



El complejo Río Grande



Contenidos

- 3** La energía en el agua
- 4** La obtención de la electricidad
- 5** El consumo de electricidad diario
- 6** Turbinas
- 8** La Central Río Grande
- 12** El camino del agua
- 15** El transporte de la energía generada
- 16** Con la mirada puesta en el futuro
- 17** Ficha técnica
- 18** ¿Todavía con dudas?

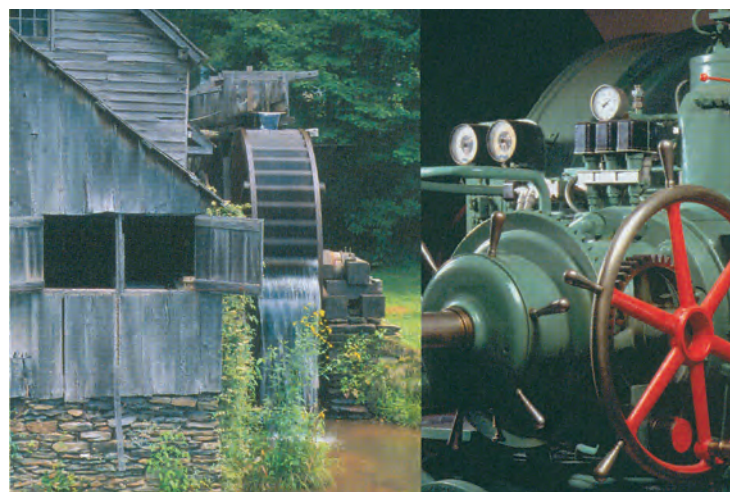
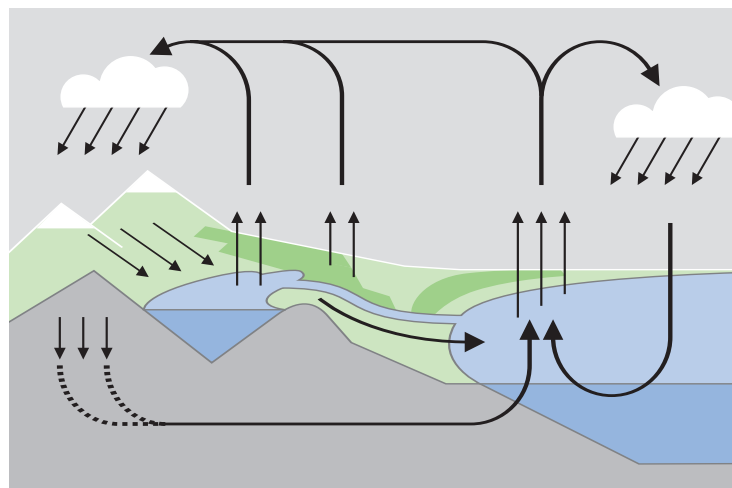
La energía en el agua

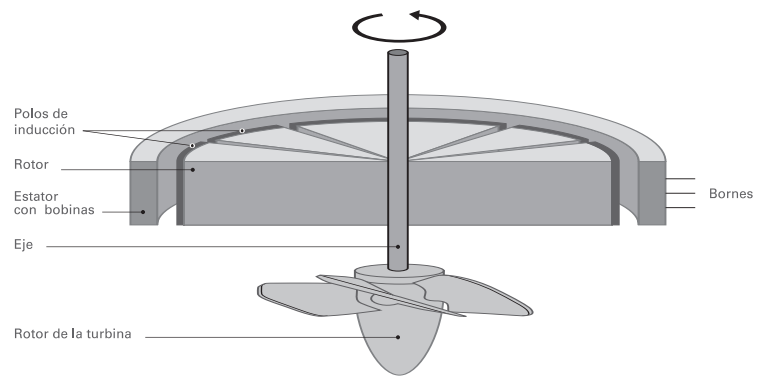
Energía hidroeléctrica con propulsión solar

El sol es el motor del ciclo del agua en la naturaleza. Su calor hace que el agua se evapore. En forma de vapor de agua es transportada dentro de la atmósfera y se precipita en forma de lluvia o de nieve. Sin embargo, sobre el mar llueve un poco menos de lo que allí se evapora. De modo que se traslada agua de los mares hacia el continente y se alimentan los campos nevados, glaciares, arroyos, ríos, lagos y napas subterráneas. Estas aguas terminan otra vez en el mar: un circuito cerrado. Debido a que este proceso se repite constantemente es que se habla de energía renovable.

Al principio fue la rueda hidráulica

El aprovechamiento de la energía hidroeléctrica se remonta a 3.500 años en el pasado, con el surgimiento de las primeras ruedas hidráulicas. Los griegos y los romanos las empleaban para moler granos y para elevar el agua por encima del cauce de los ríos para regadío. En el Medioevo, gigantescas ruedas elevadoras impulsaban martillos de hierro. Desde mediados del siglo XIX, la energía hídrica se convirtió en un factor decisivo para la creciente industrialización. Cuando, en 1866, Werner von Siemens descubrió el principio dinamo-eléctrico sentó las bases para la obtención de energía eléctrica. En 1880, surgieron en Inglaterra las primeras plantas de energía hidroeléctrica. La construcción en Córdoba de la Usina Bamba en 1897 abrió el camino triunfal para el aprovechamiento industrial de la energía hidroeléctrica, la que se extendería luego a lo largo de Argentina.





La obtención de la electricidad

Flujo de electricidad

La generación de electricidad se basa en el principio de la "inducción electromagnética" que tiene lugar en los generadores. A partir de la rotación del rotor electromagnético impulsado por una turbina, se induce la tensión en los paquetes de bobinas del estator. Finalmente, de las terminales del estator es posible extraer energía eléctrica.

Desde el estator, la electricidad fluye hacia los transformadores. Aquí se eleva el nivel de tensión desde la de generación (16.500 V) hasta la de transmisión (500.000 V). Luego se vuelve a transformar sucesivamente hasta llegar al nivel de transporte y distribución (132.000, 166.000, 33.000 y 13.200 V)





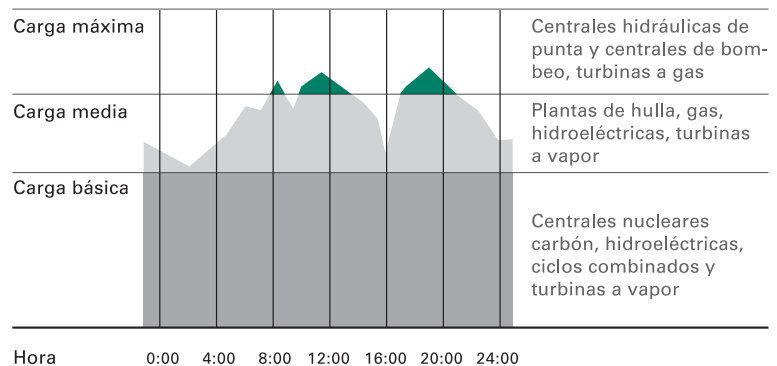
Durante los trabajos de mantenimiento y operación en los puntos de acceso a la red, muchos especialistas controlan que la energía eléctrica llegue con seguridad a todos los clientes



El consumo de electricidad diario

Curva del despacho de carga

Ejemplo



La carga diaria de la red

El diagrama muestra la gran variación en la demanda de electricidad en el transcurso de un día. Puesto que la energía eléctrica debe ser generada en el momento en el que se la necesita, la relación fluctuante entre oferta y demanda se equilibra con la entrada o salida de funcionamiento de las distintas centrales.

Para cada hora del día, dependiendo de la demanda requerida son puestas en funcionamiento distintos tipos de máquinas generadoras, las que son convocadas de acuerdo a su costo de producción.

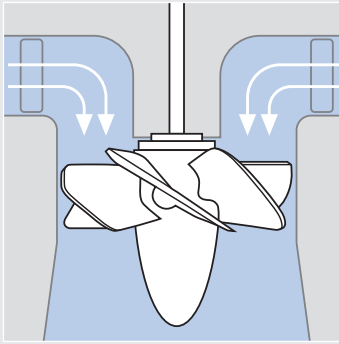
Durante los últimos años aumentó sustancialmente la importancia de las plantas hidroeléctricas con embalse y las de acumulación por bombeo. Estas últimas aprovechan la energía sobrante, generalmente durante la noche, para bombear agua de un embalse inferior a uno superior y así aprovechar su energía potencial. Para enfrentar las variaciones energéticas que supone estos sistemas interconectados, estas centrales deben enviar a la red la energía requerida en pocos segundos.



Turbinas

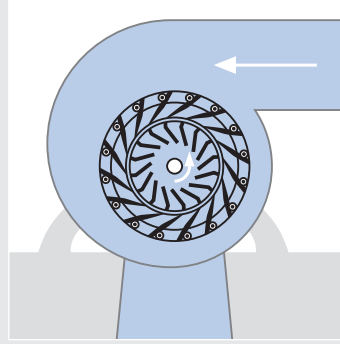
Las plantas de energía hidroeléctrica se clasifican, según su forma de funcionamiento, en centrales sin embalses, centrales con embalses y centrales con embalses y bombas. En todos los casos, la energía del agua al correr y al caer pone en funcionamiento las turbinas. Los generadores acoplados a las turbinas producen electricidad. Para ello se utilizan tres tipos de turbinas: Kaplan, Francis y Pelton.

Tipos para todos los casos



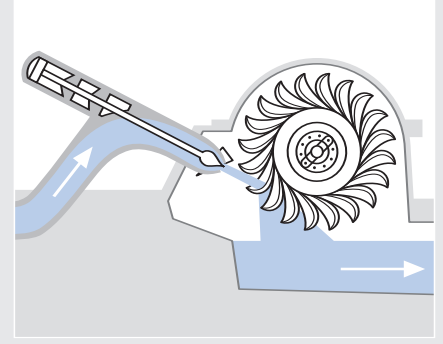
La turbina Kaplan

Sus paletas parecen la hélice propulsora de un barco. Es posible ajustar tanto las paletas del rodete como las del distribuidor (mecanismo de cierre). De este modo es posible reaccionar en forma óptima frente a las variaciones en el ingreso de agua. Es ideal para centrales con mucho caudal y una caída baja (hasta unos 50 mts.).



La turbina Francis

Se la utiliza en distancias de caída de 20 a 700 mts. (saltos medianos) con cantidades de agua cuya amplitud de variación no es muy grande. Por medio de las paletas y del distribuidor, el agua es desviada hacia las paletas del rodete, fijas y curvadas en sentido contrario. La forma espiralada se parece a la casa de un caracol.



La turbina Pelton

Son adecuadas en caídas de 140 a 1.500 mts. (saltos grandes) y caudales pequeños. Sólo se utiliza la energía del agua en movimiento. Desde los inyectores, el agua golpea con mucha presión las paletas del rodete cuya forma se parece a la de un colector. Se utiliza, sobre todo en centrales con embalses



Turbina y Generador

El principio es siempre el mismo: El movimiento del agua que fluye o cae se aprovecha para la generación de energía. Las turbinas trasladan su energía cinética a los generadores que, a su vez, producen energía eléctrica.

Energía potencial

La fuerza contenida en el agua recibe el nombre "energía potencial", sin embargo, esta energía potencial sólo puede utilizarse cuando el agua cae al vacío. Cuanto mayor es la cantidad de agua y la altura de caída, mayor es la electricidad y la potencia que puede obtenerse.

Grado de efectividad

Con el término "grado de efectividad" se define la medida de aprovechamiento de la energía, es decir, la relación de la energía eléctrica efectivamente obtenida respecto de la energía potencial del agua. El grado de efectividad de las plantas hidroeléctricas es superior al 90%. Este porcentaje es claramente superior al de cualquier otra forma de generación de electricidad.



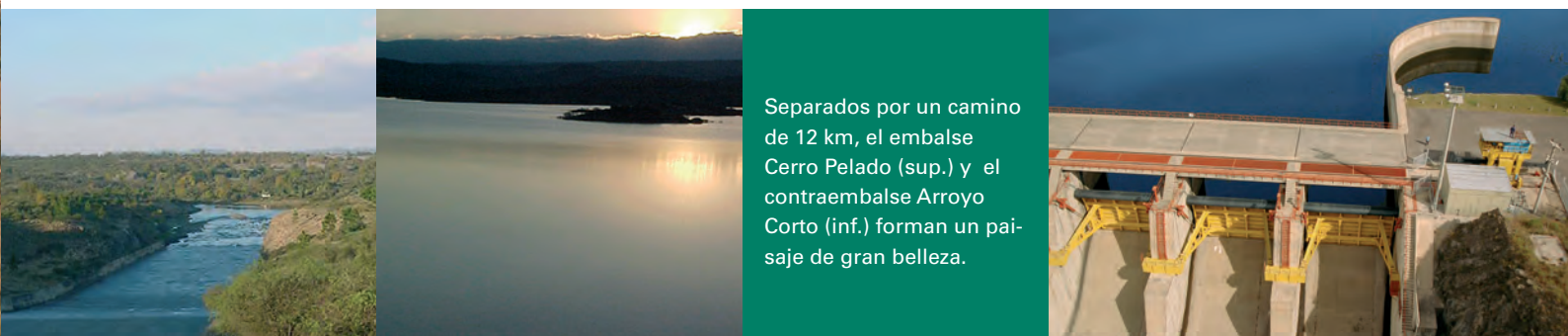
La central Río Grande

Primero bombear, luego almacenar. Las centrales de generación y bombeo conducen el agua de un embalse inferior a uno superior. Por regla general, esto sucede durante la noche, cuando la demanda de electricidad disminuye. Cuando aumenta el consumo de energía, se deja fluir el agua desde el embalse superior hacia las turbinas. En cuestión de segundos, los generadores comienzan a funcionar.

Una obra faraónica

El Complejo Hidroeléctrico Río Grande es la mayor central hidroeléctrica de generación y bombeo de América del Sur. Ubicada en medio de las sierras cordobesas, la central exhibe orgullosa su rasgo distintivo: la capacidad para almacenar agua en un embalse inferior, que permite el bombeo hacia el embalse superior para luego generar energía. Con capacidad para generar 970 Gwh por año, la potencia instalada de la Central es equivalente al 60 % de la del Chocón, el doble de la de Futaleufú y el 15% más que la Central Nuclear de Embalse, lo que permite satisfacer una demanda en permanente crecimiento y cada vez más exigente en términos de calidad del servicio.

La central Río Grande: orgullo sudamericano



Separados por un camino de 12 km, el embalse Cerro Pelado (sup.) y el contraembalse Arroyo Corto (inf.) forman un paisaje de gran belleza.

Un sello distintivo: la central en caverna

Pero además de su sistema de bombeo, esta singular obra de ingeniería tiene otra particularidad: su central ubicada en una caverna, 226 metros bajo el máximo nivel del embalse superior. Para realizar esta impresionante obra subterránea, hubo que extraer 1.600.000 m³ de material y realizar 14 kilómetros de túneles excavando en la roca. Así, el acceso a la central se realiza mediante un túnel carretero de unos 1.800 m. de longitud, con una sección abovedada de 7 m x 7,5 m y una pendiente del 8 %

La excavación de la caverna donde esta instalada la Central se realizó en cinco etapas. Tiene 105 m. de largo, 50 m. de alto, 27 m. de ancho; y su interior podría alojar holgadamente la catedral de Córdoba. Las obras subterráneas se complementan además con galerías auxiliares, una cámara de oscilación y una chimenea de equilibrio.

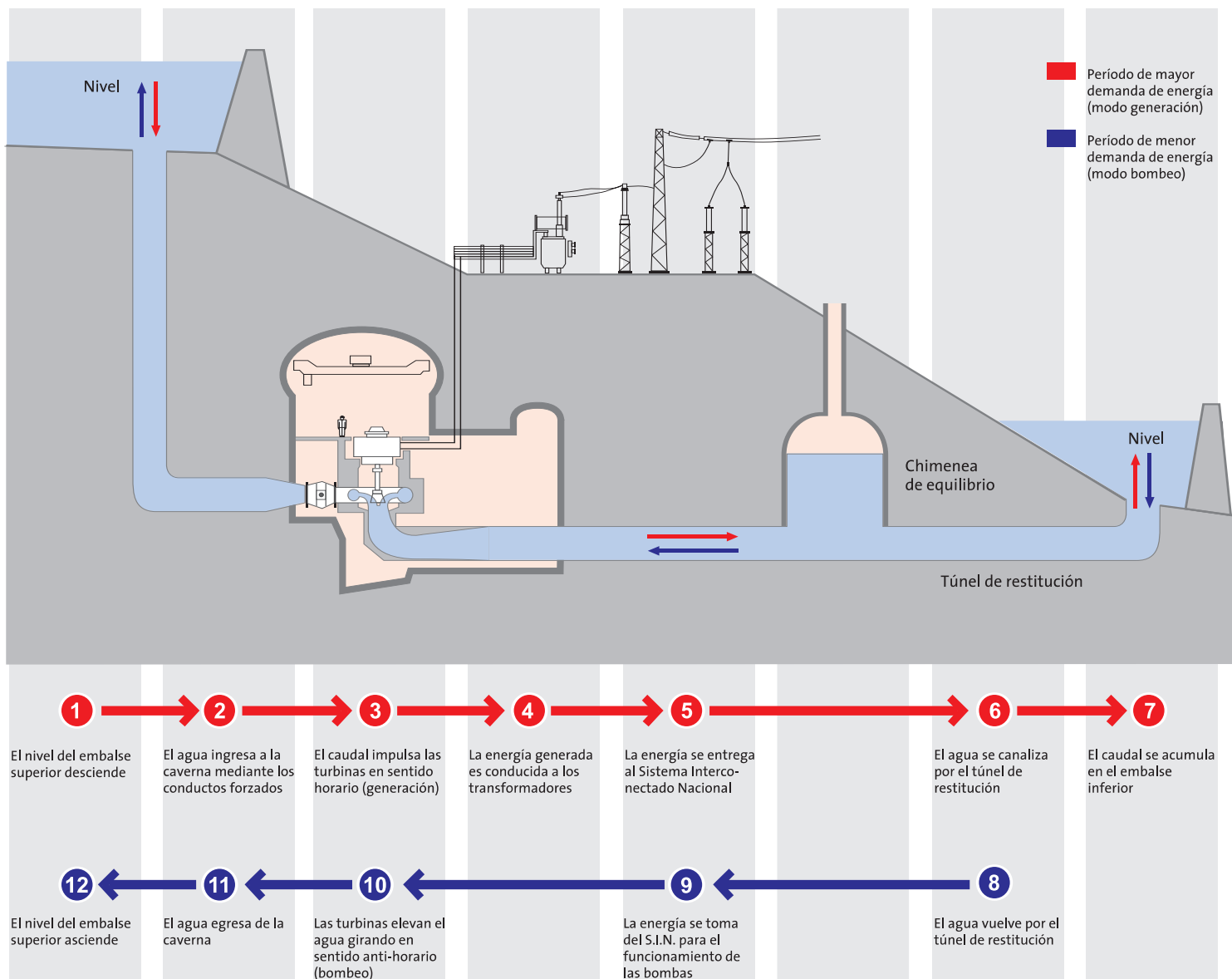
La historia del complejo

Este ambicioso proyecto comenzó a tomar forma en 1970, cuando la entonces Sociedad del Estado, Agua y Energía Eléctrica, inició los estudios sobre topografía, hidrología, geología, geofísica, mecánica de rocas y determinación de yacimientos. El exhaustivo período de investigación llevó 4 años; los trabajos, 12. La monumental obra fue inaugurada oficialmente el 14 de febrero de 1986.

En el año 2001 fue transferida a la Empresa Provincial de Energía de Córdoba. Apenas un año más tarde y luego de reparar uno de sus transformadores, la pusimos nuevamente en marcha, triplicando así la capacidad de generación de la provincia.



La central en caverna con sus 4 generadores de eje vertical y los tableros eléctricos que alimentan los distintos servicios auxiliares. Al fondo se observa la sala de mando, desde la cual se comandan las unidades.



Obtención de la electricidad en Río Grande

Para la generación, que se efectúa en las horas de mayor demanda de energía, el agua ingresa a través de la obra de toma, desde el embalse superior, hacia dos conductos forzados. Éstos, a su vez, se bifurcan en otros dos conductos de 3 m. de diámetro para ingresar a las turbinas a través de válvulas esféricas. Esto permite alimentar los rodetes de acero inoxidable que impulsan a los generadores, unidos por medio de un eje vertical hueco de aproximadamente 1 m. de diámetro y que, girando en sentido horario, generan la energía.

El agua pasa luego a los tubos difusores para ingresar al túnel de restitución que, a través de 6 km., la conduce al embalse inferior.

En las horas de menor consumo de energía este proceso se revierte, es decir, el agua recorre el mismo circuito pero en sentido inverso; para ello, es necesario que las cuatro máquinas se transformen en bombas, girando en sentido anti-horario y elevando el agua del embalse inferior al superior.

Esta doble operación permite concretar el objetivo principal de este aprovechamiento, que es transformar la energía de base, de bajo costo marginal, en energía de punta, de alto valor, en las horas de mayor demanda.

Durante el funcionamiento de los grupos en modo bomba, los generadores se invierten y pasan a funcionar como motores síncronos, los que al no tener cupla de arranque necesitan un sistema auxiliar de lanzamiento; esta función es cumplida por un convertidor de frecuencia variable entre 0 y 53 Hz.

En el proceso de arranque, como bomba, el primer paso consiste en deprimir la napa en el difusor de la unidad, a fin de desalojar el agua del rodetes. Para esto se cuenta con una planta de aire comprimido compuesta por 6 compresores y 4 pulmones; luego, comienza la aceleración mediante el convertidor de frecuencia hasta superar levemente la velocidad de sincronismo, tras lo cual se realiza el paralelo del motor y finalmente se libera el aire del difusor para comenzar el bombeo de agua.

El camino del agua



El Río Grande

Este típico río de montaña es el afluente principal del Río Tercero y su módulo medio anual es de 11,5 m³ por segundo. Su cuenca es de 720 Km².

El embalse Cerro Pelado

La presa principal está formada de materiales sueltos con núcleo impermeable. Posee 105 m. de altura desde el lecho del río y una longitud de coronamiento de 410 m. Se complementa con un cierre lateral, en la margen derecha, de 57 m. de altura y una longitud de 1.500 m.

De un embalse a otro

La principal característica de este aprovechamiento hidráulico es su capacidad de acumulación por bombeo (única forma de almacenar energía de esta magnitud), ya que el Río aporta sólo el 15 % de la generación posible. El 85 % restante es aportado por el bombeo de la central Arroyo Corto. Para la generación, que se efectúa en las horas de mayor demanda de energía, el agua ingresa a través de la obra de toma, en el embalse superior, hacia dos conductos forzados que miden 313 m. de longitud cada uno, con un diámetro de 7,5 m.



La válvula de chorro hueco de Arroyo Corto satisface demandas ecológicas cuando el lago está por debajo del vertedero



Toma de Bombeo (Embalse Arroyo Corto) →

← Apertura de compuertas del Vertedero Principal (Embalse Cerro Pelado)



Canal de fuga vertedero principal (Embalse Cerro Pelado) →

← Obra de Toma (Embalse Cerro Pelado)





El vertedero

El vertedero principal puede evacuar un caudal máximo de 3.285 m³ por segundo. Un vertedero auxiliar brinda una mayor seguridad frente a crecidas extraordinarias.



El contraembalse Arroyo Corto

La presa, también de materiales sueltos, mide 44 m. de altura y 1600 m. de longitud; cubre 357 Ha. con una capacidad de 30 Hm³ y su vertedero es de perfil fijo.



Embalses comunicados

Une a las presas, en la parte superior, el camino de acceso al complejo; y en forma subterránea, el túnel de restitución. Este último posee una longitud de casi 6 km. y una sección de 18 m. de alto por 12 m. de ancho que podría albergar un edificio de 6 pisos

Un "service" completo

Para las tareas de mantenimiento y movimiento de piezas, dentro de la central hay dos puentes grúas de 190 Tn. de capacidad cada uno, los que vinculados por una viga permiten el trabajo en tandem duplicando la capacidad de izaje. Esto es necesario para el mover la pieza de mayor peso: el rotor del generador con 360 Tn.

Aguas abajo, y a fin de aislar hidráulicamente las turbinas para su mantenimiento y también por razones de seguridad, se encuentran las compuertas de ataguías de difusores; que son accionadas mediante servo-mecanismos.



Detalle de una de las turbinas Francis instaladas en el complejo





En Junio de 2005 se habilitó el segundo transformador que permite disponer de dos Grupos Turbinas Bombas que permanecieron fuera de servicio desde el año 1996. De esta forma se recupera la disponibilidad de los cuatro generadores de la Central, con lo que se totaliza una potencia instalada operable de 750 MW.

El transformador, ubicado en la playa de transformación, es alimentado en sus arrollamientos primarios a través de blindobarras por dos grupos generadores de la Central, que se encuentran alojados en el interior de la caverna. Este a su vez, se vincula mediante su arrollamiento secundario, a una línea aérea y entrega la energía generada a la playa de maniobras a una tensión de 500 kV, donde se incorpora a la red del Sistema Argentino de Interconexión (SADI).



El transporte de la energía generada

Energía al alcance de la mano

La energía generada es llevada a través del pozo de cables, por las blindobarras hasta los transformadores de potencia, ubicados a la intemperie. Estos transformadores son 2 (de doble arrollamiento primario, lo que permite conectar cada uno a 2 generadores), diseñados para una potencia de 440 MVA, siendo su relación de transformación de 16,5 - 16,5 /500 kV.

Con esta última tensión se ingresa al Sistema Argentino de Interconexión, del que la Central forma parte, contribuyendo así a abastecer la demanda de todo el País mediante una playa de maniobras y de 2 líneas en alta tensión hacia las áreas Centro y Cuyo.

Por su gran elasticidad de utilización, la central sirve como reserva de potencia en el sistema, ya que en sólo tres minutos puede ingresar a máxima potencia para superar cualquier emergencia. También posibilita regular el precio de la energía en los momentos de alta demanda, sustituyendo el uso de combustibles fósiles, favoreciendo de esta manera a la conservación del medio ambiente.



Con la mirada puesta en el futuro

Energía limpia y renovable

Hoy, la Central Hidroeléctrica Río Grande es uno de nuestros mayores orgullos. Pero no sólo porque es una obra monumental, sino porque sabemos que su capacidad triplica la capacidad de generación de la provincia, sin arrojar partículas contaminantes a la atmósfera. Porque aumenta la reserva de agua embalsada en 400 hm³, abasteciendo de agua a 350.000 habitantes. Y, fundamentalmente, porque con ella aseguramos calidad de vida para nuestra gente ... de hoy y de mañana.

Ficha técnica

Datos generales

	dimensiones
Tapada de roca	180 m ³
Volumen de excavación	110.000 m ³
Potencia instalada	750 MW*
Caudal máximo de turbinado	500 m ³ /seg
Caudal máximo de bombeo	330 m ³ /seg
Salto nominal	180 m
Generación media	980 GWh/año
Energía demandada bombeo	1.180 GWh/año
Capacidad de izaje de puentes grúa (en tándem)	2 x 190 = 380 Tn
Capacidad de izaje de ganchos auxiliares	2 x 20 = 40 Tn

* 4 grupos turbina-bomba x 187,5 MW

Embalses de agua

medidas del coronamiento en metros	cota	ancho	longitud	altura*
Cierre principal Cerro Pelado	880,00	12,00	420,00	105,00
Cierre lateral margen derecha	880,00	10,00	1.475,88	50,00
Cierre lateral margen izquierda	880,00	10,00	54,00	5,70
Presa Arroyo Corto	701,00	12,00	1.582,60	43,00

* medida desde la fundación del núcleo

Generación de energía

	ø (m)	longitud (m)	alto (m)	ancho (m)
Caverna	-----	105,00	50,00	27,00
Túnel de acceso	-----	1.772,00	7,00	7,00
Tubos difusores	-----	27,20	6,90	variable
Conductos forzados	7,00	273,44*	-----	-----
Túnel de restitución	-----	5.314,55	18,00	12,00
Pozo de cables	7,20	-----	-----	-----

* hasta bifurcación



¿Todavía con dudas?

Gerencia Generación

La Tablada 350, 5º piso, Córdoba

T: 0351- 429 6055

E: areageneracion@epec.com.ar

Complejo Río Grande

Departamento Calamuchita, Provincia de Córdoba

T: 03546- 499 401/406

E: rgrande@epec.com.ar

Relaciones Públicas

La Tablada 350, 6º piso, Córdoba

T: 0351- 429 6042

F: 0351 - 434 2578

E: rrpp@epec.com.ar

www.epec.com.ar

Concepto y diseño
División Publicidad,
Relaciones Públicas
La Tablada 350,
6° piso, Córdoba
T: 0351- 429 6042
F: 0351 - 434 2578
E: rrpp@epec.com.ar

Fotografías
Facundo Di Pascuale
Archivo digital
de Gerencia Generación

