



**Tesis de Grado en Geofísica  
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas  
Universidad Nacional de La Plata**

**Relocalización de eventos  
volcanotectónicos en el CVPP  
mediante optimización de la  
identificación de arribos y localización  
conjunta.**

**Victoria Hipatia Olivera Craig**

**Directora  
Dra. Badi, Gabriela A.**

**La Plata, Mayo de 2017**



Tesis de Grado en Geofísica  
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas  
Universidad Nacional de La Plata

# Relocalización de eventos volcanotectónicos en el CVPP mediante optimización de la identificación de arribos y localización conjunta.

Autora: Victoria Hipatia Olivera Craig

Directora: Dra. Gabriela A. Badi

Tribunal Examinador: Dr. Juan I. Sabbione  
Dr. Mariano R. Agosto



# Agradecimientos

---

Me encuentro en este momento tratando de hacerle justicia, con palabras, a los sentimientos y a la inmensa gratitud que me abruman. Al momento de sentarme finalmente a redactar esta sección me doy cuenta de la magnitud del momento que finalmente estoy atravesando.

Quería agradecer primeramente a Gabriela A. Badi, por todas sus horas dedicadas, por su apoyo incondicional, por la increíble naturalidad con la que me incorporó a su rutina casi diaria. Por la confianza depositada en mí y por alimentar siempre mi pasión por estos magníficos fenómenos de la naturaleza, que son los volcanes.

Agradezco a la gente del departamento de Sismología e Información y Meteorología, por hacerme sentir un miembro más. A Laura, por la paciencia y las sonrisas. A Augusto, especialmente, por su apoyo, dedicación y generosidad.

Gracias a la Facultad por todos estos años de experiencias únicas. A todos aquellos que en momentos de agobio supieron prestar oídos y dar palabras de aliento. A los profesores que fueron marcando mi trayecto. Principalmente a Mauricio Gende por darme valor y buenos consejos a lo largo de la carrera.

A mi mamá que invariablemente apoya mis proyectos y alimenta mis ambiciones, siempre dejándome soñar en grande y proponiéndome creer en lo imposible; enseñándome a ser valiente.

A mi familia, quiero agradecerles todos estos años de apoyo y cariño, esos fines de semana de rugby, juegos de mesa y carcajadas incontrolables.

A mi familia de corazón que siempre está, incluso cuando las distancias que nos separan son grandes. A Machi, Horacio; a Inés, Fred y Mili por recibirme siempre, acompañarme en todos los estados de ánimo y hacerme sentir parte de la familia. A mi larga lista de tíos del alma que siempre fueron siguiendo mis avances a lo largo de la carrera.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer con todo mi corazón a mis invaluable amigos, entre ellos: a mi bella hermana Melisa, por compartir mis locuras, por sus consejos, por las horas de estudio y, más importante aún, por las horas de rularo; a Tomás, por animarme a más y hacerme reír tanto; a Eliana, por su buen humor y tardes de chistes delirantes; a Lucía, por tantas trasnochadas de reflexiones y abrazos; a Amanda, Silvia y Claudia, estos pedazos de corazón que tengo esparcidos en el mundo; a Daniela y Laura, que me acompañan y alientan desde los primeros momentos en la carrera; a Marcial, por todos sus consejos y optimismo; a Ezequiel, por darme tantos ánimos siempre; y, a mis hermosas Belén y Florencia, por tanto cariño, confidencias y por enseñarme a superarme como persona día a día.

No hubiese llegado tan lejos sin la ayuda de todas estas maravillosas personas.

Gracias infinitas!!!!!!

Victoria

# Índice

Resumen.....	8
--------------	---

## Capítulo I

<b>Introducción: Objeto de estudio, datos y antecedentes .....</b>	<b>11</b>
1.1 Marco tectónico .....	13
1.2.1 Evolución del Complejo Volcánico Planchón Peteroa .....	15
1.2.2 Historia eruptiva .....	16
1.2.3 Actividad volcánica desde el año 2016 hasta la actualidad .....	17
1.3.1 Sismología volcánica .....	18
1.3.2 Eventos volcánicos de tipo VT .....	19
1.3.3 Redes para el monitoreo sismo-volcánico .....	22
1.3.4 Redes instrumentales en el CVPP: los datos .....	24
1.3.5 Relocalización preliminar de eventos en el CVPP .....	25

## Capítulo II

<b>Técnicas para el control objetivo de las lecturas y su implementación .....</b>	<b>27</b>
2.1 Diagramas de Wadati.....	27
2.2 Análisis espectral .....	32
2.3 Fuentes de ruido en las señales sísmicas volcánicas .....	34
2.4 Supresor de ruido tipo Wiener con los algoritmos TSNR y HRNR .....	35

## Capítulo III

<b>Metodologías para la relocalización de hipocentros y su implementación en el CVPP .....</b>	<b>39</b>
3.1 Relocalización de eventos en el CVPP.....	39
3.2 Hypocenter.....	41
3.3 Técnica de Jackknife.....	43
3.4 Método HypoDD o de las dobles diferencias.....	44
3.4.1 ph2dt .....	45
3.4.2 HypoDD .....	46
3.5 Método de Bootstrap.....	50

## Capítulo IV

<b>Resultados finales y discusión .....</b>	<b>52</b>
---	-----------

## Capítulo V

<b>Conclusiones y trabajos a futuro .....</b>	<b>57</b>
5.1 Conclusiones.....	57
5.2 Trabajos a futuro.....	57
5.3 Presentaciones de resultados previos de esta tesis .....	58

<b>Bibliografía.....</b>	<b>59</b>
--------------------------	-----------

<b>Anexo: Catálogo de eventos volcanotectónicos en el CVPP relocalizados con HypoDD para el año 2012 .....</b>	<b>65</b>
--	-----------



# Resumen

---

Ubicado en la frontera entre Argentina y Chile, el volcán Peteroa es el único activo del Complejo Volcánico Planchón-Peteroa (CVPP, 35°15' S; 70° 35' W). En tiempos históricos ha presentado alrededor de veinte eventos eruptivos explosivos mayormente débiles emitiendo algún flujo de lava (1837 y 1937). En 1991 tuvo lugar una erupción freatomagmática y en los últimos años ha tenido una serie de reactivaciones freáticas (Aguilera et al., 2016) y freatomagmáticas (Haller y Risso, 2011) con ocasional emisión de ceniza fina (2010 - 2011).

Desde el año 2010, el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS-SERNAGEOMIN, Chile) mantiene una vigilancia instrumental sísmica permanente desde el flanco occidental del CVPP. Por otro lado, analizando datos de estaciones temporales desplegadas en 2012 sobre el flanco oriental (proyecto MalARRgue, ICES-CNEA, TUDelft), el grupo de sismología volcánica de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas identificó y localizó numerosos sismos de fractura en el área del CVPP. Cada una de las redes instrumentales demuestra una significativa carencia de cubrimiento acimutal para poder determinar las regiones sismogénicas.

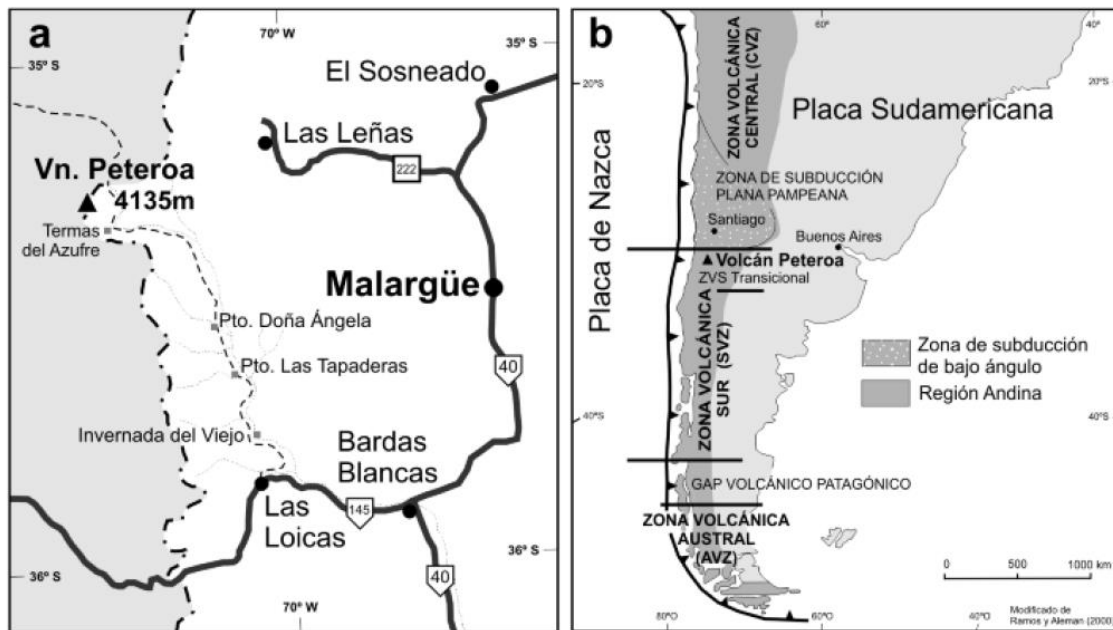
El presente trabajo se origina en el marco de colaboración científica entre instituciones de Argentina (ICES-CNEA, UNLP), Holanda (TUDelft) y Chile (OVDAS-SERNAGEOMIN) y propone relocalizar los eventos de fractura detectados por ambas redes para el período de registro en común. El objetivo principal es relacionar la actividad sísmica volcanotectónica con la dinámica del CVPP.

En primer lugar y a fin de mejorar la identificación de ondas P y S de sismos locales en señales con baja relación señal/ruido, se incorporan al preprocesamiento herramientas tales como los Diagramas de Wadati y un filtro Wiener de supresión de ruido. De este modo se pueden actualizar y controlar los tiempos de arribo en la base de datos registrados por las redes OVDAS y MalARRgue unificando criterios de lectura de manera objetiva. El disponer de una mayor cantidad de estaciones mejor distribuidas respecto de las fuentes permite utilizar técnicas de localización conjunta. El método de la doble diferencia (HypoDD) ya ha demostrado su eficiencia en áreas volcánicas con topografía compleja y distribuciones de estaciones no optimizadas.

Los resultados obtenidos permiten una mejor interpretación de las zonas sismogénicas identificadas en relación a las estructuras geológicas características de la región y a su vez sirven como dato de entrada para estudios más específicos de las estructuras subyacentes. Asimismo, y en vista a la pronta monitorización del CVPP desde el flanco argentino, este trabajo espera contribuir al conocimiento de su actividad sísmica de base y a la preparación de las rutinas de observación.

## Introducción: Objeto de estudio, datos y antecedentes

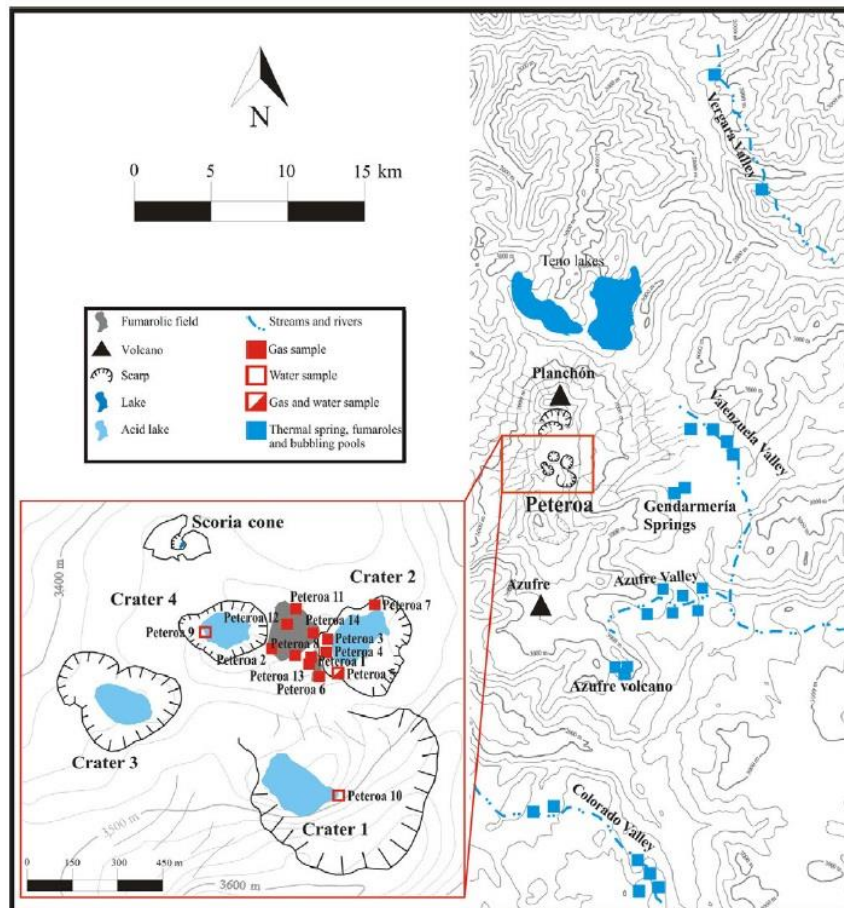
El Peteroa (emplazado a los 35°15'S y 70°35'O en la Cordillera Principal de los Andes) es un volcán poligenético holoceno y que forma parte del Complejo Volcánico Planchón-Peteroa (CVPP), localizándose en la Zona Volcánica Sur Transicional (ZVST) (Fig.1). Ha registrado ocho erupciones menores durante el siglo XX (Global Volcanism Program) con Índice de Explosividad Volcánica (VEI por sus siglas en inglés)  $\leq 2$ , un evento eruptivo entre los años 2010 y 2011 (Haller y Risso, 2011) y, desde enero del año 2016 hasta el 17 de mayo del año 2017 su nivel de alerta técnica se mantuvo en Amarillo (SERNAGEOMIN, Chile).



**Figura 1.** a) Mapa de ubicación del volcán Peteroa y localidades cercanas; b) ubicación del volcán Peteroa en el contexto de las Zonas Volcánicas de la cordillera de los Andes.(Haller y Risso, 2011)

El CVPP incluye los volcanes Planchón, Peteroa y Azufre con elevaciones sobre el nivel del mar de 3977, 4107 y 3448 m respectivamente (Fig. 2) (Naranjo et al., 1999). El volcán Peteroa posee en su cima una caldera de aproximadamente 5 km de diámetro donde anida, en su interior, cuatro cráteres y un cono de escoria. Estos cráteres presentan diámetros entre los 150 y 500 m, y profundidades entre 50 y 150 m (Naranjo y Haller, 2002). Tres de ellos exhiben lagos ácidos (cráteres 1, 3 y 4), mientras que el cuarto (cráter 2) presenta esporádicamente un lago cuya presencia depende principalmente de la tasa de precipitaciones y/o deshielo del glaciar que se encuentra en

la cima (Trombotto Liaudat et al., 2014). Todos los cráteres presentan actividad fumarólica, siendo la del cráter número 4 la más difusa. Además, se presencia un campo fumarólico en la plataforma entre los cráteres 1 y 2 (Aguilera et al., 2016). Todos estos puntos de emisión presentan un marcado descenso de flujo durante los últimos 3 años. En cambio al suroeste del cráter 1 se ha desarrollado un nuevo campo fumarólico con importante emisión y caracterizado por una cubierta de azufre (Agusto, comunicación personal).



**Figura 2.** Mapa esquemático del CVPP, campos fumarólicos principales, lagos crátericos y localización de muestras recolectadas en el trabajo de Aguilera et al., 2016.

Se encuentran algunos glaciares en la caldera, pero también rellenando las partes más altas de los valles, especialmente en los flancos este, sur y oeste del complejo (Naranjo et al., 1999). Los glaciares cumplen un rol de suma importancia cuando de riesgos asociados a la actividad volcánica se trata, son la fuente principal de lahares. Los registros históricos muestran que los lahares han sido frecuentemente asociados con las erupciones que tuvieron lugar en el CVPP (González-Ferrán, 1995; Naranjo et al., 1999; Haller y Risso, 2011). Detalle del estado actual de los glaciares y su afectación por la reciente actividad eruptiva en Trombotto et al 2014.

## 1.1 Marco tectónico

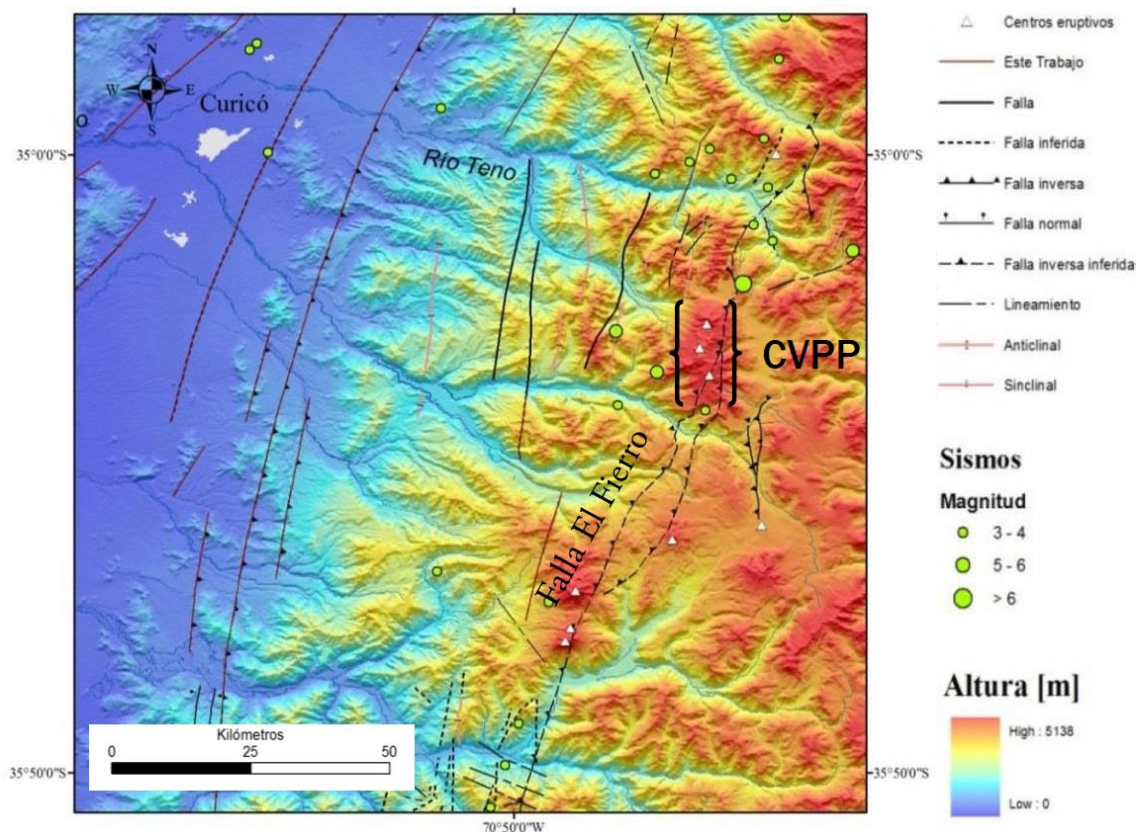
La situación de los Andes en el ambiente tectónico del margen occidental de Sudamérica está condicionada por la subducción de la placa de Nazca. Se observan segmentos con diferentes comportamientos de acuerdo a la geometría de la placa subductante, incluyendo aquellos con subducción horizontal (aproximadamente 5° de inclinación de la placa de Nazca) en los cuales casi no hay vestigios de actividad volcánica neógena-cuaternaria y otros con subducción normal (aproximadamente 30° de inclinación) presentando volcanismo de arco (Ramos et al. 2000). De esta manera se diferencian tres zonas volcánicas (Norte, Central y Sur) a lo largo de la Cordillera de los Andes separadas por zonas carentes de actividad volcánica (Madariaga, 1998). La más austral de ellas recibe el nombre de Zona Volcánica Sur (ZVS) y se extiende a lo largo de 1450 km entre los 33° y 46° S (Haller y Risso, 2011).

La ZVS tiene una intensa actividad volcánica, ya que comprende 31 volcanes con actividad eruptiva histórica y un registro de alrededor de 283 erupciones desde comienzos del siglo XIX (Haller y Risso, 2011). La ZVST, ubicada entre los segmentos norte y central de la ZVS, se caracteriza por grandes estratovolcanes formados sobre bloques ascendidos de basamento prevolcánico, separados por cuencas extensionales de inter-arco ricas en conos basálticos monogenéticos y flujos de lava en una asociación compleja entre volcanismo de arco subcalino y volcanismo alcalino de retro-arco (Stern, 2004).

La ZVST presenta una dirección predominante paralela al margen interplacas. Su estructura, definida por pliegues y corrimientos cenozoicos con vergencia este, es conocida como la Faja Plegada y Corrida de Malargüe (FPCM), siendo el arco volcánico su expresión más occidental (Giambiagi, 2002). Dicha faja se extiende aproximadamente entre los 34,4° y 37° S (Benavente Zolezzi, 2010), presentando estilos de deformación tanto de piel fina como de piel gruesa. En particular, el CVPP se encuentra en el sector Sur de la FPCM (Giambiagi et al., 2009), que se caracteriza por un comportamiento de piel gruesa a lo ancho de toda la faja. Una serie de bloques de basamento deformados que limitan zonas internas con comportamiento de piel fina han sido interpretados como corrimientos de bajo ángulo relativamente jóvenes (orientación N a NNE) encerrados por la inversión cenozoica de fallas normales de alto ángulo con una orientación NNO a NO. Según Stern et al. (2007) estas estructuras ejercerían el control espacial de calderas y estratovolcanes en la ZVST. Estratovolcanes y conos menores ubicados al NE, se componen principalmente de litologías basálticas a basaltos andesíticos, mientras que los que se desarrollan hacia el NO, sólo pueden ser

clasificados como estratovolcanes y presentan una gran variedad de composiciones (Stern et al., 2007).

La estructura deformacional más reconocida en la Cordillera Principal es la Falla regional El Fierro (Fig. 3), entre los 33° y 36° S, extendiéndose a lo largo de todo su borde oriental. Es considerada la estructura de mayor relevancia en el control estructural de la zona (Fock, 2005, Fock et al., 2006). Corresponde a una falla inversa de vergencia este. Sin embargo, hay evidencias que permiten inferir que se trata de una falla que antiguamente tuvo un movimiento normal y que ha sufrido una inversión posterior, aún incompleta (González Contreras, 2008). El desplazamiento que ha producido la falla no ha podido ser determinado debido a la ausencia de elementos lineales para medirlo. Particularmente al sur del río Teno (Fig. 3), hasta el río Maule, se llegó a medir (en estudios de la geología de la zona), un largo de la falla aproximado de 90 km para el segmento mayor de la traza. No obstante, la continuidad de este sistema hacia el sur y norte podría ser incluso más extensa.



**Figura 3.** Mapa de estructuras en la Cordillera Principal, escala 1:500.000. Se marca la ubicación del CVPP y, dentro de las fallas de principal envergadura involucradas, se señala la Falla El Fierro (Alfaro Soto, 2011).

En cuanto a la sismicidad se han observado numerosos eventos cuya distribución de epicentros es acorde con la probable traza de falla en superficie. La Falla El Fierro correspondería a una falla activa con desplazamiento de rumbo y actividad

sísmica considerable (Alfaro Soto, 2011), debiendo ser considerada en estudios de peligro sísmico.

La Falla El Fierro y fallas menores estarían asociadas espacialmente con actividad magmática en la Cordillera Principal. Los volcanes Planchón, Peteroa, Descabezado Grande, Cerro Azul y San Pedro – Pellado, así como las fuentes termales de Romeral, Termas del Flaco, San Pedro, Baño de las Yeguas y Llolli, entre otros, estarían ubicados encima de la traza de la Falla El Fierro, lo cual sugiere que sus ubicaciones estarían asociadas a zonas favorables para el emplazamiento o transporte de magmas y fluido hidrotermales. De este modo el calor y la sobrepresión magmática debilitarían la roca, favoreciendo la propagación de estructuras (Cembrano y Lara, 2009) y definiendo un control estructural del magmatismo en la región (González Contreras, 2008).

## 1.2.1 Evolución del Complejo Volcánico Planchón Peteroa

El CVPP yace sobre un basamento constituido por sedimentos marinos y evaporitas del Cretácico, compuestos principalmente por calizas, conglomerados, areniscas y limolitas, flujos de lava desde basálticos hasta riolíticos, piroclastos del Terciario y plutones de granodiorita del Terciario medio (Haller et al., 1985; Tormey, 1989; Tormey et al., 1995; Naranjo et al., 1999). Podríamos subdividir la evolución del CVPP en tres acontecimientos de trascendencia (Aguilera et al., 2016):

1. El volcán Azufre (< 550000 años) es el más grande y antiguo de los edificios volcánicos del complejo (~ 69 km<sup>3</sup>). El mismo está constituido principalmente por flujos de lavas andesíticas y flujos piroclásticos, en menor cantidad flujos de lava dacítica, andesítica y depósitos de lahares, entre otros.
2. El volcán Planchón (6 km al norte del volcán Azufre) se formó en una sucesión de eventos: i) Planchón I (entre 14000 y 11000 años aproximadamente), comenzó su actividad durante los últimos estadios de actividad del volcán Azufre produciendo ~43 km<sup>3</sup> de flujos de lava basálticos y basalto-andesíticos junto con depósitos piroclásticos; ii) hace unos 11000 años, el flanco oeste del complejo Azufre-Planchón, colapsó dando lugar a una avalancha de escombros que se desplazó aproximadamente 75 km hacia el oeste a lo largo de los ríos Claro y Teno (MacPhail, 1973; Davidson, 1974); iii) Planchón II (entre 11000 y 7000 años aproximadamente), se generó en el interior del anfiteatro labrado por dicho colapso. Es un edificio de aproximadamente 5 km<sup>3</sup> conformado por coladas de lava basáltica y basalto-andesítica, depósitos piroclásticos y de lahar.

3. Peteroa, el más pequeño ( $< 1 \text{ km}^3$ ) y joven de los edificios con menos de 7000 años de historia, es un volcán formado por varios orificios dispersos entre los volcanes Azufre y Planchón. Los productos volcánicos de Peteroa se caracterizan por flujos de lava andesíticos y depósitos piroclásticos desde dacíticos a riolíticos.

## 1.2.2 Historia eruptiva

La actividad volcánica en tiempos históricos, esto es, la que ha podido ser documentada, se restringe exclusivamente al volcán Peteroa.

Al menos 19 erupciones han sido observadas desde 1660, siendo las mismas catalogadas mayormente como eventos freáticos y freatomagmáticos con  $\text{VEI} \leq 2$  (Haller et al., 1994; Haller and Risso, 2011). La primera erupción descrita corresponde a un evento explosivo durante el año 1660, cuya ocurrencia aún sigue en debate, sin embargo, una reconocible erupción de tipo explosiva fue efectivamente reportada durante los meses de Noviembre y Diciembre de 1751 (Aguilera et al., 2016).

La más significativa erupción en tiempos históricos tuvo lugar el 12 de Marzo de 1762 ( $\text{VEI} = 4$ ), donde la actividad explosiva y efusiva fue continuada por el colapso parcial del edificio volcánico (González-Ferrán, 1995; Haller y Risso, 2011). Este colapso produjo varias avalanchas de escombros y lahares, las cuales afectaron el valle del Río Teno conllevando el estancamiento del cauce del río por diez días. Erupciones explosivas menores fueron registradas en 1835, 1837, 1842, 1860, 1869, 1872, 1878 y 1889-1894. En el curso del año 1937, un evento explosivo dio lugar a un cono de escoria, a partir del cual se emitió un único flujo de lava. Este evento fue acompañado por generación de lahares.

Eventos explosivos también ocurrieron en los años 1938, 1959, 1960, 1962 y 1967. En Febrero del año 1991, una erupción de tipo freatomagmática produjo una columna eruptiva de 1 km de altura por encima del cráter, la cual se dispersó hacia el este y sudeste por 80 km (Naranjo y Haller, 1997, 2002). Durante esta erupción, dos nuevos cráteres fueron formados (cráteres 3 y 4; Fig.2) y lahares se originaron en el flanco oeste del volcán; en consecuencia, los ríos Teno y Claro resultaron contaminados con aguas ácidas provenientes de los cráteres activos (BGVN, 1991; Haller et al., 1991). La última erupción explosiva del siglo XX fue registrada en noviembre del año 1998 (BGVN, 1999).

Posteriormente, la actividad del Planchón-Peteroa se restringió a emisiones fumarólicas sin observarse columnas de gas desde los cráteres. Como ya se mencionó previamente, los cráteres 1, 3 y 4 presentan lagos ácidos mientras que la presencia de



los mismos es esporádica en el cráter 2. La actividad fumarólica es propia de todos ellos haciéndose presente también entre los cráteres 1 y 2 (Aguilera et al., 2016).

Alrededor del CVPP, varias manifestaciones termales tienen lugar y se localizan 15 km al noreste (valle Vergara), 6 km al noreste (valle Valenzuela), 5.5 km hacia el este (vertientes cercanas a Gendarmería), 8 km al sudeste (valle Azufre) y 20 km al sudeste (valle del Colorado), todos medidos respecto a la caldera del Peteroa (Fig. 2). Esta descarga de fluidos corresponde a vertientes, lagunas burbujeantes, piletas de lodo, fumarolas y emisiones difusas (Benavente, 2010; Aguilera et al., 2011; Gutiérrez et al., 2012; Saltori, 2014). A su vez, fumarolas y fuentes termales se presentan en una zona localizada 5 km al sudeste del volcán Azufre (Fig. 2) (Benavente, 2010; Saltori, 2014).

El CVPP inició un nuevo período eruptivo entre enero de 2010 y julio de 2011 caracterizado por la ocurrencia de 4 fases eruptivas de tipo explosivo, dominadas por actividad freática (Aguilera et al., 2016) y freatomagmática, especialmente para el periodo comprendido entre marzo y septiembre del 2010 (Haller y Risso, 2011; Trombotto et al., 2014), de baja intensidad representadas por constantes columnas de vapor y gas de 200 a 800 m de altura y emisiones frecuentes de ceniza con ocasionales explosiones freáticas. En los períodos de actividad más intensos se registraron columnas de cenizas con alturas entre 1000 y 3000 m sobre el cráter activo (Aguilera et al., 2016).

Se registraron depósitos de ceniza a distancias tan lejanas como 638 km, estimándose un volumen mínimo emitido de  $0,0088 \text{ km}^3$ . Según Aguilera et al. (2016), estos depósitos se encuentran constituidos exclusivamente por fragmentos no juveniles, Haller y Risso (2011) aseguran la presencia de fragmentos juveniles. Se ha estimado un VEI 1-2 para este período.

La integración de datos geoquímicos de aguas, gases y depósitos de caída, información de la actividad explosiva y datos satelitales, sugirieron que este período eruptivo fue producto del incremento en la transferencia de calor y masa desde reservorios hidrotermales y magmáticos, que habría sido favorecido por la formación y/o reactivación de fracturas luego del terremoto Mw 8,8 Maule, Chile, en febrero de 2010.

## **1.2.3 Actividad volcánica desde el año 2016 hasta la actualidad**

El Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN), por medio del Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS), comunicó el 22 de enero del 2016 que, desde el día 15 del mismo mes, en el CVPP, se había registrado

un aumento en su actividad sísmica dada por un incremento en la cantidad de eventos de Largo Periodo (LP), asociados al tránsito de fluidos en el interior de los conductos volcánicos. Si bien las amplitudes de los eventos registrados mostraban bajos niveles de energía, éstos representaban variaciones respecto al nivel base de la actividad del volcán llevando a un cambio en el nivel de alerta y estableciéndose, este último, en AMARILLO (SERNAGEOMIN, REAV, 22 de enero 2016, <http://www.sernageomin.gov.cl/volcan.php?iId=37>).

Desde entonces se registraron eventos de fractura (denominados volcanotectónicos, VT) de porte menor y un gran número de eventos de tipo LP sin aportar aumentos significativos en la actividad volcánica superficial del complejo. No se evidenciaron emisiones anómalas del cráter principal ni en el resto del complejo volcánico. Tampoco pudieron observarse cambios en la temperatura superficial de la zona.

Desde fines de junio del año 2016 hasta finales de marzo de 2017 se registraron un total de 7 eventos de Magnitudes Locales significativas alcanzando un máximo de ML 3,6, localizados principalmente hacia el Norte del cráter con distancias de hasta ~4 km y profundidades no mayores a 5,9 km. Esta información fue suministrada en los Reportes Especiales de Actividad Volcánica y no se dispone de los resultados revisados (SERNAGEOMIN, REAV, <http://www.sernageomin.gov.cl/volcan.php?iId=37>).

El nivel de alerta técnica se mantuvo en AMARILLO hasta el día 17 de mayo del 2017.

## **1.3.1 Sismología volcánica**

La actividad sísmica en volcanes suele presentarse con meses o años de anticipación a cualquier manifestación observable en superficie, como podrían ser la emisión de vapor, gases o cenizas o bien el calentamiento del agua del lago cratérico de existir este último (<http://www.sernageomin.cl/volcan-volcanesysismicidad.php>).

La actividad volcánica genera una gran variedad de señales sísmicas producto del mecanismo y del medio donde se generan, fluido o sólido, siendo este último bastante heterogéneo, anisótropo y presentando una serie de fallas y fisuras. Esto hace que las señales registradas en este tipo de ambiente sean diversas entre sí (Zobin, 2016).

El objetivo principal, resulta entonces, entender la naturaleza y dinámica de las fuentes sísmicas asociadas con la inyección y transporte del magma y fluidos termales involucrados (Chouet, 2003). Esto es, conocer los patrones de actividad sísmica que permitan establecer oportunamente la probabilidad de una erupción.

La sismología volcánica utiliza muchos términos y métodos conocidos por la sismología tradicional siendo la diferencia más distintiva entre ellas el mecanismo de la fuente propuesta y las técnicas de análisis implementadas (Wassermann, 2011).

Cada tipo de señal puede corresponder a diferentes mecanismos de la fuente, tales como: mecanismos de ruptura en un medio sólido, mecanismos de movimiento en medios fluidos o parcialmente fluidos. Las señales que estén directamente asociadas al movimiento de fluidos presentarán fundamentalmente períodos largos (LP), esperables para un fenómeno de transporte de masa. Por otra parte, aquellos eventos producto de la fractura frágil (VT) tendrán contenido espectral en un amplio rango de frecuencias (Ibáñez y Carmona, 2000).

En cuanto a su duración y forma de onda, los eventos sismovolcánicos varían desde aquellos con fases P y S claras, corta duración y comienzos impulsivos, hasta los llamados “tremors”, que se presentan con características opuestas a los anteriores.

Existen diferentes clasificaciones de los eventos sísmicos presentes en un volcán, siguiendo a Ibáñez y Carmona (2000), podríamos resumirlos en los denominados Volcano-Tectónicos (VT), de Largo Período (LP), Híbridos (HB), Tremor Volcánico (TR) y Explosiones (EX). Una buena descripción de estos puede encontrarse en el trabajo de Casas (2014).

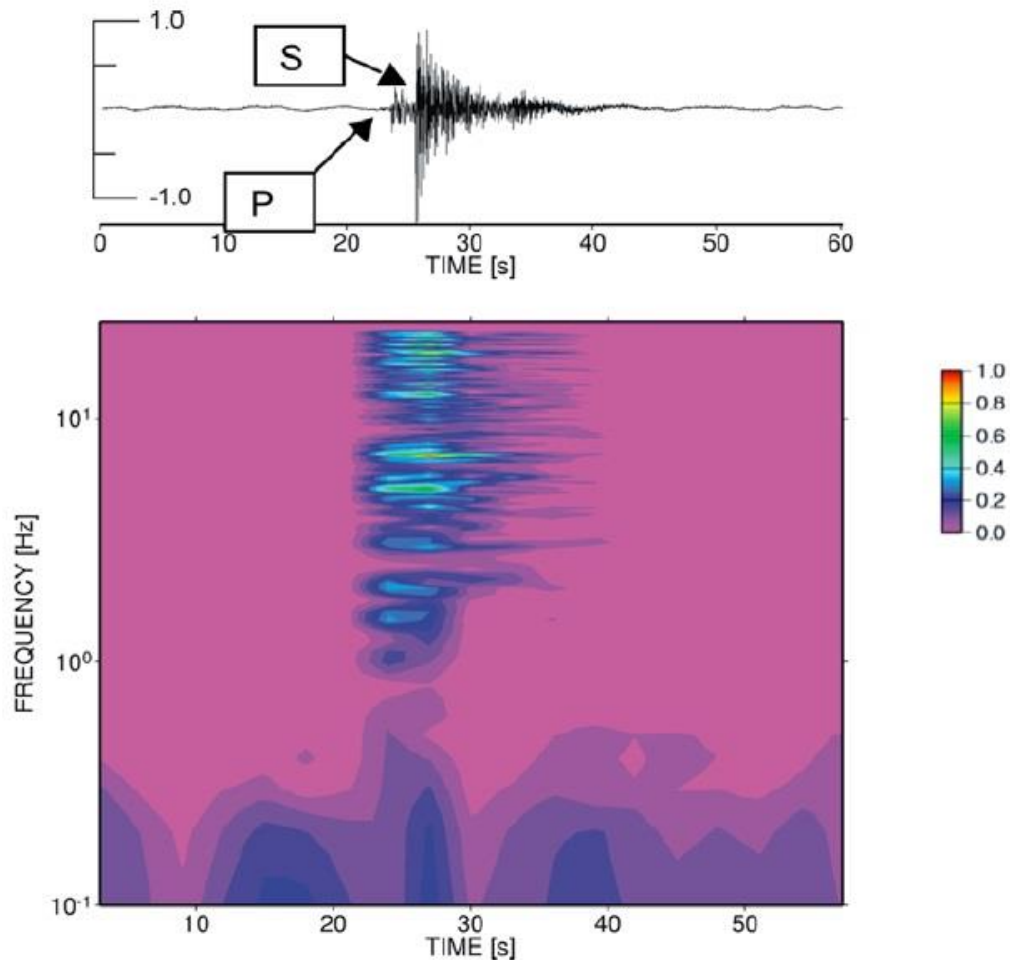
Dadas las características tectónicas de la región, se trabajará en esta tesis en particular con eventos de tipo VT que nos permitirán definir con mayor precisión las zonas sismogénicas correspondientes al sistema de fallas asociadas al CVPP (Fig. 3).

## **1.3.2 Eventos volcánicos de tipo VT**

Este tipo de eventos se asocia generalmente a un mecanismo de la fuente tipo cizalla causado por un incremento en los esfuerzos, lo que lleva a vencer la resistencia de los materiales resultando entonces en un deslizamiento sobre el plano de falla. Sin embargo, se ha observado que los mecanismos focales de los eventos tipo VT, a diferencia de los puramente tectónicos, pueden presentar además una componente volumétrica (Nettles, M. y G. Ekström, 1998).

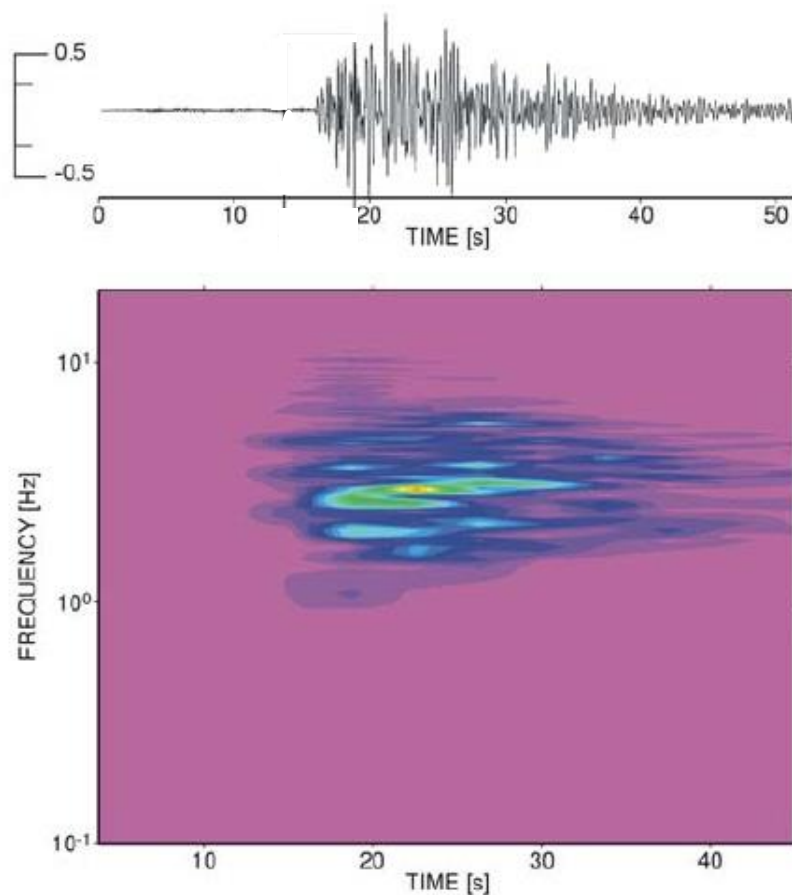
Otras de las características que diferencian a los eventos de tipo VT de los puramente tectónicos son su menor magnitud y la distribución temporal con la que se suceden los mismos. Los VT tienden a presentarse en forma de "enjambres". Un enjambre de terremotos es una secuencia donde no se logran distinguir eventos principales en la serie de tiempo.

Los eventos volcanotectónicos profundos, es decir, aquellos que en general se emplazan por debajo de los 2 km de profundidad, presentan un arribo claro de las ondas tanto P como S, con un decaimiento monótono de la coda y se caracterizan por presentar frecuencias mayores a 5 Hz (Fig. 4). Esto último hace que también reciban el nombre de eventos de alta frecuencia (HF de sus siglas en inglés) (Wassermann, 2011).



**Figura 4.** Evento tipo VT profundo registrado en Monte Merapi, Indonesia. Los arribos impulsivos de las ondas P y S son claramente visibles en esta señal, lo mismo que su contenido en alta frecuencia y corta duración. El código de color asignado, representa amplitud de densidad espectral normalizada (Wassermann, 2011).

En contraste, los eventos volcanotectónicos superficiales ( $< 2$  km de profundidad) muestran un arribo de la onda P más bien emergente, siendo la detección de la onda S por momentos imposible (Fig. 5). Las bandas espectrales se ven acotadas en frecuencias más bajas (1-10 Hz).



**Figura 5.** Ejemplo típico de un evento volcanotectónico superficial registrado durante un periodo de actividad alta en el Monte Merapi. Nótese que el contenido total en frecuencia no escapa el rango 1 – 10 Hz con una frecuencia dominante identificada con dificultad cerca de los 3 Hz. El código de color asignado, representa amplitud de densidad espectral normalizada (Wassermann, 2011).

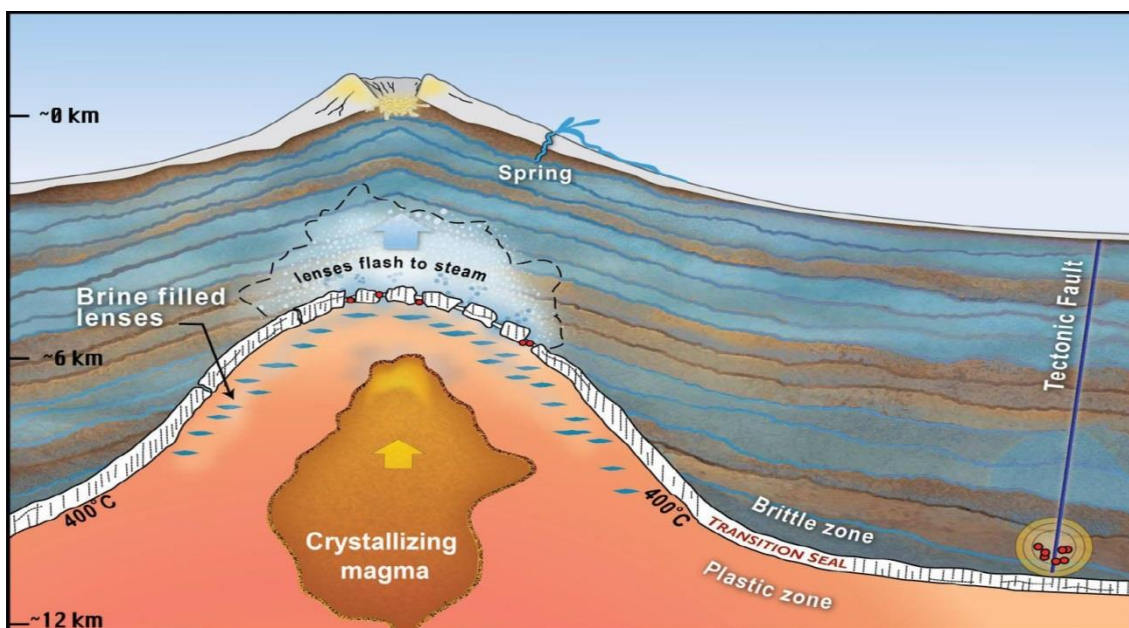
Las altas frecuencias e impulsividad presentes en las ondas P y S de los eventos tipo VT profundos, se atribuirían a una menor atenuación de las ondas en su trayectoria desde la fuente hasta la superficie. Por el contrario, en los eventos VT superficiales, gran parte de la energía de las ondas directas P y S es dispersada debido a los medios fracturados, poco consolidados, heterogéneos, etc. encontrados en su trayectoria. Dicha energía dispersada es hallada entonces en las codas de mayor duración visibles en los VT superficiales, lo que denota un proceso que se denomina scattering múltiple.

Por otro lado, el desarrollo de codas cortas en los VT profundos, es una clara señal de una fuerte atenuación anelástica propia de medios con presencia de fluidos (Badi, 2011).

En un proceso de reactivación volcánica, en especial cuando el volcán ha estado dormido durante un largo periodo, es de esperarse la presencia de un sello frágil impidiendo el ascenso de los fluidos a través de los conductos volcánicos. El aumento de presión induce entonces eventos asociados a fracturas tectónicas preexistentes en las

cercanías del volcán y no directamente debajo del cono del mismo, los que son registrados como eventos VT distales al inicio del periodo de reactivación.

Cuando el proceso avanza, el sello se rompe dando origen tanto a eventos VT superficiales como a otros eventos asociados al transporte de fluidos (Fig. 6). Este sería el caso del Peteroa, donde el sistema no parece estar completamente sellado dada la presencia de fumarolas y vertientes (Fig. 2). Es lógico esperar entonces un desarrollo de sismicidad asociada tanto al sistema de fallas activo El Fierro como al volumen por debajo del cono volcánico. El detalle en este caso particular es la estrecha vinculación entre el sistema de fallas y la distribución de los cráteres del CVPP.



**Figura 6.** Modelo geológico de volcanes y eventos precursoros a una erupción desarrollado por White, R. (VDAP-USGS, 2015) basado en los trabajos de Fournier (1999), Hill (1977) y Sibson (1996). El término *Spring* hace alusión a fuentes de aguas termales y el término *Brine* a volátiles.

### 1.3.3 Redes para el monitoreo sismo-volcánico

En general, el tipo de sensores que más se utilizan en ambientes volcánicos, debido sobre todo a su moderado costo y facilidad de despliegue y mantenimiento son los denominados de corto período (con respuesta plana entre 1 y 30 Hz), aunque para lograr una completitud del estudio es ideal la disponibilidad de instrumentos banda ancha (Ibáñez y Carmona, 2000).

Desde principios de la década del 90, los sismómetros de banda ancha se han popularizado en su versión portátil haciendo posible estudiar el sistema volcánico con mayor detalle, los mismos permiten detectar frecuencias tan bajas como 0.00833 Hz. Estos nuevos sensores han logrado detectar y corroborar la presencia de eventos de ultra

baja frecuencia (frecuencias menores a los 0.01Hz) asociados al movimiento de grandes volúmenes de fluidos (Wassermann, 2011).

A la hora de establecer una red de monitoreo, una buena distribución de estaciones resulta indispensable si se desea localizar el origen de los eventos de forma precisa. Generalmente, se espera que esta distribución además minimice la influencia de estructuras superficiales y la topografía terrestre. Sin embargo, en sismología volcánica, nos encontramos con topografías que en general son particularmente complejas junto a propiedades del medio de propagación casi desconocidas.

Si bien se prefiere la roca firme frente a sedimentos poco consolidados al momento de instalar los sensores, en muchos volcanes activos la roca firme y sólida es difícil de encontrar, o suele ser sinónimo de coladas de lava bajo capas de ceniza o sedimentos que causan efectos indeseados sobre la señal.

Si se toman los cuidados necesarios durante la instalación, tal de poder asegurar no solo una buena relación señal ruido (lejos de fuentes de ruido como, por ejemplo, los medios de transporte, maquinaria, animales, etc), sino también una buena accesibilidad a la estación para su mantenimiento, el problema de cómo establecer una buena red de monitoreo se reduce a buscar una apropiada distribución de las estaciones respecto del objeto de estudio.

En la mayoría de los casos, el monitoreo volcánico se lleva a cabo con un número de estaciones entre cuatro y seis como mínimo, donde las mismas se distribuyen alrededor del centro del edificio volcánico. Nuevas modalidades buscan instalar un arreglo de sensores o incluso el armado de una red de arreglos (Wassermann, 2011).

Según sea el objetivo de la red, al menos algunas de las estaciones deberían estar localizadas lo más cerca posible a la zona volcánica activa para así poder modelar las fuentes sísmicas relacionadas y sus profundidades con suficiente precisión.

Es ideal instalar una red en dos escalas. La mayor, extendiéndose sobre regiones no volcánicas (distancias  $< 20$  km), y la menor, con estaciones concentradas en los flancos y cima del volcán en cuestión (distancias  $\sim 0 - 2$  km). Las redes sísmicas a gran escala son extremadamente útiles al momento de discernir entre señales provenientes de la actividad volcánica y de otros eventos regionales o locales que no se relacionan directamente con el aparato volcánico.

Por otro lado, una amplia dimensión de la red mejora la precisión en la localización de eventos profundos producto de la actividad magmática. De ser posible, el espaciamiento entre estaciones debería ser comparable con la profundidad de la fuente para asegurar una buena estimación de la misma.

Los mejores resultados, tanto lateral como verticalmente, son esperables cuando la fuente se encuentra comprendida en la red de estaciones (Wassermann, 2011).

## **1.3.4 Redes instrumentales en el CVPP: los datos.**

En la actualidad, el monitoreo del Peteroa es realizado por el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur que es a su vez dependiente del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (OVDAS-SERNAGEOMIN, Chile), y que cuenta con estaciones sismológicas desplegadas sobre el flanco occidental del volcán.

La localización de la actividad sísmica registrada por OVDAS en el volcán Peteroa, desde el año 2010, es volcada en un catálogo de sismicidad que complementa a los reportes de actividad volcánica.

En el marco del proyecto de colaboración MalARRgue (TU Delft, ICES-CNEA) se instalaron en 2012, y por un período de un año, dos antenas sísmicas con instrumental provisto por IRIS-PASSCAL (Incorporated Research Institution for Seismology – Portable Array Seismic Studies of the Continental Litosphere). A través de la colaboración con el Departamento de Sismología e I.M. (SyM-UNLP) se han analizado los datos de la antena más próxima al CVPP con el fin de caracterizar la actividad sismo-volcánica, la estructura subsuperficial y la atenuación sísmica en el entorno del volcán (Casas et al., 2014; Casas et al., 2016b; Manassero et al., 2014)

Los datos analizados en este trabajo fueron provistos por seis estaciones de corto período (Sercel L-22, 2 Hz, 100 muestras por segundo) desplegadas en el flanco oriental del volcán dentro del proyecto MalARRgue y por seis estaciones banda ancha (Guralp y Trillium, 30 segundos) pertenecientes al OVDAS ubicadas sobre el flanco occidental del volcán.

En la actualidad la red OVDAS ha hecho cambios en la distribución y número de estaciones en el flanco occidental del CVPP. A su vez, desde marzo del año 2016 una estación permanente se encuentra instalada del lado argentino, dependiente del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y con colaboración del ICES-CNEA y SyM-UNLP. Sus datos son compartidos con OVDAS y utilizados por el mismo para la localización de eventos.

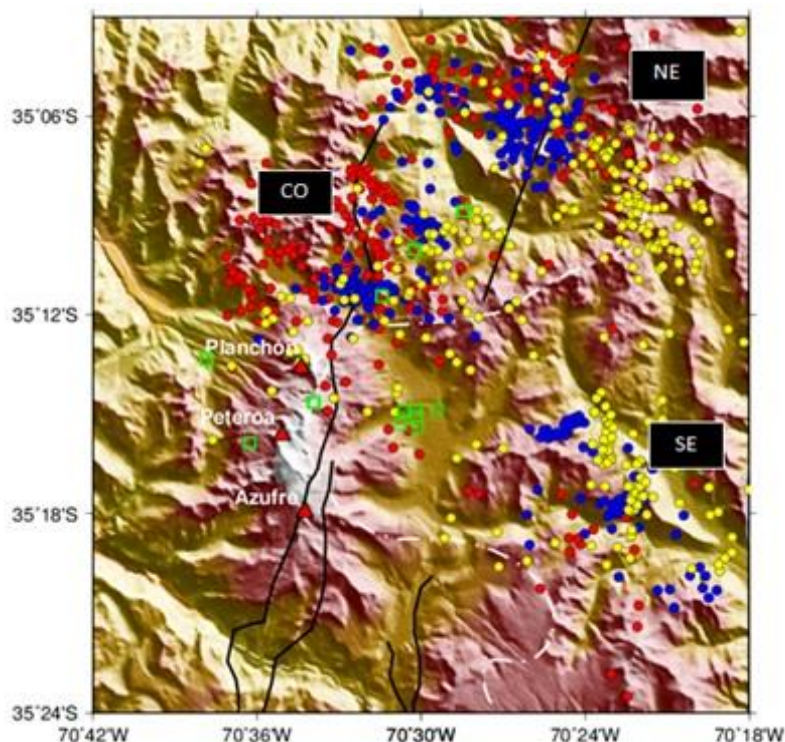
Como se observa en la Fig.6, las estaciones de monitoreo en el CVPP pertenecientes a OVDAS se encuentran prácticamente alineadas y no representan en sí mismas una red con buen cubrimiento acimutal. La accesibilidad a sitios de instalación del otro lado de la frontera evidentemente limita su configuración.



Del mismo modo, si analizamos el emplazamiento de la red MalARRgue, no solamente resulta deficitaria su capacidad de cubrir acimutalmente el área de estudio, sino que además la poca distancia entre estaciones no permite asegurar un preciso cálculo de la profundidad de los eventos. Este déficit tiene otro motivo: la red MalARRgue fue diseñada como una antena para la aplicación de técnicas de interferometría sísmica.

## 1.3.5 Relocalización preliminar de eventos en el CVPP

A partir del catálogo OVDAS se seleccionaron aproximadamente 300 sismos originados por eventos de fractura que fueron localizados como se muestra en la figura 7. La localización de los hipocentros se obtuvo mediante inversión de tiempos de arribo en cada una de las redes mencionadas. Sobre los datos de la red MalARRgue, se utilizó el programa Hypocenter (Lienert et al., 1986; Lienert, 1991; Lienert y Havskov, 1995) y el modelo de velocidades propuesto por Bohm et al. (2002). Al mismo tiempo, dichos eventos fueron localizados por la red OVDAS utilizando las estaciones en el flanco



**Figura 7.** Distribución de sismos de fractura localizados utilizando lecturas de tiempos de arribo a las estaciones chilenas (puntos rojos), a las estaciones argentinas (puntos amarillos), y el resultado de la relocalización utilizando todas las estaciones (puntos azules). Los recuadros señalan las tres áreas sísmicas identificadas: NE, CO y SE. Las estaciones se indican con cuadrados verdes siendo las que se encuentran hacia el este respecto del límite internacional las estaciones pertenecientes a la red MalARRgue y las que se encuentran hacia el oeste del límite internacional las pertenecientes a la red OVDAS. Respecto a las distancias,  $0,6^\circ$  de latitud equivalen a aproximadamente 6,7 km.

# Capítulo I

occidental y un modelo de velocidad adaptado de Bohm et al. (2002) contando con la ayuda del programa Hypo71 (Lee y Lahr, 1972; Lee y Lahr, 1975; Lee y Valdes 1985).

Partiendo de dichas localizaciones preliminares, se propuso la relocalización de los mismos eventos pero ahora haciendo uso de ambas redes de forma simultánea. En esta oportunidad se utilizó el modelo de Bohm et al. (2002) modificado por OVDAS y el programa Hypocenter (Casas et al., 2016a).

Pudo observarse una menor dispersión de los epicentros en la relocalización, que se nuclearon en tres zonas sismogénicas principales más acotadas (NE, CO y SE), las cuales se asocian a estructuras superficiales reconocidas de la FPCM. La utilización de ambas redes en conjunto logró una mejor cobertura de las áreas sismogénicas que la que se conseguía con cada una de ellas por separado. Las relocalizaciones permitieron reducir notablemente los errores obtenidos utilizando solamente la antena argentina pero no lograron mayor precisión que la localización del OVDAS, alcanzándose errores en la horizontal y vertical de 4,02 y 3,35 km, respectivamente (Casas et al., 2016a). Las nuevas localizaciones para el grupo NE no difirieron significativamente respecto de las originalmente obtenidas por OVDAS, mientras que entre los grupos CO y SE, se logró una menor dispersión pero con algunos intercambios de eventos entre grupos.

En las tres áreas pudo observarse que las distancias han sido correctamente calculadas y que la mayor diferencia se encontraba entonces en el control acimutal. Todo esto parece sugerir que los tiempos de arribo relativos entre estaciones de una y otra red son consistentes entre sí pero podría haber diferencias de criterio en las lecturas entre ambas redes (Casas et al. 2016a).

# Técnicas para el control objetivo de las lecturas y su implementación

---

En el proceso de relocalización llevado a cabo por Casas et al. (2016a) se observó, en algunos casos, falta de coherencia entre las lecturas de ambas redes llevando a la eliminación automática de dichos eventos durante el proceso de relocalización. Por otro lado, no se logró una reducción de los errores en los ajustes de los parámetros hipocentrales como se esperaba al contar con una mejor distribución de estaciones. Esto, sumado a los grandes desplazamientos sufridos por algunos epicentros en la relocalización, condujo a considerar las posibles diferencias en los métodos y/o criterios con los que cada red analizaba sus datos.

En este capítulo se presentan las diferentes técnicas utilizadas para ayudar de manera interactiva al observador sismológico a generar lecturas de arribos más precisas en las estaciones de la red y que tengan coherencia entre sí. Con la ayuda de estas herramientas, se procede a densificar el catálogo de eventos registrados entre enero del 2012 y enero del 2013.

## 2.1 Diagramas de Wadati

Una de las herramientas que utilizamos para la verificación de la coherencia de nuestras lecturas frente a aquellas llevadas a cabo por OVDAS son los diagramas de Wadati.

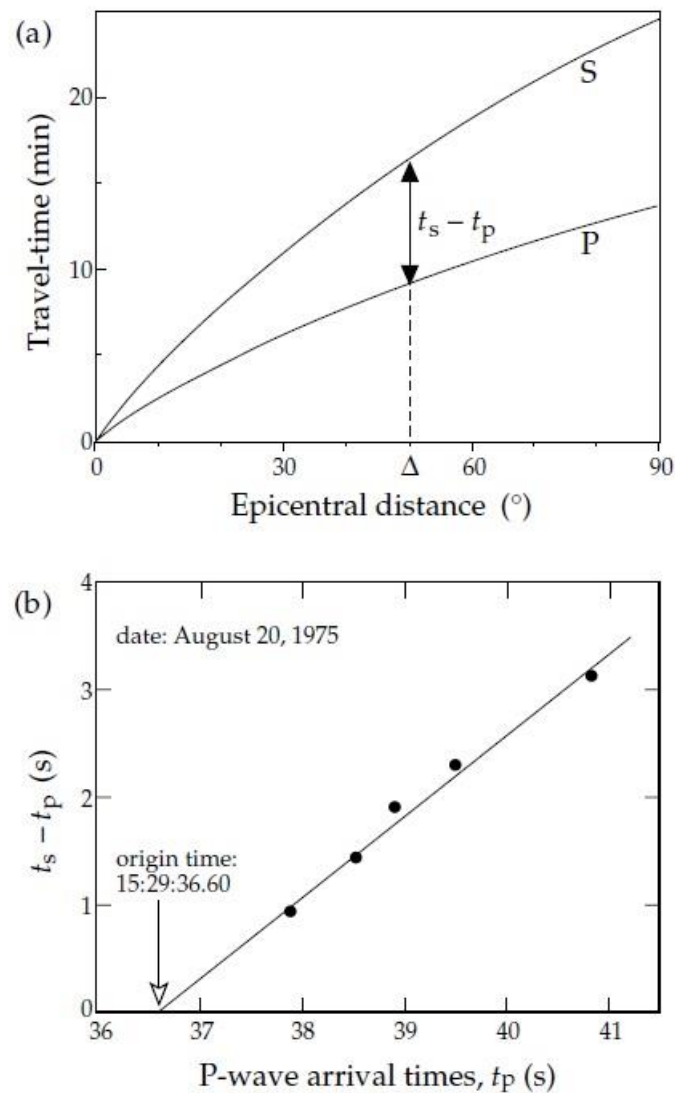
Cuando es posible detectar los tiempos de arribo de las ondas P ( $t_p$ ) y S ( $t_s$ ) de un evento en los registros de más de una estación, y dado que las ondas S viajan siempre con una velocidad menor que las ondas P a través del interior terrestre, la diferencia  $t_s - t_p$  crece con la distancia (Fig. 8a). Esto permite estimar el tiempo origen  $t_0$  (en el hipocentro) y una relación media entre las velocidades de las ondas (Lowrie, 2007).

Para sismos locales se puede asumir que las velocidades de las ondas P y S son aproximadamente constantes en las capas más superficiales, haciendo que las trayectorias puedan suponerse rectilíneas. Si  $D$  es la distancia recorrida por la onda sísmica, los tiempos de viaje de P y S serían,  $t_p - t_0 = D/\alpha$  y  $t_s - t_0 = D/\beta$  (con  $\alpha$  y  $\beta$  las velocidades de P y S respectivamente).

## Capítulo II

El tiempo  $t_0$  puede obtenerse entonces al graficar las diferencias  $t_s - t_p$  frente a los tiempos de arribo de la onda P en diferentes estaciones (Lay y Wallace, 1995).

El gráfico así planteado, llamado “diagrama de Wadati”, puede ajustarse mediante una recta (Fig. 8b).



**Figura 8.** (a) Curvas de tiempo de viaje de las ondas P y S de un sismo superficial a través del interior terrestre. La distancia epicentral ( $\Delta$ ) del sismo es hallada a partir de la diferencia entre los tiempos de viaje ( $t_s - t_p$ ). (b) Diagrama de Wadati para determinar el momento en el que dicho terremoto tuvo inicio (Lowrie, 2007).

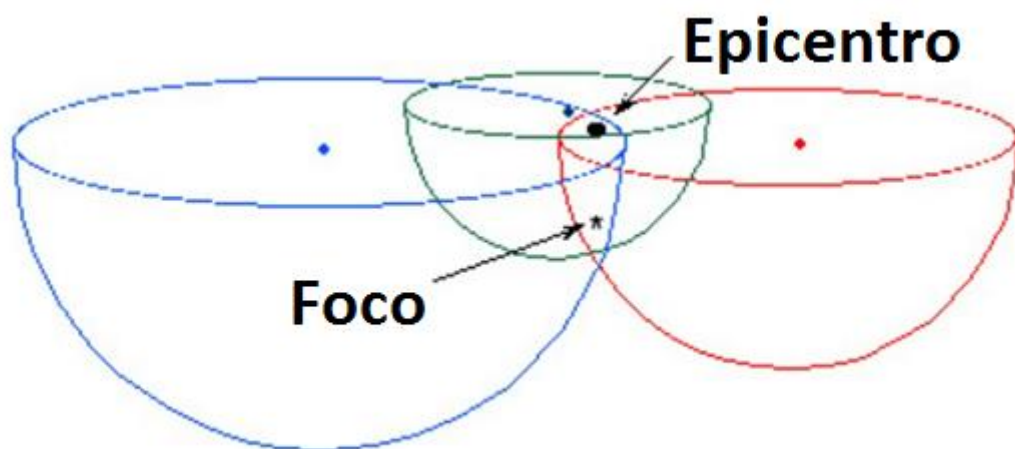
## Capítulo II

Considerando que en el hipocentro la diferencia  $t_s - t_p$  es nula, podemos considerar el lugar donde la recta corta al eje de los tiempos de arribo de P como el tiempo origen y la pendiente de la recta como:

$$t_s - t_p = t_p \left( \frac{\alpha}{\beta} - 1 \right) \quad (2.1)$$

Conociendo la velocidad de la onda P, podría obtenerse la distancia a la que se produjo el terremoto mediante  $D = \alpha (t_p - t_0)$ . D representa el radio de la semiesfera con centro en la estación y que contiene al hipocentro. Esta es la base sobre la que se apoya el *método de los círculos* para la localización de eventos con tres o más estaciones (Fig. 9).

El interior de la Tierra, sin embargo, no es homogéneo ni isótropo como se asume al trabajar con este método, las semiesferas no son tales y su intersección no es suave ni fácil de representar mediante geometría esférica. La localización exacta de un hipocentro requiere un conocimiento detallado de las velocidades sísmicas a lo largo de todo el recorrido del rayo sísmico, y, especialmente en el área sobre el mismo y bajo la estación.

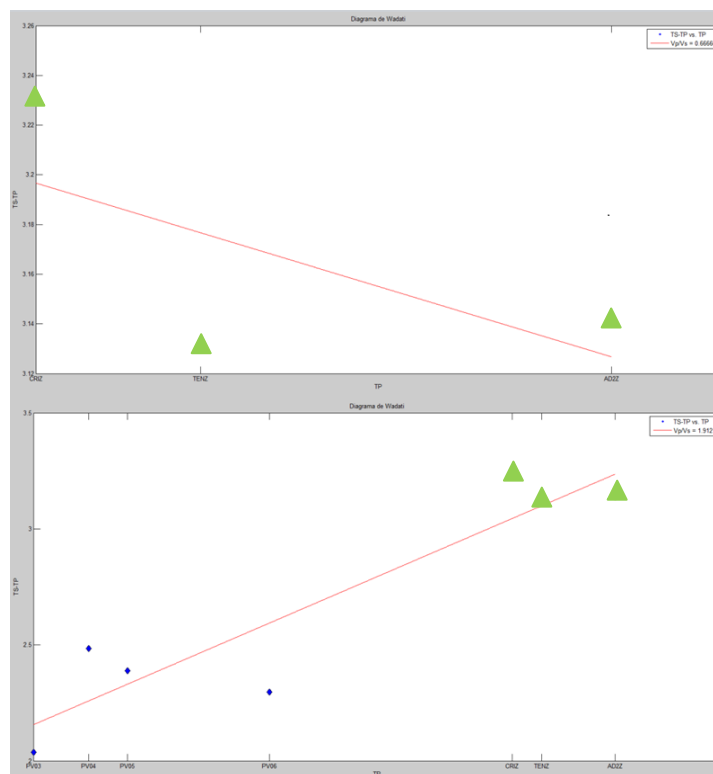


**Figura 9.** Método de los círculos para la localización de eventos con tres o más estaciones

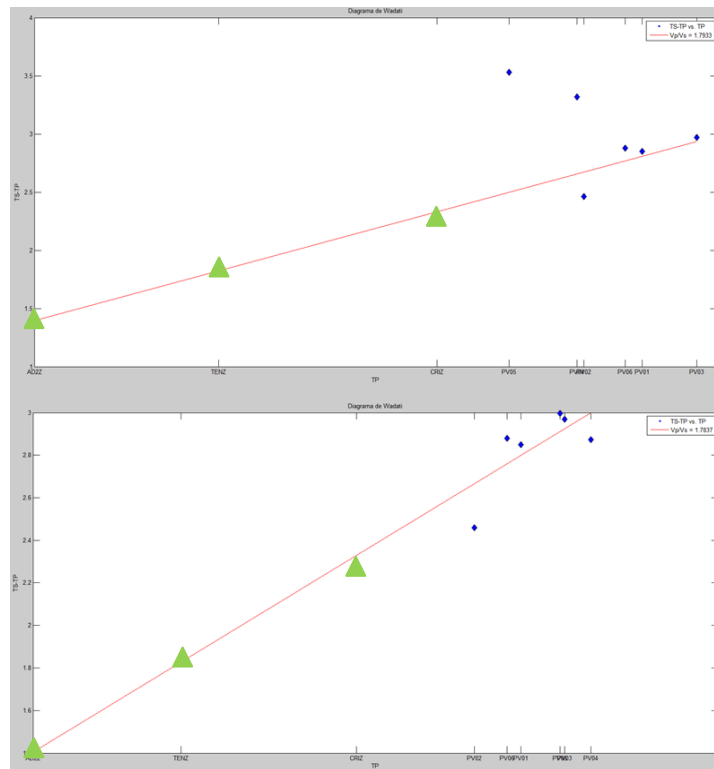
En este trabajo, considerando la ecuación 2.1, se construyen las curvas de Wadati para cada evento registrado por ambas redes. Se parte de datos de catálogo de la red OVDAS y se buscan, en las formas de onda de los registros de la red MalARRgue, las ventanas temporales que contengan a dichos eventos. Para esto se hacen consideraciones sobre los tiempos probables de propagación de la señal entre ambas redes.

Este proceso lleva a la detección coherente de eventos que aún no habían sido leídos en la red MalARRgue y a la revisión de aquellos que ya se encontraban identificados. En ambos casos el control visual y criterio del observador permite mejorar la lectura, encontrándose las siguientes situaciones:

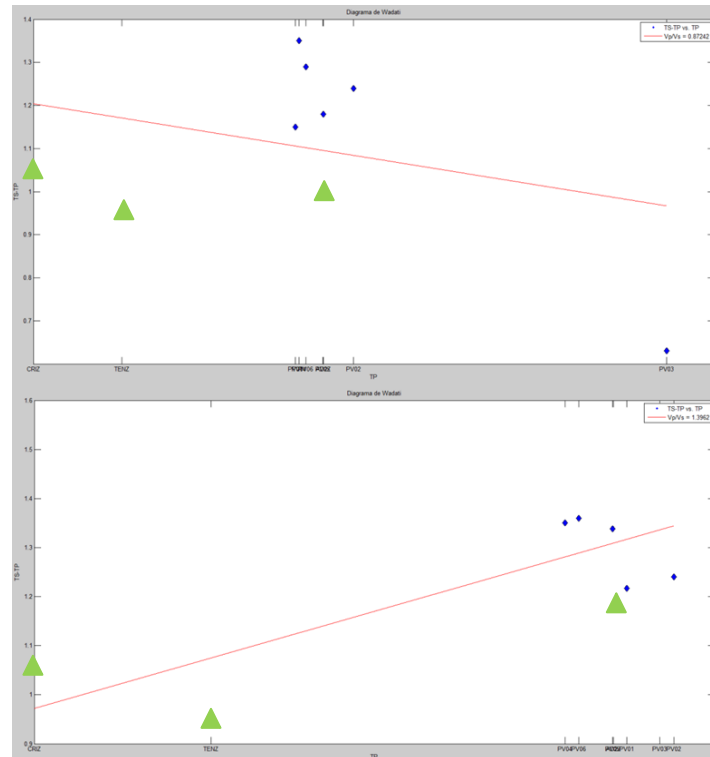
1. Las lecturas realizadas por la red OVDAS dan un ajuste no apropiado de las curvas de Wadati. La posterior interpretación de las formas de onda de MalARRgue llevan a un resultado satisfactorio (Fig. 10).
2. La falta de coherencia entre las lecturas sobre cada una de las redes se hace evidente y el control de las mismas resulta indispensable (Fig, 11).
3. Por último, los registros en cada red no siempre son coherentes entre sí (esto es: no cumplen con un ajuste lineal de pendiente positiva dada la relación de velocidades  $\frac{\alpha}{\beta} \sim 1,7$  para la región de estudio), correcciones sobre las lecturas a partir de estas observaciones permiten un ajuste razonable (Fig. 12).



**Figura 10.** Arriba: Wadati no presenta un buen comportamiento al ajustar las lecturas de OVDAS. Abajo: Mismo evento, ahora sumando las lecturas controladas en la red MalARRgue. A pesar de la dispersión presente en cada red, la curva de Wadati, que ajusta datos de ambas redes, presenta mayor coherencia. Los triángulos verdes representan las lecturas realizadas por la red OVDAS mientras que los puntos azules representan las lecturas realizadas sobre los registros de la red MalARRgue.



**Figura 11. Arriba:** Los eventos en una interpretación preliminar sobre los registros de la red MalARRgue muestran dispersión respecto al ajuste, un control posterior. **Abajo:** permite disminuir los residuos temporales de la red MalARRgue.



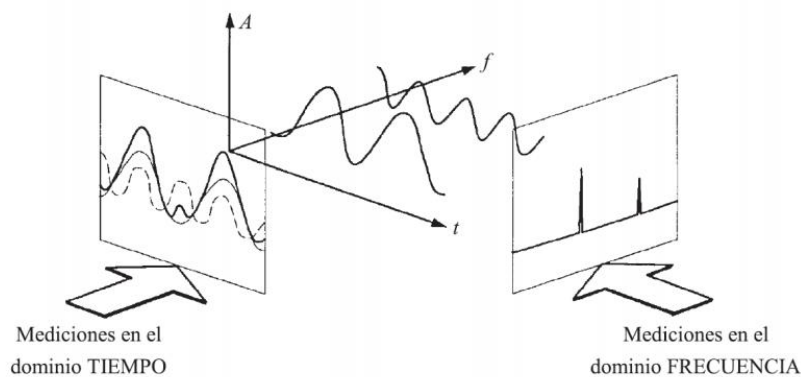
**Figura 12. Arriba:** Caso donde el diagrama de Wadati no se comporta como es de esperarse, señalando incoherencia. **Abajo:** mismo evento con sus lecturas revisadas y corregidas. Puede observarse como ahora el diagrama de Wadati muestra un buen comportamiento.

## 2.2 Análisis espectral

La variedad de las fuentes sismo-volcánicas y el efecto del medio de propagación, dan como resultado señales de difícil interpretación. Estas deben ser analizadas no sólo considerando sus formas de onda en el dominio del tiempo, sino que debe complementarse con un análisis espectral (dominio de las frecuencias).

El análisis de señales de tiempo en el dominio de la frecuencia nos permite descubrir aspectos que serían muy difíciles o imposibles de observar en su representación temporal. El teorema de Fourier establece que toda señal en el dominio del tiempo puede ser llevada al dominio de la frecuencia utilizando la transformada de Fourier.

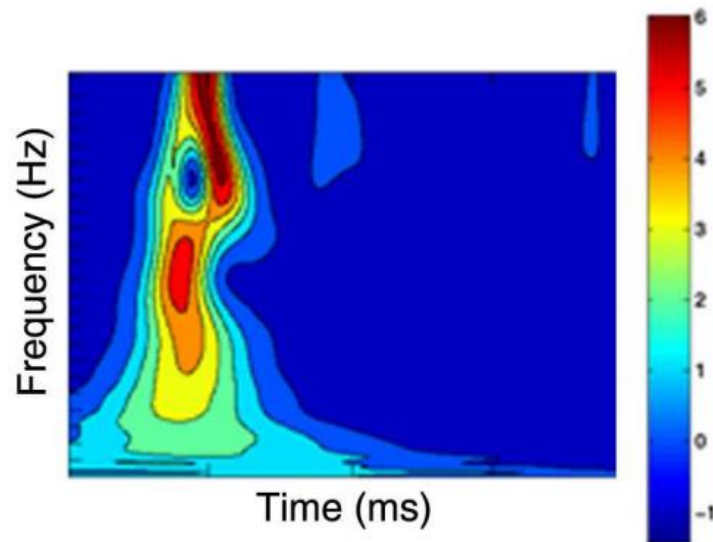
Una señal sismo-volcánica puede contener un amplio rango de frecuencias. Particularmente aquellas que tengan asociadas grandes amplitudes espectrales pueden enmascarar información presente en otros rangos de frecuencia (Fig. 13). Para que la representación sea inequívoca debemos tener la información de la magnitud y fase de cada componente espectral. A su vez debe recordarse que el espectro no discrimina las variaciones de dichas componentes en el dominio del tiempo.



**Figura 13.** Descomposición de Fourier donde se observan dos señales con diferentes amplitudes espectrales. En el dominio del tiempo la línea segmentada gris representa a la componente espectral de mayor frecuencia, la línea continua gris a la de menor frecuencia y la línea continua negra representa la superposición de ambas (<http://www.mttmlr.com/ADSv2/apuntes/ads3.pdf>).

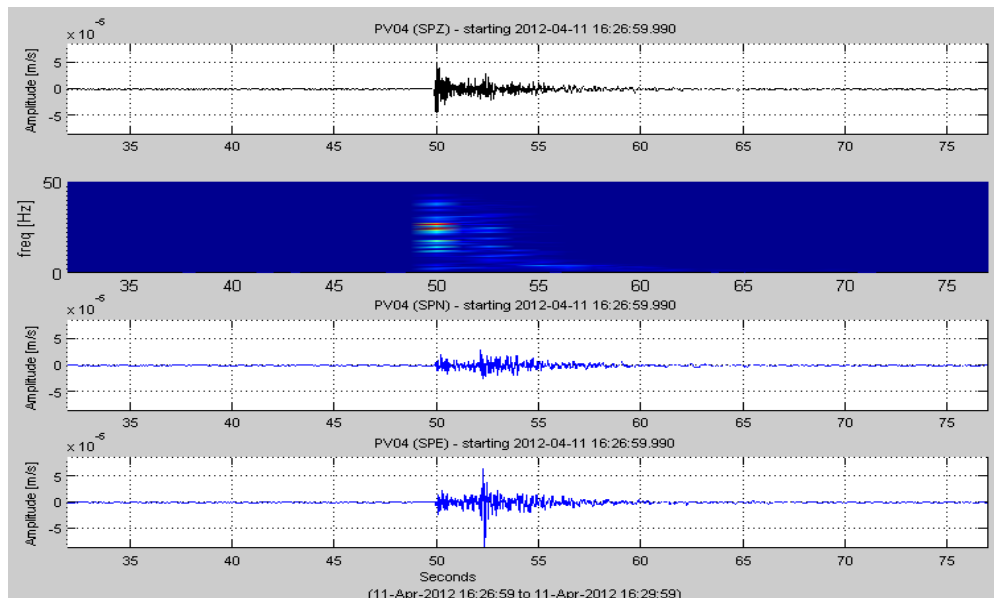
Si quisiéramos visualizar la evolución temporal del contenido espectral de una señal deberíamos recurrir a una distribución de tipo tiempo-frecuencia. Estas mapean una señal unidimensional (tiempo) en dos dimensiones (tiempo-frecuencia). La figura 14 muestra un ejemplo de una distribución de tiempo-frecuencia (espectrograma).



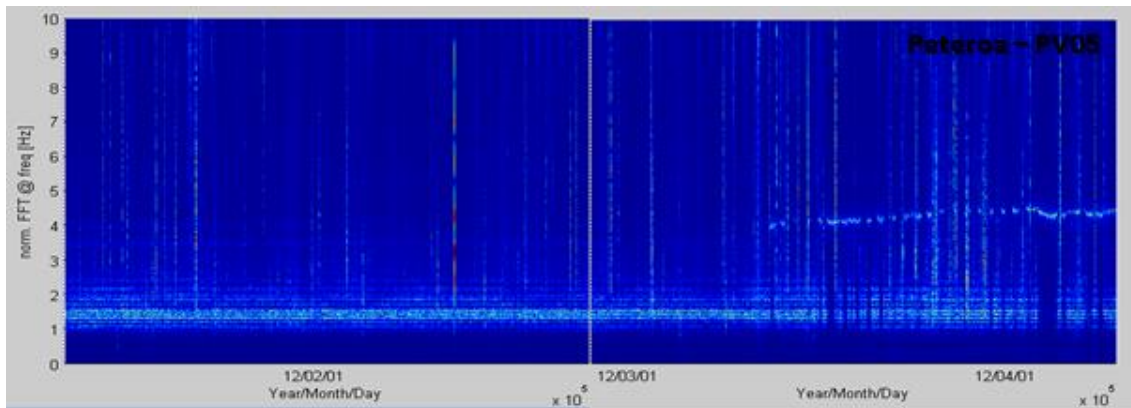


**Figura 14.** Análisis tiempo-frecuencia (<http://www.mttmlr.com/ADSV2/apuntes/ads3.pdf>).

Afortunadamente las distintas señales sismo-volcánicas suelen tener espectrogramas característicos y diferentes entre sí que, junto con la visualización de las formas de onda, colaboran a su mejor identificación. En el caso de los eventos VT, el arribo de los mismos se caracteriza por un aumento rápido en la amplitud, en un amplio rango de frecuencias, con un decrecimiento gradual posterior uniforme (Fig. 15a). Estas propiedades hacen que, en un espectrograma, se destaquen por sobre el nivel de base espectral presente en un registro haciendo más sencilla su identificación a pesar de su corta duración relativa (Fig. 15b).



(a)



(b)

**Figura 15.** (a) Ventana de trabajo donde el arribo de las señales son marcadas sobre la forma de onda, el espectrograma funciona como soporte visual para el lector (segundo gráfico), (b) evolución espectral de la señal en una de las estaciones de la red MalARRgue a lo largo de dos meses.

### 2.3 Fuentes de ruido en las señales sísmicas volcánicas

En las prácticas de observación sismológica siempre es recomendable efectuar la lectura de tiempos de arribo sobre la señal cruda, esto es sobre la señal tal como es guardada por el digitizador de la estación sismológica, para evitar efectos de cambio de fase y retardos que pudieran ser introducidos en el procesamiento digital de la misma. Sin embargo, la calidad de las señales sismo-volcánicas registradas puede verse afectada por otras vibraciones del suelo que pueden ser consideradas como ruido haciendo difícil su identificación. Se dice que las señales registradas tienen una baja relación señal ruido (SNR por su expresión en inglés Signal to Noise Ratio) cuando la relación entre las potencias espectrales de la señal y del ruido tiende a la unidad. También puede evaluarse la SNR en el dominio del tiempo utilizando la esperanza estadística de la señal o su amplitud media cuadrática (González Caravaca, 2011).

En general se define como ruido a toda aquella señal que no es de interés para el análisis que se va a realizar. Una señal sísmica proveniente de una fuente distinta a la que se quiere estudiar puede representar un ruido. Para este trabajo sería el caso del registro de eventos sismo-volcánicos distintos a los VTs que pudieran superponerse temporalmente a estos. Ruidos de origen no sísmico pueden clasificarse como naturales (vientos, mareas, cursos de agua, caídas de roca, etc.) o culturales (maquinaria, transporte, animales, etc.). Dependiendo de cuál sea el origen de la señal ruidosa, sus características temporales y espectrales serán diferentes y deberán tenerse en cuenta al seleccionar las técnicas para su eliminación.

La aplicación de filtros podría resultar útil si se conoce previamente el rango de frecuencias de interés y no existe superposición entre el mismo y la banda de

frecuencias propias del ruido. Este no suele ser el caso de los VTs que suelen aparecer superpuestos temporal y espectralmente al tremor volcánico como ruido de fondo. También suele hallarse superposición de los rangos espectrales del ruido ambiente local tanto natural como cultural y los espectros de los VTs y sismos tectónicos locales. Una consideración importante que deberá tenerse en cuenta además es que, dependiendo de la necesidad de aplicar el filtrado en tiempo real o en un procesamiento posterior, deberán considerarse las bondades y limitaciones de los diferentes tipos de filtros en cuanto a su diseño y a las modificaciones en los tiempos de arribo o en las polaridades de los primeros pulsos que pudieran ocasionar ([https://www.dsprelated.com/freebooks/filters/Filters\\_Preserving\\_Phase.html](https://www.dsprelated.com/freebooks/filters/Filters_Preserving_Phase.html)).

Se trata entonces en nuestro caso de buscar una herramienta que destaque con la menor distorsión posible a la señal proveniente de los eventos de fractura por encima de todas las demás. Este problema resulta muy similar al de realzar la voz cuando se registra con ruido aditivo y sobre todo cuando se dispone de una única grabación. Por este motivo, el uso de las técnicas de reducción de ruido en sonidos para el reconocimiento automático de la voz se ha difundido ampliamente en el tratamiento de señales sismológicas en los últimos años.

### **2.4 Supresor de ruido tipo Wiener con los algoritmos TSNR y HRNR**

Un filtro lineal es aquel que aplica un operador lineal a una señal de entrada variable en el tiempo para obtener una señal de salida. El operador lineal es la denominada respuesta impulsiva o respuesta en frecuencia según se trate a en el dominio del tiempo o la frecuencia. El filtro de Wiener es uno de los filtros lineales óptimos más importantes. Dada una señal de salida deseada, este filtro se diseña buscando la respuesta que minimice el error medio cuadrático entre la señal de salida real y la deseada. Cuando se trabaja con filtros de Wiener, generalmente la salida deseada existe sólo de forma conceptual. Para diseñarlos se necesita tener un conocimiento previo apropiado de las propiedades estadísticas de la señal de entrada. El problema reside en que este conocimiento generalmente no se puede obtener. En su lugar se usan filtros adaptativos, que hacen uso de los datos de entrada para aprender los datos estadísticos requeridos. Se busca que los filtros adaptativos converjan asintóticamente en promedio a las soluciones de Wiener (Hernández Fernández, 2005)

La mayoría de las técnicas clásicas de supresión de ruido analizan la señal en ventanas temporales móviles y requieren la evaluación de dos parámetros (la SNR a priori y la SNR a posteriori) para el diseño de los filtros adaptativos. Para una ventana temporal corta, cada componente espectral de la señal ruidosa estará dada por la suma de las mismas componentes espectrales de la señal y del ruido. La SNR a priori se

## Capítulo II

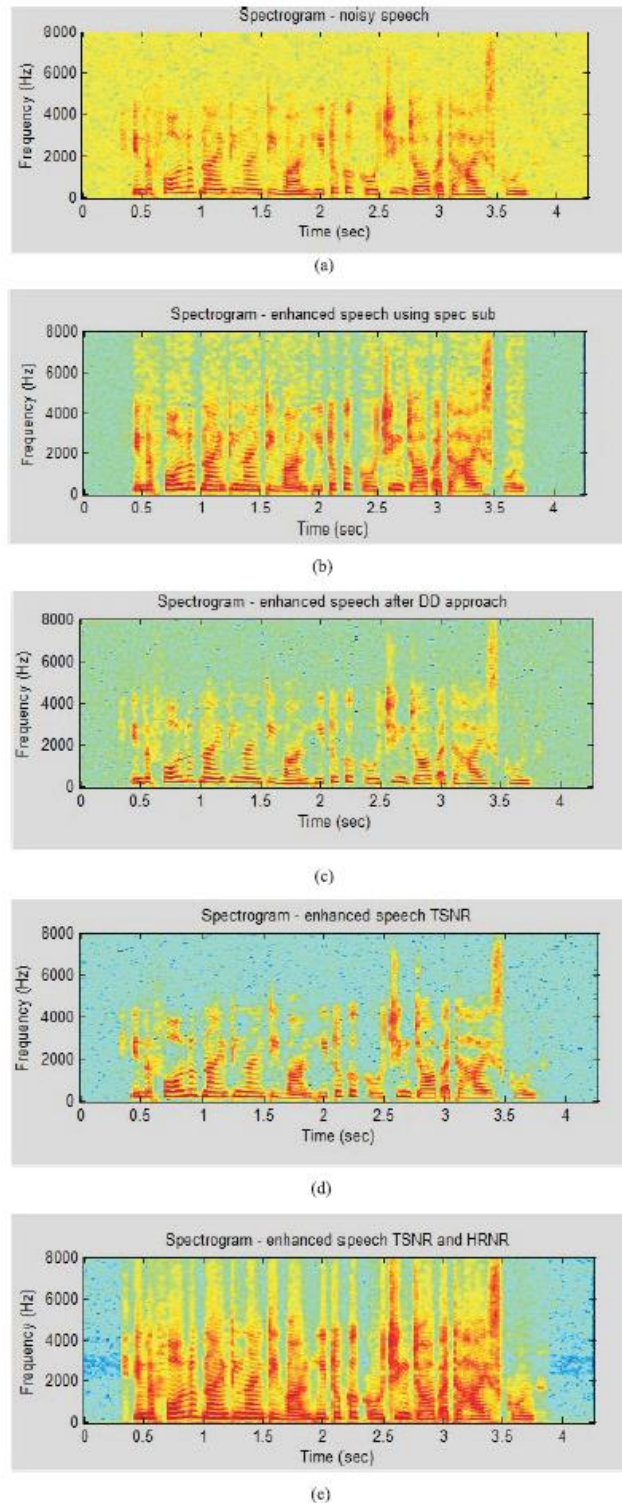
estima como la relación entre la esperanza estadística de la señal y del ruido en dicha ventana. La SNR a posteriori, en cambio, se define como el cociente entre la amplitud media cuadrática de la señal ruidosa y la esperanza estadística del ruido. Otro parámetro definido como la SNR instantánea da idea de la variación relativa de amplitud entre la señal ruidosa y el ruido. Teniendo en cuenta que solo se conoce la señal ruidosa, las esperanzas estadísticas de la señal y del ruido deberán aproximarse por algún método.

Ephraïm y Malah (1984) diseñaron un filtro de supresión de ruido tipo Wiener donde se ajusta la respuesta impulsiva a través del cálculo de la SNR a priori en función de la SNR a posteriori y la señal obtenida en una ventana temporal previa. Este método conocido como de Dirección Dirigida tiene la ventaja de reducir bien el ruido pero suaviza la señal y produce un retraso temporal que resulta en una reverberación o efecto de eco.

El método de Reducción de Ruido en Dos Pasos (TSNR, Two-Step Noise Reduction) desarrollada por Plapous et al. (2004), refina la estimación de la SNR a priori de modo que remueve la reverberación impuesta por la aproximación de Dirección Dirigida. Sin embargo, una limitación que se mantiene en esta técnica es la eliminación de armónicos de la señal que son desechados como ruido al estimar la esperanza del mismo. Por eso Plapous et al. (2006) propusieron el método de Reducción de Ruido con Regeneración Armónica (HRNR, Harmonic Regeneration Noise Reduction) donde la señal de salida del TSNR es procesada para generar una señal artificial con los armónicos regenerados automáticamente. Esta señal ayuda a refinar la estimación del SNR a priori de modo de preservar los armónicos de la señal buscada (Fig. 16)

El filtro implementado en este trabajo para la eliminación del ruido se basa justamente en el método de Dirección Dirigida (Ephraïm y Malah, 1984) utilizando la SNR estimada a priori e incluyendo TSNR y HRNR (Plapous et al. 2006). Es un filtro Wiener desarrollado por Liu y modificado por Scalart (2008) para la depuración de señales de audio desmejoradas por la presencia de ruido aleatorio.

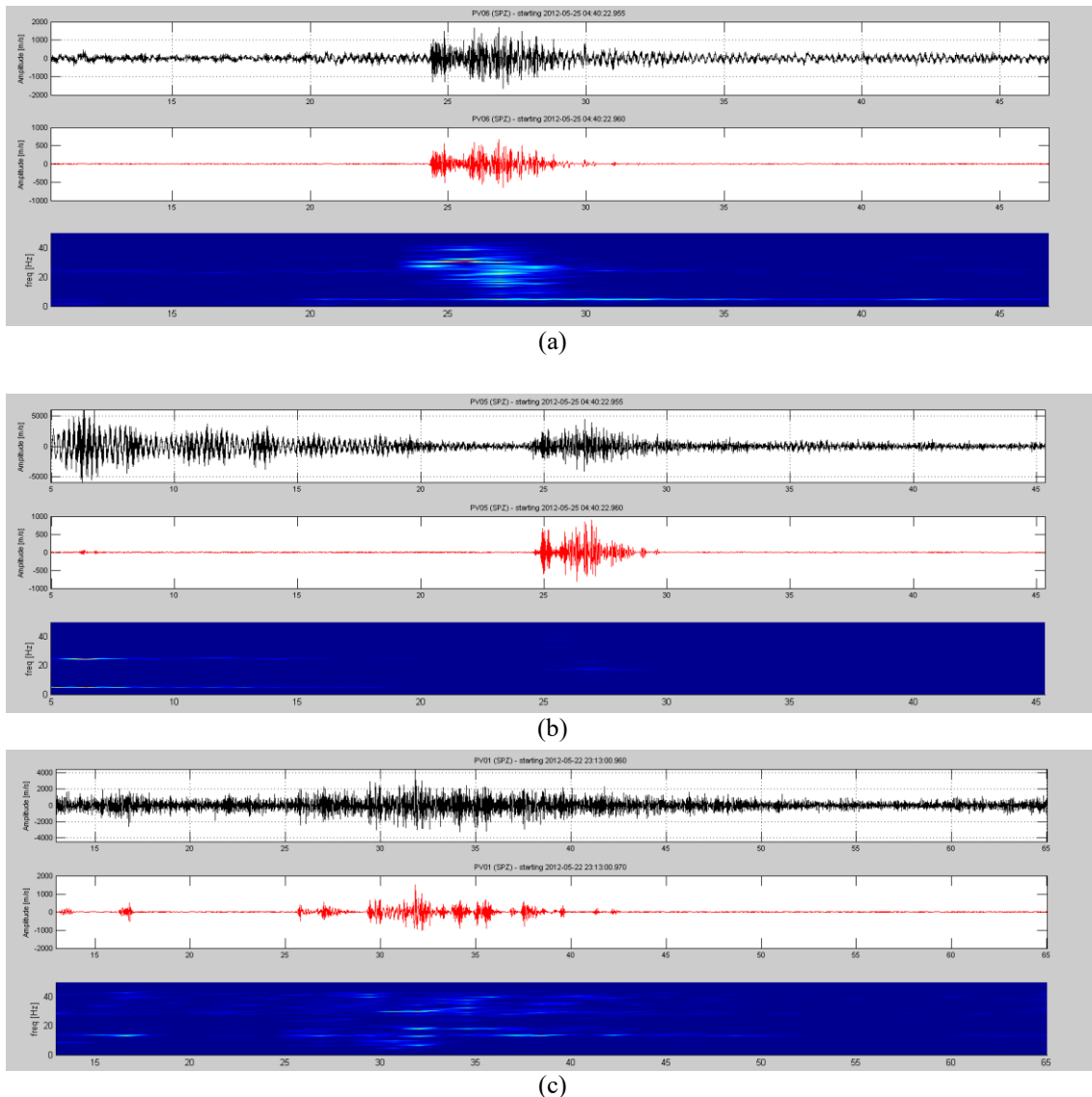
En el caso de las señales registradas por la red MalARRgue, se ha observado en varias estaciones una SNR baja. El ruido en ausencia de señal presenta componentes espectrales variables a lo largo del tiempo, por lo que el uso de un filtro adaptativo para la eliminación del ruido se vuelve indispensable. El problema es que debemos suponer que este se mantiene estable mientras dura la señal sísmica de interés para que el método de reducción de ruido sea efectivo. Esto es válido en ventanas temporales cortas como es el caso de las señales de los VT cuyas duraciones raramente sobrepasan la decena de segundos.



**Figura 16.** Espectrogramas de (a) señal de audio ruidosa; (b) señal de audio mejorada implementando sustracción espectral; (c) método de Dirección Dirigida; (d) método TSNR y (e) método TSNR en conjunto con el método HRNR (Siddala Vihari et al., 2016).

El filtro es alimentado con la extracción estimada por catálogo del evento considerando una ventana de 10 s de silencio inicial para la estimación de la SNR a priori. En una pasada del filtro se logra resaltar el arribo de la onda P sobre el ruido, sin embargo se observa que el arribo posterior de la S se ve corrompido. Dado que el ruido

de fondo para la onda S es en realidad la suma del ruido estable de fondo con la coda de la P, la estimación de la SNR a priori ya no es efectiva para esta onda. Otro procesamiento debería realizarse para recuperar la señal de la S, pero en este trabajo se optó por dejarlo pendiente para trabajos futuros. Por lo antes dicho, esta herramienta se utilizó solo en la componente vertical de los registros resultando eficiente a modo de orientador para la identificación de primeros arribos en registros especialmente ruidosos. Ejemplos de la mejora resultante en las señales resultado de la aplicación del filtro Wiener para reducción del ruido pueden verse en la figura 17.



**Figura 17.** Ventanas de trabajo donde pueden apreciarse los registros en la componente vertical (gráfico superior para los casos a, b y c) seguidos de sus respectivas salidas de filtro tipo Wiener con los algoritmos TSNR y HRNR (gráficos en color rojo). Por último, en las ventanas a, b y c, los espectrogramas para las señales ruidosas. (a) y (b) representan ventanas típicas de trabajo mientras que (c), si bien es un registro con una relación señal ruido demasiado baja como para poder realizar una lectura de tiempos de arribo y asegurar su calidad, cumple su función de ejemplo.

## Metodologías para la relocalización de hipocentros y su implementación en el CVPP

---

En el capítulo anterior se repasaron los conceptos y modalidad de trabajo detrás del proceso de lectura de los eventos registrados por la red MalARRgue. Sin embargo, dichos recaudos no son suficientes para asegurar un buen comportamiento durante el proceso de localización. Si tomamos en cuenta que: (1) no se dispone de un modelo de velocidad específicamente determinado para la región, (2) las pruebas utilizando otros métodos de localización como JHD y VELEST no mostraron buena convergencia (Badi, comunicación personal) y (3) se observa una aparente nucleación espacial de los hipocentros en tres zonas sismogénicas vinculadas a las estructuras geológicas de la región, surge la propuesta de relocalizar los eventos de fractura con nuevas técnicas para una mejor interpretación de los mismos en relación a las estructuras existentes. Este objetivo se alcanzará no solo utilizando la mayor cantidad de estaciones disponibles y buscando mejorar la calidad de las lecturas (ambos cuidados tomados en el capítulo anterior), sino también, usufructuando la nucleación de eventos. Para esta tarea se plantea aplicar el método de localización conjunta *HypoDD* (Waldhauser y Ellsworth, 2000).

### 3.1 Relocalización de eventos en el CVPP

Ahora la base de datos resulta extendida y con mayor cobertura azimutal, dado que disponemos de lecturas llevadas a cabo por la red OVDAS y sobre la red MalARRgue, representando un total de 1042 eventos. Con la ayuda del programa *HypoDD* vamos un paso más allá en el proceso de localización de los hipocentros.

Primeramente debemos realizar una localización simple de los eventos, dado que *HypoDD* requiere una localización preliminar como dato de entrada. Una localización simple consiste en buscar los parámetros hipocentrales de cada evento que traten de reducir los residuos temporales en el conjunto de estaciones de la red. Se entiende por residuo temporal a la diferencia entre los tiempos de viaje de las ondas calculados y observados para cada estación.

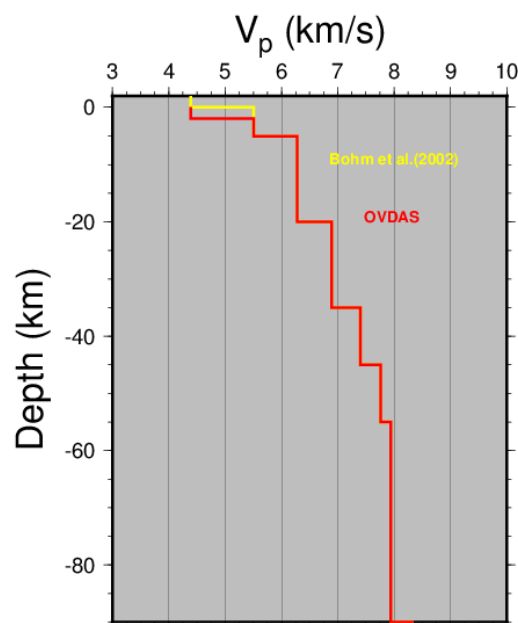
Para esta tarea hacemos uso del programa Hypocenter (Lienert et al., 1986; Lienert, 1994) cuyos resultados mejoran ahora sustancialmente respecto de los trabajos previos por el uso de datos de ambas redes y por el control exhaustivo durante la lectura de los tiempos de arribo.

## Capítulo III

El algoritmo *HypoDD* trabaja con pares de eventos cuya distancia relativa sea significativamente menor que la que presentan frente a la estación receptora. Si este es el caso, podríamos entonces considerar que el camino recorrido por cada uno de los rayos es el mismo para ambos eventos (Got et al., 1994). El método de relocalización conjunta arma tantos pares de eventos como le resulte posible y evalúa los tiempos teóricos (calculados). A partir de este concepto, la diferencia entre los tiempos de viaje de dos eventos registrados en una estación en particular puede ser atribuida enteramente al offset (separación) espacial entre eventos (Poupinet et al., 1984). En resumen, acota el error en la localización de un evento al atarlo a otros eventos cuyas señales recorrieron prácticamente el mismo camino.

Esta técnica ha sido aplicada en muchos trabajos siendo algunos ejemplos de buenos resultados obtenidos con *HypoDD* los estudios sobre la falla Hayward (Waldhauser y Ellsworth, 2000), sobre la falla Calaveras (Schaff et al., 2002) y sobre el Monte Pinatubo (Battaglia et al., 2004) algunos ejemplos de buenos resultados obtenidos. *HypoDD* ha demostrado a lo largo de su aplicación que produce imágenes nítidas de las estructuras estudiadas y la distribución de eventos (Lippitsch, 2005).

El modelo de velocidad que se utiliza para la relocalización de los eventos en el CVPP, en este trabajo, es el modelo de Bohm et al. (2002) modificado por OVDAS (Fig. 18).



**Figura 18.** Bohm et al. (2002) y las modificaciones llevadas a cabo por OVDAS.

En las siguientes secciones de este capítulo se describen cada uno de los dos métodos de localización utilizados, los criterios de implementación, los resultados en el CVPP y las metodologías para el tratamiento de los errores sistemáticos.



### 3.2 Hypocenter

Hypocenter es un programa escrito en Fortran, útil para la localización de sismos locales, regionales y globales. La versión original, descrita por Lienert et al. (1986), siguió muy de cerca el formato de Hypo71 (Lee y Lahr, 1978) y su implementación se restringía a sismos locales (distancia epicentral  $< 1000$  km) debido a las limitaciones propias de la implementación de coordenadas rectangulares y modelos de velocidad en capas planas (Lienert, 1994).

En 1991, se inició la tarea de buscar una modalidad que permitiera el cálculo de hipocentros para sismos tanto en escala local como regional. Para ese entonces, el modelo global de velocidades IASP91 ya estaba disponible (Kennett y Engdahl, 1991), haciendo posible calcular el tiempo de viaje de la mayoría de las fases globales sin necesidad de recurrir a la interpolación de tablas. Para la misma época, las localizaciones llevadas a cabo por el National Earthquake Information Center (NEIC) y el International Seismological Centre (ISC), así como los tiempos de arribo a las diferentes estaciones registradoras, se hicieron accesibles en formato digital. Desarrollar un programa de localización de eventos que permitiera extender la búsqueda a escala global comparando una cantidad de datos sustancial y que considerara nuevos modelos terrestres se convirtió en una tarea perentoria.

El programa Hypocenter adquirió entonces la capacidad de localizar eventos a escala global, un algoritmo de localización inicial, un test de consistencia de tiempos de viaje y el procesamiento azimutal de datos entre otras virtudes.

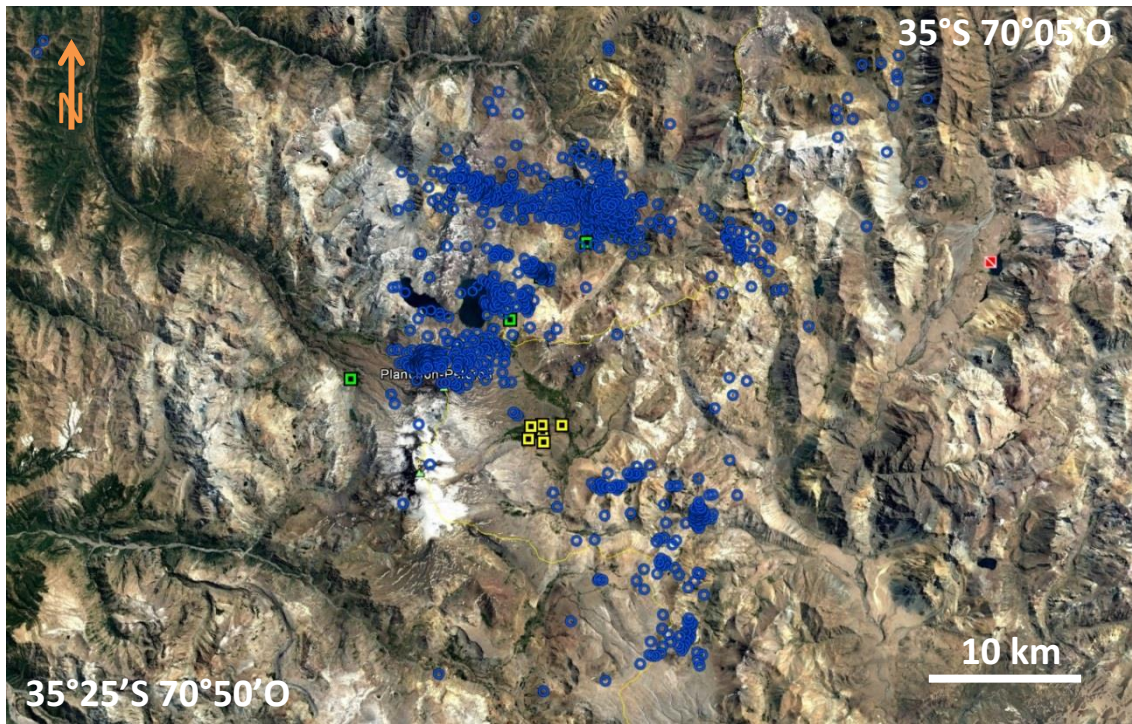
El programa fue incorporado al sistema de procesamiento y base de datos sísmológicos SEISAN (Havskov y Utheim, 1992). Dado que la base de datos SEISAN utiliza archivos de texto en un formato particular (nórdico), las lecturas de tiempos para los 1042 eventos entorno al CVPP debieron ser adaptadas a dicho formato para hacer la localización preliminar.

En esta instancia de localización, las incógnitas (tiempo de origen, latitud, longitud y profundidad de los focos) fueron calculadas en tres etapas sucesivas:

1. Se fijaron las coordenadas espaciales, para un cálculo más preciso de los tiempos.
2. La profundidad se mantuvo fija, para un cálculo más preciso de la latitud y longitud de los focos.
3. Se estimaron los hipocentros sin restringir los grados de libertad del campo de variables.

Dado que Hypocenter da la localización de los eventos junto al grado de incertidumbre con la que se estima la misma, se procedió a quitar aquellos eventos que

presentaban un mal comportamiento estadístico viéndose reducida la base de datos en algunas decenas de eventos. En esta etapa se eliminaron aquellos eventos que presentaran un R.M.S. de los residuos temporales por debajo de 2 (Fig. 19).



**Figura 19.**Eventos localizados con la ayuda de Hypocenter. Las tres zonas sismogénicas previamente identificadas por Casas et al. (2016) se distribuyen ahora dentro de la región limitada por los 35° y los 35°25'S y los 70°05' y 70°50'O. Los cuadrados amarillos representan las estaciones de la red MalARRgue y los verdes las de la red OVDAS. Los círculos azules representan los epicentros en cuestión

Los errores presentes en la localización podrían atribuirse a errores cometidos durante la lectura y a los catalogados como sistemáticos. Estos últimos comprenden aquellos debidos a la distribución de estaciones, a las deficiencias del modelo unidimensional de velocidades considerado, a los efectos de sitio y aquellos propios del algoritmo de localización empleado.

Para reducir los errores debidos a la distribución no ideal de las estaciones frente a las fuentes detectadas, se realizan pruebas de localización utilizando distintas distribuciones de estaciones con la finalidad de analizar el comportamiento de las mismas. En estadística esta metodología es conocida como técnica de Jackknife (Efron, 1982).

### 3.3 Técnica de Jackknife

La confiabilidad de una muestra está conformada por el sesgo y la precisión (Snedecor y Cochran, 1989). El sesgo es la diferencia entre el valor del parámetro y el valor promedio de diferentes estimaciones y mide si la estadística se encuentra consistentemente muy por encima o muy por debajo del valor más representativo. La precisión es la diferencia entre los valores de diferentes estimaciones y normalmente se usan la varianza o el error estándar para su medición. El sesgo y la precisión son componentes distintas de la confiabilidad (por ejemplo, una estadística precisa puede estar sesgada).

Cuando los índices resultan difíciles de estimar y no se puede calcular matemáticamente una distribución de los mismos, es importante seleccionar coeficientes útiles. La distribución muestral de muchos de estos coeficientes se puede calcular por medio de la técnica Jackknife. Esta técnica fue desarrollada por primera vez por Quenouille (1956) para la estimación del sesgo de una estadística. John Tukey (1986) expandió un poco más el uso de Jackknife para así poder estimar la varianza y acuñó el nombre de este método (Adbi y Williams, 2010).

La estimación de un parámetro resulta en un proceso iterativo. Primero se estima el parámetro a partir de la integridad de la muestra. Luego, por turnos, se quita cada elemento de la muestra y el parámetro de interés se estima a partir de esta muestra reducida. Esta estimación recibe el nombre de estimación parcial (o replicación Jackknife).

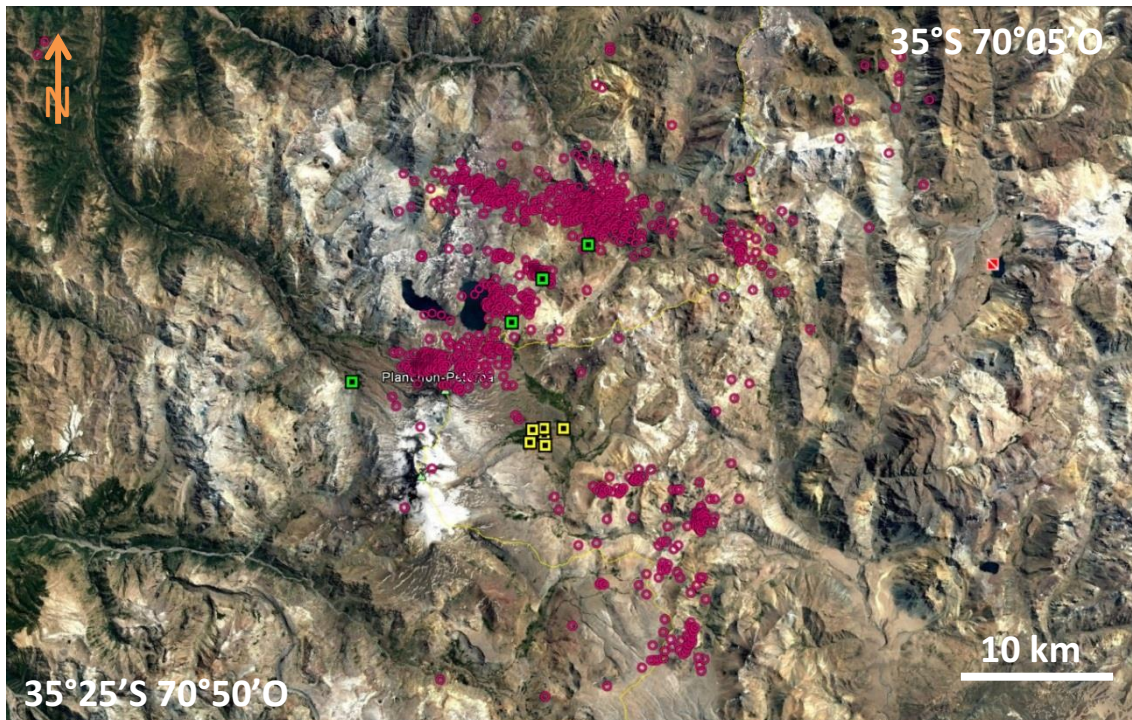
Esta técnica es particularmente buena para corregir las estadísticas con el sesgo de primer orden, es decir, un sesgo que resulta linealmente proporcional al tamaño de la muestra (Miller. 1974).

En este trabajo se tomó en consideración la distribución no ideal de las estaciones y su poca distancia relativa junto a la calidad del dato registrado a lo largo del período de estudio y su relación de compromiso con la calidad en la localización. Se decide entonces quitar los registros de algunas de las estaciones de la antena del proceso de localización para: (1) asegurar un mejor comportamiento estadístico y (2) balancear la asignación de pesos en el proceso.

Se procedió a la selección de datos a partir de grupos de seis estaciones tomadas de a cinco y seis estaciones tomadas de a tres. Al momento de generar los grupos de seis estaciones tomadas de a tres, se consideró su distribución espacial y la calidad y/o disponibilidad del dato registrado. Posteriormente se analizó su comportamiento estadístico sobre la base de los residuos temporales y errores verticales y horizontales obtenidos durante el proceso de localización de cada evento

observándose que resultaba conveniente tomar las lecturas a partir de grupos seleccionados de tres estaciones.

En la figura 20 pueden observarse los resultados de la localización simple de los eventos con Hypocenter y el sesgo en la base de datos, lo cual conduce a un mejor comportamiento estadístico del método (estas modificaciones a la base de datos se mantendrán de ahora en más durante el proceso de relocalización).



**Figura 20.** Eventos localizados con la ayuda de Hypocenter, pero ahora con datos de tres estaciones de la red MalARRgue que varían según el momento del año para obtener un mejor comportamiento estadístico de la muestra. Los epicentros se distribuyen dentro de la región limitada por  $35^{\circ}$  y los  $35^{\circ}25'S$  y, entre los  $70^{\circ}05'$  y  $70^{\circ}50'O$ . Los cuadrados amarillos representan las estaciones de la red MalARRgue y los verdes las de la red OVDAS. Los círculos malva representan los epicentros en cuestión

### 3.4 Método *HypoDD* o de las dobles diferencias

*HypoDD* es un paquete de programas en Fortran que se utiliza con el fin de relocalizar eventos sísmicos con el algoritmo de dobles diferencias (DD) de Waldhauser y Ellsworth (2000).

El principal dato utilizado en *HypoDD* son las diferencias en tiempo de viaje para pares de eventos en estaciones comunes. Este tipo de datos puede obtenerse a partir de catálogos de tiempos como los que provee casi cualquier red sísmica y/o de correlación cruzada a partir de la formas de onda (p.ej., Poupinet et al., 1984). En ambos

casos a la diferencia entre tiempos de viaje para pares de eventos se les pide que aseguren estabilidad en la solución de mínimos cuadrados y optimicen la conectividad entre eventos. Para ello utilizamos la herramienta *ph2dt* descrita a continuación.

### 3.4.1 *ph2dt*

*ph2dt* es un programa escrito en Fortran que transforma datos de fase P y S de catálogo en datos de entrada para *HypoDD*. El programa busca pares de eventos con tiempos de viaje para una misma estación y submuestreando estos datos con el objetivo de optimizar la calidad de los pares de fases y la conectividad. Idealmente, se busca una red de vínculos de forma que cualquier evento pueda estar aparejado con cualquier otro evento tal que su distancia relativa sea lo más pequeña posible. *Ph2dt* establece esta red conectando cada evento con los eventos vecinos dentro de un radio de búsqueda definido.

Incluso cuando consideremos unos pocos cientos de eventos, el número de pares puede resultar muy grande. Un modo de evadir este problema es restringiendo el número de vínculos para cada par, esto es, definiendo un mínimo y un máximo de observaciones seleccionadas. Para un gran número de eventos, uno puede considerar solo aquellos pares de eventos que tengan un vínculo fuerte. Los vecinos “fuertes”, se definen típicamente como aquellos que presentan ocho o más observaciones (una observación por cada grado de libertad, seis espaciales y dos temporales). Sin embargo, un gran número de observaciones para cada par de eventos no siempre es garantía de solución estable, dado que la solución depende fuertemente de la distribución de las estaciones entre otros factores (Waldhauser, 2001).

Para encontrar eventos vecinos se utiliza el método de los vecinos más cercanos (Fix y Hodges, 1951). Este modo de aproximarse al problema es el más apropiado si la distribución de eventos es azarosa dentro del radio de búsqueda (esto es, si el radio es aproximadamente similar a los errores presentes en la rutina de localización). Si los errores en las localizaciones iniciales son mucho menores que el radio de búsqueda, o si la sismicidad se encuentra fuertemente agrupada a lo largo de largas distancias, podrían utilizarse otros métodos. El radio de búsqueda, sin embargo, no debería exceder un valor con sentido geofísico, es decir, la separación hipocentral entre dos eventos sísmicos debe ser pequeña comparada con la distancia evento-estación y la longitud escalar de las heterogeneidades de velocidad. Un radio de aproximadamente 10 km resulta ser un valor apropiado para comenzar en la mayoría de los casos.

Para controlar la diferencia de profundidad entre un par de eventos, se requiere de un rango de lentitud vertical. Las estaciones cercanas a un par de eventos son por lo

general las de mayor efectividad para controlar el offset de profundidad entre los dos eventos. Por lo tanto, *ph2dt* selecciona eventos de estaciones con distancia creciente hasta que se alcanza el valor máximo de observaciones por evento.

*ph2dt* remueve observaciones que se consideran atípicas. Los casos atípicos son identificados como aquellos tiempos de retardo que son mayores que el tiempo de retardo máximo esperado para un par de eventos dados. El tiempo de retardo máximo esperado es el tiempo que tarda en viajar una onda, P o S, entre dos eventos y se calcula a partir de la ubicación del evento inicial y una velocidad de onda P o S para el área focal. La detección y eliminación de casos anómalos se encuentra programada dentro de *ph2dt* así como los parámetros que lo controlan se encuentran definidos. De ser necesario, siempre puede modificarse el código fuente.

Una vez establecida la red de pares de eventos habiendo vinculado todos aquellos eventos que cumplieran con las condiciones impuestas, *ph2dt* reporta valores clave que indican si los eventos están generalmente bien conectados o no: el número de eventos pobremente conectados, el promedio de vínculos por par de eventos y la distancia promedio entre eventos con vínculo fuerte. Esta última indica la densidad en la distribución de hipocentros, y aporta una guía durante el proceso de elección de la máxima separación hipocentral permitida en *HypoDD*

### 3.4.2 *HypoDD*

El método *HypoDD* de Waldhauser et al. (1999) y Waldhauser y Ellsworth (2000) construye la ecuación de diferencias entre pares de eventos de forma automática y evalúa las derivadas espaciales en diferentes puntos en vez de asumir que los mismos son constantes incluyendo un pesado dependiente de su separación con el objetivo de reducir el sesgo en la trayectoria del rayo producto de su dependencia con la ubicación (Gupta, 2011).

Los algoritmos utilizados para la localización de terremotos se encuentran, en su mayoría, basados en cierta medida en el método Geiger; esto es, en linealizar la ecuación de tiempo de viaje a una serie de Taylor de primer orden que relacione la diferencia entre el tiempo de viaje predicho (teórico) y el observado para un ajuste desconocido de las coordenadas del hipocentro a través de las derivadas parciales del tiempo de viaje respecto de las incógnitas.

Con este algoritmo los sismos pueden localizarse de forma individual o conjunta. Esto último es posible cuando otras incógnitas relacionan la solución con eventos sísmicos individuales, tales como correcciones de estación en el método de Determinación Conjunta de Hipocentros (JHD; Dewey, 1972), o el modelo de suelo en tomografía sísmica (Waldhauser, 2001).

En el caso de las DD, las ecuaciones se construyen diferenciando las ecuaciones del método Geiger. De esta forma, el residuo entre las diferencias (dobles diferencias) de los tiempos de viaje observados y calculados entre dos eventos para una misma estación están sujetas a ajustes frente a la posición relativa del hipocentro y tiempos de origen a través de las derivadas parciales de los tiempos de viaje de cada uno de los eventos respecto a las incógnitas.

Cuando el problema de localización de eventos sísmicos es linealizado utilizando las ecuaciones de dobles diferencias, los errores comunes a ambos eventos se cancelan, principalmente aquellos asociados al receptor y su entorno. De esta forma ya no resulta necesario realizar correcciones por estación o una gran certeza en los tiempos de viaje predichos para la porción del camino sísmico por fuera del volumen focal. Esta aproximación al problema es especialmente útil en regiones con una densa distribución de sismicidad.

La técnica DD se basa en la idea de que cuando la separación entre dos hipocentros es pequeña en comparación a la distancia hipocentro-estación y a la longitud de escala de las heterogeneidades de velocidad, entonces los caminos de los rayos entre la región fuente y una estación común son similares a lo largo de casi todo el recorrido (Fréchet, 1985; Got et al., 1994).

En este caso, la diferencia en tiempos de viaje para dos eventos observados desde una estación puede atribuirse al offset espacial entre los eventos con elevada certeza.

A partir de este concepto se considera, a fines prácticos, al centroide entre ambos hipocentros aparejados como la fuente del evento sísmico con un vector lentitud constante entre ellos. De este modo la doble diferencia queda expresada como:

$$dr_k^{ij} = (t_k^i - t_k^j)^{obs} - (t_k^i - t_k^j)^{cal} \quad (3.1)$$

donde  $dr_k^{ij}$  representa el residuo de la diferencia entre el tiempo de viaje observado y el calculado para la pareja de eventos,  $i$  y  $j$  representan los eventos apareados entre sí para la  $k$ -ésima observación.  $dr_k^{ij}$  es proporcional, a su vez, a los cambios relativos de los parámetros hipocentrales entre eventos (tiempo origen y coordenadas espaciales).

La técnica de doble diferencias permite la utilización de pares de eventos armados a partir de datos de tiempos de arribo provenientes de catálogo y/o diferencias de tiempos de viaje para ondas P y S estimadas con gran precisión mediante la correlación cruzada de las formas de onda entre pares de estaciones.

## Capítulo III

La consideración de un vector de lentitud constante es válida para eventos que son lo suficientemente cercanos entre sí, pero pierde fundamento cuando los eventos se encuentran distanciados.

*HypoDD* realiza el cálculo de los tiempos de viaje utilizando un modelo unidimensional de capas con velocidades constantes. Los residuos de las dobles diferencias por pares de eventos en cada estación son minimizados tras otorgar peso por medio de mínimos cuadrados utilizando el método de descomposición de valor singular (SVD) o el método de gradientes conjugados (LSQR, Paige y Saunders, 1982). Los autores recomiendan utilizar SVD siempre que se trabaje con un número reducido de eventos dado su gran costo computacional. Las soluciones se encuentran mediante un ajuste iterativo del vector diferencia entre pares de hipocentros cercanos, siendo las localizaciones y derivadas parciales actualizadas tras cada iteración. Detalles sobre el algoritmo pueden hallarse en Waldhauser y Ellsworth (2000).

El algoritmo de dobles diferencias resulta sensible a errores en la localización absoluta de un grupo de eventos cercanos. Por este y otros motivos, se tiene especial cuidado en la asignación de pesos durante el proceso de cálculo. La intención es la de permitir que el centroide del grupo de eventos se mueva de forma lenta y corregir posibles errores en la localización absoluta inicial.

Por todo esto el programa posee una serie de parámetros controlables por el operador. Posterior al agrupamiento de a pares de eventos realizado por *ph2dt*, *HypoDD* localiza los pares y reagrupa a lo largo de las iteraciones a los eventos sobre la base de los siguientes parámetros que el usuario debe definir:

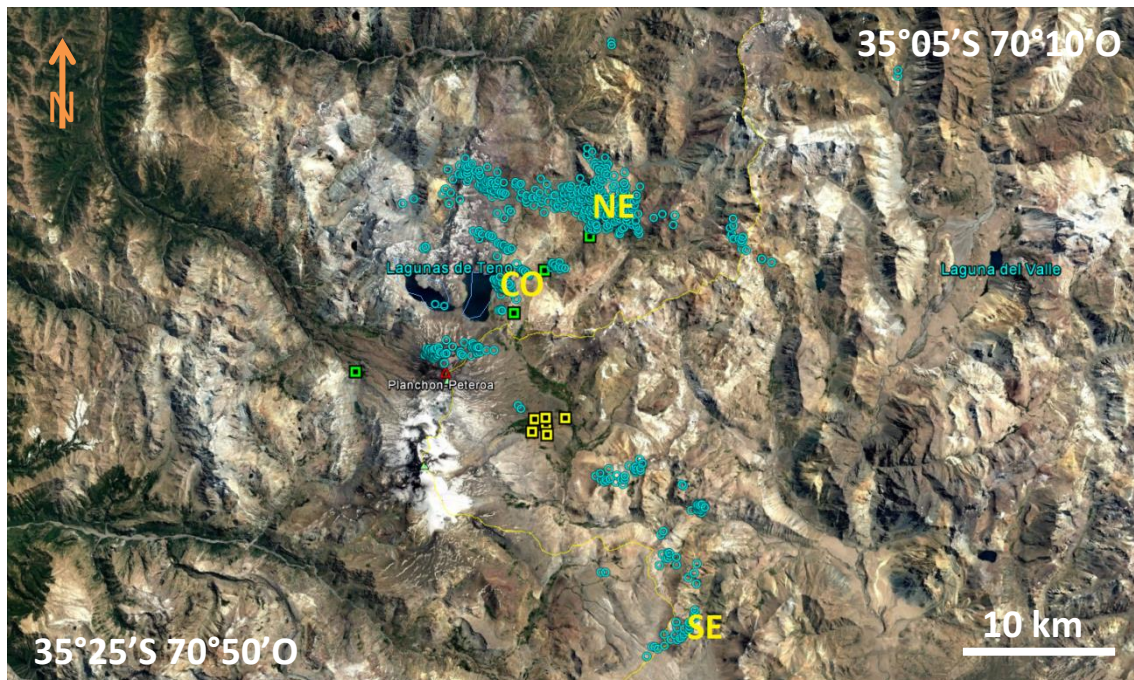
- el número de iteraciones a realizar,
- el peso que se le asignará a las ondas P y S de catálogo y si los mismos serán invariantes o no a lo largo de todas las iteraciones,
- un umbral de corte para la exclusión de eventos atípicos (el cual puede no establecerse, ser constante o, ser un múltiplo de la desviación estándar de los eventos del grupo),
- una máxima separación entre eventos apareados permitida y,
- un factor de amortiguamiento cuando el método de ajuste es el de gradientes conjugados.

La manipulación de los mismos deviene en la convergencia o no del método de relocalización conjunta.



## Capítulo III

En la figura 21 se observan los resultados de localizar con *HypoDD*. Claramente pueden diferenciarse tres grupos de eventos asociados por su distribución espacial. El procesamiento de todos los datos del catálogo en forma simultánea con una exhaustiva revisión de los parámetros involucrados, resulta finalmente en una distribución de hipocentros de menor densidad. Esta pérdida de lecturas se asocia a los intentos del método para arrojar el mejor resultado con un número de condición de la matriz de inversión involucrada aceptable (entre 40 y 80 según especifica Waldhauser, 2001).

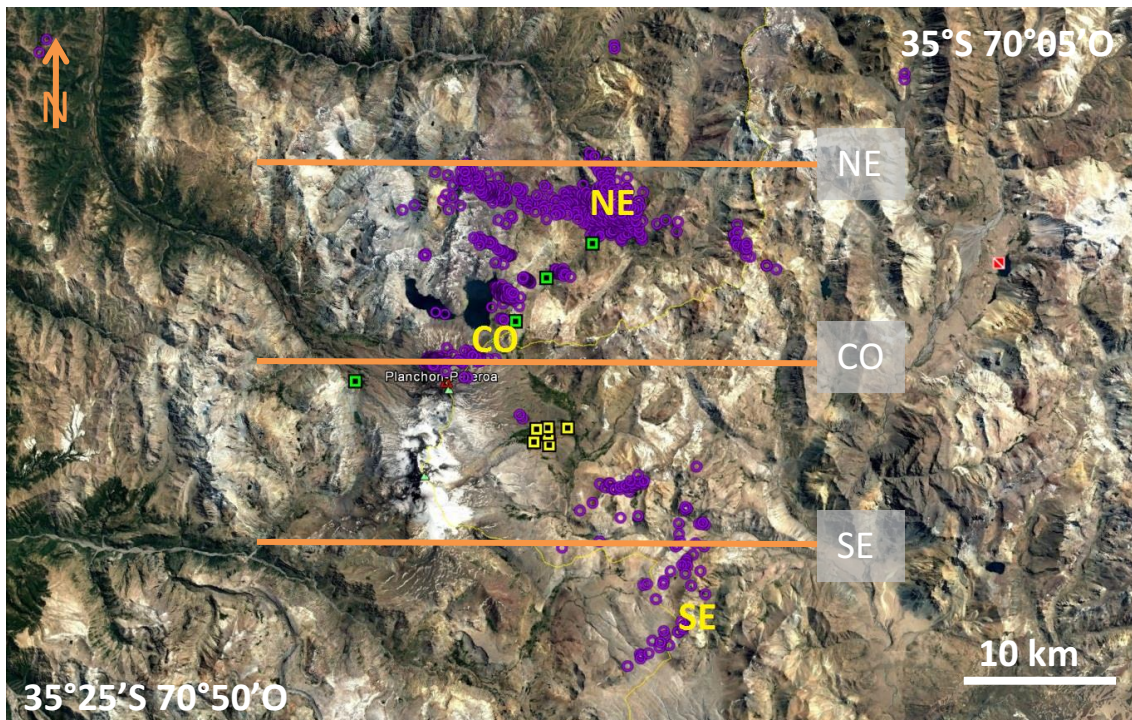


**Figura 21.** Eventos localizados con la ayuda de *HypoDD* con datos de tres estaciones de la red MalARRgue que varían según el momento del año para obtener un mejor comportamiento estadístico. Los eventos se distribuyen en la región delimitada por  $35^{\circ}05'$  y  $35^{\circ}25'S$  y, entre los  $70^{\circ}10'$  y  $70^{\circ}50'O$ . Se identifican nuevamente tres zonas sismogénicas bien definidas. Los cuadrados amarillos representan las estaciones de la red MalARRgue y los verdes las de la red OVDAS. Los círculos turquesas representan los epicentros en cuestión

A partir del resultado anterior se decide implementar *HypoDD* con la misma base de datos pero apareando los eventos dentro de cada uno de los tres grupos identificados en la figura 21, usufructuando así la nucleación intrínseca de los mismos (Fig. 22). Esta separación en zonas sismogénicas significa contar con 377 eventos en el grupo CO, 144 en el SE y 470 en el NE.

Waldhauser y Ellsworth (2000) señalan que el método LSQR tiende a subestimar los errores de la localización resultando entonces conveniente buscar un

método estadístico para una mejor estimación de los mismos. Numerosos trabajos hacen uso de la técnica de remuestreo de Bootstrap (p.ej. Domínguez Cerdeña et al., 2014).



**Figura 22.** Eventos localizados con la ayuda de *HypoDD* con datos de tres estaciones de la red MalARRgue que varían según el momento del año para obtener un mejor comportamiento estadístico de la población y explotando la nucleación propia de los eventos. Las tres zonas sísmogénicas identificadas en la Fig. 21 se distribuyen ahora dentro de la región limitada por 35° y los 35°25'S y, entre los 70°05' y 70°50'O. Los cuadrados amarillos representan las estaciones de la red MalARRgue y los verdes las de la red OVDAS. Los círculos obispo representan los epicentros en cuestión. Por último, se indican en naranja los perfiles que se analizarán en la siguiente sección.

### 3.5 Método de Bootstrap

El método de Bootstrap es una técnica de remuestreo propuesta por Efron B. (1979) que posibilita, entre otras cosas, dar un resultado más acertado en el cálculo del error de la estimación. La técnica Jackknife se encuentra fuertemente relacionada con Bootstrap (p.ej., la técnica Jackknife puede interpretarse como una aproximación lineal de Bootstrap) que es, actualmente, la principal técnica para la estimación computacional de los parámetros de una población (Adbi y Williams, 2010).

Bootstrapping es una técnica de remuestreo aleatorio con reposición. Permite cubrir diferentes objetivos de análisis de datos, incluyendo la estimación de intervalos de confianza (IC) o el Test de significación estadística de las estimaciones de las

muestras (Ledesma, 2008). Esta técnica admite la estimación de la distribución de las muestras de casi cualquier estadística.

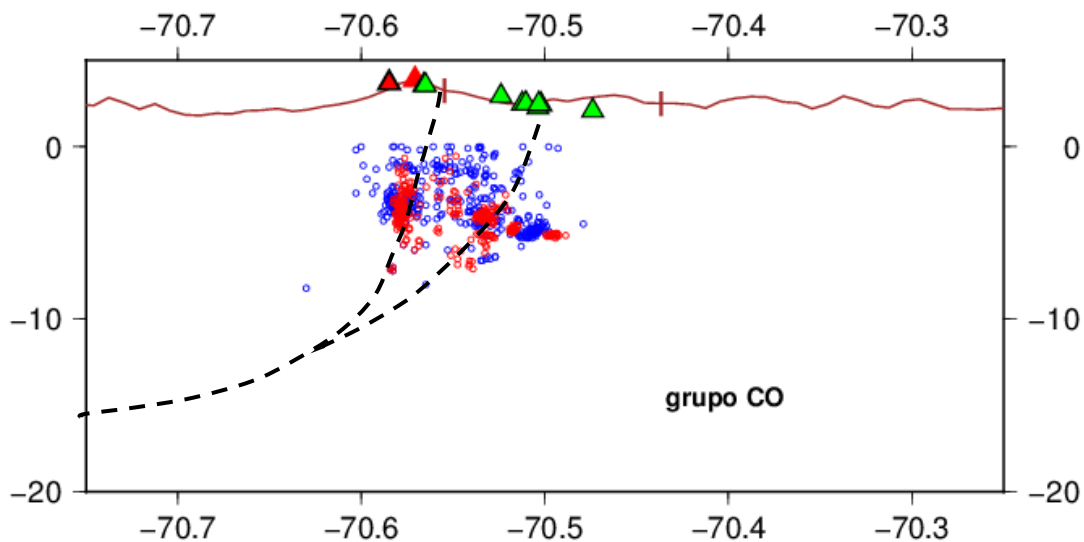
Se busca repetir el proceso de relocalización cierta cantidad  $N$  de veces utilizando una muestra obtenida mediante Bootstrap. Cada muestra de Bootstrap se construye modificando todos los tiempos de viaje diferenciales utilizando una permutación aleatoria de los residuos de tiempo del resultado original (Waldhauser y Ellsworth, 2000). En nuestro caso se realizan diez remuestreos ( $N = 10$ ) en cada zona sismogénica con reposición, posteriormente se relocaliza con esta nueva distribución y se aproxima el error en la estimación. En numerosas aplicaciones se ha encontrado que realizar un número de remuestreos del orden del 10% de las muestras es suficiente para una mejor estimación de los errores (Domínguez Cerdeña et al., 2014).

Es entonces que, tras aplicar esta herramienta estadística, podemos confirmar errores cometidos menores a los 23,03 m para las componentes horizontales y por debajo de 29,24 m para las componentes verticales durante este último proceso de relocalización en el CVPP. Estos resultados superan ampliamente en calidad a las localizaciones mencionadas en la sección 1.3.5, que fueron del orden de los pocos kilómetros.

## Resultados finales y discusión

En esta sección observamos y analizamos la distribución de eventos en planta y profundidad. Para ello, construimos perfiles para cada zona sismogénica e intentamos interpretar las estructuras y sistemas que dieron origen a los sismos registrados y relocalizados. Una vez identificadas las relaciones estructurales entre los hipocentros buscamos interpretarlas tridimensionalmente.

En la figura 23 podemos ver en un perfil la distribución longitudinal de los focos obtenidos en la última relocalización con HypoDD (círculos rojos) superpuestos a los eventos localizados con el método de localización simple Hypocenter (círculos azules) para la zona sismogénica CO.



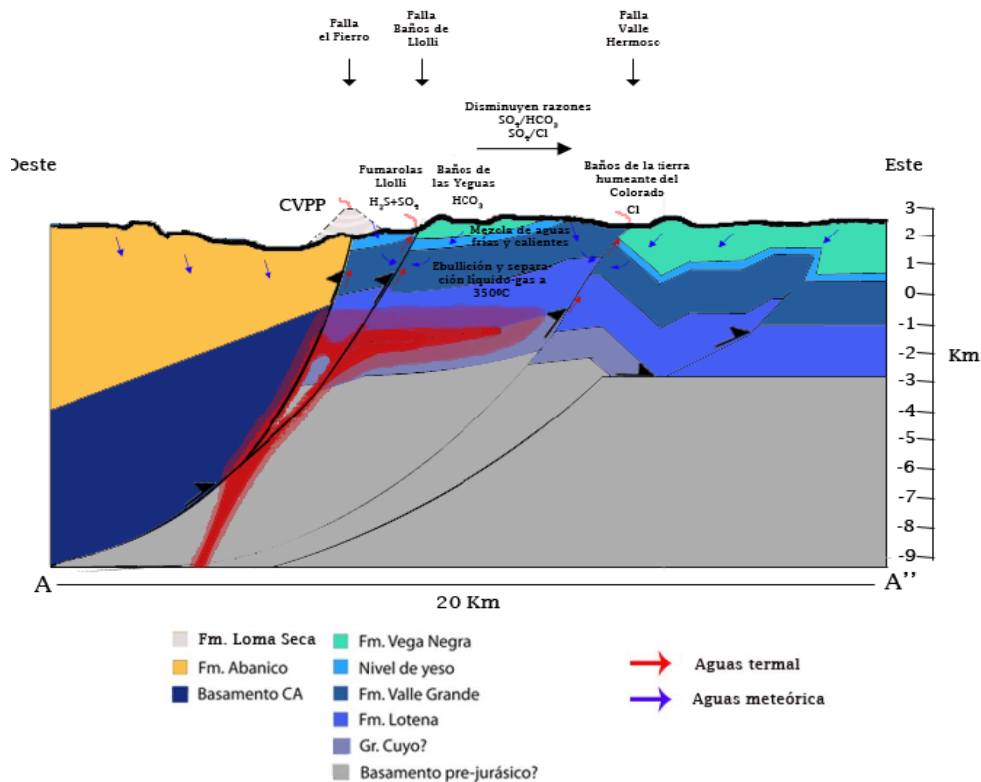
**Figura 23.** Los círculos azules representan los eventos de la zona sismogénica CO (perfil para los 35,22°S) localizados con Hypocenter y los rojos, los mismos eventos localizados ahora con la ayuda de HypoDD. Se utilizaron datos de tres estaciones de la red MalARRgue y datos de lectura de la red OVDAS. El triángulo rojo con borde negro representa al volcán Peteroa; el rojo al volcán Planchón y los verdes representan las estaciones. El eje horizontal indica la longitud en grados mientras que el vertical indica la profundidad en kilómetros.

Resulta interesante observar cómo los círculos rojos de la figura 23 presentan una mayor nucleación que los de color azul y cómo podríamos interpretar, a partir de su distribución, una relación con las fallas existentes en el área de estudio. Sería posible destacar dos núcleos principales que se ajustarían a planos de falla, una de alto ángulo (núcleo occidental) y otra de ángulo comparativamente menor (núcleo oriental).

## Capítulo IV

El núcleo occidental, de acuerdo a su distribución en planta (Fig. 22), parece concentrar la actividad directamente debajo del flanco norte del volcán Planchón sobre lo que podría identificarse como el plano de la falla El Fierro.

El plano de falla atribuido al núcleo oriental, por otro lado, no encuentra su traza en superficie definida en la bibliografía. Esto llevaría a considerarlo como una posible propagación en profundidad de fallas identificables en superficie tales como, por ejemplo, Falla Baños de Lollo y/o Falla Valle Hermoso (Fig. 24) o, perteneciente a un sistema de fallas aún no identificado.

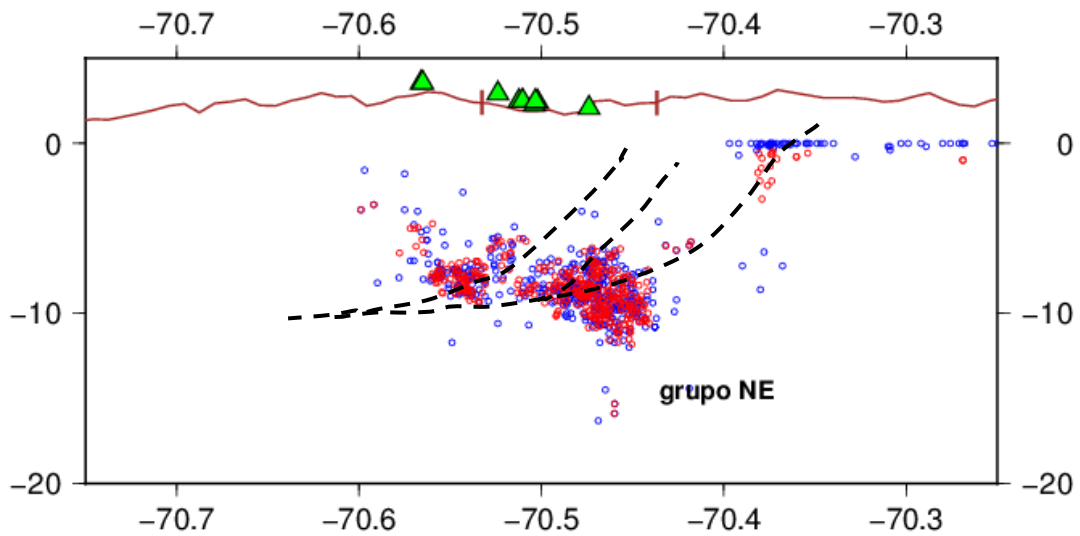


**Figura 24.** Modelo conceptual para la zona de estudio presentado por Benavente Zolezzi (2010) a los 35°S de latitud.

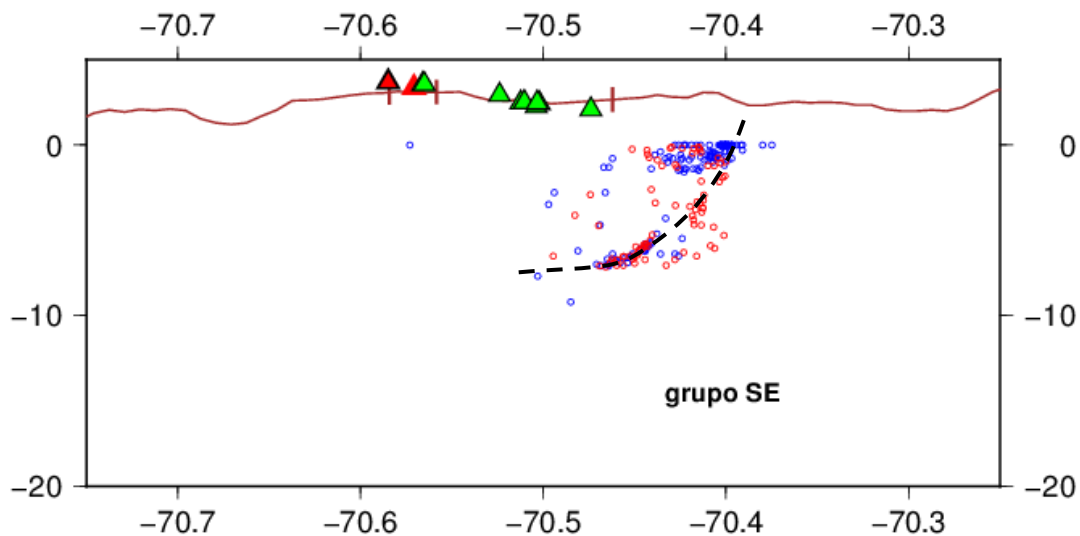
Si bien los eventos relocalizados son producto de la fractura frágil, su origen quedaría atribuido a la presión de fluidos propagándose a través del plano de falla o bien la ruptura del sello frágil por encima del reservorio coincidiendo de algún modo con el modelo de White (Fig. 6) y los resultados de Benavente Zolezzi (2010). Estos últimos se basaron en el análisis de la caracterización química de los fluidos termales de la zona, como también el análisis de alteraciones, temperaturas y estructuras geológicas mediante imágenes satelitales (Fig. 24). En su modelo conceptual el autor plantea que el sistema geotermal de la zona de estudio tendría como principal motor el material magmático que asciende por el plano de falla de El Fierro y que se emplazaría generando reservorios magmáticos a ~4 km de profundidad, asociados probablemente a

los contactos entre las secuencias Mesozoicas y Cenozoicas de acuerdo a modelos geológicos previos (Tapia, 2010).

Para las zonas sismogénicas NE (Fig. 25) y SE (Fig. 26), se observa que un gran número de eventos fijados a 0 km de profundidad durante el proceso de localización simple, se vieron reubicados por el método DD mejorando notablemente la estimación de las profundidades. Nuevamente los eventos relocalizados con el método conjunto presentan una mayor nucleación y permiten realizar interpretaciones que concuerdan con estudios previos en el área.



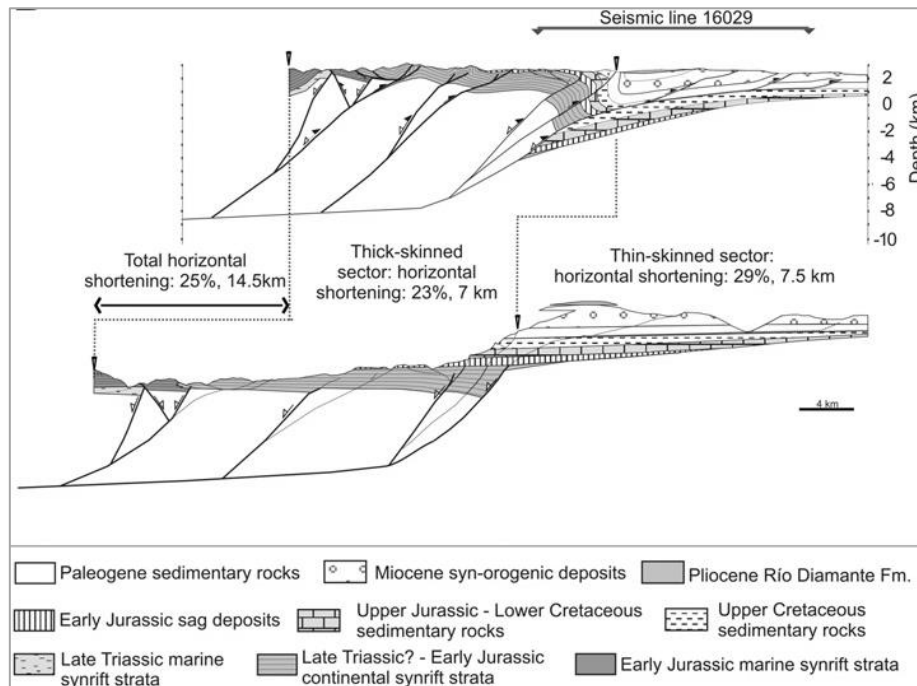
**Figura 25.** Los círculos azules representan los eventos de la zona sismogénica NE (perfil para los 35,1°S) localizados con método simple y los rojos los mismos eventos localizados ahora con la ayuda de HypoDD. Los triángulos verdes representan las estaciones.



**Figura 26.** Los círculos azules representan los eventos de la zona sismogénica SE (perfil para los 35,32°S) localizados con método simple y los rojos los mismos eventos localizados ahora con la ayuda de HypoDD. Los triángulos verdes representan las estaciones. El triángulo rojo con borde negro representa al volcán Peteroa mientras que el que no presenta bordes representa al volcán Planchón.

## Capítulo IV

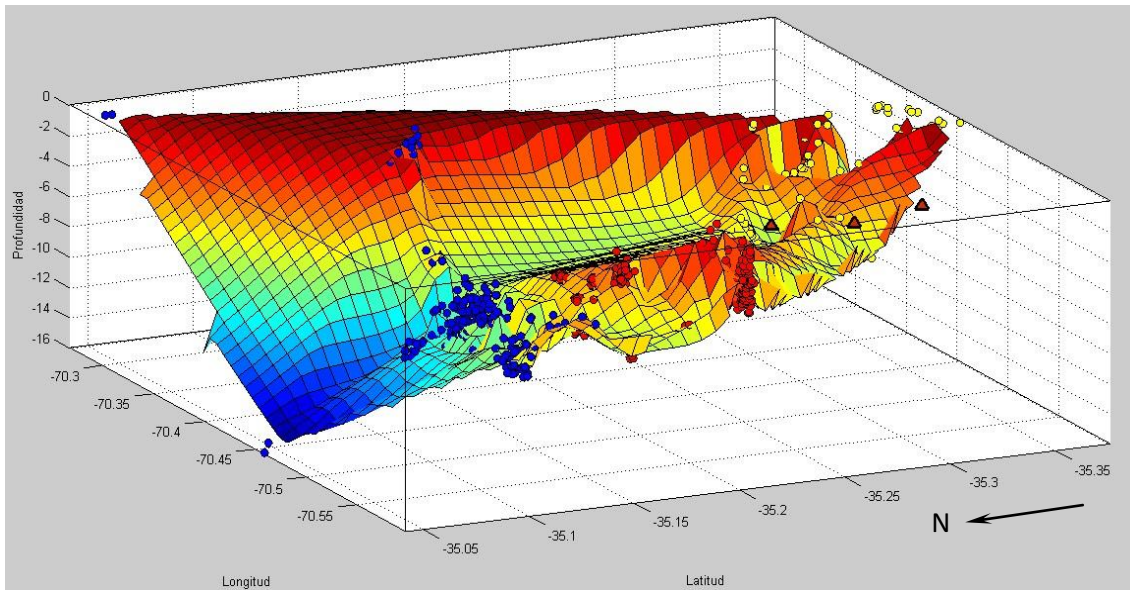
Al igual que en los modelos obtenidos por Giambiagi et al. (2008) mediante migración de datos de sísmica de reflexión controlados con datos de pozo, podríamos atribuir la actividad sísmica analizada en los grupos sismogénicos NE y SE a un plano de despegue a una profundidad no mayor a 10 km. En este caso las manifestaciones superficiales de las fallas vinculadas a este plano de despegue no se encuentran claramente identificadas en la bibliografía (Fig. 27).



**Figura 27.** En la parte superior de la imagen puede apreciarse el modelo estructural para la zona de estudio Giambiagi et al. (2008) basado en una línea sísmica 16029 de latitud  $34^{\circ}55'$  S y longitudes aproximadamente entre  $69^{\circ}40'$  y  $69^{\circ}28'$  O en el cual se propone un plano de despegue que no supere los 10 km de profundidad.

En una última instancia, para generar una visualización más completa de la distribución espacial de los eventos, se propone ajustar una superficie por interpolación cúbica con asignación de pesos bicuadrados a las profundidades promedio de los eventos pertenecientes a las tres zonas sismogénicas. Se probó primeramente con los grupos NE y SE con la idea de sobreimprimir posteriormente los eventos de la zona CO. Sin embargo, el comportamiento de las zonas NE y SE a medida que avanzan hacia el O presenta grandes similitudes con la zona CO, por lo que se decide ajustar la superficie para las tres zonas de forma simultánea (Fig. 28). Claramente se observa la vergencia hacia el este de la/s falla/s del sistema El Fierro, con un plano de despegue que se profundiza hacia el N y un ascenso de la falla en un alto ángulo justo por debajo del CVPP. Sin duda esta interpretación tridimensional es una visión simplificada del problema ya que no corresponde esperar el desarrollo de un único plano de falla según el conocimiento que se tiene de la región. Si bien se requeriría mayor información acerca de la geología a nivel superficial así como datos de sísmica de reflexión, la

sismicidad obtenida arroja luz a las zonas de ruptura frágil en el CVPP vinculándolas estrechamente a la tectónica regional.



**Figura 28.** Superficie por interpolación cúbica normalizada con asignación de pesos bicuadrados ajustada a los eventos de las zonas sismogénicas NE (puntos azules), CO (puntos rojos) y SE (puntos amarillos). La superficie presenta una paleta de colores que varía desde el rojo hasta los azules siendo el azul representativo de aquellos eventos a mayor profundidad.



## Conclusiones y trabajos a futuro

---

### 5.1 Conclusiones

En este trabajo se han relocalizado 1042 eventos de fractura ocurridos en el período comprendido entre enero 2012 y enero 2013 en el área del CVPP, registrados por estaciones sismológicas a ambos lados de la frontera internacional.

Se ha comprobado que la utilización de los diagramas de Wadati, filtros de deconvolución de ruido y espectrogramas mejora notablemente la coherencia de las lecturas manuales entre estaciones. Aplicadas en la rutina de observación, estas técnicas permiten reducir fuentes de errores mediante un control objetivo de las lecturas. Los beneficios de la aplicación de dichas herramientas, junto a la mejor cobertura azimutal del objeto de estudio, se evidenciaron desde una primera instancia a través del cálculo de las localizaciones con el método Hypocenter que mostró errores menores que en trabajos previos (Casas et al., 2016).

Finalmente, el haber relocalizado los eventos de fractura en el CVPP implementando el método de localización basado en las dobles diferencias y el realizar un exhaustivo análisis estadístico de los errores, conduce a una mejora sustancial de los resultados. Se evidencia una mayor nucleación de los hipocentros que se asocian claramente a las estructuras inferidas en la región.

Los eventos de fractura localizados en la zona sismogénica CO podrían interpretarse como producto de la presión ejercida por fluidos en las rocas al propagarse a través del plano de las fallas El Fierro y asociadas. Aquellos eventos de fractura localizados en las zonas sismogénicas NE y SE se podrían asignar a un plano de falla con despegue a profundidades no mayores a 10 km sin claras manifestaciones superficiales. De esta manera nuestros resultados corroboran aquellos obtenidos mediante análisis geoquímicos, geológicos y de sismica de reflexión.

### 5.2 Trabajos a futuro

En la bibliografía se encuentran numerosos antecedentes que recomiendan la utilización de las formas de onda en el proceso de localización conjunta. La correlación de las mismas permite hacer estimaciones de las diferencias de tiempo de forma más precisa. Se pretende entonces incorporarlas en próximas aplicaciones del método.

Dado el nivel de alerta AMARILLA en el CVPP que se mantuvo desde enero del 2016 hasta el día 17 de mayo del 2017 y contando con datos de una estación permanente (SEGEMAR) desde marzo del 2016, resulta de sumo interés y necesidad mantener la colaboración con OVDAS para el seguimiento de la actividad sísmica actual.

Por último, cabe señalar que, dadas la factibilidad del método propuesto en esta tesis y sus virtudes, resultaría provechosa su implementación en otros volcanes de la región de los que se dispongan suficientes datos.

### **5.3 Presentaciones de resultados previos de esta tesis**

V.H. Olivera Craig, G.A. Badi, J.A. Casas, V.L. Martínez, L. Franco Marín, M.P. Gómez, D. Draganov. Relocalización de eventos volcanotectónicos en el CVPP mediante optimización de la identificación de arribos y localización conjunta. Reunión Científica de la AAGG. La Plata, 17 al 21 de abril de 2017. EITO03

## Bibliografía

- Abdi, H. ; William, L.J., 2010. Jackknife. Encyclopedia of Research Design. Thousand Oaks. CA: Sage.
- Aguilera, F.; Benavente, O.; Gutiérrez, F.; Agosto, M.; Caselli, A., 2011. Distribution of gas-water discharges and current geochemical survey along Planchón- Peteroa-Azufre Volcanic Complex, southern Chile. In Gas Workshop, No. 11. 1: p. 5. Kamchatka.
- Aguilera, F.; Benavente, O.; Gutiérrez, F.; Romero, J.; Saltori, S.; González, R.; Agosto, M.; Caselli, A.; Pizarro, M., 2016. Eruptive activity of Planchón-Peteroa volcano for period 2010-2011, Southern Andean Volcanic Zone, Chile. *Andean Geology* 43 (1): 20-46. doi: 10.5027/andgeoV43n1-a02.
- Alfaro Soto, A. A., 2011. Peligro sísmico en el segmento norte de la región del Maule, Chile. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago.p. 136.
- Badi, G. A., 2011. Atenuación sísmica en la Región de Nuevo Cuyo. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina, <http://sedici.unlp.edu.ar/ARG-UNLP-TPG-0000002966>.
- Battaglia, J.; Thurber, C. H.; Got, J. L.; Rowe, C. A.; White, R. A., 2004. Precise relocation of earthquakes following the 15 June 1991 eruption of Mount Pinatubo (Philippines). *Journal of Geophysical Research*, Vol. 109, B07302, doi: 10.1029/2003JB002959.
- Benavente Zolezzi, O. M., 2010. Actividad hidrotermal asociada a los complejos volcánicos Planchón-Peteroa y Descabezado Grande-Quizapu-Cerro Azul, 36 y 37°S, Zona Volcánica Sur, Chile. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago.p. 203.
- BGVN. 1991. Ash eruption to 1 km; drinking water contaminated; fish killed. SmithsonianInstitute, Bulletin of the Global Volcanism Network 16 (01): 1 p.
- BGVN. 1999. Unrest including ashfall and SO<sub>2</sub> emissions in November 1998. SmithsonianInstitute, Bulletin of Global Volcanism Network 24 (03): 1 p.
- Bohm, Lüth, Asch, Bataille, Bruhn, Rietbrock, Wigger, 2002. The Southern Andes between 36°S and 40°S latitude: seismicity and average velocities. *Tectonophysics*, Vol. 356, p. 275-289.
- Cappé, O., 1994. Elimination of the Musical Noise Phenomenon with the Ephraïm and Malah Noise Suppressor. *IEEE Trans. Speech AudioProcessing*, Vol. 2, No. 2, p. 345–349.
- Casas, J. A., 2014. Caracterización de la Actividad Sismovolcánica en el Volcán Peteroa, Mendoza. Tesis de grado en Geofísica, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata.
- Casas, J. A.; Badi, G. A.; Olivera Craig, V. H.; Manassero, M. C.; Draganov, D.; Franco Marín, L.; Gómez, M.; Ruigrok, E., 2016a. Relocalización de eventos de fractura registrados en el área del volcán Peteroa, Andes Centrales, Argentina-Chile. *Actas del E-ICES 11*. Malargüe, Mendoza, 4 al 6 de Mayo de 2016. En prensa.
- Casas, J. A.; Draganov, D.; Olivera Craig, V. H.; Manassero, M. C.; Badi, G. A.; Franco Marín, L.; Gomez, M.; Ruigrok, E., 2016b. Seismic interferometry by autocorrelation applied to fracture seismicity from Planchón-Peteroa Volcanic Complex, Argentina-Chile. ID#:174324. Abstracts AGU Fall Meeting. San Francisco, USA, 12-16 de diciembre de 2016.
- Cembrano, J. y Lara, L. 2009. The link between volcanism and tectonics in the southern volcanic zone of the Chilean Andes: A review. *Tectonophysics*, v.471, pp. 96-113.

## Bibliografía

- Chouet, B., 2003. *Volcano Seismology*. Pure and Applied Geophysics, Birkhäuser Verlag, Basel, 2003.
- Davidson, J. 1974. A Quaternary volcanic mudflow (lahar) down the Claro and Teno valleys from Planchón volcano. *International Symposium of Volcanology*, Volume 1: 14-15. Santiago.
- Dewey, J. , 1972. Seismicity and tectonics of western Venezuela, *Bull. Seism. Soc. Am.*, vol. 62, 1711-1751.
- Domínguez Cerdeña, I.; del Fresno, C.; Gomis Moreno, A., 2014. Seismicity Patterns Prior to the 2011 El Hierro Eruption. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 104, No. 1, pp. 567–575. doi: 10.1785/0120130200
- Efron, B. 1982. The jackknife, the bootstrap, and other resampling plans. *Society of Industrial and Applied Mathematics, CBMS-NSF Monographs*, 38.
- Efron, B., 1979. Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *The Annals of Statistics*. Vol. 7. No. 1, 1-26.
- Ephraïm, Y.; Malah, D., 1984. Speech Enhancement Using a Minimum Mean-Square Error Short-Time Spectral Amplitude Estimator. *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing*, Vol. ASSP-32, No. 6, pp. 1109–1121.
- Fix, E.; Hodges, J., 1951. Discriminatory analysis, nonparametric discrimination: consistency properties. *Tech. Rep. 4, USAF School of Aviation Medicine, Randolph Field, Texas.*
- Fock, A., 2005. Cronología y tectónica de la exhumación en el Neógeno de los Andes de Chile Central entre los 33° y los 34°S. *Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago.* p.179.
- Fock, A., Charrier, R., Fariás, M. and Muñoz, M. 2006. Fallas de vergencia oeste en la Cordillera Principal de Chile Central: Inversión de la cuenca de Abanico, *Asociación Geológica Argentina, Serie Publicación Especial. No 6.* pp. 48-55.
- Fournier, R.O., 1999. Hydrothermal Processes Related to Movement of Fluid From Plastic into Brittle Rock in the Magmatic-Epithermal Environment. *Bulletin of the Society of Economic Geologists*, Vol 94, 8.
- Fréchet, J., 1985. *Sismogenèse et doublets sismiques*. The `sed`Etat, Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 206 pp.
- Giambiagi, L. y Ramos, V., 2003. Cenozoic deformation and tectonic style of the Andes, between 33° and 34° south latitude. *Tectonics*, v.22, No.4. doi:10.1029/2001TC001354.
- Giambiagi, L.; Ghiglione, M.; Cristallini, E.; Bottesi, G., 2009. Kinematic models of basement/cover interaction: Insights from the Malargüe fold and thrust belt, Mendoza, Argentina. *Journal of Structural Geology*, v.31(12), pp. 1443-1457. doi:10.1016/j.tecto.2007.11.069
- Giambiagi, L.; Bechis, F.; García, V. H.; Clack, A. H., 2008. Temporal and spatial relationships of thick- and thin-skinned deformation: A case study from the Malargüe fold-and-thrust belt, southern Central Andes. *Tectonophysics*. doi:10.1016/j.tecto.2007.11.069
- González Contreras, A. C., 2008. Análisis estructural entre los valles del Río Tinguiririca y Teno, Cordillera Principal de Chile Central: Microsismicidad y Geología Superficial. *Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago.*
- González Caravaca, G., 2011. Reducción de ruido en grabaciones de audio. Trabajo de final de carrera. Dpto. de Ingeniería Informática. Escuela Politécnica Superior. Universidad Autónoma de Madrid.

## Bibliografía

- <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20110915GuillermoGonzalezCaravaca.pdf>
- González-Ferrán, O., 1995. Volcanes de Chile. Instituto Geográfico Militar: 639 p. Santiago.
- Got, J.L.; Fréchet, J.; Klein, F. W., 1994. Deep fault plane geometry inferred from multiplet relative relocation beneath the south flank of Kilauea. *Journal of Geophysical Research* 99, 15,375–15,386.
- Gupta, H., 2011. *Encyclopedia of Solid Earth Geophysics*. Academic Press. Pp. 1539
- Gutiérrez, F.; Lemus, M.; Parada, M.; Benavente, O.; Aguilera, F., 2012. Contribution of ground altitude difference to thermal anomaly detection using satellite images: Application to volcanic/geothermal complexes in the Andes of Central Chile. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 237-238: 69-80.
- Haller, M.; Mendía, J.; Oстера, H. 1991. Mapa preliminar de riesgo en la vertiente Argentina del volcán Peteroa. In Congreso Geológico Chileno, No. 6, Actas: 355- 358. Viña del Mar.
- Haller, M.; Nullo, F.; Proserpio, C.; Parica, P.; Cagnoni, M.; Walker, J., 1985. Major element geochemistry of early Tertiary Andean volcanics (34°-36°S). *Comunicaciones* 35: 97-100.
- Haller, M.; Oстера, H.; Pesce, A.; Gardini, M.; Folguera, A., 1994. Vulcanoestratigrafía reciente y eruptividad del Volcán Peteroa. Congreso Geológico Chileno, No. 7, Actas: 319-323. Concepción.
- Haller, M.J.; Risso, C., 2011. La Erupción del Volcán Peteroa (35°15'S, 70°18'O) del 4 de Septiembre de 2010. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 68 (2): 295 – 305.
- Havskov, J.; Utheim, T., 1992. SeisLog and SeisAn: A complete system for seismic data acquisition and analysis. *Cahier du Centre Européen de Géodynamique et de Sismologie* 5, 67-74.
- Hernández Fernández, J.J., 2005. Control Inverso Adaptativo. Proyecto de fin de carrera. Escuela de Ingeniería. Univ. de Sevilla. 149 pp.  
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11284/fichero/Volumen+1%252FMemo ria.pdf>
- Hill, D. P., 1977. A model for earthquake swarms. *Journal of Geophysical Research*. Volume 82, Solid Earth and Planets. p 1347–1352. doi: 10.1029/JB082i008p01347.
- Ibáñez, J. M.; Carmona, E., 2000. Sismicidad Volcánica. Instituto Andaluz de Geofísica. Universidad de Granada.
- Ibáñez, J.M.; Carmona, E., 2000. Sismicidad volcánica. Curso Internacional de Vulcanología y Geofísica Volcánica. 269-282.
- Kennett, B. L. N.; Engdahl, E. R.; 1991. Traveltimes for global earthquake location and phase identification. *Geophysical Journal International*. Vol. 105, Issue 2. p 429–465. doi: 10.1111/j.1365-246X.1991.tb06724.x
- Lay, T.; Wallace, T.C., 1995. *Modern Global Seismology*. Academic Press. Pp.521.
- Ledesma, R., 2008. Introducción al Bootstrap. Desarrollo de un ejemplo acompañado de software de aplicación. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology* 2008, Vol. 4 (2), p. 51-60. doi:10.20982/tqmp.04.2.
- Lee, W. H. K.; Lahr, J. C., 1972. HYP071: A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes. U. S. Geological Survey Open File Report 100 pp.

## Bibliografía

- Lee, W. H. K.; Lahr, J. C., 1975. HYP071 (Revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes. U. S. Geological Survey Open File Report 75-311, 113 pp.
- Lee, W. H. K.; Lahr, J.C., 1978. HYP071 (Revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes. U. S. Geological Survey Open File Report 75-311, 448 pp.
- Lee, W. H. K.; Valdes, C. M., 1985. HYP071PC: A personal computer version of the HYPO71 earthquake location program. U. S. Geological Survey Open File Report 85-749, 43 pp.
- Lienert, B. R., 1994. Hypocenter 3.2: A Computer Program for Locating Earthquakes Locally Regionally and Globally. Hawaii Institute of Geophysics and Planetology, Honolulu.
- Lienert, B. R.; Havskov, J, 1995. A computer program for locating earthquakes both locally and globally. . Seismological Society of America. Seismological Research Letters. doi:10.1785/gssrl.66.5.26.
- Lienert, B. R; Berg, E; Frazer, L. N, 1986. Hypocenter: an earthquake location method using centered, scaled, and adaptively least squares. Bulletin of the Seismological Society of America. 76:771–783
- Lippitsch, R.; White, R. S.; Soosalu, H., 2005. Precise hypocentre relocation of microearthquakes in a high-temperature geothermal field: the Torfajökull central volcano, Iceland. Geophysical Journal International 160, 370–387. doi: 10.1111/j.1365-246X.2005.02467.x
- Lowrie, W., 2007. Fundamentals of Geophysics, Second Edition. Cambridge University Press.
- MacPhail, D., 1973. The geomorphology of the rioTeno lahar, central Chile. Geographical Review 63: 517-532.
- Madariaga, R., 1998. Sismicidad de Chile. Física de la Tierra, No 10, pp. 221-158.
- Manassero, M. C.; Badi, G.A.; Casas, J.A.; Gómez, M.; Draganov, D.; Ruzzante, J., 2014. Seismic Attenuation Around Peteroa Volcano, Argentina, Proceedings of the First Assembly of the Latin American and Caribbean Seismological Commission – LACSC – IASPEI. Earth Sciences Research Journal, Special Issue Vol.18, pp 341-342, ISSN 1794-6190.
- McNutt, S. R., 2005. Volcanic Seismology. Annual Reviews. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 2005. 32:461–91. doi: 10.1146/annurev.earth.33.092203.122459.
- Miller, R.G., 1974. The jackknife: a review. Biometrika, 61, 1-17.
- Naranjo, J.; Haller, M., 1997. Actividad explosiva postglacial del complejo volcánico Planchón-Peteroa, 35°15'S. Congreso Geológico Chileno, No. 6, Actas: 357-360. Antofagasta.
- Naranjo, J.; Haller, M., 2002. Erupciones principalmente explosivas del volcán Planchón, Andes del sur (35°15'S). Revista Geológica de Chile 29 (1): 93-111. doi: 10.5027/andgeoV29n1-a06.
- Naranjo, J.; Haller, M.; Oстера, H.; Pesce, A.; Sruoga, P., 1999. Geología y Peligros del Complejo Volcánico Planchón-Peteroa, Andes del Sur (35°15'S), Región del Maule, Chile-Provincia de Mendoza, Argentina. Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín 52: 55 p.
- Nettles, M.; Ekström, G., 1998. Faulting mechanism of anomalous earthquakes near Bárðarbunga Volcano, Iceland. Journal of Geophysical Research. doi: 10.1029/98JB01392.

## Bibliografía

- Paige, C. C.; Saunders, M. A., 1982. LSQR: Sparse linear equations and least squares problems, *ACM Transactions on Mathematical Software* 8/2, 195–209.
- Piquer, J., 2005. Ambiente geológico del prospecto Infiernillo, Cordillera de Curicó, VII Región. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago. p. 100.
- Plapous, C.; Marro, C.; Mauuary, L.; Scalart, P., 2004. A two-step noise reduction technique. *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2004. Proceedings. (ICASSP '04)*. IEEE International Conference on, Volume: 1. DOI: 10.1109/ICASSP.2004.1325979
- Plapous, C.; Marro, C.; Scalart, P., 2006. Improved Signal-to-Noise Ratio Estimation for Speech Enhancement. *IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing*, Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Poupinet, G.; Ellsworth, W. L.; Fréchet, J., 1984. Monitoring velocity variations in the crust using earthquake doublets: an application to the Calaveras fault, California, *Journal of Geophysical Research*. 89, 5719–5731.
- Quenouille, M.H., 1956. Notes on bias in estimation. *Biometrika*, 43, 353-360.
- Ramos, V.A.; Aleman, A., 2000. Tectonic Evolution of the Andes. Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A. y Campos D.A. (eds.) *Tectonic Evolution of South America, 31° International Geological Congress: 635-685*, Rio de Janeiro.
- Saltori, O., 2014. Geoquímica de fluidos del Complejo Volcánico Planchón-Peteroa-Azufre, Zona Volcánica Sur, Chile. Memoria de Título. Universidad de Atacama, Departamento de Geología: 148 p.
- Scalart, P., 2008. Wiener filter for Noise Reduction and speech enhancement. Version 1.1 <https://es.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/24462-wiener-filter-for-noise-reduction-and-speech-enhancement?focused=5123482&tab=function>
- Scalart, P.; Vieira Filho, J., 1996. Speech Enhancement Based on a Prior Signal to Noise Estimation. *IEEE Intl. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing*, Atlanta, GA, USA, Vol. 2, pp. 629–632.
- Schaff, D. P.; Bokelmann, G. H. R.; Beroza, G. C.; Waldhauser, F.; Ellsworth, W. L., 2002. High-resolution image of Calaveras Fault seismicity. *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*. doi:10.1029/2001JB000633
- SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Chile. <http://www.sernageomin.gov.cl>
- Sibson, R. H., 1996. Structural permeability of fluid-driven fault-fracture meshes. *Journal of Structural Geology*. Vol 18, Issue 8, p 1031-1042. doi: 10.1016/0191-8141(96)00032-6.
- Siddala Vihari; Sreenivasa Murthy, A., Priyanka Soni; Naik, D. C. 2016. Comparison of Speech Enhancement Algorithms. *Twelfth International Multi-Conference on Information Processing*. *Procedia Computer Science* 89 .666 – 676
- Snedecor, G. W.; Cochran, W. G., 1989. *Statistical Methods*. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Stern, C. R.; Moreno, H.; López-Escobar, L.; Clavero, J. E.; Lara, P.; Luis, E.; Naranjo, J. A. S.; Parada, M. A.; Skewes, M. A., 2007. Chilean Volcanoes. *The Geology of Chile*, pp.147–178.
- Stern, C., 2004. Active Andean volcanism: its geologic and tectonic setting. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 31, No 2, p 161-206.

## Bibliografía

- Tormey, D., 1989. Geology and Geochemistry of the active Azufre-Planchon-Peteroa volcanic center 35°15'S, Southern Andes: Implications for Cordilleran arc magmatism. Ph.D. Thesis. Massachusetts Institute of Technology: p.331.
- Tormey, D.; Frey, F.; López, L. 1995. Geochemistry of the Active Azufre-Planchón-Peteroa Volcanic Complex, Chile (35°15'S): Evidence for Multiple Sources and Processes in a Cordilleran Arc Magmatic System. *Journal of Petrology* 36: 265-298.
- Trombotto Liaudat, D.; Penas, P.; Aloy, G., 2014. Impact of volcanic processes on the cryospheric system of the Peteroa Volcano, Andes of southern Mendoza, Argentina. *Geomorphology* 208: 74-87.
- Tukey, J. W., 1986. The future of processes of data analysis. *The Collected Works of John W. Tukey, Volume IV*. New York: Wadsworth. pp 517-549.
- Waldhauser, F., 2001. A Program to Compute Double-Difference Hypocenter Locations. U.S. Geol. Survey. Open File Report 01-113
- Waldhauser, F., Ellsworth, W. L.; Cole, A, 1999. Slip-parallel seismic lineations along the northern Hayward fault, California, *Geophysical Research Letters*. 26, 3525–3528
- Waldhauser, F.; Ellsworth, W. L., 2000. A Double-Difference Earthquake Location Algorithm: Method and Application to the Northern Hayward Fault, California. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 90, 6, pp. 1353–1368.
- Wassermann, J., 2011. Volcano Seismology. Chapter 13. Geophysikalisches Observatorium der Ludwig-Maximilians Universität München, Germany. doi: 10.2312/GFZ.NMSOP-2\_ch13.
- White, R., 2015. Volcano Forecasting using Seismology. CSAV International Training Course, University of Hawaii. VDAP-USGS. Pdf material.
- Zobin, V., 2016. Introduction to Volcanic Seismology, Volume 6, 3rd Edition. 582 pp.



## **Anexo**

**Catálogo de eventos volcanotectónicos en el CVPP**

**relocalizados con HypoDD para el año 2012**

---

## Catálogo de eventos volcanotectónicos en el CVPP

### relocalizados con HypoDD para el año 2012

(abril de 2017)

En cada línea se listan de izquierda a derecha los siguientes parámetros:

Identificación del evento, Latitud, Longitud, Profundidad, Posición X, Y y Z en metros respecto del centroide del cluster, errores en X, y y Z, año, mes, día, hora, min, seg, magnitud (si se calcula), números de correlaciones de P y S si las hubo, números de datos de catálogo para P y S registrados, residuos rms en segundos para las crosscorrelaciones y datos de catálogo, índice del cluster analizado.

### ZONA SISMOGÉNICA CO

1	-35.209550	-70.547461	3.101	-190.5	-1711.1	-229.9	11.0	7.5	11.6	2012	1	12	0	9	34.120	0.0	0	0	41	28	0.000	0.006	1
2	-35.209664	-70.549300	3.922	-358.0	-1723.6	591.2	9.3	6.4	9.0	2012	1	12	7	57	36.440	0.0	0	0	43	22	0.000	0.006	1
4	-35.179281	-70.528402	4.482	1545.5	1647.2	1150.6	14.6	9.6	9.6	2012	1	15	1	1	11.950	0.0	0	0	56	27	0.000	0.006	1
6	-35.211369	-70.542293	2.642	280.2	-1912.9	-689.0	22.5	21.9	27.7	2012	1	22	9	47	47.720	0.0	0	0	10	2	0.000	0.001	1
7	-35.211621	-70.580062	3.903	-3159.5	-1940.9	571.8	5.7	7.6	8.0	2012	1	23	19	30	34.900	0.0	0	0	221	107	0.000	0.015	1
8	-35.211210	-70.577865	4.483	-2959.4	-1895.2	1151.7	9.2	7.3	9.6	2012	1	26	13	23	30.370	0.0	0	0	164	49	0.000	0.013	1
9	-35.174491	-70.532438	4.241	1178.1	2178.6	909.7	9.3	6.8	4.8	2012	1	27	17	49	27.000	0.0	0	0	158	90	0.000	0.012	1
10	-35.174886	-70.532560	4.052	1166.4	2134.8	720.5	12.2	6.3	10.5	2012	1	27	19	46	50.940	0.0	0	0	160	115	0.000	0.014	1
11	-35.174064	-70.534937	4.035	950.2	2225.8	703.9	9.7	6.1	9.9	2012	1	28	6	23	19.210	0.0	0	0	141	97	0.000	0.013	1
12	-35.174544	-70.533496	4.121	1081.6	2172.6	789.9	6.0	5.0	4.9	2012	1	28	9	4	13.340	0.0	0	0	187	121	0.000	0.015	1
13	-35.210425	-70.547184	3.689	-165.2	-1808.2	357.9	10.1	6.6	8.7	2012	1	28	13	12	53.300	0.0	0	0	49	21	0.000	0.008	1
14	-35.173735	-70.535954	4.120	857.9	2262.6	789.3	6.7	6.2	5.6	2012	1	28	15	3	5.330	0.0	0	0	171	90	0.000	0.014	1
15	-35.172563	-70.538118	4.188	660.7	2392.5	857.0	7.2	7.2	6.5	2012	1	28	9	57	11.990	0.0	0	0	108	48	0.000	0.009	1
16	-35.175289	-70.531820	4.087	1233.9	2089.9	756.4	11.1	7.7	5.4	2012	1	28	0	11	43.540	0.0	0	0	94	51	0.000	0.010	1
17	-35.174056	-70.533789	4.106	1054.6	2227.0	775.2	11.8	6.0	11.9	2012	1	28	15	57	0.580	0.0	0	0	169	93	0.000	0.012	1
18	-35.173942	-70.534798	3.980	963.2	2239.5	648.6	9.3	5.8	7.7	2012	1	29	6	4	5.510	0.0	0	0	168	85	0.000	0.015	1
19	-35.206783	-70.556982	2.125	-1057.4	-1403.9	-1205.6	31.8	21.6	45.0	2012	2	5	0	23	30.920	0.0	0	0	10	4	0.000	0.004	1
20	-35.173197	-70.537378	4.075	728.2	2322.3	744.1	8.7	7.4	6.1	2012	2	5	1	58	29.530	0.0	0	0	150	77	0.000	0.013	1
24	-35.212154	-70.557690	4.981	-1122.0	-1999.6	1650.3	7.6	7.2	7.3	2012	2	15	5	5	33.480	0.0	0	0	10	0	0.000	0.002	1
25	-35.213257	-70.576082	1.513	-2796.5	-2122.2	-1817.7	7.7	8.1	17.4	2012	2	16	3	35	51.460	0.0	0	0	33	34	0.000	0.008	1

# Anexo

26	-35.172689	-70.536548	3.991	803.5	2378.6	659.8	8.5	8.2	6.3	2012	2	19	11	20	10.500	0.0	0	0	141	80	0.000	0.014	1
27	-35.172738	-70.537101	3.949	752.9	2373.3	617.8	7.3	6.6	8.1	2012	2	19	11	6	0.220	0.0	0	0	144	81	0.000	0.012	1
29	-35.173861	-70.535205	4.145	925.5	2248.5	814.1	6.0	6.1	4.7	2012	2	21	20	51	43.840	0.0	0	0	154	82	0.000	0.013	1
30	-35.213131	-70.579924	1.489	-3146.2	-2108.4	-1842.1	10.0	10.4	21.9	2012	2	22	22	14	34.920	0.0	0	0	42	31	0.000	0.008	1
33	-35.171513	-70.533431	4.320	1087.8	2509.1	988.8	13.3	12.0	8.2	2012	2	29	22	57	14.720	0.0	0	0	54	19	0.000	0.010	1
34	-35.209436	-70.548796	2.634	-312.0	-1698.4	-697.2	17.9	14.9	21.3	2012	3	1	4	21	58.410	0.0	0	0	25	10	0.000	0.005	1
38	-35.213326	-70.579777	2.240	-3133.5	-2129.7	-1091.2	6.9	9.3	12.1	2012	3	1	23	40	25.960	0.0	0	0	85	47	0.000	0.011	1
47	-35.212728	-70.571973	2.921	-2422.9	-2063.5	-409.8	21.1	23.8	30.0	2012	3	4	18	30	39.240	0.0	0	0	9	2	0.000	0.004	1
52	-35.209460	-70.551790	3.721	-584.7	-1700.9	390.0	8.8	8.8	9.2	2012	3	15	14	15	4.720	0.0	0	0	33	10	0.000	0.006	1
56	-35.211230	-70.576050	4.447	-2793.9	-1897.3	1116.2	5.2	10.3	7.4	2012	3	22	16	31	45.020	0.0	0	0	143	94	0.000	0.013	1
58	-35.210693	-70.575887	4.133	-2779.3	-1838.0	801.9	8.0	7.3	11.0	2012	3	24	1	38	51.890	0.0	0	0	159	110	0.000	0.018	1
60	-35.175427	-70.527368	3.979	1639.8	2075.0	648.2	11.9	7.6	8.0	2012	3	25	9	53	6.940	0.0	0	0	115	81	0.000	0.013	1
63	-35.175199	-70.534505	4.310	989.7	2100.2	979.1	9.8	6.3	8.8	2012	3	29	16	31	58.310	0.0	0	0	159	109	0.000	0.013	1
64	-35.176180	-70.530802	4.173	1327.1	1991.1	842.2	10.5	8.6	9.9	2012	3	29	4	32	38.670	0.0	0	0	179	113	0.000	0.017	1
65	-35.175505	-70.534424	4.274	997.0	2066.4	942.9	11.1	7.3	8.0	2012	3	31	22	31	28.000	0.0	0	0	156	115	0.000	0.015	1
66	-35.174638	-70.534163	4.204	1020.4	2162.3	873.4	7.9	5.9	7.5	2012	3	31	10	6	49.250	0.0	0	0	164	108	0.000	0.013	1
67	-35.175138	-70.533195	4.009	1108.6	2106.7	677.5	12.0	9.2	11.1	2012	3	31	13	1	57.490	0.0	0	0	156	34	0.000	0.013	1
68	-35.176831	-70.529329	3.811	1460.8	1918.8	480.1	10.4	8.8	8.4	2012	3	31	13	38	5.140	0.0	0	0	126	32	0.000	0.012	1
69	-35.176900	-70.526969	4.224	1676.2	1911.5	892.6	13.1	8.4	7.6	2012	3	31	13	40	29.990	0.0	0	0	125	51	0.000	0.012	1
70	-35.178459	-70.525822	3.604	1780.7	1738.4	272.7	19.6	13.9	13.6	2012	3	31	13	41	2.640	0.0	0	0	51	13	0.000	0.009	1
71	-35.175761	-70.531112	4.174	1298.8	2037.7	843.1	11.4	9.2	11.7	2012	3	31	13	41	18.140	0.0	0	0	142	116	0.000	0.014	1
72	-35.175769	-70.531266	4.325	1284.3	2036.7	993.8	11.1	8.1	8.4	2012	3	31	13	59	6.520	0.0	0	0	152	109	0.000	0.014	1
73	-35.175208	-70.536792	4.292	781.0	2099.2	961.1	10.3	10.5	7.2	2012	3	31	22	31	28.040	0.0	0	0	150	76	0.000	0.013	1
74	-35.175895	-70.530827	4.124	1324.9	2022.7	793.2	7.7	6.1	7.0	2012	4	1	12	14	58.340	0.0	0	0	188	120	0.000	0.015	1
77	-35.175415	-70.531698	4.052	1245.3	2076.3	721.3	6.6	4.9	5.7	2012	4	4	22	9	9.840	0.0	0	0	176	101	0.000	0.013	1
78	-35.174984	-70.533228	4.126	1105.9	2123.9	794.6	5.7	6.1	5.2	2012	4	4	22	24	50.340	0.0	0	0	168	104	0.000	0.013	1
80	-35.176412	-70.530607	3.962	1344.9	1965.5	630.5	6.9	4.9	6.6	2012	4	11	3	22	11.450	0.0	0	0	181	120	0.000	0.015	1
81	-35.176831	-70.528914	4.122	1498.5	1918.9	790.7	11.7	8.2	6.4	2012	4	11	3	30	8.240	0.0	0	0	141	90	0.000	0.013	1
82	-35.211381	-70.580501	4.440	-3199.1	-1914.2	1109.2	8.8	6.0	11.7	2012	4	22	2	32	48.770	0.0	0	0	136	93	0.000	0.015	1
83	-35.146598	-70.551286	6.294	-538.6	5273.2	2962.5	17.4	13.2	13.6	2012	5	4	13	18	43.630	0.0	0	0	20	11	0.000	0.005	1
84	-35.214364	-70.573999	2.080	-2607.3	-2245.1	-1250.6	9.6	8.5	18.6	2012	5	5	4	2	51.800	0.0	0	0	54	50	0.000	0.010	1
85	-35.160413	-70.532601	6.184	1163.1	3740.7	2854.4	24.0	25.4	16.4	2012	5	5	4	3	46.370	0.0	0	0	3	0	0.000	0.001	1
92	-35.213684	-70.578125	2.770	-2983.1	-2169.5	-561.5	4.9	5.6	8.8	2012	5	10	8	45	47.890	0.0	0	0	165	95	0.000	0.015	1
93	-35.210661	-70.581502	3.908	-3290.2	-1834.0	577.3	10.0	11.0	13.7	2012	5	10	21	2	21.400	0.0	0	0	172	91	0.000	0.016	1
95	-35.214107	-70.579150	4.706	-3076.4	-2216.4	1374.8	8.7	10.0	9.8	2012	5	13	18	5	36.680	0.0	0	0	110	64	0.000	0.014	1

# Anexo

97	-35.214596	-70.578670	3.439	-3032.4	-2270.6	107.9	6.8	9.4	8.1	2012	5	14	18	52	57.380	0.0	0	0	142	84	0.000	0.015	1
100	-35.209619	-70.549984	3.904	-420.5	-1718.6	572.6	9.3	8.2	9.3	2012	5	22	21	7	45.440	0.0	0	0	41	25	0.000	0.007	1
101	-35.147917	-70.545947	6.062	-52.5	5127.0	2731.4	19.0	14.1	14.1	2012	5	22	5	3	30.640	0.0	0	0	24	16	0.000	0.006	1
102	-35.147709	-70.548861	5.949	-317.7	5149.9	2617.7	19.0	14.2	15.8	2012	5	22	5	12	1.330	0.0	0	0	18	12	0.000	0.004	1
104	-35.212842	-70.575749	3.582	-2766.2	-2076.3	250.6	5.9	9.0	9.1	2012	5	23	3	34	52.940	0.0	0	0	213	136	0.000	0.017	1
105	-35.212520	-70.546818	3.913	-131.6	-2040.4	582.1	13.2	7.6	9.3	2012	5	23	2	53	2.630	0.0	0	0	38	10	0.000	0.007	1
106	-35.213477	-70.576367	2.949	-2822.8	-2146.6	-381.9	8.5	5.9	11.0	2012	5	24	8	15	40.600	0.0	0	0	174	97	0.000	0.017	1
107	-35.214079	-70.576180	3.410	-2805.6	-2213.2	79.3	7.4	8.7	9.5	2012	5	25	22	26	0.400	0.0	0	0	126	76	0.000	0.013	1
108	-35.213989	-70.576506	2.265	-2835.4	-2203.6	-1066.3	6.3	8.7	14.7	2012	5	25	22	26	0.080	0.0	0	0	71	59	0.000	0.011	1
110	-35.213879	-70.579191	3.482	-3079.9	-2191.3	151.4	6.7	5.3	7.9	2012	5	25	4	52	5.490	0.0	0	0	203	125	0.000	0.016	1
113	-35.213037	-70.580688	4.797	-3216.6	-2097.6	1465.9	9.1	6.1	10.7	2012	5	30	2	52	15.560	0.0	0	0	91	63	0.000	0.011	1
114	-35.146216	-70.547518	6.518	-195.9	5315.5	3186.9	16.1	12.2	11.8	2012	5	30	13	15	7.760	0.0	0	0	31	19	0.000	0.007	1
115	-35.212769	-70.548421	0.558	-278.0	-2068.0	-2773.5	89.6	87.1	297.7	2012	5	30	12	41	48.080	0.0	0	0	3	1	0.000	0.001	1
117	-35.213395	-70.580981	3.842	-3243.0	-2137.5	510.6	4.4	7.5	7.6	2012	5	31	14	8	0.490	0.0	0	0	223	136	0.000	0.017	1
118	-35.209538	-70.547453	3.435	-189.5	-1709.4	104.0	11.4	8.5	12.0	2012	5	31	15	36	13.460	0.0	0	0	43	20	0.000	0.007	1
121	-35.213354	-70.578312	2.605	-3000.0	-2133.0	-726.4	6.6	4.9	9.7	2012	5	31	23	50	3.640	0.0	0	0	144	69	0.000	0.012	1
122	-35.213285	-70.577653	4.139	-2939.9	-2125.3	808.1	10.1	14.6	14.4	2012	6	1	0	6	8.850	0.0	0	0	149	80	0.000	0.017	1
123	-35.212752	-70.581234	3.904	-3266.1	-2066.3	573.3	6.6	14.0	10.5	2012	6	1	0	40	47.360	0.0	0	0	202	111	0.000	0.016	1
124	-35.213468	-70.579012	3.367	-3063.9	-2145.8	35.8	9.6	6.4	14.3	2012	6	1	4	21	22.650	0.0	0	0	160	75	0.000	0.013	1
126	-35.209395	-70.547917	3.144	-232.1	-1693.9	-186.7	10.1	8.9	10.8	2012	6	2	2	34	52.410	0.0	0	0	48	25	0.000	0.007	1
127	-35.211873	-70.576595	2.286	-2843.4	-1968.9	-1044.9	7.3	10.8	12.1	2012	6	2	2	16	25.900	0.0	0	0	74	49	0.000	0.013	1
128	-35.207507	-70.551392	3.387	-548.7	-1484.3	55.8	13.0	9.0	12.4	2012	6	2	9	46	58.000	0.0	0	0	51	15	0.000	0.007	1
129	-35.205583	-70.568693	5.447	-2124.3	-1270.8	2116.4	31.8	21.3	28.3	2012	6	3	12	51	11.160	0.0	0	0	3	1	0.000	0.001	1
130	-35.211690	-70.578125	3.202	-2982.6	-1948.5	-128.7	4.8	5.2	7.5	2012	6	3	23	56	39.240	0.0	0	0	197	122	0.000	0.015	1
131	-35.211747	-70.579346	4.647	-3094.2	-1954.7	1316.3	5.7	9.9	7.1	2012	6	3	23	56	39.220	0.0	0	0	131	88	0.000	0.015	1
132	-35.211499	-70.576351	0.669	-2821.4	-1927.4	-2662.4	21.4	11.6	62.7	2012	6	3	23	56	39.320	0.0	0	0	19	9	0.000	0.004	1
133	-35.213729	-70.576074	2.295	-2795.8	-2174.4	-1035.8	7.1	6.7	12.1	2012	6	4	16	20	56.450	0.0	0	0	91	65	0.000	0.012	1
134	-35.212732	-70.577783	3.414	-2951.7	-2064.1	83.0	4.6	6.4	7.2	2012	6	5	12	51	40.710	0.0	0	0	209	92	0.000	0.016	1
135	-35.212874	-70.574137	2.662	-2619.4	-2079.9	-669.2	7.2	8.8	13.2	2012	6	5	9	41	22.640	0.0	0	0	131	97	0.000	0.014	1
136	-35.207035	-70.554045	0.667	-789.7	-1431.7	-2663.8	83.8	87.6	254.4	2012	6	5	7	25	33.120	0.0	0	0	2	1	0.000	0.000	1
137	-35.211141	-70.576685	4.130	-2852.0	-1887.4	799.0	6.6	8.4	6.6	2012	6	5	4	48	32.210	0.0	0	0	135	88	0.000	0.014	1
138	-35.210620	-70.579256	4.284	-3085.8	-1829.8	952.9	9.3	7.5	12.9	2012	6	5	4	13	1.490	0.0	0	0	117	88	0.000	0.015	1
140	-35.173413	-70.537541	4.071	713.2	2298.2	739.6	9.1	7.6	7.5	2012	6	5	18	33	57.900	0.0	0	0	77	88	0.000	0.012	1
141	-35.212382	-70.578215	3.748	-2990.7	-2025.0	417.4	8.9	7.5	10.0	2012	6	6	8	32	11.710	0.0	0	0	151	111	0.000	0.015	1
142	-35.210872	-70.574797	2.656	-2679.4	-1857.8	-674.6	10.1	10.8	15.2	2012	6	8	17	48	38.260	0.0	0	0	104	72	0.000	0.013	1

# Anexo

143	-35.190238	-70.531934	5.810	1223.9	431.4	2478.8	12.2	13.5	7.3	2012	6	8	18	43	8.140	0.0	0	0	12	11	0.000	0.003	1
144	-35.189591	-70.533366	5.536	1093.1	503.4	2204.5	9.4	8.6	5.8	2012	6	8	20	12	30.720	0.0	0	0	17	15	0.000	0.005	1
145	-35.189819	-70.532495	5.737	1172.8	477.9	2405.6	14.1	13.4	8.2	2012	6	8	20	13	15.420	0.0	0	0	14	14	0.000	0.004	1
146	-35.183407	-70.540348	5.406	457.4	1189.4	2074.9	18.1	31.9	14.4	2012	6	8	20	15	41.160	0.0	0	0	6	4	0.000	0.002	1
147	-35.189575	-70.534538	5.482	986.1	505.2	2150.5	15.4	11.8	9.1	2012	6	8	22	24	31.560	0.0	0	0	17	16	0.000	0.005	1
148	-35.211515	-70.576253	3.858	-2812.1	-1928.8	527.0	5.9	7.8	7.8	2012	6	9	4	38	55.620	0.0	0	0	228	117	0.000	0.017	1
149	-35.180330	-70.525228	3.575	1834.6	1530.6	244.4	23.4	17.5	13.3	2012	6	10	17	5	50.760	0.0	0	0	80	45	0.000	0.012	1
150	-35.213774	-70.558057	4.721	-1155.4	-2179.6	1389.6	17.7	8.7	17.2	2012	6	12	6	45	6.170	0.0	0	0	10	4	0.000	0.002	1
151	-35.214775	-70.576571	1.169	-2841.4	-2290.7	-2161.8	12.7	7.8	30.4	2012	6	12	7	47	40.180	0.0	0	0	20	18	0.000	0.006	1
154	-35.214514	-70.577799	1.609	-2953.1	-2261.5	-1721.7	8.5	7.6	16.3	2012	6	15	21	40	11.560	0.0	0	0	41	34	0.000	0.008	1
155	-35.213045	-70.558976	4.881	-1239.4	-2098.6	1549.6	18.1	10.5	17.3	2012	6	16	9	29	12.530	0.0	0	0	10	4	0.000	0.003	1
157	-35.211894	-70.577726	4.575	-2946.7	-1971.1	1244.2	4.2	7.1	6.5	2012	6	16	0	49	44.690	0.0	0	0	104	89	0.000	0.012	1
159	-35.212895	-70.571151	2.505	-2347.3	-2082.0	-825.9	9.2	9.7	12.5	2012	6	20	22	41	24.600	0.0	0	0	101	20	0.000	0.010	1
160	-35.213139	-70.573389	2.448	-2551.6	-2108.9	-883.2	5.7	6.4	9.3	2012	6	21	4	55	55.250	0.0	0	0	122	70	0.000	0.011	1
161	-35.178292	-70.521370	2.789	2185.7	1757.1	-542.2	35.7	22.1	21.3	2012	6	21	8	42	40.460	0.0	0	0	4	4	0.000	0.001	1
162	-35.213017	-70.574284	3.065	-2632.8	-2095.7	-265.8	7.7	5.7	8.9	2012	6	21	10	27	54.110	0.0	0	0	151	137	0.000	0.015	1
164	-35.214307	-70.578410	3.619	-3008.6	-2238.7	287.7	8.2	9.6	10.2	2012	6	21	10	46	6.470	0.0	0	0	177	136	0.000	0.017	1
165	-35.214282	-70.577873	3.390	-2959.6	-2236.1	58.9	6.7	9.2	10.2	2012	6	21	2	44	46.890	0.0	0	0	134	72	0.000	0.013	1
166	-35.211515	-70.577547	3.838	-2930.1	-1928.8	506.5	7.8	10.4	9.2	2012	6	24	4	4	36.820	0.0	0	0	170	98	0.000	0.018	1
168	-35.213501	-70.579712	3.796	-3127.0	-2149.3	465.2	3.9	9.5	5.1	2012	6	25	8	4	0.580	0.0	0	0	225	123	0.000	0.017	1
169	-35.221053	-70.557039	2.951	-1062.4	-2987.0	-380.2	214.6	25.2	280.4	2012	6	26	1	41	23.740	0.0	0	0	4	3	0.000	0.003	1
170	-35.211894	-70.576009	3.738	-2790.4	-1970.8	407.3	5.4	8.2	8.7	2012	6	26	2	44	11.500	0.0	0	0	224	134	0.000	0.018	1
171	-35.209782	-70.573869	4.824	-2595.5	-1736.4	1492.7	9.5	17.7	10.6	2012	6	26	9	1	15.640	0.0	0	0	78	49	0.000	0.013	1
172	-35.211568	-70.580379	3.359	-3188.2	-1934.7	27.5	6.3	6.2	6.9	2012	6	28	4	53	32.510	0.0	0	0	122	126	0.000	0.016	1
173	-35.210848	-70.576823	4.451	-2864.2	-1855.0	1119.6	5.0	8.6	8.6	2012	6	29	0	4	1.020	0.0	0	0	157	76	0.000	0.014	1
175	-35.211235	-70.575936	4.975	-2783.6	-1897.8	1644.5	7.4	16.9	9.5	2012	6	29	19	36	41.940	0.0	0	0	76	28	0.000	0.012	1
176	-35.214990	-70.577181	1.884	-2896.4	-2314.5	-1447.4	11.6	12.5	23.0	2012	7	2	15	20	15.220	0.0	0	0	70	34	0.000	0.010	1
181	-35.212976	-70.578223	4.287	-2991.3	-2091.1	955.9	4.3	5.5	8.8	2012	7	3	4	2	0.480	0.0	0	0	185	60	0.000	0.014	1
182	-35.213053	-70.577319	4.695	-2909.1	-2099.5	1364.4	6.2	9.4	7.1	2012	7	5	13	51	3.270	0.0	0	0	138	55	0.000	0.014	1
184	-35.212170	-70.560856	1.811	-1410.6	-2001.8	-1520.4	33.6	24.9	56.3	2012	7	5	22	12	3.660	0.0	0	0	5	3	0.000	0.002	1
185	-35.211226	-70.537549	2.183	712.4	-1896.9	-1147.9	29.7	26.6	41.1	2012	7	6	6	9	47.700	0.0	0	0	2	0	0.000	0.000	1
186	-35.213501	-70.569336	4.067	-2182.4	-2149.2	736.2	14.6	22.0	18.7	2012	7	6	3	22	41.080	0.0	0	0	43	18	0.000	0.009	1
187	-35.213717	-70.572917	2.596	-2508.7	-2173.4	-734.8	5.9	6.8	8.8	2012	7	6	16	30	21.450	0.0	0	0	136	60	0.000	0.013	1
188	-35.177218	-70.527913	4.429	1590.1	1876.3	1098.3	13.2	9.2	9.0	2012	7	6	18	32	15.260	0.0	0	0	84	58	0.000	0.012	1
189	-35.212927	-70.567961	3.392	-2057.3	-2085.6	60.8	18.8	26.0	23.2	2012	7	6	3	22	41.090	0.0	0	0	48	17	0.000	0.009	1

# Anexo

191	-35.213969	-70.576270	3.655	-2813.8	-2201.3	324.1	5.4	5.9	7.3	2012	7	9	21	26	15.080	0.0	0	0	202	130	0.000	0.017	1
192	-35.213444	-70.573730	3.843	-2582.6	-2142.8	511.6	5.6	11.8	8.2	2012	7	10	13	53	33.030	0.0	0	0	140	112	0.000	0.017	1
193	-35.212272	-70.573885	4.716	-2597.0	-2012.8	1384.9	12.6	22.6	16.9	2012	7	10	14	35	41.250	0.0	0	0	13	13	0.000	0.005	1
194	-35.213245	-70.581453	4.402	-3285.6	-2120.8	1071.5	7.3	7.0	7.9	2012	7	11	6	52	44.170	0.0	0	0	160	93	0.000	0.014	1
196	-35.213684	-70.580054	4.379	-3158.7	-2169.5	1048.2	7.1	8.4	8.6	2012	7	10	2	31	47.510	0.0	0	0	149	82	0.000	0.013	1
197	-35.169010	-70.517196	4.773	2566.5	2786.8	1442.2	17.6	9.8	9.4	2012	7	11	18	31	46.740	0.0	0	0	117	67	0.000	0.011	1
198	-35.168376	-70.518278	4.904	2467.9	2857.2	1573.3	12.7	7.6	7.0	2012	7	11	19	39	21.120	0.0	0	0	122	72	0.000	0.012	1
199	-35.168669	-70.517603	4.865	2529.1	2824.7	1533.6	12.8	7.5	7.3	2012	7	11	20	35	17.880	0.0	0	0	124	72	0.000	0.011	1
200	-35.169645	-70.516520	4.679	2627.7	2716.3	1347.9	15.7	9.3	8.6	2012	7	11	20	35	18.040	0.0	0	0	105	86	0.000	0.013	1
201	-35.168250	-70.518001	4.921	2493.1	2870.9	1590.1	8.5	5.5	4.4	2012	7	11	21	0	33.520	0.0	0	0	120	75	0.000	0.010	1
202	-35.215039	-70.575309	5.388	-2726.0	-2319.8	2056.7	21.9	12.4	21.9	2012	7	11	0	12	28.640	0.0	0	0	10	1	0.000	0.001	1
203	-35.164535	-70.493807	5.036	4696.7	3283.4	1705.0	15.2	9.2	5.6	2012	7	12	8	22	8.460	0.0	0	0	109	86	0.000	0.010	1
204	-35.168884	-70.516715	4.818	2609.8	2800.8	1487.3	10.3	6.4	5.3	2012	7	12	13	25	19.990	0.0	0	0	109	54	0.000	0.009	1
205	-35.167859	-70.519084	4.946	2394.3	2914.6	1615.2	10.3	7.6	7.6	2012	7	12	17	14	14.720	0.0	0	0	123	87	0.000	0.012	1
209	-35.178308	-70.528540	4.397	1532.9	1755.2	1065.7	12.6	6.9	9.8	2012	7	15	10	32	29.160	0.0	0	0	100	58	0.000	0.011	1
211	-35.150391	-70.547550	6.859	-198.4	4852.6	3528.0	14.7	12.4	9.7	2012	7	15	14	3	19.190	0.0	0	0	35	19	0.000	0.007	1
216	-35.213277	-70.573161	2.686	-2530.5	-2124.4	-644.8	7.1	7.5	10.4	2012	7	17	2	45	40.860	0.0	0	0	140	39	0.000	0.012	1
217	-35.168290	-70.518335	4.954	2462.8	2866.7	1622.8	8.1	5.2	4.2	2012	7	18	2	36	22.520	0.0	0	0	127	79	0.000	0.010	1
218	-35.168396	-70.517480	4.982	2540.1	2855.0	1651.0	9.4	5.6	4.4	2012	7	18	2	36	22.510	0.0	0	0	123	80	0.000	0.010	1
219	-35.213041	-70.579883	4.130	-3142.8	-2098.2	798.9	6.3	8.3	7.8	2012	7	18	1	28	6.080	0.0	0	0	177	160	0.000	0.017	1
220	-35.168156	-70.518449	4.931	2452.2	2881.3	1599.9	9.8	6.3	4.3	2012	7	18	3	18	32.030	0.0	0	0	124	86	0.000	0.011	1
221	-35.156018	-70.529777	5.143	1420.5	4228.3	1812.2	8.7	7.9	5.5	2012	7	18	3	20	13.490	0.0	0	0	63	52	0.000	0.008	1
222	-35.173999	-70.531396	4.178	1272.9	2233.0	847.0	8.2	6.0	5.3	2012	7	18	14	52	10.490	0.0	0	0	160	61	0.000	0.013	1
223	-35.164807	-70.497144	5.147	4393.2	3253.2	1817.3	13.9	7.6	6.7	2012	7	18	15	31	34.810	0.0	0	0	109	75	0.000	0.009	1
224	-35.168392	-70.518058	4.863	2487.5	2855.2	1531.7	10.6	6.2	6.1	2012	7	18	15	36	23.840	0.0	0	0	118	66	0.000	0.010	1
225	-35.168632	-70.517936	4.740	2499.1	2828.8	1409.4	13.0	8.4	8.1	2012	7	18	15	42	52.760	0.0	0	0	108	52	0.000	0.010	1
226	-35.212622	-70.579663	4.440	-3123.0	-2051.9	1108.6	8.2	6.3	8.2	2012	7	18	1	28	6.050	0.0	0	0	141	113	0.000	0.016	1
227	-35.164775	-70.494434	5.110	4639.3	3256.8	1778.5	10.5	6.0	5.3	2012	7	18	3	18	32.030	0.0	0	0	107	74	0.000	0.010	1
228	-35.156099	-70.529744	5.160	1423.4	4218.9	1829.2	9.5	8.1	5.2	2012	7	18	3	20	13.490	0.0	0	0	63	50	0.000	0.007	1
229	-35.173722	-70.529500	4.210	1445.7	2263.8	878.9	8.5	6.7	6.1	2012	7	18	14	52	10.480	0.0	0	0	138	48	0.000	0.012	1
230	-35.165381	-70.496379	5.093	4462.3	3189.4	1762.4	16.2	9.8	9.0	2012	7	18	15	31	34.800	0.0	0	0	109	76	0.000	0.011	1
231	-35.168323	-70.518188	4.871	2475.7	2862.8	1539.5	11.1	6.4	6.9	2012	7	18	15	36	23.840	0.0	0	0	118	66	0.000	0.010	1
232	-35.168770	-70.517578	4.538	2531.4	2813.2	1206.8	17.3	11.5	10.3	2012	7	18	15	42	52.920	0.0	0	0	96	58	0.000	0.012	1
233	-35.168538	-70.518026	4.902	2490.4	2839.2	1571.2	13.9	8.2	7.7	2012	7	18	15	58	42.260	0.0	0	0	87	60	0.000	0.008	1
234	-35.168441	-70.518156	4.906	2478.7	2850.1	1574.8	10.5	6.5	6.7	2012	7	18	21	11	55.140	0.0	0	0	124	70	0.000	0.010	1

# Anexo

235	-35.212732	-70.580501	4.295	-3199.1	-2063.8	963.9	4.6	7.4	5.8	2012	7	18	20	37	19.320	0.0	0	0	179	119	0.000	0.015	1
237	-35.155802	-70.531535	5.067	1260.4	4251.8	1735.5	14.7	7.4	9.9	2012	7	19	7	1	11.320	0.0	0	0	63	55	0.000	0.009	1
238	-35.166492	-70.493327	5.059	4740.1	3066.2	1729.3	8.8	5.8	6.0	2012	7	19	10	58	14.570	0.0	0	0	103	76	0.000	0.014	1
239	-35.213485	-70.573079	2.477	-2523.2	-2147.5	-854.2	6.8	7.8	11.5	2012	7	19	21	20	30.200	0.0	0	0	105	77	0.000	0.013	1
240	-35.168408	-70.518799	4.889	2420.5	2853.4	1558.1	18.9	12.0	10.8	2012	7	19	8	40	28.670	0.0	0	0	90	56	0.000	0.009	1
241	-35.168807	-70.516846	4.864	2598.0	2809.1	1533.5	9.3	5.8	6.0	2012	7	20	14	6	47.420	0.0	0	0	124	90	0.000	0.011	1
243	-35.155400	-70.527376	5.299	1639.1	4296.9	1968.2	14.1	10.3	8.1	2012	7	20	16	53	0.300	0.0	0	0	61	46	0.000	0.009	1
244	-35.169320	-70.516292	4.814	2648.7	2752.4	1482.7	13.3	8.0	6.9	2012	7	21	8	32	3.900	0.0	0	0	127	67	0.000	0.011	1
245	-35.165015	-70.493555	5.149	4719.8	3229.9	1818.9	15.9	8.1	5.6	2012	7	21	17	51	49.500	0.0	0	0	109	74	0.000	0.010	1
246	-35.164128	-70.496647	5.213	4437.7	3328.2	1883.4	16.8	9.3	7.4	2012	7	22	14	13	46.460	0.0	0	0	109	83	0.000	0.012	1
247	-35.167200	-70.488802	5.154	5152.6	2987.7	1823.5	15.9	12.0	7.6	2012	7	22	21	16	20.240	0.0	0	0	69	65	0.000	0.009	1
248	-35.165393	-70.493823	5.053	4695.1	3187.9	1722.2	8.4	4.9	5.2	2012	7	23	15	28	53.580	0.0	0	0	107	84	0.000	0.010	1
249	-35.164994	-70.496712	5.144	4431.8	3232.4	1813.7	19.8	8.8	7.5	2012	7	23	15	30	33.740	0.0	0	0	109	28	0.000	0.009	1
250	-35.152547	-70.535946	5.089	858.8	4613.0	1757.7	13.0	9.8	7.7	2012	7	24	0	34	11.480	0.0	0	0	64	37	0.000	0.007	1
251	-35.169759	-70.517253	4.784	2561.3	2703.4	1453.5	18.6	10.2	5.9	2012	7	24	0	48	57.110	0.0	0	0	116	70	0.000	0.012	1
252	-35.169250	-70.515454	4.800	2724.9	2760.3	1469.3	10.4	7.2	5.6	2012	7	23	23	56	29.960	0.0	0	0	110	53	0.000	0.009	1
253	-35.165397	-70.493433	5.041	4730.5	3187.6	1710.2	11.2	7.7	6.4	2012	7	24	3	30	43.970	0.0	0	0	107	73	0.000	0.010	1
255	-35.170081	-70.514722	4.585	2791.6	2667.8	1253.7	17.2	10.6	10.4	2012	7	24	8	57	41.380	0.0	0	0	70	55	0.000	0.009	1
256	-35.162622	-70.493473	5.186	4727.5	3495.3	1854.8	22.6	10.9	9.3	2012	7	24	9	45	23.420	0.0	0	0	109	74	0.000	0.012	1
257	-35.159713	-70.537313	5.050	733.6	3818.3	1719.3	21.5	9.7	15.9	2012	7	24	10	35	7.750	0.0	0	0	30	34	0.000	0.007	1
260	-35.169084	-70.516317	4.888	2646.1	2778.8	1557.1	11.1	5.5	6.3	2012	7	24	14	29	11.110	0.0	0	0	120	55	0.000	0.010	1
261	-35.164897	-70.495296	5.048	4561.3	3243.1	1717.7	18.6	9.7	7.4	2012	7	24	14	51	37.520	0.0	0	0	108	78	0.000	0.013	1
262	-35.170650	-70.514811	4.575	2783.1	2604.6	1244.4	15.7	10.9	8.6	2012	7	25	12	7	36.030	0.0	0	0	123	20	0.000	0.010	1
263	-35.168848	-70.518359	4.766	2460.4	2804.7	1434.8	16.3	9.7	10.6	2012	7	25	20	51	55.720	0.0	0	0	73	48	0.000	0.009	1
264	-35.165409	-70.495801	5.164	4515.2	3186.4	1834.0	17.7	9.0	5.8	2012	7	26	17	43	4.160	0.0	0	0	109	60	0.000	0.009	1
265	-35.210925	-70.576807	4.023	-2863.1	-1863.3	692.2	7.1	9.4	9.5	2012	7	26	4	5	57.820	0.0	0	0	198	105	0.000	0.018	1
266	-35.165385	-70.492212	5.153	4842.3	3188.8	1822.9	9.0	4.9	4.1	2012	7	27	7	26	0.890	0.0	0	0	107	73	0.000	0.010	1
267	-35.168376	-70.517228	4.956	2563.4	2857.0	1624.9	14.0	8.3	9.4	2012	7	27	4	17	10.000	0.0	0	0	117	73	0.000	0.011	1
269	-35.155717	-70.529443	5.130	1450.6	4261.3	1799.4	16.0	10.4	9.9	2012	7	18	9	10	7.840	0.0	0	0	64	45	0.000	0.008	1
274	-35.209713	-70.548511	3.909	-286.3	-1729.1	577.7	8.7	5.7	6.7	2012	1	12	7	57	36.420	0.0	0	0	43	26	0.000	0.007	1
279	-35.209713	-70.548511	3.909	-286.3	-1729.1	577.7	8.7	5.7	6.7	2012	1	12	7	57	36.420	0.0	0	0	43	26	0.000	0.007	1
280	-35.162972	-70.498258	5.185	4291.3	3456.5	1853.8	11.8	7.1	5.4	2012	7	27	9	55	20.870	0.0	0	0	103	84	0.000	0.010	1
281	-35.164075	-70.496916	5.045	4413.8	3334.4	1714.5	15.3	8.5	5.8	2012	7	27	9	55	20.840	0.0	0	0	108	88	0.000	0.012	1
282	-35.167680	-70.518571	4.885	2440.9	2934.3	1553.6	19.0	12.3	12.8	2012	7	27	11	23	24.960	0.0	0	0	86	41	0.000	0.010	1
283	-35.163570	-70.498381	5.178	4280.4	3390.2	1848.1	12.0	7.4	7.4	2012	7	26	18	37	18.400	0.0	0	0	105	70	0.000	0.012	1

# Anexo

284	-35.155713	-70.528312	5.238	1553.9	4262.1	1907.0	14.5	10.1	9.1	2012	7	27	14	8	38.830	0.0	0	0	50	47	0.000	0.008	1
285	-35.165169	-70.494442	5.299	4638.7	3213.0	1967.6	16.0	8.8	7.4	2012	7	27	20	3	17.480	0.0	0	0	127	67	0.000	0.012	1
286	-35.168844	-70.519368	4.749	2368.5	2805.1	1418.3	11.9	9.1	6.9	2012	7	28	3	34	27.160	0.0	0	0	116	90	0.000	0.013	1
287	-35.212777	-70.558545	2.930	-1199.6	-2068.7	-401.3	22.0	16.6	26.6	2012	7	28	10	36	11.360	0.0	0	0	7	5	0.000	0.004	1
289	-35.169210	-70.516772	4.609	2604.8	2764.5	1277.7	13.6	9.1	7.9	2012	7	28	8	57	49.690	0.0	0	0	101	62	0.000	0.011	1
290	-35.211597	-70.580957	4.482	-3240.5	-1937.8	1151.0	5.7	8.4	6.5	2012	7	29	1	51	27.020	0.0	0	0	115	106	0.000	0.016	1
291	-35.163721	-70.496134	5.083	4485.1	3373.5	1751.7	19.1	12.0	8.4	2012	7	29	8	19	38.800	0.0	0	0	105	70	0.000	0.011	1
292	-35.153333	-70.532430	5.124	1178.5	4526.2	1792.9	15.4	10.4	10.7	2012	7	29	16	42	51.220	0.0	0	0	65	37	0.000	0.008	1
293	-35.163005	-70.498958	5.224	4227.8	3453.1	1892.9	24.4	11.2	8.9	2012	7	29	1	15	9.530	0.0	0	0	80	69	0.000	0.010	1
294	-35.165161	-70.499707	5.080	4159.1	3213.9	1749.5	31.5	18.4	10.7	2012	7	29	16	37	24.370	0.0	0	0	99	44	0.000	0.013	1
295	-35.213070	-70.579883	3.204	-3142.9	-2101.3	-127.5	6.2	9.1	8.1	2012	7	29	19	9	40.360	0.0	0	0	201	90	0.000	0.016	1
296	-35.154773	-70.529435	5.138	1451.2	4366.3	1806.5	16.5	12.3	9.7	2012	7	29	20	59	20.120	0.0	0	0	46	43	0.000	0.008	1
297	-35.168734	-70.516366	4.627	2641.9	2817.2	1296.2	16.4	9.5	11.9	2012	7	28	8	22	20.980	0.0	0	0	95	51	0.000	0.009	1
301	-35.168408	-70.518408	4.723	2455.8	2853.6	1391.7	15.0	11.1	10.3	2012	8	3	0	55	46.010	0.0	0	0	75	39	0.000	0.008	1
302	-35.213277	-70.578027	2.842	-2974.2	-2124.5	-489.4	5.5	7.4	8.9	2012	8	3	6	22	33.480	0.0	0	0	180	115	0.000	0.016	1
303	-35.212516	-70.577856	3.018	-2958.1	-2039.9	-313.2	4.2	6.6	8.5	2012	8	3	12	54	3.730	0.0	0	0	199	134	0.000	0.017	1
304	-35.176143	-70.525806	3.690	1782.0	1995.5	359.0	19.2	13.4	11.8	2012	8	5	22	23	18.300	0.0	0	0	35	16	0.000	0.007	1
305	-35.212850	-70.582015	3.276	-3337.2	-2077.2	-55.2	7.6	8.6	11.1	2012	8	5	22	28	2.000	0.0	0	0	167	93	0.000	0.017	1
306	-35.217834	-70.568953	5.768	-2147.3	-2630.1	2436.5	28.6	19.8	26.1	2012	8	7	8	51	20.800	0.0	0	0	8	4	0.000	0.002	1
307	-35.181604	-70.532495	3.734	1172.5	1389.5	402.7	10.6	11.5	10.5	2012	8	7	14	21	3.360	0.0	0	0	46	35	0.000	0.006	1
308	-35.153532	-70.533797	5.125	1054.4	4504.0	1794.4	16.5	8.3	11.9	2012	8	8	7	12	12.800	0.0	0	0	55	44	0.000	0.007	1
309	-35.164795	-70.496509	5.135	4450.6	3254.3	1804.4	12.4	7.1	7.6	2012	8	8	3	36	53.150	0.0	0	0	103	85	0.000	0.012	1
312	-35.211780	-70.573966	4.730	-2604.1	-1958.2	1399.0	7.4	13.8	10.4	2012	8	15	2	19	38.610	0.0	0	0	104	86	0.000	0.015	1
314	-35.210291	-70.549740	2.575	-397.9	-1793.3	-756.1	18.9	13.6	22.1	2012	8	17	4	17	1.290	0.0	0	0	29	15	0.000	0.006	1
315	-35.213236	-70.576831	2.515	-2864.9	-2119.9	-815.9	5.9	10.5	8.9	2012	8	17	9	6	38.040	0.0	0	0	110	110	0.000	0.014	1
318	-35.153263	-70.534538	5.015	987.0	4533.7	1684.3	12.9	9.6	9.5	2012	8	18	22	9	48.440	0.0	0	0	60	48	0.000	0.009	1
319	-35.153813	-70.532129	5.149	1206.1	4472.9	1817.9	8.9	7.5	5.5	2012	8	19	11	47	12.280	0.0	0	0	63	43	0.000	0.008	1
320	-35.208639	-70.551335	3.047	-543.1	-1609.8	-283.8	12.4	9.8	14.5	2012	8	19	22	52	54.280	0.0	0	0	47	28	0.000	0.008	1
321	-35.211230	-70.576872	4.766	-2868.9	-1897.2	1434.9	6.3	10.3	8.9	2012	8	21	0	35	47.410	0.0	0	0	101	71	0.000	0.013	1
322	-35.215169	-70.575773	5.464	-2768.6	-2334.6	2133.1	21.8	12.5	21.4	2012	8	21	6	52	1.150	0.0	0	0	12	4	0.000	0.002	1
324	-35.155391	-70.530770	5.371	1330.2	4297.8	2040.0	15.2	8.8	10.8	2012	8	24	7	13	6.180	0.0	0	0	58	39	0.000	0.009	1
325	-35.209257	-70.564559	2.327	-1747.2	-1678.5	-1004.1	21.2	18.0	32.5	2012	8	24	2	16	22.990	0.0	0	0	20	5	0.000	0.006	1
326	-35.177173	-70.532829	3.789	1142.0	1881.3	458.3	7.9	8.0	5.7	2012	8	25	1	33	3.700	0.0	0	0	141	64	0.000	0.013	1
327	-35.177417	-70.532031	3.628	1214.9	1853.9	297.2	9.3	8.5	6.8	2012	8	25	1	22	49.280	0.0	0	0	138	88	0.000	0.015	1
328	-35.178056	-70.533073	3.879	1119.9	1783.1	548.0	6.5	8.2	6.4	2012	8	25	1	26	18.900	0.0	0	0	155	105	0.000	0.015	1



# Anexo

329	-35.177319	-70.535010	3.825	943.8	1865.1	494.1	8.2	7.5	6.9	2012	8	25	1	29	16.790	0.0	0	0	109	110	0.000	0.017	1
330	-35.177995	-70.531730	3.844	1242.2	1790.0	512.7	7.7	9.1	5.9	2012	8	25	1	30	28.720	0.0	0	0	139	78	0.000	0.016	1
331	-35.178805	-70.528548	3.440	1532.2	1699.9	109.3	9.6	10.7	7.3	2012	8	25	1	31	23.810	0.0	0	0	90	72	0.000	0.012	1
332	-35.177563	-70.534481	3.866	991.6	1837.9	534.7	7.9	8.7	7.1	2012	8	25	1	42	56.800	0.0	0	0	127	93	0.000	0.014	1
333	-35.210144	-70.579313	3.088	-3091.2	-1776.7	-242.6	5.2	8.4	8.1	2012	8	25	17	54	50.280	0.0	0	0	188	101	0.000	0.015	1
334	-35.176994	-70.533130	3.557	1114.5	1901.2	225.8	10.4	8.3	10.2	2012	8	26	21	23	16.680	0.0	0	0	80	117	0.000	0.014	1
335	-35.177844	-70.531315	3.842	1280.4	1806.8	511.3	8.1	8.5	5.4	2012	8	26	19	21	8.160	0.0	0	0	140	98	0.000	0.014	1
336	-35.178219	-70.531071	3.941	1302.2	1765.2	610.1	10.3	9.5	5.6	2012	8	27	11	31	1.500	0.0	0	0	141	102	0.000	0.014	1
337	-35.178312	-70.530811	3.946	1326.2	1754.9	615.1	10.1	8.7	6.0	2012	8	27	11	31	1.500	0.0	0	0	144	106	0.000	0.015	1
338	-35.178483	-70.530615	3.962	1343.8	1735.9	631.5	9.2	8.9	5.7	2012	8	27	11	31	1.500	0.0	0	0	145	110	0.000	0.015	1
339	-35.183020	-70.522005	3.361	2127.6	1232.4	30.4	18.0	17.7	14.5	2012	8	27	9	1	27.070	0.0	0	0	7	3	0.000	0.002	1
341	-35.221289	-70.554671	1.989	-846.9	-3013.1	-1342.4	212.2	26.7	32.3	2012	8	27	16	22	45.630	0.0	0	0	4	3	0.000	0.003	1
342	-35.155758	-70.528597	5.230	1527.6	4257.2	1899.3	19.9	11.3	12.2	2012	8	30	5	54	41.960	0.0	0	0	64	46	0.000	0.010	1
343	-35.213184	-70.572607	2.056	-2480.2	-2114.2	-1274.9	7.8	10.3	16.6	2012	8	30	19	46	25.220	0.0	0	0	52	46	0.000	0.011	1
344	-35.177795	-70.531095	4.488	1300.2	1812.1	1156.7	13.5	8.5	8.9	2012	8	31	20	13	29.540	0.0	0	0	117	79	0.000	0.012	1
345	-35.177234	-70.532739	3.886	1150.3	1874.3	554.6	9.5	9.6	8.5	2012	9	1	5	55	56.120	0.0	0	0	142	105	0.000	0.015	1
346	-35.212358	-70.576554	2.645	-2839.5	-2022.5	-686.0	7.1	9.4	9.8	2012	9	4	18	10	38.040	0.0	0	0	145	129	0.000	0.017	1
347	-35.213843	-70.582780	3.209	-3406.8	-2187.0	-121.9	4.9	8.0	7.8	2012	9	4	10	50	49.030	0.0	0	0	141	73	0.000	0.013	1
348	-35.176510	-70.535579	3.906	891.5	1954.6	574.7	7.7	8.2	7.7	2012	9	6	10	23	46.260	0.0	0	0	124	61	0.000	0.012	1
350	-35.211902	-70.580542	3.356	-3202.7	-1971.6	24.6	6.1	5.6	7.9	2012	9	8	10	40	17.820	0.0	0	0	186	103	0.000	0.015	1
351	-35.211747	-70.577254	3.935	-2903.6	-1954.5	603.9	9.2	8.9	12.0	2012	9	8	10	40	38.440	0.0	0	0	25	7	0.000	0.005	1
352	-35.211499	-70.579964	3.618	-3150.1	-1927.1	287.3	8.1	7.8	10.3	2012	9	8	12	10	57.920	0.0	0	0	200	132	0.000	0.017	1
354	-35.213261	-70.580851	3.008	-3231.4	-2122.4	-323.3	5.3	7.9	8.2	2012	9	8	17	39	15.600	0.0	0	0	194	131	0.000	0.017	1
355	-35.212984	-70.582389	3.055	-3370.7	-2092.0	-275.6	7.4	9.0	13.4	2012	9	13	3	41	25.590	0.0	0	0	147	80	0.000	0.013	1
358	-35.148568	-70.541512	6.949	351.2	5054.7	3618.5	8.1	7.7	5.3	2012	9	18	0	32	12.590	0.0	0	0	29	23	0.000	0.006	1
359	-35.149325	-70.541064	6.828	391.9	4970.6	3497.3	10.3	7.7	6.3	2012	9	18	0	38	54.910	0.0	0	0	31	23	0.000	0.006	1
360	-35.150122	-70.539217	7.087	560.5	4882.4	3755.8	13.3	9.4	7.3	2012	9	18	0	40	55.940	0.0	0	0	25	18	0.000	0.005	1
361	-35.148694	-70.541203	6.643	379.3	5040.6	3312.3	10.8	9.9	9.1	2012	9	18	0	44	30.690	0.0	0	0	34	23	0.000	0.007	1
362	-35.149019	-70.539632	6.663	522.7	5004.7	3332.4	14.1	12.2	8.4	2012	9	18	0	57	17.550	0.0	0	0	31	24	0.000	0.007	1
363	-35.178288	-70.529199	4.439	1472.7	1757.2	1108.2	14.3	8.6	9.6	2012	9	18	15	48	35.140	0.0	0	0	99	69	0.000	0.014	1
364	-35.210885	-70.573356	4.116	-2548.6	-1859.0	785.3	9.1	9.0	16.1	2012	9	18	19	44	53.240	0.0	0	0	137	42	0.000	0.014	1
365	-35.213135	-70.568197	5.481	-2078.9	-2108.8	2150.1	26.5	17.6	24.5	2012	9	18	19	46	18.120	0.0	0	0	15	6	0.000	0.003	1
366	-35.179610	-70.527450	3.563	1631.9	1610.6	231.8	11.4	12.6	9.7	2012	9	19	16	22	52.890	0.0	0	0	50	58	0.000	0.009	1
370	-35.178670	-70.530892	3.842	1318.8	1715.0	511.4	12.6	10.1	5.7	2012	9	28	23	31	38.640	0.0	0	0	118	85	0.000	0.014	1
372	-35.213298	-70.580143	1.245	-3166.3	-2126.7	-2086.2	10.5	14.7	26.0	2012	9	29	8	9	21.520	0.0	0	0	24	19	0.000	0.006	1

373	-35.213289	-70.576318	3.737	-2818.6	-2125.6	406.0	4.1	9.8	7.6	2012	10	1	4	50	42.520	0.0	0	0	133	100	0.000	0.018	1
374	-35.212264	-70.576807	3.210	-2862.5	-2012.2	-120.9	7.0	7.9	11.6	2012	10	3	15	53	5.650	0.0	0	0	166	87	0.000	0.015	1
376	-35.209517	-70.551969	1.442	-600.7	-1707.5	-1889.5	77.0	77.0	152.3	2012	10	6	16	25	1.000	0.0	0	0	6	4	0.000	0.002	1
178	-35.155843	-70.584229	7.119	-498.8	-121.5	-206.0	22.5	18.6	22.0	2012	7	3	17	56	8.500	0.0	0	0	1	1	0.000	0.010	2
179	-35.156022	-70.582943	6.995	-382.0	-141.1	-329.9	6.7	15.7	10.3	2012	7	3	17	57	13.600	0.0	0	0	4	5	0.000	0.023	2
180	-35.155098	-70.582853	7.188	-373.4	-39.0	-136.9	13.4	19.0	13.0	2012	7	3	17	56	8.600	0.0	0	0	3	4	0.000	0.021	2
31	-35.186003	-70.577002	5.700	-546.6	184.6	-99.7	0.5	0.7	0.4	2012	2	26	10	4	56.000	0.0	0	0	2	2	0.000	0.003	3
32	-35.187000	-70.571004	6.000	-0.2	74.2	200.5	0.5	0.7	0.4	2012	2	26	20	9	2.700	0.0	0	0	2	2	0.000	0.003	3
316	-35.242981	-70.520060	3.702	85.4	-108.8	102.3	270.8	207.8	165.8	2012	8	18	15	25	39.200	0.0	0	0	5	6	0.000	0.148	4
317	-35.241020	-70.521948	3.498	-86.5	108.6	-102.3	258.4	209.1	168.0	2012	8	18	15	28	25.700	0.0	0	0	5	6	0.000	0.148	4

## ZONA SISMOGÉNICA NE

1	-35.118514	-70.545426	7.931	-5033.1	954.0	-583.6	9.0	6.7	4.0	2012	1	11	19	52	19.360	0.0	0	0	116	77	0.000	0.010	1
2	-35.123588	-70.451953	10.106	3487.4	390.9	1591.6	8.2	7.5	5.2	2012	1	12	0	44	0.400	0.0	0	0	42	28	0.000	0.007	1
3	-35.124357	-70.492773	8.635	-233.5	305.4	120.9	16.6	4.9	6.7	2012	1	12	4	24	3.480	0.0	0	0	56	29	0.000	0.007	1
4	-35.135099	-70.472860	8.056	1581.4	-886.3	-458.3	9.4	7.7	6.3	2012	1	12	11	25	3.720	0.0	0	0	79	45	0.000	0.009	1
5	-35.111796	-70.542432	7.925	-4760.3	1699.1	-589.7	11.5	7.3	5.9	2012	1	14	2	18	31.860	0.0	0	0	51	33	0.000	0.007	1
6	-35.118331	-70.554199	8.807	-5832.7	974.3	292.9	5.1	2.9	4.3	2012	1	14	2	54	55.190	0.0	0	0	14	7	0.000	0.003	1
7	-35.099736	-70.476237	10.058	1273.7	3037.1	1543.8	9.7	4.8	4.5	2012	1	14	10	25	27.130	0.0	0	0	8	10	0.000	0.003	1
8	-35.124841	-70.487036	8.484	289.4	252.1	-30.3	9.7	5.2	4.2	2012	1	18	22	32	32.920	0.0	0	0	116	54	0.000	0.009	1
9	-35.125008	-70.486149	8.452	370.0	233.3	-61.9	6.7	3.1	3.1	2012	1	18	22	40	27.200	0.0	0	0	131	70	0.000	0.010	1
10	-35.117896	-70.469010	7.487	1932.4	1022.5	-1027.4	16.8	10.5	10.8	2012	1	19	0	29	43.130	0.0	0	0	3	3	0.000	0.001	1
11	-35.127677	-70.480404	8.378	893.8	-62.6	-136.4	8.7	4.6	4.3	2012	1	19	1	13	55.170	0.0	0	0	147	116	0.000	0.011	1
13	-35.144259	-70.473307	6.836	1540.6	-1902.4	-1678.5	9.9	7.0	4.6	2012	1	20	2	27	12.810	0.0	0	0	48	34	0.000	0.006	1
14	-35.108716	-70.558146	8.209	-6192.9	2040.8	-305.0	20.9	18.2	14.9	2012	1	20	6	9	19.970	0.0	0	0	1	0	0.000	0.000	1
15	-35.135905	-70.451725	9.508	3507.4	-975.3	993.6	7.0	5.8	4.5	2012	1	25	16	5	32.420	0.0	0	0	109	67	0.000	0.010	1
16	-35.125997	-70.486239	9.241	361.9	123.5	726.9	11.4	4.6	4.6	2012	1	25	14	28	23.730	0.0	0	0	94	74	0.000	0.008	1
17	-35.126921	-70.451807	10.551	3500.6	21.1	2037.0	9.4	6.9	6.2	2012	1	25	22	40	51.980	0.0	0	0	35	23	0.000	0.006	1
18	-35.108545	-70.466073	10.133	2200.4	2059.8	1618.8	13.0	5.8	6.1	2012	1	26	9	32	22.580	0.0	0	0	36	1	0.000	0.003	1
19	-35.111015	-70.466488	9.795	2162.3	1785.7	1280.5	7.4	3.7	3.6	2012	1	26	9	43	48.930	0.0	0	0	43	25	0.000	0.004	1
20	-35.114876	-70.462809	9.741	2497.8	1357.6	1226.7	6.9	4.9	5.2	2012	1	26	13	15	40.160	0.0	0	0	29	10	0.000	0.004	1
21	-35.101591	-70.473201	10.190	1550.5	2831.3	1675.6	11.2	5.3	4.6	2012	1	26	19	41	32.240	0.0	0	0	13	9	0.000	0.003	1
22	-35.109257	-70.462484	10.584	2527.5	1981.0	2070.0	9.1	4.5	3.4	2012	1	27	12	6	31.240	0.0	0	0	39	15	0.000	0.004	1

# Anexo

23	-35.126457	-70.486532	9.155	335.5	72.7	640.4	11.7	4.8	4.8	2012	1	27	12	53	54.680	0.0	0	0	113	87	0.000	0.011	1
24	-35.141781	-70.474048	8.877	1473.2	-1627.4	362.8	11.7	9.1	6.4	2012	1	28	15	11	28.040	0.0	0	0	22	18	0.000	0.004	1
25	-35.126286	-70.571818	4.990	-7438.5	91.5	-3523.9	17.0	10.6	13.8	2012	1	29	0	53	48.690	0.0	0	0	3	4	0.000	0.002	1
26	-35.142505	-70.462541	10.022	2521.8	-1707.8	1507.7	14.1	9.5	7.9	2012	1	29	5	41	59.820	0.0	0	0	9	7	0.000	0.003	1
27	-35.147371	-70.455135	7.832	3196.4	-2247.7	-682.6	14.0	12.7	10.8	2012	2	2	12	12	48.100	0.0	0	0	5	5	0.000	0.003	1
28	-35.111015	-70.463232	10.154	2459.3	1785.8	1639.3	7.8	4.9	4.0	2012	2	2	19	55	31.000	0.0	0	0	54	19	0.000	0.006	1
29	-35.102828	-70.476571	10.066	1243.5	2694.2	1552.2	11.1	5.8	5.0	2012	2	2	16	41	31.110	0.0	0	0	15	11	0.000	0.003	1
31	-35.140995	-70.443734	9.573	4235.5	-1540.2	1058.7	6.1	6.7	4.4	2012	2	3	19	24	35.820	0.0	0	0	46	32	0.000	0.007	1
33	-35.124325	-70.538200	8.675	-4374.1	309.4	161.2	11.6	9.4	3.5	2012	2	5	3	11	29.690	0.0	0	0	83	69	0.000	0.009	1
34	-35.138143	-70.463843	8.726	2403.0	-1223.9	211.9	8.1	6.9	4.3	2012	2	5	23	51	43.080	0.0	0	0	79	63	0.000	0.009	1
35	-35.129207	-70.474105	6.948	1468.0	-232.3	-1566.4	13.3	8.7	7.8	2012	2	6	13	2	51.170	0.0	0	0	24	21	0.000	0.007	1
36	-35.117204	-70.466496	9.250	2161.8	1099.2	736.0	10.8	8.0	5.7	2012	2	6	15	32	41.540	0.0	0	0	24	22	0.000	0.004	1
37	-35.131551	-70.457666	11.136	2966.2	-492.6	2621.6	9.5	8.4	5.6	2012	2	6	21	5	40.160	0.0	0	0	25	21	0.000	0.005	1
38	-35.127417	-70.474699	8.522	1413.9	-34.0	7.5	9.3	4.8	4.2	2012	2	10	22	11	37.800	0.0	0	0	134	92	0.000	0.011	1
40	-35.142704	-70.462305	10.477	2543.1	-1730.1	1962.5	13.4	9.9	7.8	2012	2	18	7	57	7.910	0.0	0	0	9	6	0.000	0.002	1
41	-35.127250	-70.521297	8.062	-2833.4	-15.5	-452.6	15.8	8.5	5.6	2012	2	21	17	32	44.960	0.0	0	0	5	3	0.000	0.002	1
42	-35.130542	-70.463778	8.610	2408.8	-380.7	95.4	9.5	9.5	5.1	2012	2	21	19	57	15.080	0.0	0	0	61	44	0.000	0.008	1
43	-35.143673	-70.451034	9.599	3570.4	-1837.5	1085.2	9.5	7.3	4.5	2012	2	24	6	33	4.720	0.0	0	0	45	35	0.000	0.007	1
44	-35.124353	-70.451945	9.588	3488.0	306.1	1074.1	9.4	6.8	5.9	2012	2	29	21	19	14.200	0.0	0	0	29	22	0.000	0.005	1
45	-35.128105	-70.494759	7.169	-414.6	-110.3	-1345.7	20.6	8.0	6.4	2012	3	2	1	7	56.840	0.0	0	0	15	8	0.000	0.003	1
46	-35.137134	-70.446549	8.359	3979.6	-1112.1	-155.5	6.1	7.5	4.7	2012	3	2	1	57	3.450	0.0	0	0	47	25	0.000	0.006	1
47	-35.124821	-70.531852	7.236	-3795.9	254.1	-1278.7	10.7	5.0	6.5	2012	3	2	22	53	17.260	0.0	0	0	39	29	0.000	0.006	1
48	-35.114038	-70.549959	7.972	-5446.2	1450.2	-541.9	5.4	4.1	4.5	2012	3	4	5	55	29.260	0.0	0	0	90	48	0.000	0.008	1
49	-35.113025	-70.464876	9.948	2309.6	1562.8	1434.1	11.7	6.2	5.8	2012	3	7	12	14	10.600	0.0	0	0	20	20	0.000	0.004	1
50	-35.135677	-70.457235	7.966	3005.4	-950.3	-547.8	6.4	5.3	3.6	2012	3	7	20	7	46.000	0.0	0	0	78	43	0.000	0.009	1
51	-35.139176	-70.455705	8.539	3144.5	-1338.4	24.4	10.6	12.4	7.0	2012	3	8	1	8	22.130	0.0	0	0	68	54	0.000	0.010	1
52	-35.129708	-70.559871	4.721	-6349.5	-288.0	-3793.6	24.4	14.1	18.5	2012	3	8	7	6	17.130	0.0	0	0	1	2	0.000	0.001	1
53	-35.132983	-70.469824	10.354	1857.9	-651.2	1840.2	20.4	15.2	10.1	2012	3	8	11	17	15.080	0.0	0	0	44	9	0.000	0.006	1
55	-35.123743	-70.483512	8.008	610.3	374.0	-506.7	10.7	6.9	4.9	2012	3	16	12	26	17.130	0.0	0	0	75	43	0.000	0.008	1
56	-35.118660	-70.564697	6.429	-6789.4	937.7	-2085.6	3.9	3.7	5.6	2012	3	20	21	1	40.180	0.0	0	0	3	3	0.000	0.001	1
57	-35.143542	-70.443717	9.435	4236.9	-1823.0	921.1	6.8	8.3	5.3	2012	3	22	2	12	24.950	0.0	0	0	31	28	0.000	0.007	1
58	-35.133700	-70.469849	7.028	1855.8	-731.1	-1486.1	8.3	5.0	4.7	2012	3	22	6	25	25.980	0.0	0	0	53	48	0.000	0.007	1
59	-35.134249	-70.471647	7.425	1692.2	-791.9	-1089.0	7.3	4.7	3.2	2012	3	22	6	55	30.120	0.0	0	0	69	63	0.000	0.008	1
60	-35.128975	-70.457235	9.169	3005.6	-207.0	654.4	13.1	10.9	8.4	2012	3	22	2	42	33.890	0.0	0	0	36	29	0.000	0.007	1
61	-35.128638	-70.467603	9.711	2060.9	-169.3	1196.8	8.8	5.9	5.2	2012	3	22	22	20	15.460	0.0	0	0	81	34	0.000	0.008	1

# Anexo

63	-35.126945	-70.509660	8.925	-1772.4	18.4	411.2	11.7	6.3	3.6	2012	3	24	18	22	47.320	0.0	0	0	16	19	0.000	0.003	1
64	-35.122738	-70.511092	8.762	-1903.6	485.3	247.7	12.4	8.6	4.3	2012	3	24	17	23	44.360	0.0	0	0	18	12	0.000	0.003	1
65	-35.119450	-70.471427	8.759	1712.0	850.2	245.2	13.4	8.4	5.8	2012	3	27	2	3	0.540	0.0	0	0	60	46	0.000	0.008	1
66	-35.120890	-70.461068	7.974	2656.1	690.4	-540.5	21.0	14.5	12.5	2012	3	27	5	20	9.510	0.0	0	0	8	3	0.000	0.003	1
68	-35.115247	-70.458366	11.171	2902.4	1316.3	2657.0	13.7	11.1	8.3	2012	3	28	4	6	45.150	0.0	0	0	14	9	0.000	0.004	1
69	-35.115450	-70.555037	7.768	-5909.1	1293.6	-746.5	6.0	3.8	5.0	2012	3	28	4	10	25.350	0.0	0	0	65	54	0.000	0.007	1
70	-35.126485	-70.458789	9.099	2863.9	69.6	585.1	14.1	11.3	8.4	2012	3	28	8	20	20.660	0.0	0	0	29	18	0.000	0.005	1
71	-35.126644	-70.532479	8.794	-3852.7	52.1	280.2	15.7	13.1	9.4	2012	3	29	11	57	22.870	0.0	0	0	2	3	0.000	0.001	1
72	-35.116284	-70.556681	8.187	-6059.2	1201.2	-327.2	5.5	3.7	3.2	2012	3	29	12	39	31.810	0.0	0	0	55	41	0.000	0.006	1
73	-35.115926	-70.560767	7.879	-6431.1	1240.8	-635.3	5.4	4.8	4.3	2012	3	29	11	55	17.290	0.0	0	0	46	38	0.000	0.006	1
74	-35.116382	-70.558407	7.852	-6216.1	1190.4	-661.9	4.2	3.1	3.7	2012	3	29	11	59	17.770	0.0	0	0	57	43	0.000	0.006	1
75	-35.115430	-70.557454	7.972	-6129.4	1296.0	-542.3	6.6	3.9	5.2	2012	3	29	12	41	15.210	0.0	0	0	55	47	0.000	0.008	1
76	-35.137130	-70.460889	8.222	2672.4	-1111.6	-292.4	7.8	5.1	3.6	2012	4	4	3	58	47.970	0.0	0	0	63	39	0.000	0.008	1
77	-35.118925	-70.546956	7.692	-5172.3	908.4	-821.9	7.5	6.4	4.9	2012	4	5	6	58	50.660	0.0	0	0	101	30	0.000	0.009	1
78	-35.116520	-70.547388	8.821	-5212.2	1175.0	306.8	11.4	8.0	7.9	2012	4	5	7	15	24.380	0.0	0	0	62	33	0.000	0.006	1
79	-35.116333	-70.546875	8.830	-5165.1	1196.0	316.2	11.1	8.2	7.8	2012	4	5	7	16	32.460	0.0	0	0	58	33	0.000	0.006	1
80	-35.121826	-70.543221	8.058	-4831.6	586.3	-455.8	6.5	4.5	5.8	2012	4	5	10	2	4.980	0.0	0	0	134	110	0.000	0.013	1
81	-35.120508	-70.540934	8.134	-4623.4	732.6	-380.0	13.8	9.2	5.0	2012	4	5	19	2	56.240	0.0	0	0	136	59	0.000	0.013	1
82	-35.136711	-70.453044	7.906	3387.8	-1064.7	-608.6	5.9	5.1	3.9	2012	4	6	8	40	7.260	0.0	0	0	53	31	0.000	0.007	1
83	-35.136129	-70.455436	8.489	3169.2	-1000.3	-25.3	10.8	6.7	5.3	2012	4	6	12	30	12.110	0.0	0	0	77	41	0.000	0.008	1
84	-35.125753	-70.472070	8.604	1653.6	151.0	89.9	8.7	5.7	5.1	2012	4	6	22	6	35.040	0.0	0	0	114	90	0.000	0.011	1
86	-35.140352	-70.450163	8.034	3650.2	-1468.8	-480.2	6.3	6.4	4.6	2012	4	8	22	56	46.160	0.0	0	0	60	43	0.000	0.008	1
89	-35.119466	-70.540658	8.989	-4598.4	848.1	474.9	7.9	6.1	4.0	2012	4	9	15	21	3.000	0.0	0	0	94	89	0.000	0.009	1
91	-35.125928	-70.535881	6.931	-4162.6	131.3	-1583.3	10.6	7.0	7.5	2012	4	10	11	19	57.520	0.0	0	0	40	26	0.000	0.005	1
92	-35.121578	-70.488273	7.565	176.3	613.9	-948.8	23.9	8.1	9.8	2012	4	10	22	11	24.840	0.0	0	0	6	9	0.000	0.003	1
93	-35.137585	-70.455265	8.242	3185.1	-1162.1	-272.3	5.9	5.4	4.5	2012	4	11	0	48	16.720	0.0	0	0	81	57	0.000	0.009	1
94	-35.136405	-70.452295	7.769	3455.5	-1030.9	-744.8	6.2	5.0	4.1	2012	4	11	4	7	11.220	0.0	0	0	46	32	0.000	0.007	1
96	-35.131978	-70.448804	9.831	3773.7	-540.0	1316.9	7.3	7.4	5.1	2012	4	21	7	24	29.460	0.0	0	0	89	61	0.000	0.010	1
97	-35.137134	-70.473730	8.958	1501.8	-1111.9	444.0	10.8	7.3	5.3	2012	4	22	20	15	41.360	0.0	0	0	63	52	0.000	0.008	1
98	-35.142265	-70.469865	8.512	1854.5	-1681.3	-2.4	11.5	10.6	6.6	2012	4	22	15	24	11.150	0.0	0	0	38	33	0.000	0.006	1
99	-35.125952	-70.517017	6.424	-2443.6	128.8	-2089.8	4.7	3.9	2.5	2012	4	24	22	16	49.080	0.0	0	0	17	17	0.000	0.004	1
100	-35.146529	-70.455770	8.131	3138.6	-2154.0	-383.6	13.5	12.3	10.1	2012	4	25	2	29	6.510	0.0	0	0	26	21	0.000	0.005	1
101	-35.120536	-70.489429	8.416	71.5	729.4	-98.5	12.1	5.7	5.4	2012	4	26	7	57	5.450	0.0	0	0	55	21	0.000	0.007	1
102	-35.112264	-70.468042	10.731	2021.0	1647.4	2216.7	6.6	4.6	3.5	2012	4	27	6	12	13.090	0.0	0	0	33	17	0.000	0.004	1
103	-35.107479	-70.556047	7.492	-6001.4	2178.2	-1022.4	8.6	6.2	6.2	2012	4	30	0	22	0.320	0.0	0	0	29	16	0.000	0.004	1

# Anexo

104	-35.112093	-70.556421	7.548	-6035.6	1666.4	-966.0	9.8	4.4	7.4	2012	4	30	3	12	35.940	0.0	0	0	70	28	0.000	0.008	1
105	-35.131632	-70.567578	4.970	-7052.0	-501.4	-3543.8	18.2	11.6	15.0	2012	5	2	5	8	20.030	0.0	0	0	2	5	0.000	0.002	1
106	-35.120308	-70.486963	8.569	295.7	754.8	55.1	13.9	7.2	6.0	2012	5	3	19	46	37.360	0.0	0	0	83	30	0.000	0.009	1
107	-35.130098	-70.516903	5.780	-2433.2	-331.3	-2734.3	8.8	4.7	4.5	2012	5	4	1	23	23.100	0.0	0	0	14	12	0.000	0.004	1
108	-35.123433	-70.477922	8.538	1120.4	408.1	24.2	6.7	3.5	4.5	2012	5	4	2	28	42.280	0.0	0	0	130	79	0.000	0.012	1
109	-35.131730	-70.512044	5.602	-1990.0	-512.2	-2912.2	9.8	4.8	4.6	2012	5	4	5	36	52.230	0.0	0	0	6	6	0.000	0.001	1
111	-35.126164	-70.466699	9.300	2142.8	105.0	785.3	9.1	7.8	5.5	2012	5	4	14	24	21.850	0.0	0	0	86	57	0.000	0.009	1
112	-35.120687	-70.478630	9.034	1055.3	712.8	519.8	13.1	6.7	4.7	2012	5	5	4	51	39.050	0.0	0	0	90	41	0.000	0.009	1
113	-35.116431	-70.557503	7.750	-6133.7	1184.8	-764.3	5.1	3.4	4.1	2012	5	8	20	33	7.100	0.0	0	0	51	34	0.000	0.007	1
114	-35.105603	-70.474056	9.831	1472.8	2386.1	1316.4	13.6	5.9	6.0	2012	5	9	4	2	43.060	0.0	0	0	13	15	0.000	0.003	1
116	-35.120048	-70.539388	7.685	-4482.7	783.8	-828.8	7.0	5.4	4.8	2012	5	10	14	34	21.730	0.0	0	0	85	58	0.000	0.008	1
117	-35.139425	-70.454053	9.548	3295.4	-1365.9	1033.5	6.7	4.9	3.5	2012	5	12	9	7	12.080	0.0	0	0	95	55	0.000	0.008	1
118	-35.138851	-70.449992	9.603	3665.8	-1302.4	1089.1	7.9	7.7	5.6	2012	5	12	9	10	23.940	0.0	0	0	90	63	0.000	0.010	1
119	-35.141280	-70.447754	9.043	3869.5	-1571.8	528.5	7.5	5.0	4.4	2012	5	12	15	11	9.100	0.0	0	0	83	44	0.000	0.008	1
120	-35.137866	-70.456453	9.799	3076.4	-1193.2	1285.2	6.8	5.4	3.9	2012	5	12	8	40	42.060	0.0	0	0	73	49	0.000	0.007	1
121	-35.133439	-70.455103	10.654	3199.7	-702.0	2140.1	9.0	8.1	5.2	2012	5	13	13	10	46.500	0.0	0	0	31	27	0.000	0.006	1
122	-35.136576	-70.469246	7.071	1910.7	-1050.1	-1443.2	6.4	4.8	4.3	2012	5	15	8	4	7.620	0.0	0	0	66	46	0.000	0.007	1
123	-35.137732	-70.445581	8.950	4067.7	-1178.2	436.1	8.5	6.8	6.6	2012	5	15	10	15	41.950	0.0	0	0	50	33	0.000	0.007	1
124	-35.123775	-70.534790	9.348	-4063.4	370.0	833.4	12.1	6.1	6.0	2012	5	16	0	44	59.620	0.0	0	0	36	22	0.000	0.006	1
125	-35.136414	-70.467122	7.553	2104.3	-1031.9	-960.9	13.4	8.6	5.0	2012	5	17	7	4	53.880	0.0	0	0	72	30	0.000	0.008	1
126	-35.140190	-70.473234	6.997	1546.9	-1451.1	-1517.7	6.6	3.6	3.4	2012	5	17	7	11	59.450	0.0	0	0	64	51	0.000	0.007	1
127	-35.137325	-70.451253	9.406	3550.5	-1133.2	891.4	7.2	8.1	5.0	2012	5	17	10	8	51.920	0.0	0	0	104	32	0.000	0.009	1
128	-35.108346	-70.462410	9.676	2533.8	2082.0	1161.4	11.3	6.4	5.6	2012	5	16	16	8	44.540	0.0	0	0	33	23	0.000	0.005	1
129	-35.112203	-70.554972	7.906	-5903.6	1653.8	-608.1	4.4	3.5	3.2	2012	5	17	4	42	4.760	0.0	0	0	65	34	0.000	0.006	1
130	-35.136727	-70.458431	9.049	2896.1	-1066.5	534.9	8.6	5.3	4.7	2012	5	21	0	0	26.160	0.0	0	0	91	62	0.000	0.010	1
132	-35.144287	-70.462288	6.716	2544.9	-1905.6	-1798.6	11.3	9.4	7.8	2012	5	22	10	36	8.160	0.0	0	0	36	29	0.000	0.007	1
133	-35.136202	-70.461027	7.426	2660.1	-1008.3	-1087.9	9.7	9.0	7.1	2012	5	22	10	48	7.670	0.0	0	0	62	45	0.000	0.008	1
135	-35.128361	-70.470467	8.537	1799.3	-138.7	22.4	8.7	4.8	4.8	2012	5	24	1	7	24.690	0.0	0	0	95	72	0.000	0.010	1
136	-35.141366	-70.470573	6.936	1789.5	-1581.3	-1578.4	8.3	4.5	3.6	2012	5	26	10	9	35.590	0.0	0	0	77	59	0.000	0.007	1
137	-35.133374	-70.474178	8.438	1460.9	-694.9	-76.2	9.3	5.8	4.6	2012	5	29	22	41	15.620	0.0	0	0	37	41	0.000	0.007	1
138	-35.110437	-70.551945	7.428	-5627.8	1849.9	-1086.4	7.9	5.9	5.6	2012	5	30	2	1	11.250	0.0	0	0	45	40	0.000	0.006	1
139	-35.130941	-70.446737	10.507	3962.7	-424.6	1992.8	9.1	8.2	6.3	2012	5	30	12	11	13.120	0.0	0	0	39	29	0.000	0.007	1
140	-35.129285	-70.473665	8.864	1507.8	-240.8	349.9	6.3	4.5	4.7	2012	5	30	20	17	21.240	0.0	0	0	149	121	0.000	0.013	1
142	-35.120561	-70.457658	11.205	2967.1	726.6	2690.4	10.7	7.9	5.4	2012	5	31	9	20	24.910	0.0	0	0	30	14	0.000	0.005	1
143	-35.124902	-70.454199	10.685	3282.3	245.3	2170.4	10.4	7.9	6.5	2012	5	31	9	21	8.210	0.0	0	0	46	30	0.000	0.007	1

# Anexo

144	-35.123946	-70.531128	8.305	-3729.8	351.1	-209.4	25.9	20.9	15.7	2012	5	31	10	55	50.200	0.0	0	0	2	0	0.000	0.000	1
145	-35.121899	-70.481836	8.747	763.4	578.4	232.3	12.7	7.4	5.2	2012	5	31	10	57	23.150	0.0	0	0	100	68	0.000	0.011	1
146	-35.123258	-70.480062	8.874	924.7	427.5	359.9	9.4	5.5	5.0	2012	5	31	11	2	24.860	0.0	0	0	149	100	0.000	0.012	1
147	-35.116699	-70.480778	9.470	859.6	1155.2	955.4	27.2	10.5	9.3	2012	5	31	11	26	27.320	0.0	0	0	7	4	0.000	0.003	1
148	-35.124044	-70.474748	9.062	1409.5	340.2	547.5	11.1	5.9	5.3	2012	5	31	11	35	51.650	0.0	0	0	106	80	0.000	0.011	1
149	-35.124670	-70.475081	8.911	1379.3	271.1	396.9	10.2	5.7	4.9	2012	5	31	15	45	6.910	0.0	0	0	58	39	0.000	0.007	1
150	-35.128003	-70.492716	7.806	-228.3	-99.1	-707.8	11.7	5.6	5.1	2012	5	31	16	49	36.020	0.0	0	0	63	38	0.000	0.007	1
151	-35.124231	-70.480086	8.692	922.5	319.8	178.1	7.3	3.8	3.6	2012	5	31	15	47	54.300	0.0	0	0	109	67	0.000	0.008	1
153	-35.125085	-70.478385	8.668	1077.9	224.8	153.7	6.8	4.5	3.3	2012	6	1	0	6	49.560	0.0	0	0	137	91	0.000	0.010	1
154	-35.128723	-70.463102	8.894	2471.1	-179.0	379.7	9.1	7.9	5.1	2012	6	1	0	26	59.460	0.0	0	0	60	62	0.000	0.009	1
155	-35.125134	-70.469059	9.008	1928.0	219.5	493.7	9.5	7.5	5.1	2012	6	1	3	5	50.000	0.0	0	0	109	70	0.000	0.011	1
156	-35.123442	-70.477572	9.038	1151.8	407.4	523.9	7.0	4.8	3.8	2012	6	1	3	54	59.810	0.0	0	0	128	80	0.000	0.010	1
157	-35.140861	-70.473128	7.702	1556.5	-1525.5	-812.1	7.5	6.8	4.8	2012	6	1	4	3	29.160	0.0	0	0	76	58	0.000	0.009	1
158	-35.122762	-70.476408	9.128	1257.8	482.4	613.8	6.4	4.4	3.8	2012	6	1	4	34	46.840	0.0	0	0	125	84	0.000	0.011	1
159	-35.134424	-70.475260	8.495	1362.4	-811.2	-18.8	8.0	5.0	4.9	2012	6	1	6	3	22.860	0.0	0	0	94	75	0.000	0.009	1
160	-35.124630	-70.489518	8.074	63.1	275.5	-440.3	12.6	5.1	5.8	2012	6	1	7	7	51.050	0.0	0	0	21	20	0.000	0.005	1
161	-35.130168	-70.481624	7.350	782.3	-339.1	-1164.0	11.5	6.4	6.6	2012	6	1	4	14	53.360	0.0	0	0	8	13	0.000	0.004	1
162	-35.125012	-70.492122	8.305	-174.6	233.1	-209.5	13.4	4.3	4.8	2012	6	2	6	36	15.590	0.0	0	0	66	35	0.000	0.007	1
163	-35.124076	-70.476676	8.931	1233.8	336.7	416.8	8.4	5.6	4.6	2012	6	3	19	58	0.080	0.0	0	0	103	99	0.000	0.011	1
164	-35.119926	-70.543441	7.942	-4851.9	797.2	-572.6	8.1	4.5	6.2	2012	6	4	2	53	42.220	0.0	0	0	123	65	0.000	0.010	1
165	-35.121977	-70.541667	8.058	-4690.2	569.9	-456.4	6.5	4.8	5.7	2012	6	4	3	10	46.100	0.0	0	0	152	69	0.000	0.011	1
167	-35.122180	-70.542961	7.758	-4808.5	547.0	-756.8	6.8	5.2	6.0	2012	6	4	3	10	46.070	0.0	0	0	134	80	0.000	0.011	1
168	-35.130558	-70.506641	8.586	-1497.4	-382.4	71.8	7.8	7.1	3.5	2012	6	5	5	1	41.540	0.0	0	0	10	22	0.000	0.003	1
169	-35.105273	-70.464941	10.141	2303.5	2422.7	1626.9	13.3	5.4	5.7	2012	6	5	11	57	15.780	0.0	0	0	29	22	0.000	0.005	1
170	-35.124504	-70.508374	5.759	-1655.7	289.3	-2755.0	16.7	6.7	5.7	2012	6	5	7	24	25.030	0.0	0	0	2	2	0.000	0.000	1
171	-35.137264	-70.468905	7.588	1941.4	-1126.2	-926.4	7.3	4.8	3.3	2012	6	6	13	15	46.630	0.0	0	0	74	62	0.000	0.007	1
172	-35.126904	-70.487183	8.292	275.7	22.8	-222.3	14.4	6.1	6.9	2012	6	7	7	52	5.580	0.0	0	0	13	4	0.000	0.003	1
173	-35.134489	-70.478573	7.437	1061.0	-818.6	-1076.8	14.2	6.9	6.7	2012	6	7	17	29	35.000	0.0	0	0	70	42	0.000	0.007	1
174	-35.137024	-70.470247	7.264	1819.6	-1099.8	-1250.6	6.6	5.1	4.5	2012	6	8	17	34	42.900	0.0	0	0	65	39	0.000	0.007	1
175	-35.136133	-70.450342	8.281	3633.8	-1000.6	-233.7	5.8	7.0	4.6	2012	6	8	21	41	40.700	0.0	0	0	36	27	0.000	0.006	1
176	-35.135103	-70.463590	9.325	2426.5	-886.7	810.5	9.8	8.5	5.4	2012	6	9	7	55	47.780	0.0	0	0	59	50	0.000	0.009	1
177	-35.131775	-70.496411	8.748	-565.3	-517.1	234.2	12.1	8.0	5.9	2012	6	16	3	27	6.940	0.0	0	0	17	16	0.000	0.004	1
178	-35.130929	-70.457788	11.685	2955.3	-423.5	3170.4	14.1	10.8	7.9	2012	6	16	10	5	0.690	0.0	0	0	8	5	0.000	0.002	1
179	-35.132743	-70.483862	8.060	578.3	-624.6	-454.3	17.5	8.9	6.4	2012	6	16	2	35	22.400	0.0	0	0	28	34	0.000	0.006	1
180	-35.128353	-70.474251	10.823	1454.5	-137.5	2308.9	18.2	11.1	8.5	2012	6	20	3	3	33.980	0.0	0	0	20	9	0.000	0.004	1

# Anexo

181	-35.144808	-70.472998	6.847	1568.7	-1963.2	-1667.1	9.6	7.8	7.3	2012	6	24	12	58	37.320	0.0	0	0	32	25	0.000	0.005	1
182	-35.127852	-70.469670	6.361	1872.4	-82.0	-2153.1	18.4	13.7	11.1	2012	6	24	21	32	57.040	0.0	0	0	7	5	0.000	0.003	1
183	-35.138375	-70.458317	7.445	2906.8	-1249.7	-1069.1	8.9	7.9	6.9	2012	6	26	7	45	5.830	0.0	0	0	40	25	0.000	0.005	1
184	-35.127153	-70.513306	8.301	-2105.1	-4.7	-213.3	7.9	5.2	3.4	2012	6	26	16	5	18.250	0.0	0	0	23	22	0.000	0.004	1
185	-35.121891	-70.487882	8.616	211.9	579.2	101.4	6.8	4.5	4.0	2012	6	28	3	25	12.220	0.0	0	0	103	70	0.000	0.009	1
186	-35.128544	-70.473381	7.656	1534.2	-158.8	-858.6	8.4	6.7	6.9	2012	6	28	16	58	56.790	0.0	0	0	52	46	0.000	0.008	1
187	-35.114144	-70.535710	7.526	-4147.6	1438.7	-988.1	11.7	7.9	8.3	2012	6	30	14	20	31.390	0.0	0	0	26	13	0.000	0.005	1
188	-35.136320	-70.455428	8.702	3170.0	-1021.7	187.5	9.0	5.9	4.6	2012	7	2	2	54	38.670	0.0	0	0	64	72	0.000	0.009	1
190	-35.136816	-70.465666	7.105	2237.2	-1076.8	-1409.4	7.3	7.2	5.7	2012	7	3	12	33	50.710	0.0	0	0	77	39	0.000	0.008	1
191	-35.146191	-70.442367	8.192	4360.6	-2116.6	-322.3	11.5	13.3	8.9	2012	7	3	22	11	54.560	0.0	0	0	9	4	0.000	0.002	1
192	-35.145068	-70.471134	7.696	1738.1	-1992.4	-818.6	9.9	8.3	6.4	2012	7	3	8	42	14.770	0.0	0	0	29	28	0.000	0.005	1
193	-35.136011	-70.504460	8.382	-1298.5	-987.1	-132.5	12.9	10.0	6.1	2012	7	6	11	20	0.530	0.0	0	0	12	21	0.000	0.004	1
194	-35.137492	-70.480379	8.103	896.0	-1151.6	-411.3	10.9	7.3	4.9	2012	7	6	7	45	52.790	0.0	0	0	56	47	0.000	0.008	1
195	-35.137577	-70.450724	8.868	3599.0	-1161.2	353.4	9.4	7.1	5.6	2012	7	7	13	12	43.150	0.0	0	0	98	75	0.000	0.011	1
196	-35.133818	-70.462590	9.219	2517.2	-743.7	704.8	10.0	5.2	4.6	2012	7	7	13	13	8.510	0.0	0	0	70	67	0.000	0.010	1
198	-35.123197	-70.543701	8.734	-4875.7	434.3	219.4	5.4	3.6	3.3	2012	7	8	6	9	46.670	0.0	0	0	108	90	0.000	0.011	1
199	-35.113228	-70.451506	10.925	3528.2	1540.1	2411.2	16.4	8.8	8.4	2012	7	9	17	51	11.460	0.0	0	0	7	3	0.000	0.003	1
201	-35.127161	-70.471037	9.835	1747.9	-5.5	1320.7	11.0	6.3	5.7	2012	7	10	12	56	11.780	0.0	0	0	95	56	0.000	0.009	1
202	-35.129541	-70.463794	9.841	2407.7	-269.3	1326.4	10.2	7.1	5.4	2012	7	10	13	19	22.880	0.0	0	0	72	48	0.000	0.008	1
203	-35.137374	-70.441585	9.996	4431.6	-1138.7	1482.0	11.2	10.3	7.9	2012	7	10	13	21	23.330	0.0	0	0	5	6	0.000	0.002	1
204	-35.128084	-70.466488	9.894	2162.5	-107.8	1379.5	9.0	5.6	4.6	2012	7	10	13	22	47.480	0.0	0	0	67	55	0.000	0.009	1
205	-35.126493	-70.473145	10.091	1555.8	68.8	1576.9	8.7	5.5	4.2	2012	7	10	13	27	34.530	0.0	0	0	60	27	0.000	0.007	1
206	-35.133443	-70.467448	9.485	2074.3	-702.5	971.2	10.1	6.9	5.3	2012	7	11	1	49	32.080	0.0	0	0	59	50	0.000	0.008	1
207	-35.135506	-70.447599	9.957	3883.3	-931.2	1442.9	8.6	6.5	5.3	2012	7	10	1	44	53.520	0.0	0	0	78	54	0.000	0.010	1
208	-35.126326	-70.468066	10.329	2018.3	86.9	1815.2	8.8	6.6	4.2	2012	7	10	22	52	13.720	0.0	0	0	69	47	0.000	0.008	1
209	-35.128882	-70.471338	9.656	1719.9	-196.2	1141.5	10.4	6.1	4.9	2012	7	11	14	24	33.930	0.0	0	0	105	56	0.000	0.010	1
210	-35.127226	-70.475423	9.630	1347.8	-12.5	1115.9	13.5	8.3	6.3	2012	7	11	14	24	33.940	0.0	0	0	65	32	0.000	0.008	1
211	-35.128385	-70.517277	6.450	-2467.2	-141.3	-2064.2	5.4	3.1	4.0	2012	7	11	20	29	30.460	0.0	0	0	7	7	0.000	0.002	1
212	-35.131087	-70.472786	8.415	1588.2	-441.0	-99.2	7.4	4.3	4.8	2012	7	12	21	40	3.520	0.0	0	0	106	79	0.000	0.011	1
213	-35.124410	-70.472030	10.260	1656.9	299.5	1745.4	9.6	5.7	6.4	2012	7	15	5	31	31.780	0.0	0	0	60	32	0.000	0.007	1
214	-35.124504	-70.520337	6.702	-2746.2	289.2	-1812.5	5.3	4.3	3.8	2012	7	15	9	34	41.370	0.0	0	0	6	6	0.000	0.002	1
215	-35.147209	-70.441667	7.437	4424.1	-2229.5	-1077.5	11.3	14.3	11.4	2012	7	15	16	41	3.810	0.0	0	0	3	2	0.000	0.001	1
216	-35.131974	-70.471240	8.448	1729.2	-539.4	-65.8	7.0	6.9	5.7	2012	7	15	18	36	10.720	0.0	0	0	74	23	0.000	0.008	1
218	-35.128886	-70.479744	8.945	954.0	-196.7	430.7	10.3	4.8	5.4	2012	7	18	5	38	31.290	0.0	0	0	123	89	0.000	0.010	1
219	-35.131238	-70.477336	8.931	1173.1	-457.6	416.7	9.5	5.6	5.0	2012	7	18	5	38	31.480	0.0	0	0	113	79	0.000	0.010	1

# Anexo

220	-35.130318	-70.498381	9.384	-744.5	-355.7	869.6	10.6	8.1	6.2	2012	7	22	10	40	6.200	0.0	0	0	8	10	0.000	0.002	1
222	-35.130750	-70.450977	10.329	3575.7	-403.8	1814.3	9.7	7.5	5.6	2012	7	22	17	40	25.360	0.0	0	0	51	38	0.000	0.008	1
223	-35.120569	-70.521891	7.185	-2887.5	726.1	-1329.3	8.0	6.5	4.4	2012	7	23	1	0	44.780	0.0	0	0	6	4	0.000	0.003	1
224	-35.130233	-70.448641	10.111	3788.8	-346.1	1596.9	7.2	5.7	4.4	2012	7	24	10	19	13.830	0.0	0	0	58	53	0.000	0.009	1
225	-35.107585	-70.471354	9.477	1718.5	2166.3	962.9	12.5	7.3	5.4	2012	7	25	6	19	57.890	0.0	0	0	22	17	0.000	0.004	1
226	-35.122009	-70.468221	9.597	2004.2	566.1	1082.4	9.1	5.7	5.5	2012	7	25	7	28	42.890	0.0	0	0	93	54	0.000	0.009	1
227	-35.122026	-70.470207	10.119	1823.3	564.4	1604.4	12.0	7.0	5.6	2012	7	25	7	28	42.950	0.0	0	0	51	35	0.000	0.007	1
228	-35.134180	-70.454492	9.132	3255.6	-784.1	618.1	9.3	5.6	4.2	2012	7	25	14	54	55.660	0.0	0	0	100	81	0.000	0.011	1
229	-35.116170	-70.549251	7.146	-5382.0	1214.0	-1368.2	10.2	7.0	8.1	2012	7	26	4	54	58.820	0.0	0	0	64	47	0.000	0.008	1
230	-35.124565	-70.533472	7.809	-3943.3	282.5	-705.6	8.0	5.2	4.0	2012	7	26	18	23	37.240	0.0	0	0	71	48	0.000	0.008	1
231	-35.124414	-70.534904	7.847	-4074.1	299.4	-667.6	6.6	3.4	3.5	2012	7	26	18	17	49.840	0.0	0	0	111	94	0.000	0.010	1
232	-35.124695	-70.534798	7.831	-4064.4	268.0	-683.6	5.5	4.0	3.4	2012	7	26	18	18	7.580	0.0	0	0	95	66	0.000	0.010	1
233	-35.124878	-70.533089	7.852	-3908.4	247.7	-662.1	7.8	5.5	3.5	2012	7	26	19	27	3.200	0.0	0	0	59	40	0.000	0.007	1
234	-35.125321	-70.530721	7.860	-3692.4	198.5	-653.9	11.3	7.6	4.7	2012	7	26	20	28	11.280	0.0	0	0	33	27	0.000	0.006	1
235	-35.117004	-70.546647	7.744	-5144.5	1121.3	-770.0	9.8	6.4	5.1	2012	1	11	19	52	19.560	0.0	0	0	92	47	0.000	0.009	1
236	-35.142871	-70.462492	7.473	2526.5	-1748.6	-1040.8	8.1	6.7	5.4	2012	1	12	11	25	4.030	0.0	0	0	31	22	0.000	0.006	1
237	-35.143111	-70.462280	7.729	2545.6	-1775.1	-785.7	4.4	3.7	3.3	2012	1	12	11	25	3.870	0.0	0	0	40	32	0.000	0.007	1
238	-35.126811	-70.443709	10.364	4238.2	33.4	1850.2	4.1	4.5	3.2	2012	1	12	0	43	59.870	0.0	0	0	38	31	0.000	0.005	1
239	-35.126811	-70.443709	10.364	4238.2	33.4	1850.2	4.1	4.5	3.2	2012	1	12	0	43	59.870	0.0	0	0	38	31	0.000	0.005	1
240	-35.126811	-70.443709	10.364	4238.2	33.4	1850.2	4.1	4.5	3.2	2012	1	12	0	43	59.870	0.0	0	0	38	31	0.000	0.005	1
241	-35.126237	-70.481527	8.729	791.2	97.3	215.2	8.0	3.7	4.8	2012	1	12	4	24	3.320	0.0	0	0	115	92	0.000	0.011	1
242	-35.143111	-70.462280	7.729	2545.6	-1775.1	-785.7	4.4	3.7	3.3	2012	1	12	11	25	3.870	0.0	0	0	40	32	0.000	0.007	1
243	-35.126811	-70.443709	10.364	4238.2	33.4	1850.2	4.1	4.5	3.2	2012	1	12	0	43	59.870	0.0	0	0	38	31	0.000	0.005	1
244	-35.127698	-70.480184	8.747	913.8	-65.1	232.8	8.6	5.0	5.0	2012	1	12	4	24	3.310	0.0	0	0	90	63	0.000	0.009	1
245	-35.142554	-70.446899	9.472	3947.2	-1713.2	957.9	5.7	5.9	4.8	2012	7	27	10	36	41.980	0.0	0	0	41	39	0.000	0.007	1
246	-35.121895	-70.536751	7.737	-4242.5	578.9	-777.6	8.8	6.5	4.1	2012	7	26	18	17	30.420	0.0	0	0	103	86	0.000	0.010	1
247	-35.133993	-70.528442	6.204	-3484.7	-763.2	-2310.7	6.4	4.9	4.5	2012	7	26	18	19	22.520	0.0	0	0	5	4	0.000	0.001	1
248	-35.135067	-70.527148	6.150	-3366.3	-882.7	-2364.4	6.5	5.0	4.5	2012	7	26	18	19	22.700	0.0	0	0	5	4	0.000	0.001	1
249	-35.118799	-70.539347	8.030	-4479.0	922.2	-484.1	9.7	6.8	5.1	2012	7	26	18	44	31.420	0.0	0	0	142	103	0.000	0.013	1
250	-35.120911	-70.536995	7.519	-4264.5	688.2	-995.5	8.4	6.9	5.2	2012	7	26	18	58	6.160	0.0	0	0	68	53	0.000	0.007	1
251	-35.134237	-70.477059	8.279	1198.9	-790.5	-235.3	10.0	5.0	4.9	2012	7	27	13	1	51.910	0.0	0	0	80	70	0.000	0.009	1
252	-35.121187	-70.542676	7.967	-4782.3	657.4	-547.3	7.5	5.5	4.6	2012	7	28	15	24	3.830	0.0	0	0	146	136	0.000	0.013	1
253	-35.119930	-70.543831	7.772	-4887.5	796.6	-742.5	10.7	8.5	5.4	2012	7	28	15	26	6.160	0.0	0	0	149	101	0.000	0.012	1
254	-35.114693	-70.464624	10.019	2332.2	1378.0	1504.7	8.0	5.7	4.2	2012	7	29	9	23	40.660	0.0	0	0	52	22	0.000	0.006	1
255	-35.133114	-70.468538	8.433	1975.2	-665.6	-81.5	8.8	5.9	5.7	2012	7	29	16	5	10.810	0.0	0	0	79	60	0.000	0.010	1



# Anexo

256	-35.125159	-70.466073	8.652	2200.1	216.7	137.6	9.2	6.6	4.5	2012	7	29	18	48	50.080	0.0	0	0	61	47	0.000	0.008	1
257	-35.123104	-70.473413	8.295	1531.3	444.6	-219.5	8.3	6.9	5.3	2012	7	30	7	24	41.100	0.0	0	0	117	86	0.000	0.011	1
258	-35.110425	-70.469946	10.846	1847.2	1851.2	2331.5	8.5	4.4	3.2	2012	7	30	12	31	19.710	0.0	0	0	21	13	0.000	0.003	1
259	-35.135409	-70.478776	8.023	1041.8	-920.7	-491.7	13.6	6.1	6.3	2012	7	31	9	46	39.340	0.0	0	0	24	51	0.000	0.006	1
260	-35.127580	-70.481755	8.748	770.5	-51.8	233.8	13.9	4.4	5.9	2012	7	31	12	15	20.350	0.0	0	0	119	47	0.000	0.009	1
262	-35.121537	-70.468677	10.198	1962.4	618.6	1683.3	10.8	7.8	6.0	2012	7	31	13	12	16.700	0.0	0	0	42	30	0.000	0.006	1
263	-35.110502	-70.577881	6.466	-7992.0	1842.6	-2048.3	6.7	8.4	8.1	2012	8	1	14	2	16.560	0.0	0	0	2	2	0.000	0.001	1
264	-35.119157	-70.523511	5.909	-3035.5	882.7	-2605.0	13.5	9.4	6.3	2012	8	2	20	19	16.460	0.0	0	0	10	11	0.000	0.003	1
265	-35.140702	-70.458008	10.921	2935.0	-1507.8	2406.9	13.0	11.7	7.8	2012	8	3	10	29	6.190	0.0	0	0	11	6	0.000	0.004	1
266	-35.136853	-70.469604	7.924	1878.3	-1080.6	-590.3	8.8	9.2	6.5	2012	8	3	17	20	58.680	0.0	0	0	14	32	0.000	0.005	1
268	-35.122013	-70.487671	9.493	231.7	565.5	978.6	11.5	5.8	3.6	2012	8	4	21	38	56.640	0.0	0	0	48	33	0.000	0.006	1
269	-35.125606	-70.487614	8.802	236.7	167.0	287.9	8.7	4.2	3.7	2012	8	4	21	38	40.760	0.0	0	0	115	91	0.000	0.010	1
270	-35.127234	-70.480412	8.660	893.2	-13.4	145.3	8.5	4.9	4.5	2012	8	5	17	7	46.560	0.0	0	0	161	88	0.000	0.014	1
271	-35.117497	-70.506209	8.780	-1458.2	1066.7	265.5	8.2	5.1	5.8	2012	8	5	12	52	25.800	0.0	0	0	8	5	0.000	0.003	1
272	-35.127283	-70.491772	10.114	-142.1	-19.0	1599.4	13.7	3.4	4.3	2012	8	5	16	4	0.180	0.0	0	0	17	15	0.000	0.004	1
273	-35.124528	-70.474268	8.993	1453.0	286.9	478.7	10.6	6.1	3.9	2012	8	6	8	49	33.810	0.0	0	0	124	76	0.000	0.011	1
274	-35.120256	-70.524382	5.661	-3114.8	760.9	-2853.5	12.2	8.4	6.0	2012	8	6	9	27	18.240	0.0	0	0	10	9	0.000	0.002	1
275	-35.132255	-70.444580	9.781	4158.8	-570.5	1267.0	7.9	6.2	5.3	2012	8	7	10	10	9.250	0.0	0	0	48	41	0.000	0.008	1
276	-35.119027	-70.504036	8.897	-1260.5	896.8	383.0	7.9	6.7	4.7	2012	8	5	12	52	25.800	0.0	0	0	7	5	0.000	0.002	1
277	-35.127043	-70.492025	10.183	-165.4	7.9	1668.9	12.1	4.3	3.7	2012	8	5	16	4	0.200	0.0	0	0	14	15	0.000	0.003	1
278	-35.125684	-70.472363	9.076	1626.7	158.5	561.8	9.2	5.2	4.9	2012	8	6	8	49	33.820	0.0	0	0	135	79	0.000	0.011	1
279	-35.121814	-70.522347	5.747	-2929.0	587.9	-2767.5	7.6	4.7	4.5	2012	8	6	9	27	18.220	0.0	0	0	14	16	0.000	0.003	1
280	-35.131238	-70.460319	10.849	2724.4	-458.0	2335.2	6.3	5.9	4.1	2012	8	7	10	10	26.910	0.0	0	0	23	13	0.000	0.004	1
281	-35.113774	-70.547038	7.503	-5179.9	1480.0	-1011.6	9.1	5.7	8.2	2012	8	8	7	26	19.410	0.0	0	0	63	51	0.000	0.008	1
282	-35.119124	-70.541073	6.901	-4636.1	885.9	-1613.6	12.3	9.8	8.3	2012	8	8	20	5	12.800	0.0	0	0	51	33	0.000	0.006	1
283	-35.135071	-70.452897	10.327	3400.7	-882.9	1812.5	10.7	8.0	6.3	2012	8	9	15	39	55.430	0.0	0	0	73	38	0.000	0.008	1
284	-35.135396	-70.483984	8.513	567.8	-919.3	-1.7	19.3	7.8	7.9	2012	8	9	15	18	50.540	0.0	0	0	45	26	0.000	0.005	1
285	-35.123372	-70.569564	4.990	-7233.3	414.9	-3524.2	17.6	10.6	13.9	2012	8	10	3	45	27.450	0.0	0	0	3	3	0.000	0.001	1
286	-35.136255	-70.459937	6.422	2759.3	-1014.5	-2091.8	6.9	5.3	5.5	2012	8	10	6	2	11.640	0.0	0	0	22	17	0.000	0.005	1
287	-35.127238	-70.513346	8.782	-2108.6	-13.8	267.5	13.2	6.9	3.7	2012	8	11	1	46	18.160	0.0	0	0	9	6	0.000	0.002	1
288	-35.112805	-70.568717	6.054	-7156.5	1587.2	-2459.8	3.7	3.7	6.1	2012	8	11	11	51	22.110	0.0	0	0	5	5	0.000	0.001	1
290	-35.128011	-70.469417	9.111	1895.1	-99.7	597.1	9.0	6.2	4.8	2012	8	12	13	27	58.500	0.0	0	0	97	71	0.000	0.010	1
291	-35.131067	-70.491545	10.022	-121.7	-438.9	1507.6	21.9	5.6	6.3	2012	8	4	19	57	8.720	0.0	0	0	12	11	0.000	0.003	1
292	-35.125411	-70.498584	7.480	-763.4	188.7	-1034.0	20.0	7.8	8.4	2012	8	13	21	21	53.840	0.0	0	0	21	8	0.000	0.004	1
293	-35.123767	-70.501050	7.319	-988.3	370.9	-1195.1	19.9	10.8	8.0	2012	8	13	17	32	0.000	0.0	0	0	3	5	0.000	0.002	1

# Anexo

294	-35.126343	-70.490625	6.918	-37.8	85.5	-1596.3	26.8	8.9	8.9	2012	8	13	17	38	7.580	0.0	0	0	10	4	0.000	0.002	1
295	-35.133586	-70.498315	8.911	-739.1	-718.1	396.5	13.1	8.1	6.6	2012	8	14	14	42	26.060	0.0	0	0	3	16	0.000	0.002	1
296	-35.109033	-70.471086	10.297	1743.5	2005.5	1782.6	13.1	8.1	5.4	2012	8	16	0	27	43.790	0.0	0	0	47	33	0.000	0.006	1
297	-35.125895	-70.498958	7.309	-797.6	135.2	-1205.1	17.4	7.0	7.3	2012	8	16	11	16	15.770	0.0	0	0	20	11	0.000	0.004	1
298	-35.111605	-70.556722	7.473	-6063.1	1720.3	-1041.2	6.1	4.4	4.6	2012	8	17	8	11	29.960	0.0	0	0	67	37	0.000	0.007	1
299	-35.130603	-70.484725	7.795	500.2	-387.2	-719.2	17.4	8.2	6.9	2012	8	17	9	22	42.130	0.0	0	0	2	30	0.000	0.005	1
300	-35.140120	-70.456071	9.328	3111.4	-1443.2	814.1	7.7	3.7	3.6	2012	8	17	10	2	51.320	0.0	0	0	101	83	0.000	0.010	1
301	-35.120939	-70.493433	8.521	-293.5	684.9	6.3	19.0	6.9	5.3	2012	8	17	10	36	1.630	0.0	0	0	24	8	0.000	0.004	1
302	-35.144360	-70.469588	7.791	1879.1	-1913.7	-723.2	9.0	8.8	6.0	2012	8	18	8	34	27.310	0.0	0	0	3	23	0.000	0.004	1
303	-35.138839	-70.454395	9.539	3263.9	-1301.1	1024.7	7.9	6.4	4.3	2012	8	18	12	27	44.420	0.0	0	0	105	69	0.000	0.009	1
305	-35.144450	-70.453288	8.742	3364.7	-1923.7	228.1	9.8	7.9	5.4	2012	8	18	15	48	50.620	0.0	0	0	22	36	0.000	0.007	1
306	-35.119963	-70.554753	8.765	-5883.3	793.2	251.1	4.4	3.6	4.6	2012	8	19	11	56	38.890	0.0	0	0	32	25	0.000	0.006	1
307	-35.129228	-70.446802	9.250	3956.7	-234.6	735.8	11.8	9.8	8.6	2012	8	20	13	8	57.850	0.0	0	0	25	19	0.000	0.005	1
308	-35.125110	-70.565487	5.682	-6861.2	222.3	-2832.7	17.8	11.1	22.2	2012	8	24	3	6	21.890	0.0	0	0	1	2	0.000	0.001	1
309	-35.145972	-70.454915	8.916	3216.7	-2092.2	401.9	9.1	6.4	5.5	2012	8	24	0	8	17.010	0.0	0	0	37	33	0.000	0.007	1
310	-35.122575	-70.477897	9.417	1122.6	503.5	903.1	11.9	5.2	5.8	2012	8	24	0	9	22.790	0.0	0	0	75	20	0.000	0.007	1
311	-35.144759	-70.472225	6.144	1639.3	-1957.9	-2370.5	10.0	9.9	6.8	2012	8	24	5	31	37.780	0.0	0	0	19	15	0.000	0.004	1
312	-35.121362	-70.491553	9.267	-122.5	637.8	752.3	9.7	7.4	5.5	2012	8	24	12	34	31.250	0.0	0	0	44	25	0.000	0.006	1
313	-35.119690	-70.465723	9.484	2232.1	823.6	969.7	10.2	7.1	6.2	2012	8	24	13	52	38.520	0.0	0	0	41	15	0.000	0.005	1
314	-35.128817	-70.456234	9.764	3096.9	-188.9	1249.3	8.0	7.3	5.9	2012	8	24	15	51	33.980	0.0	0	0	54	51	0.000	0.008	1
315	-35.119767	-70.489860	9.303	31.8	814.6	788.8	12.8	7.5	4.8	2012	8	24	12	5	53.790	0.0	0	0	40	22	0.000	0.006	1
316	-35.123840	-70.534017	9.310	-3992.8	363.2	795.6	10.5	5.9	5.9	2012	8	25	21	8	55.160	0.0	0	0	8	30	0.000	0.005	1
318	-35.113794	-70.554997	7.051	-5905.6	1477.6	-1463.3	6.9	6.4	6.6	2012	8	26	1	51	25.140	0.0	0	0	42	34	0.000	0.006	1
319	-35.138607	-70.476660	6.377	1235.1	-1275.5	-2137.7	12.6	8.2	7.3	2012	8	26	3	5	12.540	0.0	0	0	25	17	0.000	0.005	1
320	-35.113741	-70.555762	7.726	-5975.4	1483.3	-787.8	7.0	3.4	6.6	2012	8	26	1	47	23.160	0.0	0	0	46	46	0.000	0.006	1
321	-35.129484	-70.442782	10.446	4323.1	-263.1	1931.9	7.7	9.4	5.9	2012	8	26	7	46	36.610	0.0	0	0	44	38	0.000	0.007	1
322	-35.129590	-70.452311	10.072	3454.2	-275.0	1558.1	8.6	6.0	5.2	2012	8	26	8	25	27.360	0.0	0	0	68	38	0.000	0.009	1
324	-35.130037	-70.444889	10.502	4130.6	-324.4	1987.6	7.9	9.1	6.0	2012	8	26	10	24	40.930	0.0	0	0	48	32	0.000	0.007	1
325	-35.119393	-70.531120	8.010	-3728.9	856.5	-504.7	15.7	11.0	8.3	2012	8	26	1	49	14.300	0.0	0	0	24	20	0.000	0.005	1
326	-35.131909	-70.465218	10.602	2277.5	-532.1	2087.6	15.5	11.6	9.1	2012	8	26	23	38	9.020	0.0	0	0	27	16	0.000	0.005	1
327	-35.136792	-70.535815	6.976	-4156.4	-1074.0	-1537.9	15.3	13.0	9.4	2012	8	27	9	2	29.010	0.0	0	0	5	5	0.000	0.002	1
328	-35.122453	-70.458716	10.493	2870.7	517.0	1978.6	12.5	10.2	8.2	2012	8	27	9	52	25.140	0.0	0	0	20	9	0.000	0.004	1
329	-35.138570	-70.531120	7.303	-3728.3	-1271.3	-1210.9	16.4	13.4	9.2	2012	8	27	10	18	45.730	0.0	0	0	5	5	0.000	0.002	1
330	-35.127230	-70.539502	9.222	-4492.8	-13.0	708.1	10.5	7.7	5.8	2012	8	27	10	34	4.760	0.0	0	0	54	50	0.000	0.009	1
331	-35.123083	-70.544417	8.510	-4940.6	446.7	-4.4	5.2	3.9	3.7	2012	8	27	22	53	22.720	0.0	0	0	88	108	0.000	0.011	1

# Anexo

332	-35.123132	-70.542708	8.600	-4785.2	441.6	85.7	4.5	3.4	2.6	2012	8	27	22	50	35.320	0.0	0	0	129	121	0.000	0.010	1
333	-35.123604	-70.540072	8.752	-4544.8	389.3	237.9	5.6	3.9	5.5	2012	8	27	22	50	20.480	0.0	0	0	91	99	0.000	0.010	1
334	-35.134692	-70.445996	9.210	4030.0	-841.1	695.4	8.2	7.2	5.8	2012	8	28	6	18	46.710	0.0	0	0	65	41	0.000	0.007	1
335	-35.132544	-70.486108	7.759	373.9	-602.4	-755.5	17.6	6.0	6.0	2012	8	28	8	31	41.410	0.0	0	0	19	19	0.000	0.004	1
336	-35.112016	-70.468140	9.604	2011.6	1674.6	1089.9	10.0	5.0	5.1	2012	8	28	12	38	41.460	0.0	0	0	37	25	0.000	0.006	1
337	-35.121635	-70.547583	8.323	-5229.5	607.4	-191.1	6.4	4.8	5.2	2012	8	28	18	38	11.980	0.0	0	0	132	125	0.000	0.012	1
338	-35.123381	-70.541349	8.537	-4661.2	413.8	22.5	6.6	4.9	3.1	2012	8	28	18	41	5.960	0.0	0	0	138	102	0.000	0.012	1
339	-35.122542	-70.540430	8.601	-4577.5	507.1	86.4	4.7	2.9	2.7	2012	8	28	18	44	40.120	0.0	0	0	148	143	0.000	0.011	1
340	-35.122449	-70.541178	8.573	-4645.7	517.5	58.8	5.7	3.4	4.1	2012	8	28	18	44	40.120	0.0	0	0	142	133	0.000	0.011	1
341	-35.131832	-70.466715	7.489	2141.2	-523.6	-1025.5	7.9	6.3	5.2	2012	8	28	20	0	28.640	0.0	0	0	42	40	0.000	0.006	1
342	-35.120422	-70.537215	9.154	-4284.9	742.1	640.2	8.9	5.8	5.0	2012	8	29	19	46	54.520	0.0	0	0	26	71	0.000	0.009	1
343	-35.133850	-70.460604	8.462	2698.1	-747.4	-52.2	7.3	5.5	3.8	2012	8	30	6	18	57.650	0.0	0	0	80	62	0.000	0.009	1
345	-35.122099	-70.541797	8.681	-4702.2	556.1	166.9	5.4	3.5	2.6	2012	8	30	17	33	13.080	0.0	0	0	136	128	0.000	0.012	1
346	-35.122750	-70.540218	8.688	-4558.1	484.2	173.3	7.3	5.2	4.3	2012	8	30	17	33	13.240	0.0	0	0	73	75	0.000	0.009	1
348	-35.129659	-70.502930	8.352	-1159.0	-282.4	-161.8	11.5	6.7	3.2	2012	8	30	14	16	17.710	0.0	0	0	7	18	0.000	0.003	1
349	-35.145256	-70.441846	8.701	4407.8	-2012.9	186.3	11.2	13.3	8.4	2012	8	30	5	8	3.270	0.0	0	0	8	3	0.000	0.002	1
351	-35.123018	-70.542513	8.573	-4767.4	454.3	58.8	6.0	4.1	2.9	2012	8	30	17	35	21.940	0.0	0	0	116	104	0.000	0.011	1
352	-35.128223	-70.506331	8.481	-1469.1	-123.4	-33.1	9.0	6.1	3.1	2012	8	30	21	47	42.880	0.0	0	0	19	23	0.000	0.003	1
354	-35.119792	-70.520386	6.570	-2750.3	812.1	-1944.2	6.6	5.4	3.9	2012	9	1	7	7	55.080	0.0	0	0	20	14	0.000	0.004	1
355	-35.124581	-70.541951	8.378	-4715.8	280.8	-136.0	6.7	4.1	3.4	2012	9	1	12	6	46.300	0.0	0	0	100	80	0.000	0.012	1
356	-35.136922	-70.461076	6.583	2655.4	-1088.3	-1931.1	7.9	6.5	5.4	2012	9	5	7	54	46.880	0.0	0	0	25	20	0.000	0.005	1
357	-35.110657	-70.553613	8.051	-5779.9	1825.4	-462.8	6.5	4.8	5.5	2012	9	5	9	53	42.790	0.0	0	0	55	47	0.000	0.006	1
358	-35.125647	-70.451147	11.107	3560.6	162.6	2592.6	11.6	8.8	7.1	2012	9	1	1	51	13.160	0.0	0	0	21	16	0.000	0.005	1
359	-35.125012	-70.538200	8.688	-4374.1	232.8	173.9	6.4	4.9	3.5	2012	9	1	9	50	18.200	0.0	0	0	99	103	0.000	0.011	1
360	-35.138529	-70.472396	7.404	1624.0	-1266.7	-1110.0	5.3	4.8	4.3	2012	9	6	1	5	57.830	0.0	0	0	58	33	0.000	0.006	1
361	-35.121375	-70.546061	8.442	-5091.1	636.7	-72.2	7.3	5.4	4.0	2012	9	6	21	0	40.720	0.0	0	0	147	127	0.000	0.012	1
363	-35.136556	-70.474422	8.245	1438.7	-1047.8	-269.7	6.9	6.0	4.7	2012	9	8	22	37	54.560	0.0	0	0	71	60	0.000	0.008	1
364	-35.139909	-70.458081	8.795	2928.0	-1419.6	280.5	7.1	6.3	4.6	2012	9	8	17	48	20.180	0.0	0	0	95	67	0.000	0.010	1
365	-35.139119	-70.458602	8.842	2880.4	-1332.3	327.4	7.3	5.4	3.8	2012	9	9	21	30	32.220	0.0	0	0	100	83	0.000	0.009	1
366	-35.141996	-70.460742	9.034	2685.8	-1651.3	519.8	8.9	5.8	4.9	2012	9	10	2	32	54.210	0.0	0	0	48	51	0.000	0.008	1
367	-35.135262	-70.457967	9.378	2938.5	-904.3	864.0	9.4	5.7	4.0	2012	9	10	2	42	16.930	0.0	0	0	67	53	0.000	0.010	1
368	-35.141919	-70.460881	9.017	2673.1	-1642.9	502.7	8.8	5.8	4.8	2012	9	10	2	32	54.210	0.0	0	0	53	57	0.000	0.008	1
369	-35.134473	-70.460262	9.230	2729.5	-816.7	716.2	9.7	6.1	4.2	2012	9	10	2	42	16.890	0.0	0	0	75	72	0.000	0.011	1
370	-35.133317	-70.490877	9.866	-60.7	-688.4	1352.2	20.0	6.8	7.0	2012	9	10	12	16	26.870	0.0	0	0	12	5	0.000	0.003	1
371	-35.108927	-70.467961	10.753	2028.4	2017.4	2238.8	7.8	3.6	3.6	2012	9	10	15	26	31.840	0.0	0	0	21	7	0.000	0.002	1

# Anexo

372	-35.122839	-70.545475	8.613	-5037.7	473.9	99.1	9.2	7.8	4.9	2012	9	11	18	3	18.600	0.0	0	0	91	74	0.000	0.009	1
373	-35.131112	-70.485352	7.611	442.6	-444.0	-902.8	11.4	4.6	4.4	2012	9	18	4	54	3.230	0.0	0	0	33	33	0.000	0.005	1
375	-35.129643	-70.495402	9.065	-473.5	-280.9	550.9	11.2	6.8	5.3	2012	9	20	1	35	32.050	0.0	0	0	25	24	0.000	0.005	1
377	-35.132796	-70.495817	8.359	-511.2	-630.7	-154.9	15.5	9.5	8.0	2012	9	20	16	42	19.000	0.0	0	0	12	21	0.000	0.004	1
378	-35.125704	-70.468701	9.056	1960.7	156.0	542.1	10.4	6.0	4.5	2012	9	20	11	25	26.850	0.0	0	0	69	73	0.000	0.009	1
379	-35.121659	-70.537948	8.707	-4351.3	604.7	192.7	7.0	4.1	3.5	2012	9	24	22	20	43.240	0.0	0	0	120	115	0.000	0.011	1
380	-35.137813	-70.477620	8.309	1147.7	-1187.3	-204.9	10.8	5.7	5.0	2012	9	25	4	24	37.500	0.0	0	0	70	52	0.000	0.008	1
382	-35.144202	-70.476025	8.282	1293.0	-1895.8	-232.1	12.5	12.0	6.9	2012	9	26	8	24	32.550	0.0	0	0	21	15	0.000	0.004	1
383	-35.122144	-70.488989	8.416	111.4	551.2	-97.9	11.3	6.0	5.0	2012	9	26	15	20	3.600	0.0	0	0	93	58	0.000	0.009	1
384	-35.122017	-70.491602	8.141	-126.8	565.3	-373.2	15.2	4.4	4.5	2012	9	26	15	20	3.760	0.0	0	0	56	28	0.000	0.006	1
385	-35.126957	-70.512484	8.040	-2030.4	17.1	-474.7	11.4	5.8	4.7	2012	9	27	23	16	19.920	0.0	0	0	11	13	0.000	0.003	1
387	-35.124158	-70.471167	10.303	1735.8	327.7	1788.4	9.6	6.0	4.5	2012	9	29	8	10	43.220	0.0	0	0	50	36	0.000	0.007	1
388	-35.118998	-70.541650	8.373	-4688.9	900.2	-141.6	9.9	7.2	4.9	2012	9	29	14	32	20.580	0.0	0	0	60	95	0.000	0.011	1
389	-35.137716	-70.456828	6.206	3042.5	-1176.5	-2307.9	11.4	5.6	5.6	2012	9	30	18	4	58.000	0.0	0	0	15	9	0.000	0.004	1
390	-35.135197	-70.449707	8.265	3691.7	-897.1	-249.7	9.5	10.7	7.5	2012	9	6	16	19	53.920	0.0	0	0	35	26	0.000	0.007	1
392	-35.132402	-70.484473	7.561	523.2	-586.9	-953.0	9.7	4.3	5.2	2012	10	1	3	26	16.850	0.0	0	0	25	28	0.000	0.005	1
393	-35.127755	-70.454915	7.919	3217.1	-71.5	-595.0	24.7	19.3	14.1	2012	10	1	12	56	29.160	0.0	0	0	8	4	0.000	0.003	1
394	-35.123885	-70.467725	7.870	2049.5	357.8	-644.0	10.9	7.7	6.8	2012	10	1	12	52	14.040	0.0	0	0	28	18	0.000	0.005	1
396	-35.124540	-70.478906	7.937	1030.1	285.4	-577.7	11.8	5.4	5.5	2012	10	6	0	4	5.740	0.0	0	0	46	24	0.000	0.006	1
397	-35.111178	-70.559790	7.677	-6342.9	1767.8	-837.5	7.8	5.2	4.8	2012	10	6	7	18	56.280	0.0	0	0	46	25	0.000	0.006	1
398	-35.128105	-70.517676	7.427	-2503.4	-110.2	-1087.5	19.3	13.2	9.5	2012	10	6	9	18	11.380	0.0	0	0	1	1	0.000	0.000	1
400	-35.119523	-70.451326	11.029	3544.4	841.9	2514.8	8.0	5.6	5.7	2012	10	7	10	15	36.530	0.0	0	0	26	18	0.000	0.006	1
402	-35.129708	-70.450488	9.866	3620.2	-287.9	1351.5	7.6	7.6	6.1	2012	10	7	14	50	36.080	0.0	0	0	48	26	0.000	0.007	1
403	-35.116964	-70.462874	11.553	2491.5	1125.7	3038.9	15.1	12.2	8.8	2012	10	7	15	32	22.650	0.0	0	0	5	2	0.000	0.002	1
404	-35.121383	-70.450456	11.806	3623.5	635.7	3291.5	10.9	6.6	5.0	2012	10	7	3	23	25.240	0.0	0	0	16	7	0.000	0.005	1
405	-35.119600	-70.451872	11.494	3494.5	833.3	2980.0	8.6	5.8	4.5	2012	10	7	3	57	59.170	0.0	0	0	24	13	0.000	0.005	1
406	-35.136739	-70.463241	6.562	2458.3	-1068.1	-1952.0	7.5	3.9	4.8	2012	10	8	18	52	38.360	0.0	0	0	40	30	0.000	0.006	1
407	-35.121716	-70.440910	10.564	4493.6	598.5	2050.1	8.7	7.8	5.1	2012	10	8	23	21	12.640	0.0	0	0	15	7	0.000	0.004	1
408	-35.122677	-70.546053	7.399	-5090.4	491.9	-1115.7	10.2	9.1	6.5	2012	10	9	0	53	7.860	0.0	0	0	72	40	0.000	0.008	1
409	-35.118494	-70.534578	6.973	-4044.1	956.3	-1541.2	13.6	8.0	8.4	2012	10	9	2	22	38.230	0.0	0	0	22	15	0.000	0.005	1
410	-35.123726	-70.545020	7.030	-4995.9	375.4	-1484.7	11.3	10.9	7.6	2012	10	9	2	35	3.240	0.0	0	0	32	17	0.000	0.004	1
411	-35.121830	-70.545540	7.461	-5043.2	586.1	-1053.7	8.7	7.8	5.3	2012	10	9	2	46	0.940	0.0	0	0	76	35	0.000	0.008	1
413	-35.157056	-70.370972	0.934	-231.4	-655.8	171.1	62.0	78.3	222.5	2012	11	14	7	52	27.200	0.0	0	0	20	14	0.000	0.085	2
415	-35.144873	-70.381486	1.726	-1189.1	695.7	963.1	65.7	80.7	172.4	2012	11	19	21	15	32.600	0.0	0	0	5	4	0.000	0.068	2
416	-35.150985	-70.375928	2.491	-683.0	17.5	1728.4	56.6	68.7	120.8	2012	11	27	1	48	53.090	0.0	0	0	14	9	0.000	0.081	2

417	-35.151119	-70.379289	3.275	-988.9	2.6	2512.1	64.8	94.4	112.4	2012	1	28	12	46	14.790	0.0	0	0	4	4	0.000	0.029	2
418	-35.143575	-70.379215	0.898	-982.9	839.7	135.6	50.7	81.8	210.3	2012	2	2	20	9	29.200	0.0	0	0	6	7	0.000	0.066	2
420	-35.152877	-70.374544	1.333	-556.8	-192.5	569.7	52.8	64.5	151.3	2012	2	2	5	57	37.490	0.0	0	0	19	14	0.000	0.080	2
421	-35.151725	-70.374243	0.658	-529.7	-64.6	-104.7	29.0	57.2	115.0	2012	2	2	5	57	37.500	0.0	0	0	24	12	0.000	0.080	2
424	-35.156417	-70.373755	2.230	-484.8	-584.9	1467.5	79.0	84.3	185.0	2012	3	28	10	7	33.900	0.0	0	0	4	3	0.000	0.058	2
428	-35.163558	-70.353947	0.579	1320.0	-1377.3	-184.2	47.7	104.8	237.5	2012	4	24	23	47	28.280	0.0	0	0	4	6	0.000	0.060	2
437	-35.148185	-70.380306	2.205	-1082.0	328.4	1442.1	56.1	75.1	125.9	2012	6	19	22	25	57.980	0.0	0	0	9	5	0.000	0.068	2
452	-35.161650	-70.360295	0.806	741.6	-1165.7	42.7	7.2	17.4	27.7	2012	1	11	19	52	18.700	0.0	0	0	7	9	0.000	0.042	2
453	-35.161650	-70.360295	0.805	741.6	-1165.7	42.6	7.1	17.6	27.2	2012	1	11	19	52	18.700	0.0	0	0	7	9	0.000	0.042	2
454	-35.139567	-70.379329	1.449	-992.6	1284.2	686.4	76.0	60.2	204.3	2012	1	12	20	31	35.580	0.0	0	0	4	3	0.000	0.060	2
461	-35.148979	-70.380990	0.603	-1144.0	240.0	-159.4	64.2	78.4	265.2	2012	8	24	9	37	37.610	0.0	0	0	17	8	0.000	0.085	2
467	-35.150122	-70.373397	0.624	-452.1	113.3	-138.6	25.9	46.0	121.1	2012	9	25	12	33	2.910	0.0	0	0	23	19	0.000	0.090	2
469	-35.152799	-70.373356	0.498	-448.5	-183.5	-264.4	24.5	26.9	113.0	2012	10	1	1	53	28.310	0.0	0	0	21	16	0.000	0.088	2
422	-35.057959	-70.268945	0.994	213.5	226.8	-6.0	428.3	638.8	544.3	2012	2	17	0	14	18.300	0.0	0	0	4	4	0.000	0.160	3
439	-35.060966	-70.268986	0.998	210.2	-107.0	-2.5	426.7	648.1	544.3	2012	6	22	9	19	53.900	0.0	0	0	4	4	0.000	0.160	3
134	-35.138896	-70.431820	6.017	-734.8	39.2	-8.0	25.6	26.6	32.4	2012	5	24	0	45	45.600	0.0	0	0	4	3	0.000	0.062	6
141	-35.137996	-70.418009	5.800	523.3	139.1	-224.6	23.6	46.7	30.2	2012	5	31	10	53	56.200	0.0	0	0	7	4	0.000	0.053	6
152	-35.137122	-70.426196	6.282	-222.3	236.3	256.7	25.2	26.7	31.6	2012	5	31	3	44	6.600	0.0	0	0	11	7	0.000	0.079	6
221	-35.142924	-70.418888	6.009	443.8	-407.5	-16.2	24.1	55.4	29.1	2012	7	22	20	10	58.400	0.0	0	0	6	0	0.000	0.051	6
386	-35.127987	-70.592025	3.601	317.6	167.9	-149.0	18.7	21.7	11.5	2012	9	29	8	26	3.600	0.0	0	0	2	3	0.000	0.077	8
399	-35.131010	-70.598983	3.899	-316.4	-167.7	149.0	18.0	22.2	11.0	2012	10	7	11	6	13.800	0.0	0	0	2	3	0.000	0.077	8
200	-35.042973	-70.459880	15.303	11.2	-108.0	-297.2	174.7	80.6	72.5	2012	7	9	19	3	1.500	0.0	0	0	5	6	0.000	0.198	11
267	-35.041028	-70.460124	15.897	-11.1	108.1	297.2	175.6	81.1	71.5	2012	8	3	22	51	37.100	0.0	0	0	5	6	0.000	0.198	11
87	-35.042000	-70.845003	1.000	-228.3	-388.8	0.3	0.4	0.7	0.5	2012	4	9	10	28	27.700	0.0	0	0	2	1	0.000	0.015	13
88	-35.034998	-70.839998	1.000	228.0	388.2	-0.3	0.4	0.7	0.5	2012	4	9	10	42	41.300	0.0	0	0	2	1	0.000	0.015	13

## ZONA SISMOGÉNICA SE

1	-35.329020	-70.406413	1.228	1334.1	-1727.4	-1026.3	28.3	29.0	74.8	2012	1	12	20	57	17.040	0.0	0	0	5	7	0.000	0.008	1
2	-35.279635	-70.450724	6.686	-2695.8	3751.5	4431.8	17.4	18.5	17.0	2012	1	13	20	54	31.500	0.0	0	0	116	58	0.000	0.027	1
3	-35.276668	-70.443726	5.819	-2059.4	4080.7	3564.5	12.5	14.1	12.4	2012	1	14	6	16	2.830	0.0	0	0	141	60	0.000	0.024	1
4	-35.276375	-70.449300	5.961	-2566.5	4112.9	3706.3	10.8	13.3	12.1	2012	1	14	6	30	2.620	0.0	0	0	145	49	0.000	0.025	1
5	-35.277144	-70.442936	5.944	-1987.6	4027.7	3689.1	11.3	12.0	9.9	2012	1	14	6	41	42.970	0.0	0	0	141	71	0.000	0.024	1
6	-35.278353	-70.446053	6.083	-2270.8	3893.5	3828.8	12.9	9.3	12.0	2012	1	14	8	27	32.410	0.0	0	0	137	79	0.000	0.028	1

# Anexo

7	-35.278015	-70.445142	5.865	-2188.1	3931.1	3610.3	9.6	9.5	9.4	2012	1	14	8	47	55.400	0.0	0	0	144	61	0.000	0.024	1
8	-35.278727	-70.452482	6.516	-2855.6	3852.1	4261.2	15.3	9.7	10.7	2012	1	14	6	13	20.240	0.0	0	0	134	87	0.000	0.026	1
9	-35.282080	-70.450106	6.929	-2639.4	3479.9	4674.3	11.7	11.1	10.0	2012	1	14	7	5	32.550	0.0	0	0	122	50	0.000	0.023	1
10	-35.277531	-70.463192	6.871	-3830.2	3984.8	4616.0	16.4	13.6	14.6	2012	1	14	8	10	41.330	0.0	0	0	124	50	0.000	0.026	1
11	-35.279439	-70.456299	6.543	-3203.1	3773.2	4288.8	17.1	12.6	13.9	2012	1	14	8	54	10.990	0.0	0	0	133	70	0.000	0.026	1
12	-35.280481	-70.461206	6.885	-3649.5	3657.5	4630.0	19.0	14.7	13.5	2012	1	14	9	12	54.570	0.0	0	0	117	73	0.000	0.030	1
13	-35.273140	-70.444377	5.813	-2118.4	4471.8	3558.0	19.0	19.3	17.7	2012	1	14	11	42	49.490	0.0	0	0	116	63	0.000	0.026	1
14	-35.280595	-70.459806	7.070	-3521.6	3644.7	4815.8	18.2	13.8	14.0	2012	1	14	7	57	54.470	0.0	0	0	113	67	0.000	0.026	1
15	-35.280693	-70.456112	7.069	-3186.0	3634.3	4814.8	14.9	13.9	11.2	2012	1	14	8	26	45.060	0.0	0	0	128	56	0.000	0.026	1
16	-35.268750	-70.406136	6.050	1360.0	4958.9	3795.1	46.6	39.0	59.0	2012	1	14	17	25	22.920	0.0	0	0	3	0	0.000	0.002	1
17	-35.277893	-70.469287	7.085	-4384.1	3944.7	4829.9	23.7	15.1	14.2	2012	1	14	21	44	22.280	0.0	0	0	101	57	0.000	0.023	1
18	-35.279850	-70.450382	6.501	-2664.6	3727.7	4246.3	11.3	16.9	11.5	2012	1	14	22	46	45.860	0.0	0	0	133	73	0.000	0.027	1
19	-35.280668	-70.459440	6.739	-3488.6	3636.8	4484.0	17.3	17.5	14.9	2012	1	14	22	54	24.520	0.0	0	0	127	69	0.000	0.025	1
20	-35.278988	-70.448478	6.440	-2491.4	3823.0	4185.0	8.4	9.6	9.1	2012	1	14	23	3	39.820	0.0	0	0	134	83	0.000	0.025	1
21	-35.277625	-70.462402	6.689	-3758.3	3974.3	4434.5	20.6	13.6	13.3	2012	1	14	22	18	40.800	0.0	0	0	114	35	0.000	0.023	1
22	-35.279586	-70.447640	6.296	-2415.2	3757.0	4041.8	18.1	10.8	13.1	2012	1	14	22	31	49.780	0.0	0	0	118	61	0.000	0.023	1
23	-35.278263	-70.444710	5.976	-2149.0	3903.5	3720.9	8.9	12.4	10.4	2012	1	14	22	32	9.200	0.0	0	0	143	67	0.000	0.023	1
24	-35.277987	-70.447762	6.170	-2426.5	3934.2	3915.1	10.5	12.4	11.3	2012	1	14	22	39	51.020	0.0	0	0	144	63	0.000	0.026	1
25	-35.276302	-70.440454	5.263	-1762.0	4121.2	3008.6	17.1	12.3	18.6	2012	1	14	22	44	30.980	0.0	0	0	120	40	0.000	0.021	1
26	-35.277734	-70.441406	5.605	-1848.3	3962.4	3350.1	15.2	19.7	21.3	2012	1	15	7	19	44.980	0.0	0	0	124	58	0.000	0.024	1
27	-35.279773	-70.465682	7.146	-4056.5	3735.9	4891.3	15.0	13.8	13.7	2012	1	14	8	44	31.970	0.0	0	0	109	73	0.000	0.024	1
37	-35.299414	-70.417757	4.409	302.8	1557.2	2154.1	16.3	19.1	24.5	2012	1	27	18	13	44.680	0.0	0	0	24	10	0.000	0.013	1
43	-35.318457	-70.412679	3.688	764.4	-555.6	1433.3	16.5	8.0	25.0	2012	2	14	1	14	17.020	0.0	0	0	35	17	0.000	0.011	1
48	-35.310063	-70.406868	4.815	1292.9	375.6	2560.9	21.1	16.0	21.0	2012	2	26	22	51	24.180	0.0	0	0	26	10	0.000	0.010	1
50	-35.356685	-70.418359	0.491	248.1	-4796.9	-1763.4	17.2	8.3	23.0	2012	2	28	15	27	32.670	0.0	0	0	49	22	0.000	0.016	1
51	-35.353149	-70.414315	0.245	615.3	-4404.6	-2009.2	17.8	11.3	22.3	2012	2	28	11	58	35.970	0.0	0	0	27	26	0.000	0.016	1
52	-35.355139	-70.414982	0.145	555.2	-4625.6	-2109.4	11.5	10.5	84.9	2012	2	28	15	26	16.970	0.0	0	0	18	18	0.000	0.010	1
53	-35.353369	-70.413851	0.432	657.4	-4428.9	-1822.9	13.7	11.7	20.2	2012	2	28	15	29	16.620	0.0	0	0	27	12	0.000	0.013	1
54	-35.356840	-70.417708	0.223	307.0	-4814.0	-2031.3	10.1	8.3	13.5	2012	2	28	15	37	21.970	0.0	0	0	42	27	0.000	0.013	1
56	-35.353853	-70.414998	0.173	553.6	-4482.9	-2081.4	12.3	9.4	21.5	2012	2	29	4	15	47.770	0.0	0	0	37	24	0.000	0.013	1
58	-35.321318	-70.415739	3.344	486.2	-872.9	1089.8	22.1	8.6	34.1	2012	3	1	4	28	29.370	0.0	0	0	38	15	0.000	0.011	1
65	-35.320976	-70.414193	3.391	626.7	-835.2	1136.3	17.1	10.9	24.8	2012	3	16	13	20	37.490	0.0	0	0	38	23	0.000	0.011	1
67	-35.368628	-70.443278	0.328	-2017.2	-6122.1	-1926.6	20.8	12.9	24.2	2012	3	20	19	24	23.240	0.0	0	0	32	20	0.000	0.013	1
68	-35.296212	-70.456022	6.529	-3177.1	1912.5	4274.0	22.8	16.3	18.6	2012	3	27	7	27	32.930	0.0	0	0	111	36	0.000	0.025	1
71	-35.311646	-70.401042	5.315	1822.9	199.9	3060.3	26.3	23.8	50.2	2012	3	30	1	31	14.540	0.0	0	0	16	0	0.000	0.007	1

# Anexo

75	-35.316048	-70.408464	5.910	1148.1	-288.6	3655.3	29.6	27.3	38.3	2012	4	10	15	8	27.950	0.0	0	0	19	0	0.000	0.007	1
76	-35.319682	-70.412842	3.714	749.8	-691.6	1459.1	13.1	10.7	21.9	2012	4	11	16	27	47.070	0.0	0	0	39	21	0.000	0.012	1
78	-35.362268	-70.429769	0.143	-789.4	-5416.3	-2111.9	14.1	7.6	20.6	2012	4	24	17	37	53.220	0.0	0	0	50	32	0.000	0.016	1
82	-35.324565	-70.423096	6.297	-183.1	-1233.3	4042.8	23.4	20.1	24.9	2012	5	3	21	56	28.800	0.0	0	0	8	3	0.000	0.006	1
83	-35.336930	-70.400423	0.980	1879.1	-2605.4	-1274.3	49.3	28.5	38.2	2012	5	12	20	4	7.680	0.0	0	0	10	11	0.000	0.010	1
84	-35.291219	-70.412354	3.250	794.0	2466.1	995.4	15.6	22.2	24.1	2012	5	19	14	25	57.770	0.0	0	0	31	16	0.000	0.013	1
85	-35.351090	-70.416097	6.517	453.4	-4176.2	4262.6	32.3	27.0	44.0	2012	5	21	23	43	40.840	0.0	0	0	12	4	0.000	0.006	1
86	-35.332084	-70.409806	1.217	1025.6	-2067.5	-1037.8	21.5	19.0	31.8	2012	5	21	23	43	41.020	0.0	0	0	27	11	0.000	0.011	1
88	-35.369291	-70.442082	0.741	-1908.8	-6195.8	-1513.6	19.7	11.4	26.5	2012	5	30	0	17	51.370	0.0	0	0	35	11	0.000	0.013	1
89	-35.370850	-70.442806	0.569	-1974.9	-6368.4	-1686.1	23.1	13.9	36.8	2012	5	31	0	51	8.470	0.0	0	0	24	10	0.000	0.011	1
93	-35.321826	-70.412158	2.955	811.5	-929.7	700.4	15.0	13.0	18.6	2012	6	6	9	30	21.580	0.0	0	0	38	16	0.000	0.011	1
96	-35.325830	-70.413468	2.141	692.3	-1373.8	-113.9	15.8	15.6	28.4	2012	6	7	8	56	27.290	0.0	0	0	36	13	0.000	0.011	1
97	-35.339331	-70.432756	7.053	-1060.8	-2871.4	4798.1	24.5	21.8	24.1	2012	6	7	9	4	51.380	0.0	0	0	15	4	0.000	0.007	1
98	-35.331360	-70.427979	6.729	-627.0	-1987.0	4474.1	23.0	20.4	23.6	2012	6	7	15	45	29.160	0.0	0	0	17	7	0.000	0.009	1
100	-35.288139	-70.474202	2.926	-4831.1	2807.8	671.9	74.4	72.3	81.1	2012	6	10	16	22	49.700	0.0	0	0	1	0	0.000	0.000	1
102	-35.290507	-70.413411	3.941	697.9	2545.3	1686.7	17.0	21.4	33.5	2012	6	13	2	29	36.310	0.0	0	0	21	7	0.000	0.010	1
105	-35.356226	-70.427718	1.174	-602.9	-4746.0	-1081.1	17.8	13.0	21.6	2012	6	16	7	51	58.220	0.0	0	0	47	25	0.000	0.016	1
106	-35.312301	-70.494474	6.511	-6673.8	127.2	4256.4	76.6	35.4	61.9	2012	6	16	6	50	7.360	0.0	0	0	3	2	0.000	0.003	1
108	-35.291996	-70.413501	4.711	689.5	2380.0	2456.2	21.3	19.2	36.0	2012	7	3	4	3	8.840	0.0	0	0	24	9	0.000	0.011	1
109	-35.299764	-70.404395	0.777	1517.8	1518.2	-1477.5	15.8	19.3	51.7	2012	7	5	17	16	13.560	0.0	0	0	18	12	0.000	0.010	1
110	-35.311466	-70.419832	3.623	113.8	219.8	1368.4	16.0	13.1	20.0	2012	7	6	18	2	54.560	0.0	0	0	36	15	0.000	0.013	1
111	-35.331327	-70.438582	3.395	-1590.7	-1983.8	1140.4	25.4	20.4	28.5	2012	7	7	2	19	58.820	0.0	0	0	23	7	0.000	0.006	1
112	-35.331917	-70.441007	2.610	-1811.6	-2049.2	355.2	28.9	20.5	33.3	2012	7	7	2	26	21.950	0.0	0	0	18	7	0.000	0.006	1
115	-35.300187	-70.400472	1.829	1874.9	1471.1	-426.1	14.5	14.3	33.5	2012	7	8	19	44	44.440	0.0	0	0	28	17	0.000	0.014	1
118	-35.299866	-70.402767	1.076	1666.0	1506.7	-1178.8	15.2	16.5	43.3	2012	7	8	6	36	33.030	0.0	0	0	17	13	0.000	0.010	1
119	-35.358732	-70.426994	1.321	-537.5	-5024.0	-933.6	19.6	14.0	23.3	2012	7	9	12	49	41.910	0.0	0	0	40	9	0.000	0.012	1
120	-35.308927	-70.416813	3.795	388.8	501.5	1540.7	16.6	12.2	21.9	2012	7	10	3	33	33.270	0.0	0	0	46	18	0.000	0.012	1
121	-35.305029	-70.417489	4.679	326.8	934.1	2424.8	13.8	16.0	23.2	2012	7	10	11	24	45.820	0.0	0	0	21	10	0.000	0.009	1
122	-35.295166	-70.444409	6.732	-2121.6	2028.5	4477.1	25.3	16.0	23.0	2012	7	10	11	41	31.420	0.0	0	0	88	59	0.000	0.023	1
124	-35.310718	-70.418416	4.148	242.4	302.7	1893.1	13.6	12.6	20.0	2012	7	10	1	6	35.790	0.0	0	0	36	17	0.000	0.011	1
125	-35.329631	-70.427604	3.542	-592.9	-1795.5	1287.1	12.9	11.2	21.9	2012	7	11	13	45	27.920	0.0	0	0	42	18	0.000	0.011	1
129	-35.324434	-70.403613	2.153	1588.7	-1218.8	-101.4	16.3	15.5	34.1	2012	7	21	15	57	35.180	0.0	0	0	30	10	0.000	0.011	1
130	-35.364815	-70.430509	0.182	-857.1	-5698.9	-2072.9	21.2	15.1	25.3	2012	7	23	13	58	42.790	0.0	0	0	37	15	0.000	0.014	1
132	-35.298853	-70.401896	1.908	1745.4	1619.2	-347.0	13.1	14.2	29.0	2012	7	29	17	34	31.600	0.0	0	0	28	11	0.000	0.012	1
136	-35.292424	-70.482609	4.111	-5595.8	2332.5	1856.0	88.5	71.4	71.8	2012	8	24	9	2	50.650	0.0	0	0	1	0	0.000	0.000	1

## Anexo

140	-35.374931	-70.451408	0.269	-2756.7	-6821.3	-1986.1	25.2	16.8	39.5	2012	9	10	10	12	6.530	0.0	0	0	9	6	0.000	0.006	1
141	-35.363733	-70.424146	0.205	-278.5	-5578.8	-2049.3	22.4	13.6	31.0	2012	9	12	23	27	33.640	0.0	0	0	26	22	0.000	0.013	1
142	-35.368070	-70.437614	0.877	-1502.8	-6060.0	-1377.5	14.5	10.2	31.5	2012	9	29	10	12	10.820	0.0	0	0	15	12	0.000	0.007	1
143	-35.361410	-70.435140	1.223	-1277.7	-5321.2	-1031.6	19.2	13.4	22.2	2012	9	25	15	18	11.400	0.0	0	0	38	24	0.000	0.012	1
144	-35.308984	-70.469784	4.716	-4428.7	495.4	2461.0	84.4	62.8	72.1	2012	10	9	9	10	17.260	0.0	0	0	8	4	0.000	0.005	1