



## XVIII Congreso Peruano de Geología

# Indicios de paleotsunamis y paleosismicidad en la zona de Los Palos, La Yarada (Departamento de Tacna)

Lorena Huayhua<sup>1</sup>, Fredy Cabrera<sup>1</sup>, Javier Jacay<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UNJBG, Ciudad Universitaria, Av. Miraflores s/n, Tacna, Perú, ([lorenahuayhua@gmail.com](mailto:lorenahuayhua@gmail.com), [fredyco18@yahoo.es](mailto:fredyco18@yahoo.es))

<sup>2</sup> UNMSM, Av. Venezuela cd.34 s/n., Lima, Perú, ([j\\_jacay@yahoo.com](mailto:j_jacay@yahoo.com))

### 1. Introducción

La margen Peruana es considerada como una de las zonas más activas sísmicamente debido a su ubicación en el Cinturón de fuego del Pacífico. Gran parte del territorio continental Peruano es parte del proceso de subducción de la Placa de Nazca bajo la Sudamericana. La convergencia entre ambas placas, a lo largo del plano de subducción es parcialmente absorbida mediante el súbito deslizamiento de una placa sobre la otra teniendo como respuesta la ocurrencia de grandes sismos.

En el segmento sur de la margen Andina, estos sismos han generado tsunamis que a su vez conllevaron enormes pérdidas económicas y de vidas humanas.

Las zonas más susceptibles a quedar bajo la influencia de las olas del efecto del tsunami son las grandes bahías con pendientes cercanas a la horizontal como el de la playa los Palos, Boca del Rio en Tacna (Fig.1). Sin embargo, en estas zonas, de amplia acción antrópica (por las diversas actividades humanas), es un poco difícil de contar con afloramientos o cortes (calicatas) que permitan observar el registro de paleotsunamis, y efectos de paleosismicidad.

El presente estudio es un avance de una mayor investigación que se viene realizando en la zona de La Yarada, (extremo sur de Tacna), a fin de construir escenarios de riesgo costero, teniendo en cuenta que los tsunamis son cíclicos.

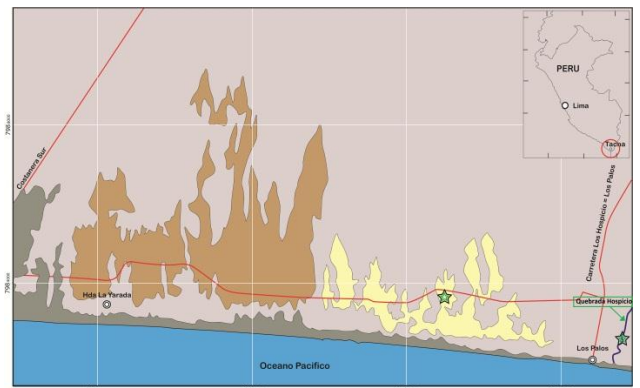


Figura.1.- Mapa de ubicación de la zona de estudios, entre la playa Los Palos, Boca del Río (estrella), indicando registros de paleotsunamis.

### 2. Contexto Geológico

Geológicamente, el departamento de Tacna comprende terrenos que varían en edad desde el Jurásico al Cuaternario, entre los cuales se pueden reconocer depósitos volcánicos y volcano-sedimentarios de la Formación Chocolate, y areniscas y limolitas yesíferas del Grupo Moquegua. En las partes más altas de las lomas en Tacna, se pueden reconocer rocas volcánicas de la Formación Huaylillas, conglomerados y areniscas de la Formación Magollo. Conformando la planicie de La Yarada, se reconocen conglomerados y areniscas de un medio tidal de edad Plio-Cuaternario (Jaén et al., 1963, Acosta et al., 2011, Flores y Sempere 2002, Flores et al., 2004, 2005).

La línea de playa está compuesta de depósitos de arenas, y una amplia llanura de inundación conformada por terrenos de cultivo y depósitos bioclásticos. Todo este sistema es recortado por arroyuelos con depósitos fluviátiles que retrabajan materiales anteriormente depositados (Acosta et al., 2011).

La zona de playa Los Palos, se ubica en el distrito de la Yarada, a unos 38 km de la ciudad de Tacna, siendo zona agrícola beneficiada por la irrigación de aguas subterráneas (pozo). En esta zona la calidad de los afloramientos es muy pobre debido a la acción antrópica que ha removido el suelo. En ciertos lugares, esta remoción ha generado suelo de hasta un metro de profundidad. En los lechos de los ríos, algunas pequeñas lomadas o cortes poco profundos han permitido la observación de algunas estructuras sedimentarias que son atribuidas a registros de paleotsunamis y efectos de paleosismicidad.

### 3. Indicios de paleotsunami

En la zona de Los Palos, en el sector sur, se tiene un arroyuelo seco (quebrada Hospicio) que ha dejado un corte donde se puede observar una sucesión de arenas de hasta 2 metros de espesor, por debajo de la superficie actual. Aproximadamente a 80 cm se puede observar un nivel de aproximadamente 10 cm de espesor de arenas removidas con laminación ondulada, rizaduras de corriente y de base erosiva, y con presencia de restos de plantas hojarasca y tallos, los cuales cubren un nivel de paleosuelo (Fig. 2a). Este nivel a su vez está caracterizado por bivalvos en una clara posición de haber sido arrastrados por la corriente hacia el sector norte del área. Siguiendo las características sedimentológicas mencionadas por Prendergast (2006) y Lagos y Cisternas (2004), este nivel corresponde a un depósito de tsunami que ha dejado su registro en este lugar aproximadamente a unos 400 metros de la línea de playa actual.

En la ruta de Playa Los Palos - Boca del Rio (Fig. 2b) se observa una serie de lomas suaves de aproximadamente tres metros de altitud que son recortados por la autopista que une los poblados antes mencionados. Aquí se observa una gruesa acumulación de bioclastos que yacen sobre una acumulación de otros clastos de arcillas y limolitas de hasta 0.5 m. Estos clastos (rip-up clasts) están englobados en una matriz de arenas grises oscuras y fragmentos bioclásticos con ocasionales clastos redondeados y aplanados de hasta 2 cm de diámetro. Este nivel de aproximadamente 20 cm yace de manera erosional sobre otro nivel de arenas gris claro a oscura, material que evidentemente trata de un nivel de tsunami. Depósitos similares son mencionados por Atwater et al. (2013) para el tsunami de 1960 que afectó una planicie de cordones litorales cerca de Maullín, Chile. De la misma manera también en depósitos del tsunami del 23 de Junio del 2001 en el sector de la Quinta - Camaná (Jaffe et al., 2003).

### 4. Indicios de paleosismicidad

Sobre la ruta que va desde playa Los Palos a La Yarada, en aproximadamente 4 km de afloramientos longitudinales en unas suaves lomas recortadas por la ruta mencionada, se observa la presencia de una gruesa acumulación bioclástica afectada por fracturas (Fig. 2c), con rumbo aproximado SO-NE de fuerte pendiente. Se trata de fracturas de hasta 2 metros de profundidad, las cuales son rellenadas por material bioclástico muy fragmentado y/o arcillas conformando diques clásticos. Procesos similares que involucra procesos de rupturas en el terreno han sido observados por Chung (2003) y Shyu et al. (2007) en el valle longitudinal de Taiwan para el terremoto de 1951.

### 5. Conclusiones

Existen indicadores que sugieren que en el pasado, La Yarada ha sido expuesta a sismos de gran magnitud. En los depósitos sedimentarios de la quebrada Hospicio y en la ruta de la playa Los Palos a Boca del Rio, donde yacen en las sucesiones sedimentarias del Plio-Cuaternario, se evidencia indicios de paleotsunamis.

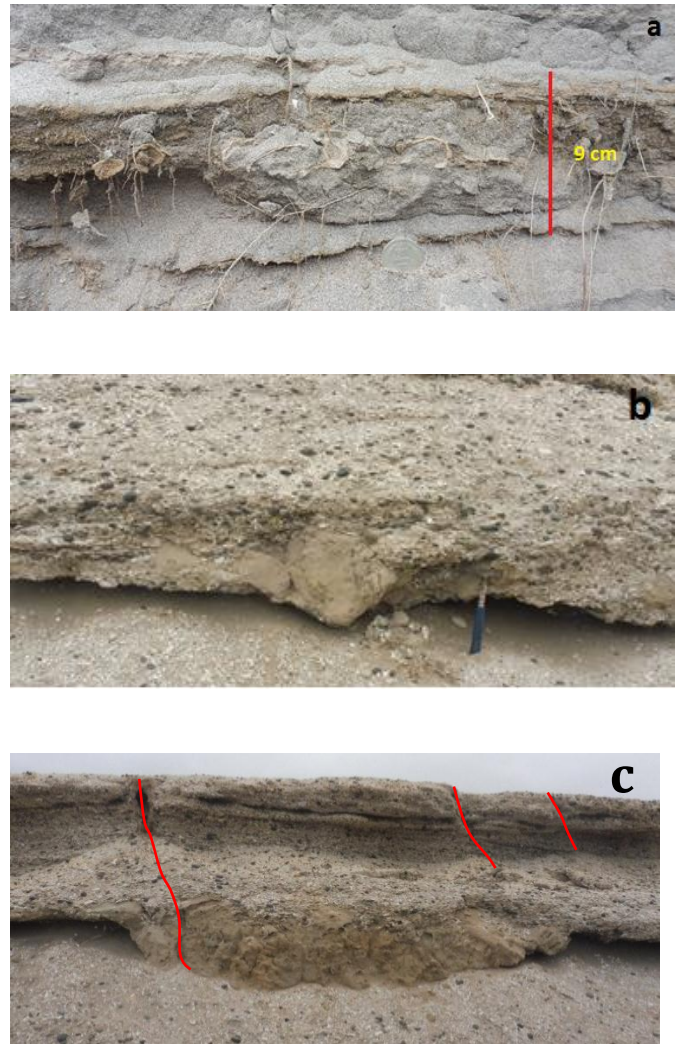
El registro del paleotsunami ocurrido en la Playa Los Palos, probablemente sea el mismo que es mencionado por Spiske et al. (2013) en la zona de Vila-Vila, por ser las características muy semejantes y que probablemente corresponde al tsunami de 1868 según mencionados autores, mientras que el paleotsunami de la ruta entre Los Palos y Boca del rio es más antigua.

La zona de estudios también exhibe evidencias de sismicidad en la ruta de la playa los Palos - Boca del Rio, donde se ha identificado un sistema de fracturas en el terreno nos evidencia al menos un evento de paleosismo en el pasado.

### Referencias

- Acosta, H.; Alván, A.; Cutipa, M.; Mamani, M.,Rodríguez, J. (2011) Geología de los cuadrángulos de La Yarada, Tacna y Huaylillas: INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 145, 108 p.
- Atwater, B., Cisternas M., Yulianto E., Prendergast A., Jankaew K., Eipert A., Ignatius W., Fernando S., Tejakusuma I., Schiappacasse I., Sawai Y. (2013) The 1960 tsunami on beach-ridge plains near Maullín, Chile: Landward descent, renewed breaches, aggraded fans, multiple predecessors. *Andean Geology* 40 (3): 393-418.
- Chung, L.-H. (2003) Surface Rupture Reevaluation of the 1951 Earthquake Sequence in the Middle Longitudinal Valley and Neotectonic Implications. M.S. thesis, National Taiwan University, Taipei, 138p. (in Chinese with English Abstract).
- Flores, A. & Sempere, T. (2002) Avances sobre la historia geológica del valle de Tacna (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 11. Lima, 2002. Trabajos científicos. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 11 p
- Flores, A.; Sempere, T; Fornari, M. (2004). Síntesis actualizada de la estratigrafía del Cenozoico en el extremo Sur del Perú. Resúmenes extendidos del XII Congreso Peruano de Geología, SGP, Public. Esp. N° 6, p. 444-447.

- Flores A., Acosta J., Bedoya C., Sempere T. (2005) Oligocene-Neogene tectonics and sedimentation in the forearc of southern Peru, Tacna area (17.5°-18.5°S) 6th International Symposium on Andean Geodynamics (Barcelona), Extended Abstracts: 269-272.
- Jaén, H.; Ortiz, G., Wilson, J.J. (1963) Geología de los cuadrángulos de La Yarada, Tacna y Huaylillas. Comisión Carta Geológica Nacional, 6, 59 p.
- Morton R., Gelfenbaum G., Jaffe B. (2007) Physical criteria for distinguishing sandy tsunami and storm deposits using modern examples. *Sedimentary Geology*, 200: 184-207.
- Lagos M., Cisternas M. (2004) Depósitos de tsunami como indicadores de riesgo: evidencias sedimentarias. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*. 49: 329-351.
- Lunina O., Gladkov A. (2015) Seismically induced clastic dikes as a potential approach for the estimation of the lower-bound magnitude/intensity of paleoearthquakes. *Engineering Geology* 195: 206-213.
- Olcese M. (2004) Peligros Geológicos Fenómeno Geodinámico: Tsunamis Estudio Del Origen Y Consecuencias Del Tsunami Del 23 De Junio Del 2001 En La Costa Sur Del Perú. Tesis Ing. UNI, 153p.
- Prendergast A. (2006) Echoes of ancient tsunamis. New research will help gauge the tsunami-hazard to Australia. *AUSGEO*, news issue 83: 1-5.
- Shyu J. B. H., Chung L.-H., Chen Y.-G., Lee J.-C., Sieh K. (2007) Re-evaluation of the surface ruptures of the November 1951 earthquake series in eastern Taiwan, and its neotectonic implications *Journal of Asian Earth Sciences* 31 317-331.
- Spiske M., Piepenbreier J., Benavente C., Kunz A., Bahlburg H., Steffahn J. (2013) Historical tsunami deposits in Peru: Sedimentology, inverse modeling and optically stimulated luminescence dating. *Quaternary International*, 305: 31-44.
- Jaffe, B., Gelfenbaum, G., Rubin, D., Peters, R., Anima, R., Swensson, M., Olcese, D. Bernales L., Gomez, J., and Riega, P. (2003) *Tsunami Deposits: Identification and Interpretation of Tsunami Deposits from the June 23, 2001 Peru Tsunami*, Proceedings of the International Conference on Coastal Sediments 2003, CD-ROM Published by World Scientific Publishing Corp and East Meets West Productions, Corpus Christi, TX, USA. ISBN 981-238-422-7, 13 p.



**Figura 2** Evidencia de paleotsunami y paleosismos en la región de playa Los Palos (Tacna), a) evidencia de paleotsunami en la playa Los Palos, b) evidencia de clastos arrancados por tsunamis en la ruta entre playa Los Palos a La Yarada, c) evidencia de fracturamientos por paleosismos en la ruta entre playa Los Palos a La Yarada