

ÍNDICE

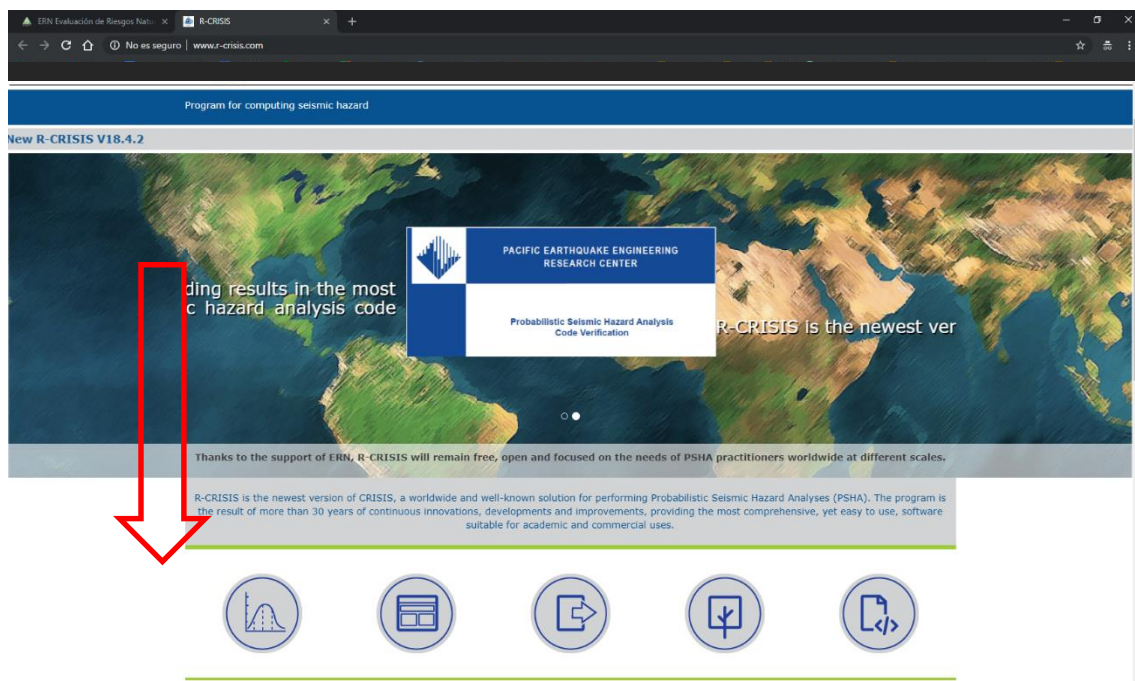
INTRODUCCIÓN	2
DESCARGA E INSTALACIÓN DEL PROGRAMA R - CRISIS	2
CÁLCULO DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA	4
DATOS DE ENTRADA	6
PRIMEROS PASOS. GENERACIÓN DE FICHERO.DAT	6
CARTOGRAFÍA BASE (OPCIONAL)	7
MALLA DE CÁLCULO	8
FUENTES SÍSMICAS	9
DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA DE LAS FUENTES SÍSMICAS	9
DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SISMICIDAD DE LAS FUENTES SÍSMICAS	10
MODELO DE MOVIMIENTO FUERTE	11
MOVIMIENTO A ESTIMAR	13
OTROS PARÁMETROS DE CÁLCULO	14
PARÁMETROS DE INTEGRACIÓN	15
PERIODOS DE RETORNO	15
EJECUCIÓN Y VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS	16
ERRORES O ADVERTENCIAS	16
RESULTADOS	17

INTRODUCCIÓN

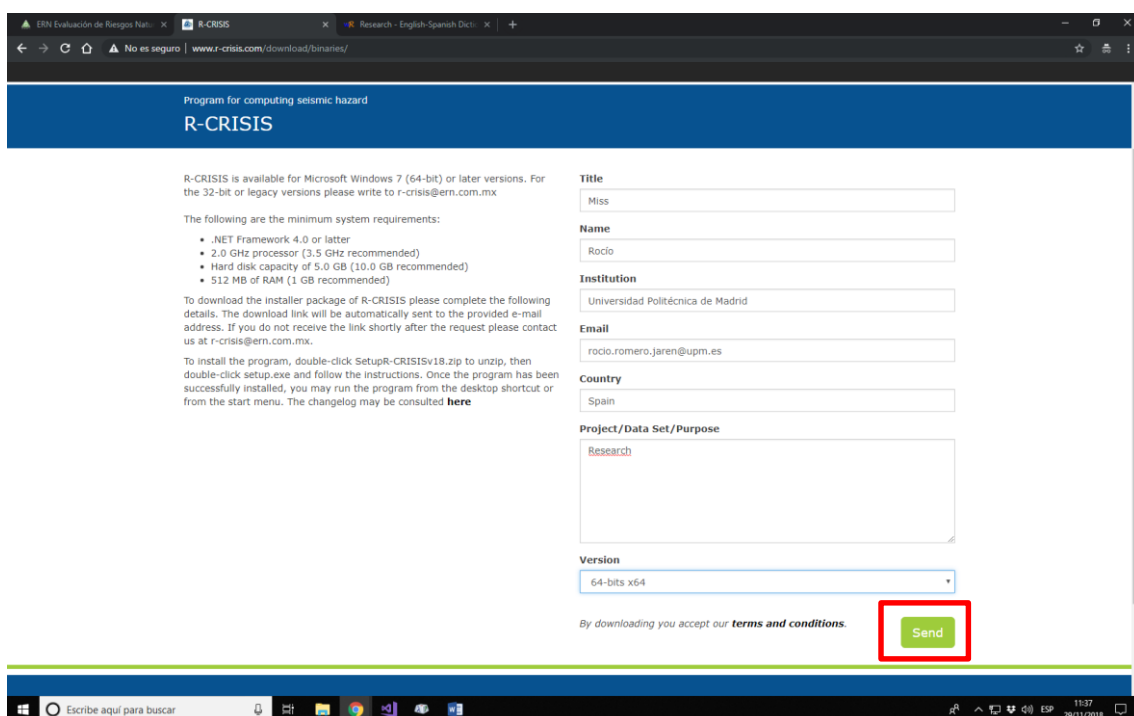
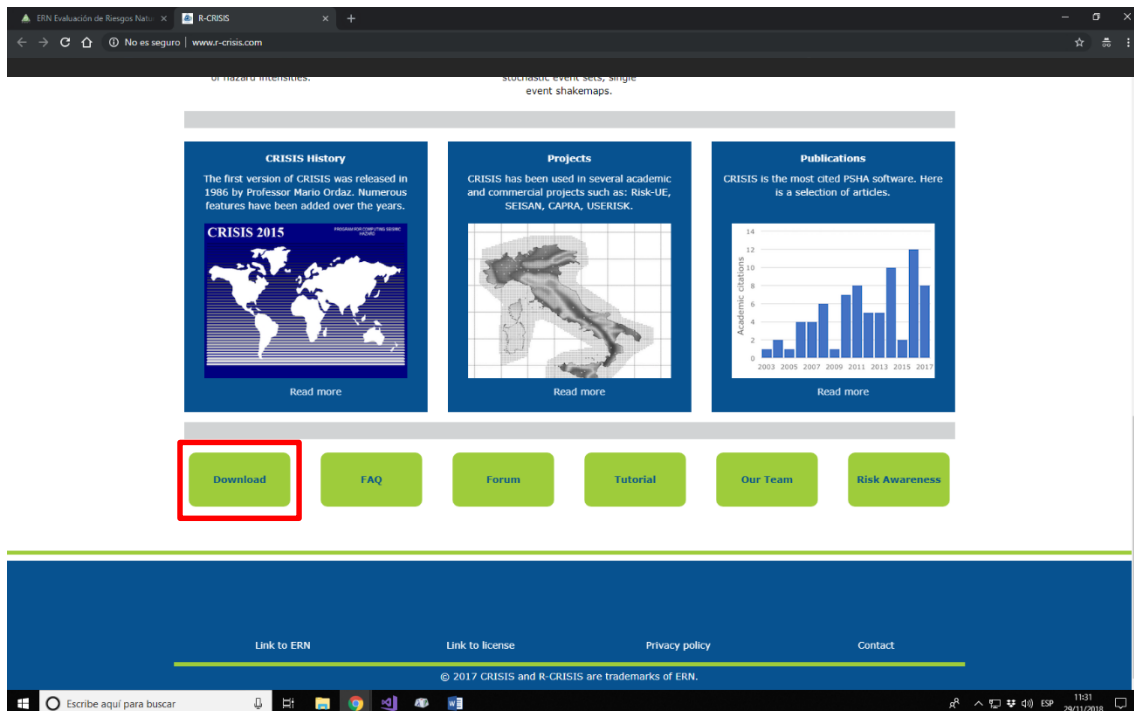
El **programa CRISIS** (desarrollado por [ERN](http://www.ern.es)) permite realizar el cálculo de la peligrosidad sísmica en uno o varios emplazamientos aplicando el método zonificado (para fuente tipo zona) y con un modelo de Gutenberg-Richter doblemente truncado o de terremoto característico (para fuentes tipo falla), entre otros. El programa provee una interfaz gráfica que ayuda al usuario a comprender los pasos que realiza a la hora de definir los datos de entrada y de interpretar los resultados

DESCARGA E INSTALACIÓN DEL PROGRAMA R - CRISIS

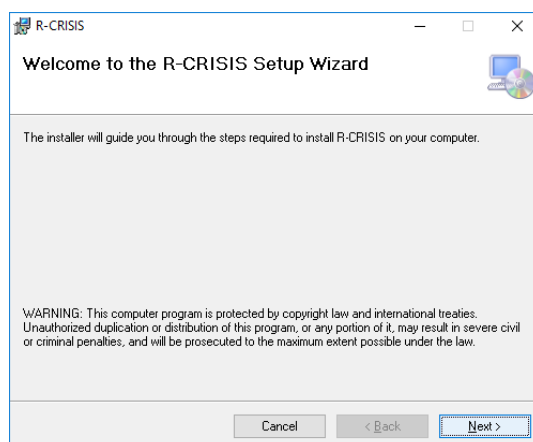
El instalador del programa debe solicitarse en la página oficial de R-CRISIS (<http://www.r-crisis.com/>). Hay que completar una encuesta en la que se indica el correo electrónico. Pasados unos minutos llega un correo con un enlace desde el cual se puede descargar el instalador del programa.



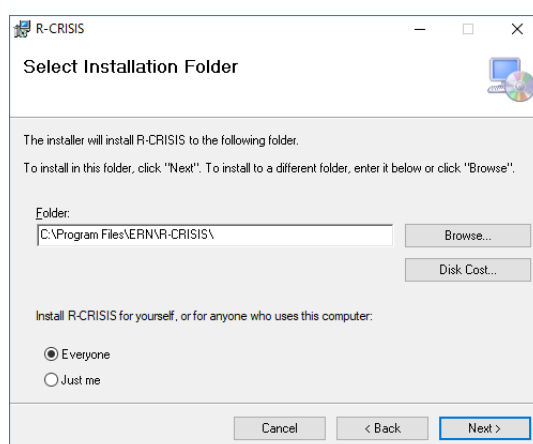
CÁLCULO DE PELIGROSIDAD CON EL PROGRAMA R- CRISIS V.20.0.0



Instalar el programa R- CRISIS ejecutando "SetupR-CRISIS x64". Seguir los pasos del asistente de instalación:



Por defecto, el programa se instala en la carpeta de “Program Files”:



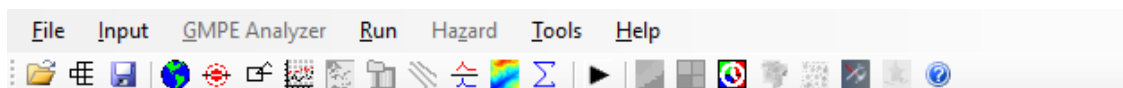
Una vez finalizada la instalación hay que ir a la ruta de la carpeta especificada en la instalación para ejecutar el programa y empezar a trabajar.



CÁLCULO DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA

A continuación se detallan los pasos que se deberán ir realizando para cargar y configurar los parámetros de cálculo necesarios para la estimación de la peligrosidad sísmica. El ejemplo aquí explicado se centra en un cálculo de amenaza para el país de Costa Rica.

Se explica la secuencia de pasos a realizar utilizando los botones de la barra principal de la interfaz de usuario de R-CRISIS que se van a ir configurando hasta llegar a la ejecución final del programa para la obtención de resultados:



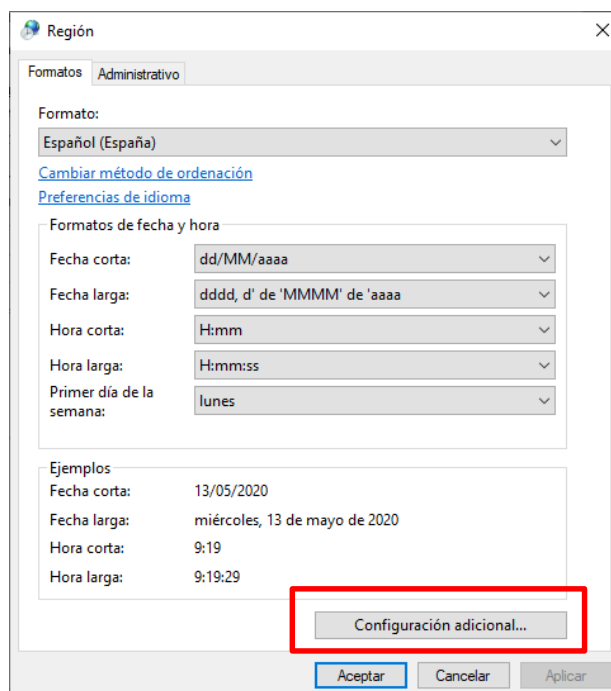
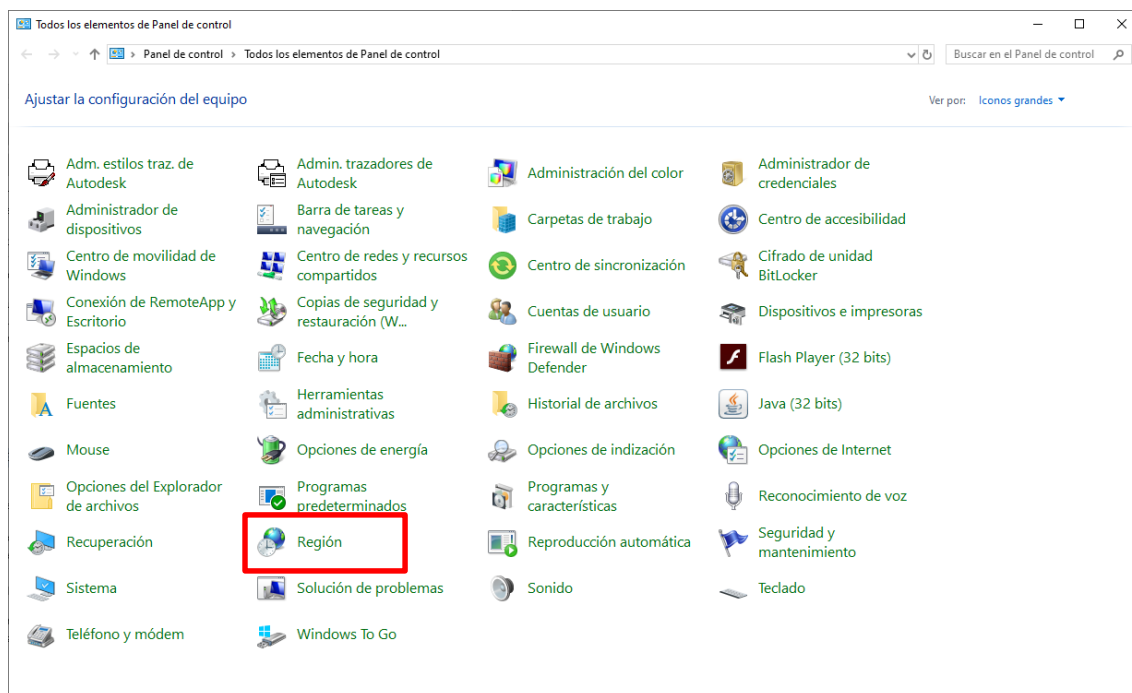
(Pinchar sobre cada icono es equivalente a utilizar las pestañas superiores de “File, Input, Run, etc”)

Nota general: R-CRISIS dispone de una ayuda muy completa en donde se puede consultar el significado de cualquier parámetro o pantalla específica a completar para el cálculo de peligrosidad. Se puede acceder a la ayuda general pinchando sobre la pestaña “Help”. Además, pulsando la tecla “F1” podemos acceder

a la ayuda en cualquier momento, obteniendo directamente la información sobre el parámetro o pestaña en la que estamos en ese momento y de la que queremos obtener más información.

IMPORTANTE: Después de hacer cualquier cambio en alguno de los pasos, dar siempre al botón de guardar para conservar tales modificaciones. Si cerramos sin guardar, cualesquiera de los cambios realizados no serán guardados. **Crisis no guarda de forma automática.**

IMPORTANTE: La configuración para los números debe ser la siguiente: punto para separación decimal y coma para salto de línea. De lo contrario, el programa no será capaz de leer los archivos de geometrías u otros parámetros. La configuración de los números, se hace a través del panel de control.



Personalizar formato

Números Moneda Hora Fecha Ordenación

Ejemplo
Positivo: 123 456 789.00 Negativo: -123 456 789.00

Símbolo decimal: .

Número de dígitos decimales: 2

Símbolo de separación de miles:

Número de dígitos en grupo: 123 456 789

Símbolo de signo negativo: -

Formato de número negativo: -1.1

Mostrar ceros a la izquierda: 0.7

Separador de listas: ,

Sistema de medida: Métrico

Haga clic en Restablecer para restaurar la configuración predeterminada de números, moneda, hora y fecha.

Restablecer


Aceptar Cancelar Aplicar

DATOS DE ENTRADA

- Geometría de las zonas
- Parámetros sísmicos que caracterizan cada zona
- Modelos de movimiento fuerte
- Otros datos: cartografía base

PRIMEROS PASOS. GENERACIÓN DE FICHERO.DAT

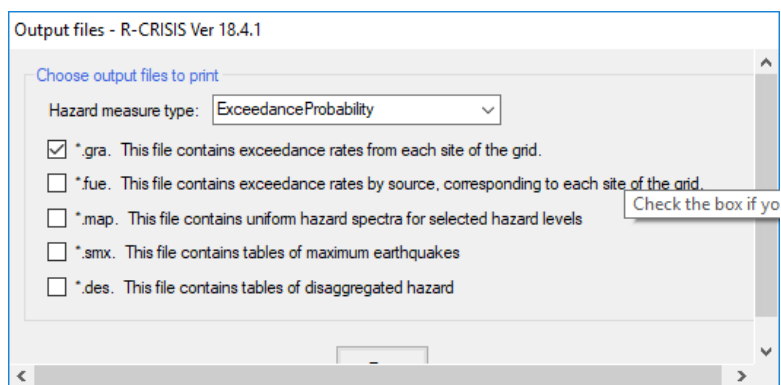
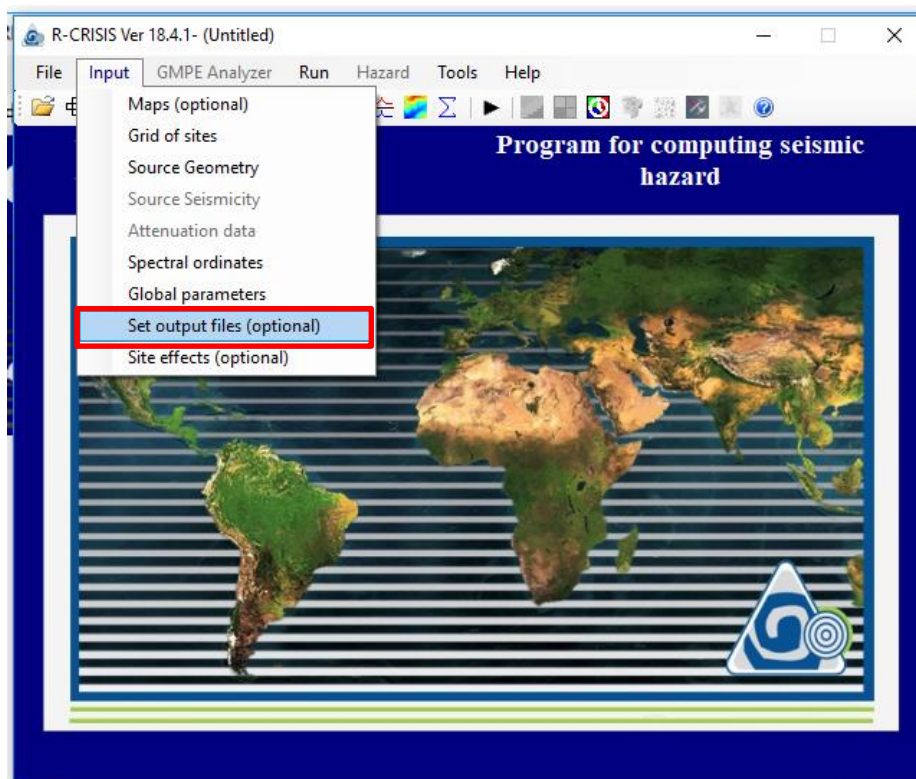
Los archivos generados por R-CRISIS donde se recoge toda la información con la configuración de los parámetros de cálculo para la posterior estimación de la peligrosidad son ficheros con extensión .dat.

Se puede abrir un fichero de r-CRISIS (.dat) ya existente (pinchando sobre  o File → Open), o empezar a generar uno nuevo (File→ New).

A continuación pulsar sobre el botón de guardar () para generar el fichero .dat correspondiente.

También es posible crear el archivo .dat desde un editor de texto. Para llevar a cabo esta acción es muy importante conocer la estructura y formatos del archivo.

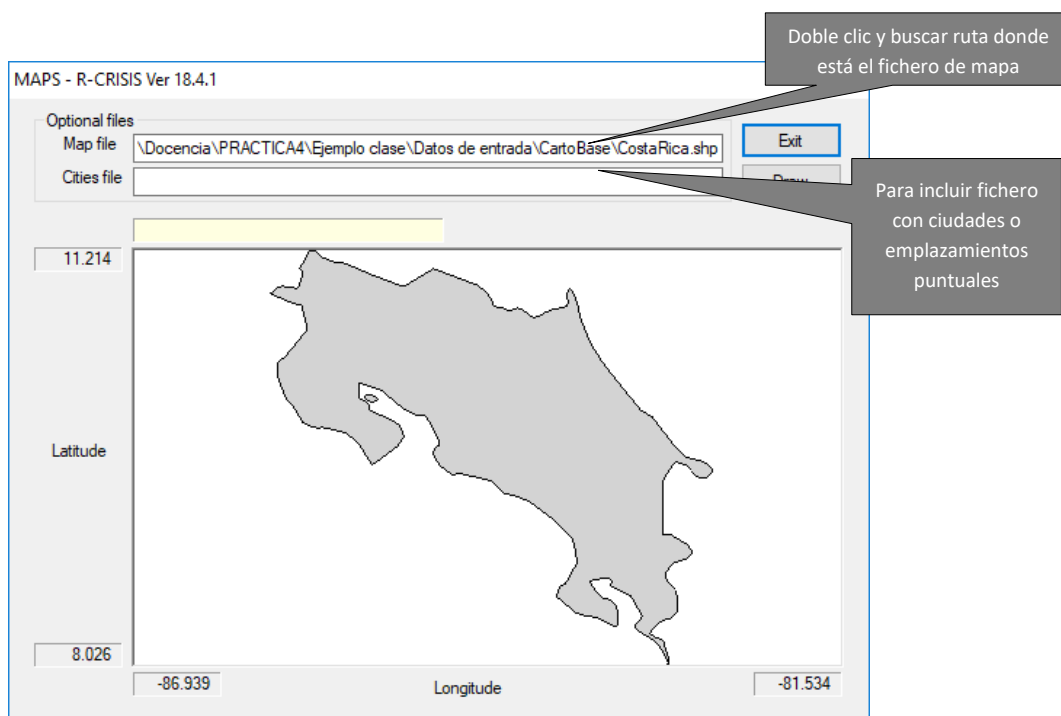
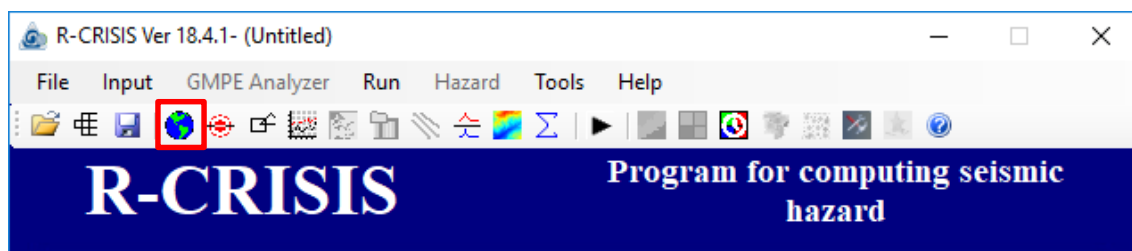
IMPORTANTE. Es importante seleccionar los output que se quieren generar:



CARTOGRAFÍA BASE (OPCIONAL)

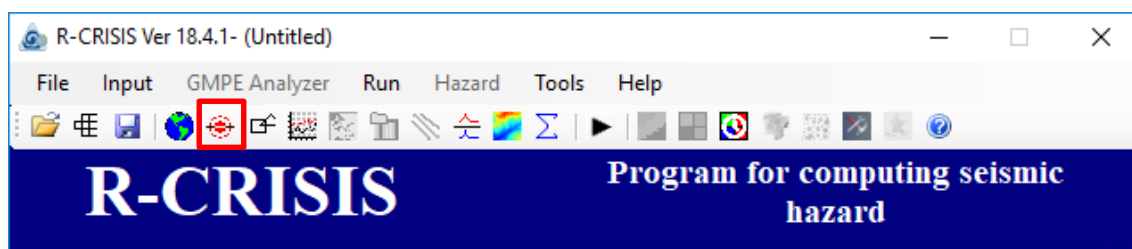
IMPORTANTE. Crisis trabaja con coordenadas geográficas.

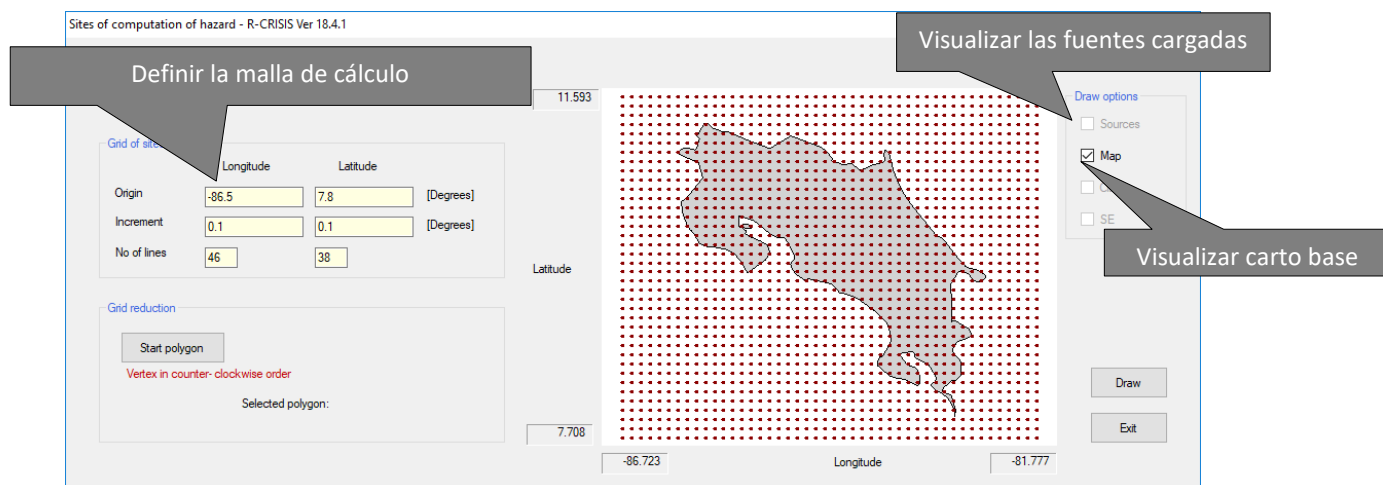
Aunque no es obligatorio, existe la opción de incluir una cartografía base que sirva de referencia y ayude a definir en el siguiente paso la malla de cálculo a utilizar para cubrir nuestra zona de estudio. Se pueden cargar ficheros *shapefile* con el contorno del área de estudio (países, término municipal, etc.) o datos puntuales correspondientes a emplazamientos concretos.



MALLA DE CÁLCULO

Se define la malla de puntos en los que se va a estimar la peligrosidad. Se necesita definir las coordenadas de su punto origen (esquina inferior izquierda), así como el incremento (en grados) y el número de líneas en longitud y latitud.





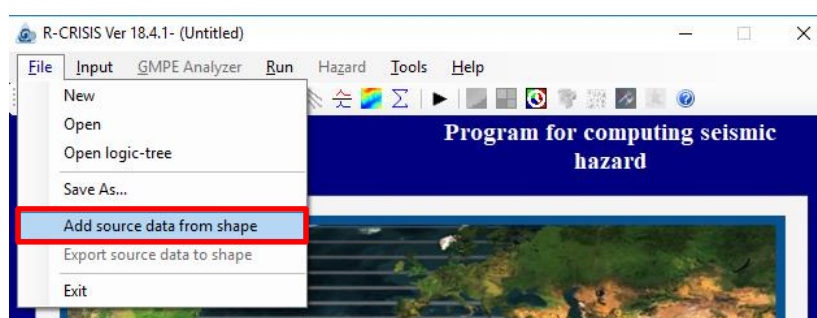
FUENTES SÍSMICAS

DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA DE LAS FUENTES SÍSMICAS

R - CRISIS tiene la opción de importar datos de la fuente de tres maneras:

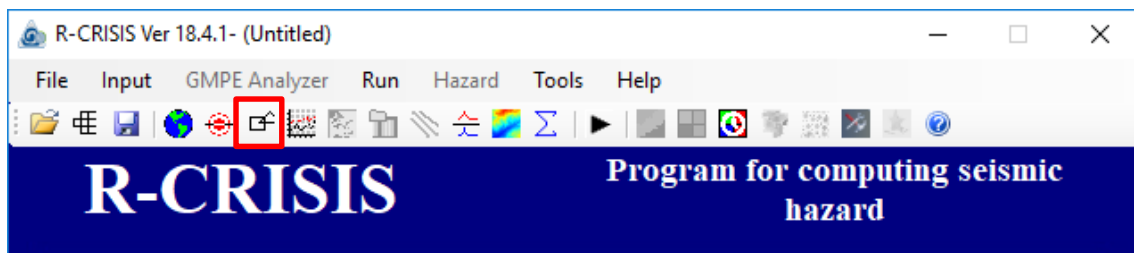
- Desde un fichero *shapefile*
- Editando el archivo .dat. Como se ha dicho al inicio del guion, esta forma de incorporar información sobre la fuente solo se recomienda si se conoce en detalle la estructura del fichero .dat.
- Incluyendo los vértices de las zonas desde la ventana del programa.

La opción que genera menos problemas ("más fácil") es la primera, importar la geometría de las fuentes sísmicas desde un fichero *shapefile*. Las zonas se dividen en diferentes *shapefile* en función del régimen: cortical, interfase, intraplaca.



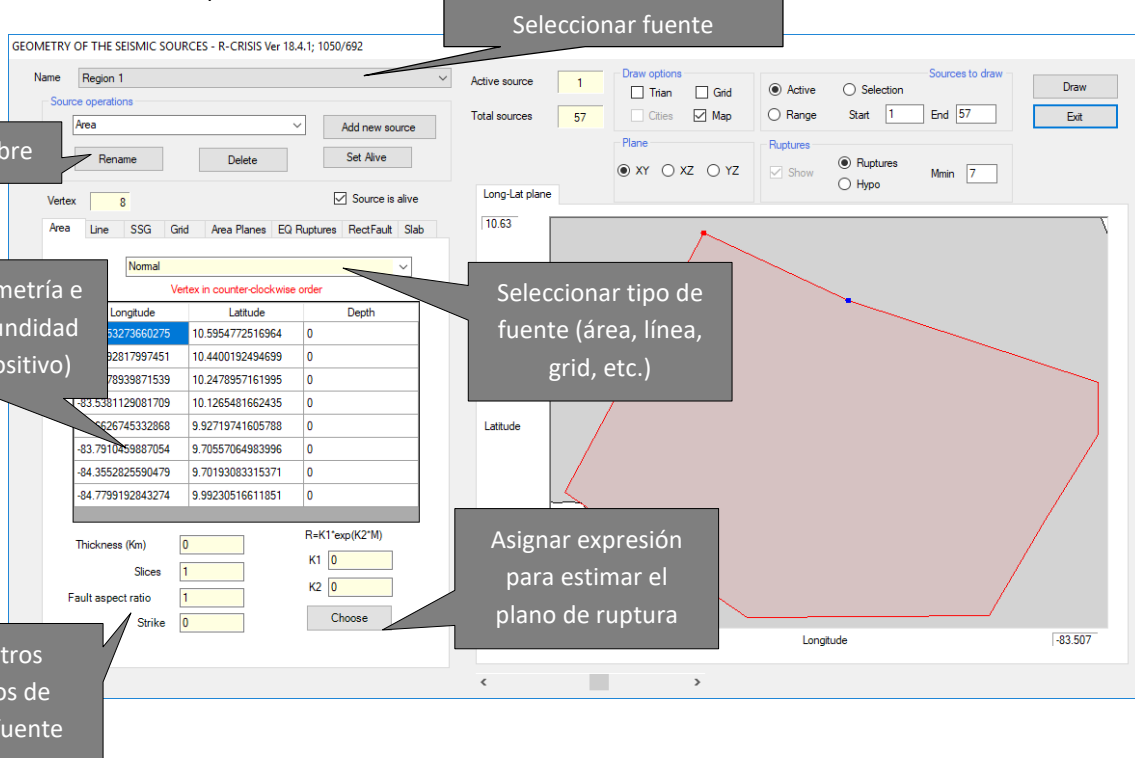
En caso de que la geometría no haya sido importada desde un fichero *shapefile*, se debería ir creando una a una todas las fuentes sísmicas e ir metiendo a mano las coordenadas de todos los vértices de cada zona sismogénica.

IMPORTANTE. Los vértices deben incluirse en orden antihorario. El primer y último vértice no son coincidentes.



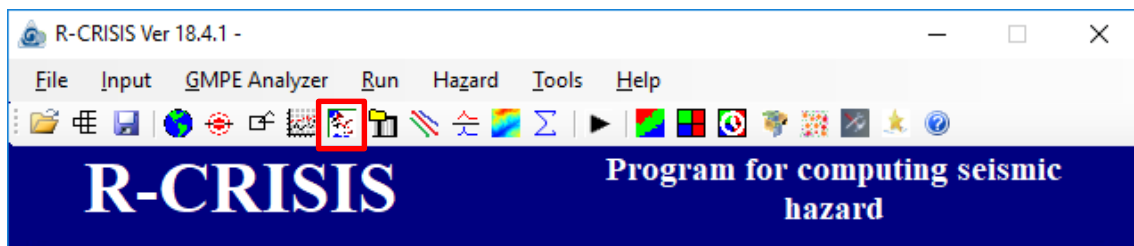
En este paso es posible:

- Visualizar y revisar la geometría de las fuentes e incluir la profundidad
- Añadir/Borrar fuentes sísmicas
- Incluir y/o modificar el nombre de cada zona.
- Definir relación entre la magnitud del evento y el tamaño del plano de ruptura
- Se puede desactivar alguna zona para que no sea considerada en el cálculo (para ello, dejar sin clicar la opción de "source is alive")



DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SISMICIDAD DE LAS FUENTES SÍSMICAS

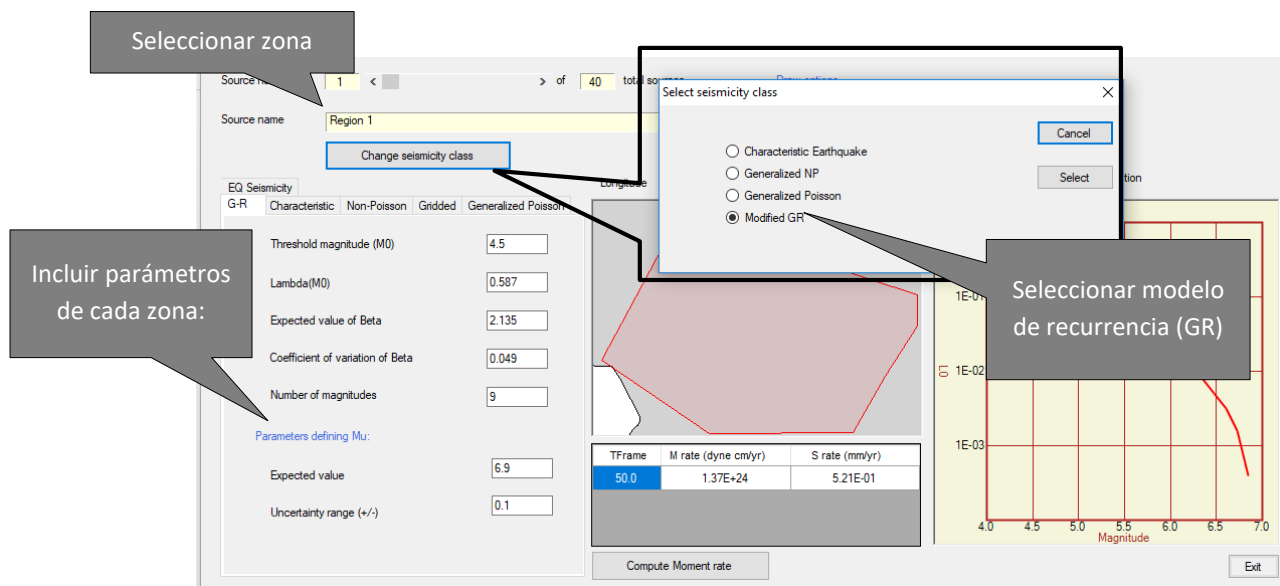
Parámetros de sismicidad (modelo de recurrencia de GR-mod):



Introducir los parámetros sísmicos que definen el potencial sísmico en cada zona. En este caso utilizamos el modelo de Gutenberg-Richter. Pero R-CRISIS da la opción de utilizar otros modelos de recurrencia.

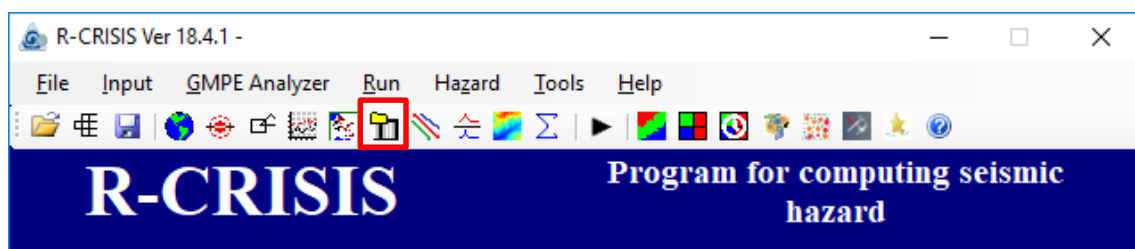
En este caso se debe ir introduciendo a mano los parámetros de sismicidad para cada zona. Los parámetros que deben incluirse son:

- Magnitud mínima (M_0)
- Tasa de la magnitud mínima ($\Lambda(M_0)$)
- Parámetro esperado de beta (β)
- Coeficiente de variación de beta ($\sigma\beta$)
- Número máximo de magnitudes. Lo habitual es poner 9.
- Magnitud máxima esperada (M_{max})
- Incertidumbre de la magnitud máxima (σM_{max})



MODELO DE MOVIMIENTO FUERTE

El siguiente paso es seleccionar los modelos de movimiento fuerte (MMF).



R-CRISIS tiene una lista de modelos ya programados. También existe la opción de utilizar algún modelo no incluido dentro de esta lista a través de la opción de "Attenuation table". En este caso se necesita un fichero con extensión .atn donde estén incluidas las aceleraciones estimadas para ese MMF.

En este paso es posible:

- Seleccionar los MMF a utilizar
- Ver las características de cada modelo
- Conocer el régimen tectónico para el que ha sido desarrollado.
- Visualizar los MMF seleccionados

- Asociar a cada zona el modelo correspondiente (en función de su régimen tectónico: cortical, interfase o intraplaca)

ATTENUATION DATA - R-CRISIS Ver 18.4.1

Coordinates: 1 Attenuation tables: 1

Añadir MMF

Add model Edit model Delete model Exit

Attenuation table: 1 Climent34_cortical

Plot of attenuation relation Source for model assignment GMPE description

Parameters

Magnitude: 7 Att. curve: Focal

Epic. Distance (Km): 20 Spectrum

Depth (Km): 10 Spect. Ord.: 1

Draw

Intensity in g for T=0.050

Visualización del modelo añadido

Long Lat

Add region Import SHP Del region Rename region

Vertex in counter-clockwise order

Attenuation Model Selection

Hybrid

Hybrid SPHERA

Gómez (2017)

Jaimes 2005, Mexico

McVerry et al (2006)

Reyes 1999 Mexico C

Atkinson (2008) ENA

Atkinson and Boore (2006)

Atkinson and Boore (2006), Vs30 explicit

Bindi et al (2017)

Campbell (2003)

Campbell (2003) for SHARE

Pezeshk et al, 2011

Pezeshk et al. (2018)

Tavakoli and Pezeshk (2005)

Toro et al (1997)

Youngs et al. (1997)

User Name: YoungsEtAl97

OK Cancel

Fault location: Interface Intralab

Soil type: Rock Soil

Sigma truncation: 0

Units coefficient: 981

Brief Description: GMPM for subduction zone earthquakes (interface and intraslab) range: 10 to 500; Valid magnitude range: 5 to 8.5; Type of distance metric: Rrup; R

Seleccionar modelo de los ya programados

Número de sigmas a las que queremos truncar el modelo (ϵ)

Incluir el nombre del modelo

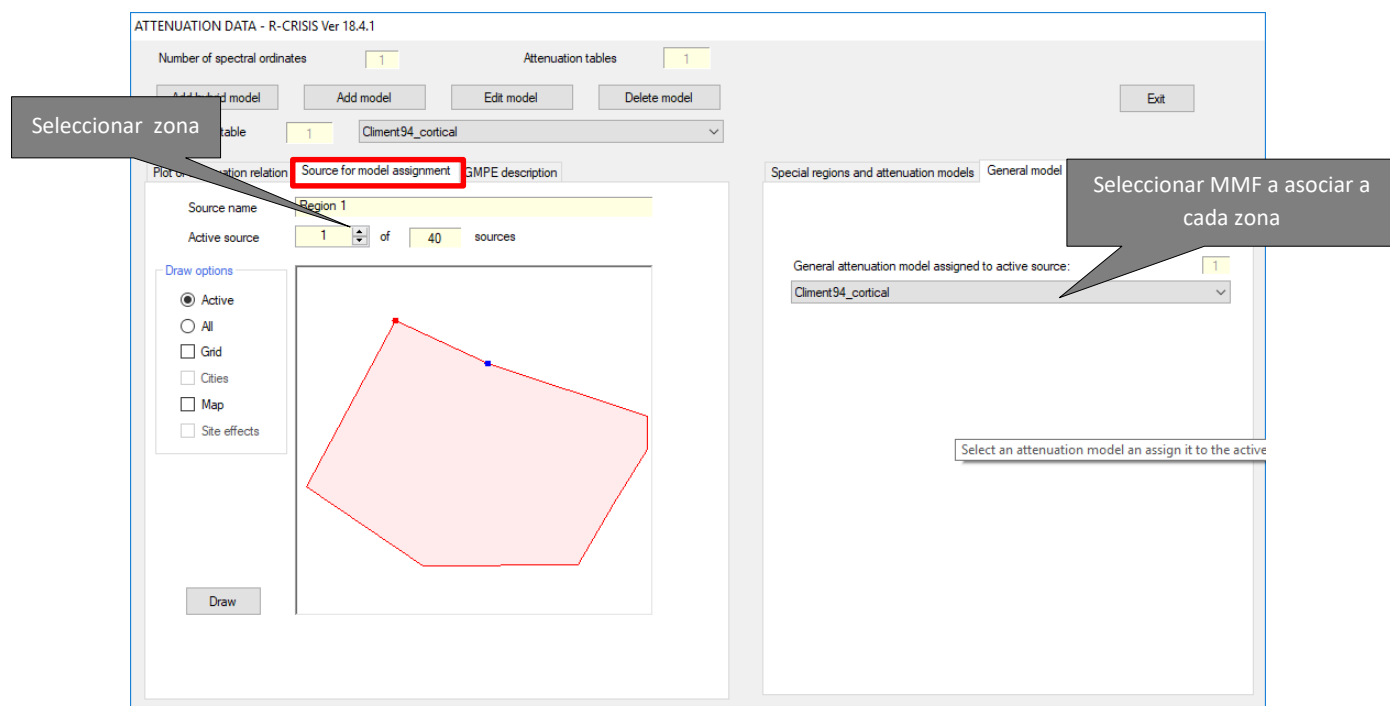
Incluir características del modelo

Las unidades del modelo deben coincidir con las unidades con las que queremos desarrollar los cálculos, si no hay que establecer la equivalencia en este cuadro. En caso de que el MMF estime el movimiento en las mismas unidades definidas para nuestro cálculo (ver siguiente paso de ésta guía) poner valor 1. Si no, poner la equivalencia (por ejemplo el valor de 981 para pasar de g a gales)

Descripción del modelo

Existe la opción, de no utilizar ninguno de los modelos incluidos en la lista de los que ya están programados dentro de R- CRISIS. La forma de utilizar otro modelo es generando un fichero con extensión *.atn* en donde se definen las aceleraciones estimadas por el modelo siguiendo una estructura determinada para que sea reconocido por el programa.

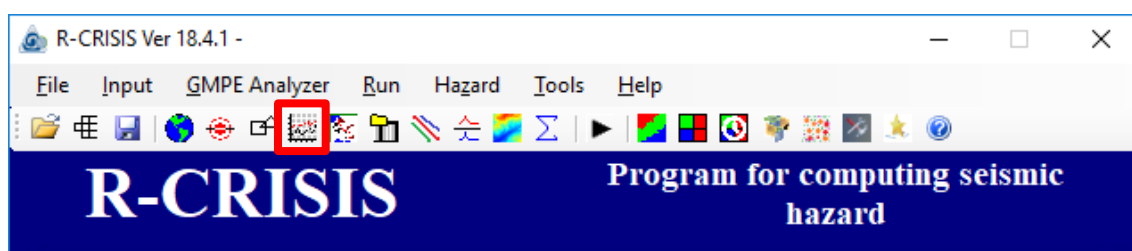
Una vez seleccionados los modelos con los que trabajar, se debe asociar a cada zona el modelo de movimiento fuerte adecuado según el régimen tectónico. Esta asignación debe ser realizada para todas y cada una de las fuentes incluidas en el cálculo:



MOVIMIENTO A ESTIMAR

Este paso permite configurar:

- Ordenadas espectrales (T) (número total de ordenadas para las cuales se va a estimar la peligrosidad y valor de cada una de ellas, esto es 0 segundos o PGA, 0.1s, 0.2s, etc)
- Niveles de aceleración (nivel mínimo y máximo para el que se calculará la probabilidad de excedencia de cada parámetro de movimiento)
- Unidades de cálculo (g o gales) (¡OJO! Estas son las que deben tener concordancia con las utilizadas por cada modelo de movimiento fuerte)
- Número de niveles de movimiento para los que se calculará la probabilidad de excedencia entre el límite inferior y superior indicados anteriormente (espaciados exponencialmente)



INTENSITIES FOR EACH SPECTRAL ORDINATE - R-CRISIS Ver 18.4.1

Spectral ordinates

Total number of spectral ordinates: Número de ordenadas espectrales

Actual spectral ordinate: Valor de la ordenada spectral

Structural period of actual spectral ordinate: Valores mínimos y máximos de movimiento

Lower limit of intensity level:

Upper limit of intensity level:

Spacing

☒ Log ☐ Linear ☐ PEER ☐ Large PEER

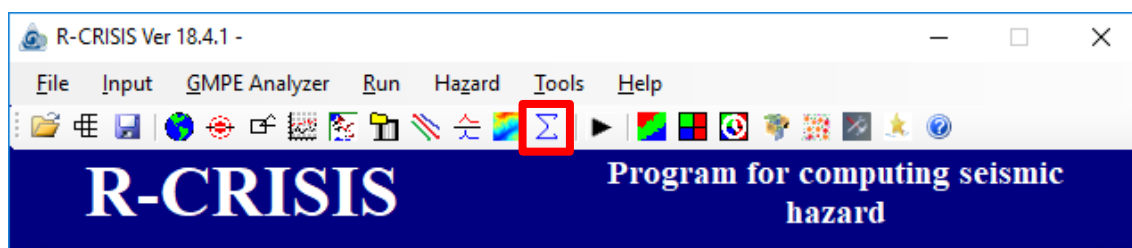
General values

Units: Unidades (debe coincidir con MMF)

Number of levels of intensity for which seismic hazard will be computed: Número de niveles de movimiento

OTROS PARÁMETROS DE CÁLCULO

Definir otros parámetros globales de cálculo



GLOBAL PARAMETERS - R-CRISIS Ver 18.4.1

Valores recomendados

Integration parameters

Maximum integration distance km

Minimum triangle size km

Minimum Distance/Triangle Size ratio

CAV filter

Time frame

50

Map return period (years)

Map return period (years)	PE in 50 years
100	3.93E-01
250	1.81E-01
500	9.52E-02
1000	4.88E-02
2500	1.98E-02

Exit

Periodos de retorno para los que se va a realizar el cálculo (relacionados con la probabilidad de excedencia en un tiempo de exposición de 50 años)

PARÁMETROS DE INTEGRACIÓN

- Distancia de integración máxima: distancia máxima (en km) para la cual las fuentes situadas a más de la distancia indicada serán ignoradas en el proceso de integración

Internamente, CRISIS divide cada fuente en triángulos (para la obtención de la función de densidad de distancias) hasta que se cumpla una de las dos condiciones siguientes definidas por el usuario:

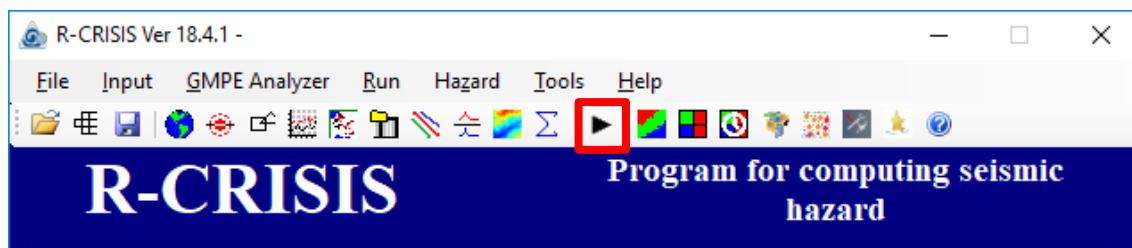
- Tamaño mínimo del triángulo: CRISIS subdivide cada fuente en triángulos hasta un tamaño mínimo especificado en este campo por el usuario. Por tanto, el triángulo se subdivide si sigue siendo grande.
- Relación tamaño del triángulo/distancia: Las fuentes se subdividirán hasta que la relación entre la distancia del emplazamiento - fuente y el tamaño del triángulo de la fuente considerada sea mayor que este número. Esto significa que el triángulo se subdivide si el sitio todavía no está lo suficientemente lejos.

PERIODOS DE RETORNO

Se pueden modificar los valores de los periodos de retorno que vienen por defecto. Además, se puede indicar valor 0 en los periodos que no se desea calcular.

EJECUCIÓN Y VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS

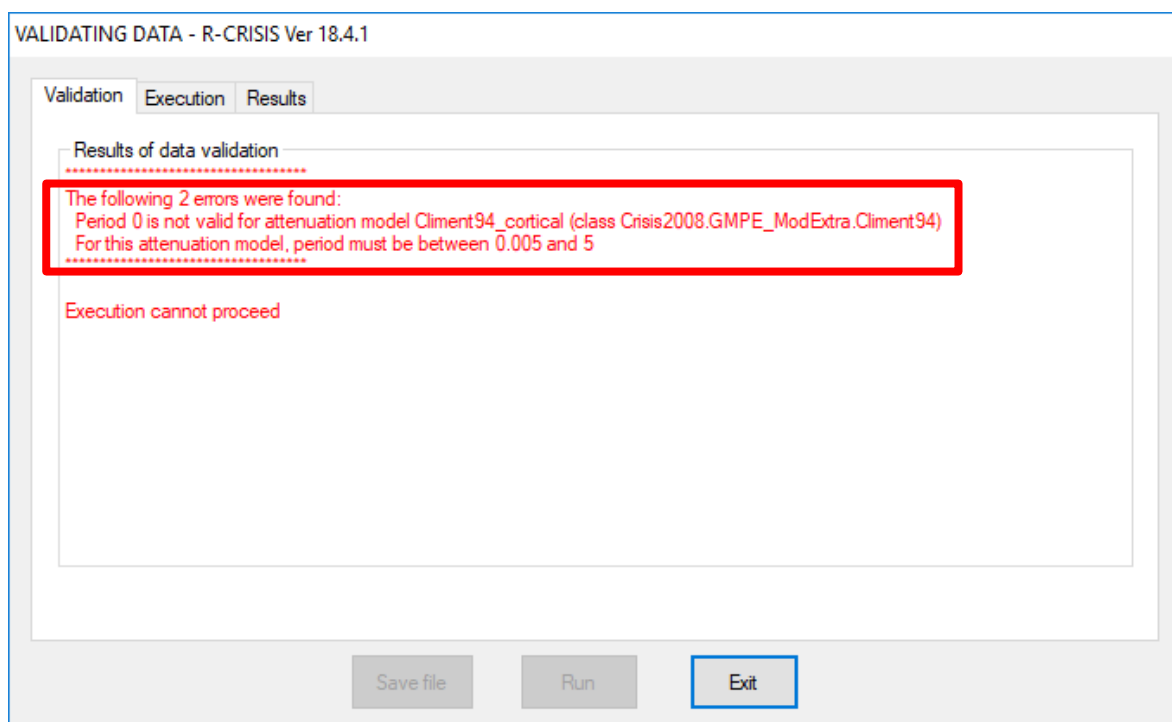
Una vez configurados todos los pasos explicados le damos al botón de “RUN” para realizar el cálculo.



ERRORES O ADVERTENCIAS

Si hay algún error, aparecerá una pantalla mostrando la información del problema. Si todo está correcto, CRISIS empieza a calcular.

Por ejemplo, a continuación, se muestra un ejemplo de error muy común. El valor de la ordenada espectral 1 no es adecuada para el modelo de atenuación seleccionado. Climent 94 tiene como valores mínimo y máximo de ordenada espectral: 0.005 y 5 s respectivamente. Por lo tanto, en el panel de configuración del movimiento a estimar, debemos indicar que el valor de la ordenada espectral 1 es 0.005 y no 0 s.



INTENSITIES FOR EACH SPECTRAL ORDINATE - R-CRISIS Ver 18.4.1

Spectral ordinates

Total number of spectral ordinates: 4

Actual spectral ordinate: 1

Structural period of actual spectral ordinate: 0.05

Lower limit of intensity level: 10

Upper limit of intensity level: 1000

Spacing

☒ Log ☐ Linear ☐ PEER ☐ Large PEER

General values

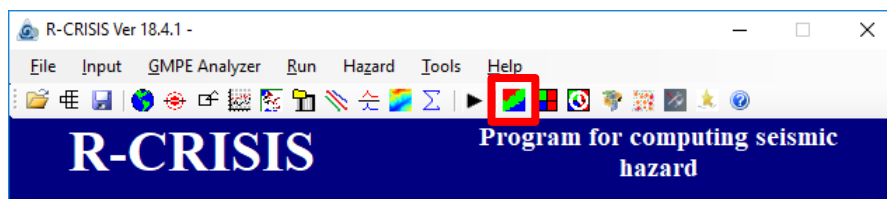
Units: g

Number of levels of intensity for which seismic hazard will be computed: 10

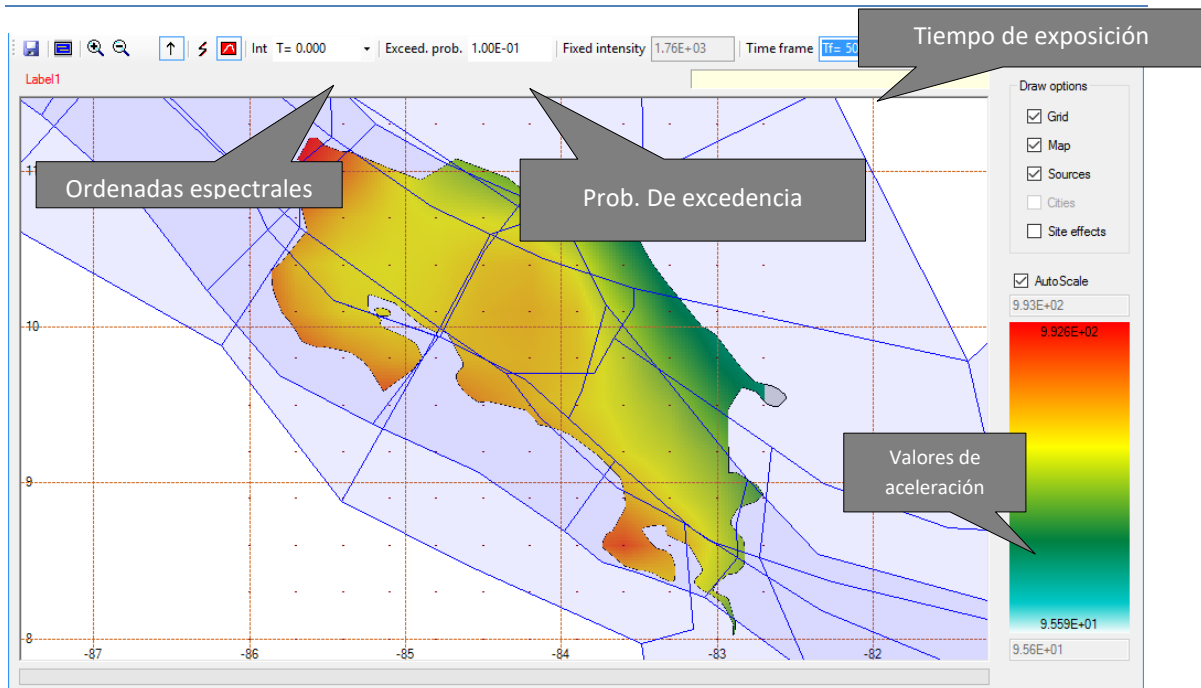
Exit

RESULTADOS

Para visualizar los resultados, pulsar el icono que aparece en la siguiente imagen:

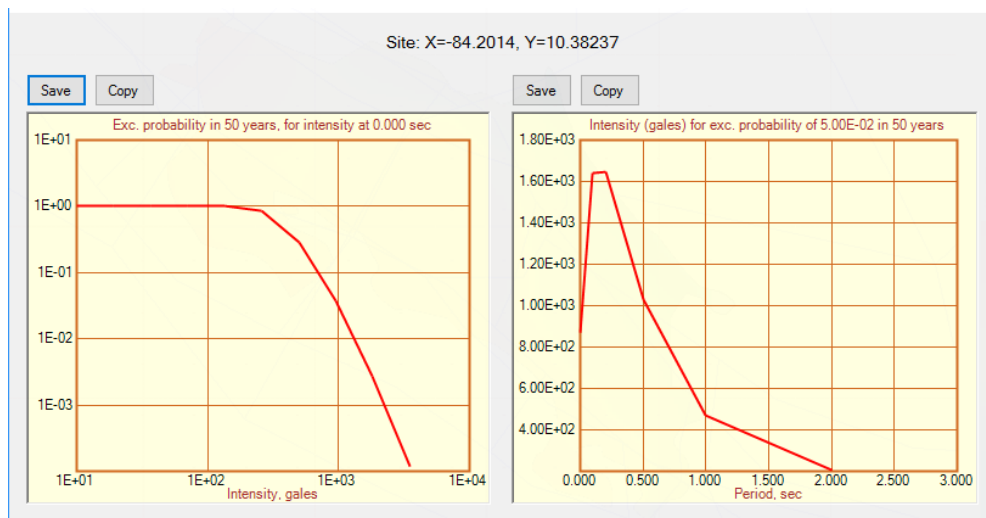


MAPAS DE PELIGROSIDAD SÍSMICA



ESPECTROS DE PELIGROSIDAD UNIFORME (UHS) Y CURVA DE PELIGROSIDAD

Si pinchamos sobre cualquier punto del mapa se pueden ver las gráficas de la curva de peligrosidad y espectro de peligrosidad uniforme (UHS) para ese punto



DESAGREGACIÓN

Para poder obtener el gráfico de la desagregación, es necesario pinchar sobre un punto del mapa y, habiendo establecido los parámetros de cálculo, se analizan los resultados y se determina el par “Magnitud – Distancia” que más contribuye en los resultados de peligrosidad.

