



**PERÚ**

Ministerio  
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación  
en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



*“Año del diálogo y la Reconciliación Nacional”*

## **MINISTERIO DEL AMBIENTE**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE  
MONTAÑA – INAIGEM**

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES  
SUBDIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

### **INFORME TÉCNICO N°019-2018-INAIGEM/DIG-SDRAG**

*INFORME DE EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE  
SEGURIDAD DE LA LAGUNA*

### **RAJUPAQUINAN**



Laguna Rajupaquinan, Carhuaz, Ancash.

#### **PROFESIONALES RESPONSABLES:**

**ING. ADRIANA CABALLERO BEDRIÑANA**

**BACH. HILBERT VILLAFANE GÓMEZ**

**Huaraz, diciembre de 2018**



## CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN ..... 3
- 2. OBJETIVOS ..... 3
- 3. GENERALIDADES..... 3
  - 3.1. Ubicación ..... 3
  - 3.2. Accesibilidad ..... 4
  - 3.3. Antecedentes..... 5
- 4. METODOLOGÍA:..... 5
  - 4.1. Etapa de Campo: ..... 5
  - 4.2. Etapa de Gabinete:..... 5
- 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 5
  - 5.1. Laguna Rajupaquinan..... 5
  - 5.2. Geotecnia..... 6
  - 5.3. Estado Actual de la Laguna y su Entorno:..... 7
    - 5.3.1. Depósito Glaciérico (morrenas)..... 7
      - 5.3.1.1. Zona Lateral Derecha:..... 7
      - 5.3.1.2. Flanco Lateral Izquierdo: ..... 8
      - 5.3.1.3. Depósito Glaciérico Frontal: ..... 8
    - 5.3.2. Situación de los Glaciares:..... 9
  - 5.4. Obras de Seguridad:..... 9
  - 5.5. Aforo de Caudales..... 10
  - 5.6. Calidad del Agua ..... 10
- 6. CONCLUSIONES ..... 11
- 7. RECOMENDACIONES ..... 11

**ANEXOS:**

ANEXO A: Mapa de Exploraciones de Campo, escala 1/7 500



## 1. INTRODUCCIÓN

La Dirección de Investigación en Glaciares (DIG), mediante la Sub dirección de Riesgos Asociados a Glaciares (SDRAG), tiene como parte de sus actividades programadas en el Presupuesto Operativo Institucional 2018 (POI-2018), la “Evaluación del estado actual de las obras de seguridad y las condiciones geológicas, geotécnicas y glaciológicas de las lagunas: 513, Cochca, Rajupaquinan y su entorno”, en razón de que se encuentran ubicadas en la Subcuenca del río Hualcán, Microcuenca de la quebrada Chucchun y el desemboque de sus aguas atraviesa zonas pobladas como el distrito de Carhuaz, centro poblado de Hualcán en ese sentido, un eventual aluvión, afectaría a dichas zonas pobladas y su entorno, generando tanto pérdidas de vidas humanas, como pérdidas económicas.

Cabe destacar que previo a la inspección de campo, se recopiló información documentaria de la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, la misma que sirvió para conocer sobre la existencia de obras de seguridad y sus características.

En ese sentido, entre los días 09, 10 y 11 de octubre de 2018, el equipo técnico de INAIGEM, se constituyó al lugar, identificando el estado de las obras de seguridad que se emplazan en la laguna Rajupaquinan, asimismo realizó la evaluación preliminar geotécnica de los depósitos glaciarios adyacentes a las obras de seguridad, así como la identificación de glaciares peligrosos; identificándose si dicha laguna representa un peligro para la población.

## 2. OBJETIVOS

Determinar el estado actual de la obra de seguridad y la estabilidad del entorno que podría generar peligro a la laguna y consecuentemente para las poblaciones asentadas aguas abajo.

## 3. GENERALIDADES

### 3.1. Ubicación

La laguna Rajupaquinan se ubica al pie de la laguna Cochca, (Figura N°01), al noreste de la ciudad de Carhuaz, distrito Carhuaz, dentro de la cordillera Blanca.

Geográfica:

Referencia: centroide de la laguna<sup>1</sup>

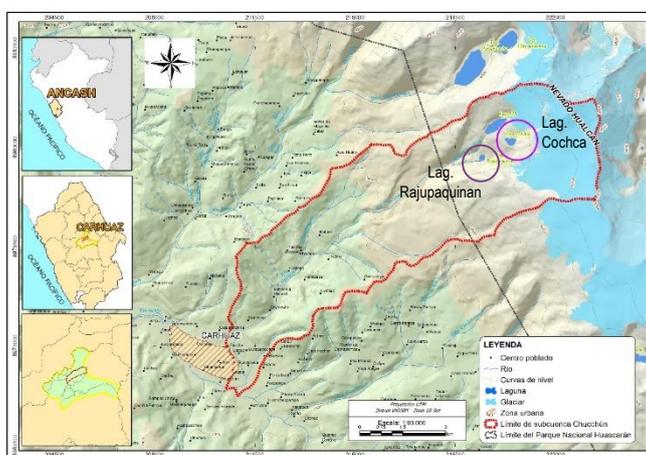
Coordenadas Norte	:	8 979 461,00
Coordenadas Este	:	219 341,00
Zona	:	18 S
UTM Datum	:	WGS'84
Cota	:	4 150 m s.n.m.

Política:

Distrito	:	Carhuaz
Provincia	:	Carhuaz

<sup>1</sup> Informe de Batimetría de la Laguna Cochca, UGRH, 2007.

Departamento : Ancash

**Hidrográfica:**Microcuenca : Chucchún  
Sub cuenca : Hualcan  
Cuenca : Río Santa  
Vertiente : Pacífico**Criogenia:**Cordillera Glaciar : Blanca  
Zona : Norte**Figura N° 01. Ubicación de la laguna Rajupaquinan**

Fuente: INAIGEM, octubre 2018

**3.2. Accesibilidad**

El acceso se realiza desde la ciudad de Huaraz – Carhuaz (35.00 Km) luego se continúa por carretera afirmada hasta Pampa Shonquil a lo largo de 15 km. Desde esta planicie, existe un camino de herradura de 4 km, que demanda aproximadamente 2.5 horas de caminata para llegar a la laguna Rajupaquinan. (Ver Tabla N° 01).

**Tabla N° 01. Acceso a la laguna Rajupaquinan**

RUTA	VÍA	DISTANCIA (km)	TIEMPO (horas)	MEDIO
Huaraz - Carhuaz.	Asfaltada	35,00	0:30	Camioneta 4x4
Carhuaz – Pampa Shonquil	Afirmada	15,00	1:00	Camioneta 4x4
Pampa Shonquil – Laguna Rajupaquinan	Camino de Herradura	4,5	2:30	A pie

54,5	5:00
------	------



### 3.3. Antecedentes

En el año 1953, como medida de seguridad, se realizó un tajo abierto en la zona frontal de la laguna, ejecutando la apertura de un canal abierto, con lo cual se bajó el nivel de la laguna en 2,0 m, y desde entonces viene desaguando en forma regular.

## 4. METODOLOGÍA:

### 4.1. Etapa de Campo:

- Verificación in situ del lugar de emplazamiento de las obras de seguridad de la laguna Rajupaquinan; determinándose su ubicación, características físicas y daños existentes en las mismas; asimismo, caracterización geotécnica del entorno; así como de determinación de la existencia de glaciares colgados. Para dicho fin, se hizo uso de un GPS, una wincha, picotas de geólogo, binoculares, cámara fotográfica y bolsas para muestras.
- Es de precisar que, en la laguna Rajupaquinan se obtuvieron muestras representativas de suelo y rocas, a fin de caracterizar el material, y determinar su competencia para la estabilidad de dichos depósitos.

### 4.2. Etapa de Gabinete:

- Análisis de los datos técnicos de los documentos que sustentan las características de las obras de seguridad que se emplazan en la laguna Rajupaquinan, en contraste con la información obtenida in situ.
- Evaluación del estado de las obras de seguridad, y determinación del probable comportamiento frente a las condiciones actuales de la laguna y su entorno.

## 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Laguna Rajupaquinan

La laguna Rajupaquinan se localiza a una altitud de 4 150 m s.n.m. se sitúa al pie de la laguna Cochca y el nevado Hualcan, en la cabecera de la quebrada Chucchun, al noreste de la ciudad de Carhuaz, distrito y provincia de Carhuaz; hidrográficamente pertenece a la Subcuenca del río Hualcan, cuenca del río Santa, cordillera Blanca, cuyo espacio constituye un amplio valle interandino; el relieve topográfico es ondulado y muy accidentado, con zonas de pendiente moderada. Ver Fotografía N.º 01.

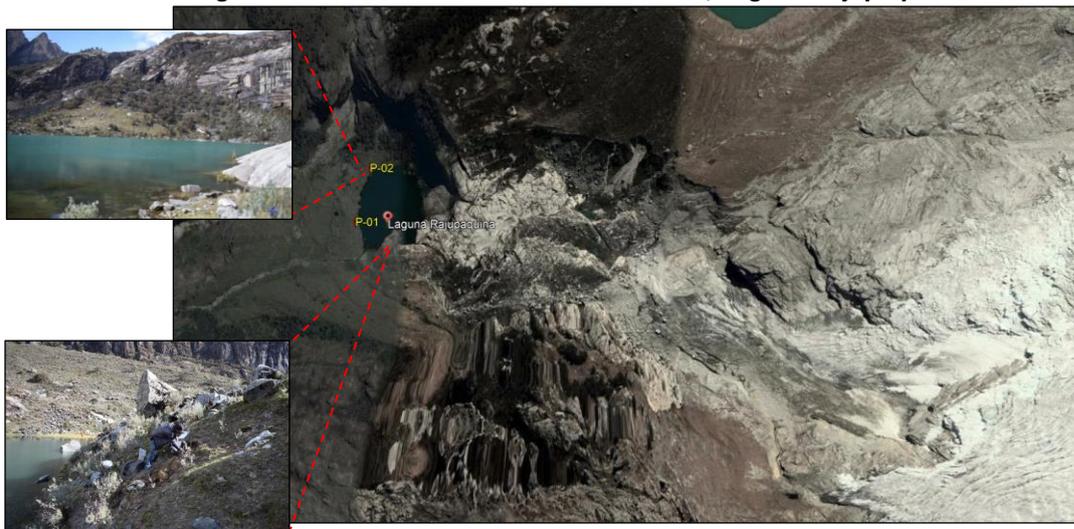
De acuerdo a la última medición batimétrica, realizada por la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos (UGRH) – INRENA, año 2007, la laguna Rajupaquinan posee una superficie de 35 438,00 m<sup>2</sup>, un volumen de 462 407,00 m<sup>3</sup> y una profundidad máxima de 27,4 m. Esta laguna, se encuentra al pie del glaciar Hualcan, su vaso ocupa la cabecera de un corto valle glaciar; esta laguna es de forma ovalada y está constituida en sus flancos izquierdo y derecho además de la zona frontal, por depósitos glaciares, y macizo rocoso en la zona posterior.

**Fotografía N.º 01, Vista Panorámica de la Laguna Rajupaquinan**

Fuente: INAIGEM, octubre 2018

## 5.2. Geotecnia

La investigación geotécnica realizada en el entorno de la laguna Rajupaquinan, comprende la caracterización física de los depósitos glaciáricos adyacentes a la laguna, tomadas de muestras representativas; a fin de realizar la evaluación de la estabilidad de dichos depósitos y determinar si representan un peligro para la estabilidad de la laguna. En síntesis, se obtuvieron (2) muestras representativas en los depósitos glaciáricos emplazados en la zona frontal de la laguna, lo cual permitió que se caracterice dicho material. Ver Figura 02.

**Figura N.º 02. Puntos de Muestreo de Suelos, Laguna Rajupaquinan**

Fuente: INAIGEM, octubre 2018

Tabla N.º 02. Puntos de Muestreo de Suelos, Laguna Rajupaquinan

PUNTO	ESTE	NORTE	MUESTRA	DESCRIPCION	OBSERVACIONES	MATERIAL (%)				
						BI %	B %	G %	A %	F %
1	219291	8979516	181009_MD_R01	Picota penetra fácilmente para la extracción de la muestra.	Pendiente 50°, altura de 10 m aproximadamente.	5	15	20	35	25
2	219338	8979678	181009_MD_R02	Picota penetra fácilmente para la extracción de la muestra.	Pendiente 60°, altura de 10 m aproximadamente.	5	15	20	35	25

BI: bolonería; B: bloques; G: grava; A: arena; F: finos.

Fuente: INAIGEM, octubre 2018

La caracterización de las muestras obtenidas en campo, denotan que, en general los depósitos glaciáricos de la laguna Rajupaquinan, están compuestos por material grueso con fragmentos de roca en matriz de arenas limosas; existiendo una baja cohesión entre sus partículas, se trataría de suelos altamente compresibles, lo cual le otorga una baja competencia para la estabilidad de taludes. No obstante, al tratarse de taludes de poca altura y pendiente moderada, no representan un alto peligro para la estabilidad de la laguna.

### 5.3. Estado Actual de la Laguna y su Entorno:

La laguna Rajupaquinan, es un cuerpo de agua, cuyo vaso de almacenamiento está formado de material rocoso y depósitos glaciáricos.

De acuerdo a la última batimetría realizada por la UGRH – ANA, en julio de 2007, la laguna Rajupaquinan posee un volumen almacenado de 462 407.0 m<sup>3</sup>, una superficie de 35 438.0 m<sup>2</sup> y una profundidad máxima de 27,4 m.

#### 5.3.1. Depósito Glaciárico (morrenas)

##### 5.3.1.1. Zona Lateral Derecha:

Se emplaza un conglomerado de fragmentos de roca en matriz de arenas y limos, lo cual constituye la zona lateral derecha, visualizándose también la presencia de bloques en su superficie. Dicho conglomerado posee una compacidad baja, siendo que, al ser picado con la picota, esta penetra fácilmente. No obstante, al poseer dicho talud una altura reducida, que va de 10 a 20 m, y un ángulo de inclinación que va de 50° a 60°, no representaría un peligro para la estabilidad de la laguna.

**Fotografía N.º 02, Vista Panorámica del Depósito Glaciárico del Flanco Derecho - Laguna Rajupaquinan**

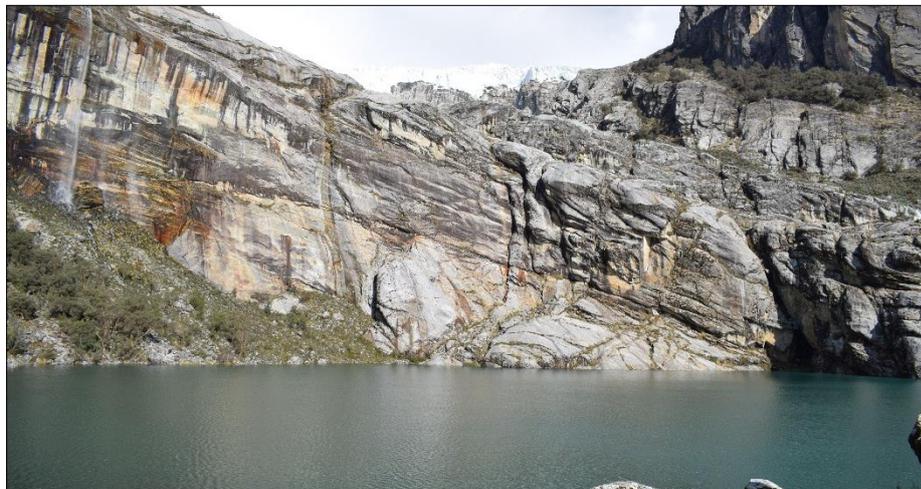


*Fuente: INAIGEM, octubre 2018*

**5.3.1.2. Flanco Lateral Izquierdo:**

Está constituido por un macizo rocoso, identificándose depósitos glaciáricos parciales en las zonas bajas.

**Fotografía N.º 03. Vista Panorámica del Flanco Izquierdo de la Laguna Rajupaquinan**



*Fuente: INAIGEM, octubre 2018*

**5.3.1.3. Depósito Glaciárico Frontal:**

Constituido por depósitos glaciáricos con presencia de cobertura vegetal con un talud de inclinación de 50° en promedio.

**Fotografía N.º 04. Vista Panorámica del Flanco Izquierdo de la Laguna Rajupaquinan**

*Fuente: INAIGEM, octubre 2018*

### **5.3.2. Situación de los Glaciares:**

Ubicados en una zona alta, pudimos observar el aparente estado de las masas glaciares orientadas hacia la laguna Rajupaquinan, para lo cual se utilizaron binoculares y cámaras fotográficas profesionales, identificándose la presencia de diversas masas potencialmente inestables, expuestas hacia la laguna Rajupaquinan, las cuales deben de ser monitoreadas, pese a tratarse de una laguna de tamaño reducido. La situación descrita representa un peligro para la estabilidad de la laguna.

### **5.4. Obras de Seguridad:**

La laguna Rajupaquinan posee un canal a tajo abierto que desagua sus aguas por rebose, para mantener el nivel de su espejo de agua; en dicho canal no visualiza una sección bien definida, ya que es irregular a lo largo de todo su recorrido, no permitiendo que el agua siga un recorrido bien definido, por ende, no lográndose la eficiencia hidráulica.

Cabe destacar que, al momento de la inspección, se identificó que el canal de tierra existente se encuentra colmatado de manera parcial, por lo cual es necesario se ejecute una limpieza y mejoramiento de su estructura,

**Fotografía N.º 05. Vista de la Zona de Salida de Agua de la Laguna Rajupaquinan**

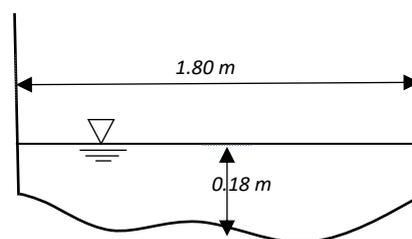
Fuente: INAIGEM, octubre 2018

**5.5. Aforo de Caudales**

La laguna Rajupaquinan es alimentada por precipitación, filtración, fusión glaciar y rebose de aguas de la laguna Cochca; esta laguna descarga sus aguas por medio de un canal abierto, con un caudal estimado por el método de correntómetro, en 145 Lt/seg, medido en la parte de la salida por rebose. (11 de octubre de 2018) (Ver fotografía N.º 06).

**Fotografía N.º 06: Aforo de caudal.**

Fuente: INAIGEM, octubre 2018



Sección del canal de tierra

**5.6. Calidad del Agua**

De otra parte, se realizó la medición de parámetros de calidad del agua, determinándose que el agua proveniente de la laguna Rajupaquinan, se encuentra dentro de los límites máximos permisibles, con respecto al PH (6,5 – 8,5) y a la conductividad, los cuales se encuentran establecidos por la OMS a nivel mundial, y por la SUNASS. Ver Tabla N.º 04.

**Tabla N.º 04: Parámetros de Calidad del Agua de la Laguna Rajupaquinan**

Parámetro	Unidades	Valor Obtenido en Campo	Valor Máximo Permisible VMP	Observación
PH		6,60	6,5 – 8,5	
Oxígeno Disuelto	mg/LDO	1,53		
Conductividad Eléctrica	uS/cm	19,00	1 500	
Temperatura	°C	9,00	-	

## 6. CONCLUSIONES

Las condiciones en que se encuentra la laguna Rajupaquinan, no representan un peligro considerable, siendo que se trata de una laguna de un volumen inferior a 0.5 millones de m<sup>3</sup>, poco profunda, taludes bajos y de pendiente moderada, asimismo, no tiene conexión directa con el glaciar. No obstante, es recomendable realizar el monitoreo de: los niveles del espejo de agua de la laguna, de los glaciares potencialmente inestables, asimismo de la estabilidad de los macizos rocosos ubicados en la zona anterior a la laguna.

## 7. RECOMENDACIONES

- 7.1 Realizar el monitoreo de los niveles de la laguna y glaciares potencialmente inestables; así también de la estabilidad del macizo rocoso anterior a la laguna.
- 7.2 Limpieza y mejoramiento del canal de salida de la laguna Rajupaquinan.