



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



**Autoridad Administrativa del Agua - Huarmey - Chicama**

**Meta**

**Seguimiento al Comportamiento de Glaciares  
y Lagunas a Nivel Nacional**

**Avalancha de hielo y nieve desde el pico  
norte del nevado Huascarán  
Ocurrido el 20 de junio de 2023**



**Nevado Huascarán**

**6 757 m s. n. m.**

Av. Confraternidad Internacional Oeste N° 167, Independencia - Huaraz - Áncash - Perú

 [glaciologia@ana.gob.pe](mailto:glaciologia@ana.gob.pe)

 043 - 421601

## I. Introducción

La **Autoridad Administrativa del Agua (Huarney – Chicama)**, a través de su Meta: Seguimiento al Comportamiento de Glaciares y Nevados a Nivel Nacional (SCGLNN), unidad especializada de la **Autoridad Nacional del Agua (ANA)**, viene generando información de glaciares y Nevados a nivel Nacional. En ese marco, también brinda soporte técnico en la atención de eventos relacionados a la activación de peligros de origen glaciar.

En ese contexto, el **20 de junio de 2023**, se ha registrado 02 avalanchas de hielo y nieve desde el pico norte del nevado Huascarán; la primera avalancha ha ocurrido a las 12:50 p.m. la cual habría sido de muy baja magnitud, la segunda avalancha, se produjo a las 02:50 p.m. y sería de mediana magnitud; éste segundo evento, al ser de mayor tamaño, ha sido observado por la población en general, siendo captado en fotos y videos por parte de diversos pobladores de la provincia de Yungay y difundido principalmente a través de la red social (Facebook), causando alarma y preocupación en los pobladores de Yungay, Ranrahirca, así como a nivel nacional e internacional.

El **nevado Huascarán** (6 757 msnm), es un sistema glaciar, que alberga la cumbre nevada más alta del Perú; se ubica en el distrito y provincia de Yungay, departamento de Áncash, en la cuenca del río Santa, en la cordillera Blanca, en las coordenadas: 211 734 Este, 8 992 883 Norte (WGS84 – Zona 18L), tiene un área total de **46 km<sup>2</sup>**.

En cuanto a las avalanchas, se estima que en la primera avalancha, se ha desprendido **30 000 m<sup>3</sup>** de hielo y nieve y en la segunda avalancha que ha sido de mayor intensidad **150 000 m<sup>3</sup>**. Por lo que se estima que volumen total en las dos avalanchas de **180 000 m<sup>3</sup>** de hielo y nieve.

El evento se nos comunicado a las 04:20 p.m. por parte de la oficina de Defensa Civil (Huaraz). Por lo que inmediatamente nos trasladamos a la provincia de Yungay, con la finalidad de recabar información de los posibles daños a la vida el cuerpo y la salud de los pobladores, así como los posibles daños materiales en la infraestructura pública, privada, vías de comunicación, infraestructura de riego, áreas de cultivo. En el camino, el gobierno regional de Áncash, a través del COER Áncash, nos convoca a una sesión extraordinario de la plataforma de defensa civil, para las 06:00 p.m. con el objetivo de tratar el tema de las recientes avalanchas del nevado Huascarán. Desde la provincia de Yungay, conjuntamente con su alcalde el Sr. José Romero y sus funcionarios, participamos en la reunión convocada por el COER Áncash. Desde la ANA, nos comprometimos en brindar el soporte técnico relacionado a la gestión de riesgo por peligros de origen glaciar y realizamos el pedido al gobernador regional para que gestione un vuelo en helicoptero del nevado Huascarán, para identificar zonas inestables, grietas o similares que afecten la estabilidad del nevado.

Los funcionarios de defensa civil de la provincia de Yungay, nos informaron que no se ha reportado ninguna persona herida o afectada por las avalanchas, en cuanto a daños materiales, tampoco se ha registrado daños. Las avalanchas se han disipado en su recorrido de más de 1 km, sin causar mayores daños, que la generación de una masa de “polvo glaciar”, que es el resultado de la pulverización del hielo y nieve en su recorrido.

## II. Objetivo

- ✓ Informar las posibles causas y daños ocasionados por 02 avalanchas de hielo y nieve desde el pico norte del nevado Huascarán ocurridas el 20 de junio de 2023.
- ✓ Informar de las acciones inmediatas que se están realizando como medidas preventivas y de seguridad ante la probabilidad de ocurrencia de nuevas avalanchas desde el nevado Huascarán.

## III. Ubicación y Acceso

### Ubicación política:

**Cuadro N° 01.-** Ubicación política del nevado Huascarán

Nº	Nevado	Región	Provincia	Distrito
1	Huascarán	Áncash	Yungay	Yungay



### Ubicación hidrográfica:

**Cuadro N° 03.-** Ubicación hidrográfica del nevado Huascarán

Nº	Nevado	Vertientes	Cordillera	Cuencas
1	Huascarán	Pacífico / Atlántico	Blanca	Río Santa / Intercuenca alto marañón V

### Ubicación geográfica:

**Cuadro N° 04.-** Ubicación geográfica del nevado Huascarán

Nº	Nevado	Datum WGS 84 – Hemisferio Sur			Cota m s. n. m.
		Este (m)	Norte (m)	Zona	
1	Huascarán	211 734	8 992 883	18 L	6 757

### Ubicación administrativa:

**Cuadro N° 05.-** Ubicación administrativa del nevado Huascarán

Nº	Nevado	AAA	ALA
1	Huascarán	Huarmey – Chicama / Marañón	Huaraz / Pomabamba

**Ubicación dentro un Área Natural Protegida (ANP)**

La **Nevado Huascarán**, se encuentran dentro del Área Natural Protegida (ANP) denominado “Parque Nacional Huascarán”.

**Rutas de Acceso:**

Para llegar a la Nevado Huascarán desde la ciudad de Huaraz, se realizar el siguiente recorrido.

**Cuadro N° 06.- Ruta de acceso a la Nevado Huascarán**

Ruta	Tipo de Vía	Estado de la vía	Distancia (km)	Tiempo (hr:min)	Medio de Transporte
Huaraz – Mancos	carretera asfaltada	buena	49	00:45	camioneta
Mancos - Musho	Trocha carrozable	Regular	7	00:25	camioneta
Musho – Campo base (4200 msnm)	Camino de herradura	Regular	9	04:00	caminando
Campo base – campo morrena (4650 msnm)	Camino de herradura	Regular	1,8	02:00	caminando
Campo morrena – Campo 1 (5300 msnm)	Sobre hielo	Mala	1,9	04:00	caminando
Campo 1 - Campo 2 (6000 msnm)	Sobre hielo	Mala	2,60	06:00	caminando
Campo 2 – Cumbre (6757 msnm)	Sobre hielo	Mala	2,50	08:00	caminando
<b>Distancia total recorrida y tiempo empleado</b>			<b>73,80</b>	<b>25:10</b>	

Debemos de indicar que el ascenso al Huascarán toma en promedio 5 días y el descenso 2 días. Entonces una expedición a la cumbre sur del nevado Huascarán, toma en promedio 7 días.



Fuente: <https://www.andeshandbook.org/>

#### IV. Descripción general del nevado Huascarán

El **nevado Huascarán** (6 757 msnm), es un sistema glaciar, que alberga la cumbre nevada más alta del Perú.



Fuente: Imagen google Earth del 08 de agosto de 2021

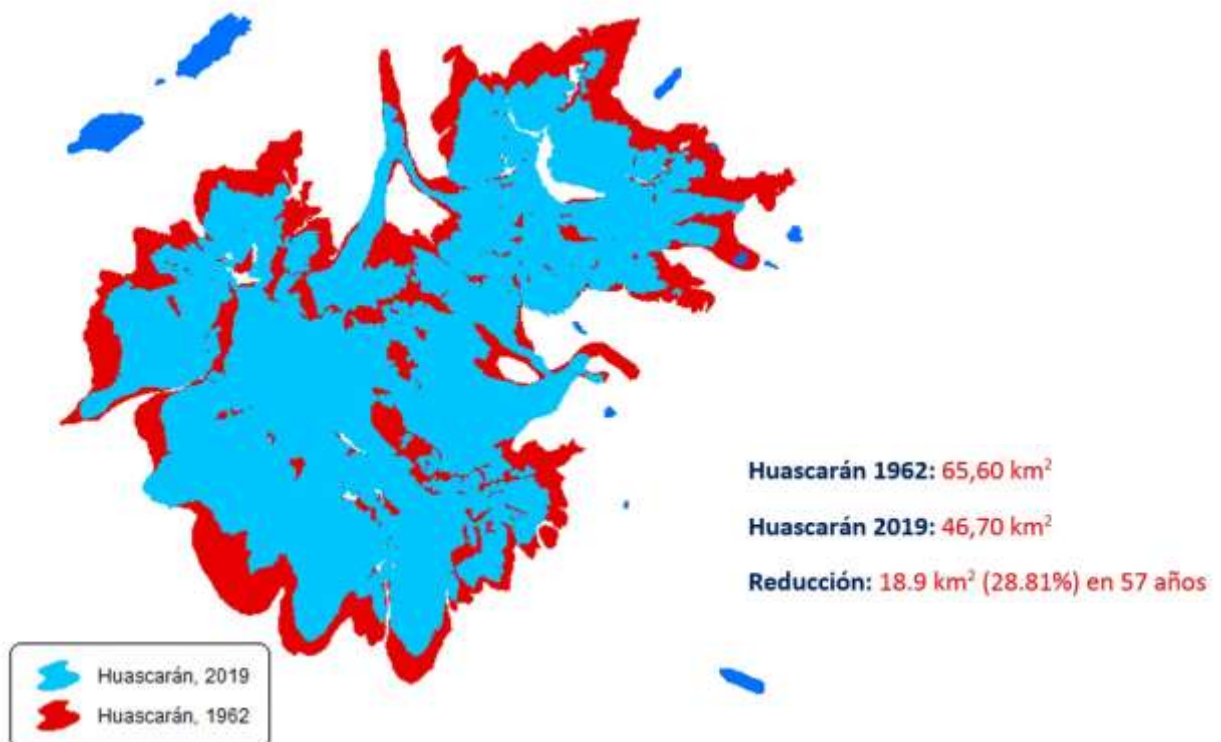
El nevado Huascarán limita:

Por el norte con las lagunas Llanganuco alta y baja.

Por el Sur con el valle glaciar Uta

Por el Este con las ciudades de Yungay, Ranrahirca y Mancos.

Por el Oeste con el distrito de Yanama.



**ANTECEDENTES DE ALUD EN EL NEVADO HUASCARÁN**

El **Aluvi3n de Ranrahírca de 1962** fue un **alud** que el **10 de enero de 1962** afect3 el 1rea urbana de la ciudad **peruana** de **Ranrahirca**, la segunda m1s grande del distrito del mismo nombre, en la **provincia de Yungay** en la regi3n **1ncash**, en el que murieron al menos 2900 personas<sup>1</sup>.

El aluvi3n vino a las 18:15 a partir de fractura y desprendimiento del glaciar 511 en la cara oeste del pico norte del nevado **Huascar1n**. La masa de hielo recorri3 16 km a la velocidad de 120 km/h y en 4 **min** la masa de piedra, hielo y rocas lleg3 al fondo del valle. Fueron borrados del mapa los pueblos de Ranrahirca, Shacsha, Huarascucho, Yanama Chico, Matacoto, Chuquibamba, Caya, Encayor, Armapampa y Uchucoto. En esa oportunidad el alud pas3 a 1,5 km al sur de la antigua ciudad de Yungay y a 1 **km** al norte de la ciudad de Mancos<sup>2</sup>.

El **31 de mayo de 1970**, en alud que fue disparado por un terremoto oce1nico (M ~7,9) a una distancia epicentral de 130 km, se origin3 como ca3da de rocas y hielo glacial en las vertientes empinadas de la cara occidental del pico norte del Nevado de Huascar1n; en su proceso de viaje extremadamente r1pido vertiente abajo, incorpor3 un volumen considerable de nieve y material morr3nico de las vertientes del Huascar1n. Durante el evento, el movimiento en masa original se transform3 en un r1pido flujo de detritos el cual viaj3 corriente abajo hacia el valle del r3o Shacsa. Parte de los detritos se esparcieron sobre los costados del valle y pasaron r1pidamente sobre la poblaci3n de Yungay enterrando al pueblo y a sus habitantes. La parte principal del flujo de detritos se desplaz3 sobre el abanico de Ranrahirca donde la mayor parte del material se deposit3. Una porci3n de los detritos continu3 su desplazamiento ingresando luego al valle del r3o Santa, posteriormente gir3 al norte y viaj3 corriente abajo por el r3o Santa hasta alcanzar al Oce1no Pac3fico, a una distancia aproximada de 160 km. Algunas estimaciones sobre el n1mero de v3ctimas superan las 18000 personas<sup>3</sup>.

M. Casaverde R3o. Asesor cient3fico del INDECI, manifiesta: Las informaciones sobre algunos de los datos relacionados con el fen3meno del alud no coinciden entre los proporcionados por la misi3n UNESCO conformada por los cient3ficos: Liboutry (franc3s), Plafker (norteamericano) y Erickson (norteamericano) y los ge3logos de Hidrandina que hicieron observaciones y estimaciones recientes (M. Zapata, C. Portocarrero). En esta presentaci3n se utilizan los datos originales de la misi3n, aunque merece una revisi3n con mayor informaci3n. El efecto de la onda principal S (onda de corte) correspondiente al segundo y violento movimiento registrado en el sism3grafo genera el desprendimiento del «glaciar 511» de 1,000,000 de m<sup>3</sup> de hielo del Huascar1n norte que cae

<sup>1</sup> Carey, Mark (2014), Glaciares, cambio clim1tico y desastres naturales- Ciencia y sociedad en el Per3, Lima: Instituto Franc3s de Estudios Andinos – IFEA, Instituto de Estudios Peruanos – IEP, p.341

<sup>2</sup> “Yungay, cr3nica de sus desastres naturales hasta el alud de 1970” RPP. 31 de mayo de 2012.

<sup>3</sup> “Los movimientos en masa de 1962 y 1970 en el nevado Huascar1n, Valle del r3o Santa, Cordillera Blanca, Per3”. Stephen G. Evans, Lionel Fidel Smoll, Juan Zegarra Loo. Universidad de Waterloo, INGEMMET.

libremente en unos 15 segundos por el farallón (cima a la base) de aproximadamente 800 metros, estimado entre las alturas promedio de 6,400 y 5.600 m.s.n.m., con una pendiente de unos 80°, alcanzando más abajo una velocidad de aproximadamente 400 Km/h. Este impulso inicial puso en movimiento un adicional de 0,8 Km<sup>2</sup> de glaciar con un espesor promedio de 30 m y una adición de 25 millones de m<sup>3</sup> de hielo, estimándose luego, que la velocidad inicial de los 25 millones de m<sup>3</sup> de hielo fue de  $400/25 = 16$  Km/h.

Los 25 millones de m<sup>3</sup> arrastraron adicionalmente en su vertiginosa caída, roca granítica, arenillas y pizarras, convirtiendo el alud en alud-aluvi6n. Este volumen alcanz6 al cementerio en 135 segundos que incluyen los 45 que dur6 el terremoto, con una velocidad promedio de 370 Km/h. Considerando que el movimiento fue acelerado, se estima que el aluvi6n pas6 por el cementerio a una velocidad de 500 Km/h. Liboutry y otros, adem6s, estimaron el vol6men total del material s6lido movido y depositado por el alud, en 50 millones de m<sup>3</sup>, con rocas de hasta 700 toneladas, basado en el espesor de alud-aluvi6n de 3 y 4 metros en la Plaza de Armas de Yungay y un 6rea cubierta de 1 6 Km<sup>2</sup>. El alud-aluvi6n lanz6 rocas hasta de 3 toneladas a una distancia de 700 m. en el valle de Llanganuco, entre el Huascar6n y Yungay. El alud-aluvi6n al chocar con la Cordillera Negra alcanz6 una altura de 50 m. Liboutry en una comunicaci6n personal, me hizo el comentario de que era razonable que la acumulaci6n renovada de nieve y hielo en el Huascar6n podr6a resultar en otro alud, aproximadamente en unos 20 a 25 a6os. El 31 de mayo de 1995, 23 a6os

despu6s del fen6meno, observamos que no hay una renovaci6n clara de nieve y hielo en el Huascar6n Norte y en el glaciar debajo. Liboutry no cont6 con otro fen6meno que se viene observando en la 6ltimas dos d6cadas que es el retroceso de los glaciares, el que podr6a estar ligado con los cambios clim6ticos generados por el calentamiento de la trop6sfera terrestre debido a la intensificaci6n del fen6meno invernadero, con el incremento de ciertos gases causados por la actividad humana, como el bi6xido de carbono, 6xido de nitr6geno, metano y clorofluorcarbonos, que tienden a atrapar la radiaci6n de onda larga emitida por la superficie de la Tierra, calentando as6 la trop6sfera en forma an6loga a un invernadero.

Zapata de la Unidad de Glaciolog6a del Instituto Nacional de Recursos Naturales (Comunicaci6n personal), ha calculado que el 6rea cubierta por el alud fue de 22.5 km<sup>2</sup> considerando el mismo espesor promedio de 3 a 4 m, se estima entre 68 y 90 millones de m<sup>3</sup> de material generado y arrastrado por el alud. As6, Zapata estima en 280 Km/h la velocidad del alud en la zona de Yungay. El mismo autor tambi6n nos proporciona un dato hist6rico de un alud precolombino que cubri6 30 Km<sup>2</sup> con 100 a 200 millones de metros c6bicos de material y una velocidad estimada en m6s de 300 Km/h.

Los movimientos en masa de 1962 y 1970 han sido bien documentados en numerosas publicaciones en espa6ol, franc6s, ingl6s y alem6n. Sin embargo, como lo indica la m6s reciente discusi6n de los

eventos del Huascarán de Erismann y Abele (2001), ciertos detalles importantes de los eventos son aún poco claros, incluyendo el mecanismo preciso del movimiento en masa y el volumen involucrado<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Stephen G. Evans, Universidad de Waterloo, Ontario, Canadá. Lionel Fídel Smoll, Juan Zegarra Loo, INGEMMET, Lima, Perú.

#### V. Avalancha de hielo y nieve desde el pico norte del nevado Huascarán el 20/06/2023

El **20 de junio de 2023**, se ha registrado 02 avalanchas de hielo y nieve desde el pico norte del nevado Huascarán; la primera avalancha ha ocurrido a las 12:50 p.m. la cual habría sido de muy baja magnitud, la segunda avalancha, se produjo a las 02:50 p.m.



Fuente: Caraz Noticias

En cuanto a las avalanchas, se estima que en la primera avalancha, se ha desprendido **30 000 m<sup>3</sup>** de hielo y nieve.

La segunda avalancha ha partido del pico norte del nevado Huascarán, ubicado a (6450 msnm) ha impacta en una zona ubicada en la cota (5550 msnm), por lo que la avalancha recorre en caída libre aproximadamente 900 metros (ver Fig), se estima que ha alcanzado una velocidad de 400 km/h. Se estima que se ha desprendido un volumen de **150 000 m<sup>3</sup>** de nieve y hielo. Con la velocidad que ha tomado, al impactar ha pulverizado la combinación de hielo y nieve, generando una inmensa nube de “polvo glaciar”, situación que no se da hace algún tiempo en el Huascarán y que a alarmado a la población. Luego el impacto, se estima que el polvo glaciar ha recorrido una 3 km.

Entonces podemos decir, que de las dos avalanchas, ocurridas el 20 de junio de 2023, se estima que de ha desprendido un volumen de **180 000 m<sup>3</sup>** de hielo y nieve. Como consecuencia de las avalanchas, no se ha registrado ningún daño ni personal ni material, ya que se ha disipado en su recorrido, no llegando a ningún centro poblado.



## VI. Escenarios de peligro en el nevado Huascarán

### Centros poblados que podrían ser afectados por nuevas avalanchas desde el pico norte del nevado Huascarán

Se ha realizado la identificación preliminar, los centros poblados que podrían ser afectados si se dieran nuevas avalanchas desde el pico norte del nevado Huascarán. Para lo cual se ha estimado de manera preliminar posibles masas de hielo y nieve con probabilidad de desprenderse y la velocidad que podrían alcanzar. Se ha identificado 6 bloques.

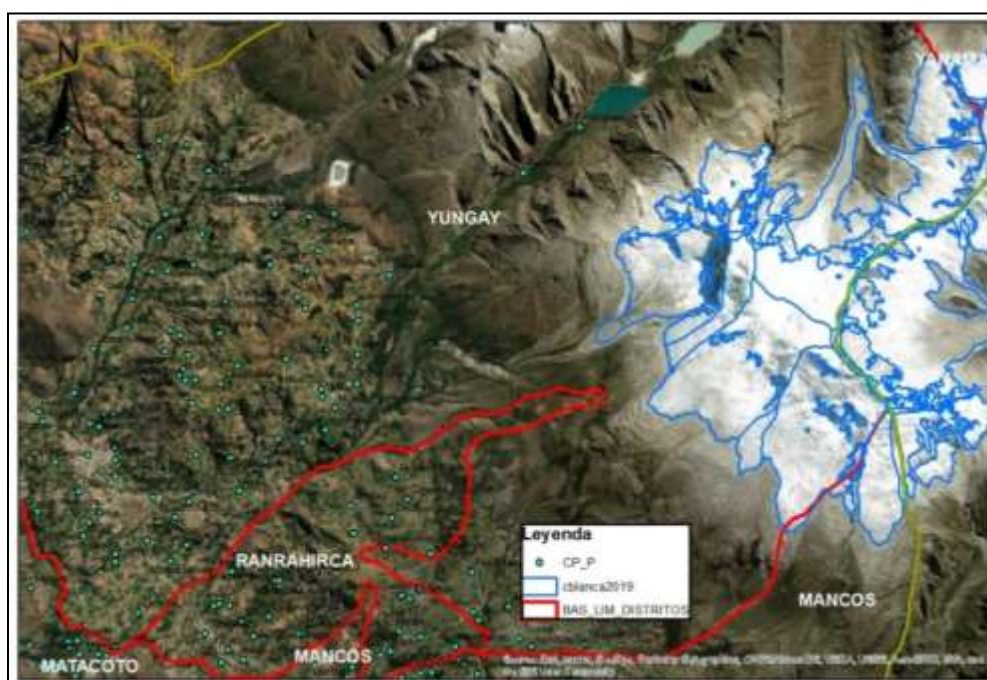
### Población con probabilidad de ser afectada, por avalanchas desde el pico norte del nevado Huascarán.

La población directamente afecta se encuentra la provincia de YUNGAY con sus distritos de YUNGAY y RANRAHIRCA, específicamente los siguientes centros poblados.

Tabla 01: centros poblados con probabilidad de afectación por avalanchas

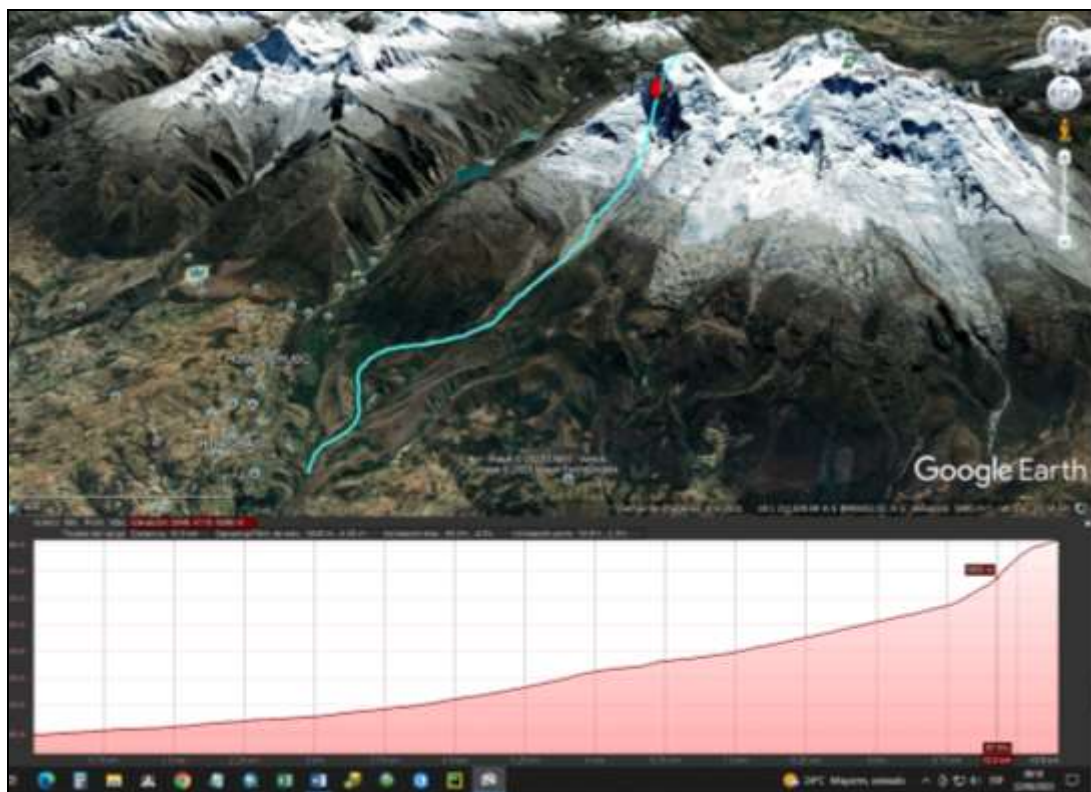
UBIGEO	PROV	DIST	CODCP	NOMCP	Z	XGD	YGD	Dist. al pico norte (Km)
22006	YUNGAY	RANRAHIRCA	525911	Ocullurqui	3196	-77.695053	-9.155043	9.9
22006	YUNGAY	RANRAHIRCA	219010	Tayanca Punta	3226	-77.687034	-9.144571	8.5
22006	YUNGAY	RANRAHIRCA	210609	Arhuay	3097	-77.695516	-9.149856	9.6
22006	YUNGAY	RANRAHIRCA	565054	Encayoc	3201	-77.687809	-9.152068	9.1
22006	YUNGAY	RANRAHIRCA	684917	Cajanca (Kajanka)	3246	-77.684873	-9.148605	8.6
22001	YUNGAY	YUNGAY	229992	Llanca	3013	-77.704462	-9.137911	9.8
22001	YUNGAY	YUNGAY	215247	Shilta	3160	-77.70082	-9.129457	9.1
22001	YUNGAY	YUNGAY	121832	Paso Uran	3189	-77.694239	-9.127009	8.3
22001	YUNGAY	YUNGAY	573581	Humacchuco	3288	-77.693825	-9.115227	8
22001	YUNGAY	YUNGAY	234432	Huashao	3170	-77.700922	-9.128007	10.3
22001	YUNGAY	YUNGAY	121041	Coptac	3060	-77.709065	-9.137158	10.7
22001	YUNGAY	YUNGAY	127399	Shillcop	2940	-77.711477	-9.141377	10.7
22001	YUNGAY	YUNGAY	525993	Aira	2797	-77.716481	-9.146804	11.4
22001	YUNGAY	YUNGAY	621432	Nuevo Progreso	3150	-77.698423	-9.131547	8.9
22001	YUNGAY	YUNGAY	236237	Ruri	3240	-77.694121	-9.121642	8.2
22001	YUNGAY	YUNGAY	234473	Cuchu	3284	-77.699834	-9.12067	8.7
22001	YUNGAY	YUNGAY	692109	Yanamachico	3079	-77.700295	-9.135563	9.3

Fuente: INEI Censo 2017



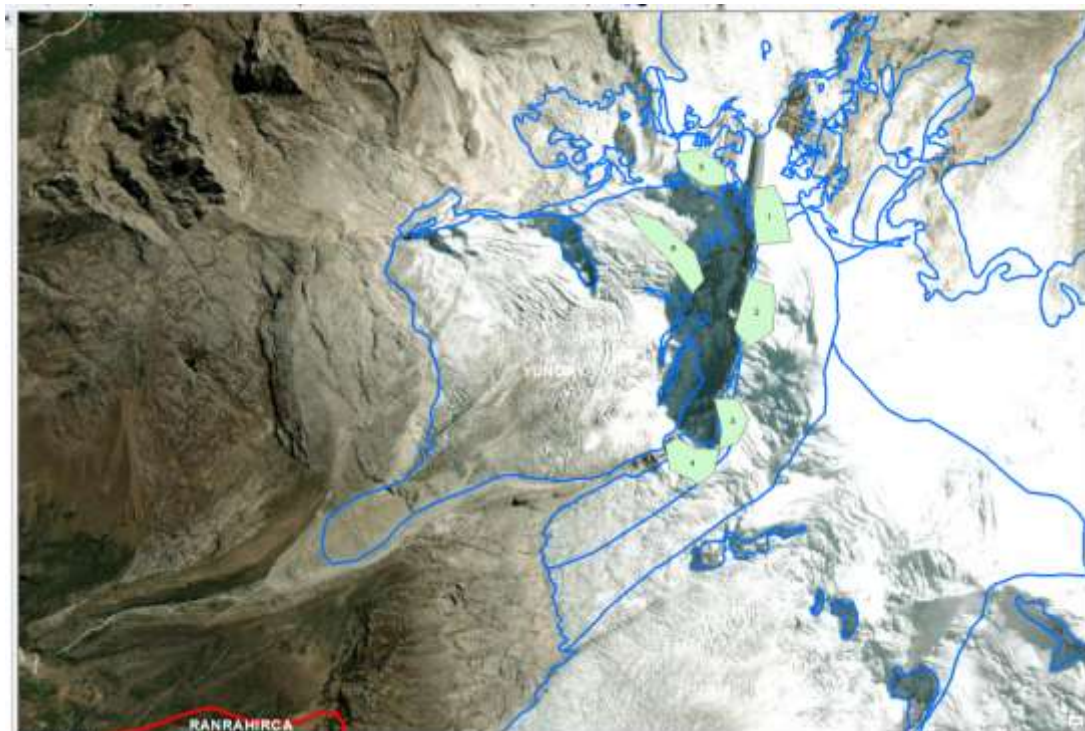
**Imagen 1:** vista de los centros poblados y del glaciar Huascarán cara norte, frente Nor-Oeste.

En la imagen 1, se muestra los centros poblados (punto verde), límite de los glaciares y el límite distrital, de las cuales se estima un recorrido preliminar mostrado en la siguiente imagen con una inclinación promedio de 30%. Equivalente a 34 grados de pendiente.



Fuente: Google earth

**Imagen 2:** recorrido preliminar del alud, pendiente promedio de 30%.

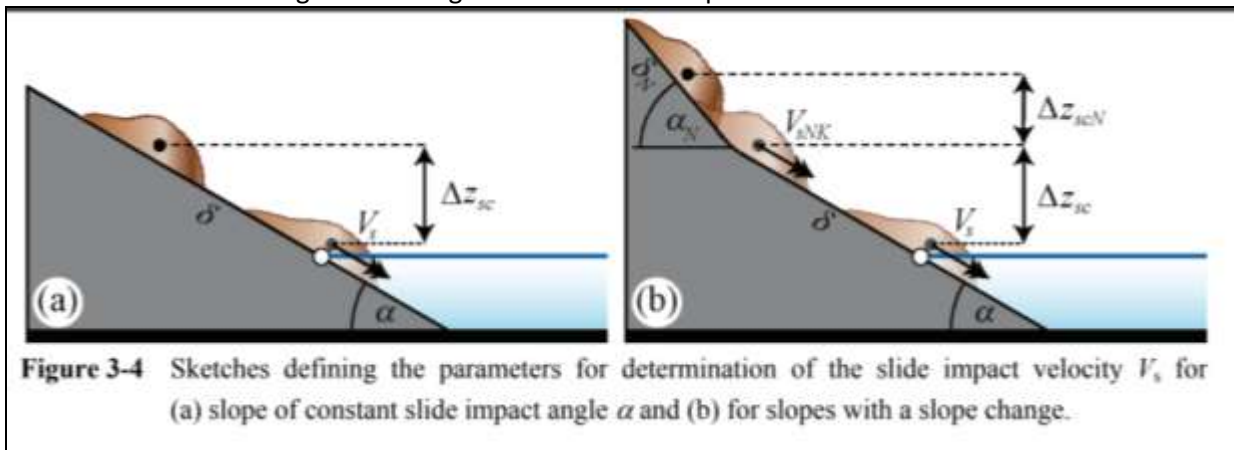


**Imagen 3:** Posibles bloques de hielo y nieve, con probabilidad de desprenderse, desde la cara norte del Huascarán.

**Estimación de la velocidad de las avalanchas:**

Las masas de hielo y nieve, con probabilidad de desprenderse se encuentran entre 6450 msnm (pico norte de Huascarán) y 5200 msnm. Y los centros poblados se ubican entre los 3300 y 2500 msnm. Siendo la diferencia de altura más alta la del pico norte del Huascarán y la ciudad de Yungay de 3950 metros y separados una distancia promedio de 15 kilómetros. Al ser las avalanchas eventos que alcanzan altas velocidades 200 km/h en promedio y los centros poblados al emplazarse tan cerca del nevado Huascarán, las avalanchas tienen alta probabilidad de llegar en sólo minutos a los centros poblados.

Se ha calculado las velocidades de los bloques identificados con probabilidad de desprendimiento, para ello, se ha utilizado la fórmula propuesta por Heller, V., Hager, W. H., & Minor, H. E. (2009). Landslide generated impulse waves in reservoirs: Basics and computation. *VAW-Mitteilungen*, 211, la cual mostramos en las siguientes imágenes extraídas de la publicación:



**Figure 3-4** Sketches defining the parameters for determination of the slide impact velocity  $V_s$  for (a) slope of constant slide impact angle  $\alpha$  and (b) for slopes with a slope change.

$$V_s = \sqrt{V_{sNK}^2 + 2g\Delta z_{sc}(1 - \tan \delta \cot \alpha)} \quad (3.2)$$

$g$ [m/s <sup>2</sup> ]	= Gravitational acceleration; $g = 9.81$ m/s <sup>2</sup>
$V_s$ [m/s]	= Slide impact velocity (Figure 3-4b)
$V_{sNK}$ [m/s]	= Slide velocity at point of slope change (Figure 3-4b)
$\alpha$ [°]	= Slide impact angle (Figure 3-4b)
$\delta$ [°]	= Dynamic bed friction angle (Figure 3-4b)
$\Delta z_{sc}$ [m]	= Drop height of the centre of gravity of the slide (Figure 3-4)

Aplicando las formula descrita y teniendo en cuenta los parámetros de desnivel de los bloques propuestos y el centro poblado de Yanama chico que es el más cercano a impactar, se muestra los resultados.

**Tabla 1: velocidad probable de deslizamientos de hielo y nieve**

Bloques	Alt min	Alt Centro Poblado	Desnivel (m)	Angulo de deslizamiento (°)	Velocidad (km/s)
Bloque 1	6203	3079	3124	34°	280
Bloque 2	6096	3079	3017	34°	275
Bloque 3	5633	3079	2554	34°	240
Bloque 4	5335	3079	2256	34°	220
Bloque 5	5822	3079	2743	34°	230
Bloque 6	5551	3079	2472	34°	210

**ESCENARIO DE AVALANCHA PROVENIENTE DEL PICO NORTE DEL SISTEMA DE MONTAÑAS HUASCARÁN CON  
CONSECUENCIA DE ALUVIÓN PROVENIENTE DE LAS LAGUNAS LLANGANUCO ALTO (Orkoncocha) y  
LLANGANUCO BAJO (Chinancocha)**

**ANTECEDENTES**

Ante el fenómeno natural (avalancha de hielo y nieve) ocurrido el día martes 20 de junio de 2023 en el **pico norte** del sistema de montañas Huascarán (comúnmente denominado Nevado Huascarán), se ha visto por conveniente analizar el escenario de avalancha con consecuencia de aluvión. El fenómeno tuvo lugar en el área del glaciar que ocupa parte del distrito de Yungay, provincia de Yungay, departamento de Ancash.

**INFORMACIÓN DEL SISTEMA DE MONTAÑAS HUASCARÁN**

El Nevado Huascarán está conformado por **veintiocho (28) glaciares**, los mismos que han sido codificados por la Autoridad Nacional del Agua y cuentan con un volumen estimado de almacenamiento de agua en estado sólido.

De este conjunto de glaciares del Nevado Huascarán, solo se considerarán **dos (02) glaciares del pico norte**, para evaluar el escenario de avalancha con consecuencia de aluvión, lo que no significa que los otros glaciares no representen peligro o amenaza alguna, pero centrándonos solamente en el pico norte es que se ha elaborado el presente documento.

Adicionalmente mencionamos que, el Nevado Huascarán se emplaza dentro del territorio de dos provincias, **Yungay y Carhuaz**. Puntualmente, parte de los distritos de Mancos, Yungay y Yanama son los territorios que ocupa el Nevado Huascarán dentro de la provincia de Yungay, dentro de la provincia de Carhuaz ocupa parte del territorio del distrito de Shilla.

N°	Glaciar	Código ANA	Área ANA (m <sup>2</sup> )	Volumen ANA (m <sup>3</sup> )	Ubicación Política		
					Distrito	Provincia	Departamento
1	Kinzl 2	1376936-19	960,030		Yungay	Yungay	Ancash
2	Chopicalqui	1376936-20	1,873,000		Yungay	Yungay	Ancash
3	Kinzl 1	1376936-21	6,335,040		Yungay	Yungay	Ancash
4	Sin nombre	1376936-22	601,070		Yungay	Yungay	Ancash
5	Sin nombre	1376936-23	22,700		Yungay	Yungay	Ancash
6	Sin nombre	1376936-24	1,915,040	35,664,000	Yungay	Yungay	Ancash
7	Sin nombre	1376936-25	471,190	5,429,000	Yungay	Yungay	Ancash
8	Sin nombre	1376936-26	61,530		Yungay	Yungay	Ancash
9	Peck 2	1376936-27	359,480		Yungay	Yungay	Ancash
10	Peck 1	1376936-28	2,949,710		Yungay	Yungay	Ancash
11	Sin nombre	1376936-29	2,030,140		Yungay	Yungay	Ancash
12	Raymondí 1	1376937-1	5,757,250		Yungay	Yungay	Ancash
13	Raymondí 2	1376937-2	1,197,820		Yungay	Yungay	Ancash
14	Raymondí 3	1376937-3	5,781,090		Yungay	Yungay	Ancash
15	Sin nombre	1376938-1	2,259,830		Mancos	Yungay	Ancash
16	Sin nombre	1376938-2	1,407,130		Shilla	Carhuaz	Ancash
17	Sin nombre	1376938-3	828,590		Shilla	Carhuaz	Ancash
18	Schneider 2	1376938-4	1,4634,20		Shilla	Carhuaz	Ancash
19	Schneider 1	1376938-5	5,622,750		Shilla	Carhuaz	Ancash
20	Sin nombre	1376938-6	2,567,580		Shilla	Carhuaz	Ancash
21	Sin nombre	1376938-7	33,900		Shilla	Carhuaz	Ancash
22	Cancahua 2	1376938-8	168,150		Shilla	Carhuaz	Ancash
23	Cancahua 1	1376938-9	2,614,280		Shilla	Carhuaz	Ancash
24	Sin nombre	4989946-8	390,350		Yanama	Yungay	Ancash
25	Sin nombre	4989946-9	2,594,000		Yanama	Yungay	Ancash
26	Sin nombre	4989946-10	63,610		Yanama	Yungay	Ancash
27	Sin nombre	4989946-11	14,500		Yanama	Yungay	Ancash

28	Sin nombre	4989946-12	1,006,870		Yanama	Yungay	Ancash
----	------------	------------	-----------	--	--------	--------	--------

### DE LAS AVALANCHAS PROVENIENTES DEL PICO NORTE

Los dos (02) glaciares del pico norte del sistema de montañas Huascarán identificados para realizar el escenario de avalancha con consecuencia de aluvión no cuentan con un nombre específico, pero han sido identificados con los siguientes códigos:

- Glaciar N° 01, identificado con código 1376936-24 y
- Glaciar N° 02, identificado con código 1376936-25.



#### **ESCENARIO # 01:** CAIDA DE UN 10% DEL VOLUMEN PROVENIENTE DEL GLACIAR 1376936-24.

Tanto en área como en volumen, el Glaciar 24 es más grande en extensión superficial y almacena más agua que la laguna Orkoncocha. Si logran caer bloques de hielo provenientes del Glaciar 24 no llegarían a impactar directamente sobre ninguna de las dos lagunas denominadas comúnmente Llanganuco, pero dependiendo del volumen del bloque de hielo caído, se podría depositar material, producto del alud, entre el espacio comprendido entre estas dos lagunas. Esto a su vez, podría provocar la formación de un “dique temporal”, obstaculizando la salida de agua de la laguna Orkoncocha y provocando la elevación del nivel de espejo de agua, por encima de su capacidad máxima de almacenamiento. En esta condición la laguna Orkoncocha si representa un peligro aguas abajo, ya que la rotura del “dique temporal” puede ocasionar serios daños aguas abajo, a nivel de infraestructura principalmente.

Con el fin de tener una idea básica, se ha hecho un cálculo conservador, tomando como punto de partida, los datos de los volúmenes de agua ( $m^3$ ) contenidos en los glaciares de interés.

Por ejemplo, el volumen de agua contenido en el Glaciar 24 es de 35 664 000  $m^3$ .

Suponiendo que, como consecuencia de un fenómeno natural, se desprenda solo el 10% del volumen total del glaciar, tendríamos **3 566 400  $m^3$**  de agua en estado sólido.

Después de caído el bloque y tras recorrer, cuesta abajo, una distancia de **3.50 km** aproximadamente, parte de este volumen de material (**3 566 400  $m^3$** ) sufriría rotura y pulverización, otro porcentaje se uniría a los detritos, árboles y demás materiales que formen parte del alud, hasta

llegar a depositarse en el cono aluvial formado entre los cuerpos de agua denominados Orkoncocha y Chinancocha.

Por otro lado, en la Estación Llanganuco (1955 – 1974) se cuenta con datos del caudal promedio para un día cuyo valor es de **3.40 m<sup>3</sup>/s**.

Con este dato, se ha calculado el **volumen de agua diario**, cuyo valor es de **293 760 m<sup>3</sup>**. En caso se produzca la obstrucción del canal de salida de la laguna Orkoncocha, sería el valor del volumen que a diario se estaría acumulando en dicho cuerpo de agua. Este volumen corresponde al que discurre por la quebrada Llanganuco y que forma parte del agua de rebose de las lagunas Llanganuco.

Concluyendo, en este escenario puede llegar a caer **3 566 400 m<sup>3</sup>** de agua en estado sólido y la obstrucción del canal de salida de la laguna Orkoncocha puede llegar a almacenar **293 760 m<sup>3</sup>** por día.

#### **ESCENARIO # 02:** CAIDA DE UN 10% DEL VOLUMEN PROVENIENTE DEL GLACIAR 1376936-25.

Tanto en área como en volumen la laguna Chinancocha es más grande en extensión superficial y almacena más agua que el Glaciar 25. Si lograran caer bloques de hielo provenientes del Glaciar 25 no llegarían a impactar directamente sobre ninguna de las dos lagunas denominadas comúnmente Llanganuco, pero dependiendo del volumen del bloque de hielo caído, se podría depositar material, producto del alud, en el espacio comprendido por la parte frontal de la laguna Chinancocha. Esto a su vez, podría provocar la formación de un “dique temporal”, obstaculizando la salida de agua de la laguna Chinancocha y provocando la elevación del nivel de espejo de agua, por encima de su capacidad máxima de almacenamiento. En esta condición la laguna Chinancocha si representa un peligro aguas abajo, ya que la rotura del “dique temporal” puede ocasionar serios daños aguas abajo, a nivel de infraestructura principalmente.

Con el fin de tener una idea básica, se ha hecho un cálculo conservador, tomando como punto de partida, los datos de los volúmenes de agua (m<sup>3</sup>) contenidos en los glaciares de interés.

Por ejemplo, el volumen de agua contenido en el Glaciar 25 es de 5 429 000 m<sup>3</sup>.

Suponiendo que, como consecuencia de un fenómeno natural, se desprenda solo el 10% del volumen total del glaciar, tendríamos **542 900 m<sup>3</sup>** de agua en estado sólido.

Después de caído el bloque y tras recorrer, cuesta abajo, una distancia de **3.00 km** aproximadamente, parte de este volumen de material (**542 900 m<sup>3</sup>**) sufriría rotura y pulverización, otro porcentaje se uniría a los detritos, árboles y demás materiales que formen parte del alud, hasta llegar a depositarse en el cono aluvial formado en la parte frontal de la laguna Chinancocha.

Por otro lado, en la Estación Llanganuco (1955 – 1974) se cuenta con datos del caudal promedio para un día cuyo valor es de **3.40 m<sup>3</sup>/s**.

Con este dato, se ha calculado el **volumen de agua diario**, cuyo valor es de **293 760 m<sup>3</sup>**. En caso se produzca la obstrucción del canal de salida de la laguna Orkoncocha, sería el valor del volumen que a diario se estaría acumulando en dicho cuerpo de agua. Este volumen corresponde al que discurre por la quebrada Llanganuco y que forma parte del agua de rebose de las lagunas Llanganuco.

Concluyendo, en este escenario puede llegar a caer **542 900 m<sup>3</sup>** de agua en estado sólido y la obstrucción del canal de salida de la laguna Chinancocha puede llegar a almacenar **293 760 m<sup>3</sup>** por día.

## VI. Conclusiones

EL 20 de junio de 2023, han ocurrido 02 avalanchas desde el pico norte del nevado Huascarán (6450 msnm), el primero a las 12:50 p.m. y la segunda a las 02:50 p.m. la cual ha impactado en una zona ubicada en la cota (5550 msnm), por lo que la avalancha ha recorrido en caída libre aproximadamente 900 metros, se estima que ha alcanzado una velocidad de 400 km/h. Se estima que se ha desprendido un volumen de **150 000 m<sup>3</sup>** de nieve y hielo. Con la velocidad que ha tomado, al impactar ha pulverizado la combinación de hielo y nieve, generando una inmensa nube de “polvo glaciar”, situación que no se da hace algún tiempo en el Huascarán y que a alarmado a la población. Luego el impacto, se estima que el polvo glaciar ha recorrido unos 3 km.

Entonces podemos decir, que de las dos avalanchas, ocurridas el 20 de junio de 2023, se estima que de ha despredido un volumen de **180 000 m<sup>3</sup>** de hielo y nieve. Como consecuencia de las avalanchas, no se ha registrado ningún daño ni personal ni material, ya que se ha disipado en su recorrido, no llegando a ningún centro poblado.

Se ha realizado en escenario de peligro por probabilidad de desborde las lagunas Llanganuco como consecuencia del impacto de una avalancha de hielo y nieve.

Se ha realizado el escenario de aluvión tomando en consideración solo a dos glaciares de los veintiocho existentes en el Nevado Huascarán. Estos dos glaciares seleccionados se encuentran emplazados en el pico norte y debajo de los mismos existen dos lagunas: Orkoncocha (Llanganuco Alto) y Chinancocha (Llanganuco Bajo).

La Autoridad Nacional del Agua ha generado información a partir de imágenes satelitales, modelos de elevación digital, visitas a campo y demás, relacionadas tanto a los glaciares como a las lagunas a nivel nacional. En nuestro caso, los glaciares y lagunas seleccionadas para la evaluación de escenarios cuentan con el siguiente

GLACIAR 1376936-24		
Característica	Valor	Unidades
Cota Máxima	6468	m s. n. m.
Cota Mínima	4790	m s. n. m.
Cota Promedio	5629	m s. n. m.
Área	1915040	m <sup>2</sup> .
Volumen	35664000	m <sup>3</sup> .
Volumen (10%)	3566400	m <sup>3</sup> .
Espesor promedio	18.62	m.
Largo máximo	1946	m.
Ancho máximo	1831	m.

GLACIAR 1376936-25		
Característica	Valor	Unidades
Cota Máxima	6000	m s. n. m.
Cota Mínima	4918	m s. n. m.
Cota Promedio	5459	m s. n. m.
Área	471190	m <sup>2</sup> .
Volumen	5429000	m <sup>3</sup> .
Volumen (10%)	542900	m <sup>3</sup> .
Espesor promedio	11.52	m.
Largo máximo	---	m.
Ancho máximo	---	m.

detalle:

LLANGANUCO ALTO (ORKONCOCHA)			LLANGANUCO BAJO (CHINANCOCHA)		
Característica	Valor	Unidades	Característica	Valor	Unidades
Cota	3833	m s. n. m.	Cota	3820	m s. n. m.
Área	680000	m <sup>2</sup> .	Área	579950	m <sup>2</sup> .
Volumen	2018264	m <sup>3</sup> .	Volumen	11747150	m <sup>3</sup> .
Profundidad	10	m.	Profundidad	29	m.
Largo máximo	1679	m.	Largo máximo	1472	m.
Ancho máximo	537	m.	Ancho máximo	672	m.
Aforo (feb. 2020)	1.21	m <sup>3</sup> /s.	Aforo (feb. 2020)	4.03	m <sup>3</sup> /s.

En el caso de los glaciares se ha optado por considerar como hipótesis el desprendimiento del 10% del volumen total acumulado por cada glaciar.

Para el Glaciar 24 se ha considerado un desprendimiento o caída de un bloque de hielo de **3 566 400 m<sup>3</sup>** con caída hacia la parte comprendida entre el canal de salida de la laguna Orkoncocha y el canal de entrada de la laguna Chinancocha.

Para el Glaciar 25 se ha considerado un desprendimiento o caída de un bloque de hielo de **542 900 m<sup>3</sup>** con caída hacia la parte comprendida por la parte frontal de la laguna Chinancocha.

Para ambos casos, se ha tenido en consideración la información proporcionada por el Observatorio del Agua, donde se manifiesta que el Caudal PRO 1 DÍA es de **3.40 m<sup>3</sup>/s** para la Estación Llanganuco, con lo cual se obtiene que cualquier retención u obstáculo del caudal de salida de las lagunas, puede almacenar un volumen diario de **293 760 m<sup>3</sup>**.

Los resultados para cada escenario de caída de bloque de hielo nos muestran los siguientes resultados:

N°	Laguna	N° Escenario	Volumen de hielo (m <sup>3</sup> ) desprendido (10 %)	Volumen de agua acumulada (m <sup>3</sup> ) por día con Q PROM (01 DÍA) = 3.40 m <sup>3</sup> /s
1	Lag. Orkoncocha	01	3,566,400	293,760
2	Lag. Chinancocha	02	542,900	293,760

Del cuadro anterior, se concluye que la laguna Orkoncocha es la más susceptible en caso se produzca la caída de bloques de hielo provenientes del Glaciar 24, considerando solo el 10% del volumen total acumulado. Sin embargo, teniendo en consideración los 3.50 km de distancia entre el Glaciar 24 y la parte comprendida entre el canal de salida de la laguna Orkoncocha y el canal de entrada de la laguna Chinancocha, es muy posible que el bloque haya sufrido la rotura y pulverización de gran parte de este volumen, llegando un mínimo porcentaje aguas abajo. Todo este supuesto debe ser validado con una prospección en campo.

La laguna Chinancocha al ser más grande tanto en tamaño como en volumen de almacenamiento en comparación con el Glaciar 24, mitigaría mejor el impacto de las caídas de bloques de hielo, la energía sería absorbida de manera favorable durante el ingreso de estos bloques hacia la laguna, aunque como ya se mencionó, es poco probable que impacten directamente sobre ella.



De acuerdo al vuelo de reconocimiento que se ha realizado el 06 de Julio de 2023, en primer lugar, se ha podido constatar, que al existir una diferencia de elevación muy alta entre los picos del Huascarán y los centros poblados, más de 3 000 m de diferencia de altura en tan solo 15 a 18 kilómetros de distancia, con respecto a los centros poblados, esta condición, hace de que los eventos como avalanchas, caída de rocas y otro parecido proveniente del Huascarán, lleguen muy rápido a impactar en los centros poblados cercanos al Huascarán, entre ellos también Yungay y Ranrahirca.

Lamentablemente el helicóptero de la Fuerza Aérea del Perú, no se puede elevar más de 4 500 msnm y tampoco se puede acercarse demasiado al Huascarán, por lo que no se ha podido apreciar e identificar la presencia de grietas en el pico del Nevado.

Finalmente, si se ha logrado identificar importantes masas de hielo, es situación “colgada”, que por los cambios de temperatura y otros factores asociados, generando probabilidad de caída.

Entonces los eventos que se puedan dar desde el Huascarán, como avalanchas, caída de rocas; van a llegar muy rápido a los centros poblados incluido Yungay y Ranrahirca, esto en razón de que la diferencia en elevación entre los picos del Huascarán (6 768 msnm) y los centros poblados (2 500 msnm), es más de 4 000 m y a la vez la distancia a la que se ubican los centros poblados es corto de 13 a 15 km. Alcanzando una alta velocidad, de tal manera llegaría en sólo unos cuantos minutos a las ciudades. Razón por la que es importante la población esté muy preparada para que puedan evaluar en el menor tiempo posible.

## VII. Recomendaciones

- 📷 Se recomienda la instalación de SAT en el nevado Huascarán.
- 📷 Se recomienda realizar una expedición de campo al nevado Huascarán, con la finalidad de identificar in situ, la presencia de grietas y demás peligros de origen glaciar y descartar se vaya a producir otro alud igual o mayor al del año 1970.
- 📷 Se recomienda establecer las zonas de seguras y rutas de evacuación de las poblaciones asentadas al pie de Huascarán.
- 📷 Se recomienda realizar un simulacro de sismo con repercusión de alud, en la provincia de Yungay.
- 📷 Se recomienda realizar un monitoreo al nevado Huascarán, mediante el uso de imágenes satelitales y el INSAR.