



## **Informe Técnico**

# **COMPLEJO HIDROELECTRICO**

## **EL CADILLAL**

# **ESTADO DE SITUACIÓN ACTUALIZADO**

## **PRESA LATERAL N°3**

**ENERO 2023**

# ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

## INFORME TECNICO ESTADO DE SITUACIÓN PRESA LATERAL N° 3 C.H. EL CADILLAL

### Contenido

1	Resumen .....	4
2	Descripción del Aprovechamiento El Cadillal.....	5
3	Características de la Presa N°3 .....	7
4	Marco Geológico.....	8
4.1	Características físico - químicas de los sulfatos. ....	10
5	Sistema de Auscultación de la Presa Lateral N° 3 .....	11
5.1	Medición de deformaciones.....	12
5.2	Medición de filtraciones .....	13
5.3	Medición de niveles piezométricos y freático.....	14
5.4	Frecuencias de medición.....	15
5.5	Controles de contenidos de sales disueltas .....	15
6	Proceso de asentamientos y filtraciones en la Presa Lateral N°3 .....	15
6.1	Asentamientos .....	16
6.2	Filtraciones.....	17
6.3	Piezometría .....	19
6.4	Contenido de Sales Disueltas .....	20
7	Informe de los Consultores Independientes .....	21
7.1	Décimo Cuarta Auditoría, 7 al 10 de mayo del 2019. Consultor Independiente: Ing. Marco Giuseppe Pietro Braghini e Ing. Oscar Navarro.....	22
7.2	Décimo Quinta Auditoría, 9 y 13 de noviembre de 2020 y 23 de marzo de 2021. Consultor Independiente: Ing. Oscar Elpidio Navarro .....	23
7.3	Décimo Sexta Auditoría, 15 y 19 de noviembre de 2021. Consultor Independiente: Dr. Ing. Roger Bremen.....	24
7.4	Décimo Séptima Auditoría, 5 y el 9 de mayo de 2022. Consultor Independiente: Dr. Ing. Roger Bremen.....	27
7.5	Auditoría Técnica Extraordinaria, 25 al 31 de octubre de 2022. Consultor Independiente: Dr. Ing. Roger Bremen.....	28
7.6	Medidas de auscultación y vigilancia .....	30
7.7	Criterios de alerta en la seguridad de presa.....	30
7.8	Operación del embalse en la emergencia y plan de contingencia.....	31

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

7.9	Tareas correctivas.....	31
7.10	Breve descripción del proyecto de rehabilitación .....	32
7.10.1	Tomografía Eléctrica Resistiva – T.E.R.....	33
7.10.2	Dirección y supervisión de los trabajos .....	33
8	Antecedentes .....	33
8.1	Informes periódicos.....	33
8.1.1	Informes de auscultación .....	33
8.1.2	Informes de las auditorías de los Consultores Independientes .....	33
8.2	Estudios específicos relacionados con la Presa N°3 .....	34
9	Plan de Acción Durante Emergencias (PADE) .....	34
10	Conclusiones y recomendaciones .....	35

# ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

## INFORME TECNICO ESTADO SITUACIÓN PRESA LATERAL N° 3

### C.H. EL CADILLAL

#### 1 Resumen

El Complejo Hidroeléctrico El Cadillal está situado sobre el río Salí, en el departamento de Tafí Viejo, a unos 21 km al norte de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Los trabajos de construcción se iniciaron en el año 1962 y finalizaron en diciembre de 1965.

El aprovechamiento está integrado por una Presa Principal (dique Celestino Gelsi) de materiales sueltos de 85m de altura máxima (coronamiento cota 616,0 msnm), tres Presas Laterales de materiales sueltos (coronamiento cota 615,0 msnm), aliviadero principal con vertedero libre, aliviadero de emergencias, obras de toma profundas para descargador de fondo y para alimentación de una central hidroeléctrica, una estación transformadora y una línea de alta tensión de 132 kV hacia San Miguel de Tucumán.

Una de las obras que componen el complejo es la presa Lateral N°3. Es una presa de materiales sueltos con núcleo impermeable y 145 m de longitud de coronamiento. La cota de coronamiento es 615,0 msnm y su altura máxima sobre la fundación es de aproximadamente 27,40 m. El talud agua abajo es 1:2,5 y el de agua arriba 1:3.

La presa está concesionada a la empresa Hidroeléctrica Tucumán S.A. por el término de 30 años a través del Decreto 657/96 de fecha 24 de junio de 1996. El 30 de Julio de 1996 (RESOL-2022-130-APN-SE#MEC), Hidroeléctrica Tucumán S.A. toma de posesión de los complejos hidroeléctricos El Cadillal, Escaba y Pueblo Viejo.

En el inicio de la concesión se detectaron filtraciones en la presa Lateral N°3 la que fue instrumentada con un aforador. Posteriormente, frente al incremento de filtraciones se instalaron nuevos aforadores.

Alrededor del año 2008 se incorporó nueva instrumentación con piezómetros, freatómetro y puntos de nivelación en el coronamiento y en el espaldón agua abajo. Esto permitió detectar el asentamiento en un punto situado en el extremo izquierdo del coronamiento. Debido a ello, se inició un proceso de re-instrumentación evolutivo de la presa Lateral N°3. Consecuentemente con esta evolución se instalaron nuevos instrumentos de auscultación, entre ellos, vigas de nivelación situadas en ambos espaldones y puntos de nivelación adicionales en el coronamiento de la presa (en dos periodos), un aforador tipo Parshall y finalmente piezómetros en ambos extremos de la presa. Además, se estudiaron las características del núcleo de la presa y se efectuaron periódicos análisis físico-químicos de las aguas del embalse y las filtraciones. Tales análisis permitieron verificar la existencia de fenómenos de disolución de sales que afectan a la fundación y los estribos de la presa.

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

Debido a que el nivel máximo normal de la presa es de 607,50 msnm las filtraciones se manifiestan sólo durante una parte del año, situación que habría ralentizado los efectos del proceso de disolución de sales.

Sin embargo, las mediciones realizadas en las campañas semestrales de nivelación mostraron en los últimos años un rápido incremento de los asentamientos en el extremo izquierdo del coronamiento y que los puntos adyacentes comenzaban también a presentar asentamientos. Por esta razón se incrementó la frecuencia, en el año 2022, de las mediciones microgeodesicas a 3 meses y en algún caso a 2 meses. Esto permitió anticipar e inferir las velocidades de asentamientos anualizadas en toda la presa y detectarla evolución del extremo derecho del coronamiento.

En los últimos años las filtraciones tienden a incrementarse debido a la elevada permeabilidad de la fundación, acelerando los fenómenos de disolución de sales y posible erosión en la fundación. Aunque las filtraciones y presiones se mantienen estables esta situación indica una alta permeabilidad en la fundación. Los asentamientos se incrementan más rápidamente en ambos extremos de la presa, mientras que los sectores ubicados hacia el centro de la obra muestran asentamientos crecientes en el coronamiento y los espaldones, acelerándose en las últimas campañas de medición. Tales consideraciones ponen de manifiesto que el proceso de asentamientos que afectan a la Presa N°3 es irreversible, de modo que se han requerido intervenciones de remediación.

Por las razones expuestas y para restablecer las condiciones de seguridad de la presa Lateral N°3 resulta imprescindible efectuar intervenciones a corto plazo. Con tal fin el Concesionario Hidroeléctrica Tucumán S. A. ha presentado, a solicitud de ORSEP, un proyecto de remediación basado en la ejecución de inyecciones de consolidación e impermeabilización realizadas desde el coronamiento y cuyo objetivo es reducir las filtraciones y detener los asentamientos de la presa.

En la actualidad las actividades de vigilancia continúan dirigidas a controlar la evolución de filtraciones y asentamientos de la Presa Lateral N°3, para detectar rápidamente cualquier variación. Debido a que se han presentado incrementos en las velocidades de asentamiento anualizadas se ha indicado no superar el nivel de embalse en coincidencia con las velocidades medidas a efectos de garantizar la seguridad pública hasta que se efectúen las tareas de remediación indicadas.

## **2 Descripción del Aprovechamiento El Cadillal**

El Complejo Hidroeléctrico El Cadillal se encuentra situado sobre el río Salí, en el departamento de Tafí Viejo, a unos 21 km al norte de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Los trabajos de construcción se iniciaron en el año 1962 y finalizaron en diciembre de 1965.

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

El aprovechamiento está integrado por una Presa Principal (Dique Celestino Gelsi) de materiales sueltos de 85 m de altura máxima (coronamiento cota 616,0 msnm), tres Presas Laterales de materiales sueltos (coronamiento cota 615,0 msnm), una central hidroeléctrica, una estación transformadora y una línea de alta tensión de 132 kV hacia San Miguel de Tucumán. Comprende además las siguientes obras complementarias:

- *El aliviadero principal, integrado por el vertedero libre (coronamiento cota 607,50 msnm), las conducciones en túnel y canal, la rápida en planta curva y la estructura de disipación de energía.*
- *El aliviadero de emergencias conformado por un canal de sección trapecial, con solera elevada 3,5 m sobre el umbral del vertedero (cota 611 msnm).*
- *Obra de toma, torre de compuertas, túnel de conducción y casa de válvulas de descargador de fondo.*
- *Obra de toma, torre de compuertas, túnel de conducción y central hidroeléctrica. La central está equipada con dos grupos generadores de 6,5 MW de potencia máxima cada uno y una derivación con fines de riego.*

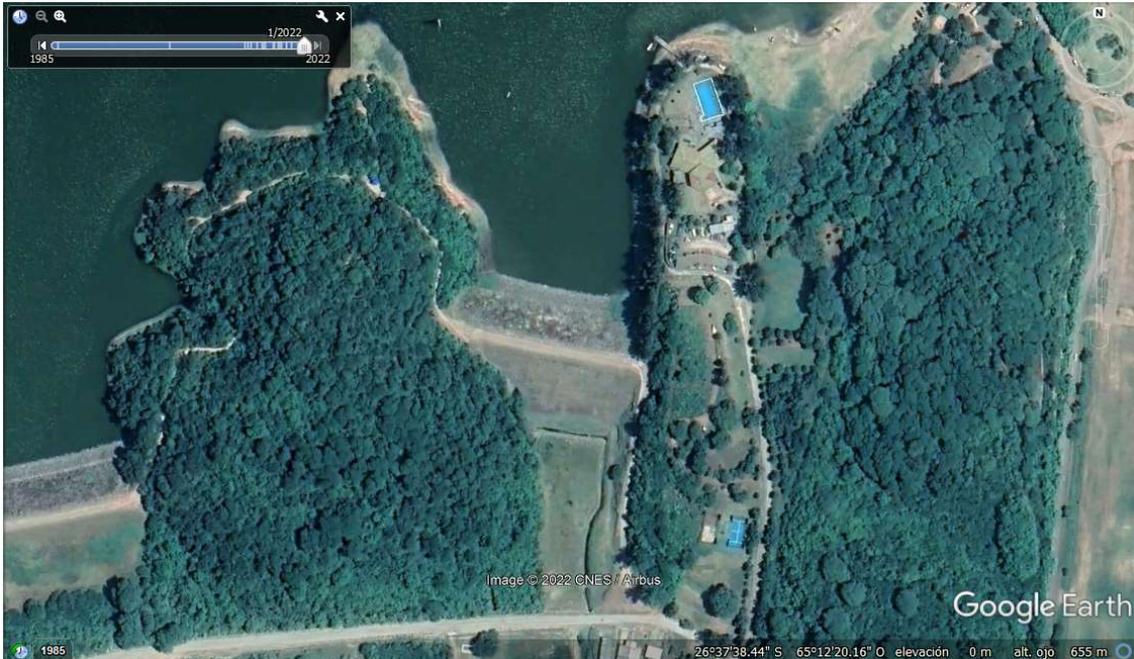
*Ubicación de las obras. Fuente: Google Earth*



El área de estudio dónde se encuentran las Presas Laterales se extiende entre la ruta provincial N°347 por el este hasta el Tucumán Yacht Club por el oeste, y desde el borde del embalse por el norte hasta el camino hacia la localidad de Ticucho (Ruta Provincial N°312) por el sur. La Presa N° 3 comprende el sector entre la costa del embalse hasta la ruta provincial N° 312 y desde la rampa de desembarco de lanchas de "Cadicoop" hasta la saliente siguiente.

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

Sector dónde se ubica la Presa Lateral N°3. Fuente: Google Earth



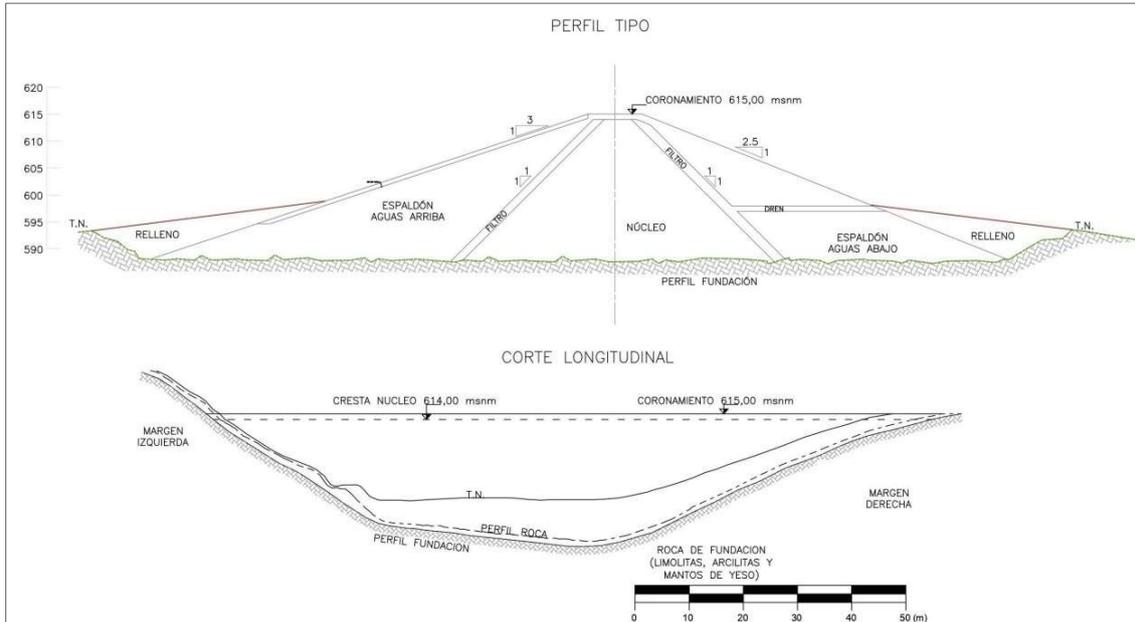
### 3 Características de la Presa N°3

La Presa N°3 es una presa de materiales sueltos con núcleo impermeable y 145 m de longitud de coronamiento. La cota de coronamiento es 615,0 msnm y su altura máxima sobre la fundación es de aproximadamente 27,40 m. El talud agua abajo es 1:2,5 y el de agua arriba 1:3. El ancho de coronamiento es de aproximadamente 10 m.

El espaldón agua arriba está protegido por un manto de rip-rap de 0,75 m de espesor, y el de agua abajo con gravas con tamaños entre 1,5 y 6 pulgadas. El núcleo impermeable es de material limo arcilloso, tiene cota superior en 614,20 msnm. El ancho máximo del núcleo en la base es de aproximadamente 57,0 m. Los filtros de arena y gravilla limpia tienen 2,50 m de ancho.

# ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

*Presalateral N°3. Sección transversal y sección lognitudinal. Fuente: HTUC*



## 4 Marco Geológico.

Las sierras del Noreste de Tucumán, están formadas por un núcleo de basamento cristalino representado por la Formación Medina (Bossi, 1969), que consisten en pizarras y filitas de color gris y gris verdoso, en la que se observan delgadas capas de sedimentos pelíticos y psamíticos débilmente metamorfizados, con intrusión de venillas de cuarzo. La esquistosidad es paralela a las estructuras primarias, aun observables.

Estas rocas son resultado de un metamorfismo regional de bajo grado (Bossi, 1969). Los bloques montañosos fueron elevados por fallas inversas de alto ángulo, ubicadas sobre las vertientes occidentales de las sierras (Bossi y Moyano, 2009), con suaves pendientes hacia el este, cubiertos por unidades sedimentarias más jóvenes.

La secuencia sedimentaria se inicia con la Formación El Cadillal (Bossi 1969, 1998; Bossi y Moyano, 2014) constituida por conglomerados y areniscas gruesas a finas de color rojo, que se encuentra intruida por el Complejo Volcánico Alto de las Salinas de edad Cretácica temprana a tardía (Bossi y Wampler, 1969). Estas se encuentran cubiertas en disconformidad por la formación Río Loro de edad paleocena (Bossi 1969, Powell y Palma 1981, Georgieff y otros 2014), conformada por areniscas cuarzosas bien seleccionadas medias a gruesas pardo rojizas con intercalaciones de limolitas y diamictitas.

Por encima se encuentra la formación Río Nio (Mon y Suayter, 1973; Georgieff y otros 2014), conformada por areniscas rojizas friables, que pasan a lutitas verdeamarillentas, yesos y cenizas volcánicas, de edad eocena. La secuencia continúa con el Grupo Choromoro (Mon y Urdaneta, 1972), el mismo se encuentra constituido de base a techo

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

por las formaciones Río Salí, India Muerta (ambas de edad miocena), El Boyero, Chulca y Acequiones (estas tres de edad pliocena).

La Formación Río Salí es la unidad estratigráfica sobre el que se encuentra construida la presa lateral N°3. Su composición litológica y mineralógica tiene estrecha relación con la problemática que se presenta en el cierre.

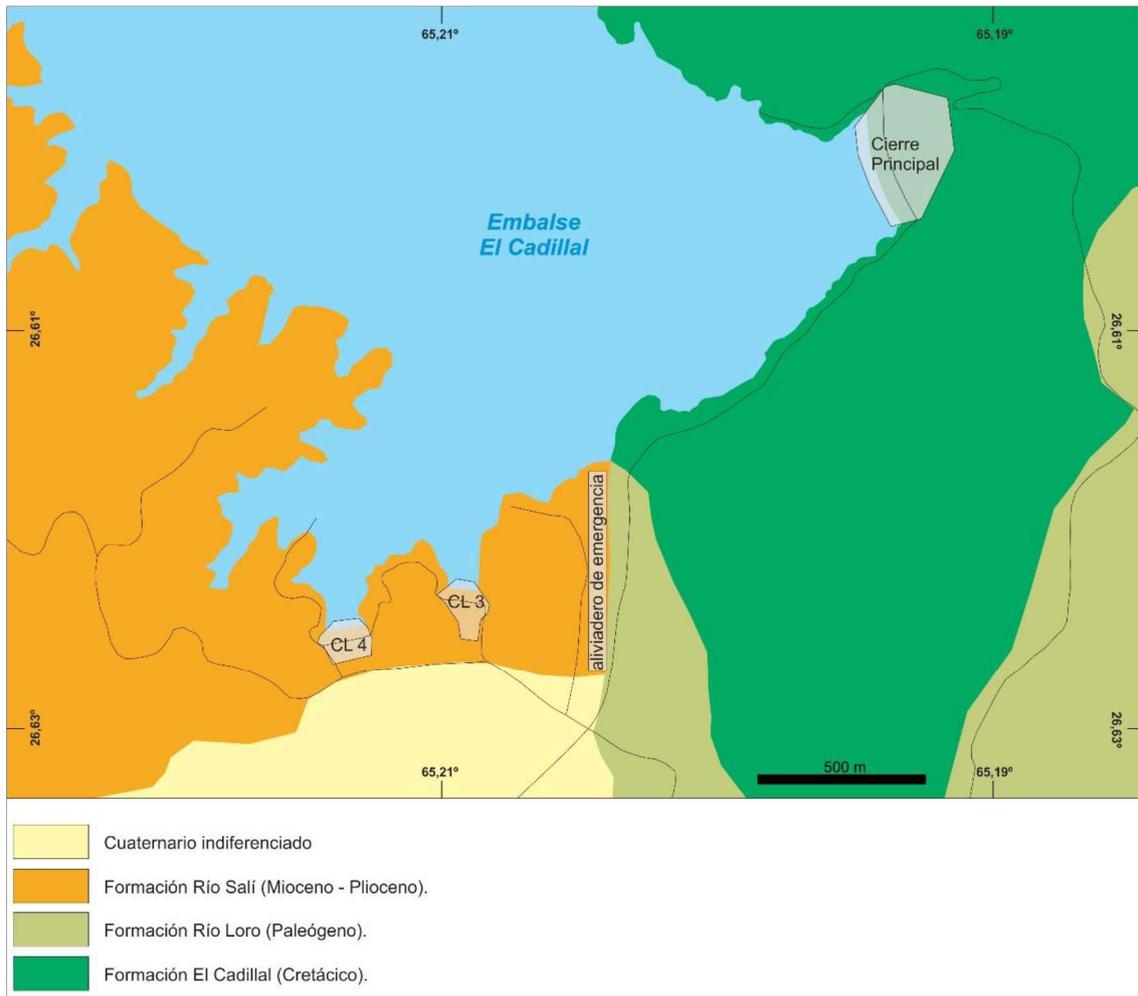
Esta unidad ha sido definida originalmente por Ruíz Huidobro (1960) y redefinida por Bossi (1969). La localidad típica se encuentra en el sector bajo del río India Muerta (cerca de la cola de la presa El Cadillal). Consiste en alrededor de 700 m de lutitas, organizadas en dos asociaciones de facies principales:

- a) Lutitas laminadas y masivas de color rojo a anaranjado, con concreciones de yeso blanco botroidales y textura sacaroidea y venas de selenita secundaria, de 1 a 2 m de espesor, con algo de bioturbación (desarrollo de raíces);
- b) Lutitas salinas verde amarillentas, arcillas grises a verdes, calizas oolíticas amarillas, estromatolitos estratificados en lechos centimétricos a bien laminados y lechos tabulares decimétricos de yeso nodular, formando asociaciones de 0,5 a 1 m de espesor.

Los fósiles son escasos, pero hay algunas calizas oolíticas portadoras de peces y moldes de pelecípodos (*Neocorbicula* sp.) y gasterópodos (melanidos) mal preservados. Estas especies son indicadoras de ambientes de aguas dulces a salobres. En la zona de El Cadillal, la parte basal de la unidad sobreyace en disconformidad sobre las areniscas rosadas de la formación Río Loro. La ausencia de la formación Río Nio podría además ser confirmada a lo largo de la vertiente oriental de la sierra de Medina, a lo largo del río Loro. En el valle de Choromoro cerca de la embocadura del río Tapia y en la costa del embalse, la Formación Río Salí, sobreyace en disconformidad sobre las lutitas rojas de la formación Río Nio. La sección media de la Formación Río Salí está caracterizada por la intercalación de facies de pizarras rojas, de 1 a 2 m de espesor, con asociaciones de facies verdes de hasta 1 m de espesor (con capas de yeso y calizas). Las dos asociaciones persisten estratigráficamente como facies alternantes por 200 o 300 m, indicando una gran persistencia temporal del paleoambiente (Bossi y Moyano, 2009). La asociación de lutitas rojas con concreciones de yeso freático se interpreta como playas salobres o "barreales" sin agua estancada en la superficie, con altas tasas de evaporación y oxidación. Alternando a estas extensas superficies planas cubiertas de lodo, se interpretan áreas en donde la acumulación de agua ha generado, por evaporación, nódulos de yeso y ha facilitado precipitaciones calcáreas de estromatolitos y calizas oolíticas (cementadas por yeso o calcita). Las planicies bajas, suavemente salinas, cercanas al Mar del Paraná, se asignan a ambientes continentales de sabkha, formado por la máxima extensión lateral del mar en el Mioceno medio. La transgresión marina del Paraná cubrió la mayor parte de la llanura chacopampeana, ingresando en Bolivia, Paraguay y luego hacia el norte del continente (Bossi y Moyano 2009, 2014).

# ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

Mapa geológico del área de la represa de El Cadillal, con enfoque en el área del cierre lateral 3. (Moyano 2021). Fuente: HTUC



## 4.1 Características físico - químicas de los sulfatos.

La Formación Río Salí está compuesta por niveles de sulfatos (yeso y anhidrita) intercalados con niveles clásticos, vinculados a ambientes salobres con alta evaporación.

Las evaporitas son un conjunto de rocas, formados por la precipitación de iones ante el incremento de la concentración de los mismos como consecuencia de la evaporación del agua.

Los minerales más característicos de estas son aquellos pertenecientes a los grupos mineralógicos de sulfatos y haluros. En la zona de la presa Lateral N°3 se describen principalmente los del grupo mineralógico de los sulfatos.

El *yeso* es la forma hidratada del mineral ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), precipita en la superficie terrestre, mayormente bajo condiciones de aridez, y puede deshidratarse a *anhidrita* ( $\text{CaSO}_4$ ), por enterramiento que provoca un incremento en las condiciones de presión y temperatura de formación.

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

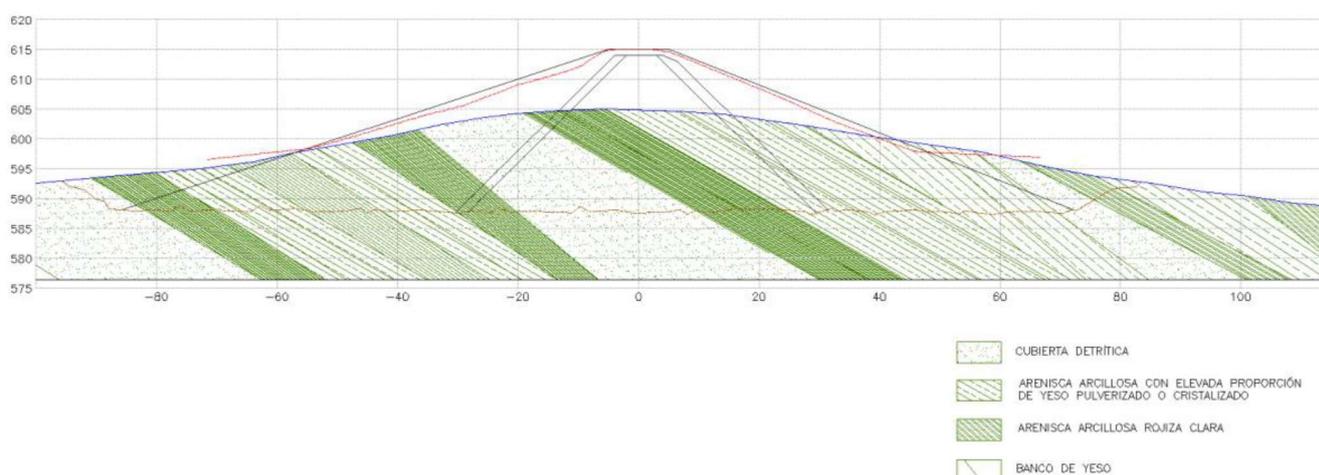
La *anhidrita* no tiene agua en su estructura cristalina y puede formarse por precipitación directa o por enterramiento (a partir de *yeso*). Puede convertirse a *yeso* por simple hidratación. Si se forma a partir de la rehidratación de anhidrita adquiere una forma cristalina fina, denominada alabastro. El yeso es más blando y liviano que la anhidrita.

Con respecto a la ocurrencia de estos minerales se pueden definir el yeso primario y el secundario. El *yeso primario* ocurre como cristales elongados (denominados variedad selenita), cuando precipita primariamente desde el agua; se los denomina de esta manera ya que precipitan de manera simultánea con la sedimentación de la unidad litológica en la cual se encuentran. También puede ocurrir como *yeso secundario*, el cual adquiere una forma fibrosa, como relleno de grietas en rocas preexistentes, se denomina de esta forma debido a que su formación es posterior a la de las rocas que las contiene.

El yeso primario ocurre en aquellos estratos que se forman en condiciones acuáticas, asociados a alta evaporación; mientras que el secundario ocurre por la precipitación a partir de fluidos cargados de iones, que circulan por las grietas de rocas preexistentes, normalmente vinculados a ambientes áridos a semiáridos.

En la zona de la Presa Lateral N°3 se ha observado la presencia de yeso primario, vinculado principalmente a las capas de colores verdes; mientras que, en las capas rojas, limolitas y areniscas, se lo observa como yeso secundario, el cual crece en las grietas formadas entre los distintos estratos.

*Superposición del perfil geológico (antes de la construcción, en azul) con la sección tipo de la presa y la sección de acuerdo a relevamientos, en rojo. Fuente: HTUC*



## 5 Sistema de Auscultación de la Presa Lateral N° 3

La presencia de agua proveniente de filtraciones en la Presa Lateral N°3 fue detectada al inicio de la Concesión ya que en el primer informe semestral de comportamiento para el periodo octubre 96-febrero 97 se dice:

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

---

*"Aguas abajo de la presa Lateral 3 se observa una laguna con juncos que se mantiene todo el año. La misma posee una alcantarilla de drenaje que pasa por debajo del camino. Durante el estiaje no se observa salida de agua, pero a partir de enero se observa un caudal que podríamos decir se mantiene constante. Esta apreciación es cualitativa y no cuantitativa. Nuestras observaciones nos dicen que es probable que sean filtraciones, pues al disminuir las precipitaciones pluviales no disminuyó el caudal pero si se mantuvo el lago en niveles superiores."*

Inicialmente la presa se instrumentó con un aforador aguas abajo de la misma (Año 1998), complementado por un segundo aforador a pie de presa (Año 2004).

Ante la detección de incrementos en los caudales de filtración y la aparición de filtraciones provenientes de la solera drenante se realizó el proyecto de instrumentación, que se desarrolló de manera progresiva. Consistió en su inicio en la instalación de instrumentos de medición de deformaciones verticales, niveles piezométricos y freáticos, y análisis físico-químicos en el aforador totalizador (año 2006). Posteriormente se detectaron asentamientos en algunos puntos de control y se instalaron vigas de control altimétrico (2012 y 2015). En 2017 se instalaron 3 piezómetros en el coronamiento de la presa.

En la actualidad en la Presa Lateral N°3 se efectúan mediciones para control de deformaciones verticales, filtraciones, niveles freático y niveles piezométricos, cuyos sistemas se describen a continuación.

### 5.1 Medición de deformaciones

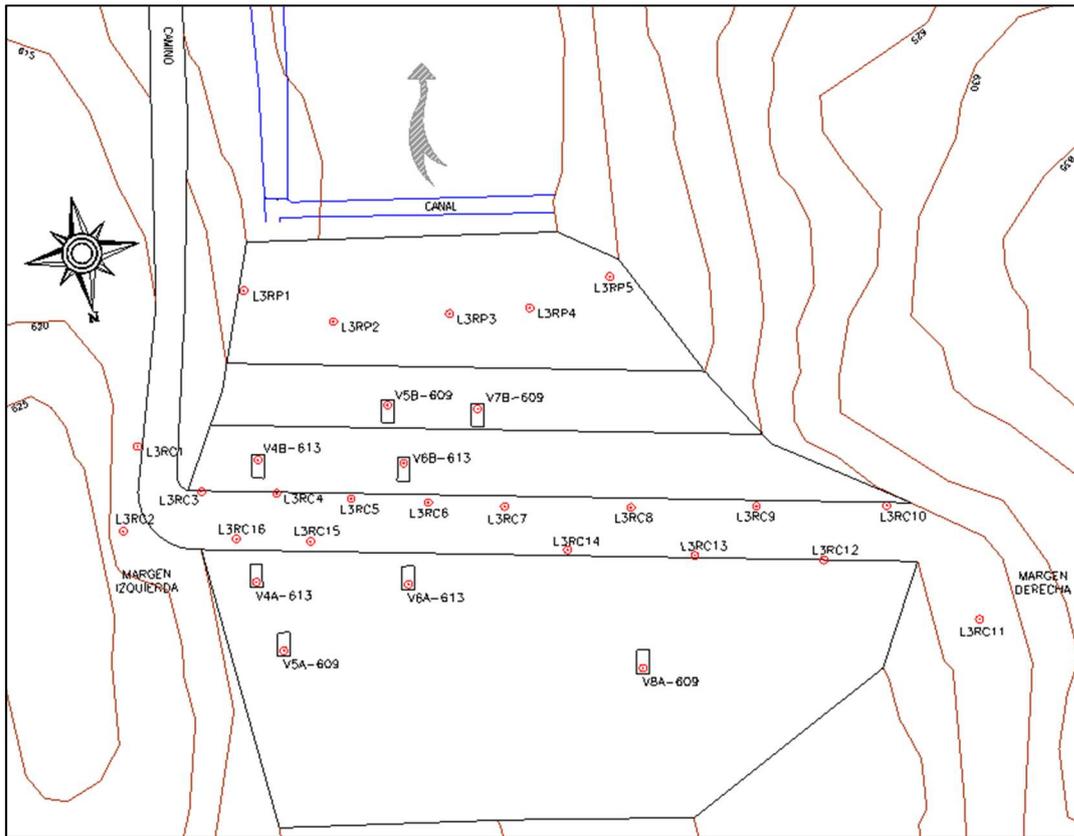
La nivelación microgeodésica se efectúa a través de 21 puntos instalados en la obra. 5 de ellos están distribuidos en la zona baja del espaldón agua abajo, 4 en los estribos y los restantes 12 puntos en el coronamiento de la presa, según lo indicado en el esquema adjunto a continuación.

Los cinco puntos, situados en la parte baja, del espaldón agua abajo (L3RP1 a L3RP5) están distribuidos a lo largo del pie de presa. Los primeros puntos instalados en el coronamiento (L3RC3 a L3RC9) están ubicados del lado agua abajo del camino y sus mediciones iniciaron en 2008. En el 2015 se instalaron nuevos puntos de control ubicados del lado agua arriba del camino de coronamiento (L3RC12 a L3RC16).

Además, se colocaron vigas de control altimétrico que son vigas de hormigón armado instaladas en ambos espaldones a lo largo de cuatro líneas normales al eje de la presa. Dos de ellas están situadas en el espaldón agua abajo y otras dos en el espaldón agua arriba. Siendo 8 las vigas instaladas en total, la mayoría de ellas se encuentra ubicada en el sector izquierdo de la presa ya que los primeros asentamientos se presentaron allí. El inicio de las mediciones corresponde al año 2012 para las vigas que se instalaron en cota 613 msnm, y al año 2015 para las instaladas en cota 609 msnm.

# ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

*Croquis de Instrumentación mecánica (deformacional) instalada en la Presa N°3*



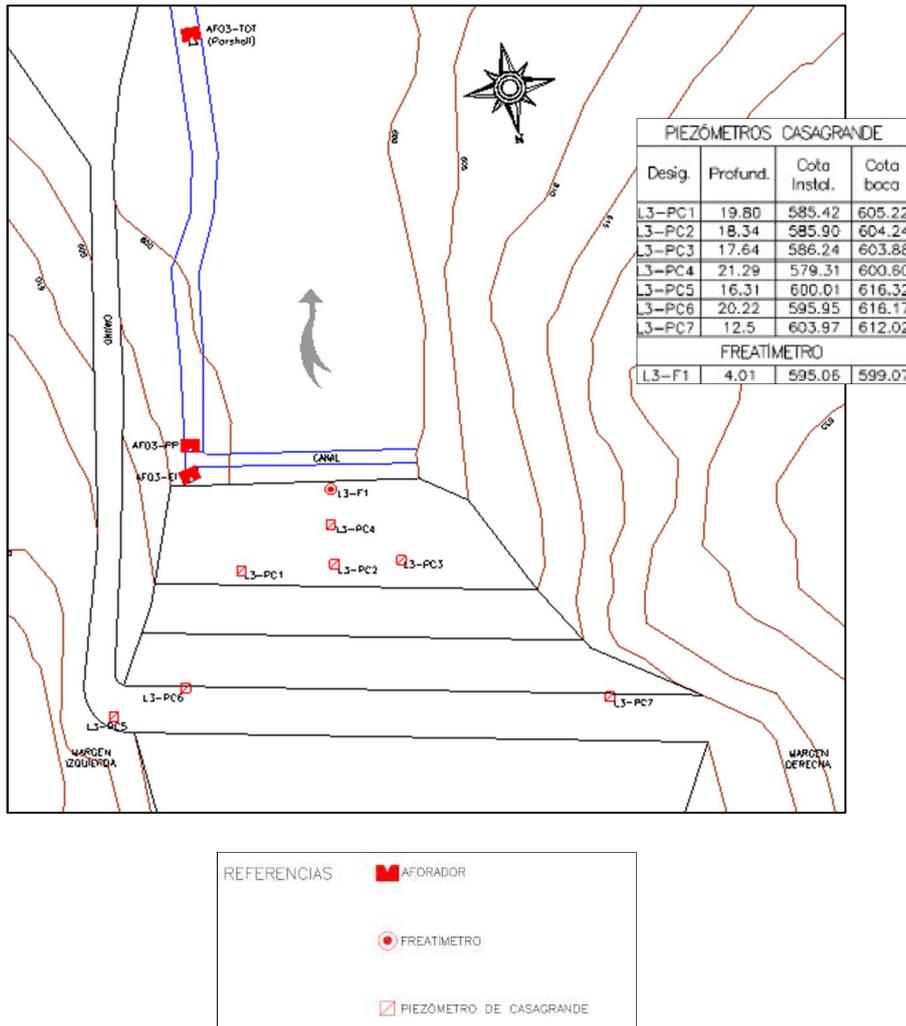
- REFERENCIAS
- PUNTO DE CONTROL ALTIMÉTRICO
  - VIGA DE CONTROL ALTIMÉTRICO

## 5.2 Medición de filtraciones

Están operativos tres aforadores en la Presa Lateral N°3. Dos de ellos son volumétricos y están situados en el sector izquierdo del pie de presa, siendo uno de ellos el totalizador de las filtraciones captadas por el canal del pie de presa (AFO3-PP). El otro aforador totalizador es del tipo canaleta Parshall (AFO3-TOT) y está situado agua abajo de la laguna. Este último instrumento permite medir rápidamente las filtraciones totales de la presa, incluyendo las filtraciones que superen la captación del canal de pie de presa y los aportes provenientes de la laguna en caso de precipitaciones.

# ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

Croquis de Instrumentación hidráulica instalada en la Presa N°3



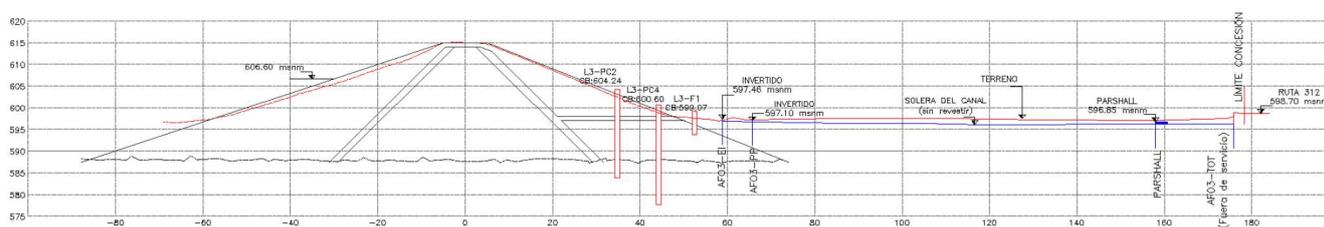
### 5.3 Medición de niveles piezométricos y freático

Se encuentran instalados 7 Piezómetros Casagrande en la fundación. Dos piezómetros están situados en el extremo izquierdo del coronamiento, uno en el extremo derecho y los cuatro restantes en el espaldón agua abajo. El freatímetro está instalado en el sector central del pie de presa. Los piezómetros se identifican como L3-PC1, L3-PC2, L3-PC 3 y L3-PC 4 (instalados en el año 2006) y L3-PC C5, L3-PC 6 y L3-PC 7 (instalados en el año 2017).

*Presalateral N°3. Sección transversal. En la sección transversal se aprecian los aforadores, el freatímetro y sólo perforaciones de los piezómetros instalados en el*

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

sector inferior del espaldón. Además, en rojo puede verse la verificación del perfil de la presa. Fuente: HTUC



### 5.4 Frecuencias de medición

Desde mediados de 2022 la Presa Lateral N°3 se encuentra bajo un plan de mediciones e inspecciones frecuentes, debido a la situación de la obra. De acuerdo a lo solicitado por el Organismo, debido a las deformaciones medidas entre junio 2021 y julio de 2022, deben realizarse mediciones diarias del aforador totalizador (AF03-TOT) cuando el nivel de embalse supera la cota 600 msnm y, además de las inspecciones diarias, vigilancia continua con cámaras de monitoreo. Las nivelaciones microgeodésicas deben realizarse cada 3 meses si el embalse supera la misma cota.

Antes de las nuevas frecuencias de medición en la Presa Lateral N°3, los aforadores, piezómetros y el freatómetro se medían con frecuencia semanal todo el año, mientras que las nivelaciones microgeodésicas se efectuaban cada 6 meses.

### 5.5 Controles de contenidos de sales disueltas

Se efectúan también controles periódicos de los contenidos de sales disueltas, mediante tomas de muestras en ciertos puntos del embalse, en aforadores y en algunos piezómetros instalados en la obra mediante las cuales se ha corroborado la diferencia de contenido de sales disueltas entre el agua del embalse y la obtenida en puntos de muestreo de la presa Lateral N° 3.

## 6 Proceso de asentamientos y filtraciones en la Presa Lateral N°3

Merecen especial atención los asentamientos que ha experimentado la Presa Lateral N°3 debido al proceso de disolución de sales que afecta su fundación, particularmente en sectores próximos a los estribos. El incremento de las filtraciones se evidencia a partir de las cotas situadas entre 598 y 599 msnm, presentando dos niveles más de aumentos de filtraciones a cotas 603.40 msnm y a cota 606.90 msnm aproximadamente (cota de coronamiento 615 msnm), por lo que el caudal se incrementa rápidamente con el crecimiento del nivel del embalse.

Debido a que el nivel máximo normal de la presa es de 607,50 msnm las filtraciones se manifiestan sólo durante una parte del año y la mencionada condición habría ralentizado los efectos del proceso de disolución de sales. Sin embargo, en los últimos años tanto

# ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

las filtraciones como los asentamientos presentaron nuevos incrementos (2019), de modo que la obra se consideró afectada por un proceso aparentemente irreversible.

## 6.1 Asentamientos

Alrededor de 2008 comenzaron a medirse deformaciones, que presentaban pequeños incrementos en ciertos puntos de la obra, y experimentaron un progresivo aumento en velocidad y extensión en los últimos años. Estos asentamientos crecientes comenzaron en el extremo izquierdo de la presa, pero luego de algunos años también comenzaron a detectarse en el sector derecho. En los últimos años los asentamientos comenzaron a extenderse desde esos sectores hacia el centro de la presa (2022).

*Asentamientos en mm y velocidades de asentamiento en mm/año considerando hasta la última campaña diciembre 2022. Fuente: HTUC*

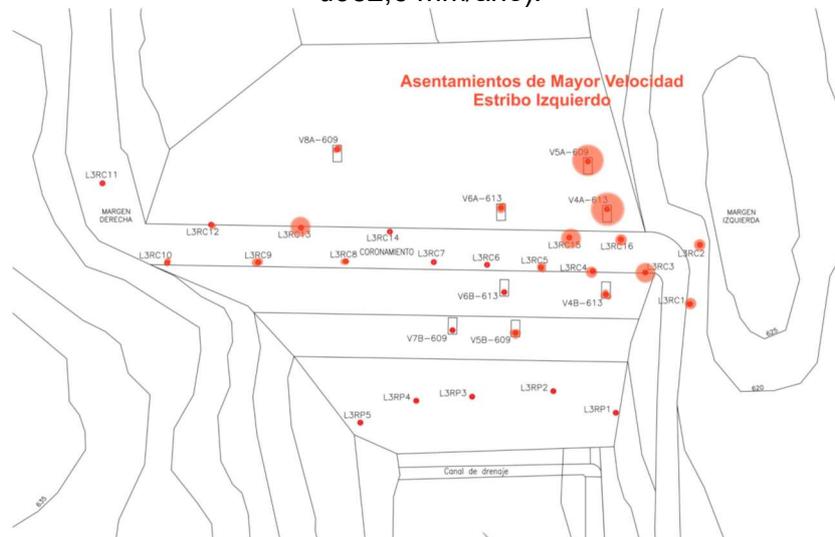
HIDROELECTRICA TUCUMAN S.A.																
ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS - PUNTOS DEL NIVELACION MICROGEODESICA																
PRESA LATERAL N° 3 - C.H. EL CADILLAL - Campañas Trimestrales 2022																
PUNTO DE NIVELACION	DENOMINACION	1ª CAMPAÑA		2ª CAMPAÑA		3ª CAMPAÑA		DIF. ASENTAMIENTO 06/2021 A 07/2022 (mm)	VELOC. ASENTAMIENTO ANUAL (mm/año)	DIF. ASENTAMIENTO MARZO-JULIO/2022 (mm)	VELOC. ASENTAMIENTO ULTIMO TRIMESTRE ANUALIZADA(mm/año)	DIF. ASENTAMIENTO JULIO/SEPTIEMBRE 2022 (mm)	VELOC. ASENTAMIENTO ULTIMO TRIMESTRE ANUALIZADA(mm/año)	DIF. ASENTAMIENTO SEPTIEMBRE/DICIEMBRE 2022 (mm)	VELOC. ASENTAMIENTO ULTIMO TRIMESTRE ANUALIZADA(mm/año)	OBSERVACIONES
		24/06/2021	23/09/2022	14/07/2022	22/09/2022	06/12/2022	2021									
L3	RC1	-19,5	-22,91	-25,85	-28,8	-30,2	-6,35	-6,02	-2,94	-9,5	-3,0	-15,4	-1,4	-6,8		
L3	RC2	-18	-19,46	-23,28	-26,8	-29	-5,28	-5,01	-3,82	-12,3	-3,5	-18,4	-2,2	-10,7		
L3	RC3	-146,4	-148,92	-148,34	-152,7	-155,5	-13,94	-13,22	-3,42	-4,4	-22,7	-5,8	-13,6	-13,6		
L3	RC4	-44,3	-48,5	-51,39	-55,1	-59	-7,08	-6,71	-2,48	-8,0	-3,7	-19,4	-2,9	-14,1		
L3	RC5	-5,6	-11,41	-12,57	-15	-16,1	-2,97	-2,82	-1,16	-3,7	-2,4	-12,7	-1,1	-5,4		
L3	RC6	1,6	0,63	-0,12	-2	-2,3	-1,72	-1,63	-0,75	-2,4	-1,9	-9,8	-0,3	-1,5		
L3	RC7	1,8	1,26	0,63	-0,7	-1,5	-1,19	-1,13	-0,65	-2,1	-1,3	-6,8	-0,8	-3,9		
L3	RC8	-8,8	-12,64	-14	-16,6	-17,1	-5,2	-4,93	-1,36	-4,4	-2,6	-13,6	-0,5	-2,4		
L3	RC9	-31,4	-38,98	-42,07	-44,4	-46,7	-10,67	-10,12	-3,09	-10,0	-2,3	-12,1	-1,3	-6,3		
L3	RC10	-2,3	-2,56	-4,31	-7,3	-10	-2,01	-1,91	-0,6	-3,0	-0,6	-15,6	-0,7	-13,1		
L3	RC11	1,5	-1,55	-3,55	-6,3	-8,2	-5,05	-4,79	0	0,0	-2,8	-14,3	-1,9	-9,2		
L3	RC12	-23,2	-29,8	-33,1	-34,4	-35,3	-8,9	-8,44	-2,3	-7,4	-2,3	-12,0	-0,9	-4,4		
L3	RC13	-51,1	-64,4	-68,8	-73,7	-76,4	-17,7	-16,78	-4,4	-14,2	-4,9	-25,6	-2,7	-13,1		
L3	RC14	-2,2	-4	-4,4	-5,9	-6,4	-2,2	-2,09	-0,4	-1,3	-1,5	-7,8	-0,5	-2,4		
L3	RC15	-16,2	-21,3	-23,2	-26,9	-30	-7	-6,64	-1,9	-6,1	-3,7	-19,3	-3,1	-15,1		
L3	RC16	-35,1	-43,4	-46,6	-51,4	-54,8	-11,5	-10,90	-3,2	-10,3	-4,8	-25,0	-3,4	-16,5		
PUNTOS DE CONTROL - PIE DE PRESA																
L3	RP1	2,1	1,5	1,8	1,4	1,1	-0,3	-0,28	0,3	1,0	-0,4	-2,1	-0,3	-1,5		
L3	RP2	0,7	0,5	0,4	0	-0,2	-0,3	-0,28	-0,1	-0,3	-0,4	-2,1	-0,2	-1,0		
L3	RP3	2	2	2,1	1,6	1,5	0,1	0,09	0,1	0,3	-0,5	-2,6	-0,1	-0,5		
L3	RP4	1,3	1,5	1,5	0,9	0,9	0,2	0,19	0	0,0	-0,6	-3,1	0,0	0,0		
L3	RP5	6,3	6,2	6,8	6,7	5,5	0,5	0,47	0,6	1,9	-0,1	-0,5	-1,2	-5,8		
VIGAS DE NIVELACION 2015																
L3	V5A-609	-11,5	-13,2	-13,9	-17,1	-21	-2,4	-2,28	-0,7	-3,3	-3,2	-16,7	-3,9	-19,0		
L3	V4A-613	-108,9	-131	-141,9	-155,3	-166,1	-33	-31,29	-10,9	-35,2	-13,4	-69,9	-10,8	-62,6	Superior a 30 mm/año	
L3	V5B-609	-26,9	-31,2	-32,8	-35,2	-37,7	-5,9	-5,59	-1,6	-5,2	-2,4	-12,5	-2,5	-12,2		
L3	V7B-609	-2,3	-2	-2,2	-3,2	-3,5	0,1	0,09	-0,2	-0,6	-1,0	-5,2	-0,3	-1,5		
VIGAS DE NIVELACION 2012																
L3	V4B-613	-40,3	-45,8	-47,5	-51,6	-53,8	-7,6	-7,21	-2,1	-6,8	-3,7	-19,3	-3,0	-9,7		
L3	V5B-613	-3,3	-3,6	-4,2	-5,5	-6,9	-6,9	-6,85	-0,6	-1,9	-1,1	-6,8	-0,1	-0,5		
L3	V4A-613	-109,8	-135,9	-145,4	-159,5	-169	-36	-34,13	-9,9	-32,0	-13,7	-71,4	-8,5	-41,4	Superior a 30 mm/año	
L3	V6A-613	-5,2	-5,7	-6,3	-8,7	-9,9	-1,1	-1,04	-0,6	-1,9	-2,4	-12,5	-1,2	-5,8		

La máxima velocidad de asentamiento se manifiesta en la viga V5A-609, seguida por la viga V4A-613 (ambas en el espaldón agua arriba). La viga V4A-613 presenta los asentamientos totales máximos 168 mm al 06/12/22.

A continuación, se muestra un esquema en planta de la presa, en donde se representan las velocidades de los asentamientos que se miden a través de los puntos y vigas de nivelación que se han instalado, lo que permite apreciar que las zonas más afectadas corresponden a los estribos de la presa.

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

*Velocidades de asentamiento como resultan de la campana de diciembre de 2022 comparada con la campaña anterior septiembre 2022 (valores máximos anualizados de 52,6 mm/año).*



### 6.2 Filtraciones

Con relación a las filtraciones, según los análisis realizados por los asesores de Hidroeléctrica Tucumán S.A., hipotéticamente existirían cuatro vías de alimentación preferenciales de las filtraciones, las que se presentan a distintas cotas, se manifiestan de distinta forma y evolucionan de manera diferente. El análisis se hace a partir del modelo HYLPP (Hidrostático y lineal por partes).

Primero, el aforador AFo3-EI es alimentado en forma constante por A2 con un caudal de 60 l/min. Además, recibe la alimentación de A4 para cotas de embalse altas, la que actualmente es de 55,6 l/min.

Luego el aforador AFo3-PP recibe el precedente (AFo3-EI), y también los aportes de la alimentación A4 (317 l/min). A su vez recibe importantes aportes por las alimentaciones A1 y A3, 425 l/min y 326 l/min respectivamente.

El AFo3-TOT que recibe el precedente AFo3-PP y otras alimentaciones como son la lluvia y vertientes (12 l/min en promedio).

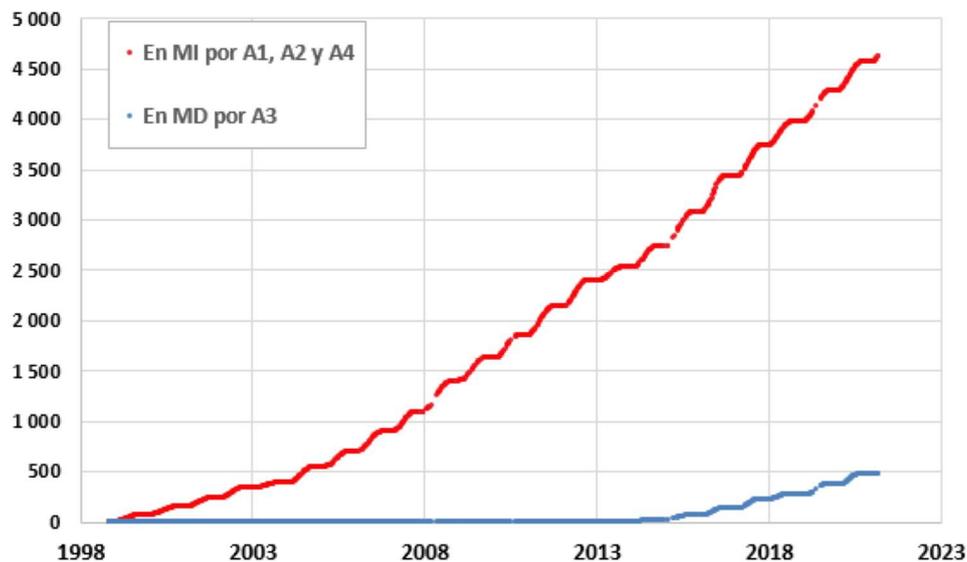
# ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

Alimentaciones A1 a A4. Fuente: HTUC Paolantonio-Fabré

Actualizado: 24/02/2022						Al nivel normal del embalse 607,50			
Alimentación	Cota	Caudal en l/min por	Evolucion	Evolucion	Retraso	Componentes de los caudales en l/min			
en fundacion	msnm	m de carga	en % per año	en l/min/año	en dias	Afo3 EI	Afo3 PP si no fuera mejorado	Afo3 PP despues 03/2018	Afo3 TOTAL
Alim A1	599.40	52.43	0.0%	0,1	2,6	-	295,3	424,9	424,9
Alim A2	602.27	11.49	0.0%	0,0	23,3	60,1	41,8	60,1	60,1
Alim A3	603.45	80.47	5,5%	17,8	11,1	-	226,6	326,1	326,1
Alim A4	606.91	542.16	1,1%	3,5	18,6	55,6	220,4	317,2	317,2
Natural (Lluvia y vertientes) en l/min						-	1,0	1,4	12,0
Caudal en l/min al nivel normal						115,7	785,1	1 129,7	1 140,3
Evolucion en l/min por año						0,6	14,9	21,4	21,4

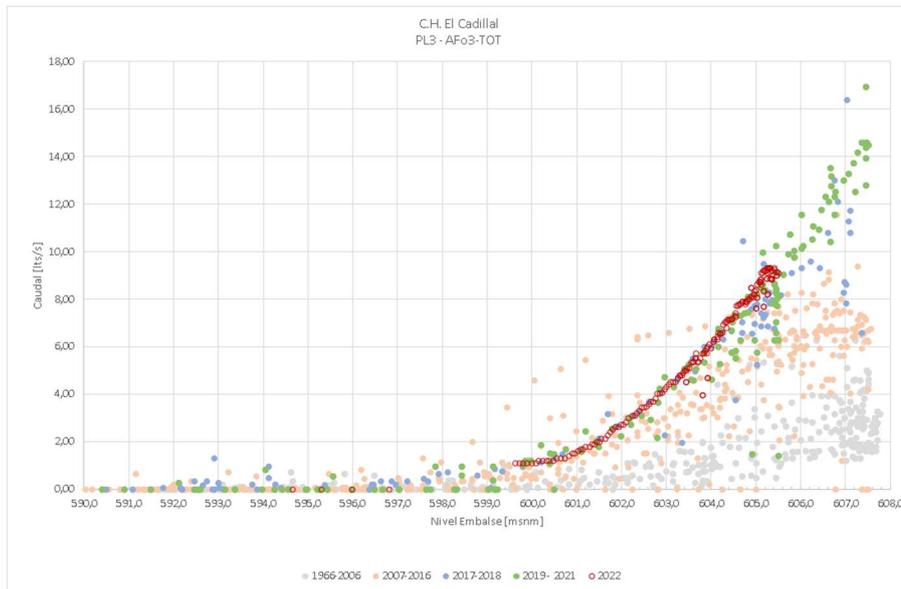
Con la hipótesis de que los asentamientos en margen derecha, son consecuencia de la circulación A3 y que los asentamientos en margen izquierda son consecuencia de las circulaciones A1, A2 y A4, se estima un volumen de agua transitado por las distintas alimentaciones y un volumen de yeso disuelto que aparentemente superaría las 4500 toneladas.

*Volumen de yeso disueltos en MI y MD, extraído del documento Informe Anual de Auscultación (período Abril 2020 – Marzo 2021 Volumen I Ing. Paolantonio – Fabre. Fuente: HTUC)*



# ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

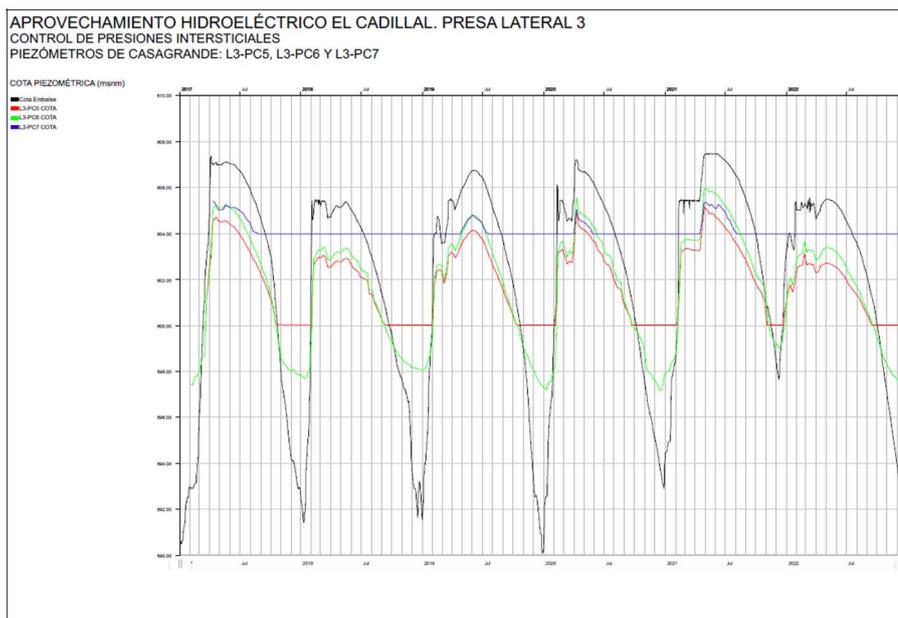
*Aforador totalizador. Caudales vs. niveles embalse entre 1998 y 12/2022. En rojo las últimas lecturas. Fuente elaboración propia (M.Rearte)*



## 6.3 Piezometría

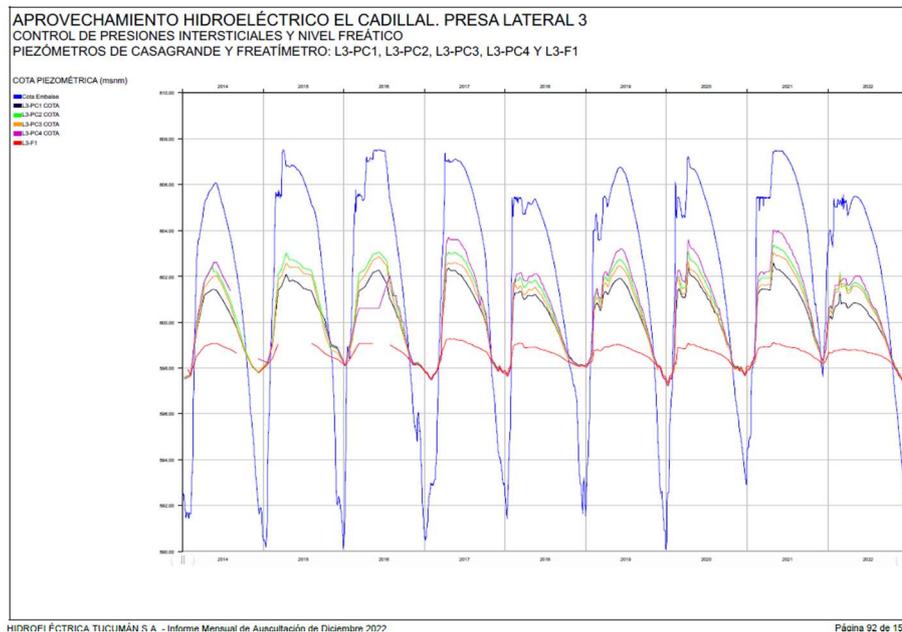
En relación al comportamiento de los piezómetros – todos instalados en la fundación de la presa -y freatímetro ubicado al pie de presa, no se observan en ellos cambios significativos en los últimos periodos analizados. Sin embargo, los niveles piezométricos agua abajo del núcleo prácticamente acompañan el nivel del embalse con muy poca pérdida de carga, lo que indica la alta permeabilidad de la fundación.

*Piezómetros ubicados en el coronamiento presa Lateral N°3. Fuente: HTUC.*



## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

*Piezómetros ubicados en el espaldón agua abajo y freatómetro a pie de presa.*  
Fuente: HTUC.



En resumen en función de todos los parámetros se puede decir que la velocidad de los asentamientos depende de la circulación del agua y por lo tanto del nivel del embalse. Los asentamientos son bastante variables en el espacio y se presentan máximos en las laderas, que se colocan a la vertical de las capas de yeso, en la zona de apoyo del núcleo.

### 6.4 Contenido de Sales Disueltas

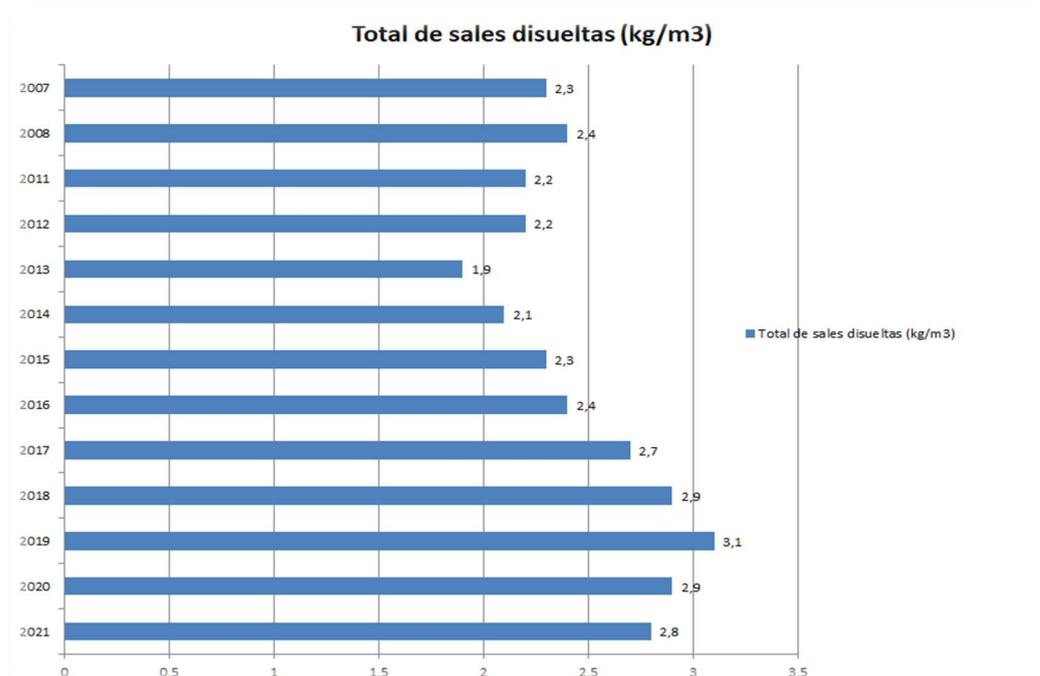
Se ha corroborado la diferencia de contenido de sales disueltas entre el agua del embalse y la obtenida en puntos de muestreo de la Presa Lateral N°3. El control de sales disueltas se realiza desde el año 2007.

Hidroeléctrica Tucumán S.A., en distintos informes, ha propuesto dos hipótesis del origen de los asentamientos, siendo más factible la denominada segunda hipótesis, que se cita a continuación:

*"Una disolución de los yesos en la zona de gradiente hidráulico máximo puede ser la razón de los asentamientos que se extienden a las márgenes (el yeso parece suficientemente soluble: la concentración en sal medida puede conducir al volumen anual desaparecido: volumen de los asentamientos) En este caso los asentamientos provienen esencialmente de la disolución de yeso, en las zonas de circulación del agua, que contornean el núcleo."*

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

*Evolución de sales disueltas AFO3-TOT. Fuente: HTUC.*



## 7 Informe de los Consultores Independientes

Una actividad fundamental en la seguridad de presa son las Auditorías Independientes, desarrolladas con la participación del Concesionario y sus asesores, el ORSEP, la Provincia de Tucumán y el Consultor Independiente. En ellas se evalúa el estado de las obras, se elaboran las conclusiones del comportamiento y se formulan las recomendaciones de seguridad y mantenimiento, quedando registradas en el Informe del Consultor.

Además del control que ejerce el ORSEP, las presas bajo su jurisdicción están sujetas al control externo de especialistas independientes, como un medio de complementar el control de la seguridad de las presas y la transparencia de la gestión de fiscalización.

La independencia de estos especialistas se refiere a que no tengan o hayan tenido, en un periodo reciente, relación de dependencia laboral o comercial con las empresas concesionarias a las cuales deben auditar. También es condición no haber intervenido como proyectistas, constructores, asesores en el proyecto ni en la construcción de modificaciones o reparaciones de parte de las obras sujetas a auditoría técnica. Ese principio de independencia no es sólo con respecto a las empresas concesionarias sino también con respecto al ORSEP.

Estas auditorías técnicas son parte del programa periódico de inspecciones de las obras y de su periodicidad es variable en función de la antigüedad de cada presa.

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

Las empresas concesionarias disponen de un registro de consultores independientes avalados por el ORSEP del cual pueden proponer el nombre y/ o los nombres de los expertos que integrarán la figura del Consultor Independiente. Una vez aceptados por el ORSEP, las empresas concesionarias proceden a efectuar las contrataciones de los expertos seleccionados.

En oportunidad de las auditorías técnicas, los profesionales de las concesionarias exponen a los consultores independientes y al ORSEP lo actuado por esas empresas en materia de seguridad de presas durante un periodo determinado, los problemas presentes en el momento de las auditorías y las medidas de solución aplicadas o por aplicarse.

El Consultor Independiente hace una evaluación de toda la documentación preparada por cada Concesionaria y el ORSEP, se realizan en conjunto inspecciones minuciosas de cada una de las obras que integran el complejo hidroeléctrico para interiorizarse de su estado de funcionamiento y emite un informe final. Las recomendaciones del Consultor Independiente son de cumplimiento obligatorio por parte de la Concesionaria, una vez que son aprobadas por el ORSEP.

La abundancia de controles incorporada a través de las intervenciones de la figura del Consultor Independiente refuerza la atención que realizan las empresas concesionarias en materia de seguridad de presas y, simultáneamente, evidencia la ecuanimidad y rigurosidad de las exigencias del ORSEP.

Las auditorías periódicas del C.H. El Cadillal iniciaron en 1999, siendo anuales desde el año 2010 en adelante. Se efectuaron, hasta la fecha, 17 auditorías ordinarias del C. H El Cadillal, además de una auditoría extraordinaria de la presa Lateral N°3 realizada en octubre de 2022. A continuación, se transcriben las opiniones de los distintos Consultores Independientes que han realizado las Auditorías en los últimos años. Se transcriben los comentarios de algunas de ellas, referidos a la presa Lateral N°3.

### **7.1 Décimo Cuarta Auditoría, 7 al 10 de mayo del 2019. Consultor Independiente: Ing. Marco Giuseppe Pietro Braghini e Ing. Oscar Navarro.**

#### *6.3.5 Interpretación de la Situación*

*...."Atendiendo al estado actual de este fenómeno en proceso, se considera que no existan razones suficientes para estimar un riesgo inminente que requiera la adopción de medidas correctivas en el corto plazo. No obstante, el desarrollo futuro de la situación relevada requerirá, posiblemente, la adopción de algunas medidas destinadas al control del flujo en esta margen, para el eventual caso de que el mismo pudiese afectar la seguridad del cierre. Por ejemplo, podría evaluarse la realización de una cortina de inyecciones de presión controlada, para no afectar el núcleo de la presa, incorporando el volumen necesario para posibilitar el cierre de las vías preferenciales de escurrimiento. El método GIN podría colaborar eficazmente en este proceso. La densificación de las*

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

---

*inyecciones podría controlarse por su incidencia en los caudales aforados.” Págs. 13 a 17.*

... “Tareas futuras han sido planteadas en esta Auditoría y se han comentado en este informe. Como conclusión de los análisis realizados se recomienda (1–prioridad alta, 2–prioridad media, 3–prioridad baja): ....”

... “evaluarla posible implementación de medidas correctivas en el estribo de margen izquierda de la Presa Lateral N° 3, como por ejemplo la inyección de dicho contacto (3).”  
Pág. 23.

### 7.2 Décimo Quinta Auditoría, 9 y 13 de noviembre de 2020 y 23 de marzo de 2021. Consultor Independiente: Ing. Oscar Elpidio Navarro

#### 3.3 Presa Lateral N°3

##### 3.3.2 Situación actual

*La evaluación de la información correspondiente al PBA, indica que se mantiene la tendencia de incremento de los caudales registrados en el aforador totalizador (Parshall), así como los asentamientos, de cierta importancia, en el coronamiento, inicialmente en margen izquierda y en el último período también para la margen derecha....”*

*“Los caudales aforados mantienen una tendencia constante en su incremento, alcanzando actualmente, valores cercanos a 800 l/min, con una tasa anual de incremento del orden de 35 l/min.*

*Los niveles piezométricos, en los instrumentos instalados en la roca de fundación y freaticos, en el pie de la presa, no presentan grandes variaciones.”*

*“Se releva una tendencia creciente de asentamientos localizados, principalmente en el sector izquierdo de la presa, que alcanzan como máximo unos 12 cm para el punto L3-RC3 ubicado en el coronamiento de la misma.*

*También en margen derecha se aprecia una activación de las deformaciones verticales.”*

##### 3.3.3 Interpretación del Comportamiento

*... “En la Presa N° 3 se encuentra en desarrollo un proceso de incremento de filtraciones, posiblemente a partir de la sucesiva habilitación de vías de flujo que se aprecia preferentemente para niveles superiores del embalse, aproximadamente entre 598 y 600 msnm, por lo cual podría interpretarse que existe una vía preferencial en dicha elevación.*

*Este proceso no ha dado lugar, por el momento, a variaciones importantes de los niveles piezométricos relevados en el macizo rocoso de fundación, aunque sí a la magnitud de los caudales aforados, por lo cual se interpreta que las vías preferenciales de escurrimiento podrían estar en el contacto núcleo - fundación. El freático ubicado aguas abajo acompaña a los caudales registrados.*

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

---

*Se presentan, asimismo, deformaciones verticales permanentes, posiblemente originadas por un proceso de consolidación de la presa frente al incremento de vacíos que podría estar ocurriendo en el contacto del núcleo con su fundación. Según las evaluaciones realizadas la tasa de deformación es similar para ambas márgenes y del orden de 10 mm/año..."*

### 3.3.4 Evaluación Conceptual de la Situación

*"... Frente a la situación relevada, y aun cuando se considera que no existen razones suficientes para estimar un riesgo inminente que requiera la adopción de medidas correctivas en el muy corto plazo, surge la necesidad de considerar la adopción de dos tipos de medida:*

*a) Medidas preventivas para un mejor seguimiento de la situación y atención de la posible emergencia que potencialmente puede ocurrir.*

*b) Medidas correctivas para superar el problema adoptando y tratar de controlar las actuales filtraciones.*

## "6. RECOMENDACIONES

*"Las recomendaciones resultantes de esta Auditoría Técnica, han sido clasificadas por obra y se les asigna un grado de prioridad con el siguiente significado: (1): prioridad alta, que se sugiere completar en el plazo de 1 a 2 años; (2): prioridad media, que se sugiere completar en un plazo de 3 a 5 años; (3): prioridad baja que se sugiere completar en un plazo de 6 a 10 años)." Pág. 32.*

### 6.1.6 Presa Lateral 3 – Medidas Correctivas

*.... "Considerar, entre otras, las siguientes alternativas como posibles soluciones para la situación relevada: i) implementar, en ambas márgenes, un tratamiento de impermeabilización con inyecciones de cemento, según alcance y metodología a definir; ii) ejecución de un muro colado, ejecutado, por ejemplo, con hormigón plástico, que penetrando en el manto rocoso inferior corte las posibles filtraciones a través de la presa y su fundación. (2)*

*Desarrollar, sobre la alternativa seleccionada, el Proyecto Ejecutivo, obtener la financiación necesaria y programar la ejecución de las tareas emergentes (3)" Págs. 34 y 35.*

## **7.3 Décimo Sexta Auditoría, 15 y 19 de noviembre de 2021. Consultor Independiente: Dr. Ing. Roger Bremen**

### "3.3.2 Presa lateral N°3

*.... "En términos generales la situación actual de la obra puede ser resumida en la forma siguiente:*

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

*los caudales aforados se han incrementado substancialmente desde el año 2000, alcanzando actualmente, valores máximos de alrededor 960 l/min. En términos absolutos en los últimos años no se ha observado un ulterior incremento de los caudales debido también a niveles de embalse inferiores. Sin embargo como se observa en la Figura 4, la relación entre los niveles de embalse y las filtraciones indican un progresivo incremento de la permeabilidad.*

*los niveles piezométricos, en el pie de la presa, no presentan variaciones significativas durante el periodo de medición. Es importante mencionar que estos últimos superan en algunos puntos el terreno natural.*

*Se releva una tendencia francamente creciente de los asentamientos localizados, principalmente en el sector izquierdo de la presa. Los valores máximos medidos alcanzan a la fecha 14 cm medidos desde el año 2008. Las velocidades de asentamiento máximos han alcanzado un valor de 12.5 mm/año (periodo 2020-2021).*

*En el ámbito de las perforaciones realizadas para la instalación de los 3 últimos piezómetros fue posible identificar zonas disgregadas y debilitadas al contacto entre el material del núcleo de la presa y las margas verdes”*

### *"3.4 Consideraciones y recomendaciones*

*Sobre la base de las informaciones actualmente disponibles quien escribe considera importante tomar en cuenta los aspectos siguientes:*

*La situación de la presa lateral N°3 es sin duda precaria y merece una atención particular. El comportamiento actual de la obra es anómalo y necesita de intervenciones a corto plazo. Preocupa en particular el continuo incremento de la velocidad de los asentamientos que conllevan un incremento continuo del gradiente de las deformaciones en el interior del núcleo.”*

*...”Sobre la base de los datos disponibles se observa una permeabilidad elevada a lo largo de las márgenes y en el área de contacto entre las mismas y el núcleo de arcilla.*

*Debido a la situación precaria de la presa quien escribe considera oportuno adoptar las medidas siguientes:*

*La situación de la presa puede cambiar rápidamente. Quien escribe considera necesario actualizar el examen de la situación (sobre la base de los datos) y si fuera necesario adoptar medidas oportunas sin atrasos.*

*... Se propone también que para niveles de embalse superiores a la cota 600 m.s.n.m, se realicen nivelaciones cada 3 meses. Velocidades de asentamiento superiores a los 30 mm/año en por lo menos en 2 puntos de nivelación necesitarán el vaciado parcial del embalse hasta la cota 600 m.s.n.m.*

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

*Es también oportuno establecer un plan de contingencia en el cual van ser definidos los distintos aspectos relacionados con el control y el manejo del embalse hasta se restablecen condiciones de operación satisfactorias de la presa.*

*En fines imprescindible elaborar un proyecto de intervención para restablecer condiciones de operación satisfactorias de la presa. Este proyecto tiene que incluir el estudio de alternativas. Para la realización de este estudio pueden ser necesarias investigaciones adicionales en la obra. Como conceptos de intervención quien escribe considera oportuno estudiar una alternativa con inyecciones o una solución con manto impermeable." Pág. 15 a 18.*

### *"5.1 Conclusiones*

#### *5.1.1 Complejo El Cadillal*

*"La situación actual de la presa lateral N°3 es precaria y merece una atención particular. Para esta obra se necesitan intervenciones para poder restablecer condiciones de operación adecuadas."Pág. 25.*

### *"5.2 Recomendaciones*

#### *5.2.1 Presa Lateral N°3*

*Las recomendaciones de quien escribe con respecto a la Presa Lateral N°3 son las siguientes:*

*En forma preliminar se propone establecer una curva límite entre la cota del embalse y las filtraciones. En el caso las filtraciones medidas superan los valores límite definidos es necesario bajar del nivel del embalse. Esta relación límite tiene que ser establecida antes que el embalse supere la cota 605,00 m.s.n.m.*

*Con niveles de embalse superiores a la cota 603 m.s.n.m. la medición del caudal de filtración (totalizador) tiene que ser diaria y/o automatizada. Con niveles de embalse superiores a 605 m.s.n.m. se propone una inspección visual diaria de la presa.*

*Se propone también que para niveles de embalse superiores a la cota 600 m.s.n.m., se realicen nivelaciones cada 3 meses. Velocidades de asentamiento superiores a los 30 mm/año en por lo menos en 2 puntos de nivelación necesitarán el vaciado parcial del embalse hasta la cota 600 m.s.n.m.*

*Es también oportuno establecer un plan de contingencia en el cual van ser definidos los distintos aspectos relacionados con el control y el manejo del embalse hasta se restablecen condiciones de operación satisfactorias de la presa.*

*En fin es imprescindible elaborar un proyecto de intervención para restablecer condiciones de operación satisfactorias de la presa. Este proyecto tiene que incluir el estudio de alternativas. Para la realización de este estudio pueden ser necesarias investigaciones adicionales en la obra. Como conceptos de intervención quien escribe*

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

---

*considera oportuno estudiar una alternativa con inyecciones o una solución con manto impermeable.” Pág. 26.*

### 7.4 Décimo Séptima Auditoría, 5 y el 9 de mayo de 2022. Consultor Independiente: Dr. Ing. Roger Bremen

#### 3.3.3 Presa lateral N°3

*“... En definitiva, a niveles de caudales y de presiones se observa una substancial estabilidad, sin variaciones significativas. Sin embargo, los datos evidencian una estabilidad muy precaria con permeabilidades muy elevadas en la fundación de la obra. Siguen incrementándose en forma substancial los asentamientos y las velocidades correspondientes llegando a los 18 mm/año.”*

#### “3.4 Proyecto de cortina de impermeabilización de la PL3

*En conformidad con la recomendación de la última auditoría, el Concesionario ha encargado el Geol. Marcelo Vicente de elaborar el diseño de la cortina de impermeabilización a ser realizada en la PL3 con el fin de reducir en forma significativa las filtraciones actuales. El autor del diseño presentó el proyecto el viernes en la mañana.*

*En forma general el proyecto cumple con las expectativas y debería permitir una reducción substancial de las filtraciones actuales. Las soluciones propuestas corresponden al estándar de diseño actual para estas tipologías de intervención.*

*Con respecto a la realización de la cortina de inyección parece importante poner en evidencia algunas características específicas de esta tipología de intervenciones:*

*La realización de cortinas de inyección es una actividad que necesita la necesaria flexibilidad durante su realización. Por lo tanto, es indispensable de que en la realización de los trabajos sea acompañado por un director de obra muy experimentado y que pueda proceder con las adaptaciones necesarias para optimizar la intervención.*

*Con el fin de optimizar las intervenciones parece oportuno evaluar las opciones más favorables para mejorar el conocimiento de las direcciones de flujo a través del cierre. En ese ámbito pueden ser evaluadas distintas opciones como tomografías o la utilización de fibras ópticas activas (a ser instaladas en las perforaciones).*

*Parece favorable realizar la intervención con niveles de embalse relativamente altos lo que permite comprobar de inmediato el éxito de las intervenciones y optimizarlas en el caso de necesidad.*

*Por lo tanto, quien escribe considera el proyecto presentado en el ámbito de la auditoría una buena base para iniciar los trámites necesarios para la realización de la intervención.” Págs. 11 a 14.*

*“Conclusiones*

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

### *5.1.1 Complejo El Cadillal*

*... La obra que presenta las problemáticas mayores pertenece a la presa Lateral N°3. A pesar de una cierta estabilidad en los caudales de filtración y las presiones, las mediciones confirman una permeabilidad muy alta de la fundación. Debido a los fenómenos disolutivos esta permeabilidad tiende a incrementarse. Los asentamientos en los estribos permanecen elevados. Quien escribe considera, por lo tanto, que los datos actualizados confirman la necesidad de intervenciones a la obra a muy corto plazo.*

*El Concesionario ha presentado un proyecto de impermeabilización que representa una buena base para proceder con los trámites necesarios para la realización de la intervención." Pág. 18.*

### *"5.2 Recomendaciones*

#### *5.2.1 Complejo El Cadillal*

*Se pone en evidencia que las recomendaciones siguientes son complementarias a las recomendaciones incluidas en la auditoría anterior y actualmente en ejecución o programadas. Las recomendaciones de quien escribe con respecto al aprovechamiento El Cadillal son las siguientes.*

*Con respecto a la PL3 quien escribe considera importante realizar las recomendaciones propuestas en la última auditoría, en particular por lo que se refiere al plan de contingencia y a los criterios de alerta a ser aplicados. También es recomendable proceder con controles más frecuentes de la obra durante los periodos de embalse elevados.*

*El proyecto de realización de una cortina de inyección como fue presentado por parte del Geol. Marcelo Vicente cumple con los requisitos básicos para esta tipología de intervenciones. Parece oportuno investigar si un levantamiento geoelectrico permite mejorar el conocimiento actual de los flujos. También es posible evaluar otras metodologías como las fibras ópticas o las tomografías sónicas." Págs. 19 y 20*

## **7.5 Auditoría Técnica Extraordinaria, 25 al 31 de octubre de 2022. Consultor Independiente: Dr. Ing. Roger Bremen**

A pedido de ORSEP, en función de los asentamientos detectados en el último año se solicita la realización de una auditoría extraordinaria para evaluar y fijar condiciones de operación de la presa.

### *"6.1 Conclusiones*

*El comportamiento actual de la PL3 no corresponde a lo esperado. Durante los últimos 3 meses la velocidad de los asentamientos se ha acelerado substancialmente en particular en el estribo izquierdo lado aguas arriba llegando a valores anualizados de alrededor 70 mm/año.*

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

*Hay que poner en evidencia de que un comportamiento normal de una presa de esta tipología conlleva asentamientos anuales de unos pocos milímetros (indicativamente inferior a 2-3 mm).*

*Durante el mismo periodo las filtraciones y las presiones medidas se han mantenido dentro del rango de los valores de los últimos años. Cabe mencionar de que al pie aguas abajo de la presa se presentan presiones elevadas con un índice de respuesta muy elevado y anómalo.*

*Los asentamientos en la presa se deben a fenómenos de disolución de capas de yeso presentes en la roca de fundación. Debido a la posición de los asentamientos principales, parece probable que las filtraciones ocurren también a lo largo del contacto entre el núcleo de la presa y la roca de fundación. Estas filtraciones debilitan progresivamente este contacto. Sin embargo no se puede excluir que las filtraciones ocurren también en áreas de la presa donde actualmente se observan asentamientos menores.*

*Debido a la presencia extensiva de capas de yeso, la permanencia de flujos de agua amplifica progresivamente el fenómeno. Aunque su desarrollo temporal es incierto sin intervenciones o cambios en las condiciones de operación, la aceleración significativa de los asentamientos en una superficie relativamente extensa de la presa son indicios de un fallo probable a corto-medio plazo.*

*Según quien escribe es por lo tanto indispensable tomar las medidas oportunas para restablecer condiciones de operación y de seguridad satisfactorias de la presa. El proyecto de intervención ya fue elaborado por parte del concesionario y por lo tanto parece oportuno tomar todas las medidas necesarias para que el proyecto pueda ser implementado."*

### *"6.2 Recomendaciones*

*Hasta que no se realizan las inyecciones en la fundación y en el contacto con el núcleo de la presa, las condiciones de operación de la misma permanecen precarias. Siendo que estas intervenciones no van ser realizadas antes del próximo periodo de crecidas las recomendaciones a corto plazo (2023) de quien escribe son las siguientes:*

- *Aunque los niveles de embalse se mantienen bajos en los próximos meses, se propone proceder con la próxima nivelación trimestral a inicio diciembre del 2022.*
- *Realizar un estudio por medio de la tecnología INSAR en particular evaluando la posibilidad de examinar las imágenes satelitales (por ejemplo satélite ESA Sentinel 1) con el fin de comprobar y completar la evaluación de los asentamientos de la presa durante los últimos 48 meses.*
- *Aplicar una cota de espera del embalse en relación con las velocidades de asentamiento medidas, según la relación indicada ....*
- *Proceder o completar el levantamiento topográfico incluyendo también los estribos de la presa.*
- *Debido a la situación actual se considera también necesario seguir con la implantación del PADE bajo los criterios actuales. Aunque un mejor conocimiento*

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

*de la fundación de la presa sería beneficioso, se considera que las causas del fenómeno son actualmente bien conocidas. Optimizaciones de la intervención de impermeabilización pueden ser implementadas durante el desarrollo de las inyecciones.” Págs. 15 y 16. Medidas adoptadas con relación a la situación de la Presa N°3*

### **7.6 Medidas de auscultación y vigilancia**

En la auscultación y vigilancia se implementaron las siguientes medidas:

Cuando los niveles de embalse sean superiores a 600 msnm debe realizarse una inspección visual diaria de la presa Lateral N° 3. Se han instalado, además, cámaras en el coronamiento y agua abajo permitiendo la observación general de la obra.

Cuando los niveles de embalse superen la cota 600 msnm deben efectuarse campañas microgeodésicas en la presa Lateral N° 3 cada 3 meses.

Cuando los niveles de embalse superen la cota 600 msnm, las mediciones del aforador totalizador de la presa deben ser diarias. Los restantes aforadores y piezómetros se miden semanalmente, con su frecuencia usual. El ORSEP ha solicitado al Concesionario la tele-medición de las filtraciones totales de la presa.

Los controles periódicos de contenidos de sales disueltas continúan efectuándose en muestras de agua en puntos definidos de la presa, como aforadores y piezómetros, y en las aguas del embalse.

### **7.7 Criterios de alerta en la seguridad de presa**

Hasta que se restablezcan las condiciones adecuadas de operación, se han establecido criterios de alerta para la seguridad de la Presa N°3.

Con respecto a los asentamientos: En vista de los asentamientos crecientes, en la Auditoría Extraordinaria efectuada en 2022 se estableció que los niveles de espera del embalse dependerán de la velocidad de los asentamientos. A mayor velocidad de los asentamientos, menor será el nivel de espera del embalse. Las nivelaciones correspondientes deben efectuarse cada 3 meses. La verificación de la velocidad (mm/año) se determinará como promedio de los asentamientos más altos de dos puntos cualesquiera de la presa, en los últimos 3 meses.

Con respecto a las filtraciones totales: Se han determinado umbrales de alerta para las filtraciones. Se ha elaborado, en forma preliminar, una curva límite “filtraciones vs cota de embalse”, disponiendo que si las filtraciones superan los límites establecidos será necesario declarar alerta amarilla y bajar aún más el nivel del embalse. La definición de la curva de alerta de filtraciones no es resultado de un cálculo, sino de consideraciones cualitativas basadas en juicio experto.

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

### **7.8 Operación del embalse en la emergencia y plan de contingencia**

Plan de operación del embalse: En el caso que una emergencia ponga en riesgo la seguridad de la Presa Lateral N°3 se ha definido un plan de operación del embalse. Se ha verificado, entre otros aspectos, la capacidad de evacuación de los descargadores de fondo con diferentes niveles de embalse, bajo la pauta que podría ser necesario bajar el nivel de embalse a la cota 599,50 msnm.

Plan de contingencia: Con respecto a la seguridad de la población asentada agua abajo, el Concesionario está implementando y desarrollando, con la Dirección Provincial de Defensa Civil y la colaboración del ORSEP, un plan de contingencia integrado por un programa de aviso a la población, la colocación de cartelera de seguridad agua abajo de la presa, coordinación de tareas y actividades con la defensa civil, y la promoción de charlas informativas a la población que podría ser afectada.

### **7.9 Tareas correctivas**

Los Consultores que han evaluado la situación de la presa Lateral N°3 durante las Auditorías Independientes de noviembre de 2021 y mayo de 2022 y la Auditoría Extraordinaria de octubre de 2022, consideraron necesario ejecutar a corto plazo importantes tareas de remediación en la presa Lateral N°3 que ORSEP ha aprobado. Con tal fin se ha desarrollado un proyecto de remediación que el Concesionario ha presentado en abril de 2022. El informe, denominado "APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO EL CADILLAL – CIERRE LATERAL N°3 – INGENIERÍA DE DETALLE CIERRE LATERAL N°3 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – PERFORACIONES E INYECCIONES PARA CORTINA DE IMPERMEABILIZACIÓN – CAD-PL3-IMP-PI-ET-001", desarrolla el proyecto base de las tareas de consolidación e impermeabilización de la fundación, y la realización de estudios complementarios.

En la Auditoría de mayo de 2022 el proyecto ha sido revisado, aceptado por el Consultor Independiente y por el ORSEP como instrumento suficiente para dar inicio a las tareas de rehabilitación.

Con fecha 12 de mayo de 2022, el ORSEP le solicitó a la Concesionaria la presentación del programa de ejecución de la Alternativa II del proyecto "APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO EL CADILLAL – CIERRE LATERAL N°3 – INGENIERÍA DE DETALLE CIERRE LATERAL N°3 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – PERFORACIONES E INYECCIONES PARA CORTINA DE IMPERMEABILIZACIÓN – CAD-PL3-IMP-PI-ET-001", dentro del plazo de 15 días corridos. Esto si bien fue presentado, no fue ejecutado por la Concesionaria invocando supuesta incapacidad económico-financiera para llevar adelante la misma.

Es necesario considerar la ejecución de la obra en el corto plazo, y considerando que los antecedentes conforme a obra de la presa y su fundación son escasos, también se requieren investigaciones complementarias incluidas en el tiempo de ejecución del proyecto. Las tareas proyectadas de remediación se basan en la ejecución de inyecciones cementicias, de consolidación en impermeabilización.

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

Por tales razones es imperioso tener en cuenta que la situación de la presa Lateral N°3 requiere tareas significativas necesarias para garantizar su seguridad y que las mismas deben iniciarse de inmediato, aspecto que debe encararse sin dilaciones. Por esta razón el organismo intimó a la Concesionaria a programar y ejecutar las obras.

Habiendo vencido el día 01/01/2023 el plazo para el inicio de la ejecución de las obras, mediante nota NO-2023-00955227-APN-ORSEP#MOP, de fecha 03/01/2023, se le comunicó a la Concesionaria que, sin perjuicio de las gestiones que se vienen realizando a través de distintos organismos, de ninguna manera quedan eximidos de sus obligaciones contractuales.

Se le reiteró que por el numeral 13.1 del Contrato de Concesión está obligada a: "Adoptar a su cargo todas las medidas necesarias para mantener la integridad física, la aptitud funcional y la seguridad de los Complejos Hidroeléctricos".

Asimismo, se le hizo saber que se procedería a hacer efectivo el apercibimiento oportunamente cursado, solicitando la instrucción de un sumario administrativo, en los términos y con el alcance previstos en el Reglamento de Procedimientos para la Aplicación de sanciones por violación de disposiciones sobre Seguridad de Presas establecidas en los Contratos de Concesión, aprobado por el artículo 1° de la Resolución N°5/02 del Consejo Técnico del ORGANISMO REGULADOR DE SEGURIDAD DE PRESAS (ORSEP).

### **7.10 Breve descripción del proyecto de rehabilitación**

El proyecto consiste en una cortina de impermeabilización que tiene como objeto reducir en forma significativa las filtraciones actuales. Se realizarán tres líneas de inyecciones, dos líneas de consolidación de 5 m de profundidad y 1 línea central de impermeabilización entre 12 y 15 m de profundidad. Se han previsto un total de 94 taladros para inyección de consolidación de toda la presa totalizando alrededor de 2.118,49 m de perforación de los cuales 1.648,49 m corresponde a material de núcleo y 470 m en roca.

La ejecución sistemática de las perforaciones e inyecciones de consolidación se desarrollaría a lo largo de los 140 m de la presa Lateral N° 3. Esto significa la ejecución de consolidación en los estribos, pero también en el fondo del valle. Esto incrementa las posibilidades de sellados y rellenos de discontinuidades y vacíos en el fondo del valle donde, al menos hasta el momento, no se han evidenciado asentamientos tan significativos como los detectados en ambos estribos.

La cortina de impermeabilización se desarrollará al concluirse la inyección de los taladros destinados a la consolidación. Su objetivo es sellar y rellenar las discontinuidades, fracturas y eventuales vacíos ocasionados por el lavado o disolución del yeso que hubiesen permanecido sin rellenar luego del tratamiento de consolidación (primeros 5 m) y las existentes en los niveles más profundos del macizo. Para esto se han previsto la ejecución de 48 taladros para inyección de cortina, totalizando 1.344,62 m de perforación, de los cuales 722,42 corresponden a material de núcleo y 622,20 m en roca.

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

### **7.10.1 Tomografía Eléctrica Resistiva – T.E.R.**

Este trabajo tenía como objeto la determinación en la presa Lateral N° 3, de la geometría del núcleo impermeable, y la verificación de las zonas por donde se producen las filtraciones que se aforan aguas abajo, en especial el de margen izquierda y la de la fundación (contacto presa-roca).

En la situación actual, esta investigación debería realizarse con embalse alto y una vez que se concluya la realización de las inyecciones de consolidación e impermeabilización.

### **7.10.2 Dirección y supervisión de los trabajos**

Es indispensable que la realización de los trabajos sea acompañada por un director de obra muy experimentado que pueda proceder con las adaptaciones necesarias para optimizar la intervención, con sólidos conocimientos y experiencia específica en inyecciones con la metodología que se propone.

## **8 Antecedentes**

### **8.1 Informes periódicos**

En base a la instrumentación instalada se realizan informes mensuales de auscultación del Complejo, informes anuales de comportamiento, actividades que son objeto del control del ORSEP. Además de estos se han elaborado estudios específicos desarrollados debido a la problemática actual de la Presa N°3.

#### **8.1.1 Informes de auscultación**

Informes mensuales de auscultación. Mediante los informes mensuales los especialistas efectúan el seguimiento del comportamiento estructural de las obras.

Informes anuales de comportamiento. En los informes anuales los especialistas realizan un análisis integral del comportamiento de las obras.

#### **8.1.2 Informes de las auditorías de los Consultores Independientes**

Las obras concesionadas por el estado son objeto de auditorías a cargo de Consultores Independientes, siendo a la fecha varios consultores que impartieron sus recomendaciones en relación a la Presa Lateral N°3. Las auditorías se desarrollan con una periodicidad que varía en función de la antigüedad de la obra. En el caso de El Cadillal, desde el inicio de la Concesión se han desarrollado 17 Auditorías del Consultor Independiente y desde el año 2010 las obras son objeto de auditorías anuales, en concordancia con lo establecido en el contrato de concesión. También se ha realizado la auditoría extraordinaria realizada del 25 al 31 de octubre 2022, a pedido del ORSEP.

## ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3

---

### 8.2 Estudios específicos relacionados con la Presa N°3

Se mencionan algunos estudios específicos sobre la problemática que afecta a la Presa N°3 que a continuación:

- *"C. H El Cadillal. Perforaciones e instalación piezómetros y freatómetro. Presa Lateral N°3" (enero 2008). GEOSERVICE S.R.L.*
- *"C. H El Cadillal. Sistema de auscultación del Cierre Lateral N°3. Especificaciones técnicas para instalación de piezómetros en estribos" (marzo 2016). Hidroeléctrica Tucumán S.A.*
- *"C. H El Cadillal. Perforaciones e instalación de piezómetros. Presa Lateral N°3" (enero 2017). GEOSERVICE S.R.L.*
- *"Determinación de la dispersividad en muestras de suelo. Informe técnico final" (mayo 2017). Centro de Vinculación de Ingeniería Geo Ambiental, Medios Porosos y Flujos Subterráneos. FCEFyN, UNC. Estudios de dispersividad efectuados en el material del núcleo de la Presa N°3.*
- *"Cierre Lateral N°3. Relevamiento geológico de detalle en el área del Cierre Lateral N°3 y revisión de antecedentes bibliográficos existentes" (septiembre 2021). Dr. Geol. Sebastián Moyano.*
- *"C. H. El Cadillal. Presa Lateral N°3. Geometría general y caracterización de materiales" (noviembre 2021). Dr. Ing. Alejandra Daziano.*
- *"C. H. El Cadillal. Cierre Lateral N°3. Especificaciones técnicas. Perforaciones e inyecciones para cortina de impermeabilización" (abril 2022). Geol. Marcelo Vicente.*
- *"Complejo Hidroeléctrico El Cadillal. Informe Monitoreo de Agua Presa Lateral N° 3." (agosto 2022). Ing. Héctor Oscar Puig.*
- *"Evaluación de Resultados de Campañas de Nivelación 2021-2022. Presa Lateral Nro.3. C.H. El Cadillal." (septiembre 2022) Ing. Héctor Oscar Puig e Ing. Roque Paolantonio.*
- *"PRESA LATERAL N°3 Aforador AFo3-TOT. Determinación de curvas límites para los valores de caudal vs nivel de embalse. Septiembre 2022". Hidroeléctrica Tucumán S. A.*

## 9 Plan de Acción Durante Emergencias (PADE)

Desde el año 2002 se encuentra vigente el Plan de Acción Durante Emergencias (PADE) del Complejo Hidroeléctrico El Cadillal. Este Manual ordena las acciones que debe llevar a cabo el operador del complejo Hidroeléctrica Tucumán en caso de que exista una emergencia en las presas que componen el complejo. Cuenta además con la definición del área de posible afectación debido a la inundación causada por la presa, si ésta en un hipotético caso, liberara el agua almacenada en forma no controlada.

## **ESTADO DE SITUACIÓN DE LA PRESALATERAL N°3**

---

El Plan de Acción Durante Emergencias (PADE) se actualiza, capacita y ejercita anualmente, estando vigente y aprobada la actualización 2022, con aplicación para el año 2023.

### **10 Conclusiones y recomendaciones**

La situación actual de la presa lateral N°3 merece una atención particular, siendo su situación delicada. Para esta obra se necesitan intervenciones para poder restablecer condiciones de operación adecuadas. Por esto, es necesario proceder de manera inmediata con la ejecución de la Alternativa II del proyecto "APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO EL CADILLAL – CIERRE LATERAL N°3 – INGENIERÍA DE DETALLE CIERRE LATERAL N°3 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – PERFORACIONES E INYECCIONES PARA CORTINA DE IMPERMEABILIZACIÓN – CAD-PL3-IMP-PI-ET-001, a fin de restablecer las condiciones de operación del Aprovechamiento Hídrico Multipropósito, que permitan cumplir con los usos previstos.

En virtud de que la Concesionaria declara no tener capacidad económica para la realización de la obra y además de realizar las intimaciones correspondientes, y en virtud de la gravedad de la situación se han realizado las gestiones administrativas correspondientes para que la obra se ejecute.

Cuando se ejecute la obra de remediación y se alcancen los criterios de seguridad que aplica nuestro Organismo, todas las prestaciones que brinda esta infraestructura volverán a condiciones de normalidad.

Preventivamente y a efectos de garantizar la seguridad pública, se ha dispuesto limitar el nivel del embalse a cotas compatibles con los criterios y parámetros de seguridad del aprovechamiento.