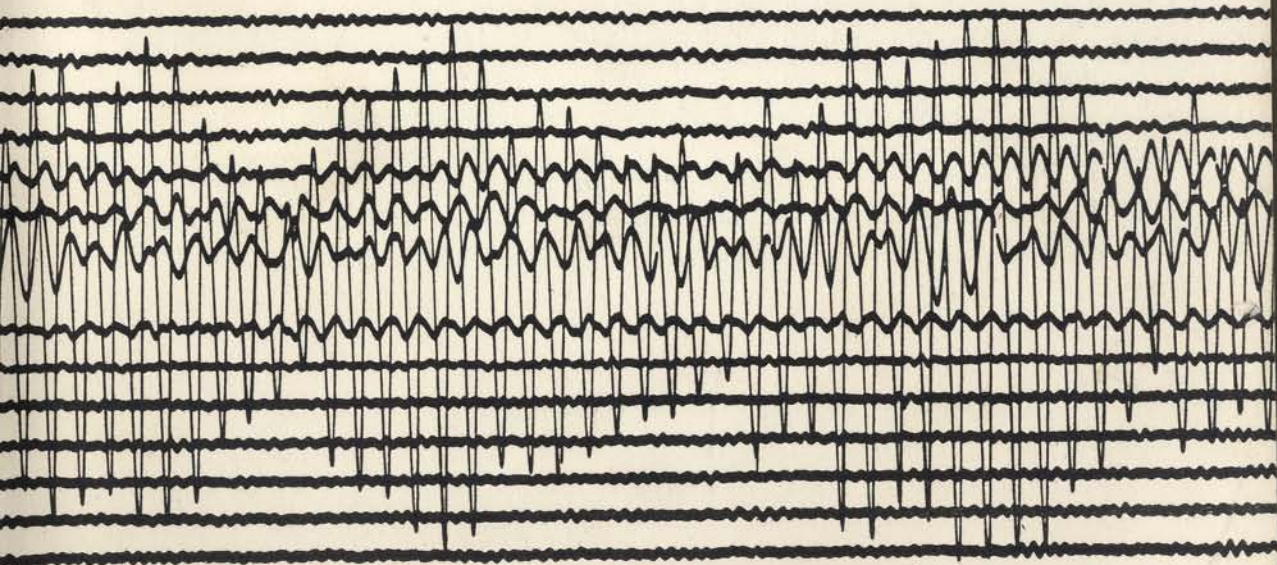


ANUARIO 1959

Instituto de Geofísica y Sismología



INCLUYE: BOLETIN SISMOLOGICO PARA 1958

UNIVERSIDAD DE CHILE

El Instituto Sismológico fue fundado en 1908 por Fernando de Montessus de Ballore para centralizar los estudios sismológicos en Chile.

Fue reorganizado por Federico Greve (Director, 1942-1958) y ampliado, a partir de enero de 1959, para incluir todas las ramas de la Geofísica, bajo el nombre de Instituto de Geofísica y Sismología (I. G. S.).

El IGS posee una sección de exploraciones que realiza estudios de prospección minera para diversas Instituciones fiscales y particulares.

La Sección Sismológica prepara los boletines para el exterior y mantiene un servicio informativo de observadores a lo largo del país. Colabora, asimismo, en los estudios de ingeniería tendientes a la promoción de normas de construcción antisísmica en Chile.

El IGS es un participante activo en el programa del Año Geofísico Internacional y tiene un programa cooperativo permanente con Universidades extranjeras con este objeto.

PUBLICACION Nº 7 DEL IGS

UNIVERSIDAD DE CHILE

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

DECANO: CARLOS MORI

INSTITUTO DE GEOFISICA Y SISMOLOGIA

CASILLA 2777 - SANTIAGO-CHILE

DIRECTOR: CINNA LOMNITZ

ANUARIO 1959

BOLETIN SISMOLOGICO PARA 1958

EDICION REDACTADA Y PREPARADA POR

FERNAN IBAÑEZ A. Y PATRICIO FERNANDEZ S.

SUMARIO

BIOGRAFÍA DE MONTESSUS DE BALLORE	3
TERREMOTO DE CONCEPCIÓN Y TALCAHUANO	6
TERREMOTO DE VALPARAÍSO	9
TERREMOTO DE CHILLÁN	12
ESTACIÓN O'HIGGINS EN LA ANTÁRTIDA	14
EXPEDICIÓN SISMOLÓGICA AL NORTE	15
EXPEDICIÓN OCEANOGRÁFICA DE LA UNIVERSIDAD DE COLUMBIA	18
PROPAGACIÓN DE LA ONDA SÍSMICA	22
LEVANTAMIENTO MAGNÉTICO SANTIAGO-PUERTO MONTT	25
INVESTIGACIONES GRAVIMÉTRICAS EN LA REGIÓN DE CHILLÁN	27
ACTIVIDAD SÍSMICA EN EL CAJÓN DEL MAIPO	31
ACTIVIDADES DEL INSTITUTO	33
BOLETÍN SISMOLÓGICO PARA 1958	39

Breve biografía de

FERNAND DE MONTESSUS DE BALLORE,

fundador del

SERVICIO SISMOLÓGICO DE CHILE



Fernand de Montessus de Ballore 1851 - 1923

Fernando, Conde de Montessus de Ballore, nació en 1851, en Dompierre-sous Sauvignes. Pertenecía a una antigua familia de Borgoña, en cuyo seno el culto de la ciencia era una tradición.

Por línea materna, era biznieto de Philibert de Commerson, el naturalista de la expedición de Bougainville. Su tío Fernand de Montessus, había fundado el Museo de Autun. Entre sus hermanos, Henri era ingeniero papelerero de gran renombre, y Robert, premiado por sus estudios matemáticos.

Ingresó a la Ecole Polytechnique, donde fue condiscípulo del Mariscal Foch. De artillero pasó a la Escuela de Caballería de Saumur, donde fue instructor. Finalmente, fue designado Jefe de la Misión Militar Francesa en El Salvador, país en que permaneció desde 1880 hasta 1885.

En El Salvador, país muy sísmico, tuvo repetidas ocasiones de observar los mo-

vimientos terrestres y se apasionó por el estudio de estos fenómenos, a los cuales consagró el resto de su vida.

De regreso a Francia fue destinado al Servicio de Reclutamiento, cargo que le dejaba más tiempo para sus trabajos. En seguida, empezó a reunir material para sus futuras obras.

Desde la publicación de los Catálogos de movimientos terrestres de A. Perrey (1843-1872), Francia no había efectuado estudios sismológicos. El valor de la obra de Perrey era prácticamente desconocido, y los aficionados a ella no contaban con ningún apoyo.

En estas condiciones, F. de Montessus de Ballore se decidió, en 1906, a aceptar en Chile el cargo de Director del Servicio Sismológico, recién creado a consecuencias del desastroso terremoto de Valparaíso. Este nombramiento era un éxito para la cien-

Terremoto de Concepción del 20 de Febrero de 1835

Observaciones de Darwin y Fitz Roy

El terremoto y maremoto de 1835 es muy conocido de los geólogos, pues sobre los informes de la célebre expedición hidrográfica del "Beagle" y del "Adventure", cuyo miembro más sobresaliente era el ilustre naturalista Darwin, se edificó la teoría sísmica tan comúnmente aceptada en la América del Sur y según la cual la costa del Pacífico y hasta la Cordillera de los Andes se levantan cada vez que ocurre un gran terremoto. Estos movimientos no dejarían de compensar la lenta bajada de la tierra, que originan, poco a poco, la erosión y la denudación.

Hay mucha literatura científica sobre este terremoto, pero las observaciones deben tomarse con cautela. Existe la del Dr. Vermoulin, que moraba en Concepción; la de Fitz Roy, uno de los capitanes de la expedición inglesa antes aludida; la de Darwin, que se encontraba en Valdivia al momento del terremoto y que aprovechó las observaciones de los oficiales ingleses; la

de Caldeleugh, que es la que suministra el mayor número de datos concretos.

Fitz Roy expresa: "El movimiento principió débilmente, sin que le precediese ruido subterráneo alguno; su intensidad aumentó rápidamente. Durante el primer medio minuto, mucha gente se quedó en casa, pero los movimientos se hicieron tan violentos, que luego toda la gente se aterrorizó. Nadie podía quedarse en pie y los edificios parecían bamboleados como por olas; de repente, una tremenda sacudida derribó y destruyó todo. Sucedió la conmoción principal un minuto y medio o dos minutos después de la primera sacudida y duró con toda su violencia unos dos minutos, durante los cuales era imposible quedarse en pie sin tomar un punto de apoyo como árboles u otros objetos firmes."

Algunas de las impresiones del Dr. Vermoulin son las siguientes: "Después de transcurridos cerca de cuarenta segundos desde el principio, me decidí a salir del

patio, al paso de un hombre ebrio. Tuve que sentarme en el suelo y comencé a sentir la desagradable sensación que precede al vómito causado por el mareo. La fuerza del movimiento creció durante cerca de un minuto y medio; veía en frente dos hileras de álamos que se plegaban como juncos. Pareció que el temblor iba a decrecer, pero de repente redobló su fuerza y la tierra se asemejaba a un mar agitado. En el espacio de 7 u 8 segundos, mi casa y los edificios vecinos se derrumbaron, dominando el ruido de su caída por el crujimiento espantoso de la tierra y hundiéndose el suelo en dos puntos debajo de mis propios pies. La segunda sacudida duró 70 segundos y lo destruyó todo...".

Aunque Darwin no haya sido testigo ocular, puesto que llegó a Talcahuano el 4 de marzo, y a Concepción, el 5, su relación tiene mucho interés. Dice: "Después de haber visto a Concepción, confieso que no puedo comprender cómo escapó a la catástrofe la mayor parte del vecindario. En muchos sitios cayeron las casas hacia afuera, formando en medio de las calles montones de tejas y de escombros. El cónsul inglés, M. Rouse, nos contó que se preparaba a almorzar cuando la primera oscilación le advirtió que era necesario huir. Apenas había llegado al patio, se derribó una de las paredes de la casa; comprendió entonces que si tenía valor para trepar por aquellos escombros, ya no corría peligro y así lo hizo. Era tan violento el retremblar del suelo, que no podía sostenerse de pie; echóse, pues, a gatas y llegó a lo alto de los escombros, en el instante mismo en que se desplomaba el resto de la casa. Cegado y asfixiado por el polvo que oscurecía el aire, pudo, sin embargo, llegar a la calle. Las sacudidas se sucedían a intervalos de algunos minutos; nadie se atrevía a aproximarse a las ruinas. Los que habían podido salvar algo, tenían que vigilarlo sin cesar, porque los ladrones, con una mano, se golpeaban el pecho diciendo misericordia a cada nuevo sacudimiento y apoderándose con la otra de todo lo que veían. La Catedral era notable ejemplo de la diferente resis-

tencia de los muros, según la dirección en que se hallaban contruidos. El lado vuelto hacia el Nordeste no era más que un montón de ruinas, entre las cuales se veían puertas y vigas que parecían flotar en un océano embravecido. Algunos bloques de mampostería de colosales dimensiones habían rodado muy lejos de su sitio. Los muros del lado que se extendía del SW. al NE., aunque muy cuarteados, permanecían en pie, pero grandes contrafuertes edificados en ángulo recto con estos muros, y, por consiguiente, paralelos a los derrumbamientos, habían caído como cortados con un cincel. El choque había dado, además, una posición diagonal a ciertos ornamentos cuadrados que había sobre alguna de estas paredes."

De la isla Quiriquina cuenta Darwin: "El primer sacudimiento fue muy repentino; me contó el mayordomo de la isla que el primer indicio que tuvo fue encontrarse rodando por el suelo él y el caballo que montaba; se levantó y volvió a ser derribado. Me dijo también que algunas vacas que pastaban en la costa, fueron lanzadas al mar".

Informes de los gobernadores de otras ciudades, publicados en "El Araucano":

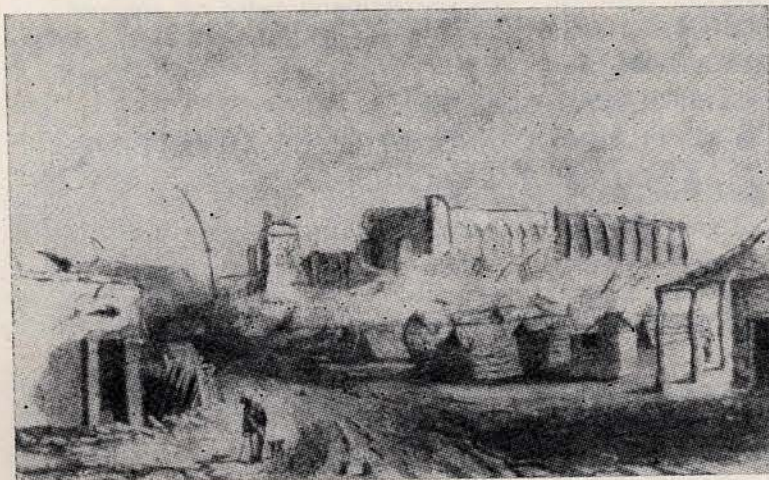
Talca: Iglesia Matriz y Casa Parroquial: Completa ruina. Santo Domingo: Edificio del convento y todo el corredor se vino abajo. Iglesia San Agustín: cayó la torre con la cuarta parte del techo. Hospital San Juan de Dios: En el suelo.

Chillán: Carta de Dn. Manuel Prieto: Un terremoto ha causado la destrucción completa de esta población.

Coilemu: Quedó casi demolida la población y los pocos edificios que han quedado sobre sus cimientos, tan ruinosos que no pueden habitarse.

Florida: Total exterminio y lo mismo la villa de Hualqui. En el suelo las cárceles y templos, casas de campo y haciendas.

Arauco: No ha quedado una sola casa en buen estado.



Ruinas de la Catedral de Concepción, destruida por el terremoto de 1835 (Dibujo de J. C. Wickhan)

Los Angeles: El temblor ha arruinado casi generalmente todos los edificios de esta ciudad.

Pelarco: Iglesia, se vino abajo el techo.

Curicó: Padedieron generalmente las torres de los templos y cayeron cinco casas.

Valdivia: Darwin relató sus impresiones como sigue: "Día memorable para Valdivia, porque hoy se ha sentido el más violento terremoto de que hay memoria aquí; comenzó de repente y duró dos minutos, pero a mi compañero y a mí nos pareció mucho más largo. El temblor del suelo era muy sensible y había gran dificultad para tenerse de pie. A mí casi me produjo mareo el movimiento, que se pareció mucho al de un buque entre olas muy cortas o como si patinase en hielo muy blando que cediese al peso del cuerpo. El viento agitaba los árboles de la selva en el momento del choque, por esto no sentí yo más que el temblor de la tierra bajo mis pies, sin observar otro fenómeno."

Fitz Roy, concluye: "Durante el resto del día y la noche siguiente, apenas si la tierra quedaba en reposo durante algunos minutos consecutivos. Estremecimientos frecuentes, casi sin cesar, sacudidas más o menos violentas y ruidos subterráneos mantuvieron a los habitantes en un estado de inquietud insoportable. La tierra fue agitada durante los tres días que siguieron al gran terremoto y se contaron más de 300 choques hasta el 4 de marzo.

Fitz Roy también presenció el maremoto de Talcahuano. Dice:

"Poco después del terremoto, se esparció la voz de que el mar se retiraba, y recordándose la ruina de Penco por las olas consecutivas al terremoto de 1751, toda la población huyó hacia los cerros. Más o me-

nos media hora después de la sacudida, el mar se había alejado ya tanto, que quedaban en seco hasta las naves ancladas en profundidades de siete brazas, aparecían a la vista los peñascos y arrecifes de la bahía, cuando una descomunal ola pasó rápidamente a lo largo de la costa occidental, bariendo todo lo que podía ponerse en movimiento; su altura alcanzaba a 30 pies encima de la señal de las altas mareas. Pasó encima de los buques, haciéndoles remolinar como simples barcas; tan impetuosa en su retirada como que un torrente arrastró consigo todos los objetos movibles que el terremoto había acumulado en los montones de escombros. Después de pocos minutos las naves se encontraron de nuevo en seco y se vio a otra ola que se acercaba con gran ruido e impetuosidad mayores aún y que en su retirada arrastró cuanto había. Pasados unos minutos, se vio a una tercera ola que rodaba entre la isla Quiriquina y el continente. Parecía más gigantesca que las anteriores y rugía al chocar contra los obstáculos, arrastrando todo lo que encontraba en la costa, asolando y cubriéndolo todo. De repente se retiró y el mar apareció cubierto de tabiques y objetos de todas clases".

Darwin señala sobre el maremoto: "La ola no tenía la más leve burbuja de espuma y parecía inofensiva, pero a lo largo de la costa derribaba las casas y arrancaba de raíz los árboles. Su fuerza debía ser inmensa porque en la fortaleza transportó a 15 pies de distancia un cañón de la cureña, que pesaba cuatro toneladas. Una goleta fue transportada a 200 metros de la costa y estrellada después contra las ruinas. La ola grande se acercó, sin embargo, con bastante lentitud, puesto que los habitantes de Talcahuano tuvieron tiempo de refugiarse en la colina que había detrás de la ciudad".

Terremoto de Valparaíso 16 de agosto de 1906

Relato periodístico por Ernesto Montenegro (1906)

Un testigo presencial dice que allá por las horas de cenar, subió de las entrañas de la tierra ese rumor sordo y profundo, que va tomando cuerpo y que rompe de pronto en un remezón del suelo, crujido de pisos y techumbres, gritos despavoridos de la gente, quebrazón de vidrios, una polvareda huracanada y fogonazos eléctricos que cruzan el cielo. Cree que el suelo debe haber oscilado de 3 a 6 centímetros y el primer remezón duraría poco menos de un minuto, agrega el observador; nuestra impresión era que la tierra daba tremendos barquinazos y que aquello no terminaba nunca. Un alarido unánime parecía llegar a nuestros oídos de todos los ámbitos de la ciudad; un coro de lamentaciones que no podían compararse con nada menos que el bramido de un huracán. Las luces se apagaron y en la confusión de la oscuridad las gentes se lanzaron a la calle tropezando unas con otras y llamándose a gritos. Por

las quebradas que bajan al plano, de cada pasaje y cada callejón surgía un torrente humano que iba a engrosar a los que por instinto corrían por las calles. Pero ahora la noche ya no estaba oscura, a pesar de los nublados y de la lluvia que comenzaba a empapar las ropas. Los incendios, con sus lenguas de fuego, aparecían por todos lados.

A los pocos minutos vino el segundo remezón, todavía más recio que el primero. En medio de la plaza Condell atiné a tomarme del poste del alumbrado para noirme de bruces. Los armazones de las casas se cimbraban y caían de un solo golpe. Al desembocar en la Avda. Brasil, el despavorido gentío veía arder las hileras de edificios comerciales. El fuego, originado por los corto-circuitos o por las lámparas a parafina de las barracas del malecón, se iba extendiendo libremente, pues por la rotura de la cañería matriz, faltaba absolu-



*Terremoto de Valparaíso.
Plazuela Bellavista y
Calle Blanco*

tamente el agua. Mirando a los cerros, se observaba cómo las casas se quemaban a puertas cerradas; primero un halo luminoso en sus contornos hasta que el techo entero se levanta en el aire, estalla en pedazos y vuelve a caer a la hoguera.

Al penetrar en las calles retorcidas del barrio del Almendral aparecen los primeros cadáveres. Muchas casas han quedado sin fachada, mostrando sus departamentos interiores. No puede uno dejar de anotar que las macizas paredes de ladrillo resisten menos la acción del temblor que el armazón de tabiques que quedaban detrás. Pero tampoco se deja de recordar que todo este suelo de relleno, arrebatado al mar, no ha de tener la consistencia suficiente para servir de cimiento a ninguna cosa estable.

Tembló toda esa noche y más espaciado en los días siguientes. A cada rumor que subía de las entrañas de la tierra, una angustia cargada de premoniciones sobrecojía el corazón y entonces no se pensaba sino en huir. ¿Adónde?

Pronto comenzaron a esparcirse alarmas de salidas de mar. Muchos corrían gritando: maremoto; arrancar para los cerros... Pero el mar se mantuvo extrañamente tranquilo. Muchos lo hacían para espantar a la gente y dedicarse al robo. Los fusilamientos terminaron con esto.

Mirar los rieles retorcidos de la línea férrea a lo largo del malecón, era quedar mudo y confuso ante ese despliegue de fuerzas sobrehumanas que juegan con el acero como con tiras de papel. Allá, por el cerro de las Monjas, se desprendió un gran

trazo del camino de cintura, precipitándose al fondo de la quebrada, cien metros más abajo. Murallas de metro y medio de espesor quedaron destruidas o cuarteadas o en el suelo. Una de las torres de ladrillo de la Merced se vino al suelo. La otra hubo que dinamitarla por el peligro de derrumbe.

La gente comienza a preguntarse dónde se reconstruirá Valparaíso. No pueden concebir que vuelva a levantarse la ciudad en este mismo despeñadero acorralado por el mar.

Hasta septiembre todavía temblaba de cuando en cuando. La mayoría comenzaba a acostumbrarse a la inestabilidad del suelo. No faltaban los observadores de ánimo filosófico que estaban convencidos de que el terremoto resultaría un bien para Valparaíso. Se edificaría más y mejor; se abrirían plazas y ensancharían calles que fueron siempre muy estrechas y retorcidas. El camino de Cintura sería reforzado y otro tanto se haría con la carretera que unía el puerto con Viña del Mar.

En igual proporción a la facilidad que una comunidad demuestra en adaptarse a nuevas condiciones de vida, está su predisposición a olvidar los males del pasado inmediato. La urgencia de vivir se sobrepone a todo.

Quince días después de la catástrofe, la ciudad va ya recuperando su ajetreo normal, carros y carretones comienzan a limpiar las calzadas de escombros y seguramente en un mes más, allá por el 18 de septiembre, todo esto volverá a tomar el aspecto festivo de todos los años.

15 GRANDES SISMOS DESDE 1900

El terremoto de Valparaíso aparece entre los quince grandes sismos de este siglo, cuya lista publicamos a continuación:

FECHA	COORDENADAS		MAGNITUD	LUGAR
(Tiempo Universal)				
1902 Agosto 22	40 N	77 E	8,6	Tien Shan (China).
1905 Abril 4	33 N	76 E	8,6	Tibet.
1905 Julio 23	49 N	98 E	8,7	Mongolia.
1906 Enero 31	1 N	81½ W	8,9	Ecuador.

FECHA	COORDENADAS					
(Tiempo Universal)						
1906 Agosto 16	33 S	72 W	8,6			Valparaíso.
1911 Enero 3	43½ N	77½ E	8,7			Lago Balkash (URSS).
1917 Mayo 1º	29 S	177 W	8,6			Is. Kermadec (Pacífico Sur).
1917 Junio 26	15½ S	173 W	8,7			Is. Tonga (Pacífico Sur).
1920 Diciembre 16	36º N	105 E	8,6			China Central.
1929 Marzo 7	51 N	170 W	8,6			Is. Aleucianas (Alaska).
1938 Febrero 1º	5¼ S	130½ E	8,6			Mar de Banda (Indonesia).
1941 Junio 26	12½ N	92 E	8,7			Is. Andaman (Océano Indico).
1942 Agosto 24	15 S	76 W	8,6			Perú.
1950 Agosto 15	28½ N	96½ E	8,7			Assam.
1952 Marzo 4	42½ N	43 E	8,6			Hokkaido (Japón).

Terremoto de Chillán

25 de enero de 1939, a las 03 h. 32 m. 0,6 s.

(hora de Greenwich)

En los más trágicos treinta segundos que registra la historia de los cataclismos, Chillán, iluminada, bullente, palpitante, bajo un cielo tachonado de estrellas, se transformó en una tumba, en un sarcófago inmenso, sobre el cual flotó una nube de tierra ante los ojos dilatados y espantados de los sobrevivientes que veían el espectáculo dantesco de todas las calles, absolutamente todas, repletas de escombros.

Un periodista que visitó la ciudad dos días después de la catástrofe, dice: Desde el aeródromo de San Ramón, al que sólo se podía llegar por avión, todo el camino está estriado de resquebrajaduras, que a veces hay que sortear para no volcarse. Las pueblas campesinas todas en el suelo, en algunas aún se mantenía en pie la armazón de madera, pero limpia de techo y de muros. Ya al llegar a los suburbios se veían los primeros hacinamientos de escombros. Llenaban totalmente las calzadas, porque las murallas delanteras se doblaron sobre

las calles, mientras el resto de los edificios se sentó plenamente.

Entramos por las calles, por aquellas que permiten el tránsito a través de senderos abiertos entre los cerros de escombros, montañas de ladrillos, adobes y maderas. No hay nada en pie, nada. Casi no se concibe cómo se ha podido verificar un desplome tan absoluto, tan definitivo.

Al seguir avanzando hacia el centro de la ciudad, los cerros de escombros son cada vez más grandes. Desolación igual es imposible.

Las gentes van y vienen llevando trozos de colchones y otros objetos, que han logrado extraer de entre los derrumbes.

Hay un movimiento de gente que camina en silencio, con los rostros sucios de tierra, vistiendo trajes rotos, embarrados. En la plaza, camas, vivacs, grupos de gentes que se acercan a quienes pueden dar una noticia. Alguno dice: yo y fulano con vida, los niños todos muertos; ¿la familia



Terremoto de Chillán.
Vista parcial

tal? No existe nadie. Nadie pregunta ya quiénes murieron, es más fácil averiguar quiénes lograron salvarse.

En esta ciudad, transformada en tumba, hay, sin duda, más de veinte mil muertos y también hay miles de seres que están agonizando y muriendo bajo los escombros, que es imposible remover. En estos puntos se han colocado banderas blancas.

Continúa temblando. Los primeros auxilios han empezado a llegar, pero es difícil organizarlos en medio de esta desolación. Llegan aeroplanos, camiones, vehículos con medicinas y alimentos, médicos y enfermeras.

El cementerio está destruido como todo, y los cadáveres que van llegando en todos los medios posibles se amontonan sin encontrar sepultura. No hay ni tiempo ni espacio para dársela. Un sol de fuego planea sobre la ciudad sepultada. Ya la descomposición de los cuerpos emerge de todos los derrumbes y el aire trae tufos de podredumbre.

Una catástrofe: llegaba en ese instante, después de las 23 horas, a las avenidas de la plaza. De pronto un sacudimiento de salvaje violencia, luego otro hacia el lado contrario, que la arroja al suelo, en seguida un fragor de cordillera que se desploma y sentirse ahogada entre espesas nubes de tierra, en medio del estruendo y la más profunda y repentina oscuridad.

Durante horas, en esa noche de desesperaciones infinitas, se oían cómo en un coro, las voces de los que gritaban nombrando a los seres queridos que habían quedado sepultados bajo los escombros. Ni los mismos propietarios lograban ubicar sus casas entre los cerros de murallas, puertas, techos y ventanas. Todo fue tan rápido que el Teatro Municipal, lleno de público, prácticamente se deshizo y no escapó nadie.

Después se hizo el silencio, el silencio de tumba que sólo vinieron a romper las caravanas de auxilio.

Estación Sismológica Base O'Higgins en la Antártida Chilena

En la V Reunión de Consulta del Comité de Sismología del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, celebrada en octubre de 1953 en Santo Domingo, se recomendó a las naciones americanas la instalación de estaciones sismológicas en la Antártida, deseos que Chile, a través del Instituto Sismológico, cumplió en un plazo muy breve, montando en enero de 1954 la primera estación sismológica permanente que se instala en la Antártida. Correspondió, pues, al Instituto Sismológico de la Universidad de Chile, el privilegio y el honor de haber sido la primera institución científica del mundo que incluyó en sus planes normales de trabajo al Continente Antártico.

Anteriormente, USA y Francia habían montado en sus campamentos antárticos sismógrafos que sólo funcionaron algunos meses, los que duró la expedición. De éstos parecen ser los más importantes los realizados por la expedición norteamericana de Byrd, en el año 1947, y los de la expedición francesa de Invert, en 1951.

La estación sismológica que mantiene el Instituto en la Antártida, fue instalada por personal del Ejército, en enero de 1954, personal que fue debidamente instruido en la oficina central del Instituto. La estación funcionó en perfectas condiciones hasta septiembre de 1954, fecha en que los instrumentos se detuvieron. Los inconvenientes de su primer año de duración llevó al Departamento Antártico del Ejército a solicitar del Instituto el envío de un funcionario que revisara y controlara el

instrumental. Dicho funcionario estuvo un año en la Antártica, siendo el primer funcionario civil de dotación en una base antártica.

La Estación Sismológica O'Higgins se encuentra instalada en la Base General O'Higgins, ubicada en Puerto Covadonga, en Tierra de O'Higgins, del Continente antártico. La Base está formada por un conjunto de casas, necesarias para el servicio de la dotación del Ejército que en forma permanente desempeña sus labores en esa zona. Está edificada en terreno firme de roca, en una pequeña península denominada Isabel Riquelme.

Rodeada de glaciares de alrededor de 100 metros de altura, se encuentra la Bahía que forma Puerto Covadonga y que mira a las Shetlands del Sur en las aguas del Estrecho de Bransfield, en el extremo noroccidental de las tierras de O'Higgins.

La casa principal tiene al frente una pequeña plaza con un busto del General O'Higgins, en que se realizan ceremonias militares. Dando frente a esta plaza se encuentran cuatro piezas que dan sus ventanas a ella, dos a cada lado de la puerta principal, la que tiene una torre con una puerta de emergencia en caso de quedar tapiada la casa por la nieve.

En la pieza del extremo izquierdo se ha instalado la estación sismológica. Esta estación es operada por personal del Ejército, debidamente entrenado durante cinco meses en las oficinas y talleres del Instituto, lo que les permite interpretar los sismogramas enviando sus datos por radio a Santiago.

Expedición Sismológica al Norte Para el Año Geofísico Internacional

Antecedentes

Ha sido opinión acostumbrada entre los geólogos que las montañas y altas planicies están soportadas por una estructura de rocas, con raíces más livianas extendidas hacia abajo, dentro de las rocas más pesadas de la capa terrestre, lo que provoca una especie de "flotación" de las montañas que quedan en equilibrio isostático, tal como flotan los icebergs. Es importante, en consecuencia, determinar el espesor de la capa terrestre en las diversas zonas geográficas. Con este objeto y como parte de las actividades programadas para el AGI, la "Carnegie Institution" organizó una expedición científica hacia Sudamérica.

Se prepararon vehículos especiales para afrontar las dificultades propias de caminos deficientes y aun de la ausencia de los mismos, más sus condiciones naturales, es decir, altura sobre el nivel del mar, rocosidad, pantanos, etc. Sobre esos vehículos se instaló un completísimo instrumental de registro sismológico, detectores geofónicos, amplificadores electrónicos, medidores de tiempo, sistemas de energía y, finalmente, un completo sistema de telecomunicación inalámbrica, que le permite actuar autónomamente, pero con permanente vinculación al resto de la expedición. Dada la singular calidad del equipo técnico de la Carnegie, este instrumental puede conceptuarse como de primera clase.

El año 1957, la expedición norteamericana que utilizó esos equipos y vehículos, realizó sus experiencias en diversos países sudamericanos y finalizó sus trabajos precisamente en Antofagasta. Dejaron los norteamericanos en Antofagasta tres vehículos, totalmente equipados y que, por

gestiones exitosamente culminadas, recientemente fueron donados a esta Universidad para continuar los trabajos suspendidos el año anterior.

Según los datos que alcanzaron a compilar los miembros de la Carnegie en la relatada expedición, surgieron varias interpretaciones acerca del espesor y naturaleza de la capa en la zona de Arica, Iquique, Antofagasta y Taltal, que para ser definitivamente dilucidadas requirieron más comprobaciones a ciertas distancias aún no exploradas o no claramente logradas en aquella oportunidad.

Organización y financiamiento. Esta expedición fue posible gracias a la decidida contribución del Centro Universitario de la Zona Norte,



Un vehículo de la expedición en posición de registro, con antena colocada y sismógrafos conectados

con sede en Antofagasta, que ha financiado materialmente esta Investigación y que contribuyó eficazmente a su organización y preparación.

Para mejor rendimiento del personal y aparatos, se constituyeron tres equipos de dos investigadores, que ocuparon, respectivamente, los tres vehículos.

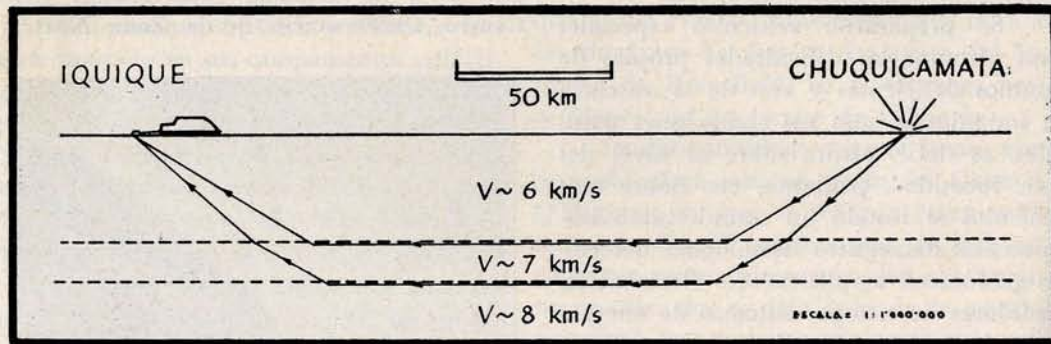
Descripción del experimento y método de su ejecución. Esencialmente, el método de determinar el espesor y contenido de la corteza terrestre consiste en causar una fuerte conmoción (un sismo pequeño), mediante algún explosivo y captar las ondas de agitación terrestre que se originan a cierta distancia. Conocida la hora exacta de la explosión, y también la hora exacta de la percepción, más la distancia, puede calcularse la velocidad relativa en que esas ondas viajaron, de lo que se infieren las características del suelo.

En **Chuquicamata**, la empresa minera provoca diariamente fuertes explosiones para librar mineral. Esas explosiones de

rutina fueron tomadas como base de estos experimentos.

La dirección de la Empresa, con gran espíritu de colaboración, ofreció alojamiento y facilidades de acceso a uno de los equipos que permaneció allí quince días, para transmitir por su emisor radioeléctrico, la hora exacta de las explosiones, su secuencia y fuerza explosiva.

Los otros dos equipos se dedicaron en diferentes zonas a detectar e inscribir el paso de la onda sísmica que cada explosión de Chuquicamata provoca. Para ello, mediante el equipo de telecomunicación inalámbrico se acordaba con el equipo instalado en Chuquicamata la hora en que ocurría la explosión, e instalaban sus detectores sobre el terreno, eligiendo cuidadosamente el punto, evitando lugares frecuentados o expuestos a vibraciones por paso de trenes, vehículos, acción del viento o del oleaje, perturbaciones todas ellas que interfieren de tal modo sobre las ondas que se trata de registrar, que tornan ininteligible el resultado.



Método sísmico para ubicación de capas geológicas

Las ondas llegaban a los vehículos donde eran inscritas en oscilogramas, junto a la hora corregida y exacta. Después del experimento, cada vehículo sintonizaba L. O. L., emisora que da tiempo patrón, en 15 megaciclos/seg., y efectuaba la corrección de su cronómetro.

Cómo se captan y registran las explosiones. Cada equipo dispone de dos geófonos, que

se colocan sobre el terreno, eligiendo rocas o fondo consistente, a una distancia de unos 200 metros del vehículo y conectándolo a éste por medio de un conductor coaxial flexible.

Como es sabido, los geófonos son sencillamente bobinas móviles dentro de un fuerte campo magnético, afirmadas a vastagos mecánicamente flotantes. Ante la más mínima alteración de su equilibrio, similares alteraciones eléctricas resultan del

circuito electromagnético, las que son conducidas al equipo amplificador de baja frecuencia, ubicado en el automóvil.

Por cada geófono hay un canal amplificador electrónico de alta ganancia, la que puede ser variada por acción de un atenuador calibrado.

Estos amplificadores emplean tubos termoelectrónicos y son de diseño convencional, y alimentados por baterías y pilas, exclusivamente, a fin de asegurar bajo ruido.

Cada amplificador concluye en un galvanómetro que acciona una aguja inscriptora, Sistema Brush, que mediante tinta inscribe en banda de papel especial.

La banda de papel puede transitar a tres velocidades típicas. Durante los preparativos se usa Baja, previamente a la explosión Media y finalmente, después de anunciada la explosión, Alta. En esta última condición es cuando el sistema oscilográfico reúne su mayor fidelidad.

La razón de emplear dos geófonos, dos amplificadores y dos agujas inscriptoras, por una parte, asegurar que siempre haya una inscripción, frente a una súbita panne de un canal y también el hecho que bajo ciertas condiciones de emplazamiento de los geófonos, la diferencia de fase que acusan las agujas frente a la señal interesante, puede ser distinta que la que acusan frente al ruido y permiten su fácil identificación.

Los sistemas radioeléctricos están constituidos por receptores multibandas profesionales y emisores de frecuencias fijas con 8 canales presintonizados, potencia de unos 25 Watts. La antena es rebatible, tipo omnidireccional, modelo tanque.

El reloj es un especial modelo que puede accionar mediante relay y pilas linterna, una tercera y central aguja inscriptora, que da un pulso por cada segundo.

Conclusiones. El material científico obtenido en el curso de la expedición, se compone de 21 inscripciones, correspondientes a siete explosiones registradas a diversas distancias de Chuquicamata. De especial interés fueron las inscripciones

cercanas (80 km.) y las muy alejadas (240 km., 410 km.), ya que éstas no pudieron lograrse en el curso de la expedición Carnegie de 1957.

El examen preliminar de los registros indica que la corteza terrestre en la región de **Antofagasta** y **Tarapacá** posee un espesor medio de 55 km., y su base descansa en un manto con velocidad de propagación de alrededor de 8 km. por segundo. Las velocidades de propagación en la corteza son del orden de los 6 km. por segundo, pero se observa una discontinuidad que puede atribuirse a la presencia de una capa intermedia, de un espesor aún no determinado, y que tendría una velocidad de propagación de alrededor de 7 km. por segundo.

Esta capa nueva, cuyo descubrimiento formaría el mérito principal de esta expedición, debe ser objeto de un estudio más detallado en los sismogramas. El cálculo exacto de los tiempos de recorrido de las distintas ondas registradas define un perfil o corte esquemático de las capas terrestres en la región de Antofagasta, con sus respectivos espesores y propiedades (ver figura).

Aparte de los datos estrictamente sísmicos, se han recogido informaciones de tipo gravimétrico, así como experiencias de gran valor sobre la forma de propagación de las ondas sísmicas en distintas direcciones desde el foco en **Chuquicamata**. Estas diversas informaciones podrán servir de base para un mapa geotectónico de la provincia de Antofagasta, que será de indudable importancia para los estudios geológicos en la zona.

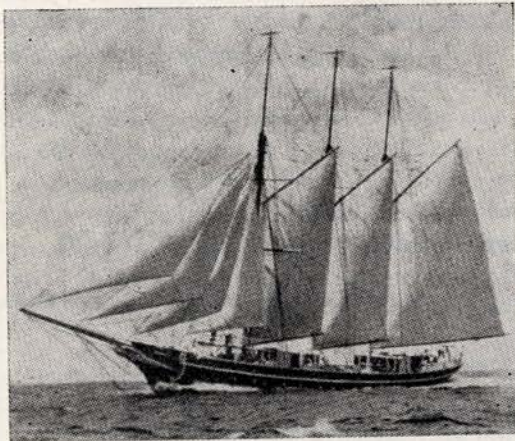
Finalmente, la experiencia recogida ha servido para la ideación y diseño de diversas mejoras en los sistemas de transmisión y de inscripción, las que serán utilizadas en el curso de futuras expediciones. Las posibilidades de exploración de la corteza terrestre mediante este método han sido ampliamente confirmadas y merecen ser extendidas mediante perfeccionamiento de los equipos, a fin de ser utilizados en el estudio sistemático de la corteza terrestre en distintas zonas del país.

Expedición Oceanográfica de la Universidad de Columbia

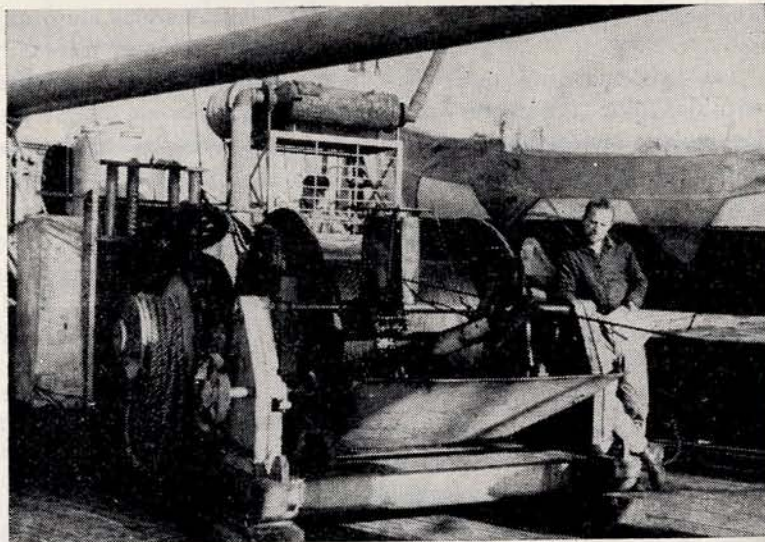
En los primeros días de enero de 1959 arribó a Valparaíso el velero **Vema**, de propiedad de la Universidad de Columbia, con el fin de realizar estudios oceanográficos en el Pacífico Sur. La primera expedición del **Vema** en estos mares estuvo a cargo del Dr. Maurice Ewing, Director del Lamont Geo-

logical Observatory, y con personal científico de la misma Universidad.

Entre Valparaíso y Talcahuano participó el Ingeniero Cinna Lomnitz, Director de este Instituto, y que fue uno de los organizadores del cruceo del **Vema** a lo largo de nuestra costa, materializándose de esta manera la primera etapa de un trabajo de cooperación entre ambas Universidades, con el fin de iniciar la exploración de la costa pacífica de América por parte del equipo científico que dirige el Prof. Ewing, y con la colaboración directa de la Universidad de Chile. Además, el Instituto cooperó con un equipo sísmico móvil para los trabajos de refracción, instalándose primero en Talcahuano y luego, en Puerto Montt. Desde Puerto Montt hasta Buenos Aires, pasando por el Estrecho de Magallanes, participaron los miembros del Instituto, Lautaro Ponce y Enrique Gajardo.

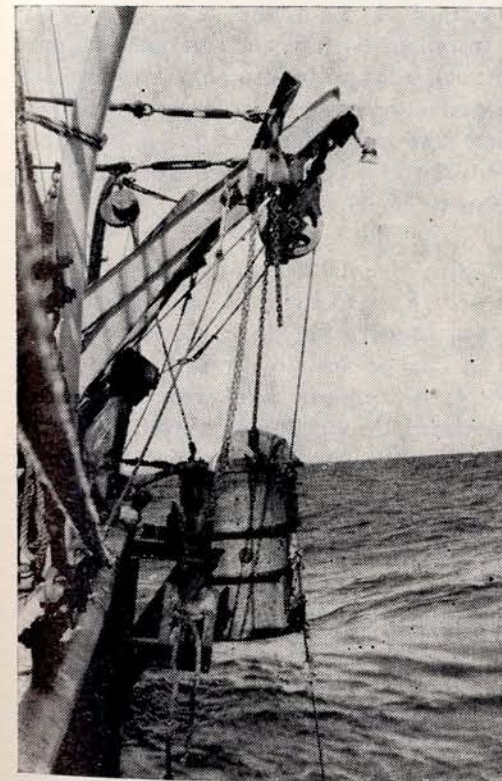
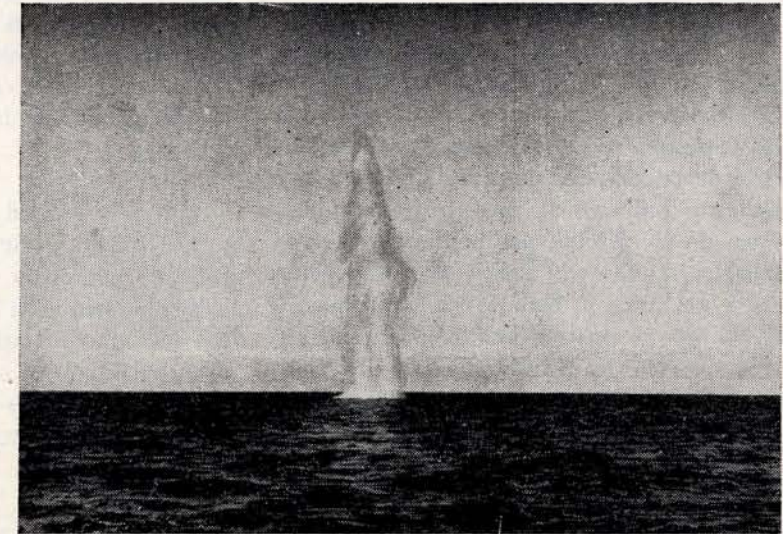


El yate oceanográfico "Vema"



Huínche hidrográfico del "Vema"

Explosión de carga de profundidad



Muestra de agua recogida para análisis por Carbono-14

Es necesario también dejar constancia de la decisiva cooperación de la Armada Nacional, no sólo en lo referente al otorgamiento de permisos, mapas, facilidades portuarias, sino que en la decisión del Comando en Jefe de comisionar a la corbeta

Casma para todo su resto. Esta importante decisión de la Armada, no se hubieran podido llevar a efecto los trabajos de refracción sísmica frente a la costa chilena y en los canales australes.

El **Vema** está equipado con el instrumental científico necesario para obtener muestras y medidas oceanográficas y datos de gravimetría, magnetometría, batimetría, etc., a lo largo de la navegación.

En un cruceo de este tipo se realizan los siguientes trabajos:

a) **Obtención de muestras de sedimentos** de aproximadamente 2 a 15 mts. de largo, por medio de sonda de percusión a profundidades hasta de 6.000 mts. Por medio de estas muestras, se puede estudiar cómo los sedimentos han sido transportados y depositados; su origen y la época en que se han realizado esos procesos.

b) **Muestras de Agua**, para estudiar la circulación de las aguas profundas. Se saca una muestra de agua para calcular su edad por medio del isótopo C 14. Debido a que el mar se encuentra estratificado, al igual que la corteza terrestre, se puede calcular la velocidad de circulación del agua. Estos datos son importan-

tes, pues con ellos es posible calcular el flujo de calor de grandes áreas del fondo de los océanos.

Se mide también la temperatura del agua a distintas profundidades y simultáneamente, se toman muestras para hacer análisis de salinidad.

c) **Rastreo Biológico.** Para estudiar la fauna y flora del fondo marino se realizan rastreos biológicos. Con las muestras es posible estudiar la evolución de las especies marinas. El *Vema* hizo un gran hallazgo al encontrar ejemplares vivos de *Neopilina*, por primera vez en el Pacífico, frente a Perú, y posteriormente en el Atlántico al Este de las Malvinas. La *Neopilina* es un molusco que vive, al parecer, en las profundidades de las fosas marinas (6.000 mts.) y que se creía extinto hace millones de años.

Cerca de la superficie se efectúa muestreo de plankton, para estudiar la vida biológica en los océanos.

d) **Fotografías del Fondo del Mar.** Se toman las fotos con una cámara especialmente construida para soportar las grandes presiones, y sincronizada con un flash. Se dispara a cierta altura del fondo del mar y se pueden tomar hasta 20 fotos en forma totalmente automática. Permiten estudiar el aspecto del fondo del mar y los seres vivos que lo habitan en las grandes profundidades.

e) **Medidas Gravimétricas.** Estas se realizan a lo largo de la navegación para conocer mejor la forma del Geoide, y son una ayuda en la interpretación de las medidas de refracción. El gravímetro marino se encuentra aún en la etapa experimental, y no funciona sino en aguas muy tranquilas.

f) **Medidas Magnetométricas.** Se usa un magnetómetro que mide la totalidad del campo magnético. Consiste en un "pescado" que es arrastrado por el buque, y cuyo interior contiene los elementos detectores.

Las medidas de las anomalías magnéticas tienen relación con la topografía del fondo del mar, por lo que sirven de complemento a las medidas batimétricas, y dan indicaciones acerca del tipo de rocas que existen en el fondo del mar.

g) **Batimetría.** Por medio del P. D. R. (Precision Depth Recorder), se obtiene un perfil continuo, a lo largo de la navegación, de la topografía del fondo del mar.

h) **Medidas Batitermográficas.** Se usa el batitermógrafo, diseñado por el Dr. Ewing, que determina las temperaturas en función de la profundidad con gran precisión. Estas medidas permiten estudiar los cambios horarios y geográficos de posición de la capa de inversión térmica y la influencia de las corrientes marinas.

i) **Medidas de propagación del sonido en el Mar,** se inscriben en una cinta magnética, para ser analizadas posteriormente. La recepción de ondas depende de la distancia del disparo, pero hubo recepción aun a 250 millas de distancia y con cargas pequeñas (3 a 9 libras de T. N. T.).

j) **Medidas de Refracción Sísmica.** Contó este trabajo con la cooperación de la Corbeta *Casma*, en la cual se instaló un equipo de radio receptor-transmisor y el equipo sísmico, que consta de hidrófonos, amplificadores e inscriptores a papel fotográfico. Para esto, se requiere un barco que dispare las cargas y otro que permanezca en "escucha" en total silencio. La magnitud de las cargas varía entre $1/2$ a 300 libras de T. N. T., dependiendo de la distancia y condiciones locales.

En Talcahuano (Península de Tumbes) y en Puerto Montt, el Instituto instaló estaciones móviles de recepción. En el Estrecho de Magallanes se continuaron estos trabajos, desembarcando el equipo en los

lugares apropiados. En dicha zona, la ENAP colaboró con un equipo terrestre para el perfil N-S del Estrecho. La longitud máxima de los perfiles fue de 200 millas.

Este método, muy productivo, permite determinar el grosor de la sedimentación, el espesor de las distintas capas de la corteza y las velocidades del sonido en cada una de ellas.

Entre Valparaíso y Buenos Aires, se realizaron aproximadamente 70 perfiles, la mayor parte de ellos con sus contraperfiles en dirección contraria.

Las conclusiones de esta expedición, en el Pacífico Sur, serán publicadas en conjunto por este Instituto y la Universidad de Columbia.

Propagación de la Onda Sísmica en Base a Observaciones Personales de la Intensidad del Sismo

Ing. FEDERICO GREVE S.

El sismólogo Frank Neumann, en su publicación titulada "Note on an Accurate method of analysing earthquake intensity data locating epicenters and effect of local geology on earthquake intensity", estudia la propagación de la onda sísmica y fija el epicentro del sismo, valiéndose de las intensidades con que se sintió el temblor en cada punto de la zona afectada.

He querido verificar algunas de las ideas expuestas por el autor y ampliar las investigaciones, aprovechando para ello, los mapas con curvas isosistas de 36 temblores de intensidad IV, V y VI (M. M. VIII a XII) que se han sentido en Chile en los años comprendidos entre 1906 y 1956.

Desde el año 1906 a 1941, los mapas con curvas isosistas se confeccionaron con los datos recolectados por el Director del Servicio Sismológico de la Universidad de Chile, Conde Montessus de Ballore, y otros; y del año 1942 para adelante, con las observaciones personales sobre temblores, que nos proporcionan en forma permanente 250 personas repartidas en el país (Servicio de Postales Informativas, fundado por F. Greve).

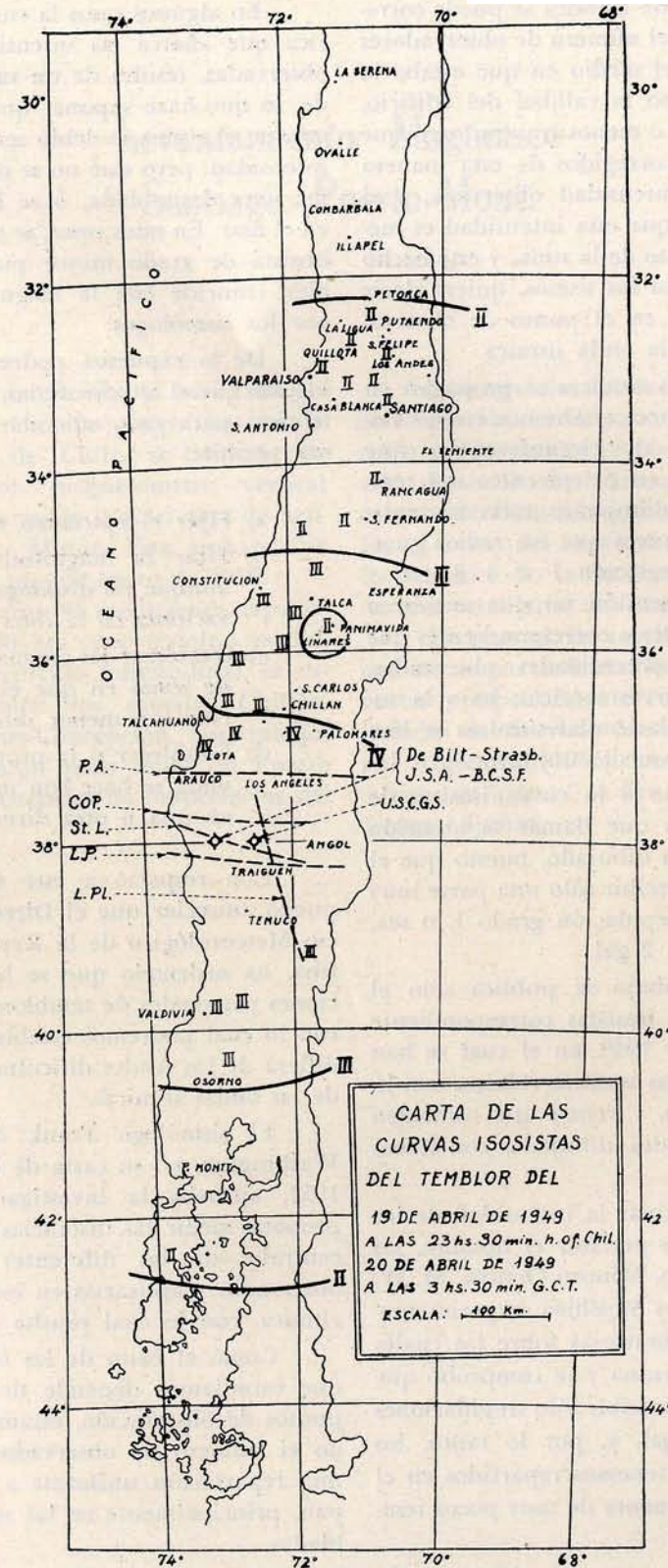
En estos mapas, la intensidad con que se sintió el temblor se expresa en la escala chilena de 6 grados, que guarda la siguiente relación con la escala de Mercalli, modificada:

Grado	Escala de 6 grados	Escala M. M.	Aceleración máx.
I	I	I - II	0,5 - 2 gal
II	II	III - IV	2 - 8 "
III	III	V - VI	8 - 32 "
IV	IV	VII - VIII	32 - 128 "
V	V	IX - X	128 - 512 "
VI	VI	XI - XII	512 - o más

Se aprovecharon los mapas que se hacen en el Instituto Sismológico para cada sismo de intensidad IV o más; y en los cuales se anota la intensidad con que se sintió el temblor en cada ciudad, las curvas isosistas resultantes, la ubicación del epicentro, calculadas por los institutos sismológicos y las distancias a las estaciones sismológicas cercanas.

Si estudiamos las curvas isosistas

reales de estos mapas, o sea, las que encierran los números iguales que representan la intensidad con que se sintió el sismo en cada punto, vemos que son aproximadamente círculos que tienen su centro en el epicentro del sismo. Las discrepancias provienen de errores de apreciación de la intensidad y de la configuración de la costra terrestre que puede amortiguar, en ciertos casos, la trepidación producida por el sis-



mo. La apreciación errónea se puede corregir aumentando el número de observadores y considerando el medio en que estaba la persona; tal como la calidad del edificio, el ambiente más o menos tranquilo en que se encontraba. Corregidos de esta manera los valores de intensidad observada, y si aun así aparece que esta intensidad es menor que en el resto de la zona, y este hecho se repite en todos los sismos, quiere decir que el subsuelo, en el punto de observación, amortigua la onda sísmica.

Si las ondas sísmicas se propagan en un medio uniforme, tendremos curvas isosistas en forma de circunferencias que tienen su centro en el epicentro del temblor. Ahora, si dibujamos estas circunferencias de tal manera que sus radios guarden entre sí la relación 1-2-4-8, etc. y que sean de dimensión tal que encierren cada una los números correspondientes que representan las intensidades observadas, tendremos las curvas teóricas, bajo la suposición de que las ondas sísmicas se han trasladado en un medio uniforme.

Con respecto a la curva isosista de grado I, tenemos que llamar la atención que ésta no se ha dibujado, puesto que el hombre puede percibir sólo una parte muy pequeña de la trepidación grado I, o sea, aceleración 0,5 - 2 gal.

En este trabajo se publica sólo el mapa con curvas isosistas correspondiente al 19 de abril de 1949, en el cual se han dibujado las curvas isosistas teóricas con líneas de segmento, y vemos que coinciden con las curvas reales, dibujadas con líneas continuas.

Para determinar la intensidad de los sismos que puede percibir el hombre, los sismólogos Mushio, Minoru Octuka, M. W. Inoue, F. Omori y Suyehiro experimentaron con mesas vibratorias sobre las cuales colocaron una persona y se comprobó que éstas han podido percibir sólo trepidaciones mayores de 1,5 gal, y, por lo tanto, los observadores que tenemos repartidos en el país sólo se dan cuenta de muy pocos temblores de grado I.

En algunos casos la curva isosista teórica que abarca las intensidades mayores observadas, resulta de un radio muy grande, lo que hace suponer que hubo puntos en que el sismo se debió sentir con mayor intensidad, pero que no se observaron, por ser zona despoblada, o se han producido en el mar. En estos casos, se dibujó la curva isosista de grado mayor puesto que también coincide con la magnitud calculada por los sismólogos.

De lo expuesto, podemos dejar establecido que el estudio de las curvas isosistas teóricas para cada uno de los temblores, nos permite:

- a) Fijar el epicentro del temblor;
- b) Fijar la magnitud del temblor, aunque no dispongamos de observaciones en la zona epicentral;
- c) Establecer las anomalías geológicas de zonas en que el sismo se percibe con menor intensidad, y
- d) Establecer si la propagación de la onda se hace con mayor facilidad en una u otra dirección.

Con respecto a este último punto, puedo anunciar que el Director del Servicio Meteorológico de la República Argentina, ha ordenado que se hagan observaciones personales de temblores en ese país, con lo cual podremos establecer si la Cordillera de los Andes dificulta o no el paso de las ondas sísmicas.

El sismólogo Frank Neumann, de Washington, en su carta de octubre 17 de 1957, aprueba la investigación hecha, y propone medir las distancias mínimas epicentrales de las diferentes intensidades observadas y aplicarlas en escala semilogarítmica, con lo cual resulta una recta.

Como el éxito de las investigaciones que estudiamos depende del número de puntos de observación, estamos aumentando el número de observadores, eligiendo una repartición uniforme a lo largo del país, principalmente en las zonas poco pobladas.

Levantamiento Magnético Santiago - Puerto Montt

C. LOMNITZ

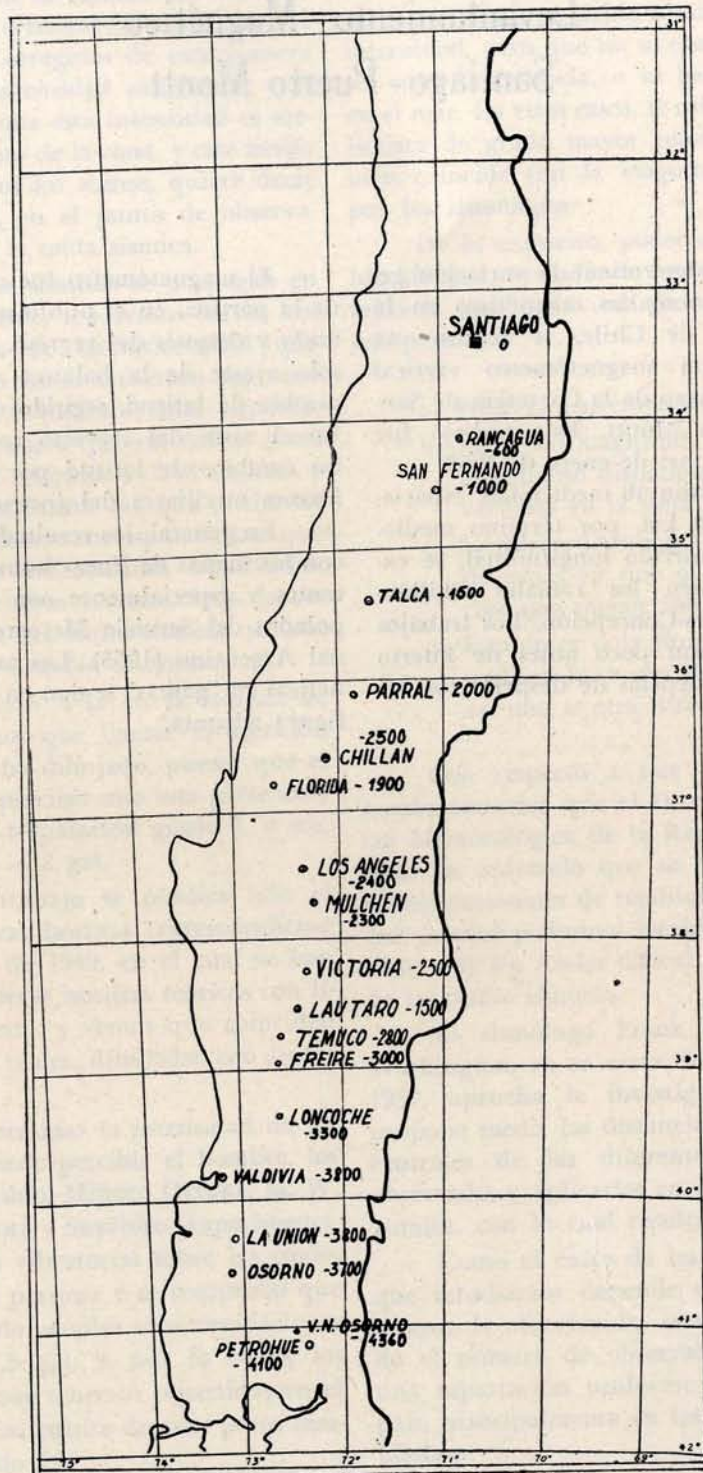
Con el fin de determinar la variación general de las anomalías magnéticas en la Zona Central de Chile, se realizó una exploración con magnetómetro vertical Askania, a lo largo de la Carretera de Santiago a Puerto Montt. Este trabajo fue realizado en el mes de enero de 1958.

Se efectuaron 46 mediciones, espaciadas de 20 a 30 km. por término medio. Además del recorrido longitudinal, se exploraron también los ramales Chillán-Termas y Bulnes-Concepción. Los trabajos se interrumpieron poco antes de Puerto Montt a consecuencias de desperfectos del vehículo.

El magnetómetro fue calibrado antes de la partida, en el punto medio del recorrido y después del regreso. Se efectuó un solo ajuste de la balanza magnética por cambio de latitud, seguido de calibración. En el resto del trayecto se compensaron los cambios de latitud por medio de los imanes auxiliares del instrumento.

En general, los resultados concuerdan con los mapas de líneas isomagnéticas existentes y especialmente con valores extrapolados del Servicio Meteorológico Nacional Argentino (1955). Las anomalías magnéticas en "gammas" se dan en el mapa de la figura adjunta.

MAPA MAGNETICO DE CHILE AUSTRAL
ANOMALIAS MAGNETICAS EN GAMAS RELATIVAS AL PUNTO
DATUM DE LOS CERRILLOS, COMPONENTE VERTICAL



Investigaciones Gravimétricas en la Región de Chillán

C. LOMNITZ

Antecedentes

Entre los meses de abril y noviembre de 1958 se efectuaron varias series de observaciones gravimétricas en el Valle Central de Chile, con el objeto de estudiar la estructura de la corteza y el relieve del basamento en esa región. El estudio fue programado con el objetivo inicial de determinar la posición del basamento en el área de Chillán, a fin de complementar los conocimientos hidrogeológicos de ella. En dicha área está en ejecución un programa de desarrollo de los recursos de agua subterránea, a cargo del proyecto llamado "Fondo Común Riego-Plan Ñuble", de la Corporación de Fomento de la Producción y del Instituto de Asuntos Interamericanos.

La investigación que se comunica se realizó en estrecha colaboración entre el Instituto de Investigaciones Geológicas y el Instituto de Geofísica y Sismología de la Universidad de Chile, que dirige el autor. En los trabajos de terreno y la reducción de datos participó el Sr. M. Dragicevic, de este último Instituto.

En la primera salida a terreno se obtuvieron indicaciones sobre la existencia, al oeste de Chillán, de una falla de gran desplazamiento vertical, recubierta por los sedimentos del Valle Central. El trabajo subsiguiente se concentró en el objeto de obtener mayores datos sobre la orientación y posibles interpretaciones de esta estructura geológica.

El presente informe describe en rasgos generales la estructura del Valle Central. Se reserva para futuros trabajos más

detallados la resolución de los numerosos problemas planteados, referentes a la historia geológica de la región.

Instrumental

Las observaciones se efectuaron con un gravímetro Worden (Houston Technical Laboratories N° 112) de un solo dial y con constante instrumental de 1,0848 miligales por división. Se empleó control altimétrico en combinación con las cotas de los mapas del Instituto Geográfico Militar y de la Empresa de los FF. CC. del Estado. Se ocuparon 120 estaciones situadas en perfiles transversales de orientación E-W, abarcando un área de cerca de 3.500 km.² entre las latitudes 36° a 37°15' S. En general, no se disponía de antecedentes geofísicos de la región.

Resultados

La figura muestra la ubicación de los perfiles transversales y de los estacionamientos, identificados por sus números de orden. Se han señalado también los límites aproximados del Valle Central.

Los resultados de las reducciones gravimétricas están contenidos en tablas que aparecen publicadas en el trabajo original (ver nota al final del artículo).

Se obtiene un mapa de las variaciones de la gravedad en la región de Chillán, superponiendo las isoanómalas de Bouguer sobre la geología de la región. Se empleó el mapa geológico inédito de J. Muñoz Cristi y H. Flores Williams (1942),

Fig.1- MAPA DE UBICACION DE LOS ESTACIONAMIENTOS GRAVIMETRICOS

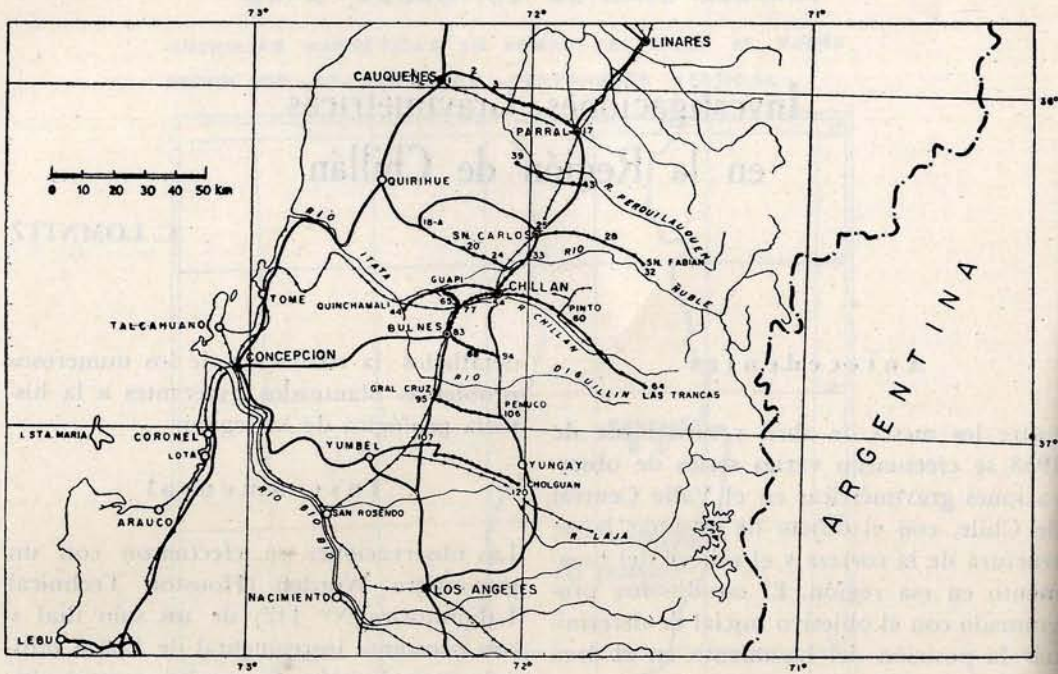
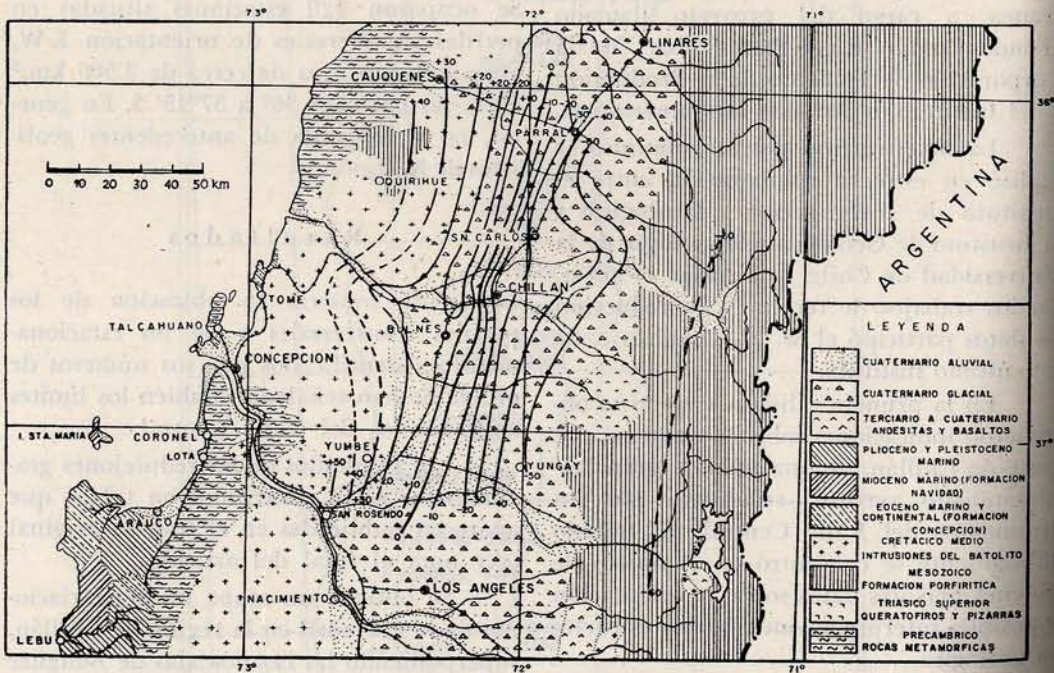


Fig.3- MAPA GEOLOGICO Y DE ISOANOMALAS DE LA REGION DE CHILLAN



que sirvió de base al publicado por J. Muñoz Cristi (1950). A continuación se enumeran algunas de las características más interesantes deducidas por este procedimiento.

1. Existe una estructura marginal importante bordeando el contacto entre el Batolito de la Costa y los sedimentos del valle. Esta indica una gran falla que, por su magnitud, debe estar relacionada con el origen de la Cordillera de la Costa y la depresión del Valle Central.

2. La máxima gradiente de gravedad se encuentra enteramente dentro de los sedimentos del valle. Se observa una cresta regional alargada de aproximadamente +20 miligales a lo largo del contacto entre el Batolito de la Costa y el Valle Central.

3. Comparando el perfil gravimétrico por Chillán, con un perfil teórico, se comprueba que el desplazamiento de la falla alcanza una amplitud de cerca de 2.000 metros y es casi vertical. Esta interpretación se basa en la profundidad conocida de los sedimentos en un pozo perforado cerca de Guapi, que alcanzó la granodiorita a los 80 metros de profundidad. En cambio, los pozos perforados al oriente de Chillán, atravesaron más de 300 metros de sedimentos sin llegar a la roca del basamento. El contraste de densidades supuesto

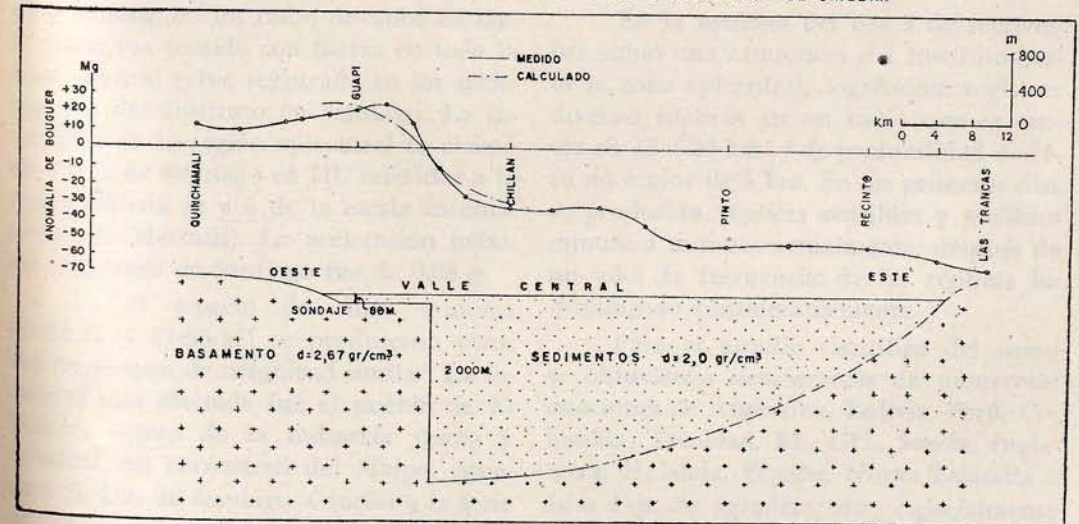
($2,67 \text{ g/cm}^3$ para el basamento y $2,0 \text{ g/cm}^3$ para los sedimentos) puede considerarse prudencial, ya que una mayor densidad media de los sedimentos conduciría a un desplazamiento aun mayor de la falla.

4. El trazado de la falla coincide aproximadamente con la ubicación de la isoanómala de valor 0.

5. La falla puede relacionarse con ciertos rasgos fisiográficos, principalmente con la ausencia de afloramiento de rocas del basamento al oriente de la falla y con el curso paralelo del río Perquilauquén y de algunos de sus afluentes en la región de Parral.

6. La gradiente más fuerte de la anomalía se presenta entre 4 y 10 km. al poniente de Chillán. En esta zona las líneas isoanómalas muestran una traslación paralela del orden de 3 km. hacia el noreste. Esta especie de saliente podría relacionarse con una posible falla subsidiaria o tributaria, que iría, más o menos, paralela con el valle del río Itata y que hubiera causado un desplazamiento transversal de la falla principal. De ser efectiva esta interpretación, la falla subsidiaria tendría movimiento lateral izquierdo, lo que implica cierto movimiento lateral derecho de la falla principal.

Fig.4- GRAFICO DE INTERPRETACION DEL PERFIL GRAVIMETRICO DE CHILLAN



7. La magnitud de esta falla marginal es tal, que resulta difícil apreciar la escasa gradiente regional que existe en el valle. Sin embargo, en algunos de los perfiles más largos puede comprobarse que esta gradiente regional no sobrepasa 1 mgal/km. en la dirección máxima E-W, es decir, menos de la mitad de la gradiente regional de la zona de Santiago. Los perfiles demuestran que el basamento emerge gradualmente hacia la Cordillera de los Andes, siendo conspicua la ausencia de cualquier variación brusca de la gravedad que pudiera indicar una falla marginal en el borde oriental del Valle Central.

Conclusiones

El descubrimiento en la región de Chillán, de espesores de sedimentos del orden de 2.000 metros, implica la posible existencia

de formaciones marinas potentes bajo la superficie del valle. Las formaciones terciarias marinas (Piso de Concepción y Piso de Navidad), se encuentran ampliamente representadas a lo largo de las costas de Chile Central y Sur. Ellas constituirían las formaciones de mayores expectativas económicas en la región del Valle Central.

Debe destacarse que las posibilidades de existencia de carbón e hidrocarburos en la región de Chillán, pueden hacerse extensivas a toda la región del Valle Central, e incluso a la región de los Lagos.

El presente trabajo proporciona nuevas informaciones sobre las relaciones genéticas entre el Valle Central y la Cordillera de la Costa, aportando datos concretos sobre la posición de la principal estructura tectónica, profundidades de sedimentos y relieve general del basamento de la región.

NOTA: Este artículo ha sido extractado del Boletín N° 4 del Instituto de Investigaciones Geológicas; en él aparecen los datos completos de este trabajo junto a las tabulaciones y gráficos correspondientes. La persona interesada en obtener este trabajo puede dirigirse al citado Instituto, cuya dirección es: Agustinas 785, 5° piso, Casilla 10.465, Santiago, Chile.

Actividad Sísmica en el Cajón del Maipo

C. LOMNITZ

En la última quincena de agosto de 1958 se produjo una serie de temblores locales que afectaron el pueblo de las Melosas, ocasionando el derrumbe parcial de varias construcciones de albañilería de piedra y tabiquería interior de yeso, por cuyo motivo se procedió a la evacuación del lugar, dejando únicamente una dotación de Carabineros.

En la madrugada del 28 de agosto se produjo un sismo de magnitud cercana a $5\frac{1}{2}$, que afectó seriamente la estabilidad de los edificios en Las Melosas y causó gran alarma en la región. Entre las estructuras que sufrieron colapso parcial se encontraba el edificio de la colonia veraniega infantil de Carabineros en Las Melosas.

El día 4 de septiembre, a las 21 h. 51 m. 08 s., hora de Greenwich (17:51:08 hora chilena), se produjo un terremoto que asoló la zona de la confluencia de los ríos Maipo y Volcán, en un radio de unos 20 km. El sismo fue sentido con fuerza en toda la Zona Central y fue registrado en los acelerógrafos del Instituto en Santiago. La intensidad en la región epicentral se estimó en V y la de Santiago en III, referidos a la escala chilena (9 y 6 de la escala internacional de Mercalli). La aceleración máxima registrada en Santiago fue de 0,05 g.

En el espacio de cinco minutos (21:52:22 a 21:55:12) se produjeron otros dos terremotos de magnitud similar. La localidad más afectada fue el pueblo de El Volcán, centro de la industria yesera y terminal del Ferrocarril del Maipo, situado a 65 km. de Santiago. Gracias a la serie de sismos premonitores y a la circunstan-

cia de que muchos habitantes habían bajado a las ciudades para votar en las elecciones presidenciales, que se estaban realizando ese mismo día, el número de víctimas fue pequeño. Hubo cuatro muertos y algunas docenas de heridos, en su mayoría leves. La evacuación de la zona afectada se produjo sin incidentes.

Los daños económicos más serios se produjeron en los canales de aducción de la central hidroeléctrica de Queltehues. También quedó inutilizado el acueducto que provee de agua potable a Santiago, en su tramo superior. En el pueblo de El Volcán la destrucción fue casi total. Contadas casas de albañilería de piedras con pilares de concreto quedaron en condiciones de ser reparadas. Las estructuras de concreto de la planta yesera Volcán sufrieron daños relativamente menores, pero las estructuras metálicas se desplomaron.

En la mañana del día 5 de septiembre subió una camioneta del Instituto hasta la zona epicentral, lográndose registrar diversas réplicas en un radio que se estima en 15 a 20 km. y de profundidad de foco no mayor de 5 km. En los primeros días se producían réplicas sensibles y audibles minuto a minuto; actualmente, después de un año, la frecuencia de las réplicas ha disminuido considerablemente.

Para el estudio científico del sismo se obtuvieron sismogramas de numerosas estaciones de Argentina, Bolivia, Perú, Colombia, Trinidad, EE. UU., Suecia, Inglaterra, Holanda, España, Nueva Zelandia e Islas Fiji. Se agradece muy especialmente la colaboración de todos estos colegas en

enviarnos puntualmente sus registros del sismo del 4 de septiembre.

Los resultados del análisis son los siguientes:

Magnitud: 7 de la Escala de Richter.

Hora de Origen: 1958, septiembre 4; 21:51:08 G. M. T.

Epicentro: 33°50' Sur con 70°10' Oeste.

Profundidad: menos de 10 km.

Mecanismo: consistente con un plano de falla de movimiento lateral derecho, con rumbo Norte 10 Oeste.

Cabe notar que las determinaciones del epicentro recibidas desde estaciones extranjeras contenían errores considerables, por dificultades de interpretación debido a los tres sismos consecutivos.

Las fallas causantes de los sismos no pudieron determinarse con seguridad en el

terreno, pero hay indicaciones geológicas que parecen concordar con la interpretación sísmológica. Asimismo, la dirección de desplome de las murallas en El Volcán es consistente con un movimiento lateral derecho de la falla principal. Sin embargo, hay indicaciones de que el mecanismo pudo ser distinto en los dos terremotos siguientes, y especialmente en el segundo.

La magnitud de los sismos 2º y 3º fue inferior en 0,2 a la del sismo principal.

Se estudió también la serie de réplicas a base de las inscripciones de los sismógrafos de Santiago y de la Estación San José de Maipo, que fue instalada poco después del sismo. Estos estudios han llevado a conclusiones teóricas de cierto interés, que se publicarán en trabajos científicos especiales.

ACTIVIDADES DEL INSTITUTO

SERVICIO DE POSTALES INFORMATIVAS

Para obtener una oportuna y correcta información de los temblores ocurridos en el país, el Instituto de Geofísica y Sismología de la Universidad de Chile ha ideado el Servicio de Postales Informativas (fundado por F. Greve).

En la V Reunión del Instituto Panamericano de Geografía e Historia celebrada en México, hace algunos años, se acordó felicitar al Instituto por esta iniciativa y recomendar a los demás países asistentes su adopción por las enormes ventajas que este método representa en la obtención de informaciones sobre sismos y por la importancia que éstas tienen en la localización de focos y epicentros y en el estudio de las condiciones sísmicas de las diversas regiones de un país.

Este Servicio lo realiza en Chile el Instituto de Geofísica y Sismología mediante unos 250 observadores, distribuidos a lo largo y ancho de nuestro territorio. Cada uno de estos observadores

está premunido de tarjetas ad hoc, que les entrega el Instituto y que les permiten anotar las observaciones sobre cada sismo, para enviarlas en el acto a la Oficina Central para su estudio.

El material recibido se archiva en un kardex, ideado por el Instituto, que permite conocer con rapidez la sismicidad de cada punto y facilita la confección de cartas mensuales de curvas isosistas.

El personal que realiza la labor informativa se ha elegido principalmente entre los miembros del Cuerpo de Carabineros por la garantía de seriedad que ello significa.

Ultimamente, y en vista del éxito obtenido, se ha ampliado este servicio, mediante la cooperación de la Dirección General de Carabineros, que permitirá la inmediata transmisión por radio de estas valiosas informaciones desde cualquier punto de nuestro territorio.

LEVANTAMIENTO GRAVIMETRICO EN LA REGION DEL LAGO LAJA

En enero de 1959 el Instituto realizó un levantamiento gravimétrico en la "Planicie del Toro", Lago Laja, destinado a determinar el espesor de la capa sedimentaria de esa región y poder, así, determinar el trazado más conveniente para el túnel de un embalse que la ENDESA estudia en dicho lugar.

La investigación se hizo bajo contrato con el Instituto de Investigaciones Geológicas. Para las mediciones se empleó un gravímetro WORDEN y se cubrió un área de 30 km² con un total de 60 estaciones de observación.

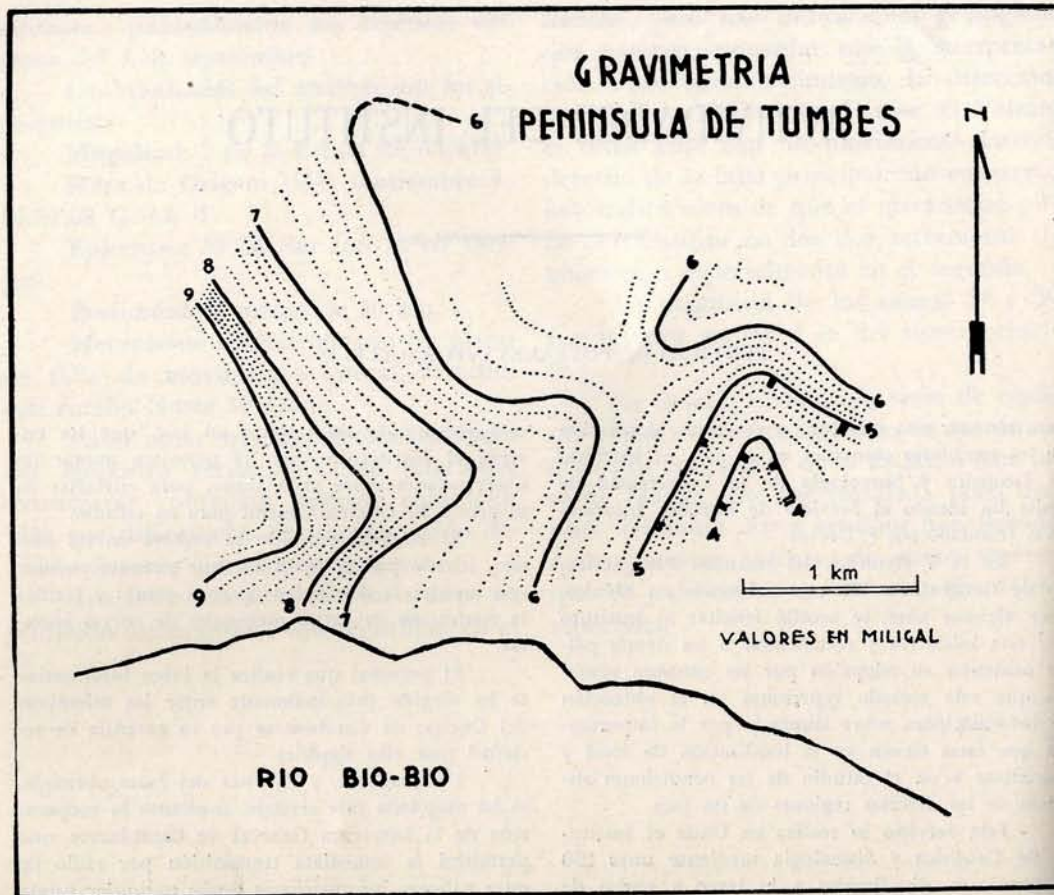
TRABAJOS GRAVIMETRICOS EN LA PENINSULA DE TUMBES

A objeto de prospectar aguas subterráneas, para abastecer la Población "Las Higueras" de CAP, cerca de Huachipato, se hizo un levantamiento gravimétrico para ubicar un posible cauce antiguo del río Bio-Bío.

El estudio reveló que los depósitos glaciofluviales impermeables llegaban hasta el basamento rocoso, resultado desfavorable para perforaciones

de captación de agua. A raíz del informe presentado, la CAP optó por buscar abastecimiento en sitios más favorables al NE. de la Población "Las Higueras".

Para las mediciones se utilizó el gravímetro WORDEN prestado al Instituto por la "Carnegie Institution" de Washington. El trabajo fue ejecutado para el Instituto de Investigaciones Geológicas.



COLABORACION DE LOS ESTUDIANTES EN EL INSTITUTO

Durante parte del bienio 1958-1959, dos egresados de la Escuela de Ingeniería han trabajado en el Instituto en temas de Memoria para optar al título

de Ingeniero Civil. Eduardo Piderit ha elegido como tema "El Sismo del Cajón del Maipo de septiembre de 1958", para optar al título de Ingeniero



Lautaro Ponce, alumno del quinto año Electricista



Enrique Gajardo, alumno del quinto año Civil

Civil Estructural. Edgar Kausel, "Gravimetría de la Cuenca de Santiago", para optar al título de Ingeniero Civil de Minas.

En la misma época ingresaron al Instituto dos ayudantes de Investigación. Lautaro Ponce M., estudiante del quinto año de Ingeniería Civil Eléctrica, ingresado al Instituto en 1958, ha trabajado tanto en la parte teórica como en los experimentos de laboratorio. Recientemente ha terminado un

trabajo sobre "Mediciones Experimentales de Fricción Interna en Rocas".

Este año se ha incorporado, además, Enrique Gajardo W., del quinto año de Ingeniería Civil, quien realiza actualmente una determinación estadística de las "Zonas Concordantes de Actividades Sísmicas en Chile".

Ambos estudiantes participaron en la Expedición Oceanográfica de la Universidad de Columbia, durante los meses de verano del presente año.

CARTA GRAVIMETRICA DE CHILE

La falta de una carta gravimétrica de Chile ha llevado al Instituto de Geofísica y Sismología a llenar este vacío, recopilando las medidas gravimétricas propias y las efectuadas por el Instituto Geográfico Militar y otras instituciones. Como resultado de este esfuerzo se espera que a fines del

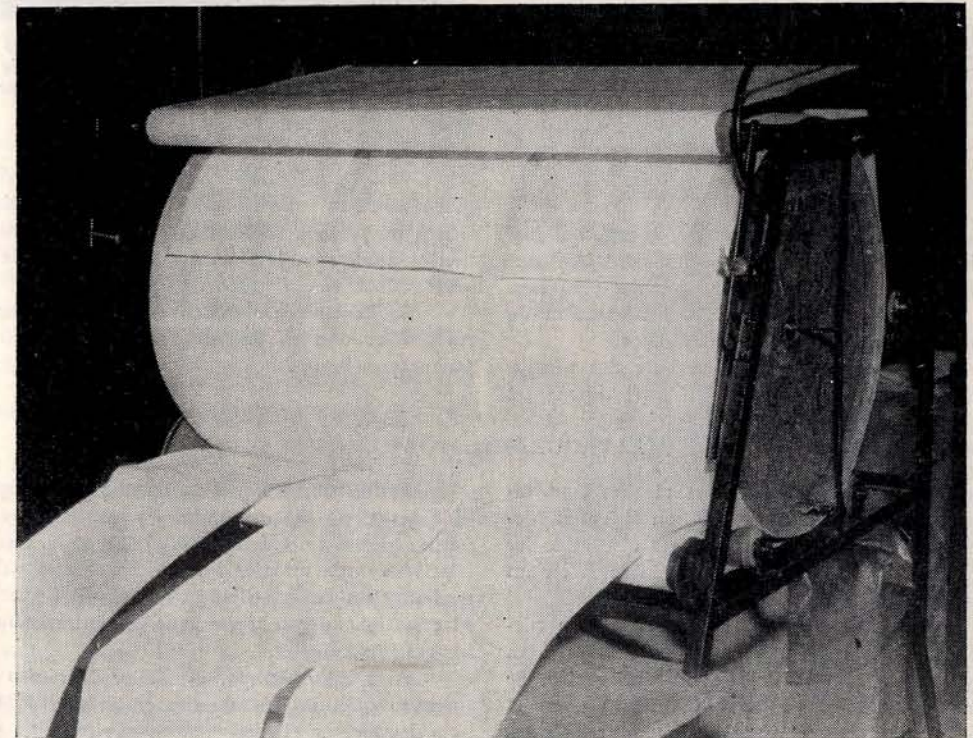
presente año se cuente con la primera Carta Gravimétrica de Chile.

Posteriormente, se continuarán los trabajos destinados a detallar las regiones que ofrezcan mayor interés y a estudiar aquellas zonas que aún no hayan sido levantadas con la precisión requerida.

SECADOR DE SISMOGRAMAS

Se ha construido íntegramente en el Taller Mecánico del Instituto un secador de sismogramas que seca y plancha al mismo tiempo, permitiendo realizar con limpieza y comodidad una función muy importante para el sismólogo: el tener rápidamente los sismogramas en condiciones de trabajar en ellos.

El secador tiene una capacidad de tres sismogramas simultáneamente, y consta de un tambor cilíndrico de 0,60 m. de diámetro, calefaccionado interiormente por dos resistencias de 100 ohms cada una.



Secadora para sismogramas

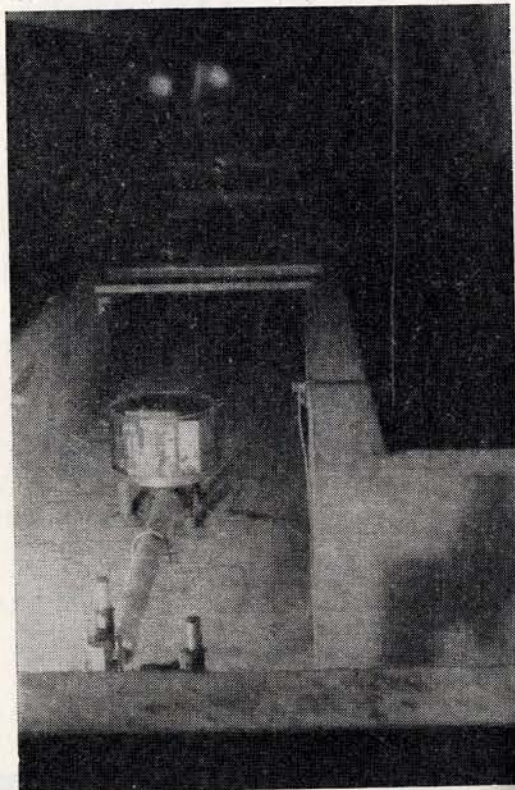
EL EXTENSOMETRO BENIOFF DEL CERRO SAN CRISTOBAL

Entre 1956 y 1957, con ocasión del Año Geofísico Internacional, se instaló en el cerro San Cristóbal un extensómetro diseñado por el científico norteamericano Hugo Benioff, para medir las deformaciones de la corteza terrestre.

Se inició así una labor conjunta entre la Universidad de Chile y el "California Institute of Technology" tendiente a utilizar las medidas para comprobar la teoría de Benioff sobre la relación entre la acumulación de las deformaciones y el mecanismo de los temblores. Las informaciones obtenidas, también son de interés para el conocimiento tectónico de Chile y la observación del fenómeno de las mareas terrestres.

El instrumento fue colocado en un túnel en forma de L, excavado en la roca en el cerro San Cristóbal. Consta esencialmente de dos barras de cuarzo de 25 metros de largo cada una, orientadas en dirección NS. y EW., con un extremo empotrado en la roca y libres en el otro. Hacia el lado libre de cada barra se hallan los aparatos de medida, microscopios e incriptores eléctricos, que se encuentran colocados solidarios al piso rocoso.

El desplazamiento relativo de la barra de cuarzo respecto al instrumento de medida, da la deformación total de la roca para el largo de la barra.



Túnel del Cerro San Cristóbal. Extensómetro de cuarzo de veinticinco metros de largo, que mide las deformaciones y mareas de la corteza terrestre

EL SISMOGRAFO "COLUMBIA" DEL CERRO SANTA LUCIA

Un moderno grupo de sismógrafos, diseñados en la Universidad de Columbia (U. S. A.) por los científicos que dirige el Dr. Maurice Ewing, fue instalado en el cerro Santa Lucía (en Santiago) con ocasión del Año Geofísico Internacional; y su función más importante está en la investigación de las ondas superficiales de los temblores.

Está formado esencialmente de dos péndulos cónicos horizontales, que dan las componentes

ACELEROGRAFO TIPO WILMOT

Haciendo algunas modificaciones al tipo americano original se construyó este año, en el Taller Mecánico del Instituto, un instrumento que mide las aceleraciones producidas por los temblores en un plano horizontal.

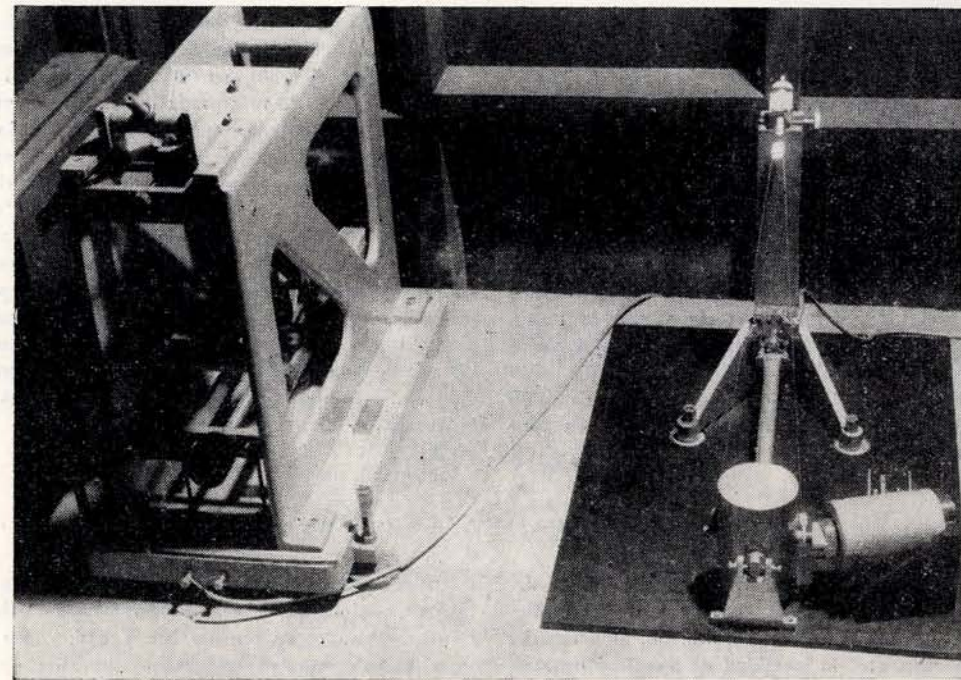
Estos instrumentos están destinados a medir el efecto de los sismos en las estructuras, para ayudar a los estudios del cálculo antisísmico. Se piensa construir 50 de estos instrumentos, en el curso del año, para ser instalados en diversos puntos del país.

NS. y EW. de los sismos, y de un péndulo vertical que registra la tercera componente. Estos péndulos tienen un período de 15,5 seg., y el de los galvanómetros, usados en la inscripción fotográfica de los sismogramas, es del orden de los 100 seg.

En Sudamérica existen dos aparatos similares a éste: uno en Río de Janeiro y el otro en Huancayo (Perú).

El instrumento consiste en una masa suspendida a manera de un péndulo, y que lleva en su parte superior un vidrio de reloj ahumado. Las oscilaciones de la masa se reproducen en este vidrio, mediante un estilete fijado al marco del aparato. El amortiguamiento se consigue por intermedio de imanes permanentes.

Al mismo tiempo, el Taller Mecánico del Instituto está terminando dos acelerógrafos Montana, basados en el diseño norteamericano.



Grupo de sismógrafos Columbia de largo periodo (T_0 15 seg., T_0 75), que funciona en la estación del Cerro Santa Lucía. Se aprecia (de izquierda a derecha) un sismómetro vertical y uno horizontal.

GEOQUIMICA EXTRANJERA INICIA LABORES EN EL INSTITUTO

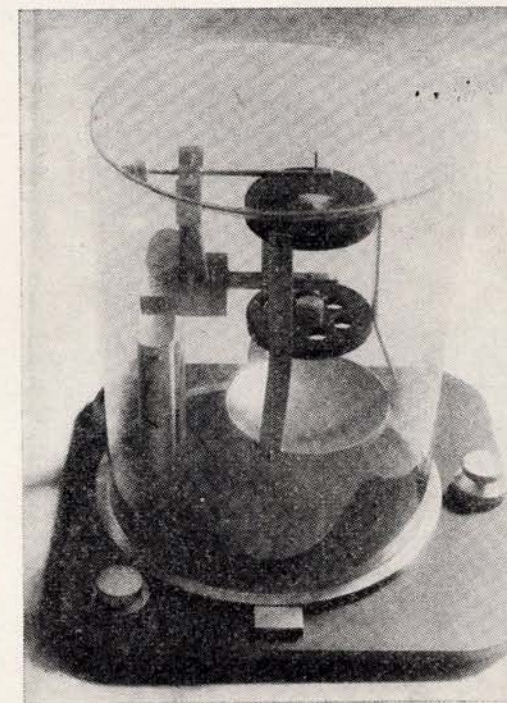
El 9 de septiembre de 1959 arribó al país la geocímica de nacionalidad sudafricana, señorita Antoinette de Grys.

Graduada en Johannesburgo y en Londres, Miss De Grys ha solicitado una beca de investigación para trabajar con nuestro Instituto por espacio de dos años. Es la primera vez que se efectuarán estudios de esta naturaleza en el país y Miss De Grys, tanto por sus antecedentes académicos como por los trabajos de exploración minera que ha realizado en Sudáfrica, es la persona más indicada para dar el impulso inicial a la Geoquímica en Chile.

MAGNITUD E INTENSIDAD DE LOS SISMOS

Frecuentemente se plantea la pregunta de cómo medir la fuerza de un sismo. En los despachos de prensa suele existir una confusión de "escalas sísmicas" y "grados sísmicos", que por desgracia es muy comprensible.

En todo sismo es necesario distinguir entre su potencia intrínseca y la intensidad de sus efectos en cada lugar. La primera se denomina *magnitud* y se mide en grados de la Escala de Richter, aunque podría igualmente medirse en calorías, ergs, toneladas de TNT o cualquier medida de energía.



Acelerógrafo WILMOT

La escala de Richter (1935) se basa en la comparación de las amplitudes del sismo con la amplitud de un sismo arbitrariamente designado como de "Magnitud cero". Actualmente existen tablas que permiten determinar magnitudes, conociendo solamente las amplitudes máximas de ciertas ondas, sus períodos y la distancia del epicentro al instrumento inscriptor. La energía del sismo puede calcularse a base de la magnitud mediante fórmulas sencillas.

La intensidad de los efectos del sismo depende del movimiento del suelo y, por lo tanto, varía en cada lugar. La intensidad de un sismo decrece en forma más o menos regular a medida que uno se va alejando del epicentro. También suele ser mayor en terrenos sueltos que en fundaciones rocosas.

Por lo general, la intensidad no se mide sino que se aprecia mediante la observación personal. Así, por ejemplo, en la Escala Mercalli de 12 grados, que es la más usada internacionalmente, el crujido de ventanas corresponde al Grado 4, mientras que el oscilar de las lámparas y el movimiento visible de las copas de árboles caracterizan al Grado 5. Se comprende que la intensidad "medida" de esta manera depende en gran parte de las condiciones locales de edificación, así como de las cualidades psicológicas del observador; pero con todo, las escalas de intensidad son sumamente útiles. Como un ejemplo podemos dar el estudio del efecto de distintos tipos de terrenos de fundación en el comportamiento y resistencia de las estructuras.

ESTACION SISMOGRAFICA SAN JOSE DE MAIPO

El Instituto de Geofísica y Sismología, en su deseo de instalar un sismógrafo en un lugar cordillero, eligió por razones de ubicación, atención del instrumento, etc., la localidad de San José de Maipo, ubicada a 36 km. de Santiago. Sus coordenadas geográficas son: 33°39' S. - 70°22' W. Está asentada en el margen E. del curso superior del río Maipo a 967 metros de altitud y a 26 km. hacia el SE. de Puente Alto.

La estación empezó a funcionar en agosto

de 1958 en el subterráneo del Sanatorio de esa localidad. Funciona con 2 sismómetros Lehner Griffith, ubicados en sentido NS. y EW. y con un inscriptor de registro fotográfico (película de 35 mm. que se cambia y revela todos los días).

Esta estación ha sido atendida en forma eficiente por el Dr. Alfonso Solovera, quien controla el instrumento, el reloj y el revelado de película. Esta última se envía a la oficina central para su estudio.

BOLETIN SISMOLOGICO

AÑO 1958

EL PRESENTE BOLETÍN RECOPILA TODOS LOS DATOS REFERENTES A LAS HORAS EN QUE SE REGISTRARON LAS PRINCIPALES FASES DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS EN LAS ESTACIONES DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA Y SISMOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE DURANTE EL AÑO

1958



International
Seismological
Centre

From the ISC collection scanned by SISMOS

Medidas de tiempo

Los cronómetros de las estaciones se controlan por las señales radiales del Observatorio Astronómico de la Universidad de Chile y por la estación WWV de Washington. Todas las horas son en tiempo universal.

Características de las estaciones

Las estaciones del Instituto de Geofísica y Sismología de la Universidad de Chile con sus principales datos, son las siguientes:

<p>Antofagasta (ANTO) (23° 39' 02" S - 70° 24' 42" W), altura sobre el nivel del mar 5 m. Subsuelo de roca. Instrumentos: Péndulo Cónico de 1500 Kg. de masa. T - 10,1 seg. Amplificación - 210 veces. Dirección: NS</p> <p>Bosch de 100 Kg. de masa T - 7,1 Amplificación - 84 veces Dirección: EW</p> <p>Santiago (Cerro Santa Lucía) (SANL) (33° 26' 23" S - 70° 38' 33" W) altura sobre el nivel del mar 581 metros. Subsuelo de roca andesítica. Instrumentos: Péndulo Cónico de 200 Kg. de masa. T - 11,7 seg. Amplificación - 260 veces Dirección: NS</p> <p>Bosch de 100 Kg. de masa T - 7,25 seg. Amplificación - 88 veces Dirección: NS y EW Galitzin & Wilip (Askania) Tg - 18,8 seg. T - 11,04 seg. Dirección: NS</p> <p>Press-Ewing To - 15 seg. Tg - 75 seg. Dirección: NS., EW y Z</p>	<p>Concepción (CONC) (36° 49' 41" S - 73° 02' 42" W) altura sobre el nivel del mar 15 m. Instrumentos: Péndulo Cónico de 2000 Kgs. de masa T - 11,3 seg. Amplificación - 170 veces Dirección: NS</p> <p>Bosch de 100 Kg. de masa T - 8,2 seg. Amplificación - 75 veces Dirección: EW</p> <p>Punta Arenas (PUNTA) (53° 09' 19" S - 70° 54' 02" W) altura sobre el nivel del mar 9 m. Instrumento: Péndulo Cónico de 2000 Kg. de masa T entre 11 y 15 seg. Amplificación alrededor de 200 Dirección: NS</p> <p>Base O'Higgins (O'HD) (63° 20' S - 57° 54' W) Dejó de funcionar en marzo de 1958. Instrumento: Péndulo Cónico en dirección NS.</p> <p>Isla de Pascua (27° S - 109° W) Instrumento: Péndulo Cónico.</p>
---	--

Escala de intensidades

La intensidad de los sismos se computó de acuerdo a la escala chilena de seis grados.

<p>Grado I Sensible sólo para personas en reposo o en estado perceptivo.</p> <p>Grado II Sensible para la generalidad de las personas; ruido en ventanas y puertas.</p> <p>Grado III Provoca alarma en la población; se estremecen las casas; los péndulos se detienen y las lámparas oscilan apreciablemente.</p>	<p>Grado IV Provoca pánico general; suenan las campanas, caen algunos objetos sueltos y muros mal contruidos; se producen grietas en algunos edificios.</p> <p>Grado V Se destruyen parcial o totalmente algunas chimeneas, murallas y otras partes del edificio; caen algunas casas.</p> <p>Grado VI Desastre general; cae la mayoría de las casas y se producen grietas en el terreno.</p>
---	---

Nomenclatura usada para diferenciar las distintas fases de un sismo

<p>P = Onda de compresión y depresión directa. Es la más rápida de las ondas interiores y se registra primero que la onda S. Es análoga a las ondas sonoras.</p> <p>S = Onda transversal o de cizalle. Su velocidad es aproximadamente 0.6 veces la velocidad de la onda P. Esta onda no penetra en el núcleo de la tierra, lo que hace pensar que éste sea líquido.</p>	<p>O = Onda Superficial Transversal. La onda Love es más rápida que la onda R (Rayleigh). El movimiento de la partícula de tierra es perpendicular a la dirección del movimiento y sólo se efectúa en el plano horizontal.</p> <p>R = Onda de Rayleigh, que es una onda superficial. No existe desplazamiento transversal; cada partícula de tierra describe una órbita elíptica ubicada en un plano vertical a la dirección de propagación.</p>
--	---

Los tipos siguientes de ondas sísmicas son sólo producto de reflexiones y refracciones de las ondas **P** y **S**.

<p>PP, PPP = Onda directa reflejada en la superficie de la tierra, con puntos de reflexión equidistantes.</p> <p>P' = Onda longitudinal que ha atravesado el núcleo.</p> <p>pP y sP = Ondas P y S reflejadas en la cercanía del foco; generalmente se obtienen con sismos de foco profundo. En el caso de la onda sP hay una transformación de la onda S en P.</p> <p>SS, SSS = Onda transversal, reflejada en la superficie de la tierra.</p> <p>PcP, PcS, ScS = Onda P o S reflejada en el núcleo con carácter constante o variable.</p> <p>PKKP = Onda P que ha penetrado el núcleo, se ha reflejado en él, y ha salido nuevamente a la superficie en su misma calidad.</p>	<p>PS o SP = Ondas reflejadas mixtas.</p> <p>G = Ondas cuyos períodos son mayores que 40 segundos (Onda Gutenberg).</p> <p>i = Comienzo repentino del movimiento (impetuoso).</p> <p>e = Comienzo gradual del movimiento (emergente).</p> <p>! = Fase sobresaliente.</p> <p>D = Distancia.</p> <p>h = Profundidad del foco.</p> <p>M = Magnitud del sismo.</p>
--	--

Las coordenadas indicadas por el **U S C G S** (United States Coast & Geodetic Survey) que aparecen en la tabulación corresponden al epicentro de los sismos más importantes.

Informaciones adicionales

Cualquier dato sobre sismos que no apareciera en este boletín, será proporcionado gustosamente por este Instituto, solicitándolo a la dirección postal: Casilla 2777, Santiago (Chile).

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.
ENERO				
1	1	SANL	iP iS	08 32 23 08 32 36 100 km
2	5	SANL	iP	11 03 10
3	9	ANTO	iP iS	00 45 21 00 45 49 240 km
4	12	SANL	e e e	12 47 41 12 48 28 12 48 51
5	13	ANTO	e(P) ei	09 41 11 09 41 54
USCGS; 20°S - 69.½°W				
6	13	ANTO	eP eS i	13 10 34 13 11 17 13 11 34 380 km
USCGS; 20°S - 69.½°W				
7	14	SANL	eiP iS!	16 38 29 16 38 55 320 km
8	15	ANTO	iP! iS!	19 16 09 19 17 36 7°
		SANL	iP! i e iS! e e	19 18 21 19 18 57 19 19 36 19 21 23 19 22 39 19 30 31 17°
		CONC	iP! ei	19 19 06 19 21 49 2.300 km
USCGS; 16.½°S - 71.½°W				
9	17	SANL	eP e e	05 24 48 05 25 42 05 25 59 6,¾°
USCGS; Tucumán R. A.				
10	19	ANTO	eS e	13 39 33 13 40 40 7.500 km
		SANL		13 37 41 13 38 28 450 km
11	19	ANTO	eP eS eR	14 13 01 14 17 50 14 21 00 27,½°
		SANL	eP eS eG e eR	14 14 23 14 20 15 14 21 48 14 22 55 14 24 00 38°

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.
ENERO				
11	19	CONC	eP ePP ePPP eS e	14 15 00 14 16 28 14 16 58 14 21 08 14 21 23 41,¼°
		O'HI	eP eS eR	14 19 18 14 28 12 14 51 42 28°
USCGS; 1.½°N - 79.½°W				
12	19	ANTO	eP eS e	14 49 12 14 53 53 14 54 41 28°
USCGS; 1.½°N - 79.½°W				
13	19	CONC	e e	17 34 41 17 35 49
14	20	ANTO	eP	02 21 48
		SANL	iP e iS!	02 20 46 02 20 52 02 21 20 3°
		CONC	e e e	02 21 49 02 22 55 02 23 40
		PUNTA	eS e	02 28 56 02 30 23
USCGS; 30.½°S - 71.½°W				
15	20	SANL	eP iS!	09 56 40 09 57 19 390 km
		CONC	e e(S)	09 57 47 09 58 49 7,½°
USCGS; 30.½°S - 71.½°W				
16	20	SANL	eP eS	11 06 37 11 07 12 210 km
17	21	ANTO	eP e	08 08 35 08 09 25
		SANL	eP eS	08 08 12 08 09 20 5,½°
		CONC	eP eS	08 09 18 08 11 38 10°
USCGS; 29°S - 73°W				
18	23	SANL	iP eS	12 06 09 12 06 32 190 km

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.
ENERO				
19	24	ANTO	eP i	02 39 36 02 40 23
20	24	CONC	eP iS	18 49 39 18 49 50 70 km
21	25	SANL	eP eS	21 37 48 21 38 24 330 km
22	28	ANTO	e e(S)	08 35 26 08 37 12
		SANL	eP S!	08 32 54 08 33 14 175 km
23	29	SANL	eP iS	06 42 52 06 43 26 320 km
		CONC	eP iS	06 42 35 06 42 58 210 km
FEBRERO				
24	19	ANTO	eP eS e eR	16 16 00 16 20 27 16 24 49 16 26 00 27°
		SANL	eP ePP eS eR eQ	16 17 16 16 18 23 16 22 55 16 26 42 16 30 29 37°
		CONC	eP eS eQ	16 17 41 16 23 41 16 31 20 39°
		O'HI	eP e(R)	16 20 06 16 30 56 58°
USCGS; 2° N - 79°W				
25	19	ANTO	eP ePP eS	20 51 40 20 52 06 20 56 32 3.200 km
USCGS; 79°W - 1.½°N				
26	8	ANTO	eP eS	19 27 39 19 28 09 260 km
27	14	ANTO	i e e(S) e	14 39 38 14 39 46 14 39 54 14 40 27
28	16	SANL	iP iS	14 08 44 14 09 06 220 km
29	19	CONC	e e	01 34 38 01 36 36

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.
FEBRERO				
30	20	ANTO	iP! e	08 52 30 08 52 47
31	23	ANTO	iP i(S)	08 16 48 08 18 15 7,½°
		SANL	iP e(pP) iS!	08 16 55 08 17 18 08 18 36 8,¾°
		CONC	e eS!	08 17 42 08 19 47
USCGS; 27.½°S - 63°W				
32	25	SANL	e	03 24 39
33	26	SANL	eP e iS	16 22 52 16 23 27 16 23 31 370 km
MARZO				
34	19	ANTO	iP	05 47 12
35	19	CONC	eP i	06 42 45 06 43 05
36	19	SANL	e	09 10 28
37	5	ANTO	iP	13 31 10
38	5	SANL	eP eS	18 57 04 18 57 32 280 km
39	6	ANTO	e	05 14 52
40	6	ANTO	i	09 09 54
41	8	ANTO	eP iS! i	20 12 55 20 15 06 20 17 06 11,¼°
		SANL	iP! iS	20 10 40 20 10 50 70 km
USCGS; 33.½°S - 70°W				
42	11	SANL	e	00 46 42
		PUNTA	e	00 46 18
		O'HI	e	00 45 50
USCGS; 25.½°N - 12.5°E				
43	11	PUNTA	e(P) e	07 53 15 08 03 10
44	11	ANTO	eP	21 39 28

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
MARZO					
45	15	SANL	eP i iS	15 57 59 15 58 03 15 58 17	140 km
46	16	SANL	eP iS	16 11 57 16 12 19	220 km
47	23	CONC	eP i	04 47 37 04 47 50	
48	23	SANL	eP iS	08 47 30 08 47 46	120 km
49	25	SANL	iP iS	21 35 58 21 36 18	160 km
50	31	ANTO	e	15 51 59	
		SANL	e	15 51 54	
ABRIL					
51	5	SANL	e	00 24 40	
52	7	SANL	i	11 27 39	
53	7	SANL	e e e!	15 49 47 15 54 09 15 57 49	
USCGS; 66.½°N - 157°W					
54	8	SANL	eP i iS!	19 44 54 19 45 04 19 45 32	340 km
55	10	SANL	e	23 27 41	
USCGS; 4.½°S - 107°W					
56	13	SANL	eP eS	05 26 58 05 27 18	160 km
		CONC	e	05 27 48	
57	13	CONC	eP	08 50 53	
58	13	SANL	eP e	12 18 39 12 18 52	
59	14	SANL	eP eS e eR	21 39 28 21 54 14 21 55 40 21 57 36	36,¾°
14		CONC	eP ePP eS eR	21 40 07 21 41 46 21 45 33 21 51 36	38°
USCGS; 79.½°W - 1°N					

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
ABRIL					
60	15	SANL	eP ePcP eS e e	01 37 44 01 40 10 01 43 20 01 46 39 01 50 35	37°
USCGS; 1°N - 79.½°W					
61	15	SANL	eP e eS! eScS eR	04 00 41 04 01 39 04 07 15 04 10 48 04 12 32	44°
		CONC	eP e eS!	04 01 28 04 03 01 04 08 20	49,5°
USCGS; 9°N - 84°W					
62	18	CONC	eP	14 34 38	
63	19	SANL	eP iS	00 46 51 00 47 05	100 km
		CONC	eP i	00 48 13 00 49 05	
64	19	SANL	eP i(S)	00 59 43 01 01 59	
		CONC	eP	00 59 23	
65	19	SANL	eP eS	23 07 53 23 08 23	260 km
66	22	SANL	(P)	11 31 47 11 32 09	
67	24	CONC	e	12 58 22	
68	26	CONC	iP e	11 29 12 11 29 17	
69	27	SANL	e(P) i	18 42 22 18 43 16	
USCGS; 23°S - 66°W					
70	28	SANL	eP ePP eS	11 52 38 11 53 15 11 56 50	22°
USCGS; 11°S - 74°W					

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
MAYO					
71	19	SANL	eP	16 18 24 16 18 28	
72	2	SANL	eP iS	07 50 52 07 51 09	130 km
73	2	SANL	eP eS	18 18 14 18 18 27	80 km
74	3	SANL	e(P) e	18 09 07 19 09 18	
75	3	SANL	e	18 42 11	
76	7	SANL	iP i eS	08 45 06 08 45 17 08 46 13	740 km
77	7	CONC	eP i iS	08 44 00 08 44 10 08 44 27	230 km
78	8	SANL	eP i iS	12 43 01 12 44 27 12 44 54	9,¾°
		CONC	eP eiS	12 44 00 12 46 25	14°
USCGS; 24°S - 67°W					
79	9	SANL	iP! eS	04 41 48 04 42 44	6°
USCGS; 31°S - 65.½°W					
80	11	SANL	iP i	10 40 51 10 41 06	
81	12	SANL	eP i	00 11 37 00 11 51	
82	21	CONC	i i(S)	08 07 16 08 07 26	
83	21	SANL	e	08 53 39	
84	21	CONC	iP	15 09 49	
85	23	SANL	e(P) e	23 31 41 23 32 08	
86	25	SANL	iP! i i(S)!	06 14 46 06 15 16 06 15 20	300 km
87	25	SANL	iP iS	08 05 46 08 06 09	180 km
88	25	CONC	eP i	20 31 29 20 31 48	

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
MAYO					
89	25	SANL	eP epP esP eS	21 18 04 21 18 10 21 18 30 21 22 53	34°
		CONC	ePcP eG eScP e	21 20 56 21 26 15 21 28 47 21 31 19	38°
USCGS; 3°S - 77°W					
90	31	SANL	iP i	20 26 48 20 27 12	
JUNIO					
91	3	SANL	eiP i	02 33 48 02 34 18	
92	3	SANL	iP i	02 37 01 02 37 35	
93	3	SANL	iP iS	18 44 36 18 45 02	215 km
94	5	SANL	eiP	11 14 13	
		CONC	eP iS	11 13 52 11 14 18	210 km
95	6	SANL	eP eS! eScS e	09 22 51 09 25 48 09 29 20 09 32 02	44°
		CONC	e eScS! e	09 22 51 09 29 30 09 32 54	5.000 km
USCGS; 8°N - 85°W					
96	7	SANL	e e	11 24 15 11 24 36	
97	9	SANL	e ei	19 49 05 19 49 32	
98	13	SANL	iP	22 14 39	
99	17	SANL	eP iS	06 41 40 06 41 57	130 km
100	20	CONC	iP iS	13 06 21 13 06 34	100 km
101	24	CONC	iP iS	00 53 29 00 53 41	80 km

Nº	FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.
JUNIO					
102	24	SANL	eP	06 39 19	
			e(PP)	06 40 16	
			ePcP	06 42 10	
			eS	06 43 25	
			eI	06 44 11	3.000 km
		CONC	ei(P)	06 37 55	
			e	06 40 29	
			e	06 41 04	
103	24	CONC	e	16 10 38	
104	25	SANL	eP'	09 59 25	
			ePP	10 01 59	
			e	10 06 45	
			e	10 07 35	
			e	10 12 29	
			eSS	10 18 11	
			eSSS	10 24 25	16.000 km
		CONC	e	09 57 29	
			e(SKS)	10 02 51	
			e	10 11 28	
			e	10 42 47	
USCGS; 3°S - 144½°W					
105	25	SANL	e	23 05 07	
		CONC	eP	23 01 41	
			e(S)	23 03 08	
			e	23 03 08	700 km
106	26	CONC	iP	04 49 50	
			iS	04 50 02	80 km
107	29	SANL	eP	03 29 44	
			S	03 33 01	2.000 km
		CONC	eP	03 30 18	
			eS	03 34 32	2.400 km
USCGS; 15½°S - 70½°W					
108	30	SANL	iP	19 04 50	
			eS	19 05 00	80 km
JULIO					
109	2	CONC	i	22 21 56	
				22 22 09	
110	3	SANL	eS	10 37 44	
			eR	10 41 07	
USCGS; 55°S - 126°W					
111	3	SANL	eP	12 15 59	
			ei	12 16 20	
112	9	SANL	ei	21 12 27	
				21 13 30	

Nº	FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.
JULIO					
		CONC	iP	21 11 55	
			i	21 12 16	
113	10	SANL	eP	06 30 22	
			ePP	06 34 47	
			eSKS	06 40 57	
			eSKKS	06 41 50	
			ePS	06 44 06	
			eSS	06 50 02	
			e	07 03 02	12.200 km
		CONC	ePP	06 35 22	
			eSKS	06 41 20	
			sPS	06 44 35	
			eSS	06 50 57	
			eR	07 06 —	
			D	07 10 14	12.500 km
USCGS; 58½°S - 136°W					
114	11	SANL	e(P)	14 09 22	
			iS	14 09 34	80 km
115	11	SANL	eP	19 13 36	
			iS!	19 15 52	13°
		CONC	eP	19 14 23	
			e	19 14 36	
			eS	19 17 28	17¼°
USCGS; 21°S - 69°W					
116	12	SANL	eQ	01 08 52	
			eR	01 10 42	
			e	01 14 40	
		CONC	eQ	01 09 45	
USCGS; 5°S - 106½°W					
117	16	SANL	eQ	13 09 33	
			e	13 10 21	
			e	13 10 59	
			eR	13 11 38	
USCGS; 29½°S - 113°W					
118	17	SANL	eP	22 36 37	
			iS!	22 36 54	130 km
119	20	SANL	eP	11 44 17	
			i	11 44 24	
			iS!	11 44 31	100 km
		CONC	eP	11 45 37	
			iS	11 46 32	500 km
USCGS; 31½°S - 71°W					
120	25	CONC	iP	07 12 07	
			i	07 12 24	

Nº	FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.
JULIO					
121	25	SANL	e	16 32 16	
			e	16 32 45	
			e	16 32 54	
122	26	SANL	iP	17 41 05	
			i	17 42 06	
			eiS	17 44 28	
			e	17 46 03	
			eScS	17 51 18	21°
		CONC	iP	17 41 39	
			e(PcP)	17 44 27	24°
USCGS; 13½°S - 69°W					
122	26	O'HI	eP	17 45 14	
			eS	17 51 46	
			eG	17 57 46	57°
123	30	SANL	eP	15 18 41	
			eS	15 25 54	
			e	15 27 41	
			eScS	15 28 25	5.600 km
		CONC	e(S)	15 25 18	
USCGS; 1.800 millas al SW de la Isla de Pascua					
AGOSTO					
124	1º	SANL	e(P)	12 01 38	
			i	12 02 08	
125	3	CONC	iP	23 46 43	
			i!	23 46 52	
126	6	SANL	iP	02 37 42	
			i	02 37 51	
			iS	02 37 58	100 km
127	6	SANL	iP	09 53 56	
			iS!	09 55 56	11¼°
USCGS; 24½°S - 63°W					
128	6	SANL	e	11 11 03	
			i	11 11 12	
			e	11 11 22	
129	11	SANL	e(P)	20 24 45	
			i	20 25 11	
129	11	CONC	eP	20 24 08	
			i	20 24 32	
130	12	SANL	iP	12 11 30	
			e	12 12 31	
131	13	SANL	eP	23 24 24	
			iS	23 24 40	120 km

Nº	FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.
AGOSTO					
132	15	CONC	eP	06 39 17	
			i	06 39 25	
133	15	SANL	eP	22 48 37	
			i	22 49 15	
134	16	SANL	eP	04 30 41	
			i	04 30 52	
135	16	SANL	iP	07 12 30	
			i	07 12 56	
		CONC	e(P)	07 12 56	
			i	07 13 41	
136	20	SANL	eP	17 32 26	
			i	17 32 57	
			i(S)!	17 33 04	
			i	17 33 13	
		CONC	(e)	17 34 28	
			e	17 35 38	
137	21	SANL	iP	00 16 06	
			i	00 17 18	
			iS!	00 18 36	14½°
		CONC	e(P)	00 17 13	
			e	00 18 38	
			eS!	00 20 16	19¼°
USCGS; 20°S - 65°W					
138	21	SANL	i(P)	08 31 48	
USCGS; 22½°S - 62°W					
139	23	SANL	i	07 32 45	
140	24	SANL	iP!	04 24 38	
			i	04 25 07	
		CONC	eP	04 25 24	
			i	04 26 01	
141	24	SANL	eiP	13 16 44	
			i!	13 17 13	
			i	13 17 36	
		CONC	e(P)	13 17 34	
			e	13 18 44	
142	25	SANL	e(P)	20 48 25	
			i	20 48 46	
		CONC	eP	20 49 04	
			i!	20 49 31	
143	27	SANL	eP	00 01 26	
			i	00 01 33	

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.
AGOSTO					SEPTIEMBRE				
144	27	SANL	eP i	02 54 34 02 54 41	157	7	SANL	iP! iS!	05 14 57 05 14 54
145	28	SANL	iP! iS	09 36 17 09 36 27			CONC	e(P) iS	05 15 53 05 16 28
146	28	SANL	iP! i	14 29 31 14 29 40	158	7	SANL	iP iS	13 49 01 13 49 10
		CONC	e(P) e	14 31 59 14 32 16			CONC	e(P) iS	13 49 42 13 50 29
147	30	SANL	e i!	20 01 51 20 01 59	159	8	SANL	iP! iS	22 25 09 22 25 19
SEPTIEMBRE							CONC	eP iS	22 25 42 22 26 39
148	2	CONC	eP i	20 30 32 20 30 46	USCGS; 34°S - 70°W				
149	4*	SANL	eP i!	21 51 18 21 51 21	160	8	SANL	iP i	23 38 53 23 39 06
		CONC	iP iS i	21 52 00 21 52 59 21 53 07			CONC	e i	23 39 43 23 40 28
150	4	SANL	iP iS	22 09 39 22 09 47	161	9	SANL	eP iS	11 30 05 11 30 11
151	4	SANL	iP! iS!	23 48 23 23 48 31			CONC	e(P) iS	11 31 42 11 32 02
		CONC	e(P) iS	23 49 10 23 49 31	162	10	SANL	eP	04 51 54
152	5	SANL	iP! iS!	03 41 34 03 41 41	163	10	SANL	eP iS i	07 07 48 07 08 04 07 08 25
		CONC	e(P) iS	03 42 21 03 43 23	164	11	SANL	eP	00 59 56 01 00 04
USCGS; Límite Chile-Argentina							CONC	e(P) e e	01 00 33 01 01 27 01 01 49
153	5	SANL	iP! iS!	06 13 11 06 13 19	165	12	SANL	iP i	06 51 15 06 51 22
USCGS; 34°S - 70°W					166	15	SANL	e(P) i	08 52 07 08 52 27
154	5	SANL	iP	09 43 16			CONC	eP	08 52 18
155	6	SANL	eP i ei	06 57 33 06 57 37 06 57 41	167	15	SANL	eP e e e	20 04 22 20 04 41 20 06 46 20 07 30
156	6	SANL	iP iS	21 43 55 21 44 01	168	17	SANL	e	04 16 19

* Los datos completos de este terremoto y de sus réplicas se publican en trabajo separado

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.
SEPTIEMBRE					SEPTIEMBRE				
169	18	SANL	eP iS!	22 56 32 22 56 49	178	25	SANL	e(P) e	23 12 57 23 13 24
		CONC	iP i	22 56 26 22 56 49	179	26	SANL	eP iS	06 08 52 06 09 03
170	19	SANL	iP! e e	07 35 36 07 35 45 07 35 49	OCTUBRE				
		CONC	eP i e	07 36 43 07 37 36 07 37 54	180	19	SANL	eP ePP eS ePPS eR	09 42 18 09 43 35 09 45 19 09 53 37 10 09 07
171	19	SANL	eP e e i	23 09 08 23 09 20 23 09 55 23 10 14	USCGS; 57°S - 147°W				
172	20	CONC	iP! eiS!	01 31 30 01 31 43	181	19	SANL	iP iS	22 24 28 22 24 42
173	21	SANL	iP! iS!	10 27 33 10 27 49	182	2	SANL	eP ePP e eS! eSS R	04 34 04 04 36 04 04 37 30 04 40 52 04 44 40 04 48 40
174	22	SANL	iP e eS eG e eR	19 18 34 19 19 04 19 28 46 19 41 16 19 42 50 19 44 46	USCGS; 58½°S - 100°W				
		CONC	iP eS	19 18 22 19 28 29	183	3	SANL	eP e i! iS!	18 46 07 18 46 12 18 46 48 18 46 55
USCGS; 33½°S - 177½°W							CONC	e e e	18 48 16 18 48 49 18 49 16
175	24	SANL	iP e	13 53 17 13 53 25	184	4	SANL	eS e e	14 23 05 14 23 20 14 24 45
176	25	SANL	eP ePcP e ePP eS eR	07 29 04 07 30 11 07 31 25 07 31 58 07 36 22 07 44 16	USCGS; 23°S - 68°W				
		CONC	eP eS R	07 29 58 07 37 42 07 51 46	185	6	SANL	e e	07 25 08 07 27 15
USCGS; 9°N - 39½°W					186	6	SANL	e e e	13 03 28 13 10 34 13 30 52
177	25	SANL	eP ePP e eS eG eR	20 30 02 20 30 56 20 33 42 20 34 26 20 35 32 20 37 04	187	6	CONC	iP iS	18 58 19 18 58 23
		CONC	eS eR	20 34 07 20 36 12	188	7	CONC	iP iS	07 08 25 07 08 33
USCGS; 36°S - 98°W					189	9	SANL	iP i i iS	04 27 00 04 27 19 04 27 26 04 27 30

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.		
OCTUBRE						
190	9	SANL	eP	04 26 35	180 km	
			i	04 26 47		
			iS	04 26 56		
	CONC	9	SANL	eP		11 28 46
				e		11 33 08
				eS		11 35 52
				e		11 40 29
				e		11 42 37
	CONC	9	CONC	eS		11 36 37
				e		11 38 37
				eR		11 42 18
				e		11 50 32
	USCGS; 55.½°S - 27.½°W					
	191	9	SANL	eP		14 44 20
e				14 44 56		
e				14 45 23		
eS				14 45 34		
e				14 46 22		
192	10	SANL	eP	15 04 34	100 km	
			iS	15 04 47		
193	11	SANL	eP	03 14 57	100 km	
			iS	03 15 10		
			e	03 15 21		
194	11	SANL	eP	14 40 10	1.200 km	
			e	14 41 41		
			eS	14 42 19		
			e	14 43 25		
CONC	11	CONC	eP	14 40 36		
			e	14 43 19		
			e	14 43 47		
USCGS; 23.½°S - 65°W						
195	12	SANL	eP	06 15 29		
			e	06 16 24		
			e	06 17 23		
196	18	SANL	eP	16 18 22	330 km	
			iS!	16 18 58		
CONC	18	CONC	iP	16 20 08		
197	19	CONC	iP!	02 53 19	100 km	
			iS!	02 53 32		
198	20	SANL	ePP	01 34 41	15.500 km	
			e(PKS)	01 36 03		
			eSKKS	01 41 29		
			eSKSP	01 44 45		
			ePPS	01 47 13		
			eP'P'	01 53 01		
			eSS	01 53 21		
			eSSS	01 58 01		
			G	02 09 53		
USCGS; 9.½°S - 112.½°E						

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
OCTUBRE					
199	23	CONC	iP	15 58 25	
			i	15 58 33	
200	23	SANL	e(P)	17 55 13	
			e	17 55 36	
			e	17 55 39	
201	26	SANL	eS	20 53 35	
			e	20 53 41	
CONC	26	CONC	iP!	20 52 20	120 km
			iS	20 52 34	
202	28	SANL	eG	04 39 38	
			e	04 45 04	
USCGS; 62.½°S - 157°W					
203	28	SANL	eSS	11 31 36	
			eSSS	11 37 04	
			eQ	11 50 32	
			eG!	11 53 20	
USCGS; 30.½°N - 85°E					
204	29	SANL	ePP	08 05 23	14.200 km
			ePKS	08 06 37	
			eSKS	08 10 21	
			eSKSP	08 15 15	
			ePPS	08 16 59	
			e	08 19 49	
			eP'P'	08 20 35	
			eSS!	08 22 37	
			e	08 25 09	
			eSSS	08 26 43	
			eG!	08 37 33	
			eR!	08 43 21	
USCGS; 51.½°N - 179.½°E					
NOVIEMBRE					
205	1º	SANL	ePP	03 59 43	14.400 km
			eSKKKS	04 06 39	
			e(S)	04 07 52	
			eSKSP	04 09 27	
			ePS	04 10 01	
			eP'P'	04 16 08	
			eSS	04 17 15	
			eG	04 31 08	
USCGS; 3°S - 150°E					
206	1º	SANL	iP	05 37 20	150 km
			iS	05 37 39	

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
NOVIEMBRE					
207	1º	SANL	ePP	12 33 18	10.400 km
			ePPS	12 42 14	
			ePSPS	12 47 36	
			eSSS	12 50 36	
			eQ	12 53 18	
			eQ	13 06 06	
USCGS; 17.½°S - 168°E					
208	4	SANL	eP	19 33 03	
			i	19 33 14	
			i!	19 33 20	
209	4	SANL	eP	23 02 13	4.200 km
			ePPP	23 03 48	
			eS	23 07 34	
			eG!	23 10 15	
CONC	4	CONC	eS	23 06 53	
			eG	23 08 49	
			e	23 09 22	
USCGS; 50°S - 115°W					
210	5	SANL	eP	08 03 25	1.650 km
			eS	08 06 25	
			e	08 07 18	
USCGS; 19.½°S - 69°W					
211	5	SANL	eP	11 02 40	210 km
			iS	11 03 03	
212	6	SANL	eP	23 15 29	18.000 km
			eP'	23 17 49	
			eP'	23 18 13	
			ePP	23 21 13	
			e	23 23 00	
			e	23 25 12	
			eSKSP	23 31 28	
			eSS!	23 40 23	
			e	23 41 31	
			eSSS	23 46 13	
			eG	23 56 47	
			e	23 59 49	
CONC	6	CONC	eP'	23 17 58	
			eSPP	23 22 29	
			eSS!	23 40 33	
O'HI	6	O'HI	eP'	23 18 02	
			eSKKKS	23 28 46	
			e(G)	00 09 32	
USCGS; 58°N - 148.½°E					
213	7	CONC	e	01 17 04	
214	10	SANL	eP	11 21 13	4.900 km
			eS	11 27 43	
			eG	11 31 36	
			eR	11 33 11	
USCGS; 9°S - 110°W					

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
NOVIEMBRE					
215	10	SANL	eQ	11 36 13	
			eR	11 40 33	
USCGS; 9°S - 110°W					
216	11	SANL	eP	22 40 35	12°
			e	22 41 24	
			eS	22 42 52	
			e	22 43 04	
USCGS; 22°S - 69°W					
217	12	SANL	e(P)	20 43 12	17.000 km
			e	20 44 50	
			e	21 01 50	
			eSS	21 05 52	
			e(SSS)	21 11 31	
			eQ	21 24 36	
			eG	21 25 04	
			e	21 35 30	
CONC	12	CONC	eP'	20 43 11	
			e(PP)	20 46 07	
			e(SKs)	20 49 46	
			eSS!	21 05 53	
			e	21 10 15	
CONC	12	CONC	eSSS	21 11 28	
			eG	21 24 50	
USCGS; 44.½°N - 149°E					
218	13	SANL	eSS	04 48 25	
			eQ	05 13 00	
USCGS; 44.½°N - 148°E					
219	14	SANL	eS	05 14 43	
			e(G)	05 16 44	
CONC	14	CONC	eS	05 13 48	
			eG	05 16 24	
220	14	SANL	e	14 24 03	
			e	14 28 59	
			e	14 33 55	
			e	14 42 21	
221	15	CONC	iP	18 27 38	
			iS	18 27 45	
222	16	SANL	eP	17 57 52	10.500 km
			e	17 58 10	
			eSKS	18 08 24	
			eS	18 09 08	
CONC	16	CONC	eSKPP'	18 26 30	
USCGS; 16°S - 172°W					

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
NOVIEMBRE					
223	19	SANL	iP e eS	01 37 08 01 38 44 01 38 56	930 km
USCGS; 27.½°S - 63.½°W					
224	19	SANL	eP' eSS e e eQ eR	09 43 30 10 07 30 10 19 40 10 25 30 10 32 32 10 49 32	17.300 km
USCGS; 44°N - 149°E					
225	22	SANL	eSS eSSS eR eQ	00 45 10 00 50 00 01 09 00 01 17 00	15.500 km
USCGS; 10.½°S - 112.½°E					
226	24	SANL	eP eS eQ	06 54 19 06 58 39 07 02 30	3.000 km
USCGS; 57.½°S - 65.½°W					
227	26	SANL	eP iS	21 19 43 21 19 51	
228	27	SANL	e(P) e e(S)	15 04 25 15 05 06 15 06 21	
229	28	SANL	e e e	07 27 52 07 27 59 07 29 23	
DICIEMBRE					
230	3	SANL	e e	10 35 41 11 14 21	
231	4	SANL	e(S) eG e	17 35 06 19 38 20 19 41 32	
USCGS; 11.½°N - 86.½°W					
232	4	SANL	eP iS!	21 31 32 21 31 38	
233	6	SANL	iP ePP eS eG eScS	09 41 36 09 43 28 09 47 52 09 50 48 09 51 28	4.700 km
USCGS; 6.½°N - 83°W					

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
DICIEMBRE					
234	7	SANL	e(S) e(SS) e	18 16 40 18 20 30 18 27 00	
USCGS; 18°N - 105°W					
235	8	SANL	e e	18 09 59 13 16 35	
236	9	SANL	eP e(S) e e	19 22 19 19 24 55 19 25 29 19 26 55	1.550 km
237	10	SANL	iP esP e eS!	07 15 11 07 16 23 07 24 35 07 25 07	9.500 km
USCGS; 37°S - 176.½°W					
238	14	SANL	eP ePP eS eG eR	07 17 50 07 18 55 07 22 33 07 23 01 07 25 37	3.300 km
USCGS; 35°S - 108.½°W					
239	17	SANL	eP iS	11 23 50 11 24 15	210 km
240	17	SANL	eP iS	11 32 57 11 33 20	200 km
241	17	SANL	iP iS	11 40 54 11 41 18	200 km
242	18	SANL	esKS e ePKKP e	19 47 48 19 49 28 19 54 24 20 01 32	
USCGS; 16°S - 173°W					
243	19	SANL	eP e e eS e	11 18 36 11 19 30 11 20 42 11 21 50 11 25 08	2.000 km
USCGS; 16°S - 72°W					
244	21	SANL	eP'P' eSSS e eQ	06 30 21 06 38 29 06 42 21 06 51 51	
USCGS; 44.½°N - 81°E					

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
DICIEMBRE					
245	23	SANL	esPP e ePeS e eScP eP' ePPP eSKKS	06 37 06 06 39 58 06 40 31 06 42 26 06 44 38 06 46 40 06 52 39 06 55 35	4.800 km
USCGS; 20°N - 79°W					
246	25	SANL	e e e e eQ eG eR	08 26 31 08 27 33 08 36 25 08 39 29 08 54 45 08 57 45 09 04 00	14.000 km
USCGS; 5.½°S - 151.½°E					

Nº FECHA	EST.	FASE	HORA	DIST.	
DICIEMBRE					
247	25	SANL	eP iS!	15 45 53 15 46 15	180 km
248	26	SANL	iP e	11 17 13 11 17 23	
249	27	SANL	eP e	03 31 17 03 31 35	
250	30	SANL	e(P) eS	08 44 43 08 50 41	3.900 km
USCGS; 35.½°S - 105.½°W					

OBSERVACIONES MACROSISMICAS

Los sismos que aparecen en el Boletín fueron sentidos en los lugares que se indican y con las intensidades que aparecen entre paréntesis.

Nº DEL SISMO	SENTIDO EN	Nº DEL SISMO	SENTIDO EN
1	Requínoa (II) y Las Nieves (II)		
2	Catapilco (II), Putaendo (II), Zapallar (I) y Quillota (I)		(III, Rancagua (III), Tilcoco (III), Rengo (III), Malloa (III), Santa Cruz (II), Petorca (II), Curicó (II), Paredones (II) y San Javier (II))
3	Baquadano (I)		
4	Santiago	44	Rica Ventura (II) y Tocopilla (I)
5	Colonia (II), Pozo Almonte (II) y Arica (II)	45	La cruz (II) y Quintero (II)
6	Huara (II), Pozo Almonte (II) y Colonia Pintados (II)	48	Combarbalá (II), Petorca (II), Los Andes (II) y Juncal (II)
8	Puquios (III), Putre (III), Arica (III), Negreiros (III), Pozo Almonte (III), Colonia Pintados (II), Pica (III), Visuri (II), Azapa (II), Camarones (II), Pisagua (II), Iquique (II), Quillagua (II), Coya Sur (II), Pedro de Valdivia (I), Despreciada (I) y J. F. Vergara (I) Copiapó (II)	51	Vicuña (II)
		52	San Antonio (I)
		56	Palmilla (I)
		58	Curacaví (I)
		63	Los Andes (III), Tiltil (III), Curacaví (II), Peñafior (II), San Antonio (II), Talagante y Concolén (I)
9	Vallenar (II), La Serena (II), Ovalle (II) y Copiapó (I)	64	S. J. de la Mariquina (II), Valdivia (III), Los Lagos (III), P. Calera (III) y Purlón (II)
14	La Serena (III), Ovalle (III), Combarbalá (III), Copiapó (II), Vallenar (II), El Tránsito (II), Illapel (II), Quillota (II), Los Andes (II) y Zapallar (I)	65	Conolén (II), Teno (II), Parral (II), Bulnes (II), San Carlos (II), San José de Palomares (II) y Quirihue (I)
15	Mincha (III), El Tránsito (II), Vicuña (II), Ovalle (II), Combarbalá (II), Illapel (II), Canela (II), Zapallar (I) y Maipú (I)	66	Mincha (II), Illapel (II), Caimanes (II), Los Vilos (II) y Canela (II)
17	Copiapó (III), Vallenar (III), Huasco (III), Caldera (II), Freirina (II) y La Serena (II)	69	Sierra Gorda (I)
18	Ovalle (II), Combarbalá (II), Mincha (II), Canela (II) y La Serena (I)	71	Palmilla (I)
20	Cauquenes (II) y Constitución (I)	72	Rancagua (I) y Corcolén (I)
21	La Serena (II) y Ovalle (II)	74	Cauquenes (I)
22	Illapel (II), Los Patos (II), Catapilco (II), Quillota (II), Quilpué (II), Los Andes (II) y Colina (II)	75	Copiapó (II)
23	Yumbel (I)	77	Traiguén (II), Concepción (I), Lebu (I), Padre Las Casas (I) y Puerto Saavedra (I)
32	Arica (I)	78	María Elena (III), Coya Sur (III), Taltal (III), Iquique (II), Quillagua (II), Rica Aventura (II), Tocopilla (II), Gatico (II), Calama (II), Antofagasta (II), Potrerillos (II), Chañaral (II) y Copiapó (II)
41	Quintero (III), Quillota (III) Los Andes (III), Río Blanco (III), Villa Alemana (III), Tiltil (III), Maipú (III), Los Maitenes (III), Peñafior (III), Talagante (III), Isla de Maipo	80	Talagante (II), Rancagua (II) y Corcolén (I)
		83	Freirina (I)
		86	Corcolén (II), Paredones (II), Los Queñes (II) y Rengo (I)
		94	Puerto Saavedra (II) y Lebu (I)

Nº DEL SISMO	SENTIDO EN
98	Papudo (II), Catapilco (II), Quillota (II), Los Andes (II) y Tiltit (II)
99	Illapel (I) y Longotoma (I)
100	Los Angeles (II), Cabrero (I) y Traiguén (I)
103	Anchao (II) y Chonchi (II)
105	P. Corona (II) y Castro (II)
106	Concepción (I) y Coronel (I)
107	Arica (I)
108	Illapel (II), Papudo (II), Cabildo (II), Catapilco (II), Quintero (II), Los Andes (II) y Tiltit (II)
114	Llo-Lleo (I)
115	Pintados (II), Quillagua (III), Rica Aventura (III), Tocopilla (III), M. Despreciada (III), María Elena (III), Coya Sur (III), Arica (II), P. de Valdivia (II), J. F. Vergara (II), Gatico (II), Calama (II), Baquedano (II), Taltal (II), Caldera (II), Ollagüe (I) e Iquique (I)
118	Papudo (II), Catapilco (II), Longotoma (II), Los Andes (II), Olmué (II) y Tiltit (II)
119	Illapel (II), Los Vilos (III), Putaendo (III), Papudo (III), San Felipe (III), Longotoma (III), Los Andes (III), Juncal (III), Quillota (III), V. del Mar (III), Olmué (III), Valparaíso (III), Tiltit (III), Algarrobo (III), Rancagua (III), Coquimbo (II), Vicuña (II), Cancha (II), Mincha (II), Peñaflores (II), Talagante (II), Rengo (II), Corcolén (II), I. de Maipo (I), Rosario (I), Río Blanco (I) y Santiago (I)
122	Puquios (III), Arica (III), Codpa (III), Visviri (II), Putre (II), Quillagua (II), Iquique (I) y Rica Aventura (I)
125	Nipas (II) y Bulnes (II)
126	Putaendo (II), Los Andes (II), Valparaíso (II), Quillota (II), Río Blanco (II) y Colina (II)
131	Combarbalá (III), Illapel (III), Canela (III), Vicuña (II), P. Tortuga (II), Mincha (II), Los Vilos (II), Los Patos (II) y Los Andes (I)
137	Pisagua (II), Coya Sur (II), Codpa (I), Iquique (I), P. de Valdivia (I), J. F. Vergara (I) y Baquedano (I)
139	Los Patos (II), Papudo (II), Catapilco (II) y Quillota (II)
145	Las Melosas (III), Palmilla (II), Rengo (II), Paredones (II) y Santiago (I)
149	Volcán (V), San José de Maipo, (IV), Queltchues, (IV), Zapallar (III), Putaendo (III), San Felipe (III), Los Andes (III), V. del Mar (III), Valparaíso (III), Quilpué (III), Quillota (III), Limache (III), Tiltit (III), Casablanca (III), Maipú (III), Santiago (III), El Tabo (III), San Antonio (III), I. de Maipo (III), Rancagua (III), Rengo (III), Pumanque (III), Curicó (II), Illapel (II), Salamanca (II), Llo-Lleo (III), Talagante (III), Los Vilos (II), Petorca (II), Los Patos (II), Rosario (II), Los Queñes (II), Talca (II), Constitución (II), Panimávida (II), Chanco (II), Cauquenes (II) y Chillán (II)
150	Volcán (V), Santiago (III), V. del Mar (III), Valparaíso (III), Los Patos (III), Limache (III), Casablanca (III), Illapel (II), Petorca (II), Pumanque (II), Paredones (II), Curicó (II), Talca (II), San Carlos (II), Chillán (II) y Cauquenes (I)
151	Casablanca (II) y Valparaíso (II)
152	Valparaíso (II), Santiago (II), Apoquindo (I) y Concepción (I)
153	Los Andes (II), Quillota (II), Peñaflores (II), Rengo (II), Concepción (II), Valparaíso (I), Juncal (I) y Santiago (I)

Nº DEL SISMO	SENTIDO EN
155	Los Andes (II) y Santiago (I)
156	Casablanca (II), Los Andes (II) y Santiago (I)
157	Los Andes (I)
158	Quillota (II), Santiago (I) y Peñaflores (I)
159	Santiago (II) y Concepción (II)
160	Valdivia (II)
161	Santiago (I)
162	Illapel (II), Putaendo (II), Quillota (II) y Salamanca (I)
163	Vicuña (II), Mincha (II), Illapel (II) y Salamanca (I)
164	Peñaflores (II), Tiltit (II), Los Andes (II), Concepción (I) y Santiago (I)
165	Santiago (I)
166	Pichilemu (I) y Paredones (II)
168	Freirina (II) y El Tránsito (II)
169	Talcahuano (II) y Concepción (II)
170	Los Andes (II) y Santiago (I)
171	Copiapó (II), Carrizal Bajo (II), Freirina (II) y Vallenar (II)
172	Concepción (I)
173	Los Andes (II), Quintero (II), San José de Maipo (II), Quillota (I), Maipú (I), Los Maitenes (I) y Peñaflores (I)
175	Los Andes (I), Tiltit (I), Santiago (I) y Rengo (I)
178	Mincha (I)
179	Los Andes (I)
183	Coquimbo (II)
184	Coya Sur (I)
187	Cabrero (I)
188	Cauquenes (I)
189	Rosario (II), Rengo (II), Los Queñes (II), Constitución (II), Parral (II), San Carlos (II), Cauquenes (II) y Panimávida (I)
191	Copiapó (II), Coya Sur (I), J. F. Vergara (I), Baquedano (I) y Potrerillos (I)
192	Limache (II), Tiltit (II), Los Andes (II), Illapel (I), Salamanca (I) y Santiago (I)
193	Vicuña (II), Illapel (II), Salamanca (II), Caimanes (II) y Canela (I)
194	Pozo Almonte (II), Coya Sur (II), y Copiapó (I)
195	Vallenar (II) y Freirina (II)
196	P. Tortuga (II), El Palqui (II), Illapel (II), Cabildo (II), Salamanca (I) y Jahuel (I)
199	S. I. de Palomares (I)
201	S. I. de Palomares (II) y Yungay (II)
206	San Felipe (I) y Los Andes (I)
210	Pozo Almonte (I) e Iquique (I)
211	La Ligua (II), Los Andes (II), Quintero (II), Mincha (I), Illapel (I) y San Felipe (I)
213	Traiguén (II)
216	Despreciada (III), Tocopilla (III), María Elena (III), Coya Sur (II), Gatico (III), J. F. Vergara (III), Quillagua (II) y Rica Aventura (II)
221	Bulnes (II) y S. I. de Palomares (II)
227	El Yeso (II)
228	Iquique (II), Quillagua (II) y Rica Aventura (II)
229	Copiapó (II), Tierra Amarilla (II), Freirina (II), Conay (II), Vallenar (II), El Tránsito (II), Huasco (II) y Paipote (I)
232	El Canelo (II) y Santiago (I)
236	Quillagua (II), Rica Aventura (II), María Elena (II), Coya Sur (II), J. F. Vergara (II), Iquique (I) y Pozo Almonte (I)
247	Putaendo (I)
248	La Cruz (II) y Petorca (I)
249	Illapel (II), Petorca (II), Putaendo (II) y Salamanca (I)