

# Caracterización y análisis de los huaycos del 5 de abril del 2012 Chosica- Lima

Characterization and analysis of mud flow april 5, 2012 chosica-lima

Enrique Guadalupe G.\* y Norma Carrillo H.\*\*

RECIBIDO: 11/05/2012 - APROBADO: 04/06/2012

## RESUMEN

Los flujos de barro y lodo conocidos en la costa peruana como huaycos son fenómenos geológicos recurrentes, especialmente en la zona de Chosica. La formación del huayco se inicia con la meteorización física, química y biológica, junto al fracturamiento y fallamiento de rocas del Batolito Andino, donde por largos periodos de tiempo las rocas se deterioran exfoliándose, disgregándose, formando también rocas por disyunción esferoidal; es decir, rocas de gran diámetro subredondeadas a subangulosas, llegando hasta tamaños de arena y arcillas. Posteriormente, a partir de ésta, por erosión y transporte, debido a lluvias intensas y cortas en la cuenca, hacen que se formen los flujos de barro denominado huaycos que bajan impetuosamente tanto por las quebradas principales, secundarias y cárcavas laterales al cauce principal, y estas según su competencia y su comportamiento geodinámico, ya sea por erosión o depósito (enterramiento) destruyen las diversas edificaciones y servicios de los pueblos.

Finalmente, se caracteriza y analiza la mayoría de los huaycos ocurridos en la margen izquierda del río Rímac, conformada por las quebradas La Cantuta, Santo Domingo, Mariscal Castilla, La Ronda, California y los huaycos ocurridos en la margen derecha, conformada por las quebradas Quirio, Pedregal, Libertad, Carossio y Corrales.

**Palabras clave:** Huaycos en Chosica, Desastres Naturales, Río Rímac.

## ABSTRACT

The clay and mud flows known as huaycos in the Peruvian coast are recurrent geological phenomena, especially in the area of Chosica. The mud flow formation begins with the weathering physical, chemical and biological, together with fracturing and faulting of rocks of Andean Batholith, where for long periods of time rocks deteriorate, exfoliating, disintegrating, also forming rocks by spheroidal disjunction; ergo, subrounded large diameter rocks to subangular reaching sizes of sand and clay. Subsequently, then from these, by erosion and transport, due to heavy rains and short in the basin, make forming called huayco that down furiously both main streams, secondary and side gullies into the mainstream, and these according to their competence and geodynamic behavior, either by erosion or deposition (burial) destroy several buildings and peoples services.

Finally characterized and analyzed most of the huaycos occurred on the left side of the Rímac river comprised by the streams La Cantuta, Santo Domingo, Mariscal Castilla, La Ronda, California and huaycos located on the right side comprised by the streams Quirio, Pedregal, Libertad, Carossio, and Corrales.

**Keywords:** Mud flow in Chosica, Natural Disasters, Rímac River.

\* Departamento de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos ; Sección Minas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. E-mail: eguadalupeg@unmsm.edu.pe

\*\* Departamento de Administración de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.

## I. MARCO TEORICO

### I.1 HUAYCOS

Es un fenómeno geológico de drenaje natural, de lluvias cortas y torrenciales, que producen una erosión, transporte y depósitos rápidos y violentos de materiales detríticos inconsolidados, en una cuenca pequeña y con pendiente pronunciada. Físicamente es un fluido de agua y lodo que se lanza repentinamente cuesta abajo como una masa acuosa y lodosa, con diferentes grados de densidad, que se lleva una carga pesada compuesta por bloques de rocas que destruye violentamente lo que encuentra a su paso. El huayco típico es el que ocurre en zonas desérticas y semidesérticas (Martínez 1999).

La palabra huayco es una terminología peruana, que en quechua significa quebrada, adoptan diferentes nombres, mudflow, debris flow, flujos de lodo, flujos de barro como torrenteras, y otros.

Los daños que causa un huayco están en relación directa con el lugar donde se producen, en zonas densamente pobladas y ubicadas en zonas de huaycos, causan grandes daños a las viviendas, red telefónica, eléctrica, de agua y desagüe, medios de transporte y comunicaciones como puentes, carreteras, vías ferroviarias; bloqueando las ciudades de provisiones y necesidades elementales y generando grandes pérdidas económicas al país.

### I.2 PARTES DE UN HUAYCO

El huayco tiene 3 partes principales:

**Cuenca de recepción:** Es el área más extensa del huayco, se emplaza en la parte alta, se caracteriza por tener pendientes empinadas, está compuesto de varias cárcavas o pequeñas quebradas, pero como estas se ubican en la parte alta y empinada no hay construcciones, por lo que generalmente no se generan daños.

**Canal:** Las cárcavas y pequeñas quebradas de la cuenca de recepción se unen aguas abajo y se inicia el canal, que se caracteriza por tener pendiente menos empinada por donde discurre el flujo del huayco, el canal generalmente baja en forma serpenteante, sus paredes laterales son casi verticales, en muchos casos la población invade el canal o construye sus casas cerca a él y en crecidas extraordinarias las construcciones son arrasadas.

**Conoide de deyección:** Llamado también abanico del huayco, por su forma, esta zona es la parte final del huayco, donde deposita sus sedimentos heterométricos y tiene poca pendiente ocupando grandes áreas, por lo tanto, allí es donde se concentran las diversas edificaciones, casas, carreteras, colegios, entidades

públicas y privadas, que con la avenida del huayco pueden ser destruidas o enterradas.

### I.3 FORMACION DE UN HUAYCO

La formación de un huayco se inicia con la meteorización física, química y biológica de las rocas y sedimentos de la cuenca del huayco; todo ello produce fragmentación de las rocas que terminan en desmenuzamiento, exfoliación y disyunción esferoidal, este último es el más importante porque de acuerdo a las familias de diaclasamiento va a permitir formar bloques redondeados, subredondeados y angulosos de distintos tamaños, que al ser transportados son gravitantes y le dan gran poder destructivo a los huaycos (Figuras 1, 2 y 3).



Figura N.º 1: Notese el diaclasamiento y al extremo superior derecho, roca con disyunción esferoidal lista para caer al canal del huayco (quebrada Carossio)



Figura N.º 2: fragmentos subredondeados y material heterométrico listo para caer y ser transportado por el huayco (quebrada Pedregal).

Para que se forme un huayco es necesario, que se produzca una lluvia copiosa y corta sobre una cuenca pequeña con pendiente, donde en sus laderas como en su fondo, exista material detrítico susceptible de ser arrastrado por las aguas que corren hacia niveles bajos.



**Figura N.º 3:** Las rocas subredondeadas y subangulosas producto de la disyunción esferoidal, que han sido transportadas por el huayco y han destruido las viviendas (Mariscal Castilla).

Cuando se inicia la lluvia, las primeras aguas empanan las laderas y el fondo de la cuenca, a la vez comienzan a llenarse de agua ciertas pequeñas depresiones de poca área y profundidad que se encuentran en las partes llanas del fondo de la quebrada; a veces hay obstrucción del canal con bloques grandes de rocas formando pequeñas represas en diferentes puntos (Martínez, 1999).

A medida que arrecia la precipitación, el agua penetra cada vez más profundamente en el terreno y las depresiones se van colmatando y saturándose de agua tanto en las laderas como en el cauce, luego las aguas de escorrentía comienzan a fluir cuesta abajo de las laderas de roca desnuda, la mayor parte de ellas se dirigen hacia las cárcavas y al fondo de las quebradas, comenzando a remover el material de acuerdo a su competencia, desde bloques grandes de roca hasta arcillas. La consecuencia inmediata de esto es que se forma un frente de aguas lodosas que desciende con velocidad y lleva bloques que comienzan a rodar y se golpean entre ellos, esta masa turbulenta y ruidosa aunada a la vibración provoca en parte la caída de material de los bordes del canal, conjuntamente con el socavamiento erosivo; lo que añade mayor carga y fuerza destructora a este fluido impetuoso, que finalmente deja su carga en el cono de deyección. Por el principio de Arquímedes sabemos que todo cuerpo sumergido dentro de otro pierde parte de su peso, cuanto más denso sea el fluido, el huayco adquiere la capacidad de arrastrar bloques gigantes que arrasan con todo lo que encuentran a su paso, destruyendo las diversas edificaciones o enterrándolas.

#### **1.4 ASPECTOS DESTRUCTIVOS DE LOS HUAYCOS EN LAS OBRAS CIVILES**

Los huaycos se comportan de diferentes maneras, de acuerdo a las siguientes características:

Tamaño de la cuenca, cantidad de lluvias en la cuenca, geomorfología y pendientes del área, tamaño, forma y cantidad de los bloques de roca y sedimentos en la cuenca, petrografía de los bloques de roca.

Los aspectos destructivos se dan principalmente de dos maneras:

**Destrucción por erosión:** Esta forma de destrucción se realiza por erosión lateral, frontal y de fondo, principalmente la destrucción es por erosión lateral en el canal o el conoide de deyección del huayco, pues allí se construyen diversas edificaciones y cuando el huayco retoma su habitual recorrido o recobra sus antiguos causes y erosiona lateralmente, destruyendo las diversas obras civiles de acuerdo a la competencia del huayco. La erosión frontal se da cuando el huayco por la velocidad y la cantidad y tamaño de las rocas choca con las edificaciones; entonces, si el huayco no tiene competencia para romper las paredes de las casas se desvía y si tiene la competencia necesaria rompe las edificaciones arrasándola a veces totalmente. La erosión de fondo es cuando el huayco socava el fondo y puede incluso destruir las edificaciones desde los cimientos. Finalmente, diremos que los diversos tipos de erosión se combinan.

**Destrucción por enterramiento:** Este tipo de destrucción se realiza principalmente en el conoide de deyección, allí los huaycos depositan su carga, como es natural si esta carga encuentra edificaciones las entierra causando siempre destrozos e inundando con rocas y barro las calles y avenidas aledañas.

## **II. ANTECEDENTES**

### **2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS HUAYCOS EN EL VALLE DEL RIMAC**

Río Seco, Matucana (1903), Matucana, Payhua (1963), Santa Eulalia (1965), Huariquina-Matucana (1967), Pueblos Jóvenes alrededor de Lima (1970), Callahuanca - Santa Eulalia (1978), Torna Mesa (1981), Pedregal (1987) uno de los más catastróficos, Huaycoloro (1996), Quirio - Pedregal (1998), Santo Domingo - La Cantuta (1998), Huaycoloro, Huaycán, Comas (2002).

### **2.2 ANTECEDENTES EN EL ÁREA DE CHOSICA**

En el área de Chosica y Chaclacayo, el fenómeno de los huaycos violentos tienen larga data, se tiene referencias que ocurrieron en los años 1909, 1915, 1925, 1926, 1936, 1939, 1950, 1952, 1954, 1955, 1959, 1967, 1972, 1976, 1983, 1985, 1987, de todos ellos los más catastróficos fueron los del año 1925-1926 que conjuntamente con la ocurrencia del Fenómeno del Niño, causó daños, afectando incluso la central

hidroeléctrica de Huampaní (O'Connor, 1988) y el otro catastrófico fue el del año 1987.

**Breve recuento del huayco de 1987:** El día lunes 9 de marzo de 1987, entre las 4:00 y 7:30 p.m., se produjeron huaycos en algunas cuencas torrenciales del distrito de Lurigancho-Chosica, ubicado en la periferia oriental de la aglomeración de Lima. Los huaycos fueron causados por precipitaciones excepcionales, afectando tanto a personas como infraestructuras; los daños materiales fueron valorizados en 12,5 millones de dólares. Las quebradas que se activaron fueron: Quirio, Pedregal y Corrales, especialmente en los conos de deyección que estaban densamente poblados.

Las causas de los huaycos ocurridos el 9 de marzo de 1987 fueron principalmente naturales, relacionadas con precipitaciones pluviales intensas, la forma y pendiente de la cuenca y el material de las vertientes. Sin embargo, la gravedad de los daños es el resultado de una urbanización que, durante años, se desarrolló ignorando los peligros y sin ningún criterio de planificación urbana (Figuras 4, 5 y 6).

Veinte asentamientos humanos fueron afectados, siendo los más destruidos los de la quebrada Pedregal. Hubo más de 100 muertos y un total de 1052 viviendas dañadas, 521 con pérdida estructural y 531 anegadas, quedando 3000 personas sin vivienda (Abad, 2009). Algunos elementos afectados tienen importancia no solo a nivel local, sino también a nivel metropolitano. Estos elementos son: La Carretera Central, la bocatoma de la planta de tratamiento de agua potable La Atarjea y las centrales hidroeléctricas, principalmente la de Huampaní.

La Carretera Central, la principal vía que conecta Lima con el interior del país, quedó inutilizable en un tramo de 2500 metros. Esto provocó desabastecimiento y aumento del precio de los alimentos en Lima y en El Callao, pues la Carretera Central constituye la vía principal de abastecimiento de alimentos para la capital. El tránsito fue interrumpido por 24 horas afectando a 600 camiones (PREDES, 1987).

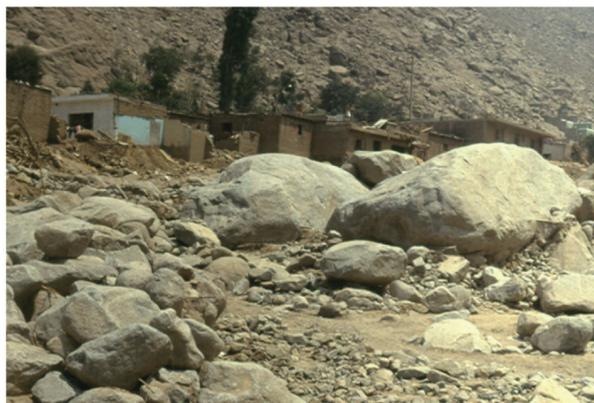


Figura Nº 4: Huayco quebrada Pedregal – Chosica 1987.

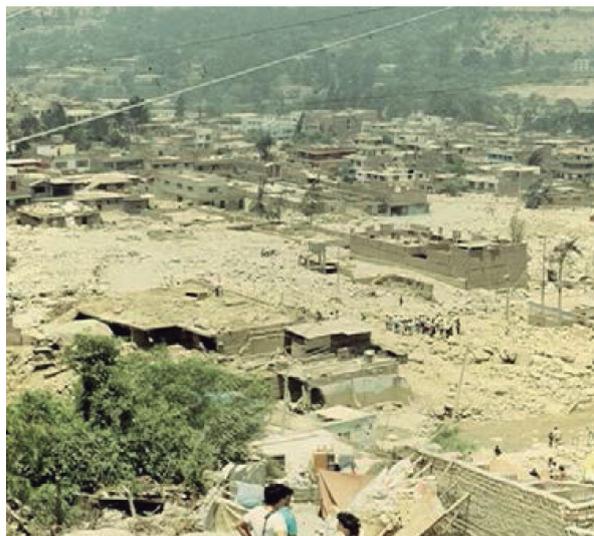


Figura Nº 5: Casas ubicadas en el conoide de deyección. Note se que en las zonas pedregosas había muchas casas que fueron destruidas por el huayco. (quebrada Pedregal 1987).



Figura Nº 6: Destrucción de casas de material noble (quebrada Pedregal 1987).

### III. GEOLOGÍA GENERAL

En el área de estudio tenemos aflorando rocas intrusivas del batolito de la costa (Palacios et al, 1992), que detallamos a continuación:

**Súper Unidad Patap:** Regionalmente estas rocas son las más antiguas en edad, probablemente se emplazaron hace 84-102 millones de años atrás (Pitcher 1985)

La composición petrográfica es de gabros y gabrodioritas cuyas texturas varían de grano medio a grueso, conteniendo plagioclasas en un 30% y ferromagnesianos en un 60%, estos últimos formados por los minerales hornblenda y biotitas. El color de la roca es negruzco y tiene un brillo vítreo. Estas rocas afloran al final de la quebrada Cantuta y zonas aledañas.

**Súper Unidad Santa Rosa:** Esta unidad es la que aflora en la mayor parte de los cerros y quebradas de Chosica y está dividida en dos subunidades:

Tonalita - Dioritas (Santa Rosa Oscuro).- Se encuentra aflorando en gran parte de los cerros de La Cantuta, las rocas presentan un color gris oscuro, de grano medio a grueso, destacándose la plagioclasa blanca de los minerales oscuros.

Tonalita - Granodioritas (Santa Rosa Claro).- Se caracteriza por su marcada coloración gris clara de grano medio, se observan minerales de plagioclasas, cuarzo, biotita y hornblenda.

**Depósitos Cuaternarios:** Bajo esta denominación se pueden incluir a los depósitos de terrazas del río Rímac, los depósitos de huayco que se encuentran en las quebradas y los depósitos coluviales (depósitos formados por gravedad) que se encuentran al pie de algunos cerros. El área ocupada por la mayoría de los asentamientos humanos, son depósitos de huayco que se formaron por disgregación de la Súper Unidad Santa Rosa.

### IV. GEOMORFOLOGÍA

Según la Carta Geológica Nacional, el área de estudio corresponde a la geofoma regional denominada Estratificaciones Andinas Occidentales, cuya característica corresponde a las laderas y crestas marginales de la cordillera andina, de topografía abrupta, formada por plutones y stocks del batolito costanero, que ha sido disectado por el río Rímac y las quebradas tributarias a él.

La geomorfología local está constituida por tres geoformas, que se detallan:

**Flanco Occidental de los Andes:** Esta unidad regional se caracteriza por tener su pendiente hacia el oeste, con presencia de montañas de topografía abrupta, cuencas y subcuencas que drenan hacia el oeste, con patrón de drenaje dendrítico o arborescente,

con pendientes de 60° a 80°, las cumbres pueden alcanzar hasta 2330 m.s.n.m. en las alturas de la quebrada La Ronda, y 1752 en las alturas de la quebrada California conteniendo mayormente rocas granodioríticas. Esta unidad está bisectada por el río Rímac y sus tributarios.

**Valle del río Rímac:** Esta unidad, valle del río Rímac y tiene una longitud de 140 Km., con rumbo promedio de N 75° E. En el entorno del área urbana de Chosica, el valle es asimétrico, el flanco de la margen izquierda tiene mayor pendiente que la ladera de la margen derecha, donde se encuentra la ciudad de Chosica.

**Quebradas y Depósito de Huaycos:** Las principales quebradas son Quirio, Pedregal, Libertad, Carossio, Corrales, La Ronda, Mariscal Castilla, Santo Domingo, La Cantuta, California y Los Cóndores, que están ubicadas casi perpendicularmente al río Rímac. En épocas de lluvias, entre enero a marzo, puede extraordinariamente producirse huaycos con consecuencias catastróficas. Los depósitos de estos flujos de barro y rocas en sus conoides de deyección se encuentran como un material heterogéneo, con fragmentos de roca de gigantescas dimensiones (8x9x6 m.); pero, mayormente de dimensiones de 1.50 m. a 30 cm., con matriz de arena, limo y arcilla.

**Terrazas Fluviales:** Estos materiales se encuentran al fondo del valle del Rímac y fueron formados por el accionar del río Rímac en el último millón de años (cuaternario), que en épocas pasadas ha ido erosionando y profundizando su cauce y a sus costados formando terrazas en tres niveles que están compuestos por cantos rodados, arenas, limos y arcillas, estas peneplanicies; actualmente están siendo ocupadas por diversos asentamientos humanos, que peligrosamente están propensos a las inundaciones por el río Rímac, Chosica es vulnerable en varios puntos.

La interacción entre depósitos de huaycos y depósitos del río Rímac está entrecruzada, ya que se observa huaycos antiguos cortados por el río Rímac.

Concluyendo, diremos que los procesos que han desarrollado la geomorfología del área de estudio de la ciudad de Chosica son: orogénicos, estructurales, litológicos y erosivos.

### V. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS HUAYCOS DEL 5 DE ABRIL DEL 2012

Para realizar la caracterización de los huaycos hemos dividido en dos áreas, en función al río Rímac, ya que las quebradas se ubican transversalmente al citado río, además en este último evento se ha visto que el comportamiento de los huaycos ha sido con mayores consecuencias en cuanto a destrucción en el margen

izquierdo, en otras épocas las zonas más dañadas eran las quebradas ubicadas al margen derecho pero con las experiencias pasadas, se han realizado obras de mitigación ante los huaycos mientras que en la margen izquierda no se han hecho mayores obras.

El jueves 5 de abril, a las 17:30 horas una intensa lluvia de más de 3 horas, focalizada en las zonas de Chosica, Ricardo Palma y Chaclacayo desencadenó la avenida de flujos de lodo, barro con rocas en laderas, cárcavas de cerros y 11 quebradas se activaron, entre los kilómetros 27 al 42 de la carretera central,

causando destrucción de viviendas, redes de agua y desagüe, bloqueo de vías por el impacto de enormes rocas y barro que anegaron vías, calles y avenidas. Se produjeron huaycos en las quebradas La Ronda, Ramón Castilla, Juan Carossio, Quirio y Virgen del Rosario, afectando viviendas y tramos de carretera en los sectores La Ronda, Ramón Castilla, Señor de los Milagros, Virgen del Rosario, Nicolás de Piérola, California, Santo Domingo, Pablo Patrón, Clorinda Málaga, San Juan de Bellavista, Buenos Aires de Moyopampa, Pedregal, Las Parritas y San Juan, pertenecientes al distrito de Chosica, Lima.

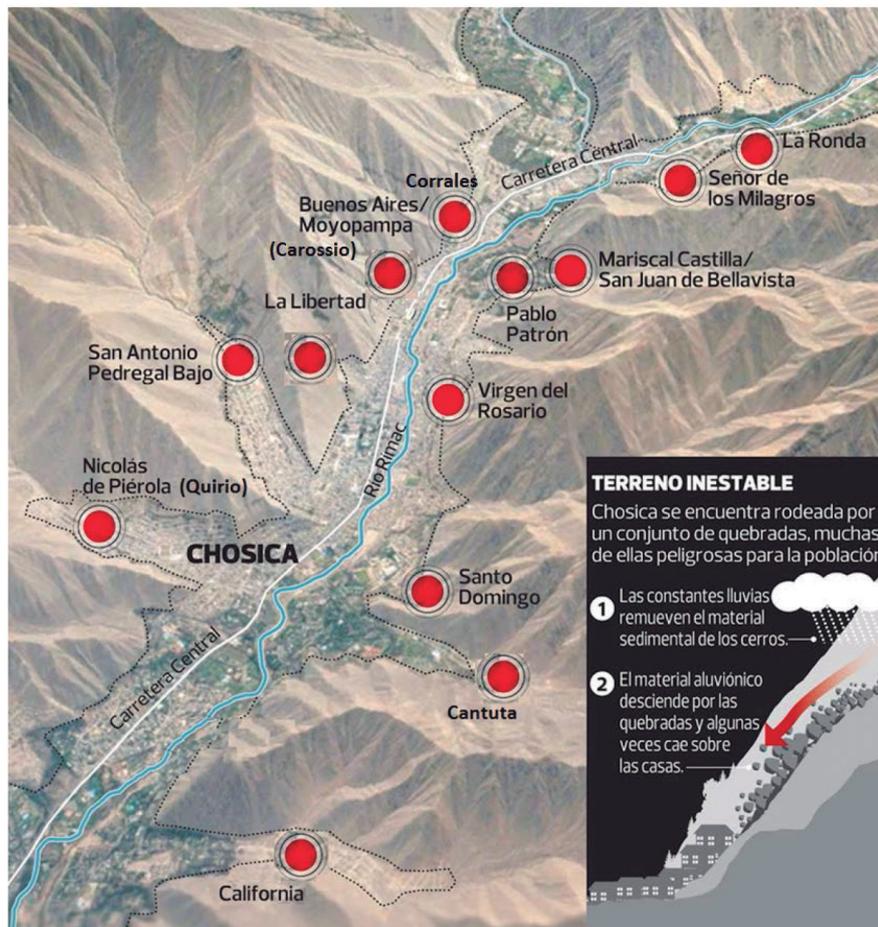


Figura N.º 7. Quebradas y población afectadas por los huaycos en Chosica (Adaptado de INDECI/Municipalidad de Chosica)

Asimismo, se afectaron viviendas y vías en los sectores 3 de Octubre, Av. Los Laureles, Carretera Central Km. 26, Santa Inés, Urbanización Zarumilla, Urbanización Niágara, Asentamiento Humano Virgen de Fátima del distrito de Chacacayo. De igual modo, afectó viviendas en los sectores 9 de Octubre, Cerro Cupiche y Velasco Alvarado en el distrito Ricardo Palma, de la provincia de Huarochiri (Comisión de Gestión de Riesgo Foro ACT Perú).

En la figura N° 7 (imagen satelital), se señalan las quebradas y asentamientos tanto de la margen derecha e izquierda del río Rímac, donde ocurrieron los huaycos.

## VI. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS HUAYCOS DEL 5 DE ABRIL DEL 2012

Para un mejor entendimiento de los procesos que generaron los huaycos, vamos a subdividirlo en dos partes:

### 6.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS HUAYCOS EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO RIMAC

En la margen izquierda, cercana a la zona urbana de Chosica están las siguientes quebradas: La Cantuta, Santo Domingo, Mariscal Castilla, La Ronda y California, donde se afectaron varios asentamientos urbanos como 9 de octubre, Señor de los Milagros, Mariscal Castilla, Pablo Patrón, San Juan de Bellavista, Virgen del Rosario, Santo Domingo, Sauce Grande, San Fernando Alto, California, Los Cóndores, Regatas, Cantuta.

#### 6.1.1 QUEBRADA LA CANTUTA

**Caracterización:** Se encuentra en la margen izquierda del río Rímac, tiene una longitud de 6 km. y con rumbo promedio N45°W, su inicio se encuentra a 2000 m.s.n.m., tiene un área de 15 Km<sup>2</sup> aproximadamente, pendiente promedio de 22%. El patrón de drenaje es dendrítico, típico de la litología predominante en la zona.

Las rocas son ígneas intrusivas de la familia de la granodiorita-tonalita, que se encuentran diaclasadas, fracturadas y meteorizadas. El material rocoso de cobertura está constituido por depósitos coluviales y proluviales.

**Análisis de la caída del Huayco:** El huayco bajó por la quebrada La Cantuta I, anegando las edificaciones, gran parte de la zona está siendo ocupada por el club Regatas que es un lugar de recreo con campos abiertos para la distracción. La pequeña quebrada La Cantuta II (Carrillo 2001) afectó a la Universidad Nacional de Educación “Enrique Guzmán y Valle” - La Cantuta, pues anegó parte de sus instalaciones. En este caso se puede decir que la universidad ha sido afectada por dos frentes (quebradas Santo Domingo y Cantuta II); pero, sin causar daños a las edificaciones; pero, con los aniegos, se malograron maquinarias de sus talleres, se afectaron asimismo laboratorios, aulas y almacenes, incluso se suspendieron las clases por varios días. Ver figuras N.º 8 y 9.



Figura N.º 8: Obsérvese al personal de la universidad haciendo limpieza de los materiales del huayco en la entrada principal.



Figura N.º 9: Talleres de la Facultad de Tecnología afectados por el huayco.

### 6.1.2 QUEBRADA SANTO DOMINGO

**Caracterización:** Esta quebrada ubicada en la margen izquierda del río Rímac tiene 4.0 Km. de longitud, rumbo promedio de N60°W, sus nacientes se encuentran a 1800 m.s.n.m. El patrón de drenaje es dendrítico característico de las rocas ígneas intrusivas existentes en el área de ésta quebrada.

Las rocas del basamento son ígneas intrusivas de textura fanerítica, correspondientes a la familia granodiorita-tonalita. Estas rocas se encuentran diaclasadas, fracturadas y meteorizadas y formando bloques, bolones, cantos rocosos, gravas y arenas.

El material rocoso de cobertura está constituido por depósitos coluviales y proluviales, productos del proceso de intemperismo y erosión del área de estudio.

En el cono deyectivo de esta quebrada se encuentra el AA.HH. Santo Domingo, Asociación de Vivienda Villa Chosica, Cooperativa de Vivienda Villa del Sol.

**Análisis de la caída del Huayco:** En esta zona el huayco bajó, trayendo barro con rocas, afectando pocas viviendas, en la mayoría de casos anegándolos. Un brazo del huayco corrió por la parte este de la Universidad Enrique Guzmán y Valle, porque por allí desfoga el huayco por un canal, anegando una parte de sus instalaciones y inundando la vía férrea y la avenida cercana a la universidad. Ver figuras 10 y 11.



**Figura N.º 10:** Flujo de huayco saliendo por la puerta de la Facultad de Humanidades que afecto la pista y via ferrea.



**Figura N.º 11:** Nótese el material dejado por el huayco que salió por la puerta de la Facultad de Humanidades de la universidad.

### 6.1.3 QUEBRADA VIRGEN DEL ROSARIO

**Caracterización:** Existen dos pequeñas quebradas a manera de cárcavas que se ubican entre la quebrada Santo Domingo y la quebrada Mariscal Castilla. Son cortas, un poco más de 1 Km., ambas cárcavas bajan casi paralelamente, llegando perpendicularmente al río Rímac. El rumbo de las quebradas es aproximadamente de N64°W, tienen una gradiente de 44°. Las rocas que afloran son del Grupo Santa Rosa, de edad cretácea, su litología es de granodiorita a tonalita. Muchas rocas de tamaño grande se encontraban sueltas en los causes que aprovechó el huayco para transportarlos.

**Análisis de la caída del Huayco:** Como la gradiente es pronunciada y habían muchas rocas sueltas, en la primera fase, el huayco bajó levantando una fuerte polvareda, luego el huayco aumentó su caudal y destruyó las casas que encontró en su camino, varias de ellas construidas con materiales modestos como madera, triplay y otros y, cuando el huayco llegó a las casas construidas con material noble las inundó y deterioró. Finalmente al disminuir el caudal, el huayco seguía bajando como chorreras por las calles y casas de la zona (Figuras 12 y 13).



**Figura N.º 12:** Huayco bajando sobre pistas y casas.



**Figura N.º 13:** Casa cubierta por los materiales del huayco y enseres fuera de lugar.

#### 6.1.4 QUEBRADA MARISCAL CASTILLA

**Caracterización:** Esta quebrada es corta con longitud de 1.0 km., aproximadamente. Tiene rumbo de N10°W, fuerte gradiente, se inicia a 1600 m.s.n.m.

El basamento está constituido por rocas ígneas intrusivas de la familia de la granodiorita-tonalita, de textura faneríticas y leucocráticas.

Estas rocas se encuentran diaclasadas, fracturadas y meteorizadas, que forman bloques, bolones, cantos rocosos angulosos a subangulosos, gravas y arenas, que se acumulan en las laderas, en el cauce y en su cono de deyectivo. Estos materiales acumulados conforman los depósitos cuaternarios: coluvial y proluviales.

**Análisis de la caída del Huayco:** Los asentamientos humanos San Juan de Bellavista y Mariscal Ramón Castilla (Figuras 14 y 15) se encuentran en la parte alta, colindantes al canal del huayco y por la fuerza del huayco, que transportaba abundantes rocas grandes, destruyeron muchas viviendas por erosión lateral, ya que por la falta de planificación se han construido casas, quitándole espacio al canal del huayco y como todo fenómeno natural, el huayco viene por el canal y como el volumen sobrepasa al espacio dejado, sale de ese pequeño cauce y arrasa con las viviendas. La Cooperativa Pablo Patrón se encuentran emplazadas en la parte baja de la quebrada, en la zona de depósito del huayco, allí la afectación se consumó por enterramiento de las casas, afectando hasta dos pisos de las casas y más abajo anegaron con lodo y rocas muchas viviendas por varias cuadras; esta zona fue una de las más afectadas por el huayco. (Figuras 16, 17 y 18)



Figuras N.º 14: Sector de Ramón Castilla donde se observa la destrucción de casas.



Figura N.º 15: Sector de Bellavista que fue muy afectado por el huayco.



Figura N.º 16: Obsérvese la parte baja de la cooperativa Pablo Patrón invadido por grandes rocas y barro que dejó el huayco.



Figura N.º 17: Vivienda enterrada, solo se ve el tercer piso (Cooperativa Pablo Patrón).



Figura N° 18: Muro de defensa construido luego del huayco que no garantiza seguridad.

### 6.1.5 QUEBRADA LA RONDA

**Caracterización:** Esta quebrada tiene una longitud de 5600 m. y una gradiente de 15°, en su cauce y laderas se hallan depósitos materiales rocosos angulosos a subangulosos las rocas son granodioríticas.

**Análisis de la caída del Huayco :** Esta es una quebrada amplia, en la parte alta se han construido unos muros largos que fueron rebasados por el huayco, en la parte alta sólo habían viviendas precarias, algunas fueron arrasadas por el huayco; luego el huayco continuó por el canal secundario que en la zona alta no está muy definida y con el rebose afectaron varias viviendas que fueron inundadas; en la parte baja hay cierta canalización pero; el huayco anegó varias calles, igual que en otros sitios pequeñas cárcavas se activaron con los huaycos y las calles fueron anegadas en varios puntos. (Figuras N.º 19 y 20).



Figura N.º 19: La Ronda (parte alta) modestas viviendas destruidas.



Figura N.º 20: Parte del canal del huayco en La Ronda que anegó muchas viviendas.

## 6.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS HUAYCOS EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO RÍMAC

Sobre la margen derecha del río Rímac se encuentran las siguientes quebradas: Quirio, Pedregal, Libertad, Carossio y Corrales; donde los huaycos afectaron varios asentamientos urbanos como Moyopampa (Carossio - calle Miguel Grau), Clorinda Málaga, La Libertad, San Antonio de Pedregal, Nicolás de Piérola.

### 6.2.1 QUEBRADA QUIRIO

**Caracterización:** Está ubicada en la margen derecha del río Rímac, tiene una longitud de 5.0 Km., un área de 11 Km<sup>2</sup>, pendiente promedio de 28%, rumbo N40°W, se inicia a 1800 m.s.n.m.

El patrón de drenaje es dendrítico ó arborescente, característico de la litología abundante de la zona.

El basamento rocoso está constituido por rocas ígneas intrusivas de la familia de la granodiorita-granito leucocráticas y de textura fanerítica y holocristalina. Estas rocas están diaclasadas, fracturadas e intemperizadas. Los productos del proceso de meteorización son los materiales rocosos constituidos por bloques, bolones, cantos rocosos: angulosos y subangulosos, gravas y arenas, limos en menor proporción.

El material rocoso de cobertura está conformado por los depósitos de materiales coluviales y proluviales. Los depósitos coluviales son heterogéneos en tamaño, angulosos, de corto recorrido, inconsolidados, se encuentran en las laderas de la quebrada en muchos casos inestables. Los depósitos proluviales, son pro-

ductos de la sedimentación o acumulación de los materiales transportados por los huaycos antiguos y se encuentran en el lecho y cono de deyección de la quebrada. Estos materiales son heterogéneos en tamaño desde bloques hasta arenas, subangulosos a subredondeados.

**Análisis de la caída del Huayco:** Como ésta quebrada es amplia y a lo largo de ella se tiene construidos varios diques de contención porque en fechas anteriores hubieron huaycos, hay también canalización del huayco; por lo que el huayco fue mayormente barroso y lodoso, con pocas rocas que solo inundaron viviendas y calles a lo largo del recorrido del huayco (Figura N.º 21).



Figura N.º 21: Entrada a Nicolás de Piérola (Quirio) donde se observa el flujo de Huayco

### 6.2.2 QUEBRADA PEDREGAL

**Caracterización:** Se encuentra en la margen derecha del río Rímac, tiene una longitud de 5.0 Km., área de su cuenca 10 Km<sup>2</sup>, pendiente promedio de 30%, rumbo N-S, se inicia a 2000 m.s.n.m. El patrón de drenaje es dendrítico.

El basamento rocoso está compuesto por rocas ígneas intrusivas de la familia de la granodiorita-granito, leucocrática, de textura fanerítica y holocristalinas, estas rocas están diaclasadas, fracturadas y meteorizadas. Los productos del proceso de intemperismo son los bloques, bolones, fragmentos rocosos, gravas y arenas de forma angulosas y subangulosas. El material rocoso de cobertura es similar a la quebrada Quirio.

**Análisis de la caída del Huayco:** Esta quebrada luego de la destrucción del huayco de 1987, tuvo un tratamiento geotécnico, que consistió en ampliar el cauce del huayco en todo su recorrido y en la parte

alta se construyó diques de contención para disipar su energía potencial y depositar los clastos que trae el huayco con un diseño donde el dique tiene orificios para que salga el agua (Figura N.º 22).

Por esa razón, parte del huayco se desplazó por el cauce (Figura N.º 23), aunque también se observó que el agua lodosa con pocos clastos fluía por las calles, esto se debió principalmente al drenaje lateral de las laderas de los cerros y pequeñas cárcavas (Figura N.º 24). Como su caudal y sus fragmentos no eran competentes y la mayor parte del flujo se escurrió por el canal ampliado no causó mayor daño a las edificaciones, salvo anegados en las viviendas.



Figura N.º 22: Canal del huayco con diques de contención.



Figura N.º 23: Nótase el caudal del huayco en la Carretera Central.



Figura N.º 24: Calles anegadas por el huayco por flujos laterales de la quebrada.

### 6.2.3 QUEBRADA LIBERTAD

**Caracterización:** Se encuentra en la margen derecha del río Rímac, cerca y en la parte superior de la Plaza de Armas de Chosica, tiene una longitud de 1.0 Km. de pendiente 30%, se inicia a 1400 m.s.n.m., rumbo N-S.

El basamento rocoso, está constituido por rocas ígneas intrusivas de la familia de las granodioritas-granitos, leucocrático de textura fanerítica, leucocrática y holocrystalina, se encuentran diaclasadas, fracturadas e intemperizadas. El producto del intemperismo son los bloques, bolones, fragmentos rocosos, de forma angulosa a subangulosa, así como también gravas y arenas. El material rocoso de cobertura y depósitos son similares a las anteriores.

**Análisis de la caída del Huayco:** En esta quebrada, si bien hay diques de contención en la parte alta, están colmatados, por allí bajo el huayco con gran ímpetu, trayendo rocas y clastos que anegaron las casas, especialmente en las calles estrechas y de gran pendiente, provocando la caída de varios postes de alumbrado público (Figura N.º 25).



Figura N.º 25: Flujo del huayco procedente de la quebrada La Libertad.

### 6.2.4 QUEBRADA CAROSSIO

**Caracterización:** Se encuentra en la margen derecha del río Rímac y hacia el Este de Central Hidroeléctrica de Moyopampa, tiene una longitud de 700 m., se inicia a 1400 m.s.n.m., con rumbo N40°W, tiene fuerte pendiente 40%.

El basamento rocoso está constituido por rocas ígneas intrusivas de la familia granodiorita, se encuentra diaclasada, fracturada y meteorizada. Los productos del proceso de meteorización son los bloques, bolones, fragmentos rocosos, gravas y arenas, que tienen formas angulosas a subangulosas. El material

rocoso de cobertura está constituido por los depósitos cuaternarios, coluviales y proluviales

**Análisis de la caída del Huayco:** Esta quebrada tiene gran pendiente y el huayco bajó por el Jirón Miguel Grau trayendo consigo enormes rocas y clastos de diversos tamaños; en una primera fase trajo rocas pequeñas y agua, en la segunda fase rocas inmensas que se fueron quedando en la parte alta, ya que el huayco no tenía suficiente competencia para seguir transportando las rocas y en la tercera fase sólo trajo agua y finos. Razón por la que se destruyeron pocas viviendas, pero anegando a decenas de ellas (Figuras 26 y 27).



Figura N.º 26: Enormes rocas depositadas por el huayco en la avenida principal.



Figura N.º 27: Tercera fase del huayco solo lleva agua y finos.

### 6.2.5 QUEBRADA CORRALES

**Caracterización:** Está ubicada en la margen derecha del río Rímac, tiene una longitud de 1.0 Km, se inicia a 1450 m.s.n.m., con rumbo N40°W. Tiene fuerte pendiente 40%, en algunos estudios está clasificada como cárcava.

El basamento rocoso está constituido por rocas ígneas intrusivas de la familia de la granodiorita, se encuentra diaclasada, fracturada y meteorizada. Los productos del proceso de meteorización son bloques, bolones, fragmentos de rocas, gravas y arenas, que tienen formas angulosas a subangulosas. El material rocoso de cobertura está compuesto por depósitos cuaternarios: coluvial y proluvial.

**Análisis de la caída del Huayco:** En la parte alta hay alrededor de 8 diques de contención que han aliviado la fuerza del huayco, en esta quebrada se ha producido aniegos en algunas viviendas.

## VII. EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN)

En la Tabla N.º 1, se presenta de manera sucinta, datos muy generales, como población damnificada, y afectados, así como las pérdidas humanas que hubo, en este caso el huayco ocurrió de día, porque si hubiera sido a altas horas de la noche probablemente se hubieran perdido decenas de vidas humanas, también se da información de viviendas inhabitables y viviendas afectadas en las diversas poblaciones.

Tabla N.º 1. EDAN PRELIMINAR CHOSICA

SECTOR	Población damnificada	Afectados	Pérdidas humanas	Viviendas inhabitables	Viviendas afectadas
LA RONDA	31	3		4	1
RAMÓN CASTILLA	120	110		26	21
SEÑOR DE LOS MILAGROS	47	79		10	13
ROSARIO	235	50		51	10
BUENOS AIRES MOYOPAMPA	41	354		9	74
NICOLAS DE PIEROLA	10	75		2	15
CALIFORNIA	340	560		68	112
SANTO DOMINGO	86	89		19	29
C.MALAGA Y CANTAGALLO	50			10	
SAN JUAN BELLAVISTA	335	2211	01	60	200
PEDREGAL		16			3
LAS PARRITAS	305			62	
LOC. PABLO PATRON	150			30	
SAN JOSE	40	200		10	58
COOP. PABLO PATRON	151			34	
MARIA AUXILIADORA	14	38		04	05
SAUCE GRANDE	08	60		02	11
JR. ARICA			01		
TOTAL	1813	3845	02	371	552

Fuente: Comité Distrital de Defensa Civil Municipalidad Lurigancho - Chosica.

## VIII. CONCLUSIONES

El Perú es un país con una complejidad geológica, en especial geomorfológica, es propenso a formar huaycos en diversas zonas, en especial en el área de Chosica. Estos fenómenos son recurrentes en el tiempo, pues las poblaciones han ocupado las diversas partes de los antiguos huaycos, en especial el conoide de deyección por falta de una planificación urbana y sin criterios de prevención ante estos fenómenos naturales.

La potencialidad de destrucción del huayco está dada principalmente por tamaño de la cuenca, cantidad de lluvias en la cuenca, geomorfología y pendientes del área, tamaño, forma y cantidad de los bloques de roca y sedimentos en la cuenca.

Los huaycos causan destrucción por erosión y enterramiento por depósito de sus materiales, tal como se ha constatado en el último evento donde las viviendas han sido destruidas principalmente por erosión lateral y enterramiento.

El huayco del 5 de Abril del 2012, trajo como consecuencia 371 viviendas que fueron declaradas inhabitables, siendo la población damnificada de 1813 personas y se perdieron 2 vidas, se observó también que de acuerdo a las características de cada huayco y la forma de ocupación de los asentamientos humanos se tuvo diferentes pérdidas de viviendas y servicios básicos y que se hace necesario el trabajo de prevención para mitigar futuros huaycos.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abad Pérez César (2009). Huaycos en 1987 en el distrito de Lurigancho - Chosica. Boletín del

Instituto Francés de Estudios Andinos Lima-Perú, Vol. 38, núm. 3, pp. 475-47.

2. ATC Perú (1912). Alerta por huaycos: Huaycos afectan las provincias de Lima y Huarochiri [http://foroactperu.org/portal/files/Actividades%20del%20Foro/alerta\\_chosica\\_lima\\_peru%20\(3\)](http://foroactperu.org/portal/files/Actividades%20del%20Foro/alerta_chosica_lima_peru%20(3)).
3. Carrillo Hidalgo, Norma (2001). Desastres naturales y su influencia en el medio ambiente. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas, Lima-Perú. Vol. 4 N° 07. 71-79.
4. Martínez Vargas Alberto (1999). Aporte sobre Huaycos e inundaciones en el Perú UNI-FIG Lima -Perú. pp. 3-5.
5. O'connor Salmón, H. (1988). Investigación del Huayco de Chosica 1987, sus efectos y medidas de mitigación.; Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. 99 pp
6. Palacios O., Caldas J. y Vela Ch. (1992) Geología de los Cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. Boletín N° 43, INGEMMET Serie A, 163p.
7. Pitcher, W. (1985) A multiple and composite batholith. En: Pitcher, W.S., et al. (eds.), Magmatism at a plate edge: the Peruvian Andes, John Wiley, New York, pp. 93-107.
8. PREDES (1987). Primer informe evaluativo de daños ocasionados por huaycos el 09.03.87 en los poblados de Chosica y Santa Eulalia: Predes Lima, 11 pp.