

Dr. Fernando Bravo E. (*)

Temblores y fuentes termales (**)



SEÑORES: Hace 17 años, invitado por el mismo insigne rector de esta Universidad, don Enrique Molina, tuve el honor de ocupar esta tribuna para dictar algunas conferencias sobre temas de mi especialidad médica. La amable acogida de este ambiente de cultura y la hospitalaria atención que Uds. saben prestar a sus visitantes, quedó grabada en mí como un gratísimo recuerdo.

Al aceptar esta invitación de hoy, no he hecho sino disponerme a visitarlos de nuevo, para agradecerles la atención que entonces me dispensaron.

Sin embargo, ahora, tengo mis temores de no poder corresponder, como quisiera, trayendo un tema atrayente, que condicione, por lo menos, una posición de agrado espiritual, porque creo verlos obligados a seguirme en una búsqueda científica, en la que estoy empeñado, de muy cruda realidad, como que es un fenómeno que lleva asociado el recuerdo doloroso de muchas tragedias ocasionadas por su acción catastrófica.

(*) Profesor de Hidrología y Climatología de la Facultad de Medicina (U. Ch.) y Médico Director de las Termas de Panimávida.

(**) Conferencia dada el 20 de junio de 1955 en el Salón de Honor de la Universidad de Concepción.

La vez anterior hablé de belleza. Hoy lo haré de temblores y terremotos.

Hablé de la belleza, como un medio de tratamiento. De cómo es posible, por ejemplo, que un paisaje de lejanía, junto a la apacibilidad de un lago, que refleja toda la exuberancia del verdor de sus contornos, pueda llevar la sedación a los temperamentos excitados por la tensión de la lucha diaria o por algún mal que los afecte.

De cómo el macizo cordillerano, con sus nieves eternas, sus ventisqueros y sus quebradas profundas, sus abismos y sus cascadas, son capaces de excitar a los espíritus deprimidos, y aún de estimular sus reservas vigorizantes. Y cómo cada paisaje, que para cada cual es un estado de alma, casi personal, puede tener su aplicación, como un verdadero recurso médico, para regularizar algo en el espíritu alterado del hombre que habita sobre la tierra.

Pero ha querido el destino, sin premeditación alguna de mi parte, que a la misma ciudad y al mismo auditorio, traiga un tema que emplea, en cierto modo, los mismos elementos, pero enfocados desde un punto de vista totalmente diferente.

Porque si nos alejamos de la emoción estética y analizamos el paisaje que nos subyuga, vemos que ese lago y esa cordillera y ese abismo y ese volcán majestuoso, no son sino exponentes de trastornos de la corteza terrestre, de pasados cataclismos, en la mil veces milenaria vida del planeta. Y ya en los períodos últimos, en los que el hombre lo ha poblado, cada cataclismo ha sido un horror y cada horror, un sufrimiento. El simple resbalamiento de una grieta, se ha traducido en vibración tremenda, que da la vuelta al mundo y cada remezón de esta tierra es catástrofe para el hombre y es destrucción de su obra, que apenas si es ínfima partícula, comparada con la mole del globo.

Sería sólo con la mejor intención y con el ánimo más dispuesto, cómo podríamos olvidar todo el dolor y el sufrimiento producidos, para concederle a estos trastornos de la estructura terrestre, algo de bueno. Concederle, siquiera, que por ellos, esta tierra en que vivimos, no fué una superficie pulida y desierta, sin la belleza soberbia de una

montaña, ni el cono airoso de los volcanes, ni el atractivo permanente de los arroyos, ni la dulzura sublime del lago. Pero para el hombre mismo, sí que es un poderoso estímulo de superación, un afán decidido de vencer las dificultades, y de sobreponerse al dolor, para seguir adelante y sin desmayo, en el interminable camino del progreso.

Porque bien sabemos que de la destrucción surge siempre, en los pueblos valerosos, inteligentes y constructivos, una nueva era, de mayor progreso, de mayor belleza, de más alto nivel de vida, material y cultural. Para ejemplo, en Chile y en el mundo, esta admirable ciudad de Concepción.

INTRODUCCION

Antes de abordar el tema que he traído hasta Uds., que habla de temblores y de observaciones sismológicas, quiero dejar establecido un hecho que me hará presentarme libre de toda pretensión. Soy médico, dedicado a actividades hidrológicas; pero no soy sismólogo. Sólo la observación de un fenómeno sísmico, al que le presté atención, acaecido hace 10 años y que tuvo influencia sobre las fuentes termales en el lugar de mi trabajo médico, me llevó a preocuparme de estos estudios.

El 17 de enero de 1945 hubo un temblor en Panimávida. Temblor de cierta intensidad, pero no mayor de la sentida en otras ocasiones. Sin embargo, hubo algo en la localidad que me llamó la atención: inmediatamente de producido el temblor, se produjo un aumento brusco y notable del caudal de las fuentes, al extremo de rebalsar de sus captaciones. El mismo fenómeno se había observado—sin llamar la atención— en otras ocasiones: en el temblor del 24 de enero de 1939, el correspondiente al terremoto de Chillán y Concepción, en el del 9 de diciembre de 1928, el terremoto de Talca y en varios temblores, de menor intensidad.

Si esto tenía alguna significación, no la estimé como tanta si no hubiera podido relacionarla con otro hecho, que despertó mi mayor atención e interés y que fué lo que determinó el que me propusiera

trazarme un plan de estudio de estos fenómenos: con anterioridad a los temblores referidos, que tuvieron repercusión de aumento en los caudales, se había observado que las fuentes disminuían progresivamente la cantidad de agua que producían y esto, con meses y aún años de anticipación.

¿No sería posible pensar —me dije— que el aumento brusco del caudal de las fuentes observado en relación con un temblor, fuera la consecuencia de la disminución lenta anterior y esta disminución llegara a ser un fenómeno que precediera a un movimiento sísmico? Si éste fuera un hecho constante y general, ¿no sería un anuncio anticipado de un movimiento sísmico y aún, no podría pensarse que tendría alguna intervención en el desencadenamiento del temblor? Me planteé, así, sin querer, una hipótesis y por ella orienté mi estudio y planifiqué un trabajo: revisión de literatura y búsqueda de antecedentes; decisión de establecer un control sistemático de los niveles de las fuentes de Panimávida; observación y anotación de los fenómenos sísmicos que se presentaran; instalación de instrumentos de observación y registro; interpretación de los resultados. Y así lo he hecho. Lo que hoy les diga es lo que he logrado obtener en 10 años de observación y estudio.

Tal vez me habría sido difícil realizar este trabajo si no hubiera contado, primero, con la comprensión, estímulo y ayuda del Instituto Sismológico de Chile y en forma muy especial de su director, el eminente sismólogo don Federico Greve, y en seguida, por la constante y abnegada colaboración del personal de Panimávida, encabezada por el señor Baltasar Cadegán que ha tenido a su cargo las mediciones de los aforos de las fuentes y la observación y anotación de los temblores sentidos en la localidad, labor que se ha realizado ininterrumpidamente y sin claudicaciones, desde 1945 hasta la fecha.

En el presente trabajo me he propuesto, fundamentalmente, dar a conocer las observaciones realizadas en Panimávida. Pero como el concretarme sólo a esto haría inconexo el relato y no tendría la unidad de conjunto necesaria para establecer las relaciones que lo integran, lo he subdividido en los siguientes capítulos:

- I. Fuentes termales y geología.
- II. Los temblores.
- III. Influencia de temblores sobre fuentes termales, observada en termas extranjeras y nacionales.
- IV. Investigaciones realizadas en las Termas de Panimávida.
 - a) El plan de trabajo.
 - b) La instalación y funcionamiento de la Estación Sismológica de Panimávida.
 - c) Las observaciones realizadas y los resultados obtenidos.
 - d) Interpretación de los resultados.

I. FUENTES TERMALES Y GEOLOGIA

Sean cuales sean las teorías que intenten explicar las causas de los sismos o el origen de las aguas minerales, hay un hecho cierto que debemos aceptar como inmutable. Ambos tienen origen en algún punto de las capas geológicas de la tierra. Dejemos establecida esta primera relación.

Si es la fuente termal, su existencia está tan íntimamente ligada a las condiciones geológicas del lugar, que puede decirse que depende por entero de ellas. Desde luego, no surge una fuente por azar, en cualquier parte. Es necesario que exista una conformación especial del terreno, con quebraduras o fallas, que permitan el afloramiento del agua, desde profundidades, más o menos importantes.

Si las aguas son de origen superficial o de infiltración, sean o no minerales, el agua meteórica, de las lluvias, penetrando en las capas terrestres por capilaridad o a través de grietas o fallas, progresa en profundidad hasta encontrar una capa impermeable que la detiene. Forma allí una napa subterránea, que tiende a dirigirse a las partes más declives, para surgir a la superficie, por diferencias de nivel, a través de una nueva falla. Disolviendo los materiales que encuentra, se mineraliza. Y en el mismo trayecto, adquiere temperatura y las demás propiedades físicas que la caracterizan. Seguramente, éste es

el origen de la gran mayoría de las vertientes de aguas potables y de un buen número de aguas minerales, frías o calientes.

Más complejo ha de ser el origen de las aguas minerales profundas, las que constituyen las aguas minerales o termales propiamente tales. Se acepta, por muchos, que sean formadas en el interior de la tierra, por síntesis del hidrógeno y el oxígeno o por desprendimiento del agua de constitución de las propias rocas. Por el calentamiento de las regiones profundas, el agua formada tiende a escapar, en virtud de las grandes presiones de su vapor y de los gases que las acompañan. En el trayecto se cargarían de materiales, se enfriarían, se harían líquidas y conservando mayor o menor temperatura, surgirían a la superficie, a través de las fallas del terreno.

Estas aguas de origen profundo estarían en estrecha relación con el volcanismo, presentando muchas de sus características: intermitencias, pulsaciones, altas temperaturas, ubicación en macizos montañosos, escalonamiento en líneas de fractura de la corteza terrestre, etc. Los países ricos en aguas termales son generalmente países volcánicos y en aquellos en que no existen estos fenómenos eruptivos, es frecuente la ausencia de tales aguas. La hidrología termal está, pues, íntimamente relacionada con la termalidad del globo.

El célebre geólogo Elie de Beaumont, sostenía, hace muchos años, que las fuentes de aguas minerales debían considerarse como una "suite" atenuada y final, de los fenómenos eruptivos. El relleno de los filones metálicos —decía— se hace por circulación de fumarolas cargadas de vapores de metales, de sales y de agua; vapores todos, de origen eruptivo. Las aguas minerales podrían ser consideradas como volcanes, privados de la facultad de emitir otro producto que emanaciones gaseosas, que en la gran mayoría de los casos no llegan a la superficie sino condensados en forma de aguas minerales y termales.

En Chile, Domeyko, en su magistral estudio sobre las aguas minerales, anotaba, ya a fines del siglo pasado, que nuestras fuentes minerales aparecen en los parajes más accidentados del sistema de las cordilleras de Chile, a proximidad o en medio de las rocas, que

para el geólogo, son testigos seguros de los grandes trastornos que ha sufrido en esta parte la tierra, por sacudimientos y grietas que pusieron, por momentos, en comunicación las entrañas de nuestro planeta con su exterior.

Otro tanto dice Pissis. Según él, todas las fuentes minerales de Chile se abren paso, o en medio de las rocas volcánicas o en sus cercanías y presentan en su temperatura y en su composición una transición graduada, desde los respiraderos volcánicos hasta las simples fuentes de agua fría. Típico sería el caso del volcán Chillán, en que en un espacio muy reducido ofrece tres facies diferentes de fenómenos volcánicos: en uno de los lados del cono, los gases y vapores tienen una temperatura bastante elevada como para vaporizar el azufre; en la base, los volcancitos, comparables a los geysers de Islandia, y, finalmente, las fuentes termales sulfurosas. Hechos semejantes se observan en muchos otros volcanes de Chile: las solfataras de Trapa-Trapa, Tinguiririca, Peteroa, Maipo, etc. Por lo demás, la situación de las termas chilenas, en la línea de volcanes o en sus inmediaciones es un hecho por demás conocido.

Dejamos consignada, pues, la estrecha relación que aparece entre fuentes termales y geología, para referirla, más adelante, a la que pudiera existir con los fenómenos sísmicos. Desde luego, ya no debe sorprendernos el que las aguas minerales, sobre todo las de origen profundo, puedan ser afectadas por un fenómeno sísmico, desde el momento que ellas, obligadamente, deben atravesar capas de la corteza terrestre, en donde se determinan tales fenómenos.

II. LOS TEMBLORES

Para nuestro estudio, que no pretende, de manera alguna invadir el campo de los conocimientos sismológicos, nos basta con aceptar al temblor como un hecho conocido, fatal, producido. Sin adentrarnos en su actual interpretación causal. Esto pertenece a la sismología y está a cargo de los sismólogos. Nuestra posición es ubicarlo

frente a frente del fenómeno hidrológico observado, sea que coincida, dependa o determine. Si de este enfrentamiento, que en el fondo es una encuesta a la naturaleza, se obtiene una respuesta, habremos obtenido algo y si este algo sirve al hombre, habremos hecho una adquisición más. Este es nuestro afán y el interés que anima a nuestro espíritu.

Sin embargo, no podemos negar que nuestro interés se acrecienta cuando vislumbramos la posibilidad de poder contribuir con algún aporte, al mejor conocimiento de un fenómeno, hasta ahora imprevisible, que ha hecho vivir horas trágicas a la humanidad y en especial para nosotros, para este Chile que jamás duerme tranquilo, por el temor, que ya dijera los araucanos en su leyenda, que los hijos del trueno, aprisionados en el interior de la tierra, derrumbaran sus propios socavones.

No creo necesario revivir hoy, en un cuadro fatídico, los horrores y los destrozos producidos en el mundo por los cataclismos sísmicos que lo han azotado. Son muchos cientos de miles las vidas perdidas y los hogares destruidos, porque siempre el hombre fué sorprendido por algo inesperado, absolutamente imprevisible. Bastaría solo citar, para fijar magnitudes, los catastróficos terremotos del Japón, de Messina, de California, de Assam, de Kangra, de México, de Mendoza y de Valparaíso, Concepción, Chillán, Talca, Copiapó, entre nosotros. En nuestro país, en su período histórico, se han calificado, como de excepcional violencia, más de 35 terremotos.

Es, pues, un problema que afecta a la mayor parte del mundo y para nosotros adquiere tal significación, que países de avanzada organización científica, como los Estados Unidos, han estimado que son tan numerosos los problemas sísmicos de Chile, que debería intentarse una colaboración de naciones para tratar de resolverlos.

Pero dejemos esto aquí, que ya nos acerca a la frontera de nuestro campo de acción y de nuestras posibilidades. Fijemos sólo algunos conceptos de sismología, que habremos de utilizar, necesariamente, en nuestro estudio.

Desde luego, debemos dejar consignada la escala de intensidad

sísmica que hemos empleado, la de 6 grados, aprobada en 1945 y que es la siguiente:

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

Las investigaciones sismológicas se efectúan, o por intermedio de instrumentos registradores, los sismógrafos, o mediante la observación directa, sin instrumentos, por personas calificadas, repartidas a lo largo del país y que envían sus observaciones, regularmente, a los centros oficiales de investigación.

Los sismógrafos —que no creemos necesario describir— tienen como parte principal un péndulo, en que la masa, debido a las leyes de la inercia, queda inmóvil, a pesar que el punto de suspensión y el suelo se muevan. Mediante mecanismos apropiados inscribe los movimientos de la tierra y se obtienen, en papel ahumado, los sismogramas, que nos dan la representación gráfica del movimiento sísmico, con sus características reproducciones de las ondas vibratorias: la del sitio mismo del sismo; las que atraviesan el globo terrestre por su interior y las que lo recorren por su superficie. Del estudio e interpretación de sismogramas y observaciones personales, los sismólogos logran determinar, con gran precisión, el epicentro del fenómeno y

establecer las zonas sísmicas y dibujar los mapas con las curvas isosistas, o sea, las zonas en las que se ha sentido el sismo con igual intensidad.

III. INFLUENCIA DE TEMBLORES SOBRE FUENTES TERMALES OBSERVADA EN TERMAS NACIONALES Y EXTRANJERAS

La observación de Panimávida de 1945, en que fué notorio el aumento del caudal de las fuentes a raíz del temblor, me movió a realizar una amplia revisión de la literatura nacional y extranjera, a fin de verificar si el fenómeno había sido observado en otras partes y en otras ocasiones, y si era un acontecimiento de carácter general y no exclusivo a nuestro punto de observación.

Por la relativa escasez de publicaciones de este carácter en nuestro país, y en un período bibliográfico de no más de cien a ciento veinte años, la verdad es que no nos fué difícil realizar esta búsqueda y puedo asegurar que fué revisado, prácticamente, todo lo que hay escrito sobre esta materia en la literatura hidrológica chilena. Daré a conocer, sólo a título de ejemplos, algunos de los hallazgos de esta revisión.

La primera referencia data del año 1673, en la "Historia de Chile" del Padre Rosales, en que habla de una fuente de agua hirviente que existía en Bucalemu y que habría desaparecido "a influjo de sacudimientos posteriores de la tierra".

El Dr. Adolfo Murillo, en un artículo aparecido en la "Revista Médica de Chile", de octubre de 1884, refiriéndose a las Termas de Catillo, dice: "No está demás advertir aquí, que el gran terremoto del 20 de febrero de 1835 cegó las fuentes de estas termas por espacio de un año. Al reaparecer, salieron frías durante algunos meses, pero poco a poco fueron adquiriendo su calor primitivo".

Domeyko confirma la observación anterior y agrega, que algo semejante sucedió con el gran terremoto del 25 de mayo de 1751.

Darapsky asegura que las aguas de las Termas de Cauquenes se enfriaron de 47,7 grados a 33,3 grados a raíz del terremoto de 1835.

En los "Estudios médicos de las aguas minerales de Chillán", resultado de 40 años de observación del Dr. Pellegrín Martín, encontramos algunas interesantes anotaciones. Para un período de 16 años de observación, anota sólo 4 temblores de importancia y al referirse a otros fenómenos, dice: "del año 1849 acá (escribe en 1889 y refiriéndose con toda seguridad a la temporada de verano) raro ha sido el temporal por el que haya peligrado la población: alguno que otro aguacero, truenos y granizos, ligeras nevazones y vientos, más o menos incómodos. Algún remezón de tierra". Y termina expresando: "he aquí todas las novedades atmosféricas que he presenciado o de que tengo noticia". A esta observación del Dr. Pellegrín Martín le concedo especial significación, como asimismo a la que él llama "los fenómenos que se observan aquí cuando el tiempo se descompone" y a una curiosa anotación que dice: "ya antes que acontezca un temblor de tierra o algún fenómeno meteorológico, se aprecian cambios de temperatura, mayor actividad, cambios de coloración y de la limpidez de las aguas minerales".

El Dr. Octavio Maira, en su trabajo "Consideraciones generales sobre las aguas termales de Chile", publicado en 1920, hace una referencia a la influencia del terremoto de 1906, que abarcó una extensa zona, de San Felipe al Maule, expresando, que no se notó ni se habla —dice— de que se haya producido, en épocas anteriores, cambio apreciable ni en la termalidad de las aguas minerales ni en la cantidad de agua producida por las fuentes.

Por intermedio del Instituto Sismológico de Chile y en relación con el presente trabajo, se han obtenido algunas referencias interesantes. Por ejemplo, para el terremoto que se sintió en el norte de Chile el 4 de diciembre de 1918, el observador de Copiapó, señor Sierra, anotaba que "en Puquios hay un pozo artesiano en que se rebalsa el agua en época normal, pero durante el terremoto, saltó a 15 y 20 metros de altura".

Del observador señor Crespo, de Pintado, Tarapacá, se recibió

la siguiente observación: “después del terremoto del 26 de febrero de 1952 se observó que el contenido total de sales solubles del agua del sondaje N.º 3 aumentó a más del doble. Este fenómeno permanece estacionario hasta hoy 1.º de marzo”.

Esto en cuanto a algunos datos nacionales. De su análisis podrían deducirse algunas conclusiones significativas. En primer lugar, parece frecuente y de carácter general que los movimientos sísmicos tienen una repercusión coincidente o de otro orden, que no calificaremos en este momento, sobre las fuentes termales, sea sobre la cantidad de agua aflorada, su aspecto o su composición. En seguida, resulta curioso el hecho de que no aparezca descrito en ninguna publicación o referencia, un temblor de gran intensidad, de carácter destructivo, en una terma chilena, a pesar de haber existido grandes terremotos en las zonas vecinas (Chillán, Talca, etc.). Este hecho no puede constituir una omisión, repetida, porque es difícil suponer que hubiera pasado inadvertido y se hubiese silenciado un acontecimiento de tal magnitud. Creemos, por esto, que podría asegurarse que en las termas chilenas nunca habría existido un terremoto propiamente tal. Y finalmente, salvo la anotación un tanto imprecisa del Dr. Pellegrín Martín para Chillán, no se encuentra descrita ni se hace mención de ningún estudio que anote observaciones de fenómenos que se presenten en las fuentes termales, con anterioridad a la producción de un fenómeno sísmico.

Obtenidos estos antecedentes de las termas chilenas, quisimos informarnos de lo observado en las termas extranjeras.

A pesar de que la literatura hidrológica extranjera, en especial la europea, es muy valiosa y abundante, en la materia que nos interesaba nos resultó extraordinariamente pobre. En una larga y paciente búsqueda, no encontramos una sola publicación dedicada en especial a la relación de temblores y fuentes termales. Llegamos a creer que este trabajo no ha sido realizado, sistemáticamente, antes de nosotros.

Como datos complementarios de otros estudios, incidentalmente, encontramos algunas referencias. Por ejemplo, para el gran terremoto

de Lisboa de 1755 se anota influencia en casi todas las aguas termales de Europa. En Luchon y en Bourbon-L'Archambaut se apreció una elevación momentánea de la temperatura. El fenómeno inverso se observó en Bagneres de Bigorre y en Aix-les-Bains. En Toeplitz las aguas dejaron de surgir durante algunos minutos. En Carlsbad, Neris y Fastein y en varias otras termas se presentaron trastornos en la temperatura y en el surgimiento. Efecto semejante se observó en Alemania en el temblor del 6 de marzo de 1872. En Islandia se produjeron 35 vertientes nuevas después del terremoto de 1784.

Gracias a la colaboración del director del Instituto Sismológico de Chile, el ingeniero don Federico Greve, hemos podido agregar algunas referencias extranjeras solicitadas directamente a centros científicos u obtenidas de publicaciones recientes. Por ejemplo del terremoto del 28 de junio de 1948 de Fukui, en Japón, se anota que en los pozos ubicados en las partes bajas de la localidad, el nivel del agua subió inmediatamente después del terremoto y que en otros el agua se enturbió y se mezcló con lodo.

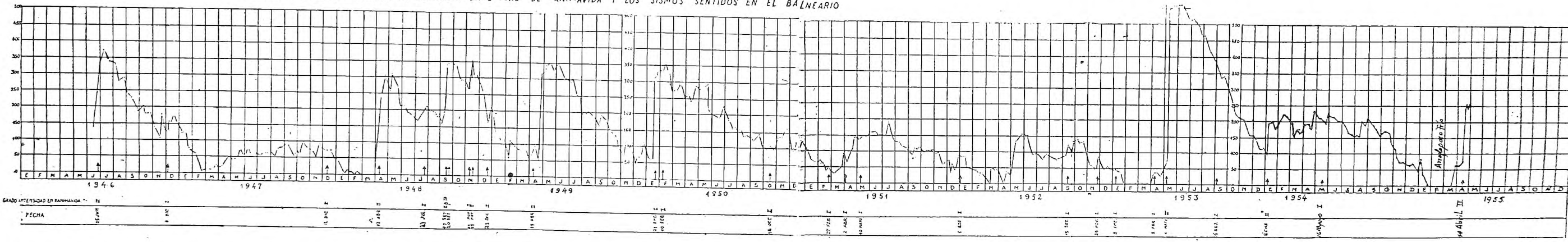
Respondiendo a una consulta, el director del Instituto Sismológico de Caracas, Venezuela, doctor Eduardo Rohl, expresó que en Venezuela se habían observado variaciones en los caudales de las fuentes por la influencia de sismos.

The U. S. Coast and Geodetic Survey, de Wáshington, informado de nuestras investigaciones, por las que ha demostrado interés, comunicó que de las informaciones descriptivas que poseen han obtenido numerosas referencias sobre fluctuaciones de fuentes profundas. Cita el caso del terremoto del 12 de marzo de 1934, de Kosmo, Utah, que aparece descrito en la serie "United States Earthquakes", lo mismo, un informe de "State Earthquake Investigation Commission" sobre el terremoto de 1906 en California, en donde se describen efectos en termas y fuentes profundas.

En el volumen XXVIII del "Boletín de Investigaciones Sismológicas de la Universidad de Tokio", aparece un artículo sobre variaciones de nivel de pozos corrientes en relación con el terremoto de Imaichi.

En interesantes publicaciones del Dr. Müller, de Alemania, se da

CANTIDAD DE AGUA QUE HA DADO LA VERTIENTE "BANO FRIG" DE PANIMAVIDA Y LOS SISMOS SENTIDOS EN EL BALNEARIO



cuenta de alteraciones observadas en las aguas minerales de Nauheim con ocasión del terremoto lejano de Assam, del día 15 de agosto de 1950, a 7,600 km. de distancia. Igual fenómeno se habría observado con ocasión de los terremotos del 9 al 23 de julio de 1905.

En una comunicación del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas de El Salvador, se da cuenta de la influencia sobre las fuentes, del terremoto de Jucuapa, del 7 de mayo de 1951, las que sufrieron alteraciones en su aspecto y su caudal, agregando que en terremotos anteriores se había observado el mismo fenómeno.

Finalmente, no podemos dejar de hacer referencia a las interesantes investigaciones que realiza el profesor Mügge, del Instituto Geofísico de Frankfurt, que desde 1950 estudia los movimientos de la superficie de los niveles de fuentes termales mediante flotadores capaces de inscribirlos. Ha logrado que estos inscriptores actúen como sismógrafos, inscribiendo, así, por ejemplo, el gran terremoto de la India de agosto de 1950. El profesor Mügge, se interesó vivamente por las investigaciones que realizamos en Panimávida, lo que nos halaga doblemente, por cuanto estudios similares —aunque orientados en otro sentido— fueron ideados por nosotros ya en 1946. Más adelante daremos cuenta de la instalación de un flotador-inscriptor que denominamos crenógrafo.

En resumen, podemos decir que lo que hemos encontrado en la literatura extranjera, coincide, en líneas generales, con lo observado y descrito en la literatura nacional. Influencia, de mayor o menor grado, de los temblores, sobre fuentes termales y aguas profundas, modificando ya su caudal, su temperatura, su aspecto o su composición. Y como en el caso nuestro, no apareciendo referencias a temblores destructivos en las propias termas. Tal vez resalte más este hecho para las termas extranjeras desde el momento en que el período histórico es mucho más largo, milenario, y la literatura extraordinariamente abundante. No puede dejar de llamarnos la atención, por ejemplo, que en la historia de las termas europeas, que data de más de dos mil años y sobre lo que hay mucho escrito, no se mencione un fenómeno sísmico. Si esto no nos autoriza para suponer que no

existieron, por lo menos nos asegura que no tuvieron la intensidad suficiente como para no darles la importancia debida. Creemos, pues, que no ha existido nunca en una terma un fenómeno sísmico con caracteres destructivos, del orden catastrófico. Esto debe tener alguna significación.

IV. INVESTIGACIONES REALIZADAS EN LAS TERMAS DE PANIMAVIDA

a) PLAN DE ESTUDIO

Basados en nuestra observación inicial y en los antecedentes bibliográficos obtenidos, en que aparecía como influencia cierta y tal vez, la más notoria y frecuente, el aumento de caudal de las fuentes, con ocasión o inmediatamente después de producido un movimiento sísmico, nos planteamos la hipótesis —y esta es toda la novedad de nuestro estudio— de si no sería posible que este aumento fuera la consecuencia de una disminución anterior, lo que no había sido descrito nunca, o por lo menos, no teníamos noticia de que hubiera sido intentado antes. Si esto fuera así, y tuviera un carácter general, constituiría un fenómeno producido con anterioridad al desencadenamiento de un movimiento sísmico y como hasta la fecha no se conoce ninguno, ni de orden geológico, ni meteorológico, ni astronómico, ni otro, que anteceda al estallido de un movimiento sísmico, estimamos de interés explorar esta posibilidad, que partía como una hipótesis nuestra.

Relacionando nuestro recuerdo personal y las referencias de origen popular que poseíamos, pudimos establecer un primer antecedente. En Panimávida era notoria una disminución paulatina del caudal de las fuentes hasta el momento en que se producía un movimiento sísmico de importancia, en que bruscamente aumentaba el caudal.

Con este antecedente, iniciamos un primer estudio, de orientación, relacionando los datos que poseíamos de los niveles de un es-

tanque colector de las fuentes de Panimávida, que por razones de orden industrial se llevaban regularmente, con un fenómeno sísmico determinado. Elegimos un período de dos años y tomamos como punto de referencia la fecha del temblor del 17 de enero de 1945.

Nuestra primera sorpresa fué la de constatar que la curva de niveles era notablemente más baja en el año que precedió al temblor que en el siguiente.

Iniciados ya en el estudio nos dirigimos al director del Instituto Sismológico de Chile, don Federico Greve y le planteamos nuestro propósito, solicitándole su cooperación para realizar un estudio sistemático y controlado de los fenómenos observados y poder realizar bajo su dirección, el estudio de los fenómenos sísmicos que se produjeran en la zona de Panimávida.

b) INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN SISMOLÓGICA DE PANIMÁVIDA

Interesado el Instituto Sismológico por la investigación que propiciábamos, acordó crear la Estación Sismológica de Panimávida, dotada de todo el instrumental necesario. Fué así como instaló dos sismógrafos, uno de tipo cónico de 1,500 kg. de masa y otro, tipo Bosch de 100 kg. de masa, orientados, el primero E. W. y el segundo, N. S. A esto se agregó el instrumental complementario indispensable, relojes de control, etc.

Por nuestra parte, ideamos un instrumento, que denominamos "Crenógrafo" destinado a inscribir los niveles de una de las fuentes termales, vecina al "Pozo Frío", en el que se estableció un control semanal de su aforo.

Todo este equipo entró en funciones —y lo ha hecho ininterrumpidamente hasta la fecha— el 3 de mayo de 1946. A cargo de este servicio ha estado el señor Baltasar Cadegán.

La Estación Sismológica de Panimávida tiene la siguiente ubicación geográfica:

Latitud 35° 41' S.

Longitud 71° 24' W.

Altura sobre el nivel del mar: 175 metros

Dirección postal: Termas de Panimávida.

c) OBSERVACIONES REALIZADAS

En el curso de nuestra investigación nos hemos concretado a anotar dos clases de hechos: el aforo, o sea, la cantidad de agua producida en un tiempo determinado. Tantos litros por minuto semanalmente la fuente el Pozo Frío y los sismos sentidos por el hombre en la localidad o registrados por los sismógrafos de la Estación. Conjuntamente con el libro de anotaciones hemos confeccionado un gráfico, que representa en abcisas (medidas horizontales) el tiempo, o sea, las fechas de las observaciones y en ordenadas (medidas en vertical) los aforos de agua medidos en la vertiente. El Instituto Sismológico de Chile ha confeccionado el gráfico oficial, dibujando las curvas correspondientes con la anotación precisa de los temblores sentidos en Panimávida y en sus cercanías (ver gráficos).

Aforos de la fuente el Pozo Frío.—Desde el 6 de junio de 1946 hasta el 26 de abril de 1955, se han efectuado 475 mediciones. El detalle de estas observaciones está consignado en el cuadro N.º 1.

Temblores producidos en la zona de Panimávida.—En el mismo período (6 de junio de 1946 al 26 de abril de 1955) se han producido 62 temblores en la zona de Panimávida. De éstos 33 no fueron sentidos por el hombre; 20 fueron de grado I; 7 de grado II, y 2 de grado III. En este período no se produjeron ni se registraron temblores de grado IV o superior. La extensión del área de los temblores de mayor intensidad varió aproximadamente de 300 km. a 2,000 km. En el período de 10 años de nuestra observación el área influenciada no sobrepasó los paralelos 30 por el norte (provincia de Coquimbo) y 42 por el sur (Chiloé) (ver curvas).

En el cuadro N.º 1 se anotan los datos oficiales proporcionados por el Instituto Sismológico de Chile: fecha, intensidad en Panimá-

vida, ubicación del epicentro e intensidad del sismo y observaciones especiales.

d) INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Analizaremos separadamente los aspectos termal y sismológico, para luego establecer sus relaciones.

1) *Interpretación de los aforos obtenidos en la fuente el Pozo Frío, de Panimávida (ver curva).*—Desde las mediciones de junio y julio de 1946, con cifras que alcanzaron hasta 366 litros por minuto —como puede verse en la curva— se puede apreciar a continuación una marcada tendencia decreciente hasta los primeros días de abril de 1948. La línea de descenso se interrumpe, con dos ligeros sollevamientos, uno en los primeros días de diciembre de 1946 y otro entre septiembre y noviembre de 1947. A fines de marzo de 1948, la curva llega ya casi a nivel 0. En los primeros días de abril, sube bruscamente de 0 litros a 236 litros, y luego a 309 litros.

Desde esta fecha la curva toma nuevamente una orientación descendente hasta mediados de abril de 1949 en que hay un rápido ascenso de 53 a 225 para alcanzar hasta 349 litros por minuto. En este lapso hay dos ascensos importantes en la curva descendente, uno a mediados de septiembre y otro en noviembre de 1948.

Desde el alza de abril de 1949 se aprecia, de nuevo, una tendencia descendente hasta fines de enero de 1950, en que otra vez se eleva, rápidamente, de 60 a 291 litros y luego a 354 litros.

Sigue un largo período de lenta y progresiva tendencia descendente hasta fines de abril de 1953. La curva aparece accidentada, con numerosas variaciones de alzas y bajas; pero el 5 de mayo de 1953 con un aforo de 70 litros por minuto sube el día 6 a 520 litros por minuto.

Desde esa fecha, hasta mediados de abril del presente año (1955), va descendiendo lentamente hasta llegar a cifras de 0 y 75 litros por minuto para subir, bruscamente, el 14 de abril a 233 litros.

En resumen, los aumentos notorios, bruscos e importantes de los aforos de las fuentes, los anotamos en las siguientes fechas:

25 de junio de 1946.
12 de abril de 1948.
17 de septiembre de 1948.
11 de noviembre de 1948.
20 de abril de 1949.
21 de enero de 1950.
6 de mayo de 1953.
14 de abril de 1955.

Pues bien, estas fechas, como veremos a continuación, corresponden exactamente a aquellas en que se produjo un temblor de intensidad superior a grado II en la localidad de Panimávida. Los demás ascensos anotados, corresponden, también, a temblores sentidos en la localidad.

Si esta observación ha significado una comprobación evidente, lo que ya podríamos considerar como una adquisición, para nosotros tiene mayor importancia el descenso progresivo que se aprecia antes de dichos aumentos y que corresponden, como hemos visto, a movimientos sísmicos de importancia sentidos en la localidad, que a su vez lo son, de mayor intensidad, en una zona de varios centenares de kilómetros de extensión.

2) *Aspecto sismológico.*—Los temblores de intensidad superior a grado II, reconocidos oficialmente por el Instituto Sismológico de Chile para la zona de Panimávida en el período comprendido entre el 25 de junio de 1946 y el 26 de abril de 1955, son los siguientes:

25 de junio de 1946. Grado III.
12 de abril de 1948. Grado II.
17 de septiembre de 1948. Grado II a III.
11 de noviembre de 1948. Grado II.
19 de abril de 1949. Grado II.
21 de enero de 1950. Grado II.
5 de mayo de 1953. Grado III.
14 de abril de 1955. Grado II a III.

Como puede verse, las fechas coinciden, exactamente, con las anotadas para los aumentos bruscos y de importancia de las fuentes de Panimávida.

3) *Interpretación de conjunto.*—Para el director del Instituto Sismológico de Chile, don Federico Greve, “la variación del caudal del agua de las vertientes no dependería de la cercanía del epicentro del sismo, sino de la trepidación a la cual están sometidas las capas geológicas de Panimávida. Este hecho lo comprueba el gran aumento que ha experimentado el agua para el terremoto de Angol del 19 de abril de 1949, que fué de gran intensidad y tuvo su epicentro en latitud 38 S., longitud 72. En Panimávida se sintió con intensidad II.

“Es conocido el hecho que un temblor fuerte, lejano —agrega—, descarga la energía acumulada en otras fallas, produciendo sismos pequeños en esa parte. Así tenemos que en la noche que le siguió al terremoto de Ovalle del 6 de abril de 1943, se registraron en Santiago, 50 sismos o réplicas, de los cuales, 35 venían de Ovalle y 15 eran locales. No es raro, entonces, que el temblor lejano descargue la energía acumulada en la falla de Panimávida, por la cual escurre el agua, produciéndose un aumento del caudal”.

“Este hecho demostraría que la disminución de agua se debe al aumento paulatino de la compresión de la falla, con lo cual se reduce el escurrimiento y que vuelve a su normalidad con el temblor.

“Para que se produzca este fenómeno es indispensable que se haya acumulado suficiente energía que se pueda desgatillar, razón por la cual no es necesario que a todo temblor sensible en Panimávida le siga un aumento de caudal de agua de la vertiente. Así, por ejemplo, de dos sismos espaciados de pocos días, sólo el primero produce efecto sobre la vertiente y para el segundo no se ha acumulado la energía suficiente. La otra explicación sería que las capas arenosas por las que pasa el agua termal se colmaran, es decir, se tapan los huecos entre los granos de arena con las sales que traen éstas, hasta que la trepidación producida por un temblor vuelve a separar los granos”. Hasta aquí la opinión de un eminente sismólogo, el ingeniero don Federico Greve.

Indudablemente a nosotros no nos cabe pronunciarnos sobre la interpretación de estos fenómenos. Sólo hemos pretendido señalar hechos y que sean los técnicos quienes se encarguen de su interpretación.

Sólo como un complemento de los estudios realizados y a manera de planteamiento para quienes se interesen por estos estudios, nos permitimos llamar la atención sobre algunos aspectos que estimamos significativos.

Desde luego, creemos fundamental que se determine si el descenso progresivo que hemos constatado en el aforo de las fuentes corresponde a una vuelta a la normalidad de las fuentes o es un proceso que se efectúa con anterioridad a un aumento brusco. Aunque esto parezca un juego de palabras y para la vida de la fuente tenga igual significación, en el estudio de relación con los temblores creemos que no sea lo mismo, pues si siempre antes de un temblor de intensidad existe una disminución del caudal de las fuentes, necesariamente tendríamos que aceptar que existiría cierta interdependencia entre ambos fenómenos y que uno aparecería antes que el otro. Dejamos planteada esta tesis.

Por lo demás, no creemos que puedan desestimarse algunos hechos que hemos anotado en nuestra investigación. Por ejemplo, el que en el período de 10 años de nuestra observación, nunca se produjo un temblor de intensidad, de grado II o superior, con un caudal alto de la fuente. El aforo más alto que se registró fué de 75 litros por minuto cuando estuvo elevado por efecto de temblores y sobrevinieron otros de intensidad, grado II o superior, la fuente aumentó más en caudal en relación con estos nuevos temblores.

Que la observación popular tenía la intuición de la interpretación del fenómeno al advertir la necesidad de un temblor para aumentar el caudal de las fuentes que se hallaba notoriamente disminuído.

Que resulta difícil explicarse que cantidades considerables de agua, seguramente en estado gaseoso, dado su origen profundo, permanezcan estáticas hasta el momento en que un temblor les ensanche

la brecha de salida. No olvidemos que la disminución de unos cuantos litros por minuto en una fuente, que se presenta igualmente en todas las fuentes de la localidad, representa en algunos meses, cientos de millones de litros, capaces, al estado gaseoso, de desarrollar presiones elevadísimas.

Y finalmente, que es significativo el hecho de no haber encontrado descrito ni mencionado que un temblor de gran intensidad, del orden destructivo, catastrófico, se haya producido en una terma. ¿No podría significar esto que la fuente termal fuera una verdadera válvula de escape de la energía determinante del sismo?

Creemos, pues, que el problema está lejos de estar resuelto. Que faltan mayores estudios. Que se multipliquen las investigaciones. Que se aborde su interpretación.

Nuestra intención ha sido contribuir con un aporte modesto y sin pretensiones, al estudio de un fenómeno, que de imprevisible en absoluto, puede llegar a ser conocido, para beneficio de gran parte de la humanidad que sigue sufriendo el terror de ser destruída, sin más aviso, que el estruendo de su propia destrucción.

Santiago, junio de 1955.

CUADRO N.º 1

AFOROS DE LA FUENTE "POZO FRIO" DE PANIMAVIDA

Sismos producidos en la zona de Panimávida

Fecha		Litros p/min.	Intensidad sismo en Panimávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
25	VI	1946	271	PAN III	36-37 IV Distancia a Sta. Lucía 315 Km.
1	VII	"	336		
9	"	"	366		

Fecha		Litros p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
16	VII	1946	351		
23	"	"	337		
30	"	"	333		
6	VIII	"	318		
13	"	"	275		
20	"	"	282		
27	"	"	282		
3	IX	"	246		
17	"	"	232		
24	"	"	209		
29	"	"	—	no sentido	35-36 I
2	X	"	183		
8	"	"	201		
15	"	"	173		
23	"	"	153		
30	"	"	152		
5	XI	"	141		
12	"	"	132		
13	"	"	—	no sentido	35-36 I
19	"	"	116		
21	"	"	169		
26	"	"	130		
3	XII	"	121		
4	"	"	—	PAN I	35-36 III Distancia a Sta. Lucía 315 Km.
5	"	"	157		
6	"	"	164		
10	"	"	156	no sentido	35-36 II
17	"	"	175		
24	"	"	156		
31	"	"	146		
7	I	1947	117		
14	"	"	117		
21	"	"	78		

Fecha		Litros A p/min.	Intensidad sismo en Panimávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
28	I	1947	75		
4	II	"	62		
11	"	"	61		
18	"	"	38		
25	"	"	13		
4	III	"	12		
11	"	"	15		
18	"	"	14		
23	"	"	—	no sentido	35-36 II
25	"	"	35		
1	IV	"	24		
8	"	"	25	no sentido	35-36 I
15	"	"	32		
22	"	"	36		
29	"	"	47		
6	V	"	39		
11	"	"	—	no sentido	35-36 II
13	"	"	41		
20	"	"	67		
27	"	"	56		
3	VI	"	54		
10	"	"	62		
17	"	"	53		
24	"	"	52		
1	VII	"	62		
8	"	"	54		
15	"	"	63		
22	"	"	62		
29	"	"	64		
5	VIII	"	68		
12	"	"	53		
19	"	"	69		
26	"	"	72		
2	IX	"	82	no sentido	35-36 I

Fecha		Litros p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
9	IX	1947	97		
16	"	"	73		
23	"	"	62		
30	"	"	76		
4	X	"	—	no sentido	35-36 II
7	"	"	77		
14	"	"	98		
21	"	"	86		
28	"	"	82		
4	XI	"	76		
11	"	"	62		
18	"	"	100		
25	"	"	70		
2	XII	"	67		
9	"	"	68		
11	"	"	—	PAN I	35-36 I
12	"	"	—	no sentido	
16	"	"	68		
23	"	"	42		
30	"	"	40		
6	I	1948	24		
13	"	"	20		
20	"	"	7		
27	"	"	20		
3	II	"	18		
6	"	"	—	no sentido	
10	"	"	00		
17	"	"	14		
24	"	"	4		
3	III	"	00		
9	"	"	00		
16	"	"	00		
23	"	"	00		
30	"	"	00		

Fecha		Litros p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
6	IV	1948	72		
12	"	"	236	PAN II	35-36 II
13	"	"	240		
17	"	"	—	no sentido	
20	"	"	278		
27	"	"	302		
4	V	"	262		
11	"	"	309		
17	"	"	—	no sentido	35-36 II
25	"	"	269		
1	VI	"	211		
8	"	"	212		
15	"	"	193		
19	"	"	—	PAN I	35-36 I
22	"	"	195		
27	"	"	—	no sentido	35-36 I
6	VII	"	178		
13	"	"	187		
20	"	"	184		
23	"	"	—	PAN II	35-36 III
25	"	"	—	no sentido	
27	"	"	214		
3	VIII	"	187		
10	"	"	198		
17	"	"	193		
24	"	"	170		
31	"	"	175		
7	IX	"	162		
14	"	"	189		
17	"	"	331	PAN II a III	35-36 III
20	"	"	—	PAN I	
21	"	"	337		
28	"	"	349		
5	X	"	339		

Fecha		Litros A p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
12	X	1948	320		
19	"	"	291		
26	"	"	294		
2	XI	"	296		
9	"	"	269		
11	"	"	329	PAN II	36-37 III
12	"	"	317		
13	"	"	—	PAN I	35-36 II
14	"	"	356		
16	"	"	305		
19	"	"	—	PAN I	35-36 I
23	"	"	319		
30	"	"	298		
7	XII	"	292		
14	"	"	271		
21	"	"	175		
23	"	"	—	no sentido	35-36 II
28	"	"	221		
3	I	1949	—	no sentido	35-36 I
4	"	"	205		
11	"	"	140		
18	"	"	131		
23	"	"	—	No sentido	35-36 I
25	"	"	114		
1	II	"	117		
8	"	"	58	no sentido	35-36 I
15	"	"	110		
22	"	"	101		
1	III	"	79		
8	"	"	74		
15	"	"	67		
22	"	"	82		
29	"	"	55		
5	IV	"	62		

Fecha		Litros A p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
12	IV	1949	91		
19	"	"	53	PAN II	37-38 IV
20	"	"	225		
26	"	"	313		
3	V	"	327		
10	"	"	343		
17	"	"	349		
24	"	"	321		
31	"	"	337		
7	VI	"	342		
14	"	"	324		
21	"	"	307		
28	"	"	303		
5	VII	"	292		
7	"	"	—	no sentido	35-36 II
12	"	"	312		
19	"	"	255		
26	"	"	256		
2	VIII	"	208		
9	"	"	201		
16	"	"	212		
24	"	"	204		
30	"	"	200		
7	IX	"	161		
20	"	"	186		
27	"	"	180		
4	X	"	144		
11	"	"	144		
18	"	"	135		
25	"	"	90		
1	XI	"	84		
8	"	"	72		
15	"	"	112		
20	"	"	—	no sentido	35-36 I

Fecha		Litros A p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
20	XI	1949	82	no sentido	35-36 I
22	"	"	83		
29	"	"	82		
6	XII	"	43		
13	"	"	74		
20	"	"	76		
27	"	"	126		
3	I	1950	82		
10	"	"	58		
17	"	"	59		
21	"	"	291	PAN II	35-36 III
21	"	"	302		
24	"	"	304		
31	"	"	325		
7	II	"	324		
10	"	"	354	PAN I	36 II
14	"	"	256		
21	"	"	328		
28	"	"	269		
7	III	"	268		
14	"	"	278		
21	"	"	292		
28	"	"	249		
4	IV	"	262		
11	"	"	253		
18	"	"	238		
25	"	"	281		
30	"	"	—	no sentido	35-36 I
2	V	"	272		
9	"	"	276		
16	"	"	292		
23	"	"	219		
27	"	"	204	PAN I	36-37 II
30	"	"	205		

Fecha		A	Litros p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M					
13	VI	1950	196			
20	"	"	194			
27	"	"	229			
4	VII	"	184			
11	"	"	168			
18	"	"	152			
25	"	"	164			
1	VIII	"	150			
8	"	"	155			
15	"	"	128			
22	"	"	159			
29	"	"	138			
5	IX	"	156			
12	"	"	124			
19	"	"	139			
25	"	"	—	no sentido	33-34	III
26	"	"	125			
3	X	"	103			
10	"	"	100			
16	"	"	113	PAN I	35-36	I
17	"	"	113			
24	"	"	115			
31	"	"	88			
7	XI	"	130			
14	"	"	133			
21	"	"	157			
28	"	"	157			
5	XII	"	99			
12	"	"	111			
19	"	"	93			
26	"	"	132			
2	I	1951	115			
9	"	"	97			
16	"	"	72			

Fecha			Litros p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M	A				
23	I	1951	66			
30	"	"	66			
6	II	"	68			
13	"	"	54			
20	"	"	33			
27	"	"	50	PAN I	35 II	
6	III	"	29			
13	"	"	25			
20	"	"	33			
25	"	"	33			
27	"	"	44			
2	IV	"	—	PAN I	35-36 II	
3	"	"	97			
10	"	"	66			
17	"	"	91			
24	"	"	143			
2	V	"	131			
8	"	"	144			
10	"	"	—	PAN I	35-36 III	
11	"	"	144			
14	"	"	144			
15	"	"	148			
17	"	"	—	no sentido	35-36 II	
22	"	"	147			
29	"	"	149			
8	VI	"	149			
15	"	"	164			
19	"	"	161			
26	"	"	162			
3	VII	"	148			
11	"	"	150			
19	"	"	192			
24	"	"	170			

Fecha		Litros p/min.	Intensidad sismo en Panamá	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
31	VII	1951	129		
7	VIII	"	132		
14	"	"	123		
21	"	"	121		
28	"	"	114		
4	IX	"	104		
11	"	"	117		
19	"	"	104		
26	"	"	112		
2	X	"	115		
9	"	"	98		
16	"	"	104		
23	"	"	103		
30	"	"	101		
6	XI	"	91		
13	"	"	95		
20	"	"	55		
27	"	"	70		
4	XII	"	76		
11	"	"	29		
18	"	"	60		
25	"	"	34		
1	I	1952	—	PAN I	35-36 III
2	"	"	84		
8	"	"	78		
15	"	"	76		
16	"	"	56		
17	"	"	—	no sentido	35 II
29	"	"	49		
5	II	"	41		
12	"	"	28		
19	"	"	28		
26	"	"	15		

Fecha		Litros A p/min.	Intensidad sismo en Panimávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
4	III	1952	0		(se levanta nivel del Pozo Frio)
18	"	"	49		
25	"	"	35		
1	IV	"	36		
8	"	"	18		
15	"	"	0		
22	"	"	36		
29	"	"	31	no sentido	35 III
6	V	"	82		
13	"	"	134		(término temporada)
15	"	"	—	no sentido	35-36 II
20	"	"	40		
24	"	"	—	no sentido	35-36 I
27	"	"	160		
3	VI	"	153		
10	"	"	146	no sentido	33-34 III
17	"	"	108		
24	"	"	91		
1	VII	"	95		
8	"	"	86		
15	"	"	77		
22	"	"	86		
29	"	"	82		
31	"	"	—	no sentido	35-36 I
5	VIII	"	81		
12	"	"	78		
19	"	"	70		
26	"	"	80		
9	IX	"	88		
15	"	"	— PAN I		36-37 III
16	"	"	139		
23	"	"	115		
30	"	"	137		

Fecha		Litros A p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
7	X	1952	146		
14	"	"	126		
21	"	"	128		
28	"	"	102		
5	XI	"	63		
11	"	"	60		
18	"	"	46		
24	"	"	—	PAN I	36-37 II
25	"	"	130		
2	XII	"	68		
9	"	"	55		
12	"	"	—	no sentido	35 II
16	"	"	50		
23	"	"	45		
30	"	"	44		
6	I	1953	32		
8	"	"	—	PAN I	35 II
13	"	"	30		
20	"	"	28		
27	"	"	0		
3	II	"	0	no sentido	35-36 II
10	"	"	0		
17	"	"	0		
24	"	"	0		
3	III	"	0		
10	"	"	0		
17	"	"	0		
24	"	"	0		
31	"	"	0		
9	IV	"	31		
14	"	"	31		
21	"	"	20		
28	"	"	49		
5	V	"	70		

Fecha		Litros A p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
6	V	1953	520 PAN III	36-37	V
7	"	"	546		
9	"	"	546		
12-15	"	"	557 PAN I	36-37	III
19	"	"	557		
29	"	"	560 PAN I	36-37	II
4	VI	"	560		
9	"	"	560		
16	"	"	539		
23	"	"	525		
30	"	"	507		
7	VII	"	525		
14	"	"	507		
21	"	"	494		
28-31	"	"	467 no sentido	34	II
4	VIII	"	467		
18	"	"	420		
1-4	IX	1953	382 no sentido		
7	"	"	356	33	IV
15	"	"	330		
22	"	"	336		
13	X	"	262		
27	"	"	226		
3	XI	"	206		
10	"	"	205		
17	"	"	175		
24	"	"	160		
1	XII	"	158		
8	"	"	148		
15	"	"	122		
22	"	"	117		
29	"	"	122		
5-8	I	1954	96 PAN II	36-37	II
9	"	"	193		

Fecha		Litros p/min.	Intensidad sismo en Panamávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
12	I	1954	196		
19	"	"	200		
26-10	"	"	181 no sentido	35-36 II	
16	II	"	221		
23	"	"	210		
2	III	"	190		
9	"	"	151		
16	"	"	175		
23	"	"	157		
30	"	"	168		
6	IV	"	191		
13	"	"	191		
20	"	"	182		
27	"	"	233		
4	V	"	221		
11-15	"	"	221 PAN I	35-36 II	
16	"	"	200		
18	"	"	191		
25	"	"	224		
1	VI	"	221		
10	"	"	221		
22	"	"	200		
29	"	"	200		
6	VII	"	191		
13	"	"	168		
20	"	"	161		
27	"	"	155		
3	VIII	"	165		
10	"	"	155		
17	"	"	200		
24	"	"	191		
31	"	"	210		
7	IX	"	200		
14	"	"	191		

Fecha		Litros A p/min.	Intensidad sismo en Panimávida	Epicentro e intensidad	Observaciones
D	M				
21	IX	1954	175		
28	"	"	156		
5	X	"	161		
12	"	"	168		
19	"	"	168		
26	"	"	136		
2	XI	"	117		
9	"	"	88		
16	"	"	70		
23	"	"	72		
30	"	"	65		
7	XII	"	69		
14	"	"	72		
28	"	"	49		
4	I	1955	81		
11	"	"	32		
18	"	"	0		
25-11	I-II	"	— PAN I	35-36	II (Arreglos en Pozo Frío)
28	III	"	0		
29	"	"	60		
5	IV	"	63		
12	"	"	75		
14	"	"	233 PAN II	36-37	III
15	"	"	251		
19	"	"	246		
26	"	"	254		