

Estudio preliminar de la evolución geomorfológica del abanico aluvial de Lima (Perú) e implicancias en el análisis de amenazas asociadas al cambio climático

Sandra VILLACORTA¹, Trinidad DE TORRES², Cosme R. PÉREZ-PUIG², Miguel LLORENTE³, y Luis AYALA¹

Resumen: *ESTUDIO PRELIMINAR DE LA EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL ABANICO ALUVIAL DE LIMA (PERÚ) E IMPLICANCIAS EN EL ANÁLISIS DE AMENAZAS ASOCIADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO.* La ciudad de Lima, ubicada en la costa central de Perú, es la capital y ciudad con una mayor población, por encima de los 9 millones de habitantes. Lima se ubica en el margen de dos placas tectónicas: la de Nazca y la Sudamericana. Una gran parte de la ciudad está construida sobre los sedimentos no consolidados del abanico aluvial del río Rímac. Estas características geológicas y geomorfológicas confieren una alta amenaza por terremotos devastadores y tsunamis, que pueden acarrear una subsecuente pérdida de vidas humanas. Por tanto, es de vital importancia comprender adecuadamente el origen y la dinámica geológica del abanico aluvial de Lima, con el objetivo de permitir y asegurar el desarrollo de planes de gestión de riesgo adecuados. En tal sentido, un estudio exhaustivo se viene desarrollando para recolectar y analizar la información que podrá ser utilizada para comprender cómo se desarrollarán los eventos geo-hidrologicos futuros en el área de Lima y cómo se verán afectados por los cambios climáticos (deglaciación) o tectonismo. En este artículo se presenta una iniciativa conjunta del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en convenio con el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), para la investigación de estos fenómenos, en la búsqueda de promover en el Perú las investigaciones sobre paleo-inundaciones. Los avances realizados hasta la fecha son el análisis de la información disponible y generación de la cartografía geomorfológica preliminar, básicamente de terrazas fluviales, que han permitido dilucidar hipótesis sobre la evolución del abanico y proyectar las siguientes investigaciones. Las formas de relieve cartografiadas dan cuenta de que las condiciones de precipitación en el pasado eran mayores. La fuerte antropización del espacio (densa red vial, concentración y expansión urbana), explicaría los procesos de desbordamiento y la dinámica de los flujos.

Abstract: *PRELIMINARY STUDY OF THE GEOMORPHOLOGICAL EVOLUTION OF THE ALLUVIAL FAN OF LIMA (PERU) AND ITS IMPLICATIONS FOR HAZARDS ASSOCIATED WITH CLIMATE CHANGE.* Lima, located on the central coast of Peru, is the capital and largest city with a population of more than 9 million inhabitants. Lima is situated over the boundary of two tectonic plates: Nazca and South American plates. A large portion of the city is constructed over the unconsolidated sediments of the Rimac River alluvial fan. These geological and geomorphological features make the area a high risk zone related to devastating earthquakes and tsunamis and the subsequent possible loss of life. Therefore, it is vitally important that the origin and geological dynamics of Lima's alluvial fan are fully understood to enable and ensure the development of workable risk management plans. In this way, a significant investigation is being conducted to collect and analyse information that can be used to understand how future geo-hydrological events may take place and how these events will be affected by climate changes (deglaciation resulting in isostatic rebound and/or eustatic adjustment) or tectonism. This project is a joint initiative between the Geological, Mining and Metallurgical Institute (INGEMMET, the Peruvian Geological Survey) in partnership with the Geological Survey of Spain (IGME) and the Polytechnic University of Madrid (UPM) to investigate these phenomena and promote the research on paleo-floods on Peru. This paper presents the initial analysis of available information and the generation of preliminary geomorphological mapping, mainly of fluvial terraces, that allowed elucidation of hypotheses on the evolution of the fan and project future investigations to carry out. Geoforms show that previous rainfalls were bigger than today. The great anthropization of the area (dense road network, urban concentration and sprawl) should explain the flooding processes and flow dynamics.

¹ Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima, Perú

² Universidad Politécnica de Madrid, c/ Ríos Rosas 21, Madrid, España

³ Instituto Geológico y Minero de España, c/ Ríos Rosas 23, Madrid, España

E-mail: fbecher@exa.unrc.edu.ar - spvillacorta@gmail.com

Palabras clave: Geomorfología. Abanico aluvial. Cambio climático. Riesgos geológicos.

Key words: Geomorphology. Alluvial fan. Climate change. Geological risks.

Introducción

En la vertiente que desciende desde la cordillera de los Andes Centrales hacia la costa del Pacífico, donde se encuentra el abanico de Lima, la aridez debe haber sido la principal característica climática desde hace mucho tiempo, como consecuencia del levantamiento de los Andes y la influencia de la corriente de Humboldt (Villacorta *et al.*, 2015). La sequía permanente se pone de manifiesto en la presencia de depósitos de arenas finas, cuya removilización por acción eólica requiere condiciones extremadamente secas como las actuales (Villacorta *et al.*, 2015).

El abanico de Lima ocupa áreas pertenecientes a la región de Lima Metropolitana y a la provincia constitucional de El Callao, en la costa central de Perú.

De acuerdo con Le Roux *et al.* (2000), el continuo movimiento de la Placa de Nazca permitió la subsidencia y el inicio de una transgresión marina durante el Pleistoceno (1.7 M.a.), seguida por la deposición de conglomerados que representarían el re-trabajamiento fluvial de morrenas glaciares. El abanico aluvial de Lima no sólo documenta los cambios tectónicos sino que también registra una combinación de los procesos climáticos que afectaron la zona. El basculamiento tectónico habría causado la migración del río Rímac hacia el norte y los canales abandonados del sur fueron rellenados por limolitas y lodolitas (Aleman *et al.*, 2006).

Hoy día se interpreta mayoritariamente que los abanicos aluviales reflejan los continuos procesos de deposición a partir de pequeños conos de deyección, característicos de muchos ambientes de montaña (p.e. Saito y Oguchi, 2005), especialmente en zonas para-glaciales (Brunsdén *et al.*, 1981). De acuerdo con Le Roux *et al.* (2000), las facies del cono aluvial de Lima sugieren un depósito en un ambiente de alta energía dominado por canales entrecruzados que rápidamente cambiaban de posición.

Los objetivos de la investigación principalmente buscan determinar la génesis del abanico del río Rímac y evaluar si su formación responde a cambios climáticos, a tectonismo (subsidencia por actividad de fallas), o a una combinación de ambos procesos.

Para ello se pretende realizar una comparación del depósito de Lima (abanico del río Rímac) con los estudiados en Majes, Nazca, Chíncha y Cañete al sur de Lima. Del mismo modo se busca evaluar si algunas de las terrazas que lo conforman responderían a lluvias excepcionales como las del evento El Niño–Southern Oscillation (ENSO), que generan inundaciones y flujos de detritos. Estos eventos, registrados desde 1911, han generado importantes impactos sociales y económicos afectando incluso al PBI nacional (Miranda y Chavez, 2012).

Metodología

La metodología seguida incluye: 1) interpretación geomorfológica de fotografías aéreas a escala 1:50.000, ortofotos e imágenes de satélite. 2) Elaboración de modelos digitales al detalle. Por otro lado, los trabajos de campo se han orientado a: 1) Levantamiento de columnas estratigráficas y 2) muestreo de unidades fluviales para obtener sus dataciones geocronológicas absolutas, 3) identificación *in situ* de las áreas de desborde analizando direcciones y características de los *debrisflows*. El levantamiento de columnas estratigráficas además de su utilidad en el registro litológico permite inferir los procesos que dieron lugar a los depósitos del paleo-Rímac

expuestos en los Acantilados de la Costa Verde, denominada así por la presencia de vegetación asociada a filtraciones de agua dulce.

Los datos de geometría, disposición y orientación de los conos coalescentes se han obtenido de los mapas topográficos a escala 1:25,000 y 1:5,000 con curvas de nivel de cinco metros de equidistancia publicados por el Instituto Geográfico Nacional de Perú.

Caracterización del abanico aluvial de Lima

El río Rímac nace en la Cordillera Occidental de los andes peruanos y sus cabeceras se encuentran en las cumbres más altas de la sierra de la región de Lima (aproximadamente 5,000 m.s.n.m.), a la cual atraviesa y después de recorrer unos 160 km desemboca en el Océano Pacífico. La gran disponibilidad del sedimentos sueltos en las partes altas de su cuenca han generado un abanico aluvial que abarca un área de 200 km² caracterizado por la presencia de paleo-cauces abandonados y con una típica forma triangular. Su ápice se encuentra en las primeras estribaciones andinas de la Cordillera Occidental en la localidad de Ate (figura 1). La zona distal está erosionada dando lugar al acantilado con un ancho de aprox. 21 km a lo largo de toda la Costa Verde.

Geológica y geomorfológica

La variación granulométrica de los diferentes niveles que componen el abanico aluvial de Lima reflejaría las fluctuaciones del caudal del flujo portante, el cual estaría en relación con las oscilaciones de las dimensiones de los glaciares de la cordillera de los Andes centrales (Villacorta *et al.*, 2015).

Entre los distritos de La Victoria y El Agustino, el abanico de Lima está interrumpido por relieves sedimentarios erosionados como los cerros San Cosme, El Pino y La Atarjea, que conforman su parte más proximal (figura 2). El material del abanico fosiliza además cuerpos de



Figura 1. Imagen en Google Earth con la zona de estudio. Figure 1. Google Earth image with the study area.

granodiorita y diorita del Batolito de la Costa con edades entre 84 y 102 M.a. (Pitcher, 1977).

La mayor parte del área evaluada corresponde a depósitos de glaci y abanicos coalescentes, que alcanzan centenares de metros de espesor (600 m en su parte más profunda según Arce, 1984), coincidiendo con el cauce y la desembocadura del río Rímac.

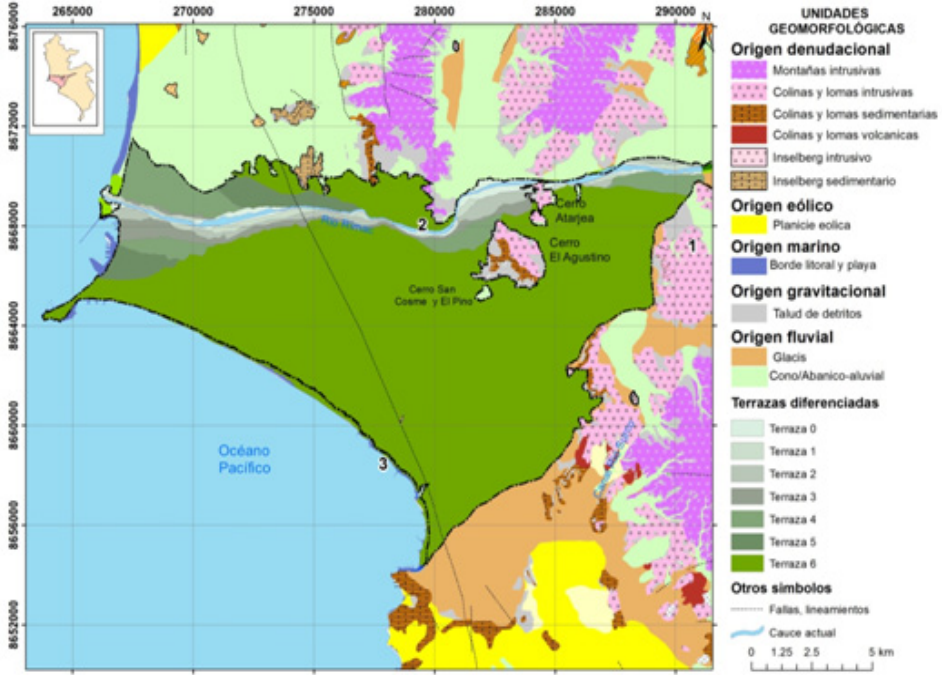


Figura 2. Geoformas identificadas en el área de estudio. Figure 2. Identified geomorphs in the study area.

Génesis y características

Cobbing (1982) infiere que la zona central donde se encuentra el abanico de Lima se formó gracias al hundimiento de bloques fallados, no obstante, no se han encontrado evidencias suficientes para confirmar esta hipótesis, sólo la aparente deformación de los materiales arcillosos observados en la columna estratigráfica levantada en el área del Club Regatas (Chorrillos) que darían cuenta de la sismicidad que afectó a los depósitos (figura 3) y podría indicar que durante la sedimentación existía una subsidencia continua de los materiales. Esto concuerda con lo señalado por Jacay (2013) sobre las figuras de carga que dan evidencia de paleosismicidad en el área de Lima.

De otro lado, por las formas de relieve encontradas, el área que ocupa el cono de deyección del río Rímac se habría formado cuando las condiciones climáticas eran de clima semiárido y podría corresponder al final de un periodo de glaciación.

El registro sedimentario de la sección transversal expuesta en el acantilado ayuda a interpretar el desarrollo y evolución del depósito que conforma el abanico de Lima, el cual se compone básicamente por facies de flujos aluviales, tales como paleocauces, arroyadas en mantos y travertinos (figura 3).



Figura 3. Secuencia observada en el club Regatas (Chorrillos). Hacia la derecha de la columna expuesta se observa cierta deformación del paquete sedimentario, la cual podría deberse a sismicidad. **Figure 3.** Sequence observed in the Regatas Club (Chorrillos). To the right of the exposed stratigraphical column some deformation of the sedimentary column is observed, which could be due to seismic activity.

Secuencia sedimentaria

La figura 4 muestra la parte basal del abanico consistente de areniscas, limolitas y lodolitas (argilitas). La caída relativa del nivel del mar entre 1.3 - 0.62 M.a. permitió el depósito de conglomerados granosportados heterométricos y polimícticos. De acuerdo con Giles *et al.* (2002), los ciclos menores de manera general presentan secuencias estrato-decrecientes con dominio de facies conglomeráticas que, a su vez se agrupan en secuencias grano-crecientes, típicas de la progradación de abanicos aluviales. Los conglomerados presentan bases erosivas y gradan a areniscas, limolitas y lodolitas según ciclos estrato- y grano-decrecientes. Estos ciclos quedan interrumpidos por horizontes de caliche que representan episodios de no depósito. Las areniscas a menudo rellenan paleocanales y cuerpos lenticulares con estratificación cruzada. Algunos conglomerados están imbricados y no hay ninguna correlación entre tamaño de clastos y el espesor de las capas por lo que se les asocia a flujos de detritos interestratificados con conglomerados (Alemán *et al.*, 2006).

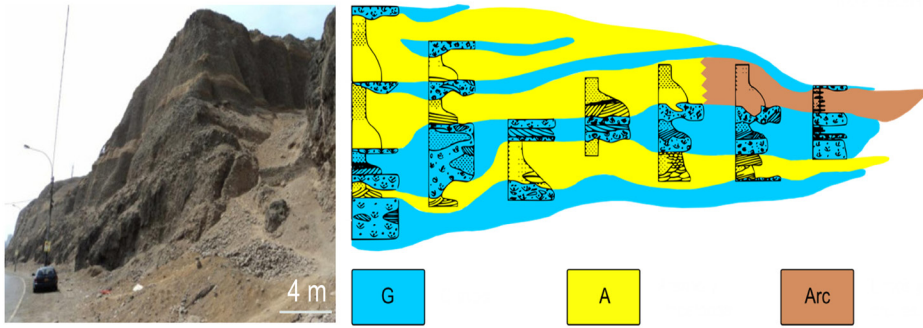


Figura 4. Sedimentos estratificados de la Costa Verde, Lima. G: Gravas, A: arenas y Arc: Limos y arcillas. (Ayala, 2012). En la secuencia se identifican barras arenosas, paleocauces y travertinos en la base. Vista en la Bajada de Armendáriz
Figure 4. Layered sediments of alluvial fan in the Costa Verde (Lima). G: gravel, A: sand and Arc: silts and clays. (Ayala, 2012). This sequence shows sandbars and palaeo-channels, with travertine to the base. View at the Bajada Armendáriz (Miraflores).

Edad del abanico

La primera referencia a la edad del abanico es la de Lissón (1907), quien habría descubierto en el techo del abanico de Lima un molar de *Equus curvidens* de edad pleistocena, sin embargo, se ha verificado que la ubicación exacta del fósil molar corresponde a la cuenca del río Mantaro por lo que no se puede asociar al abanico de este estudio. Según Le Roux *et al.* (2000), el depósito estaría influenciado por el levantamiento asociado a la subsidencia de la Dorsal de Nazca durante el Mioceno tardío-Plioceno (5.3 M.a.) que ha sido interpretado como la causa de la incisión profunda del río Rímac; sin embargo es posible que sea más joven y represente el último pulso del levantamiento Andino (Teves, 1975; Aleman *et al.*, 2006). Para discutir acerca de este punto, se tienen nuevas evidencias de que los depósitos en la Costa Verde habrían sido influenciados por la acción marina. La presencia de estructuras sedimentarias a modo de lentes de arenas en la columna estratigráfica levantada en el área de la Bajada de Armendáriz (Barranco, figura 5) indica que durante la sedimentación existió influencia marina, teniéndose una zona de desembocadura con influencia de procesos fluviales y marinos. Podría tratarse de un breve episodio de transgresión marina, que se debería datar para correlacionar dicho evento con las oscilaciones climáticas.

Análisis preliminar del paleoclima

El clima actual del desierto costero de Lima es hiperárido pero la humedad relativa es elevada. En el área estudiada se observa la asociación de procesos morfogenéticos con mayor capacidad erosiva, lo que sugiere que los relieves actuales pueden reflejar que el modelado durante las últimas dos o tres decenas de miles de años y, por tanto, estaría indicando que las condiciones climáticas semiáridas debieron ser predominantes a lo largo de ese periodo (Villacorta *et al.*, 2015). Según Baker (1977), los ambientes áridos tienden a ser fluvialmente más activos que las regiones húmedas, y se ha demostrado un aumento de dicha actividad en los abanicos, como resultado de aridez climática (Harvey y Wells, 1994), es decir, se produce un incremento en el aporte de sedimentos a los flujos de detritos después de un cambio climático desde muy seco a muy húmedo (p.e. Al-Farraj, 1996).



Figura 5. Lentes de arena de alta energía con estratificación paralela observados en la bajada Armendáriz (límite Miraflores-Barranco). **Figure 5.** Sand lenses with high energy parallel stratification observed in the Bajada Armendáriz (limit Miraflores-Barranco).

En la actualidad, la frecuencia de las lluvias de aproximadamente 30 a 50 años (Capel, 1999) y su intensidad no permiten el desarrollo de una cubierta vegetal ni un funcionamiento importante en los conos de deyección en la costa peruana. Sin embargo, el ambiente muy húmedo de neblina según Craig (1968) favorece en las lomas una condensación que permite vivir a la vegetación.

Amenazas asociadas al cambio climático

Según el IPCC (2007), las amenazas derivadas del cambio climático incrementarían la frecuencia, intensidad, duración y cambio estacional de ocurrencia de procesos climáticos extremos y los eventos asociados: inundaciones, deslizamientos y los fenómenos El Niño y La Niña (ENSO), así como la llegada de un nuevo fenómeno: El Dana, con vientos cálidos calientes provenientes del Atlántico, que cruzan la cordillera (cada vez con glaciares más reducidos) incrementando las precipitaciones. Este último evento habría sido el causante del desastre ocurrido en el verano del 2012 en Chosica (Lima) e indicaría que, a pesar de que los eventos de ENSO de 1997-98 y 1982-83 desencadenaron procesos de inundación, erosión fluvial y flujos

de detritos, los mismos también podrían producirse en épocas “normales”. Las áreas susceptibles a inundaciones en Lima Metropolitana se han identificado desde el punto de vista geomorfológico y en base al inventario de eventos (Villacorta *et al.*, 2015). Ejemplos destacables de procesos desencadenados por lluvias excepcionales en Lima son las inundaciones en la cuenca baja del río Rímac del año 1970, en que la duración de la lluvia fue de 5 horas y produjo incluso cataratas en la quebrada de Armendáriz en Barranco (Calvo, 2012); en 1982-1983 las lluvias que afectaron al sector de Carmen de la Legua, o las inundaciones producidas en febrero de 1998 de la quebrada Huaycoloro que afectaron al centro de Lima, así como los flujos de detritos en Chosica del 2012 y de marzo del 2015.

Discusiones

Sobre la edad del abanico, aunque no existen dataciones que permitan conocer las edades de los niveles que pueden diferenciarse en los acantilados de la Costa Verde, las evidencias geomorfológicas de la sierra indican que las montañas y el Altiplano peruano estuvieron cubiertos por capas de hielo durante el Pleistoceno final. Por lo tanto, el deshielo debe haber alimentado cursos fluviales durante periodos prolongados.

A pesar de que el contexto regional parece idóneo para los ciclos de aluvionamiento y encajamiento que construyen en otros dominios morfoclimáticos, amplias llanuras aluviales; en la región de Lima Metropolitana, apenas se han diferenciado 6 niveles de terrazas (figura 2) cuyo desarrollo está limitado a un estrecho borde entorno al río Rímac. La mayor parte del piedemonte de las estribaciones andinas está ocupado por el abanico de Lima y glacia. Los resultados de las dataciones de las terrazas aluviales identificadas (figura 2) sería un importante registro que evidenciaría la recurrencia de los procesos de inundación en el valle. Sin embargo, es importante considerar que cuando se realizó el trabajo de campo para este estudio (2014-2015), ya no se encontraron registros geológicos importantes de los procesos de inundación, debido a la ocupación antrópica del valle del río Rímac que removió dichos depósitos (figura 6) y también porque ahora el proceso más conspicuo es el erosivo.



Figura 6. Viviendas en estado crítico construidas sobre terrazas del río Rímac a la altura de Huachipa (Chosica-Ate).
Figure 6. Housing in critical condition built on alluvial terraces of the Rímac river at Huachipa (Chosica-Ate).

Conclusiones

El abanico del río Rímac es de mucho interés para desarrollar una caracterización adecuada de un abanico en un clima hiperárido en Suramérica.

El deshielo y el desplazamiento de lenguas glaciares hacia altitudes superiores durante estadios cálidos habrían dado como resultado el depósito de gravas gruesas a manera de abanicos aluviales coalescentes en el área de Lima Metropolitana.

Se tienen nuevas evidencias de que los depósitos en la Costa Verde habrían sido en su mayoría aluviales con influencia de procesos marinos. Podría tratarse de un breve episodio de transgresión marina, que se debería datar para correlacionar dicho evento con las oscilaciones climáticas.

Agradecimientos

Esta investigación es financiada por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico y la Universidad Politécnica de Madrid. Los autores agradecen al Dr. José Macharé del Instituto Geofísico del Perú por sus observaciones que enriquecieron el documento, así como al ing. Carlos Benavente de INGEMMET por su desinteresada asistencia en los trabajos de campo asociados.

Referencias

- Arce, J. 1984. Estructura geoelectrica del subsuelo Rímac-Chillón. En: Sociedad Geológica del Perú, Volumen jubilar LX Aniversario, homenaje al Dr. Georg Petersen G. Lima: *Sociedad Geológica del Perú*, fasc.1, 12 p.
- Ayala, L. 2012. Presentación en Power Point, Miércoles Geológicos. *Sociedad Geológica del Perú*. Agosto, 2012.
- Aleman, A.; Benavides, V. & León, W. 2006. Estratigrafía, sedimentología y evolución tectónica del área de Lima. Lima. *Sociedad Geológica del Perú*. Guía de campo N°11 (Segunda Edición), pp. 10–14, 46–56, 90–91.
- Al-Farraj, A. 1996. Late Pleistocene geomorphology in Wadi Al-Bih, northern U.A.E. and Oman: with special emphasis on wadi terraces and alluvial fans. Ph.D. Thesis, *University of Liverpool*.
- Baker, V. 1977. Stream channel response to floods, with examples from central Texas. *Bulletin of the Geological Society of America*, 88: 1057-1071.
- Brunsdon, O.; Jones, D.K.J.; Martin, R.P. y Doornkamp, J.C. 1981. The geomorphological character of part of the Low Himalaya of Eastern Nepal. *Zeitschrift für Geomorphology*. Supplememband, 37: 25-72.
- Calvo, E. 2012. Presentación del Proyecto LiWa. Alemania. Presentación en Power Point. Lima, *Universidad de Stuttgart*. Mes, 2012. 27 p.
- Capel, J. 1999. Lima, un clima de desierto litoral. *Anales de geografía de la Universidad Complutense de Madrid*. Madrid. Vol. 19: 25-45.
- Cobbing, E. 1982. *The segmented Coastal Batbolith of Peru*; its relationship to volcanocity and metallogenesis: *Earth Sci. Rev.*, 18: 241-251.
- Craig, A. 1968. Marine desert ecology. Office of Naval Research. *Geography branch*. 213 p.
- Giles, B.; Moroco, R. & Jacay, J. 2002. Depósitos de ríos trenzados conglomerádicos del abanico aluvial del río Rímac. *9o. Congreso Peruano de Geología*. Resúmenes. P. 25.
- Harvey, A. y Wells, S. 1994. Late Pleistocene and Holocene changes in hillslope sediment supply to alluvial fan systems: Zzyzx, California. In: Millington, A.C. y Pye, K. (Eds) *Environmental Change in Drylands: Biogeographical and Geomorphological Perspectives*. Wiley, Chichester: 67-84.
- IPCC, 2007. *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In: R.K. Pachauri and A. Reisinger (Eds.), Geneva, Switzerland, 104 p.
- Jacay, J. 2013. Evidencias de paleosismicidad en la región de Lima (costa del Perú central). *Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 16: N° 32.

- Le Roux, J.; Tavares Correa, C. y Alayzac, F. 2000. Sedimentology of the Rímac-Chillón alluvial fan at Lima, Peru, as related to Plio-Pleistocene sea-level changes, glacial cycles and tectonics. *Journal of South American Earth Sciences*, 13: 499-510.
- Lisson, C. 1907. *Geología de Lima y sus alrededores*. Imprenta Gil. Lima - Perú.
- Miranda, L. y Chávez, S. 2012. *Perfil y escenarios climáticos de Lima Metropolitana*. Actualidad Gubernamental, N° 50.
- Pitcher, W. 1977. *The Anatomy of a batholith*. *Journal of the Geol. Soc. Of London*. Vol. 135. Part 2: 157-182.
- Saito, K. & Oguchi, T. 2005. Slope of alluvial fans in humid regions of Japan, Taiwan and the Philippines. *Geomorphology*, 70: 147-162.
- Steffen, D.; Schlunegger, F. & Preusser, F. 2010. Late Pleistocene fans and terraces in the Majes Valley, southern Peru and their relation to climatic variations. *Int. J. Earth Sci (Geol Rundsch)* 99: 1975-1989.
- Teves, N. 1975. Aspectos sedimentarios y estructurales del sector costanero frente a la dorsal de Nazca. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*. Tomo 50: 87-98.
- Villacorta, S., Nuñez, S., Tatar, L., Pari, W., & Fidel, L. 2015. Peligros Geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao (Lima-Perú). (Boletín No. 59). Lima: *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú*.

Recibido: 18 de Agosto del 2015

Aceptado: 21 de Octubre del 2015