UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SANTO DOMINOGO CENTRO NACIONAL DE SISMOLOGIA

MANUAL BASICO DE ANALISIS SISMICOS CON SEISAN

Elaborado por: José Ramón Delgado Nin Técnico Analista de Datos Sísmicos

Revisado por: Félix Martínez Encargado de la sección de análisis sísmicos

Programas utilizados en este proceso:
Seisan v10.3
waveman2disk

01 de Febrero del 2016

El programa abierto actualmente es el que utilizaremos para analizar un evento sísmico en seisan, aquí se nos muestra las formas de onda del evento, figura 1.

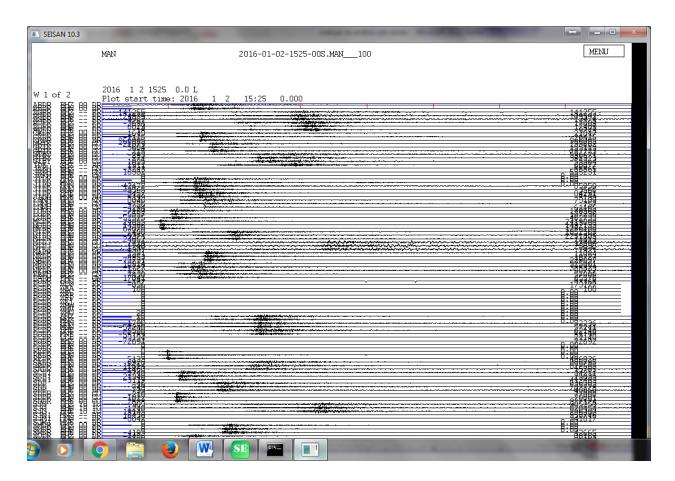


Figura 1.

Existen varias formas de elegir las estaciones y sus componentes con las que vamos a trabajar en el análisis de un evento sísmico con seisan. Pero por el momento nos concentraremos en hacerlo en el modo de seguimiento único (MULPLT single trace mode) el cual se llama usando la tecla "t" minúscula, figura 2.

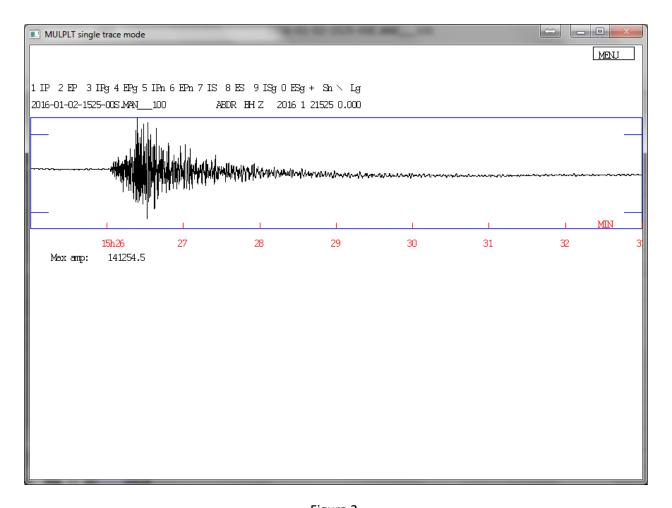


Figura 2.

Antes de proceder a picar las formas de onda y comenzar con el análisis del evento sísmico, vamos a conocer un poco, de cómo movernos atreves de la interface gráfica del (MULPLT single trace mode). Todos los comando adicionales que utilizaremos se pueden desplegar en el menú del (MULPLT single trace mode) ubicado en la parte superior derecha, figura 3.

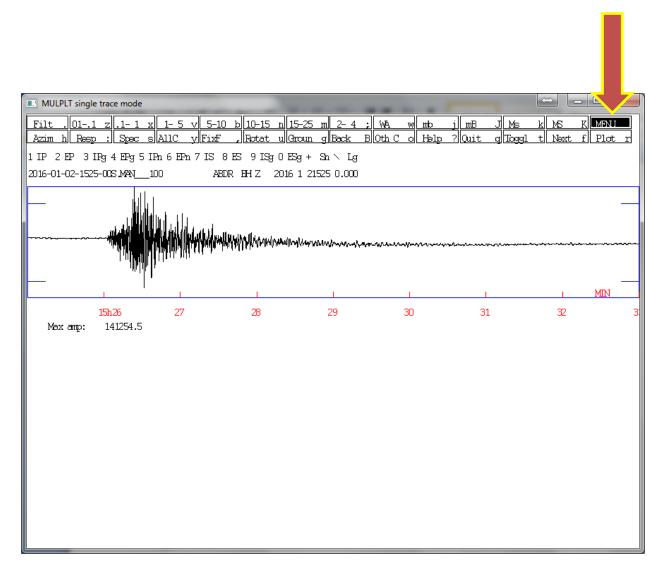


Figura 3

Una vez aplicados estos comandos podemos deshacerlos o aplicarlos a la forma de onda usando la letra "r" minúscula que también está en el menú anteriormente citado y lo encontraran con el nombre "plot", figura 4.

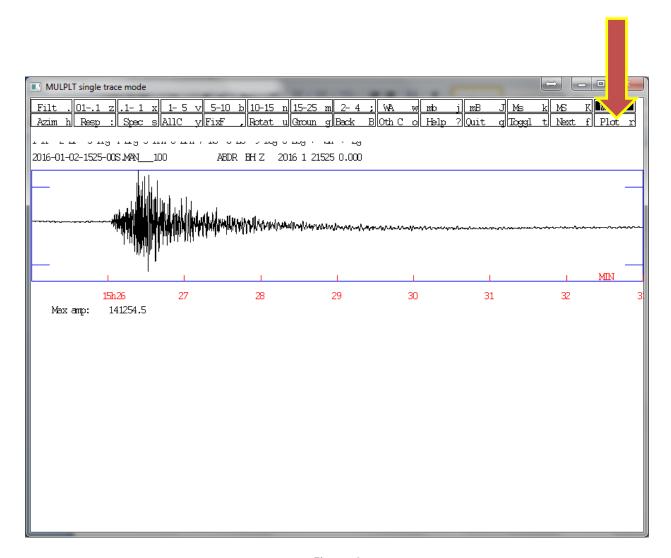


Figura 4

Nota: sugiero que utilicen este comando cada vez que deseen restaurar la forma de onda que están picando a su forma inicial.

Ejemplo 1: cómo usar el comando "r":

A la forma de onda que tenemos en pantalla vamos aplicarle un filtro de 1-5 Hz que es uno de los filtros que usaremos con más frecuencia, así como también el de 2-4 Hz, esto lo aplicamos tecleando "v" minúscula nos fijamos que en la parte inferior de la onda en la ventana de (MULPLT single trace mode) los siguiente (Next filter 1.00 5.00), figura 5.

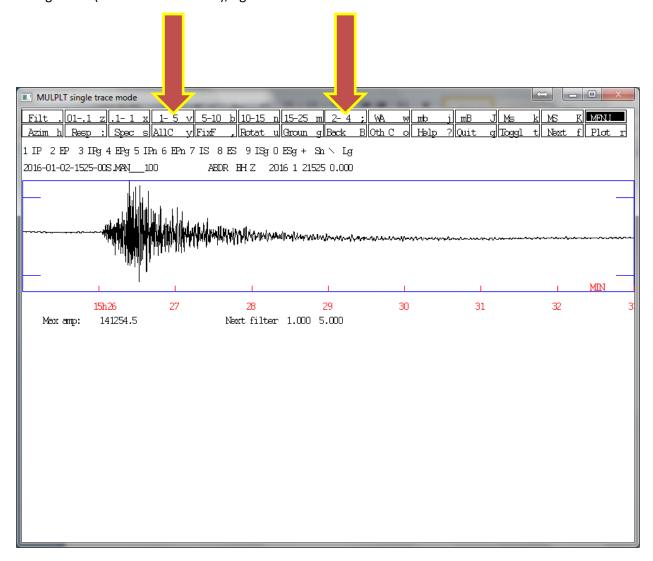


Figura 5

Para aplicar este filtro usaremos la letra "r" y hecho esto notaremos un cambio en la forma de honda, figura 6.

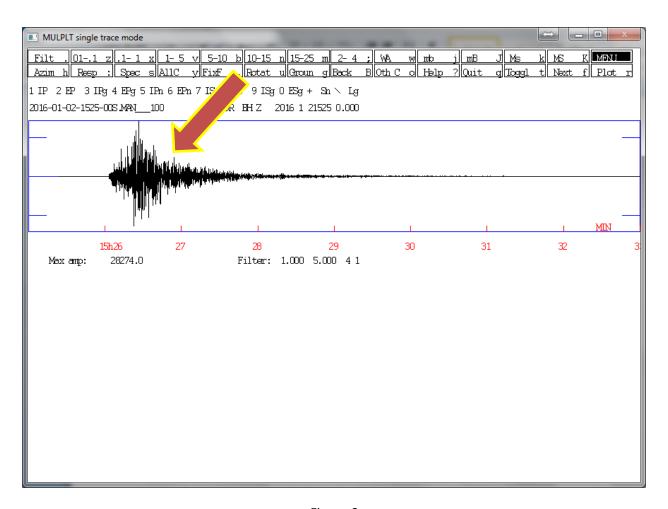


Figura 6

Luego podemos volver la forma de onda a su estado normal usando la misma letra "r", figura 7.

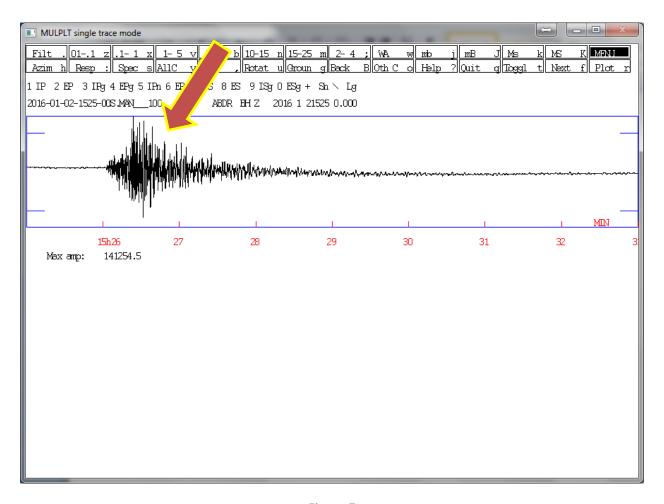


Figura 7

Para movernos de izquierda a derecha en la ventana de (MULPLT single trace mode), y con esto poder ver las demás estaciones así como sus componentes respectivamente; debemos de utilizar letra "f" minúscula y para movernos de derecha a izquierda la letra "B" MAYUSCULA, figura 8.

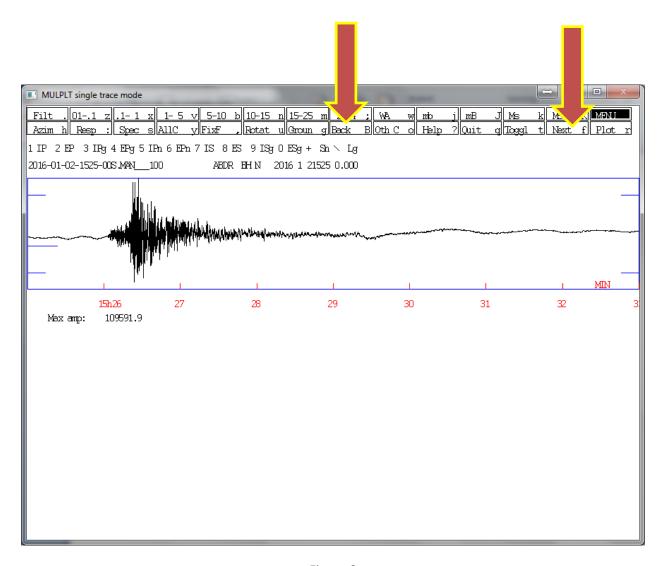


Figura 8

Otra forma de movernos de derecha a izquierda es dejando presionada la tecla Shift del teclado y tecleando sucesivamente la tecla "b" minúscula, figura 9.



Figura 9

Pero la forma más rápida de moverse de derecha a izquierda es usando la tecla de posición con la flecha que marca a la izquierda del teclado, figura 10.



Figura 10

.

Para enfocar o hacer (Zoom) en las forma de onda que vamos a picar, solo tenemos que hacer un clic izquierdo entre el inicio y final de la zona que queremos enfocar y vera que en la parte de abajo se produce el acercamiento, figura 11.

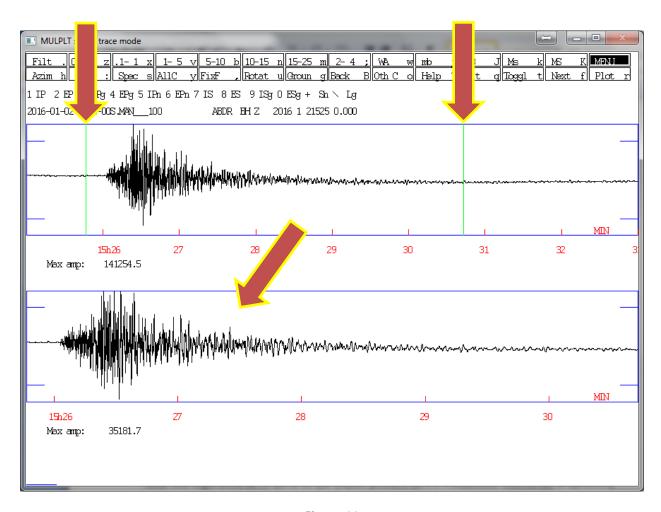


Figura 11

Para alejarse o volver al estado inicial procedemos a teclear "r" minúscula, figura 12.

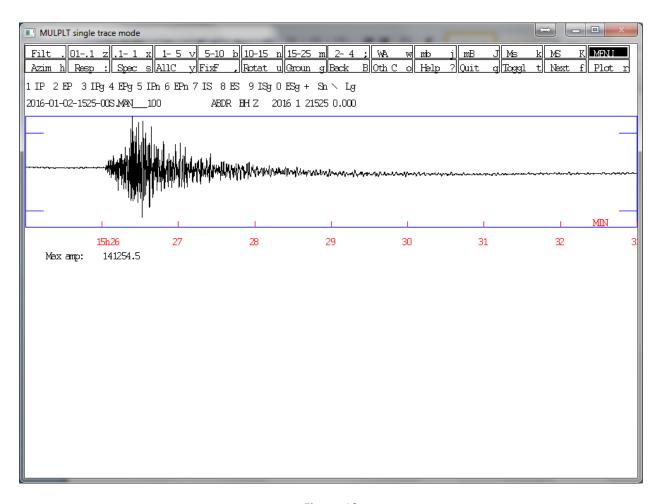


Figura 12

Otra forma de enfocar la zona que queremos picar es de manera similar a la anterior con la única diferencia de que cuando hacemos clic en la parte final, lo aremos en la parte superior de la línea azul de la ventana (MULPLT single trace mode), figura 13.

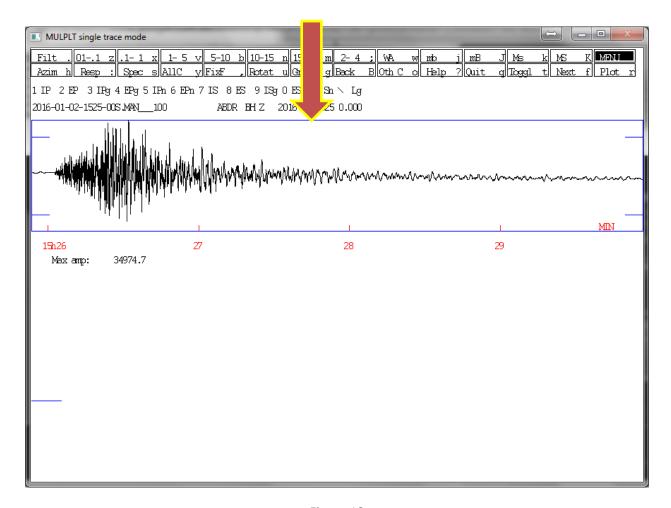


Figura 13

Para alejarse o volver al estado inicial procedemos a teclear "r" minúscula, figura 14.

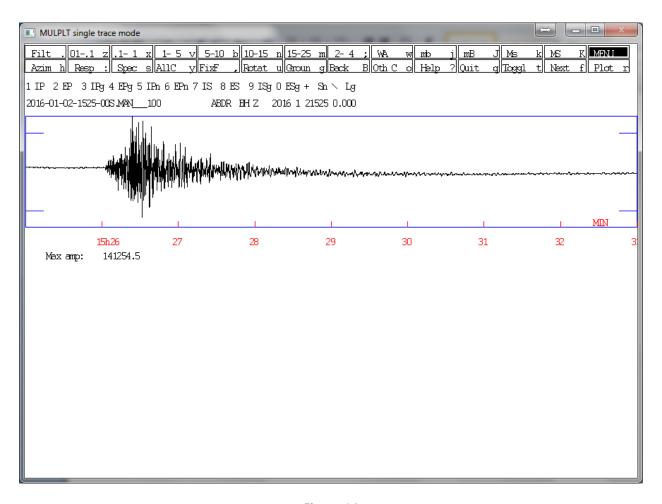


Figura 14

Para maximizar o minimizar la forma de onda que estamos picando, usaremos las teclas de posición con las flecha de arriba y abajo respectivamente, figura 15.



Figura 15

Ejemplo 2: como maximizar y minimizar la forma de onda:

A) usemos la tecla de posición con la flecha hacia arriba para maximizar la forma de onda, figura 16.

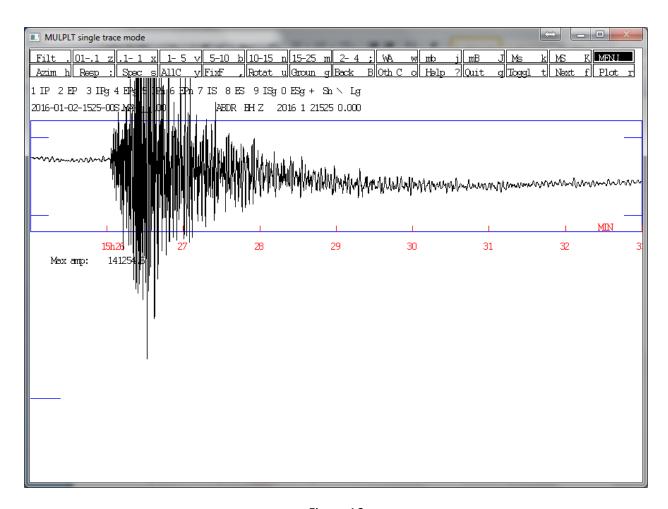


Figura 16

B) Usemos la tecla de posición con la flecha hacia abajo para minimizar la forma de onda, figura 17.

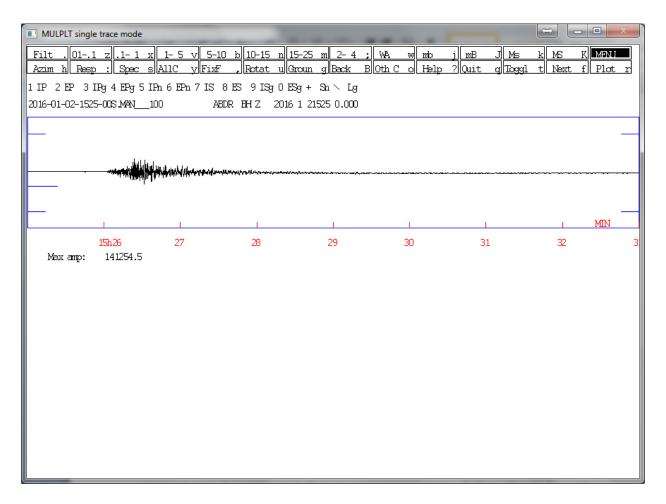


Figura 17

Nota: Podemos combinar maximizar y (zoom) respectivamente cuando deseamos distinguir el inicio de una phase a picar.

Ejemplo 3: primero maximizamos la componte de la estación donde vamos a picar la onda p y luego usamos zoom para enfocar como lo explicamos anteriormente, Figura 18.

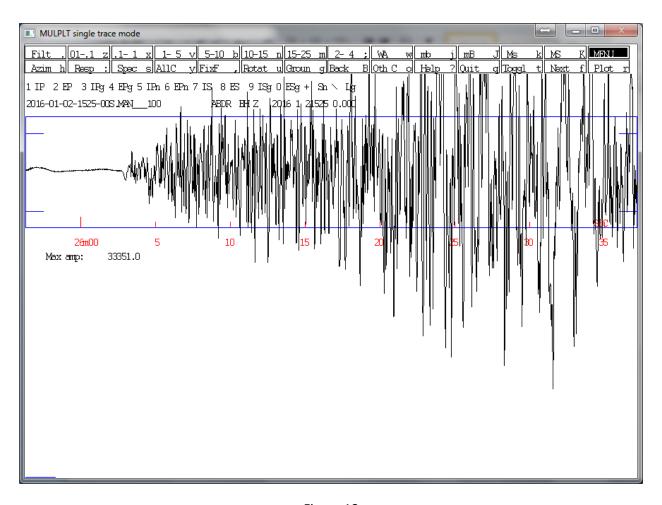


Figura 18

Ahora vamos a proceder al análisis de un evento sísmico.

Nota: una sugerencia de mi parte es que piquen primero las 3 o 4 estaciones más cernas al epicentro, pueden hacer esto apoyándose del orden de llegada de las estaciones ya sea si lo localizo el sistema de análisis automático o si se auxilian de otra herramienta como el escáner de ondas que utilizan para verificar la sismicidad del día, otra forma de hacer esto es usando una opción que tiene disponible seisan que explicare al final del curso; una vez hecho esto localicen el evento y luego vayan agregando las demás estaciones, si es posible de una en una o dos en dos y relocalizando sucesivamente. Esto es para mantener un control en el (rms) el cual sería bueno mantenerlo siempre por debajo de 1.5.

Otra cosa a sugerir de mi parte es que si la estación está a una distancia mayor de 110 Km y menor de 350 o 375 km use siempre la phase PG y SG si es mayor use la phase PN y SN; solo picamos P y S cuando la estación se encuentra a menos de 110 km del epicentro. En caso de que usen la phase PN Y SN es bueno siempre darle un margen de calidad entre 3 y 4 a la phases al menos que la estación se encuentre a más de 500 km del epicentro y usted decida introducirla, en este caso no necesita margen de calidad tan alto o la calidad seria 0, pero es muy seguro que afectara la profundidad calculada

Lo primero que tenemos que hacer es extraer un evento sísmico de la base de datos de seisan haciéndolo de la forma aprendida en el primer manual de seisan, si ya hicimos esto entonces procedemos al siguiente paso que es abrir el modo (MULPLT single trace mode), figura 19.

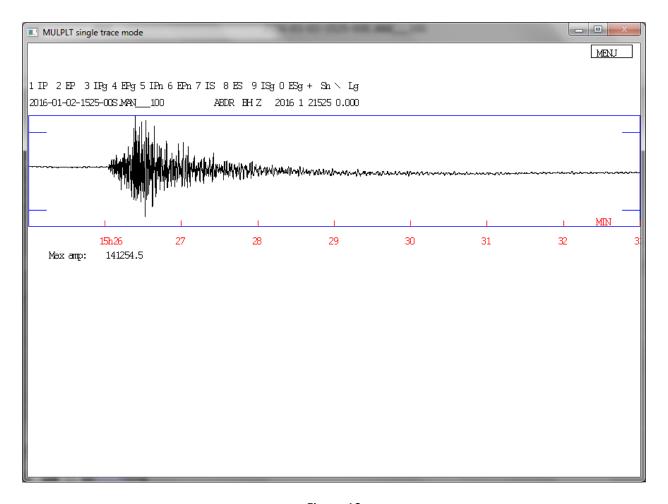


Figura 19

Haciendo uso de lo explicado anteriormente ajustamos la forma de onda de la manera más conveniente y procedemos a picar la phase correspondiente, figura 20.

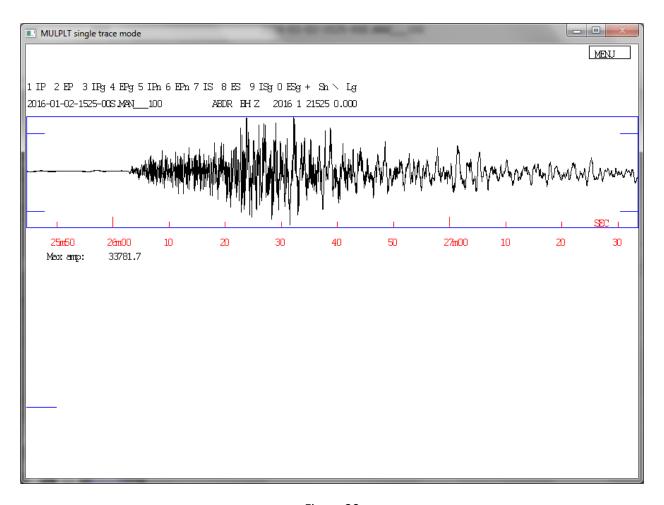


Figura 20

La primera phase que vamos a picar en seisan es la PG; una vez estemos ubicados en la ventana (MULPLT single trace mode) notamos que cuando movemos el mouse hay una cruz que se mueve, pues colocamos esa cruz donde queremos picar la phase PG y ahí tecleamos el número "4", figura 21.

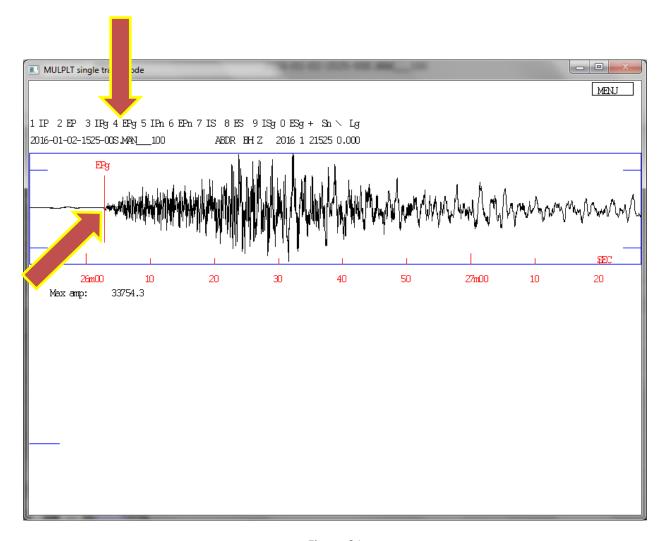


Figura 21

Una vez hecho esto procedemos en la misma componente a picar la coda, esto lo hacemos manualmente de forma análoga a como picamos la onda PG; con la diferencia de que para picar la coda usaremos la letra "c" minúscula ya que la letra "C" mayúscula la coloca automáticamente, figura 22.

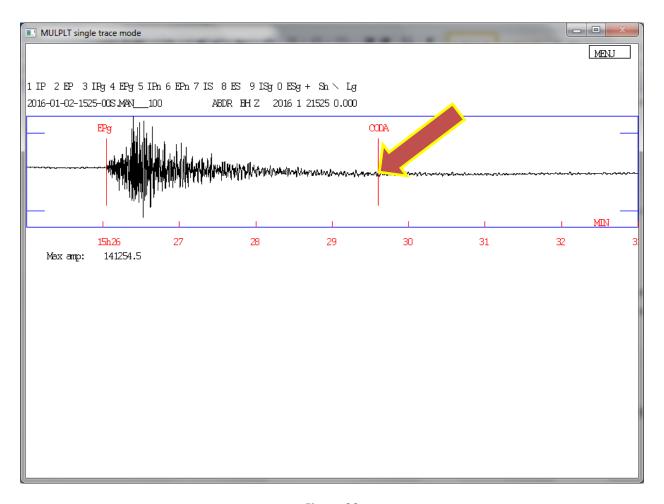


Figura 22

Análogamente procedemos a picar la phase "SG", esto lo hacemos haciendo uso del "0" en el teclado y como ya sabemos el picado de la onda "SG" se hace en las componentes horizontales norte-sur o este-oeste para estaciones banda ancha. Solo aremos el picado de la phase SG en la componente vertical cuando sean estaciones de periodo corto de una sola componente (vertical), figura 23.

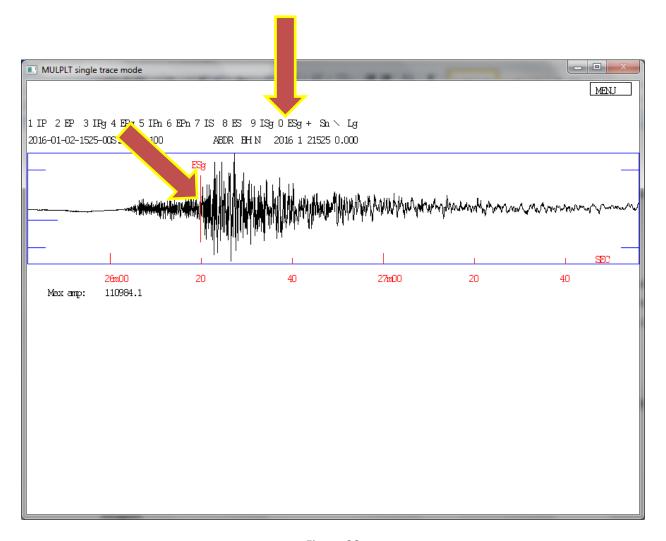


Figura 23

A continuación hacemos lo mismo para las próximas dos estaciones y salimos del modo (MULPLT single trace mode) tecleando la letra "t" minúscula, figura 24.

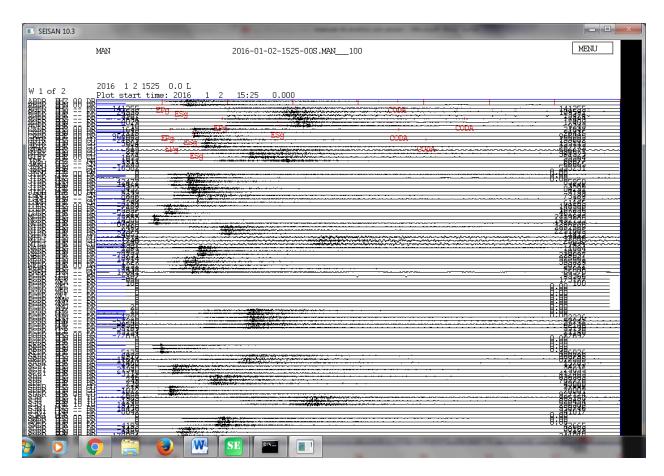


Figura 24

Hecho esto presionamos la letra "l" minúscula para localizar el evento, figura 25.

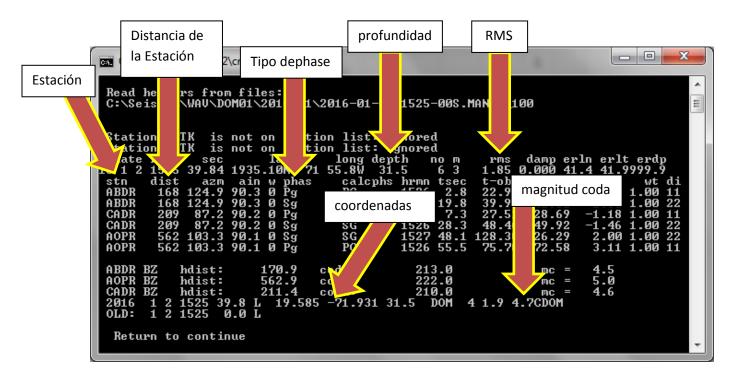


Figura 25

Seguido presionamos continuar "enter" hasta que nos salga la ventana principal, figura 26.

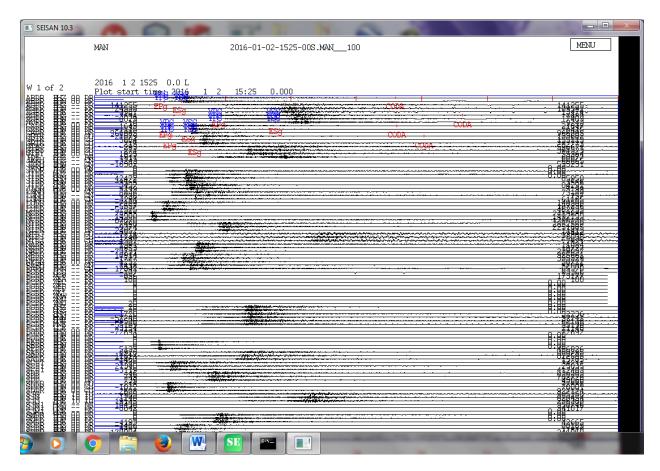


Figura 26

Una vez aquí procedemos a verificar el rms, la profundidad, magnitud y coordenadas. Esto lo hacemos en la sub ventana que se abrió al hacer la localización del evento. Esta ventana esta en cmd y podemos ubicarla con facilidad entre el icono de seisan explorer y el de la ventana principal de todas las estaciones que se encuentran en la barra inferior de Windows, figura 27.

```
X
C:\Windows\system32\cmd.exe
 Read headers from files:
C:\Seismo\\WAV\DOMO1\2016\01\2016-01-02-1525-00S.MAN___100
                                                                                                                                   Ε
                      is not on station list: ignored is not on station list: ignored sec lat long depth no
 Station GRTK
Station GRTK
                                                  long depth
55.8W 31.5
                                             71
                                     10N
                                        phas
Pg
Sg
                                                     calcphs
                                        89
89
89
 CADR
CADR
                                     8888
 ABDR BZ
AOPR BZ
CADR BZ
                                                                                                             4.5
5.0
4.6
                 hdist:
                                                 coda:
                                                                                                 mc
                 hdist:
                                                coda:
                                                                                                 mc
                                                coda:
-71.931 31.5
                 hdist:
                         39.8
0.0
   Return to continue
```

Figura 27

Una vez desplegada la ventana comenzamos a revisar los datos antes mencionados, figura 28.

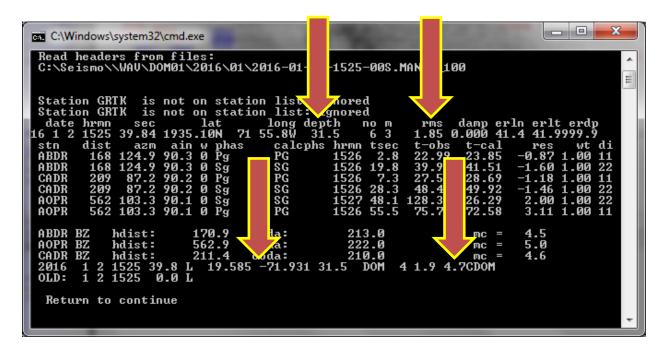


Figura 28

Otra forma de hacerlo es cerrando la ventana del programa de análisis con la letra "q" minúscula, figura 29.

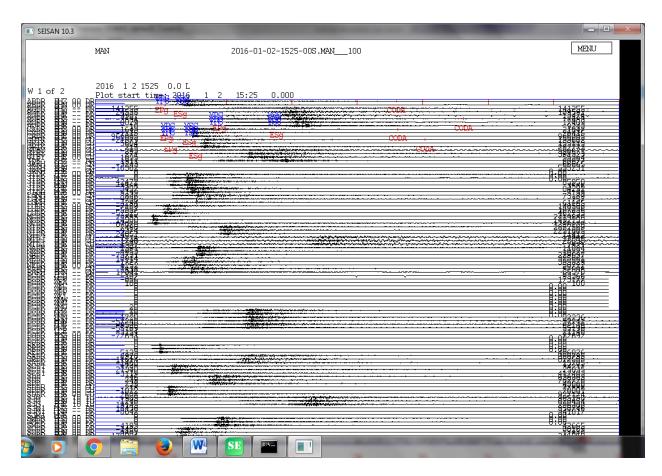


Figura 29

Luego actualizamos la información del evento que estamos analizando, este se selecciona y se pondrá azul en la ventana del seisan explorer, figura 30.

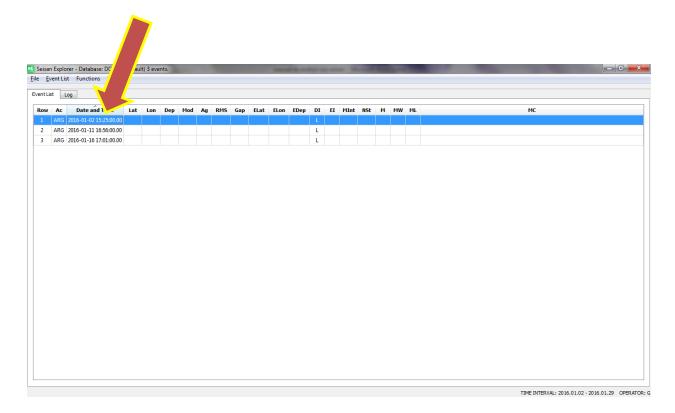


Figura 30

Luego tecleamos la letra "l", aquí nos abrirá una ventana de símbolos de sistema con la información del evento, figura 31 y 32 respectivamente.

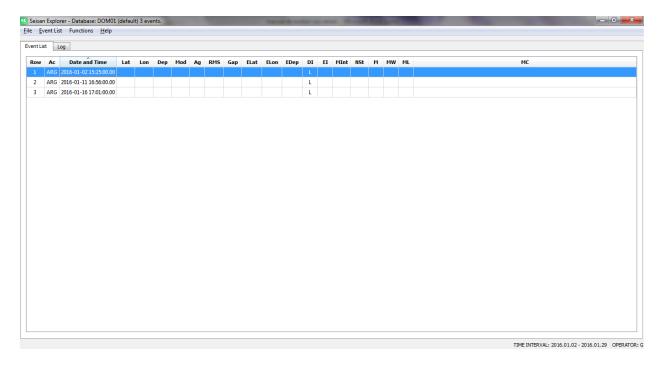


Figura 31

```
X
C:\Windows\system32\cmd.exe
                                      not on station list: ignored
not on station list: ignored
lat long depth n
1935.10N 71 55.8W 31.5
 Station GRTK
Station GRTK
                              is
is
                                                                                                                                                                                   Ε
                                                                   on list: Igno.
long depth of
55.8W 31.5
calcphs hrmn
PG 1526
SG 1526
                                      ain
90.3
90.3
90.2
90.2
90.1
90.1
                                                  8888
                                                                                                                                                                1.00
  CADR
                                                                                                                                                               1.00
1.00
 AOPR
AOPR
                                                170.9 coda: 213.0
562.9 coda: 222.0
211.4 coda: 210.0
4 19.585 -71.931 31.5 DOM
 ABDR BZ
AOPR BZ
CADR BZ
                        hdist:
                                                                                                                                     MC
                      hdist:
1525 39.8
1525 0.0
                                                                                                              4 1.9 4.7CDOM
   Enter to continue, u to update
```

Figura 32

En muchas ocasiones antes de salir "u" que significa actualizar la información del evento nos saldrá la petición de continuar haciendo clic en la tecla "enter" o poner fin a la lista, tecleando la letra "q" en todo caso debemos tener presente que si queremos que el evento se actualice debemos procurar antes de cerrar la ventana de introducir la letra "u" cuando se nos pida, figura 33.

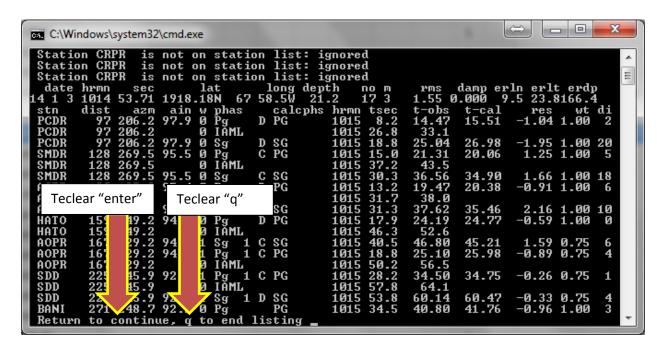


Figura 33

Ya en este punto si queremos actualizar el evento introducimos la letra "u" minúscula, figura 34.

```
Station GRTK is not on station list: ignored
Station GRTK is not on station list: ignored
date hrmm sec lat long depth no m rms damp erln erlt erdp
16 1 2 1525 39.84 1935.16N 71 55.8W 31.5 6 3 1.85 0.000 41.4 41.9999.9
stn dist azm ain w phas calcphs hrmn tsec t-obs t-cal res wt di
ABDR 168 124.9 90.3 0 Pg PG 1526 2.8 29.99 23.85 -0.87 1.00 11
ABDR 168 124.9 90.3 0 Sg SG 1526 19.8 39.91 41.51 -1.60 1.00 12
CADR 209 87.2 90.2 0 Pg PG 1526 7.3 27.51 28.69 -1.18 1.00 11
CADR 209 87.2 90.2 0 Sg SG 1526 28.3 48.46 49.92 -1.46 1.00 22
AOPR 562 103.3 90.1 0 Sg SG 1526 28.3 48.46 49.92 -1.46 1.00 22
AOPR 562 103.3 90.1 0 Pg PG 1526 55.5 75.70 72.58 3.11 1.00 11

ABDR BZ hdist: 170.9 coda: 213.0 mc = 4.5
AOPR BZ hdist: 562.9 coda: 222.0 mc = 5.0
CADR BZ hdist: 562.9 coda: 222.0 mc = 5.0
CADR BZ hdist: 211.4 coda: 210.0 mc = 4.6
2016 1 2 1525 39.8 L 19.585 -71.931 31.5 DOM 4 1.9 4.7CDOM
OLD: 1 2 1525 0.0 L

Enter to continue, u to update
```

Figura 34

Luego de esto generalmente nos preguntara, si estamos seguros de querer sobrescribir el caso actual en la base de datos con esta solución mostrada; de ser así pulsamos (y para si queremos actualizar) y (n para no queremos actualizar), figura 35.

```
Station GRTK is not on station list: ignored
Station GRTK is not on station list: ignored
date hrmn sec lat long depth no m rms damp erln erlt erdp
16 1 2 1525 39.84 1935.10N 71 55.8W 31.5 6 3 1.85 0.000 41.4 41.9999.9
stn dist azm ain w phas calcphs hrmn tsec t-obs t-cal res wt di
ABDR 168 124.9 90.3 0 Pg PG 1526 2.8 22.99 23.85 -0.87 1.00 11
ABDR 168 124.9 90.3 0 Sg SG 1526 19.8 39.91 41.51 -1.60 1.00 22
CADR 209 87.2 90.2 0 Pg PG 1526 7.3 27.51 28.69 -1.18 1.00 11
CADR 209 87.2 90.2 0 Sg SG 1526 28.3 48.46 49.92 -1.46 1.00 22
AOPR 562 103.3 90.1 0 Sg SG 1527 48.1 128.30 126.29 2.00 1.00 22
AOPR 562 103.3 90.1 0 Pg PG 1526 55.5 75.70 72.58 3.11 1.00 11

ABDR BZ hdist: 170.9 coda: 213.0 mc = 5.0
CADR BZ hdist: 211.4 coda: 210.0 mc = 5.0
CADR BZ hdist: 211.4 coda: 210.0 mc = 4.6
2016 1 2 1525 39.8 L 19.585 -71.931 31.5 DOM 4 1.9 4.7CDOM
OLD: 1 2 1525 0.0 L

Enter to continue, u to update

You are now about to overwite the current event in the data base.
with the solution just shown
The catalog is not updated !!!!!
Sure you want to update, (y/n)?
```

Figura 35

En este caso introducimos la letra "y" y luego pulsamos "enter" para actualizar, figura 36.

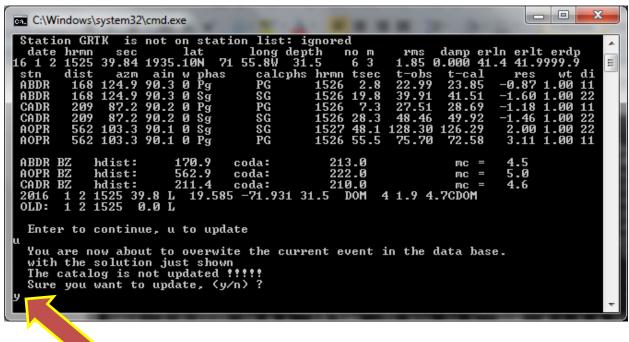
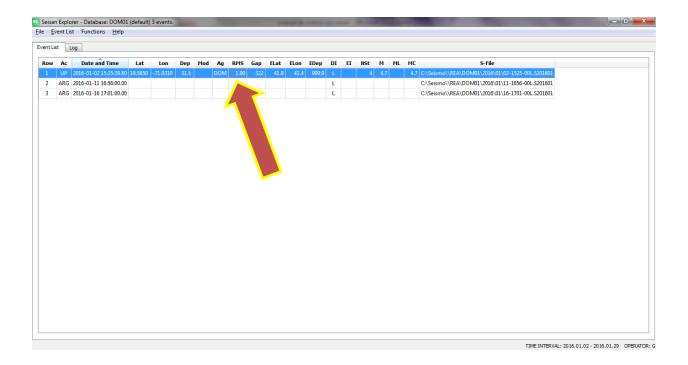


Figura 37

Hecho esto podremos ver la información actualizada del evento, en la ventana de seisan explorer, figura 38.



Si deseamos ver automáticamente el epicentro del análisis en el mapa, en la misma ventana de Seisan Explorer tecleamos la letra "g" minúscula y aparecerá una ventana con la ubicación del evento, figura 39.

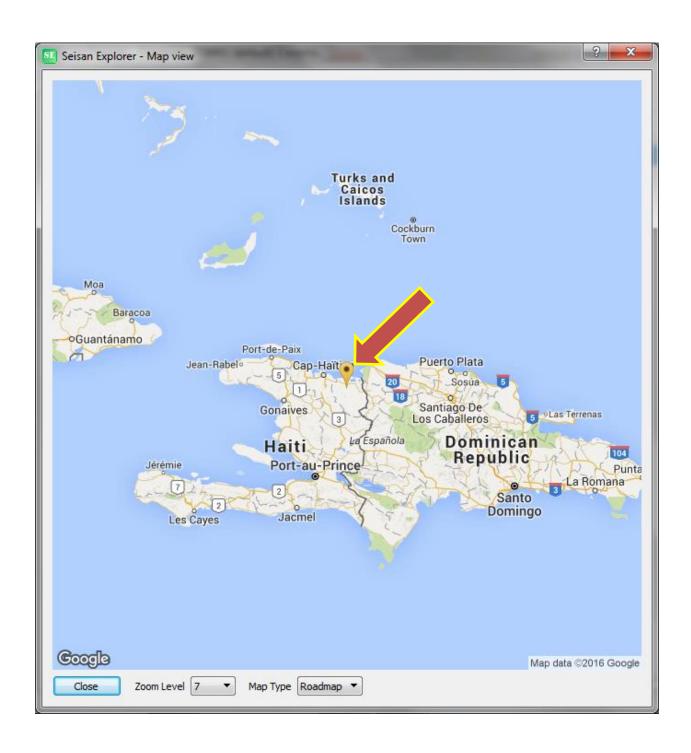


Figura 39

La ventana que muestra el epicentro tiene tres botones, uno es para acercarse y alejarse en el mapa el otro es para elegir el tipo mapa que queremos ver y por ultimo uno para cerrar la ventana, podemos probarlos todos y luego cerrar para ver su funcionalidad, figura 40.

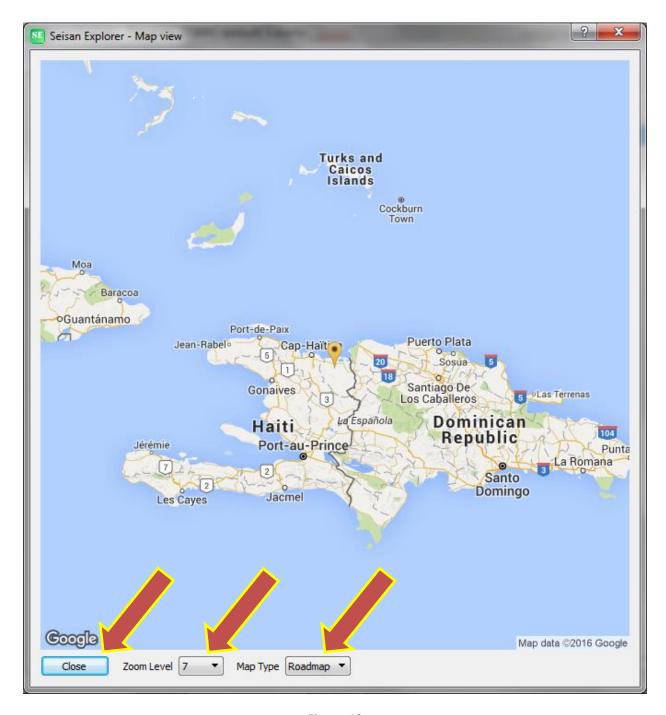


Figura 40

Ahora lo que debemos hacer es agregarle más estaciones al evento que estamos analizando. Esto lo hacemos primero cerrando la ventana del "Map View" presionando el botón "closet" en la ventana de "Map View", figura 41.

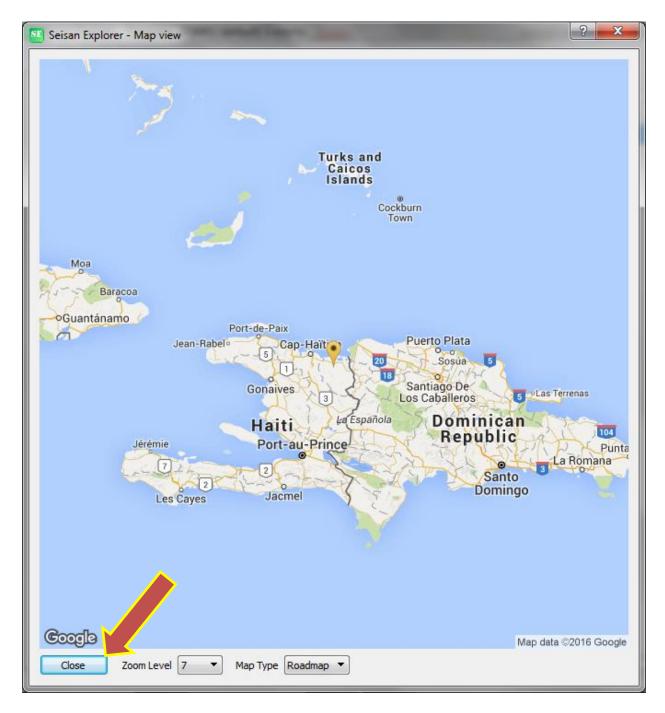


Figura 41

Hecho esto, volvemos a la ventana de Seisan Explorer, figura 42.

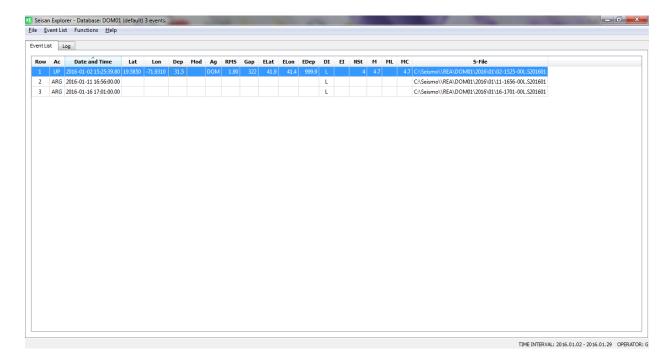


Figura 42

Y luego repetimos todos los pasos anteriores, comenzando con seleccionar en el explorador de seisan el evento que estamos analizando y luego presionar "p" minúscula para continuar agregando estaciones al análisis sísmico en proceso, figura 43.

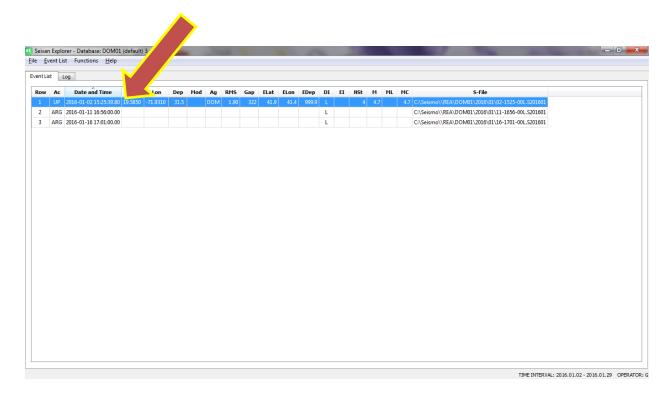


Figura 43

Nota: devuelta al programa de análisis de Seisan, sugiero que antes de comenzar agregar estaciones, relocalicen el evento presionando la letra "I" minúscula y reitero que a partir de ahí tomando como referencia el primer análisis hecho con sus respectivos errores de localización, comiencen agregar estaciones e inmediatamente a relocalizar para mantener un control de los errores y residuos introducidos por las estaciones, en análisis, figura 44 y 45 respectivamente.

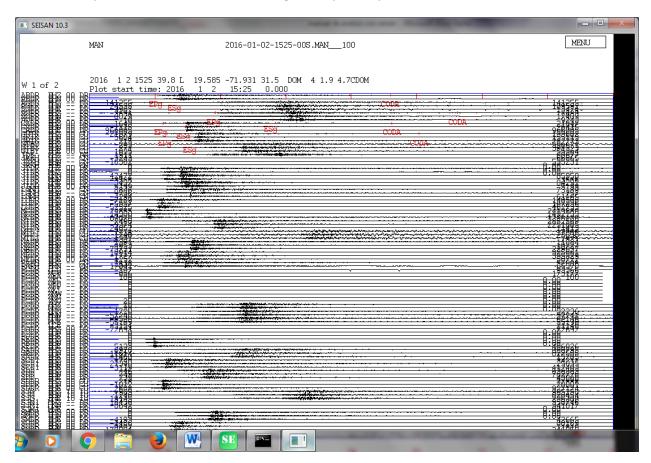


Figura 44

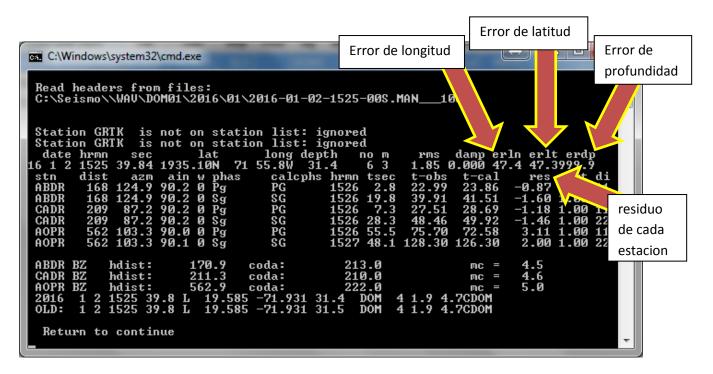


Figura 45

Terminada la revisión presionamos "enter" hasta que nos salga la ventana principal del programa de análisis, figura 46.

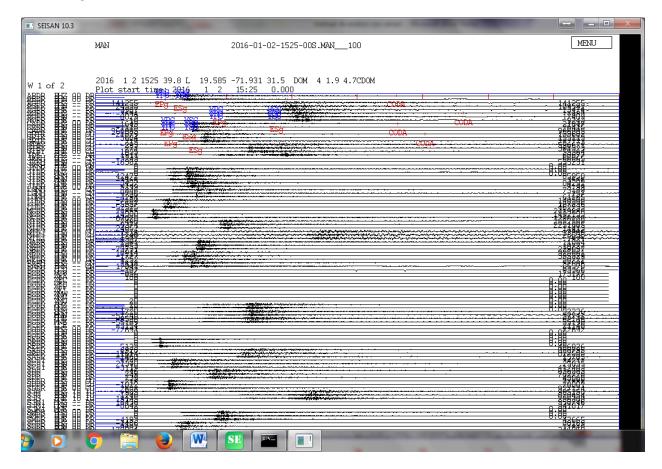
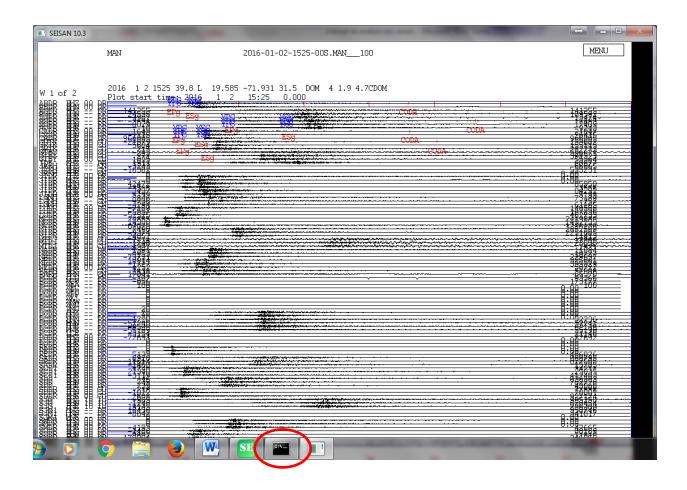


Figura 46

Nota: podemos acceder a la ventana información de análisis cuantas veces queramos tan solo tenemos que ubicarla entre las ventanas de Seisan Explorer y la ventana de análisis.



Al relocalizar un evento, ustedes encontraran las sugerencias de phases hechas por el programa en color azul, ya que las rojas son las que usted o otro analista hizo, figura 47.

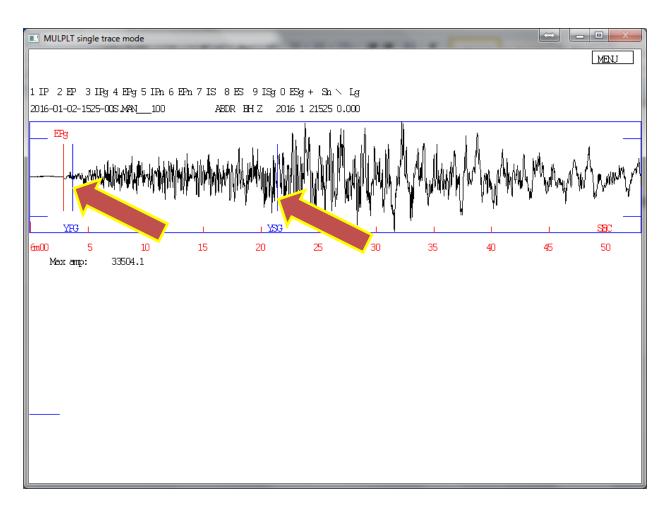


Figura 47

Nota: aquí según su experiencia en análisis, usted asumirá si decide coincidir con corregir la phase sugerida por el programa, aplicarle calidad o eliminarla, en caso de que la phase introduzca un gran error en el análisis de forma incorregible con las anteriores sugerencias.