



**PERÚ**

Ministerio  
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en  
Glaciares y Ecosistemas de Montañas

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA  
INAIGEM**

## **EVALUACION FISICA, BALCON DE JUDAS ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO**



### **Informe Técnico**

Elaborado por: Roque Vargas Huamán  
Edinson Inga Espinoza

**Huaraz, Enero 2016**



## Tabla de contenido

<b>I. GENERALIDADES</b>	
1.1 Introducción .....	3
1.2 Antecedentes .....	3
1.3 Objetivos .....	4
1.4 Localización .....	4
<b>II. ASPECTOS FISICOS</b>	
2.1 Descripción Geológica .....	5
2.2 Comportamiento estructural .....	5
2.3 Descripción geomorfológica .....	9
2.4 Identificación de taludes inestables .....	9
<b>III. GESTION DEL RIESGO</b>	
3.1 Identificación de Peligro (Zonas Críticas).....	11
3.2 Análisis de Vulnerabilidad (personas, infraestructura y servicios) .....	13
3.3 Estimación del riesgo (vidas humanas, daños económicos, daños materiales) .....	14
<b>IV. PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	
4.1 Medidas estructurales .....	14
4.2 Medidas no estructurales .....	15
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
5.1 Conclusiones .....	16
5.2 Recomendaciones .....	16
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	18
<b>ANEXOS: Sobrevuelo de Drone</b> .....	18



## I. GENERALIDADES

### 1.1. Introducción

El informe de evaluación física del talud inestable del mirador Balcón de Judas, ubicado en la margen izquierda del río Santa en las inmediaciones del puente Calicanto y puente Raimondi, describe la situación actual del sector calificado como área crítica en base a la visita de campo realizada el día 08 de enero de 2016, conjuntamente con las autoridades representantes del Instituto Nacional de Cultura de Huaraz, Municipalidad Distrital de Independencia, Municipalidad Provincial de Huaraz, Defensa Civil de Huaraz y el Gobernador del Distrito de Independencia.

La evaluación de campo fue propuesta a partir de la reunión convocada por el Instituto Nacional de Cultura de Huaraz y la Municipalidad Distrital de Independencia, con la finalidad de definir las medidas a adoptar para dar solución definitiva al problema de inestabilidad de taludes que podría ocasionar accidentes ante la presencia de lluvias, como el ocurrido el 30 de diciembre del 2015.

Durante la visita se identificaron tres (3) áreas con taludes inestables, siendo la de mayor atención el talud frontal del Mirador Balcón de Judas, por las malas condiciones geológicas y geotécnicas existentes, donde se deben adoptar medidas urgentes para solucionar el problema presentado.

### 1.2. Antecedentes

El mirador Balcón de Judas es un centro Arqueológico denominado como complejo habitacional correspondiente a la Cultura Recuay, que cronológicamente esta entre los 200 a 600 años d.C. (Héctor Cáceres Salazar-informe de inspección y evaluación de riesgo, 2012).

En el Balcón de Judas se han encontrado algunos fogones ceremoniales de la época de Chaucayán (2500-1000 años a. C.) pertenecientes a comunidades sedentarias con ritos especiales. Ya se habían domesticado algunos animales, pero no conocieron la cerámica ni los metales, (Cultura Recuay, Ediciones: Instituto Nacional de Cultura-Departamento de Ancash, Museo Arqueológico de Ancash).



En este sector ya se produjo un derrumbe el 16 de febrero del 2012, quedando colgados grandes bloques de roca inestable a manera de cornisas con alto nivel de peligro. En este sentido la Municipalidad Provincial de Huaraz, ha elaborado 3 informes correspondiente al cerro conocido como Balcón de Judas (M.P.H. enero 2016, Informe N° 007-2016-MPHz-OGRDyDC; M.P.H. enero 2016, Informe N° 350-2016-MPHz-OGRDyDC; y Fichas Técnicas N° 001-002, M.P.H. 2015-Inspección al Mirador Balcón de Judas). En dichos informes, se menciona que ya se cuenta con un perfil de proyecto para el tratamiento integral del cerro denominado Balcón de Judas y que aproximadamente en febrero estaría viable por el área de OPI de la Municipalidad Distrital de Independencia. Así mismo se hace recomendaciones para dar un tratamiento temporal, aplicando sistemas de protección con mallas metálicas hasta que se aprueben los estudios y se ejecuten las obras definitivas.

Debido a las fuertes lluvias producidas el 30 diciembre 2015 ocurrieron nuevamente desprendimiento de rocas producto de la humedad que afecto el terreno compuesto por rocas muy alteradas y fracturadas con un volumen aproximado de 20m<sup>3</sup>, sin pérdida de vidas humanas, que han sido limpiadas oportunamente, (Informe N° 350-2016-MPHz-OGRDyDC- enero 2016).

### 1.3. Objetivos

- Identificar los puntos críticos en el área de derrumbe del Balcón de Judas.
- Conocer los factores que determinan la inestabilidad de taludes.
- Identificar el comportamiento geotécnico de sistemas de fracturas y fallas locales.
- Identificar los patrones de inestabilidad.
- Plantear propuestas de solución para mejorar la estabilidad de taludes.

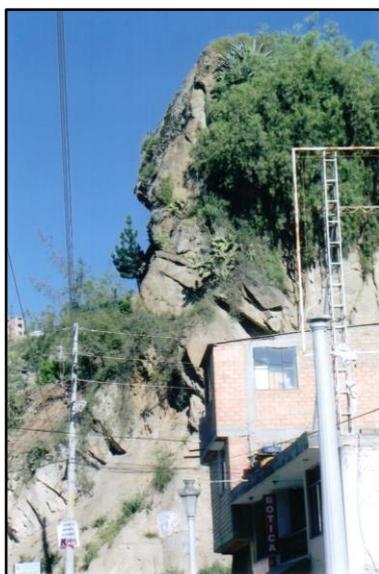
### 1.4. Localización

El Balcón de Judas se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Santa en las inmediaciones del puente Calicanto y puente Raimondi al sur del Distrito de Independencia, Barrio Huarupampa, Los Olivos, Picup, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash; a una altura de 3,036 msnm, con coordenadas geográficas 09° 31' 36.57" S y 77° 32' 09.99" O.

## II. ASPECTOS FISICOS

### 2.1. Descripción geológica

En el sector conocido como mirador Balcón de Judas, afloran rocas de origen volcánico identificadas como lavas y pórfidos andesíticos y dacíticos de edad mesozoica, con buena competencia en estado fresco, pero muy frágiles e inestables cuando están alteradas y fracturadas por intemperismo, como se observa sobre el talud frontal del Balcón de Judas (foto N° 1). En la parte alta y parte baja del talud se encuentran cubiertas en forma local por depósitos cuaternarios, de origen coluvial y coluvio-aluvial.



**Foto N° 1.** Macizo rocoso de origen volcánico, conformado por lavas y pórfidos andesíticos y dacíticos, con intenso fracturamiento local, que genera inestabilidad.

### 2.2. Comportamiento estructural

El talud denominado Balcón de Judas, está influenciado por dos sistemas de fracturamiento local, uno dominante con rumbo general N 80°E, buz. 51° SW, con cierto desplazamiento sobre el plano de falla y otro en forma transversal con líneas de fracturamiento local sin movimiento, los cuales se describen a continuación:

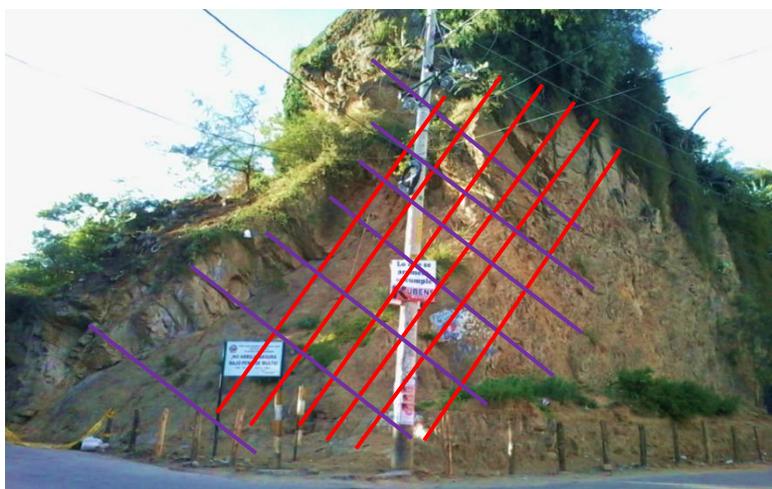
**Sistema de fallas locales.-** Se debe a un incremento en los esfuerzos actuantes o disminución de resistencia al esfuerzo cortante de la roca, en general se detectaron hasta 5 fallas situadas en todo el talud lateral al Balcón de Judas (foto N°2), estas, evidencian un sistema de movimiento en todo el cuerpo manifestándose con derrumbes producto de la fricción que existe entre los bloques rocosos, lo que a su

vez genera zonas de debilidad que se propagan en la cabecera removiendo los bloques presentes en la parte superior y provocando asentamientos que están en constante movimiento.



**FOTO N° 2.** Se observa un fallamiento local y paralelo en el cuerpo lateral del talud, provocando zonas de debilidad que se reflejan con más incidencia sobre todo en las cabeceras.

**Sistema de fracturamiento local.-** El cerro Balcón de Judas obedece a dos sistemas de fracturamiento (foto N°3), debido a que las rocas que componen este talud son de naturaleza heterogénea, estas han generado concentración de esfuerzos en zonas de contraste composicional (contactos de capas, cambio de facies), por pérdida de volumen (compactación). Por lo tanto estas fracturas se distinguen por los movimientos relativos que ocurren a lo largo de la superficie o línea de debilidad.



**FOTO N° 3.** El talud altamente inestable se ve sometido a este sistema de fracturamiento las cuales están predominando, generando planos de ruptura que se reflejan en derrumbes.

Las líneas de color lila representan planos contra talud y obedecen a un sistema de discontinuidades en forma macro, con tendencia a seguir un plano en la roca, estas fracturas tienen aberturas las cuales están siendo rellenas por materiales finos y subsecuentemente están siendo alteradas y mineralizadas; por lo tanto se está observando un incremento en la capacidad de permitir el flujo de fluidos a través de la roca, generando esfuerzos cortantes y en zonas de tensión o de compresión originando planos en movimiento, observados en la parte frontal inferior del talud, con volcaduras de rocas removidas y próximas a caer, (foto N°4 y 5).



**Foto N° 4.** Sector crítico donde la base del talud se ve muy afectada producto del gran fracturamiento y alteración a la cual la roca se presenta, generando falla local y fuerte presión vertical sobre el talud superior de la carretera a Los Olivos.



**Foto N° 5.** Zonas inestables por fracturamiento vertical desde la base hasta la cima del afloramiento rocoso siguiendo una fractura continua. Se observa desplazamiento lateral con fuerte alteración superficial. En la cima, grandes bloques fracturados.

El segundo sistema de fracturación, líneas de color rojo, tienen planos a favor del talud, obedeciendo a un sistema de fracturación menor con aberturas entre sus discontinuidades más cerradas al plano anterior, para este caso es importante mencionar que años atrás en el proceso constructivo de la carretera no se ha considerado el ángulo adecuado del talud natural, generando planos que separan bloques de roca con desplazamiento perpendicular al plano de ruptura. Como consecuencia de esta variación morfológica podemos mencionar que el incremento de la permeabilidad generada por las fracturas abiertas de la roca facilitan y aceleran los procesos de microfracturamiento en forma interna.



**Tipo de falla local.-** Considerando los factores geológicos y teniendo en cuenta los sistemas de discontinuidades y planos de fracturamiento, se ha determinado que el tipo de movimiento y falla al cual está asociado el fracturamiento local, es de **falla planar**.

Esta se define como el movimiento de un bloque (o bloques) de roca a lo largo de una superficie de falla plana bien definida, que han generado derrumbes que ocurren en forma lenta o rápidamente. Los deslizamientos que están ocurriendo en este sector son planares, considerando el desplazamiento como una unidad (bloques) a lo largo de una o más superficies planas. Es importante mencionar también que se puede generar una falla de cuña a lo largo de la intersección de los planos, consistente de uno o varios bloques de pequeño a gran tamaño, siendo acelerados, por efectos naturales y actividades humanas.

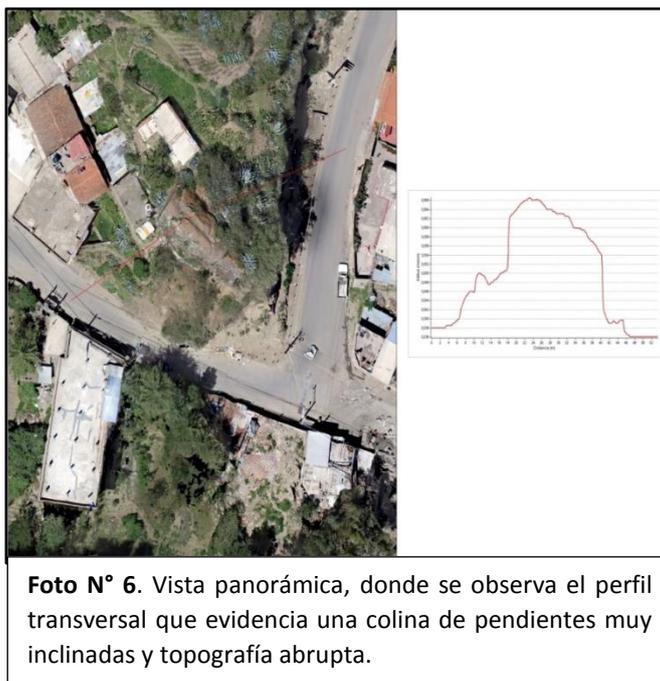
Los factores principales que afectan la estabilidad del talud en el Balcón de Judas son:

**Lluvias.-** Durante el periodo de lluvias, los taludes se ven afectados al saturarse los suelos que los forman, provocando un aumento de peso de la masa, una disminución en la resistencia al esfuerzo cortante y la erosión de la superficie expuesta. Al introducirse agua en las grietas que presente el talud se origina un incremento en las fuerzas actuantes, pudiendo provocar la aceleración de las fallas locales.

**Sismo.-** Los sismos suman fuerzas dinámicas a las fuerzas estáticas actuantes, a las que está sometido un talud, provocando esfuerzos cortantes dinámicos que reducen la resistencia de la roca. Estos eventos actúan como detonantes para generar desprendimientos sobre material triturado y fracturado, sobre todo cuando se encuentran con elevado nivel de inestabilidad, como se observa en el Balcón de Judas.

### 2.3. Descripción geomorfológica

Geomorfológicamente, este sector constituye una colina baja de aproximadamente 30 m. de altura sobre afloramiento rocoso con cimas muy accidentadas y taludes con fuerte pendiente hasta escarpados por corte de la carretera (foto N° 6).



**Foto N° 6.** Vista panorámica, donde se observa el perfil transversal que evidencia una colina de pendientes muy inclinadas y topografía abrupta.

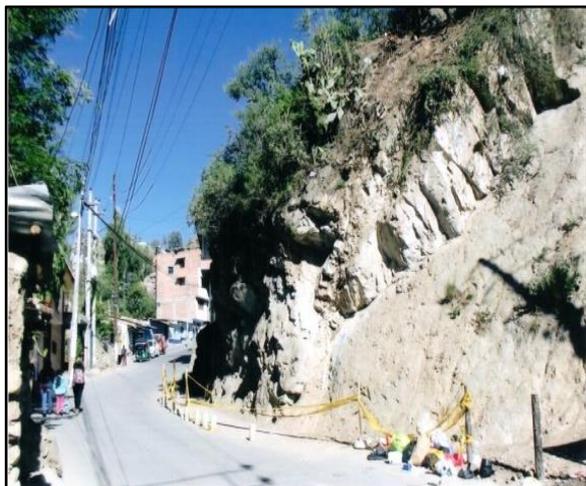
Los principales procesos geodinámicos se han identificados como derrumbes y desprendimientos de bloques de rocas fracturadas que caen violentamente sobre la vía por inestabilidad de taludes, originado por sistemas de fallas locales y favorecidos por la fuerte pendiente de los taludes y la presencia de rocas fracturadas y muy alteradas, la pendiente promedio del talud frontal es de 85°.

### 2.4. Identificación de taludes inestables

Durante la visita de campo, se han identificado tres (3) áreas consideradas como críticas, por la presencia de taludes inestables (círculos en color rojo, fotos N° 7, 8, 9, 10, 11 y 12), donde existe una alta probabilidad de ocurrencia de derrumbes y desprendimientos de roca y material triturado que afectarían la vía, las viviendas y las personas que transitan en forma permanente por estos sectores.



**FOTO N° 7.** Se observa una fotografía panorámica donde se ha detectado 3 sectores que comprende la parte más crítica conocida como Balcón de Judas, luego uno en la parte lateral y un último frente al puente Raimondi.



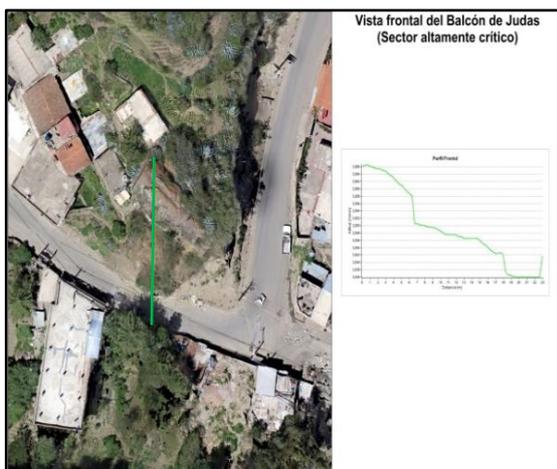
**Foto N° 8.** Sector 1 considerado el más crítico que amerita intervención inmediata.



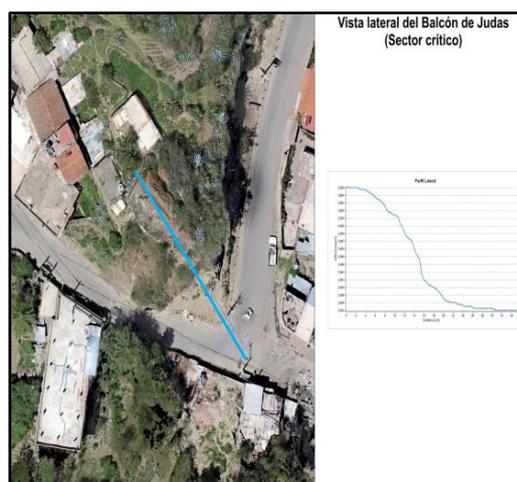
**Foto N° 9.** Sector 2 considerado como crítico debido a las zonas de debilidad que presenta, observándose rocas muy alteradas susceptibles a procesos erosivos.



**Foto N° 10.** Sector 3 considerado crítico por desplazamiento de la masa en la cabecera y fracturamiento de la roca en la parte media.



**Foto N° 11. Perfil principal:** Talud frontal sobre la zona de derrumbes con altura aprox. 30 m. base de 20 m. sobre plano de falla local. Zona muy fracturada.



**Foto N° 12. Perfil lateral:** zona de afloramiento de roca con grandes bloques fracturados en la parte alta. Altura aprox. 32 m. base 30 m.

La evaluación preliminar de campo, ha permitido determinar que el factor principal que acelera los procesos de inestabilidad del talud es el agua de lluvia, que al infiltrarse en las fracturas y grietas existentes, sirven de lubricante natural que acelera el fracturamiento y la meteorización de las rocas. También se ha observado en la parte alta del talud, la presencia de pequeñas áreas de cultivo con riego superficial, lo cual origina infiltración a través de zonas de debilidad, acelerando la descomposición de las rocas alteradas de la superficie.

En sectores que se ubican frente al puente Raimondi, se observa inestabilidad de taludes, por presencia de rocas dacíticas muy meteorizadas que originan caída de coluvios en forma permanente sobre el talud superior de la carretera, estos sectores son susceptibles a derrumbes y asentamientos locales durante la época de lluvias.

### III. GESTION DEL RIESGO

#### 3.1. Identificación de peligros (zonas críticas)

El sistema de fracturamiento dominante y el alto nivel de intemperismo de las rocas ha originado la inestabilidad de los taludes que han sido cortados durante la construcción de la carretera (áreas críticas). Esto ha determinado un gran volumen

de material muy fracturado con desplazamiento sobre plano de falla local hacia la base de talud, determinando una área crítica muy inestable de aproximadamente 14 m. de largo en la base, por 12 m. de altura y aprox. 2.5 m. de ancho (foto N° 13).

En la parte alta, se ha calculado un área de intervención en forma preliminar de 14 m. en la base por 10 m. de ancho y 16 m. de altura, estimando un volumen aproximado de 2,240 m<sup>3</sup>. (Esta información debe ser precisada mediante un estudio técnico detallado que permita estimar el verdadero volumen de roca a remover).



**Foto N°13.** Se observan planos de roca muy fracturados e intemperizados del sector frontal propensos a caer tanto en la base y cabecera del talud, provocando una amenaza latente en toda el área.

Existen también otras áreas críticas sobre el talud de la carretera hacia el puente Raimondi, con material triturado y alta condición de inestabilidad, donde se deben tomar medidas de prevención. Así mismo, en el talud de la carretera frente al puente Raimondi, se observa roca dacítica muy alterada, con talud vertical con alta inestabilidad, que origina caída de material coluvial sobre la carretera con elevado peligro para las personas y vehículos que circulan en esta vía, (foto N° 14).



**Foto N° 14.** La fotografía muestra nuevos sectores inestables que se detectaron en la inspección de campo, la cual se consideraron críticos, debido a la inestabilidad que presentan, ameritando obras de prevención.

### 3.2. Análisis de la vulnerabilidad (personas, infraestructura y servicios)

La alta transitabilidad de personas y vehículos sobre la vía principal de doble sentido que conduce a Los Olivos, determina una alta exposición ante la caída de rocas y derrumbes en el talud frontal del Balcón de Judas, principalmente por lo angosto de esta vía y la poca capacidad de tránsito, elevando el nivel de exposición de las personas (foto N° 15).



**Foto N° 15.** La fotografía muestra el paso de vehículos muy cerca de la zona altamente crítica, entrampándose entre ellos, un derrumbe provocaría daños muy perjudiciales.

También se ha observado la construcción de viviendas de concreto sobre el corte del talud inestable en rocas muy alteradas, sin considerar las normas técnicas de construcción. La presencia de lluvia y/o sismos incrementa la vulnerabilidad que puede originar daños considerables (foto N° 16).

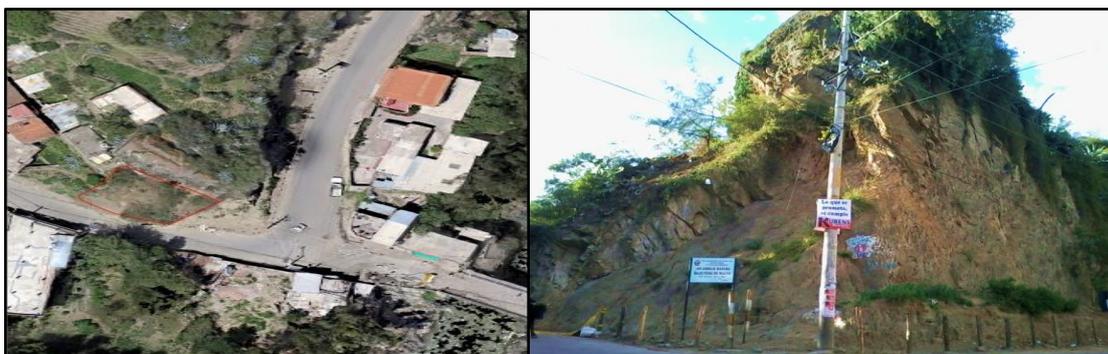


**Foto N° 16.** Se observa construcción de edificaciones ubicadas en zonas de taludes inestables, un deslizamiento provocaría grandes daños.

### 3.3. Estimación del riesgo (vidas humanas, daños económicos, daños materiales)

La presencia de infraestructura en el entorno del mirador Balcón de Judas, determina un alto nivel de riesgo, por la pérdida de vidas que puede ocasionar la caída de bloques de gran volumen y el daño material a las casas e infraestructura existente, por lo tanto se recomienda considerar medidas de prevención en forma inmediata.

Al mismo tiempo, la instalación de postes de alumbrado público de alta tensión que pueden ser afectados por derrumbes y obras de estabilización, podría interrumpir el servicio y las actividades en Los Olivos, con grandes daños económicos y sociales (foto N° 17.).



**Foto N° 17.** Se observa la vista de planta y frontal, del sector considerado altamente crítico, como parte de la solución, se está proponiendo el desquinche y voladura de la roca fracturada, así como también la reubicación de los postes de alta tensión que se verán afectados.

## IV. PROPUESTAS DE SOLUCION

Las medidas que deben adoptarse para dar solución definitiva a los derrumbes y desprendimientos en el mirador Balcón de Judas, deben tener el enfoque estructural y no estructural; a continuación se plantea las principales actividades a considerar para cumplir los objetivos propuestos:

### 4.1. Medidas estructurales

- sobre la vista frontal del Balcón de judas, se ha señalado una posible área de desquinche con retiro de 5 bloques sueltos ubicados en la parte alta del último derrumbe ocurrido en diciembre del 2015, que debe realizarse en forma inmediata para evitar accidentes.



- En la parte baja del talud de Balcón de Judas, sector frontal, se ha estimado en forma preliminar el área de desplante (desquinche) considerando el sector de derrumbes y el gran volumen de roca a remover, calculado aprox. 14 m. de largo en la base, por 12 m. de altura sobre el plano de falla y 2.5 m en promedio de ancho, dando un volumen aproximado de 420 m<sup>3</sup> de roca a remover. Para esto Debe realizarse un estudio geotécnico detallado sobre el área crítica del Balcón de Judas con la finalidad de determinar con precisión, el volumen de roca a remover por desquinche y voladura.
- En la parte alta del afloramiento, debe hacerse voladura de rocas en forma local y sistemática, manejado técnicamente, tratando de eliminar los grandes bloques sueltos que pueden provocar accidentes sobre las personas y vehículos. En este sector se ha calculado un área de intervención en forma preliminar de 14 m. en la base por 10 m. de ancho y 16 m. de altura, estimando un volumen aproximado de 2,240 m<sup>3</sup>. (esta información debe ser precisada mediante un estudio técnico detallado que permita estimar el verdadero volumen de roca a remover.

#### **4.2. Medidas no estructurales**

- Se debe limitar el tránsito de personas y vehículos en el área crítica determinada y colocar señalización clara y precisa, para evitar accidentes ante la presencia de lluvias y/o sismos de gran magnitud.
- Capacitar y concientizar a la población y a las empresas de transporte que transitan por esta vía, sobre el peligro existente y la responsabilidad de asumir las medidas de prevención indicadas y determinadas por Defensa Civil.
- Frente a la posibilidad de ocurrir accidentes personales y daños a la propiedad privada, durante la ejecución de obras de estabilización, es necesario considerar la compra de seguros contra accidentes imprevistos en las viviendas, vehículos y personas para evitar conflictos sociales y responsabilidad institucional que eleven los costos de operación.



- Es importante sincerar y actualizar la situación del saneamiento urbano en el entorno del Balcón de Judas, en relación al derecho de propiedad y licencias de construcción otorgadas por la Municipalidad Distrital de Independencia y de Huaraz, que permitan estimar costos de reparación y/o reubicación durante las actividades propuestas.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Estructuralmente, el mirador Balcón de Judas se encuentra controlado por dos sistemas de fracturamiento local uno dominante que es a favor del talud y otro transversal, formando un plano de deslizamiento donde la roca fracturada y siguiendo el plano de falla.
- Los factores principales que aceleran el proceso de inestabilidad en este sector altamente crítico, están asociados a agentes externos dentro los principales son precipitaciones pluviales, actividad del hombre, erosión y sismos.
- El talud conocido como Balcón de Judas está compuesto por rocas altamente fracturas, compuesta por rocas de origen volcánico identificadas como lavas y pórfidos andesíticos y dacíticos de regular dureza.
- El intenso fracturamiento y espaciado que existe entre los bloques, ha generado un elevado nivel de alteración que en forma secuencial se incrementa siguiendo los planos de fracturas locales.

### 5.2. Recomendaciones

- Debido al alto fracturamiento existente en la parte baja y media del talud Balcón de Judas, y teniendo en cuenta los bloques sueltos ya ubicados se ha señalado área de desquinche que debe realizarse en forma inmediata para evitar accidentes.



- Se recomienda considerar la compra de seguros contra accidentes de las personas y la propiedad privada durante la ejecución de obras de estabilización.
- Debe realizarse un estudio geotécnico detallado sobre el área crítica del Balcón de Judas con la finalidad de determinar con precisión, el volumen de roca a remover por desquinche y voladura.
- En la parte alta del afloramiento, debe hacerse voladura de rocas en forma local y sistemática, manejado técnicamente, tratando de eliminar los grandes bloques sueltos que pueden provocar accidentes sobre las personas y vehículos.
- Se debe limitar el tránsito de personas y vehículos en el área crítica y colocar señalización clara y precisa, para evitar accidentes ante la presencia de lluvias y/o sismos de gran magnitud.

\_\_\_\_\_ O \_\_\_\_\_



### **Referencias Bibliográficas:**

- M.P.H. enero 2016, Informe N° 007-2016-MPHz-OGRDyDC, Inspección al Mirador Balcón de Judas, Barrio Los Olivos.
- M.P.H. enero 2016, Informe N° 350-2016-MPHz-OGRDyDC, Inspección al Mirador Balcón de Judas, Barrio Los Olivos.
- M.P.H. 2015, Ficha técnica N° 001: identificación de peligros-Rio Santa y Ficha técnica N° 002: Identificación de peligros-Balcón de judas.
- Ing. Héctor Felipe Cáceres Salazar, 2012-Informe de inspección y evaluación de riesgo, deslizamiento rocoso zona balcón de judas, barrio de los olivos, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, amortiguamiento zona arqueológica.

### **Anexos:**

- sobrevuelo de un Drone