

EL GAP SISMICO DE TRUJILLO-CHICLAYO Y LOS SISMOS NOTABLES EN LA ZONA DE SUBDUCCION DEL NOROESTE DE PERU

Por: Leonidas Ocola

Instituto Geofísico del Perú, Geo_gps@geo.igp.gob.pe

INTRODUCCION

Los grandes sismos en la costa peruana son producidos por la colisión y consiguiente subducción de la placa tectónica de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana. La zona de interacción, marcada por ocurrencia de sismos, se profundiza desde el fondo marino hasta casi 700 km de profundidad, por debajo de los territorios de Bolivia, Colombia y Brasil. Esta zona de interacción se le denomina la zona de Wadati-Benioff. Su geometría no es uniforme, sino segmentada en bloques de subducción normal y subducción anormal. El bloque de subducción normal se caracteriza por la ocurrencia de grandes sismos superficiales entre la costa y la fosa marina, por un buzamiento continuo de la zona de Wadati-Benioff, sin un cambio mayor de su inclinación, la presencia de volcanes activos y como en el sur de Perú (sur de la Cordillera de Nazca) y norte de Chile. El bloque de subducción anormal, que comprende Perú central y septentrional, se caracteriza por un cambio en la inclinación del buzamiento de la zona de Wadati-Benioff a 100-120 km de profundidad, manteniéndose casi horizontal a dicha profundidad, para volver a iniciar su penetración por debajo del llano Amazónico y continuar hasta las profundidades de casi 700 km por debajo de Brasil y Colombia. En este bloque no hay volcanes activos y ocurren grandes sismos superficiales cerca de la fosa marina. En ambos bloques, existe una ausencia de actividad sísmica detectada entre las profundidades aproximadas de 300- y 500-km.

En el presente documento, se esboza la extensión del gap sísmico denominado Trujillo-Chiclayo y se revisa las características macrosísmicas de algunos de los sismos notables que ocurrieron en la costa NW de Perú. Un gap sísmico es una zona geográfica donde prehistórica e históricamente han ocurrido grandes sismos y que en las últimas decenas o centenas de años no han ocurrido eventos de magnitud igual o similar. Es uno de los criterios más exitosos en pronóstico de sismos con que se cuenta a la fecha. No se especifica la fecha de ocurrencia, pero sí la región de ocurrencia probable de un evento de magnitud importante. Su reconocimiento permite implementar programas de vigilancia y medidas de mitigación de desastres por causas sísmicas. En el Perú, este criterio se cumplió con el terremoto de Arequipa del 23 de junio de 2001, en el gap-sísmico de Arequipa (Perú)-Arica (Chile) correspondiente a la zona de ruptura del terremoto de 1868; con el terremoto de Pisco del 15 de agosto de 2007, en el gap sísmico de Nazca-Cañete correspondiente a la zona de ruptura del terremoto del 20 de octubre de 1687. Los terremotos de 1940, 1966, 1970 y 1974 cubren la zona de ruptura del gran terremoto de 1746 (Figura 1).

EL TERREMOTO DE 1619 Y EL GAP SISMICO TRUJILLO-CHICLAYO

El terremoto de 1619, es uno de los primeros grandes sismos muy destructores documentados históricamente en el noroeste peruano. E. Silgado resume la información histórica en sus trabajos de 1973, 1978, y 1985. El sismo ocurrió el 14 de febrero de 1619 a las 11:30 a.m., destruyó la ciudad de Trujillo y produjo “grande ruina en las ciudades de Santa y Saña” (E. Silgado, 1985).

Don Francisco de Borja y Aragón, Príncipe de Esquilache, Duodécimo Virrey (durante el reinado de Felipe III, 1598-1621) reportó a su majestad el Rey que “habiéndose constatado por testimonios y recaudos auténticos la desolación de la ciudad de Trujillo y no haber quedado casa en pie con muertes de grande número de personas y por ser aquella ciudad una de las principales de este reino por haber en ella Caja Real, Iglesia Catedral, conventos de todas las religiones y monasterios de monjas y estar todos sin casas en que poderse albergar y con suma miseria ..”.

Evidentemente, todas estas edificaciones fueron destruidas. La magnitud del desastre fue tal que por “la dificultad que se ofrecía en la edificación en el antiguo por los grandes desmontes y ruinas” se consideró la mudanza de la ciudad a una “parte vecina” (Silgado, 1985).

Por el noroeste, el sismo destruyó las edificaciones de la ciudad de Zaña, a ~140 km al NW de la ciudad de Trujillo. Esta ciudad fue fundada en 1563 con el nombre de Santiago de Miraflores de Zaña, adquirió gran importancia económica y social durante el Virreinato. Por “su riqueza” se le llamó “Potosí Pequeño” y “se dice estuvo a punto de ser declarada capital del Virreinato del Perú” (Cortazar, 1969). En ella se construyeron importantes templos, conventos y casonas coloniales. Las edificaciones fueron destruidas. El Virrey envió 250 “indios” como ayuda para su reconstrucción (Silgado, 1985). La robustez de las construcciones eclesiásticas se puede apreciar en las Figura 2 y 3.

Por el sureste, la destrucción severa alcanzó la ciudad de Santa, a ~105 km de la ciudad de Trujillo. La destrucción involucró viviendas y la iglesia. El virrey les proporcionó ayuda económica para la reconstrucción de la iglesia (Silgado, 1985).

Este sismo causó 400 muertos (Silgado, 1985, Dorbath et al., 1990). Se sintió por ~1700 km en la dirección norte-sur y ~330 km de este a oeste, magnitud estimada: 7.8 Ms (Silgado, 1978). La magnitud estimada, en base de información macrosísmica mediante la regresión de la ley de atenuación para sismos de subducción, es 8.7 [equivalente a ~Mw] (Ocola 1984).

Por la severidad de sacudimiento del terreno, el nivel de daño y el área en que fue sentido este sismo, se le estima una longitud de ruptura de la fuente de por lo menos 240 km, y constituye el sismo máximo para el segmento de subducción entre Golfo de Guayaquil y Chimbote, frente a la fractura oceánica de Mendaña. Este sismo no se ha repetido. Por lo que, esta parte del territorio peruano presenta el gap sísmico que se denomina Trujillo-Chiclayo, por ser las ciudades más importantes comprendidas en el gap.

SISMOS NOTABLES AL NW DEL GAP SISMICO TRUJILLO-CHICLAYO

En los últimos cien años han ocurrido por lo menos dos terremotos en el territorio peruano vecino a la frontera con el Ecuador: El terremoto de Piura de 1912 y el de Tumbes de 1970.. A continuación se hace una breve descripción de sus características más relevantes.

EL TERREMOTO DE PIURA DE 1912

El terremoto de Piura ocurrió el 24 de julio de 1912, a las 6:50 h, tuvo una magnitud de 8.2 Mw, 30 km de profundidad; ocasionando muertos y heridos. Afectó, principalmente, el territorio de la Región Piura y sacudió violentamente los departamentos (ahora Regiones políticas) de Tumbes, Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Amazonas, y los territorios del Guayas del Ecuador. La ciudad de Piura fue sacudida con una intensidad macrosísmica de 8 grados MSK, Huancabamba y Paita 7 MSK (Ocola, 1984). Sin embargo, se reporta “agrietamiento del suelo” en Paita. Probablemente, el valor de la intensidad es mayor. En la ciudad de Trujillo, la severidad de sacudimiento alcanzó una intensidad de 5 MSK. No hay información histórica sobre la generación de maremoto por este sismo (Silgado, 1978).

Para este sismo, se infiere que la zona de ruptura esté localizada más hacia la costa y asociado al proceso de subducción, tal como se muestra en la Figura 1.

EL TERREMOTO DE TUMBES-GUAYAQUIL DE 1970

El terremoto de Tumbes ocurrió el 10 de diciembre de 1970. Afectó severamente la Región de Tumbes. Tuvo una magnitud de 7.6 Mw y 15 km de profundidad. El terremoto afectó, además, las Regiones de Piura, Cajamarca, Lambayeque, La Libertad con intensidades macrosísmicas de grado 5 MSK o mayor. La severidad de sacudimiento del suelo alcanzó el grado 8 MSK en casi todos los centros poblados de la Región Tumbes, en el sur de Ecuador se reportan intensidades macrosísmicas de 9 grados. Hubo 48 muertos en Perú. Los reportes de daños y muertos fueron similares en el Ecuador. No hay información sobre la generación de maremoto en el Perú, pero sí fue observado en el Ecuador como un evento ligero. El epicentro se localizó

cerca de la línea de playa. Los efectos de este terremoto no trascendieron mayormente, porque el país estuvo preocupado por los desastres causados por el terremoto de Chimbote de mayo del mismo año y de la avalancha de nieve y hielo del Huascarán. El área de ruptura, Figura 1, se estima en base de la isosista máxima de Silgado (1973).

INFORMACION PALEOSISMICA

J. Bourgois et al. (2007) realizaron un estudio geológico y geofísico exhaustivo en el NW de Perú, tanto en el continente como en el mar contiguo, en el área del ante-arco, desde las llanuras costeras hasta la fosa marina. Entre los resultados importantes que reportan se encuentran: La segmentación tectónica al norte y sur de Cabo Blanco. El segmento norte coincide, aproximadamente, con el área de ruptura del sismo de Tumbes de 1970, y el segmento sur, Paita-Illescas, con la probable área de ruptura del sismo de 1912, Figura 1. Encuentran, asimismo, que en los últimos doscientos mil años, ambos segmentos se levantaron a una velocidad relativamente alta, 10-20 mm/a, en pulsos tectónicos. Concluyen que el levantamiento y la emersión extensa de la planicie costera requieren de un fuerte acoplamiento de las placas tectónicas a lo largo de la zona de subducción y/o apilamiento de placas en profundidad. Un punto importante, desde el punto de vista sismológico, es la documentación y cartografiado de una extensa secuencia de acantilados marinos asociados a 'indentaciones' - muescas en V, evidencias de los escalones más recientes (los últimos 20-23 mil años) del levantamiento continental a lo largo del segmento de Cabo Blanco, y que son interpretados a una secuencia de sismos mayores. Bourgois et al. (2007) reportan la identificación de una secuencia de 16 sismos mayores para el período indicado. Lo que implica un recurrencia de estos eventos de 1,250-1,437.5 años. Este rango de recurrencia es similar a la recurrencia determinada para los paleosismos en la Cordillera Blanca en la Región Ancash, en la zona de Recreta del Callejón de Huaylas.

Para el período de 20.4 ± 2.4 a 8.1 ± 1.8 miles de años antes del presente, se reportan siete eventos con las siguientes elevaciones por evento, del más antiguo al más reciente: 7.2, 4.4, 6.9, 6.3, 3.9, 7.4, 8.1, y 6.6 m. Lo que implica que un levantamiento cosísmico del continente promedio de 6.3 m por evento. Para el período de los últimos 8.1 ± 1.8 miles de años antes del presente, los desplazamientos verticales son los siguientes, según Bourgois et al. (loc. cit), del evento más antiguo al más reciente: 6.6, 3.4, 8.6, 3.3, 9.6, 6.3, 4.4, y 5.2 m. El promedio de elevación por evento es de 5.9 m

Los valores promedio de desplazamiento vertical por evento son muy grandes, si se les compara con lo observado para el terremoto de Pisco del 2007, donde se determinó un levantamiento cosísmico de 0.50 m en la Península de Paracas. Sin embargo, es propio observar, que la Península Paracas está ~130 km del eje de la fosa marina. En cambio, Cabo Blanco está a menos de 70 km. A pesar de esta diferencia posicional, la magnitud de los desplazamientos verticales reportados probablemente reflejan un efecto combinado cosísmico e intersísmico.

EL MARCO TECTONICO DEL GAP SISMICO

Según los estudios de neotectónica, el bloque tectónico al sur de la cordillera Nazca, sufre un movimiento secular de levantamiento continental, desde frente de la Cordillera de Nazca a Illescas, el movimiento vertical es negativo, al norte de Illescas, el movimiento secular es positivo (Sebrier et al., 1982). Este resultado es concordante con lo reportado por Bourgois et al. (loc. cit) para la costa del noroeste peruano. Sur de Illescas, una de las características notables de la plataforma continental es su gran extensión. La línea de costa esta entre 170- y 200-km de la fosa marina. El gap sísmico de Trujillo-Chiclayo se extiende en el extremo noroeste del bloque, que en tiempos geológicos recientes, ha sufrido un movimiento vertical negativo. Por otro lado, el tiempo de recurrencia de grandes sismos es mucho más largo al norte de la proyección continental de la fractura de Mendaña, frente a Chimbote (Región Ancash), y la Punta de los Cerros Illescas (Punta Tur, Punta Faro) (Región Piura). La velocidad de convergencia de las Placas tectónicas es menor y la trabazón de la subducción es mayor, dando origen a deformación tensional, tal como se puede apreciar en el Mapa de esfuerzos tectónicos en la vecindad continental del gap sísmico Trujillo-Chiclayo, Figura 4.

CONCLUSIONES

El terremoto de mayor magnitud y gran desastre que ha ocurrido en el noroeste de Perú es el del 14 de febrero de 1619, que destruyó las ciudades de Trujillo, Zaña y Santa. La ciudad de Chiclayo no existió entonces. La severidad de movimiento es testificada por la destrucción de las edificaciones eclesiásticas, el número de muertos y la gran miseria que causó a la población de entonces.

En base de la extensión de la probable ruptura, el patrón de deformación tectónico superficial y la magnitud de los desplazamientos cosísmicos e intersísmicos reportados para el segmento comprendido entre los Cerros de Illescas (Piura) y el golfo de Guayaquil, se identifica como un gap sísmico mayor a la zona que comprende las ciudades de Trujillo y Chiclayo, en la zona costera desde Santa a Illescas.

REFERENCIAS

- Bourgeois J., Bigot-Cormier F., Bourles D., Braucher R., Dauteuil O., Witt C., and Michaud F. 2007. Tectonic record of strain buildup and abrupt coseismic stress release across the northwestern Perú coastal plain, shelf, and continental slope during the past 200 kyr. *Jour. Geoph. Research*, Vol. 112, B04104, doi: 10.1029/2006JB004491.
- Cortazar P.F. (Director). 1969. Documental del Perú. Departamento de Lambayeque. Vol. XIV. Editora: "Información, Opinión Pública, Publicidad y Encuestas". Lima, Perú. Pp 158.
- Dorbath L., Cisternas A., and Dorbath C. 1990. Assessment of the size of large and great historical earthquakes in Peru. *Bul. Ses. Soc. Ame.*, Vol. 80(3), pp 551-576.
- Ocola L. 1984. Catálogos sísmicos: República de Perú. Proyecto de Sismicidad Andina (SISAN). Organización de los Estados Americanos (OEA) – Instituto Geofísico del Perú.
- Sebrier M., Huamán D., Luc Blanc J., Macharé J., Bonnot D., Cabrera J., 1982. Observaciones acerca de la Neotectónica del Perú. Informe del Proyecto SISRA, Lima, Perú.
- Silgado E. 1973. Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1970). Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Comisión de Geofísica. Geofísica Panamericana. Vol 2. PP 179-243.
- Silgado E. 1978. Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). Instituto de Geología y Minería. Bol. 3. Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica. Lima, Perú. p 130.
- Silgado E. 1985. Terremotos destructivos en América del Sur 1530-1894. Proyecto SISRA. Centro Regional de Sismología para América del Sur. Vol 10. p 322.

ULTIMOS SISMOS NOTABLES EN LA ZONA DE SUBDUCCION: AREAS DE RUPTURA

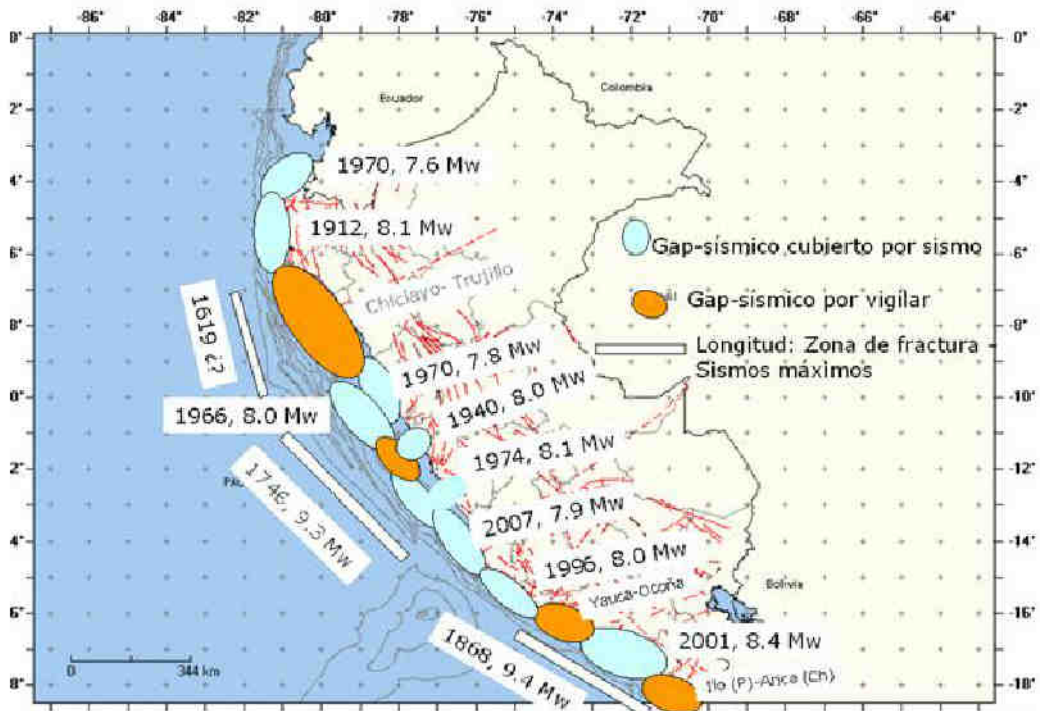


Figura 1: Principales sismos notables en la zona de subducción y los gap-sísmicos en la costa peruana. Los gap-sísmicos requieren vigilancia prioritaria. Sismos de magnitudes menores, superficiales, destructivos pueden ocurrir en cualquier parte del territorio. En la costa se debe vigilar, además, la potencial ocurrencia de maremotos.



Figura 2: Convento de Zaña destruido. El pozo siguió dando agua. Observar la robustez de los muros y arcos de la edificación



Figura 3: Convento de Zaña destruido. Observar la magnificencia de los restos del convento destruido. Refleja la opulencia de tiempos idos. Como se menciona en el Documental Perú (Cortazar, 1969), “el viajero encuentra por sorpresa, semihundidos entre la arena, los restos de los recios muros, columnas, arcos, bóvedas y galerías de los que fueron en el pasado importantes templos, conventos y casas coloniales”

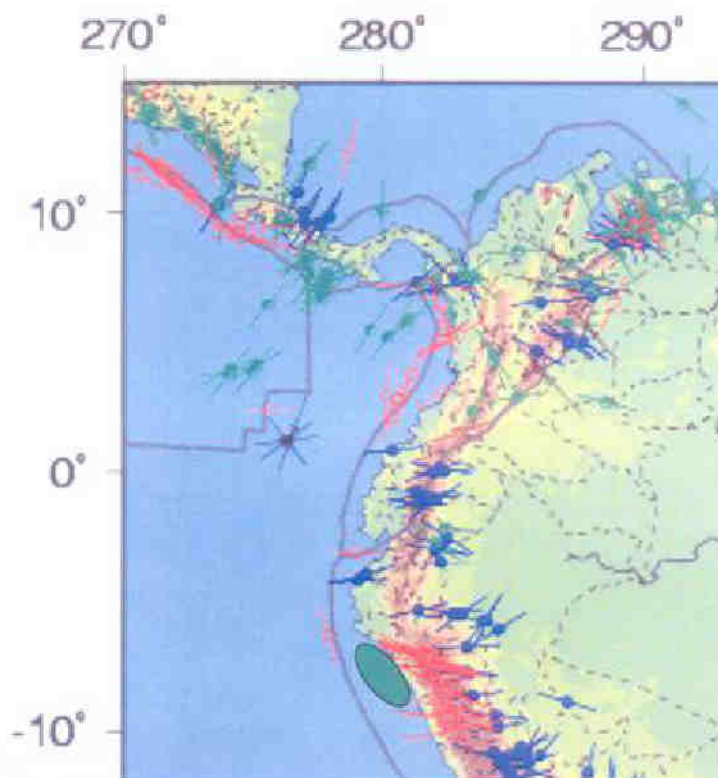


Figura 4: Reproducción parcial del Mapa de Esfuerzos Tectónicos de Sudamérica (World Stress Map Rel. 2005, Heilderberg Academy of Sciences and Humanities, Geophysical Institute. University of Kalruhe, Germany). En rojo: Fallas normales, azul: fallas inversas, verde; fallas de rumbo. Observar el gran número de fallas normales frente al gap-sísmico Trujillo-Chiclayo: Elipse con fondo verde