

UNIVERSIDAD DE GRANADA



DEPARTAMENTO DE FÍSICA TEÓRICA Y DEL COSMOS

INSTITUTO ANDALUZ DE GEOFÍSICA Y
PREVENCIÓN DE DESASTRES SÍSMICOS

“Módulo para Convertir y guardar registros en formatos MSEED y SAC”

(Save Records in MSEED and SAC format)

MANUAL DE USUARIO: VERSIÓN 1.0

Autor:

Ligdamis A. Gutiérrez E. PhD.

Volcán Masaya, Nicaragua

Foto por: Ligdamis A. Gutiérrez E.

Granada, España 2022- 2023

Índice General

1.- Introducción	3
2.- Pantalla Inicial del Sistema	4
2.1.- Elementos de la pantalla inicial	6
3.- Interfaz de Carga y Conversión	7
3.1.- Elementos de la pantalla de Carga y Conversión	7
3.1.1.- Bloque Superior y Botón de limpieza	7
a) Área del Logotipo de la Ugr y Título del Programa	8
b) Botón “Clean Inputs (Limpieza)”	8
3.1.2.- Bloque de Botones de Carga y Directorio de Almacenar la conversión	8
a) Botón Load/Carga	8
b) Botón Save Dir/Salvar Directorio	10
3.1.3.- Bloque de Botones de comandos (Go Back/Retroceso, Save File/Guardar Registro, Exit/Salida)	11
a) Botón Go Back/Regresar	11
b) Botón “Exit/Salida	11
c) Botón “Save File/Salvar Registro”	12
4.- Selección de entradas	13
5.- Validación de errores en registros o entradas	14
5.1.- Validaciones del botón “Save File”	14
a) Falta del Registro de entrada	14
b) Falta de carpeta de almacenar	15
NOTA FINAL	15
Agradecimientos	15
Anexo A	16
A1.- Instalación de Python y librerías adicionales	16
A1.1. Contenido del paquete de Instalación	16
A1.2.- Instalación de Python en Windows	16
A1.3.- Instalación de librerías adicionales	17
A1.4 Instalación automática de las librerías en Windows a partir del PIP	20
Anexo B	21
Instalar librerías Python, para el correcto funcionamiento del sistema	21

1.- Introducción

El “*Módulo para Convertir y guardar registros en formatos MSEED y SAC (Save Records in MSEED and SAC format)*” constituye una interfaz amigable, que permite una fácil y eficiente gestión para poder convertir formatos diversos de señales sísmicas, tales como SEISAN, GSE2, EVT, WAV entre otros, a los formatos más utilizados en los observatorios como son los formatos **MSEED** y **SAC**. Este proceso, constituye una ayuda práctica en algunos observatorios que deben que disponer de programas específicos, para realizar la conversión a estos formatos y que en muchas ocasiones carecen de ellos o de personal capacitado para realizar los programas necesarios.

Esto ocurre debido a que en muchas ocasiones, los observatorios adquieren datos a través de sitios externos que ellos no manejan o que les son suministrados por otros observatorios, en los que manejan formatos diferentes a los que serán tratados y analizados en el observatorio receptor. Por esta razón, es importante y sumamente útil disponer de un conversor que realice ese paso y que pueda obtener desde el formato original un registro similar en formato MSEED y SAC, que pueden ser más fácilmente tratados en muchos observatorios e institutos de investigación, sin la necesidad de crear o buscar un código complicado que realice este proceso.

La aplicación, a través de las librerías incorporadas, permite la lectura de diversos formatos sísmicos como son: SAC, MSEED, GSE2, EVT, WAV entre otros. El sistema, además brinda la capacidad de poder almacenar los resultados gráficos en diversos formatos, tales como: PNG, JPG, EPS, PS, PDF, RAF, TIF, entre otros, dando de forma automática un valor añadido al conocimiento del operador.

El sistema ha sido desarrollado en el lenguaje Python, versión 3.8.6. Asimismo, se incluyen una serie de librerías de libre acceso que trabajan en conjunción con Python, facultan el uso de herramientas gráficas y de análisis, otorgando sencillez en su uso e incrementando la potencia de cálculo para el usuario. Enumerando algunos de los principales elementos y librerías aquí utilizados, se encuentran los siguientes:

- **Matplotlib:** Para generar gráficos. (<https://matplotlib.org/stable/users/index.html>)
- **NumPy:** Para el cálculo numérico. (<https://numpy.org/doc/stable/user/quickstart.html>)
- **PyQt5:** Herramienta que enlaza con la biblioteca gráfica Qt5 en C++ (<https://pypi.org/project/PyQt5/>)
- **Obspy:** Para el procesamiento de datos sismológicos. (<https://docs.obspy.org/>)
- **Tkinter:** Interfaz gráfica de usuario GUI (<https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>)

Otra de las características principales del sistema es su definición como multiplataforma, es decir, que puede funcionar bajo diversas plataformas o sistemas operativos, tales como Windows (7, 8, 10), en versiones para 32 y 64 bits. Además de sistemas Linux, como Ubuntu, sistemas Mac, o Android para Tablets y móviles (previa adecuación de Python para estos dispositivos).

NOTA: En los anexos de este mismo documento (*al igual que en los ficheros Readme.txt e Initials_requirements.txt*), se podrá acceder a los aspectos generales de la instalación en sistemas Windows y Linux, así como establecer las pautas necesarias de la instalación de los programas principales y las librerías adicionales que Python requiere, para ejecutar correctamente los programas desarrollados en su entorno.

2.- Pantalla Inicial del Sistema

[Regresar al Índice](#)

En los anexos de este documento y en el fichero “README.txt” adjunto en la carpeta “Documentos” se presentan las instrucciones para la instalación del sistema en Windows (*El proceso en sistemas Linux es similar*). Básicamente hay que realizar dos acciones:

- Copia de la carpeta “Set_tools_System_1_1” en “Mis documentos” de Windows.
- Copia del fichero “Set_tools_System_1_1.bat” en el escritorio de Windows.

Asimismo, están las instrucciones para instalar las librerías de Python necesarias en el sistema. Una vez copiado “Set_tools_System_1_1.bat” en el escritorio, se debe de dar clic derecho e indicar: “Ejecutar como administrador”.



Fig. 1 Ventana emergente al dar clic derecho del ratón al fichero “Convert_1.bat”

En la pantalla que se abre, dar clic en el botón “**Si/Yes**”, cuando pregunte “*Desea permitir que esta aplicación realice cambios en su ordenador*”. Este es un mensaje de advertencia. Sin embargo, la aplicación no realiza ningún cambio. Por lo que se debe de confiar en su ejecución.

Al dar clic a “**SI/Yes**”, se abre la siguiente ventana de comandos, que indica la bienvenida al sistema.

```
Administrator: Reliable set tools in Python Software for the analysis of seismic-volcanic signals. (Vers. 1.1).
=====
Welcome to:
=====
Reliable set tools in Python Software for
the analysis of seismic-volcanic signals
=====
Theoretical and Cosmos Physics Department.
Science Faculty
Andalusian Institute of Geophysics
Granada University (Ugr)
=====
Developed in Python 3.8.6
Execution for Windows and Linux System
2021 -2023
=====

Please, Minimize the CMD from the Python.exe window (in black).
(Don't close it, because the system also closes).
When you exit the system, this window closes automatically.

To Continue, please press a key.

*** Please, press a key to start the System. ***
```

Fig. 2 Pantalla de Bienvenida e instrucciones para carga del sistema.

Después de leer lo que indica la ventana, solo se debe de proceder a presionar cualquier tecla, para acceder a la pantalla inicial del sistema. Este ya debe estar previamente copiado en “**Mis documentos**” y el fichero “Set_tools_System_1_1.bat” tiene todas las instrucciones de carga.

La pantalla inicial del sistema es “**Menu.py**”. Se visualiza cuando se presiona cualquier tecla en la pantalla de Bienvenida. Adicionalmente, se presenta la ventana o “consola de comando” de Python, similar a la siguiente:

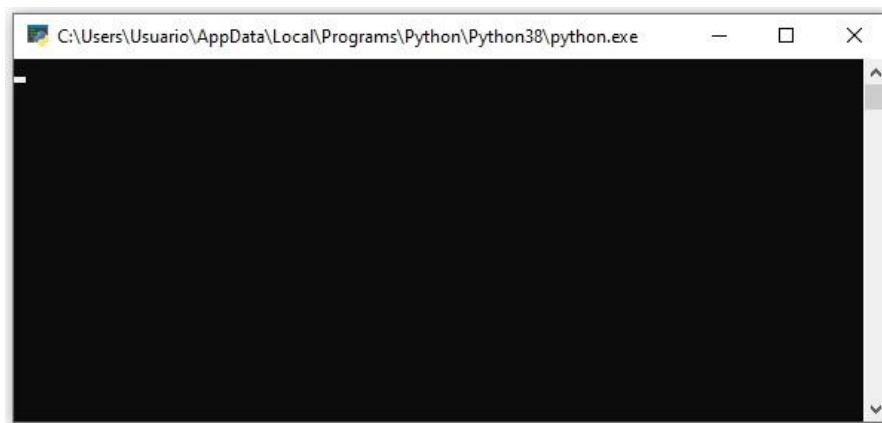
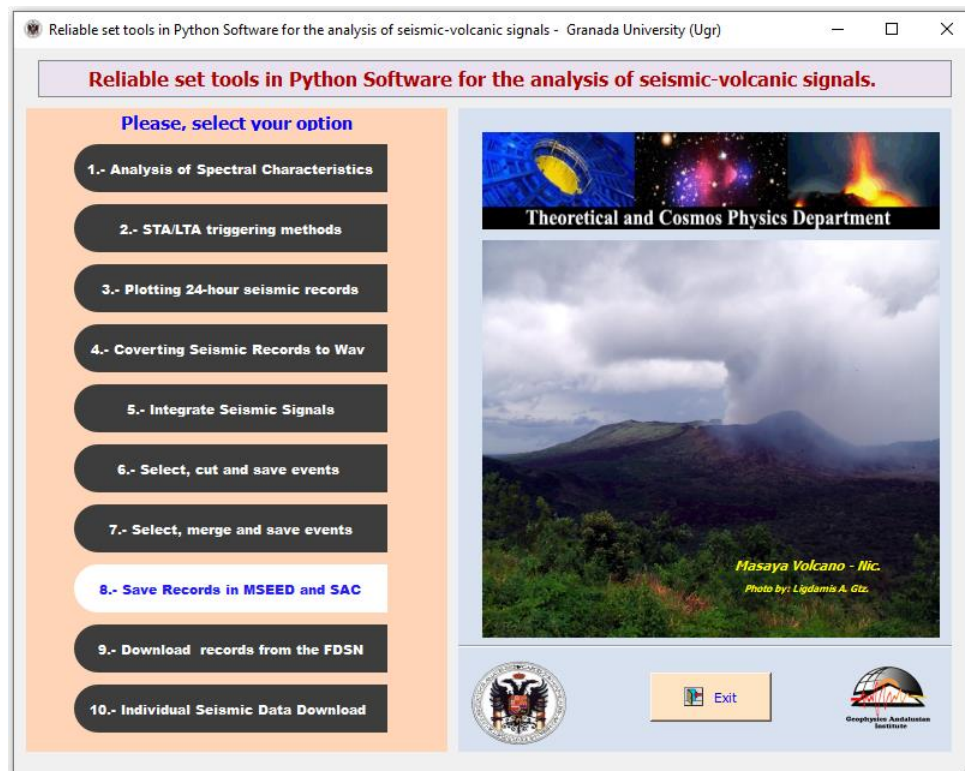


Fig. 3 Pantalla de consola (CMD) de Python (*Se debe de minimizar*)

Para que no obstaculice la visión, se puede y es conveniente “*minimizar*” dicha pantalla. “**No**” hay que cerrarla, ya que esto también cerraría la ventana de inicio del sistema. Una vez finalizado los trabajos con el sistema. Al salir, esta ventana se cierra automáticamente. La pantalla inicial de presentación del sistema (*el menú de los módulos*) es la siguiente.



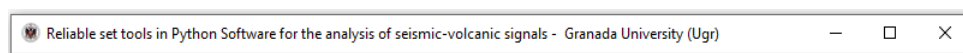
NOTA: Al pulsar o dar clic al botón del módulo, se cierra la ventana de inicio y se abre la ventana del módulo (dependiendo de la memoria del PC esto tarda un poco. Es recomendable disponer de al menos 8 GB de memoria en el sistema, 16 GB sería lo ideal.).

Fig. 4 Pantalla Menú principal. Resaltado se observa el módulo a trabajar. Módulo 8 (*Save Records in MSED and SAC*).

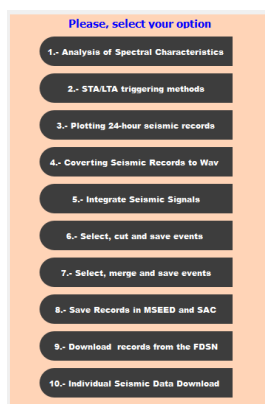
2.1.- Elementos de la pantalla inicial

Como se observa en la figura anterior, la pantalla inicial o de presentación, es una ventana sencilla, que está compuesta por:

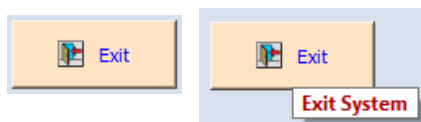
- la barra superior de herramienta con la información básica del módulo.
 - En la parte izquierda se presentan 10 botones de ejecución o de comandos de llamada a cada módulo del sistema.
 - En la parte inferior un botón de comando que permite la salida del sistema.
 - Además se presentan: una imagen de fondo, que representa un volcán (*Masaya de Nicaragua*), tres imágenes con los logotipos de la Universidad de Granada, el Instituto Andaluz de Geofísica y el departamento de física teórica y del cosmos.
- En la parte superior se encuentra visible el icono de la Universidad, el título del módulo y la reseña a la Universidad de Granada (Ugr).



- En la parte izquierda se presentan 10 botones de ejecución o de comandos de llamada a cada módulo del sistema. Cuando se coloca el puntero del ratón (mouse), sobre cada uno de los botones quedan resaltados en blanco, para indicar que está siendo seleccionado. Al pulsar o dar clic a dicho botón, se cierra la ventana de inicio del menú y se abre la ventana del módulo indicado (*dependiendo de la memoria del PC esto tarda un poco*).



- En la parte inferior se observan un botón de comandos: Exit (Salir). Cuando se coloca el puntero del ratón (mouse), sobre cada uno de los botones, se presenta un texto que indica la acción de dicho botón (salida Sistema, Inicio Sistema).



Si se pulsa o da clic al botón de “Salir”, se presenta una ventana que pregunta al usuario, si está seguro de abandonar el sistema.

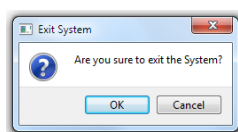


Fig. 5 Caja de texto que indica si se desea salir del sistema.

En caso de dar “OK”, se cierra la pantalla y se completa la salida del sistema. En caso de dar clic a “cancelar”, se continúa en la pantalla inicial.

3.- Interfaz de Carga y Conversión

La “*pantalla de carga y conversión*” es la interfaz principal del módulo, donde se realizan las actividades que componen las herramientas de lectura de registros y conversión de formatos de los registros sísmicos. Dicha pantalla se compone de las siguientes partes:

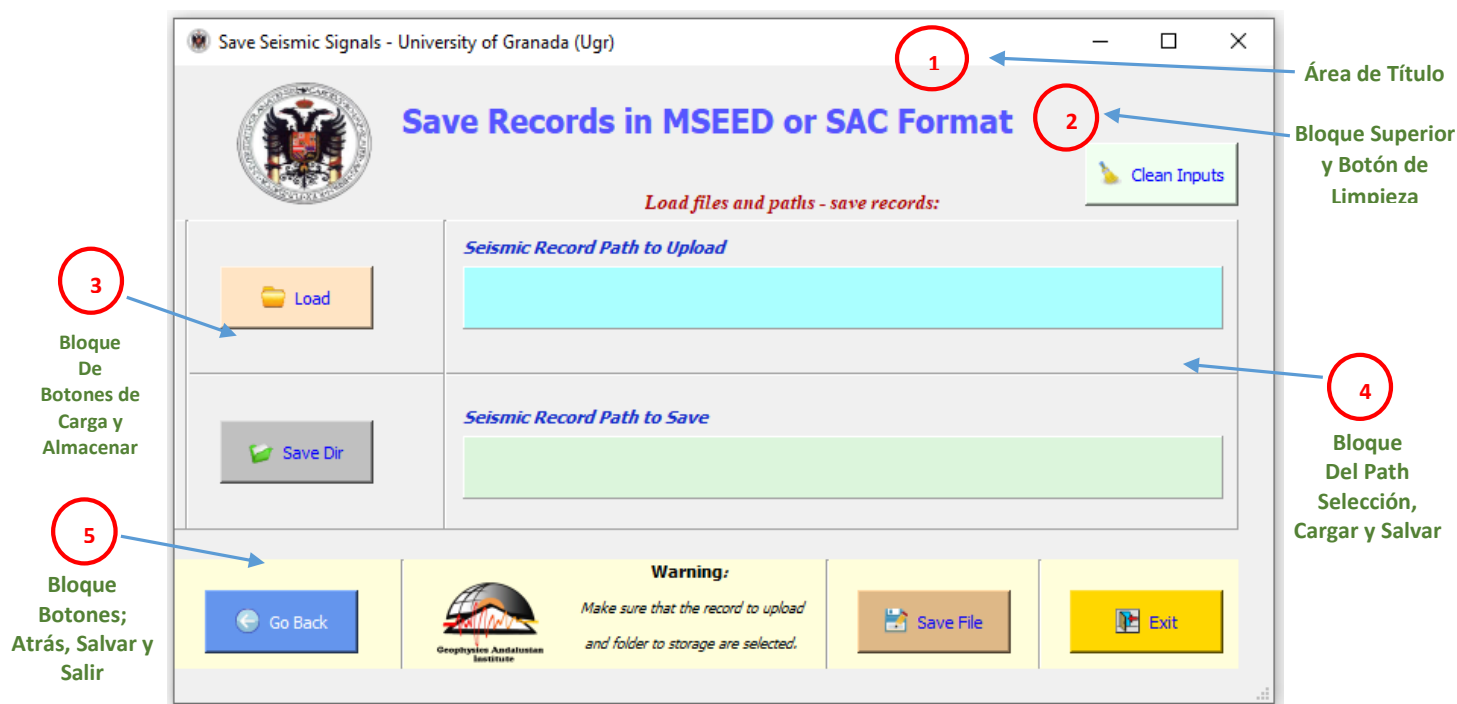


Fig. 6 Elementos de la Pantalla de carga y conversión.

- 1) Área de Título
- 2) Bloque Superior y Botón de Limpieza de entradas de datos.
- 3) Bloque de Botones de Carga y Directorio de Almacenar la conversión.
- 4) Bloque de Ruta (Path): Ruta de ubicación física del registro a convertir y directorio de almacenamiento final.
- 5) Bloque de Botones de comandos (*Go Back/Retroceso, Save File/Guardar Registro, Exit/Salida*).

La pantalla se conforma de diversos elementos para su utilización. En la parte superior se observa; Nombre del programa, icono, nombre de la Universidad y autor como título (1)



Los elementos que integran la pantalla principal se detallan a continuación.

3.1.- Elementos de la pantalla de Carga y Conversión

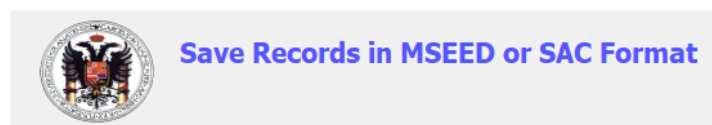
Aparte del número (1), se han distribuido los 4 elementos de la pantalla de “Carga y Conversión” en cuatro bloques principales que se enumeran del (2-5) en los círculos rojos.

3.1.1.- Bloque Superior y Botón de limpieza. (2)



Fig. 7 Bloque de elementos del bloque superior. En los círculos verdes: a) Logotipo de la Ugr y Título del Programa, b) Botón de Limpieza de entrada de datos.

a). - Área del Logotipo de la Ugr y Título del Programa.



b). - Botón “Clean Inputs (Limpieza)”.

Al dar clic en este botón, se borran todas las entradas en la pantalla. Se limpiará los cuadros de carga y la ruta de almacenar el registro convertido. Se restaurarán los valores iniciales a los restantes elementos de la pantalla inicial.

Al colocar el puntero del ratón sobre este botón de acción, un mensaje muestra la acción que realiza.



Fig. 8 Botón de Limpieza de datos. Se observa el mensaje de acción en el botón.

3.1.2.- Bloque de Botones de Carga y Directorio de Almacenar la conversión. (3)

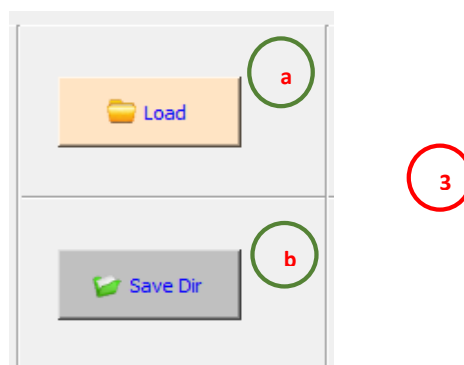


Fig. 9 Bloque de Botones de carga y directorio de almacenar la conversión. En los círculos verdes: a) Botón de Load/Carga del archivo o registro sísmico a convertir, b) Botón Save Dir/Salvar Directorio: Indica la carpeta donde se guardará el registro convertido ya sea en formato MSEED o SAC.

a). - Botón Load/Carga. Permite seleccionar el registro a convertir.

La acción del botón de “Load (Carga Registro)”, permite al hacer clic, abrir una ventana de explorador (*por defecto, se encuentra el camino en el directorio raíz “C” del PC*), presentando las opciones de los diversos tipos de formatos a buscar y permitiendo realizar dicha búsqueda en el directorio del ordenador. Al colocar el puntero del ratón sobre este botón de acción, un mensaje muestra la acción que realiza.



Fig. 10 Botón Load/Carga de Registros. Se observa el mensaje de acción en el botón.

Al dar clic en el botón, se observa la siguiente pantalla de dialogo.

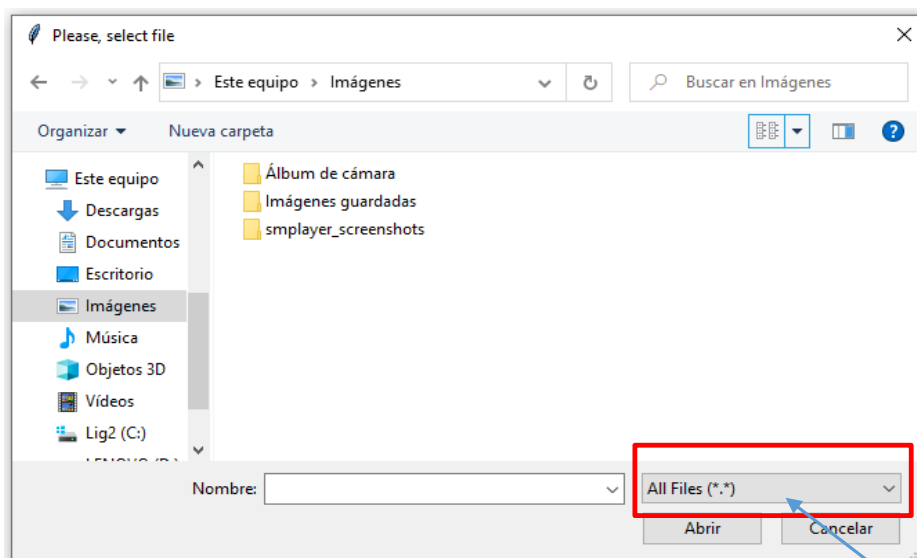


Fig. 11 Pantalla de Selección de Registros.

En esta pantalla (*El Idioma lo determina el sistema operativo*), se seleccionan los registros de acuerdo al formato (*cuadro rojo*) que se desee (GSE2, EVT, WAV, SEISAN, etc.). Esto es posible a través de la librería de lectura de formatos sísmicos “**Obspy**”.

Una vez seleccionados, se da clic al botón de “**Abrir**” y este se cargará a la pantalla de análisis. En caso contrario se da clic al botón de “**Cancelar**” y la acción regresa a la pantalla de análisis. El proceso de selección de un registro se observa en la siguiente pantalla.

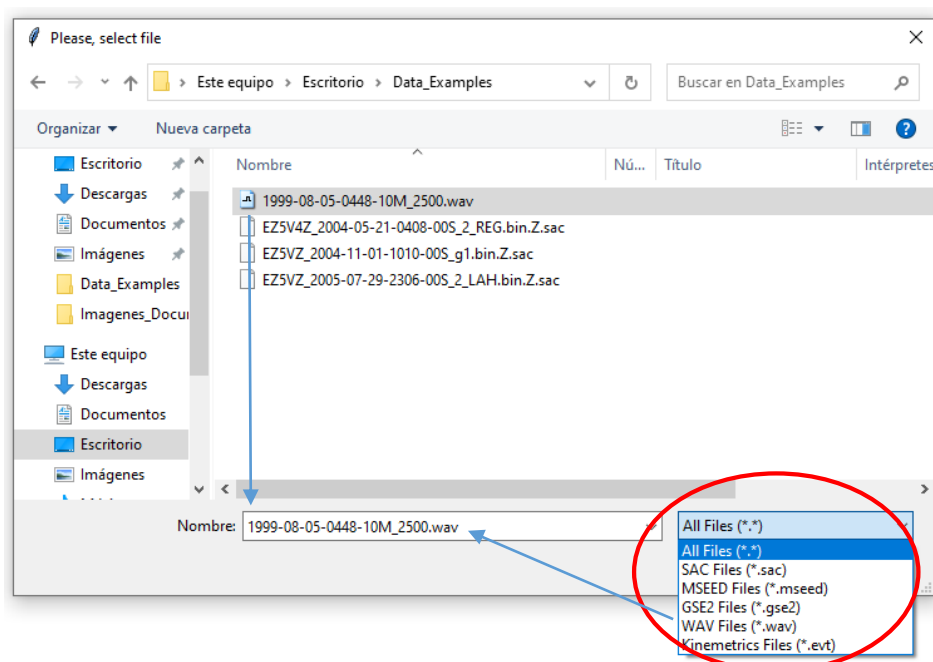


Fig. 12 Pantalla ejemplo de Selección de un registro de formato “WAV”.

En la pantalla anterior, se observa en la parte inferior derecha, señalado mediante el círculo rojo, desplegados mediante la flecha, la lista de los tipos de formatos sísmicos más generales soportados y/o utilizados en observatorios e institutos a nivel mundial (SAC, MSEED, GSE2, WAV, EVT).

Al seleccionar un determinado tipo, se presentan los registros de acuerdo a dicho formato. Ejemplo: los archivos “WAV” que se encuentran almacenados en “Data_examples”. Al dar clic al registro que se desee, como se observa, este se coloca en el cuadro “Nombre”. En este momento es cuando se da clic al botón que se presentó en la pantalla anterior “Abrir”, lo que hace que cargue, la dirección o ruta “Path”, de la ubicación física del registro en el sistema. Dicha ruta se presentará en el cuadro “Seismic Record Path to Upload (Ruta Registro a cargar)”, situado en la parte inferior de la pantalla de carga y conversión (Este es parte del bloque 4, Cfr. Fig. 6).

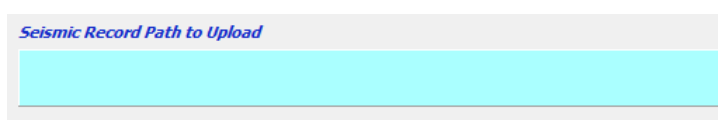


Fig. 13 Cuadro de ruta de archivo, que presenta la ubicación física del registro.

Este es un aspecto importante, ya que de ello depende que posteriormente se pueda ubicar el archivo físico donde está almacenado el registro en el ordenador, para así ser analizado. En caso de que el archivo sea inválido, no se encuentre, o que los parámetros sean erróneos, se presentará una ventana de validación que lo indicará (Cfr. Fig. 26, Pág. 14).

b). - Botón *Save Dir/Salvar Directorio*. Permite seleccionar la carpeta o directorio donde se almacenará el registro convertido.). Al colocar el puntero del ratón sobre este botón de acción, un mensaje muestra la acción que realiza.



Fig. 14 Botón Save Dir/Salvar Directorio. Se observa el mensaje de acción en el botón.

Al hacer clic, abre una ventana de explorador (por defecto, se encuentra el camino en el directorio raíz “C” del PC), permitiendo seleccionar la carpeta o directorio del ordenador en donde se almacenará el registro a convertir. Esto se observa en la siguiente imagen.

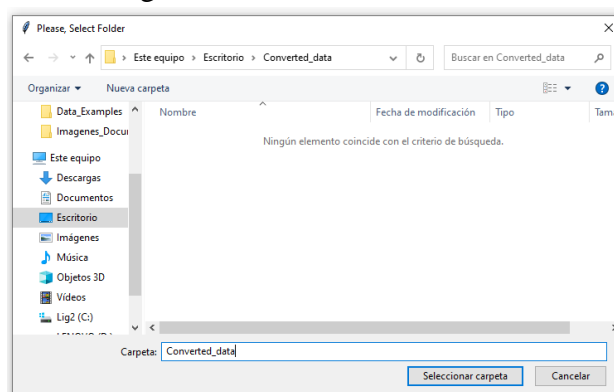


Fig. 15 Selección de la carpeta o directorio en donde se almacenará el registro convertido.

La figura anterior, presenta en la parte superior, el mensaje “Please, Select Folder/ Por favor, Seleccione el Directorio” y en la parte inferior dos botones “Seleccionar carpeta” y “Cancelar”. Al dar clic al botón “Seleccionar Carpeta”, el usuario podrá seleccionar la carpeta o directorio en el ordenador donde desea que se guarden los registros convertidos, ya sea en formato MSED o SAC. Dicha ruta se presentará en el cuadro “*Seismic Record Path to Save (Ruta Registro a Salvar o Guardar)*”, situado en la parte inferior de la pantalla de carga y conversión. (Este es parte del bloque 4, Cfr. Fig. 6).

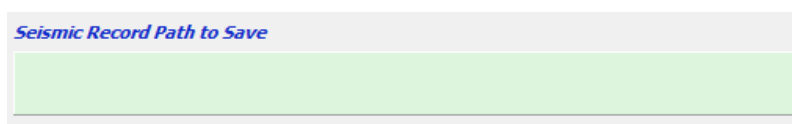


Fig. 16 Cuadro de ruta del directorio o carpeta, que presenta la ubicación física donde se almacenará o guardará el registro ya convertido (MSED o SAC).

3.1.3.- Bloque de Botones de comandos (*Go Back/Retroceso, Save File/Guardar Registro, Exit/Salida*). (5)

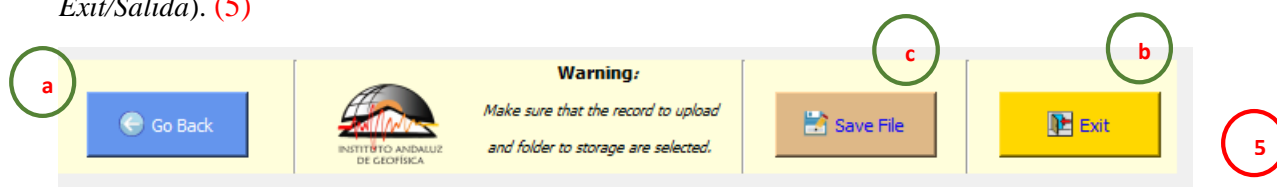


Fig. 17 Bloque de Botones de Comandos. En los círculos verdes: a) Botón Go Back/Retroceso: Permite regresar a la pantalla de Inicio (Menu), b) Botón Save File/Salvar Registro: Realiza la conversión del Registro al formato seleccionado (MSED o SAC), c) Botón Exit/Salir: Indica la salida del programa.

a).- Botón Go Back/Regresar. Permite regresar a la pantalla de bienvenida previa (Menu).

La acción del botón de “*Go Back/Regresar*”, permite al hacer clic, regresar a la pantalla de Bienvenida inicial de módulo (Menu) Al colocar el puntero del ratón sobre este botón de acción, un mensaje muestra la acción que realiza.



Fig. 18 Botón Go Back/Regresar. Se observa el mensaje de acción en el botón.

b).- Botón “*Exit/Salida*”, permite la salida completa del sistema

(*Previo presentación de la pantalla que pregunta si se desea abandonar el sistema*). Al colocar el puntero del ratón, exhibe un mensaje que indica su función.



Fig. 19 Botón Exit/Salida. Se observa el mensaje de acción en el botón.

De la misma forma que en la pantalla de inicio, si se pulsa o da clic al botón de “*Exit*”, se presenta una ventana que pregunta al usuario, si está seguro de abandonar el sistema.

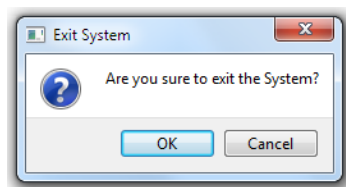


Fig. 20 Caja de texto que indica si se desea salir del sistema

Al dar clic a **“OK”**, se cierra la pantalla y se completa la salida del sistema. **“Cancel”** continúa en la pantalla de análisis.

c).- Botón **“Save File/Salvar Registro”**.

La acción del botón de **“Save File/Salvar Registro”**, permite al hacer clic, realizar la conversión del registro seleccionado a un formato (MSEED o SAC) y almacenarlo en la carpeta o directorio que se ha elegido. Previamente se han de seleccionar tanto el registro a convertir, como la carpeta o directorio donde será almacenado posteriormente a la conversión. Al colocar el puntero del ratón sobre este botón de acción, un mensaje muestra la acción que realiza.



Fig. 21 Botón Save File/Salvar Registro. Se observa el mensaje de acción en el botón.

Una vez que se ha dado clic al botón **“Save File”**, se abre una ventana de diálogo, con la cual se puede seleccionar el tipo de formato al que se desea convertir. Esta caja de diálogo es la siguiente.

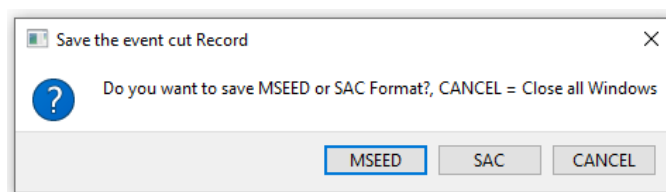


Fig. 22 Caja de diálogo para seleccionar el tipo de formato (MSEED o SAC) al que se desea convertir el registro.

Como se observa en la imagen anterior, la caja de diálogo pregunta al usuario en qué formato desea guardar el registro. Posee tres botones de acción: **“MSEED”**, **“SAC”** y **“CANCEL”**. Los botones de MSEED y SAC, convertirán el registro a dicho formato y el botón **“CANCEL”**, cancelará la operación y se retornará a la pantalla principal. El proceso de conversión es automático y rápido. Al final se obtiene una ventana de resultados.

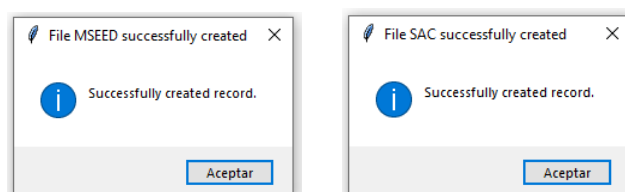


Fig. 23 Cajas de diálogo que indican, que se ha creado satisfactoriamente el registro con el formato seleccionado.

En caso de que las entradas no estén seleccionadas y se dé clic al botón se presentarán las cajas de diálogo de validación que se muestran más adelante en este documento.

4.- Selección de entradas

El proceso de selección de entradas para realizar la conversión de los registros es muy sencillo, consta de los siguientes pasos.

- I. Selección del registro a convertir mediante el botón “Load” (Cfr. Pág. 8)
- II. Selección de la carpeta o directorio en donde se almacenará el registro, mediante el botón “Save Dir” (Cfr. Pág. 10)
- III. Proceder a dar clic al botón “Save File” y seleccionar el tipo de formato que se desea obtener [MSEED o SAC], (Cfr. Pág. 12).

El resultado de estas entradas se observa en la siguiente imagen.

Fig. 24 Elementos de entrada de la Pantalla de carga y conversión.

En la figura anterior, se observan las entradas de datos para realizar la conversión del registro. Se observa como un fichero con formato “WAV” va a ser convertido en formato (MSEED o SAC) y almacenado en una carpeta o directorio denominado “Converted_data”.

Fig. 25 Rutas (Path) del registro y la carpeta en donde se almacenará una vez convertido (MSEED o SAC).

5.- Validación de errores en registros o entradas

Al hacer clic en el botón “[Save File/Guardar Registro](#)”, en caso de producirse un error (*entrada no válida o un registro inexistente o formato fuera de rango*), se presentará una validación, a través de una caja de dialogo un mensaje alerta esta situación. Esto permite al usuario, proceder a modificar las entradas o elegir un registro válido, sin necesidad de que el sistema colapse o se detenga. La pantalla que se visualiza es la siguiente:

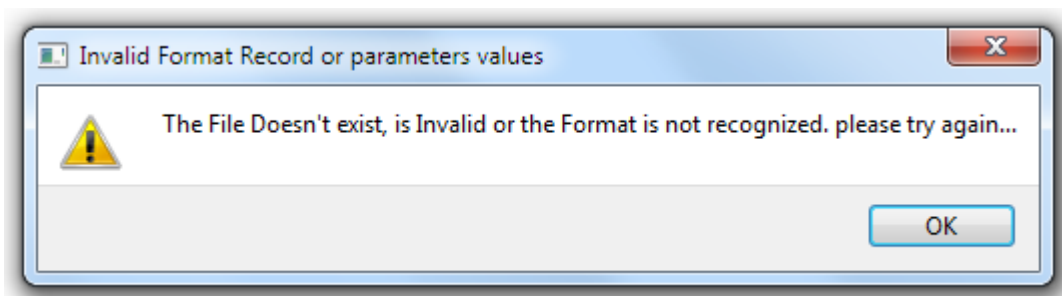


Fig. 26 Validación de entradas inválidas formatos o registros incorrectos.

De acuerdo al mensaje de la figura anterior, se ha producido un error debido a que no se reconoce el formato, el registro no existe. Además puede que también los parámetros o entradas se encuentren fuera del rango permitido de acuerdo a la señal que se va a analizar. Al pulsar el botón de “[OK](#)” se retorna de nuevo al sistema, para elegir un archivo válido o corregir las entradas erróneas. De esta forma, continua la ejecución del programa sin presentar problemas.

5.1.- Validaciones del botón “Save File”

Al dar clic al botón “Save File”, que realiza la conversión y el almacenaje del registro ya convertido en la carpeta que el usuario ha seleccionado para ello, si las entradas de datos no existen, se producen las siguientes validaciones.

- a) **Falta del Registro de entrada:** En este caso, el registro de entrada no ha sido seleccionado, por lo que el camino del Path (Cfr. Fig. 13) se encuentra vacío. Se presenta la siguiente ventana de diálogo.

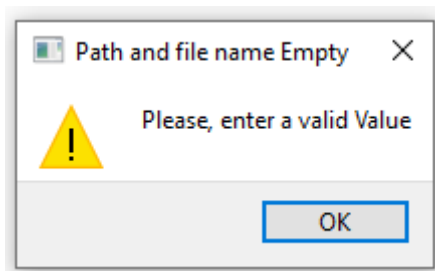


Fig. 27 Ventana de diálogo de Validación de camino y nombre del registro vacío.

Ante esto se da clic al botón de “OK”, para introducir los valores necesarios y repetir el proceso. Esta ventana hace que el sistema no se interrumpa o colapse y pueda continuar.

- b) **Falta de carpeta de almacenar:** En este caso, el nombre de la carpeta o directorio en donde se almacenará o guardará el registro ya convertido se encuentra vacío, por lo que se presenta la siguiente ventana de diálogo.

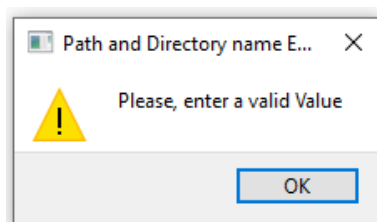


Fig. 28 Ventana de diálogo de Validación de camino y nombre del directorio o carpeta de guardar vacío.

De la misma forma que en el proceso anterior, se da clic al botón de “OK”, para introducir los valores necesarios y repetir el proceso. Esta ventana hace que el sistema no se interrumpa o colapse y pueda continuar.

NOTA FINAL: El sistema está diseñado para ser una herramienta de fácil uso, acceso y comprensión. Una interfaz amigable, que ofrezca una ayuda tecnológica fiable al operador humano en el análisis de registros sísmicos, tanto tectónicos como volcánicos, que permita poder convertir un formato diverso al que un observatorio está acostumbrado a trabajar en uno más accesible como MSED o SAC. La sencillez de esta primera versión radica en que consta de un único módulo, en el que se han incluido los algoritmos necesarios para la lectura y conversión de formatos sísmicos, frecuentemente utilizados en el estudio de una determinada señal sísmica. En versiones o actualizaciones posteriores a la versión actual (1.0), podrán añadirse módulos extras, que contengan diversos tipos de análisis, funcionalidades o con diferentes métodos de algoritmos, para mejora del estudio y la investigación de la comunidad científica.

Agradecimientos:

Este software es fruto de la investigación de los proyectos españoles:

- a) PID2022-143083NB-I00, “LEARNING”, funded by MCIN/AEI /10.13039/501100011033
- b) JMI and LG were partially funded by the Spanish project PROOF-FOREVER (EUR2022.134044)
- c) PRD was funded by the Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España (MCIN), Agencia Estatal de Investigación (AEI), Fondo Social Europeo (FSE), and Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad en I+D+I Ayudas para contratos predoctorales para la formación de doctores 2020 (PRE2020-092719).
- d) Spanish Project PID2022-143083NB-I00 founded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and by FEDER (EU) “Una manera de hacer Europa”.

PLEC2022-009271 “DigiVolCa”, funded by MCIN/AEI, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and by EU «NextGenerationEU/PRTR», 10.13039/501100011033.

FIN del documento.

Ligdamis A. Gutiérrez E. PhD.

Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Facultad de Ciencias.

Instituto Andaluz de Geofísica.

Universidad de Granada (Ugr)

Granada, España – 2021-2023



ANEXO A

A1.- Instalación de Python y librerías adicionales

A1.1. Contenido del paquete de Instalación.

La carpeta principal “*Analysis_System_1*”, contiene dos carpetas con los programas (códigos e interfaces en inglés y documentación en castellano). A su vez, cada una de ellas contiene dos subcarpetas, organizadas de la siguiente manera:

- a) Carpeta “**Reliable_set_tools_system_1**”: (conjunto del sistema de análisis sísmico). Esta carpeta debe de ser copiada en “Mis Documentos”, contiene los siguientes elementos:
 - a. Carpeta: “**Images**” Imágenes necesarias para la interfaz.
 - b. Programa: **Menu.py**. Programa de inicio y presentación y llamada a los módulos.
 - c. Programa: “**Convert_1.py**”. Programa principal (interfaz), para la lectura y conversión de registros sísmicos a formatos MSED y SAC.
- b) Carpeta “**Document**”: Se compone de los siguientes ítems:
 - a. Manual de Usuario “**8_Manual_Save_record_MSED_and_SAC_Vrs_1.pdf**” en PDF, redactado en español con la documentación necesaria del uso de las interfaces del sistema.
 - b. Fichero “**Initials_requirements.txt**”. Fichero que contiene las librerías necesarias para instalarse en Windows a través del “Pip”, una vez instalado Python.
 - c. Fichero “**README.txt**”: Fichero con las instrucciones generales y básicas del sistema y su instalación.
 - d. Fichero “**Set_tools_System_1_1.bat**”, fichero ejecutable de procesamiento por lotes. Debe de copiarse en el escritorio, desde ahí mediante clic derecho “ejecutar como administrador”, iniciará el sistema llamando al menú principal. El fichero buscará automáticamente el programa de inicio (**Menu.py**) que se encuentra en la carpeta “Set_tools_System_1_1” que previamente se ha copiado en “Mis Documentos” e iniciará Python, ejecutando dicho programa.

El sistema, dispone de todos los elementos en inglés, salvo el manual de usuario, que está redactado en español. Para instalar en Windows, se debe proceder a realizar dos acciones principales posteriores a descargar y descomprimir los ficheros “**Rar**”. La primera es copiar la carpeta (a) entera a la carpeta “*Mis Documentos*” del PC.

- a) Copia de la carpeta “**Set_tools_System_1_1**” a “Mis documentos” de Windows desde la carpeta que lo contiene (**Analysis_System_1**).
- b) Copia del fichero “**Set_tools_System_1_1.bat**”, desde la carpeta “(**Documentos/Document**)” de acuerdo a la versión, al escritorio de Windows.

Con esto, ya se asegura el correcto uso del programa. Ahora, se procederá a la instalación del lenguaje Python y las librerías adicionales de Python en Windows.

A1.2.- Instalación de Python en Windows

Python, es un lenguaje de programación interpretado multiplataforma (*funciona bajo diversos sistemas operativos, Windows, Linux, Mac*) y multiparadigma (*uso de dos o más paradigmas dentro de un programa, orientado a objetos, reflexivo, imperativo y funcional*).

Además, Python puede ser enriquecido por una gran cantidad de módulos, librerías, paquetes o bibliotecas de programación, que son instaladas mediante su gestor de paquetes o “**Pip**”. En Linux, el programa Python y su gestor “Pip” se instalan conjuntamente con el sistema operativo. En los sistemas Windows en cambio, en los que el Python no es un lenguaje nativo, se necesita instalar previamente dicho lenguaje, descargando la versión adecuada desde la página Web de distribución de Python, ubicada en la siguiente dirección: <https://www.python.org/downloads/>

En la Web, se debe seleccionar la versión correcta, de acuerdo al tipo de sistema operativo que se encuentra en el ordenador, incluyendo si este es de 32 o 64 bits.

Para poder ser instaladas, tanto en sistemas de 32 como en 64 bits. Hay que recordar, que la redacción de este documento y el software, han sido creados con la versión disponible en su momento, que fue “**Python 3.8.6**”, que varía y se actualiza constantemente. De hecho, a partir de esa versión, han surgido muchas más. Una versión más moderna y adaptable al software (*que se sugiere*) es: “**Python 10.10**”. El usuario necesita revisar si versiones más avanzadas, no interfieren con algunas de las librerías instaladas, como la “**Obspy**”, por ejemplo. Esto se debe a que todo lo relacionado con los sistemas Linux, está constantemente modificándose, con las actualizaciones que Python y los sistemas basados en Linux realizan. Por lo que es recomendable, visitar la página Web y descargar la versión actualizada más estable o probada de Python, que funcione adecuadamente con este software.

Una vez descargada, se procede a ejecutar como administrador (*botón derecho del ratón y “ejecutar como administrador”*), se presentará el asistente de instalación del software, que guiará los pasos necesarios en la instalación (*solamente seguir las instrucciones*). El proceso dura solo unos pocos minutos. Es “recomendable” indicar durante el proceso, cuando se pregunte, que se incluya un acceso en el “**Path**” del sistema, para que así, Python pueda acceder desde cualquier sitio de Windows. Si esto no se hace durante el proceso de instalación, se debe de realizar de forma manual, modificando las variables de entorno (*más complicado*), para incluir el camino desde donde se encuentra instalado Python. Esto no será necesario (*si se le indica al inicio*), por medio del asistente de instalación.

A1.3.- Instalación de librerías adicionales

El siguiente paso es comprobar que el Python y su administrador de archivos o paquetes (pip) han sido instalados correctamente. El “pip” (gestor de ficheros y librerías) es muy importante, ya que es el que permite la instalación de librerías adicionales, que Python necesita para ejecutar correctamente los programas creados. Para ello, hay que abrir la ventana de consola del Windows, o “CMD”. El CMD, símbolo del sistema o también conocido como “*Command prompt*”, es un intérprete de línea de comandos.

Acceder al CMD, es posible por medio del teclado, buscando la tecla con el logo de Windows (Una ventana), situada entre la tecla “Ctrl” y “Alt” en la parte inferior izquierda



del teclado. Pulsando dicha tecla, más (+) la tecla de la letra “**R**”, abrirá una ventana del programa “*Ejecutar*”, similar a la siguiente.

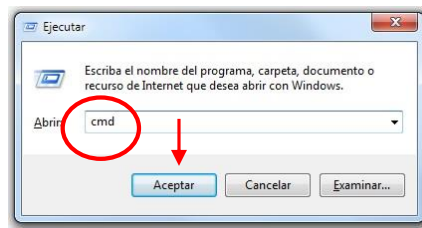


Fig. A1 Pantalla de Ejecutar en Windows. En el círculo rojo, teclear “cmd” y clic a “Aceptar”

Como se observa en la figura anterior, se teclea “cmd”, se da clic a “Aceptar”, lo que abrirá la ventana o consola de comandos de Windows.

Otra forma de realizar esto, es en la parte inferior del escritorio, en (W7) o junto (W10) al botón de “Inicio” de Windows. Se encuentra la sección de búsqueda, señalada mediante el icono de una lupa. Esto indica, la búsqueda de programas. Similar a la siguiente.



Fig. A2 Pantalla de Búsqueda de programas en Windows.

En el cuadro donde dice “Buscar programas y archivos” (Windows 7) o “Escribe aquí para buscar” (Windows 10), se teclea igualmente “cmd”. Esta acción o la anterior, presentará la consola de comandos (CMD) de Windows, similar a la siguiente (W7).

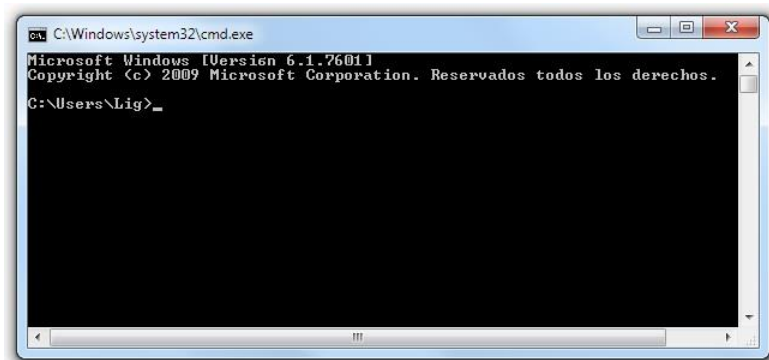


Fig. A3 Pantalla o consola de comandos “CMD” en Windows 7.

Lo mismo para las versiones: Windows 10 (W10) o Windows 11 (W11).



Fig. A4 Pantalla o consola de comandos “CMD” en Windows 10.

Una vez ahí, para verificar que tanto Python como su administrador de paquetes “**pip**” han sido instalados correctamente, se teclea los siguientes comandos: `Python -V`, y para verificar el “**pip**” se teclea: `pip -V`. Esto se observa en la siguiente figura.

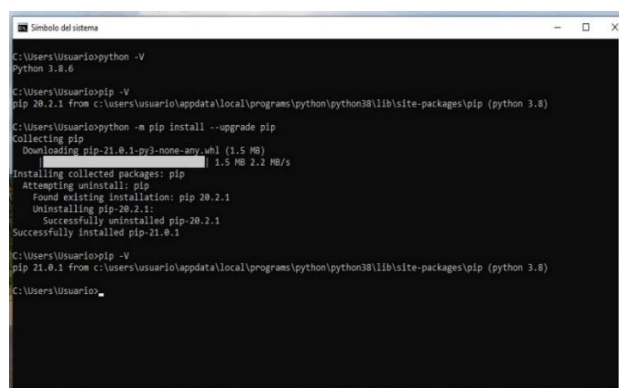


Fig. A5 Pantalla CMD, indicando las versiones de python y pip en Windows.

La salida de teclear `-V` en Python, indica invocar la versión que ha sido instalada. En este caso se observa que es la “**3.8.6**”. Esto se ha podido realizar desde cualquier sitio del sistema, debido a que la secuencia de comandos de Python, ha sido instalada recordemos en el “path” o ruta que se encuentra en las variables de entorno del sistema. También después de teclear “`pip -V`”, se observa en este ejemplo, que la versión de pip es la “**20.2.1**”. En este punto, se recomienda actualizar dicha versión, ya que, por defecto “pip” se instala conjuntamente con “Python”, pero no instala la última o más actualizada versión. Para ello, en la ventana o consola CMD, se debe de teclear el siguiente comando (Windows/Linux): En Windows se teclea “**python**” y en Linux se teclea “**python3**”.

> python -m pip install --upgrade pip | **Linux: \$ sudo python3 -m pip install --upgrade pip**

Lo que indica que se actualizará el “**pip**” a su más reciente versión (*En Linux, como “superusuario”, es decir, “sudo” al inicio*). Se visualiza en la siguiente pantalla.



```
Símbolo del sistema
C:\Users\Usuario>python -V
Python 3.8.6

C:\Users\Usuario>pip -V
pip 20.2.1 from c:\users\usuario\appdata\local\programs\python\python38\lib\site-packages\pip (python 3.8)

C:\Users\Usuario>python -m pip install --upgrade pip
Collecting pip
  Downloading pip-21.0.1-py3-none-any.whl (1.5 MB)
    1.5 MB 2.2 MB/s
Installing collected packages: pip
  Attempting uninstall: pip
    Found existing installation: pip 20.2.1
    Uninstalling pip-20.2.1:
      Successfully uninstalled pip-20.2.1
  Successfully installed pip-21.0.1

C:\Users\Usuario>python -V
Python 3.8.6

C:\Users\Usuario>pip -V
pip 21.0.1 from c:\users\usuario\appdata\local\programs\python\python38\lib\site-packages\pip (python 3.8)

C:\Users\Usuario>
```

Fig. A6 Pantalla de actualización y verificación de la nueva versión del pip en Windows.

Como se puede observar, al teclear de nuevo (**pip – V**), una vez actualizada “**pip**”, la versión en la 21.0.1. Con esto ya se tiene instalado y actualizado Python y el **pip**. El **pip** como se ha mencionado, es muy importante, porque con este administrador, se proceden a instalar todas las librerías y paquetes necesarios, para que las aplicaciones creadas en Python puedan ser ejecutadas correctamente y sin errores. Para utilizar el sistema, se debe de proceder mediante “**pip**” a la instalación de paquetes o librerías necesarios.

A continuación, se procederá a la explicación de cómo de forma sencilla y completamente automática se instalarán en el sistema, las librerías más comúnmente utilizadas y generales que Python necesita. Librerías como, por ejemplo “**obspy**”, que es la librería o software en código abierto, basado en **Python** para el procesamiento de datos sísmológicos. También, “**matplotlib**”, que es una biblioteca para la generación de gráficos a partir de datos contenidos en listas o arrays en *Python* y su extensión matemática “**NumPy**”, entre otros, que el sistema necesita para su ejecución.

A1.4 Instalación automática de las librerías en Windows a partir del PIP

La ventaja de tener ya instalado y actualizado el PIP en Windows, es que se puede realizar la instalación de todas las librerías que Python necesita para poder ejecutar el sistema.

Adicionalmente, en la carpeta “Document (*Documentos*)”, en el fichero “**Readme.txt**” se encuentran las instrucciones de esta instalación. Por lo que el usuario, solo debe de seguir las instrucciones y los paquetes necesarios que serán instalados en el ordenador (PC) de forma automática por el “**Pip**” tanto en Windows como en Linux. Las librerías necesarias están en el fichero denominado “**Initial_requirements.txt**”, incluido en la capeta “**Document**” de los ficheros descargados de la instalación y en el **Anexo B**.

En una ventana de comandos “**Cmd**” de Windows, se realizan las acciones para cada uno de los comandos indicados en el fichero, siguiendo las instrucciones. No debe de presentar problemas la instalación en sistemas Windows y Linux. Si alguna librería presenta algún error en la instalación (*se muestra en color rojo en el CMD*), debe de consultarse la documentación de dicha librería, o revisar si se está instalando la versión de Python adecuada o recomendada (**versión 3.8.6 y/o 3.10.10**). La **instalación** en los sistemas **Linux** (*Cfr. README.txt*) es similar y más sencilla. Se copia la carpeta principal ya sea en el escritorio, en la carpeta personal, etc. Desde esa ubicación, se abre una ventana de comandos y simplemente se teclea “**\$ python3 Menu.py**” para iniciar el sistema.

ANEXO B: INSTALAR LIBRERÍAS PYTHON, PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

1.- **PIP:** El **Pip** (Programa de Instalación Preferida), es el administrador de paquetes o gestión de paquetes, que se utiliza para instalar y administrar paquetes de software escritos en Python. Al Instalar Python, PIP se instala por defecto. Hemos mencionado que ver la versión de Python o PIP, se teclea en una consola o CMD el comando (-V) como sigue:

```
python -V / pip -V Y para ver la lista de paquetes pip instalados: -> pip list
```

Normalmente, hay que actualizar la versión de pip, con la que se instala Python. Para esto se teclea en la ventana de comandos (CMD). En sistemas Linux y Mac, se coloca al inicio “**sudo**”, para indicar permisos de super-usuario.

```
Python -m pip install --upgrade pip / (LINUX) -> sudo python -m pip install --upgrade pip
```

Una vez que se descarga e instala, podemos comprobar de nuevo la versión, con el primer comando, se observará que la versión ha cambiado y actualizado. Ahora que se tiene el “pip” actualizado, se procederá a instalar los paquetes necesarios para que Python funcione correctamente con las aplicaciones.

2.- Instalación de **PyQt**: Este es un enlace de Python para la biblioteca Qt escrita en el lenguaje C++. Para la creación y uso de interfaces gráficas de usuario (GUI) en Python. Se teclea lo siguiente en la ventana de comandos (CMD).

```
pip install PyQt5 / (LINUX & Mac) -> sudo python install PyQt5
```

3.- Instalación de la librería Matplotlib. Es la librería que permite la creación y visualización de gráficos. Se teclea lo siguiente:

```
pip install matplotlib / (LINUX & Mac) -> sudo python install matplotlib
```

4.- Instalar la librería **Obspy**. Es la librería para el manejo de señales sísmicas. Se teclea:

```
pip install obspy / (LINUX & Mac) -> sudo python install obspy
```

5.- Instalar Thinter: Es una interfaz gráfica de Usuario (GUI). Se teclea lo siguiente:

```
pip install tk / (LINUX & Mac) -> sudo python install tk
```

6.- Instalar **quantecon**: Es una librería que sirve para utilizar la estimación del espectro, Periodograma, transformada de Fourier. Se teclea lo siguiente:

```
pip install --upgrade quantecon / (LINUX & Mac) -> sudo python install --upgrade quantecon
```

7.- Actualizar una librería para **matplotlib**. Para evitar problemas con los gráficos.

```
pip install msvc-runtime / (LINUX & Mac) -> sudo python install msvc-runtime
```

8.- Instalar **easygui** para la interfaz gráfica.

```
pip install easygui / (LINUX & Mac) -> sudo python install easygui
```

9.- Instalar **PyWavelets** para el manejo de la CWT.

```
pip install PyWavelets / (LINUX & Mac) -> sudo python install PyWavelets
```

10.- Instalar **plotly**, para el manejo y ayuda de los gráficos junto a Matplotlib.

```
pip install plotly / (LINUX & Mac) -> sudo python install plotly
```

11.- Instalar “**pyaudio**”, para el manejo de audio. Python bindings for PortAudio v19, the cross-platform audio I/O library

```
python -m pip install pyaudio / (LINUX & Mac) -> sudo apt-get install python3-pyaudio
```

Al final se teclea “**pip list**”, para ver las librerías instaladas. Adicional: Se puede crear un fichero llamado “requirements.txt”, que contendrá todas las librerías que el PC utilizará. El archivo requirements.txt, debe de estar en el directorio actual.

```
pip freeze > requirements.txt
```