



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

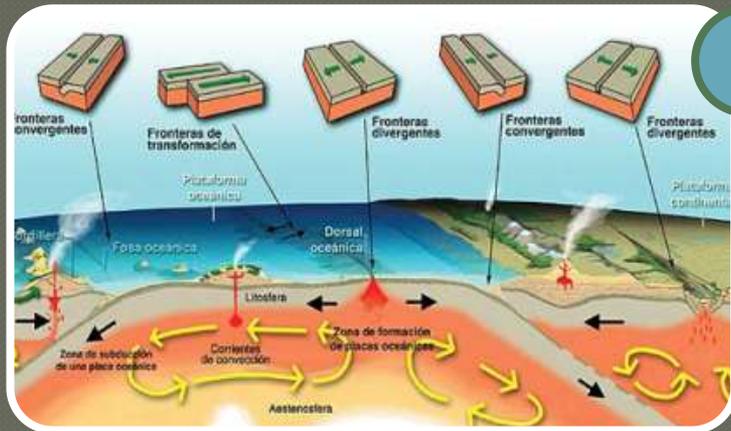
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y
LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA
Y DEL MEDIO AMBIENTE

**OBTENCIÓN DE COORDENADAS PRECISAS DE
ESTACIONES DE MONITOREO CONTINUO PARA
DETECCIÓN DE MOVIMIENTOS RÁPIDOS**

Autores: Daniel López V., Daniela Negrete M., Alexander Robayo N.

INTRODUCCIÓN



Movimientos de origen geodinámico



Generan problemas en trabajos que utilizan datos de alta precisión



Mantenimiento del marco de referencia



Sismos 16 abril de 2016.

ÁREA DE ESTUDIO

Sismo 16 de abril 2016



Fecha: 16 de abril del 2016

Hora: 18:58:00

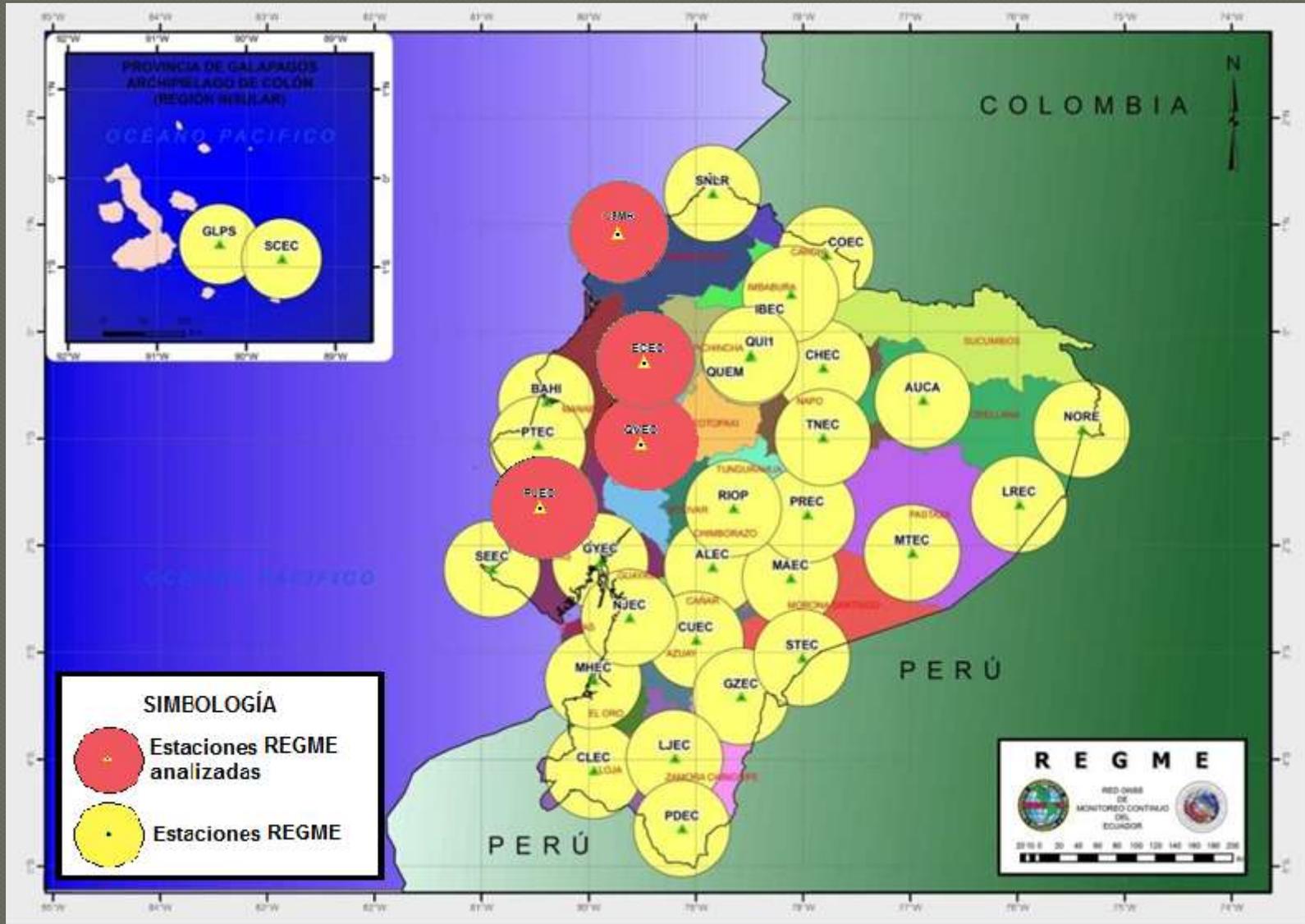
Magnitud: 7.8 Mw.

Profundidad: 20 km

Localización: zona norte de la provincia de Manabí entre los poblados de Pedernales y Cojimíes.

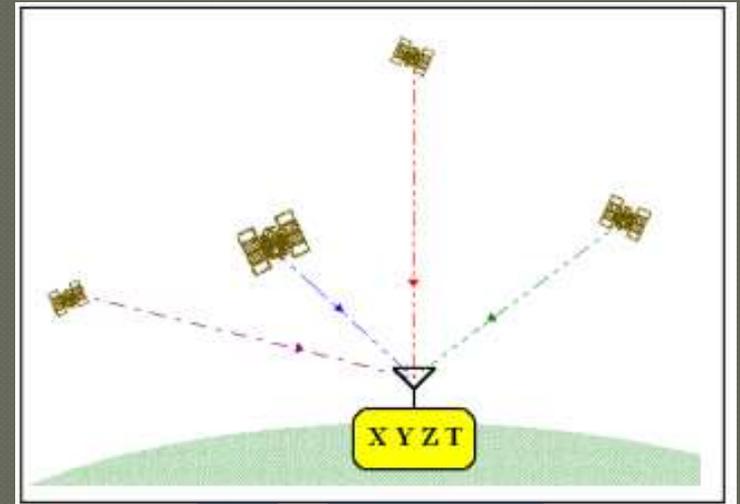


Estaciones de monitoreo continuo seleccionadas



Posicionamiento Punto Preciso –PPP

Método de post - procesamiento que se basa en la obtención de coordenadas precisas a partir de observaciones GNSS de un solo receptor sin tomar en cuenta correcciones o información de otras estaciones, es decir, elimina la necesidad de adquirir los datos de seguimiento simultáneos desde una estación de referencia.



Fuente: Acuña. G., 2008

Cuenta con una precisión a nivel del centímetro hasta el decímetro, para lo cual a más de usar las observaciones del receptor se usan datos de corrección de errores de relojes, satélites y órbitas precisas, sumado a un esquema de modelamiento adicional de errores.

Procesamiento Punto Preciso Software Bernese

○ Creación Campañas



Modelos ionosféricos de entrada (.ION)
Se obtienen de: <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/CODE/>

Mallas globales diarias con los coeficientes de entrada para la Vienna Mapping Function (VMF)
Se obtienen de: <http://ggosatm.hg.tuwien.ac.at/DELA Y/GRID/VMFG>

Archivos con las órbitas GNSS y los parámetros de orientación terrestre
Se obtienen de cualquier banco de datos del IGS:
* CDDIS: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/products/>
* SOPAC: <ftp://garner.ucsd.edu/pub/products/>
* IGS-CB : <ftp://igs.cb.jpl.nasa.gov/pub/product/>

Contiene los archivos RINEX de cada estación de Monitoreo continuo.
Se obtienen de los bancos de datos por ejemplo: IGM, IGS, SIRGAS.

Contiene los archivos de información de las Estaciones.

- * Tabla de abreviaciones de los nombres de las estaciones (ECU.ABB).
- * Valores iniciales de las coordenadas (ECU11.CRD).
- * Valores iniciales de las velocidades (ECU11.VEL).
- * Efectos por carga oceánica (AMSUR.BLQ).
- * Efectos por carga atmosférica de origen mareal (AMSUR.ATL).
- * Información de las estaciones (AMSUR52.STA)
- * SESSIONS.SES

Los archivos AMSUR.BLQ, AMSUR.ATL y AMSUR52.STA se obtienen en ftp://ftp.sirgas.org/pub/gps/DGF/BERN52_SIR/
Los archivos .CRD y .VEL existen ya generados, que se pueden descargar del <ftp://ftp.unibe.ch.aiub/BSWUSER50/STA>
Archivo SESSIONS.SES se genera automáticamente cuando se crea la campaña.

Procesamiento Punto Preciso

Table 3.2: Processing steps for a zero-difference solution.

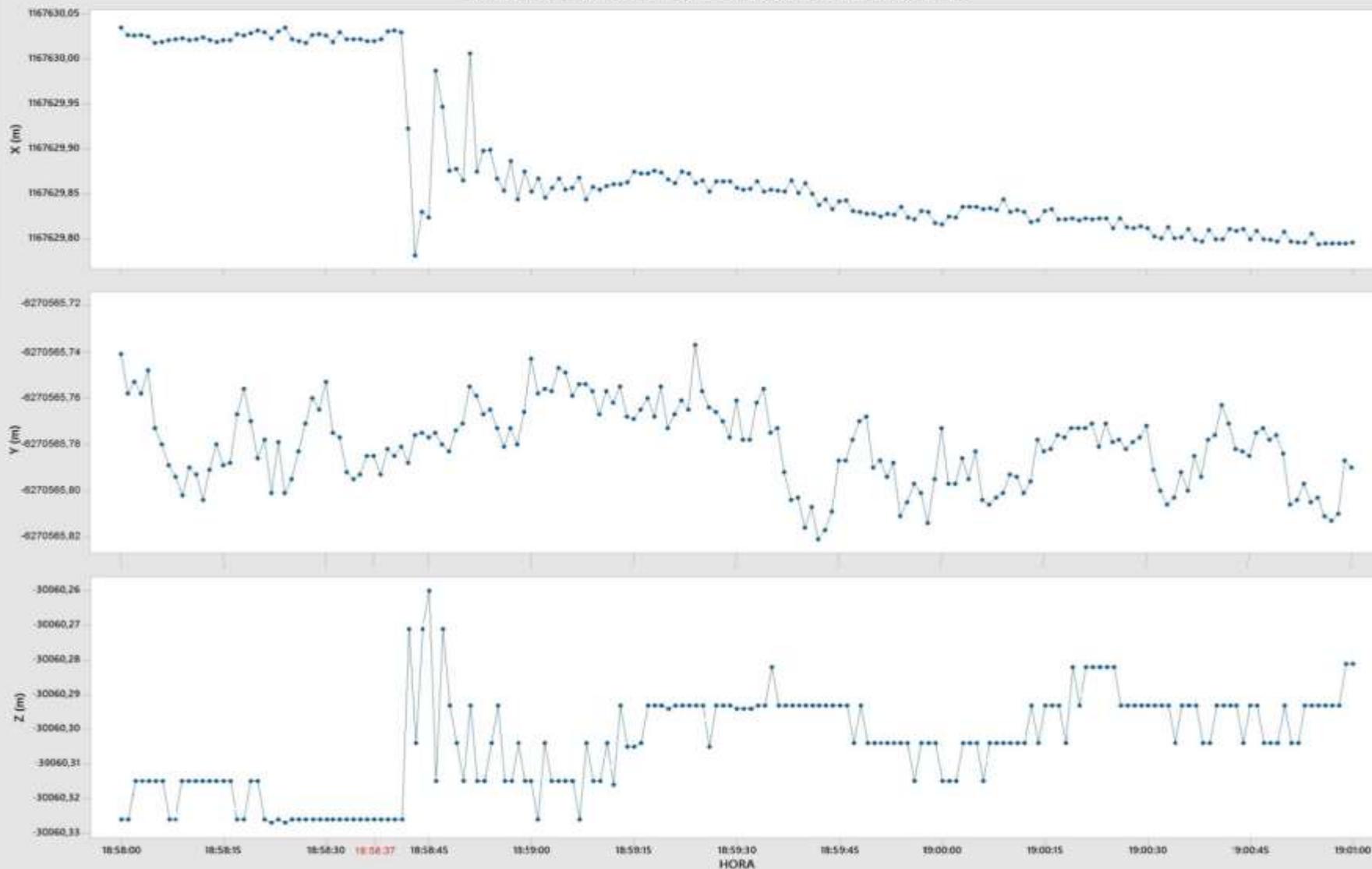
| Processing step | Involved programs | Reference |
|--|--------------------------------|-------------|
| 1 Data transfer, copy data into the campaign | ftp | Chapter 4 |
| 2 PPP procedure to complete the list of a priori coordinates/velocities (if necessary) | BPE example PPP.PCF | Sec. 20.4.1 |
| 3 Data preprocessing 1 | RNXSMT | Chapter 6 |
| 4 Import data into Bernese format | RXOBV3 | Chapter 4 |
| 5 Prepare orbit and Earth orientation information | POLUPD, PRETAB, ORBGEN | Chapter 5 |
| 6 Data preprocessing 2 | CODSPP, GPSEST, RESRMS, SATMRK | Chapter 6 |
| 7 Solution for epoch parameters and/or create normal equations | GPSEST | Chapter 7 |
| 8 NEQ-based multiseession solution | ADDNEQ2 | Chapter 9 |

Fuente: Dach, R., Hugentobler, U., Fridez, P., & Meindl, M. (2007).

| RUTINA | DESCRIPCIÓN |
|-----------------|--|
| POLUPDH | Conversión del archivo con los parámetros de orientación terrestre (EOP) del formato IGS al formato Bernese. |
| PRETAB | Transformación de las efemérides del IGS al sistema quasi-inercial ICRF |
| ORBGENH | Integración de las órbitas en el sistema quasi-inercial. |
| RNXSMT_H | Seleccionará los tipos de observación de acuerdo a la lista de prioridad que se da en V_OBSINF. Las observaciones de código se depuran, mientras que las mediciones de fase única se copian del archivo original en el nuevo archivo RINEX (extensión SMT). |
| RXOBV3_P | Conversión de archivos RINEX a formato Bernese. |
| CODSPP_P | Sincronización de los relojes de los receptores. |
| PPPEDT_P | <p>Ejecuta los siguientes cinco programas de procesamiento, los cuales depuran los datos de la estación y se calcula la solución PPP.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. GPSEST: generar un archivo residual para la detección de datos basada en un combinación lineal ionosférica (L3). 2. RESRMS: muestra un archivo residual con los valores que superen un umbral determinado. 3. SATMRK: identifica valores atípicos en los archivos de observación. Las observaciones se mantienen en los archivos, y los valores antes identificados se marcan como malas observaciones. 4. GPSEST: continúa con el paso anterior depurando las observaciones que no eran buenas para el procesamiento. Los resultados se almacenan en archivos de resultados stationwise para su uso posterior. 5. ADDNEQ2: generar archivos de resultados de PPP para cada estación. |

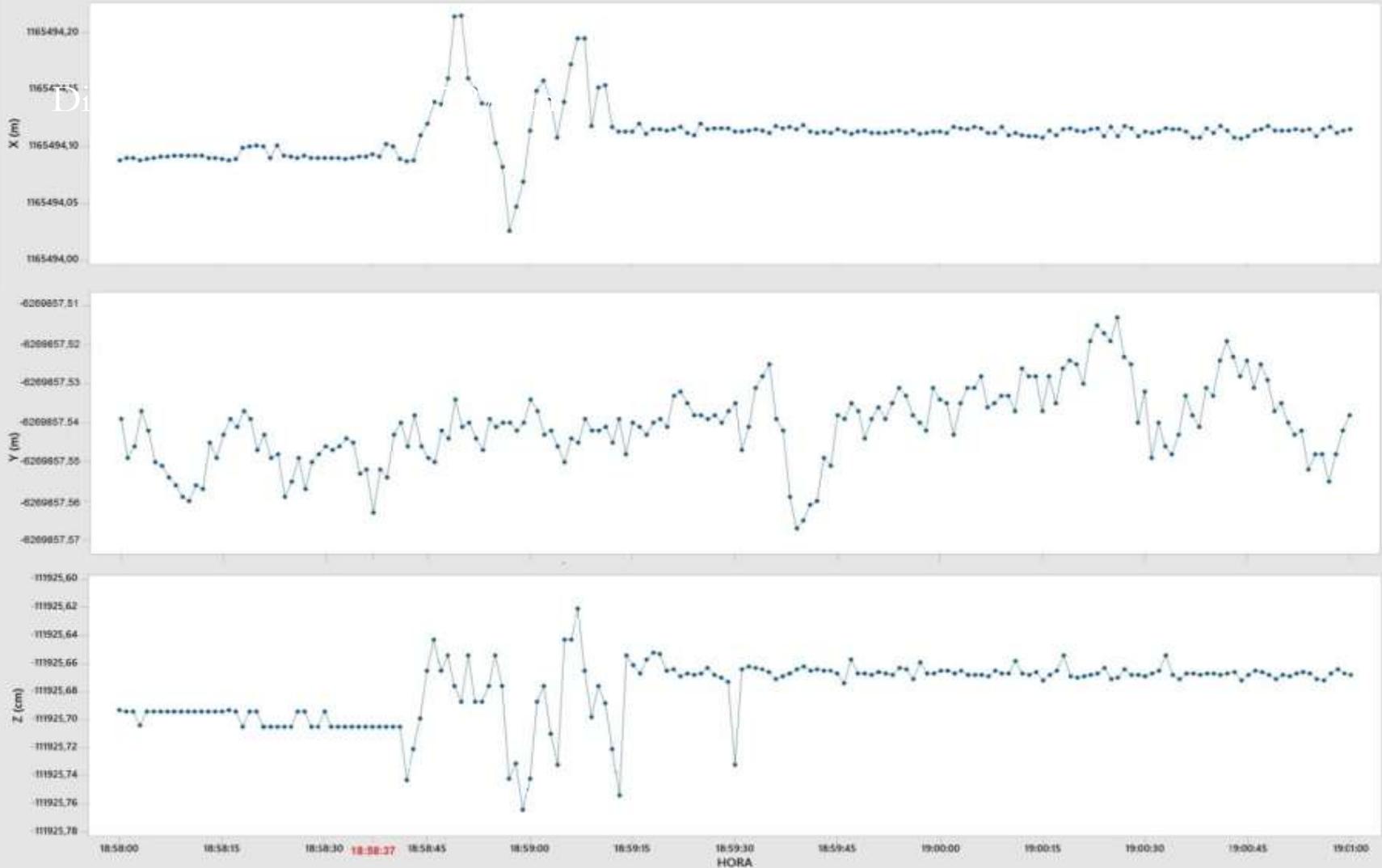
RESULTADOS

Estación ECEC: Variación coordenadas cartesianas durante ciclo sísmico



Estación QVEC Sismo 16 abril 2016

Estación QVEC: Variación coordenadas cartesianas durante ciclo sísmico



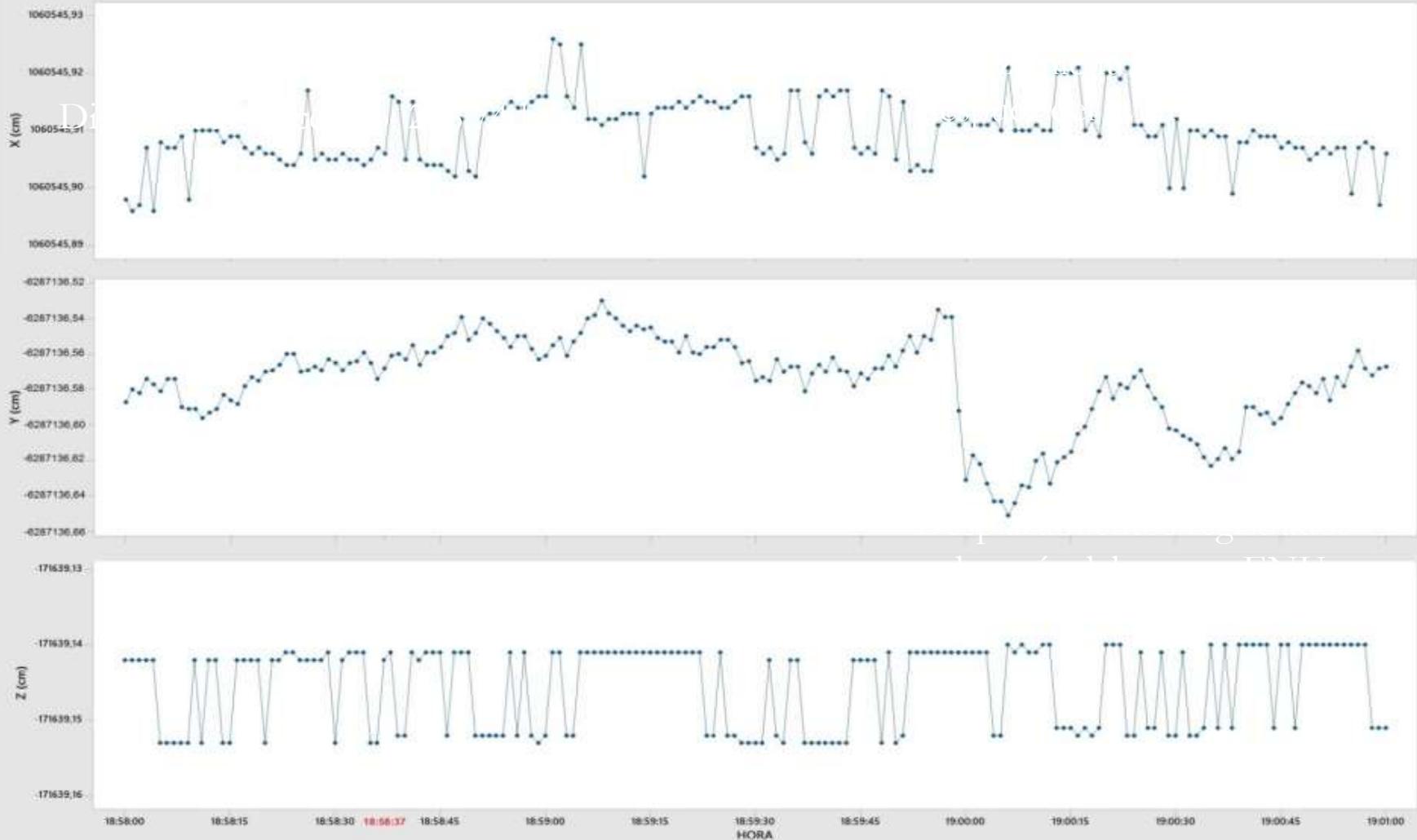
Estación ESMR Sismo 16 abril 2016

Estación ESMR: Variación coordenadas cartesianas durante ciclo sísmico



Estación PJEC Sismo 16 abril 2016

Estación PJEC: Variación coordenadas cartesianas durante ciclo

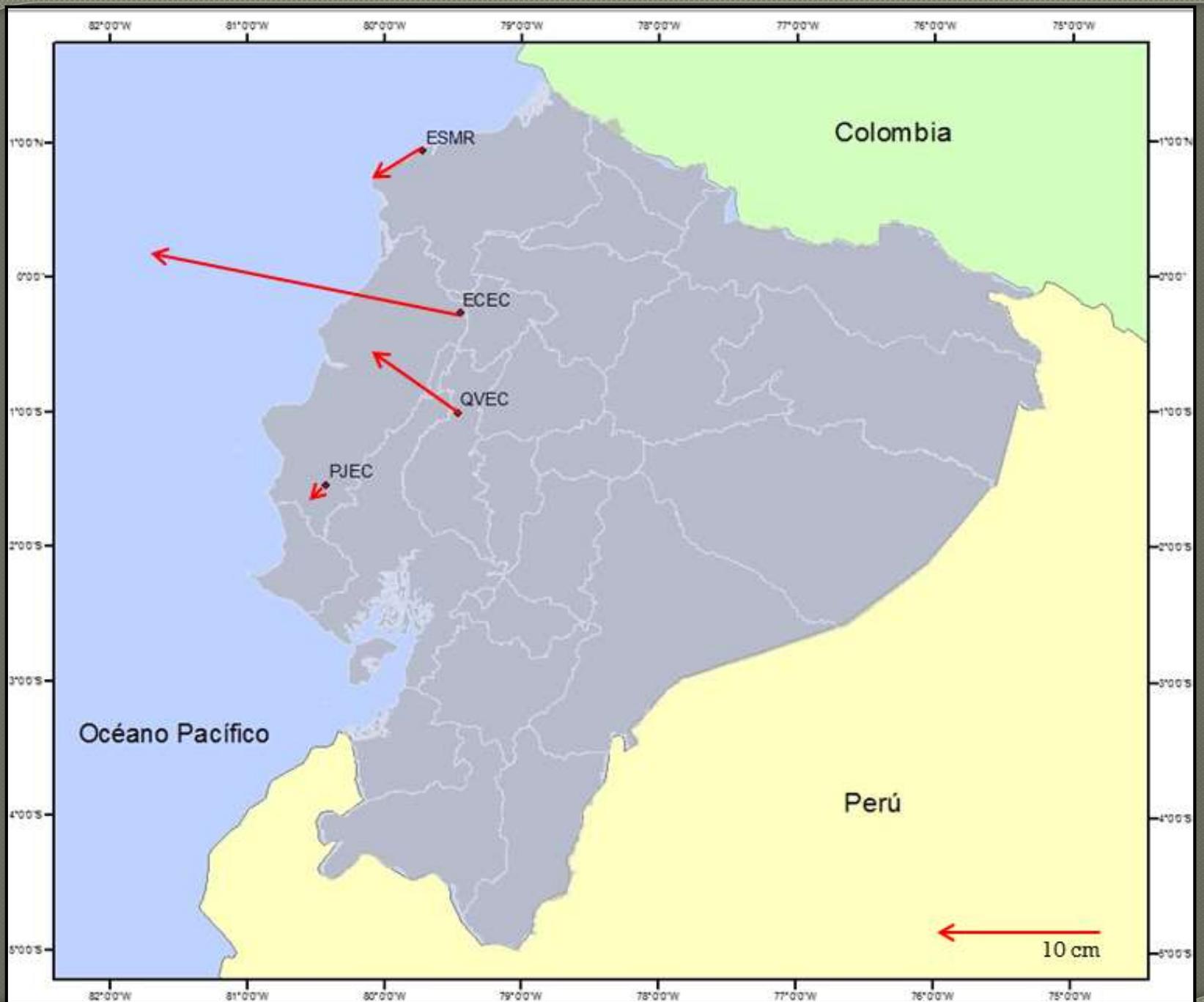


Desplazamientos promedio sufridos por las estaciones

| Estaciones | Desplazamientos | | | | | | | |
|------------|-----------------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|------------|
| | ECEF | | | | ENU | | | |
| | X (m) | Y (m) | Z (m) | Módulo (m) | N (m) | E (m) | U (m) | Módulo (m) |
| ECEC | 0,20 | 0,01 | -0,05 | 0,21 | -0,05 | 0,20 | 0,03 | 0,21 |
| QVEC | 0,06 | 0,01 | -0,03 | 0,07 | -0,03 | 0,06 | 0,00 | 0,07 |
| ESMR | 0,02 | -0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| PJEC | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 |

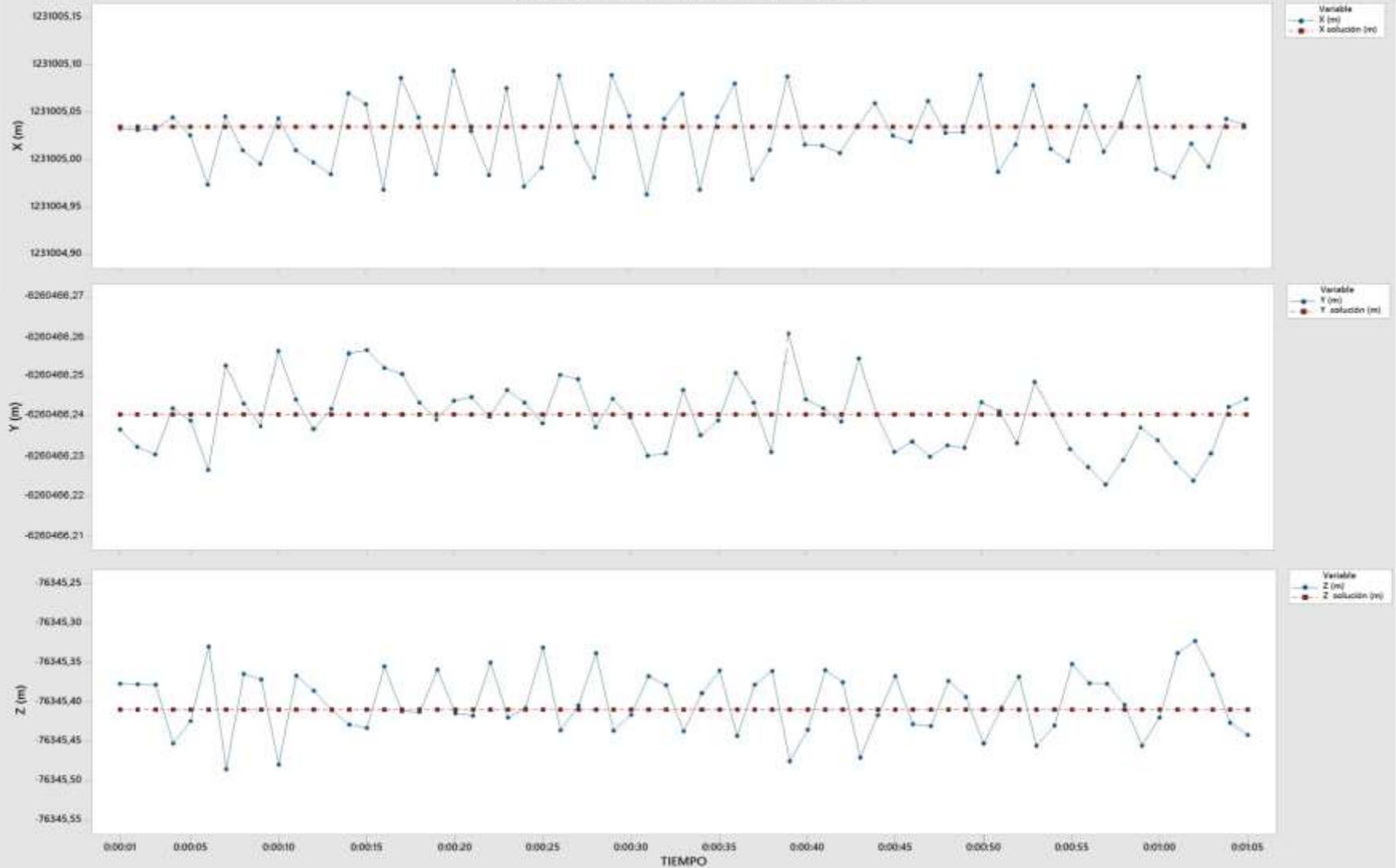
Los datos obtenidos en el procesamiento fueron corroborados con:

- Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional
- Soluciones semanales SIRGAS



Simulación Sísmica

Simulación sísmica, variación coordenadas cartesianas



CONCLUSIONES

- El posicionamiento absoluto mediante la técnica de Posicionamiento de Punto Preciso–PPP, es un buen método que permite determinar la detección de movimientos rápidos y diagnosticar el comportamiento de la estación a cada segundo.
- En el sismo del 16 de abril del 2016, todas las estaciones de monitoreo continuo analizadas presentaron desplazamientos permanentes en sus coordenadas, siendo la estación ECEC la más afectada con un desplazamiento promedio de 21 cm; las otras estaciones presentan variaciones posicionales menores que van entre 7 cm y 2 cm.
- Los desplazamientos de las estaciones de monitoreo continuo causados por un sismo no son directamente proporcionales a la distancia del epicentro, ya que podrían también depender de las características geomorfológicas del terreno, es así que la estación de Esmeraldas – ESMR con una distancia de 68,66 km al epicentro presentó un desplazamiento de 3 cm, mientras que la estación de El Carmen – ECEC que está a 83,70 km tuvo un desplazamiento mayor de 21 cm.

Gracias