

SOBRE CARGAS SÍSMICAS Y SOBRE ALGUNOS TEMAS DE SISMOLOGÍA

Ing. Simón Gershanik

Señor Presidente de la Academia Nacional de Ingeniería y Señores Académicos,
Señor Vicedecano y Señores Profesores de la Facultad de Astronomía y Geofísica de la Universidad Nacional de La Plata,
Señor Vicepresidente de la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires y Señores Miembros de la Academia,
Señor Ingeniero Carlos Rocca, Fundador de la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires,
Señor Vicepresidente y Señores Miembros del Instituto de Intercambio Cultural Argentino Israelí,
Señor Representante de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas,
Señoras y Señores,

Agradezco cordialmente a la honorable Academia el Premio tan importante que ha decidido otorgarme. Es este un valioso galardón cuya posesión jamás entró en mis ambiciones. Las mías fueron más modestas; estaban empeñadas en el logro de soluciones a diversos problemas científicos o técnicos con que me vi confrontado. Conseguirlas fue mi retribución sobradamente suficiente. El galardón con que me benefician, corona esa retribución, me honra y me brinda un placer inefable.

Agradezco también cordialmente al Ing. Juan S. Carmona sus palabras a mi respecto. Con él trabé amistad unos cincuenta años atrás y me es muy grato cultivarla.

Empecé mis actividades ingenieriles setenta y tres años atrás. Poseía entonces sólo el título de Agrimensor y me fue encomendada la tarea de dirigir el tendido de los rieles de un ramal del ferrocarril General Belgrano en Santiago del Estero desde la estación Los Juríes hasta Añatuya. Luego terminé mis estudios y me gradué en el año 1933. A poco de ello, fui incorporado a la cátedra de Estática Gráfica de la Facultad de Ingeniería de La Plata y desempeñé ese cargo un año y medio con éxito y mucho agrado. En el año 1934, se me presentó la oportunidad de ser incorporado al personal científico del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de La Plata. Allí el Director me encomendó la jefatura del Departamento de Geofísica y la enseñanza de la materia de igual nombre en la Escuela Superior de Astronomía y Ciencias Conexas.

Enseñé por lo tanto, en forma alternada Geomagnetismo, Gravimetría, Meteorología y Sismología. Andando el tiempo, se decidió crear el Doctorado en Geofísica; tuve entonces el honor de estructurar el plan de estudios de esa carrera y de que me fuera confiada la Cátedra de Sismología con dedicación exclusiva. Ese plan continúa aún en vigencia y ya lleva medio siglo en ello.

Al abrigo de mi cargo en el Observatorio pude formar la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, el Comité Nacional para la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), integrar la Comisión creadora de la Asociación Internacional de Ingeniería Antisísmica y en varios períodos el Consejo Directivo de la Asociación Internacional de Sismología, integrar la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires, crear el Instituto Cultural

Argentino Israelí de Intercambio y ahora ser beneficiado por el Premio que Ustedes me han otorgado.

Al abrigo del citado cargo produje muchos trabajos teóricos sobre temas de Sismología y varios sobre temas de Ingeniería Antisísmica que publiqué en revistas nacionales e internacionales.

En 1980 pasé a la situación de retiro. Me dediqué entonces, a reunir los conocimientos de la Sismología en un Tratado. Ello me llevó unos quince años y la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata me hizo el honor de editarlo con ayuda del CONICET. El mismo se extiende en ochocientas páginas y es el único existente en castellano que abarca todos los temas de la materia.

Para responder a las normas de la Academia acudiré al contenido de uno de mis trabajos sobre Ingeniería Antisísmica y a tres sobre temas de Sismología.

Cuando a mediados de enero de 1944 un tremendo terremoto de intensidad 9 de la escala de Mercalli-Sieberg se ensañó con la floreciente ciudad de San Juan y dejó el doloroso saldo de cinco mil muertos, pensé que además de llorar por el trágico acontecimiento había que encontrar cómo construir edificios capaces de soportar ese terrible azote. Busqué por lo tanto literatura al respecto y en ella encontré que ingenieros americanos, conspicuos en la especialidad, habían declarado que algunos de los períodos propios del edificio entrarían en resonancia con algunas de las oscilaciones integrantes del movimiento sísmico, por lo que necesariamente el edificio colapsaría. En el dantesco escenario que armó el terremoto sanjuanino, yo había visto varios edificios que resultaron indemnes, lo que claramente contradecía la fatalidad enunciada.

Investigué entonces cómo era la expresión matemática correcta del comportamiento de los edificios, representándolos con barras verticales empotradas en el suelo y descubrí que a eso se llega si no se considera su movimiento libre y el amortiguamiento de éste, además del movimiento forzado, y que uno y otro partían del reposo. Haciéndolo pude probar que el colapso sobrevendría sólo si la acción forzada durara mucho; lo que afortunadamente no sucede.

A lo largo de los desarrollos se tropieza con expresiones indeterminadas, pero las mismas se pueden remover con el conocido procedimiento de L'Hospital.

En la Sismología puede conocerse entre otros, dos objetivos sobresalientes: 1) saber cómo son los terremotos, por qué y dónde se produce y 2) saber cómo sacar partido del movimiento para conseguir información sobre el medio en el que se propaga.

Uno de los trabajos pertenece al primero de esos objetivos y el otro al segundo.

La ubicación correcta del foco se logra mediante datos de muchas estaciones. Para ello, conviene contar como dato inicial de cálculo con una información precoz al respecto, que se puede obtener de datos de una sola estación.

Conocido era desde mucho atrás cómo lograr la ubicación geográfica con los datos de una sola estación, pero no cómo lograr también la profundidad del foco. La misma varía desde unos pocos hasta setecientos kilómetros. Los terremotos de foco

profundo ocurren en el cinturón circunpacífico, en las Islas Tonga, Marianas, Java y Borneo, en el sur de Europa y aún en nuestro país en Santiago del Estero.

Los terremotos de poca profundidad se sienten en la superficie y algunos son destructores, no así los otros aún cuando son tan fuertes que pueden descomponer los aparatos que los registran a grandes distancias epicentrales. Eso ocurrió una vez en el Observatorio de La Plata con un terremoto cuyo foco estaba en Santiago del Estero. Cuando de ello se enteró una revista humorística, publicó un aviso diciendo: "Al Observatorio de La Plata se le perdió un terremoto; se solicita al que lo encuentre que se lo devuelva", (aún no lo ha hecho).

En los sismogramas, los terremotos de foco poco profundo, las ondas superficiales que producen, se presentan con grandes amplitudes, no así los de gran profundidad. Con esas características se puede hacer conjeturas acerca de la profundidad, pero mejor es contar con un recurso cuantitativo al respecto. Se me ocurrió para ello acudir a las ondas que partiendo del foco sísmico se dirigen al interior del globo, se reflejan en su núcleo y desde allí se vuelven hacia la superficie. Su tardanza en llegar a esta última y por ende respecto de la llegada de las primeras ondas internas directas, decrece con la profundidad. Es, como éstas, función también de la distancia epicentral. Valiéndome de sus domocronas y de las domocronas de las ondas directas preparé tablas de los valores de esas tardanzas y con ello dispuse de un instrumento para conseguir como deseaba desde una sola estación, no sólo la ubicación geográfica del epicentro sino también la profundidad del foco.

Contando con el recurso lo hemos usado con mucho éxito en el Observatorio de La Plata.

Otro trabajo se refiere al mecanismo de los terremotos. A mediados del siglo pasado se llegó a descubrir que la corteza terrestre estaba integrada por placas y que éstas se movían impulsadas por corrientes convectivas, lentas pero persistentes. Algunas convergen engendrando plegamientos y otras subducentes producen fallas y terremotos. Eso se evidencia entre otros lugares en la Cordillera de los Andes, en la costa occidental de nuestro continente. Poco después de ese hallazgo se encontró que el mecanismo de los terremotos podía representarse por un par de cuplas antagónicas, aplicadas y una de ellas tangencialmente y la otra perpendicularmente a la falla. Utilizando ese recurso se puede explicar porqué las primeras ondas sísmicas se presentan con un movimiento de comprensión en algunas estaciones registradoras y con uno de dilatación en otras. Reuniendo sus registros y observando cómo están distribuidas en torno de su epicentro, se puede establecer cómo están dispuestas las cuplas y con ello las fallas generadoras del sismo. En ello puede ayudar mucho la forma en que están distribuidos los registros de las ondas de variación de forma que además de las de comprensión y dilatación son generadas por el terremoto. Investigué el hecho y para interpretar su distribución pude estructurar un método que resulta de gran ayuda.

El tercer trabajo que me permito traer a colación se refiere a la posibilidad de existencia de Ondas Rayleigh en medios anisótropos. La posibilidad de su existencia en medios isótropos fue destacada por Lord Rayleigh en el año 1885. Esas ondas resultan de la superposición de movimientos longitudinales y transversales que se propagan en planos verticales, amortiguándose con la profundidad.

Rudzky en Polonia en 1912 y Stoneley en Inglaterra, cincuenta años después, trataron de averiguar su posibilidad en medios anisótropos y para ello se valieron de recursos que en el caso de medios isótropos son eficientes, pero no en el de los anisótropos. Debido a las dificultades que encontraron, las supusieron posibles en sólo una dirección de propagación, y además no eran propiamente ondas Rayleigh sino parecidas.

Al conocer esos trabajos, revisé el problema partiendo de premisas de la teoría de la elasticidad, y encontré que el mismo en definitiva, consistía en hallar cinco incógnitas que deben satisfacer simultáneamente a doce ecuaciones. El problema era entonces análogo al de la compensación de errores en las observaciones cuando su número es mayor que el de las incógnitas. Como es sabido esa solución se puede conseguir por aproximaciones sucesivas mediante el método de Newton – Raphson o mediante el método del gradiente declinante. En el caso de las ondas Rayleigh en medios anisótropos, ellas son obviamente posibles si la mínima suma de los cuadrados de los errores es nula, no así en caso contrario.

Aplicué ese método dos años atrás, a medios ortorrómbicos, a medios sólo transversalmente isótropos y a medios completamente isótropos y las ondas Rayleigh resultaron posibles como era de esperar en los últimos, no así en los otros.

Publiqué el trabajo en la revista Geoacta de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas que es tan cara a mis sentimientos con lo mucho que esa Asociación satisface las expectativas que tuve a su respecto cuando procedí a crearla medio siglo atrás.

Más temas de Sismología de los que me ocupé, acuden a mi memoria en estos momentos; pero no quiero abusar de la paciencia de Ustedes. Agradezco por la que me han prodigado.

Agradezco una vez más a la Academia Nacional de Ingeniería por el gran honor que me ha conferido y a la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires que me postuló para ello.