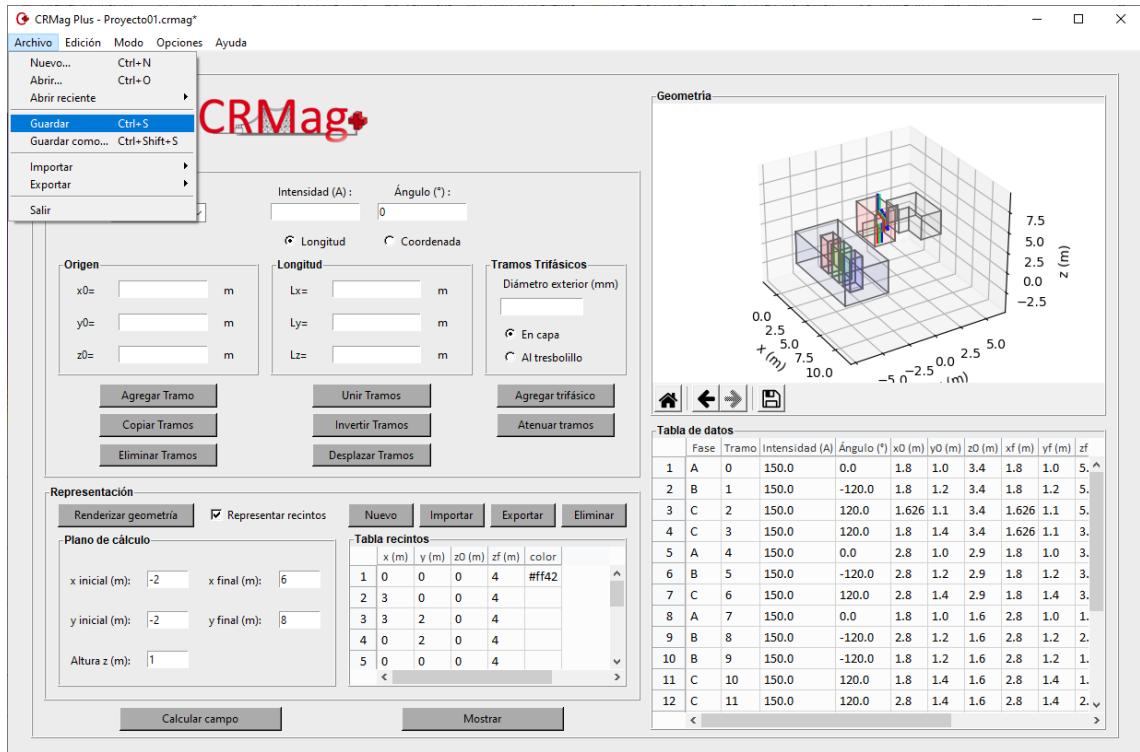
Tras aplicar este zoom, las herramientas permiten modificarlo, mover la vista, ampliar o reducir el zoom o reajustar la vista a la configuración inicial.



Campo magnético (microTesla)



Finalmente, con el menú **Archivo>Guardar** o el atajo de teclado **Control+S** se puede guardar el proyecto nuevamente.



CRMag Plus - Proyecto01.crmag

Archivo Edición Modo Opciones Ayuda

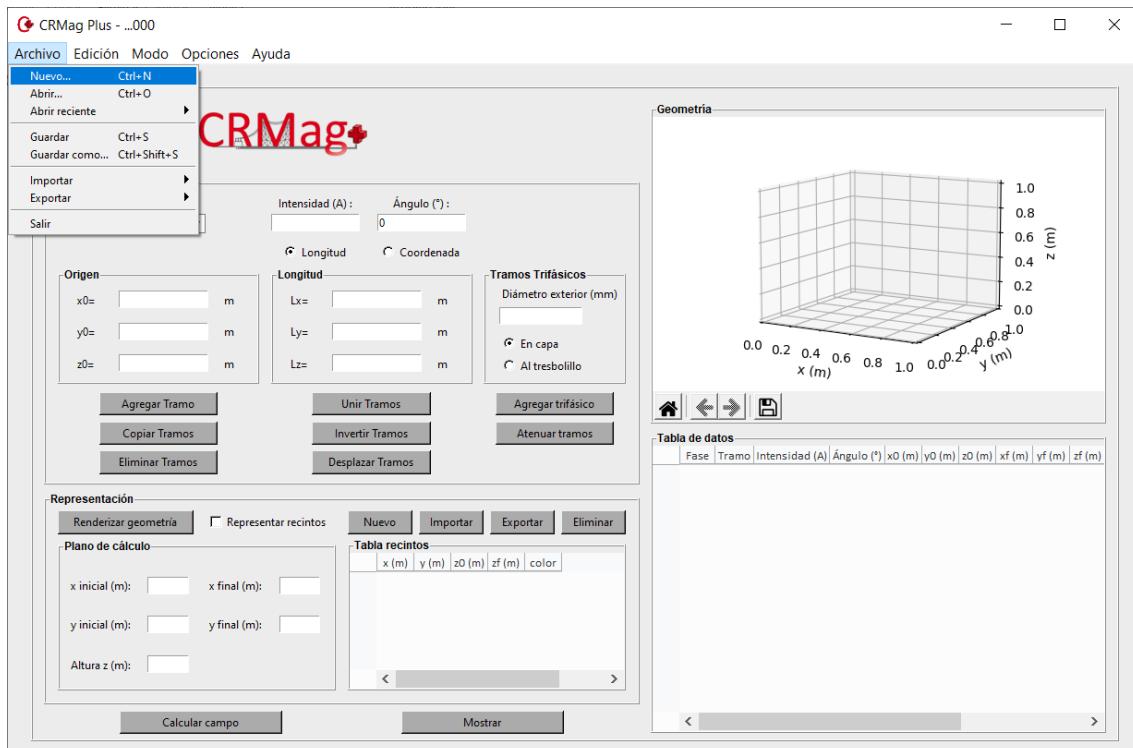
Con lo visto hasta este punto se ha explicado todo lo que se puede hacer en los modos de instalaciones y de transformadores, lo que permite simular instalaciones como centros de transformación y subestaciones, entre otras.

6 Modo Líneas

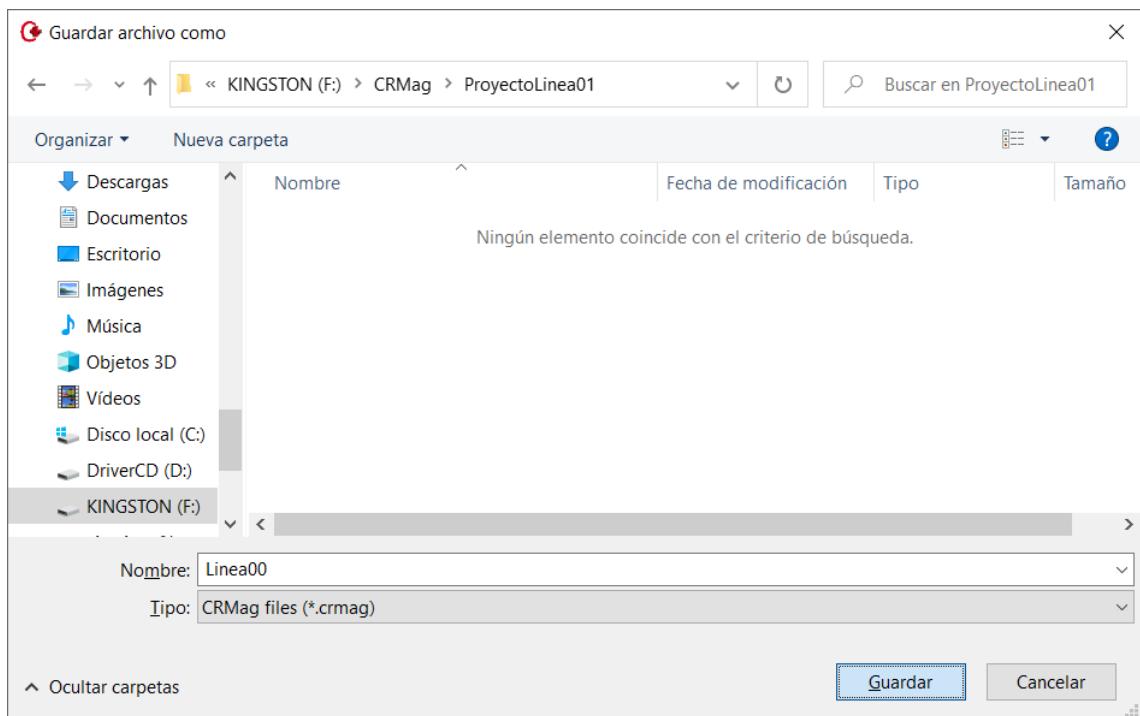
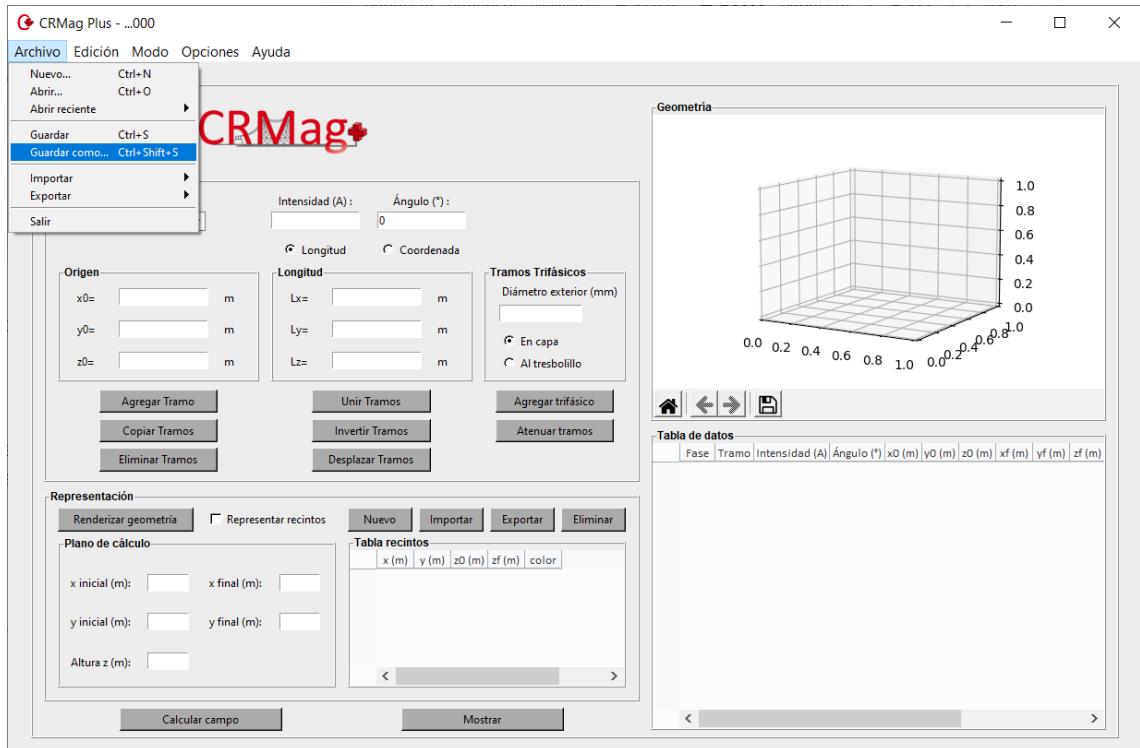
En esta sección se describe el uso del modo de líneas para el estudio del campo magnético producido por líneas aéreas de transporte y distribución.

6.1 Definición de armados

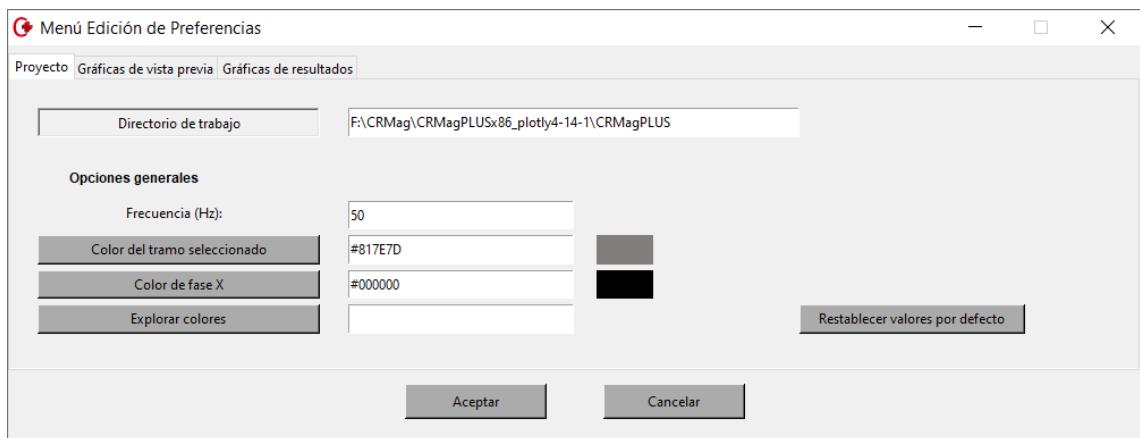
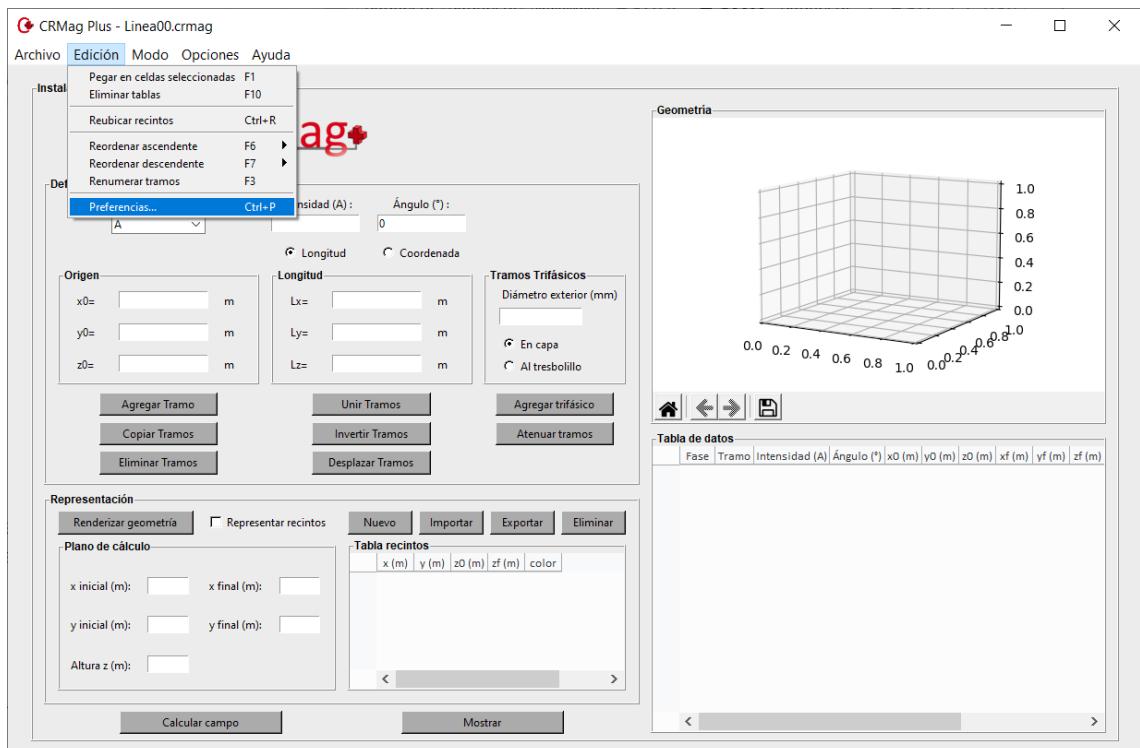
Para estudiar el campo magnético que produce una línea aérea, hay un modo específico llamado Modo líneas. Antes de comenzar, conviene crear un directorio para el proyecto con los archivos de trabajo, como los planos de planta y alzado de la línea, por ejemplo, en F:\CRMag\ProyectoLinea01. Una vez que este directorio está preparado, en el software se puede iniciar un nuevo proyecto utilizando el menú *Archivo>Nuevo* o mediante el atajo de teclado **Control+N**.

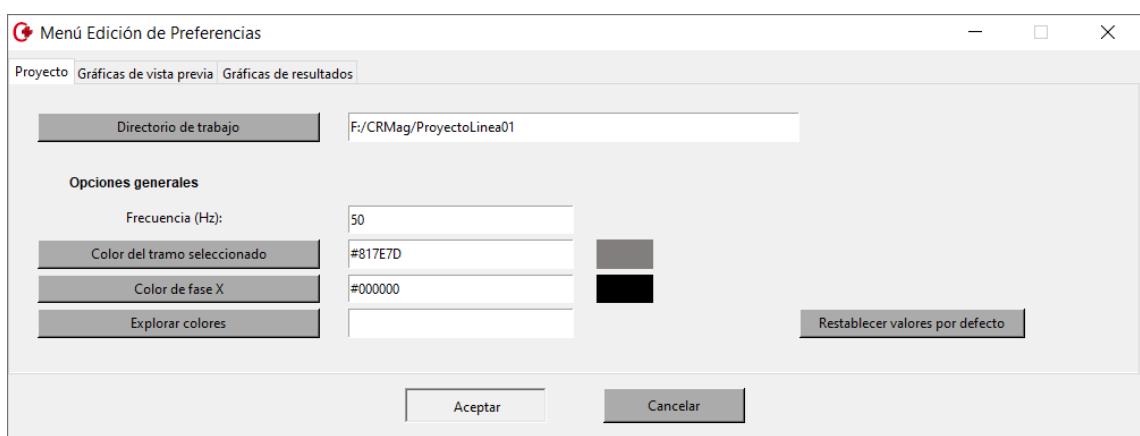
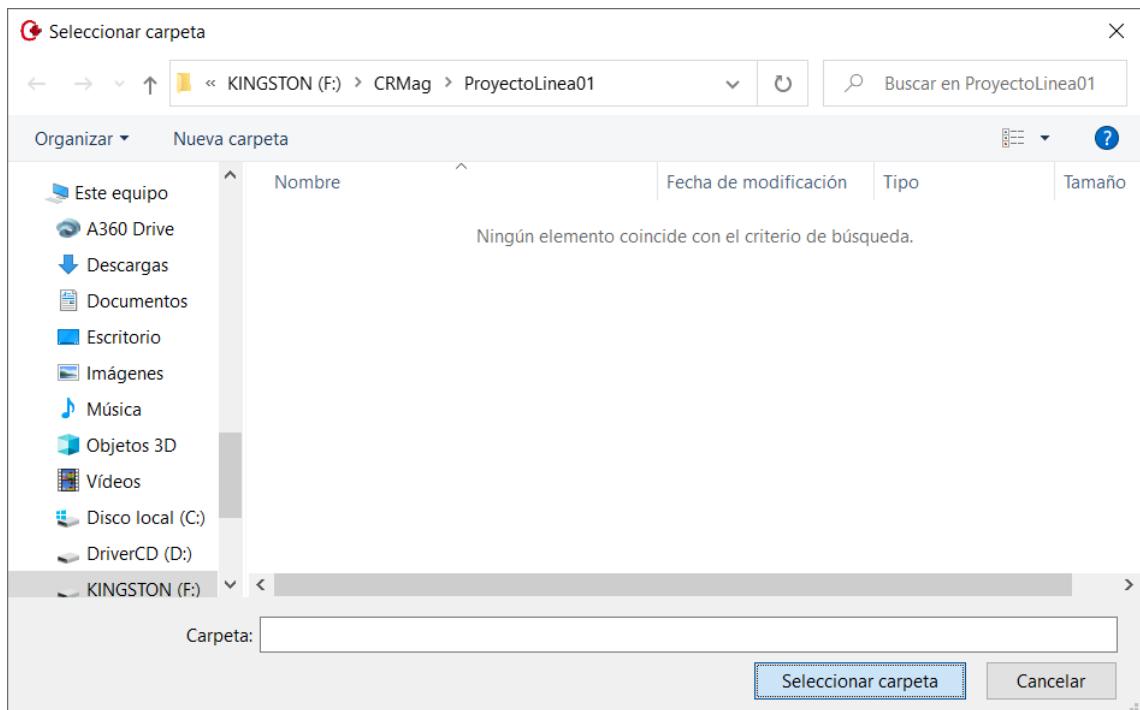


El proyecto se puede guardar mediante el menú *Archivo>Guardar como...* o mediante el atajo de teclado **Control+Mayúsculas+S**, por ejemplo, con el nombre Linea00.crmag.

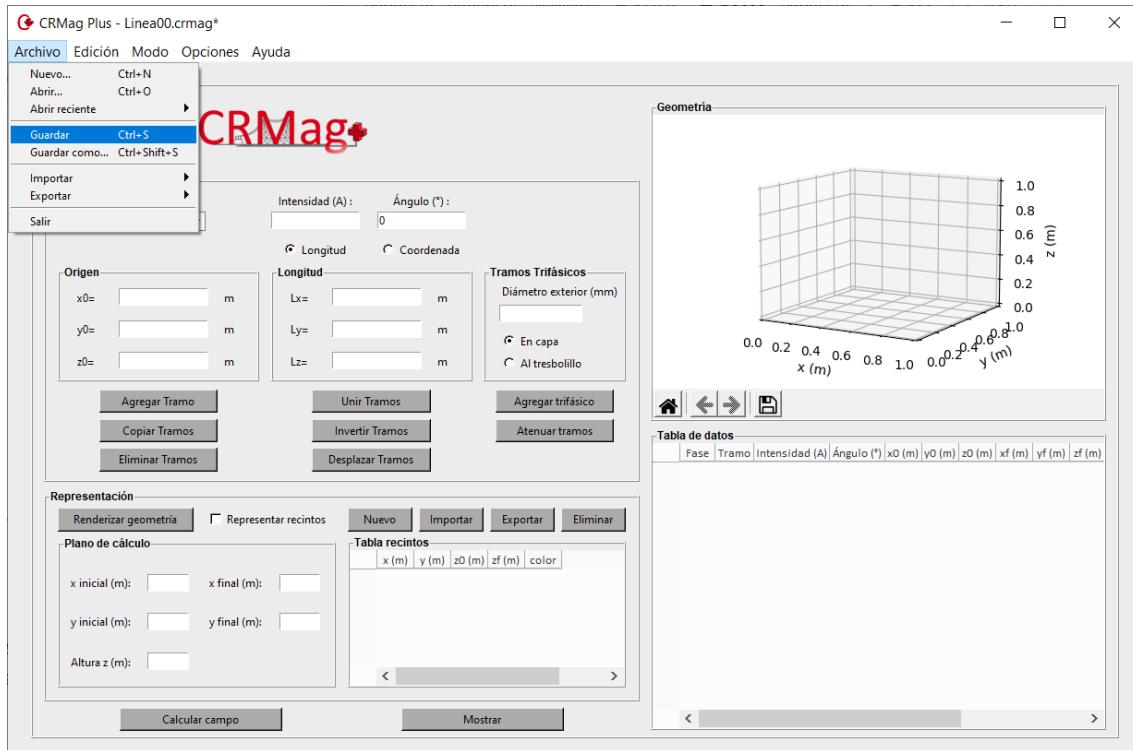


Conviene siempre acceder al menú de *Edición>Preferencias* o utilizar el atajo de teclado **Control+P** para entrar a las preferencias y clicar en el botón de Directorio de trabajo, para navegar hasta el directorio del proyecto y seleccionarlo. Al aceptar, este será el directorio por defecto para guardar y cargar archivos.

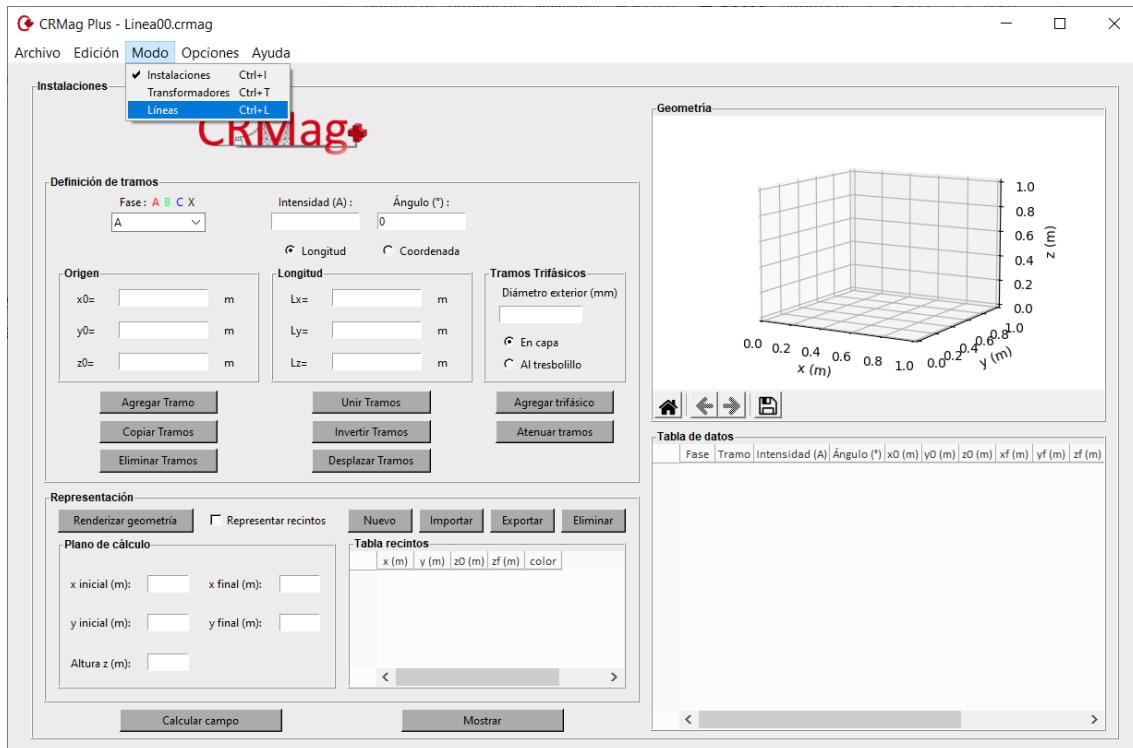


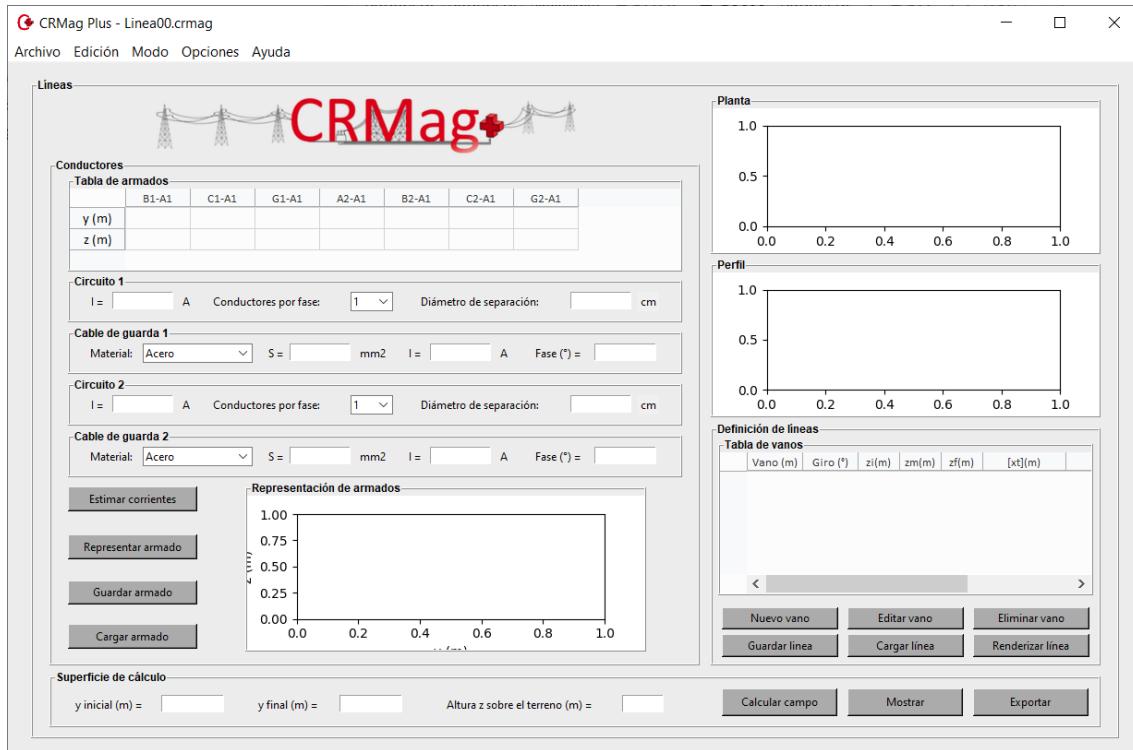


Tras este cambio, se puede guardar de nuevo el proyecto mediante el menú **Archivo>Guardar** o el atajo de teclado **Control+S**.



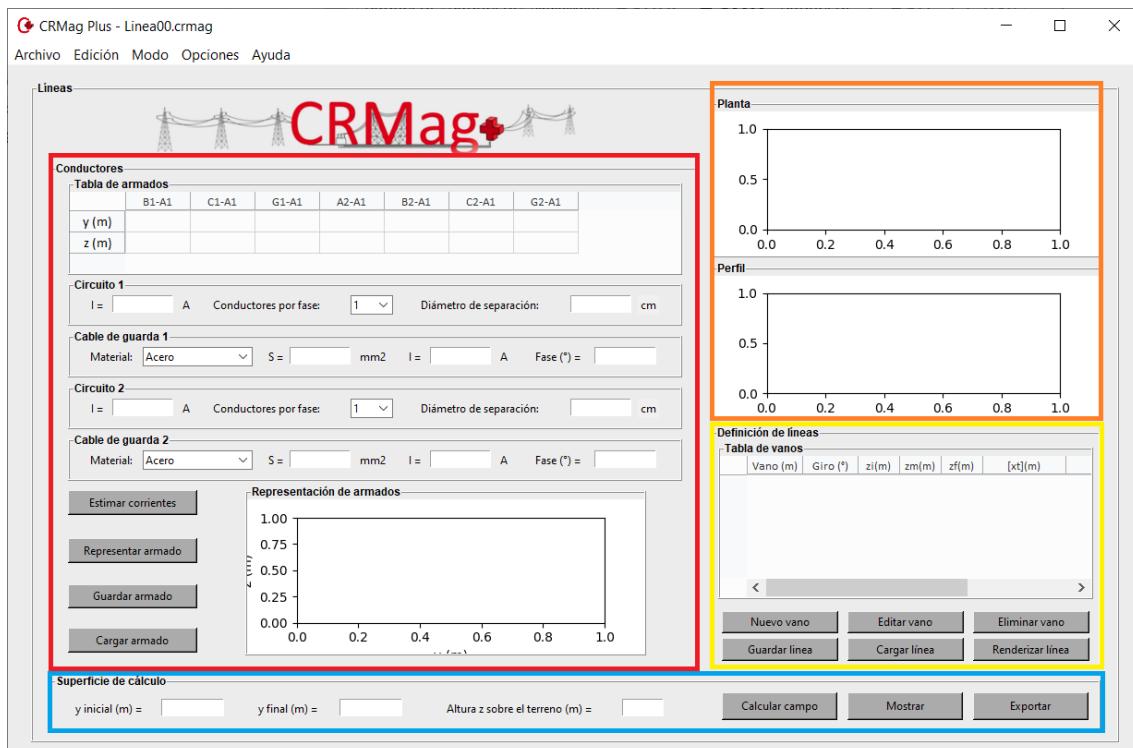
Después se puede utilizar el menú **Modo>Líneas** o el atajo de teclado **Control+L** para acceder al modo de líneas, desde el que se estudiará el campo magnético generado por la línea.





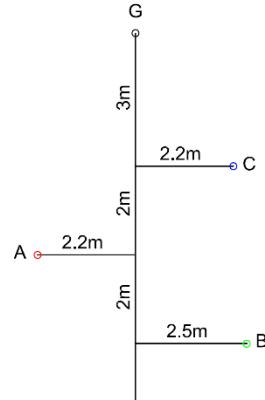
Al acceder a este modo se observan diversos paneles. En la siguiente figura se destacan:

- Panel de tipos de conductores en rojo.
- Panel de vista previa en naranja.
- Panel de definición de líneas en amarillo.
- Panel de cálculo en azul.

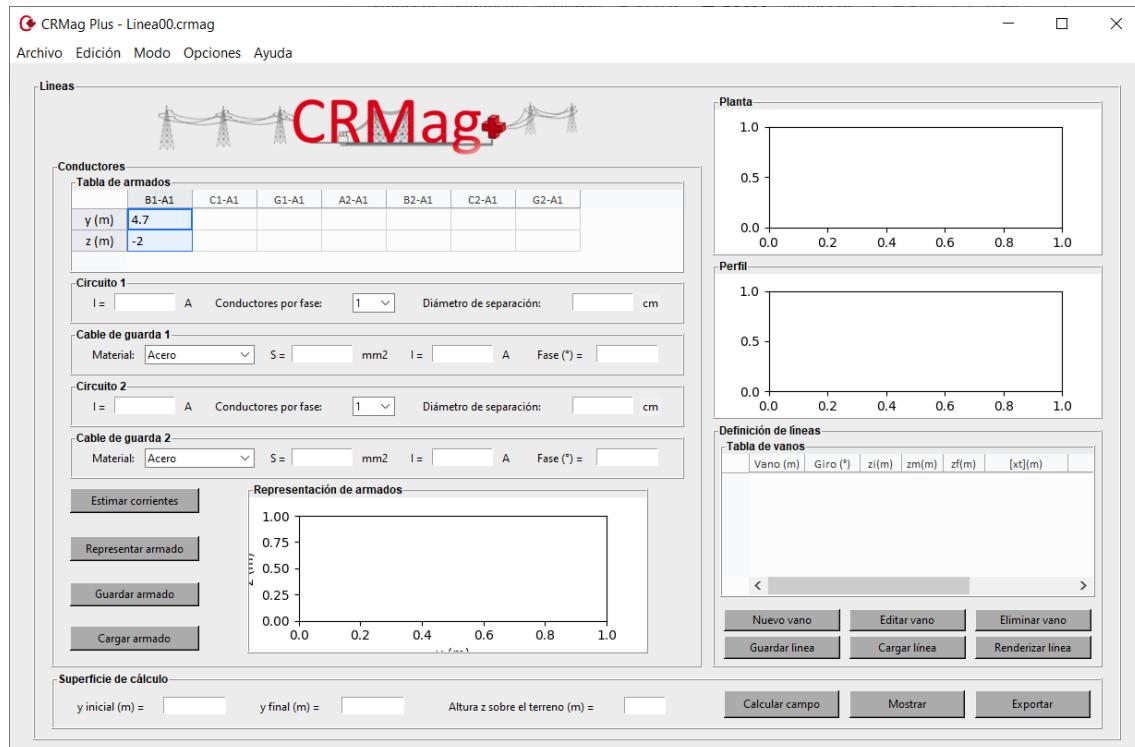


El primer paso para realizar este estudio es definir los armados utilizados en el proyecto. Para ello se debe introducir la distancia en horizontal (y) y en vertical (z) de cada

conductor respecto al conductor A. La línea puede tener 3 conductores de fase (A1, B1, C1) y puede tener un segundo circuito con otros tres conductores de fase (A2, B2, C2). Además, se pueden considerar hasta dos conductores de guarda (G1, G2). Los conductores que no existan, se dejan en blanco y el software los anulará. Por ejemplo, se puede introducir el siguiente armado.



Como se observa, los conductores A2, B2, C2 y G2 no existen. El conductor B1 está 4.7m a la derecha (positivo) del A1 y 2m por debajo (negativo). Por tanto, se puede llenar la primera columna de la tabla de armados.



El conductor C1 está a +4.4m en horizontal y a +2m en vertical, respecto al conductor A1. Se puede llenar su columna.

CRMag Plus - Linea00.crmag

Archivo Edición Modo Opciones Ayuda

Lineas

Conductores

Tabla de armados

	B1-A1	C1-A1	G1-A1	A2-A1	B2-A1	C2-A1	G2-A1
y (m)	4.7	4.4					
z (m)	-2	2					

Circuito 1

I = A Conductores por fase: 1 Diámetro de separación: cm

Cable de guarda 1

Material: Acerro S = mm² I = A Fase (*) =

Circuito 2

I = A Conductores por fase: 1 Diámetro de separación: cm

Cable de guarda 2

Material: Acerro S = mm² I = A Fase (*) =

Representación de armados

Planta

Perfil

Definición de líneas

Tabla de vanos

Vano (m)	Giro (°)	z1(m)	zm(m)	zf(m)	[xt](m)

< >

Nuevo vano Editar vano Eliminar vano

Guardar línea Cargar línea Renderizar línea

Superficie de cálculo

y inicial (m) = y final (m) = Altura z sobre el terreno (m) =

Calcular campo Mostrar Exportar

Finalmente, el conductor de guarda G1 está a +2.2 en horizontal y a +5 en vertical, por lo que se puede llenar su columna.

CRMag Plus - Linea00.crmag

Archivo Edición Modo Opciones Ayuda

Lineas

Conductores

Tabla de armados

	B1-A1	C1-A1	G1-A1	A2-A1	B2-A1	C2-A1	G2-A1
y (m)	4.7	4.4	2.2				
z (m)	-2	2	5				

Circuito 1

I = A Conductores por fase: 1 Diámetro de separación: cm

Cable de guarda 1

Material: Acerro S = mm² I = A Fase (*) =

Circuito 2

I = A Conductores por fase: 1 Diámetro de separación: cm

Cable de guarda 2

Material: Acerro S = mm² I = A Fase (*) =

Representación de armados

Planta

Perfil

Definición de líneas

Tabla de vanos

Vano (m)	Giro (°)	z1(m)	zm(m)	zf(m)	[xt](m)

< >

Nuevo vano Editar vano Eliminar vano

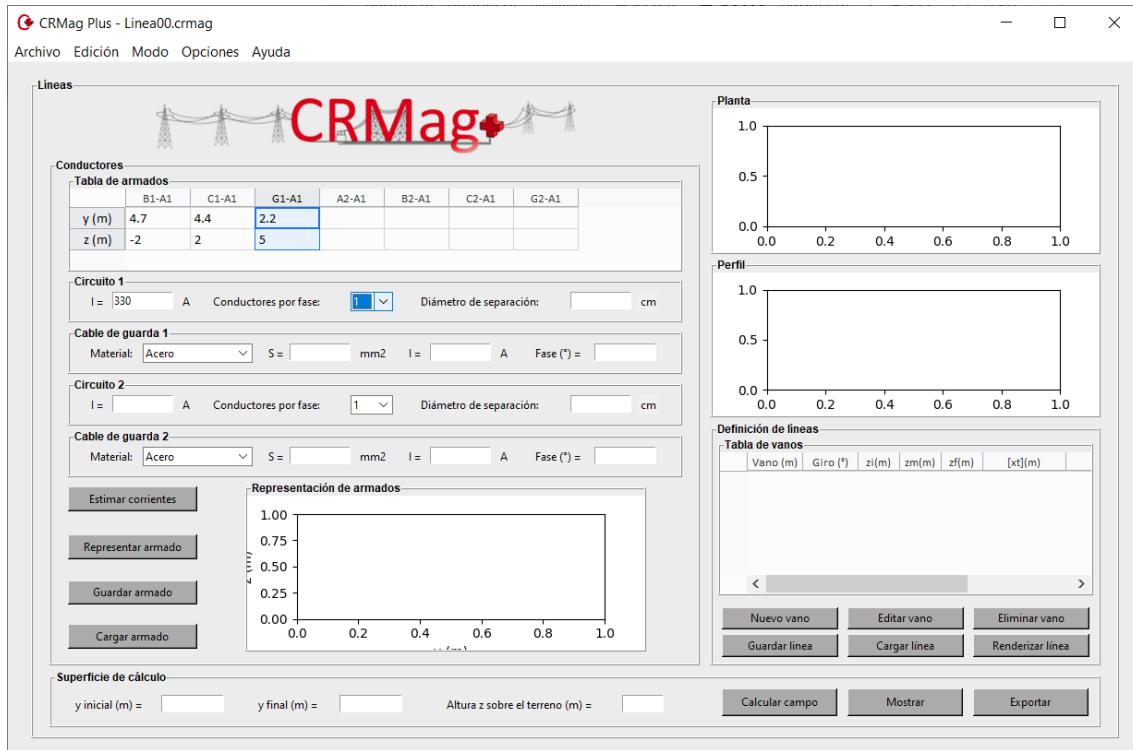
Guardar línea Cargar línea Renderizar línea

Superficie de cálculo

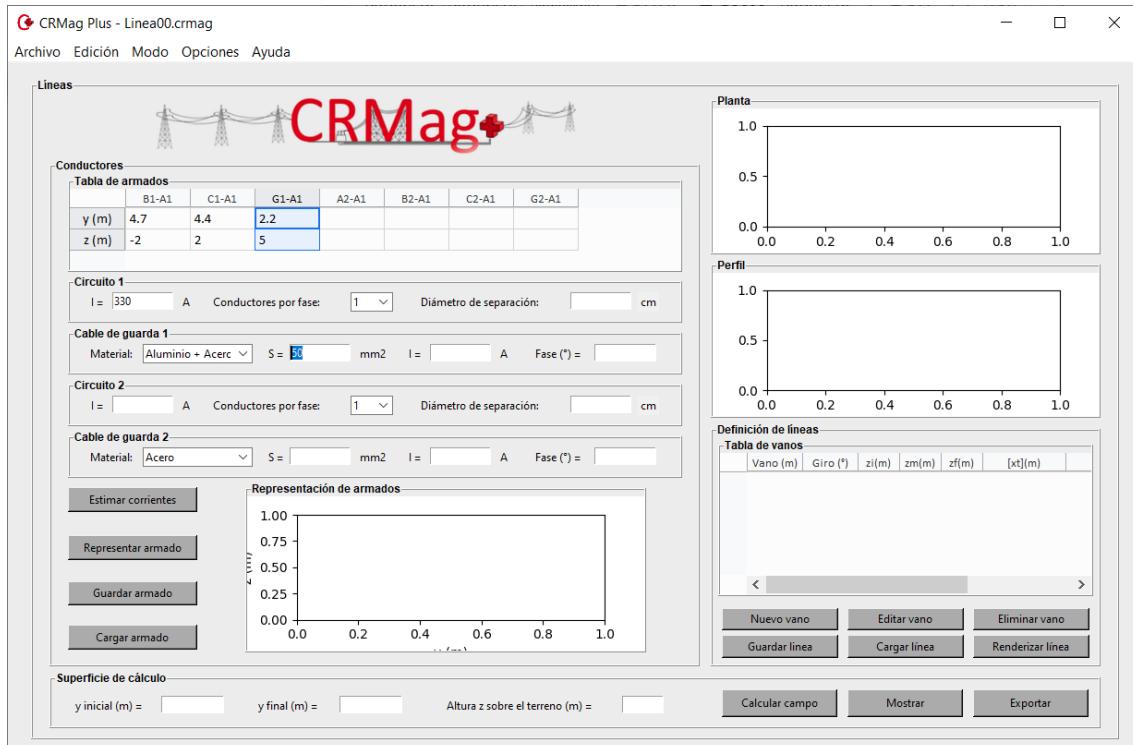
y inicial (m) = y final (m) = Altura z sobre el terreno (m) =

Calcular campo Mostrar Exportar

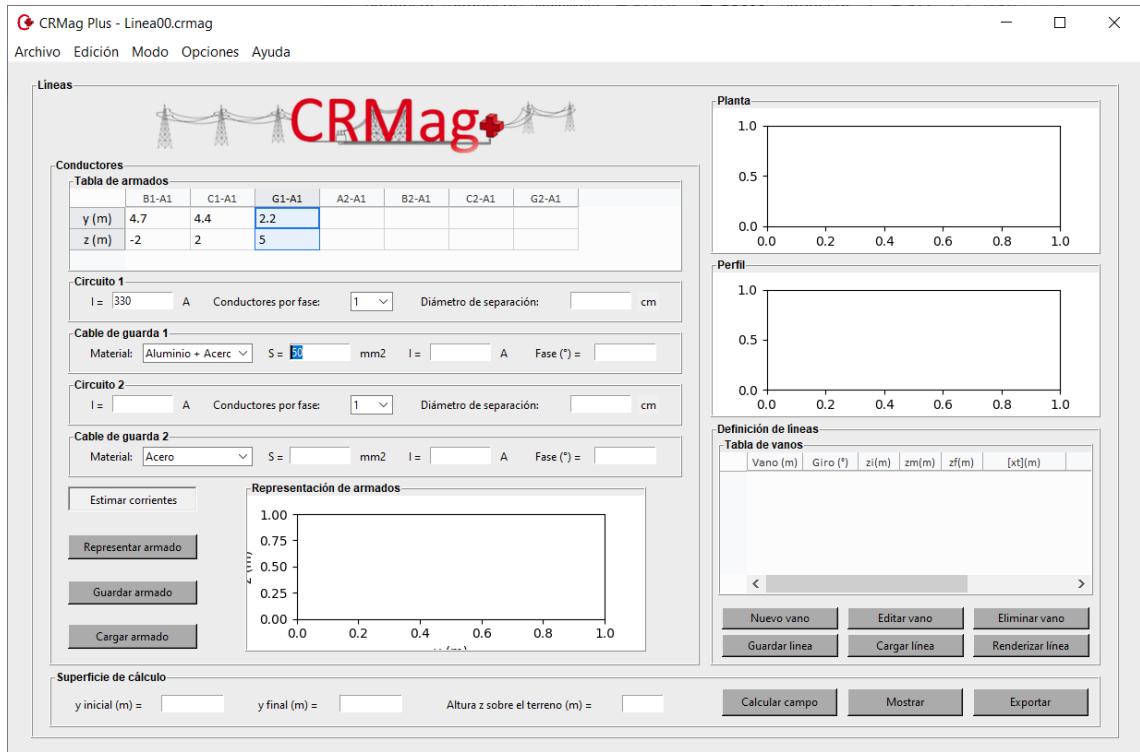
Solo existe el circuito 1 en este caso, por lo que hay que llenar los datos del mismo y dejar vacíos los del otro circuito. Se puede introducir la corriente total del circuito, por ejemplo 330A, con un conductor por fase.



El conductor de guarda, puede ser de Acero+Aluminio, por ejemplo, de una sección de 50mm².

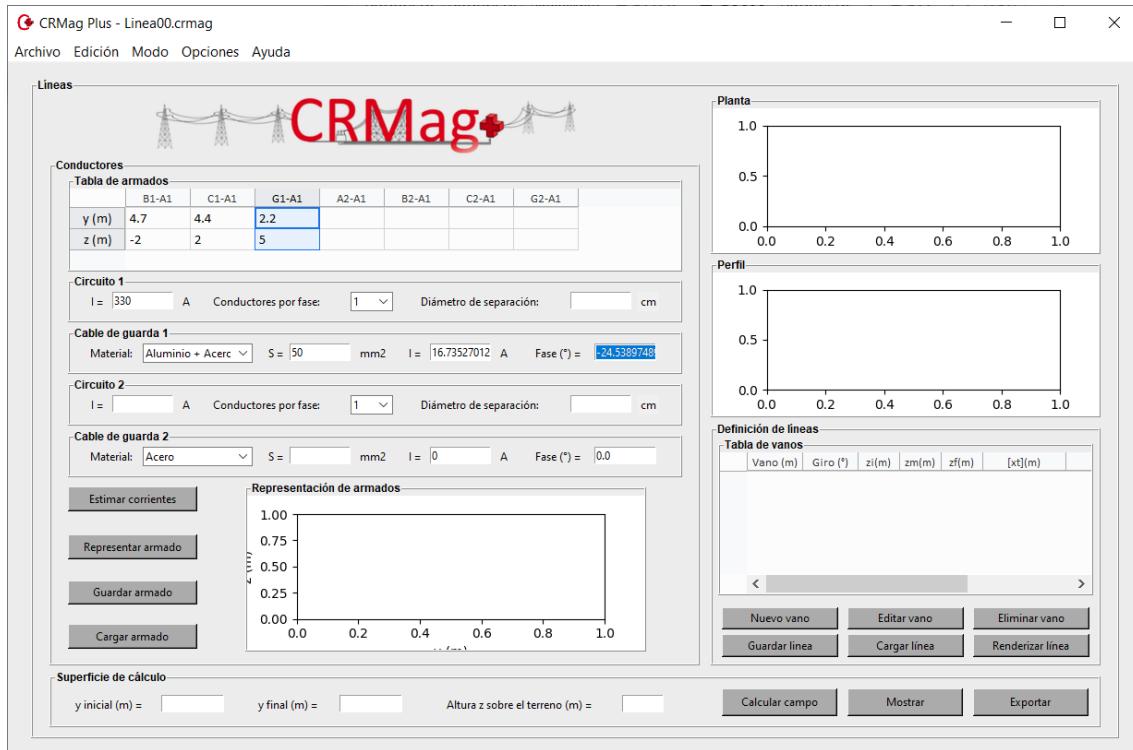


Con estos datos, el software puede calcular la corriente inducida en este conductor. Es importante rellenar el segundo circuito con 0 en los campos de Intensidad y Diámetro de separación y el segundo cable de guarda con una sección S=0, para que el programa interprete que no existen realmente estos conductores. Para que el software complete este cálculo se puede clicar en el botón Estimar corrientes.

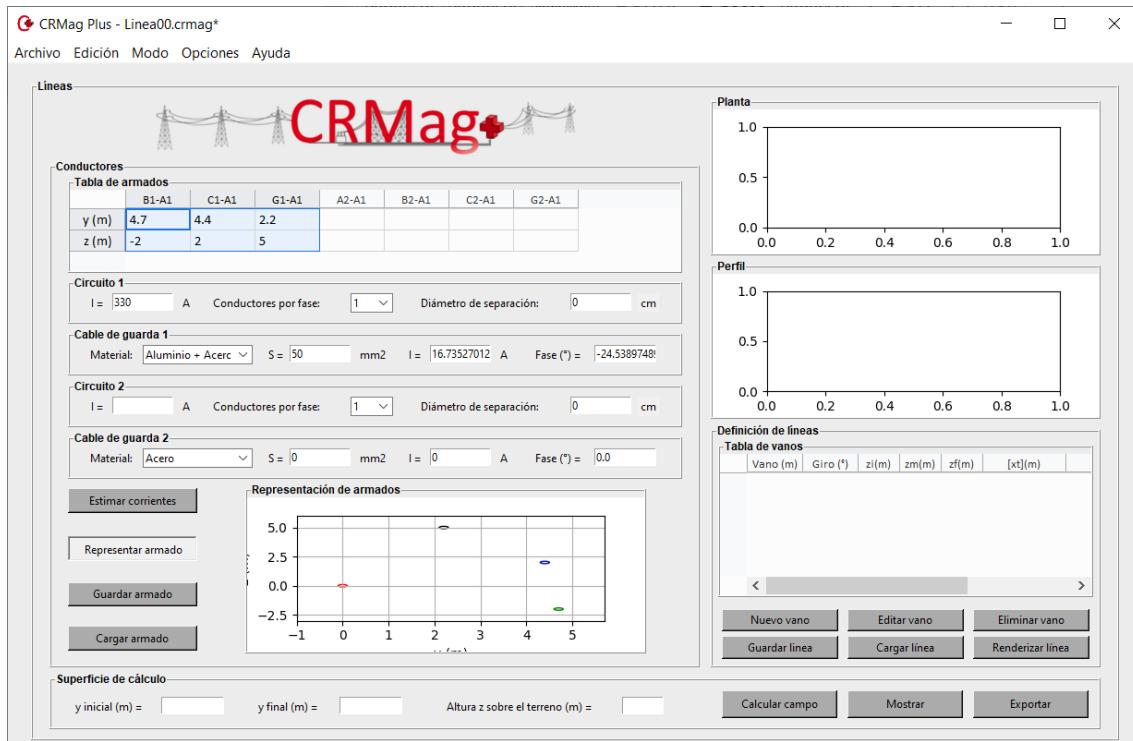


El programa estima el radio de los conductores de guarda, pero permite modificarlos. Si se clica en Confirmar, la corriente y su ángulo se calculan y se muestran en la interfaz.



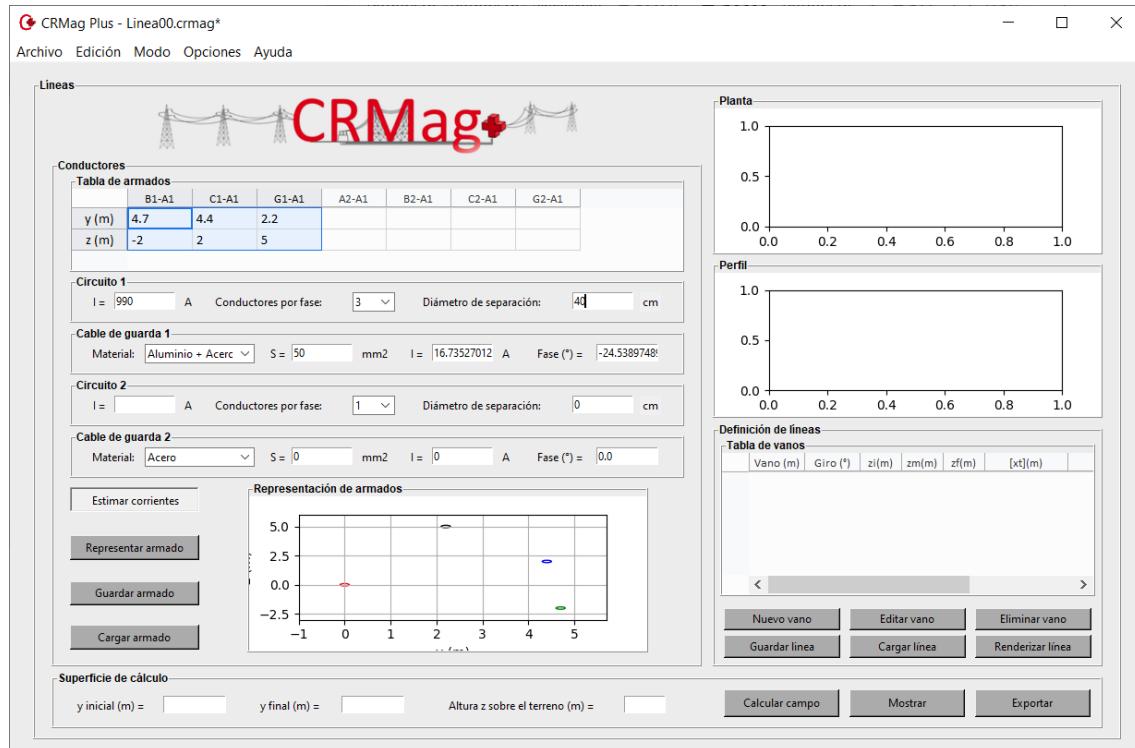


En este caso, se estiman corrientes de hasta 16.7A en este conductor, que tendrán un ligero impacto en el campo a calcular. Es necesario llenar con 0 la corriente del segundo circuito, su diámetro de separación y la sección del segundo conductor de guarda antes de continuar, por lo que se recomienda revisar esto cuando se rellena el primer circuito. Después, al clicar en Representar armado, se representará en la gráfica la posición de los distintos conductores definidos en la tabla de conductores.



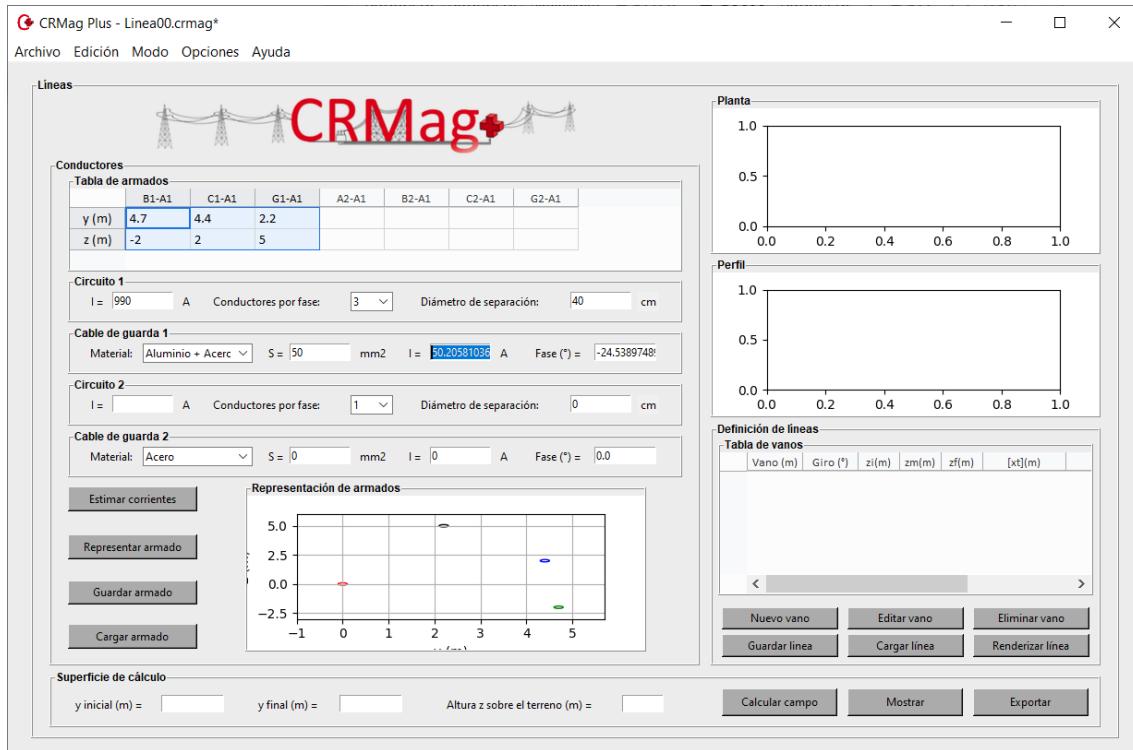
Se puede comprobar que la gráfica coincide con la previsión que se tenía. Si se tratase, por ejemplo, de una línea tríplex (tres conductores por fase), con 990A por cada fase (330A

en cada uno de los 3 conductores de cada fase), se pondría la intensidad de 990A, se pondrían 3 conductores por fase y se indicaría el diámetro de la circunferencia en la que quedan circunscritos los conductores, por ejemplo, 40cm.

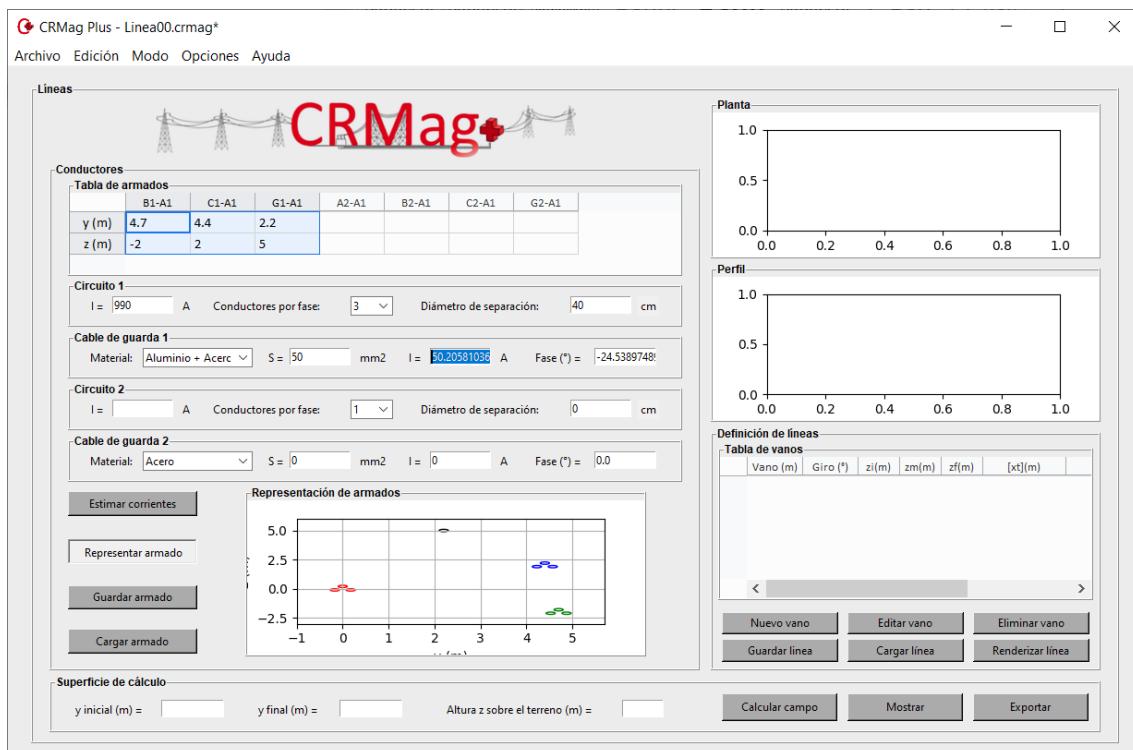


Al estimar la corriente del conductor de guarda, saldría mayor, puesto que ahora hay 9 conductores de fase con una corriente total el triple de grande.

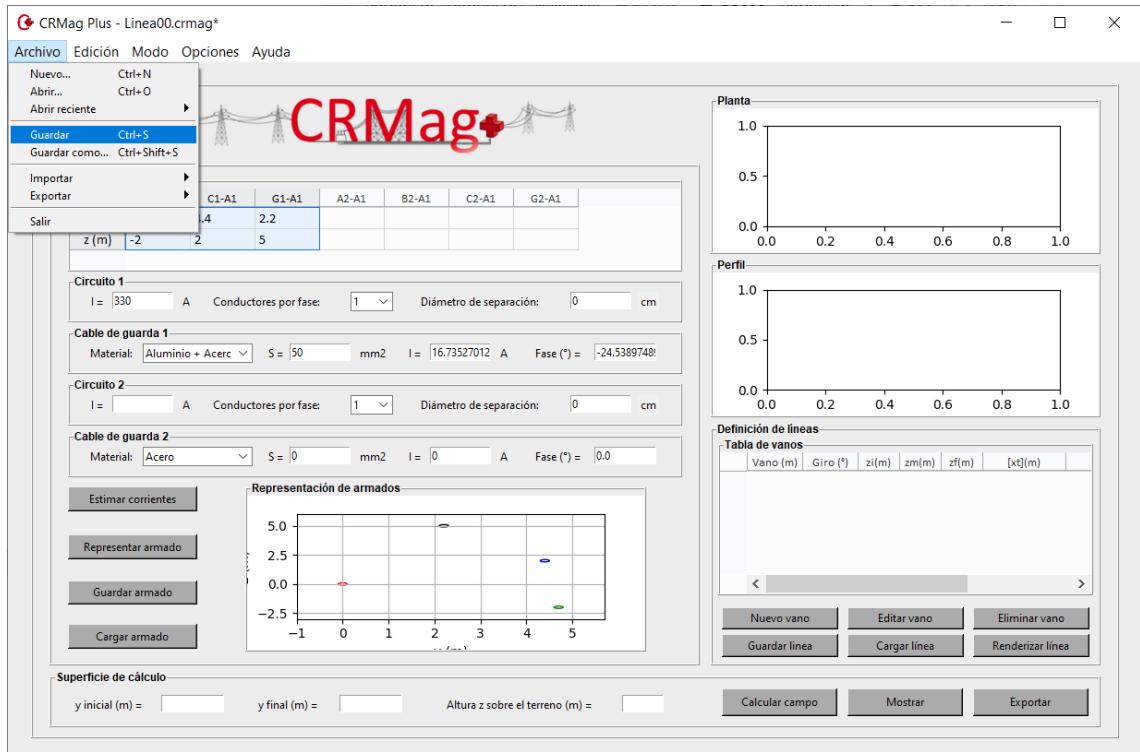




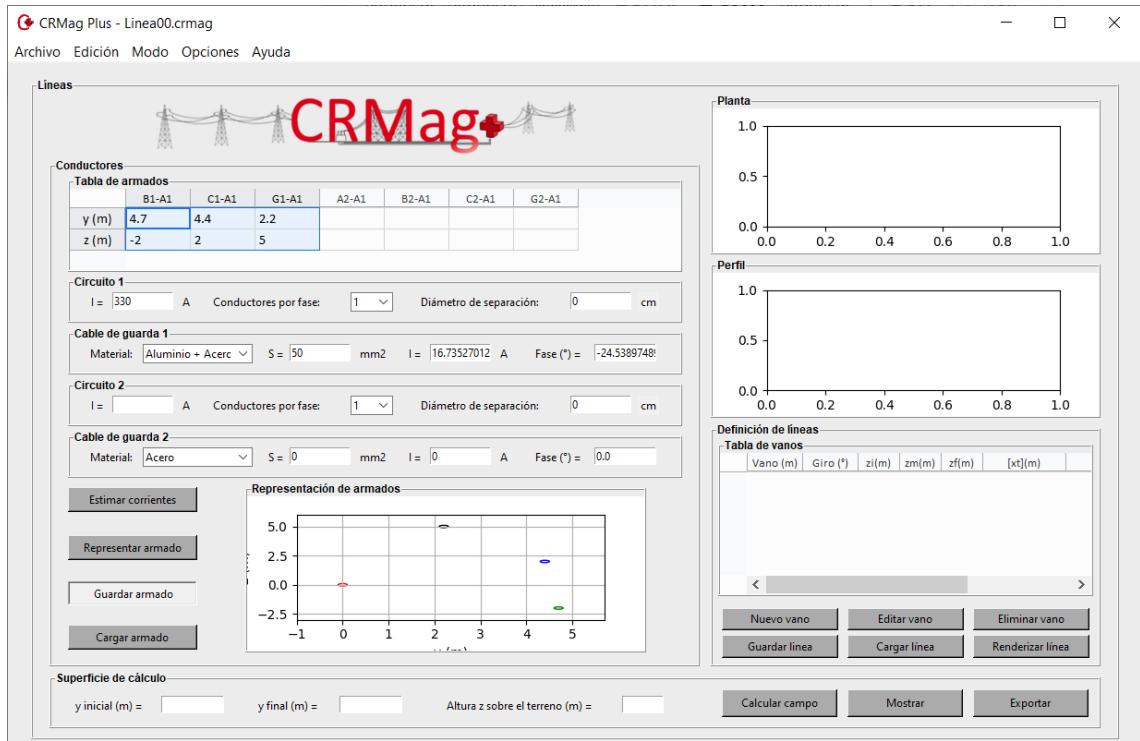
Además, al clicar en Representar armado, se verían los 3 conductores de cada fase.

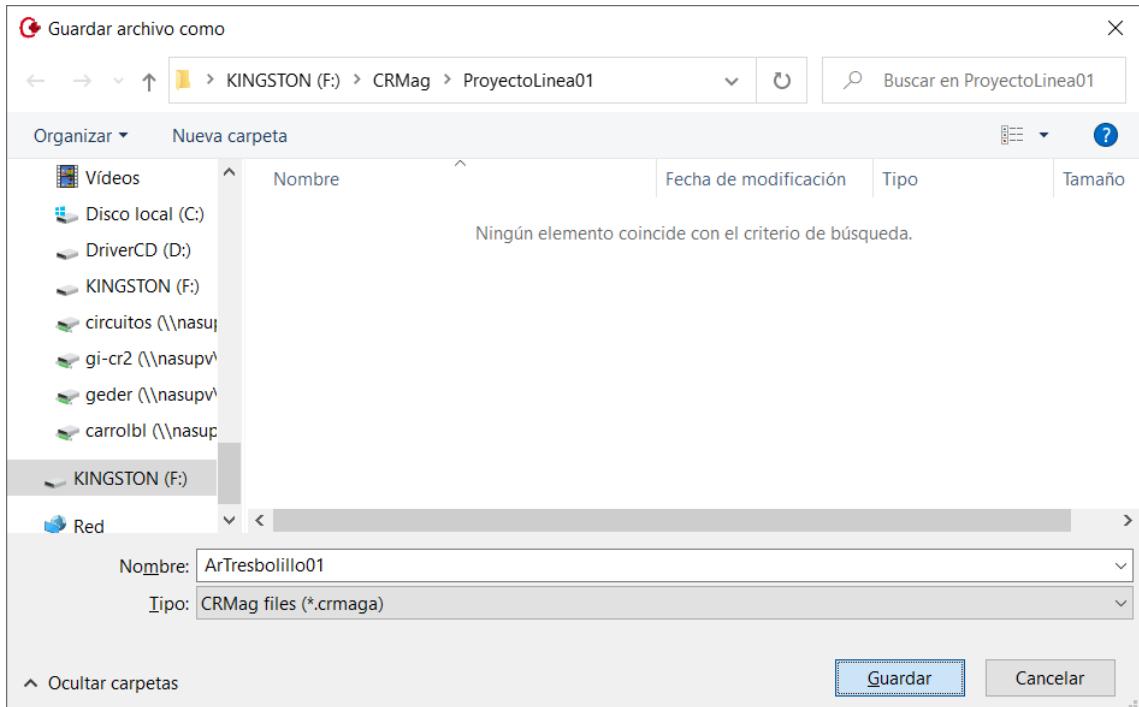


Nótese que ahora no hay un conductor en (0,0), sino que ese es el centro de la circunferencia de radio 40cm en la que están los tres conductores de la fase A. A los efectos del campo magnético, esta línea es prácticamente equivalente a una línea con un conductor por fase que transporta 990A, por lo que el software realiza las simplificaciones oportunas para minimizar el coste computacional. Volviendo a la configuración anterior, se puede guardar el proyecto mediante el menú Archivo>Guardar o con el atajo de teclado Control+S.



Todos los armados se pueden guardar para reutilizarlos en este u otros proyectos. Para guardar el armado, se puede clicar en Guardar armado y poner un nombre como ArTresbolillo01.crmaga.

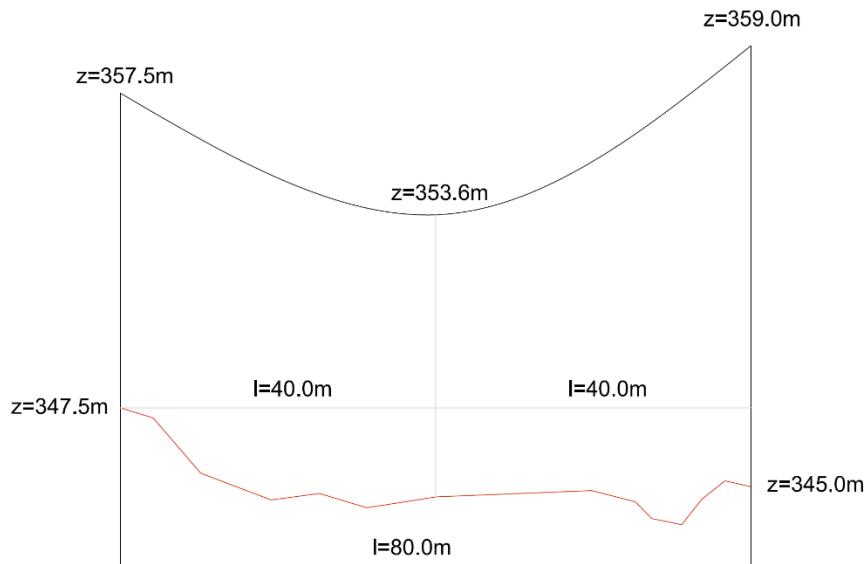




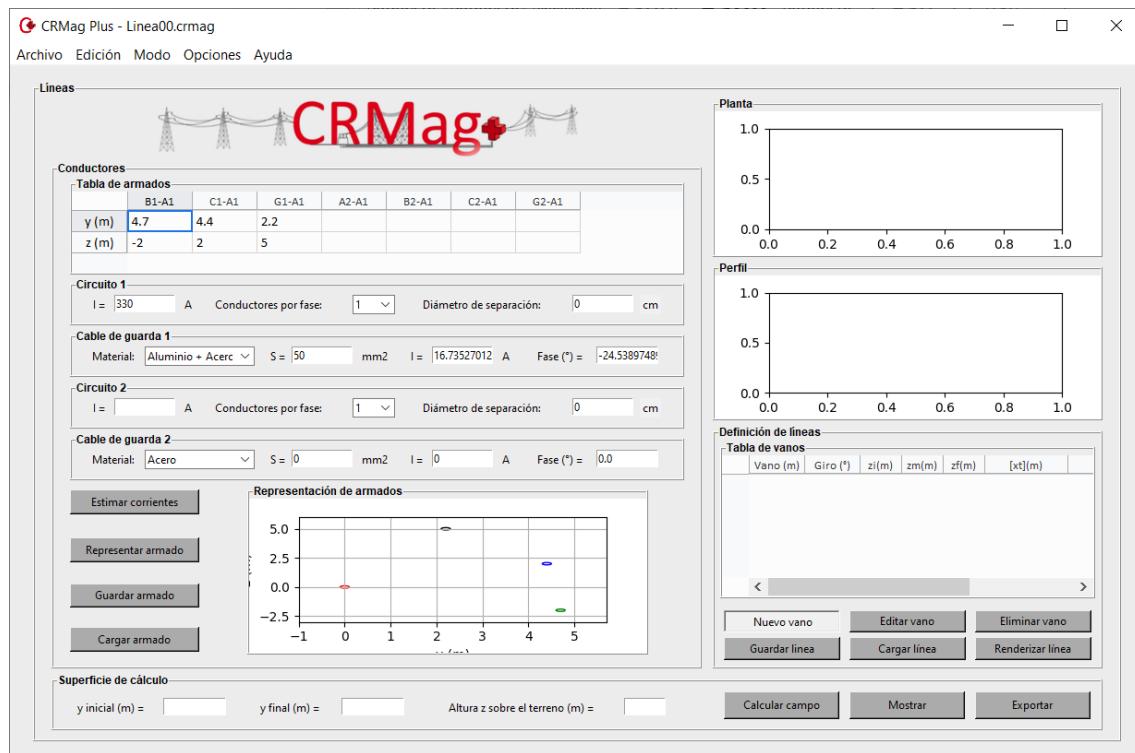
Del mismo modo, el botón de Cargar armado permite recuperar los datos de un armado guardado.

6.2 Definición de vanos

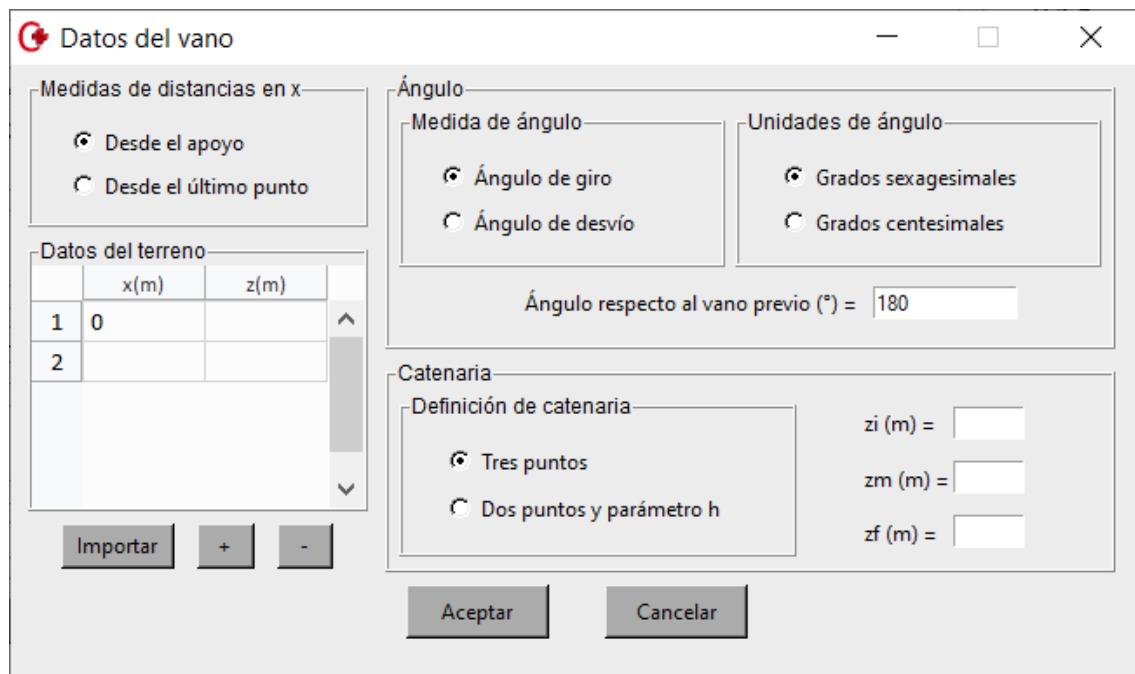
Para estudiar el campo magnético de una línea hay que definir los vanos a estudiar. Por ejemplo, se puede introducir el siguiente vano.



Es necesario definir las coordenadas del perfil del terreno (distancias y cotas) e indicar cómo está el conductor en la hipótesis de máxima flecha, ya sea mediante las coordenadas del punto inicial y final y las del punto central del vaneo o mediante el parámetro h de la ecuación de la catenaria en sustitución de este último punto. Para comenzar a definir un vaneo, se puede clicar en el botón Nuevo vaneo.



El software abre una ventana para introducir los datos del vano.



Para definir el terreno de este vano, se comenzaría con la cota inicial de 347.5m.

Datos del vano

	x(m)	z(m)
1	0	347.5
2		

Medidas de distancias en x
 Desde el apoyo
 Desde el último punto

Ángulo
Unidades de ángulo
 Ángulo de giro
 Ángulo de desvío

Ángulo respecto al vano previo (°) = 180

Catenaria
Definición de catenaria
 Tres puntos
 Dos puntos y parámetro h

zi (m) =
zm (m) =
zf (m) =

Aceptar **Cancelar**

El resto de puntos se van introduciendo en filas sucesivas de la tabla, para lo cual se pueden añadir filas mediante el botón +. El perfil de este vano se puede simplificar mediante unos pocos puntos. Por ejemplo, a 19.1m del apoyo se puede introducir un punto de cota 344.6m. Luego, se crea otra fila con el botón +.

Datos del vano

	x(m)	z(m)
1	0	347.5
2	19.1	344.6

Medidas de distancias en x
 Desde el apoyo
 Desde el último punto

Ángulo
Unidades de ángulo
 Grados sexagesimales
 Grados centesimales

Ángulo respecto al vano previo (°) = 180

Catenaria
Definición de catenaria
 Tres puntos
 Dos puntos y parámetro h

zi (m) =
zm (m) =
zf (m) =

Aceptar **Cancelar**

Se puede poner otro punto a 59.8m de distancia del apoyo con una cota de 344.9m.

Datos del vano

	x(m)	z(m)
1	0	347.5
2	19.1	344.6
3	59.8	344.9

Importar + - Aceptar Cancelar

Con varios clics en el botón + se añaden varias filas vacías.

Datos del vano

	x(m)	z(m)
3	59.8	344.9
4		
5		
6		

Importar + - Aceptar Cancelar

Se puede definir un cuarto punto a 71.2m del apoyo con una cota de 343.8m.

Datos del vano

	x(m)	z(m)
3	59.8	344.9
4	71.2	343.8
5		
6		
7		

Importar + -

Ángulo
 Medida de ángulo Ángulo de giro Ángulo de desvío
 Unidades de ángulo Grados sexagesimales Grados centesimales
 Ángulo respecto al vano previo (°) = 180

Catenaria
 Definición de catenaria Tres puntos Dos puntos y parámetro h
 zi (m) =
 zm (m) =
 zf (m) =

Aceptar Cancelar

El punto final del apoyo queda a 80m del apoyo (esta es la longitud de este vano) y a una cota de 345m.

Datos del vano

	x(m)	z(m)
3	59.8	344.9
4	71.2	343.8
5	80	345
6		
7		

Importar + -

Ángulo
 Medida de ángulo Ángulo de giro Ángulo de desvío
 Unidades de ángulo Grados sexagesimales Grados centesimales
 Ángulo respecto al vano previo (°) = 180

Catenaria
 Definición de catenaria Tres puntos Dos puntos y parámetro h
 zi (m) =
 zm (m) =
 zf (m) =

Aceptar Cancelar

Seleccionando la fila 6 y arrastrando hasta la 7 se seleccionan las filas vacías. Luego, clicando en el botón - se pueden eliminar.

Datos del vano

	x(m)	z(m)
3	59.8	344.9
4	71.2	343.8
5	80	345
6		
7		

Importar + -

Ángulo

Medida de ángulo Ángulo de giro Ángulo de desvío

Unidades de ángulo Grados sexagesimales Grados centesimales

Ángulo respecto al vano previo (°) = 180

Catenaria

Definición de catenaria Tres puntos Dos puntos y parámetro h

zi (m) =
zm (m) =
zf (m) =

Aceptar Cancelar

Datos del vano

	x(m)	z(m)
3	59.8	344.9
4	71.2	343.8
5	80	345
6		
7		

Importar + -

Ángulo

Medida de ángulo Ángulo de giro Ángulo de desvío

Unidades de ángulo Grados sexagesimales Grados centesimales

Ángulo respecto al vano previo (°) = 180

Catenaria

Definición de catenaria Tres puntos Dos puntos y parámetro h

zi (m) =
zm (m) =
zf (m) =

Aceptar Cancelar

Si el selector de Medidas de distancias en x se pone en la segunda opción (Desde el último punto), entonces hay que ir introduciendo la distancia desde cada punto de terreno hasta el siguiente, no desde el apoyo. Por tanto, las dos siguientes opciones serían equivalentes.

Datos del vano

	x(m)	z(m)
1	0	347.5
2	19.1	344.6
3	59.8	344.9
4	71.2	343.8
5	80	345

Importar + -

Ángulo

Medida de ángulo Ángulo de giro Ángulo de desvío

Unidades de ángulo Grados sexagesimales Grados centesimales

Ángulo respecto al vano previo (°) = 180

Catenaria

Definición de catenaria Tres puntos Dos puntos y parámetro h

zi (m) =
zm (m) =
zf (m) =

Aceptar Cancelar

Datos del vano

	x(m)	z(m)
1	0	347.5
2	19.1	344.6
3	40.7	344.9
4	11.4	343.8
5	8.8	345

Importar + -

Ángulo

Medida de ángulo Ángulo de giro Ángulo de desvío

Unidades de ángulo Grados sexagesimales Grados centesimales

Ángulo respecto al vano previo (°) = 180

Catenaria

Definición de catenaria Tres puntos Dos puntos y parámetro h

zi (m) =
zm (m) =
zf (m) =

Aceptar Cancelar

Esta tabla se puede copiar a otros programas como Microsoft Excel y modificarla para volver a copiarla al software mediante los típicos atajos de teclado de copiar (**Control+C**) y pegar (**Control+V**). El ángulo de giro y sus unidades solo se necesitan desde el segundo vano en adelante. Finalmente, en este caso, se conocen las cotas del conductor inferior en el punto inicial y final y en el punto medio del vano (nótese que no se trata siempre del punto de máxima flecha sino del punto equidistante de ambos apoyos). Por tanto, se pueden llenar estos datos.

Datos del vano

	x(m)	z(m)
1	0	347.5
2	19.1	344.6
3	59.8	344.9
4	71.2	343.8
5	80	345

Importar + -

Ángulo

Medida de ángulo: Ángulo de giro
 Ángulo de desvío

Unidades de ángulo: Grados sexagesimales
 Grados centesimales

Ángulo respecto al vano previo (°) = 180

Catenaria

Definición de catenaria:

Tres puntos
 Dos puntos y parámetro h

zi (m) = 357.5
zm (m) = 353.6
zf (m) = 359

Aceptar Cancelar

A partir de estos tres datos y de la longitud del vano, el software puede calcular la catenaria del vano. De hecho, si se selecciona la opción Dos puntos y parámetro h, el software calcula automáticamente el parámetro h, que en este caso es de 172m.

Datos del vano

	x(m)	z(m)
1	0	347.5
2	19.1	344.6
3	59.8	344.9
4	71.2	343.8
5	80	345

Importar + -

Ángulo

Medida de ángulo: Ángulo de giro
 Ángulo de desvío

Unidades de ángulo: Grados sexagesimales
 Grados centesimales

Ángulo respecto al vano previo (°) = 180

Catenaria

Definición de catenaria:

Tres puntos
 Dos puntos y parámetro h

zi (m) = 357.5
h (m) = 172.043
zf (m) = 359

Aceptar Cancelar

Finalmente, al clicar en Aceptar, el vano queda introducido. El botón Cancelar cerraría la pantalla de datos del vano y no guardaría nada.

Datos del vano

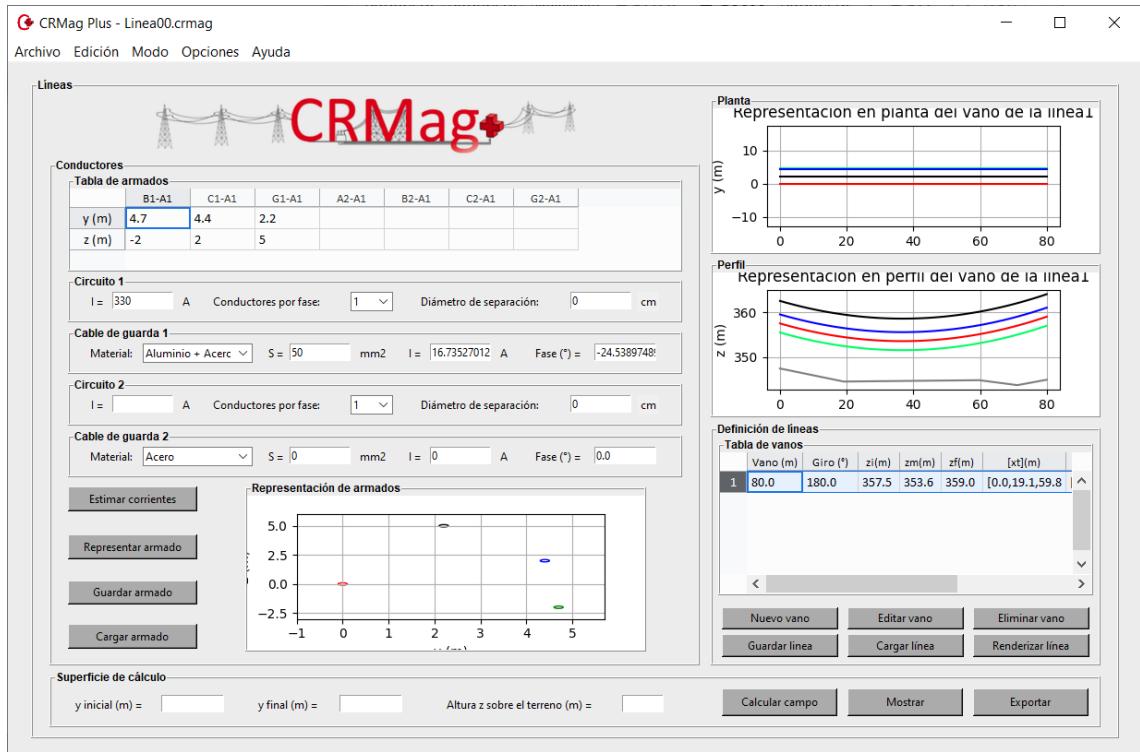
Medidas de distancias en x	Ángulo																		
<input checked="" type="radio"/> Desde el apoyo <input type="radio"/> Desde el último punto	Medida de ángulo <input checked="" type="radio"/> Ángulo de giro <input type="radio"/> Ángulo de desvío																		
Datos del terreno	Unidades de ángulo																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>x(m)</th> <th>z(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>347.5</td></tr> <tr><td>2</td><td>19.1</td><td>344.6</td></tr> <tr><td>3</td><td>59.8</td><td>344.9</td></tr> <tr><td>4</td><td>71.2</td><td>343.8</td></tr> <tr><td>5</td><td>80</td><td>345</td></tr> </tbody> </table>		x(m)	z(m)	1	0	347.5	2	19.1	344.6	3	59.8	344.9	4	71.2	343.8	5	80	345	<input checked="" type="radio"/> Grados sexagesimales <input type="radio"/> Grados centesimales
	x(m)	z(m)																	
1	0	347.5																	
2	19.1	344.6																	
3	59.8	344.9																	
4	71.2	343.8																	
5	80	345																	
	Ángulo respecto al vano previo (°) = <input type="text" value="180"/>																		
Catenaria																			
Definición de catenaria	$z_i \text{ (m)} =$ <input type="text" value="357.5"/> $z_m \text{ (m)} =$ <input type="text" value="353.6"/> $z_f \text{ (m)} =$ <input type="text" value="359"/>																		
	<input checked="" type="radio"/> Tres puntos <input type="radio"/> Dos puntos y parámetro h																		
Aceptar	Cancelar																		

CRMag Plus - Linea00.crmag

Archivo Edición Modo Opciones Ayuda

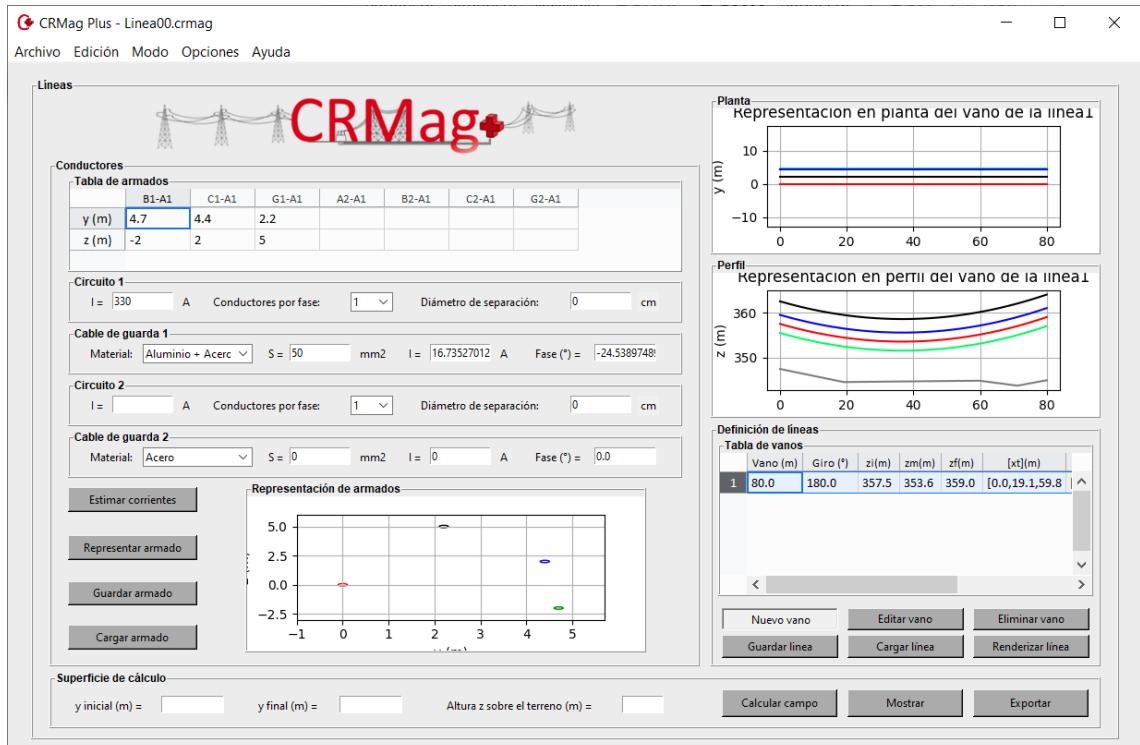
Lineas	Planta																								
Conductores	Perfil																								
Tabla de armados <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B1-A1</th> <th>C1-A1</th> <th>G1-A1</th> <th>A2-A1</th> <th>B2-A1</th> <th>C2-A1</th> <th>G2-A1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>y (m)</td><td>4.7</td><td>4.4</td><td>2.2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>z (m)</td><td>-2</td><td>2</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		B1-A1	C1-A1	G1-A1	A2-A1	B2-A1	C2-A1	G2-A1	y (m)	4.7	4.4	2.2					z (m)	-2	2	5					
	B1-A1	C1-A1	G1-A1	A2-A1	B2-A1	C2-A1	G2-A1																		
y (m)	4.7	4.4	2.2																						
z (m)	-2	2	5																						
Círculo 1	Definición de líneas																								
$I =$ <input type="text" value="330"/> A Conductores por fase: <input type="text" value="1"/> Diámetro de separación: <input type="text" value="0"/> cm	Tabla de vanos <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vano (m)</th> <th>Giro (°)</th> <th>z1(m)</th> <th>zm(m)</th> <th>zf(m)</th> <th>(xt)(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>80.0</td><td>180.0</td><td>357.5</td><td>353.6</td><td>359.0 [0.0, 19.1, 59.8]</td></tr> </tbody> </table>	Vano (m)	Giro (°)	z1(m)	zm(m)	zf(m)	(xt)(m)	1	80.0	180.0	357.5	353.6	359.0 [0.0, 19.1, 59.8]												
Vano (m)	Giro (°)	z1(m)	zm(m)	zf(m)	(xt)(m)																				
1	80.0	180.0	357.5	353.6	359.0 [0.0, 19.1, 59.8]																				
Cable de guarda 1	Nuevo vano																								
Material: Aluminio + Acero S = 50 mm ² I = 16.73527012 A Fase (°) = -24.5389748°	Editar vano																								
Círculo 2	Eliminar vano																								
Material: Acero S = 0 mm ² I = 0 A Fase (°) = 0.0	Guardar línea																								
Representación de armados	Cargar línea																								
<input type="button" value="Estimar corrientes"/> <input type="button" value="Representar armado"/> <input type="button" value="Guardar armado"/> <input type="button" value="Cargar armado"/>	<input type="button" value="Renderizar línea"/> <input type="button" value="Calcular campo"/> <input type="button" value="Mostrar"/> <input type="button" value="Exportar"/>																								
Superficie de cálculo																									
$y \text{ inicial (m)} =$ <input type="text"/> $y \text{ final (m)} =$ <input type="text"/> Altura z sobre el terreno (m) = <input type="text"/>																									

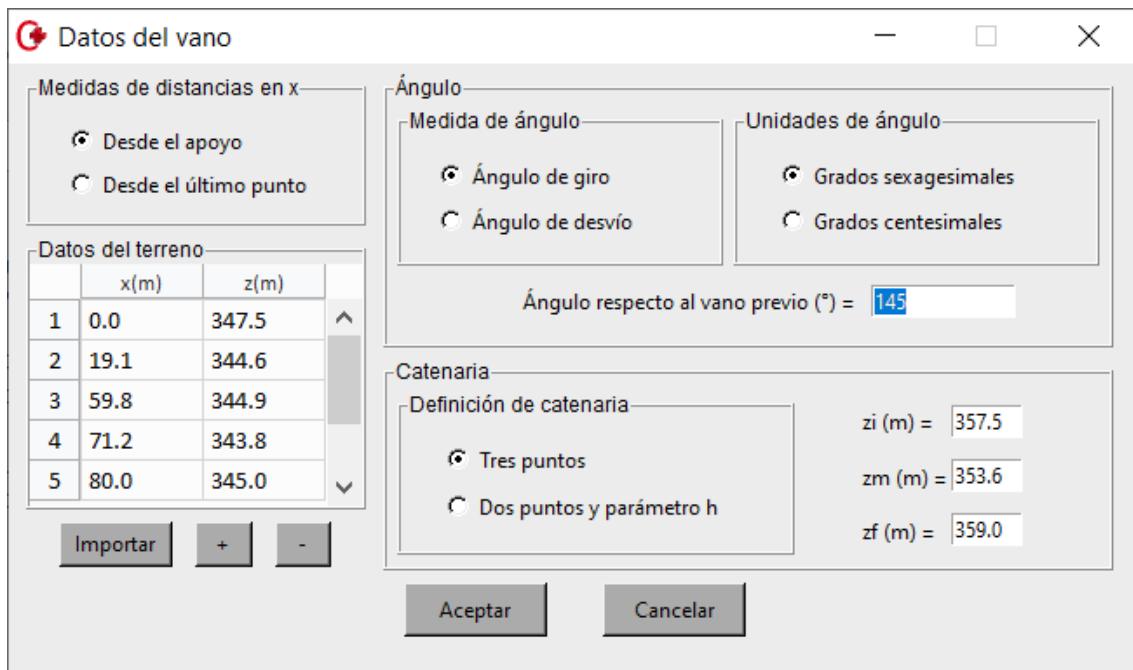
Si se selecciona la fila 1 de la Tabla de vanos, se representará su vista en planta y perfil. En general se representa el vano seleccionado en posición horizontal junto con los vanos adyacentes en la vista en planta (en su caso).



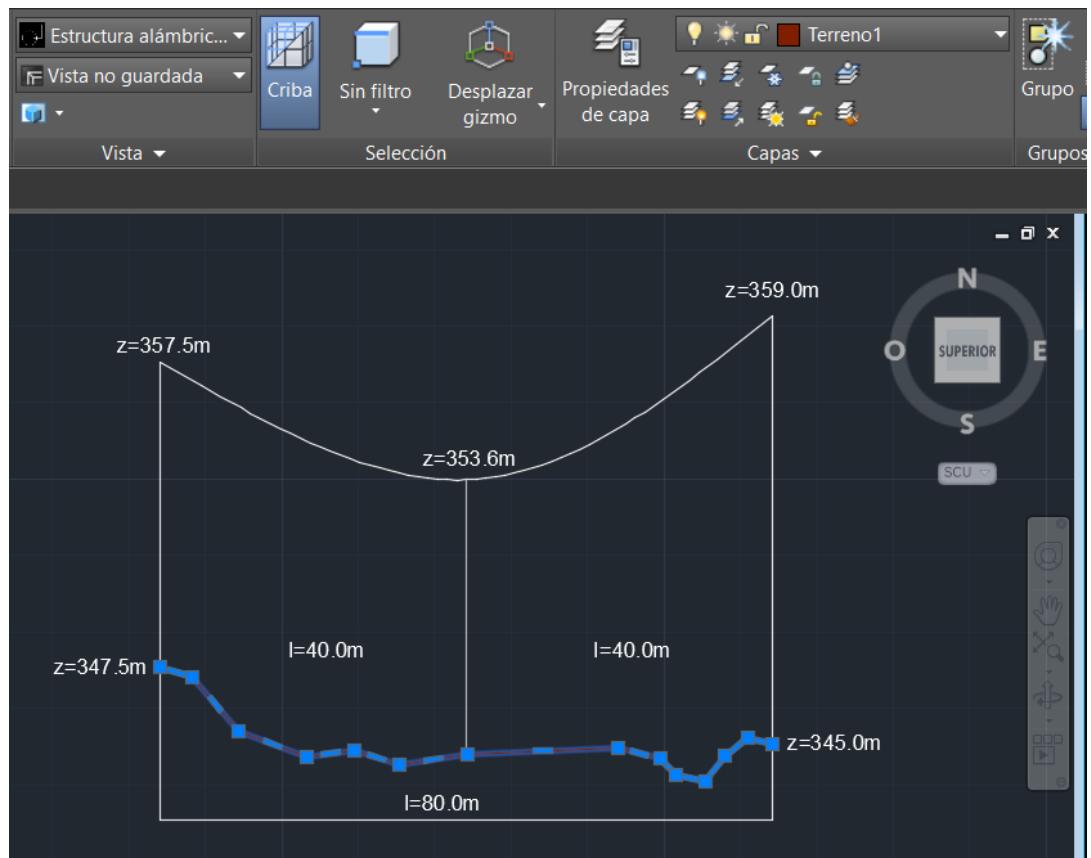
6.3 Importar terrenos desde DXF

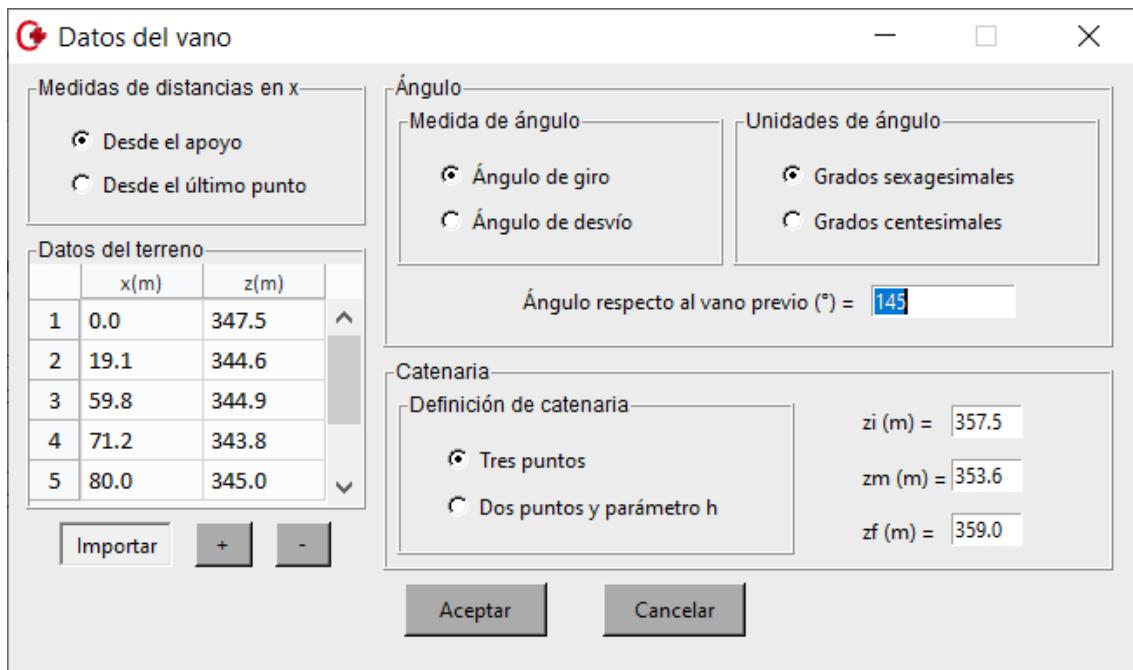
Con un vano seleccionado, el botón de Nuevo vano permite crear un nuevo vano partiendo de los datos de este. En este caso, se pueden modificar algunas cosas para comprobar cómo funcionan. Por ejemplo, se puede poner un ángulo inferior a 180 para ver cómo gira la línea en ese apoyo de unión entre los vanos. Se puede elegir un ángulo de 145 grados sexagesimales (los grados sexagesimales van de 0 a 360, mientras que los centesimales van de 0 a 400, el programa se encarga de traducirlos a sexagesimales).



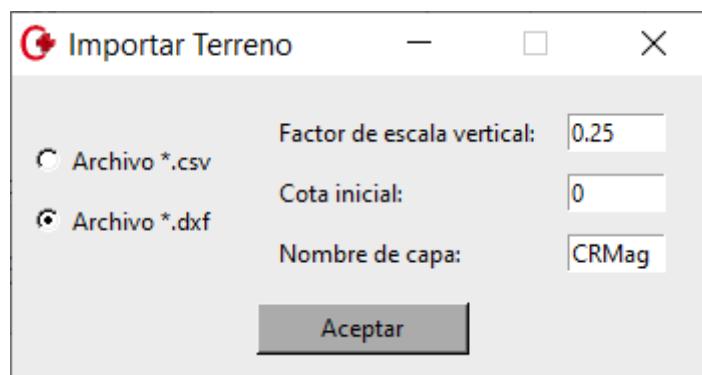


Por otro lado, partiendo de un plano de alzado, se puede importar el perfil de elevación del terreno desde una polilínea. En este ejemplo, se tiene un plano de AutoCAD con una polilínea. Esta polilínea se ha creado en una capa llamada Terreno1 y el plano se ha guardado en la carpeta del proyecto con el nombre Vanos.dxf. Entonces, mediante el botón Importar se puede leer esta polilínea.

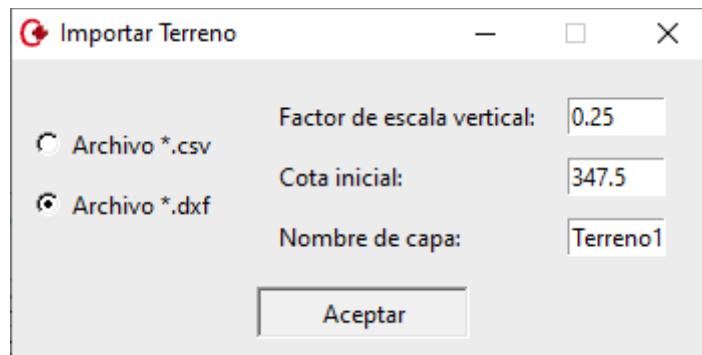




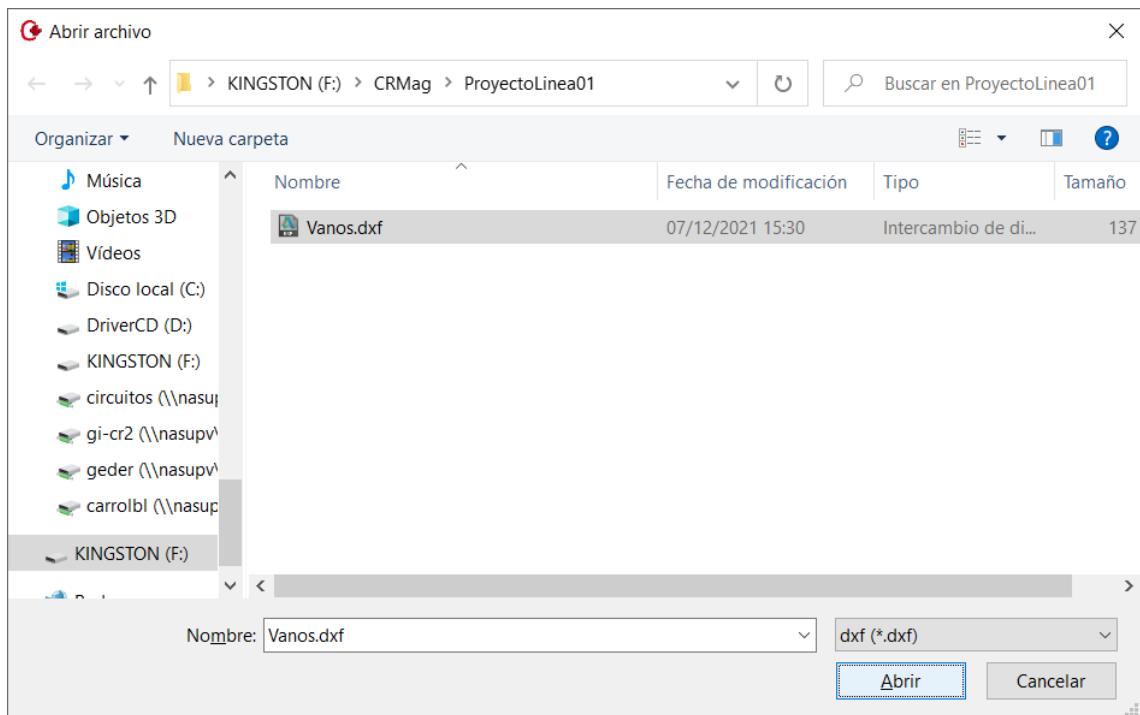
Al clicar en este botón sale un pequeño menú en el que se puede seleccionar la extensión *.dxf.



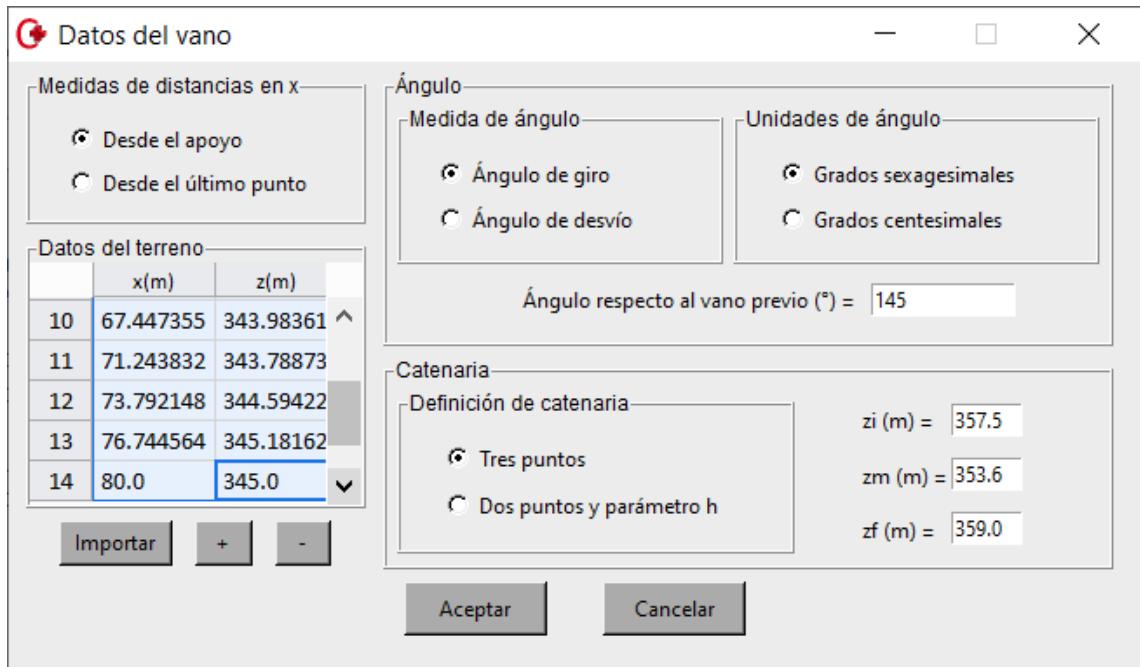
La polilínea está dibujada de manera que los 80m del vano miden 80 unidades de dibujo. Sin embargo, los 10m de la altura inicial del conductor sobre el terreno miden 40 unidades, por lo que las distancias verticales hay que corregirlas con un factor de 0.25. Se introduce la cota inicial de 347.5m y la capa Terreno1 y se clika en Aceptar.



Se elige el archivo Vanos.dxf.



Al hacer esto, el vano entero queda importado en la tabla.

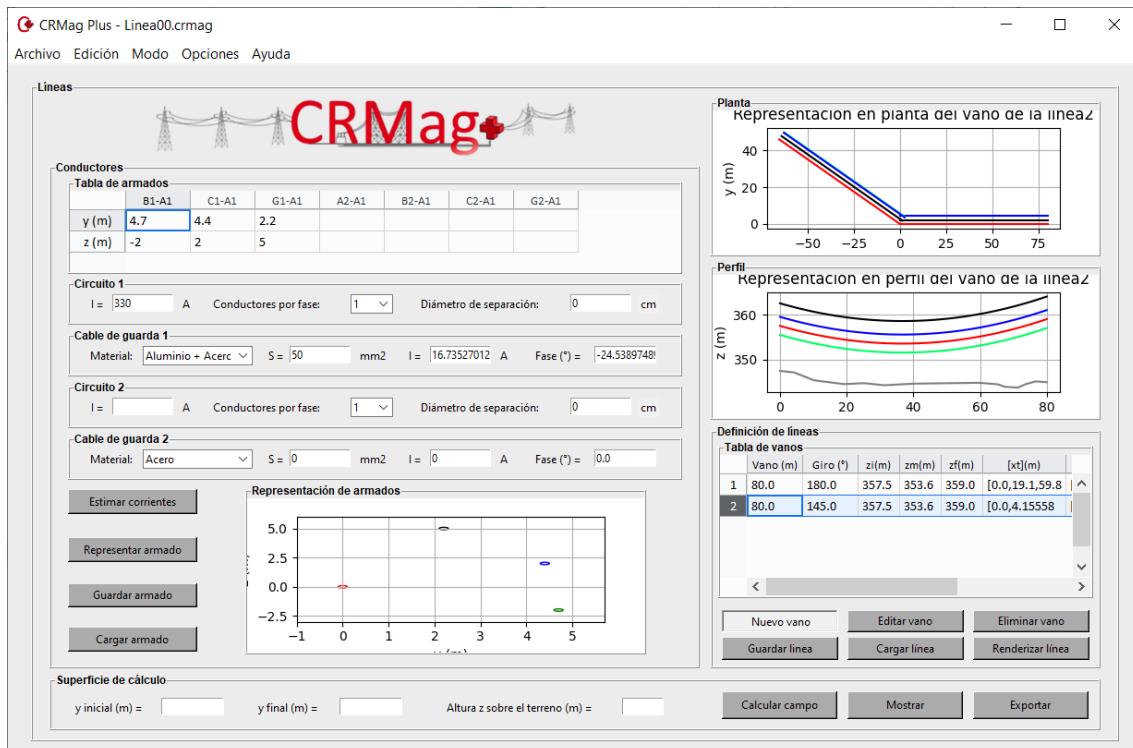


Si se clica en Aceptar, habrá un segundo vano en la Tabla de vanos.

Datos del vano

Medidas de distancias en x	Ángulo																		
<input checked="" type="radio"/> Desde el apoyo <input type="radio"/> Desde el último punto	Medida de ángulo <input checked="" type="radio"/> Ángulo de giro <input type="radio"/> Ángulo de desvío																		
Datos del terreno	Unidades de ángulo																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>x(m)</th> <th>z(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10</td><td>67.447355</td><td>343.98361</td></tr> <tr><td>11</td><td>71.243832</td><td>343.78873</td></tr> <tr><td>12</td><td>73.792148</td><td>344.59422</td></tr> <tr><td>13</td><td>76.744564</td><td>345.18162</td></tr> <tr><td>14</td><td>80.0</td><td>345.0</td></tr> </tbody> </table>		x(m)	z(m)	10	67.447355	343.98361	11	71.243832	343.78873	12	73.792148	344.59422	13	76.744564	345.18162	14	80.0	345.0	<input checked="" type="radio"/> Grados sexagesimales <input type="radio"/> Grados centesimales
	x(m)	z(m)																	
10	67.447355	343.98361																	
11	71.243832	343.78873																	
12	73.792148	344.59422																	
13	76.744564	345.18162																	
14	80.0	345.0																	
	Ángulo respecto al vano previo (°) = 145																		
	Catenaria																		
	Definición de catenaria <input checked="" type="radio"/> Tres puntos <input type="radio"/> Dos puntos y parámetro h																		
	$z_i \text{ (m)} = 357.5$ $z_m \text{ (m)} = 353.6$ $z_f \text{ (m)} = 359.0$																		
<input type="button" value="Importar"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	<input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>																		

Si se selecciona la segunda fila de esa tabla, se observará en las gráficas de vista previa el dibujo de este vano y del anterior. Se ve que por la parte superior forman un ángulo de 145° y que, en este vano, el terreno está totalmente detallado. Si se selecciona el vano y se clica en Nuevo se puede crear un tercer vano para ver cómo se representan.

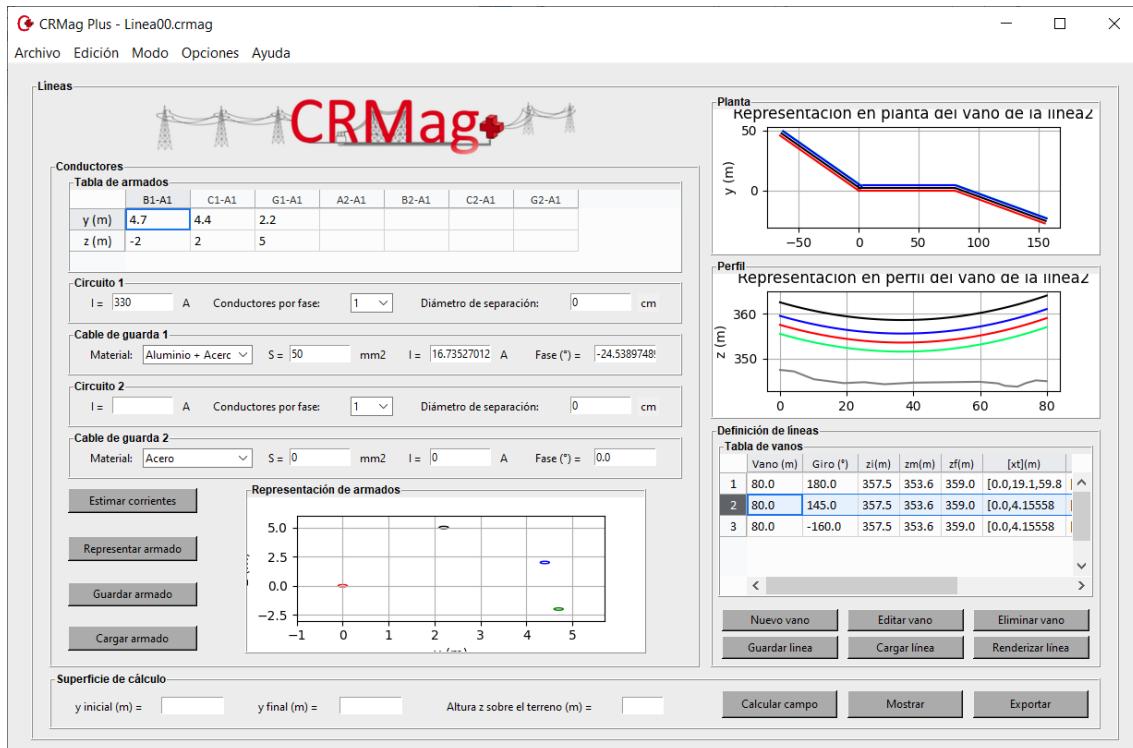


Este vano se puede introducir girando hacia el lado contrario. Por ejemplo, con un ángulo de -160°, o lo que es equivalente, un ángulo de 200°, se puede ver el resultado. Al clicar en Aceptar, el vano queda introducido.

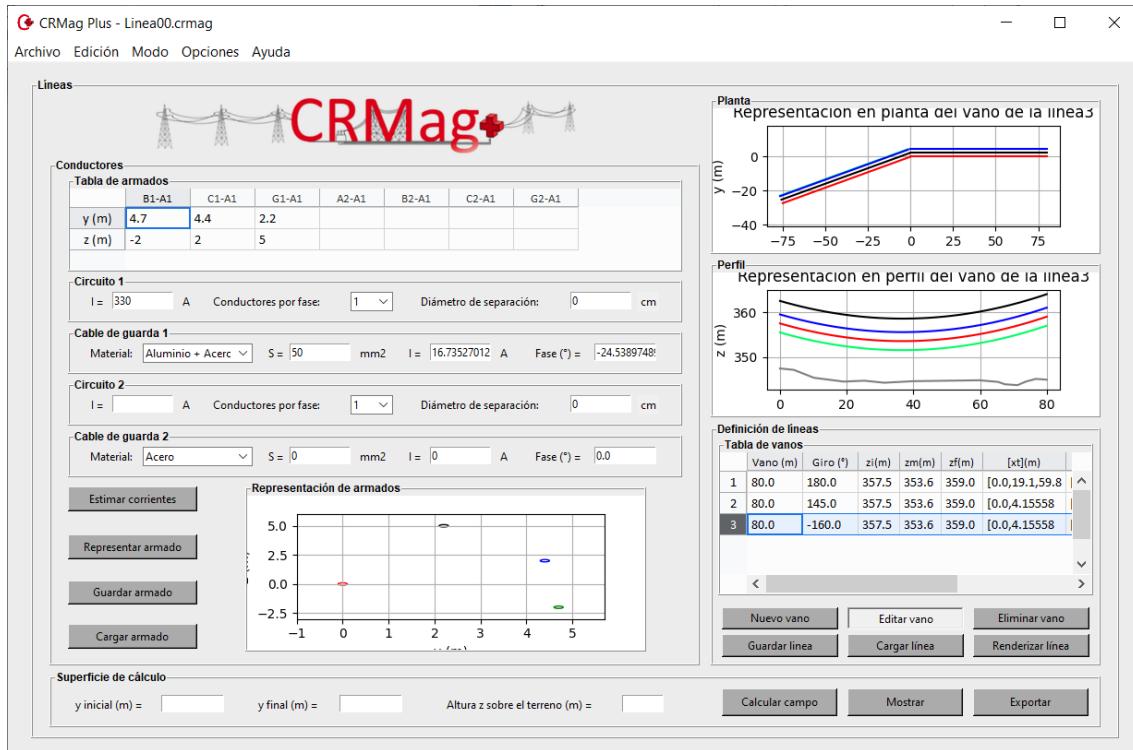
Datos del vano

Medidas de distancias en x	Ángulo																		
<input checked="" type="radio"/> Desde el apoyo <input type="radio"/> Desde el último punto	Medida de ángulo <input checked="" type="radio"/> Ángulo de giro <input type="radio"/> Ángulo de desvío																		
Datos del terreno	Unidades de ángulo																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>x(m)</th> <th>z(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.0</td><td>347.5</td></tr> <tr><td>2</td><td>4.1555888</td><td>347.17975</td></tr> <tr><td>3</td><td>10.194883</td><td>345.42306</td></tr> <tr><td>4</td><td>19.129733</td><td>344.57572</td></tr> <tr><td>5</td><td>25.260724</td><td>344.77974</td></tr> </tbody> </table>		x(m)	z(m)	1	0.0	347.5	2	4.1555888	347.17975	3	10.194883	345.42306	4	19.129733	344.57572	5	25.260724	344.77974	<input checked="" type="radio"/> Grados sexagesimales <input type="radio"/> Grados centesimales
	x(m)	z(m)																	
1	0.0	347.5																	
2	4.1555888	347.17975																	
3	10.194883	345.42306																	
4	19.129733	344.57572																	
5	25.260724	344.77974																	
	Ángulo respecto al vano previo (°) = <input type="text" value="-160"/>																		
Catenaria																			
Definición de catenaria																			
<input checked="" type="radio"/> Tres puntos <input type="radio"/> Dos puntos y parámetro h	$z_i \text{ (m)} = 357.5$ $z_m \text{ (m)} = 353.6$ $z_f \text{ (m)} = 359.0$																		
Aceptar	Cancelar																		

Si se selecciona la fila 2 nuevamente, se representará el vano 2 y sus vanos adyacentes (el 1 y el 3).



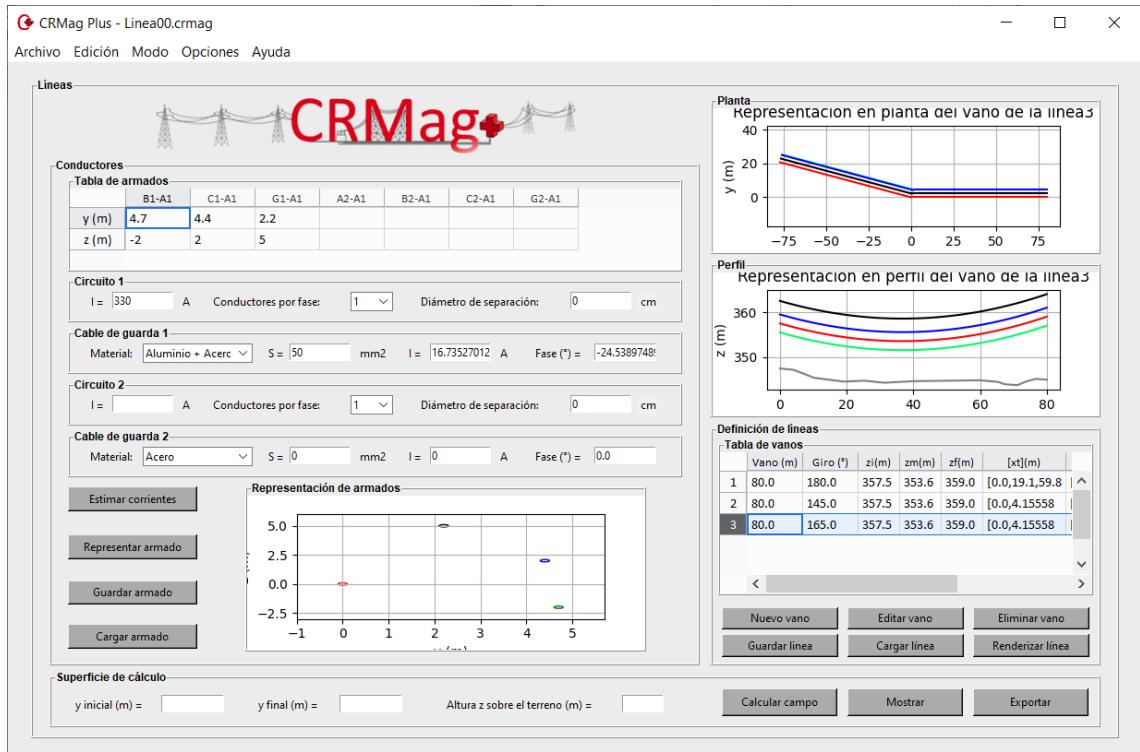
Se observa que ahora, el vano 2 y el 3 forman un ángulo de 160° pero por la parte inferior, o uno de 200° por la parte superior. Finalmente, si se selecciona el vano 3, se mostrará solo ese y el anterior, ya que no hay posterior. Clicando en Editar vano, se puede modificar el vano.



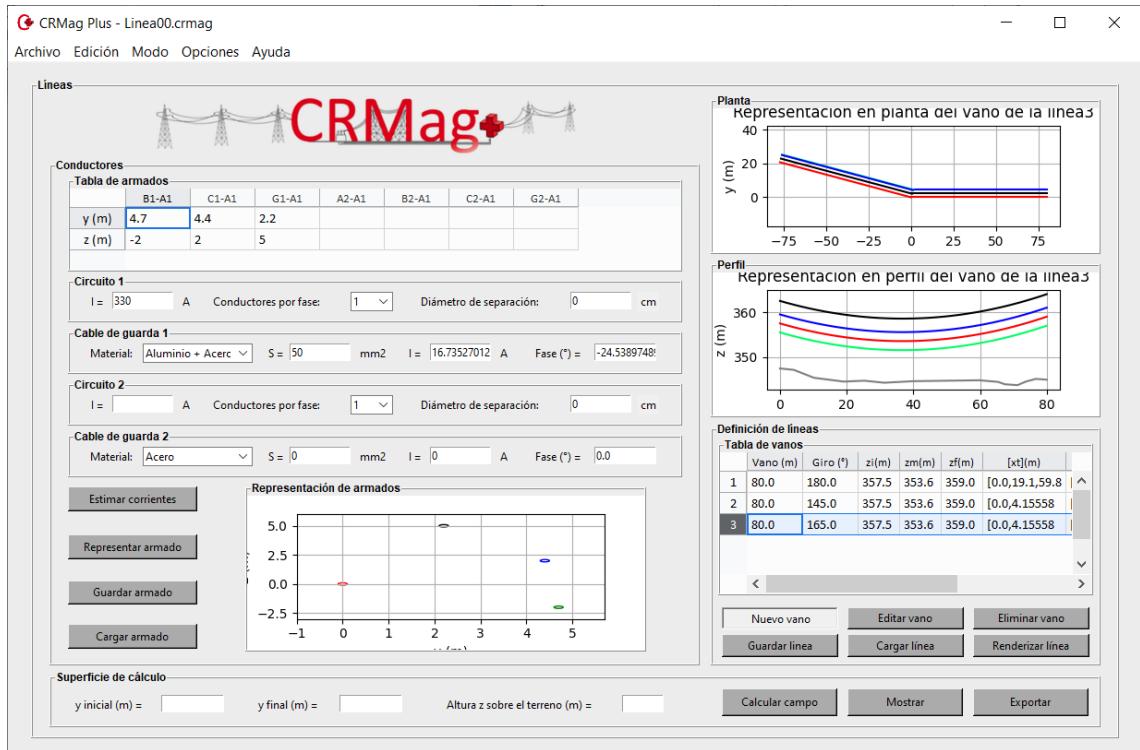
En este caso, en lugar de introducir el ángulo entre este vano y el anterior, se puede indicar el desvío en la trayectoria de la línea (el giro que hace la línea de la trayectoria que llevaba a la nueva de este vano). Para ello, se elige la opción de Ángulo de desvío. Este ángulo sería 0 en el caso de que el apoyo inicial sea un apoyo de alineación. Si se indica un ángulo de 15°, el vano 3 tendrá un giro de 15° respecto de la dirección que tendría si estuviera alineado con el 2. Se puede clicar en Aceptar para ver el efecto.

Datos del vano

Medidas de distancias en x	Ángulo	Unidades de ángulo																		
<input checked="" type="radio"/> Desde el apoyo <input type="radio"/> Desde el último punto	<input type="radio"/> Medida de ángulo <input checked="" type="radio"/> Ángulo de giro <input type="radio"/> Ángulo de desvío	<input checked="" type="radio"/> Grados sexagesimales <input type="radio"/> Grados centesimales																		
Ángulo respecto al vano previo (°) = <input type="text" value="15"/>																				
Datos del terreno	Catenaria																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>x(m)</th> <th>z(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.0</td><td>347.5</td></tr> <tr><td>2</td><td>4.1555888</td><td>347.17975</td></tr> <tr><td>3</td><td>10.194883</td><td>345.42306</td></tr> <tr><td>4</td><td>19.129733</td><td>344.57572</td></tr> <tr><td>5</td><td>25.260724</td><td>344.77974</td></tr> </tbody> </table> <input type="button" value="Importar"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>		x(m)	z(m)	1	0.0	347.5	2	4.1555888	347.17975	3	10.194883	345.42306	4	19.129733	344.57572	5	25.260724	344.77974	Definición de catenaria <input checked="" type="radio"/> Tres puntos <input type="radio"/> Dos puntos y parámetro h	$z_i \text{ (m)} = \boxed{357.5}$ $z_m \text{ (m)} = \boxed{353.6}$ $z_f \text{ (m)} = \boxed{359.0}$
	x(m)	z(m)																		
1	0.0	347.5																		
2	4.1555888	347.17975																		
3	10.194883	345.42306																		
4	19.129733	344.57572																		
5	25.260724	344.77974																		
<input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>																				



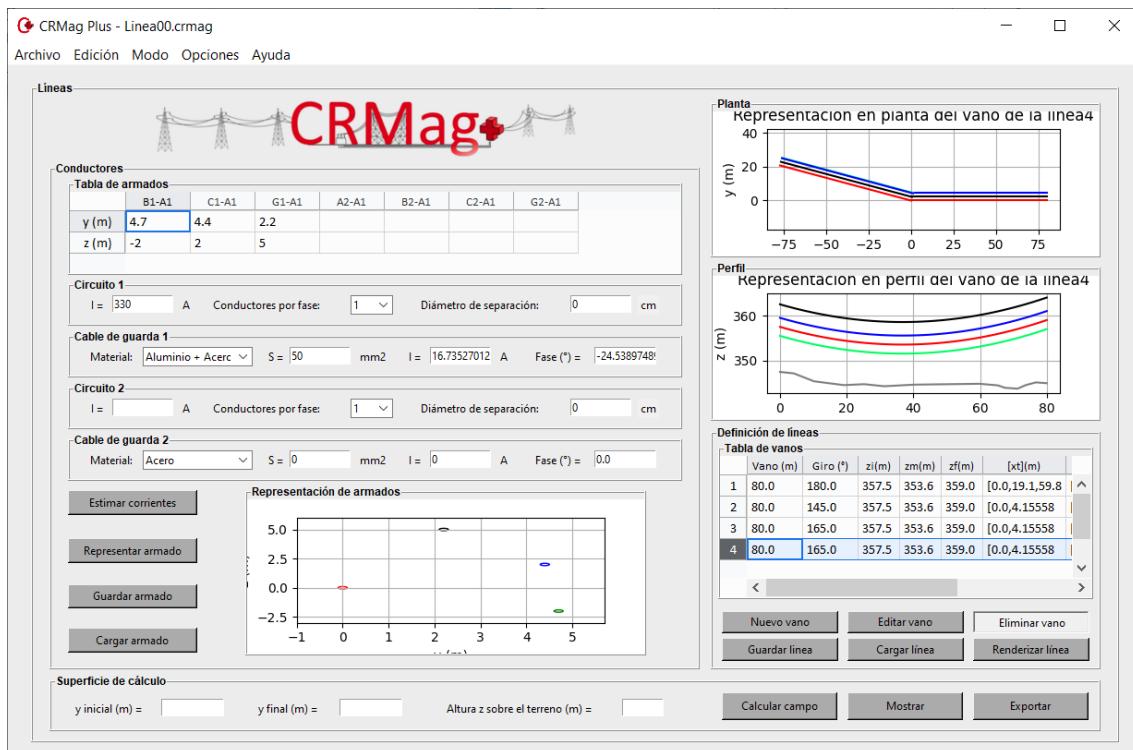
Como se observa, el vano forma un ángulo de 165° ($180-15=165$) respecto al anterior. Además, en la tabla aparece el giro, en lugar del desvío, que es de 165 . Si se clica en Nuevo vano otra vez y se acepta, el vano 4 será idéntico al 3.

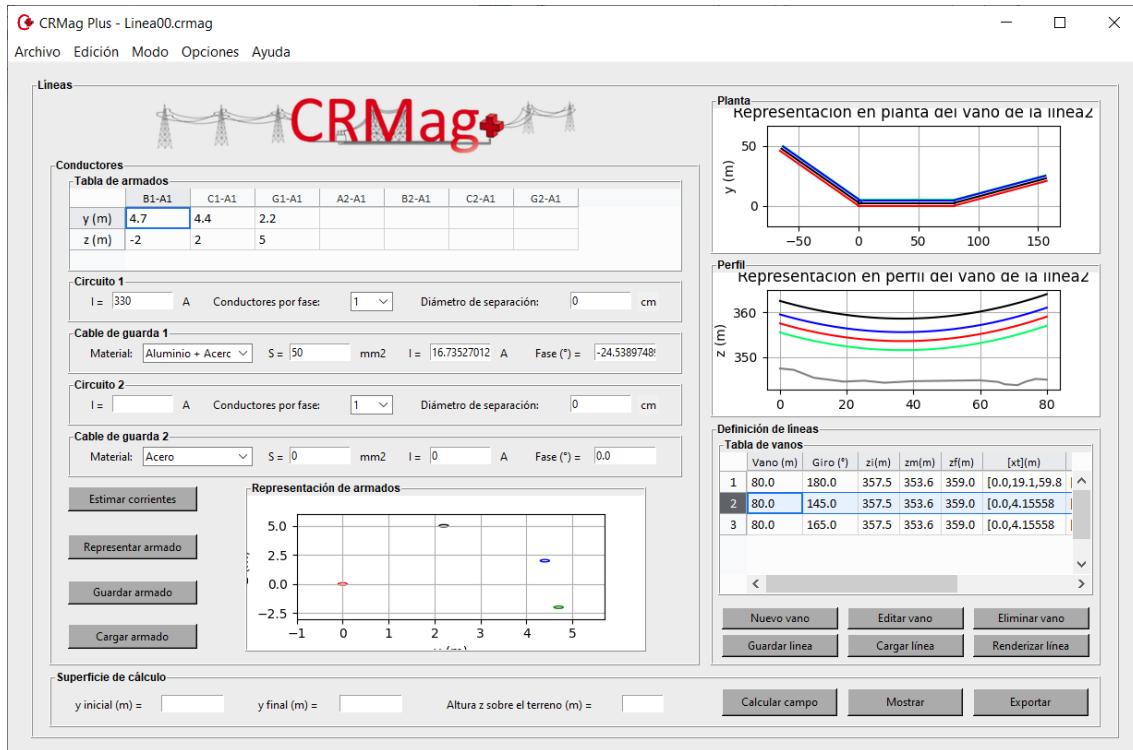


Datos del vano

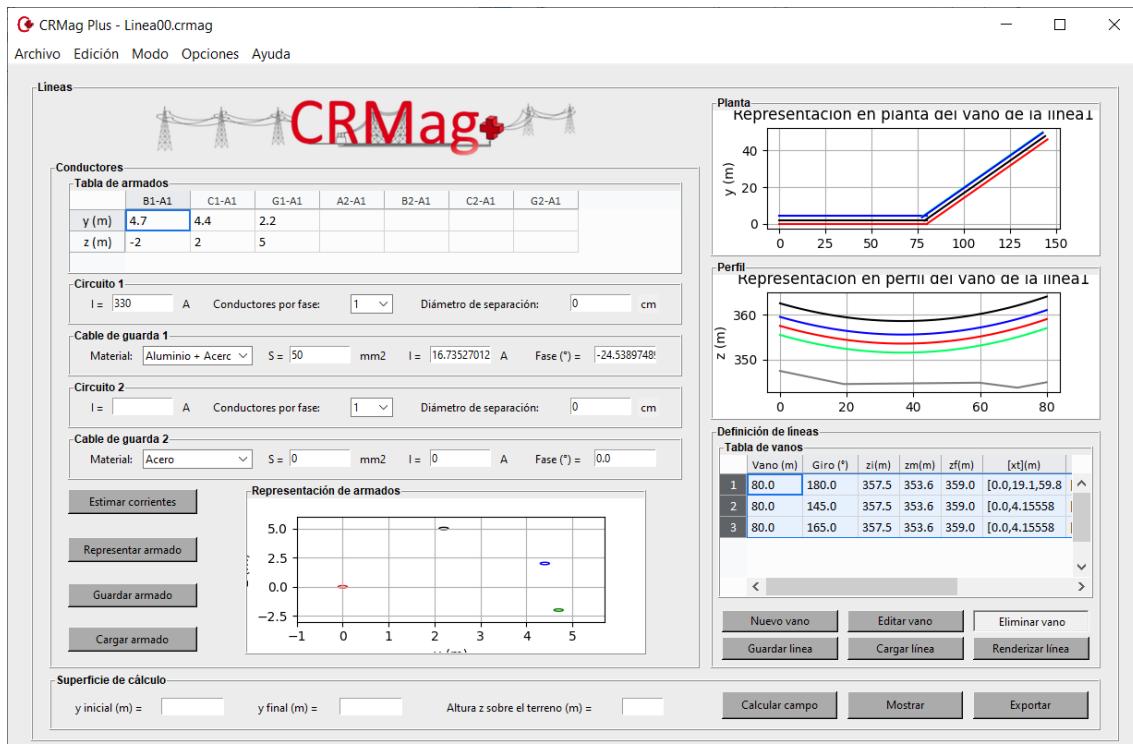
Medidas de distancias en x	Ángulo																		
<input checked="" type="radio"/> Desde el apoyo <input type="radio"/> Desde el último punto	Medida de ángulo <input checked="" type="radio"/> Ángulo de giro <input type="radio"/> Ángulo de desvío																		
Datos del terreno	Unidades de ángulo																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>x(m)</th> <th>z(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.0</td><td>347.5</td></tr> <tr><td>2</td><td>4.1555888</td><td>347.17975</td></tr> <tr><td>3</td><td>10.194883</td><td>345.42306</td></tr> <tr><td>4</td><td>19.129733</td><td>344.57572</td></tr> <tr><td>5</td><td>25.260724</td><td>344.77974</td></tr> </tbody> </table>		x(m)	z(m)	1	0.0	347.5	2	4.1555888	347.17975	3	10.194883	345.42306	4	19.129733	344.57572	5	25.260724	344.77974	<input checked="" type="radio"/> Grados sexagesimales <input type="radio"/> Grados centesimales
	x(m)	z(m)																	
1	0.0	347.5																	
2	4.1555888	347.17975																	
3	10.194883	345.42306																	
4	19.129733	344.57572																	
5	25.260724	344.77974																	
	Ángulo respecto al vano previo (°) = 165.0																		
	Catenaria																		
	Definición de catenaria <input checked="" type="radio"/> Tres puntos <input type="radio"/> Dos puntos y parámetro h																		
	$z_i \text{ (m)} = 357.5$ $z_m \text{ (m)} = 353.6$ $z_f \text{ (m)} = 359.0$																		
<input type="button" value="Importar"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	<input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>																		

Por otro lado, si se selecciona la fila 4 de la tabla y se clica en Eliminar vano, este vano se eliminará.



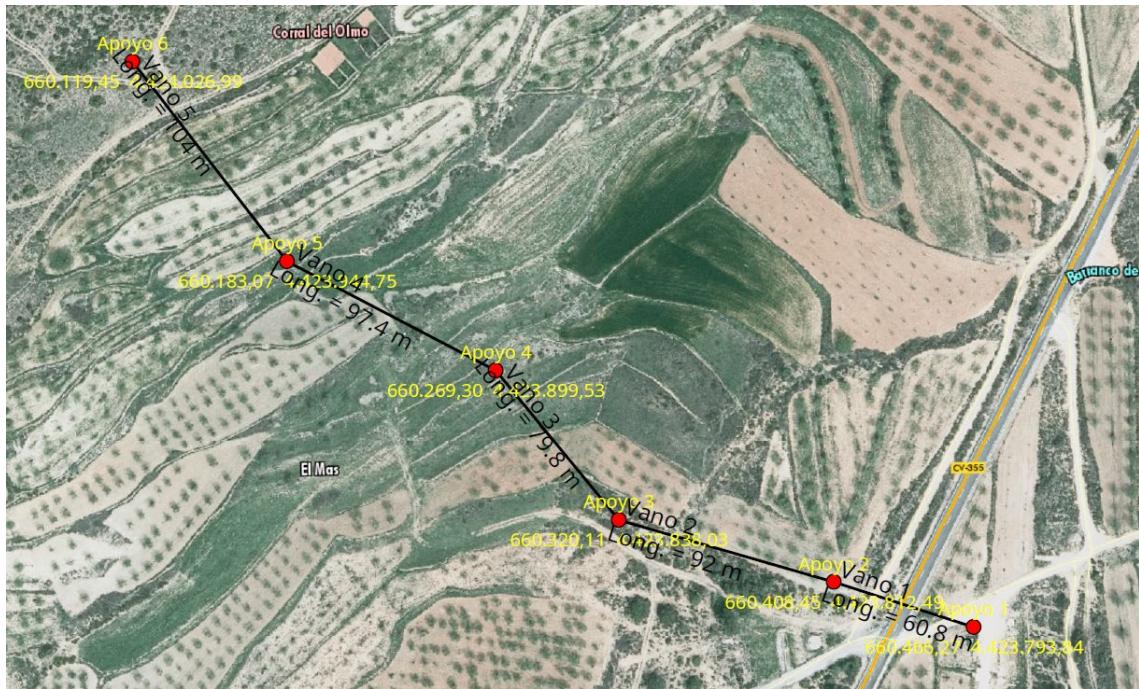


En este ejemplo se ha introducido el mismo vano cambiando diversas opciones. En un caso real es importante que el valor de zf(m) de un vano coincida con el valor de zi(m) del vano siguiente y que el terreno de un vano termine a la misma cota que comienza el terreno siguiente. Para ver otro ejemplo con nuevas opciones para importar el terreno, hay que eliminar los vanos del proyecto. Conviene siempre guardar cambios en el proyecto antes de realizar acciones de este tipo, ya sea desde el menú *Archivo>Guardar* o desde el atajo de teclado **Control+S**. Después, se pueden seleccionar todas las filas y clicar en Eliminar vano. De esta manera, la tabla queda vacía al instante.



6.4 Importar terrenos desde CSV

En este ejemplo se va a estudiar el campo de una línea como la que se muestra en la figura.



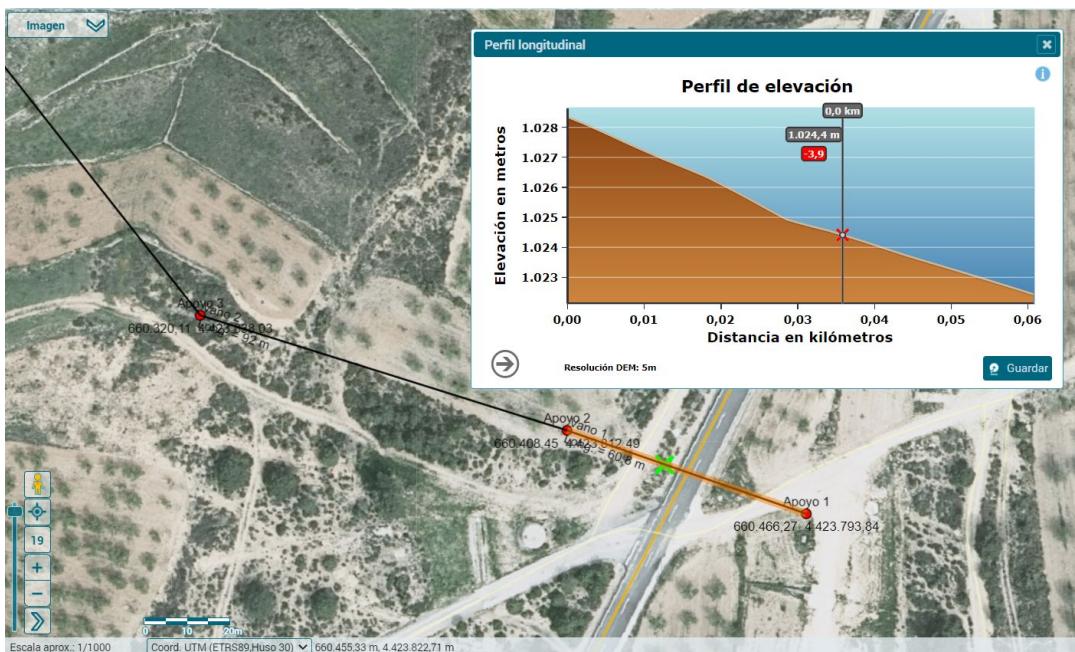
Esta línea tiene su apoyo inicial a la derecha del todo y el final al noroeste. Cuenta con 5 vanos. En el proyecto de la línea se han detallado las coordenadas de todos los apoyos:

- 660466.27;4423793.84;Apoyo 1
- 660408.45;4423812.49;Apoyo 2
- 660320.11;4423838.03;Apoyo 3
- 660269.30;4423899.53;Apoyo 4
- 660183.07;4423944.75;Apoyo 5
- 660119.45;4424026.99;Apoyo 6

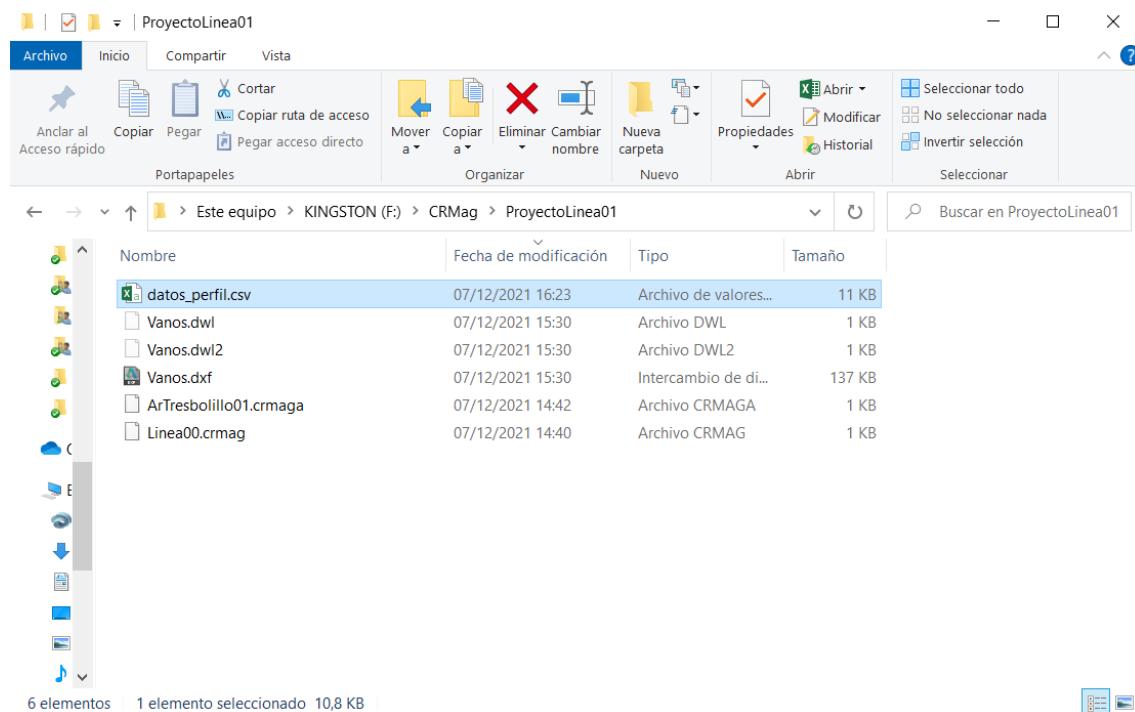
Además, se ha obtenido la línea que define cada vano (desde cada apoyo al siguiente):

- Vano 1;0;660466.27;4423793.84
- Vano 1;1;660408.45;4423812.49
- Vano 2;0;660408.45;4423812.49
- Vano 2;1;660320.11;4423838.03
- Vano 3;0;660320.11;4423838.03
- Vano 3;1;660269.30;4423899.53
- Vano 4;0;660269.30;4423899.53
- Vano 4;1;660183.07;4423944.75
- Vano 5;0;660183.07;4423944.75
- Vano 5;1;660119.45;4424026.99

Esto permite obtener el perfil del terreno desde alguna base de datos cartográfica, como en este caso el visor cartográfico de la Generalitat Valenciana. Así, el primer vano tiene un perfil de terreno como el que muestra el citado visor.



Al guardar este perfil, se genera un archivo con extensión *.csv que se puede guardar en la carpeta del proyecto.



El contenido de este archivo es el que se muestra al abrirlo con un software como Microsoft Office Excel.

	A	B	C	D	E	F
1	id, x_25830, y_25830, dist_origen_m, altura_m					
2	0, "660466,27", "4423793,84", "0", "1028,34"					
3	1, "660465,981", "4423793,933", "0,304", "1028,31"					
4	2, "660465,692", "4423794,026", "0,608", "1028,28"					
5	3, "660465,403", "4423794,12", "0,911", "1028,25"					
6	4, "660465,114", "4423794,213", "1,215", "1028,21"					
7	5, "660464,824", "4423794,306", "1,519", "1028,18"					
8	6, "660464,535", "4423794,399", "1,823", "1028,15"					
9	7, "660464,246", "4423794,493", "2,127", "1028,12"					
10	8, "660463,957", "4423794,586", "2,43", "1028,09"					
11	9, "660463,668", "4423794,679", "2,734", "1028,05"					
12	10, "660463,379", "4423794,773", "3,038", "1028,02"					
13	11, "660463,09", "4423794,866", "3,342", "1027,98"					
14	12, "660462,801", "4423794,959", "3,645", "1027,95"					
15	13, "660462,512", "4423795,052", "3,949", "1027,91"					
16	14, "660462,223", "4423795,146", "4,253", "1027,88"					

En este archivo hay que eliminar todas las columnas excepto dist_origen_m y altura_m. Para ello se selecciona la primera columna y se clica en *Datos>Texto en columnas* y se siguen las indicaciones.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "datos_perfil.csv". The "Text to Columns" dialog box is displayed over the data range A1:A21. The "Text en columnas" (Text to Columns) option is selected. The dialog box contains the following text:

Texto en columnas
 Divide el contenido de una columna de texto en varias columnas.
 Por ejemplo, se puede dividir una columna que contenga nombres y apellidos en dos columnas distintas para los nombres y los apellidos.
 Permite elegir cómo dividirla: con el ancho fijo o dividiendo a cada coma, punto u otro carácter.

[Más información](#)

A	B	C	D
1 id, x_25830, y_25830, dist_origen_m, altura_m			
2 0, "660466,27", "4423793,84", "0", "1028,34"			
3 1, "660465,981", "4423793,933", "0,304", "1028,31"			
4 2, "660465,692", "4423794,026", "0,608", "1028,28"			
5 3, "660465,403", "4423794,12", "0,911", "1028,25"			
6 4, "660465,114", "4423794,213", "1,215", "1028,21"			
7 5, "660464,824", "4423794,306", "1,519", "1028,18"			
8 6, "660464,532", "4423794,399", "1,823", "1028,15"			
9 7, "660464,245", "4423794,493", "2,127", "1028,12"			
10 8, "660463,957", "4423794,586", "2,43", "1028,09"			
11 9, "660463,668", "4423794,679", "2,734", "1028,05"			
12 10, "660463,379", "4423794,773", "3,038", "1028,02"			
13 11, "660463,00", "4423794,866", "3,342", "1027,98"			
14 12, "660462,801", "4423794,959", "3,645", "1027,95"			
15 13, "660462,512", "4423795,052", "3,949", "1027,91"			
16 14, "660462,223", "4423795,146", "4,253", "1027,88"			
17 15, "660461,984", "4423795,239", "4,557", "1027,84"			
18 16, "660461,644", "4423795,332", "4,861", "1027,81"			
19 17, "660461,355", "4423795,425", "5,164", "1027,77"			
20 18, "660461,066", "4423795,518", "5,468", "1027,74"			

The screenshot shows the "Asistente para convertir texto en columnas - paso 1 de 3" (Text to Columns Wizard - Step 1 of 3). The wizard is estimating the data type as Delimited. The preview area shows the first 20 rows of the data, which are correctly identified as delimited by commas. The "Siguiente >" (Next >) button is highlighted.

El asistente estima que sus datos son Delimitados.
 Si esto es correcto, elija Siguiente, o bien elija el tipo de datos que mejor los describa.

Tipo de los datos originales

Elija el tipo de archivo que describa los datos con mayor precisión:

- De **Delimitados** - Caracteres como comas o tabulaciones separan campos.
- De **ancho fijo** - Los campos están alineados en columnas con espacios entre uno y otro.

Vista previa de los datos seleccionados:

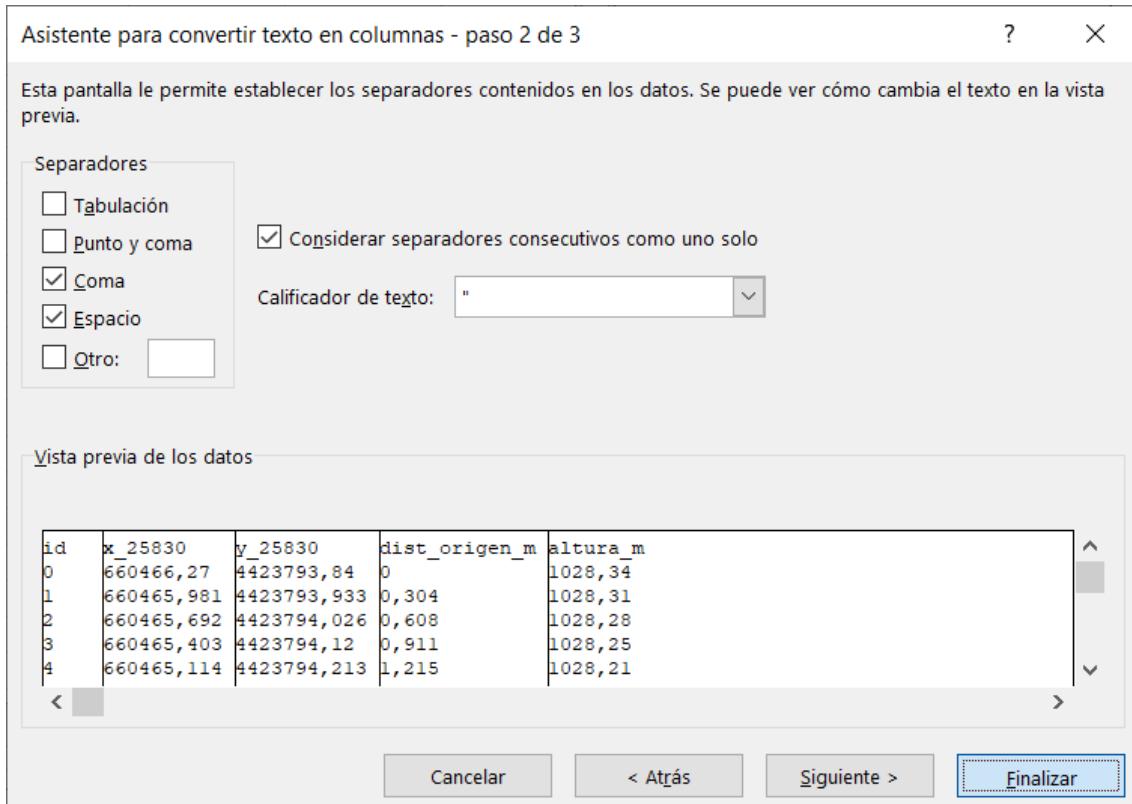
```

1 id, x_25830, y_25830, dist_origen_m, altura_m
2 0, "660466,27", "4423793,84", "0", "1028,34"
3 1, "660465,981", "4423793,933", "0,304", "1028,31"
4 2, "660465,692", "4423794,026", "0,608", "1028,28"
5 3, "660465,403", "4423794,12", "0,911", "1028,25"
6 4, "660465,114", "4423794,213", "1,215", "1028,21"

```

Botones:

- Cancelar
- < Atrás
- Siguiente >
- Finalizar



A continuación, se eliminan las tres primeras columnas y la primera fila (encabezados) y se guarda el archivo como datos_perfil2.csv.

datos_perfil.csv - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas **Datos** Revisar Vista Programador Ayuda Acrobat ¿Qué des Compartir

Obtener y transformar datos Consultas y conexiones Ordenar y filtrar Herramientas de datos Previsión Análisis

C1 y_25830

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	id	x_25830	y_25830	dist_origen_m	altura_m				
2	0	660466,27	4423	Calibri 11	0,00				
3	1	660465,981	4423	N K	0,00				
4	2	660465,692	4423	Cortar	1028,21				
5	3	660465,403	4423794,12	0,911	1028,25				
6	4	660465,114	4423	Copiar	1028,18				
7	5	660464,824	4423	Opciones de pegado:	1028,15				
8	6	660464,535	4423	Pegado especial...	1028,12				
9	7	660464,246	4423	Insertar	1028,09				
10	8	660463,957	4423	Eliminar	1028,05				
11	9	660463,668	4423	Borrar contenido	1028,02				
12	10	660463,379	4423	Formato de celdas...	1027,98				
13	11	660463,09	4423	Ancho de columna...	1027,95				
14	12	660462,801	4423	Ocultar	1027,88				
15	13	660462,512	4423	Mostrar	1027,84				
16	14	660462,223	4423		1027,81				
17	15	660461,934	4423		1027,77				
18	16	660461,644	4423		1027,74				
19	17	660461,355	4423						
20	18	660461,066	4423						

Promedio: 1694780,175 Recuento: 606 Recuento numérico: 603 Mín: 0 Máx: 4423812,49 Suma: 1021952446

El nuevo archivo solo contiene la información que el software necesita.

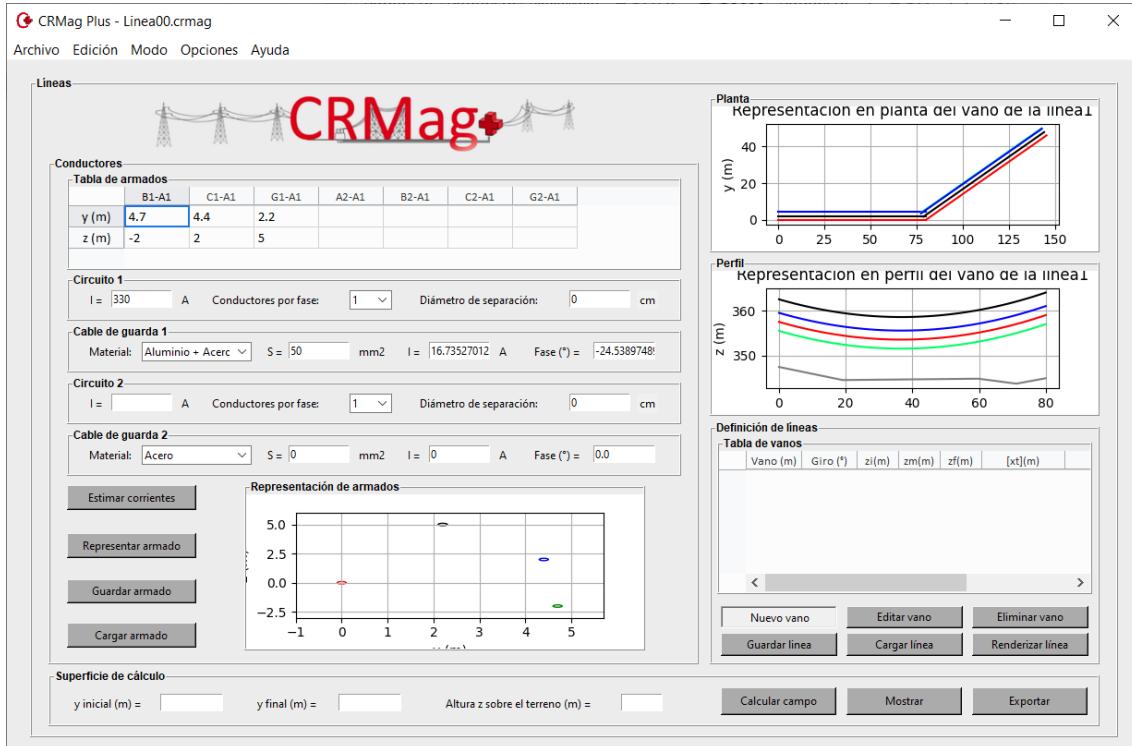
datos_perfil2.csv: Bloc d...

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

0;1028,34
0,304;1028,31
0,608;1028,28
0,911;1028,25
1,215;1028,21
1,519;1028,18
1,823;1028,15
2,127;1028,12
2,43;1028,09
2,734;1028,05
3,038;1028,02
3,342;1027,98
3,645;1027,95
3,949;1027,91
4,253;1027,88
4,557;1027,84
4,861;1027,81
5,164;1027,77
5,468;1027,74
5,772;1027,7
6,076;1027,67
6,38;1027,63
6,683;1027,59

L 100% Windows (CRLF) UTF-8

Desde la interfaz, se puede pulsar en Nuevo vano para crear un vano.



Clicando en Importar se abre el menú de importación de terrenos.

G Datos del vano

Medidas de distancias en x	Ángulo									
<input checked="" type="radio"/> Desde el apoyo <input type="radio"/> Desde el último punto	Medida de ángulo <input checked="" type="radio"/> Ángulo de giro <input type="radio"/> Ángulo de desvío									
Datos del terreno	Unidades de ángulo									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>x(m)</th> <th>z(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		x(m)	z(m)	1	0		2			<input checked="" type="radio"/> Grados sexagesimales <input type="radio"/> Grados centesimales
	x(m)	z(m)								
1	0									
2										
		Ángulo respecto al vano previo (°) = 180								
Catenaria										
Definición de catenaria <input checked="" type="radio"/> Tres puntos <input type="radio"/> Dos puntos y parámetro h										
zi (m) = <input type="text"/> zm (m) = <input type="text"/> zf (m) = <input type="text"/>										
<input type="button" value="Importar"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>		<input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>								

En este caso se puede dejar la opción de extensión Archivo *.csv. El software permite indicar el carácter separador de datos y el de decimales (punto o coma). Además, permite ignorar los espacios en blanco iniciales que a veces se ponen en estos archivos. Dejando todo por defecto para este caso, se puede clicar en Aceptar y seleccionar el archivo datos_perfil2.csv.

G Importar Terreno

<input checked="" type="radio"/> Archivo *.csv <input type="radio"/> Archivo *.dxf	Delimitador: <input type="text"/> ; Decimal: <input type="text"/> ,
<input checked="" type="checkbox"/> Ignorar espacio inicial	
<input type="button" value="Aceptar"/>	

Abrir archivo

Organizar ▾ Nueva carpeta

	Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
	datos_perfil.csv	07/12/2021 16:23	Archivo de valores...	11
	datos_perfil2.csv	07/12/2021 17:13	Archivo de valores...	4

Nombre: csv (*.csv)

Datos del vano

Medidas de distancias en x

Desde el apoyo
 Desde el último punto

Datos del terreno

	x(m)	z(m)
1	0.0	1028.34
2	0.304	1028.31
3	0.608	1028.28
4	0.911	1028.25
5	1.215	1028.21

Ángulo

Medida de ángulo

Ángulo de giro
 Ángulo de desvío

Unidades de ángulo

Grados sexagesimales
 Grados centesimales

Ángulo respecto al vano previo (°) =

Catenaria

Definición de catenaria

Tres puntos
 Dos puntos y parámetro h

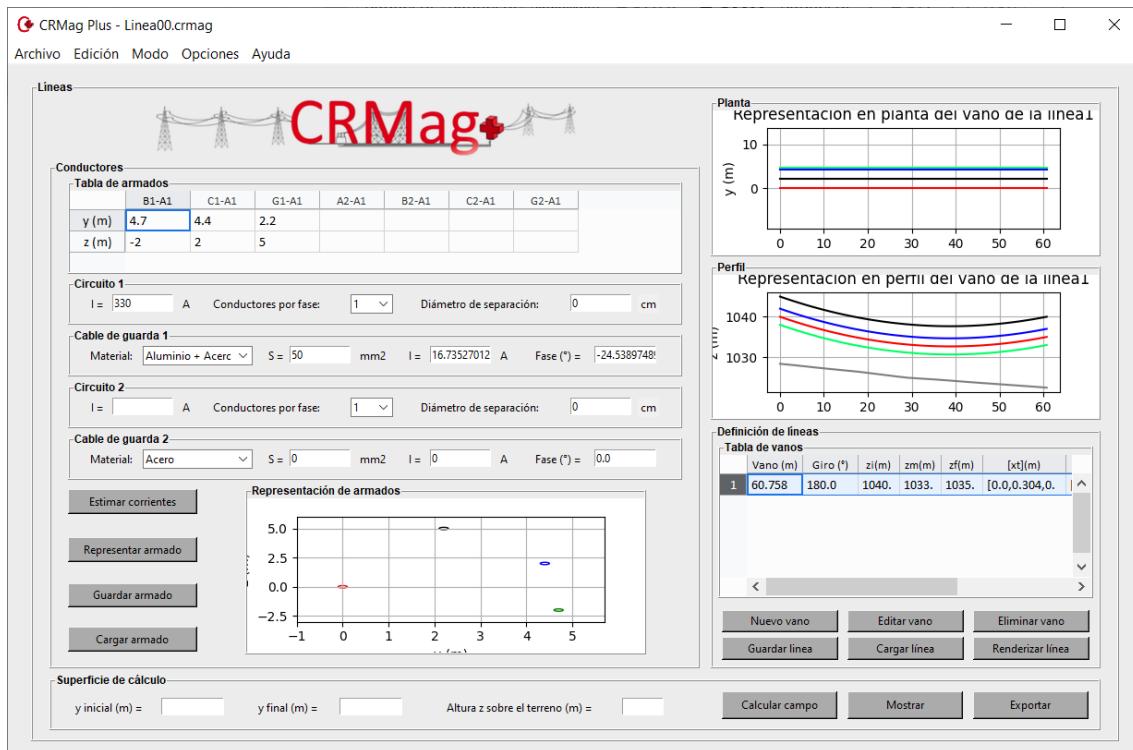
zi (m) =
zm (m) =
zf (m) =

En este vano, las cotas del conductor en los puntos inicial, medio y final son 1040m, 1033m y 1035m. Se introducen y se clica en Aceptar.

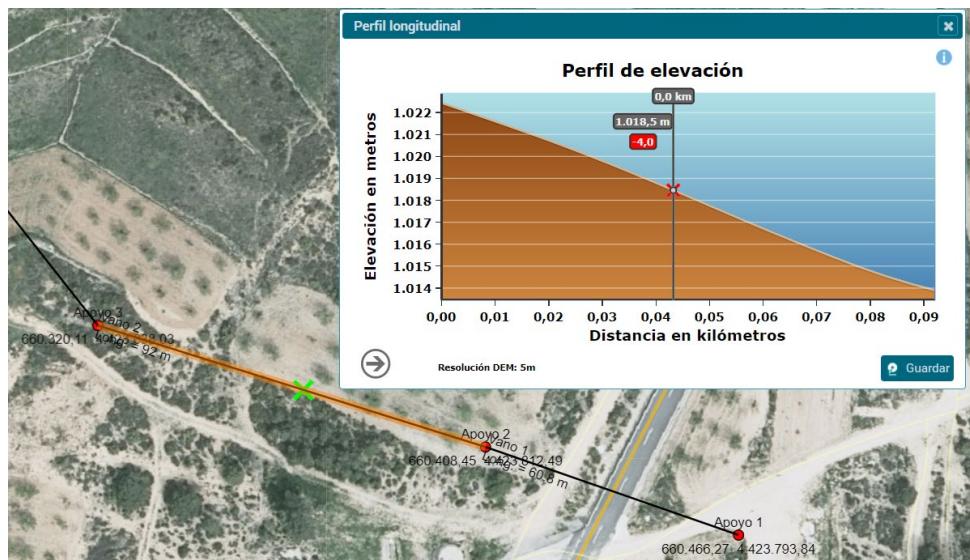
Datos del vano

Medidas de distancias en x	Ángulo																		
<input checked="" type="radio"/> Desde el apoyo <input type="radio"/> Desde el último punto	Medida de ángulo <input checked="" type="radio"/> Ángulo de giro <input type="radio"/> Ángulo de desvío																		
Datos del terreno	Unidades de ángulo																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>x(m)</th> <th>z(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.0</td><td>1028.34</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.304</td><td>1028.31</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.608</td><td>1028.28</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.911</td><td>1028.25</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.215</td><td>1028.21</td></tr> </tbody> </table>		x(m)	z(m)	1	0.0	1028.34	2	0.304	1028.31	3	0.608	1028.28	4	0.911	1028.25	5	1.215	1028.21	<input checked="" type="radio"/> Grados sexagesimales <input type="radio"/> Grados centesimales
	x(m)	z(m)																	
1	0.0	1028.34																	
2	0.304	1028.31																	
3	0.608	1028.28																	
4	0.911	1028.25																	
5	1.215	1028.21																	
	Ángulo respecto al vano previo (°) = 180																		
	Catenaria																		
	Definición de catenaria <input checked="" type="radio"/> Tres puntos <input type="radio"/> Dos puntos y parámetro h																		
	$z_i \text{ (m)} = 1040$ $z_m \text{ (m)} = 1033$ $z_f \text{ (m)} = 1035$																		
<input type="button" value="Importar"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	<input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>																		

Seleccionando la fila se puede observar el vano y su terreno.



El segundo vano se puede introducir de la misma manera creando un nuevo perfil desde el visor cartográfico.



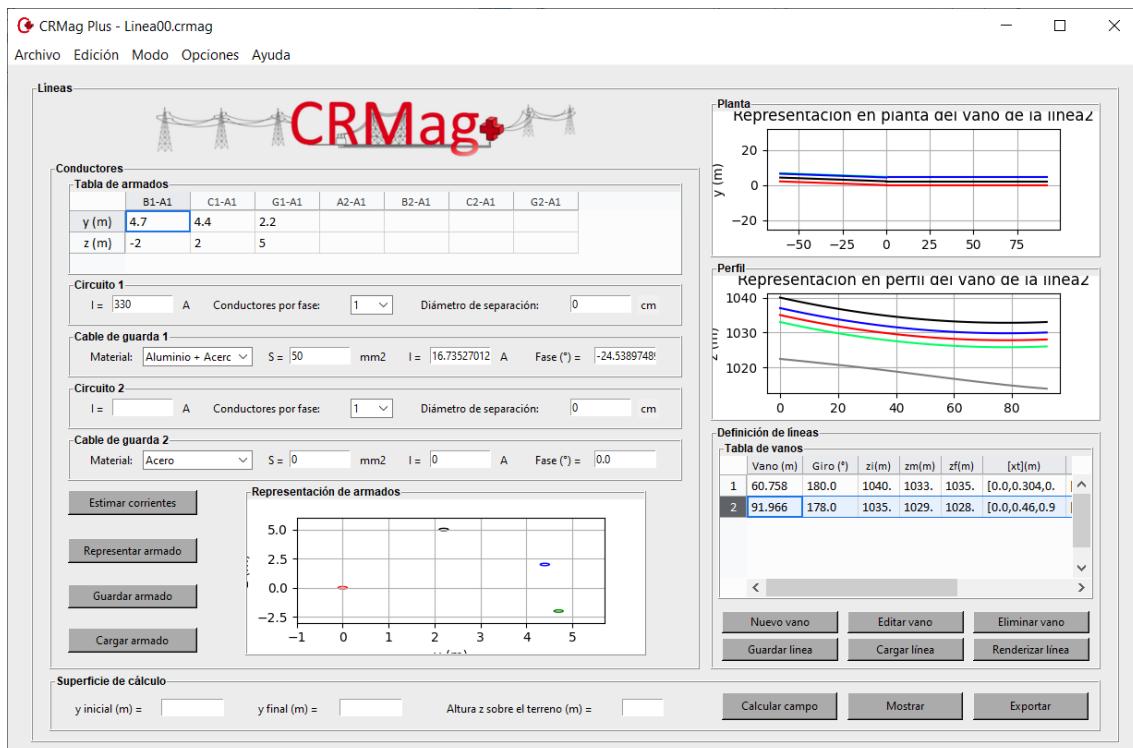
datos_perfil3.csv: Bloc d...			
Archivo	Edición	Formato	Ver Ayuda
0;1022,43			
0,46;1022,39			
0,92;1022,36			
1,379;1022,32			
1,839;1022,28			
2,299;1022,24			
2,759;1022,2			
3,219;1022,16			
3,679;1022,13			
4,138;1022,09			
4,598;1022,05			
5,058;1022,01			
5,518;1021,97			
5,978;1021,93			
6,438;1021,89			
6,897;1021,85			
7,357;1021,81			
7,817;1021,78			
8,277;1021,74			
8,737;1021,7			
9,197;1021,66			
9,656;1021,62			
10,116;1021,58			

En este caso las cotas del conductor en los puntos inicial, medio y final son 1035m, 1029m y 1028m. Además, el ángulo de este vano respecto al anterior es de 178°.

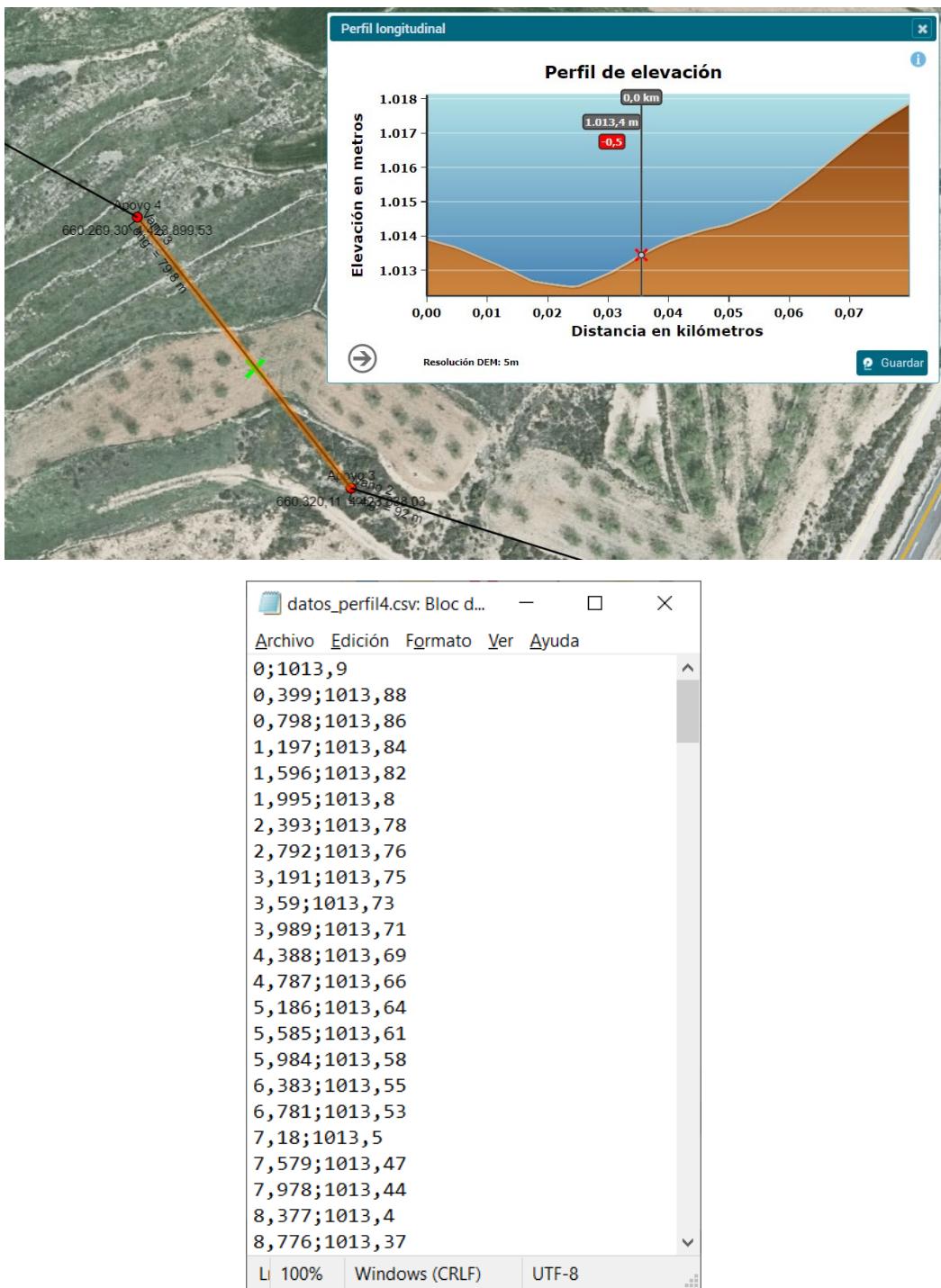


Datos del vano

Medidas de distancias en x	Ángulo																		
<input checked="" type="radio"/> Desde el apoyo <input type="radio"/> Desde el último punto	Medida de ángulo <input checked="" type="radio"/> Ángulo de giro <input type="radio"/> Ángulo de desvío																		
Datos del terreno	Unidades de ángulo																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>x(m)</th> <th>z(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.0</td><td>1022.43</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.46</td><td>1022.39</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.92</td><td>1022.36</td></tr> <tr><td>4</td><td>1.379</td><td>1022.32</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.839</td><td>1022.28</td></tr> </tbody> </table>		x(m)	z(m)	1	0.0	1022.43	2	0.46	1022.39	3	0.92	1022.36	4	1.379	1022.32	5	1.839	1022.28	<input checked="" type="radio"/> Grados sexagesimales <input type="radio"/> Grados centesimales
	x(m)	z(m)																	
1	0.0	1022.43																	
2	0.46	1022.39																	
3	0.92	1022.36																	
4	1.379	1022.32																	
5	1.839	1022.28																	
	Ángulo respecto al vano previo (°) = 178																		
Catenaria																			
Definición de catenaria																			
<input checked="" type="radio"/> Tres puntos <input type="radio"/> Dos puntos y parámetro h	$z_i \text{ (m)} = 1035$ $z_m \text{ (m)} = 1029$ $z_f \text{ (m)} = 1028$																		
Aceptar	Cancelar																		



El tercer vano se introduce de manera análoga.



En este caso, las cotas del conductor son 1028m, 1021m y 1029m. El ángulo de este vaneo respecto al anterior es de 214°.



Datos del vano

Medidas de distancias en x

- Desde el apoyo
- Desde el último punto

Datos del terreno

	x(m)	z(m)
1	0.0	1013.9
2	0.399	1013.88
3	0.798	1013.86
4	1.197	1013.84
5	1.596	1013.82

Importar + -

Ángulo

Medida de ángulo

- Ángulo de giro
- Ángulo de desvío

Unidades de ángulo

- Grados sexagesimales
- Grados centesimales

Ángulo respecto al vano previo (°) =

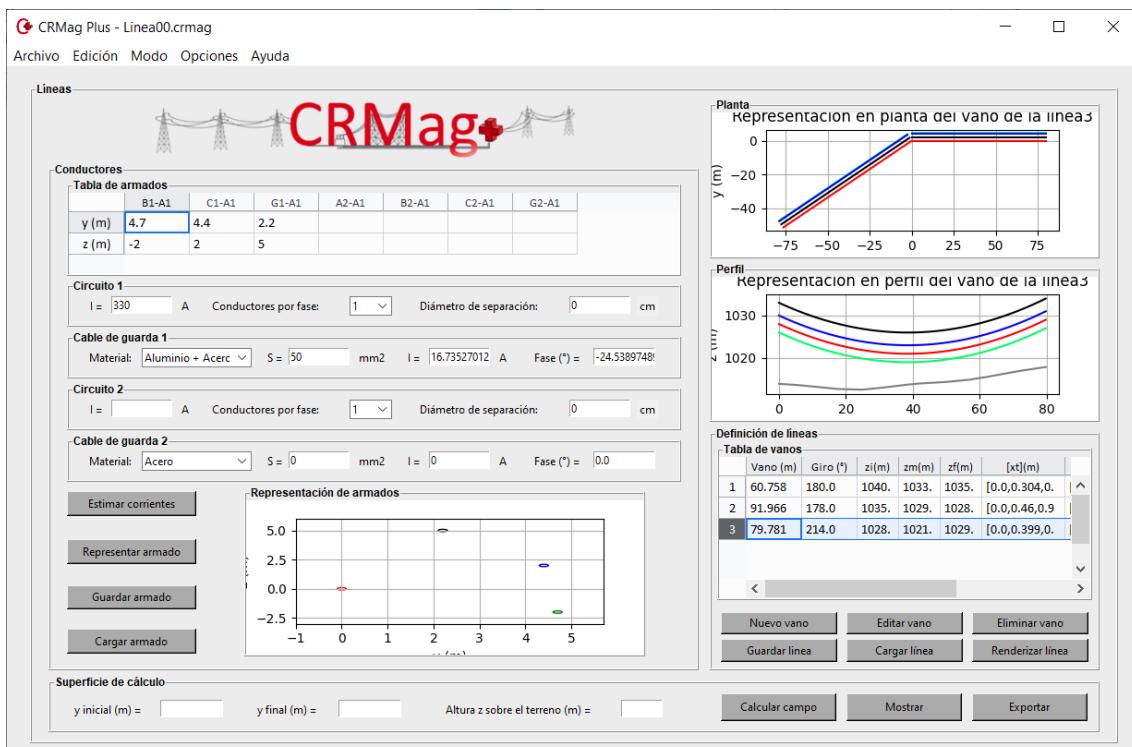
Catenaria

Definición de catenaria

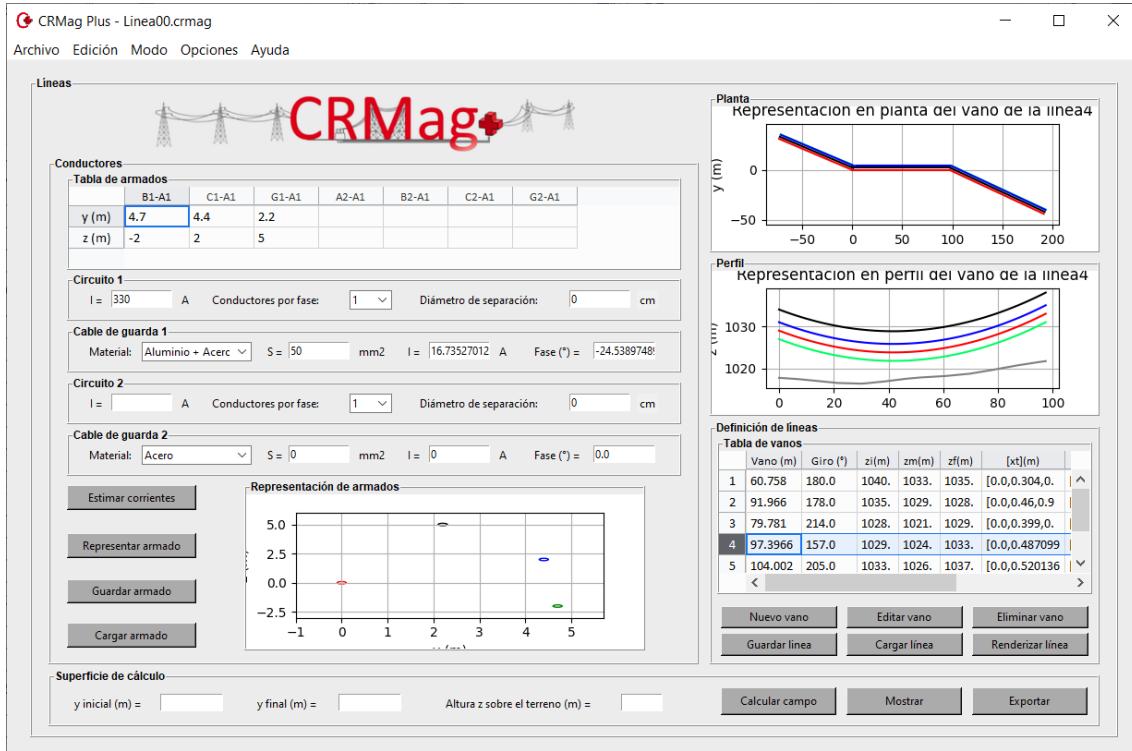
- Tres puntos
- Dos puntos y parámetro h

zi (m) =
zm (m) =
zf (m) =

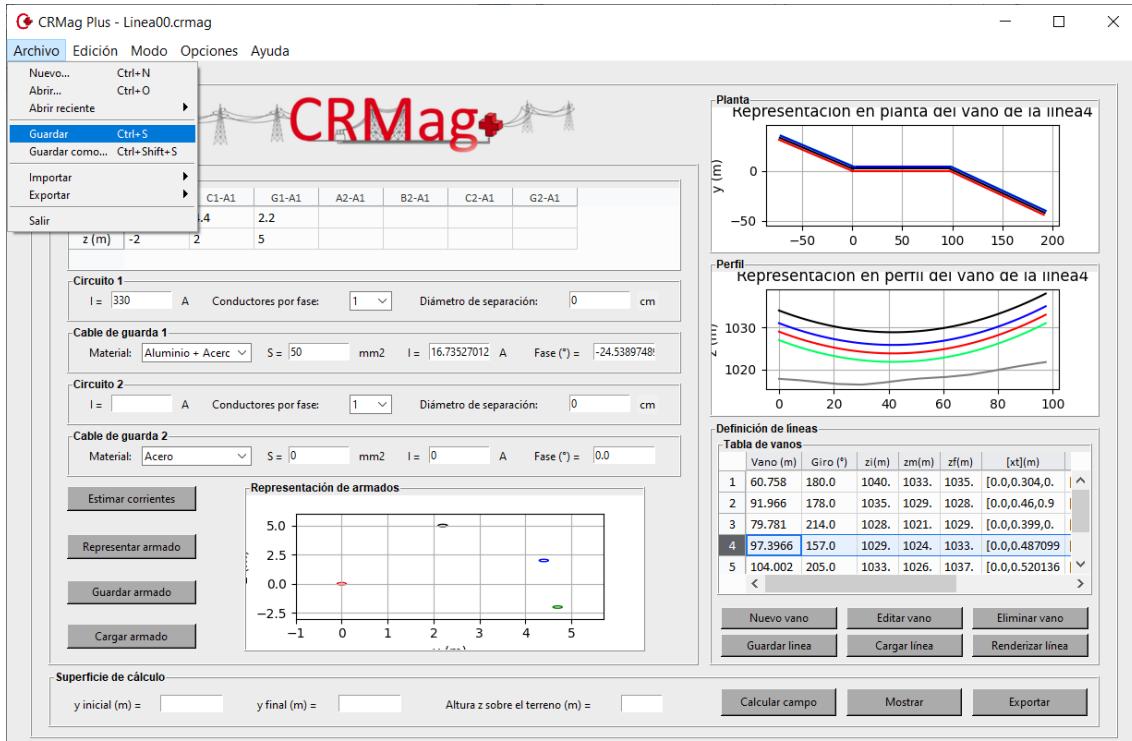
Aceptar Cancelar



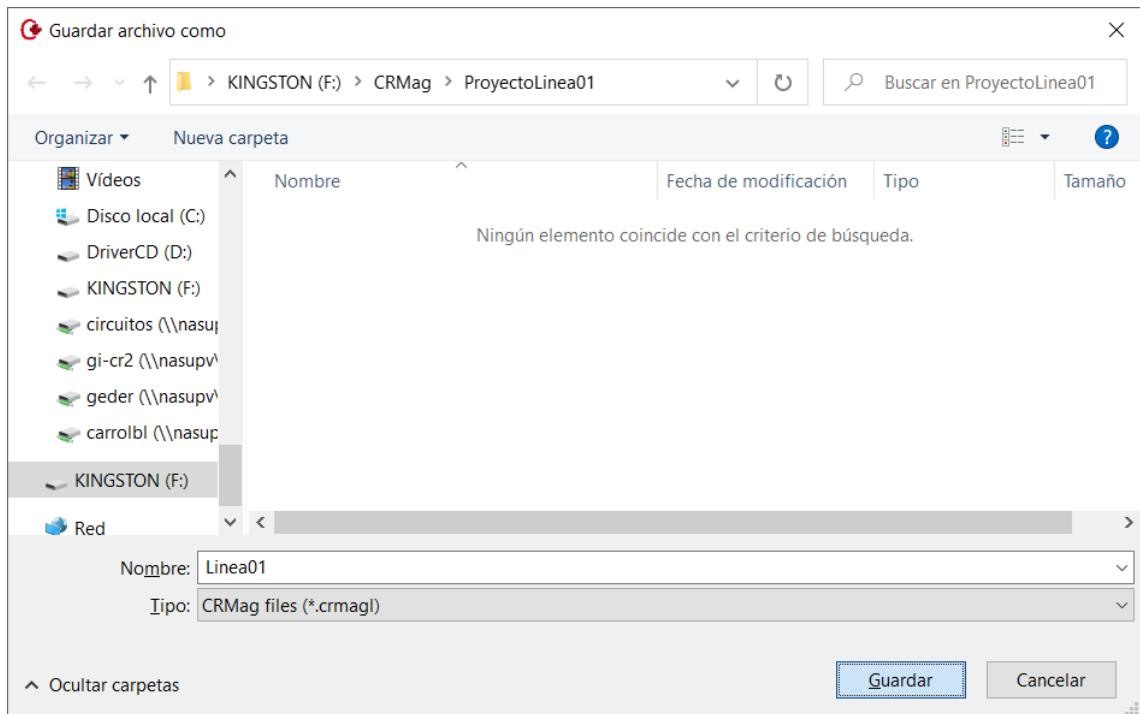
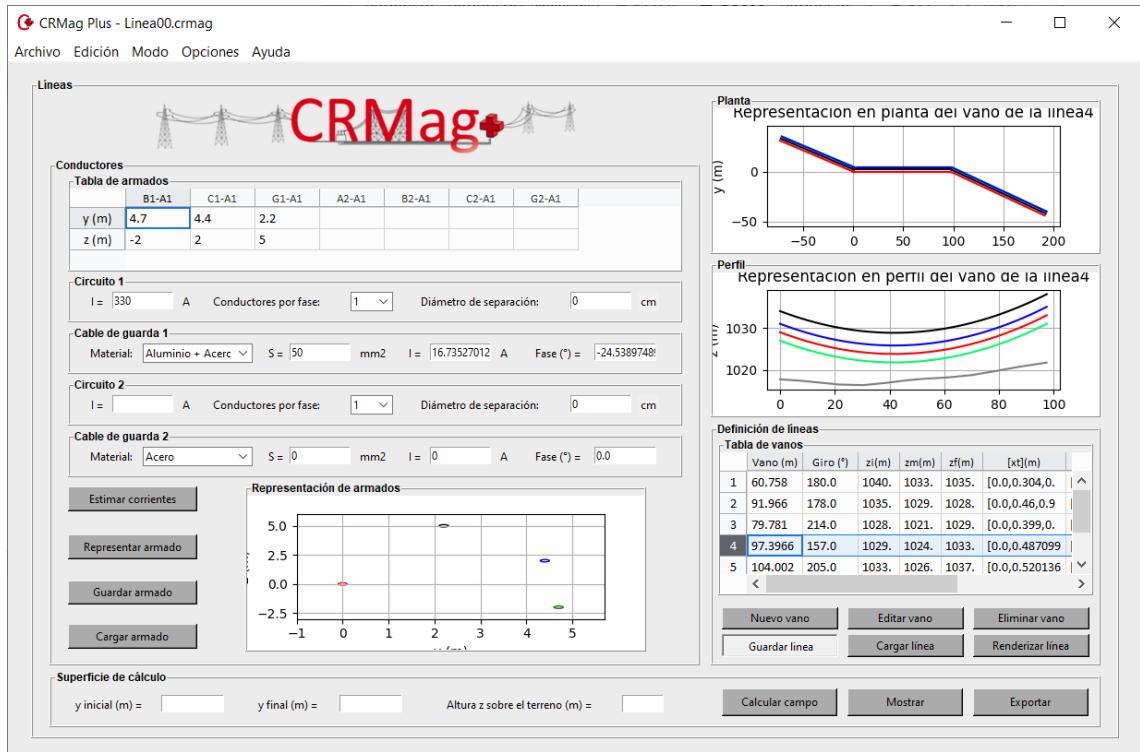
El cuarto vano se introduciría a continuación, con un ángulo de 157° y el quinto vano con un ángulo de 205° . Para continuar con el ejemplo, a continuación, se muestra una captura con 5 vanos donde los dos últimos se han introducido solo con fines demostrativos.



Es importante guardar cambios cada cierto tiempo desde el menú *Archivo>Guardar* o el atajo de teclado **Control+S**.



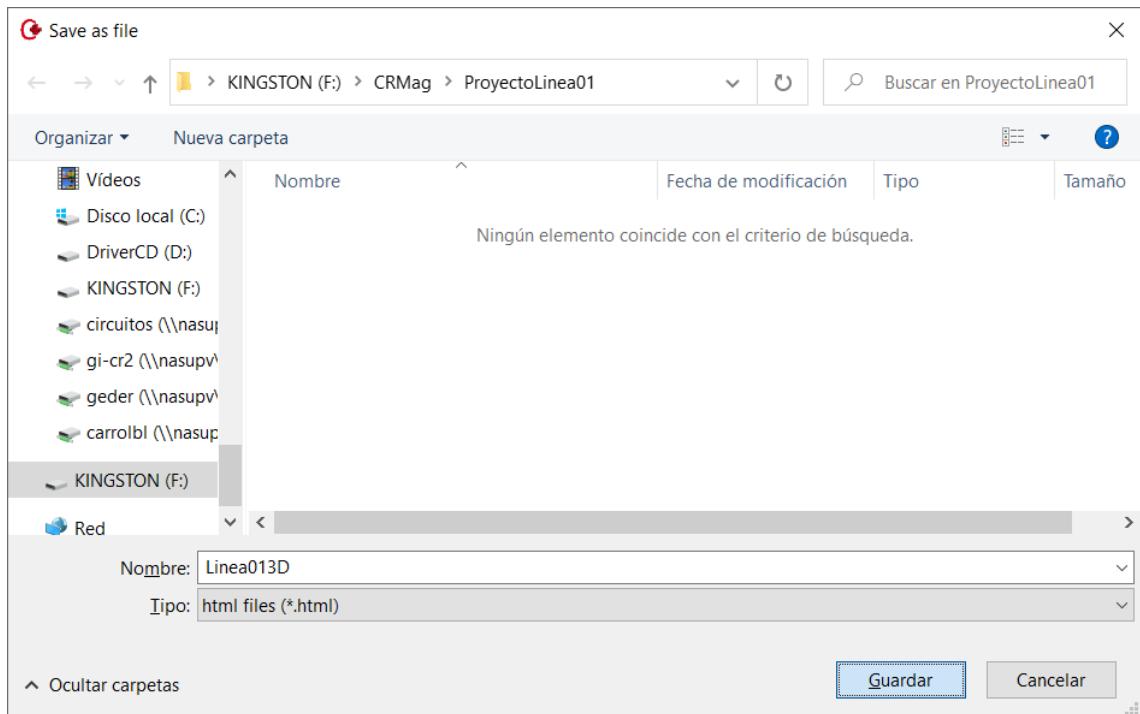
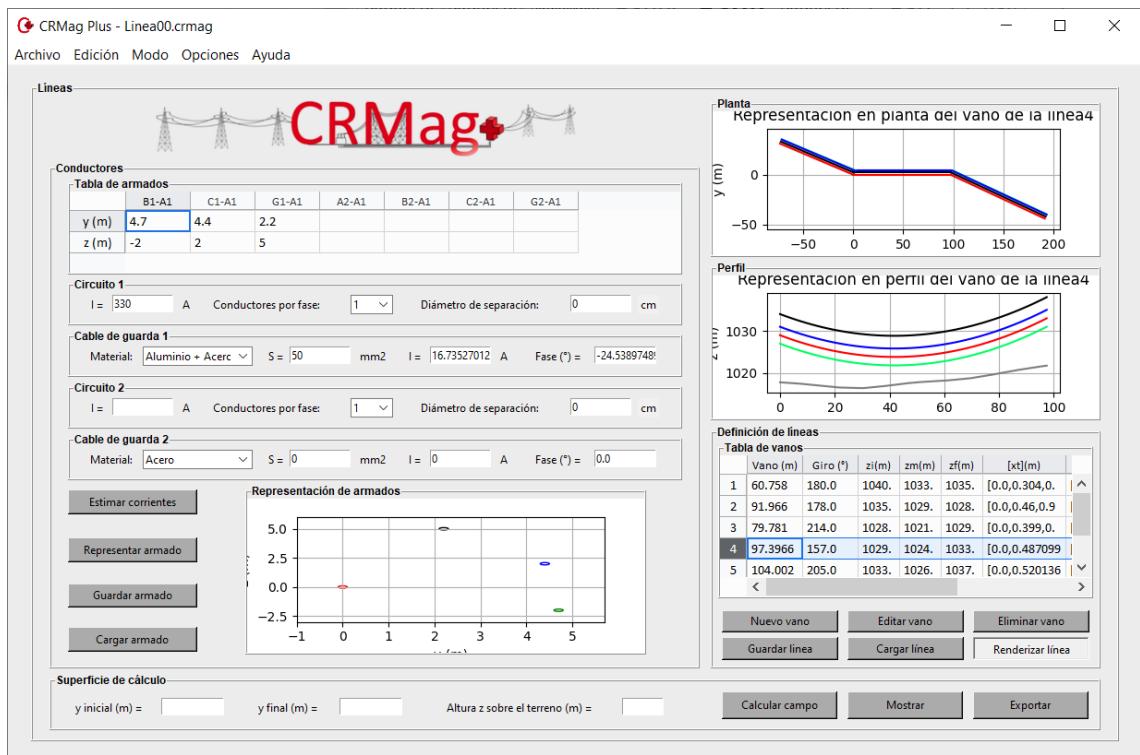
La línea creada se puede guardar clicando en el botón Guardar línea, por ejemplo, en el archivo Linea01.crmagl.



El botón Cargar línea permite cargar la línea guardada.

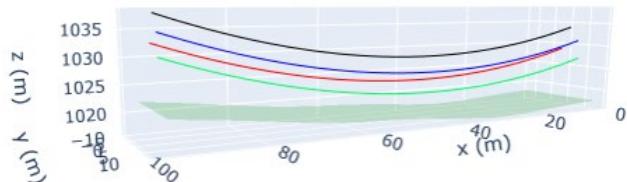
6.5 Visualización de la línea

Mediante el botón Renderizar línea se muestra una imagen 3D de toda la línea, vano a vano.





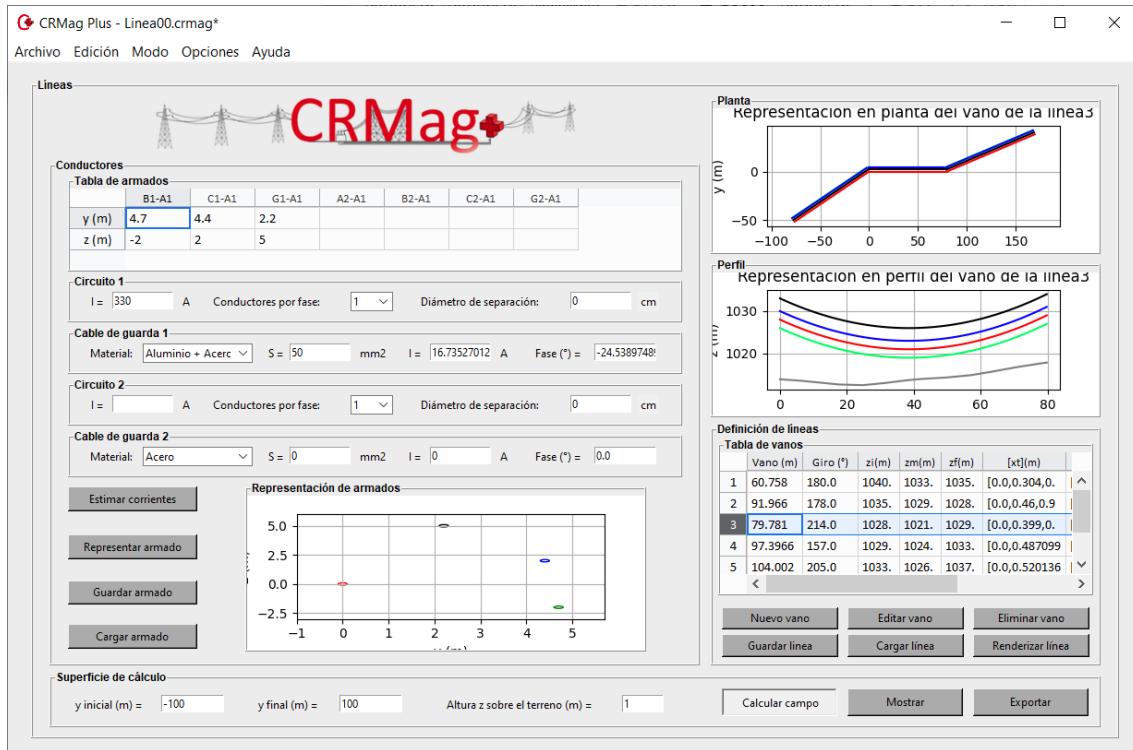
La slider inferior permite cambiar el vano que se muestra en la gráfica. El aspecto es acorde a las preferencias elegidas en el proyecto y las herramientas gráficas son las usuales de los gráficos tridimensionales.



Este tipo de visualización permite comprobar fácilmente cualquier error en las catenarias o en el terreno.

6.6 Campo magnético producido por una línea

Para estudiar el campo que produce la línea sobre el terreno, se selecciona el vano de estudio y el software calculará considerando ese vano y los dos adyacentes. Por ejemplo, se puede seleccionar el vano 3 y estudiar el campo desde $y=-100\text{m}$ hasta $y=100\text{m}$ a 1m por encima del terreno. Para que comience el cálculo, tras llenar los datos, se utiliza el botón Calcular campo.



La separación, para que no sea muy lento el cálculo, se puede poner en este ejemplo de 5m en el eje longitudinal y 10m en el eje transversal.

Introducción de datos

Datos de la instalación:

Nº de tramos: 0
Nº de transformadores: 0

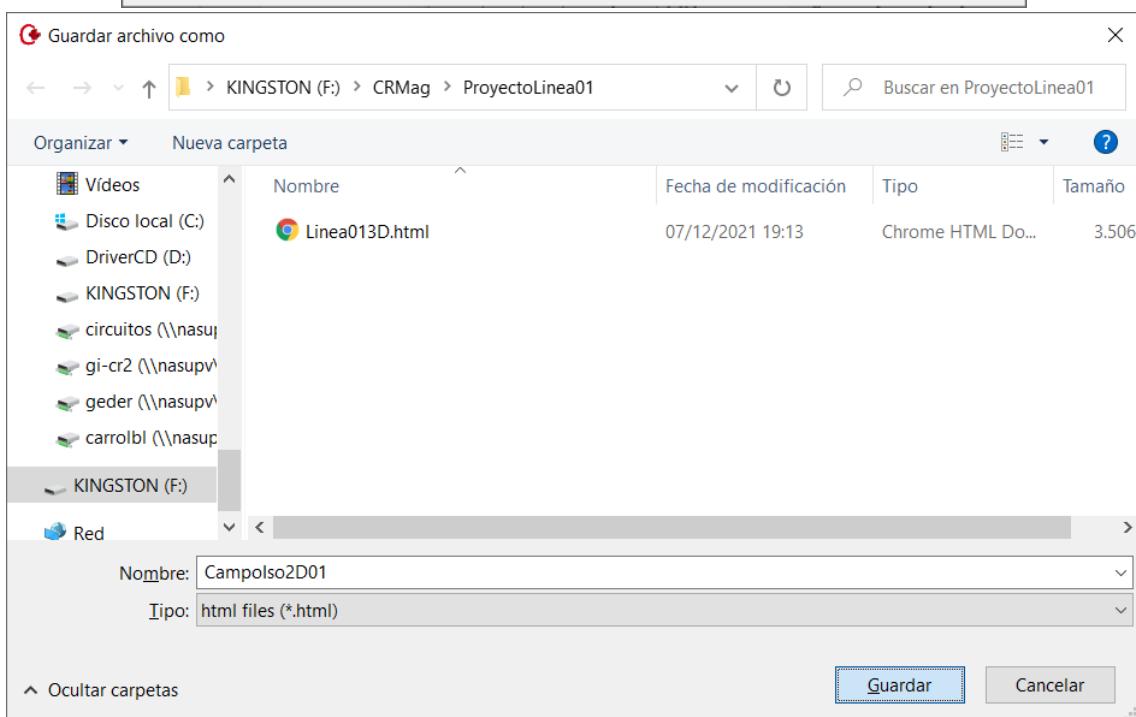
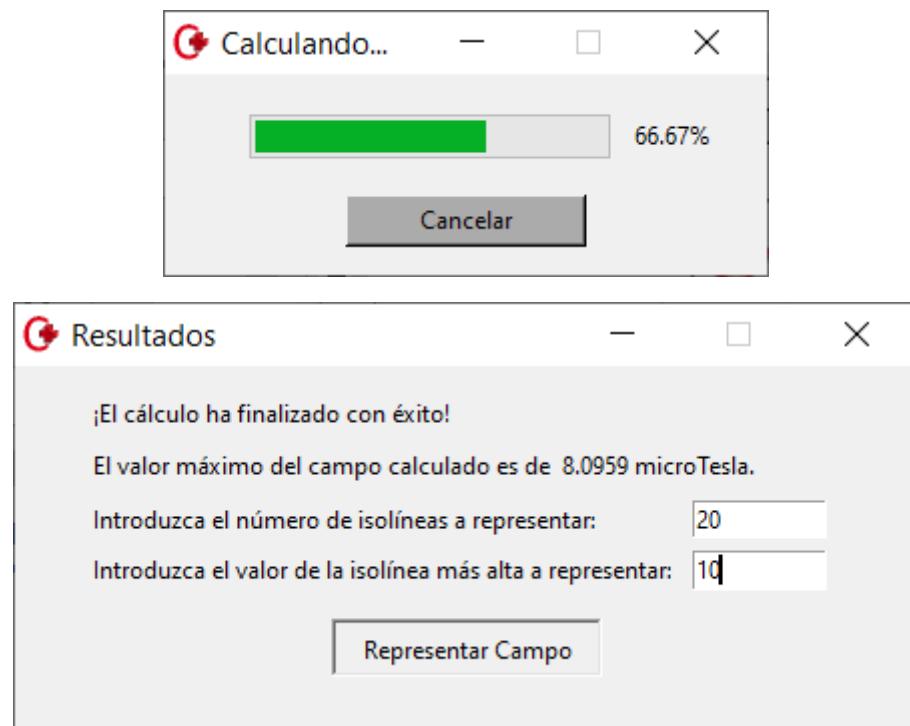
Incluir tramos en el cálculo

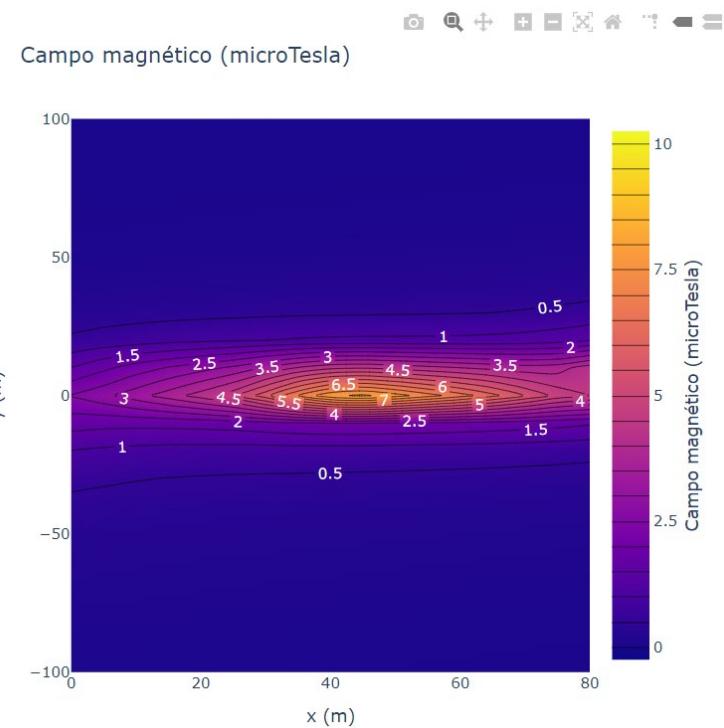
Nota: No se recomienda simular los tramos y los transformadores juntos.
Es más conveniente estudiar la influencia de cada elemento por separado.
Más información en el manual del software.

Parámetros de cálculo:

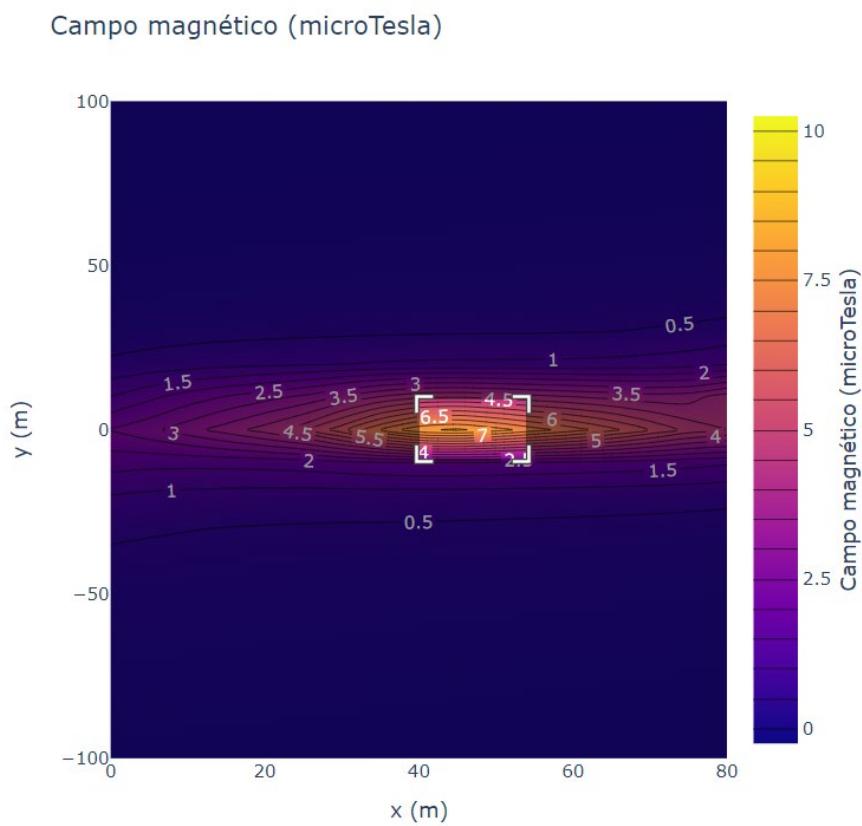
Separación x:	5
Separación y:	10
Puntos por tramo:	100

Confirmar

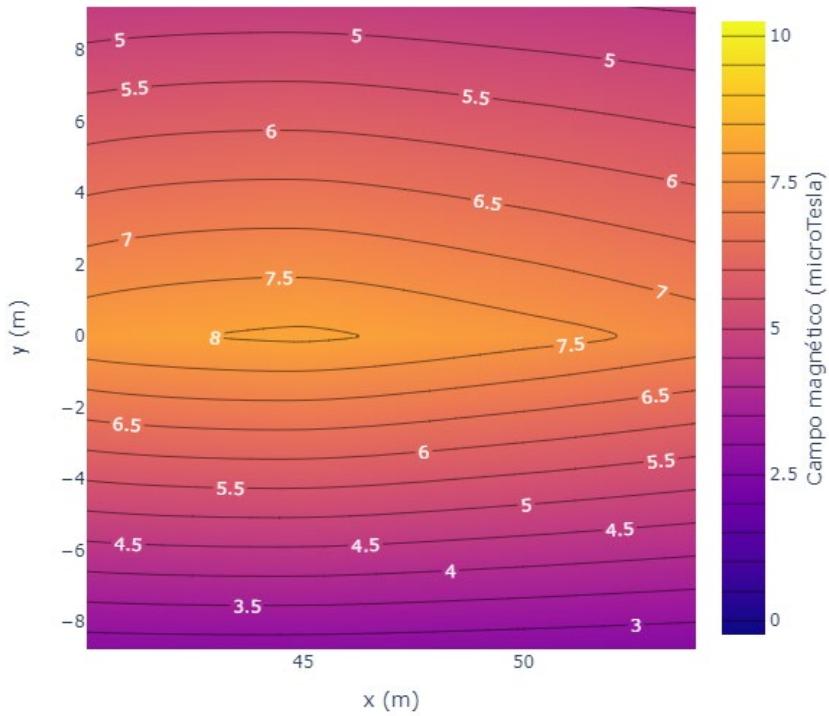




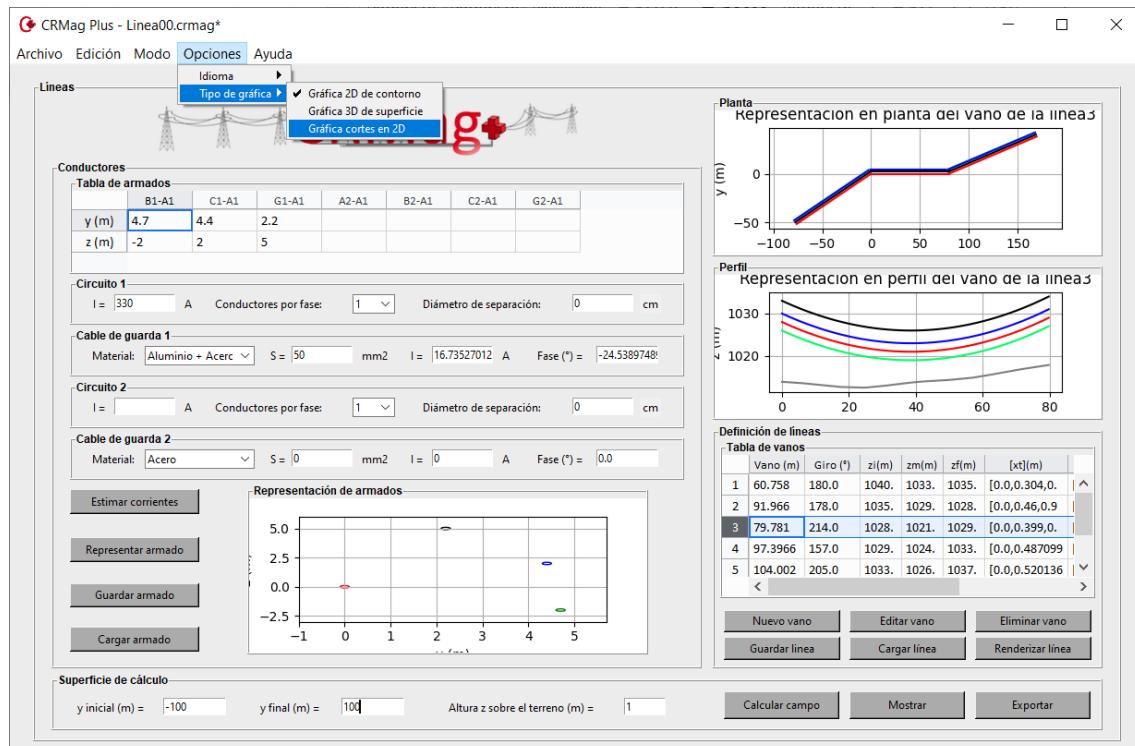
Esta gráfica es similar a las de las instalaciones. Se observa en los dos extremos la influencia de los vanos adyacentes. Se puede hacer zoom para ver un detalle de la zona con mayor campo.



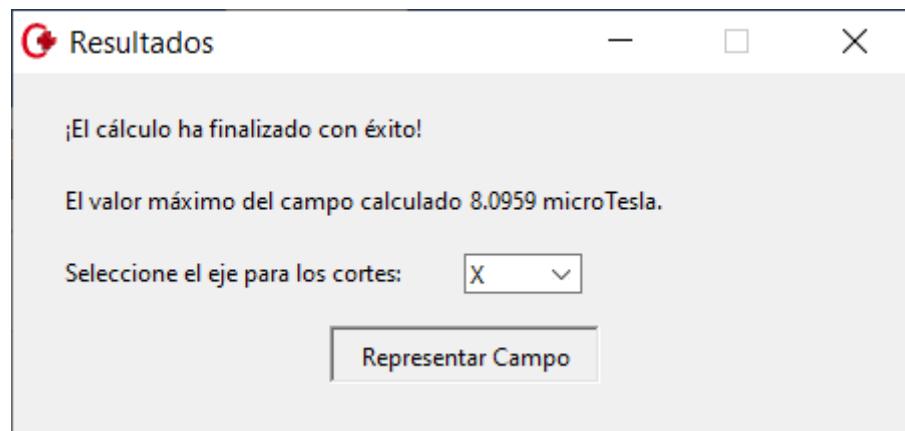
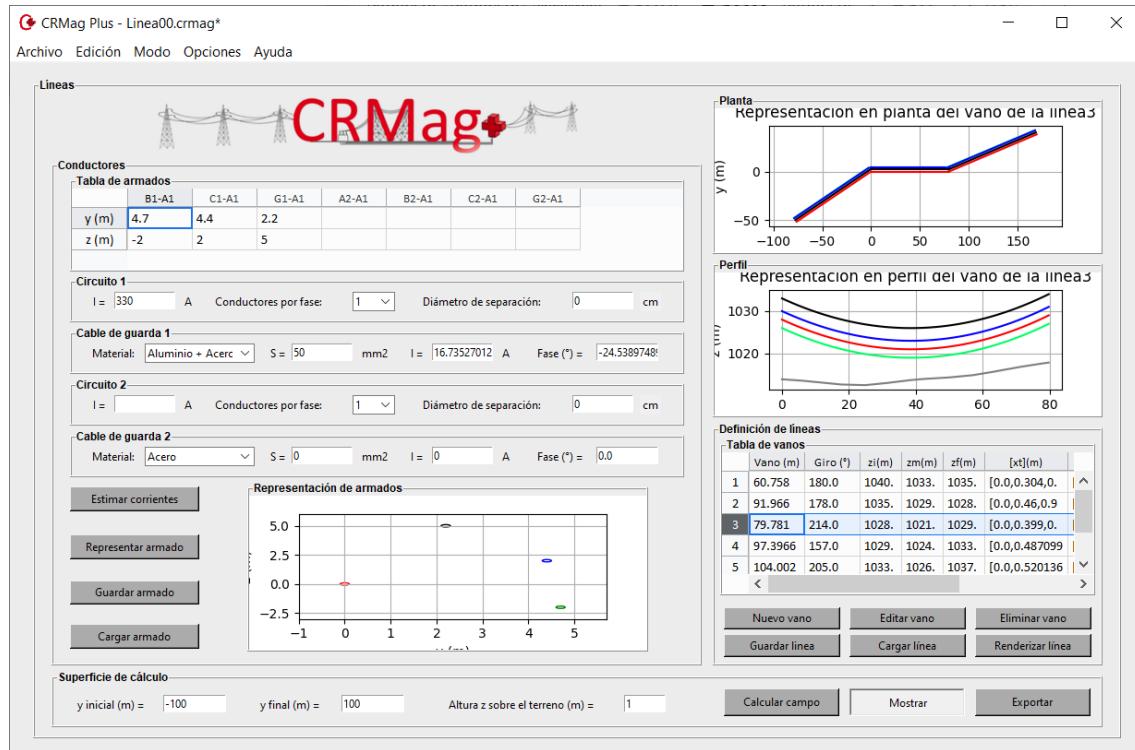
Campo magnético (microTesla)

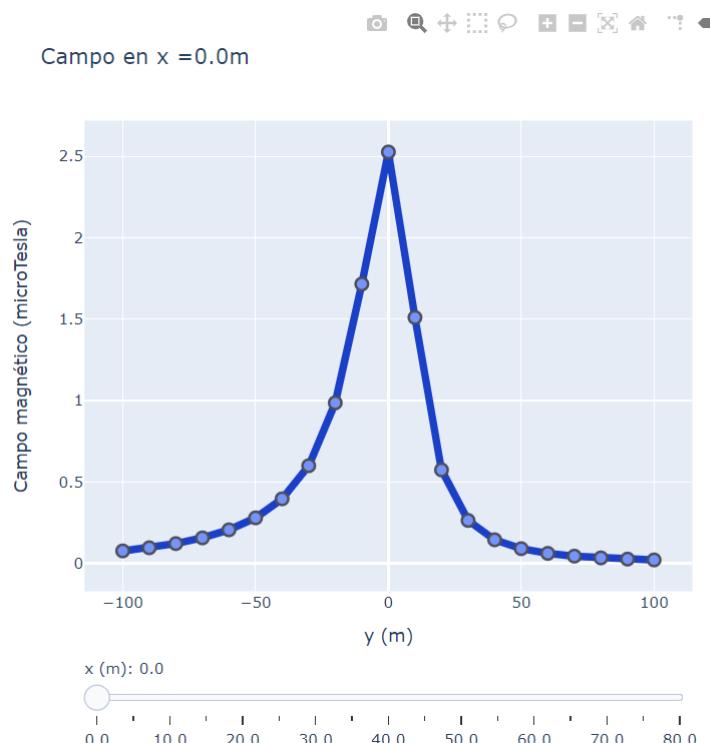
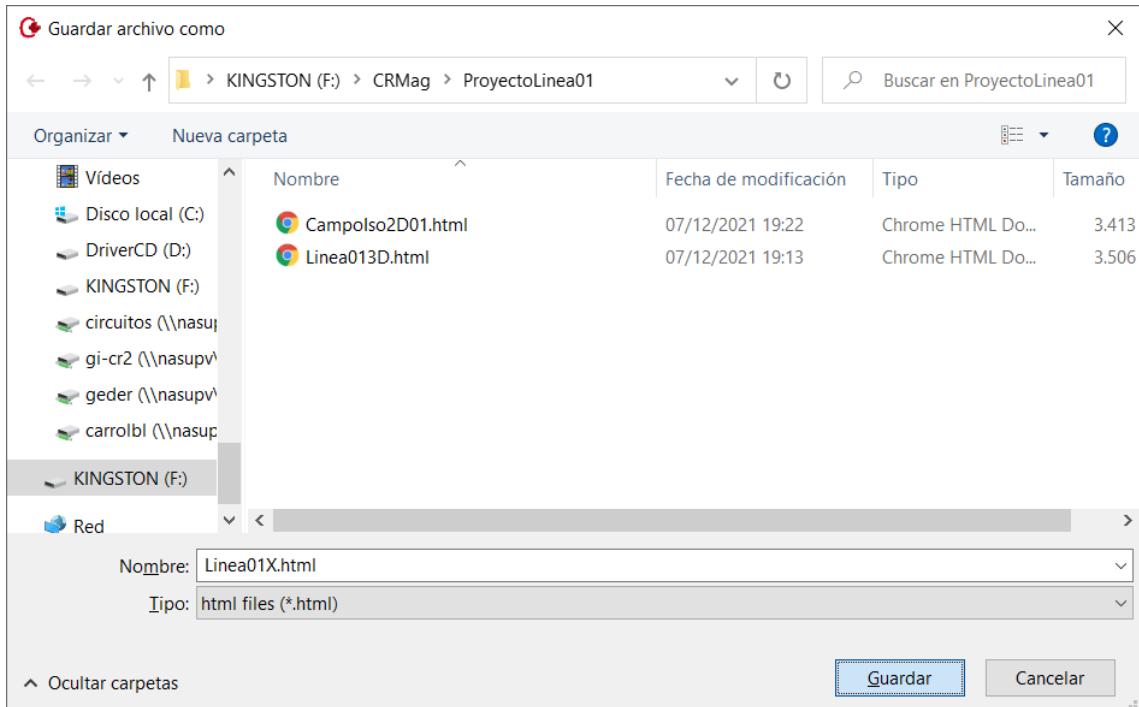


También se puede cambiar el tipo de gráfico desde el menú *Opciones>Tipo de gráfica>Gráfica cortes en 2D*.



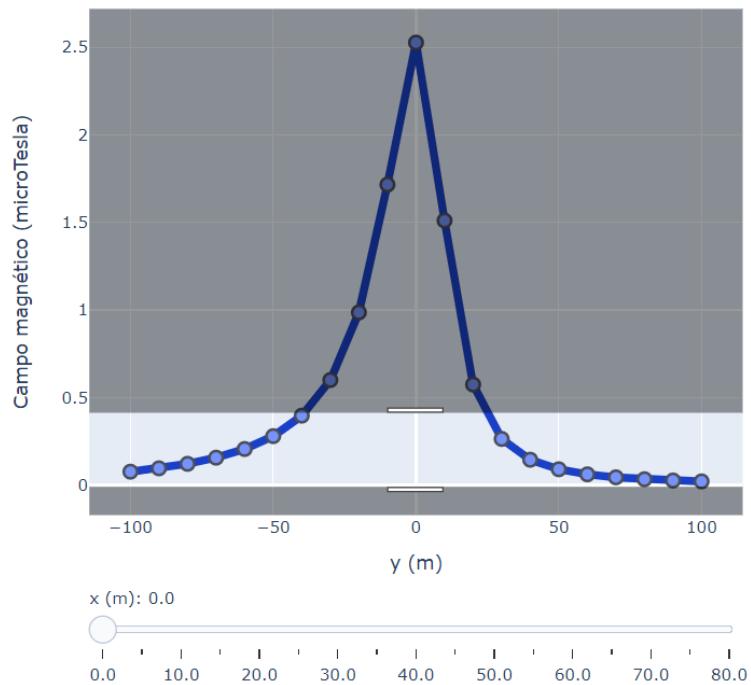
Así, al clicar en el botón Mostrar, se genera un gráfico de cortes en un eje. En este caso se puede elegir el eje X para fijar su coordenada con la slider.



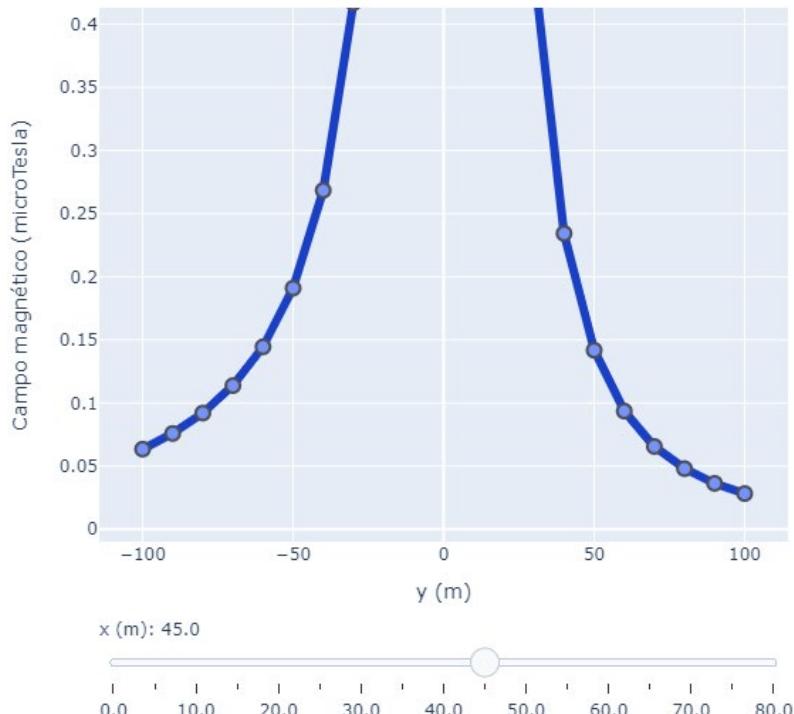


Al mover la slider se va viendo a lo largo de la línea un corte transversal sobre el terreno. Un estudio de interés es, por ejemplo, limitar el gráfico a un zoom vertical entre 0 y $0.4\mu\text{T}$ para observar con la slider la distancia a la que se producen valores inferiores a este límite.

Campo en $x = 0.0\text{m}$



Campo en $x = 45.0\text{m}$



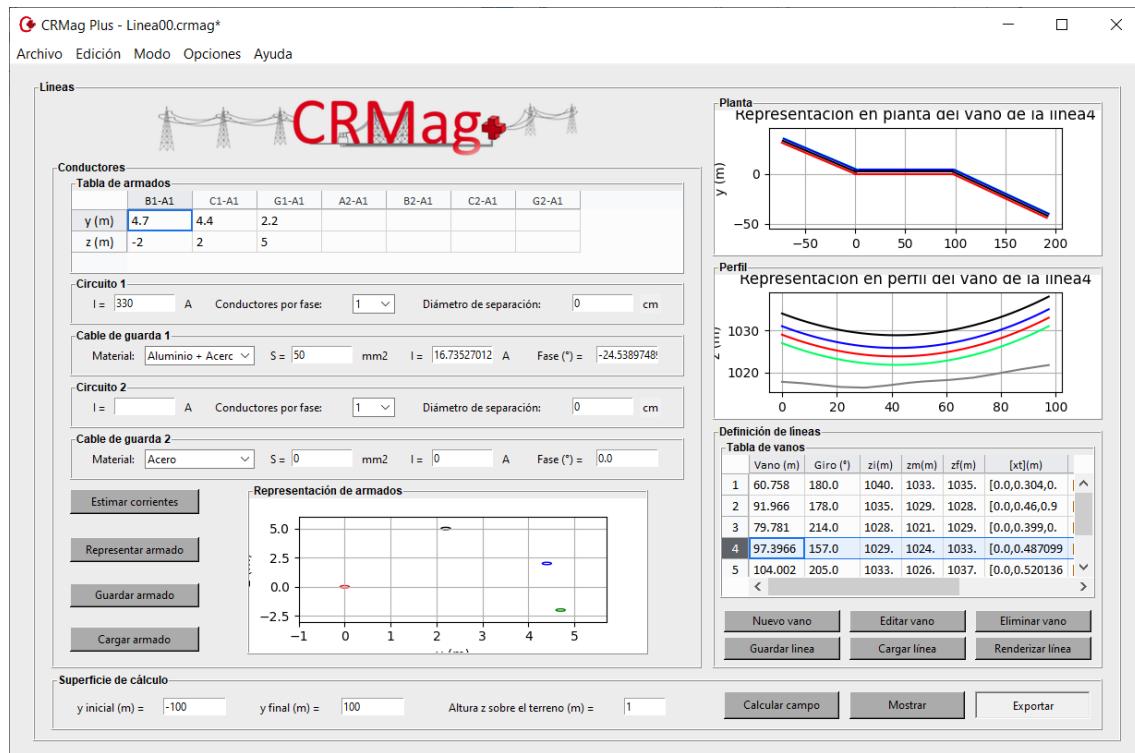
6.7 Campo magnético en terrenos alternativos

Es importante notar que el campo se calcula a una altura fija sobre el terreno definido bajo la línea. Por tanto, en zonas alejadas, si el perfil de terreno es distinto, hay que modificar el terreno del vano para que se refleje en los cálculos. Por ejemplo, si a 50 metros de la línea

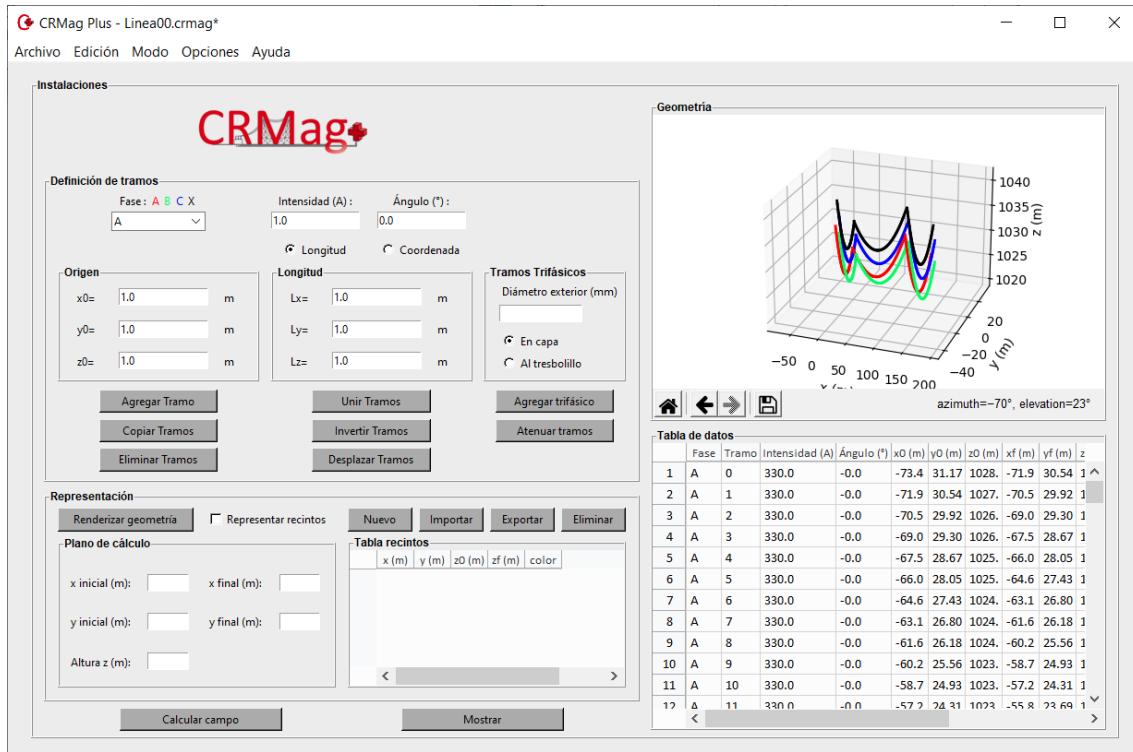
el terreno tiene otro perfil, se modifica el perfil del vano y se estudia desde $y=45m$ hasta $y=55m$.

6.8 Campo magnético en una parcela cercana

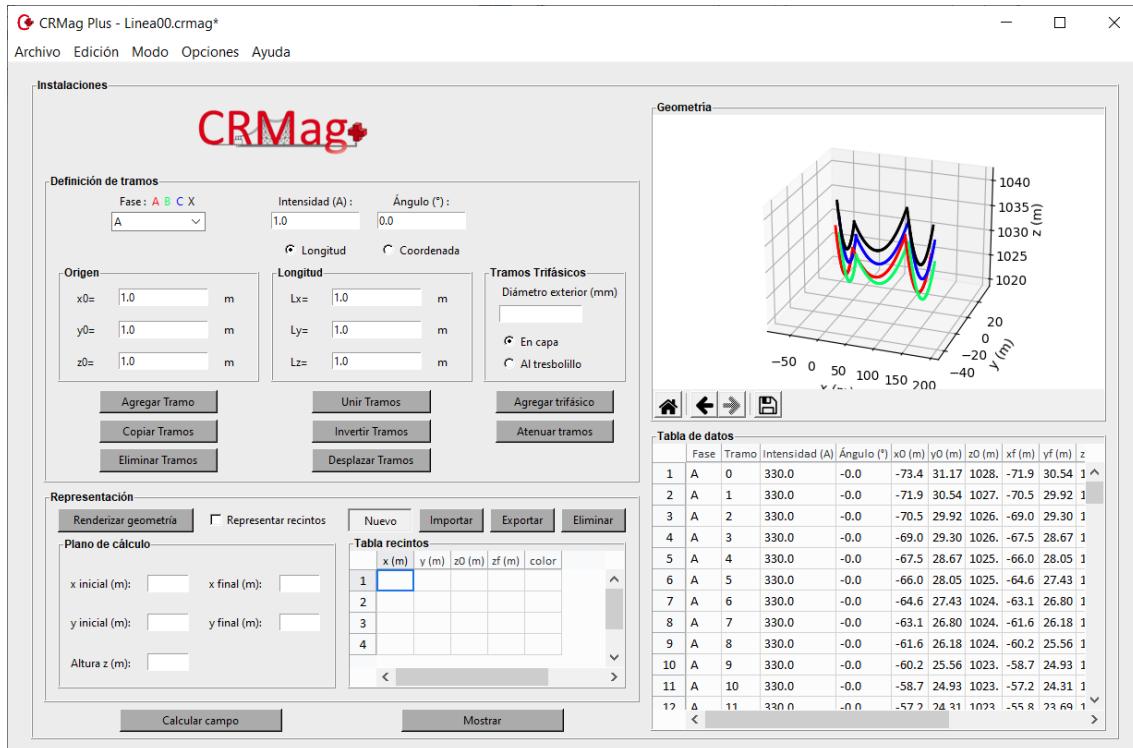
Un caso de especial interés es el estudio del campo en una parcela cercana (por ejemplo, una granja). En este caso, puede ser interesante exportar la línea al modo de instalaciones para definir el recinto de esa parcela y estudiar sobre un plano horizontal. Por ejemplo, se puede seleccionar el vano 4 y clicar en Exportar.



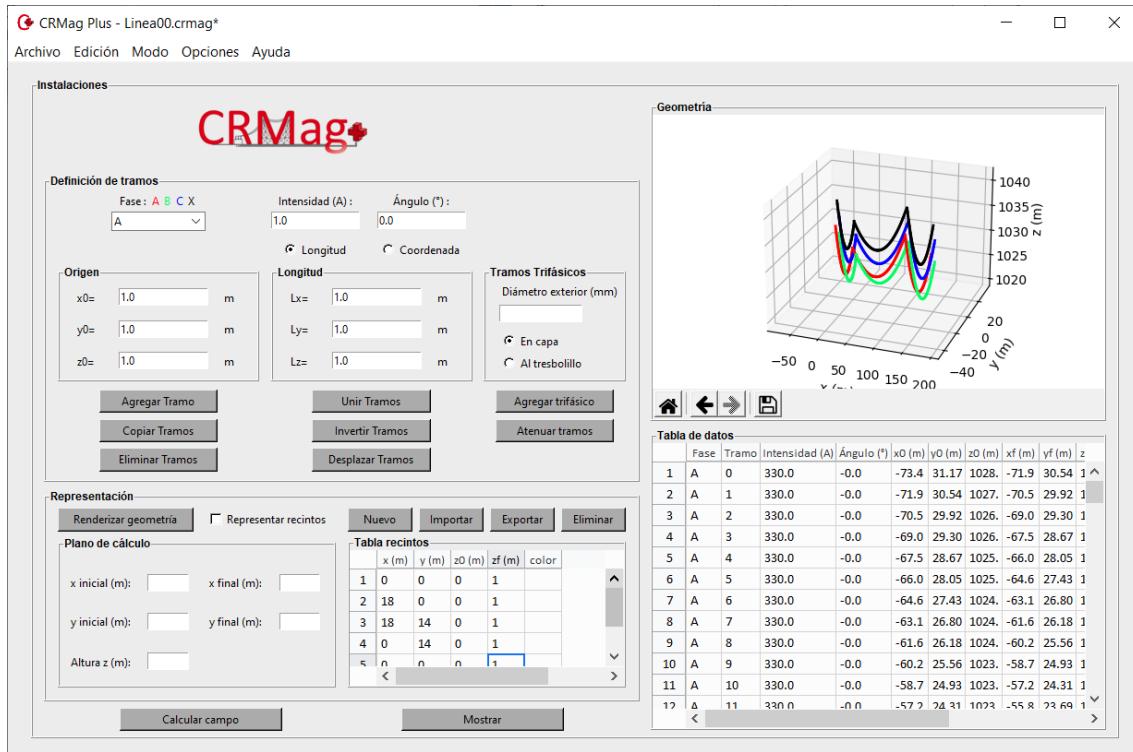
Esto exporta los vanos 3, 4 y 5.



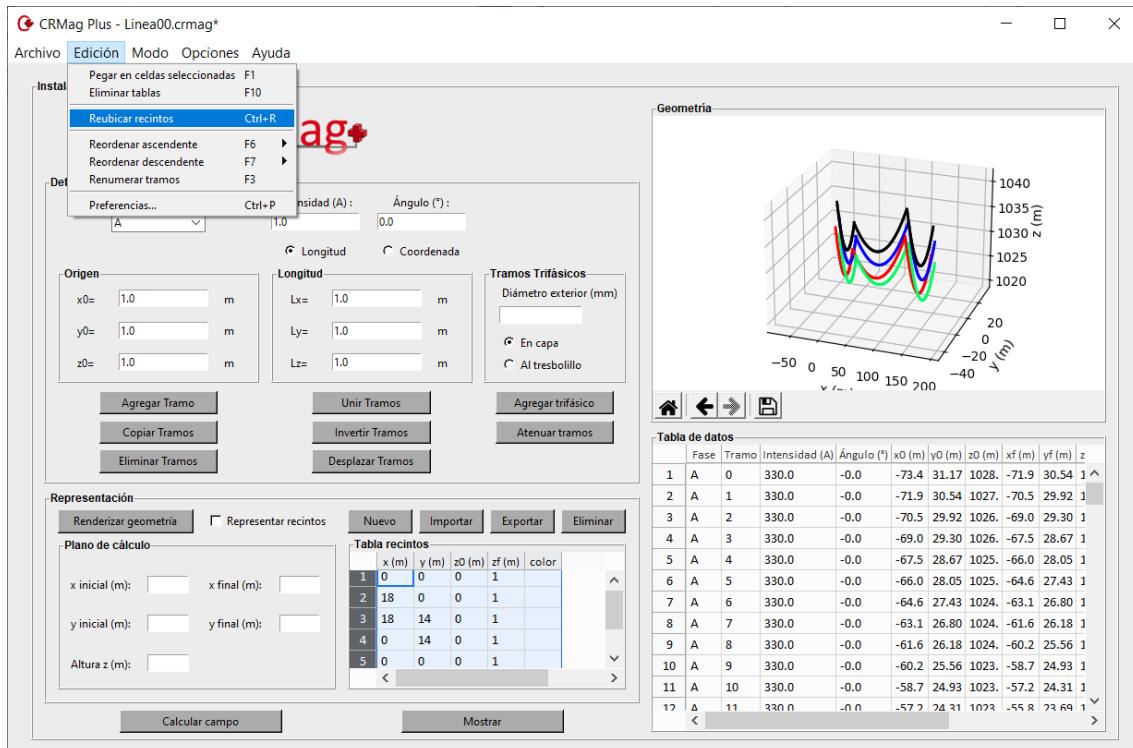
En el modo instalaciones, el vano 4 comienza en la coordenada (0,0) y en la dirección positiva del eje X, manteniendo su cota original (esto puede resultar adecuado o incómodo según los datos del estudio a realizar, pero se puede desplazar cualquier tramo fácilmente, como se verá luego). Si hay una parcela cercana, se puede definir su recinto. Por ejemplo, se puede clicar 5 veces el botón Nuevo para crear 5 filas en la Tabla de recintos.



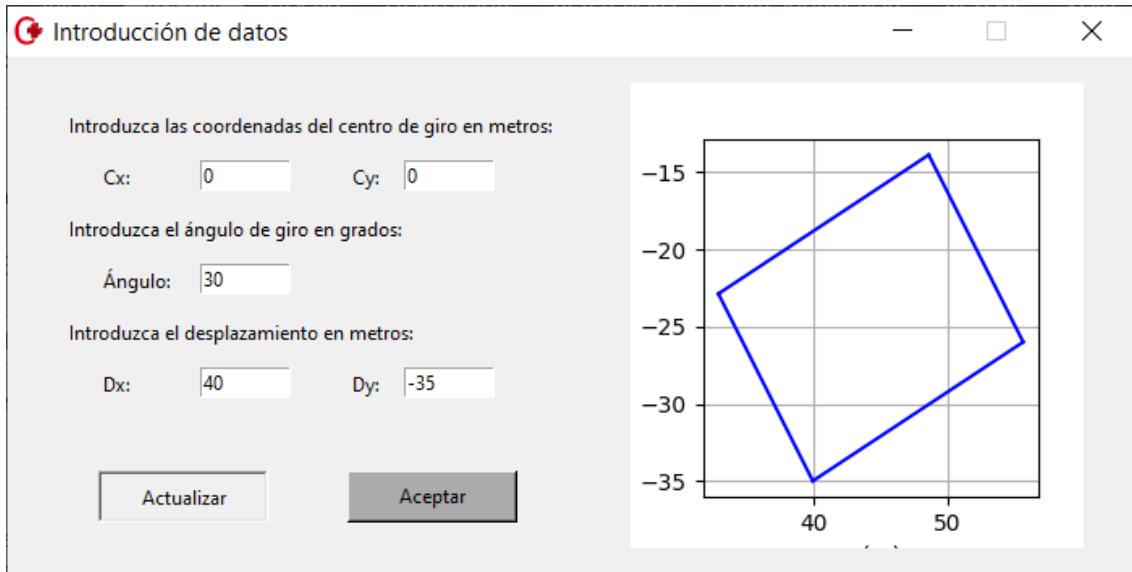
Se puede definir un rectángulo de 18x14.



A continuación, se pueden seleccionar todas las filas y con el menú *Edición>Reubicar recintos* o el atajo de teclado *Control+R*, posicionar la parcela en su lugar exacto.

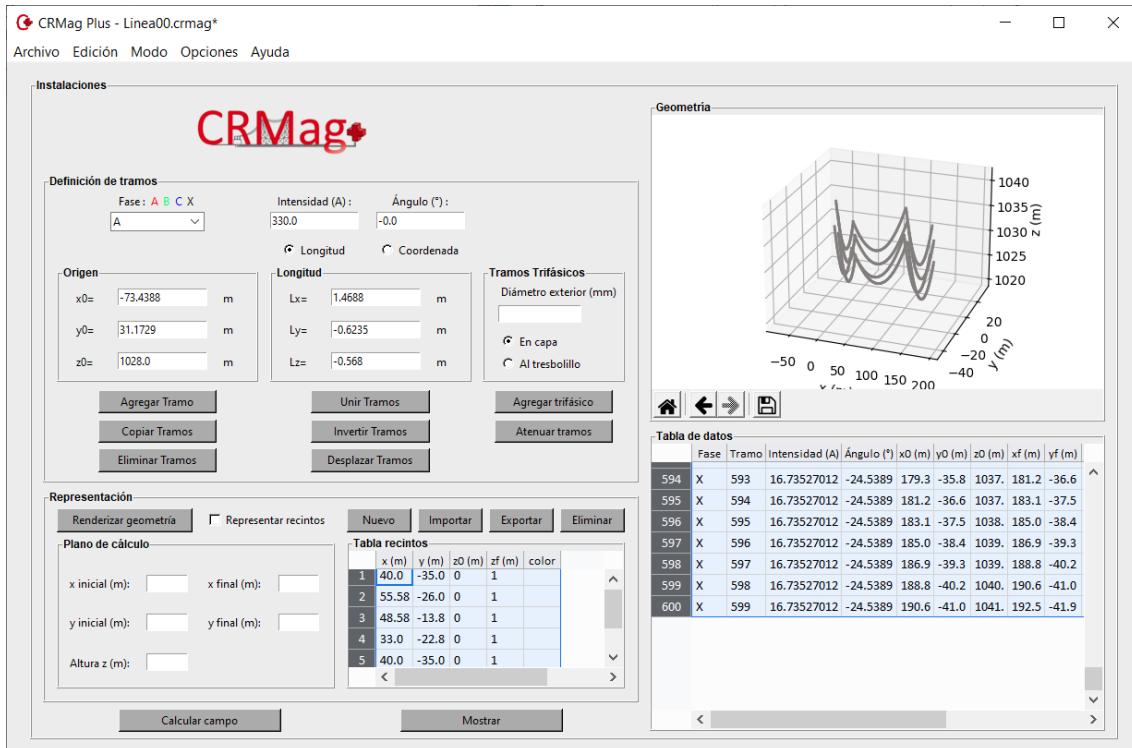


Por ejemplo, se puede girar la parcela 30° y desplazarla 40 unidades en X y -35 unidades en Y. Puede verse el resultado con el botón Actualizar.

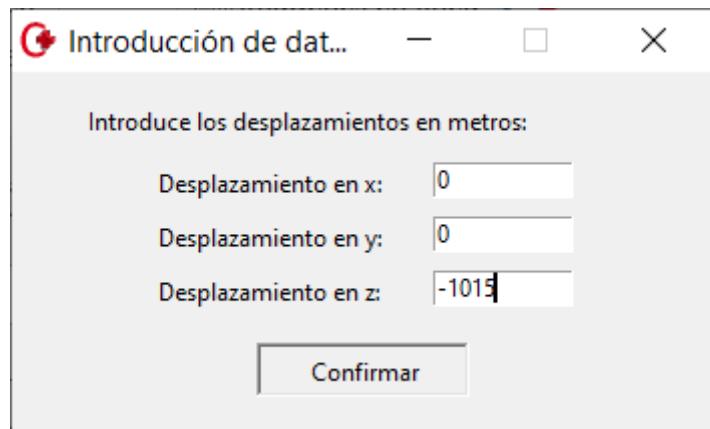


Al Clicar en Aceptar, el recinto queda reubicado.

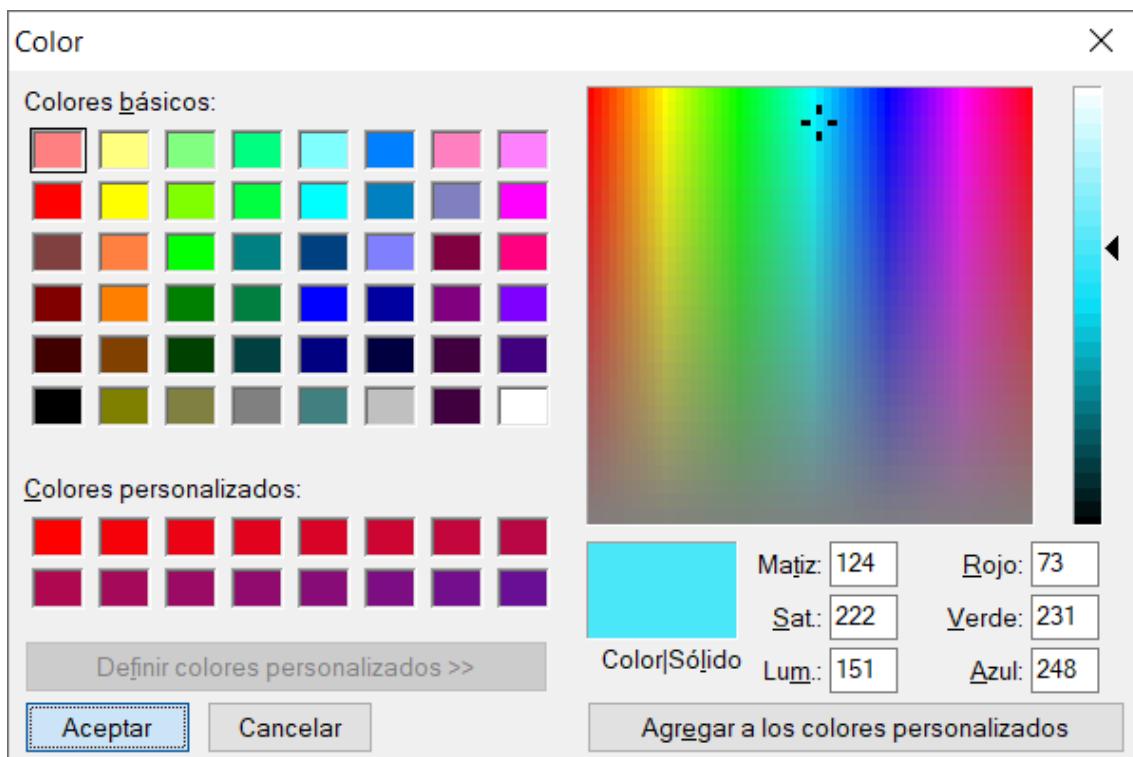
Para que los cables y el recinto queden a niveles adecuados entre sí, se pueden seleccionar todos los tramos y desplazarlos en Z. Por ejemplo, en este caso, se pueden desplazar -1015m. Otra opción equivalente sería situar el recinto con una cota inicial de 1015m. Para ello se selecciona el tramo de la primera fila. Se baja hasta el final y se pulsa la tecla de **mayúsculas** mientras se selecciona el último tramo.

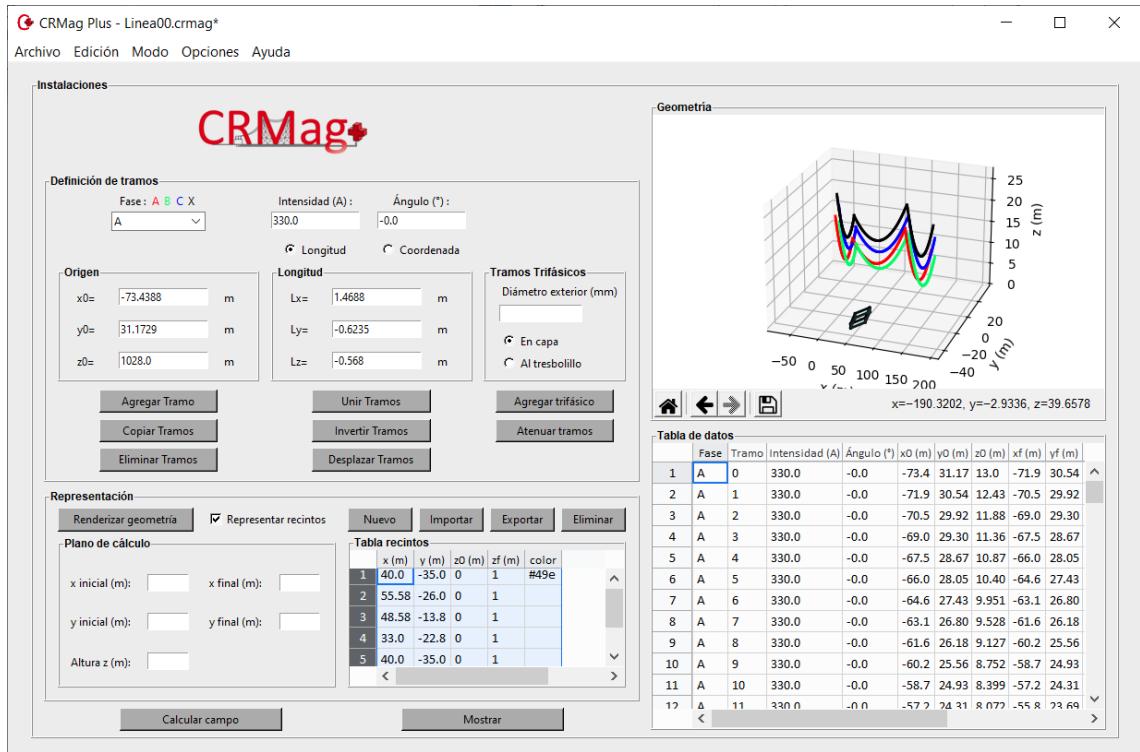


Se pulsa en Desplazar tramos.

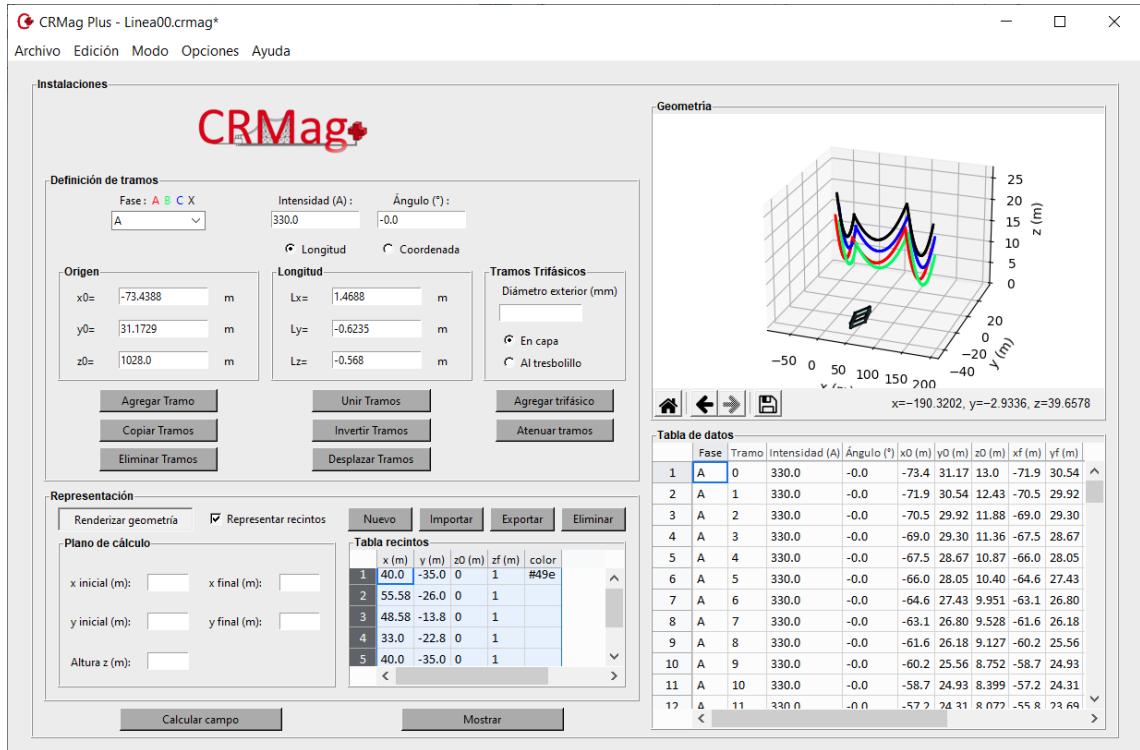


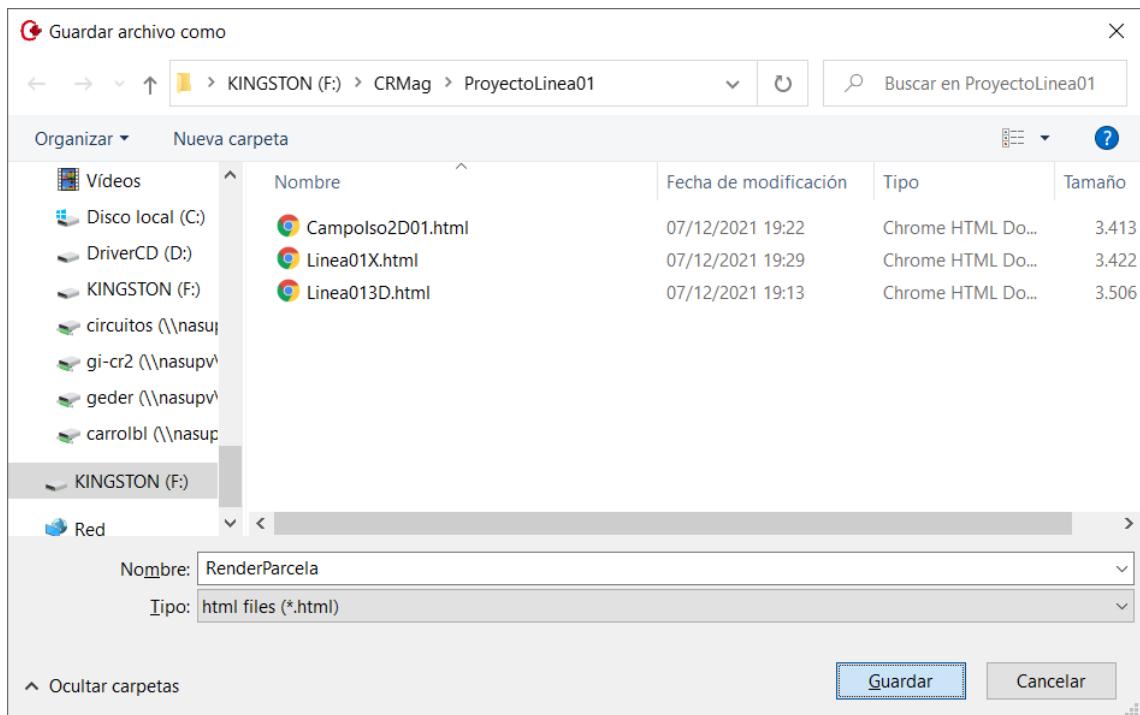
Al forzar un redibujado con un clic derecho en la tabla de tramos, estos quedan a una altura inferior. En este caso, el primer tramo queda a 13m sobre el nivel del terreno de la parcela en estudio. Si se activa el checkbox de representar recintos, se introduce un color y se ve la parcela.



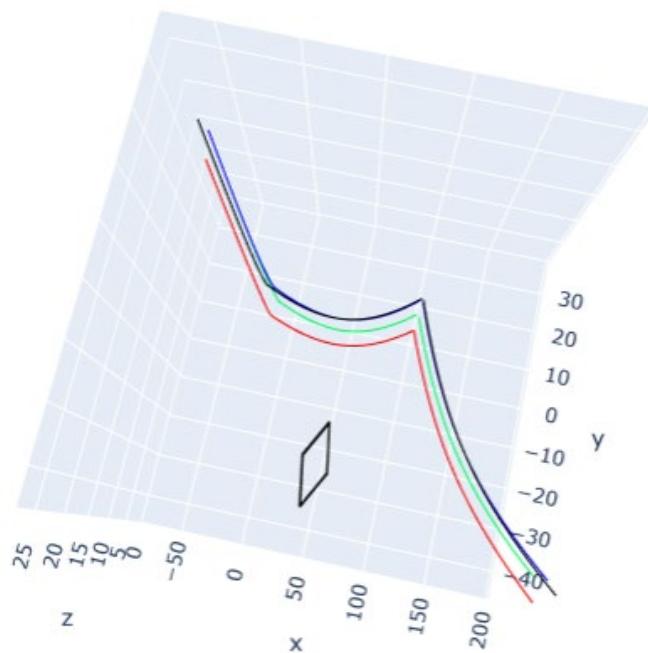


Mediante el botón de Renderizar geometría se puede ver todo el conjunto con claridad.

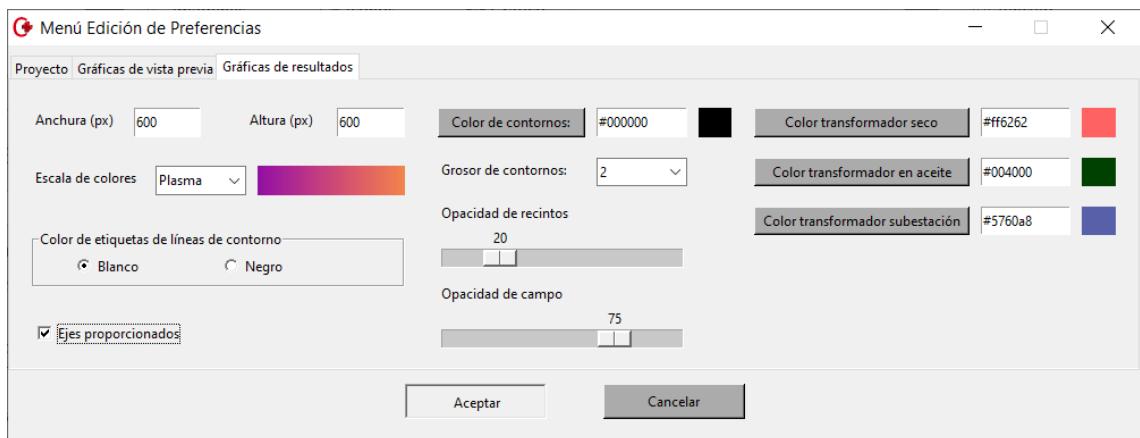
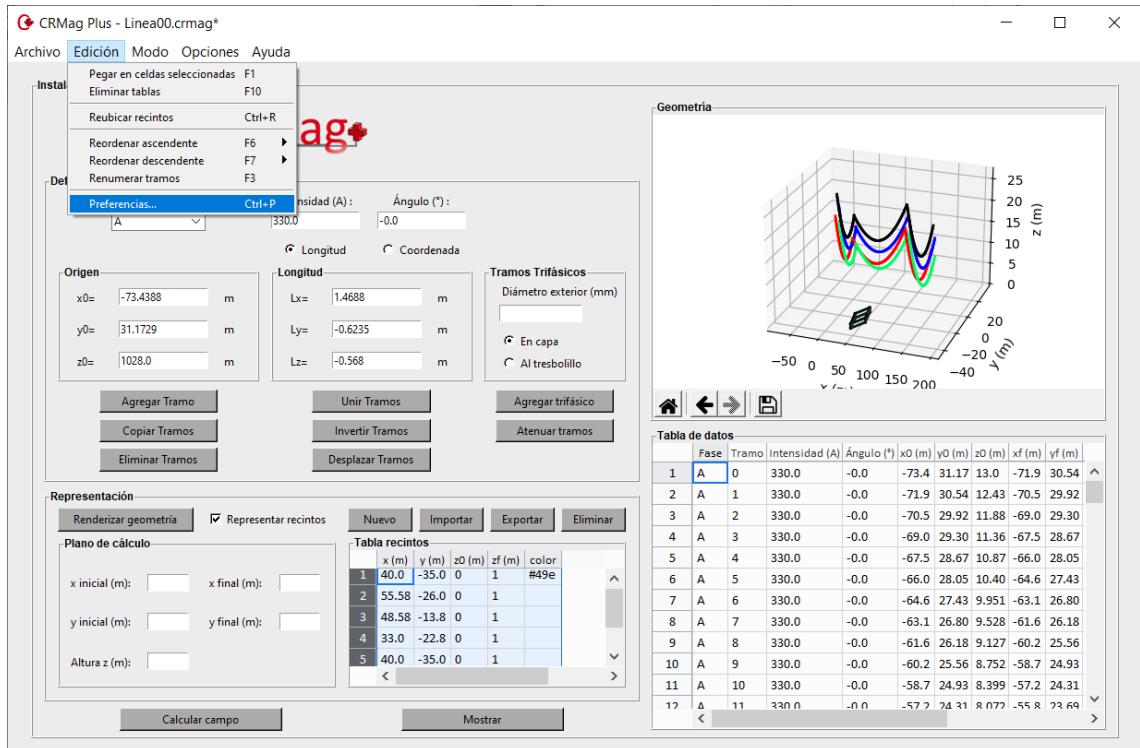




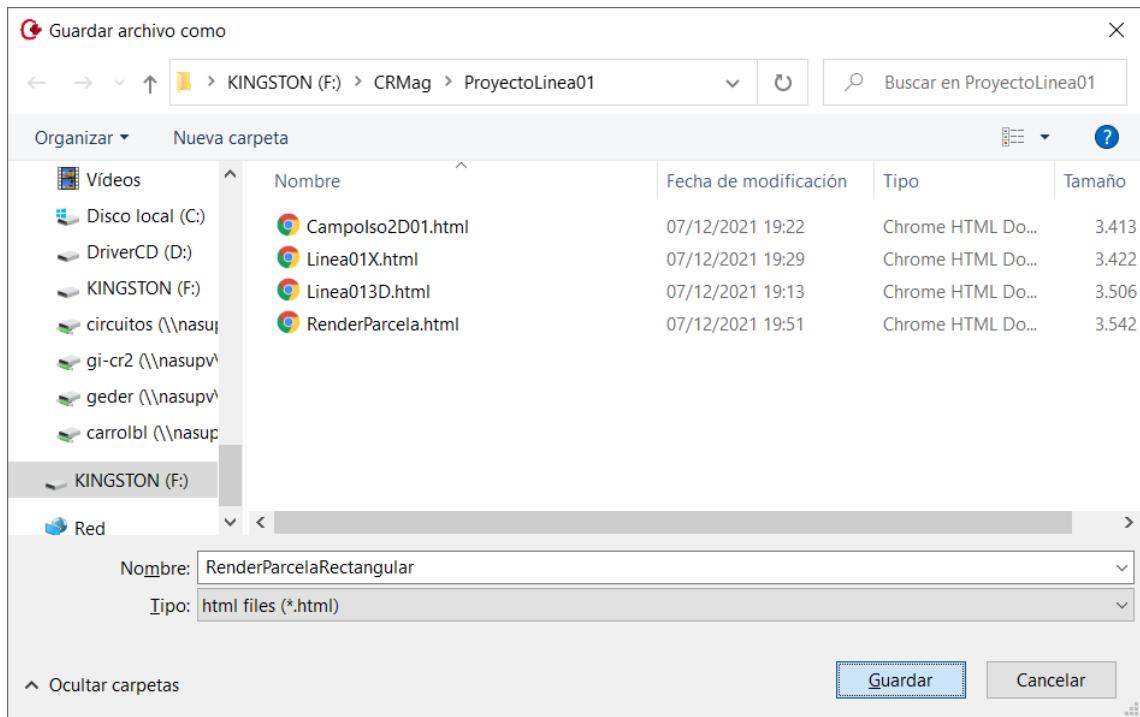
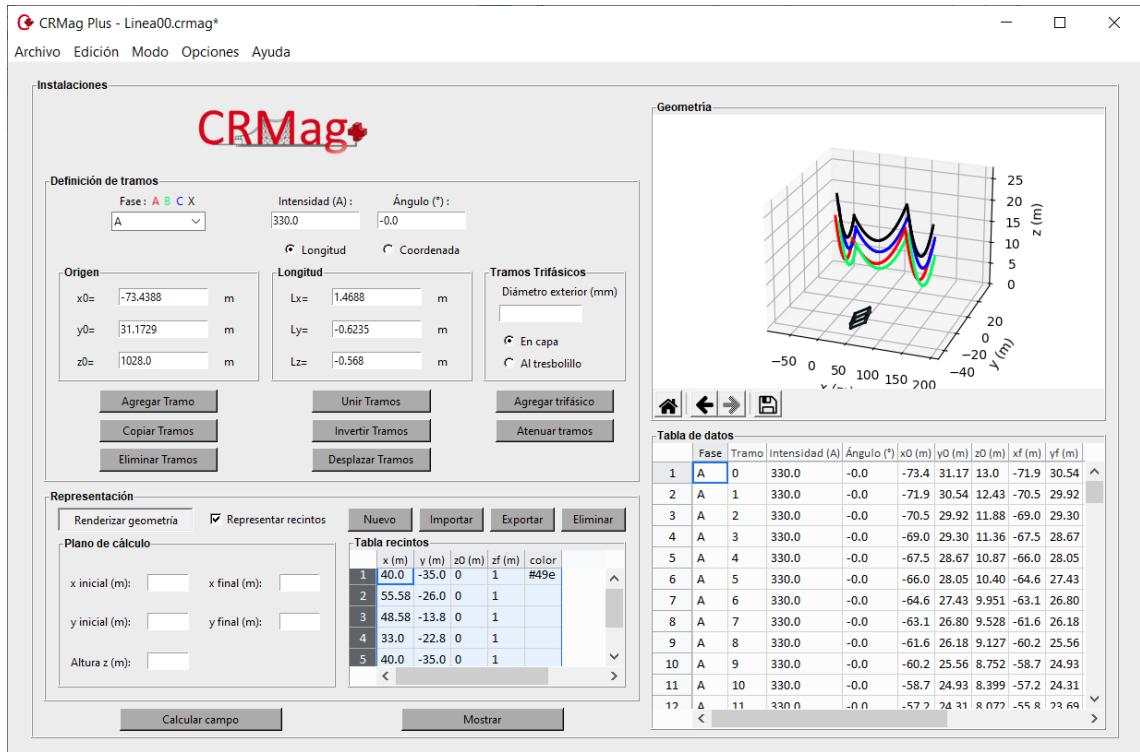
Gráfica de geometría



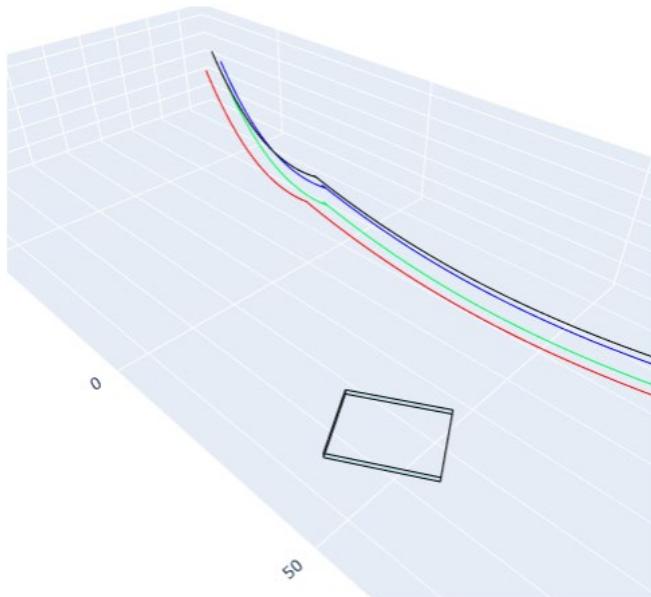
Para comprobar mejor la ubicación conviene acceder al menú *Edición>Preferencias* o utilizar el atajo de teclado **Control+P** para activar en la pestaña de Gráficas de resultados la opción de ejes proporcionados.



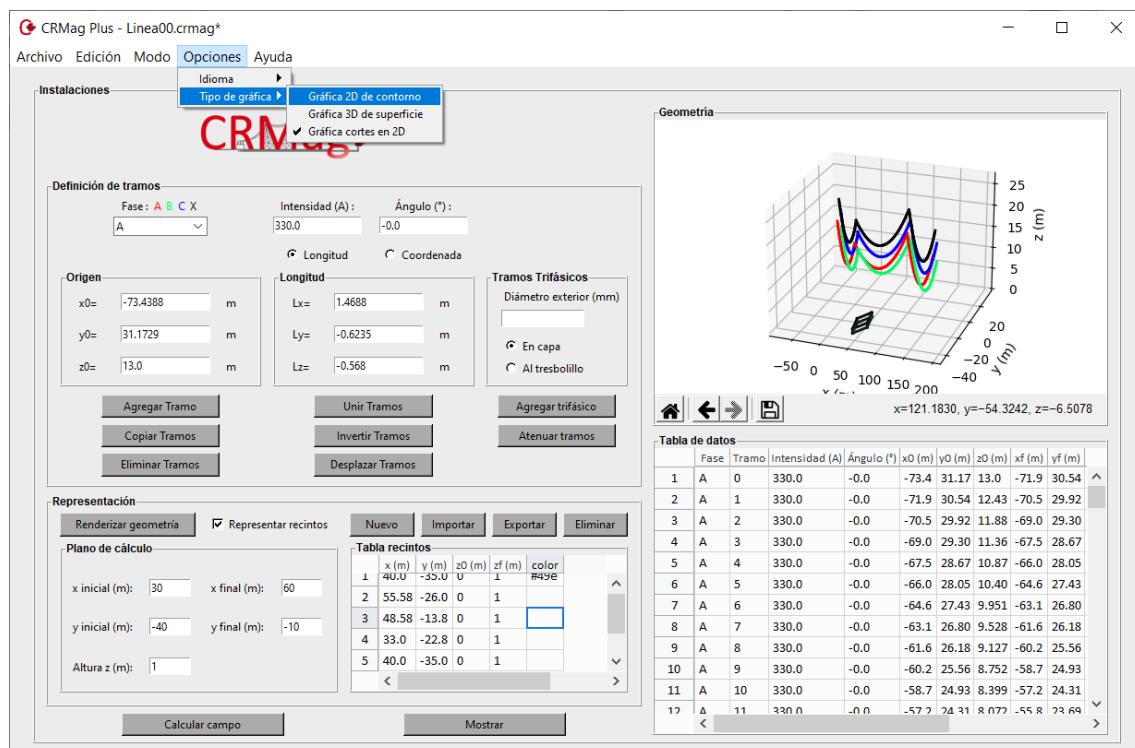
De esta manera, al renderizar la línea, cada eje tendrá proporciones equilibradas y la parcela se verá rectangular y bien posicionada.

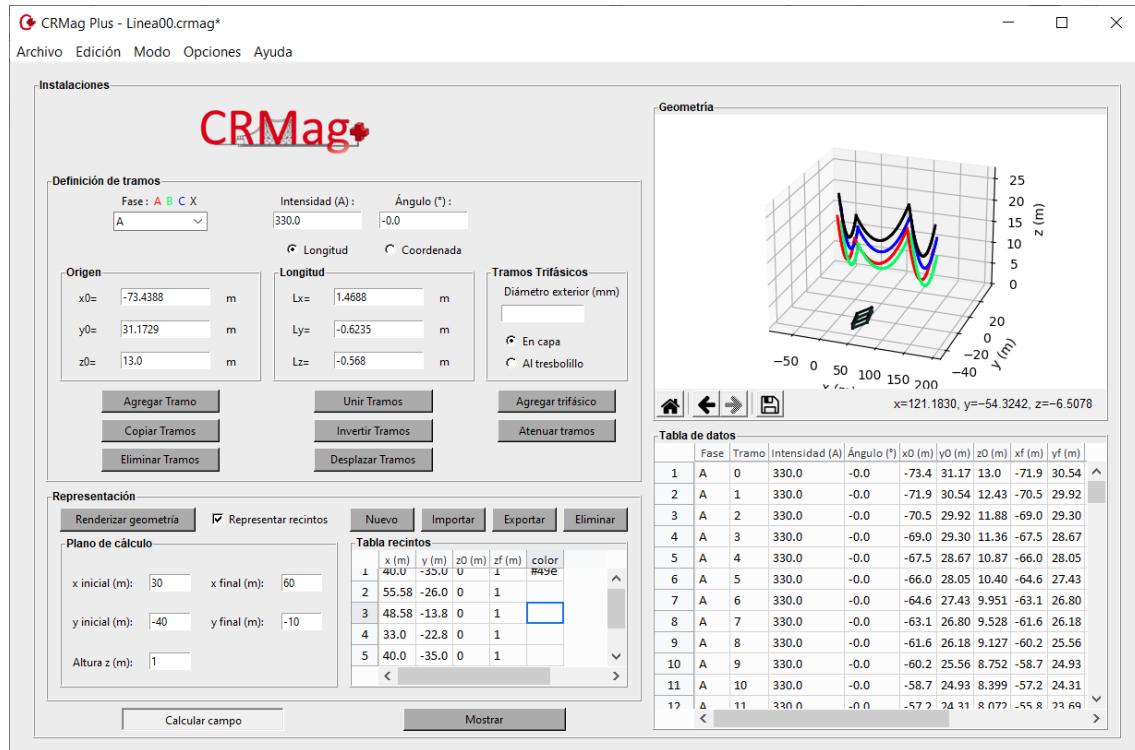


Gráfica de geometría



Finalmente, se puede estudiar el campo en un plano que incluya la parcela para comprobar los resultados, poniendo el tipo de gráfica que se quiera mostrar, por ejemplo, utilizando el menú *Opciones>Tipo de gráfica>Gráfica 2D de contorno*.





Introducción de datos

Datos de la instalación:

Nº de tramos: 600
Nº de transformadores: 0

Incluir tramos en el cálculo

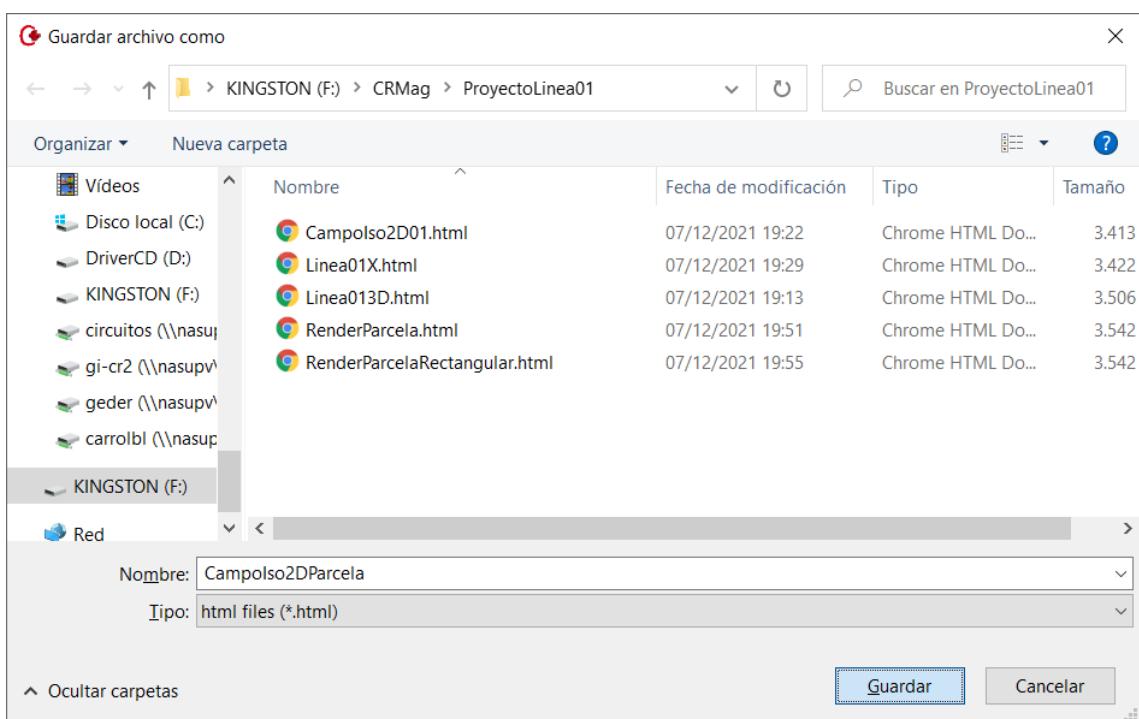
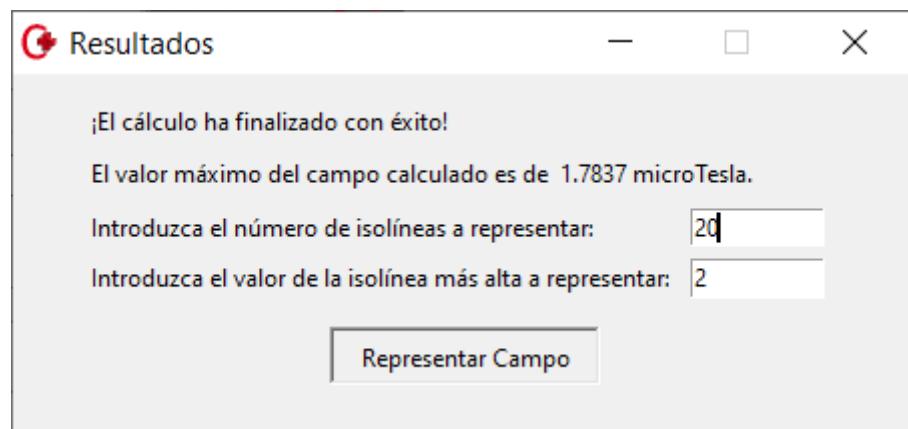
Nota: No se recomienda simular los tramos y los transformadores juntos.
Es más conveniente estudiar la influencia de cada elemento por separado.
Más información en el manual del software.

Parámetros de cálculo:

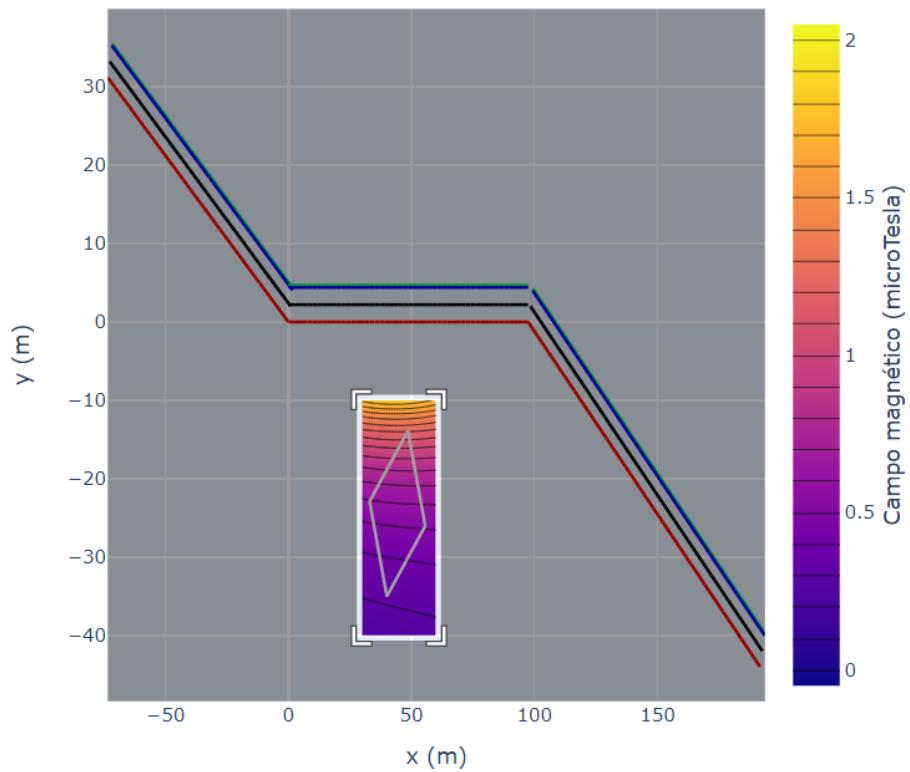
Separación x:	2
Separación y:	2
Puntos por tramo:	100

Confirmar

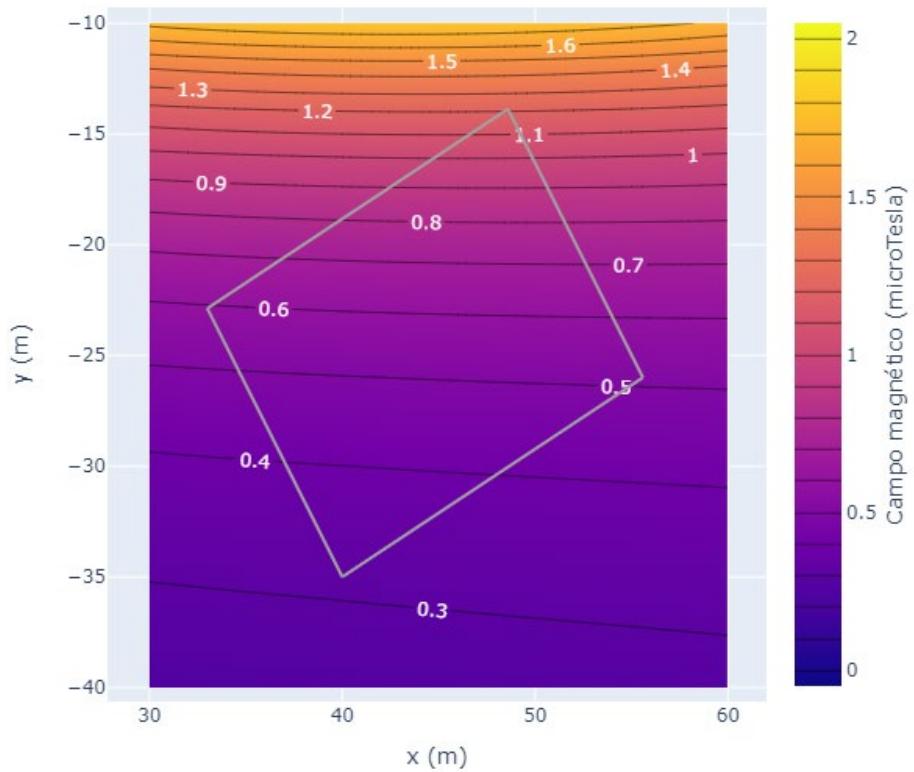
El valor de 100 puntos por tramo puede ser adecuado para este cálculo, ya que la línea es una catenaria formada por muchos pequeños tramos rectilíneos.



Campo magnético (microTesla)



Campo magnético (microTesla)



Con todo lo visto en esta sección se puede estudiar la influencia de una línea aérea sobre su entorno.

7 Glosario de comandos

En este listado aparecen todos los comandos y las páginas en las que se puede consultar información sobre cada uno. El número de página que se muestra es aquel en el que comienza un epígrafe del manual en el cual se cita o se da información del comando en cuestión. Para facilitar su consulta, se han clasificado en diversos grupos.

7.1 Menú Archivo

Comando	Atajo de teclado	Página
Nuevo...	Ctrl+N	11, 193
Abrir...	Ctrl+O	11
Abrir reciente		13
Guardar	Ctrl+S	13, 89, 133, 151, 179, 193, 216, 226
Guardar como...	Ctrl+Shift+S	11, 133, 193
Importar>Archivo *.xlsx		115
Importar>Archivo *.csv		115
Importar>Archivo *.crm		115
Exportar>Archivo *.xlsx		115
Exportar>Archivo *.csv		115
Salir	Alt+F4	115

7.2 Menú Edición

Comando	Atajo de teclado	Página
Pegar en celdas seleccionadas	F1	89
Eliminar tablas	F10	115
Reubicar recintos	Ctrl+R	89, 250
Reordenar ascendente ⁽¹⁾	F6	33, 54
Reordenar descendente ⁽¹⁾	F7	33, 89
Renumerar tramos	F3	115
Preferencias...	Ctrl+P	9, 24, 33, 54, 64, 74, 79, 115, 133, 174, 179, 193, 250

⁽¹⁾ El atajo de teclado solo funciona si hay una única columna seleccionada, en caso contrario hay que utilizar directamente el menú para seleccionar la columna por la que se desea reordenar.

7.3 Menú Modo

Comando	Atajo de teclado	Página
Instalaciones	Ctrl+I	14, 17, 151, 156, 179
Líneas	Ctrl+L	14, 193, 193
Transformadores	Ctrl+T	14, 133, 156, 167, 167, 179

7.4 Menú Opciones

Comando	Atajo de teclado	Página
Idioma		9

Tipo de gráfica>Gráfica 2D de contorno	79, 89, 162, 179, 242, 250
Tipo de gráfica>Gráfica 3D de superficie	79, 174
Tipo de gráfica>Grafica cortes en 2D	79, 110, 162, 242

7.5 Menú Ayuda

Comando	Atajo de teclado	Página
Ayuda de CRMag+		115
Acerca de CRMag+		115

7.6 Modo instalaciones

En este apartado se clasifican todos los controles existentes en el modo de instalaciones.

7.6.1 Panel de definición de tramos

Comando	Atajo de teclado	Página
Fase (desplegable)		17, 24, 54
Intensidad (entrada)		17
Ángulo (entrada)		17
x0 (entrada)		17
y0 (entrada)		17
z0 (entrada)		17
Longitud/Coordenada (selector)		17
Lx (entrada) ⁽¹⁾		17
Ly (entrada) ⁽¹⁾		17
Lz (entrada) ⁽¹⁾		17
xf (entrada) ⁽²⁾		17
yf (entrada) ⁽²⁾		17
zf (entrada) ⁽²⁾		17
Diámetro exterior (entrada)		59
En capa/Al tresbolillo (selector)		59
Agregar Tramo (botón)		17, 33
Copiar Tramos (botón)		24, 33
Eliminar Tramos (botón)		33
Unir Tramos (botón)		33, 54
Invertir Tramos (botón)		33, 54
Desplazar Tramos (botón)		54, 250
Agregar trifásico (botón)		59
Atenuar tramos (botón)		89

⁽¹⁾ Solo se muestran cuando el selector está en Longitud

⁽²⁾ Solo se muestran cuando el selector está en Coordenada

7.6.2 Panel de geometría

Comando	Atajo de teclado	Página
Clic izquierdo y arrastrar (giro)		31, 54
Clic derecho y arrastrar (zoom)		31
Casa (herramienta)		31

Flecha izquierda (herramienta)	31
Flecha derecha (herramienta)	31
Disquete (herramienta)	31

7.6.3 Panel de tabla de datos

Comando	Atajo de teclado	Página
Cut (cortar) ⁽¹⁾	Ctrl+X	51
Copy (copiar) ⁽¹⁾	Ctrl+C	51
Paste (pegar) ⁽¹⁾	Ctrl+V	51
Delete (suprimir) ⁽¹⁾	Supr	51
Delete rows (eliminar filas) ⁽²⁾		51
Insert rows above (insertar filas encima) ⁽²⁾		51
Insert rows below (insertar filas debajo) ⁽²⁾		51
Seleccionar todas las celdas ⁽³⁾	Ctrl+A	51
Deshacer	Ctrl+Z	51

⁽¹⁾ Se muestran al hacer clic derecho.

⁽²⁾ Se muestran al hacer clic derecho en encabezados de filas.

⁽³⁾ No es equivalente a seleccionar todas las filas ni a seleccionar todas las columnas.

7.6.4 Panel de representación

Comando	Atajo de teclado	Página
Renderizar geometría (botón)		74, 156, 250
Representar recintos (on/off)		64, 250
Nuevo		64, 250
Importar		89
Exportar		89
Eliminar		89, 115
Tabla de recintos ⁽¹⁾		64, 250
x inicial		79, 162, 167, 250
x final		79, 162, 167, 250
y inicial		79, 162, 167, 250
y final		79, 162, 167, 250
Altura z		79, 162, 167, 250
Calcular campo (botón)		79, 89, 162, 167, 179, 250
Mostrar (botón)		79, 162, 174, 179

⁽¹⁾ Similar a la tabla de datos, pero sin opciones de insertar o eliminar filas. Ver 7.6.3 Panel de tabla de datos.

7.6.5 Gráficas de resultados

Comando	Atajo de teclado	Página
---------	------------------	--------

Cámara de fotos (herramienta)	74
Zoom (herramienta)	74, 162, 179, 242, 250
Desplazamiento (herramienta)	74, 179
Rotación en órbita (herramienta)	74
Giro (herramienta)	74
Casa (herramienta)	74

7.7 Modo transformadores

En este apartado se clasifican todos los controles existentes en el modo de transformadores.

7.7.1 Panel de tipo de transformador

Comando	Atajo de teclado	Página
De distribución seco (selector)		133, 139
De distribución en aceite(selector)		133, 139
De subestación en aceite (selector)		133, 179

7.7.2 Panel de datos de transformador

Comando	Atajo de teclado	Página
Cargar transformador (botón)		139
Estimar datos (botón)		133, 139, 179
Frecuencia (entrada)		133, 139
Tensión baja (entrada)		133, 139, 179
Potencia (desplegable) ⁽¹⁾		133, 139
Potencia (entrada) ⁽²⁾		179
Autotransformador (on/off) ⁽²⁾		179
Tensión alta (entrada) ⁽²⁾		179
A (entrada)		133, 139, 179
B (entrada)		133, 139, 179
H (entrada)		133, 139, 179
I0 (entrada)		133, 139, 179
Fase 1 (entrada)		133, 139
Fase 2 (entrada)		133, 139
Fase 3 (entrada)		133, 139

⁽¹⁾ Solo se muestran cuando el selector está en De distribución seco o De distribución en aceite

⁽²⁾ Solo se muestran cuando el selector está en De subestación en aceite

7.7.3 Panel de modelo de transformador

Comando	Atajo de teclado	Página
Representar esquema (botón)		139, 179
Guardar transformador (botón)		139, 179

7.7.4 Panel de transformadores en proyecto

Comando	Atajo de teclado	Página
Agregar transformador (botón)		151, 167, 179

Tabla de transformadores ⁽¹⁾	151, 167, 179
Reubicar transformador (botón)	156
Eliminar transformador (botón)	151

⁽¹⁾ Similar a la tabla de datos, pero sin opciones de insertar o eliminar filas. Ver 7.6.3
Panel de tabla de datos.

7.8 Modo líneas

En este apartado se clasifican todos los controles existentes en el modo de líneas.

7.8.1 Panel de conductores

Comando	Atajo de teclado	Página
Tabla de armados ⁽¹⁾		193
Círculo 1 (panel)		193
Cable de guarda 1 (panel)		193
Círculo 2 (panel)		193
Cable de guarda 2 (panel)		193
Estimar corrientes (botón)		193
Representar armado (botón)		193
Guardar armado (botón)		193
Cargar armado (botón)		193

⁽¹⁾ Similar a la tabla de datos, pero sin opciones de insertar o eliminar filas. Ver 7.6.3
Panel de tabla de datos.

7.8.2 Panel de definición de líneas

Comando	Atajo de teclado	Página
Tabla de vanos ⁽¹⁾		207, 216, 226, 242, 250
Nuevo vano (botón)		207, 216, 226
Editar vano (botón)		216
Eliminar vano (botón)		216
Guardar línea (botón)		226
Cargar línea (botón)		226
Renderizar línea (botón)		240

⁽¹⁾ Similar a la tabla de datos, pero sin opciones de insertar o eliminar filas. Ver 7.6.3
Panel de tabla de datos.

7.8.2.1 Pantalla de datos del vano

Esta pantalla aparece al clicar en Nuevo vano o al seleccionar una fila de la tabla de vanos y clicar en Editar vano.

Comando	Atajo de teclado	Página
Desde el apoyo o Desde el último punto (selector)		207
Ángulo de giro o Ángulo de desvío (selector)		216
Grados sexagesimales o Grados centesimales (selector)		216

Ángulo respecto al vano previo (entrada)	216, 226
Tabla de datos del terreno ⁽¹⁾	207, 216
Importar (botón)	216, 226
+ (botón)	207
- (botón)	207
Tres puntos o Dos puntos y parámetro h (selector)	207
zi (entrada)	207, 226
zm (entrada) ⁽²⁾	207, 226
h (entrada) ⁽³⁾	207, 226
zf (entrada)	207
Aceptar (botón)	207, 216, 226
Cancelar (botón)	207

⁽¹⁾ Similar a la tabla de datos, pero sin opciones de insertar o eliminar filas. Ver 7.6.3 Panel de tabla de datos.

⁽²⁾ Solo se muestran cuando el selector está en Tres puntos

⁽³⁾ Solo se muestran cuando el selector está en Dos puntos y parámetro h

7.8.3 Panel superficie de cálculo

Comando	Atajo de teclado	Página
y inicial (entrada)		242
y final (entrada)		242
Altura sobre el terreno (Entrada)		242
Calcular campo (botón)		242
Mostrar (botón)		242
Exportar (botón)		250