

DIQUES ARGENTINOS

EN REALIDAD AUMENTADA



DIQUES ARGENTINOS

EN REALIDAD AUMENTADA



Presidente de la Nación

Ing. Mauricio Macri

Jefe de Gabinete de Ministros

Lic. Marcos Peña

Ministro del Interior, Obras Públicas y Vivienda

Lic. Rogelio Frigerio

Secretario de Infraestructura y Política Hídrica

Ing. Pablo Bereciartua

Presidente del ORSEP

Ing. Rodolfo Dalmati

DIQUES ARGENTINOS

EN REALIDAD AUMENTADA

Fotografías y contenidos digitales de Ariel Piluso y Harry P. Mulhall



Secretaría de Infraestructura
y Política Hídrica



Ministerio del Interior,
Obras Públicas y Vivienda
Presidencia de la Nación

Idea original: Ariel Piluso
Dirección editorial: Ariel Piluso
Diseño: Claudia Vanni
Fotocromía: Ricardo Farías
Fotografías y contenidos digitales: Ariel Piluso y Harry P. Mulhall
Sonido y musicalización: Lui Piluso, Estudio El Capitán

Textos: Ing. Pablo Bereciartua, Ing. Rodolfo Dalmati, Ariel Piluso, Ing. Jorge Barja, Ing. Gustavo Franke,
Ing. Carlos Santilli, Ing. Mateo Bauzá, Ing. Ignacio Escuder Bueno, Ing. Ailín Pertierra, Ing. Hebe Barber,
Lic. Ricardo Paramos, Lic. Paula Roberts, Ing. Adriano Borús, Ing. Jimena Carbonel, Miguel Pereira,
Dra. Eugenia Izquierdo, Dr. Jorge Szeinfeld, Lic. Luciana Micha.

© de la presente edición: ORSEP
© de los textos: sus autores
© de las fotografías: Ariel Piluso y Harry P. Mulhall

ISBN: 978-987-26294-3-4
Catalogación en fuente
Hecho el depósito legal que marca la ley 11.723

Organismo Regulador de Seguridad de Presas (ORSEP)
Av. Rivadavia 1906 piso 1, CP C1033AAW, CABA
orsep@orsep.gob.ar

ÍNDICE

Manual de uso de la aplicación: Diques RA	6
Introducción	9
Prólogo: Ing. Pablo Bereciartua. Secretario de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación	10
Presentación: Ing. Rodolfo Dalmati. Presidente del ORSEP	12
Estrategias para la mejora de la seguridad de presas y la reducción del riesgo de inundación fluvial: Dr. Ignacio Escuder Bueno. Presidente del Comité Nacional Español de Grandes Presas	14
Concientizar. Comunicar y educar: Lic. Ricardo Paramos. Jefe de Relaciones Institucionales y Comunicación del ORSEP	18
Planeta Tierra: Ariel Piluso. Fotógrafo	22
Complejo Escaba. Regional Norte	29
Complejo Escaba. Regional Norte: Ing. Hebe Barber. Jefe de Departamento de Ingeniería Regional Norte	32
Complejo Florentino Ameghino. Regional Patagonia	39
Complejo Florentino Ameghino. Regional Patagonia: Ing. Jorge Barja. Director Regional Patagonia	40
Sistema Diamante. Regional Cuyo - Centro	49
Sistema Diamante. Regional Cuyo - Centro: Ing. Carlos Santilli. Director Regional Cuyo - Centro	52
Agua del Toro	54
Los Reyunos	56
El Tigre	58
Complejo Cerros Colorados. Regional Comahue	61
Complejo Cerros Colorados. Regional Comahue: Ing. Gustavo Franke. Director Regional Comahue	64
ORSEP: Labor y objetivos	73
Las presas por dentro: Ing. Ailín Pertierra. Jefe de Departamento de Ingeniería del ORSEP	74
Controles en las presas: Ing. Mateo Bauzá. Director Regional Norte	82
Generación de Energía. Complejo hidroeléctrico Piedra del Águila: Ing. Gustavo Franke. Director Regional Comahue	88
Infraestructura de riego: Ing. Jimena Carbonel. Regional Cuyo - Centro	102
Control ambiental: Lic. Paula Roberts - Departamento de Ingeniería del ORSEP	110
Agua para consumo humano. Dique El Cadillal: Ing. Hebe Barber. Jefe de Departamento de Ingeniería Regional Norte	118
El Dique Ballester: Ing. Adriano Borús. Departamento de Ingeniería del ORSEP	120
Recuperación de los registros audiovisuales del ORSEP: Miguel Pereira. Presidente RTA S.E.	
El valor patrimonial del fondo fílmico del ORSEP: Dra. Eugenia Izquierdo.	
Coordinadora Archivo Histórico RTA S.E.	122
Señalización de diques para la protección de civiles de acuerdo con el Derecho Internacional Humanitario: Dr. Jorge Szeinfeld. Secretario Ejecutivo, Comisión de aplicación DIH	
Lic. Luciana Micha. Coordinadora DIH, Ministerio de Defensa	124
Agradecimientos	128

MANUAL DE USO DE LA APLICACIÓN: DIQUES RA

Este libro forma parte de los materiales producidos por el ORSEP, con el objetivo de concientizar a los ciudadanos Argentinos sobre la importancia de nuestros recursos renovables y promover la seguridad de aquellos que viven junto a los diques.

Esta propuesta editorial se complementa con elementos de realidad aumentada a través de una aplicación disponible para Android e IOS.

Siempre que una fotografía esté vinculada a un elemento de realidad aumentada encontrará en el margen correspondiente del libro el símbolo de la aplicación.

Apunte la cámara a la fotografía señalizada y en su dispositivo podrá acceder a los contenidos virtuales.

La Aplicación DIQUES RA puede descargarse del PLAY STORE o del APP STORE .

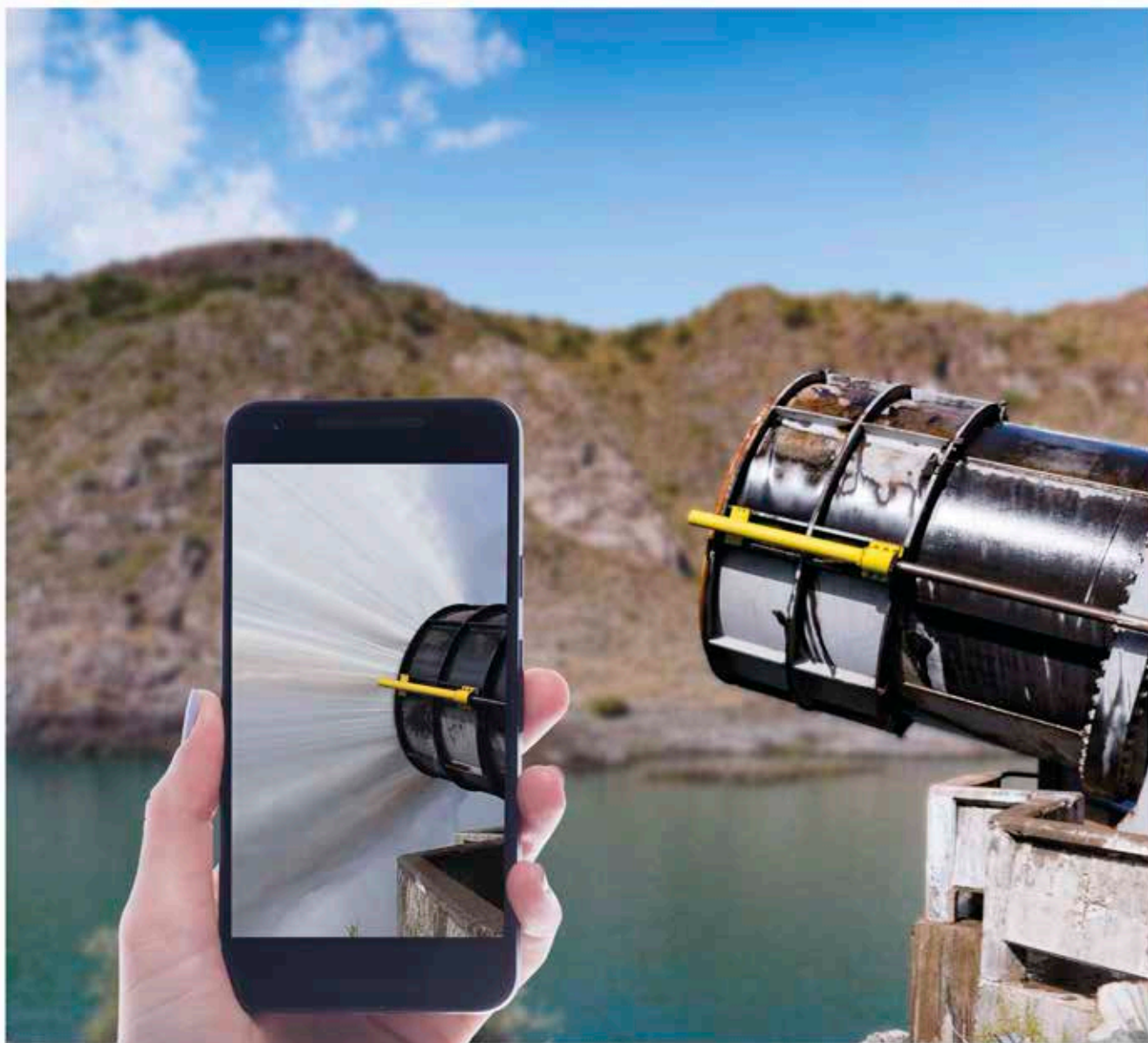
Libro interactivo digital

Para el uso educativo de este proyecto también se encuentra disponible un libro interactivo digital en formato PDF.

En el libro electrónico podrá también utilizar la APP o bien hacer click en la foto para acceder al mismo contenido.

Enlace para para descarga del libro en formato PDF:
www.orsep.gob.ar







A dark, industrial tunnel with a large pipe and a circular opening. The scene is dimly lit, with a bright light source on the left creating a strong reflection on the wet floor and the circular opening. The walls are made of concrete or stone, and there are various pipes and cables running along them. The overall atmosphere is gritty and industrial.

INTRODUCCIÓN

PRÓLOGO

Ing. Pablo Bereciartua - Secretario de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación

Estamos llevando adelante el plan de infraestructura más ambicioso de nuestra historia, trazado por el presidente Mauricio Macri. Poniendo en marcha, juntos, nuevas políticas públicas para dar inicio a una larga etapa de inversión y obra pública, con el foco puesto principalmente en materia de transporte, agua y energía. Queremos que los argentinos puedan vivir mejor, con un Estado moderno, facilitador y transparente.

Recibimos una Argentina en la que cuatro de cada diez familias no tenía cloacas y una de cada seis no contaba con agua potable. Una Argentina víctima del cambio climático, con problemas de inundaciones y sequías en diferentes provincias. Una Argentina aislada del mundo, sin energía y con la economía estancada desde hacía más de 5 años. Por eso, comenzamos haciendo lo que había que hacer: las obras que se habían prometido durante décadas y seguían sin hacerse. Generamos confianza y asumimos con toda convicción el desafío de trazar juntos el futuro del agua en la Argentina. Así fue como diseñamos políticas de largo plazo, entre las que nació el Plan Nacional del Agua, en el ámbito del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda.

Hoy podemos decir orgullosos que el agua es política pública. Estamos trabajando para que el 100% de los argentinos tenga acceso al agua potable y al menos el 75% cuente con cloacas. Creamos un plan de infraestructura acorde al siglo XXI, en el que privilegiamos la innovación, el conocimiento y la sustentabilidad con el objetivo de maximizar la función económica, ambiental y social del agua.

Los diques son parte fundamental de esta iniciativa porque contribuyen a reducir los efectos del cambio climático. Permiten evitar crecidas extremas y aliviar sequías, además de generar energía no contaminante en favor del medio ambiente. La variabilidad del clima ya es un hecho y por eso estamos trabajando juntos en acciones concretas que permitan mejorar la calidad de vida de los argentinos.

Las presas en Argentina abastecen un 27% de toda la demanda eléctrica del país, suministran riego a un millón de hectáreas y protegen de las inundaciones a más de cuatro millones de argentinos. También generan trabajo de calidad y promueven el desarrollo de las economías regionales desde el Norte hasta la Patagonia.

Por eso es crucial la existencia del ORSEP, que trabaja para que nuestras presas cumplan con los estándares internacionales de seguridad, tanto estructural como operativamente, con el objetivo de proteger a los argentinos y resguardar el patrimonio nacional.

Con la edición de este libro queremos remarcar la importancia que tienen estas obras hídricas en la vida cotidiana y redescubrir su propósito. Ser más conscientes del rol que cumplen: no sólo como generadoras de energía eléctrica para actividades industriales, comerciales y turísticas, sino también como proveedoras de agua para consumo humano y para producción agropecuaria.

¿Por qué lo hacemos por medio de la realidad aumentada? Estamos transitando a nivel global la revolución industrial 4.0 y tenemos muchas oportunidades de incorporar nuevas tecnologías para crear mayor valor.

Debemos empezar a impulsar proyectos con la innovación como aliada. Esto también forma parte de alcanzar un manejo inteligente del agua. Sigamos por este camino, trabajando juntos para potenciar las posibilidades de crecimiento y desarrollo de la Argentina alrededor del principal activo que tienen los países en el siglo XXI: sus personas.

Página anterior: Compuerta de cierre hermético de galerías, en caso de inundación de las mismas, El Chocón, Neuquén y Río Negro.

Derecha: Río Diamante, complejo El Tigre, Mendoza.



PRESENTACIÓN

Ing. Rodolfo Dalmati - Presidente del ORSEP

Mi primer recuerdo de los diques argentinos es de hace muchos años, cuando todavía era un niño. Íbamos por una interminable ruta de ripio en la desértica meseta patagónica hasta que, de golpe, en una curva, vi una gran pared blanca, un hermoso río de agua verdosa y una roca rojiza. Mi padre, que era ingeniero, trataba de explicarme las virtudes del Dique Florentino Ameghino, sobre el Río Chubut. Pensé que era una maravillosa obra del hombre y quizás ahí empecé a pensar en ser un ingeniero dedicado a la hidráulica, como él.

En el contexto geográfico de nuestro país, en el cual más del 60% del territorio tiene características áridas o semiáridas, la necesidad de acumular agua, sumada al ingenio y la capacidad de innovación del hombre, impulsaron la construcción de los primeros aprovechamientos hidráulicos. Esos diques datan de la segunda mitad del siglo XIX y se encuentran en las provincias de Córdoba y Mendoza. Este espíritu, entonces pionero, se prolongó durante el siglo XX y llegó a conformar una tradición en nuestro país. Generó agua dulce para poblaciones, oasis de riego y produjo energía limpia.

A fines del siglo XX surgió, tanto a nivel nacional como internacional, una tendencia en contra de los diques de embalse, basada en objeciones ambientales. Actualmente, ya bien entrado el siglo XXI, vemos que en la Argentina y en muchos otros países se optó por producir más energía de fuentes térmicas que de fuentes renovables limpias. Esto implicó una emisión de millones de toneladas de CO₂ que empeoró el efecto invernadero y aceleró el cambio climático que hoy nos afecta. A partir de las consecuencias evidentes de esa mala decisión, hoy entendemos que los diques, diseñados con la premisa de preservar el ambiente, son elementos sustanciales para atenuar los graves efectos del cambio climático, permiten acotar crecidas extremas y aliviar sequías duraderas y generan energía no contaminante, sin consumo de combustibles ni emisiones significativas.

Nuestro gobierno considera que el AGUA es un pilar de acción del Estado a partir de su aprovechamiento sustentable. Para ello, contamos con un Plan Nacional del Agua que propone un camino hacia la disminución de la pobreza en sintonía con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ONU). En este marco, se busca generar reservas en embalses para agua potable y riego, disminuir los riesgos en crecidas y en sequías y producir energía limpia. Son herramientas fundamentales para mejorar la calidad de vida de la población.

Este libro pretende reflejar lo expuesto a través de una perspectiva multidisciplinaria. Los autores, con diferentes estilos, desde distintas especialidades y enfoques, buscan transmitir conocimientos y sensaciones. Los artículos se centran no solamente en las características técnicas de los diques sino también en aspectos tan relevantes como el cuidado ambiental que se debe tener en cada etapa de las obras (proyecto, construcción y operación) y su abordaje social, relativo a la generación de una percepción positiva de seguridad en la sociedad.

Recorrer las páginas de esta publicación es una aventura del conocimiento, fundada en una propuesta creativa e integral que conjuga información y sensibilidad a partir de las producciones fotográficas. A la calidad artística de las imágenes, que tratan de expresar la formidable magnitud y la com-

plejidad de estas obras, se debe añadir la capacidad de utilizar tecnologías de Realidad Aumentada (RA) que promueven una concepción multimedial novedosa y que permiten percibir al libro no solo como un objeto estático, sino como un sistema integrado y vivo que comprende medios, tecnologías y aplicaciones. Una propuesta dinámica y evolutiva que se inserta en un mundo convergente y digital, que permite acceder a información, material audiovisual, mapas, infografías, videos tradicionales e inmersivos 360°, hipervínculos a sitios web y canales de YouTube.

En síntesis, se trata de redescubrir las grandes obras hídricas argentinas que posibilitan el aprovechamiento múltiple de un recurso vital como el agua. Este libro ofrece una perspectiva integradora que contiene tanto su belleza artística como su complejidad técnica y tiene la esperanza de inspirar a las nuevas generaciones para desarrollar el país en base al recurso más importante para la vida, el AGUA.

*Muro de hormigón de doble curvatura,
dique Agua del Toro, Mendoza.*



ESTRATEGIAS PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS Y LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN FLUVIAL

Dr. Ignacio Escuder Bueno - Presidente del Comité Nacional Español de Grandes Presas

Hasta fechas muy recientes, por razones históricas y técnicas, la protección frente a amenazas naturales, en general y a inundaciones, en particular, había estado centrada en controlar los riesgos mediante obras que deberían funcionar bien para un rango de amenaza suficientemente conservador.

En el caso del riesgo de inundación fluvial, objeto del presente artículo, es importante destacar el papel que juegan las presas, independientemente de su principal misión (hidroeléctrica, abastecimiento de agua, riego, etc.). En general, estas estructuras tienen una gran importancia en la reducción del riesgo, ya que evitan la mayor parte de las inundaciones. Por otra parte, las presas cambian el "perfil del riesgo", asociando normalmente daños mayores que los que ocurrirían de forma natural en caso de un eventual colapso estructural.

La necesidad de apoyarse en el uso de las técnicas de análisis de riesgos para llevar a cabo una gestión moderna, eficiente y transparente de la seguridad de presas surge entre fines del siglo XX y principios del siglo XXI, a partir de una serie de condicionantes como los que se describen a continuación:

- El envejecimiento de las infraestructuras diseñadas, así como la diferencia entre el conocimiento de la ingeniería actual y el existente cuando fueron diseñadas y construidas.
- La demanda de mayores niveles de seguridad para la población, así como de protección de propiedades e infraestructuras, de parajes con valor ecológico y del patrimonio cultural e histórico.
- La creciente demanda sobre una mejor justificación del uso de los fondos públicos, incluyendo los programas de seguridad de presas.
- La necesidad de priorizar acciones correctoras para conseguir la mayor y más rápida reducción de riesgos posible.
- La dificultad de construcción de algunas estructuras como las grandes presas por aspectos sociales y medioambientales, fundamentalmente.
- La necesidad de optimizar la gestión de sistemas de recursos hídricos, así como de aumentar la capacidad de regulación de los mismos para dar respuesta a una demanda de abastecimiento creciente, compatible con la protección frente a inundaciones.
- El impacto del cambio climático en el incremento de eventos climatológicos extremos (crecidas y sequías), así como la evolución de las dinámicas sociales en cuanto a aspectos como la ocupación del territorio.

El punto de partida para cualquier análisis de riesgos consiste en el conjunto de las actividades, estudios y procedimientos de seguridad de presas y embalses que, de acuerdo con las mejores prácticas internacionales, se debe documentar en forma de Normas de explotación, Planes de emergencia e Informes de revisión y análisis de la seguridad (o documentos equivalentes). La información contenida en dichos documentos tiene que convertirse en una estructura lógica que permita el reconocimiento,

Vertederos de la presa Río Hondo durante un ensayo de funcionamiento de compuertas, Santiago del Estero.







caracterización y cuantificación del riesgo.

Algunos de los retos implícitos y de las soluciones que aporta el proceso de análisis de riesgo para el caso de las inundaciones fluviales en general y de la seguridad de presas en particular son:

- Procedimientos claros para llevar a cabo los análisis, así como los criterios de tolerabilidad que van a inspirar la evaluación del riesgo y la posterior toma de decisiones.
- Incorporación de distintos actores en el proceso, fundamentalmente en las

tareas de identificación y análisis de modos de fallo, así como en la estimación de consecuencias (protección civil, administraciones, etc.) y en algunos casos de las amenazas (universidades, etc.), de manera que estos se sientan comprometidos y el resultado sea en conjunto mucho más realista y adaptado al terreno.

- Identificación de mejores y justificadas medidas de mitigación de riesgo, en términos de equidad y eficiencia.
- Establecimiento de las bases para mantener este proceso como un proceso vivo y continuado en el tiempo.



Por último, tal y como se describe en numerosas publicaciones, la Cooperación Internacional aumenta de forma exponencial la curva de aprendizaje y permite que los nuevos paradigmas se apliquen de forma que se produzca una constante innovación.

Un ejemplo de dicha cooperación son los trabajos desarrollados por ORSEP e iPresas (España) y que, posteriormente, han dado pie a un proyecto más ambicioso de cooperación entre los gobiernos de la Argentina y España en el campo de la reducción de riesgos de inundación de forma integral.

*Detalle del coronamiento de la presa de arco de doble curvatura,
Agua del Toro, Mendoza.*

CONCIENTIZAR: COMUNICAR Y EDUCAR

Lic. Ricardo Paramos - Jefe de Relaciones Institucionales y Comunicación del ORSEP

Se dice a menudo que el conocimiento es el principal activo que puede tener un ser humano. También se señala frecuentemente que no se puede valorar aquello que no se conoce. La República Argentina tiene un patrimonio muy rico en aprovechamientos hídricos multipropósito que ha costado el esfuerzo de varias generaciones. Estas obras constituyen una infraestructura crítica, valuada en inversiones superiores a los U\$S 40.000 millones. Son generadoras de energía eléctrica para actividades industriales, agropecuarias, comerciales, turísticas y proveedoras de todos los servicios derivados de los usos vitales del agua para consumo y riego, de los que dependen millones de argentinos que desarrollan sus actividades en las zonas de influencia y en especial, aguas abajo de las grandes presas. Las presas en la Argentina abastecen un 27% de toda la demanda eléctrica del país, suministran riego a un millón de hectáreas y protegen contra inundaciones a 4 millones de habitantes. Estas construcciones, incluyendo un amplio rango de obras de ingeniería civil, se denominan “medidas estructurales”.

La comunicación, la concientización y la educación constituyen procesos sociales que configuran parte del campo que se conoce como “medidas no estructurales”. Estos procesos complementan la percepción positiva y la valoración adecuada de las presas por parte de la sociedad. Uno de sus resultados palpables es la promoción de licencia social para generar nuevos proyectos de obras. En este sentido, la visión estratégica de la educación como ámbito para producir la transferencia del conocimiento entre las generaciones es esencial. Al inicio del siglo XXI vivimos en lo que se ha denominado la sociedad de la información y el conocimiento de manera que la comunicación social es omnipresente, es decir: nuestra sociedad se ha vuelto compleja y muy textualizada, con millones de mensajes que circulan a diario por la esfera pública.

La revolución tecnológica y comunicacional ha modificado los modos de consumo y de conocimiento (pensemos cuántas horas un ser humano pasa interactuando con una pantalla de computadora, celular, televisión u otros dispositivos). Pero también es verdad que el proceso revolucionario de las tecnologías de información y el conocimiento no ha llegado a todos; todavía hay una brecha digital entre los que tienen acceso a la web y aquellos que aún permanecen excluidos, por un sinnúmero de razones. Desde esta perspectiva, el actor estatal debe equiparar esta desigualdad, especialmente en las zonas rurales, y ejecutar políticas para reducir la asimetría del acceso a la información del mundo offline. Mientras tanto debe llegar con otras prácticas de comunicación y educación eficaces.

Entendemos por “concientización” el proceso de enseñanza - aprendizaje que responde a un esfuerzo planeado y sostenido, para establecer y mantener la comprensión y la acción entre emisores y receptores con el objetivo común de afrontar la situación de referencia. Este proceso, que se caracteriza por problematizar una situación, requiere un enfoque dialógico y participativo, debe partir de la experiencia, entregar información disponible e integral para transformarse en conocimiento y ser permanente y sistemático para finalmente promover una “toma de conciencia”.

Cada comunidad ubicada aguas abajo de una presa debe reconocer qué





propósitos cumple esa obra, cómo es su seguridad tanto desde el punto de vista estructural y operativo, y qué rol cumplen los organismos estatales en el nivel nacional, provincial y municipal. Este conocimiento es fundamental para valorar los beneficios que produce, así como también para prepararse frente a un potencial riesgo y privilegiar el enfoque internacional de implementación de políticas de Reducción de Riesgo de Desastres contemplado en el Marco de Hyogo y renovado en el actual Marco de Sendai 2015-2030, plasmado en el aumento de la resiliencia tanto de las comunidades vulnerables como del país en general.

Por otra parte, el contexto de cambio climático que produce sequías extremas e inundaciones extraordinarias requiere poner en valor la importancia de los aprovechamientos hídricos multipropósito para la mitigación de las sequías y la atenuación de las crecidas. Esto demanda un impulso comunicacional que el Estado Nacional a través del ORSEP está realizando mediante un programa de comunicación educativa, destinado al 2° y 3° ciclo de la educación primaria y al 1° ciclo de la educación secundaria.

Dicho programa lleva la realidad de las presas al aula, mediante una publicación específica, *Crecer junto al Dique*, que integra contenidos difíciles de encontrar en las currículas educativas como obras hidráulicas, ambiente y gestión del riesgo (hablamos de currículas porque la Argentina es un país federal y la educación es potestad de cada provincia). También se entrega material audiovisual en realidad virtual 360°, innovación que brinda la posibilidad de simular una vivencia desde el interior de la presa.

Trabajar la concientización en la comunidad educativa es fructífero porque permite que la llegada del mensaje tenga un efecto multiplicador del alumno a su familia, y facilita la proyección de una población informada en las generaciones venideras.

Por otro lado, es importante desarrollar capacitaciones con los agentes de la Protección Civil (ámbitos provinciales y municipales) y socializar en clave preventiva el trabajo articulado que se debe realizar con los operadores de las presas en el contexto de una emergencia hídrica por incidente en una presa en el antes, durante y después, en otras palabras, en las fases de prevención, respuesta y recuperación. Finalmente, los medios de comunicación y los periodistas constituyen otro público importante para concientizar, ya que pueden ayudar a promover una cultura de la seguridad e informar a sus audiencias con un saber legitimado y bien fundado.

Lo expuesto es una muestra del compromiso que la Argentina ha asumido como parte de las Naciones Unidas en el fortalecimiento de capacidades para alcanzar sus metas de desarrollo, que consiste en cumplir 17 Objetivos Mundiales para lograr tres propósitos enmarcados en gran medida en los Objetivos de Desarrollo Sostenible: erradicar la pobreza extrema, combatir la desigualdad y la injusticia y solucionar el cambio climático.



Visita a la Escuela Rural N° 813 "Aurelio Singer", apadrinada por el ORSEP. Barrialito, Santiago del Estero.



PLANETA TIERRA

Ariel Piluso - Fotógrafo

Diques, embalses, ríos y montañas forman parte, para la mayoría de los argentinos, de un imaginario de tarjeta postal: una especie de telón faraónico que en tiempo de vacaciones hacía parecer diminuta a la familia, prestigiaba el reluciente auto o nos regalaba una frase, generalmente en cursiva que decía “Recuerdo de...”.

Los diques no pueden ser diques sin ser embalse, lago y río; no pueden ser diques sin compuertas ni tomas, sin toneladas de peso, de arena, de roca, hierro y piedra. Y, finalmente, no pueden ser diques sin el curso del agua. Son gigantes laboriosos, generadores de trabajo y de energía a veces activa, a veces en reposo, liberadores de luz, frágiles líneas que generan opuestos, extremos que parecen divididos y sin embargo están unidos. Son fascinantes testigos, complejas construcciones en una escala imposible que albergan elementos primitivos y propuestas elementales. Compartir este viaje al planeta Tierra, a sus fuerzas, sus entrañas, sus plácidos, inquietantes y gigantescos paisajes me reconectó, inesperadamente, con los relatos de ciencia ficción que consumía fervientemente en mi adolescencia; un reencuentro con paisajes y edificios salidos de cuentos de Bradbury, de novelas de Clarke, Sturgeon o Asimov. En estas

visiones conviven también el mar de Hokusai y el de Turner y las líneas de tiempo que nos remiten a las eras geológicas.

¿Cómo llevar todas estas ideas y sensaciones a imágenes? ¿cómo representar lo irrepresentable? ¿cómo mostrar, a través del agua, el fluir del tiempo con un medio como la fotografía, generalmente pensado como estático?

Las fotografías que aquí se presentan tienen mi mirada y la de quienes me acompañaron en la travesía y fueron tomadas en base a conceptos de la física: tiempo, energía, materia, velocidad, potencial que irrumpen en ellos en el instante de la toma.

La realidad aumentada se convirtió en nuestra aliada y herramienta. Con ella expandimos el libro papel a nuestro mundo convergente y digital para proponer una aventura inmersiva y una “llave” de acceso a un material en constante evolución, un acceso a múltiples miradas, sueños, relatos, datos, sorpresas y certezas.

Queremos compartir con ustedes el desafío borgiano de un laberinto, con remansos y torbellinos para vivir la experiencia de conocer los diques argentinos.





Compuerta del vertedero de El Chocón. Neuquén y Río Negro.

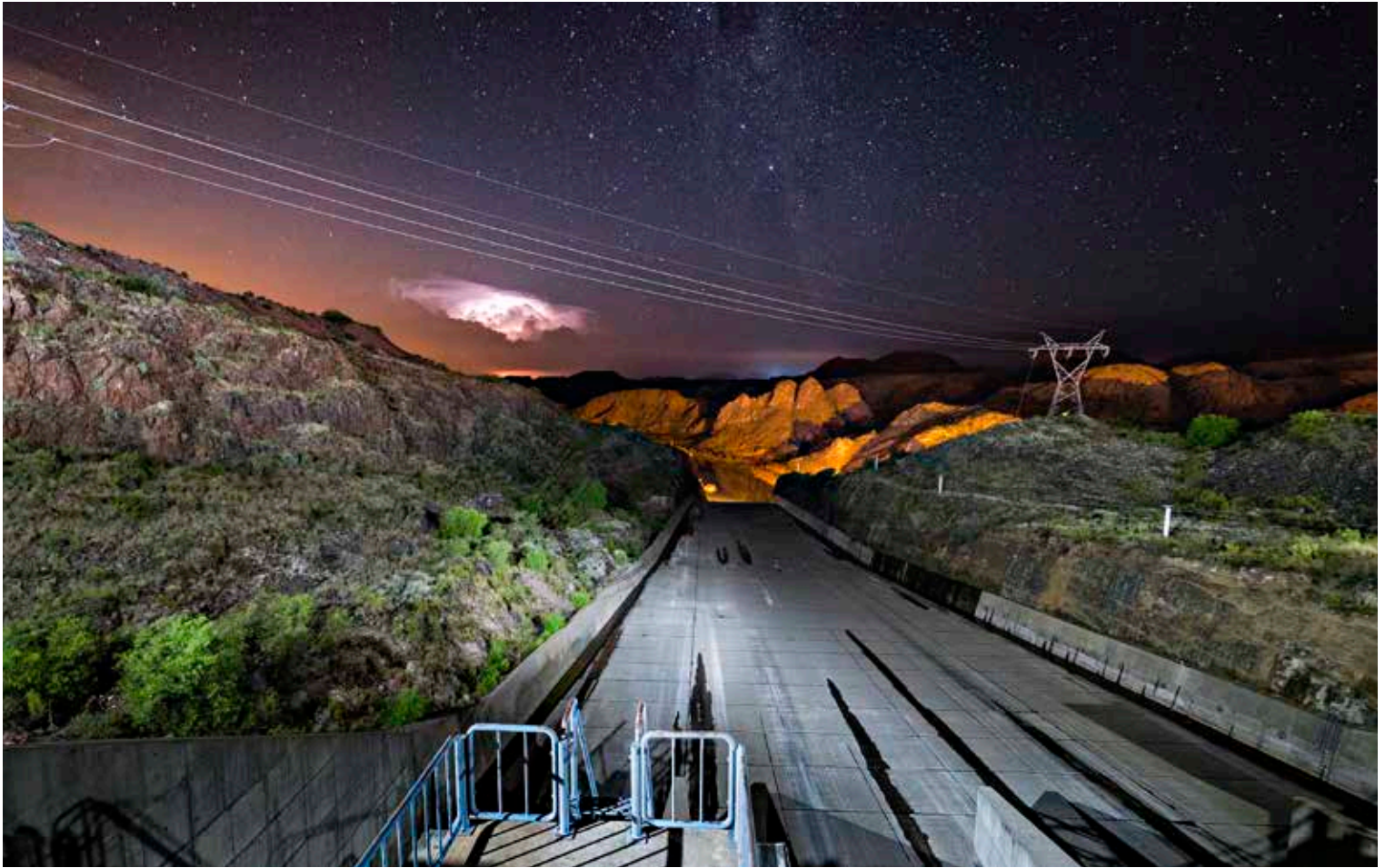




*Paramento de aguas abajo,
dique Florentino Ameghino, Chubut.*



Vista nocturna embalse El Tigre, Mendoza.



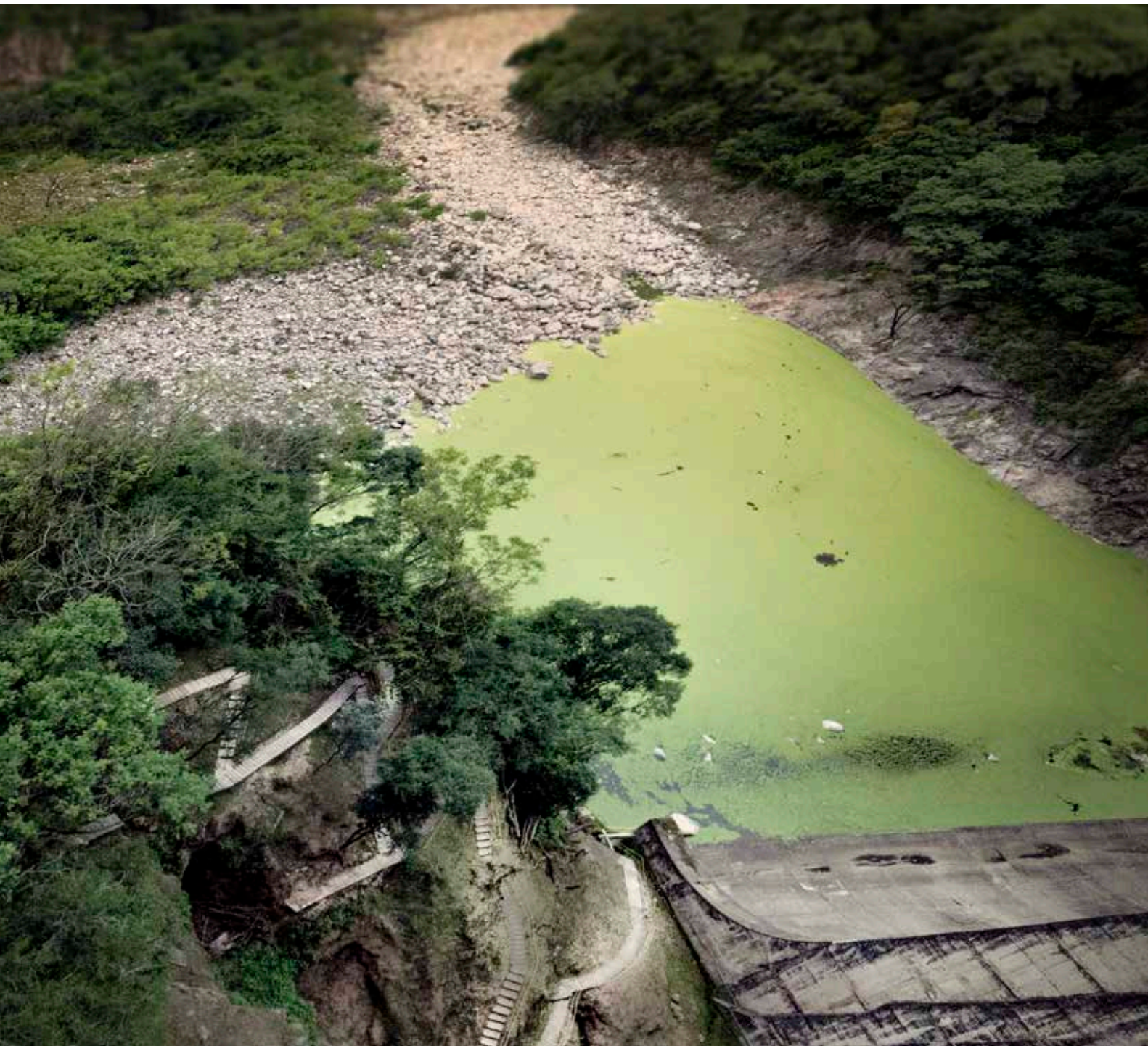
Vertedero del dique Los Reyunos en noche de tormenta, Mendoza.





COMPLEJO ESCABA REGIONAL NORTE





Vista desde el coronamiento de la presa. Sendero de acceso a la casa de válvulas del descargador de fondo, Escaba, Tucumán.

COMPLEJO ESCABA. REGIONAL NORTE

Ing. Hebe Barber - Jefe de Departamento de Ingeniería Regional Norte

En el sudoeste de la provincia de Tucumán, cercano a un camino de cornisa y enmarcado entre la jungla, aparece tímidamente el Embalse de Escaba, cuya superficie, a nivel de máximo embalse, es de 500 ha. Por el camino del perillago, la presa de Escaba desafía la naturaleza al retener las aguas de los feroces ríos Singuil y Chavarría que en su confluencia forman el río Marapa. Escaba regula una cuenca de 900 km². En abril de 2015, el caudal máximo registrado superó los 1800 m³/s.

La belleza desafiante de la presa se descubre desde un mirador en el cual pueden observarse los contrafuertes fundados sobre zapatas de hormigón acoplados con codales que sostienen la pantalla. De los 22 contrafuertes, 8 se ocultan dentro del magno vertedero coronado por 7 compuertas de sector. La presa de contrafuertes tiene una altura de 82,75 metros desde su fundación, y es la presa tipo Ambursen más alta del mundo. Dos presas de menor altura, de gravedad en planta curva, completan el cierre que en toda su longitud supera los 400 m.

Hacia la derecha, desde ese mismo punto de observación, se encuentran la casa de válvulas del descargador de fondo y las tomas de riego que sirven para erogar los caudales demandados para riego e industria y agua para consumo doméstico cuando la central hidroeléctrica sale de servicio. En la montaña de la margen izquierda, un túnel de 3 m de diámetro recorre más de 3 km hasta la casa de máquinas con una potencia efectiva de 34MW, un salto medio de 137,50 m y un caudal de 14 m³/s.

En 1902, el Ing. Wauters, contratado por el Departamento de Obras Públicas de Tucumán, fue el primero en documentar la posibilidad de un embalse sobre el Marapa. En 1911 se realizaron los primeros estudios y en 1914, el Ing. Uslengui esbozó el primer proyecto. Recién en 1943 se dio comienzo a las obras que finalizaron en 1948. El proyecto lo desarrolló la Ambursen Dam Co. y lo ejecutó Sollazo Hnos. Con fines múltiples, esta presa ha cumplido sus objetivos desde el año 1955 cuando se habilitó la central hidroeléctrica y la presa compensadora Batiruana.

Escaba, una mole de hormigón y acero, esconde en su interior una "caverna" artificial que alberga, desde 1992, una colonia de murciélagos insectívoros de la especie *Tadarida brasiliensis* (Molossidae), comúnmente conocida como "murciélago cola de ratón". La especie está incluida en la Convención sobre Conservación de Especies Migratorias de Animales Silvestres, a la que adhirió la Argentina en 1991. La colonia llega a Escaba entre los meses de septiembre y octubre para iniciar la estación reproductiva y migra nuevamente, entre los meses de abril y mayo. Estacionalmente, pueden desplazarse hasta 1500 km y solo una muy pequeña parte de la colonia habita en forma permanente uno de los vanos cerrados de la presa. En 1992, la cantidad de murciélagos fue valorada en más de 10 millones y en 2001 la comunidad fue declarada especie protegida la Ley Provincial N° 7058.

En estas condiciones, era imposible realizar las tareas de control para garantizar la seguridad de la estructura. Si bien los murciélagos no ocupaban la totalidad de los vanos cerrados de la presa, se ubicaban en tres, dos de los cuales servían para acceder a la estructura cerrada. Prácticamente dos tercios del interior de la estructura no podían auscultarse.

La difícil tarea de combinar la seguridad de la obra con la preservación del

sitio como hábitat de la especie y la especie misma fue materia de debate con especialistas y un gran desafío interdisciplinario del que participaron referentes locales, nacionales e internacionales. Finalmente, en 2002 se llegó a una solución que compatibilizaba, lo mejor posible, la situación planteada. Para ello, los murciélagos debían reubicarse en un único vano. Esto permitiría reducir el área sin información y continuar con la utilización de la estructura como hábitat de la especie. Cuando se realizó la tarea de reubicación, la cantidad de individuos era de 0,9 millones; 12 años después se estima una colonia de 3,6 millones.

En 2013, la Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos declaró la presa como sitio de importancia para la conservación de los murciélagos (SICOM). Al atardecer se pueden ver las oleadas de murciélagos emerger de la estructura. Dicen que lo hacen en grupos de cien mil individuos y que se alimentan de toneladas de insectos dañinos para la agricultura.

Escaba, de 70 años de existencia, conjuga delicadamente desarrollo y preservación de especies demostrando que las grandes presas pueden formar parte de la conservación de los sistemas y ser amigables con el ambiente.

*Escala de medición de nivel del embalse,
Escaba, Tucumán.*



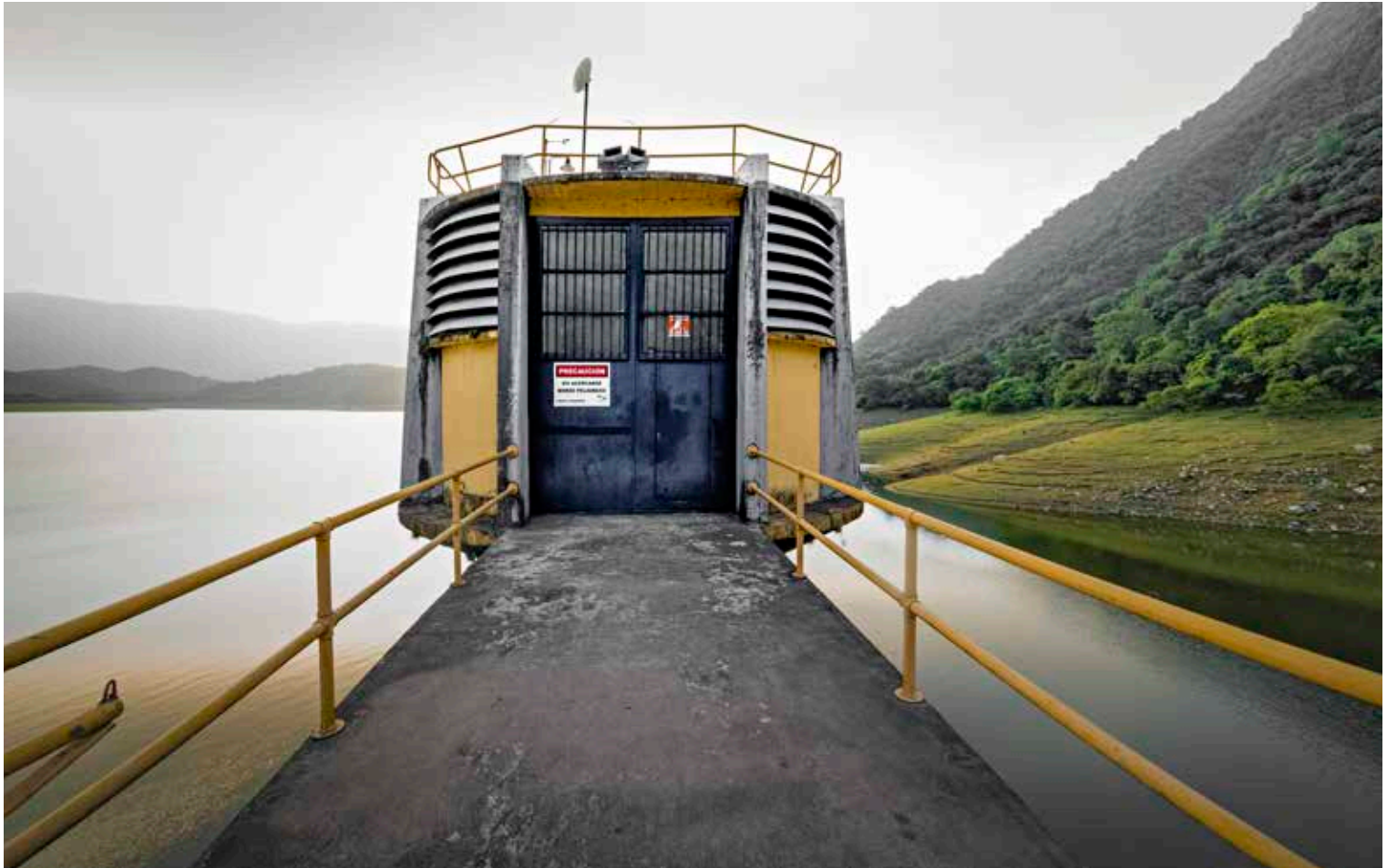




*Arriba: Contrafuerte del dique Escaba, Tucumán.
Izquierda: Embalse y dique Escaba, Tucumán.*



*Torre de toma y embalse deprimido, complejo Escaba,
Tucumán.*



*Acceso a la torre de toma y embalse,
complejo Escaba, Tucumán.*





COMPLEJO FLORENTINO AMEGHINO REGIONAL PATAGONIA

COMPLEJO FLORENTINO AMEGHINO. REGIONAL PATAGONIA

Ing. Jorge Barja - Director Regional Patagonia

La historia del Complejo Hidroeléctrico Florentino Ameghino comienza en 1943, cuando se proyecta la obra con tres objetivos básicos:

1. Evitar las inundaciones ante crecientes del río, originadas por inviernos con copiosas nevadas en la cordillera de los Andes y lluvias intensas aguas arriba del sitio donde se ubicó el dique.

2. Almacenar agua en su embalse, en invierno y primavera, para poder abastecer durante el periodo estival a la red de canales para el riego de los cultivos en el Valle Inferior del río Chubut.

3. Proporcionar energía eléctrica al futuro Sistema Interconectado Patagónico. Agua y Energía Eléctrica S.E estuvo a cargo de la construcción del complejo, tanto de los estudios preliminares, el diseño, la inspección y la supervisión de la obra, como de su posterior operación y mantenimiento, hecho que marcó un hito en la historia del desarrollo del Valle Inferior del río Chubut.

El complejo genera energía eléctrica para la Patagonia desde hace 37 años, dado que se interconectó la central de generación al Sistema Eléctrico Patagónico y actualmente aporta energía a toda la Nación a través del Sistema Interconectado Nacional.

El dique permite también el abastecimiento de agua potable a las poblaciones ubicadas aguas abajo del embalse y, por medio de acueductos, a la ciudad de Puerto Madryn, por lo que provee de agua a un número aproximado de 250.000 habitantes. Abastece de agua para riego a través de canales ubicados desde Boca Toma hasta Rawson beneficiando más de 18.000 ha cultivadas. También provee de agua a diversas industrias. La presa se encuentra ubicada a 120 km al sudoeste de la ciudad de Trelew. Al pie de ella, se encuentra la Villa Florentino Ameghino, de aproximadamente 200 habitantes, donde se pueden practicar deportes: pesca de truchas, trekking y escalada en las altas murallas de roca rojiza, entre otros.

En el año 1994, el Estado Nacional otorgó, por un plazo de 50 años, la concesión de la presa y la central hidroeléctrica a la empresa Hidroeléctrica Ameghino S.A. como parte de la reestructuración del sector eléctrico.

El Complejo Hidroeléctrico Florentino Ameghino está compuesto por una presa de gravedad aliviada de hormigón y un edificio de máquinas. Es de tipo Noetzli-Alcorta, tiene 255 m de largo y está formada por 25 módulos de 10 m de ancho cada uno, con una altura desde el terreno natural de 70 m y una profundidad de fundación de hormigón bajo tierra que alcanza hasta 40 m en algunos módulos.

La central hidroeléctrica cuenta con dos turbinas Francis de eje vertical instaladas dentro del edificio de máquinas, que está constituido por dos unidades generadoras de 29,20 MW de capacidad.

El río está sometido a bajantes extremas en el verano (mínimo histórico 4 m³/s) y crecientes catastróficas durante el inicio de la primavera (máximo histórico 720 m³/s, con un módulo o caudal medio del río de 42 m³/s) y el otoño. El embalse tiene una longitud de 80 km, una superficie de 7400 ha y su capacidad de almacenaje es de 1855 hm³. Recibe los aportes de agua de la confluencia del río y los arroyos cordilleranos que son afluentes del río Chubut. Su hidrología es del tipo niveo - pluvial.

Los inmigrantes galeses intentaron durante años el desarrollo de una colonia agrícola en las poblaciones de Gaiman y Trelew, pero las condiciones





extremas del clima y, básicamente, los períodos naturales del río Chubut impedían la sustentabilidad de los emprendimientos al mismo tiempo que limitaban el asentamiento de nuevos pobladores.

Como resultado de la operatividad de la presa, se han evitado situaciones hidrológicas que podrían haber resultado catastróficas para el Valle Inferior del río Chubut, tal como la registrada a fines de marzo del año 2017, cuando una copiosa lluvia de duración media activó cauces temporarios como el del río Chico, que registró aportes al embalse del orden de 700 m³/s y originó en el transcurso de una semana un aumento en la cota del lago de 11,00 m, pues se mantuvo erogando 32 m³/s sin generar inundaciones aguas abajo.

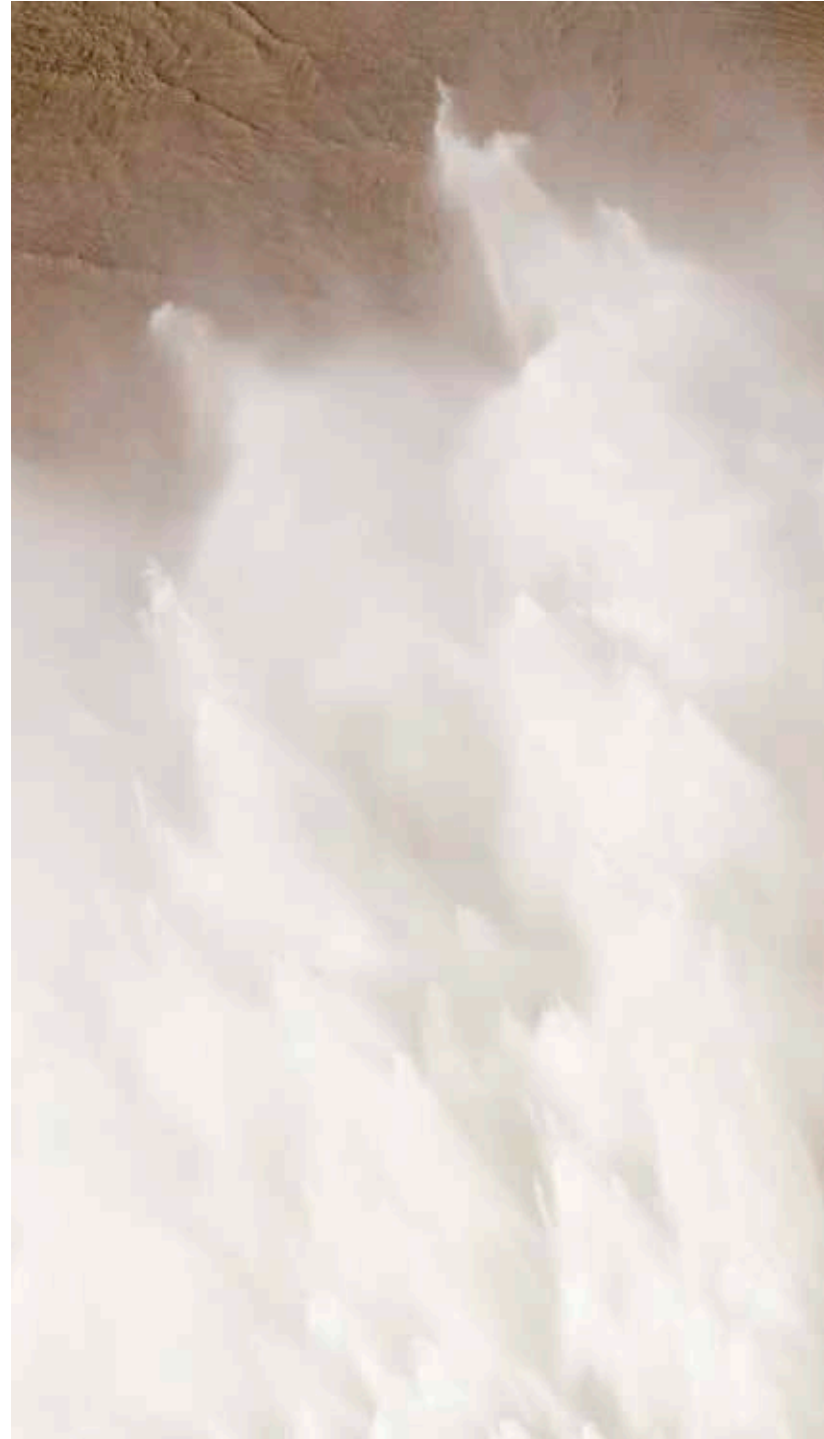


*Página anterior: Vista de la central hidroeléctrica Florentino Ameghino y el río Chubut.
Derecha: Vista del complejo Florentino Ameghino, Chubut.*





*Arriba: Detalle del limo erogado por la válvula de limpieza de fondo del dique tras una gran crecida, dique Florentino Ameghino, Chubut.
Derecha: Válvula de limpieza de fondo del dique en operación, dique Florentino Ameghino, Chubut.*









*Detalle de la válvula de riego,
complejo Florentino Ameghino, Chubut.*





SISTEMA DIAMANTE REGIONAL CUYO - CENTRO





Complejo Los Reyunos, Mendoza.

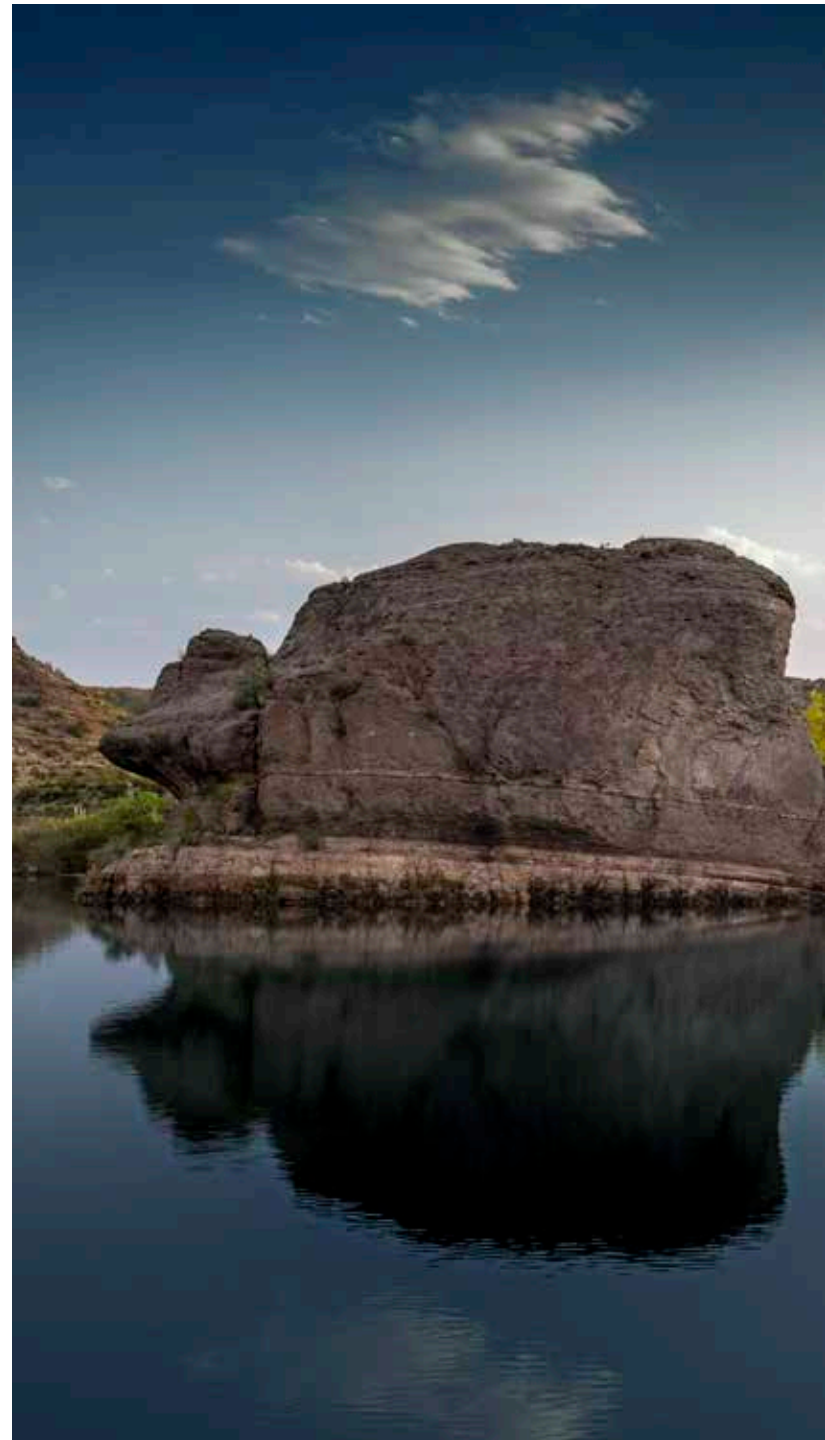
SISTEMA DIAMANTE. REGIONAL CUYO - CENTRO

Ing. Carlos Santilli - Director Regional Cuyo - Centro

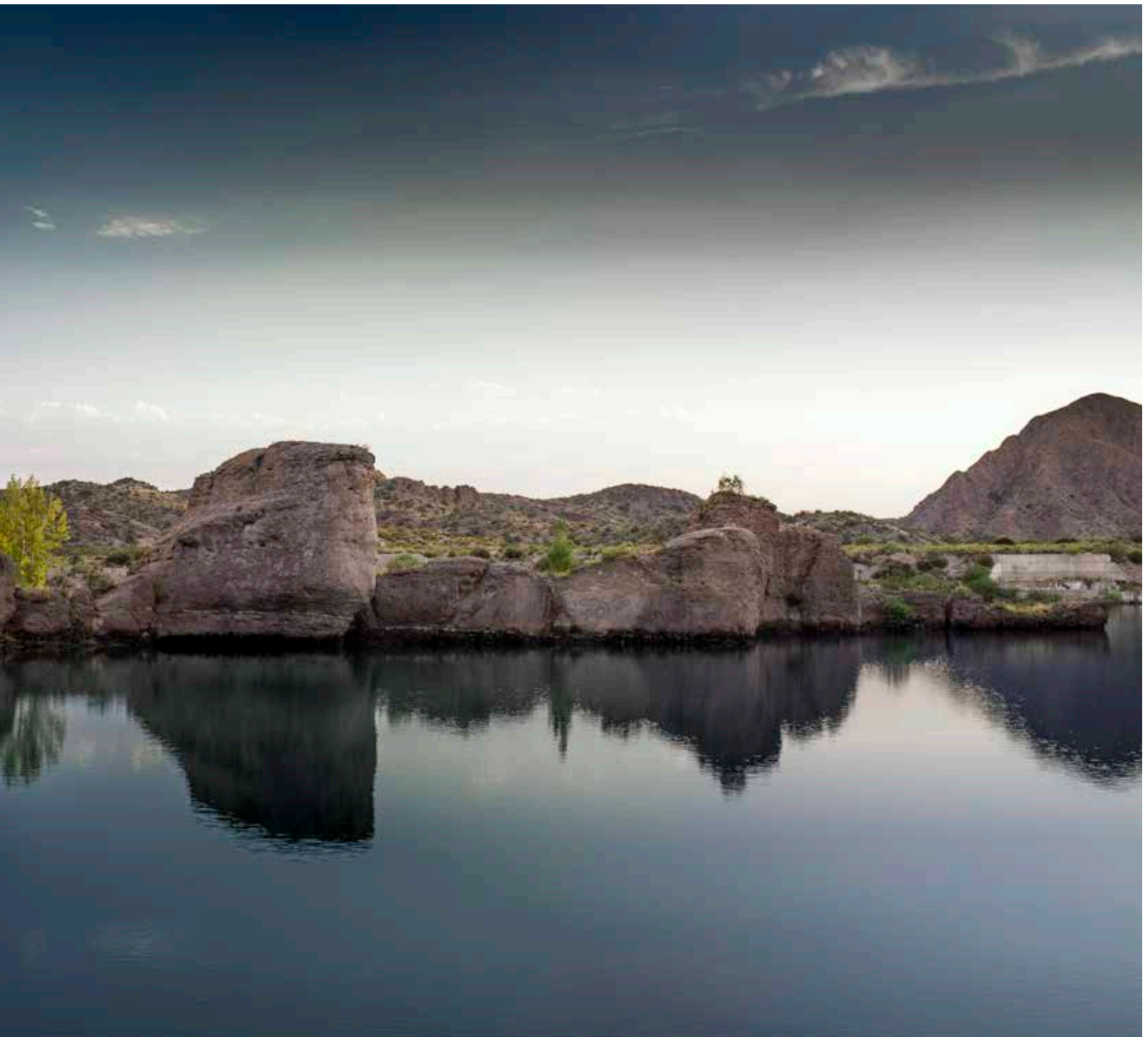
Sin lugar a duda, la cordillera de los Andes cumple un rol fundamental que determina la existencia de agua utilizable en la árida provincia de Mendoza. Por un lado, funciona como almacén de aguas en estado sólido ya que depende de un régimen estrictamente nival: es como una esponja que acumula y suelta paulatinamente el agua producto de la fusión del hielo y la nieve. Por otro lado, ha permitido el desarrollo de una abundante red de arroyos y ríos que descienden a la planicie y logran atravesarla. Si tenemos en cuenta que la época de nevadas no es permanente sino estacional, entenderemos la importancia que tienen los embalses para almacenar agua que luego se utilizará para riego, consumo humano e industrial, generación de energía, esparcimiento y otros usos.

A los pies del volcán Maipo, en el límite con Chile, se forma una gran laguna. El paisaje, de una impresionante belleza, está coronado por el reflejo en forma de diamante del volcán en el espejo de agua. Es por ello que recibe el nombre de laguna del Diamante y a partir de ella nace y comienza a fluir el río de igual nombre. En la década de 1960, la empresa del Estado nacional Agua y Energía Eléctrica encaró la sistematización del curso medio del río Diamante con la construcción de las presas y centrales Agua del Toro, Los Reyunos y El Tigre. El conjunto de los tres complejos hidroeléctricos conforma el denominado Sistema Diamante.

Las presas construidas en el departamento de San Rafael (230 km al sur de la ciudad de Mendoza), son de diferente tipología, por lo que resultan una suerte de muestrario de lo que el hombre ha sido capaz de construir para ganarle al desierto, a la escasez de agua para consumo humano y producción agrícola, a la devastación producida por las crecidas de los ríos y a la necesidad de provocar un salto de agua para generación de energía hidroeléctrica.



Embalse El Tigre, Mendoza.



Agua del Toro

El complejo está emplazado a una altura comprendida entre los 1526 y los 1205 msnm. El clima es árido y su precipitación media es de 200 mm, con temperaturas extremas de 40°C en verano y -15°C en invierno. La presa de arco fue íntegramente construida en hormigón simple y tiene la particularidad de ser una bóveda simétrica de doble curvatura, cuya intersección

con planos horizontales genera arcos circulares de espesor variable. Se encuentra empotrada directamente sobre roca en la totalidad de su desarrollo perimetral. Su altura es de 118 m.

El 3 de octubre de 1965, el entonces presidente de la Nación, Arturo Illia colocó la piedra fundamental. Las obras se iniciaron en el verano de 1967



con la construcción del barrio para el personal de Agua y Energía, las viviendas y todo lo necesario para la permanencia de miles de personas en un lugar ubicado a más de 100 km de la ciudad de San Rafael. En los tiempos de máximo trabajo, se emplearon más de 3000 personas para construir la gigantesca presa, única de ese tipo en Sudamérica. Luego de 15 años desde

que comenzaron las obras, el Complejo Hidroeléctrico de Agua del Toro fue inaugurado el 26 de noviembre de 1982. El objetivo de utilizar la energía de los saltos del río y garantizar el recurso hídrico para una superficie de riego de unas 90.000 hectáreas como parte del aprovechamiento del curso medio del río Diamante, empezaba a cumplirse.



Los Reyunos

La presa Los Reyunos fue construida entre los años 1978 y 1983, en el cañón del Diamante, 54 km aguas abajo de la presa Agua del Toro.

El vocablo colonial *reyunos* significa 'lo que pertenece al río', por lo que su nombre está íntimamente ligado con su forma constructiva: es una presa de materiales sueltos, con núcleo de arcilla impermeable. Los materiales que se usaron provienen de la zona, y fueron extraídos de un yacimiento ubicado a unos 6 km del complejo. Los espaldones están constituidos por filtros de arena y material aluvional de granulometría y compactación específicos. Todo ello se encuentra revestido de un enrocado de pórfido gris proveniente de excavaciones de las obras complementarias. El volumen de material utilizado en la presa es de 3.500.000 de m³ y su altura es de 136 m. Sobre la margen izquierda, al pie de la presa, se encuentra la central hidroeléctrica, de tipo de bombeo, la segunda de esta clase que se construyó en el país. En horas de máxima demanda, la central genera energía utilizando el agua del Embalse Los Reyunos. En las horas de menor demanda del Sistema Interconectado Nacional, eleva el agua por bombeo desde el embalse El Tigre, ubicado aguas abajo, volviéndola al embalse Los Reyunos. El edificio de casa de máquinas está protegido mediante una presa de hormigón en arco de doble curvatura, por encontrarse aguas abajo del nivel de agua del contraembalse El Tigre.

*Página anterior: Vista panorámica del embalse
y dique Agua del Toro.*

Derecha: Toma de agua, complejo Los Reyunos.

*Página siguiente: Embalse y dique El Tigre.
Mendoza.*





El Tigre

Aproximadamente a 3 km aguas abajo de la presa Los Reyunos se encuentra la presa El Tigre, que recibe este nombre por el paraje en el que se encuentra y por el arroyo próximo al emplazamiento. Este complejo sirve de contraembalse compensador diario que permite acumular la reserva de agua suficiente para las operaciones de bombeo de la central hidroeléctrica Los Reyunos.

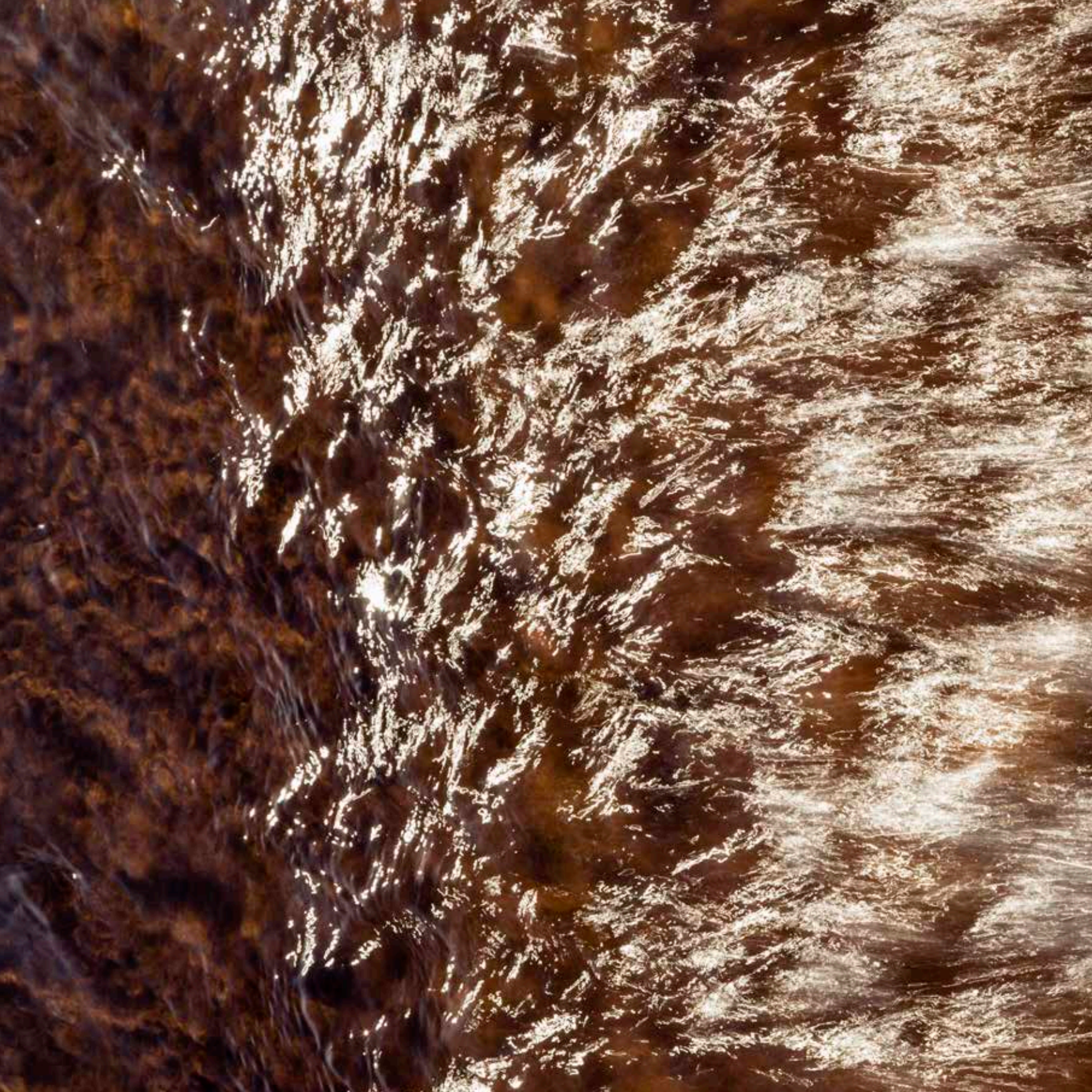
La presa es de tipo mixta. Se trata de un cierre construido con materiales sueltos con núcleo de arcilla en los tramos laterales y un sector de hormigón tipo gravedad de eje recto en el tramo central del cierre. Se utilizaron los mismos materiales y una forma similar de colocación que en la presa Los Reyunos, aunque es diferente el enrocado externo; el talud aguas



arriba está constituido por toba procedente de las excavaciones del destape del yacimiento uranífero Sierra Pintada, que se ubica a 4 km, y el talud aguas abajo es piedra bola procedente de la zona. El volumen de material utilizado en ambos tramos fue de 691.600 m³. El sector de la presa de hormigón tiene la particularidad de ser hueco en su

margen izquierda; en su interior, se aloja la central hidroeléctrica y la descarga para riego. La margen derecha está constituida por un solo bloque de hormigón macizo, con galerías de inspección en su interior conformadas por el cuerpo del vertedero.





An aerial photograph of a river with white water rapids. The water is turbulent and white with foam, contrasting sharply with the dark, dense forest on the surrounding banks. The river flows from the top left towards the bottom right of the frame.

COMPLEJO CERROS COLORADOS REGIONAL COMAHUE





*Embalse Los Barreales,
complejo Cerros Colorados, Neuquén.*



COMPLEJO CERROS COLORADOS. REGIONAL COMAHUE

Ing. Gustavo Franke - Director Regional Comahue

El Complejo Hidroeléctrico Cerros Colorados es un ingenioso aprovechamiento hidroeléctrico construido en el curso inferior del río Neuquén, 60 km aguas arriba de su confluencia con el río Limay, donde se forma el Río Negro. Sus funciones principales son el control de crecidas y regulación de caudales, el abastecimiento de agua para el consumo humano y riego, la protección de costas y la generación de energía hidroeléctrica.

El complejo comprende cinco presas para su aprovechamiento tanto hídrico como hidroeléctrico y tiene una potencia eléctrica instalada de 480 MW. La característica más importante de este emprendimiento es que aprovecha la topografía natural de la estepa neuquina para crear dos reservorios sin inundar el fértil valle original, utilizando dos bajos naturales: Los Barreales y Mari Menuco. Estos funcionan como inmensos reservorios de agua dulce y atenúan las destructivas crecidas que solían azotar el Alto Valle del Río Negro. Además de esas importantes funciones, en los embalses se pueden disfrutar de actividades turísticas en sus playas de arena como la práctica de deportes náuticos.

Al desviar parte del caudal del río Neuquén, a partir del dique Portezuelo Grande, se formaron dos gigantes lagos artificiales con una superficie conjunta de casi 600 km². Los Barreales, el mayor de ambos, posee un nivel cambiante porque actúa como atenuador de crecidas. Por el contrario, Mari Menuco presenta una cota casi inalterable. Este último resulta uno de los centros recreativos más solícitos del Alto Valle. En él, se practican navegación a vela, windsurf, kite surf y pesca.

Las obras de Portezuelo Grande constituyen un cierre al curso natural del río para derivar la mayor parte de las aguas hacia los embalses Los Barreales y Mari Menuco y permite el paso de un caudal por el lecho natural del río para cubrir las necesidades ambientales, el consumo humano y el uso agrícola hasta el embalse de El Chañar. La regulación de los niveles entre ambos lagos está dada por dos diques: Mari Menuco y Loma de la Lata.

Entre las cuencas de Barreales y Mari Menuco se construyó la presa de Loma de la Lata. Consta de un terraplén principal, que incorpora una estructura de control y dos terraplenes bajos, construidos aproximadamente sobre la



Restitución de la presa derivadora de Portezuelo Grande, complejo Cerros Colorados, Neuquén.

cresta de la lomada entre las dos cuencas. Al final, el sistema reintegra sus aguas al río Neuquén luego de ser turbinados por la central hidráulica de Planicie Banderita.

El Complejo Hidroeléctrico de Planicie Banderita consta de un canal de aducción que conduce las aguas del lago Mari Menuco hasta la central hidráulica. El canal está cerrado aguas abajo por la presa de Planicie Banderita que cuenta con una cámara de carga y dos tomas para las tuberías forzadas que conducen a la central a sendos turbogrupos Francis de 240 MW cada uno. Aguas abajo de la central, un canal de restitución conduce las aguas al río Neuquén. Aguas abajo de Planicie Banderita se encuentra la presa de El Chañar. Su embalse funciona como compensador de los caudales erogados por la central hidráulica de Planicie Banderita y tiene un volumen del orden de los 10 hm³.

El embalse compensador de El Chañar consta esencialmente de una presa sobre el río Neuquén, con un desarrollo de 6285 m y una altura máxima sobre la fundación de 17 m. Esta presa está constituida por un cierre frontal y uno

lateral, entre los que se ubica la toma para riego en progresiva 3850. El cierre frontal se encuentra interrumpido en progresiva 1000 por la estructura del vertedero. La función de esta presa es regular semanalmente los caudales erogados por la Central Planicie Banderita, ajustando los despachos de caudales a las exigencias de las normas de manejo de agua.

Es importante destacar que el 13 de julio de 2006, el río Neuquén sufrió la máxima crecida histórica que registró en Portezuelo Grande un caudal de 10.300 m³/s; 1.800 m³/s se vertieron hacia el cauce del río Neuquén y los restantes 8.500 m³/s se derivaron al lago Los Barreales y absorbieron la mayor parte de la crecida. Si no fuera por el complejo Cerros Colorados, los daños habrían sido terribles, se habrían anegado miles de hectáreas fértiles y se habrían inundado terrenos en los que viven aproximadamente 650.000 personas. Además, se habrían visto afectadas importantes zonas gasíferas y gasoductos que podrían haber interrumpido el servicio de gas a los grandes centros urbanos en época invernal.



*Arriba: Portezuelo Grande. Derecha: Embalse Los Barreales.
Neuquén.*







Restitución de la presa derivadora de Portezuelo Grande, complejo Cerros Colorados, Neuquén.





Dique Mari Menuco, complejo Cerros Colorados, Neuquén.



An aerial photograph of a river with white water rapids. The water is a mix of white foam and greenish-brown, indicating a fast-moving current. The banks are covered in dense green vegetation. The overall scene is dynamic and natural.

ORSEP: LABOR Y OBJETIVOS

LAS PRESAS POR DENTRO

Ing. Ailín Pertierra - Jefe de Departamento de Ingeniería del ORSEP

Si bien vemos las presas como imponentes obras que cierran el paso a las aguas del río, estas grandes estructuras almacenan y regulan el paso del agua. En su interior, los materiales que las conforman pueden ser muy distintos, incluso pueden combinarse mediante metodologías constructivas variadas.

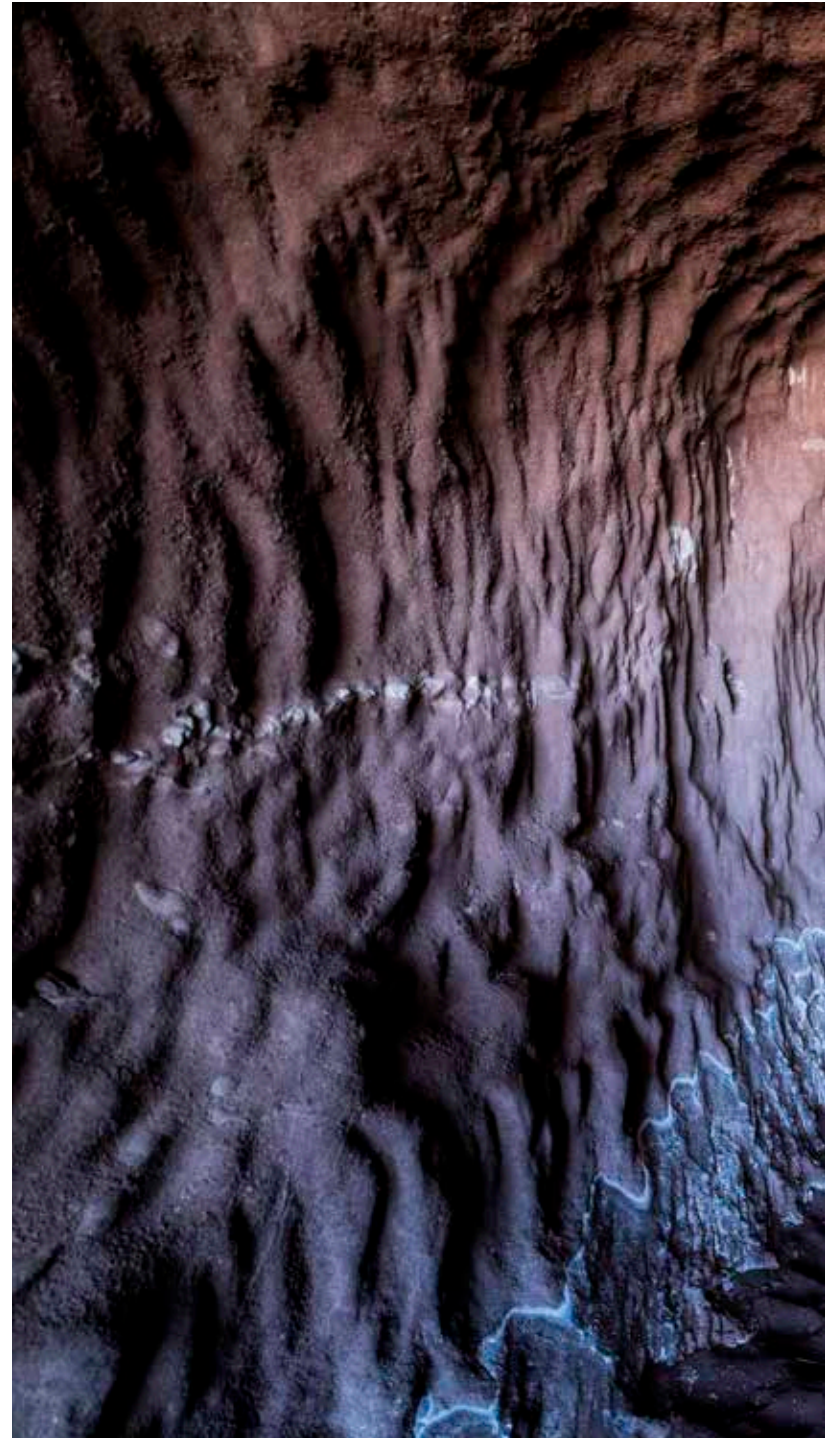
Las presas pueden ser de diversos tipos, como hemos visto en este libro: de hormigón en arco, de hormigón de gravedad, de contrafuertes, de escollera con pantalla de hormigón, de materiales sueltos, etc. Toda presa debe generar una estructura capaz de soportar la carga del agua detrás de ella y al mismo tiempo ser impermeable para lograr retenerla, garantizando su propia durabilidad. Para dar impermeabilidad a la estructura necesita un muro o pantalla de hormigón, un material de muy baja permeabilidad como la arcilla o eventualmente núcleos revestidos con asfalto. Particularmente, en las presas de hormigón macizo, este último cumple ambas funciones: impermeabilidad y resistencia.

Por otra parte, las presas permiten el paso del agua del curso natural a través de diversos órganos de evacuación: la central hidroeléctrica, las tomas para riego y descarga de fondo, y el aliviadero. Este último componente es el que permite manejar las crecidas que transitan por el río (grandes volúmenes en poco tiempo); su uso se produce eventualmente cuando la presa se encuentra llena. Su adecuado diseño no solo permite evacuar el agua en forma controlada, sino que también protege la presa evitando que el nivel del agua se eleve por sobre su coronamiento y le provoque daños. Generalmente, esta estructura se construye de hormigón, y puede estar sobre la presa o atravesando las formaciones rocosas laterales.

Las de arco, como Agua del Toro, son presas de hormigón que aprovechan el "efecto arco" para descargar el empuje del agua en su fundación, es decir la base de apoyo, y en los estribos, apoyos laterales. Tienen la ventaja de ser muy esbeltas, por lo que requieren menos volumen de hormigón que otros tipos de presas, sin embargo, exigen la presencia de roca de alta resistencia tanto en la fundación como en los estribos.

Las presas de hormigón de gravedad descargan el empuje del agua casi exclusivamente hacia la fundación, teniendo una sección tipo triangular. La estabilidad al vuelco se logra ensanchando la base. En los últimos años se construyen utilizando la tecnología del compactado con rodillo, que posibilita un bajo contenido en cemento y mejora la velocidad de ejecución.

Las presas en hormigón de contrafuertes son obras con una pantalla de hormigón curva o plana, como el caso de Escaba, sostenida por contrafuertes que son gigantescos tabiques de hormigón de forma trapecial que descarga el empuje del agua a la fundación. De esta forma se consigue un menor volumen de hormigón pero la roca de fundación sufre una mayor concentración de las cargas.



*Galería de inspección y drenaje bajo la presa,
El Chocón, Neuquén y Río Negro.*





Las presas de escollera son obras constituidas por un cuerpo de materiales sueltos que sirve de apoyo a una pantalla de hormigón la cual cubre íntegramente el talud aguas arriba y le brinda impermeabilidad. El cuerpo se compone generalmente de un enrocado y gravas debidamente compactadas que proporcionan resistencia y estabilidad a la presa.

Las presas de materiales sueltos son grandes terraplenes compuestos por una variedad de materiales tales como piedras, gravas, arenas, limos y arcillas adecuadamente seleccionados, dispuestos y compactados. Para aportar la impermeabilidad, habitualmente cuentan con núcleo arcilloso, pero también pueden poseer una pantalla de hormigón o un recubrimiento asfáltico. Suele ser necesaria una capa exterior de enrocado aguas arriba que proteja la estructura central impermeable de la acción del agua y del clima. Aguas abajo puede tener también un enrocado o una protección con capa vegetal.

La gran mayoría de presas contienen galerías y túneles que permiten recorrer los diques por dentro; en algunos casos, como en Agua del Toro, descienden más de 100 metros hasta la fundación de la presa. En El Chocón, un gran túnel construido por debajo de la presa permitió realizar inyecciones de cemento para mejorar la impermeabilización. Se utilizan también para realizar mediciones y controles.

*Arriba: Galería de inspección del dique Florentino Ameghino, Chubut.
Derecha: Vía de la zorra de la galería de inspección, dique Río Hondo, Santiago del Estero.*





Galería de inyección del paleocauce GP3, Piedra del Águila, Neuquén y Río Negro.



Arriba y página siguiente: galería de inspección y drenaje, Planicie Banderita, Neuquén.





CONTROLES EN LAS PRESAS

Ing. Mateo Bauzá - Director Regional Norte

Los distintos tipos de presas requieren numerosos controles para asegurar su correcto funcionamiento a lo largo del tiempo. Por este motivo, se necesita acceder a su interior para medir variaciones geométricas, presiones y caudales y es la razón por la cual se construyen galerías y túneles que recorren sus entrañas. En algunos casos, estas galerías se extienden a zonas rocosas naturales con cargas de agua importante.

Durante la ejecución de la obra, las galerías se utilizan para realizar inyección de cemento o sustancias que mejoran la impermeabilidad del cierre. Una vez terminado el dique, se realizan mediciones desde las galerías o túneles, a través de instrumentos alojados en la estructura o en la fundación de la presa. Otro elemento importante para evaluar son las filtraciones que se producen en el cuerpo de la presa.

En las presas, la cantidad de agua que se infiltra a través de las mismas y/o de su fundación es uno de los indicadores más importantes de las condiciones de funcionamiento de la estructura y eventualmente, una fuente de problemas. Las filtraciones pueden provocar la disolución de sales que llenan poros, fisuras o grietas de la presa y de su fundación y arrastrar los granos más finos del material provocando vacíos que podrían debilitar la resistencia de la presa. En general, siempre existen filtraciones y estas deben estar controladas a fin de evaluar si se mantienen en el tiempo o si aumentan. Las filtraciones implican el escurrimiento de agua, para lo cual se miden los caudales en forma individual o por sectores. El control de caudales es importante para asegurar la durabilidad de la obra.

Es también importante controlar los movimientos geométricos y deformaciones que pueda tener la presa. Así se utilizan internamente péndulos e inclinómetros para determinar si existe algún tipo de desplazamiento angular. Externamente a la presa, se establecen puntos fijos no afectados por la obra y a partir de ellos se miden geodésicamente puntos del dique para analizar si se presentan desplazamientos.

Realizar estos controles y mediciones es una tarea sustancial para garantizar la seguridad de la obra por ello, el personal de las empresas concesionarias recaba periódicamente la información de los instrumentos. En muchos casos, esto se realiza en forma automática y sistematizada; en otros casos, las mediciones son manuales y se registran.

El personal del ORSEP tiene como tarea primordial asegurarse que estas tareas de medición se realicen con las frecuencias y calidad adecuadas y se elaboren informes mensuales, trimestrales, semestrales y anuales que se revisan en forma exhaustiva para evaluar si existen desviaciones de las mediciones habituales. En el caso en que se detecten anomalías, se inician estudios para evaluar si es necesario tomar medidas correctivas.

En una situación de potencial falla de una presa, la aparición de bruscas variaciones en los caudales de filtración o en presiones de poros, se puede anticipar el problema. Ante esa eventualidad la disponibilidad de datos permite ejecutar acciones preventivas sobre la presa, o en el caso que se evalúe que haya un riesgo concreto de rotura, poner en marcha el plan de acción durante la emergencia (PADE).

Drenes en el extremo de la galería de inspección y drenaje, Planicie Banderita, Neuquén.



Descarga de drenaje, Planicie Banderita, Neuquén.





*Manómetro, central hidroeléctrica Piedra del Águila,
Neuquén y Río Negro.*



Sala de control, Central hidroeléctrica El Chocón.



Unidades de generación. Acceso al generador N°2, Piedra del Águila.



Control de apertura de álabes, Planicie Banderita.



Servicios auxiliares. Manómetro del sistema de lubricación, Piedra del Águila.



Instrumento de control, Planicie Banderita.



Manómetro para presiones diferenciales, Piedra del Águila.



Indicador de grado de apertura de compuerta, Planicie Banderita.



Válvulas de control del sistema contra incendios, Planicie Banderita.



Tablero de control. Central hidroeléctrica Piedra del Águila.



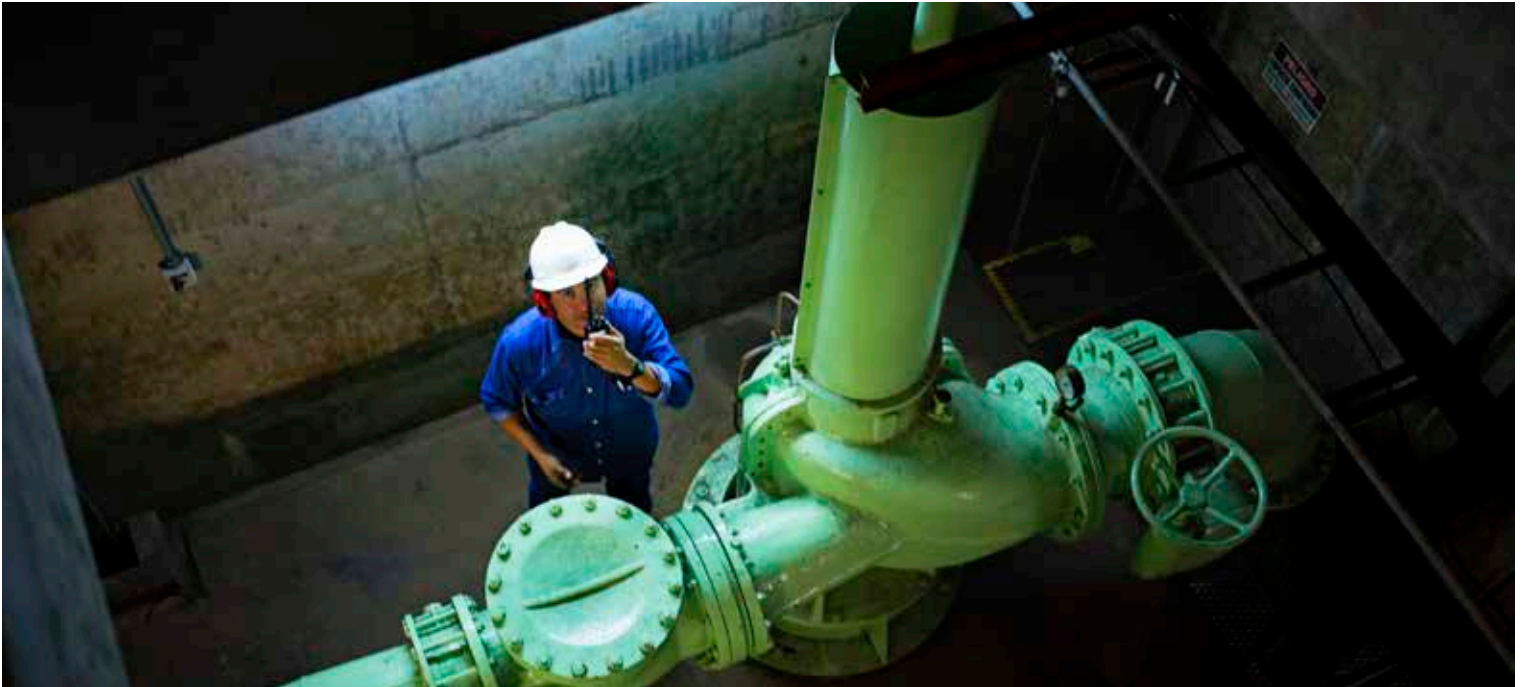
Manómetro y tuberías de inyección, Piedra del Águila.



Tablero con instrumental para control de vibraciones, Piedra del Águila.



Tablero de bomba de drenaje, Piedra del Águila.



Bomba del sistema de drenaje, Planicie Banderita.



Bornera para conexión de piezómetros eléctricos, Planicie Banderita.

GENERACIÓN DE ENERGÍA. COMPLEJO HIDROELÉCTRICO PIEDRA DEL AGUILA

Ing. Gustavo Franke - Director Regional Comahue

El río Limay, con sus cinco represas hidroeléctricas que aprovechan el desnivel natural de más de 400 metros que hay entre su nacimiento, en el lago Nahuel Huapi, y su confluencia con el río Neuquén, provee buena parte de la energía eléctrica que produce nuestro país. El complejo Piedra del Águila es parte fundamental de este sistema. Se encuentra a 240 km de San Carlos de Bariloche y a 230 km de la ciudad de Neuquén; el embalse se halla aguas abajo de la confluencia de los ríos Limay y Collón Curá. Se trata de la mayor central construida exclusivamente en territorio argentino. Consta de una presa de hormigón de gravedad con una altura de 173 m, y un aliviadero para soportar hasta 10.000 m³/s para evacuar las grandes crecidas del río Limay.

En Piedra del Águila se genera energía eléctrica renovable y no contaminante que llega a toda la Argentina por medio del Sistema Interconectado Nacional a través de la red de 500 kV. También permite la regulación del río mediante la disponibilidad de un volumen de 2000 hm³ en el embalse, lo que contribuye a la atenuación de las crecidas. Las obras incluyen una casa de máquinas con cuatro grupos turbogeneradores de 350 MW cada uno. En el futuro se prevé la instalación de dos grupos adicionales de igual capacidad.

La presa es de hormigón de gravedad, de estructura modular, compuesta por 38 bloques que se fundan en la roca sana, impermeabilizada mediante una cortina de inyecciones. Además, se ejecutó una cortina de drenaje, aguas abajo de la de inyecciones, para reducir la subpresión en la fundación de los módulos de la presa.

El aliviadero, ubicado en la margen izquierda, está controlado por cuatro compuertas radiales, accionadas por servomotores hidráulicos, con un canal de descarga que se estrecha aguas abajo hasta terminar en un dissipador tipo salto de esquí. El fondo está revestido con losas de hormigón de aproximadamente 1 m de espesor. También cuenta con un juego de ataguías para poder realizar tareas de mantenimiento en las compuertas. En forma transversal y a lo largo del canal, hay tres conductos de aireación para minimizar erosiones hidráulicas provocadas por la cavitación.

La presa cuenta con 6 tomas que son estructuras de captación del tipo abocinado convencional, controladas por compuertas planas accionadas por servomotores hidráulicos. Su embocadura se encuentra protegida por rejas removibles. Se continúa mediante un tramo de transición en el hormigón, que da inicio a la tubería forzada de acero hasta su conexión con la cámara espiral en la central a través de una junta flexible.

La central hidroeléctrica consiste en un grupo de edificios ubicados al pie de la presa, donde se encuentran los cuatro turbogrupos y sus respectivos equipos, el edificio de control (compuesto por locales desde los cuales se comandan las operaciones de generación) y una playa ubicada aguas arriba donde se encuentra la estación de maniobras. Por debajo de ella se ubican los transformadores de 500 kV. Las turbinas son de reacción de eje vertical tipo Francis con cámara espiral de chapa de acero y tubo de aspiración acodado. La descarga de la central se efectúa por medio de un canal de restitución en contrapendiente (revestido en hormigón).







Una particularidad de esta presa es su paleocauce. El curso que el río Limay seguía hace millones de años y que fue cubierto por un manto de lava volcánica que fluyó y cubrió una gran extensión en la región. Como consecuencia de ello, el actual Limay buscó un nuevo cauce adyacente. Este antiguo cauce se encuentra relleno con material aluvional y sepultado bajo coladas de basalto que conformaron una meseta. Al llenar el embalse, el agua del mismo se habría filtrado a través del material aluvional del paleo-

cauce haciendo necesaria su impermeabilización para evitar una falla. El tratamiento del paleocauce consistió, básicamente, en la ejecución de un sistema de galerías para conformar una cortina de inyecciones y un sistema de drenaje, además de un muro diafragma de hormigón entre el paleocauce y la presa. El sistema de drenaje consta de una cortina de perforaciones de drenaje ejecutadas desde las galerías denominadas GP4 y GP9, aguas abajo de la galería de inyecciones, una línea de 5 pozos de drenaje desde

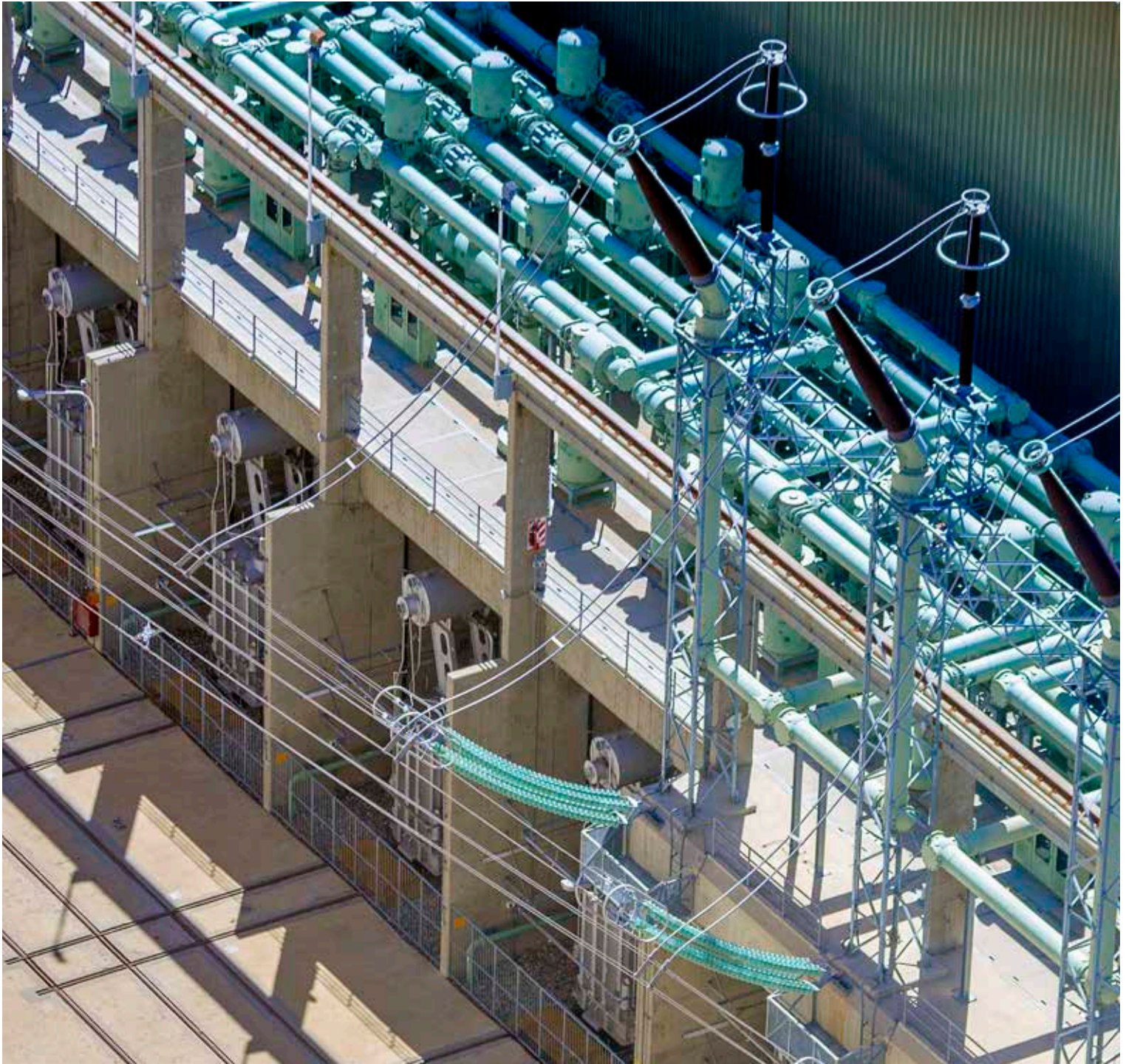


los que se ejecutaron perforaciones subhorizontales y como última línea, 12 pozos de bombeo instalados desde la galería de inspección y desagüe de la trinchera de drenaje del anfiteatro, una formación natural aguas abajo de la meseta de basalto.

Piedra del Águila, de una gran belleza y con 70 km de extensión, es utilizado además, como los otros embalses de la región, para la cría de truchas y salmones en cautiverio y la pesca en general.

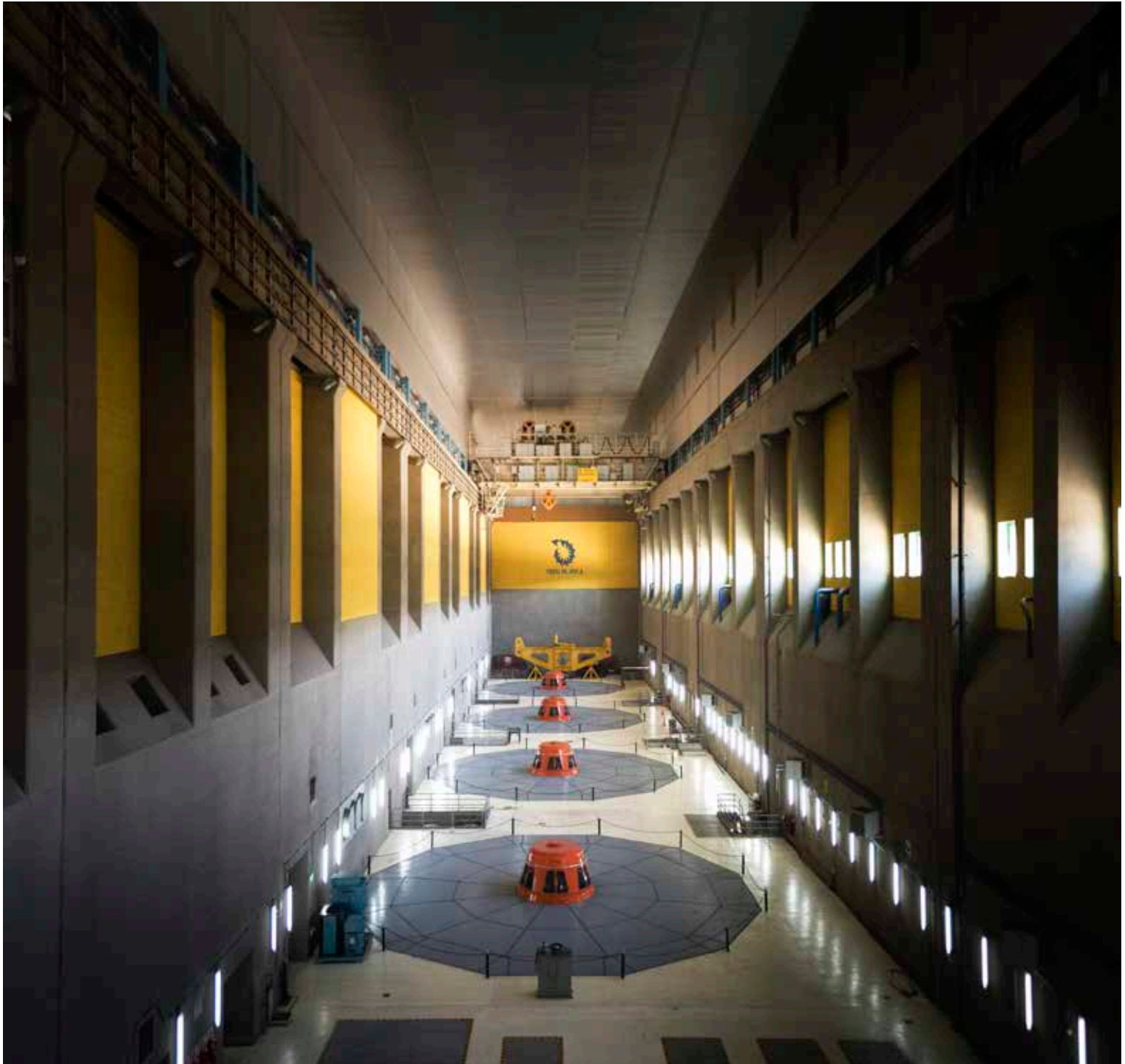
*Arriba: Río Limay y complejo Piedra del Águila, Neuquén y Río Negro.
Página anterior: Vista de la central Piedra del Águila y río Limay desde el coronamiento del dique, Neuquén y Río Negro.*





Playa de generadores, Piedra del Águila, Neuquén y Río Negro.





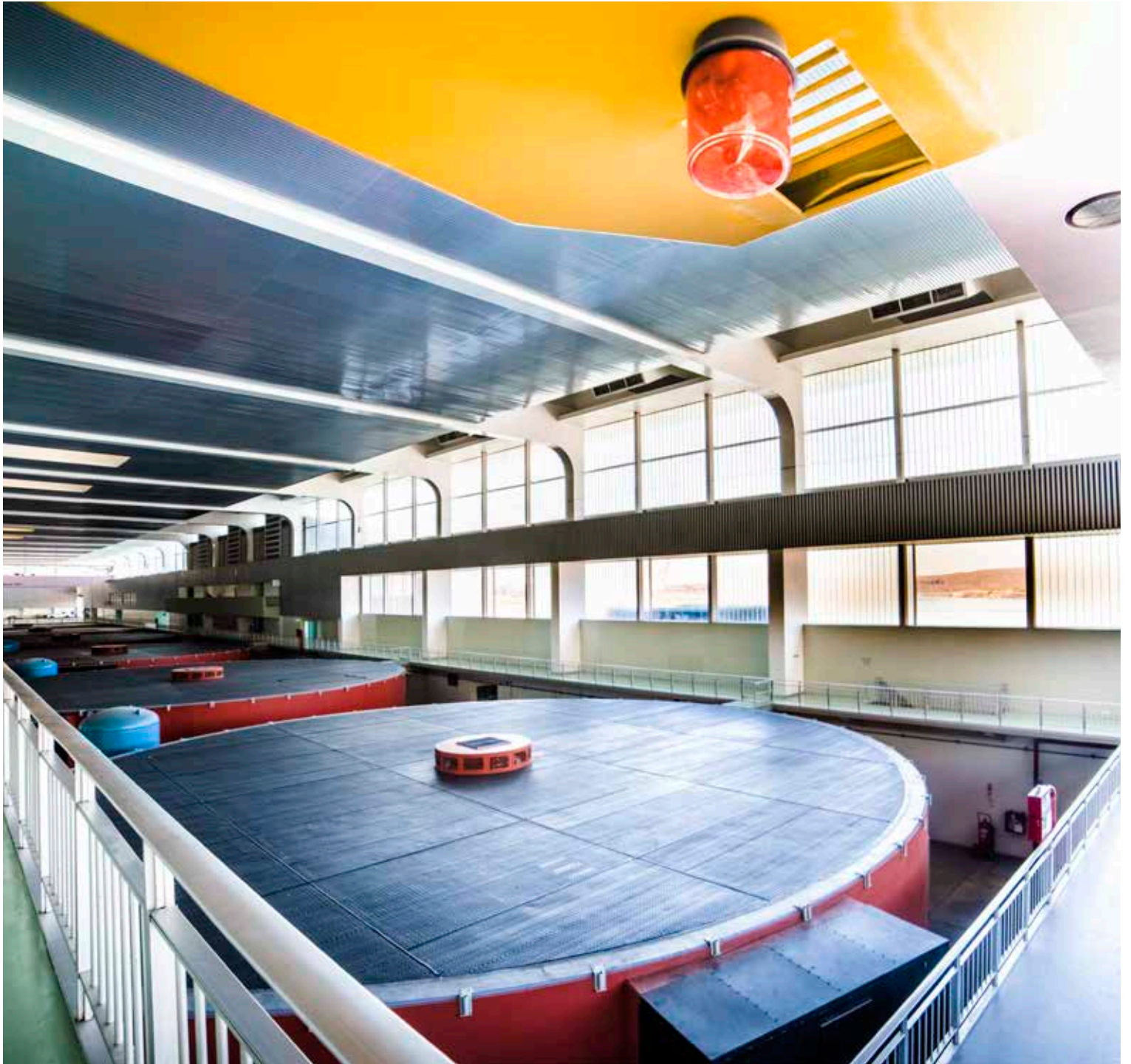
*Sala de máquinas. Nivel de montaje de turbogrupos.
Piedra del Águila, Neuquén y Río Negro.*



*Bridas de acople de tubería de aducción,
Piedra del Águila, Neuquén y Río Negro.*



*Eje de vinculación entre turbina y generador,
central Florentino Ameghino, Chubut.*





*Sala de máquinas, nivel de montaje, central hidroeléctrica
Los Reyunos, Mendoza.*



Los Reyunos, Mendoza.



*Torres de alta tensión del Sistema Interconectado Nacional.
El Chocón, Neuquén y Río Negro.*

INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

Ing. Jimena Carbonel - Regional Cuyo - Centro

La República Argentina tiene dos tercios de su territorio compuesto por zonas áridas o semiáridas en las cuales es casi imposible desarrollar la agricultura sin la ayuda de los sistemas de riego. La provincia de Mendoza es la más destacada en este aspecto por sus distintos oasis, tanto en el norte alrededor del río Mendoza, como en el centro el del Río Tunuyán y en el sur el de San Rafael, alimentado por los ríos Atuel y Diamante. Las acequias características de la provincia para cualquier visitante son canales por donde se conducen las aguas para regar. Su uso principal es el riego de las chacras, así como también el riego de los árboles en las zonas urbanas.

Hace más de 450 años ya existía un sistema de riego en el territorio de la provincia, desarrollado por los Huarpes, quienes a su vez lo habían adquirido de los Incas. Los Huarpes se asentaron en zonas cercanas a los ríos, de los que derivaban agua para consumo y para sus cultivos por medio de canales o acequias. En efecto, ya regaban sus tierras por "mantos" es decir, inundaban los terrenos a partir de una acequia proveedora. Este sistema era óptimo para el cultivo del maíz, poroto, zapallo, calabaza, papa y varias hortalizas que constituían la base de su alimentación.

Una vez poblado por los españoles, el sistema hídrico de acequias y canales posibilitó, por un lado, la provisión de agua potable y de riego y, por el otro, disponer de una fuerza hidráulica que permitió el funcionamiento de molinos, dando inicio a una próspera industria productora de harinas. Sin embargo, con el desarrollo de la Pampa agrícola empezó a decaer la producción local de trigo; dada la experiencia que tenían los inmigrantes italianos y franceses en el cultivo de la vid y olivo, estos cultivos se impusieron. Así, actualmente Mendoza es la provincia de mayor producción de vino del país, y su variedad, Malbec, es reconocida mundialmente.

La provincia desarrolló por necesidad, y con inteligencia, un sistema de asentamientos humanos y productivos con riguroso respeto a la topografía de la región que ha mantenido su vigencia y perdurabilidad hasta la actualidad. Las zonas regadas ocupan el 2,5% de la superficie de la provincia, el resto es prácticamente un desierto, con poco más de 220 mm de precipitaciones anuales promedio. De acuerdo con datos oficiales, solo un 5% de las aguas disponibles son utilizadas para consumo humano. El 89% es requerido por el sector agrícola, el 2% por el sector industrial y el 4% restante para otros usos. Cada una de estas demandas sufre el mismo inconveniente que el consumo humano: la desigual distribución entre la necesidad del recurso y su disponibilidad.

El oasis irrigado por el río Diamante cuenta actualmente con una infraestructura hidráulica compuesta de un sistema de presas embalse (Agua del Toro, Los Reyunos y El Tigre) y con los diques Galileo Vitali y Vidalino de los que se derivan los cauces del sistema de riego de la zona. Existe además una toma libre, Canal Villa, que se encuentra inmediatamente aguas abajo de la presa El Tigre.

El agua erogada por la presa El Tigre ingresa a la red de riego en el dique Galileo Vitali, ubicado pocos kilómetros aguas abajo. Este dique es un derivador ubicado en la margen derecha, tiene 96,2 m de longitud y posee 10 compuertas de 8 m x 4 m, separadas por 9 pilas de 1,80 m de espesor. El dique derivador Vidalino se ubica en la parte baja del río.

Desde su origen, la infraestructura de riego mendocina fue propuesta como un sistema de distribución de agua de una compleja red de canales primarios o matrices, secundarios o ramas, terciarios o hijuelas y cuaternarios o ramos. De este modo, se convirtió en un sistema eficiente para el reparto del agua. Actualmente las nuevas instalaciones usan sistemas presurizados que permiten el más eficiente riego por goteo.

El diseño de esta red se estableció de acuerdo con la topografía de los terrenos. Resultaron privilegiados aquellos donde la pendiente favorece la circulación del agua. Este factor se presenta incluso antes de la sanción de la Ley General de Aguas, que tiene la función de ordenar el sistema. En este sentido, la fijación de los cupos de los derechos de riego, el reparto mediante sistema de turnos según la extensión de la propiedad y el vínculo indisoluble del agua a la tierra, constituyen los principios fundamentales sobre los cuales fue desarrollada la red de riego.

El marco legal lo dio la Ley General de Aguas que, en 1884 por primera vez en el país, puso por escrito y ordenó la distribución del agua, al mismo tiempo que fijó criterios de equidad fundamentales para distribuir un bien escaso entre muchos interesados.

Río Diamante, dique El Tigre, Mendoza.



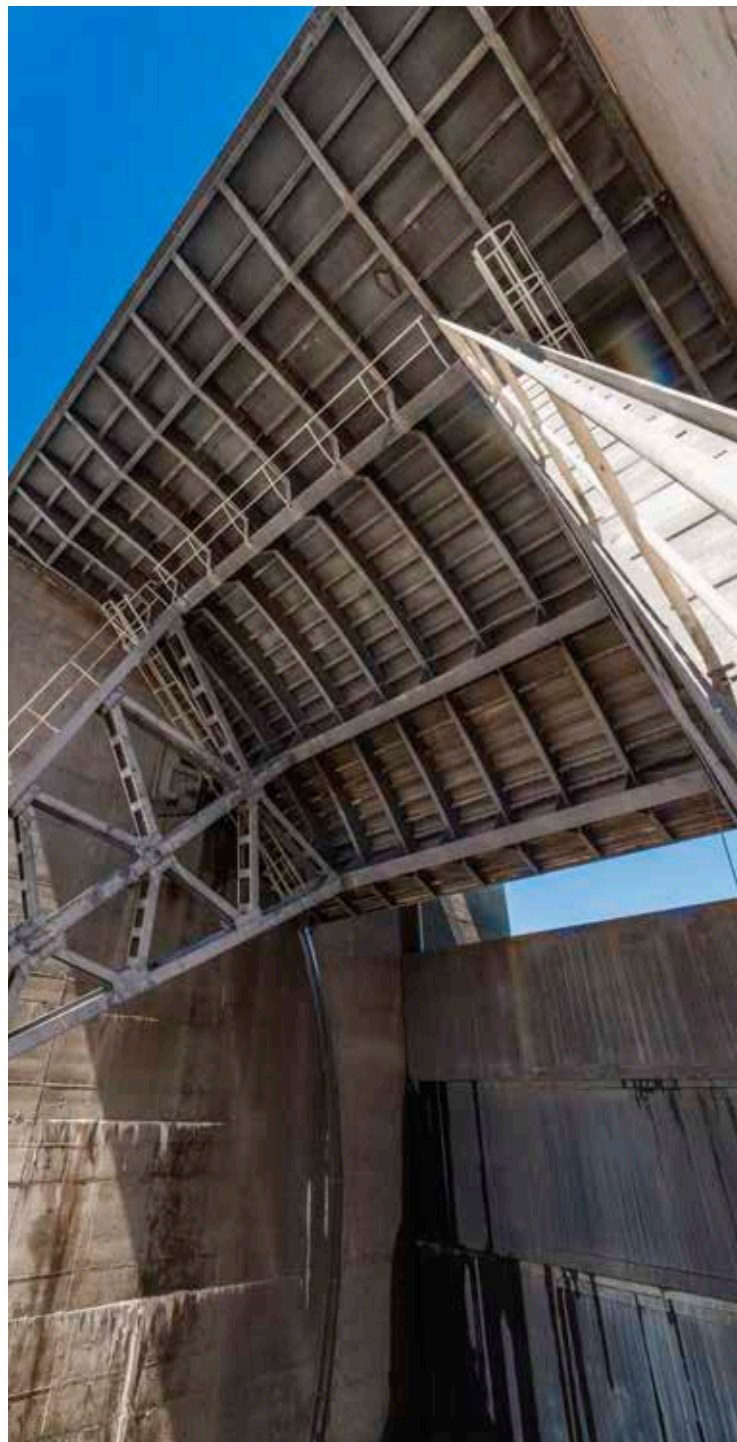


*Prueba de funcionamiento de las válvulas de riego,
Agua del Toro, Mendoza.*



*Ensayo de la válvula de riego, complejo Los Reyunos,
Mendoza.*





*Izquierda: Puente grúa para la colocación de ataguías,
Planicie Banderita, Neuquén.
Derecha: Compuerta con ataguía colocada durante una inspección,
El Chocón, Neuquén y Río Negro.*



*Camino de servicio sobre el muro de ala de margen izquierda,
El Chañar, Neuquén.*



Vertedero del complejo Los Reyunos durante una maniobra de ensayo de funcionamiento de compuertas, Mendoza.

CONTROL AMBIENTAL

Lic. Paula Roberts - Departamento de Ingeniería del ORSEP

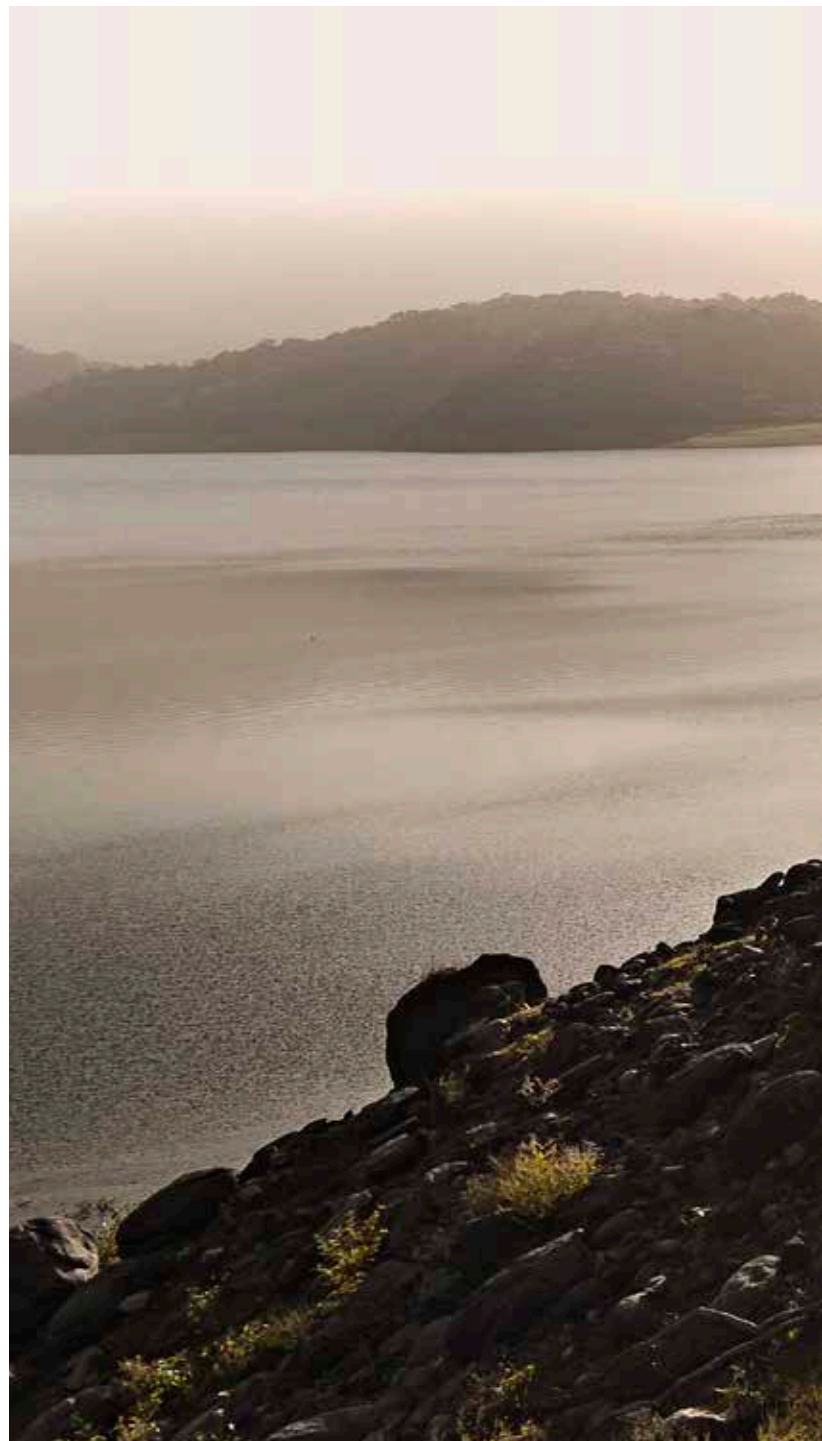
A fines del siglo XIX comenzaron a construirse presas en nuestro país. Los principales objetivos fueron la regulación de crecidas propias del ciclo hidrológico y el abastecimiento de agua para la población a fin de que las tierras áridas se convirtieran en oasis de hectáreas altamente productivas gracias a la complementación con el riego.

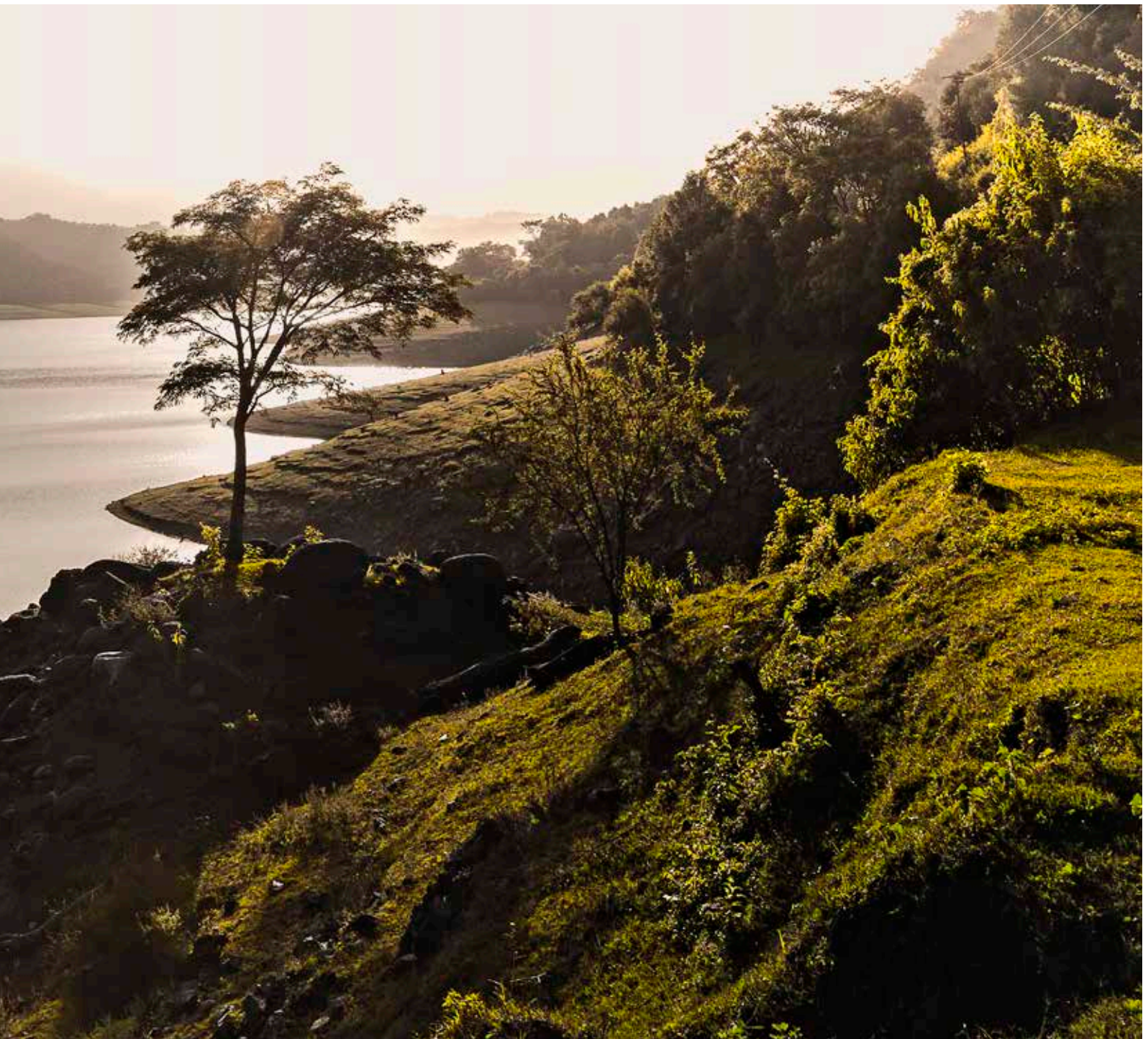
La regulación de los recursos hídricos permite que se ajuste la oferta y la demanda en el tiempo satisfaciendo a los distintos usuarios y evitando inundaciones que conllevarían daños socioeconómicos de fuerte impacto (el 40% de las fatalidades provocadas por fenómenos naturales a nivel mundial es producto de las inundaciones). Con el paso de los años, la generación de energía hidroeléctrica se transformó en un factor clave para el desarrollo sustentable y la independencia energética de la Argentina. Los aspectos ambientales, en un principio, eran desconocidos o poco tenidos en cuenta, sin embargo, los criterios cambiaron. Con el paso del tiempo, los profesionales de diversas ramas de la ingeniería, la comunidad académica y científica, la opinión pública y la presión de diversas organizaciones no gubernamentales y otros actores sociales, tanto a nivel nacional como internacional (ONU, BID, etc.), han logrado que el cuidado del ambiente se considere desde el primer momento a la hora de proyectar, construir, operar y gestionar las obras de aprovechamiento multipropósito, incluso hasta luego de su vida útil.

Durante 1970, la construcción de diques en territorio argentino estuvo en auge. Hacia 1977, se finalizaron las obras del Complejo El Chocón, en el límite interprovincial Neuquén - Río Negro. Unos años más tarde, en 1987, la Argentina redactó su primer *Manual de gestión ambiental para obras hidráulicas con aprovechamiento energético*. Este fue un paso fundamental que permitió identificar los principales aspectos ambientales a estudiar desde la etapa inicial de evaluación del recurso hasta la etapa de operación del aprovechamiento hidroeléctrico. Más tarde, en noviembre del año 2002, se promulgó la Ley 25.675, más comúnmente llamada Ley general del ambiente, que establece los lineamientos de la política ambiental argentina.

Entre los principios de la seguridad de presas que hacen al Sistema de Gestión, se declara que la construcción y operación de una presa debe estar claramente justificada. Hoy en día se entiende que dicha justificación requiere una visión multicriterio, que involucre la factibilidad técnica y económica, pero también la ambiental y social, para que las obras se inserten en el medio local de la forma más eficiente posible (por ejemplo, la definición del caudal ecológico necesario) y sean aceptadas por los miembros de la comunidad, que además son quienes gozan de los beneficios directos derivados de la construcción de una presa (entre estos beneficios están el empleo, la recreación y el turismo). Como ejemplo de instrumento para analizar el impacto ambiental de la construcción de una presa, contamos actualmente a nivel país con la Evaluación de Impacto Ambiental Obligatoria. Sus objetivos son prevenir, mitigar y compensar los impactos

Embalse Escaba, Tucumán.





negativos y potenciar los positivos, generando también un plan de gestión que asegure la implementación de medidas correctoras. Por otro lado, la seguridad pública y la protección del ambiente demandan medidas cada vez más fuertes. Una vez construida la presa, una posible rotura o incluso una falla operativa significa asumir un riesgo, no solamente para la población que vive aguas abajo, sino para la infraestructura y el ambiente. Es por ello que se realiza un exhaustivo control del estado de las presas basado en auditorías técnicas, visitas periódicas y contratación de los profesionales expertos en la temática.

La discusión en torno a las presas y los embalses es un ejemplo más de la dicotomía a la que se enfrenta la sociedad actual. Las presas y los embalses, como cualquier otra actividad humana, causan un impacto en el medio natural que es innegable, pero al mismo tiempo son necesarios para que la sociedad obtenga servicios básicos como agua y energía. Los interrogantes son ¿qué tipo de desarrollo queremos? ¿cuándo? ¿para quién?, ¿dónde? La clave radica en alcanzar un equilibrio. El punto en el que todos nos ponemos de acuerdo es que el objetivo final debe ser siempre mejorar la calidad de vida de la población.

Correctamente planeados, diseñados, construidos y mantenidos, los aprovechamientos multipropósito representan activos altamente necesarios para el desarrollo de nuestro país. Es muy importante considerar que generan energía limpia, atenúan los efectos de posibles excesos hídricos y devastadoras sequías, y permiten acumular importantes reservas de agua dulce sin alterar de forma drástica las variaciones estacionales del caudal del río ni la provisión de hábitat para la fauna. Sin dudas, queda un largo camino por recorrer y, aunque muchas veces la incertidumbre dificulte la toma de decisiones en aspectos ambientales, debemos basarnos en la experiencia de todos estos años y en el conocimiento de nuestros profesionales a la hora de llevar adelante políticas hídricas de semejante envergadura.



Río Chevarría, Escaba de Arriba, Tucumán.







Río Chubut.





*Río Limay, aguas abajo, Piedra del Águila,
Neuquén.*

AGUA PARA CONSUMO HUMANO. DIQUE EL CADILLAL

Ing. Hebe Barber - Jefe de Departamento de Ingeniería Regional Norte

Un hecho no muy conocido es que varias ciudades importantes del interior del país reciben agua dulce de embalses para transformarla en agua potable mediante plantas potabilizadoras. Algunas ciudades la reciben en forma directa desde el reservorio y otras en forma indirecta aguas abajo, que pueden tomar de los ríos regulados por embalses.

Debido al cambio climático, se presentan fenómenos extremos cada día como sequías prolongadas. Por ese motivo, es fundamental contar con reservorios de agua dulce. Será necesario en el futuro aumentar el número y volumen de embalses de agua dulce para potabilizar en las zonas áridas y semiáridas de la Argentina a fin de aumentar la resiliencia de las ciudades a las variaciones del clima.

Entre las ciudades que reciben agua dulce desde embalses en forma directa, podemos destacar Córdoba (1.500.000 habitantes), desde los diques San Roque y los Molinos, San Miguel de Tucumán (1.200.000 hab.) desde el embalse El Cadillal y Neuquén (300.000 hab.) desde el embalse Mari Menuco. Otras ciudades, capitales de provincia, como Catamarca, La Rioja y San Luis también reciben agua desde embalses.

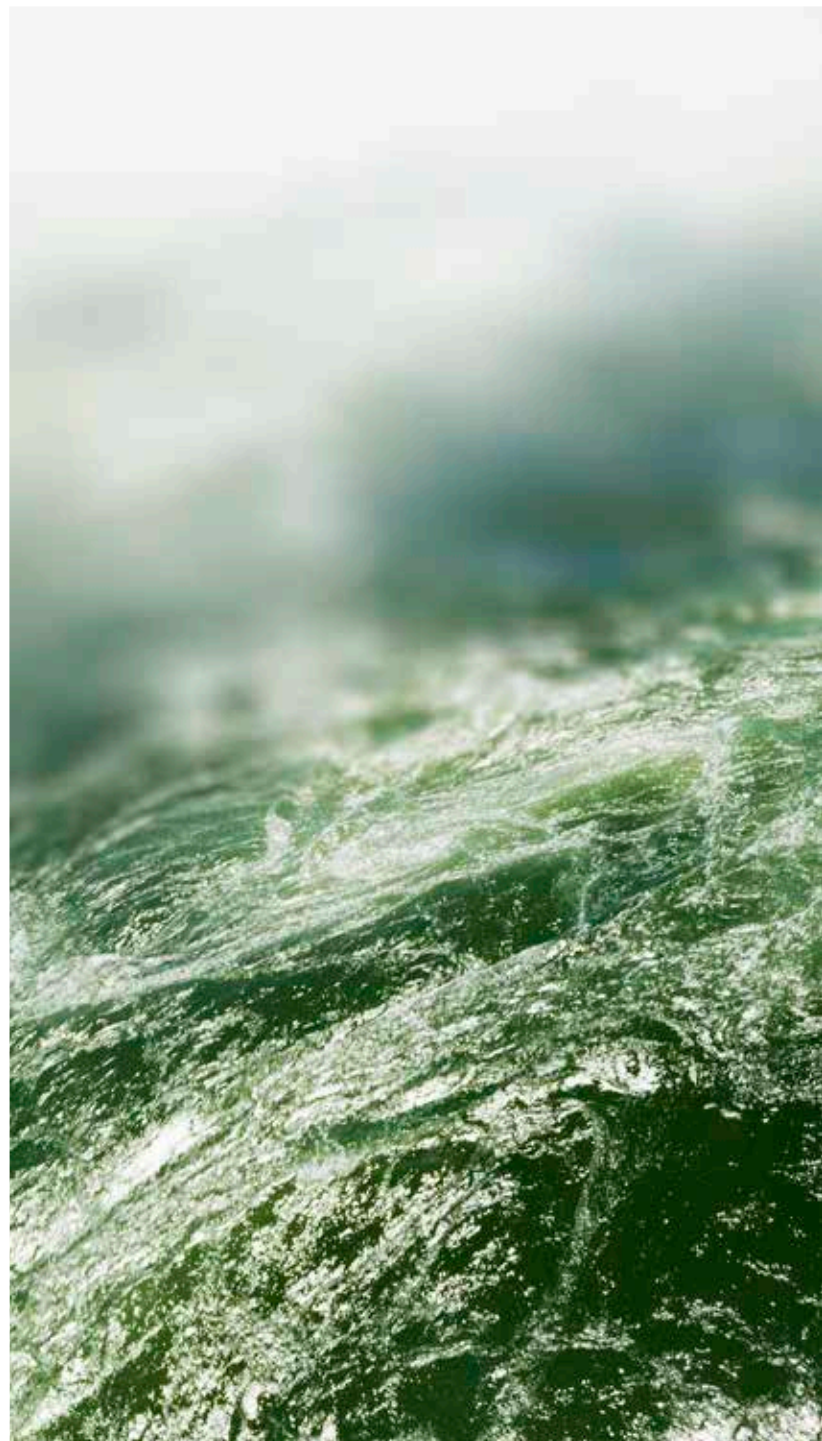
Luego de varios intentos durante el siglo XX, la ex Agua y Energía S.E. desarrolló, en 1956, el proyecto El Cadillal (pcia. de Tucumán) que concluyó en la licitación y posterior construcción del actual aprovechamiento. En 1962 se iniciaron las obras que finalizaron en diciembre de 1965. El embalse obedece a objetivos múltiples, entre ellos producir agua potable, para industria y para riego, generación de energía hidroeléctrica y atenuación de crecidas. La presa, finalmente ejecutada, es de materiales sueltos con núcleo impermeable desarrollada en planta curva. La altura es de 85 m y 3 presas laterales completan el cierre del embalse. A la derecha se ubica el vertedero semicircular de perfil Creager que descarga a un canal en túnel

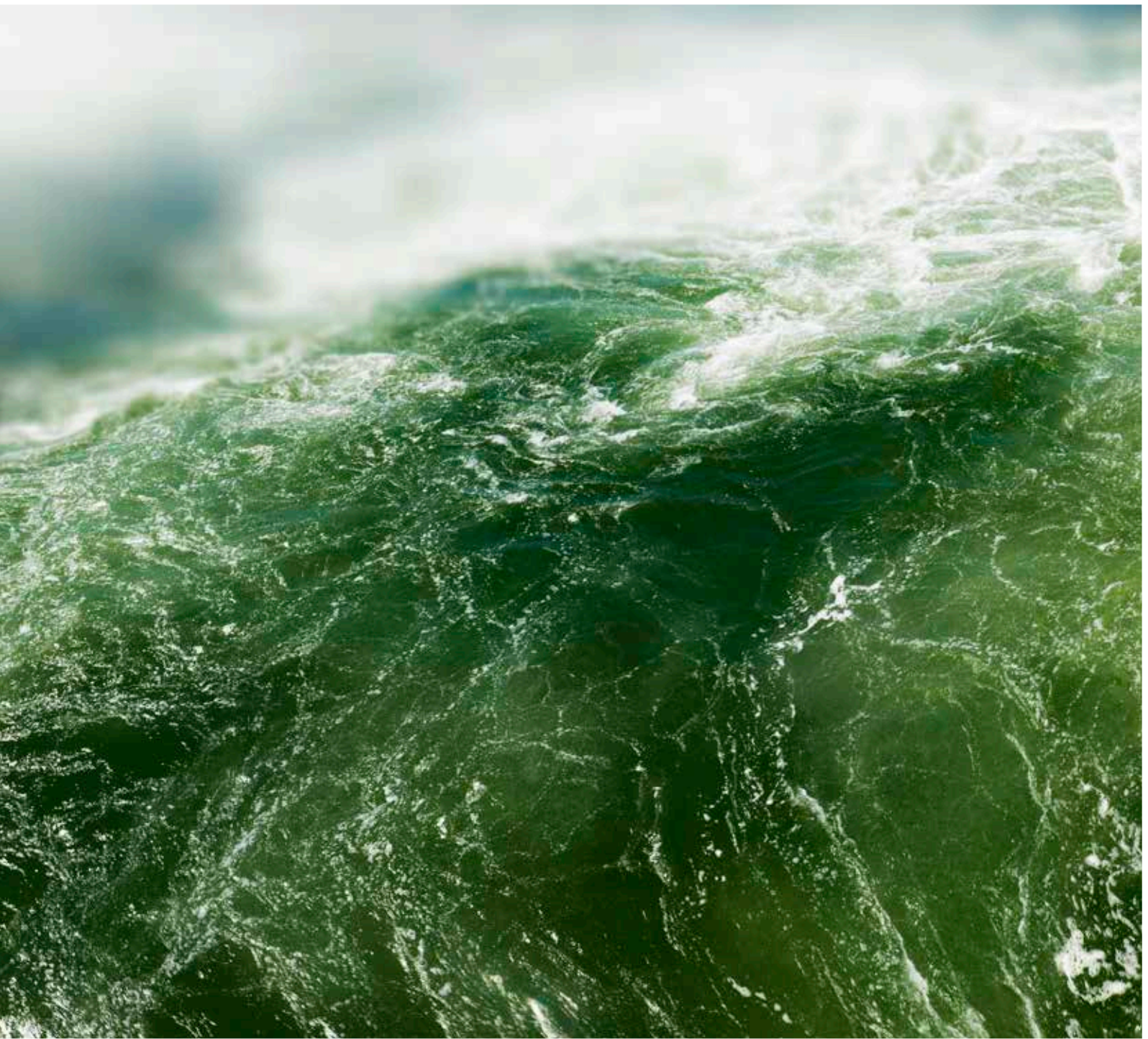
Desde el embalse se alimenta la central, las tomas de riego y de fondo, que después de atravesar la montaña en dos túneles de 3 y 6 m respectivamente finalizan en la Central Hidroeléctrica y en la estructura de descarga con válvulas Howell Bunger. El espectáculo que se genera cada vez que se operan estas válvulas merece ser visto.

El túnel de 3 m alimenta la central hidroeléctrica de derivación que tiene un salto máximo de 63,7 m y una potencia nominal de 5,6 MW por cada una de las dos turbinas instaladas.

La toma de agua potable se encuentra sobre el canal de restitución de la Central. Está alimentada a partir de una balsa, aguas arriba del aliviadero, con una estación de bombeo. Con este sistema se puede captar el agua superficial, que tiene una menor carga de sedimentos en suspensión. De esta manera, la planta de agua potable se alimenta con el agua de la mejor calidad disponible.

El sueño tan largamente anhelado de regular y aprovechar los caudales del río Salí ha sido cumplido por la presa El Cadillal. Cientos de miles de tucumanos beben de sus aguas. Contribuyó con el desarrollo industrial de la zona y amplió la superficie bajo riego de la provincia de Tucumán. Su imponente marco paisajístico se encuentra a solo 25 km de la ciudad capital.





EL DIQUE BALLESTER

Ing. Adriano Borús - Departamento de Ingeniería del ORSEP

El formidable desarrollo agrícola alcanzado en el Alto Valle del río Negro y en el Valle Inferior del río Neuquén no hubiera sido posible sin la construcción de la extensa red de riego que lo abastece en toda su amplitud. El valle se encuentra ubicado en la región semiárida que se extiende por la mayor parte del territorio nacional, donde la agricultura solo es posible mediante el aporte de riego artificial.

La historia de este colosal emprendimiento comenzó con la promulgación de la Ley Nacional N° 3727 del año 1898, mediante la cual se encomendó al Ministerio de Obras Públicas de la Nación, entre otras responsabilidades, la ejecución del proyecto y construcción de obras de riego. Las autoridades del Ministerio, conscientes del potencial productivo de la región, contrataron al prestigioso ingeniero italiano César Cipolletti para la elaboración de un estudio de irrigación en las cuencas de los ríos Neuquén, Limay, Negro y Colorado. En pocos meses, el Ing. Cipolletti presentó un plan general de obras para el aprovechamiento hídrico de los mencionados cursos. Diez años más tarde, y luego de la creación de la Dirección General de Irrigación, se contrató nuevamente al Ing. Cipolletti para realizar los proyectos definitivos y ejecutar la construcción de las obras. El Ing. Cipolletti falleció durante su viaje al país; en su lugar, el Ing. Decio Severini se hizo cargo del proyecto denominado Sistema Integral de Riego del Alto Valle del Río Negro y Neuquén.

La naturaleza contribuyó para que se produjera la decisión del gobierno nacional de impulsar las obras. Durante el otoño de 1899 se produjo una crecida histórica del río Negro. Los aportes simultáneos de caudales extraordinarios de los ríos Limay y Neuquén generaron en el río Negro una crecida devastadora que arrasó con pueblos enteros y generó la mayor inundación en las ciudades de Viedma y Carmen de Patagones.

El proyecto original del Ing. Severini contemplaba la construcción de:

- 1) un dique de contención sobre el río Neuquén,
- 2) un umbral vertedor y un canal para derivar crecidas hacia la cuenca Vidal (hoy lago Pellegrini),
- 3) una obra de toma para abastecer al gran canal de riego que se extiende a lo largo del valle.

La construcción se inició en enero de 1910 y finalizó en 1916. Posteriormente, se efectuaron trabajos de ampliación que se prolongaron hasta 1931. A los pocos meses de comenzada la obra, la empresa británica Ferrocarril del Sud habilitó un ramal entre las actuales localidades de Cipolletti y Barda del Medio, lo cual facilitó el traslado de equipos, materiales y operarios a la zona de obra.

El dique de contención, de 420 m de longitud, fue equipado con 17 compuertas metálicas planas, de 20 m de ancho por 4 m de altura, separadas por pilas de hormigón de 3 m de espesor. Esta obra se denominó inicialmente Dique Neuquén o Dique Contralmirante Cordero, nombre de una población y estación ferroviaria próxima, hasta que en 1969 y a solicitud del gobernador de la provincia de Neuquén, Agua y Energía Eléctrica resolvió oficializar la denominación de Dique Ingeniero Ballester.

De este modo, el Estado Nacional brindó su reconocimiento a la trayectoria profesional del Ing. Rodolfo Emiliano Ballester, quien fuera subdirector de

la construcción del dique que hoy lleva su nombre, distinguido miembro de la Academia Nacional de Ciencias Exactas y último titular de la Dirección General de Irrigación. En la resolución de Agua y Energía Eléctrica se lo reconoce como un pionero de la hidráulica nacional.

El sistema se complementa con dos tomas de derivación: una sobre margen derecha, para abastecer el canal de Colonia Centenario (4,5 m³/s) y otra sobre margen izquierda, para alimentar el Canal Principal del Alto Valle (100 m³/s). El umbral aliviador de crecidas, construido sobre margen izquierda, posee una longitud de 500 m y permite la descarga hacia el lago Pellegrini de 2.000 m³/s.

El Canal Principal, construido por Ferrocarril del Sud, se extiende a lo largo de 130 km hasta la localidad de Chichinales y posibilita el riego de 60.000 ha. Posee un ancho de solera inicial de 45 m, que se reduce gradualmente a lo largo de su trazado hasta finalizar con un ancho de solera de 1,80 m. En la progresiva km 4,8 el Canal Principal posee una derivación de excedentes hacia el lago Pellegrini.

La construcción del complejo Cerros Colorados produjo una marcada regulación de caudales en el río Neuquén. Por tal motivo, el Dique Ballester y sus obras complementarias de derivación de crecidas resultan actualmente sobredimensionadas. Esta circunstancia ha provocado que no se utilizara durante muchos años el ancho canal de derivación hacia el lago Pellegrini, con la consecuente proliferación de asentamientos irregulares en el propio canal. Sin embargo, a pesar del paso de los años y de la evolución tecnológica, el Dique Ing. Ballester continúa siendo el componente fundamental del sistema de riego del Alto Valle, permitiendo la mayor parte de la producción de manzanas y peras del país.

Dique Ballester, Neuquén y Río Negro.



RECUPERACIÓN DE LOS REGISTROS AUDIOVISUALES DEL ORSEP

Miguel Pereira - Presidente RTA S.E.

Los grandes diques y embalses que se levantan por las más variadas geografías de nuestro país permiten acumular cuantiosas cantidades de agua que luego servirán para riego, generación de electricidad y otros importantes usos. La Radio Televisión Argentina, Sociedad del Estado (RTA S.E.) ha firmado un acuerdo con el ORSEP por el cual recibirá y resguardará en su archivo histórico todo el material audiovisual que registra la construcción de diques y represas emblemáticas.

Gracias a este acontecimiento, pensé en una metáfora: el Archivo Histórico de RTA es un gran dique que acumula memoria audiovisual. Al revisar esa memoria, podemos regar nuestros recuerdos, los más cercanos o los más lejanos, y ver brotar el país que supimos construir.

Todas esas grandes obras de ingeniería diseminadas por nuestro país, de las que a veces se desconoce su existencia, influyen de manera decisiva en el bienestar de nuestras vidas. Ahora, sin tener que viajar a descubrirlas, esperan la mirada curiosa de quienes quieran conocerlas, en la quietud de nuestro archivo.

EL VALOR PATRIMONIAL DEL FONDO FÍLMICO DEL ORSEP

Dra. Eugenia Izquierdo - Coordinadora Archivo Histórico RTA S.E.

Desde fines del siglo XIX, la fotografía registró, no sin admiración, la huella del hombre sobre la naturaleza. El cine continuó esta tradición potenciado por sus mayores posibilidades técnicas. Ya desde los primeros años del siglo XX, dedicó entusiastas metros de película a las vistas de las grandes obras que por esos años se erguían sobre la geografía terrestre. Con la llegada de las películas de 16 mm, se institucionalizó la práctica de registrar carreteras, diques, fábricas, ramales ferroviarios, explotaciones carboníferas y petroleras, minas, etc. Dicha práctica dio lugar a la constitución de importantes acervos documentales. En esta corriente se inscribe el fondo fílmico y videográfico en poder del ORSEP.

Con los años, estas colecciones, en general en poder de las empresas de obras y servicios públicos, fueron alcanzadas por la obsolescencia tecnológica de los formatos cinematográficos tradicionales, lo que limitó el acceso al contenido. En el caso del fondo fílmico del ORSEP, fue celosamente custodiado a pesar de la imposibilidad de reproducir el material, por lo que hoy se cuenta con más de 100 registros de diversas características. Algunos dan cuenta de la construcción y el impacto de las obras hídricas más importantes del país; otras piezas exponen, en relatos de género documental, los fundamentos contemporáneos de estos emprendimientos. Su valor patrimonial resulta inestimable dado que, en algunos casos, se trata de los primeros o los únicos registros existentes de regiones geográficas o poblaciones distantes de los centros urbanos que no suelen aparecer en las producciones cinematográficas argentinas.

Su recuperación implica la conservación adecuada de los soportes originales, una exhaustiva investigación de sus condiciones de producción y circulación, y la conversión a video digital. Esto último permitirá el acceso a las obras y su inclusión en nuevos formatos de divulgación.





Vertedero erogando agua del embalse durante un ensayo de funcionamiento de compuertas, El Chocón, Neuquén y Río Negro.

SEÑALIZACIÓN DE DIQUES PARA LA PROTECCIÓN DE CIVILES DE ACUERDO CON EL DERECHO INTERNACIONAL HUMANITARIO

Dr. Jorge Szeinfeld - Secretario Ejecutivo, Comisión de aplicación DIH
Lic. Luciana Micha - Coordinadora DIH
Ministerio de Defensa

En las sociedades modernas, la mayoría de las actividades humanas dependen del suministro eléctrico y de agua, de las telecomunicaciones y del transporte. Una interrupción de estos servicios ya sea por causas naturales (una catástrofe natural que afecte al suministro eléctrico) o provocada por el hombre (un ataque a una central nuclear o a una presa durante un conflicto armado) puede tener graves consecuencias. El corte de suministro de una de ellas puede provocar la caída en cadena de otros servicios y, de acuerdo con la interdependencia global cada vez más pronunciada, incluso afectar otros países o regiones. Por ello, la protección de las infraestructuras críticas, dado su carácter interdependiente y complejo, es de vital importancia para la defensa nacional, el desarrollo agropecuario e industrial y en especial para la protección de la población en su conjunto.

Desde el ámbito internacional, existen normas claras respecto a la identificación, señalización y protección especial de aquellas obras o instalaciones que contienen fuerzas peligrosas, como las presas, los diques y las centrales nucleares de energía eléctrica, las cuales no serán objeto de ataques cuando puedan producir la liberación de aquellas fuerzas y causar, en consecuencia, pérdidas importantes en la población civil. Conocer, respetar y hacer respetar el marco jurídico internacional es fundamental, en especial el Derecho Internacional Humanitario (DIH) el cual otorga un conjunto de reglas internacionales que tienen por objeto proteger a las personas y bienes afectados por conflictos armados, y limitar los métodos y medios de combate.

Promover e implementar medidas concretas de aplicación nacional del DIH es una responsabilidad de los Estados. Es durante tiempos de paz cuando se deben tomar las medidas necesarias, promover su aplicación, difundirlas y concientizar a la población, así también como capacitar a las Fuerzas Armadas en las limitaciones que el derecho internacional impone e identificar y proteger aquellos bienes de carácter civil, como hospitales, escuelas, bienes culturales, infraestructura crítica, entre otros. Así, su aplicación es un proceso permanente que requiere un abordaje sistémico y una cooperación estrecha entre diversos ministerios y autoridades nacionales.

La Argentina, a través de la Comisión Nacional de Aplicación de DIH, creada por Decreto Nro. 933/1994, cuya Secretaría Ejecutiva se encuentra bajo el ámbito del Ministerio de Defensa, agiliza la coordinación del trabajo entre los ministerios de Defensa, Interior, Justicia y Derechos Humanos y Cancillería para dar efectivo cumplimiento a las normas del DIH.

Las presas y las centrales atómicas de energía están entre los bienes civiles a señalar durante tiempos de paz, para resguardar su actividad y elevar el nivel de protección ante un eventual conflicto armado. Los Convenios de Ginebra de 1949 relativos a la protección de las víctimas de los conflictos armados internacionales, en su Protocolo I adicional, nos insta a tomar medidas concretas por parte del Estado para la protección de las obras e instalaciones que contienen fuerzas peligrosas.

El Artículo 56 dispone que "las presas, los diques y las centrales nucleares de energía eléctrica, no serán objeto de ataques, aunque sean objetivos milita-

res, cuando tales ataques puedan producir la liberación de aquellas fuerzas y causar, en consecuencia, pérdidas importantes en la población civil".

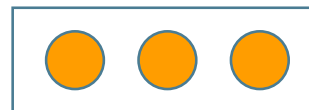
Asimismo, no se ubicarán objetivos militares en la proximidad de las obras o instalaciones mencionadas y se deberán tomar todas las precauciones en la elección de los medios y métodos de ataque para evitar o reducir el número de muertos y de heridos que pudieran causar entre la población civil, así como los daños a los bienes de carácter civil. Un ataque será suspendido o anulado si se advierte que el objetivo no es militar o goza de protección especial.

Como medidas de prevención y para facilitar la identificación de los bienes protegidos los Estados deben marcarlos con un signo internacional especial que es el Escudo Naranja. Consiste en un grupo de tres círculos de color naranja a lo largo de un mismo eje. El signo deberá ser tan grande y visible como las circunstancias lo justifiquen.

Gracias al aporte y donación de Escudos Naranjas por la Dirección General de Fabricaciones Militares, que depende del Ministerio de Defensa, y al trabajo coordinado durante el año 2017 de varios ministerios nacionales y organismos públicos, a través de la CADIH, se trabajó con el ORSEP intensamente para identificar aquellas presas que deberán contar con la protección del signo internacional especial.

Para nuestro país es un gran orgullo ser, desde el año 2018, el primero en la región que cuenta con la efectiva aplicación de esta norma internacional.

Los conflictos armados contemporáneos, cada vez más inextricables, tienen efectos devastadores sobre todo para la población civil. Es esencial seguir consolidando políticas integrales y a largo plazo, como las de las de señalización con Escudos Naranjas en diques y presas para concientizar y prevenir daños a las personas e instalaciones protegidas internacionalmente.



Escudo Naranja

Punto fijo acotado para controles de microgeodesia, Piedra del Águila, Neuquén y Río Negro.







Muro de doble curvatura, dique Agua del Toro, Mendoza.

AGRADECIMIENTOS

Son muchos quienes han colaborado para que este libro sea posible;
a todos ellos nuestra profunda gratitud.

Va un especial agradecimiento al personal del ORSEP y de las empresas
hidroeléctricas que colaboraron con su trabajo, conocimiento y buena
disposición con los textos y durante la toma de las fotografías.

A la Comisión Argentina de Derecho Internacional Humanitario
y Fabricaciones Militares por emprender la tarea de señalar los diques
con el Escudo Naranja.

Y finalmente a RTA S.E. y al Archivo de la Televisión Pública Argentina
por encarar la tarea de conservar la historia audiovisual del ORSEP.

