

---

## Informe Mensual del Complejo Volcánico Chiles – Cerro Negro MARZO - 2020

Quito, 22 de abril de 2020

### Resumen

En el mes de marzo, la red de vigilancia sísmica registró 728 eventos, lo que comparado con el mes de febrero indica un leve incremento en el conteo mensual de sismos, sin que esto signifique un cambio en la tendencia descendente de la actividad sísmica del Complejo Volcánico Chiles - Cerro Negro (CVCCN) observada desde el año pasado.

La mayor parte de la sismicidad fue clasificada como sismos de fractura o VT's. Por otra parte, la actividad de eventos tipo de largo periodo (LP) o de muy largo periodo continúa presente en un número similar al reportado en el mes de febrero (90 eventos), esta actividad está relacionada al movimiento de fluidos dentro del sistema.

Un total de 77 sismos cumplieron con las características para ser localizados, de los cuales 35 incluyeron 10 o más fases, por lo que se considera que sus localizaciones son de buena calidad. Al igual que en meses anteriores, los eventos de largo periodo se ubican en la zona occidental del CVCCN mientras que los eventos de fractura se concentran principalmente en el flanco sur del V. Chiles. En el mes de marzo se registraron eventos de largo periodo que arribaron por las estaciones ubicadas en el centro y en el flanco sur del V. Chiles.

Los métodos de evaluación de deformación indican que el proceso de inflación continúa en el CVCCN. Con el procesamiento por *Interferometría de imágenes de Radar de Apertura Sintética (InSAR)* se evidencia dos zonas principales ubicadas en Potrerillos y el V. Chiles respectivamente. El V. Cerro Negro a su vez presenta deformación, pero de menor magnitud. Las bases permanentes de monitoreo geodésico CGPS presentan tendencias que concuerdan con los resultados obtenidos por *InSAR*.

---

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador junto con el Observatorio Vulcanológico de Pasto - Colombia mantienen el monitoreo permanente e informarán cualquier cambio en el Complejo Volcánico Chiles Cerro Negro CVCNN.

## **Antecedentes**

El complejo volcánico Chiles – Cerro Negro (CVCCN) se encuentra ubicado en el límite fronterizo Ecuador – Colombia, a 24 [km] de la ciudad de Tulcán y a 130 [km] de la ciudad de Quito.

El volcán Chiles corresponde a un estratovolcán que presenta una cicatriz de deslizamiento en el flanco norte. Se reconocen dos unidades mayores: Chiles 1 y Chiles 2, las cuales se componen de flujos de lavas dispersos en forma radial a lo largo del volcán (Telenchana 2017). El volcán se encuentra catalogado como potencialmente activo según Bernard y Andrade (2011). Muestra de ello es la presencia de fuentes termales y sulfatadas como “Aguas Hediondas” y la alta tasa de actividad sísmica que se registra en la zona desde el 2013 (Telenchana, 2017).

La red de vigilancia instrumental del CVCCN consta en el lado ecuatoriano de cuatro estaciones sísmicas permanentes, tres estaciones de banda ancha y una de periodo corto (CHL1, CHL2, CHMA y ECEN), 3 estaciones acelerométricas (ATLC, ATUL y AANG) y 2 estaciones de la Red Nacional de Sismógrafos (TULM y LNGL). La red de vigilancia de deformación cuenta con 4 bases geodésicas CGPS (CHLW, CHLS, COEC y EANG). Además, se recibe del Servicio Geológico Colombiano (Observatorio Vulcanológico de Pasto) 7 estaciones (ALOB, CNIE, ICAN, IPAN, ITER, ICHI y CERN) ubicadas Colombia (Figura 1). Periódicamente se realizan muestreos y análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas termales. El complejo volcánico también cuenta con una red de vigías voluntarios y de cenizómetros ubicados al este y oeste del complejo volcánico.

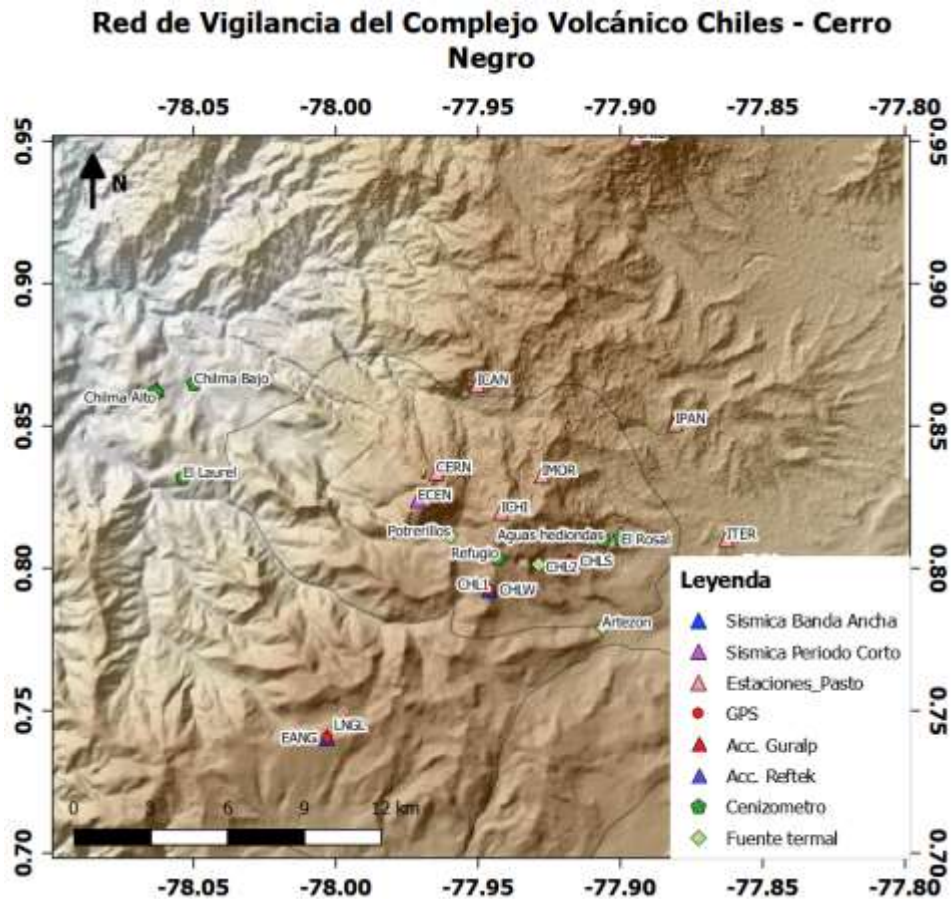


Figura 1.- Red de vigilancia para el complejo volcánico Chiles - Cerro Negro.

## Actividad Sísmica e Infrasonido

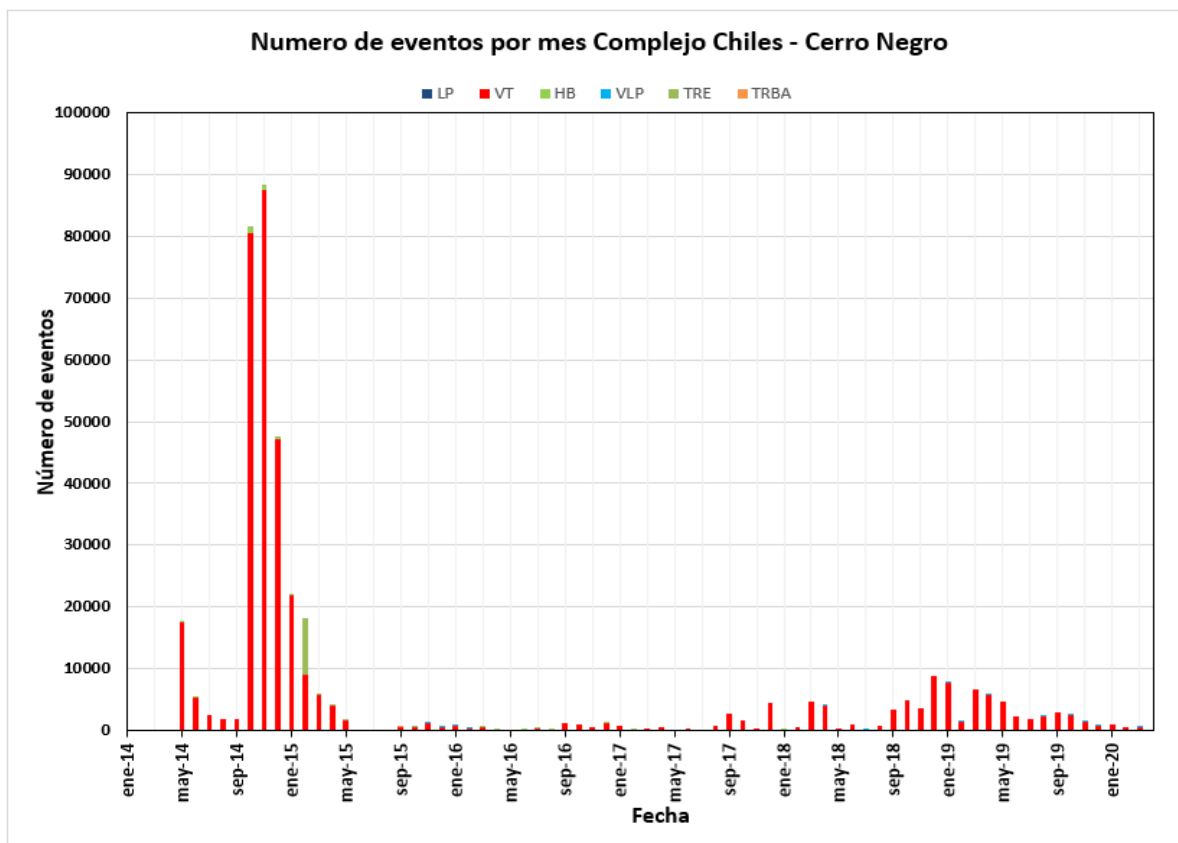
### Tendencia Sísmica

Durante el mes de marzo de 2020 se registraron 728 eventos (Tabla 1), la mayor parte de los sismos fueron clasificados como eventos volcano-tectónicos (VT's) y están asociados a la fractura de roca debido a los esfuerzos al interior del volcán. En el mes del presente informe, 87 eventos fueron clasificados como de largo periodo o LP's y 3 como de muy largo periodo o VLP's; estas dos últimas categorías están asociadas al movimiento de fluidos dentro del sistema.

**Tabla 1.-** Clasificación de eventos para el volcán Chiles – Cerro Negro. Marzo - 2020.

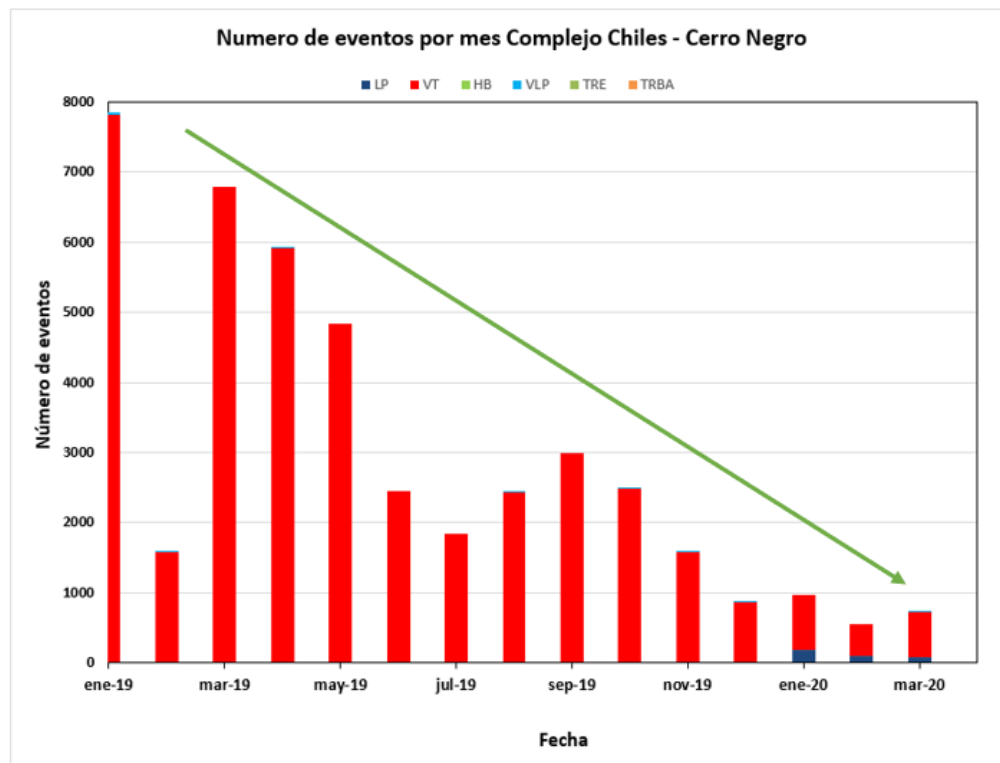
Tipo de eventos	Número de eventos
Volcano-tectónicos (VT's)	638
Muy Largo Periodo (VLP's)	3
Largo Periodo (LP's)	87
<b>Total General</b>	<b>728</b>

En la Figura 2, se observa la evolución mensual de la sismicidad desde el año 2014 hasta marzo de 2020. Desde finales del 2014 (año en que se registró el mayor pico de actividad) la tendencia de la actividad sísmica se mantenía descendente hasta el mediados del 2018 donde se observó una nueva tendencia ascendente que no superó los 10000 eventos mensuales y luego, en enero del 2019 hasta la fecha el mes correspondiente al informe se registra una nueva tendencia descendente en la actividad.



**Figura 2.-** Número mensual de eventos registrados en el complejo volcánico Chiles – Cerro Negro desde enero del 2014 hasta marzo de 2020.

Para una mejor visualización del último periodo de la sismicidad, en la Figura 3 se muestra el conteo de eventos desde el 2019 hasta marzo 2020 y la tendencia descendente de la actividad sísmica (línea verde) observada. Este mes se registró un leve incremento en el número de sismos, comparado con el mes de febrero (556 eventos). Además, en los últimos cuatro meses, se mantiene similar el número de eventos asociados al movimiento de fluidos (LP's) dentro del sistema.

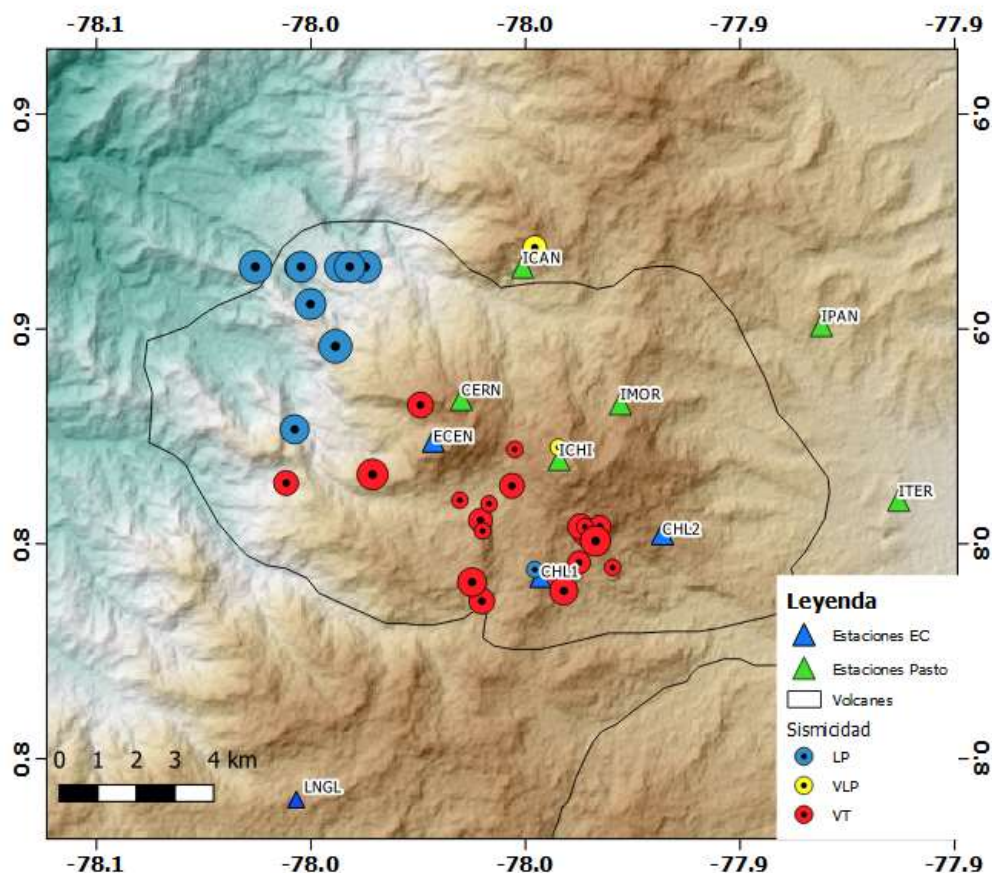


**Figura 3.-** Número mensual de eventos registrados en el complejo volcánico Chiles – Cerro Negro desde enero del 2019 hasta marzo de 2020.

### Localizaciones

En el mes de marzo, 76 sismos cumplieron con los parámetros necesarios para ser localizados, de estos, 35 eventos se usaron 10 fases o más fases, por lo que se considera que tienen una localización confiable. La Figura 4 muestra la localización de estos 35 eventos. Al igual que en meses anteriores, la sismicidad asociada a eventos de fractura (VT's) se

concentra principalmente bajo la zona centro de V. Cerro Negro y bajo el flanco sur del V. Chiles, la mayoría son someros, alcanzando máximo los 7 [km] bajo el nivel del mar; los eventos asociados al movimiento de fluidos se localizan principalmente en la zona occidental del CVCCN y son sismos profundos llegando hasta los 29 [km] bajo el nivel del mar. En el mes del presente informe la red de vigilancia sísmica registró varios eventos de tipo LP, que a diferencia de los registrados en los meses anteriores son más superficiales (~10 [km]) y arriban por las estaciones de CHL1 ubicada en el flanco sur del V. Chiles y por la estación de ICHI ubicada en la zona central del mismo volcán.



**Figura 4.-** Sismos localizados para el mes de marzo de 2020 en el área de estudio del CVCCN.

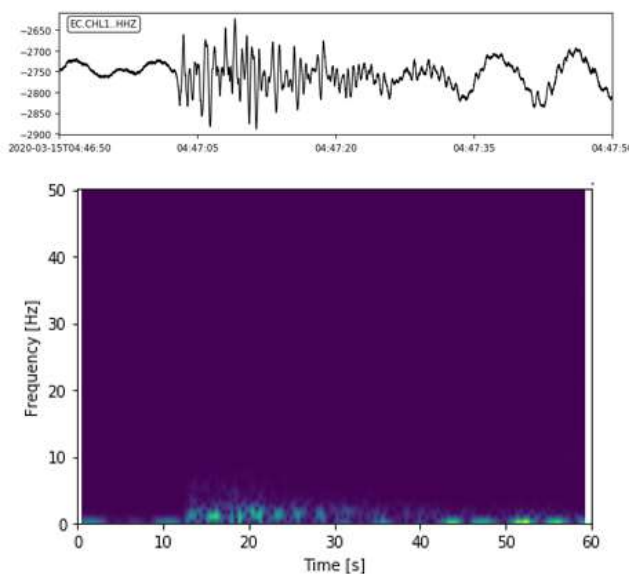
### Eventos Especiales

En el periodo evaluado, no hubo sismos con magnitudes iguales o superiores a 2.0 MLv y tan solos 3 eventos asociados al movimiento de fluidos alcanzaron magnitudes iguales o superiores a 1.5 MLv. En la Tabla 2 se observa la localización hipocentral y magnitud de estos eventos.

**Tabla 2.-** Sismos con magnitudes mayores a 1.5 MLv. Marzo – 2020.

Tiempo (TU)	Latitud	Longitud	Profundidad (km)	Tipo	Magnitud (MLv)
15/3/2020 4:46	0.8458	-77.9942	20	LP	1.7
9/3/2020 19:06	0.8643	-78.0128	20	LP	1.6
6/3/2020 6:03	0.8643	-77.9872	29	LP	1.5

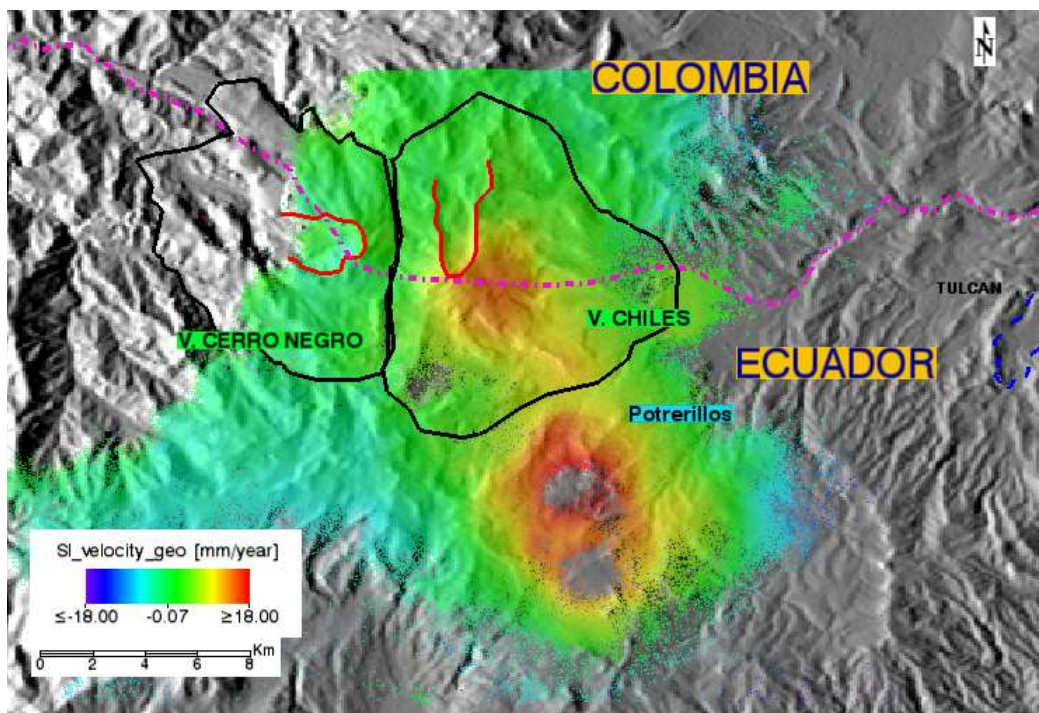
Como se mencionó en la sección de localizaciones, los sismos LP son eventos profundos de entre 20 a 30 [km]. con frecuencias dominantes entre 0.8 – 3 [Hz] (Figura 5) y codas de entre 30 y 50 [seg]. Como en meses anteriores, la mayor parte de estos eventos arriban primero en la estación de CHMA, ubicada en el poblado de Chilma al occidente del CVCCN, sin embargo, aunque en este mes la señal de un pequeño número de LP's arribó primero a la estación de CHL1, indicando más movimientos de fluidos en la parte central del CVCCN.



**Figura 5.-** Sismograma y espectrograma de sismo tipo LP del 15 de marzo de 2020 04:46 (TU) 1.7MLv. Estación CHL1.

## Deformación

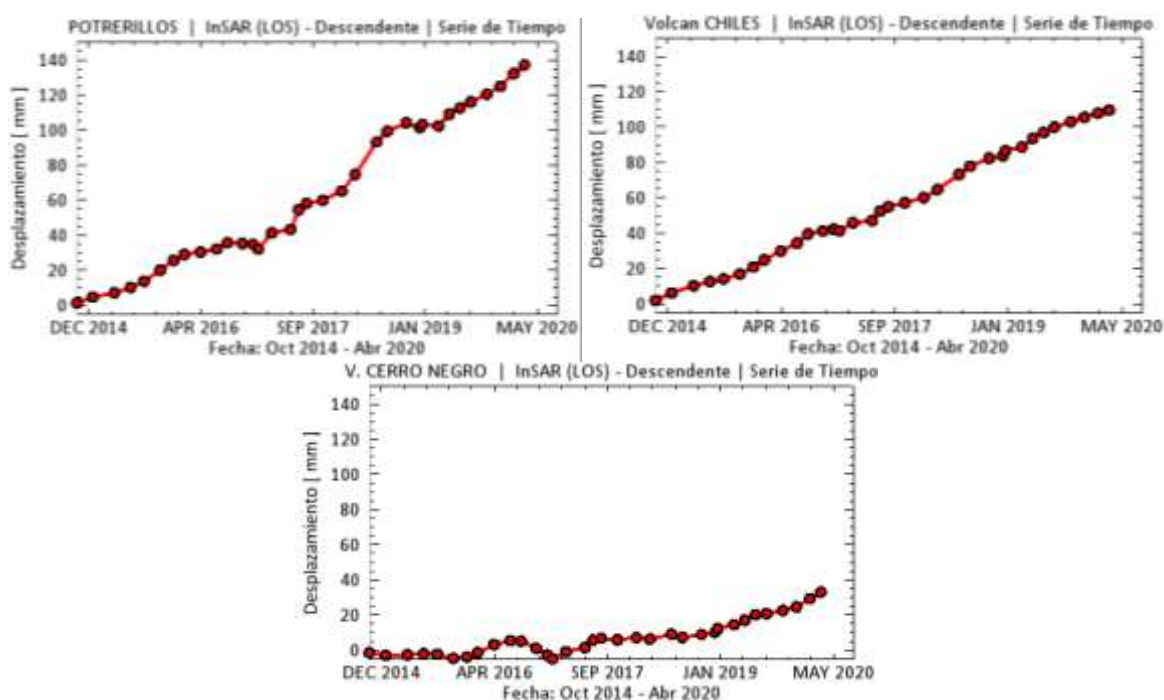
Para el análisis de deformación, el complejo volcánico Chiles – Cerro Negro cuenta con 4 bases de monitoreo geodésico CGPS. Además, se realiza el procesamiento *Interferométrico de imágenes de Radar de Apertura Sintética (InSAR)*. La Figura 6 corresponde a un mapa de velocidades obtenido en base a *InSAR* con imágenes *Sentinel-1*. Las zonas representadas en color naranja - rojo registran desplazamientos a una velocidad mayor o igual a 18 [mm/año]. Las principales zonas de deformación se encuentran al interior de la Reserva Ecológica “El Ángel”, en el sector de Potrerillos y la parte sur-oriental del edificio del volcán Chiles. Por la forma y la ubicación de las zonas de deformación, se asume que las mismas corresponden a procesos relacionados con la actividad volcánica. A este tipo de deformación se conoce como “inflación”.



**Figura 6.-** Mapa de velocidades de deformación obtenida por *InSAR*, en base a imágenes *Sentinel-1* (ESA) de órbita descendente para el complejo volcánico Chiles – Cerro Negro y la Reserva Ecológica “El Ángel”, entre noviembre de 2014 y abril de 2020. La capa de colores representa la proyección vertical del desplazamiento en *Línea de Observación del Satélite (LOS)* de acuerdo con la escala de colores en la parte inferior izquierda.



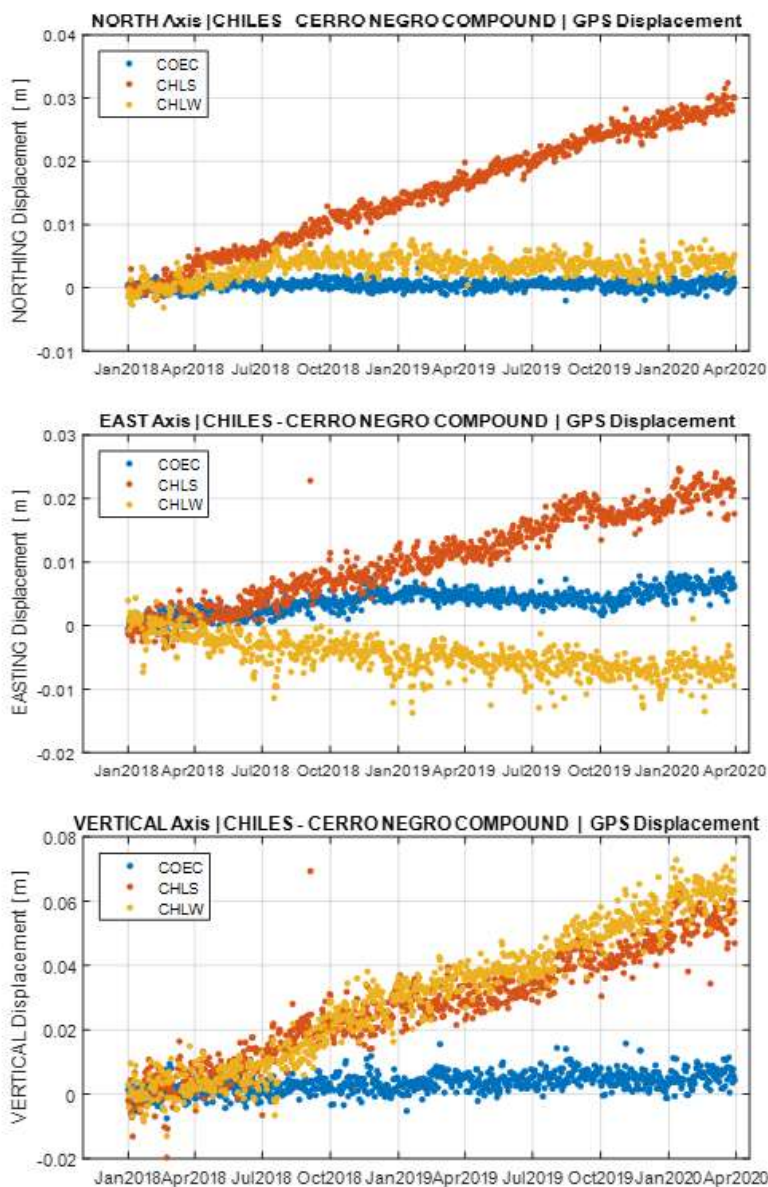
La Figura 7 presenta las series temporales obtenidas a partir del procesamiento con InSAR. La zona de Potrerillos registra la mayor deformación, tanto por su extensión como por su magnitud, que alcanza un máximo aproximado de 40 [mm/año] de desplazamiento en *Línea de Observación del Satélite (LOS)* desde noviembre de 2014. En el volcán Chiles se registran deformaciones cercanas a los 31.4 [mm/año]. El volcán Cerro Negro presenta un patrón de ascenso a partir de 2019, que se mantiene actualmente y se registra principalmente en su flanco oriental.



**Figura 7.-** Series temporales de desplazamiento (*LOS*) obtenidas a partir de imágenes *Sentinel-1 (ESA)* de órbita descendente entre octubre 2014 y abril 2020 para el sector de Potrerillos en el cuadro superior izquierdo, el volcán Chiles en el cuadro superior derecho y el volcán Cerro Negro en el cuadro inferior.

Las bases permanentes de monitoreo geodésico CGPS, presentan series temporales (Figura 8) que complementan los datos de interferometría. Las componentes verticales de las bases CHLS y CHLW registran ascenso a tasas cercanas a los 30 [mm/año]. Horizontalmente, CHLW se separa de CHLS aproximadamente 20 [mm/año] en dirección nor-este. Las

tendencias registradas por los CGPS describen al igual que el *InSAR*, un proceso de inflación en las cercanías del volcán Chiles.



**Figura 8.-** Series temporales de deformación registradas por las bases de monitoreo geodésico del CVCCN. El cuadro superior representa los desplazamientos en dirección norte, el cuadro intermedio muestra los desplazamientos en dirección este y el cuadro inferior representa los desplazamientos verticales.

---

## Conclusiones

- El complejo volcánico Chiles – Cerro Negro presenta una sismicidad asociada a eventos de fractura (VT's) que se concentran en la zona central de V. Cerro Negro y en el flanco sur del V. Chiles, ambos con profundidades de hasta 7 [km]. En tanto que los eventos sísmicos asociados al movimiento de fluidos se localizan principalmente en la zona occidental al CVCCN y son profundos (hasta 30 [km]).
- La mayoría de los eventos de largo periodo ingresan por la estación de CHMA, localizada al occidente del CVCCN y un número limitado ingresan por CHL1 ubicada en el flanco sur del V. Chiles.
- Los resultados de *InSAR* muestran 2 zonas principales de deformación, el sector de Potrerillos y el edificio del volcán Chiles.
- En base a las series temporales de *InSAR*, el volcán Cerro Negro presenta deformación en su flanco oriental, siendo de menor magnitud en comparación a Potrerillos y Chiles.
- Los procesos de deformación observados en Potrerillos y el CVCCN en la Reserva Ecológica “El Ángel” se describen como inflación.

**Sismicidad: A. Córdova., M. Mejía**

**Deformación: M. Yépez.**

**Recopilación: A. Córdova.**