

ESTUDIO

SOBRE LOS

Fenómenos Sísmicos



Ocurridos en los departamentos de Albardón, Angaco Sud y Angaco Norte (Provincia de San Juan) el 27 de Octubre de 1894.

Tall. Gráf. "El Porvenir"

Dos Palabras:

El terremoto del día 27 de Octubre del año 1894, de consecuencias desastrosas para las ciudades de San Juan y la Rioja, también para algunos de sus departamentos, fué considerado como el fenómeno sísmico de mayor intensidad ocurrido en la Región Andina desde los sacudimientos terrestres simultáneos dirección O. á E. y N. á S. que á horas 8 p. m. del día 20 de Marzo del año 1861, derrumbó á la ciudad de Mendoza, sepultando á más de 12.000 de sus habitantes.

Producido el terremoto del 94, el gobierno provincial solicitó de la Escuela de Minas, hiciese reconocer el suelo de los Departamentos del Albardón y de ambos Angacos, *sud y norte*, la comarca mas castigada y en donde se conservaban mayores trazas materiales evidentes de la región sacudida en que se podrian hacer estudios directos.

Cumpliendo lo pedido, el Director, entonces, Don Leopoldo Gómez de Terrán, nombró una comisión formada por personas de elevada competencia, el ingeniero de minas, geólogo y químico Don Angel Cantoni y el ingeniero doctor en ciencias exactas Don Leopoldo

Caputo, dándoles como ayudantes á tres alumnos de la escuela.

El informe que se produjo fué presentado por los señores comisionados, el 13 de Noviembre del mismo año:—*Es un documento que debemos considerar de mucha importancia, tanto por los datos científicos que contiene, cuanto por las conclusiones prácticas formuladas en el mismo, y sobre las cuales me permito llamar la atención del gobierno.* Así se expresaba el señor Gómez de Terán, en su nota elevando el informe acompañado de un plano.

Pero lo actuado no se publicó oficialmente, apareciendo sin el croquis gráfico ilustrativo, en la VI entrega de los Anales de la Sociedad Científica Argentina, correspondiente al mes de Diciembre del año 1894, páginas 223 á 230 tomo XXXVIII, por lo que infiero que solo fué leído por un número reducido de personas.

Con respecto á la importancia técnica del trabajo que motiva estas líneas estoy de perfecto acuerdo con lo dicho entonces por mi malogrado amigo señor Terán, y si algunas deficiencias pudieran observarse debemos achacarlas á falta de tiempo y de elementos de que carecieron sus autores, que se vé, se cuidaron ante todo, de colocar las cosas en su lugar, sin duda para no dar margen á críticas injustas.

De todos modos el trabajo tiene mérito de prioridad, pues hasta ese año, nadie que yo sepa, se había ocupado de estudiar terremotos en la provincia de San Juan, y muy pocas personas en la República Argentina, y en otras partes del continente.

Hoy, en tiempos de grandes iniciativas, también la sismología, rama moderna que complementa á la astronomía geología y á la meteorología, empieza á despertar atención preferente de parte de los gobernantes de los diversos Estados sud-americanos.

El gobierno argentino reclamó el concurso de un sábio mundial que hoy fija rumbos científicos á la intelectualidad argentina, me refiero al doctor Don Francisco Porro de Somenzi, al mismo tiempo que los poderes públicos de la vecina República de Chile, colocaba su servicio sismológico en manos de un notable especialista francés, coronel Conde de Montessus de Ballore.

Estas dos entidades, con actividad recomendable, echan los fundamentos de una vasta red sismográfica, respectivamente, en las dos laderas de los Andes Meridionales, quizá, bajo la base de una asociación internacional regida por un mismo método, convención probable si se llegase á la conclusión de que los terremotos que se producen en ambos lados de la cordillera, próximamente

desde el 15° de latitud al sud, se relacionan como procedentes de idénticas causas.

Bajo estas consideraciones, deseando que tanta grandeza, sea pronto una hermosa realidad, arrimó un granito de arena, reproduciendo el informe Canto-Caputo, para que sea conocido y utilizado por los príncipes de la ciencia, que generosamente derraman sus luces sobre este pedazo proviligiado de nuestro mundo.

Luis Jorge Fontana

San Juan, Enero 1° de 1909



San Juan, Noviembre 19 de 1894

Señor D. Leopoldo Gomez de Terán, Director de la Escuela Nacional de Minas.

Presente.

Encargados por Vd. de explorar los departamentos de Albardón, y ambos Angacos, que han sido el teatro principal del siniestro del 27 de Octubre y de estudiar la relación entre los datos sísmicos y la constitución geológica del país, empezamos nuestra excursión el 30 de Octubre, acompañados por los alumnos Eleodoro Zapata, Juan M. Siri y Pedro Lépiney, que debían servirnos de ayudantes y secretarios.

Esta parte de la Provincia, que ha sido una de las más maltratadas por el terremoto ocurrido, está limitada: al Oeste por el cerro de Villicum, constituido en esta parte exclusivamente de calcáreos, que por su aspecto y relación

que tiene con los del valle de Zonda, se pueden clasificar, con el profesor Stelzner, como calcáreo siluriano; y al Este por el cerro de Pié de Palo, formados por calcáreos y esquistos, que también, según el citado profesor Stelzner, se pueden considerar como pertenecientes al periodo cambriano. Estos últimos calcáreos, que ocupan casi exclusivamente el lado naciente del cerro, están en contacto al poniente con los esquistos cristalizados, presentando en la zona de contacto una gran riqueza en granates y otros silicatos calcáreos, lo que prueba la prioridad de los calcáreos sobre los esquistos, prioridad que por otra parte lo demuestra también la dirección ó inclinación de la estratificación. Los esquistos, por lo contrario, ocupan casi exclusivamente el lado poniente del cerro y parece que su desarrollo ha sido mayor con relación al de los calcáreos. En la línea de contacto se hallan varios manantiales de agua, poco abundantes, conocidos aquí bajo los nombres de Agua del Conejo, Baño del Gato, Baño de la Piedra Pintada y Baño del Chorro. Todas estas aguas son, por lo general, algo saladas y amargas, por las sales de sodio y magnesio que tienen en disolución.

Por el Norte y por el Sur dicha zona se halla completamente abierta, y su suelo está compuesto de terreno cultiva-

ble, silíceo-gredoso, de época reciente, el cual está completamente impregnado de agua, como lo demuestran las lagunas y bañados existentes, así como el agua que se encuentra á poca profundidad.

Parece que una capa de arcilla muy compacta debe formar el subsuelo de toda esta región, porqué, bien que el cauce del río que corre por ella es bastante hondo, las aguas no muestran infiltrarse en él, manteniéndose constantemente á un nivel superior á dicho cauce.

Nuestro examen empezó en el departamento de Albardón, cruzando la villa y llegando al molino de D. Juan Videla, en donde principió á mostrarse una grieta, ancha de veinte centímetros, inclinada $88^{\circ}54$ y con dirección N. 10° E.

Siguiendo la grieta, notamos que frente á la propiedad de D. Manuel Velazquez se ensancha y se divide en dos, y un poco más lejos las dos ramas continúan paralelas entre si.

Estas grietas produjeron en las propiedades de D. Lisandro Oro y Tristán López reventones de agua con arenisca rojiza, que se depositó formando pequeños conos, semejantes á cráteres.

Los mismos reventones de agua se encuentran también en la dirección N. E., en las propiedades de D. Antonio Carrizo y doña Juana de López; y so-

bre una longitud de diez metros hay un hundimiento de veinte y cinco centímetros. En la casa de D. Félix Sánchez la grieta es ancha de cuarenta centímetros y el terreno presenta un hundimiento de treinta y dos centímetros.

Como á 150 metros de este punto las grietas están cortadas perpendicularmente por otra muy grande con dirección al Este.

Seguimos este rumbo y llegamos al molino del Carrizal, completamente destruido por el temblor; allí la grieta tiene un ancho de 50 centímetros. A 300 metros al Este del molino, esta grieta es cortada por otra que tiene la dirección N. 10° E. La seguimos para reconocerla en su longitud, y también porque nos llevaba á los baños termales de «La Laja», los cuales debían llamar nuestra particular atención, por los datos comparativos que debían suministrarlos, teniendo en este punto ya hecho un estudio el año pasado, también por encargo de Vd.

La grieta sigue su curso en la dirección indicada, habiendo producido el hundimiento de varias casas, como ser la de un señor Chirino, en la cual las paredes se hundieron de 60 centímetros y los pisos de las piezas se levantaron de otro tanto, formando bóvedas grietadas en todas direcciones. Cerca de las «Lomitas» parece que la grieta cesa,

pero un atento examen nos la hizo encontrar de nuevo al pie de las mismas.

Este fenómeno es de mucha importancia por los resultados prácticos á que puede conducir. Las «Lomitas», geológicamente hablando, son constituidas de *detritus* del cerro Villicum, acarreados por las aguas. Es una especie de ripio grueso, calcáreo, con poca tierra, que forma una serie de lomas, las cuales estan en contrafuerte al cerro de Villicum y se apoya sobre la arena rojiza del terreno terciario que forma la base de toda esa región, como queda dicho en el informe del baño de «La Laja».

Este ripio, apoyado sobre arenas, parece que constituye un piso refractario á las ondulaciones sísmicas, como lo prueba el hecho de no haberse encontrado grietas y de no haber sufrido desperfectos los edificios construidos sobre él. De esto volveremos á hablar al final de este informe, al reasumir las conclusiones prácticas del presente estudio.

La grieta continúa su rumbo, pero la dejamos donde el camino da vuelta para salir á los baños de «La Laja», no creyendo oportuno estudiarla más lejos.

En estos baños termales, examinamos los caracteres físicos y químicos de las aguas, midiendo también el caudal que brotaba de los manantiales, y á continuación consignamos los resultados obte-

nidos en comparación con los del año pasado

	Año 1893	Año 1894
Temperatura.....	28° C.	28° C.
Gases libres.....	Ac. sulfhídrico (SH ²)	Ac. sulfhídrico (SH ²)
Sabor del agua.....	Desabrida	Desabrida
Reacción.....	Alcalina	Alcalina
Cantidad de agua por segundo	Litros 3.114	Litros 32.435
Grado de nitidez.....	Clara	Turbia (levemente)

A juzgar por los depósitos que hemos

recogido, las aguas en el momento de la conmoción debieron salir muy turbias y densas, arrastrando en suspensión una materia terrosa, en polvo impalpable, insoluble, y que ha resultado, al análisis químico, compuesta por una pequeña parte de carbonato de calcio, magnesio y bario, con trazas de hierro y el resto de silicatos.

El manantial del Naciente se ha dividido en tres: el antiguo que queda en medio y otros dos que distan entre sí cerca de diez metros.

Como se desprende de los datos consignados mas arriba, la cantidad de agua que brota actualmente de los manantiales es casi *diez* veces mayor que la que brotaba el año pasado.

Durante nuestra permanencia en «La Laja», se sintió el 31 de Octubre. á las 5 h. 30 m. p. m., un remezón, y otro más fuerte ondulatorio el 1° de Noviembre, á la 1 h. 30 m. a. m.; este último tenía una dirección de N. E. á S. O.

Concluido nuestro examen en «La Laja», volvimos á las «Lomitas» del Albardón, dirigiéndonos por la calle del Desempeño, en dirección á Angaco Norte. En esta calle se observan grietas de E. á O. con inclinación de $88^{\circ}54$, y como á 300 metros al Este, detras de dos pequeñas lomitas, hay una serie de grietas, una de las cuales tiene un metro de ancho. De estas grietas tomamos una

vista fotográfica que sentimos no poder acompañar, por haberse roto en el viaje el negativo.

Entrando en Angaco Norte observamos que las grietas tienen toda la dirección E. á O. con la misma inclinación, y una anchura variable que alcanza hasta dos metros.

En Angaco Sud visitamos la finca del señor Pastore, que presenta dos grietas, la más importantes de las cuales corre de N. 10° E. á S. O., y con varios reventones de agua, de la misma forma que los anteriores, pero mucho más pronunciados. En esta finca el terreno en parte se ha bajado sobre una superficie bastante extensa, y juzgando por los destrozos habidos, se puede asegurar que en este punto el fenómeno sísmico tuvo un gran paroxismo.

Informado por el vecindario que el departamento de Angaco Sud no ofrecía otras grietas de importancia, volvimos á Angaco Norte, para ver si había grietas en dirección N. 10° E. y efectivamente encontramos varias que concluyen como todas las otras grietas, á unos 300 metros antes de llegar á la finca de Rosenthal hermanos.

Pasamos también á inspeccionar el cerro del Pie de Palo, visitando la quebrada del Gato; y faldeando la quebrada de la «Piedra Pintada» hasta la finca del Chimborazo; pero contrariamente á

cuanto se nos habia asegurado, no encontramos grieta alguna, y solo tomamos el desprendimiento de algunos pequeños trozos de piedra, ocurrido sin duda en el momento de la conmoción.

En el estado de desagregación en que se encuentra el calcáreo que forma esta parte del cerro, sorprende que no haya habido mayores derrumbes, y es de suponer que en este punto la conmoción no debe haber sido muy fuerte.

De la finca del Chimborazo volvimos á la ciudad, siguiendo el camino nacional, que esta grietado en toda su longitud hasta el rio, en donde la grieta sigue el cauce del mismo hasta llegar á las Chimbas, entre el paso de Camargo y el de Marcó.

En nuestra excursión no hemos dejado de interrogar á las personas más caracterizadas de los distritos recorridos para recoger datos, especialmente sobre aquellos fenómenos que no habian dejado traza, y los informes obtenidos pueden resumirse del modo siguiente:

En el Albardón el terremoto se manifestó con un ruido sordo y con ondulaciones de N.E. á S.O., las cuales duraron como 30^s y fueron seguidas de otras de O. á E., que duraron 6^s, experimentando las personas una sensación como si se hundiera el suelo y después se levantara. Las aguas brotaron con fuerza en el segundo movimiento, alcanzando has-

ta 2 metros de altura, pero disminuyendo en seguida, y en una pequeña muestra que de tales aguas nos entregaron constatamos la presencia de sulfuros alcalinos.

En Angaco Norte el terremoto se manifestó con el mismo ruido y las mismas ondulaciones. Las aguas de los canales desaparecieron por completo, como si la tierra se las hubiera tragado y no aparecieron sino en la segunda ondulación, brotando entonces con fuerza de todas las partes grietadas, hasta una altura de más de dos metros, fenómeno que siguió manifestándose por algún tiempo después de concluido el temblor.

Un hecho que comprueba las dos direcciones del movimiento habidas son los desperfectos que hemos observado en el puente construido sobre el río.

El plano de las grietas que acompaña este informe contribuirá á dar una idea más exacta de cuanto acabamos de exponer.

Nuestras observaciones y los datos de los diarios sobre el fenómeno sísmico ocurrido en otros puntos nos conducen á varias conclusiones.

En primer lugar, nos han permitido constatar las dimensiones y la posición del *epicentro*, que es una elipse cuyos ejes tienen respectivamente por longitud 727 kilómetros, y 337 kilómetros. El centro de este elipse está situado á 25

kilómetros al N. E. de Catuna (Santa Rita) en la Rioja, y sus focos quedan uno cerca de Pitambala (provincia de Santiago del Estero) y el otro cerca de Santa Rosa (provincia de Mendoza) distantes entre sí 647 kilómetros.

La superficie de esta elipse es de 771.271 kilómetros cuadrados.

Los movimientos ondulatorios se han presentado en todas direcciones, pero con distinta intensidad, debiendo Mendoza, San Luis, Córdoba y Catamarca su salvación á los cerros y cerrillos que les hacen de parapeto y que por su constitución, diferente de la del suelo de la llanura, han amortiguado la fuerza de la ondulación.

El epicentro lo hemos calculado por el sistema fundado sobre la observación de la hora en diferentes puntos.

No desconocemos que este método, exacto en teoría, es algo defectuoso en la práctica, por los errores que pueden haber, tanto en los relojes de los diferentes puntos, como en las observaciones mismas; pero en nuestro caso, y á falta de datos más precisos, creemos que sea el único aplicable.

La velocidad de la propagación de la onda es también un dato muy importante y la hemos determinado teniendo en cuenta la hora á la cual llegaron á la Capital los primeros movimientos, hora que fué la de las 5 h. 3 m. de

Buenos Aires, ó 4 h. 39 m. 41 s. de Córdoba.

De los cálculos establecidos resulta que la velocidad de la onda sísmica es de 1394 metros por segundo, velocidad verdaderamente enorme, pero que no debe extrañarnos, dada la constitución del suelo que separa la Capital del centro de la conmoción.

Otra cuestión importante es la determinación de la profundidad del centro de la conmoción. Para resolverla hemos seguido el sistema de Mallet, fundado sobre la observación de la dirección é inclinación de las grietas producidas por el temblor.

Este método, que exige una homogeneidad en el suelo grietado, encuentra en nuestro caso el suelo más apropiado. Aplicando dicho método hemos encontrado una profundidad de cerca de 2345 metros.

Las observaciones de los defectos producidos por el temblor conducen á resultados prácticos de mucha utilidad, relativamente á las condiciones que deben tener las construcciones para asegurarlas, por cuanto sea posible, contra los daños del cataclismo.

Así, se ha reconocido que todas las partes de un edificio deben estar íntimamente ligadas unas con otras, que las calles deben ser anchas y que todas las construcciones deben ser edificadas,

por cuanto sea posible, lejos del contacto de dos capas de desigual composición, y sobre todo que es preciso evitar de construir sobre un terreno móvil que descansa á poca profundidad sobre capas de rocas sólidas.

No insistiremos más sobre estos datos eminentemente prácticos y concluiremos formulando un voto que, en el interés de la ciencia y de la vida de los que habitan estas regiones, quisiéramos ver atendido por el gobierno nacional.

El *desiderata* de la ciencia es de poder anunciar, aunque no sea sino con algunos minutos de anticipación, el momento preciso en que llega una onda de conmoción. Se tiene un indicio en el terror manifestado por los animales, á veces, hasta un cuarto de hora antes del movimiento; pero los datos fundados sobre la sensibilidad de los animales son dudosos y deben buscarse manifestaciones más seguras. Estas las tenemos en los sismógrafos, que hoy día han alcanzado un gran perfeccionamiento, y sería de la mayor utilidad que se estableciese en los puntos principales sobre la línea del epicentro que hemos calculado, observatorios especiales, dotados de instrumentos sísmicos muy completos, como los que poseen los establecimientos creados en Italia, Suiza y Japón.

Tal es el voto que tenemos que dirigir á Vd. porque es la consecuencia ló-

gica que resulta del examen de las particularidades del terremoto del 27 de Octubre.

Angel Cantoni—Leopoldo Caputo



