

Discusión técnica sobre las ideas expuestas por el señor Abraham Vásquez Mencos

Beatriz Cosenza, Ms.C.

Estudiante doctoral en la University of Wisconsin Madison, EEUU.

Rüdiger Escobar Wolf, Ph. D.

Investigador postdoctoral. Michigan Technological University, EEUU.

Este documento ha sido revisado por:

Enrique Molina

M.Sc en sismología, UNAM.

Coordinador del Centro de Instrumentación y registro sísmico del instituto de investigaciones de la facultad de ingeniería-UMG; y catedrático interino CESEM-USAC.

Enrique Pazos, Ph.D.

Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas

Universidad de San Carlos de Guatemala

Omar G. Flores Beltetón

Ingeniero Civil.

Profesor-Investigador

Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas -CESEM-

Facultad de Ingeniería. USAC

Juan Pablo Ligorria, Ph. D.

Geofísico.

Robin Yani Quiyuch

Geofísico

1. Antecedentes.

El señor Abraham Vasquez Mencos ha propuesto algunas ideas relacionadas a la generación de sismos, y asegura que por medio de ellas puede predecir el tiempo y lugar de ocurrencia de sismos de gran magnitud. Sus ideas fueron originalmente expuestas en una publicación (Vasquez-Mencos, 2011), y posteriormente en una serie de videos publicados en su canal de youtube:

<https://www.youtube.com/watch?v=MH-YHa2TmCs>

https://www.youtube.com/watch?v=0CyNKfxF_Uc

<https://www.youtube.com/watch?v=UJbO5BUozOc>

Estos videos han sido reportados por algunos de los medios noticiosos más importantes en Guatemala, que han incluso llegado a pedir la opinión del INSIVUMEH y CONRED. El señor Vásquez Mencos incluso hace algunas predicciones de sismos de gran magnitud para el área de Guatemala. Esta es una actitud temeraria e irresponsable, ya que puede desinformar a las autoridades y la población sobre el riesgo real de la ocurrencia de terremotos. La intención de este escrito es describir y discutir los errores en las ideas expuestas por Vásquez Mencos, por los cuales dichas ideas carecen de validez.

2. Las ideas de Vásquez Mencos y su interpretación dentro del contexto sismológico

A grandes rasgos, Vásquez Mencos plantea que los sismos que ocurren en una zona sismogénica se deben a la energía transportada por las ondas sísmicas de todos los sismos generados en otros lugares del planeta. La energía de las ondas sísmicas que llegan hasta la zona sismogénica en consideración es almacenada, hasta que con el tiempo alcanza un nivel (definido por el “parámetro de activación”) en el cual no se puede seguir almacenando y se da la ruptura de la falla y la generación del sismo.

Las ideas presentadas por Vásquez Mencos (Vásquez Mencos , 2011) contradicen mucha de la teoría establecida sobre la generación y propagación de ondas sísmicas (para esto puede consultarse cualquier referencia estándar en el tema, e. g. Lay y Wallace, 1995; Shearer, 2009; Stein y Wyssession, 2009). La disipación de la energía de las ondas sísmicas ocurre por procesos de atenuación anelástica, especialmente cerca de la fuente sísmica, donde la amplitud de las ondas es mayor. Asumir que las ondas sísmicas viajan en un medio perfectamente elástico y que toda la energía de esas ondas se transmite a otras fallas distribuidas en todo el mundo, es una idea que no tiene antecedentes en la teoría sismológica, y tampoco existe evidencia empírica que apoye esa noción. La idea de que la energía que se acumula en una fuente sismogénica (e. g. una falla) y que finalmente lleva a la ocurrencia de

sismos grandes, se deba a la energía transferida por las ondas sísmicas de otros sismos, no concuerda con el conocimiento actual sobre los procesos sismogénicos.

La teoría sismológica actual establece que la energía potencial elástica acumulada en las rocas de una zona sismogénica, y que se libera durante un sismo debido a la ruptura de la zona de falla, se debe a la deformación tectónica a largo plazo, y en el caso de los sismos grandes esto se debe al movimiento de las placas tectónicas. Por otro lado, la influencia de otros sismos sobre una falla determinada ha sido extensamente estudiada (Harris, 1998; Stein, 1999). Se sabe que un sismo puede alterar el estado de esfuerzos de una falla cercana (el cual, como ya se dijo, ha sido alcanzado debido a la deformación tectónica a largo plazo, y no gracias a la ocurrencia de infinidad de sismos alrededor del mundo) y se ha propuesto que esto puede ya sea estimular o retrasar la ocurrencia de sismos en dicha falla. El incremento o reducción del esfuerzo que se produciría depende de la orientación del plano de falla y de muchos otros factores, por lo que no todas las fallas cercanas son afectadas de la misma manera. Sin embargo, con el nivel de conocimiento actual no se puede predecir de manera concluyente la ocurrencia de un sismo ni cuánto éste puede ser adelantado o retrasado debido a la ocurrencia de otros sismos, puesto que se desconoce el estado previo de los esfuerzos en la falla. En el mejor de los casos, se puede incorporar la transferencia del esfuerzo de Coulomb en el análisis probabilístico del riesgo sísmico.

La interpretación física del “parámetro de activación” es problemática. El parámetro de activación definido por Vásquez Mencos (2011) está dado por la ecuación: $P_a = \sum(M_i/r_i)$, donde P_a es el parámetro de activación, M_i es la magnitud del i -ésimo sismo que contribuye al parámetro, r_i es la distancia desde el i -ésimo sismo hasta el área sismogénica en consideración, y la sumatoria es para todos los sismos que contribuyen al área en consideración. El parámetro de activación no puede interpretarse como la deformación acumulada en un área sismogénica, esa deformación dependerá de la tasa de movimiento tectónico y de la tasa de deformación asísmica en el lugar, y no de la ocurrencia de sismos en todo el mundo. Además, la ecuación suma contribuciones de “todos” los sismos en el mundo, almacenadas en un punto, caracterizado por una longitud, latitud y profundidad. Entonces, la energía de un terremoto en particular, siguiendo el razonamiento de Vásquez Mencos (2011), debería distribuirse en todos los puntos del planeta susceptibles de sufrir una ruptura sísmica, con un factor de peso definido por la distancia respecto del lugar de ocurrencia del sismo. Dado que la energía del sismo es finita, ésta debería repartirse en elementos discretos de la corteza terrestre, los cuales no están definidos en el modelo. Ni siquiera se establece cuáles son las regiones permitidas para el almacenamiento de energía (puntos sobre la superficie, puntos dentro de la corteza, planos de falla, etc.).

En la cuantificación de la energía almacenada en un punto o falla determinados, el modelo ignora del todo el efecto de liberación/aporte de energía de las réplicas, los efectos postsísmicos, los enjambres de sismos, microsismicidad continua e intermitente y, en las regiones en que se dan, de los tremores, los sismos silenciosos y creep asísmico. Así mismo ignora los procesos de generación, propagación y término de la ruptura durante un sismo, las variaciones en la fricción durante los desplazamientos sísmicos, y otras complejidades relacionadas con la ocurrencia de terremotos (Kanamori y Brodsky, 2004)

La forma funcional en la que se define el parámetro de activación también es problemática. El parámetro de activación supuestamente cuantifica la contribución de la energía radiada como ondas sísmicas, por todos los sismos que ocurren alrededor del mundo, pero la ecuación que lo define ignora que la relación entre la magnitud y la energía radiada por un sismo no es lineal. Por ejemplo, si consideramos la relación entre magnitud de

momento y energía radiada, podemos aplicar esta estimación estándar (Stein y Wyss, 2009): $E = 10^{11.8} \times 10^{1.5M_w}$, donde E es la energía radiada en ergios y M_w es la magnitud de momento (adimensional); esta es una relación exponencial. Si siguiéramos la lógica de razonamiento presentado por Vásquez Mencos, deberíamos pesar la contribución de cada sismo producido en un punto dado por su energía radiada. En tal caso un sismo de magnitud $M_w = 9$ radiaría 2×10^{25} ergios, mientras que un sismo de magnitud $M_w = 4.5$ radiaría 3.5×10^{18} ergios; es decir, un sismo de magnitud 9 radiaría 5.6 millones de veces la energía que un sismo de magnitud 4.5. Sin embargo el modelo propuesto por Vásquez Mencos asignaría al sismo de magnitud $M_w = 9$, únicamente el doble del peso que le asignaría al sismo de magnitud $M_w = 4.5$ ocurrido en el mismo sitio. La cuantificación de las distancias “ r_i ” entre las fallas emisoras, donde ocurren los sismos cuyas ondas contribuyen al parámetro de activación, y la falla receptora, donde se da el sismo de interés, tampoco está bien definida en el modelo. La extensión espacial de las fallas tampoco tiene una definición clara, aunque para los fines del cálculo del parámetro de activación aparentemente puede ignorarse, ya que la estimación se hace para un punto, sin una extensión finita, mientras en otras partes de la descripción del modelo, la estimación es válida para una región de un radio determinado alrededor de dichos puntos. Para los casos de las distancias r_i , no se explica si es una distancia sobre la superficie terrestre (e. g. círculo máximo o geodésica sobre la superficie de la tierra) o la distancia euclidiana en espacio tridimensional, atravesando el interior de la Tierra. En cualquier caso, asume que no hay influencia debida a la variación en las propiedades mecánicas de los materiales que conforman el medio en que viajan las ondas sísmicas.

Más confusa aún es la supuesta derivación matemática del parámetro de activación, que involucra el cálculo de una integral con límites de integración para la variable “ r ”, que van de infinito a “ r ”, suponiendo “que a una distancia infinita de la fuente el aporte de energía es 0. Y r , porque constituye la máxima energía que la fuente puede entregar a una falla distante” (Vásquez Mencos, 2011). Estos límites de integración carecen totalmente de sentido en un marco en el cual “ r ” es la distancia entre la fuente sísmica y la falla receptora. Además de que las relaciones que establece en la mayoría de las ecuaciones utilizadas en el artículo no tienen sentido físico alguno.

La selección de los parámetros llamados “radio” y “magnitud de corte” en el modelo también resultan problemáticos, porque aparentemente deben de ajustarse para cada caso, lo que parecería una solución *post-hoc* al problema y anularía la validez predictiva del modelo en general. La arbitrariedad en la selección de estos parámetros se puede ilustrar con el caso de la magnitud de corte; según la descripción del modelo se excluyen magnitudes mayores a 8, lo que dejaría fuera los sismos con mayores magnitudes, y que contribuirían con cantidades significativas de energía. La razón que presenta es que para tales magnitudes, las escalas M_s y M_w ya no son “equivalentes”, cuando la única escala de magnitudes que guarda una relación directa con la energía es M_w . Si las pequeñas contribuciones son importantes, con mayor razón lo serían las de sismos mayores. Y la decisión de qué tan pequeña debe ser una magnitud para que el aporte pueda considerarse despreciable, se hace de manera arbitraria, sin considerar que existe una evidente compensación entre los dos parámetros a la hora de obtener el tamaño de la contribución. Pero como se describió anteriormente, debido a que se ignora la relación no lineal entre energía y magnitud, las contribuciones de energía de los sismos de mayor magnitud no están representadas de forma congruente.

La idea propuesta por Vásquez Mencos, de una “energía de activación” para generar los sismos, toma prestados conceptos y terminología de las ciencias químicas (¿la especialidad del autor?), que no pueden aplicarse de esa forma a la generación de sismos. Tal parece que el autor ha ignorado el corpus de conocimiento sobre temas

sismológicos que se ha desarrollado durante los últimos 100 años, y propone un modelo completamente nuevo; no es de sorprender que esto resulte en contradicciones con ese conocimiento.

3. Los datos que utiliza Vásquez Mencos

Vásquez Mencos utiliza dos catálogos de sismos, que abarcan unos 4000 años. Es muy bien sabido que la completitud de los catálogos sísmicos decrece hacia el pasado y con la magnitud de los sismos, es decir, mientras más antiguo sea el periodo de tiempo considerado, menos completo será el catálogo; y mientras menor sea la magnitud de los sismos, más incompleto será el catálogo para un tiempo dado (e. g. Kagan, 2003). Para el catálogo que se extiende más de 4000 años en el pasado, la mayor parte del periodo cubierto probablemente no es completo para ninguna magnitud.

4. Evidencia del valor predictivo del modelo

La supuesta evidencia de que el modelo puede predecir correctamente el tiempo y el lugar de ocurrencia de los sismos, se presenta de dos formas. Como “evidencia” anecdótica de supuestos aciertos en las predicciones, y como gráficas que supuestamente muestran cómo la evolución del parámetro de activación coincide con la ocurrencia de los sismos predichos.

Como parte de la evidencia anecdótica, Vásquez Mencos asegura haber hecho la “predicción” de un sismo en su artículo publicado en el 2011 (Vásquez Mencos, 2011). La ocurrencia del sismo es verdadera, pero eso no es una validación del modelo propuesto por el autor. La ocurrencia de un solo caso no puede tomarse como evidencia de peso, sobre todo cuando el modelo no presenta los falsos positivos y falsos negativos que resultarían de aplicar el modelo para un número mayor de predicciones. Por ejemplo: a) la predicción fallida de un sismo de magnitud 7.5 en la falla del Motagua, que hizo en un video publicado en el 2015, y b) la no predicción de los sismos de junio de 2017 en la zona de subducción en Guatemala, particularmente el del 22 de junio, que ocurrió en una zona cercana la zona de estudio para la cual supuestamente ya había hecho predicciones.

De hecho, sería relativamente fácil probar la capacidad predictiva del modelo, tomando los catálogos existentes, considerando un gran número de sismos en distintas localidades alrededor del mundo, y observar cuál es su desempeño predictivo. El artículo Vásquez Mencos (2011) presenta varios casos que supuestamente pueden ser predichos por el modelo, pero no utiliza un método riguroso para probar la capacidad predictiva del mismo, la supuesta evidencia presentada no es válida, informativa ni relevante. Por ejemplo, no se hace ningún esfuerzo por cuantificar cuál es la probabilidad de que los resultados obtenidos sean producto del azar. Un análisis riguroso presentaría una hipótesis estadística sobre cuál sería el comportamiento esperado de una serie de eventos aleatorios (por ejemplo un proceso de Poisson), y luego haría el ensayo de la hipótesis estadística para un nivel establecido de significancia (e. g. Jackson, 1996).

Aparte de la referencia anecdótica al sismo del 7 de noviembre de 2012, la información presentada es de poca utilidad para discernir la validez del modelo. Los resultados son presentados en forma gráfica, como figuras que

muestran la “evolución del parámetro de activación”, pero su valor informativo es mínimo. La información realmente relevante es si el valor del “parámetro de activación” alcanza un umbral consistente cada vez que ocurre un sismo relevante, esa sería la evidencia que podría usarse para argumentar a favor del modelo, sin embargo esa información no se presenta de forma convincente. Las figuras muestran que en algunos casos los picos en la gráfica ocurren más o menos al mismo nivel, pero esto no permite un análisis formal y riguroso de los resultados; por ejemplo, uno podría preguntarse ¿será esto solo una casualidad? En algunos casos las figuras muestran numerosos picos menores que no coinciden con el supuesto umbral del parámetro de activación, y que se ignoran por completo en la discusión de los resultados. Esos picos menores invalidan el resultado.

Igualmente problemático es el hecho de que el eje de las abscisas sea una representación ordinal del orden cronológico en el que ocurren los sismos en el catálogo, en lugar de ser el tiempo (i. e. las fechas) en las que ocurrieron los sismos. La ocurrencia de sismos en una falla puede ser cíclica, mas no necesariamente periódica. Sin embargo, no solo la superposición de las ocurrencias de sismos en todas las fallas del mundo es, para fines prácticos, una distribución aleatoria en el tiempo, sino que debido a la incompletitud de los catálogos sísmicos, el tiempo entre eventos es mayor en la parte inicial del catálogo y se vuelve menor entre eventos más recientes. Por esto, el eje de las abscisas carece de cualquier significado físico definido, lo cual es una falla fundamental en el modelo, si se considera que este supuestamente se utiliza para predecir la ocurrencia de los sismos en el tiempo. Una gráfica del “parámetro de activación” en el umbral de ocurrencia de los sismos relevantes, versus el periodo de tiempo transcurrido entre dichos sismos sería más informativa, y podría utilizarse como un argumento (a favor o en contra) del modelo. Pero aun así, este carecería de una explicación teórica convincente sobre el mecanismo de ocurrencia de los sismos.

Al ver las gráficas presentadas por Vásquez Mencos, estas podrían parecer vagamente similar a las gráficas de una familia de modelos conocidos como “modelos de tiempo predecible” y “modelos de corrimiento predecible”, o *time-predictable* y *slip-predictable* en inglés (Shimazaki y Nakata, 1980; Murray y Segall, 2002; Rubinstein et al., 2012a; 2012b). Esa familia de modelos sin embargo ha sido propuesta sobre bases físicas que concuerdan con la teoría de generación de sismos, y aun así estos únicamente han tenido un éxito parcial, dada la complejidad del fenómeno. Nuevamente hay que remarcar que la similitud con el modelo propuesto por Vásquez Mencos es únicamente aparente.

Por otro lado, Vásquez Mencos asigna una probabilidad a sus predicciones. El cálculo de dicha probabilidad no se muestra en ninguno de los videos o publicaciones de su método, por lo que no es posible verificar la validez de dicha probabilidad. Su supuesta predicción del terremoto de 2012 no cumple con las características de lo que se entiende por una predicción en sismología, la cual debe proveer el lugar, tiempo y magnitud del evento. Mencos (2011) ofrece una probabilidad del 80% para un lugar y magnitud de un sismo “en un futuro cercano”, cuyos límites pueden elegirse de forma arbitraria. Evidentemente, con una ventana de tiempo tan vaga, puede aventurarse a dar una probabilidad alta a un evento en una región donde hay sismicidad histórica registrada. Por supuesto, en el caso de la predicción fallida que hizo en 2015 de un terremoto en la falla del Motagua, para la cual sí dio un tiempo determinado, la probabilidad que le asignó fue del 50%. Considerando que sólo hay dos posibles resultados, que el sismo ocurra o que no ocurra, esa probabilidad no aporta ninguna información relevante a la gestión del riesgo y es muy conveniente ya que, ocurrido o no el terremoto, puede argumentar que no se equivocó. Dado que el resultado fue que no hubo terremoto, ahora amplía sus márgenes de tiempo y afirma que la probabilidad es “mayor que el 50%”, sin aventurarse a otorgarle una probabilidad más alta, poniendo esta nueva predicción en el mismo nivel de irrelevancia que la anterior.

5. Conclusión

Las ideas sobre predicción de sismos presentadas por Vásquez Mencos contradicen buena parte de la teoría sísmica moderna, carecen de evidencia empírica contundente que les dé validez, y no tienen el mérito científico ni práctico para ser tomadas con seriedad. Hacer predicciones del lugar y fecha en las que ocurrirán sismos de gran magnitud sobre la base de ideas erróneas, es temerario e irresponsable, y debería evitarse, hasta que por medio de una investigación científica rigurosa y basada en evidencia se demuestre que dicha teoría es válida. A la fecha, varios métodos propuestos para predecir terremotos han sido estudiados con rigor y seriedad, y ninguno ha probado tener una capacidad predictiva concluyente, tal como se reporta en la literatura respectiva (e. g. Silver y Wakita, 1996; Jordan et al., 2011). A diferencia del modelo de Vásquez Mencos, estos en general no han estado en abierta contradicción con el corpus del conocimiento sismológico vigente, y por lo tanto el modelo propuesto por Vásquez Mencos ni siquiera puede incluirse en esta categoría de modelos que han tratado de hacer predicciones sobre sismos.

El nivel de preparación que se tiene como sociedad para enfrentar el riesgo sísmico, incluyendo las medidas a largo plazo para la reducción de la vulnerabilidad sísmica (e. g. normas de construcción, ordenamiento territorial, etc.) y la mejora en la capacidad de respuesta ante potenciales sismos destructivos, deben basarse en el mejor conocimiento científico disponible sobre la amenaza sísmica en el territorio nacional. Dicho conocimiento nos permite afirmar que la amenaza de un evento sísmico de gran magnitud siempre está presente, y el problema de la reducción del riesgo ante dicha amenaza debería ser de la más alta prioridad nacional. La gestión de ese riesgo debe hacerse acorde a una visión de largo plazo, que es la única forma realista en la que se pueden atacar sus causas (e. g. vulnerabilidad estructural sísmica de viviendas y edificios, exposición de áreas pobladas a deslizamientos que podrían ser causado por sismos, etc.), y no como respuesta a predicciones espurias suscitadas por la coyuntura.

6. Referencias

- Harris, Ruth A. "Introduction to special section: Stress triggers, stress shadows, and implications for seismic hazard". *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 103, B10 (1998): 24,347-24,358.
- Jackson, David D. "Hypothesis testing and earthquake prediction". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 93.9 (1996): 3772-3775.
- Jordan, Thomas H., Yun-Tai Chen, Paolo Gasparini, Raul Madriaga, Ian Main, Warner Marzocci, Gerassimos Papadopoulos, Gennady Sobolev, Koshun Yamaoka, and Jochen Zschau. "Operational Earthquake Forecasting.

State of knowledge and guidelines for utilization. Report by the International Commission on Earthquake Forecasting for Civil Protection". *Annals of Geophysics*, 54, 4 (2011), doi: 10.4401/ag-5350.

- Kagan, Yan Y. "Accuracy of modern global earthquake catalogs." *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 135.2 (2003): 173-209.

- Lay, Thorne, and Terry C. Wallace. *Modern global seismology*. Vol. 58. Academic press, 1995.

- Murray, Jessica and Paul Segall. "Testing time-predictable earthquake recurrence by direct measurement of strain accumulation and release". *Nature*, Vol. 419 (2002): 287-291.

- Rubinstein, Justin L., et al. "Fixed recurrence and slip models better predict earthquake behavior than the time- and slip-predictable models: 1. Repeating earthquakes." *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 117.B2 (2012a).

- Rubinstein, Justin L., et al. "Fixed recurrence and slip models better predict earthquake behavior than the time- and slip-predictable models: 2. Laboratory earthquakes." *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 117.B2 (2012b).

- Shearer, Peter M. *Introduction to seismology*. Cambridge University Press, 2009.

- Shimazaki, Kunihiko, and Takashi Nakata. "Time-predictable recurrence model for large earthquakes." *Geophysical Research Letters* 7.4 (1980): 279-282.

-Silver, Paul, and Hiroshi Wakita. "A search for earthquake precursors". *Science, New Series*, Vol. 273, No. 5721 (1996): 77-78

- Stein, Ross S. "The role of stress transfer in earthquake occurrence". *Nature*, Vol. 402 (1999): 605-609.

- Stein, Seth, and Michael Wysession. *An introduction to seismology, earthquakes, and earth structure*. John Wiley & Sons, 2009.

- Vasquez-Mencos, Abraham. "Aproximación estadística de la energía acumulada en fallas tectónicas." *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia* 21.2 (2011): 82-94.