

24/08/2020

La ola en el puerto

TXT DONALD MAURICIO BRAN IMG ALINA NAJLIS

¿Puede ocurrir un tsunami en un lago? Mejor dicho... ¿puede ocurrir de nuevo un tsunami en un lago?

Esa noche, Renward Cysat, el secretario de la municipalidad Lucerna (Suiza), no podía dormir. Eran las dos de la mañana de una fresca madrugada de verano y ese manjar que habían traído del nuevo continente lo tenía obsesionado. Aquel año de 1601 entraba en su madurez y no había traído mayores noticias que la de que un inglés que había terminado de escribir una tragedia titulada "Hamlet" que, según decían, pintaba bien. Hasta era buen nombre para ponerle a un chocolate, no podía fallar. En dramaturgos y chocolates pensaba Cysat (o imagino yo que pensaba en eso), cuando toda su casa tembló. **Tembló fuerte.** El bamboleo hizo crujir las paredes, mecer las puertas y postigones, caer cosas de las estanterías. Había

leído alguna vez sobre estos movimientos, que cada tanto sacudían a algún ducado de Italia. Pero en Suiza no eran comunes. Cuando pasó el temblor, todo quedó en calma nuevamente: una calma tensa. Cysat pensó en salir al pueblo, pero la verdad tenía pocas ganas de volver a vestirse. En el 1600 no existía el 'pantalón de pijama que para hacer unas cuadras zafa'. Además, su casa y la de sus vecinos estaban en pie, no debía ser nada.

A la mañana siguiente, cuando aclaró, cabalgó hacia la costa de la ciudad. Al llegar se dio cuenta de que se había confundido un poquito en su diagnóstico de la situación. En el centro de Lucerna había escombros, torres y casas destruidas, barcos varados a más de 4 metros playa arriba, personas levantando peces de la calle. Pero lo llamativo era que no había sido el sacudón lo que había causado aquella postal, sino **el agua del lago que había avanzado sobre la ciudad y devastado gran parte de la costanera**. Luego, la oleada de retorno se había llevado barcos, muelles y hasta varias casas, algunas con gente adentro. Para compensar un poco la vagancia de la noche anterior, Cysat empezó a anotar todo. Y se reivindicó. O al menos eso piensan unos científicos compatriotas suyos 400 años después.



Vista de la Ciudad de Lucerna en los tiempos de Cysat, Martin Martini, 1597 (**Fuente**). El agua alcanzó zonas ubicadas hasta 4 metros por encima del nivel promedio del lago.

3 siglos y medio después...

Otro país, otro lago planchado, otro lugar con suizos y chocolates, otro terremoto y otra enorme ola sin viento: el 22 de mayo de 1960 pintaba un lindo día en Bariloche, en la patagonia argentina, y la gente paseaba por el Centro Cívico, donde había una exhibición gimnástica del ejército. A pocos metros, en el Puerto San Carlos, Julio Frattini les daba un último vistazo a los motores nuevos de 'La Cristina', un barco de pasajeros amarrado en el muelle. Su esposa e hijas lo esperaban en el auto para seguir el paseo del domingo. Les había jurado que tardaba 10 minutos y que después se iban a tomar un chocolate con torta, pero que su jefe le había pedido que mirara los motores.



Muelle y Avenida Costanera de Bariloche en 1953. Fuente: Archivo Visual Patagónico

En motores y chocolates pensaba Julio cuando todo el Centro Cívico tembló, tembló fuerte. Los gimnastas perdían el equilibrio, la gente caminaba zigzagueante, como si estuviera borracha, el muelle del puerto se zarandeaba con fragilidad. **Con un epicentro ubicado apenas a 450km de la ciudad, tenía lugar el terremoto más potente jamás registrado por un instrumento en la historia de la humanidad** (llegó a 9,5 en la escala utilizada para medir sismos), **y Bariloche lo sintió fuerte.**

Cuando terminó el sacudón vino, de nuevo, la calma. Una tensa calma. No iba a durar demasiado. De pronto, los barilochenses vieron cómo el lago Nahuel Huapi se retorcía, se retiraba y luego volvía con una ola que se abalanzaba sobre el puerto y la calle costanera de la ciudad. El paisaje le habría resultado familiar a Cysat:

escombros, maderas flotando, embarcaciones a la deriva. La oleada duró un instante, suficiente para englutirse parte del muelle y varias embarcaciones. La Cristina se había salvado y flotaba. Nerviosa y sin rumbo, pero flotaba. Unos minutos antes, Julio le había pedido a Andrés Kempel (quien también estaba trabajando en el lago) que lo llevara al muelle con su chinchorro (una embarcación muy chiquita). El chinchorro no se salvó. El cuerpo de Andrés fue encontrado a los dos días. El de Julio, un mes después.



Costa del lago Nahuel Huapi, 22 de mayo de 1960, momento posterior al tsunami. El muelle ha sido destruido casi en su totalidad. Embarcaciones y restos del muelle flotando a la deriva. Puede observarse el alcance de la ola como la parte mojada (oscura) de la playa. Fuente: Archivo Visual Patagónico.

¿Tsunamis en lagos? ¿Tienes idea de lo loco que se oye eso?

La palabra *tsunami* viene de Japón y quiere decir algo así como "ola en el puerto". Sí, no se la jugaron demasiado. Los japoneses usaban esta palabra para describir las importantes oleadas marinas que avanzaban en la costa de la nación insular con posterioridad a un terremoto. A pesar de tener un nombre japonés, son fenómenos conocidos desde hace mucho tiempo en otras partes del mundo. De hecho, **las primeras descripciones de tsunamis se encontraron en China y en Siria y tienen más de 4000 años**. Incluso el mismísimo Diluvio Universal de la Biblia podría haber sido, en realidad, un tsunami.



El Diluvio Universal, Miguel Ángel, 1509. Las primeras menciones escritas sobre las que probablemente se basa el Diluvio Universal de la Biblia provienen de la Epopeya de Gilgamesh, un poema épico de la antigua mesopotamia. El diluvio al que hace referencia esta epopeya ha sido asociado a un tsunami, producto del impacto de un meteorito en el Océano Índico, aproximadamente 2800 años antes de Cristo. Fuente.

Si nos ponemos más técnicos: un tsunami es una ola (o tren de olas) originada por un repentino desplazamiento vertical en la columna de agua. Varios fenómenos pueden producir este brusco desplazamiento de agua: 1) un terremoto, 2) un deslizamiento (movimiento de una masa de tierra y/o roca pendiente abajo), 3) el impacto de un asteroide o 4) un volcán en erupción. No vale la pena explicar y poner ejemplos de cada caso porque para eso existe el apasionante e impreciso séptimo arte. Youtube, Netflix, Argenteams, ahí vamos.

1) ***The impossible*** (2012). Una familia de estadounidenses, bien blancos y rubios, está vacacionando en Tailandia en un hotel lleno de pares cuando un terremoto genera una ola gigante que mata a –casi– todos. Nobleza obliga: allí no aparece, pero fue un terremoto con epicentro al sur de Indonesia el que produjo el trágico tsunami del 2004 que retrata la peli.

2) ***Bølgen*** (2015). Un geólogo noruego, que pasó toda su carrera monitoreando que las paredes de un fiordo no se derrumben, consigue un trabajo en una petrolera (porque a veces billete mata vocación) y decide irse. Justo cuando se está despidiendo de sus anteriores compañeros, los indicadores se ponen picantes, la pared colapsa, cae dentro del fiordo y genera una ola gigante que mata a –casi– todos.

3) ***Deep Impact*** (1998). Un grupo de estudiantes descubre un cometa que tiene todas las ganas de chocar con la Tierra. Estados Unidos manda una nave para plantarle unas bombas nucleares y destruirlo, pero la explosión no lo destruye y el

cometa se parte en dos. Uno de los fragmentos cae en el océano Atlántico y genera una ola gigante que mata a –casi– todos.

4) Krakatoa, East of Java (1968). Un grupo de estadounidenses va a Indonesia a buscar tesoros hundidos, justo cuando entra en erupción el volcán Krakatoa. Una tremenda y repentina explosión volcánica submarina genera una ola gigante que mata a –casi– todos. Dato de color: la explosión durante la erupción del Krakatoa (1883) fue la más fuerte jamás escuchada por los humanos, la onda generada dio la vuelta al mundo siete veces (5).

Todas estas películas están basadas en hechos que alguna vez pasaron en la historia, al menos geológica. La mejor y más interesante en mi opinión, si se me permite la apreciación, es la noruega, y no porque el héroe de la película sea un geólogo (porque todos sabemos que los geólogos somos los verdaderos héroes en este mundo, ¿no? ¿No?); en Bølgen, la historia transcurre en un pueblito ubicado en la cabecera de un fiordo. Los fiordos, típicos del paisaje noruego, son valles profundos y de paredes empinadas, modelados por la acción erosiva de los glaciares y posteriormente inundados por el mar. **El retiro del hielo no sólo permite que el valle sea inundado, sino que también les quita sostén a las empinadas paredes.** Es así como las laderas de estos valles son generalmente inestables y propensas a producir deslizamientos.

Justamente, el trabajo al que el protagonista renuncia en la película consistía en monitorear la estabilidad de las laderas del fiordo, en particular una importante grieta a unos kilómetros del pueblo. En caso de que colapsara, en el cuartel central de los geólogos existía un botón para dar la alerta y activar una cuenta regresiva. **La cuenta regresiva es de sólo 10 minutos, el tiempo que tarda el tsunami en alcanzar el pueblo. ¿Qué tsunami? El que se genera cuando parte de la montaña se derrumba y cae dentro del fiordo, impactando con la superficie del mar.**

De esta película, entonces, se aprende que los colapsos de laderas de montaña pueden generar tsunamis devastadores, tanto como aquellos disparados por terremotos. Pero también se aprende que **la ola rebota en las paredes del fiordo y eso hace que aumente su altura, ya que los empinados laterales amplifican**

la onda. Es así como el tsunami de mayor altura jamás registrado por la humanidad sucedió en la bahía de Lituya, un fiordo de Alaska. Allí, el derrumbe de parte de una ladera produjo un tsunami con una altura de ola de 50 metros que arrasó el área costera y trepó montaña arriba hasta una altura de 524 metros sobre el nivel del mar.

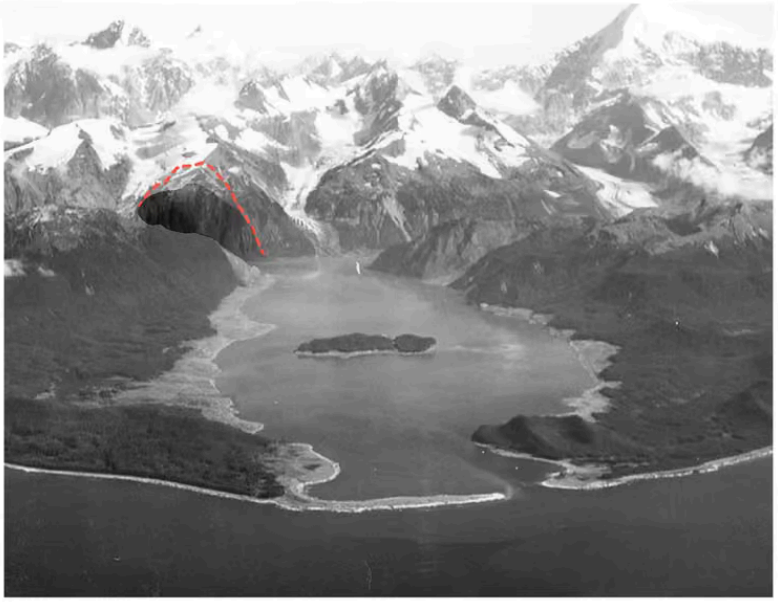


Foto del fiordo de Lituya en Alaska en 1958. Como los de Noruega o Chile, los fiordos son entrantes del mar, elongadas y profundas, que fueron modeladas por la erosión de un glaciar (al cual se lo ve al fondo de la foto). Las áreas grises que rodean la costa del fiordo evidencian las zonas de bosque que han sido arrasadas por el tsunami de 1958. La marca de arranque del derrumbe de ladera que originó el tsunami se ve al fondo del fiordo, a la izquierda del glaciar (sombreado en negro). Foto: Don J. Miller, USGS .

Estos fiordos tienen algo así como un primo paisajístico. Si el valle glaciario es inundado por agua dulce en vez de por el mar se forma un lago, denominado 'lago tipo fiordo'. Si, súper original. Los lagos tipo fiordo comparten con sus primos la existencia de empinadas y muchas veces inestables laderas. Por ello, un deslizamiento que disparase un tsunami en un fiordo también podría producirse en un lago tipo fiordo. Y de hecho pasó. Y de hecho es lo que pasó en Lucerna y en Bariloche.

Tanto el Lucerna como el Nahuel Huapi son lagos tipo fiordos, profundos y con laderas empinadas. Quien haya ido a Bariloche y caminado por la serpenteante calle Rolando o por las escaleras de Beschtedt o Palacios lo habrá comprobado. Si bien en ambos casos hubo un terremoto, no fue éste el que produjo la oleada que vieron Cysat y Julio. O, más bien, no fue directamente. **Las ondas sísmicas hicieron que parte del sedimento acumulado en los laterales de cada lago colapsara y se movilizara hacia el fondo.** Los deslizamientos pueden originarse afuera del agua y terminar cayendo adentro del fiordo o lago, como en Bølgen o en Lituya, pero también puede producirse directamente dentro del agua como en Lucerna o Bariloche. Estos últimos son más difíciles de predecir y de monitorear.



El Lago Traful es un lago tipo fiordo. Al igual que su primo fiordo (hay un aire a Lituya de la foto anterior, o no?) es un cuerpo de agua generalmente elongado, profundo, rodeado por laderas de gran pendiente. Hace un tiempito salió en las noticias porque un grupo de geólogos descubrió que una parte de la ladera norte se hunde hacia al lago. Si bien estos movimientos son muy lentos y no causan tsunamis, hay que seguir estudiando. Foto: Diario Rio Negro

Mirando debajo del agua

Y si nunca nadie vio los deslizamientos de Lucerna ni del Nahuel Huapi, ¿cómo saben que fue eso? La realidad es que no se sabía hasta hace relativamente poco, que pudo ser determinado gracias a la sísmica de reflexión. Esta técnica geofísica funciona enviando ondas sísmicas al subsuelo haciendo vibrar la tierra con un

golpe o una explosión. **Cada vez que la onda sísmica alcance una capa con distintas condiciones para su propagación, parte de la onda se va a reflejar y parte a transmitir (como cuando a la noche vemos el velador reflejado en nuestra ventana: el vidrio es la capa, parte de la luz emitida por el velador se refleja y la vemos nosotros y la otra parte de la luz atraviesa la ventana y la ve ese vecino chusmeta del edificio de enfrente).** Midiendo el tiempo que tardan en volver las reflexiones de la onda sísmica desde cada capa podemos conocer cómo es el subsuelo por debajo de la piel del mundo que habitamos.

En el agua, la sísmica de reflexión también funciona y se usa para estudiar cómo es el sedimento del fondo de un lago, río o mar. En este caso, en vez de usar un golpe en la tierra para generar la onda sísmica, usamos **una especie de parlante que vibra en el agua o un cañón que dispara burbujas de aire comprimido.** Así es como, entre capa y capa de sedimento, a veces aparecen cosas abultadas, desordenadas, como si una capita prolijita y plana se hubiera caído, arrugado y apilado contra el fondo del lago o fiordo. Justamente así es cómo se ve un deslizamiento subacuático.

Tomando una muestra del sedimento de ese deslizamiento subacuático se puede conocer su edad. Por ejemplo, en Lucerna los geólogos pudieron datar en aproximadamente 400 años un gran depósito deslizado, justo para la época en la que Cysat nos cuenta que hubo una ola que se llevó muelles y casas. De esta manera, gracias a la sísmica de reflexión y al registro histórico de un aplicado empleado municipal, pudo determinarse que el tsunami de Lucerna fue generado por no uno, sino varios deslizamientos coetáneos dentro del lago. Y no sólo eso, sino que también se reconocieron depósitos de deslizamientos más profundos y más viejos, que ocurrieron hace aproximadamente 1500, 12000 y 15000 años. Esto revela que el tsunami del 1601 no habría sido una cosa excepcional, sino que posiblemente han existido varios tsunamis antes en el mismo lago.

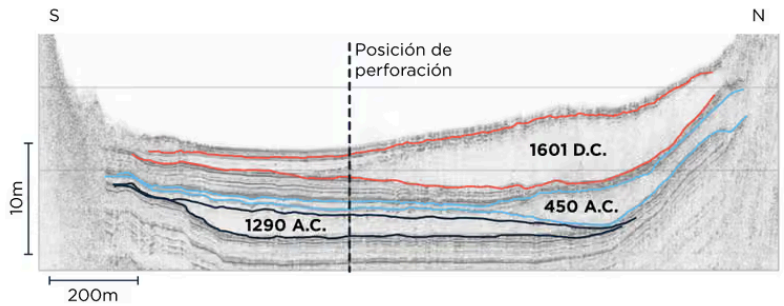


Imagen sísmica del fondo del Lago Lucerna. La intercalación de líneas oscuras y claras son las capas de sedimento que se depositan en el lago en condiciones normales. Las partes abultadas, de colores claros, son depósitos de deslizamientos subacuáticos. Para tener una idea de tamaño, el deslizamiento del año 1601 D.C. tiene aproximadamente 6 cuadras de largo y un edificio de 3 pisos de alto. Tomado de Schnellmann et al., 2002.

En Bariloche pasó algo parecido. El gran terremoto de 1960 hizo que parte del sedimento del lago, frente al Centro Cívico, colapsara y se movilizara hacia el fondo. Esto, y no el Nahuelito (nuestro animal mitológico autóctono), produjo la oleada que destruyó el muelle y sorprendió a Andrés y Julio tratando de escapar en su chinchorro.

Estudiando los sedimentos del fondo de fiordos se puede conocer más del cambio climático (a partir de la composición de los sedimentos o su microfauna) y la evolución del paisaje (identificando los procesos que depositaron cada capa). Además, también se aprende que la idea de un tsunami en un lago no es tan loca. De hecho, son fenómenos bastante más frecuentes de lo que se pensaba y que han recibido relativamente poca atención hasta el momento. La sísmica de reflexión nos permite ahora poder investigar estos fenómenos en los distintos lagos del mundo, también en la Patagonia.

Y para quienes no quieran volver a pisar una playa del sur nunca más en la vida por miedo a que aparezca el Nahuelito, para quienes piensen que se van a congelar los dedos de los pies apenas entren en contacto con el agua, para todos aquellos que se resisten ahora existe este otro argumento, la posibilidad de un tsunami. Pero en realidad no es para tanto. Bueno, en realidad no hay forma de saberlo. No hay suficientes estudios hechos sobre el tema. En cualquier caso, se trata de cosas que merecen ser estudiadas para entender mejor cómo y dónde suceden con mayor

frecuencia. Y que para que, si ocurren, no nos agarren en jogging apolillado y pensando en chocolates.

Referencias

Schnellmann, M., Anselmetti, F.S., Giardini, D., McKenzie, J.A., Ward, S.N., 2002. Prehistoric earthquake history revealed by lacustrine slump deposits. Geology 30, 1131–1134.

A 56 años del famoso “lagomoto”: historia de las únicas dos víctimas | El Cordillerano [WWW Document], n.d. URL https://www.elcordillerano.com.ar/noticias/2016/05/22/17839-a-56-anos-del-famoso-lagomoto-historia-de-las-unicas-dos-victimas (accessed 4.14.20).

Villarosa, G., Outes, V., Gomez, E.A., Chapron, E., Ariztegui, D., 2009. Origen del tsunami de mayo de 1960 en el LagoNahuel Huapi, Patagonia: aplicación de técnicas batimétricasy sísmicas de alta resolución. Revista de la Asociación Geológica Argentina 65, 593–597.

Bryant, E., 2014. Tsunami: the underrated hazard. Springer.

Folguera, A., Spagnuolo, M.G., Grees, N., Calatayud, F., 2020. Ongoing mass wasting processes in the Traful lake area, Argentinean Patagonia. Journal of South American Earth Sciences 98, 102361. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102361

Sumate en
eglc.ar/bancar