

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y  
RIESGO GEOLÓGICO**

Informe Técnico N° A6702

# Caída de rocas en el sector de Huamatambo

Distrito Huamatambo, provincia Castrovirreyna y  
departamento Huancavelica

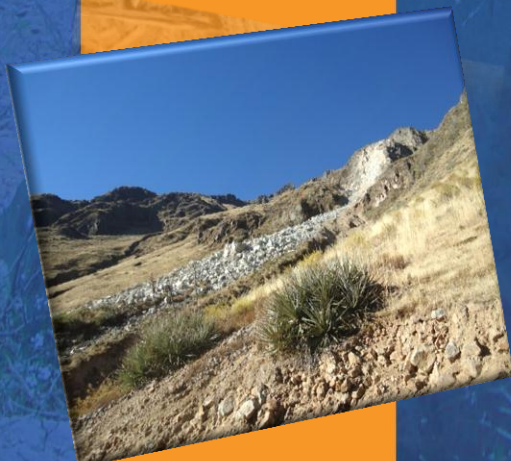
Por:

**CARLOS LUZA HUILLCA  
NORMA SOSA SENTICALA**

ENERO 2016



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGOS



## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	2
3. ASPECTOS GENERALES .....	2
4. ASPECTOS GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO .....	3
4.1. Geología .....	3
4.2. Geomorfología .....	5
5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA .....	7
5.1. Deslizamientos .....	7
5.2. Caída de rocas .....	9
CONCLUSIONES .....	18
RECOMENDACIONES .....	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21

# CAÍDA DE ROCAS EN EL SECTOR DE HUAMATAMBO

Distrito Huamatambo, provincia Castrovirreyna, Departamento Huancavelica

## 1. INTRODUCCIÓN

Históricamente el sector de Huamatambo ha presentado condiciones para la ocurrencia de movimientos en masa. En la evaluación geodinámica de la cuenca del río San Juan (INGEMMET, 1980), menciona que el tramo correspondiente a Aurahuá – Chupamarca – Tantará - Huamatambo, esta afectó a sufrir desprendimiento de rocas, huaycos y socavamiento de las quebradas, que inciden sobre los centros poblados y obras de infraestructura vial y de riego.

Según los pobladores, los eventos de caída de rocas se vienen registrando desde el 15 de agosto del 2007 después del terremoto de Pisco, iniciándose el proceso en la cima del cerro Huamatambo. Mencionan que el evento ocurrió el día 6 de abril del 2015 a 12:40 am, se desprendieron bloques de rocas provenientes del cerro Huamatambo, sector Virgen Ccacca, provocando un fuerte ruido y polvo que llegó hasta las inmediaciones del poblado de Huamatambo, en este último evento se desplazaron bloques de roca hasta 3 m de diámetro y llegaron a aproximarse hasta 20 m de la población urbana. Este evento afectó a cancha deportiva y los tramos de carreteros de Huamatambo-Yllapaza y Pariacancha-Yanaranra, quedando bloqueadas (foto 1).

Según Caballero (2015), la ocurrencia de intensas y prolongadas lluvias registradas en los meses de marzo a abril del 2015, fue el detonante del evento ocurrido el 6 de abril del presente.



Foto 1. Vista de la carretera Huamatambo – Yllapaza, afectada por la caída de rocas, actualmente operativa

## 2. ANTECEDENTES

El alcalde de la municipalidad distrital de Huamatambo, mediante Oficio N° 40 - 2015 - MDH/A, de fecha 07 de abril del 2015, se dirige a la Presidenta del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando “Un equipo multidisciplinario para realizar estudio y evaluación del macizo rocoso en el sector de Huamatambo” provincia de Castrovirreyna, departamento Huancavelica.

El Director del área de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), designó a los geólogos Carlos Luza Huillca y Norma Sosa Senticala, para que realicen los trabajos de evaluación del peligro geológico en dicha zona.

Los trabajos de campo, fueron coordinados con los regidores de la municipalidad distrital de Huamatambo, los cuales se llevaron a cabo los días 9 y 10 de agosto del 2015, se contó con los regidores Julia Rosas Santiago Martínez y Claudio Santiago Huaman.

## 3. ASPECTOS GENERALES

El poblado de Huamatambo se encuentra localizado en la región de Huancavelica, provincia de Castrovirreyna perteneciente al distrito de Huamatambo (figura 1), teniendo una población de 447 habitantes según el INE (2015), localizándose en las coordenadas UTM (WGS 84):

Plaza principal: 426586 E;  
8552304 N; Zona 18 L  
Altitud de 3034 m.s.n.m.

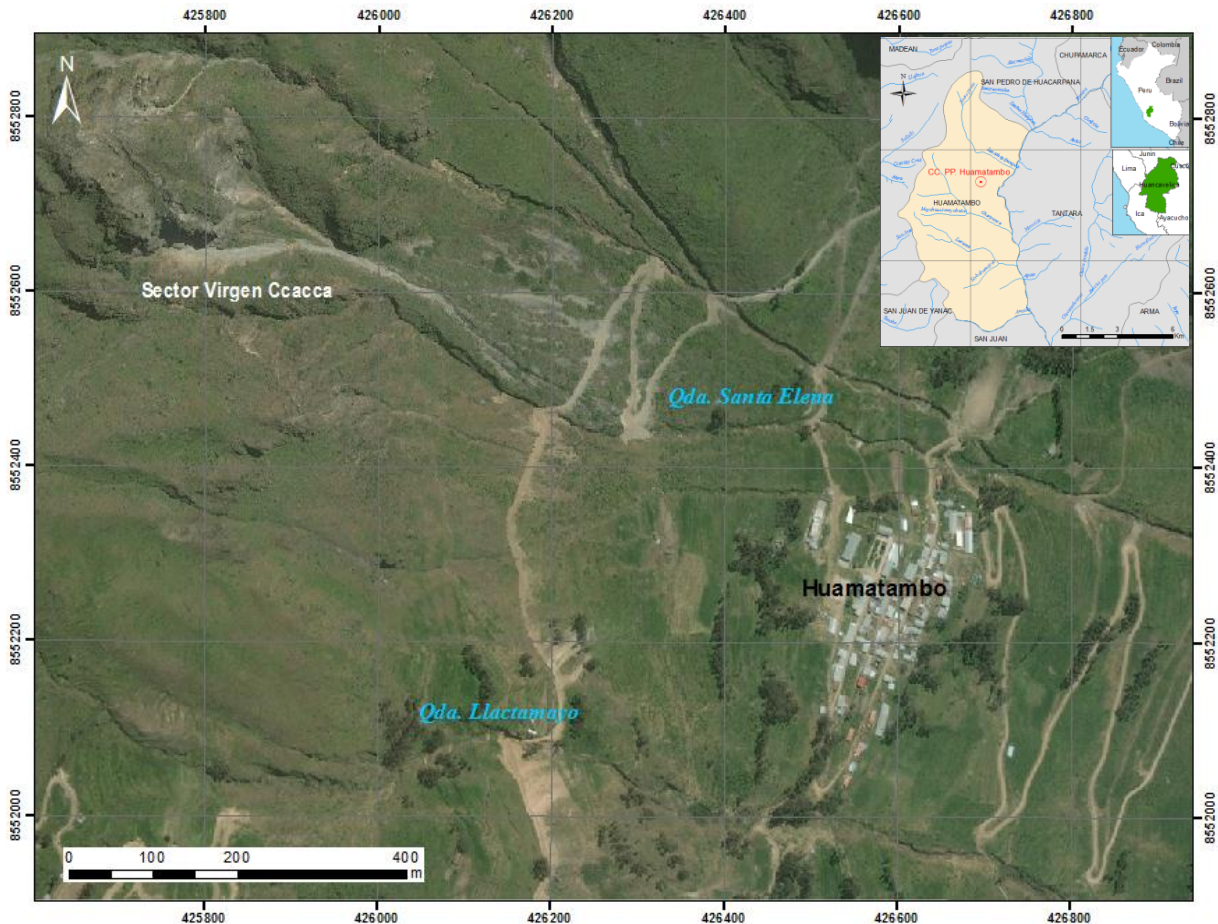


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

El distrito de Huamatambo se ubica al margen derecho del río San Juan, provincia de Castrovirreyna, departamento Huancavelica, la accesibilidad es por la carretera Lima - San Juan (tiempo aproximado de recorrido de 3 horas y 30 minutos) y de ahí a Huamatambo por 1 hora y 30 minutos a través de una carretera afirmada.

## 4. ASPECTOS GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

### 4.1. Geología

De acuerdo con Salazar y Landa (1993) geológicamente en la zona de estudio afloran rocas de las formaciones Tantará y Sacsaquero, observándose también depósitos coluviales y aluviales.

#### 4.1.1. Formación Tantará (P-tt/an)

Litológicamente se tiene una secuencia volcánica, compuesta por derrames andesíticos, riodacíticos y dacíticos de color gris claro y pardo violáceo, con textura porfirítica y a veces afanítica, de edad Eocena Inferior.

Esta secuencia se muestra medianamente fracturada y moderadamente meteorizada, presenta color rojizo producto de la oxidación. Foto 2.



Foto 2. Afloramientos de la Formación Tantará, mostrándose un macizo altamente fracturado.

#### **4.1.2. Formación Sacsaquero (P-sa/tb,bx,an)**

Secuencias de rocas volcánico-sedimentarias, de edad Eocena Superior, ocupa las partes altas del flanco occidental andino, localizadas al este de Huamatambo en el cerro Sacsapunta y yace en discordancia sobre la Formación Tantará, se encuentra constituido por tobas intercaladas con areniscas, limoarcillitas y calizas lagunares (figura 2).

#### **4.1.3. Depósitos Aluviales (Qh-al2)**

Constituidos por materiales arrastrados por los ríos y depositados en su trayecto formando terrazas. El material que constituye estos depósitos son gravas, cantos, arena y arcilla, localizándose a ambos márgenes del río Tantará (figura 2).

#### **4.1.4. Depósitos Coluviales (Qh-co)**

Depósitos formados por materiales inconsolidados constituidos por clastos subredondeados a angulosos, inmersos en matriz areno arcillosa, color pardo, se encuentran a lo largo de la ladera del cerro Huamatambo, producto de la desintegración de las rocas preexistentes.

Como se puede observar en la figura 2, estos yacimientos se encuentran sobre la Formación Tantará, constituyen el basamento, sobre la cual se ha levantado el poblado de Huamatambo (foto 3).

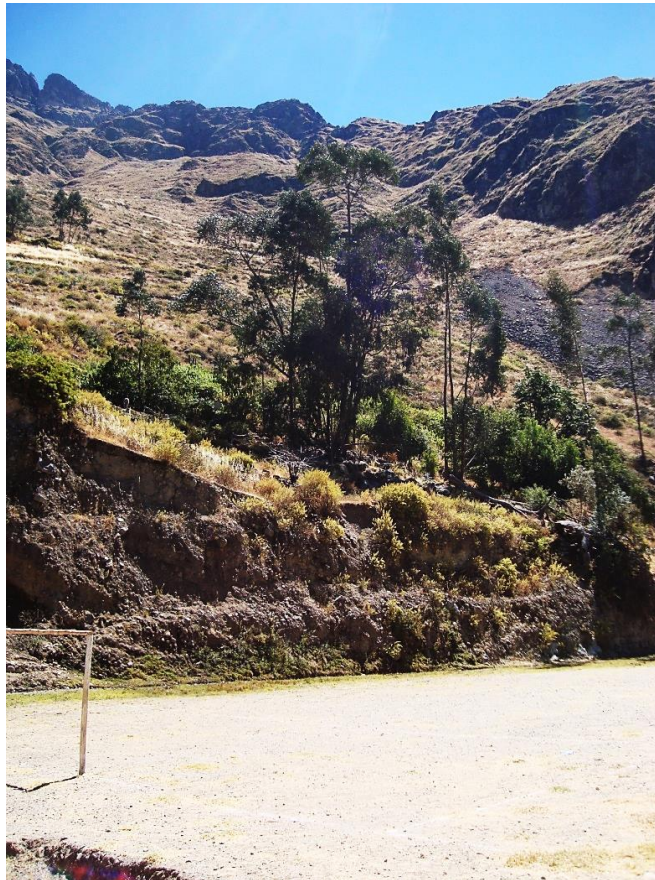


Foto 3. En corte de talud de realizado para la construcción del campo deportivo de Huamatambo, se aprecia los depósitos coluviales.

#### 4.1.5. Rocas intrusivas (PN-gd+to)

Se encuentran afloramientos de rocas intrusivas tipo granodioritas y tonalitas, presentan colores grises con tonalidades rosadas, son de grano medio y fino. Están cortando la secuencia volcánica de las formaciones Tantará y Sacsaquero. Estas intrusiones no se encuentran asociadas al Batolito de la Costa.

#### 4.2. Geomorfología

El poblado de Huamatambo se encuentra sobre un depósito de deslizamiento antiguo, dentro de la ladera de montaña volcánica, su relieve se incrementa con la altitud, sobrepasa los 4000 m.s.n.m.

El terreno presenta pendientes variables, menores a 25° en la parte inferior, y fuertemente inclinadas en la parte alta, lugar donde afloran rocas dacíticas presentan taludes verticales a subverticales altamente fracturados.

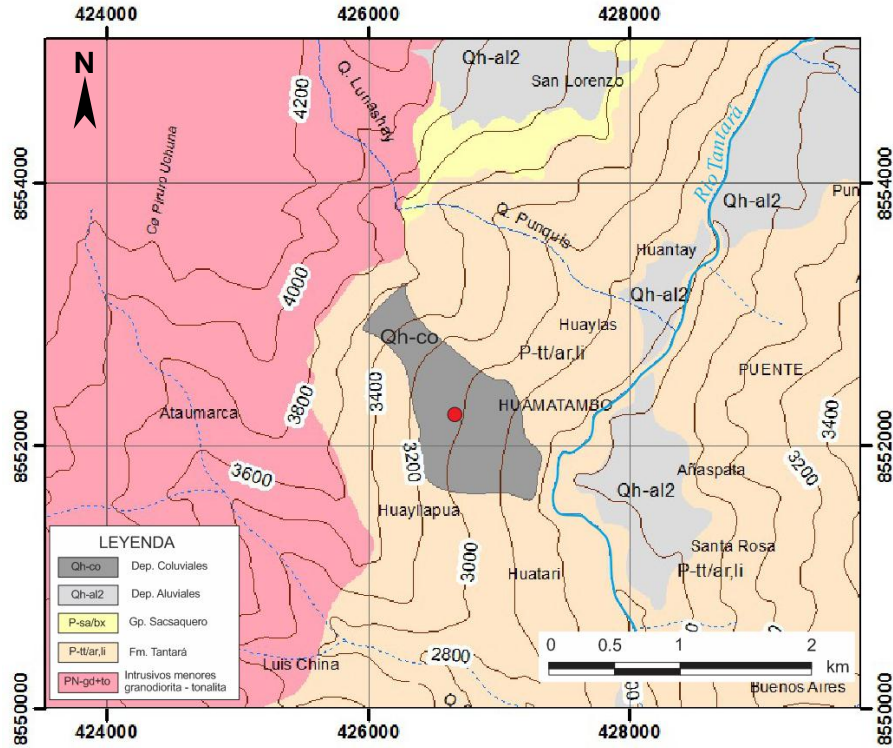


Figura 2. Mapa geológico.



Foto 4. Vista del valle desde el cerro Huamatambo en etapa de erosión en V.



La ladera se encuentra disectada por las quebradas Santa Elena, al este y Llactamayo, al oeste; las cuales presentan caudales de 10 y 35 m<sup>3</sup>/s en forma respectiva (Caballero, 2015). Presenta un drenaje paralelo que converge al río Tantará. Se presenta un valle profundo en forma de "V" (foto 4).

## **5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA**

### **5.1. Deslizamientos**

El sector de Huamatambo se encuentra asentado sobre un antiguo megadeslizamiento, que tiene una corona con longitud de 1,800 m, su salto principal no se puede apreciar por estar erosionado.

Cuando se generó el deslizamiento, la masa movilizada no llegó represar al río Aurahuá, quedo colgada en la ladera.

En el cuerpo del deslizamiento se aprecian procesos de erosiones de ladera (figura 3).

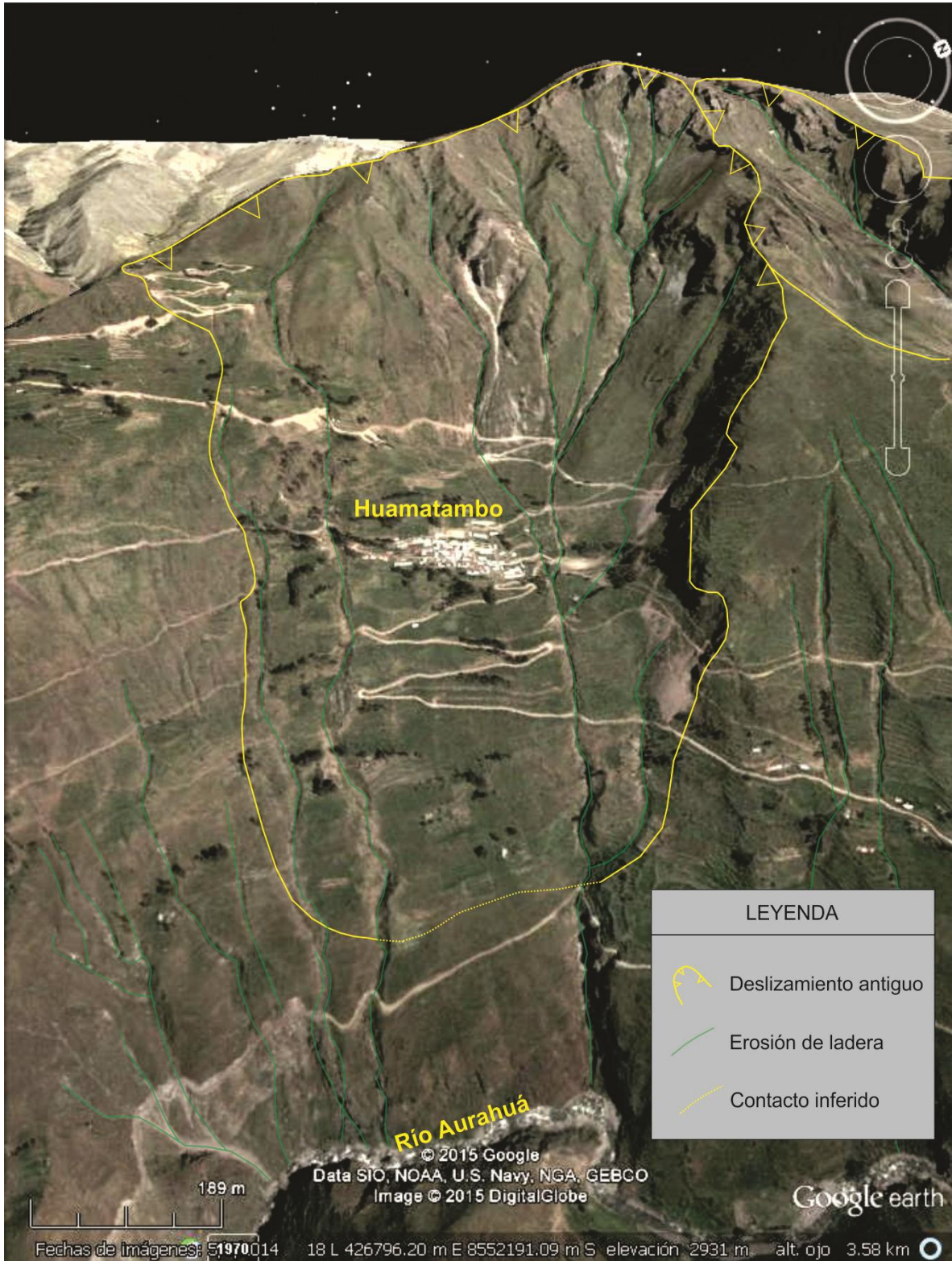


Figura 3. Vista panorámica del sector de Huamatambo, se aprecia la corona del deslizamiento antiguo y los procesos de erosiones de ladera.

## 5.2. Caída de rocas

Según Varnes (1978) son movimientos que consisten en el desplazamiento de bloques de roca por efecto de la gravedad a lo largo de pendientes empinadas, cuyos movimientos dependiendo de la pendiente del talud pueden ser del tipo caída libre, saltos, rodamiento o deslizamiento (figura 4).

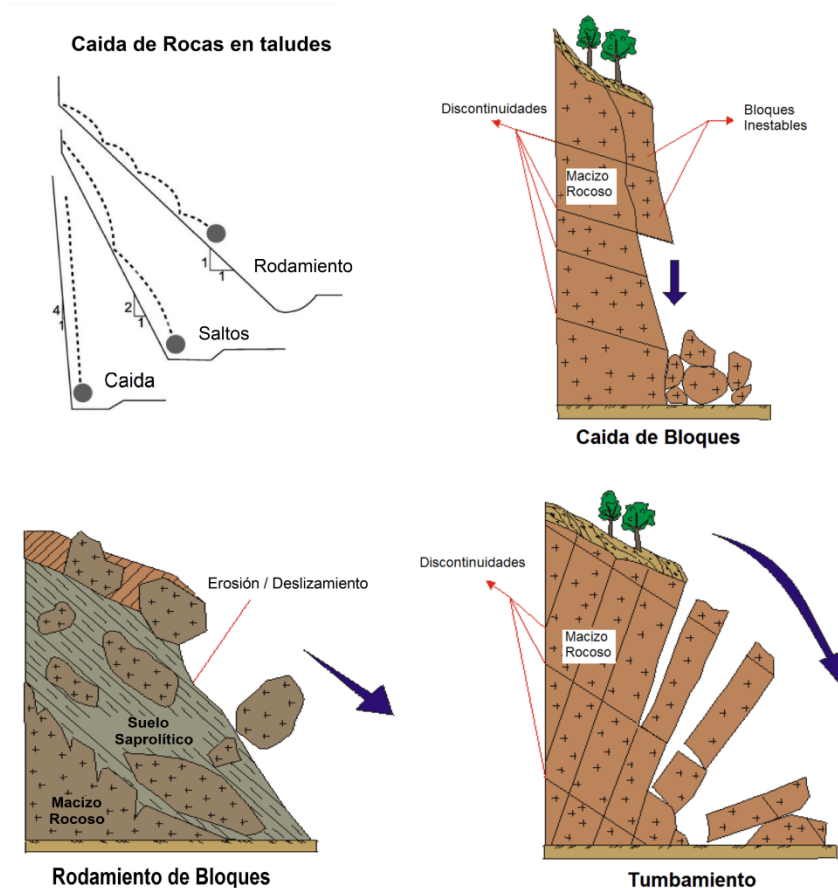


Figura 4. Esquemas de los tipos de movimientos de los bloques realizan sobre el talud dependiendo de su pendiente y su origen (Fuente: Modificado Pimentel, 2011).

Este tipo de movimiento en masa es uno de los más impredecibles en cuanto a la velocidad, trayectoria que siguen los bloques y la distancia que ellos pueden alcanzar, dependiendo estas de la morfología del terreno.

Según Pimentel (2011) las caídas de rocas se deben principalmente a la meteorización físico-química y biológica de las discontinuidades pre-existente de las rocas, tales como fallas, juntas, estratificación, bandeamiento y esquistosidad. Así mismo la rugosidad, persistencia, abertura y relleno son estructuras que contribuyen de manera decisiva en el origen de las caídas de rocas. En Huamatambo se presenta la meteorización física.

### 5.2.1. Descripción del evento

El 6 de abril del 2015 a las 12:40 am, se generó un proceso de caída de rocas, proveniente de la ladera oeste del cerro Huamatambo, sector Virgen Ccacca a 800 m del poblado de Huamatambo.

El arranque de la caída de rocas se encuentra en el escarpe del deslizamiento antiguo (afloramientos de la Formación Tantará). La roca se encuentra poco a medianamente fracturada, por lo que en la caída de rocas se tienen bloques entre 0.20 a 3 m de diámetro, mostrando un GSI<sup>1</sup> entre 55 – 65 (Tabla °1).



Foto 5. Familias de fracturas encontradas en el macizo rocoso.

---

<sup>1</sup> El GSI estima la reducción de la resistencia del macizo para diferentes condiciones geológicas. La caracterización del macizo rocoso es simple y está basada en la impresión visual de la estructura rocosa, en términos de bloques y de la condición superficial de las discontinuidades indicadas por la rugosidad y alteración de las juntas. La combinación de estos dos parámetros proporciona una base práctica para describir un rango amplio de tipos de macizos rocosos.

<p><b>ROCAS DIACLASADAS (Hoek and Marinos, 2000)</b>                  A partir de la litología, estructura y condiciones superficiales de las discontinuidades, se estima un valor promedio del GSI. No se debe tratar de ser muy preciso. Un rango de 33-37 es mas realista que un GSI=35. Note que la tabla a macizos estructuralmente controlados por fallas, donde planos estructurales débiles están presentes en una dirección desfavorable con respecto al frente de excavación, estos podrán dominar el comportamiento del macizo rocoso. Las zonas de falla son propensas a la alteración como resultado de los cambios de humedad que pueden reducirse cuando el agua esta presente. Cuando trabajamos en rocas de regular o mala calidad, cambian las condiciones por el cambio de humedad. La</p>		CONDICIONES DE SUPERFICIE	
		MUY BUENAS Superficies muy rugosas, superficies no meteorizadas, frescas	BUENAS Superficies rugosas, ligeramente meteorizadas, manchadas con hierro
		MUY POBRE Superficies con espejos de falla, con alto grado de meteorización con rellenos de arcilla suave.	
		DECRECE LA CALIDAD DE LA SUPERFICIE ↘	
INTACTA O MASIVA - Especímenes de roca intacta o masiva in-situ, roca con discontinuidades amplias y espaciadas	90 80 70 60	N/A	N/A
FRACTURADA - Macizo rocoso con bloques entrelazados, consistente en bloques cúbicos formados por tres intersecciones de	50 40 30 20 10		
MUY FRACTURADA - Macizo parcialmente perturbado con bloques entrelazados y angulares, formados por cuatro o mas			
FRACTURADA / PERTURBADA - Macizo rocoso plegado formado por bloques angulares formados por la intersección de varios			
DESINTEGRADA - Macizo rocoso altamente fracturado con mezcla de fragmentos angulares y redondeados, pobremente			
FOLIADA / LAMINADA - Se carece de bloques debido débil material presente en los planos de foliación o de cizalla	N/A	N/A	
		DECRECE EL ENTREABAMIENTO DE LOS BLOQUES ↙	

Tabla 1 Caracterización del macizo rocoso GSI, basado en las condiciones litológicas, estructura y superficiales de las discontinuidades (fuente: modificado Hoek, 2002)

**Causas:**

- Terreno con pendiente promedio de  $34^\circ$ , se observan también taludes sub-verticales a verticales.
- Roca poco a medianamente fracturada persistente y abierto, ello favorece la infiltración de aguas, que aceleran la meteorización de la roca, ocasionando el debilitamiento del macizo rocoso.
- El macizo rocoso presenta un diaclasamiento a favor de la pendiente.
- Ausencia de vegetación.

El factor detonante fueron las intensas precipitaciones registradas durante los meses de diciembre – abril.

Según el criterio de Evans, S.G. y Hungr, O. (1993), basado en métodos empíricos, sugiere usar que para el análisis de caída de rocas en un terreno inclinado, emplear el “ángulo mínimo de sombra de  $27.5^\circ$ ”, con ello se podrá determinar un alcance máximo de los bloques de roca.

De acuerdo a este criterio se observa que el pueblo de Huamatambo se ubica dentro la zona de alcance máximo de las rocas, lo que permite indicar que ante la ocurrencia de nuevas caídas, los bloques tienen gran probabilidad de impactar contra a la población (figura 5).

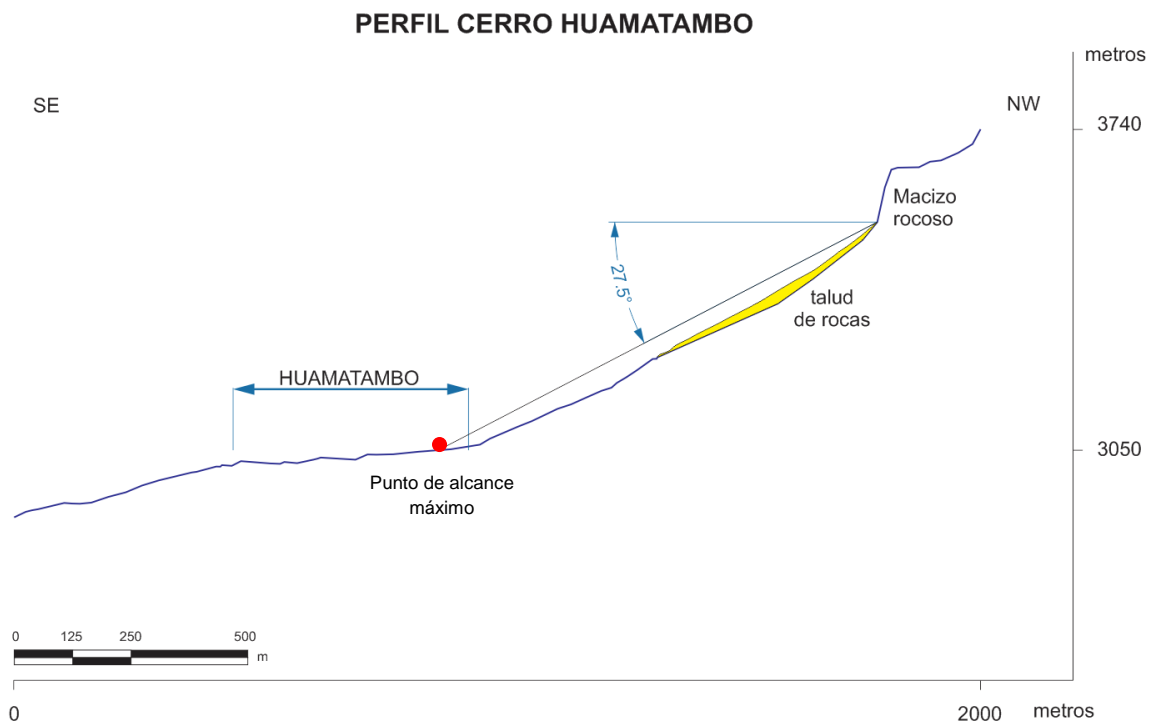


Figura 5. Probable alcance de la caída de rocas sobre el poblado de Huamatambo, tomando el Criterio de Evans, S.G. y Hungr, O. (1993).

Actualmente sobre la superficie se tienen bloques sueltos, producto de la última caída de rocas (foto 6), que podrían ser removidos ante movimientos sísmicos o lluvias.

Es de indicarse que durante el evento producido el 6 de abril algunos bloques de roca no alcanzaron las viviendas, debido a que fueron desviados o disminuyeron su velocidad por los árboles que se encontraban en su trayectoria, llegando solamente hasta el estadio y a las inmediaciones de la loza deportiva, los bloques desplazados tienen diámetros de hasta 3 m (foto 7). Se observó también que otros bloques se detuvieron en la carretera y algunos se canalizaron en el cauce de la quebrada Santa Elena (foto 8). Es de indicarse que la quebrada sirvió como un medio natural para la contención y desvío de la trayectoria de las rocas.



Foto 6. Vista del talud de roca sobre la superficie de la ladera del cerro Huamatambo el cual se extiende sobre la carretera hacia Yllapaza.

### **Condiciones actuales del sector**

Este sector, siempre ha presentado caída de rocas, tal como se aprecia los depósitos recientes y antiguos (fotos 9 y 10).

Actualmente la ladera se encuentra inestable, se observa bloques sueltos, que podría generar un evento similar o de mayor magnitud, el evento podría llegar hasta las viviendas.



Figura 5. Talud de rocas y bloques producto del desprendimiento de rocas del cerro Huamatambo – sector Virgen Ccacca



Foto 7. Bloques roca de 2 a 3 m de diámetros caídos dentro del estadio del poblado de Huamatambo.



Foto 8. Bloques roca de canalizados dentro de la Qda. Santa Elena.





Foto 9. Bloques de roca sobre el colegio Jose María Arguedas correspondiente a caídas de rocas antiguas.



Foto 10. Vista de bloques de roca producto de la caída que llegaron hasta las inmediaciones de loza deportiva.

El sistema de fracturamiento de la roca condicionó la ocurrencia del evento. Estas mismas circunstancias se han observado en los afloramientos de roca localizados a la izquierda y derecha del talud, se tienen bloques colgados (fotos 2, 5 y 11), de ocurrir este evento los bloques podrían impactar directamente hacia la zona urbana de Huamatambo.



Foto 11. Vista de los bloques de roca colgados en el cerro Huamatambo, Macizo rocoso fracturado, Según GSI (Tabla 1).

Realizando el análisis para nuevos desprendimientos de rocas usando en este caso el software *Rocfall 2.0* de la *Rocscience*, el cual permite determinar las probables trayectorias de las rocas desde su desprendimiento hasta su ubicación final.

El análisis mostrado en la figura 6, ha permitido mostrar que ante la ocurrencia de nuevos eventos con rocas de hasta 15000 kg, pueden llegar hasta Huamatambo por tal motivo esta se encuentra aún vulnerable ante la ocurrencia de nuevos eventos.

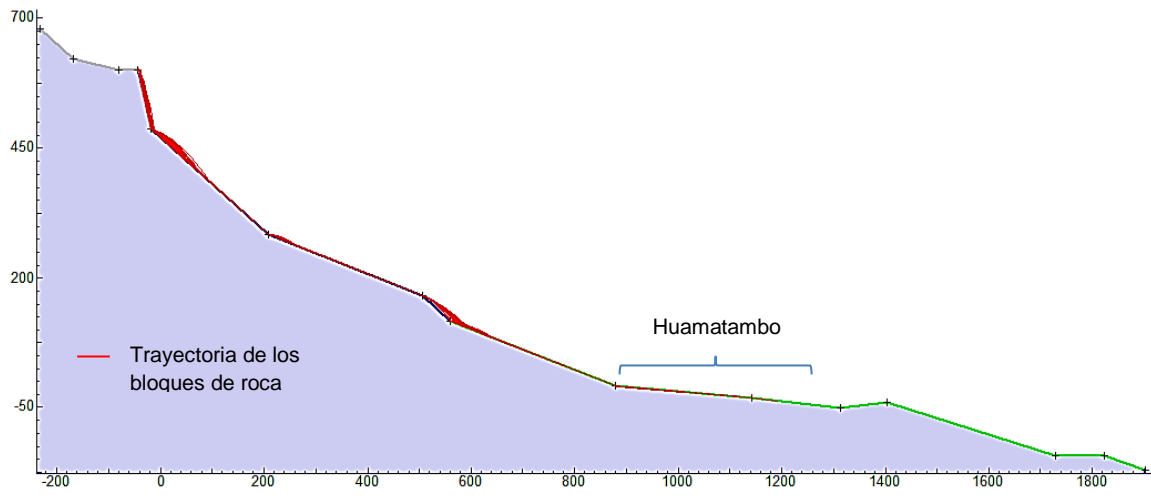


Figura 6. Desplazamiento de los bloques de roca sobre la ladera del Huamatambo modelado por el programa ROCKFALL 2.0.

## CONCLUSIONES

1. En el sector de Virgen Ccacca, se presentó una caída de rocas ocurrida el 6 de abril del 2015, afectó terrenos de cultivo y ganado ovino, el factor desencadenante fueron las intensas lluvias ocurridas en el mes de diciembre.
2. Las causas principales son la elevada pendiente de la ladera del cerro Huamatambo (promedio 34°) y fracturamiento abierto, ello permitió que los bloques de roca se desplazaran cuesta abajo, llegando muy cerca de las viviendas.
3. La zona ha presentado caídas de roca en diversas oportunidades, siendo el evento ocurrido el 6 de abril el de mayor intensidad.
4. De acuerdo con las condiciones topográficas de la ladera de Huamatambo y considerando un ángulo empírico mínimo de sombra de 27.5° así como los resultados del análisis para nuevas caídas de rocas efectuados con el programa Rocfall 2.0, se infiere que las viviendas, área de cultivo y el estadio de Huamatambo pueden ser afectadas ante una nueva caída de rocas.
5. La quebrada Santa Elena sirvió como un medio de desvío y canalización de los bloques generados por la caída de rocas.
6. La zona se considera como de muy alto peligro, por lo tanto de ***Peligro Inminente***, por las condiciones que presenta el terreno.
7. El depósito de rocas dejado por el evento anterior aún sigue inestable, puede movilizarse en tiempos de lluvias o movimientos sísmicos.

## RECOMENDACIONES

1. Colocar señales en las vías de acceso y áreas afectadas, advirtiendo la posible caída de rocas.
2. Inmediato desquinche de bloques sueltos que se encuentran adyacentes a la loza deportiva, porque pueden seguir cayendo ladera abajo.
3. Realizar una revisión minuciosa del macizo rocoso de la ladera del cerro Virgen Ccacca y desatar los bloques inestables.
4. En caso de usar explosivos, para retirar los bloques sueltos o colgados, o determinar otra medida de sostenimiento, como lanzamiento de shotcrete, pernos de anclajes, enmallado, etc., se requiere realizar trabajos especializados por un profesional entendido en la materia.
5. Limpiar el cauce de la quebrada Santa Elena, con el fin de retener el material proveniente de las posibles caídas de rocas, de ser posible levantar un muro de contención en el borde derecho de la quebrada, con la finalidad de aumentar su capacidad de retención.
6. Colocar barreras dinámicas o estáticas en la ladera del cerro Huamatambo para contener eventuales caídas de rocas producto del talud o de nuevos desprendimientos. Labor que debe ser dirigida por un especialista.
7. Como medidas de protección a mediano y largo plazo se recomienda la reforestación de las laderas entorno al poblado de Huamatambo, usando árboles nativos de la zona.
8. Reubicar el estadio, viviendas que se encuentren al este de la quebrada Santa Elena, porque podrían ser dañadas por la ocurrencia de otro evento.
9. Se sugiere usar las medidas correctivas propuestas en la figura 7.

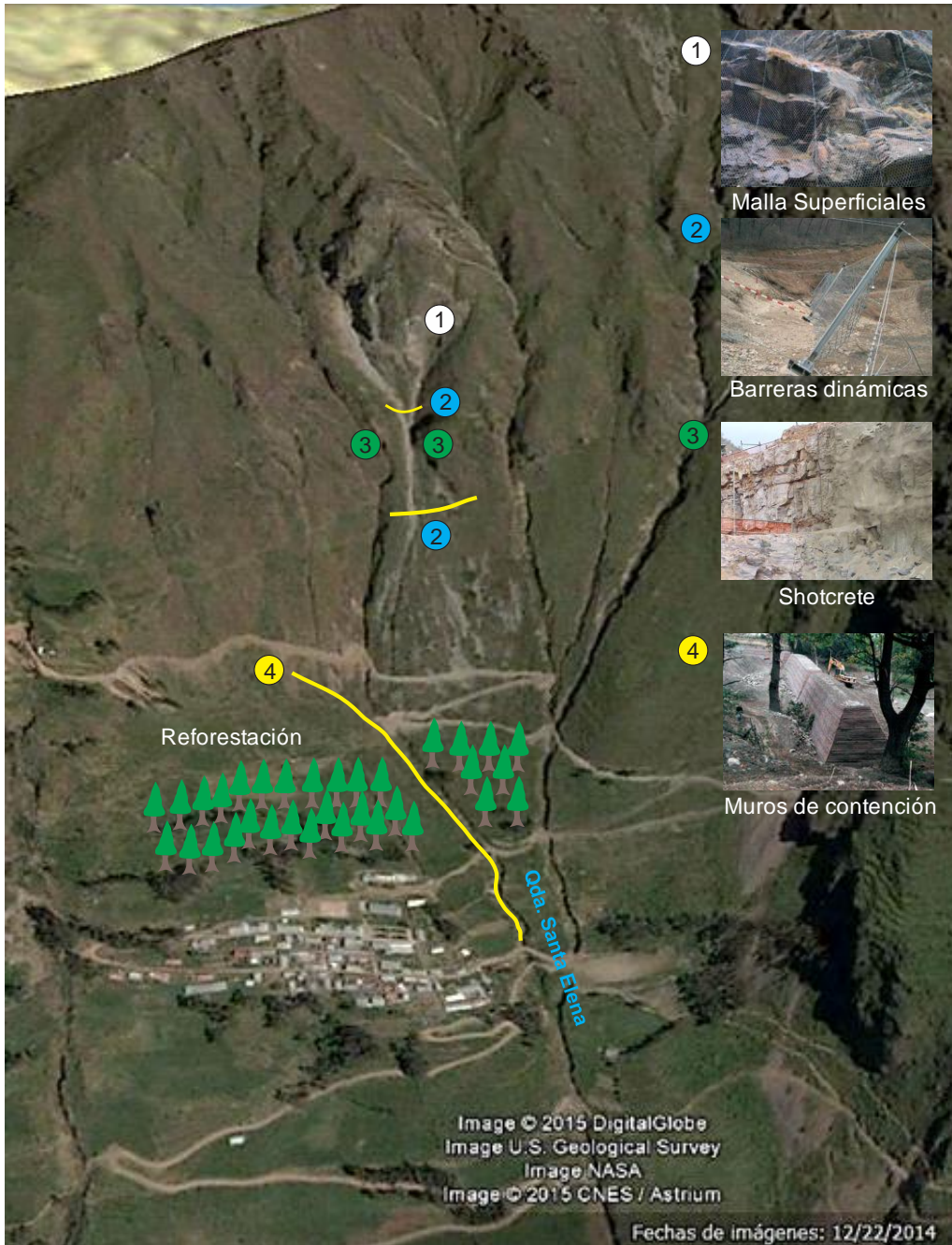


Figura 7. Esquema de la distribución de las medidas recomendadas para mitigar la caída de rocas, la ubicación de las mismas son referenciales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caballero, H. (2015). *Evaluación de riesgo de Huamatambo*. Gobierno regional de Huancavelica – GRH; Dirección Regional de Defensa Nacional, Seguridad Ciudadana y Defensa Civil. 46p.

Evans, S.G. y Hungr, O. (1993). **The analysis of rock fall hazard at the base of talus slopes**: Canadian Geotechnical Journal., V.30, p. 620-636.

Gavilanes, H. (2003). *Curso de explotación de canteras: parámetros geotécnicos y estabilidad de taludes*. Asociación de ingenieros de minas de Ecuador - AIME. 87p.

Hoek, E. y Marinos, P. (2000). Predicting tunnel squeezing problems in weak heterogeneous rock masses. En: Tunnels and tunneling International. Part 1-November 2000, Part 2-December 2000. 22 p.

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET (1980). *Estudio geodinámico de la cuenca del río San Juan (Dptos. Ica-Huancavelica)* – Boletín n° 6 Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. 147p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. (2015), *Sistema de Consulta de Cuadros Estadísticos – Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda*. Web: <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#>. Visitada el 07/09/2015.

Pimentel, F. (2011). *Retroanálisis para la determinación de los coeficientes de restitución de gneis y depósitos de talud*. Instituto de geociencias de la Universidad federal de Rio de Janeiro. 48p.

Salazar, H.; Landa, C. (1993). *Geología de los cuadrángulos de mala (26-j), Lunahuaná (26-k), Tupe (26-l), Conayca (26-m) Chíncha (27-k) Tantará (27-l) y Castrovirreyna (27-m)*. INGEMMET. Carta Geológica Nacional. Boletín N° 44 Serie A. 115p.

United States Geological Survey - USGS (2004). *Land slide type and processes* - Fact Sheet 2004–3072. 4p.

Varnes, D. J. (1978). *Slope movement types and processes*. In: Special Report 176: Landslides: Analysis and Control (Eds: Schuster, R. L. & Krizek, R. J.). Transportation and Road Research Board, National Academy of Science, Washington D. C., 11-33.