



Aportes a la densificación de la Red Geodésica Nacional Activa de México en la región de Jalisco. Materialización, coordenadas precisas y aportes al monitoreo en tiempo real.

Juan Luis Cabanillas Zavala (1); María Fernanda Camisay (2)(3); María Virginia Mackern (2)(3)(4); María Laura Mateo (2)(3); Francisco Javier Núñez Cornú (1); Elizabeth Trejo Gómez (1); Juan Manuel Sandoval Hernández (1).

Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México

- (1) Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- (2) Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
- (3) Facultad de ingeniería. Universidad Juan Agustín Maza, Mendoza, Argentina.
- (4) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Argentina.

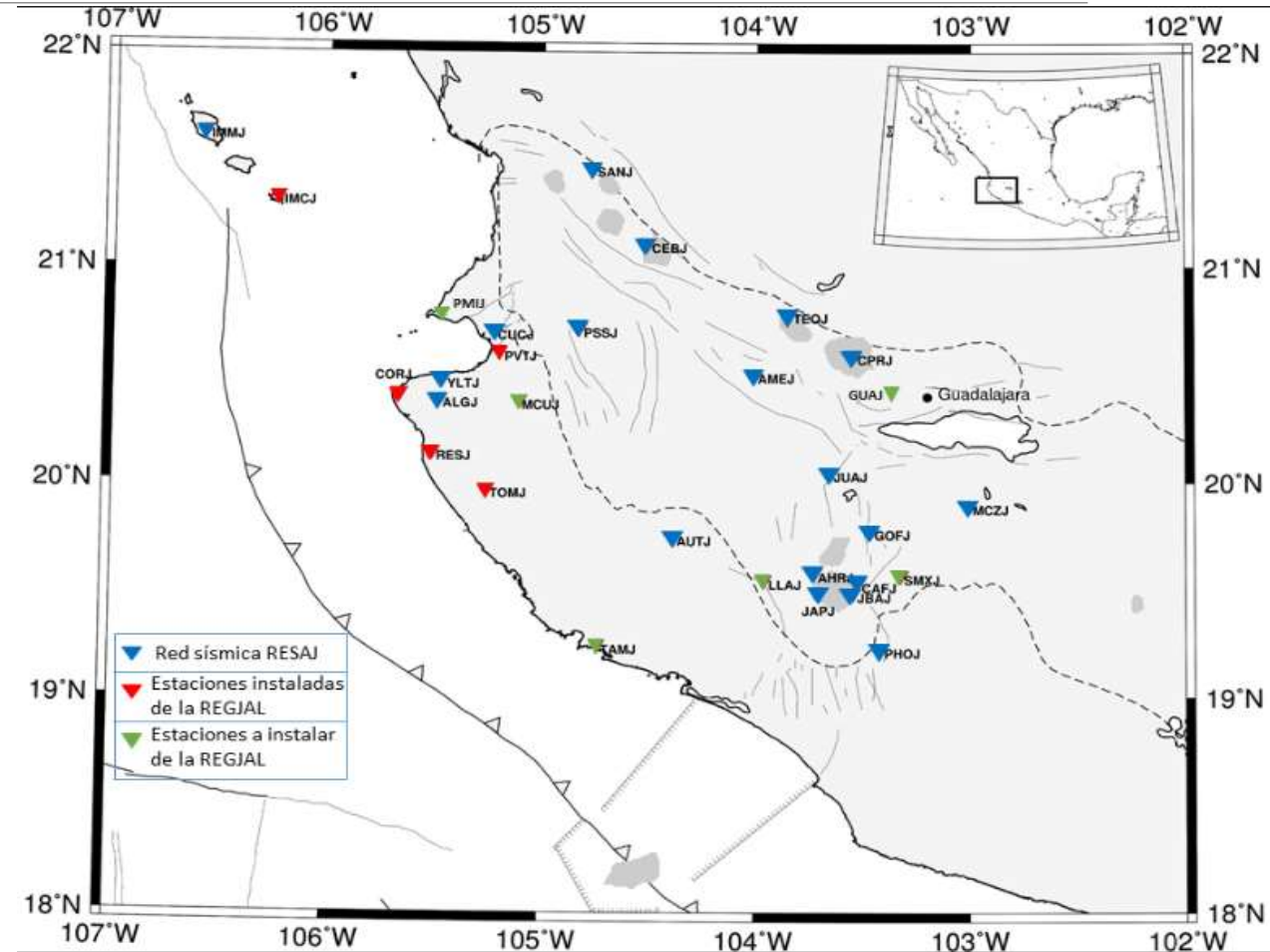


Posgrado en Geofísica
UdeG

Introducción:



Se presenta la red materializada, la metodología utilizada para vincular dichas estaciones a la Red Geodésica Nacional Activa de México y por consiguiente a la red continental SIRGAS y al ITRF2014.

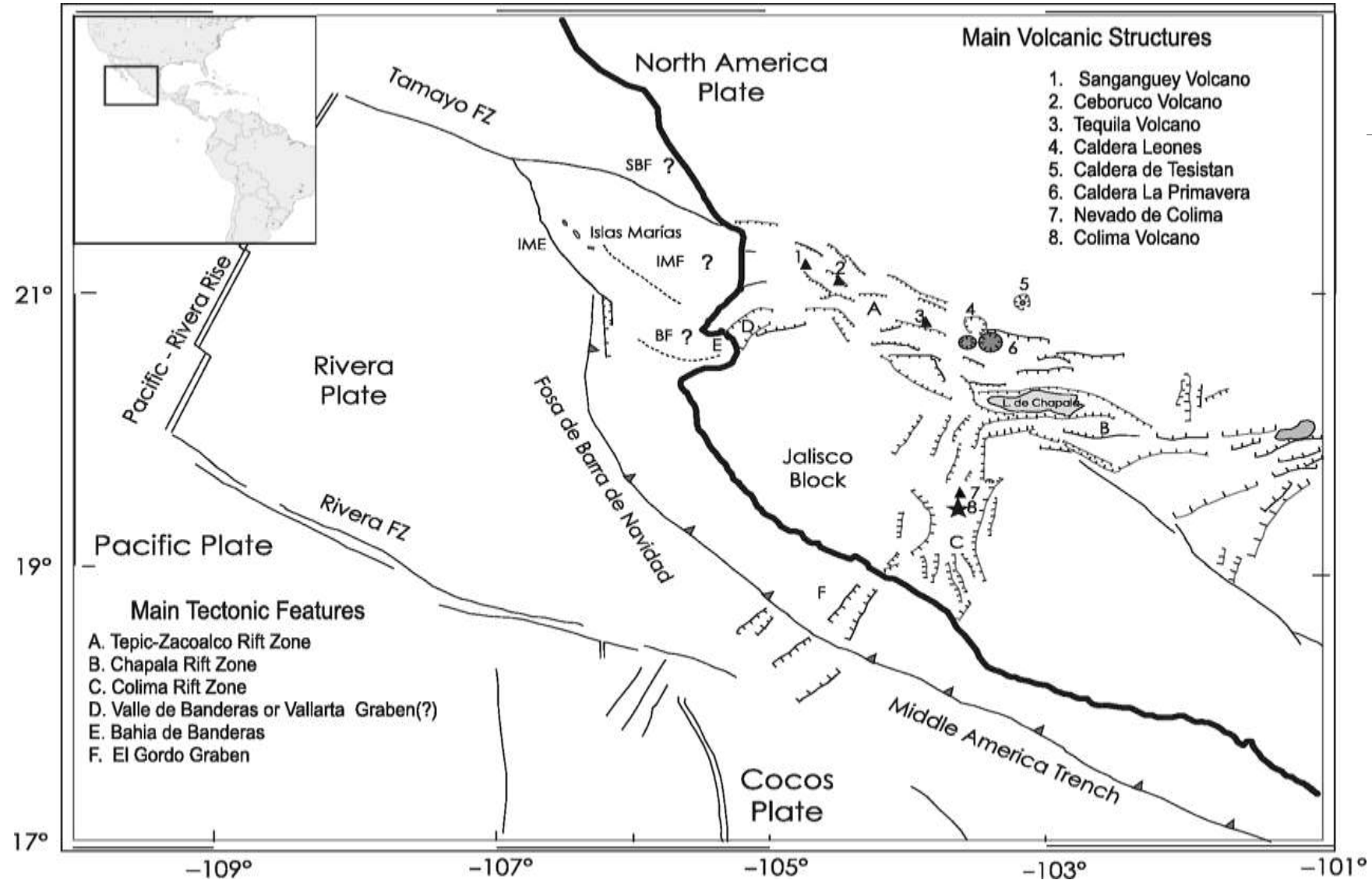


Objetivo:



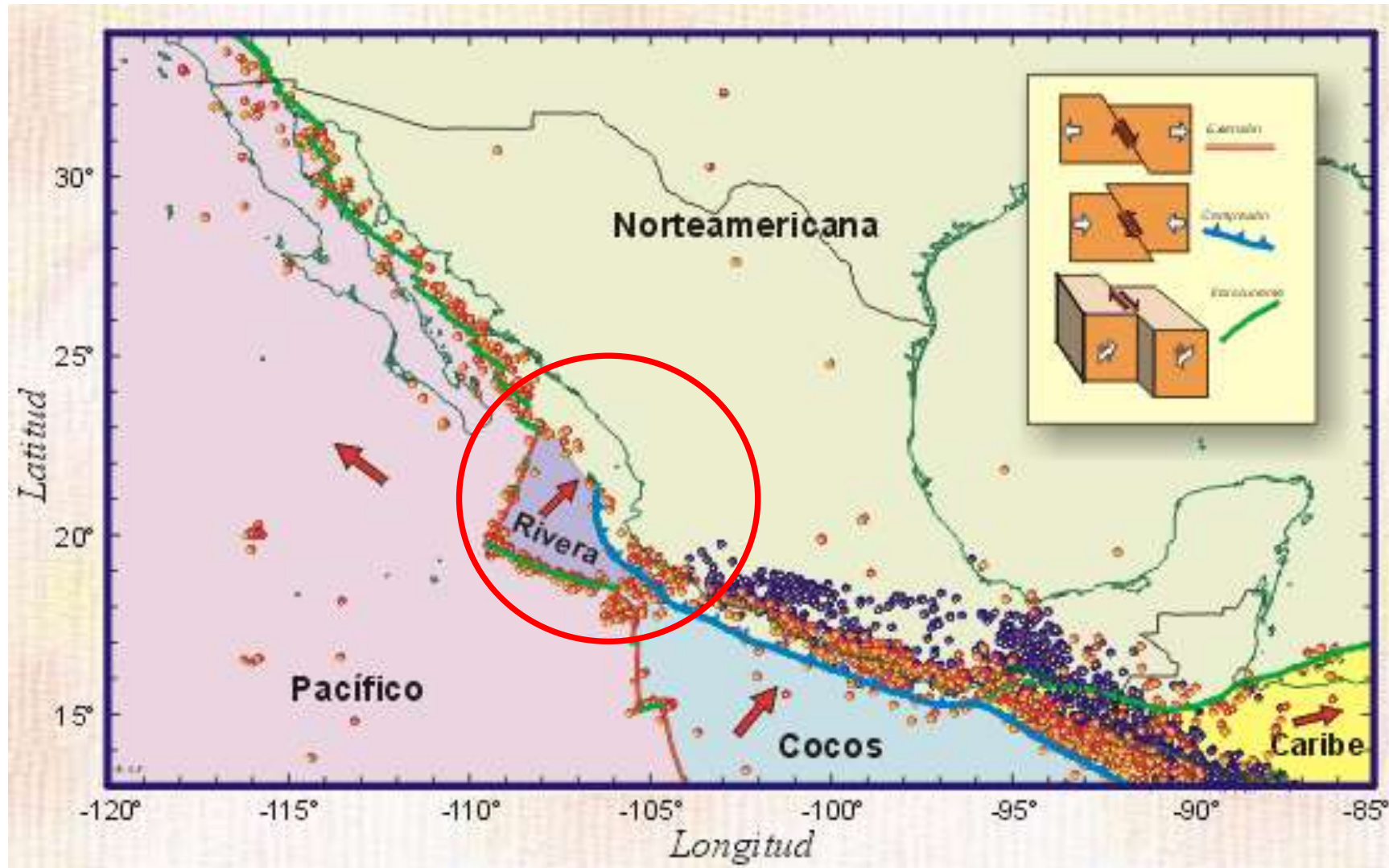
Implementar una red geodésica de monitoreo continuo en el Estado de Jalisco para establecer un marco de referencia terrestre que permita caracterizar la sismicidad y tectónica regional.

Marco Tectónico



Tomada de
Núñez-Cornú et al., 2018

Estudios con GPS en México

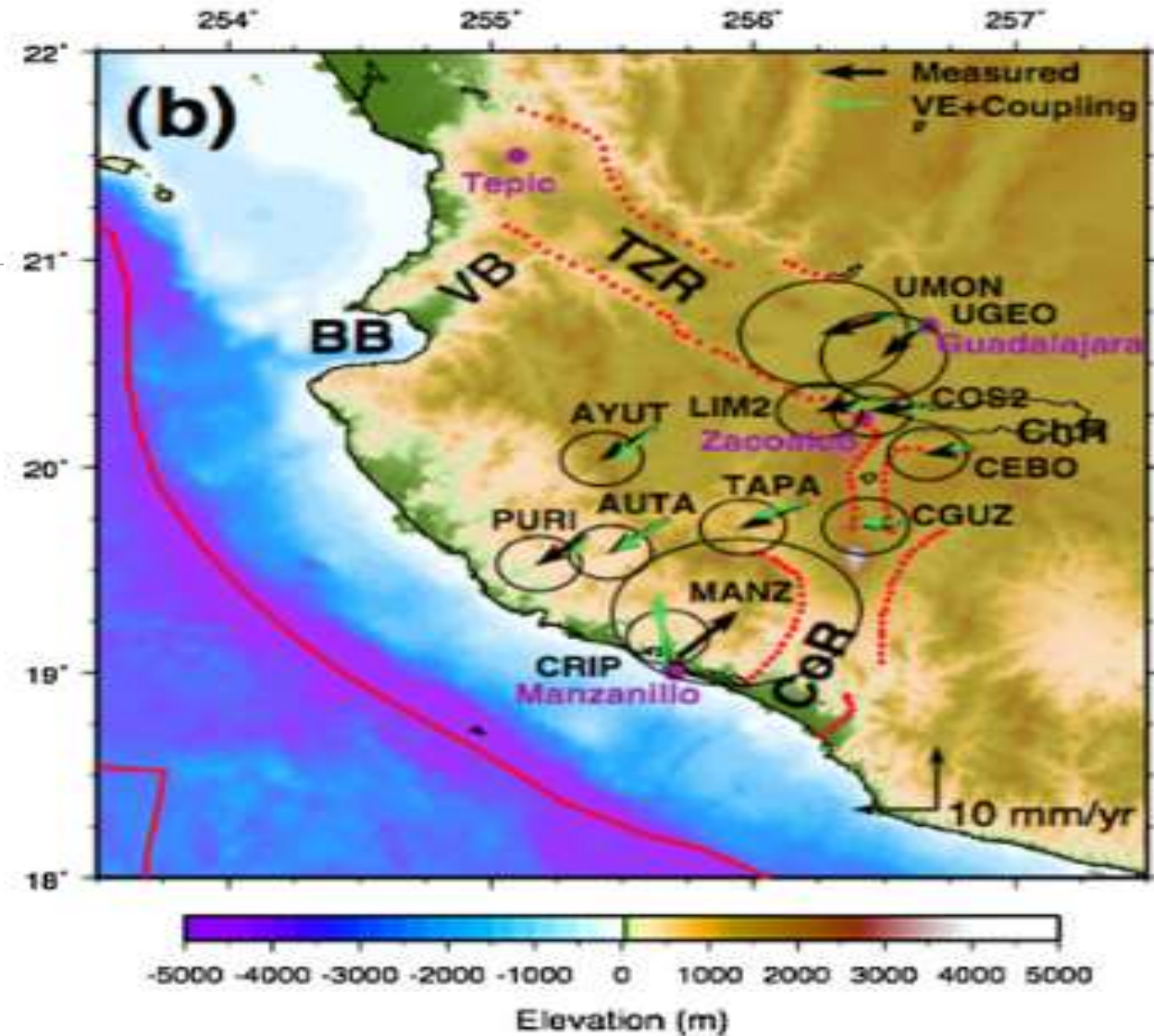


Tomada de Kostoglodov & Pacheco, 1999

Estudios previos

Se estiman movimientos de aproximadamente 2 mm/año del Bloque de Jalisco hacia el Suroeste con respecto a Norteamérica.

Los autores señalan que el movimiento podría estar relacionado con el comportamiento del ciclo sísmico para este margen y, de ser así, el Bloque Jalisco puede no ser un bloque cortical independiente.



Selvans et al., (2011)

Materialización y equipamiento

Antena Trimble GNSS-Ti Chocke Ring



Receptor Trimble Net R9

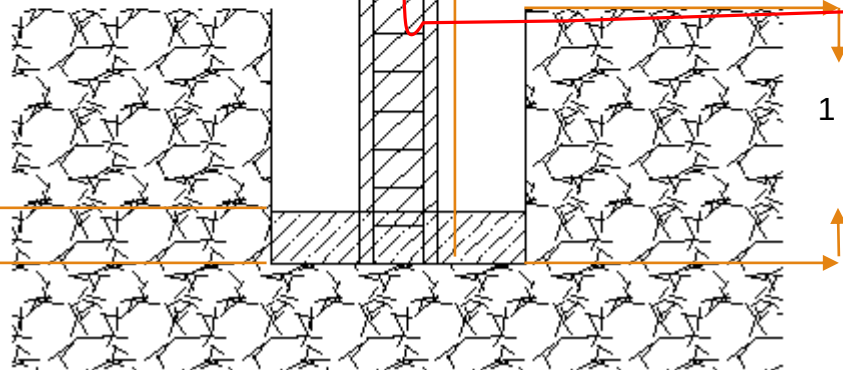


35 cm

2.5 m

1 m

20 cm

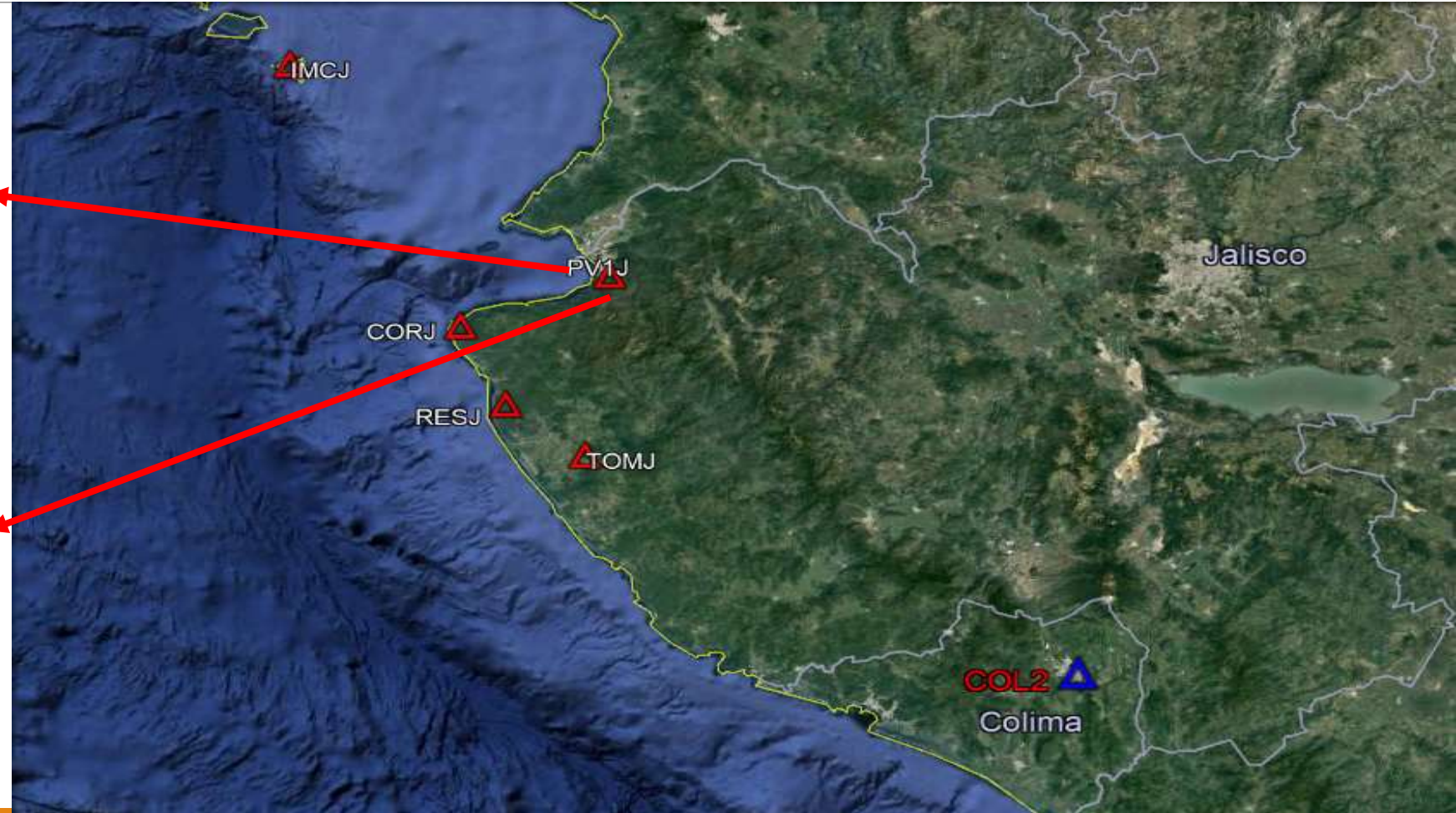


Digitalizador Q330S
Sensor LE3D
Acelerómetro FBA ES-T



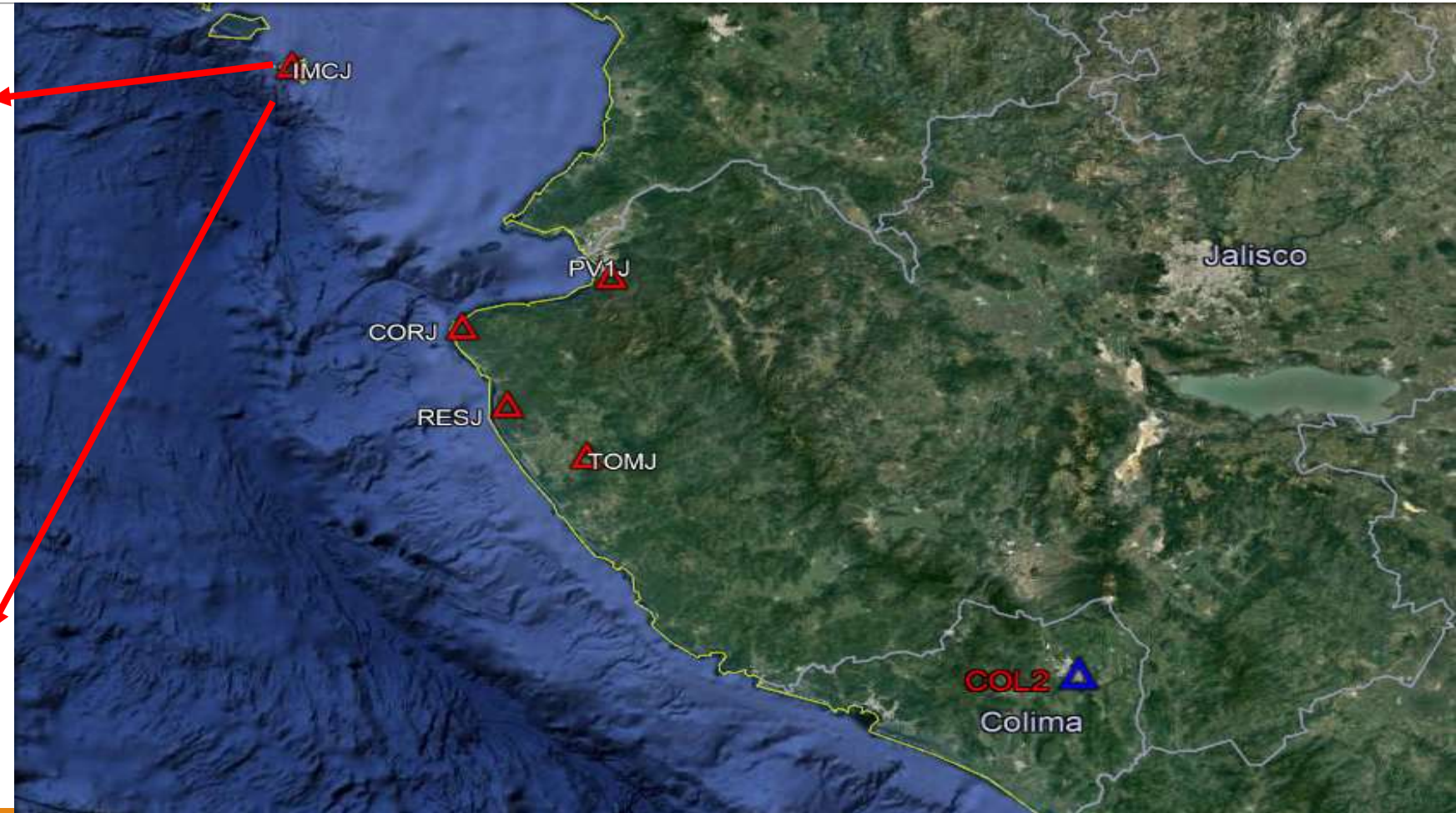
Materialización de la red

Estación PV1G



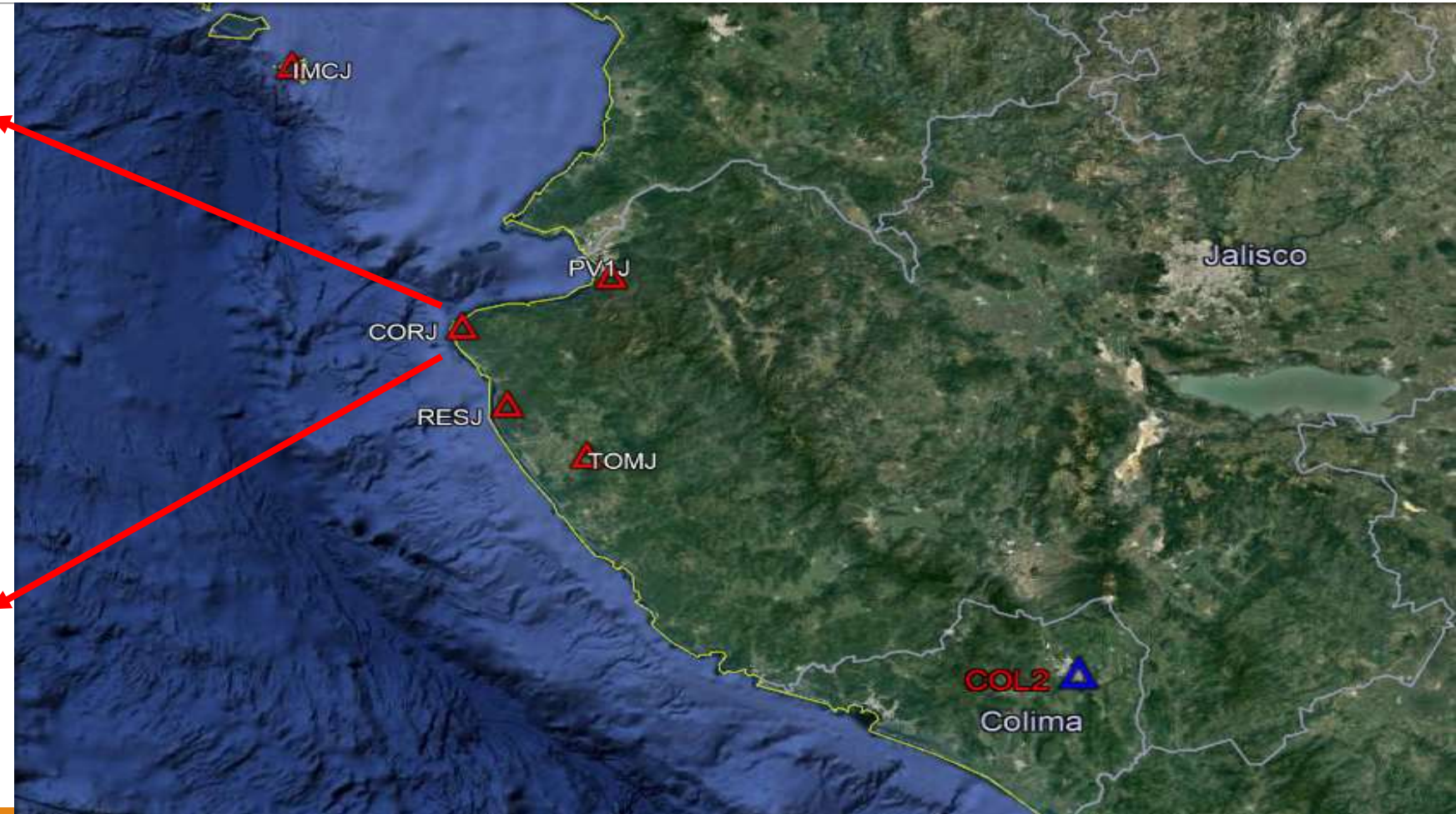
Materialización de la red

Estación IMCG



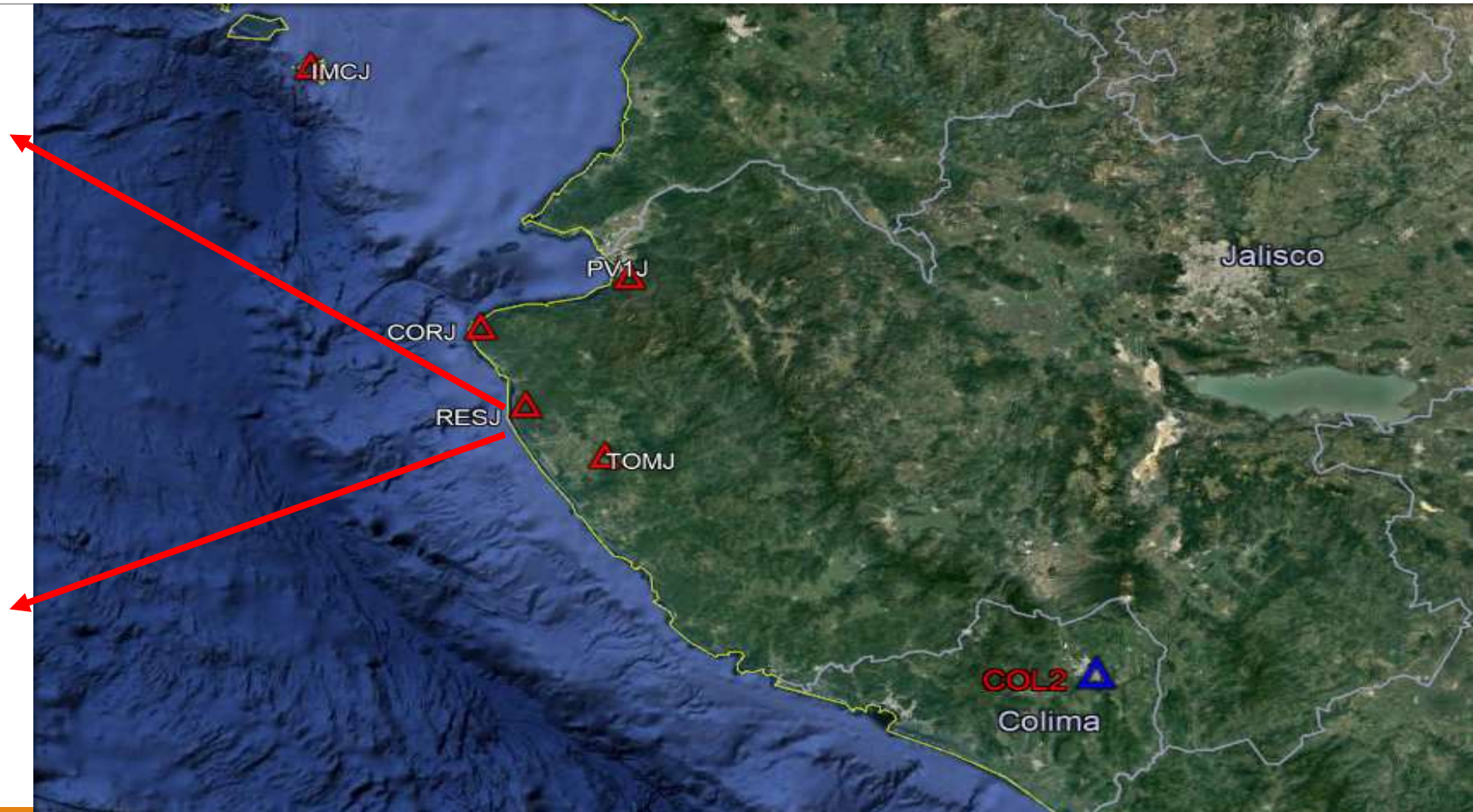
Materialización de la red

Estación CORG



Materialización de la red

Estación RESG

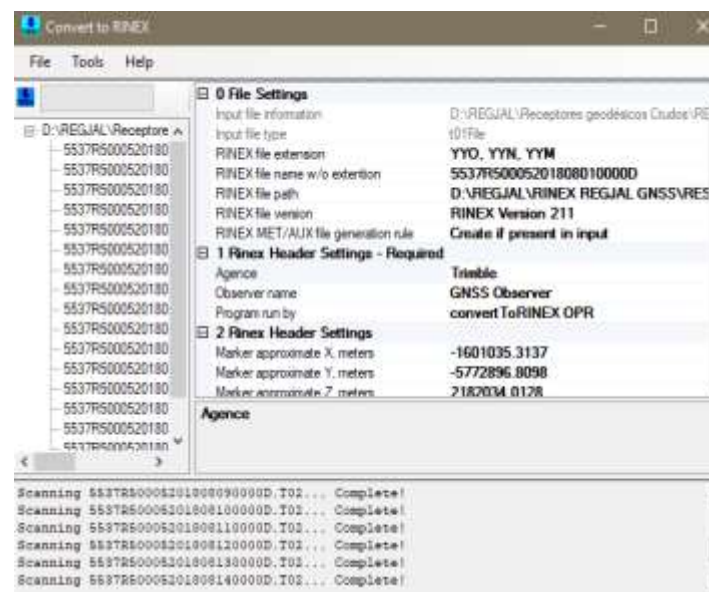




Gestión de archivos

- Sesiones de 15 segundos
- Sesiones de 2 Hz
- Sesiones de 50 Hz

Sesión	Programación	Estado	Habilitar
DEFAULT Mediciones 15 Seg Posiciones 0.02 Seg	Continua 60 Min	Inhabilitado/a	☐
2HZ Mediciones 0.5 Seg Posiciones Off	Continua 60 Min	Registrando /Internal/2HZ/2018/10/02/ 5537R50005201810021400A.T02	☒
50HZ Mediciones 0.02 Seg Posiciones Off	Continua 60 Min	Registrando /Internal/50HZ/2018/10/02/ 5537R50005201810021400B.T02	☒
15seg Mediciones 15 Seg Posiciones Off	Continua 60 Min	Inhabilitado/a	☐
15 Mediciones 15 Seg Posiciones Off	A diario 00:00 1440 Min	Registrando /Internal/15/2018/10/02/ 5537R50005201810020000D.T02	☒



Elementos fundamentales para el procesamiento científico



- Efemérides precisas
- Parámetros de orientación de la Tierra
- Modelo ionosférico (CODE)
- Vienna Mapping Function (VMF)
- Modelo de Carga mareas Atmosféricas
- Modelo de carga oceánica (FES2014b).





Metodología de procesamiento y ajuste

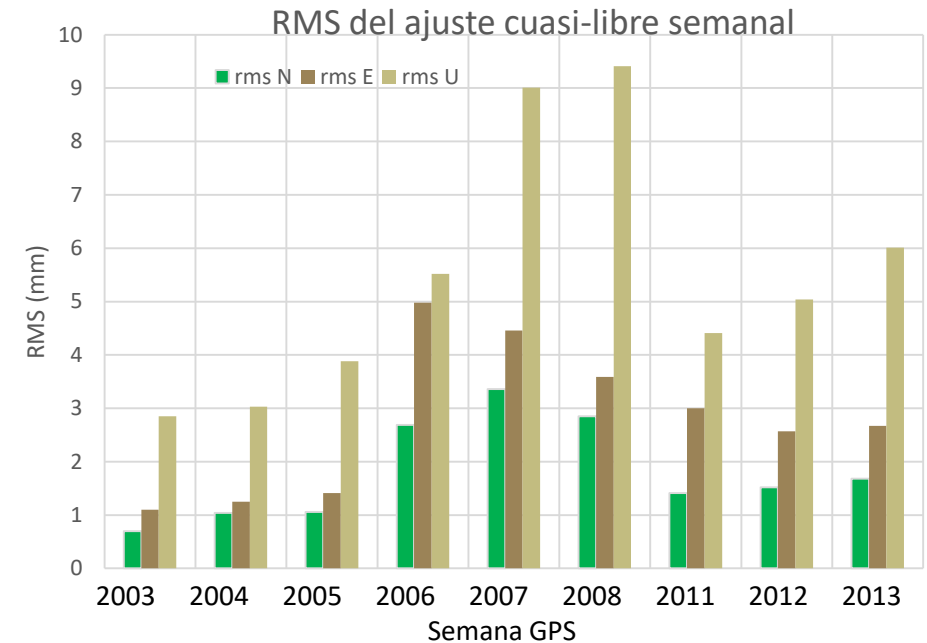
Para el cálculo de las coordenadas se realizó el procesamiento y ajuste de observaciones GNSS de un periodo de 56 días (8 semanas) utilizando el Software **Bernese en su versión 5.2** propiedad de la Universidad Nacional de Cuyo, donde se realizaron dichas tareas, bajo la aplicación del método de mínimos cuadrados, la estimación de parámetros, así como sus precisiones,

Se utilizaron 14 estaciones geodésicas continuas de doble frecuencia, de las cuales 10 forman parte de la RGNA. Las otras 4 estaciones continuas pertenecen a la REGJAL.



Ajuste cuasi-libre

- Se realizó un ajuste semanal que incorpora cada una de las redes diarias.
- Se estimaron los parámetros de transformación entre la red combinada semanal y cada red diaria.
- Los parámetros de transformación se aplicaron a cada una de las soluciones diarias.
- Se calcularon los residuos comparando las coordenadas que surgen del procesamiento previo y las coordenadas de la solución semanal.
- Los residuos obtenidos se analizaron de acuerdo con tolerancias predeterminadas.





Introducción al marco de referencia

Una vez que se llevó a cabo el análisis de la precisión interna de la red a ajustar, se realizó el segundo ajuste para la introducción al marco de referencia.

- **Ajuste con coordenadas fijas;** Las coordenadas de las estaciones seleccionadas se fijan completamente como fiduciales, aceptando que no reciben ninguna corrección.
- **Ajuste constrain;** en el que se seleccionaron los puntos de control y se establecieron pesos conforme a sus errores a priori.

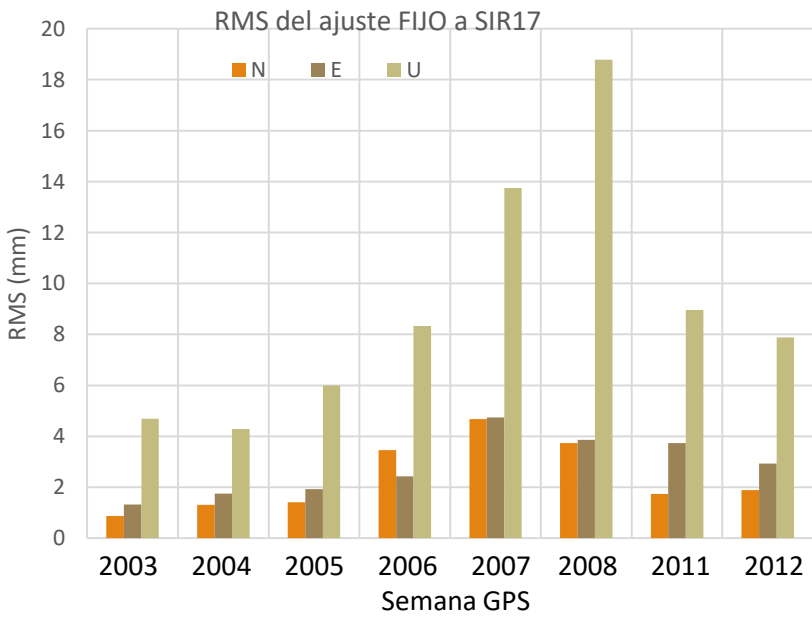
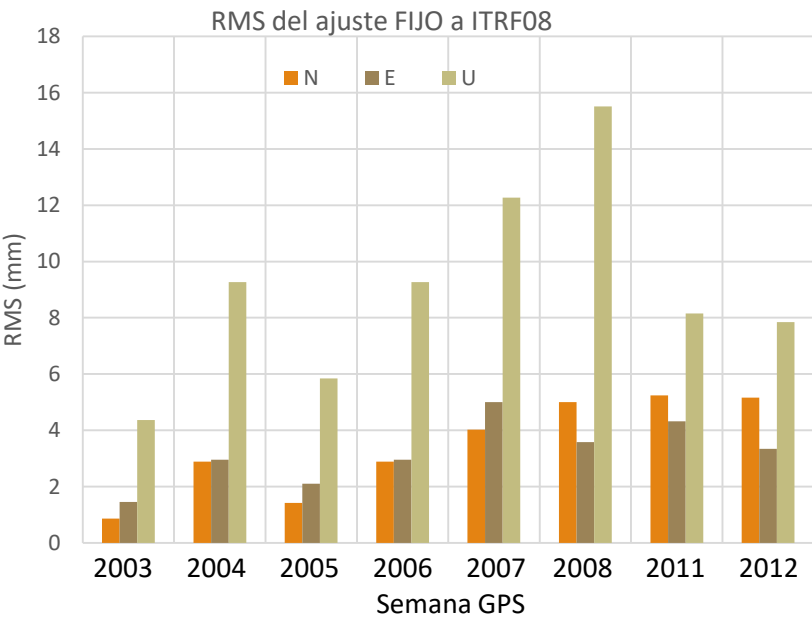
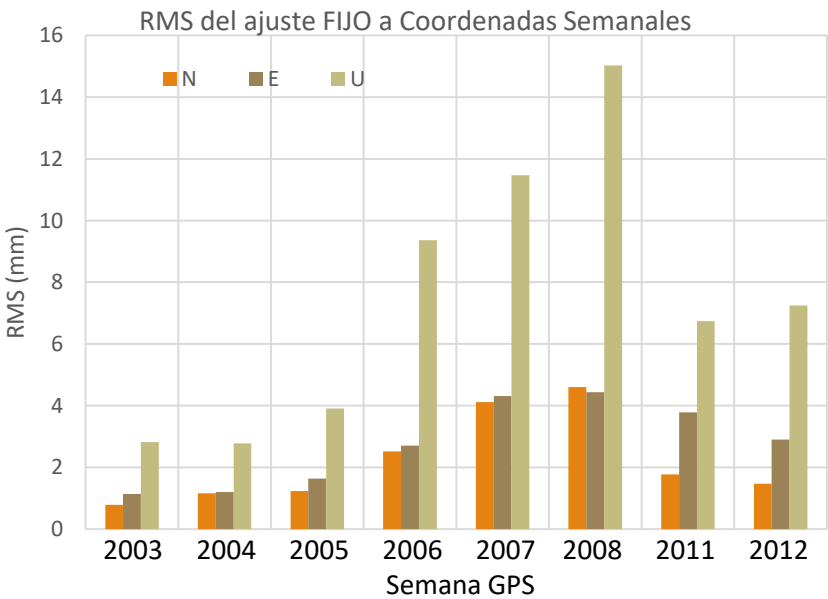
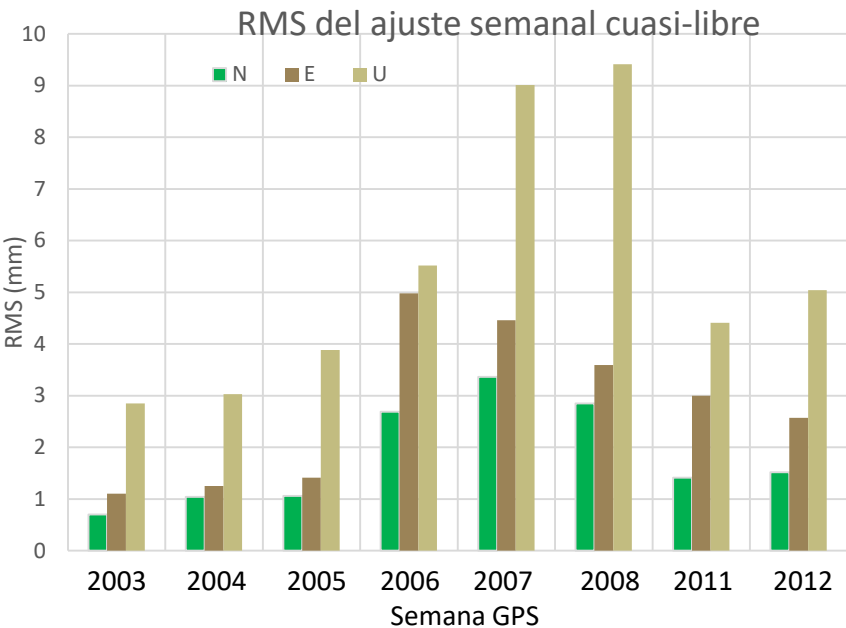
Estrategias de ajuste	
Fijas	Constrain
Puntos Fijos: 5	Puntos Fijos: 5

Marcos de referencia utilizados

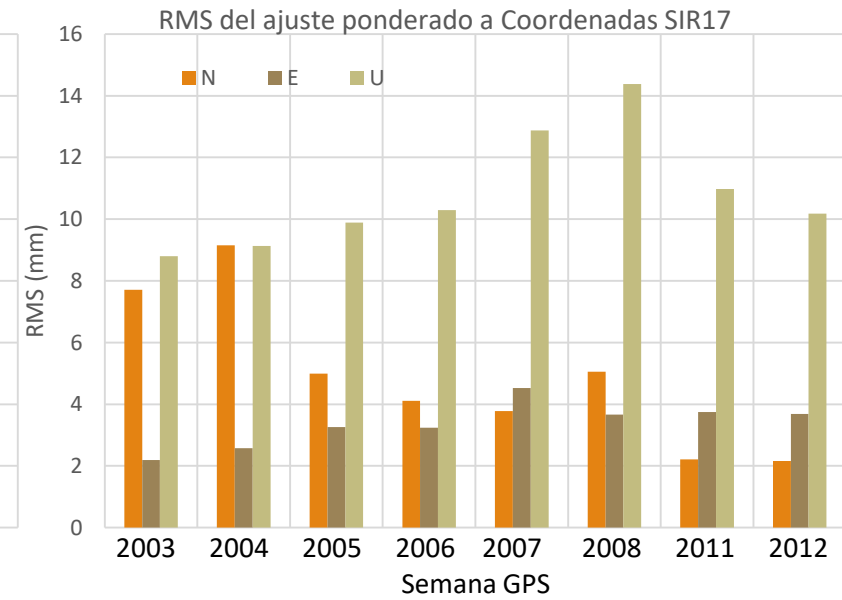
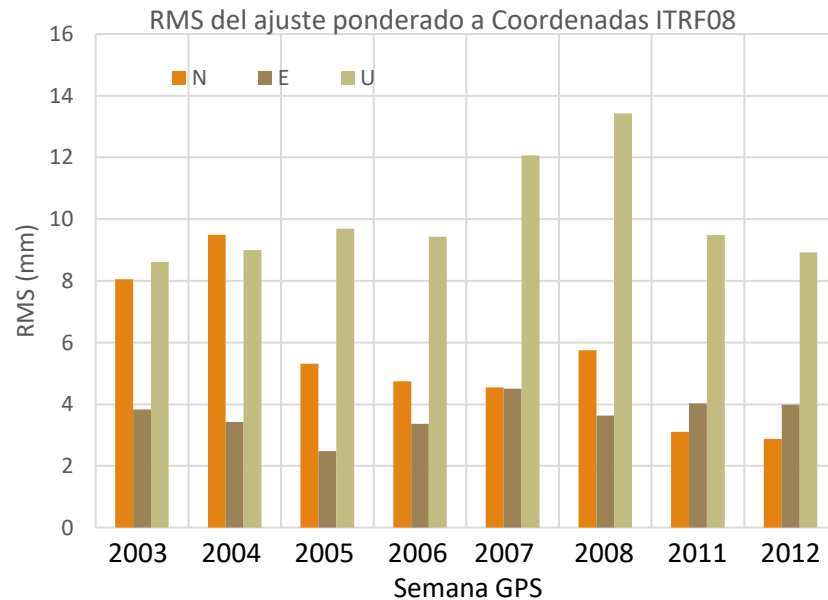
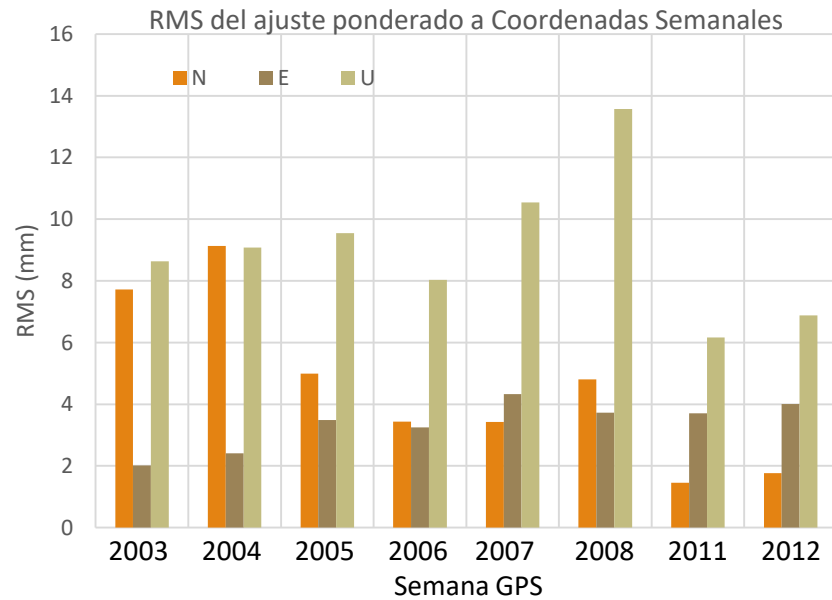
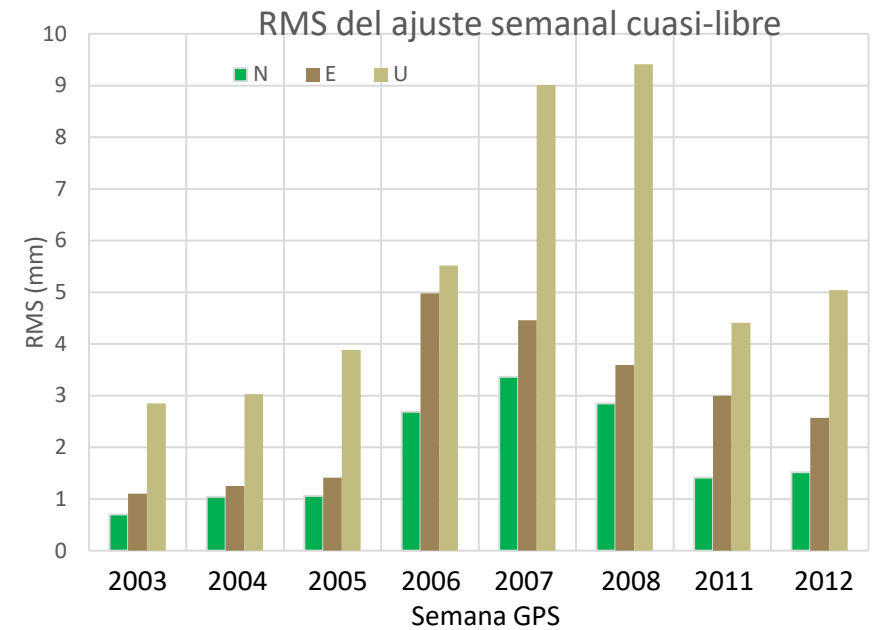
➤ Se analizó la disponibilidad y la distribución de los puntos y se tuvo en cuenta la época del marco de referencia, ya que es necesario actualizar las coordenadas a la fecha de las observaciones a ajustar.

ITRF08 (Marco Oficial)	SIRGAS Semanal	Sir17 (ultima solución multianual)
Época 2010	2018.39	2015
Velocidades asociadas a las estaciones de la RGNA en ITRF2008	No se aplicaron velocidades	Velocidades asociadas a Sir17
Puntos fiduciales: COL2 TAMP TOL2 CULC INEG	Puntos fiduciales: COL2 TAMP TOL2 CULC INEG	Puntos fiduciales: COL2 TAMP TOL2 CULC INEG

Introducción al marco; ajuste con coordenadas fijas



Introducción al marco; ajuste constrain



Aportes al monitoreo en tiempo real de la REGJAL

Estado del receptor

Satélites

Registro de datos

Configuración del receptor

Configuración de E/S

Resumen puerto

Configuración de puerto

Bluetooth

OmniSTAR

Configuración de red

Segundas

Firmware

Interfaz de programa

Ayuda

Configuración de E/S

Tipo

Puerto

Entrada

Salida

TCP/IP	5017	-	RT27(1Hz), RTCM_V3
UDP	255.255.255.255:5018	-	RTCM_V3
TCP/IP	28001	-	RTCM_V3
TCP/IP	28002	-	-
RTP SI	-	-	-
RTP SI	-	-	-
IBSS/NTRIP Client 1	-	-	-
IBSS/NTRIP Client 2	-	-	-
IBSS/NTRIP Client 3	-	-	-
IBSS/NTRIP Server 1	-	-	RTCM_V3
IBSS/NTRIP Server 2	-	-	-
IBSS/NTRIP Server 3	-	-	-
NTRIP Caster 1	2101	-	RTCM_V3
NTRIP Caster 2	2102	-	-
NTRIP Caster 3	2103	-	-
En serie	En serie 1 (38.4K-8N1)	-	-
En serie	En serie 2 (38.4K-8N1)	-	-
Bluetooth	1	-	-
Bluetooth	2	-	-
Bluetooth	3	-	-
USB	-	-	-

Estado del receptor

Satélites

Registro de datos

Configuración del receptor

Configuración de E/S

Bluetooth

OmniSTAR

Configuración de red

Seguridad

Firmware

Interfaz de programa

Ayuda

Configuración de E/S

TCP/IP: 5017

Servidor: TCP 192.168.204.103: 5017

Conectado a remoto 192.168.204.254:50715

Conectado a remoto 192.168.204.150:50502

Entrada/Salida

Salida: RT27 (1 Hz), Salida: RTCM_V3

RTCM

Habilitado

Versión: 3.X

Tipo: RTK

Configuración avanzada

Tipo de registro 1004: 1 Seg

Tipo de registro 1012: 1 Seg

Tipo de registro 1019: 10 Seg

Tipo de registro 1020: 10 Seg

Variantes tipo 4087 Fugro

Medidas de SV en mal estado de funcionamiento

Registros estación de referencia

Señal L2: L2C o L2E

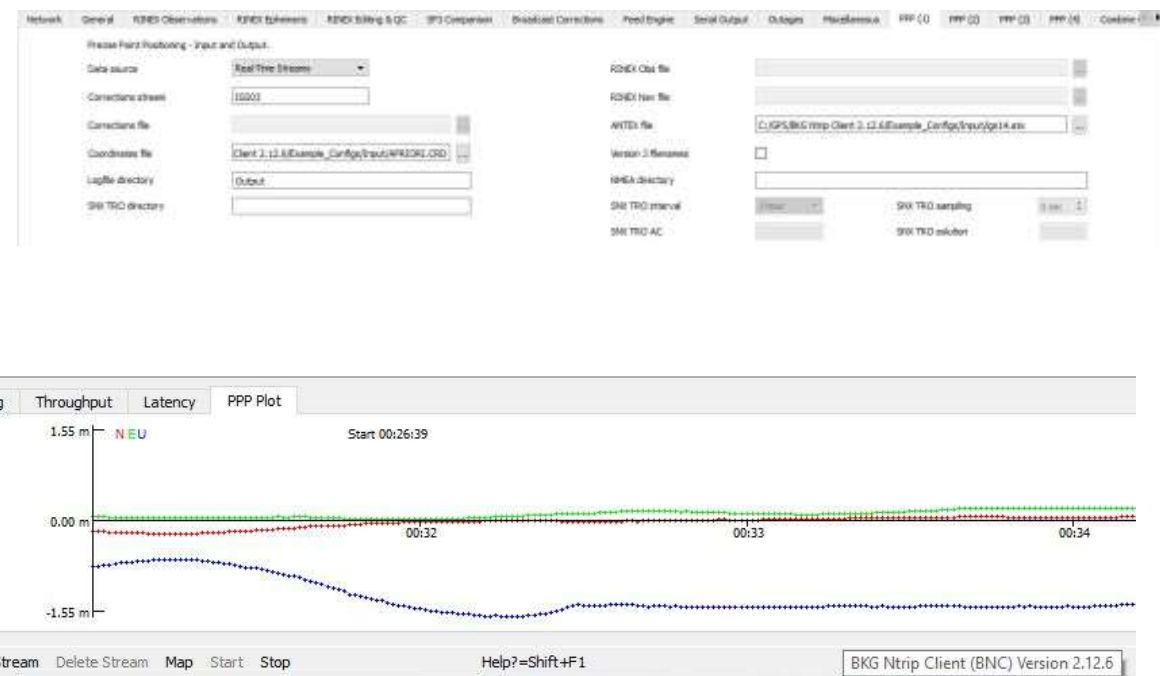
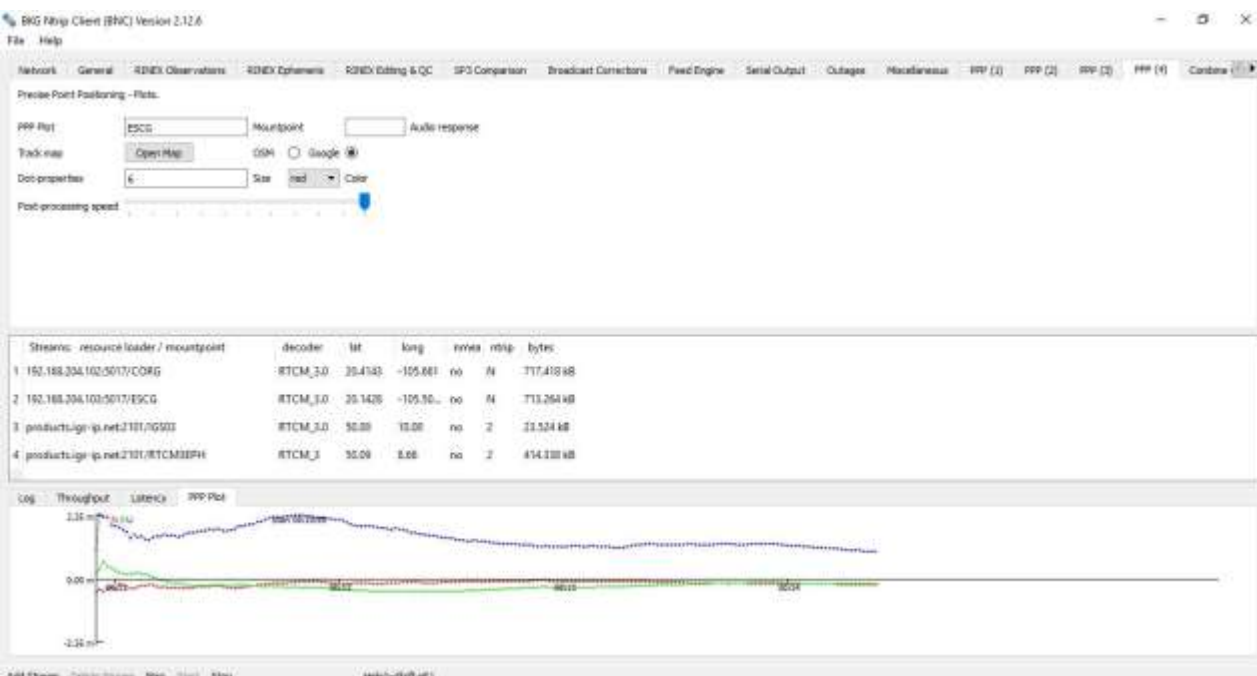
Aceptar

Cancelar



BKG Ntrip Client (BNC)

Version 2.12



Conclusiones

- ❑ Tenemos una menor deformación al introducir el marco de referencia con coordenadas fijas.
- ❑ El segundo grupo de semanas presenta mayores RMS ya que algunas estaciones presentaron residuos altos.
- ❑ Las semanas con RMS altos se volverán a procesar con mas detalle. Posiblemente seleccionando otras estaciones de apoyo.
- ❑ Se obtuvieron coordenadas en 3 marcos de referencia distintos. A pesar de que en los marcos Sir17 y Mex08 se aplican velocidades, tenemos buenos resultados comparándolos con el marco de las coordenadas semanales.
- ❑ Se obtuvieron coordenadas precisas iniciales para las estaciones de la Red Geodésica de Jalisco.

Agradecimientos

- ❖ A la Dra. María Virginia Mackern
- ❖ A la Dra. María Laura Mateo
- ❖ A la Ing. María Fernanda Camisay
- ❖ Dr. Claudio Antonio Brunini
- ❖ A todos los investigadores y trabajadores de SIRGAS
- ❖ Maestría en Ciencias en Geofísica
- ❖ Universidad Nacional de Cuyo
- ❖ Universidad de Guadalajara