



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°03-2018-INAIGEM/DIG-SDRAG**

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

### ALLICOCHA



*Fotografía: Laguna Allicocha, Prov. Asunción, Ancash, 2018*

**Elaborado por:**

**Ing. Adriana Caballero Bedriñana**  
**Bach. Karen Campoverde Valdiviezo**

**Huaraz, junio de 2018**



## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OBJETIVO.....	3
3.	GENERALIDADES .....	3
	3.1. Ubicación .....	3
	3.2. Accesibilidad .....	4
	3.3. Antecedentes.....	4
4.	METODOLOGÍA:.....	4
5.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
	5.1. Descripción geográfica.....	5
	5.2. Geomorfología .....	5
	5.2.1. Valles del río Huallín y río Potaca.....	5
	5.2.2. Zonas Altas del Valle o Cabecera de la Subcuenca.....	5
	5.3. Geología .....	9
	5.4. Geotecnia.....	9
	5.5. Estado Actual de la Laguna y su Entorno.....	10
	5.6. Obras de Seguridad: .....	13
6.	CONCLUSIONES .....	17
7.	RECOMENDACIONES.....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

La Dirección de Investigación en Glaciares del INAIGEM, como parte de sus actividades programadas, viene desarrollando la "Evaluación del estado actual de las obras de seguridad y entorno las lagunas: Allicocha, Cancaracá Grande, Cancaracá Chico y su entorno", en razón de que se encuentra ubicada en la sub cuenca Yanamayo, y el desemboque de sus aguas atraviesa zonas pobladas del distrito de Chacas,, provincia de Asunción; en ese sentido un eventual alud, afectaría a dichas zonas pobladas y su entorno, generando tanto pérdidas de vidas humanas, como perdidas económicas.

Al respecto, es de precisar 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 como referencia de las obras existentes y fueron contrastada in situ.

En ese sentido, en la investigación de campo, realizada entre los días 08 al 09 de mayo del 2018, se identificó que las obras de seguridad que se emplazan en la laguna Allicocha, habrían sido diseñadas en condiciones distintas a las actuales, sumándose a dicha situación, el hecho de que dichas obras ya cumplieron su periodo de vida útil (más de 40 años). De otra parte, se realizó la evaluación geotécnica de los depósitos glaciáricos adyacentes a las obras de seguridad y entorno de la laguna, así como la identificación de glaciares peligrosos; identificándose el nivel de peligro que representa dicha laguna.

## 2. OBJETIVO

Determinar el estado actual de las obras de seguridad y entorno de la laguna Allicocha, a fin de determinar si representan un peligro para las poblaciones asentadas aguas abajo.

## 3. GENERALIDADES

### 3.1. Ubicación

La laguna Allicocha, se encuentra ubicada en la subcuenca Yanamayo, cuenca del río Marañón, en la vertiente oriental de la Cordillera Blanca; a una altitud de 4543. msnm, en la cabecera de la quebrada Allipampa, al NE del nevado Copa Sur (6188 m.), coordenadas UTM: latitud: 230 168.28 y longitud: 8 977 001.96

**Figura N° 01: Ubicación de la Laguna Allicocha.**



### 3.2. Accesibilidad

El acceso se realiza desde la ciudad de Huaraz - Carhuaz (33.00 Km) por carretera asfaltada, Carhuaz – Punta Olímpica (52.0 Km) carretera asfaltada, desde donde se continúa hasta la localidad de Huallín (20.0 km), para luego tomar una carretera afirmada Huallín – Caserío Vesubio (5.2 km), luego se toma un camino de herradura a la laguna Allicocha (6.0 km) (Ver Tabla N° 01).

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

RUTA	VÍA	DISTANCIA (km)	TIEMPO (horas)	MEDIO
Huaraz - Carhuaz.	Asfaltada	33.0	0:45	Camioneta 4x4
Carhuaz – Punta Olímpica	Asfaltada	52.0	1:30	Camioneta 4x4
Punta Olímpica – C.P. Huallín	Asfaltada	20.00	0.40	Camioneta 4x4
C.P. Huallín – Caserío Vesubio (Portada)	Carretera Afirmada	5.2	0.30	Camioneta 4x4
Caserío Vesubio (Portada) – Laguna Allicocha	Camino de herradura	6.0	3.30	A pie
		<b>116.20 Km.</b>	<b>6:15 hrs.</b>	

### 3.3. Antecedentes

A fines de 1970, la Zona Agraria IV, del Ministerio de Agricultura, ejecutó un corte a tajo abierto, en la laguna Allicocha, debido a su posible desborde, logrando bajar 15 metros de su nivel de espejo de agua. Posterior a ello, entre los años 1971 y 1972, la Corporación Peruana del Santa, completó el corte a tajo abierto, bajando en 5 metros el nivel del espejo de la laguna Allicocha; y entre los años 1973 y 1974, la UC-16 ELECTROPERU, construyó el ducto de desagüe y el dique artificial, en la zona frontal de la laguna.

## 4. METODOLOGÍA:

La metodología aplicada, es la inspección directa en contraste con la información obtenida de manera preliminar.

### Procedimientos:

#### 1. Etapa de Campo:

Verificación in situ de lugar de emplazamiento de las obras de seguridad de la laguna Allicocha; determinándose su ubicación, características físicas y daños existentes en las obras de seguridad; asimismo, se realizó la caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica del entorno; así como la 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.

#### 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 Allicocha, 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. Descripción geográfica

La laguna Allicocha, pertenecen a la subcuenca Yanamayo, ubicada en la zona alta, lado izquierdo de la cuenca del río Marañón, cuyo espacio constituye un amplio valle interandino; el relieve topográfico es ondulado y muy accidentado, con zonas de pendiente moderada.

Geográficamente la subcuenca se encuentra entre los paralelos 09°07'48" y 09°09'18" de latitud sur y entre los meridianos 77°28'48" y 77°30'36" de longitud oeste, con el rango altitudinal que va desde 3,539 m s.n.m (centro poblado Huallín), hasta los 6,128 m s.n.m (cota pico del Nevado Copa).

### 5.2. Geomorfología

#### 5.2.1. Valles del río Huallín y río Potaca

Son geoformas degradacionales, que han sido modeladas en gran parte por la geodinámica de los glaciares tropicales de la Cordillera Blanca, habiendo también intervino el modelado geodinámico de los ríos Huallín y Potaca, dividiéndose en dos zonas diferenciables: paisaje montañoso (zona alta e intermedia) y paisaje colinoso (zona baja).

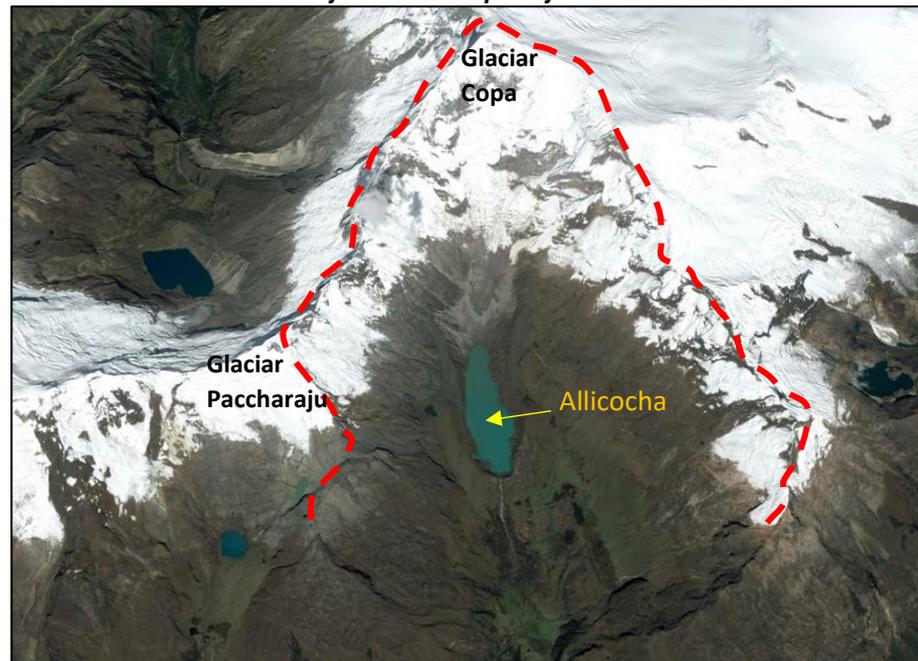
#### 5.2.2. Zonas Altas del Valle o Cabecera de la Subcuenca

En esta zona se localizan los nevados: Copa con 6,163 m s.n.m. y Paccharaju con 5,460 m s.n.m, que son fuentes de agua que alimentan a la laguna Allicocha. Las principales geoformas existentes en este sector se describen a continuación:

##### **Glaciares:**

En el entorno de la laguna Allicocha, tenemos al Nevado Copa con 6,163 m s.n.m. y al Nevado Paccharaju con 5,460 m s.n.m. (Ver figura N° 02), con diferentes circos glaciares en la cabecera de sus quebradas y que también están sujetos a las variaciones climatológicas regionales y la acumulación que se genera por las precipitaciones sólidas (nieve, granizo, escarcha) en el periodo de mayor intensidad (diciembre - marzo).

**Figura N° 02: Vista de la cabecera de la Quebrada Allicocha, cuyos nevados Copa y Paccharaju resaltan el paisaje circundante.**



Fuente: Imagen tomada del Google Earth, 2018.

#### **Lagunas de origen glaciar:**

Son cuerpos de agua provenientes de la fusión y deshielo durante el retroceso de los frentes glaciares de los principales nevados existentes en el área investigada, dando origen a la laguna “**Allicocha**” localizada en la quebrada de Vesubio, alimentada por el deshielo de los nevados Copa y Paccharaju (Ver Fotografía N° 01).

**Fotografía N° 01: Vista Panorámica de la Laguna Allicocha**

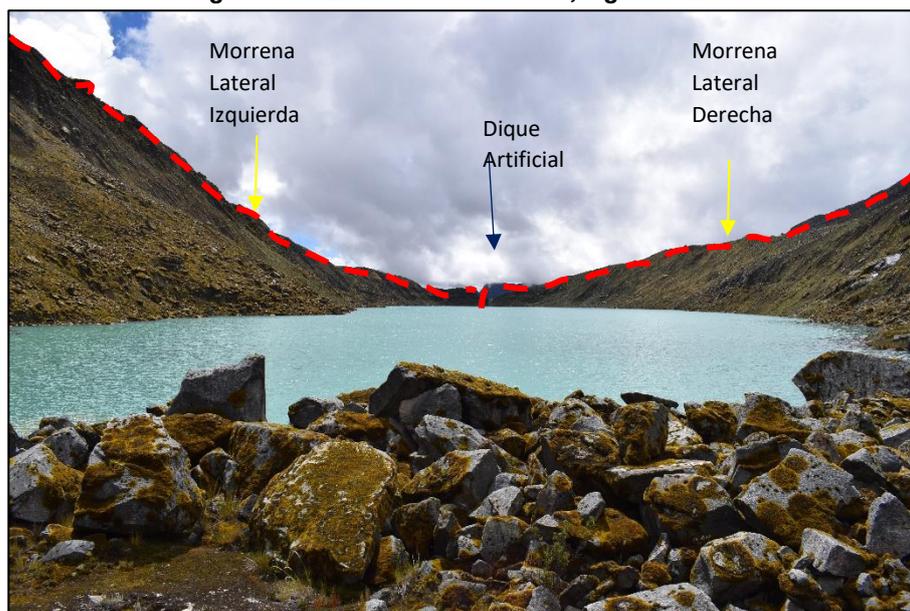


Fuente: INAIGEM, Mayo 2018.

## Morrenas

Son geoformas agradacionales, formadas por el retroceso del frente glaciar dominante; contienen depósitos inconsolidados de origen glaciar (llamado “diamictita”), conformados sedimentológicamente por gravas subangulosas a subredondeadas, con matriz de arenosa a fina. En promedio, las pendientes de las laderas de las morrenas, son mayores al 100% y el cuerpo principal tiene una geoforma alomada y alargada. Se localizan usualmente alrededor de las lagunas existentes y en antiguas lagunas, como se muestra en siguiente registro. (Ver Fotografía N° 02).

**Fotografía N° 02: Morrenas laterales, laguna Allicocho**



Fuente: INAIGEM, Mayo 2018.

## Bofedales o Humedales Altoandinos:

Son geoformas preexistentes de antiguos cuerpos de agua (actualmente en extinción como tal), cuya superficie tiene una baja a muy baja pendiente y están conformados por suelos hidromórficos, es decir suelos saturados con agua, que son alimentados por los principales drenajes de las aguas superficiales y subterráneas, principalmente originados por el deshielo de la masa glaciar. Es una geoforma típica de valles de origen glaciar cuyo fondo se caracteriza por estar conformado por materiales finos (ver fotografía N° 03).

**Fotografía N° 03: Bofedal Altoandino Cercano a la Laguna Allicocha.**

Fuente: INAIGEM, Mayo 2018.

### **Circo Glaciar**

Son geformas degradacionales, originadas por intensa actividad de la geodinámica glaciar tropical dominante y forma parte de la divisoria de aguas de la subcuencas y microcuencas, cuyo límite imaginario cruza por los principales nevados existentes; en promedio, las pendientes de estas laderas son casi verticales, formadas sobre un basamento rocoso muy competente. Es una geoforma típica de glaciares tropicales como es el caso de la Cordillera Blanca (ver figuras N° 02)

### **Laderas de Montaña con Pendiente Fuerte**

Está caracterizada por superficies de terreno con pendientes mayores a 100% (>45°), y por lo general se ubica por encima de los 3,400 m s.n.m., siendo uno de los rasgos geomorfológicos más dominantes a lo largo del valle glaciar y parte área glaciar. (Ver fotografía N° 04).

**Fotografías N° 04. Laderas de Montaña de pendiente fuerte, parte superior de la margen derecha de la laguna Allicocha.**

Fuente: INAIGEM, Mayo 2018.

### 5.3. Geología

La subcuenca Yanamayo, corta el Batolito de la Cordillera Blanca, de rocas intrusivas félsicas, cuya naturaleza varía de granodiorítica a tonalítica, con un lineamiento general de ENE-SSO; también se visualizan afloramientos de roca sedimentaria de la Formación Chicama.

### 5.4. Geotecnia

La investigación geotécnica realizada, comprende la determinación de las características físicas (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad y clasificación de suelos SUCS y AASHTO) de los depósitos glaciáricos adyacentes a la laguna y a las obras emplazadas en la misma, tomadas de muestras representativas, a fin de determinar si los depósitos glaciáricos representan un peligro para la estabilidad de la laguna. Se obtuvieron (3) muestras representativas en la morrena frontal y morrenas laterales de la laguna, las cuales fueron analizadas de acuerdo a la normativa y procedimientos establecidos por la American Society for Testing Materials (A.S.T.M.) y Normas Técnicas Peruanas:

<b>Ensayo de Laboratorio</b>	<b>A.S.T.M.</b>	<b>N.T.P</b>
Análisis Granulométrico por Tamizado	D422	339.128
Contenido de Humedad	D2216	339.127
Limite Líquido y Plástico	D4318	339.129
Clasificación SUCS	D2487	339.134

**Figura N° 03. Ubicación de Puntos de Muestreo - Laguna Allicocha.**



**Tabla N° 2: Resumen de Muestras Tomadas – Laguna Allicocha**

N°	Muestra	Ubicación (UTM) (E,N)		Prof. (m)	Nivel Freático (m)	Zona de Muestreo	Detalles
1	MD -ALL01	230040	8977026	0.30	No hay	Trinchera	-
2	MD - ALL02	230200	8977018	0.30	No hay	Trinchera	-
3	MD - ALL03	230184	8976892	0.30	No hay	Trinchera	-

Fuente: INAIGEM (mayo 2018). Nota: (\*) Datum WGS '84 Zona 18S

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos de mecánica de suelos practicados en muestras representativas de los depósitos glaciáricos. Las muestras ensayadas fueron clasificadas usando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el sistema ASSHTO; cuyos resultados se muestran en el Tabla N° 3: Resumen de Resultados de las Propiedades Índice.

**Tabla N° 3: Resumen de Resultados de las Propiedades Índice – Laguna Allicocha**

Nº	Muestra	Grava (%)	Arena (%)	Fino (%)	Contenido de Humedad (%)	LL	LP	IP	Clasificación SUCS	Clasificación ASSTHO	Detalles
1	MD - ALL01	34.1	37.3	28.6	11.56	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)	Arena Limosa con Grava
2	MD - ALL02	27.8	53.8	18.4	9.63	23.29	NP	NP	SM	A-2-4(0)	Arena Limosa con Grava
3	MD - ALL03	0.0	2.6	97.4	35.0	31	NP	NP	ML	A-4(1)	Limo

Fuente: INAIGEM (junio 2018).

Los resultados indican la presencia de suelos arenosos con presencia de limos y una cantidad baja de gravas, por ende, buena cantidad de material cementante, sin embargo, poco cohesivo, siendo estos suelos de mediana competencia para la estabilidad en taludes. Adicional a lo cual debe considerarse que dichos suelos se emplazan en taludes de medios a elevados, de 60° de inclinación en promedio.

### 5.5. Estado Actual de la Laguna y su Entorno

De acuerdo a información histórica, se conoce que, debido al posible desborde de la laguna Allicocha, la Zona Agraria IV del Ministerio de Agricultura, ejecutó un corte a tajo abierto, a fines de 1970, logrando bajar en 15 m. el nivel del espejo de agua de la laguna. Posteriormente, en los periodos de 1971 a 1972, la Corporación Peruana del Santa y de 1973 a 1974, la UC-16 ELECTROPERU, ejecutaron la ampliación del corte a tajo abierto, logrando bajar en 5 m. el nivel del espejo de agua de la laguna, asimismo, el dique artificial y el conducto de desagüe de la laguna.

En la actualidad, la laguna Allicocha, es un cuerpo de agua, cuyo vaso de almacenamiento está formado, lateral y frontalmente por depósitos glaciáricos; su volumen, bordearía los 5 698 018 m<sup>3</sup> (5,69 Mm<sup>3</sup>) y tendría una profundidad máxima de 33 m (Fuente: UGRH-ANA, 2006).

**Fotografía N° 05: Vista Panorámica de la Laguna Allicocha**

Fuente: INAIGEM, mayo 2018.

**Depósitos Glaciáricos:**

Realizada la inspección física de los depósitos glaciáricos del entorno de la laguna Allicocha, se identificó que, en la zona frontal adyacente al dique (lados derecho e izquierdo) de protección de la laguna, se emplazan depósitos de fragmentos de roca en matriz de arena limosa de compacidad de media a baja, con presencia de raíces a una profundidad de 0.5 m en promedio; de otra parte, al margen izquierdo se identificó un material de similares características; visualizándose una mayor cantidad de cobertura vegetal.

Cabe destacar, que se extrajeron muestras representativas en los depósitos glaciáricos frontal y laterales izquierdo y derecho, cuyo análisis denota que se trata de suelos de mediana competencia para la estabilidad en taludes.

“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

**Fotografía N° 06 y 07: Se visualiza la composición del material del depósito glaciáricos frontal, adyacente al dique de la laguna Allicocha.**



Fuente: INAIGEM, mayo 2018.

**Fotografía N° 08 y 09: Se visualiza la composición de los depósitos glaciares, zona izquierda posterior al dique de la laguna Allicocha.**



Fuente: INAIGEM, mayo 2018.

## 5.6. Obras de Seguridad:

Las obras de seguridad emplazadas en la laguna Allicocha, están constituidas por un dique de tierra con revestimiento de emboquillado de piedra, atravesado por un conducto cubierto, de sección de herradura, con canales de ingreso y salida de mampostería de piedra. Según detalle de vista fotográfica.

**Fotografía N° 10: Obras de Seguridad de la Laguna Allicocha**



Fuente: INAIGEM, Mayo 2018

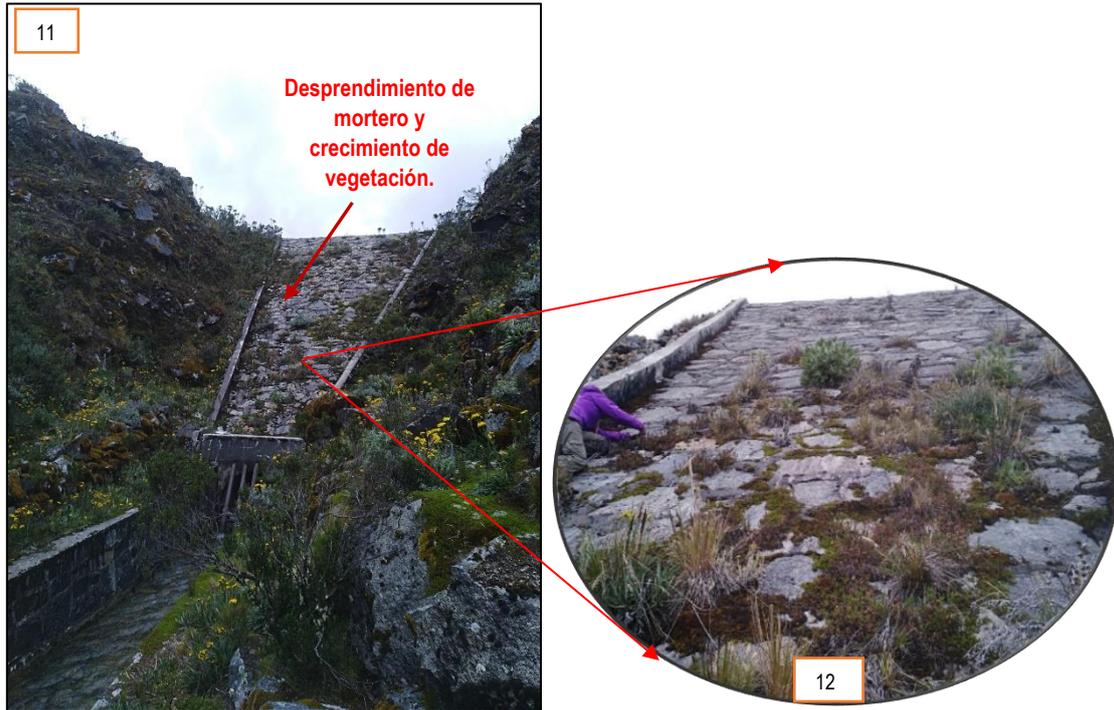
En la inspección in situ realizada en mayo de 2018, se identificó el estado actual de las obras de seguridad emplazadas en la laguna Allicocha, el cual se detalla a continuación:

### **Dique de Tierra:**

De acuerdo a lo observado in situ, se identificó que el dique de tierra posee un revestimiento deteriorado, siendo que ha sufrido desprendimiento de parte del mortero del revestimiento (emboquillado de piedra), situación que permitió el crecimiento de vegetación menor en dicha superficie. Asimismo, en las zonas de contacto de la presa con la morrena frontal, se visualizan depresiones en el terreno, producto de la erosión pluvial. No obstante, en el cuerpo de la presa, no se observan depresiones que denoten fallas en su estructura.

A continuación, se muestran las vistas fotográficas de las caras, anterior y posterior, del dique de seguridad, las cuales se encuentran deterioradas, por el desprendimiento parcial del mortero y crecimiento de vegetación en dichas zonas.

**Fotografías N° 11 y 12: Dique de seguridad: se visualiza deterioro del revestimiento – cara anterior del dique.**



Fuente: INAIGEM, mayo 2018

**Fotografías N° 13, 14 y 15: Dique de seguridad: se visualiza las zonas erosionadas, deterioro del revestimiento de la cara posterior del dique y canal de salida.**



Fuente: INAIGEM, mayo 2018

### **Conducto de Desagüe de la Laguna, Canales de Ingreso y Salida:**

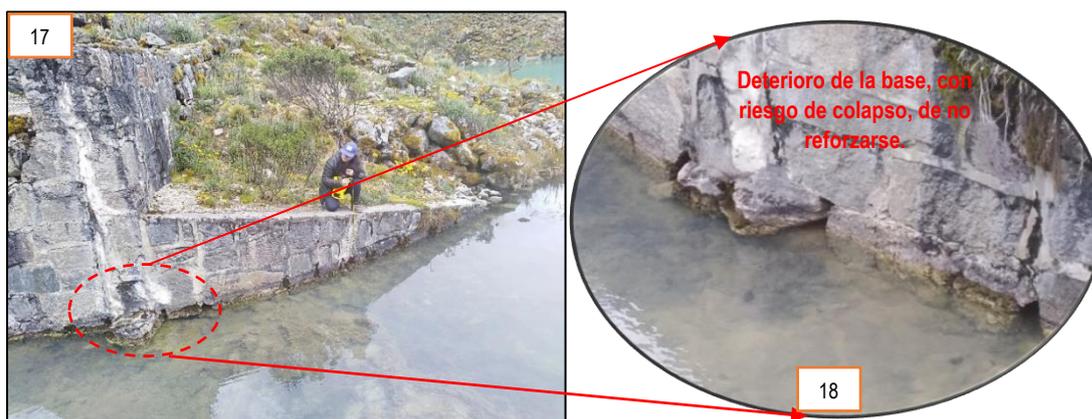
En la zona anterior al dique, se observa el canal de ingreso al conducto de desagüe de la laguna, cuyas paredes están conformadas de mampostería de piedra, mostrándose signos de deterioro en la base de las mismas, como consecuencia de la erosión hídrica del mortero aglutinante del material pétreo. Según detalle de vistas fotográficas:

**Fotografía N° 16: Canal de Ingreso al conducto de desagüe de la laguna Allicocha.**



Fuente: INAIGEM, Mayo 2018

**Fotografía N° 17 y 18: Zona anterior del canal de desagüe de la laguna Allicocha; se visualiza el deterioro en la base de la pared del canal.**



Fuente: INAIGEM, Mayo 2018

La situación descrita, denota el riesgo de colapso que poseerían dichos elementos de no adoptarse medidas de contingencias a corto plazo, resultando necesario la ejecución del mantenimiento de la base de las paredes del canal de ingreso a lo largo de toda su franja inferior, cuyo tratamiento debe incluir la aplicación de una

capa de concreto fino con el uso de epóxido, a fin de garantizar su adecuada adherencia.

De otra parte, en relación al conducto de desagüe de la laguna, se identificó que el mismo, no muestra signos visibles de fallas de su estructura, descartándose la presencia de depresiones en la misma; no obstante, producto de la erosión hídrica, si se ha producido el deterioro del piso, por ende, se requiere la reparación del mismo. Ver detalle de vistas fotográficas.

**Fotografía N° 19: Zona de ingreso al conducto cubierto, visualizándose el estado del mismo.**



Fuente: INAIGEM, Mayo 2018

**Fotografía N° 20 y 21: Conducto cubierto, visto desde la zona de salida.**



Fuente: INAIGEM, Mayo 2018

Finalmente, en la zona de salida del canal de desagüe, se tiene la presencia de taludes erosionados; asimismo se visualizan las caras anteriores a las paredes del canal, expuestas; situación que denota el deterioro de dichas estructuras, por ende, es necesario se adopten las medidas de protección a corto plazo, a fin de evitar la progresión de los deterioros.

**Fotografía N° 22: Obra de Seguridad de la Laguna Allicocha**



Fuente: INAIGEM, mayo 2018

De otra parte, en relación a los canales de ingreso y salida al conducto cubierto, se observó que existe deterioro en el revestimiento de los mismos, y en el caso del canal de ingreso, existe socavación en la base de la pared del canal,

## 6. CONCLUSIONES

6.1 Las obras de seguridad de la laguna Allicocha, poseen deterioros visibles superficiales, los cuales podrían ser subsanados a corto plazo con la ejecución de un mantenimiento periódico que incluya subsanar las zonas deterioradas del revestimiento de la presa, reemplazo del revestimiento de los canales de ingreso y salida, refuerzo de la zona socavada de las paredes del canal y protección de las zonas expuestas aledañas a las obras de seguridad. Las acciones descritas permitirían reducir el peligro que dicha laguna representa.

6.2 Los depósitos glaciáricos del entorno de la laguna están conformados por arenas limosas con presencia de gravas; el material cementante del conglomerado es poco cohesivo, lo cual determina que estos suelos sean de mediana competencia para la estabilidad de los taludes, más aun, considerando que se trata de taludes elevados

## 7. RECOMENDACIONES

7.1 Se recomienda la ejecución de estudios a detalle a corto plazo, correspondientes a la laguna Allicocha, a fin de determinar con precisión las características de las morrenas y descartar la existencia de planos de debilidad en sus estratos, que podrían constituir zonas propensas a la tubificación y consecuentemente generación de un desembalse de la laguna.