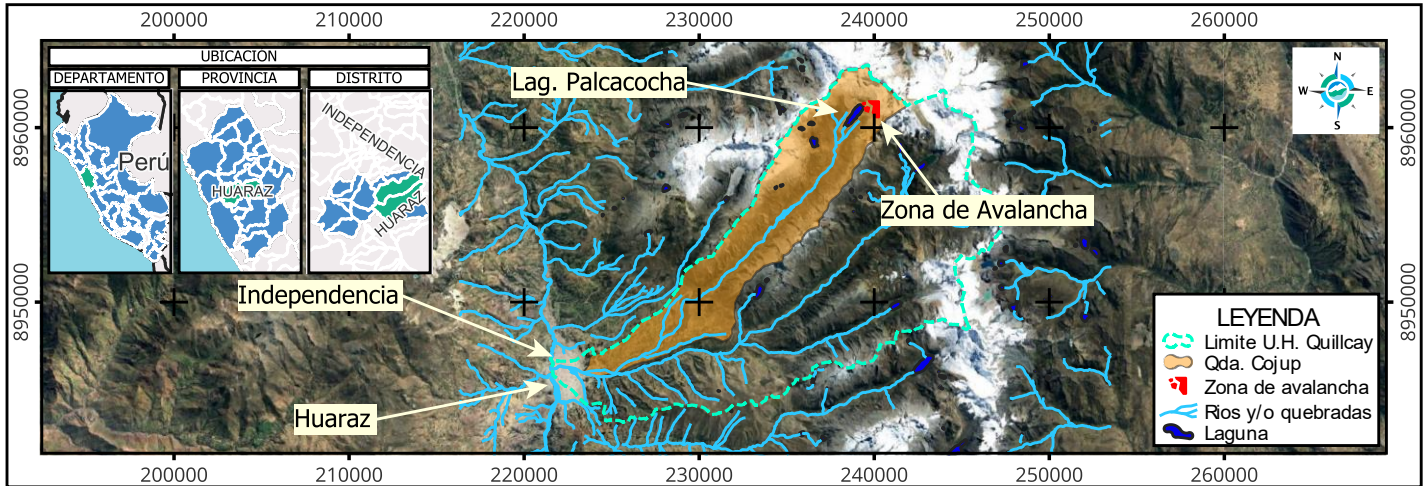


## FICHA TÉCNICA N°001-2024-INAIGEM-DIG

# Avalancha del 23 de enero del 2024 del glaciar Pucaranra, Cordillera Blanca, Huaraz, Ancash.

Figura 1. Ubicación de la laguna Palcacocha



### Ubicación

La laguna Palcacocha se ubica al pie de los nevados: Palcaraju y Pucaranra, en la cabecera de la quebrada Cojup, Unidad Hidrográfica Quillcay, Cordillera Blanca (ver Figura 1 y Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación de la zona de la laguna Palcacocha

Región	Provincia	Distrito	Ubigeo
Ancash	Huaraz	Independencia	20102
WGS-84 UTM Zona 18S		Geográficas	
Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud
238,865.15	8,960,661.99	9°23'39.77"S	77°22'40.06"O

### Descripción del evento

En base a la inspección de campo in situ realizada el día 25.02.24 por profesionales del INAIGEM y la cámara del SAT registrado en video de las avalanchas de hielo el día 23 de enero del 2024 a las horas 17:24 pm, se caracterizó dicho evento natural sobre la laguna Palcacocha de origen glaciar.

La avalancha tuvo tres desprendimientos o caídas de masa glaciar proveniente del frente glaciar Pucaranra (ver Tabla 2), ubicada a una elevación de 4,850 m (ver Figura 2), culminando con un impacto sobre la laguna Palcacocha.

Estas ondas de impulso, al aproximarse a la zona frontal de la laguna, fueron detectadas por el sensor SAT, afectando los sifones y sensores localizados en esta parte de la laguna.

Figura 2. La avalancha del 23 de enero 2024, en su fase inicial



Tabla 2. Caracterización de la avalancha y sus tres caídas o desprendimientos.

Caídas	$t_i$ (s)	$t_f$ (s)	Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)
1	17:24:43	17:25:03	348.54	17.43
2	17:25:11	17:25:25	348.54	24.90
3	17:25:34	17:25:46	348.54	29.04

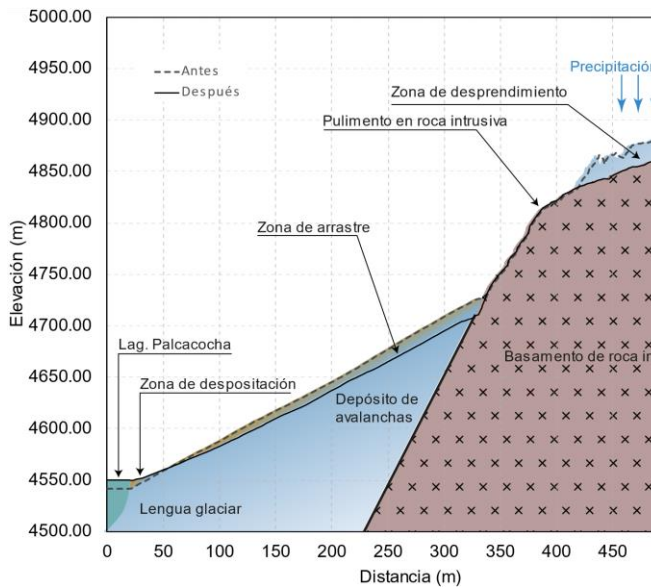
Nota: Donde  $t_i$  y  $t_f$  son los tiempos inicial y final del recorrido por la rampa (lengua glaciar).

### Resultados

#### Volumen de avalancha de hielo

El volumen de desprendimiento de masa glaciar fue estimado en 200,000 m<sup>3</sup> realizado mediante la comparación de dos modelos digitales de elevación DEM (antes y después del evento) de la zona de avalanchas del glaciar Pucaranra (ver Figura 3).

Figura 3. Perfil longitudinal del área de avalancha



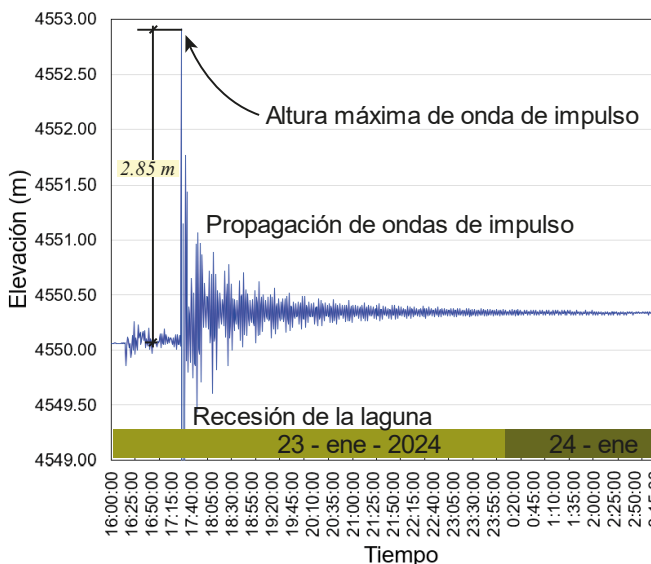
### Volumen de la laguna

Después del proceso hidrodinámico de la generación y propagación de ondas de impulso se muestra un incremento del nivel de agua de 0.30m equivalente a un volumen de 157,000 m<sup>3</sup> de agua. Para sensor SAT se registra un incremento del volumen de agua después del evento de 157,157.06 m<sup>3</sup> cuyos valores son similares (ver Tabla 3). Según la distribución de la onda de impulso se generaron diferentes alturas de onda en el espejo de agua de la laguna, siendo para el sensor SAT de 2.85 m (ver Figura 4).

Tabla 3. Incremento del volumen de agua Sensor SAT

Descripción	Elevación (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Antes del evento	4,550.06	17,387,675.57
Después del evento	4,550.36	17,544,832.63
Incremento	0.30	157,157.06

Figura 4. Onda de impulso registrado en el sensor SAT



### Modelamiento numérico de la avalancha

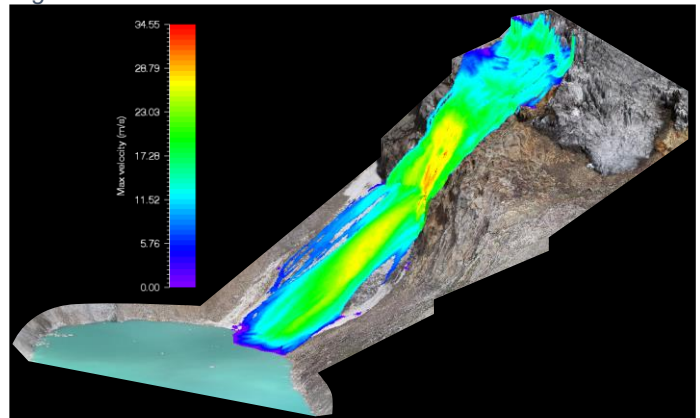
El modelamiento numérico permitió estimar el volumen de la avalancha con sus tres desprendimientos, calibrado con los datos observados de tiempo de recorrido, volumen acumulado en la laguna y velocidad promedio (ver Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de modelamiento de la avalancha con sus tres desprendimientos del 23 de enero

Caídas	VD (m <sup>3</sup> )	Va (m <sup>3</sup> )	Vd (m <sup>3</sup> )	Vi (m <sup>3</sup> )
1	15,384.62	4,615.38	7,410.29	12,589.71
2	30,769.23	9,230.77	11,205.63	28,794.37
3	153,846.15	46,153.85	33,113.00	166,887.00
Suma	<b>200,000.00</b>	<b>60,000.00</b>	<b>51,728.92</b>	<b>208,271.08</b>

Donde VD es el volumen de desprendimiento, Va volumen de arrastre, Vd es el volumen de deposición y Vi es el volumen de impacto a la laguna. Este proceso de cálculo de los diferentes volúmenes involucrados se determinó en base al modelamiento numérico de la avalancha de hielo verificado con los datos observados de campo (ver Figura 5). El volumen de impacto de 208,271.08 m<sup>3</sup>, equivalente en volumen de agua de 187,200.00 m<sup>3</sup>.

Figura 5. Simulación numérica de la avalancha fase inicial



### Estado del glaciar

El frente glaciar Pucaranra presenta condiciones para originar nuevas avalanchas de hielo siendo las siguientes principalmente:

- Grietas cercanas a la línea de desprendimiento de la avalancha en el frente glaciar; son condiciones favorables para futuros desprendimientos.
- Escarpe con pendiente muy pronunciada y una altura de 57 m aprox., equivalente a un edificio de 20 pisos (ver Figura 6).
- Precipitación en estado líquido detectado durante la salida de campo, lo que ayuda al derretimiento acelerado y la inestabilidad del frente glaciar.



- Superficies pulimentadas del basamento rocoso aflorante, condición que reduce el coeficiente de fricción basal facilitando el desplazamiento libre del frente glaciar.

### Conclusiones

- El día 23 de enero del 2024 ocurrió una avalancha de hielo con tres desprendimientos o caídas, siendo la primera con un volumen de 15,000.00 m<sup>3</sup>, la segunda 31,000 m<sup>3</sup> y la tercera de 154,000 m<sup>3</sup>, impactando a la laguna Palcacocha con **208,00.00** m<sup>3</sup> equivalente en volumen de agua a **187,200.00** m<sup>3</sup>.
- Después del evento, el sensor SAT registró un aumento en el nivel del espejo de agua de **0.30** m, lo que equivale a un volumen de agua de **157,000.00** m<sup>3</sup>.

- Las condiciones actuales de la zona de avalancha son: presencia de grietas, pulimento en roca, precipitación líquida, escarpe con una altura equivalente a un edificio de 20 pisos aprox., son condiciones favorables para generar nuevas avalanchas de magnitudes similares o mayores a lo ocurrido en el día 23 de enero.

### Recomendaciones

- Reducción del nivel de agua de la laguna Palcacocha, a una cota adecuada ya que estará expuesto a nuevas avalanchas de hielo.
- Calibración del sensor del nivel de agua del sistema alerta temprana, así mismo evaluar el cimiento sobre el cual esta soportado.

Figura 6. Escarpe de la zona de arranque de la avalancha – frente del glaciar Pucaranra

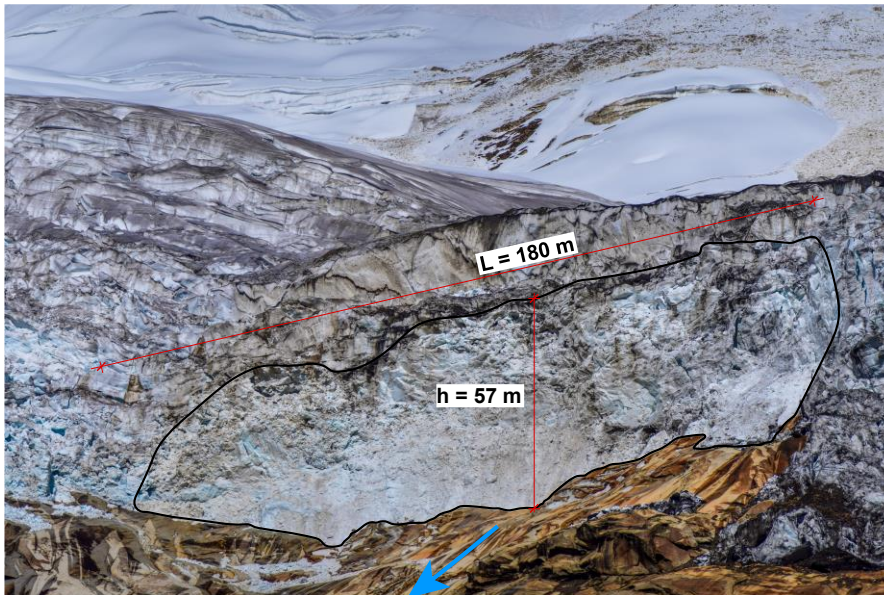


Figura 7. Línea de grietas cercano al escarpe de la avalancha ocurrida – frente del glaciar Pucaranra

