

The background of the cover is a photograph of a large concrete dam in the foreground, with a calm lake behind it. In the distance, there are rugged, rocky mountains with patches of green forest and some snow. The sky is blue with light clouds.

**VOITH**

REVISTA DE LA TECNOLOGÍA DE HIDROELECTRICIDAD

# HyPower

#25 | Otoño 2014

ADAPTANDO LA TECNOLOGÍA DE CENTRALES REVERSIBLES PARA EL FUTURO

## MÚLTIPLES TALENTOS

DE LOS ARCHIVOS

LA HISTORIA DE VOITH CON LAS CENTRALES REVERSIBLES

EXPERTISE GLOBAL

CAPACIDAD DE SERVICIOS DE VOITH HYDRO

PARA CLIENTES DE TODO EL MUNDO



## IMPRESIÓN

### Edición:

Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG  
Alexanderstr. 11  
89522 Heidenheim, Germany  
www.voith.com

Responsable de la edición:

Ute Böhringer-Mai  
Editor jefe: Lukas Nemela  
Tel: +49 7321 37 0  
Fax: +49 7321 37-7828  
E-mail: info.voithhydro@voith.com

### En cooperación con:

Burda Creative Group GmbH  
www.burdacreative.com

### Papel:

La revista HyPower es impresa en R4 Chorus Silk.  
Este papel fue fabricado en una máquina de papel  
de Voith.

### Derechos reproductivos:

Ninguna parte de esta publicación puede ser copia-  
da, reproducida o difundida. De la misma forma, está  
prohibida la utilización de su contenido, parcial o to-  
tal, en otros trabajos en cualquier formato sin la au-  
torización expresa y por escrito del editor.



**TUS COMENTARIOS:** Si tienes algún  
comentario o preguntas acerca de esta edición,  
contáctanos en la dirección: [hypower@voith.com](mailto:hypower@voith.com)



Síguenos en Twitter:  
[https://twitter.com/voith\\_hydro](https://twitter.com/voith_hydro)

### Fotografías:

Cubierta: Rüdiger Nehmzow; p. 4-5: Dawin Meckel (2), p. 6: Adriano Gambarini/colección de Duke Energy Brasil; Fotolia/Anton Balazh (3), p. 8-9: Rüdiger Nehmzow; p. 11: Dawin Meckel; p. 12-13: Il-  
lustration: Hokolo 3D (2); p. 15: Naturstromspeicher Ulm GmbH (2); p. 16-17: Dawin Meckel (3); p. 19:  
Telmo Banha; p. 20-21: Eskom Ingula; p. 22-23: Shutterstock/2265524729, Rather be Flying!; p. 26-  
27: EnBW; p. 32: Dawin Meckel; p. 37: Manitoba Hydro; p. 38-40: Antonio Carreiro (2); p. 41-42: An-  
tonio Carreiro (6); p. 44-45: herbertnitsch.com (3); p. 46: Dawin Meckel; p. 47: Fotolia/Anton Balazh  
(3)

Todas las otras fotos son de propiedad de Voith Hydro.

## MÚLTIPLES PROPÓSITOS, MÚLTIPLES TALENTOS



**Ya se ha comprobado en el mundo entero que las centrales hidroeléctricas reversibles** son la única tecnología capaz de almacenar energía en escala industrial y con un elevado nivel de eficiencia. De hecho, el 99% de la capacidad mundial de almacenamiento de energía se encuentra en las centrales reversibles. Pero las centrales reversibles no son solo grandes y eficientes: también ayudan a estabilizar la red eléctrica y a prevenir el desperdicio de energía excedente generada por fuentes volátiles de energía renovable, como la eólica y la solar.

Voith continúa desarrollando esta importante tecnología de almacenamiento de energía y empleando soluciones hechas a la medida para nuestros clientes que aprovechan al máximo las principales ventajas de las centrales reversibles: sus rápidos tiempos de reacción y su grande flexibilidad. Innovaciones como los grupos generadores reversibles y la tecnología de velocidad variable permiten responder con alta velocidad y flexibilidad a cambios en la demanda y oferta de la red, y también ayudan a cubrir la demanda en casos de exceso de la misma.

Hace más de un siglo que la tecnología de las centrales reversibles viene almacenando energía para las comunidades e industrias de todo el mundo. Efectivamente, la central hidroeléctrica reversible de Voith de Brunnenmühle, concluida en 1908, fue la primera de su tipo en Alemania. El Brunnenmühle es actualmente el centro de la red global de I&D de Voith.

Actualmente, legisladores de todo el mundo están mirando cada vez más hacia la generación a partir de energías renovables. La combinación de renovables volátiles (como la energía eólica y la solar), con renovables estables (como la hidroelectricidad y las centrales reversibles), proporcionará la estabilidad necesaria para la generación confiable de energía renovable en escala industrial.

Esta edición de HyPower le dará una mayor visión de los múltiples propósitos y talentos de las centrales reversibles.

¡Disfrute de la lectura!

Atentamente,

Ute Böhringer-Mai  
Directora de Comunicaciones



8



16



30



32



Descubre más sobre el mundo de Voith en sus demás publicaciones.



**DEFINIENDO LA AGENDA**

- 8 **BOMBEANDO HACIA EL FUTURO**  
Las centrales hidroeléctricas reversibles son una tecnología confiable y comprobada, además de una promesa para el futuro

**MATRIZ DE ENERGÍA VERDE**

- 15 **EÓLICA E HIDROELÉCTRICA: UNIENDO FUERZAS**  
Energías hidroeléctrica y eólica unidas en un proyecto innovador
- 16 **LA CENTRAL INVISIBLE**  
Esta central reversible subterránea posee una alta eficiencia y mayor capacidad
- 18 **UN AUDAZ SALTO ADELANTE**  
La tecnología de velocidad variable brinda un nuevo potencial a las centrales reversibles

- 20 **UN PROYECTO GLOBAL**  
Colaboración interna para una central reversible en África del Sur
- 22 **ADAPTANDO Y EVOLUCIONANDO**  
Extendiendo la vida útil de una central hidroeléctrica reversible en los Estados Unidos

**PROVEEDOR COMPLETO**

- 24 **ENTRE LAS MÁS GRANDES DEL MUNDO**  
Apoyo a la infraestructura hidroeléctrica en China, rumbo a las energías renovables

**ALIANZAS EXITOSAS**

- 26 **SALVANDO IFFEZHEIM**  
Rapidez y cuidado para una central hidroeléctrica con necesidades

- 28 **PCHs DE MÚLTIPLES TALENTOS**  
Calidad y confiabilidad en nuevos y antiguos proyectos de PCHs

**DE LOS ARCHIVOS**

- 30 **TECNOLOGÍA PIONERA**  
La primera central reversible de Alemania

**EXPERTISE GLOBAL**

- 32 **UN FUTURO BRILLANTE**  
20 años de éxito en Voith Hydro Shanghai
- 35 **MANTENIENDO LAS RUEDAS EN MOVIMIENTO**  
Excelencia en servicios y modernizaciones de Voith en todo Canadá

- 38 **ENERGIZANDO A LATINOAMÉRICA**  
Liderazgo con visión en Voith de América del Sur

- 41 **VIVIENDO EL PROYECTO**  
Compromiso y experiencia: un día "en campo" en Brasil



**ÍNDICE DE PROYECTOS**

- 47 **POR EL MUNDO**  
Una referencia rápida a los proyectos de Voith Hydro mencionados en esta edición de HyPower

**COTIDIANO**

- 2 EXPEDIENTE
- 3 EDITORIAL
- 6 NOVIDADES
- 7 A PROPÓSITO
- 43 MUNDO DE VOITH
- 44 PERSPECTIVA DEL INVITADO
- 46 COFFEE BREAK



## MODERNIZACIÓN EN BRASIL

**BRASIL** Retomada la generación de energía confiable en el río Paranapanema (Brasil), con la finalización del reacondicionamiento de la primera unidad generadora de la central hidroeléctrica de Chavantes, llevada a cabo por Voith. Voith modernizará otras tres unidades de la central, que tiene una capacidad total instalada de 414 MW y está en operación desde 1970. Operada por Duke Energy, la central de Chavantes está pasando por un proceso de modernización completo de tres unidades generadoras, incluyendo turbinas, generadores y sus respectivos sistemas electromecánicos. //

## CENTRALES REVERSIBLES EN EL SUDESTE ASIÁTICO

**TAILANDIA** Un mercado prometedor dio un paso más adelante con el reciente contrato para la expansión de la central hidroeléctrica reversible de Lam Ta Khong, en Tailandia. Lam Ta Khong es la primera central reversible del Sudeste Asiático a equiparse por Voith Hydro: un logro importante para la presencia de Voith en el emergente mercado hidroeléctrico de la región. Contratado por la Autoridad Generadora de Electricidad de la Tailandia (EGAT), el proyecto incluye equipos electromecánicos completos para la central: dos turbinas-bombas verticales de 255 MW cada, dos motores-generadores, sistemas de automatización, sistemas auxiliares mecánicos y eléctricos, construcción civil e instalación de la obra. Una vez concluida, la expansión aumentará la capacidad de la central hidroeléctrica reversible de Lam Ta Khong para 1.000 MW, prácticamente duplicando su capacidad actual. //

## PEQUEÑAS, INTELIGENTES Y EFICIENTES

**ITALIA / JAPÓN** Con su microturbina y microgenerador tubulares, Voith ofrece un producto inteligente y eficiente para el segmento de las pequeñas centrales hidroeléctricas: un sistema compacto que puede ser integrado a tuberías existentes con un mínimo de esfuerzo. Fábricas, estaciones de tratamiento de agua y de alcantarillado, y canales de irrigación, están entre los posibles campos de aplicación de las Turbinas Microtubulares, que vienen con un generador accionado por correa y álabes ajustables montados en un tubo para el control del caudal. El producto estandarizado tiene un excelente costo-beneficio e instalación rápida, requiriendo de ingeniería y construcción civil mínimas en la fase de ejecución. Ello atiende a la demanda de una solución económica para pequeñas centrales hidroeléctricas sin dejar de lado los estándares de calidad de Voith. Se ofrecen en tres tamaños: P, M o G, y pueden instalarse en serie o en paralelo para el mejor aprovechamiento de las caídas y caudales disponibles, y habitualmente funcionan en el rango de 2 a 20 m de caída y 3 a 250 kW de potencia por máquina. Desarrollada en Japón por Voith Fuji Hydro, la turbina fue adaptada por Voith Hydro Italia para cumplir con los requisitos del mercado local, y la novedad ya está atrayendo la atención del mercado. //



**Microtubular: una solución inteligente para PCHs**

## ALTA CALIDAD A CONTRA EL RELOJ

**INDIA** Cuando el estator de la más grande unidad reversible de India necesitaba ser reemplazada, la operadora Tata Power recorrió a Voith Hydro Noida, en India. El contrato de la central hidroeléctrica reversible de Bhira, -actualmente en ejecución-, incluye la ingeniería, repotenciación, manufactura, suministro, montaje y puesta en marcha del nuevo estator para el motor-generador de 200 MVA. El nuevo estator deberá entregarse al cliente en un plazo de 11 meses. El período de paro no puede exceder los 45 días, ya que esta central suministra electricidad a la megalópolis de Mumbai. La empresa integrada de electricidad de India recurrió a Voith gracias a más de un siglo de colaboración exitosa entre las dos compañías: ya en 1911, Voith había suministrado las primeras cuatro unidades de 13 megavatios cada una para la central hidroeléctrica de Khopoli, de propiedad de Tata. //

### #HYDROPICTUREOFTHWEEK

Escanee el Código QR de abajo o entre a [twitter.com/Voith\\_Hydro](https://twitter.com/Voith_Hydro) para seguir las últimas novedades de Voith Hydro en Twitter.



De un vistazo a nuestro feed. ¡Todos los viernes compartimos una foto relacionada al sector hidroeléctrico!

# COMPARANDO TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO

Grandes, económicas, durables y ecológicas: mirando el potencial de las centrales reversibles como participantes de peso en nuestros sistemas energéticos: los números hablan por sí mismos.

## 1 Mayor proporción

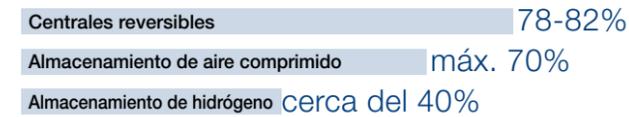
El 99% de la capacidad mundial de almacenamiento de energía es realizada por centrales hidroeléctricas reversibles, - el 1% restante queda con baterías, almacenamiento de energía por aire comprimido y otras tecnologías de almacenamiento.



**2 142.000 MW** es la capacidad total de las centrales hidroeléctricas reversibles de todo el mundo.

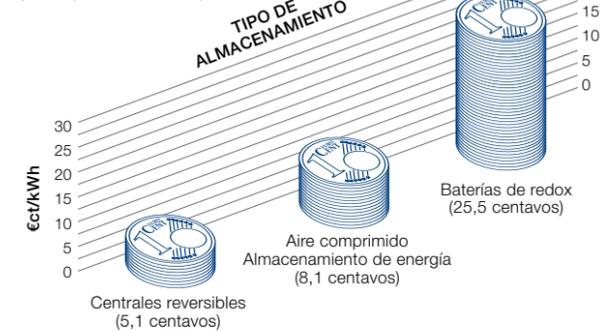
## 3 Altamente eficiente

Las centrales reversibles son casi dos veces más eficientes que el almacenamiento de hidrógeno.



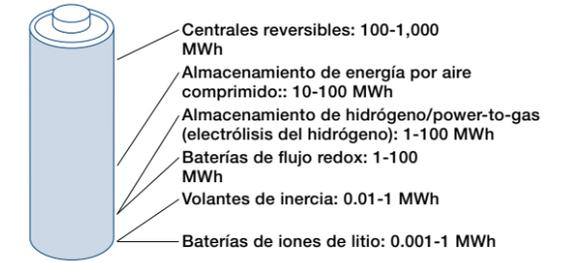
## 4 Rentable

Costos adicionales de almacenamiento de energía por kWh para distintos métodos de almacenamiento a corto plazo (datos del 2010).



## 5 Gran escala

La vida útil de una central hidroeléctrica reversible es mucho más larga que la de otras opciones de almacenamiento de energía.



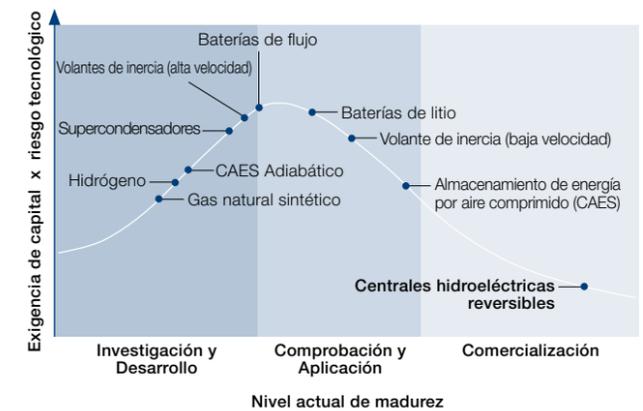
## 6 Sumamente durable

La vida útil de una central hidroeléctrica reversible es mucho más larga que la de otras opciones de almacenamiento de energía.



## 7 Madurez tecnológica

Madurez de numerosas tecnologías de almacenamiento para el mercado. Las centrales reversibles son una tecnología ya comercializada, bien establecida y en constante innovación.



Fuentes: 1 2 Análisis de IEA y EPRI (Instituto de Investigación en Energía Eléctrica), Opciones Tecnológicas para el Almacenamiento de Energía Eléctrica, Reporte, EPRI 2010; investigaciones propias 3 5 y 6 SRU 2011, Bünger et al. 2009, Oertel 2008; complementado por datos propios 4 DLR/Fraunhofer IWES/IFNE, Escenarios y estrategias a largo plazo para la aplicación de energías renovables en Alemania en vista de los acontecimientos en Europa y en el mundo (BMU-Leitstudie), 2010. 7 Decourt, B., and R. Debarre, Electricity Storage Factbook, Schlumberger Business Consulting Energy Institute, Paris, França and Paksoy, H., 2013; "Thermal Energy Storage Today" em IEA Technology Roadmap Energy Storage, p. 16., 2014.

# BOMBEANDO HACIA EL FUTURO

Más que un simple depósito de energía de corto plazo, **las centrales reversibles proporcionan un soporte rápido, flexible y eficiente** para nuestras redes eléctricas. A medida que integramos un mayor número de energías renovables, su importancia está destinada a crecer.

No se trata de la primera transición energética que presenciaremos durante el último siglo en Alemania, sino de la primera que provocará un efecto profundo en la arquitectura de nuestro sistema de abastecimiento eléctrico”, afirma Klaus Krüger, Gerente de I&D de Voith Hydro. Usando a Alemania como ejemplo, explica como el carbón fue sustituido por el petróleo en las décadas de 1960 y 1970, el cual a su vez, fue sustituido por la energía nuclear durante los 30 años siguientes. “Estas transiciones tenían algo en común: el hecho de que el único cambio que se dio fue en la fuente primaria de energía, aunque la arquitectura del sistema alemán de abastecimiento

▷ de energía haya quedado igual”.

Como explica Krüger, los sistemas de almacenamiento de energía no desempeñaban una función importante en el antiguo escenario operacional, ya que siempre hubo una reserva de electricidad suficientemente alta y permanente gracias a las centrales eléctricas accionadas por carbón y energía nuclear. Hasta el momento, el almacenamiento de energía se realizó a través de materias primas como carbón, gas, uranio y petróleo. La generación eléctrica ocurría después de esto, de acuerdo a lo necesario: “El orden ha sido, en primer lugar, el almacenamiento y después de esto, la generación”, afirma. La generación de energías renovables a partir de las fuentes eólica y fotovoltaica, sin embargo, ocurre mayormente de forma descontrolada y sin corresponder con la demanda. Fue así que esta última transición energética cambió el orden del almacenamiento y de la generación. En este contexto, las centrales hidroeléctricas reversibles pueden contribuir a la reducción significativa de los déficits de generación de energías renovables, y permiten sustituir la generación de energía fósil por la utilización de energía almacenada en fuentes renovables.

**En operación desde el inicio del siglo XX**, las centrales reversibles tradicionalmente se veían apenas como una forma de almacenamiento de energía para la compensación de cargas de punta. Sin embargo, con las energías eólica y solar desempeñando un papel cada vez más importante en muchos países del mundo, las centrales reversibles están empezando a mostrar su verdadero potencial para asegurar la estabilidad de nuestras redes eléctricas de forma flexible y dinámica.

Las fuentes eólica y solar podrán ser más ecológicas que la generación nuclear o por carbón, pero también son menos confiables, ya que son gobernadas solamente por la naturaleza, y tampoco son ajustables. Habrá períodos en que estas fuentes podrán generar grandes cantidades de energía, pero también habrá períodos de baja generación.

“Una red necesita capacidad disponi-



“Hace algunos años, tomaría de dos a tres minutos despachar energía a la red. Hoy conseguimos despachar nuestra máxima potencia dentro de 60 segundos”.

**Jiri Koutnik**, Gerente de Soporte Especializado para unidades generadoras de Voith Hydro.

ble y confiable. El problema de la generación fotovoltaica es que, al igual que con los muchos gigavatios de capacidad instalada, la capacidad disponible confiable es prácticamente de cero. Para la generación eólica onshore, es de cerca del uno por ciento”, explica Krüger. En el 2013, por ejemplo, hubo un déficit de 8 GW en el abastecimiento de electricidad en el este de Alemania, debido a la presencia de neblina y rocío, lo que afectó la generación de la energía fotovoltaica. “En esos momentos, es necesario tener un plan B, algo rápido y flexible que ayude a compensar déficits energéticos o a compensar la generación excedente. Sin eso, la red se puede volver inestable, y puede causar apagones”.

Antiguamente, las centrales hidroeléctricas reversibles eran operadas con cronogramas de arranque y paro claramente establecidos, y solo era necesario alternar entre los modos de bomba y turbina algunas veces al día para equilibrar la red. Pero

en la medida en que la infraestructura cambió y la necesidad de electricidad y de flexibilidad aumentaron, la tecnología de las centrales reversibles también evolucionó. “Actualmente operamos en el modo de bombeo unas siete u ocho veces al día, aunque durante períodos más cortos. La maquinaria tiene que ser más rápida y más durable”, afirma Jiri Koutnik, Gerente de Soporte Especializado para unidades generadoras de Voith Hydro. Refiriéndose a grupos generadores ternarios, Koutnik afirma: “Hace algunos años, tardaría de dos a tres minutos mandar energía para la red. Hoy conseguimos enviar la potencia máxima en alrededor de 60 segundos”.

**La velocidad es el centro** de otra de las ventajas ofrecidas por las centrales hidroeléctricas reversibles, ya que ellas son capaces de arrancar el sistema en caso de apagón en la red. “Una central hidroeléctrica necesita de muy poca electricidad ini-



- 1 Tai'An, China: China Las unidades de Voith en China, Japón y Alemania suministraron los equipos para esta central reversible.
- 2 Reisseck-II, Austria: Inspeccionando uno de los de los rodetes suministrados para el proyecto en los Alpes.

cial para arrancar, apenas la suficiente para abrir las compuertas o válvulas y asegurar la magnetización del rotor del generador”, afirma Krueger. “Después de esto, puede despachar un gran bloque de energía a la red muy rápidamente, ayudando a arrancar las centrales eléctricas movidas por combustibles fósiles o nucleares. ▷

## ALEMANIA Y LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

**Alemania impuso metas ambiciosas para sí misma:** desea discontinuar la energía nuclear hasta el 2022 y, espera que el 80% de su energía sea proveniente de fuentes renovables hasta el 2050.

Un estudio reciente de la universidad de RWTH Aachen, comisionado por Voith Hydro, reveló que la utilización de las centrales reversibles permitiría producir hasta 5 TWh adicionales de electricidad renovable hasta el 2050. Sin embargo, como explica Stephan Kohler, Presidente de la Agencia de Energía Alemana (dena), Alemania todavía tiene mucho trabajo que hacer para lograrlo. “La actual estructura económica está impidiendo la realización de grandes inversiones en centrales reversibles. Las ventajas que las centrales reversibles pueden traer a la red se remuneran de forma inadecuada. Es necesario aumentar los incentivos al almacenamiento eficiente de energía. Junto con Voith y otros aliados del sector, dena ha lanzado la plataforma “Centrales reversibles – aliadas de la transición energética” para responder a esta y otras cuestiones. Es importante recordar que las inversiones en centrales reversibles son a largo plazo, añade, con períodos de planeamiento y de construcción que tardan de 10 a 20 años, y períodos de amortización de hasta 60 años. Es por esto que Alemania tendrá que realizar cambios rápidos si desea aprovechar su significativo potencial en centrales reversibles. Si logra hacerlo, “podrá ocupar una posición de liderazgo cuando los otros países aumenten su utilización de energías renovables”, afirma Kohler. //

[Otros enlaces para centrales hidroeléctricas reversibles en línea](#)



[www.pumpspeicher.info](http://www.pumpspeicher.info)

Plataforma de dena: Centrales reversibles – aliadas de la transición energética (solamente en alemán).



[www.wasserkraft.info](http://www.wasserkraft.info)

Las centrales reversibles pueden usarse como soporte para las energías renovables en la transición energética y en el futuro.



[www.voith.com/psp](http://www.voith.com/psp)

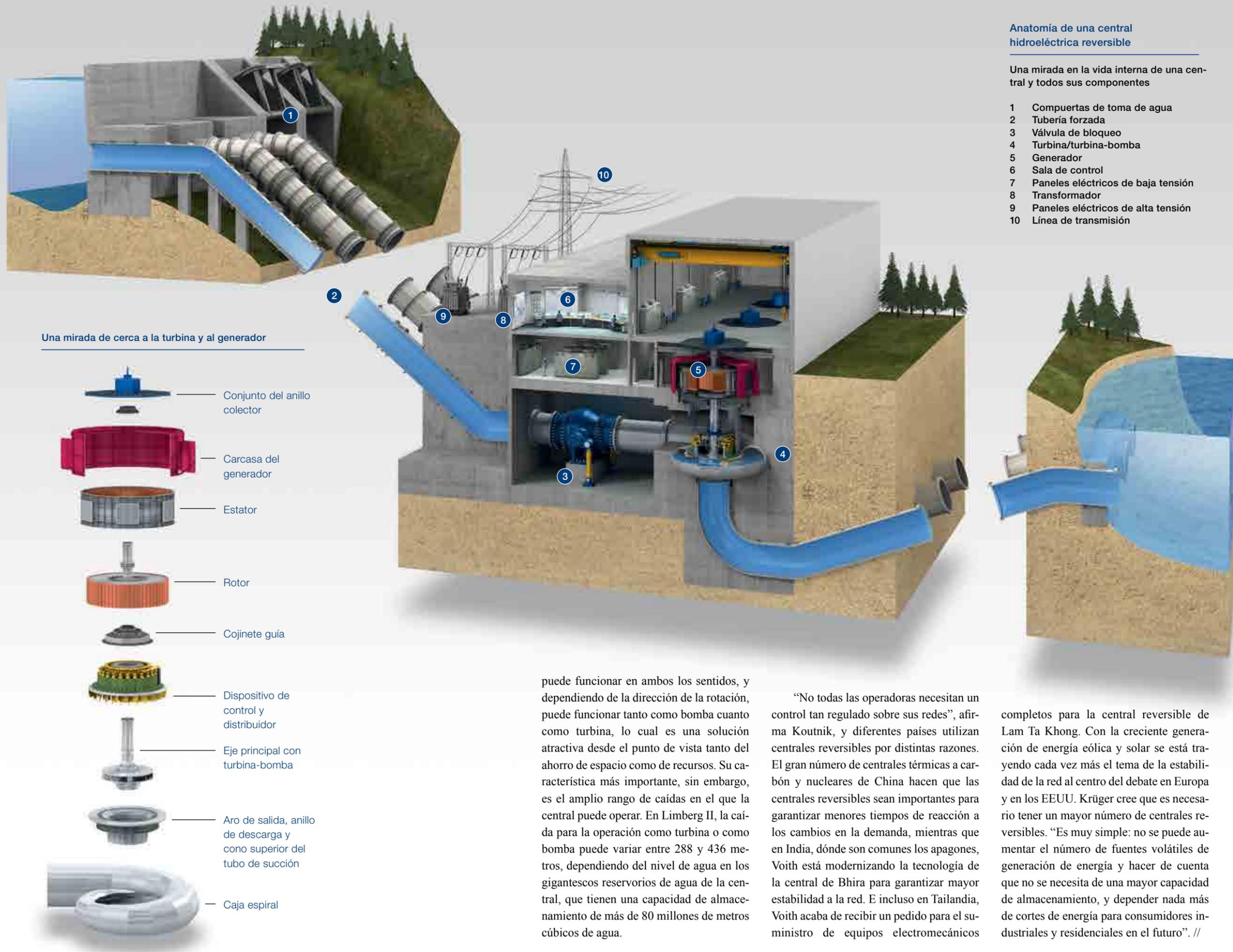
Vista general de los productos y servicios de Voith Hydro para centrales reversibles.

## DEFINIENDO LA AGENDA

▷ Aunque las centrales reversibles sean una tecnología madura, continúan evolucionando, y vale la pena mencionar que un avance reciente e importante de Voith fue el perfeccionamiento de su tecnología de velocidad variable. En Portugal, donde la energía eólica volátil desempeña un papel relevante en el abastecimiento eléctrico del país, Voith está instalando actualmente dos unidades de velocidad variable en la central de Frades II (véase página 18). “Las bombas-turbinas clásicas solo son capaces de operar a una única velocidad, sin embargo, con los motores-generadores asíncronos de doble alimentación, es posible variar la velocidad de la bomba. Esto permite un mayor control y regulación de la electricidad consumida por la red, garantizando mayor flexibilidad operacional y mayor eficiencia a la central”, explica Thomas Hildinger, Vicepresidente de Tecnología de Generadores de Voith Hydro.

En Kops II, en Austria, es posible ver otro ejemplo de la experiencia innovadora de Voith Hydro. Operando un sistema ternario constituido por un motor-generador, una turbina y una bomba separada, la central reversible de Kops II utiliza un convertidor de par hidráulico, –un desarrollo exclusivo de Voith–, para alternar entre la operación en modo de turbina o de bomba en cuestión de segundos. “También es posible operar ambas al mismo tiempo, generando un cortocircuito hidráulico”, afirma Koutnik. “Esto le permite a uno controlar la potencia de la bomba, al igual que con un generador síncrono, aumentando significativamente su eficiencia y flexibilidad, de modo semejante a una máquina de velocidad variable”. Expresado en números, Kops es capaz de despachar hasta 525 MW de energía de punta a la red en cuestión de segundos, o absorber y almacenar hasta 450 MW de energía excedente en la red.

También en Austria, en la central de Limberg II, es posible encontrar un ejemplo de turbinas-bombas síncronas reversibles con un rango de operación ultra-ancho. Las dos turbinas-bombas reversibles de 240 MW suministradas para la central de Limberg II, en los Alpes Austriacos,



puede funcionar en ambos los sentidos, y dependiendo de la dirección de la rotación, puede funcionar tanto como bomba cuanto como turbina, lo cual es una solución atractiva desde el punto de vista tanto del ahorro de espacio como de recursos. Su característica más importante, sin embargo, es el amplio rango de caídas en el que la central puede operar. En Limberg II, la caída para la operación como turbina o como bomba puede variar entre 288 y 436 metros, dependiendo del nivel de agua en los gigantescos reservorios de agua de la central, que tienen una capacidad de almacenamiento de más de 80 millones de metros cúbicos de agua.

“No todas las operadoras necesitan un control tan regulado sobre sus redes”, afirma Koutnik, y diferentes países utilizan centrales reversibles por distintas razones. El gran número de centrales térmicas a carbón y nucleares de China hacen que las centrales reversibles sean importantes para garantizar menores tiempos de reacción a los cambios en la demanda, mientras que en India, donde son comunes los apagones, Voith está modernizando la tecnología de la central de Bhira para garantizar mayor estabilidad a la red. E incluso en Tailandia, Voith acaba de recibir un pedido para el suministro de equipos electromecánicos

completos para la central reversible de Lam Ta Khong. Con la creciente generación de energía eólica y solar se está trayendo cada vez más el tema de la estabilidad de la red al centro del debate en Europa y en los EEUU. Krüger cree que es necesario tener un mayor número de centrales reversibles. “Es muy simple: no se puede aumentar el número de fuentes volátiles de generación de energía y hacer de cuenta que no se necesita de una mayor capacidad de almacenamiento, y depender nada más de cortes de energía para consumidores industriales y residenciales en el futuro”. //

# CENTRALES REVERSIBLES

Heike Bergmann comenta el **enorme potencial de centrales reversibles.**



Heike Bergmann, Miembro del Consejo de Administración de Voith Hydro Heidenheim, trabaja en el sector energético desde hace muchos años. Toda esta experiencia la convence de que, por tratarse de instalaciones con múltiples talentos, las centrales reversibles son capaces de brindar una contribución esencial para la conversión de sistemas de energía en sistemas basados en fuentes renovables.

**En los sistemas de energía del futuro, ¿cuál es el papel que usted ve para las centrales reversibles?**

Con el continuo aumento de la proporción de energías renovables volátiles, -como la eólica y la solar-, en la matriz energética de muchas regiones del mundo, los sistemas de energía necesitarán más centrales reversibles. Estas centrales tienen múltiples talentos al combinar almacenamiento, desempeño confiable y flexibilidad: todo en un único tipo de central eléctrica. Con estas características, ayudan a evitar el desperdicio de energías renovables: pueden almacenar la energía excedente de las fuentes eólica y solar en momentos de excesos de generación. Al igual que con todas las centrales térmicas paradas, las centrales hidroeléctricas reversibles aún permiten absorber excedentes de energía y suministrar “energía negativa”. Horas después, pueden suministrar esta electricidad “verde” para la red en un periodo de tiempo muy corto, y exactamente cuándo se necesita. Con esto, las centrales eólicas y solares no necesitan apagarse, y la red gana mayor estabilidad.

**¿Cuál es el costo de una central hidroeléctrica reversible comparada con una central térmica?**

Es difícil comparar a las centrales accionadas por combustibles fósiles directamente con las centrales reversibles, porque ellas cumplen objetivos distintos y las centrales reversibles no generan costos de combustibles o certificados. Sin embargo, es posible decir que el costo de cada kW generado por una central reversible corresponde a un valor promedio de € 1.350. Para una central térmica de carbón, este valor está alrededor de € 1.300 por kW. Pero no hay que olvidar: las centrales reversibles tienen una vida útil de 60 a 80 años (o hasta más), mientras que una central convencional dura apenas de 30 a 40 años. De esta forma, sería necesario duplicar el costo de inversión en una central térmica accionada por combustibles fósiles para que se pudiese hacer esta comparación.

**¿Y las baterías, son otra forma de almacenamiento de energía?**

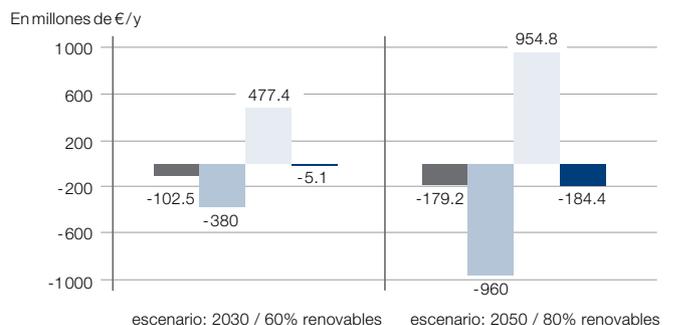
Actualmente, las baterías son mucho más caras que las centrales reversibles, y habrán de continuar de esa forma en el futuro. El costo mínimo de una batería de iones de litio es de € 600 por kWh, mientras que la función de almacenamiento de una central reversible cuesta un máximo de € 50 por kWh, o incluso menos, dependiendo de la región. Además de esto, las baterías soportan un número de ciclos de carga significativamente inferior cuando son comparadas con las centrales reversibles.

**En Alemania, Voith Hydro inició un estudio con la universidad RWTH de Aachen, para analizar la contribución de las centrales reversibles a la transición energética alemana. ¿En resumen, cuáles fueron los principales resultados alcanzados?**

El estudio muestra que las centrales reversibles contribuyen de manera esencial al éxito de la transición energética alemana, o mejor dicho, a la conversión de un sistema de energía a un sistema basado en fuentes renovables. El estudio demuestra que, a partir del 2030, cerca del 70% de la energía eólica y solar excedente en Alemania podrá ser aprovechada si se combina con la proveniente de las centrales reversibles. Basado en esta esperada expansión, toda la flota de centrales reversibles podría evitar el desperdicio de 6 TWh de energías renovables hasta el 2030, lo que significa 17,6 TWh adicionales de energías renovables hasta el 2050. La utilización de centrales reversibles es eficiente y tiene sentido económico: permite reducir el desperdicio de energías renovables. Necesitaremos de un menor número de centrales térmicas de gas en la medida en que las centrales hidroeléctricas reversibles puedan asumir su papel de proporcionar mayor flexibilidad a nuestro sistema energético. Esto permite reducir los costos con combustibles, lo que significa que las centrales convencionales existentes podrán ser mejor utilizadas. Esto también reducirá la volatilidad de los precios de la energía. //

## Reducción de los costos de generación de electricidad en millones de €/año

- Ahorro de inversiones en centrales termoeléctricas a gas
- Ahorro de costos variables de ciclos de almacenamiento en la generación de electricidad
- Inversiones en centrales hidroeléctricas reversibles
- Ventajas económicas



Fuente: Institute of Power Systems and Power Economics, Universidade RWTH Aachen: "Supporting the Energy Transition in Germany through Pumped Storage: Potential for Improvement of Economic Viability and Supply Reliability"

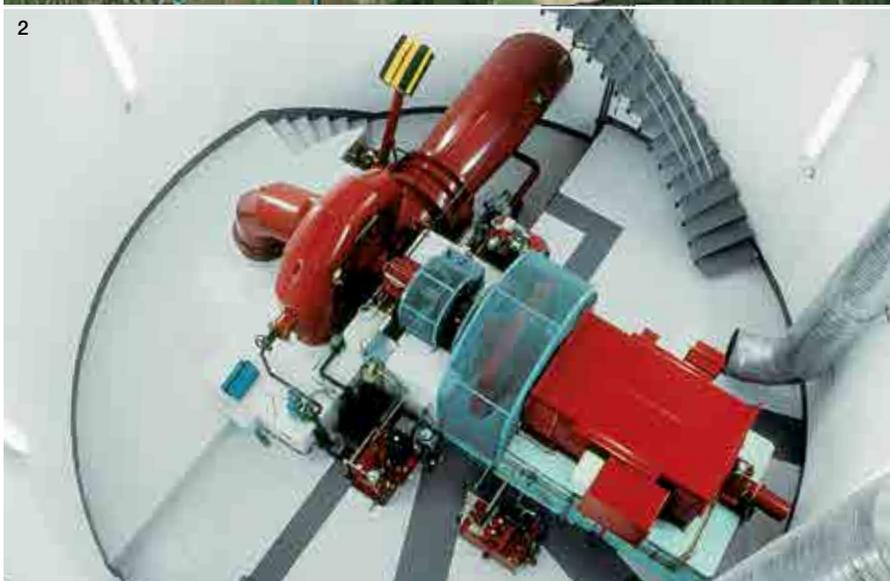
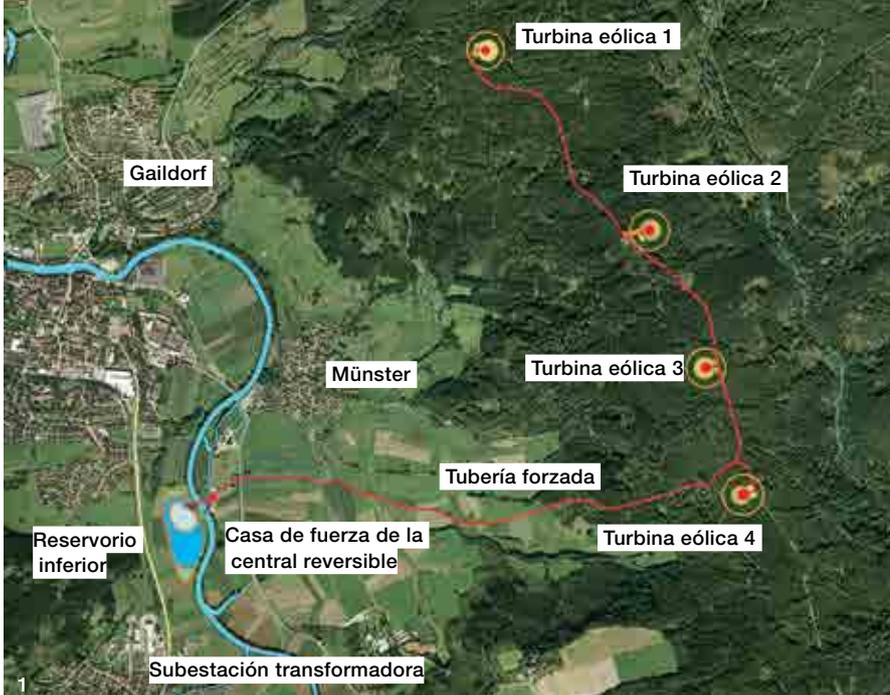
- 1 Gaildorf integró una central reversible en sus turbinas eólicas.
- 2 En el interior de la central reversible.

Para más información (en alemán), visite: [www.naturstromspeicher.de](http://www.naturstromspeicher.de)

una turbina eólica convencional, afirma Alexander Schechner, director de Naturstromspeicher. Debido a la naturaleza volátil de las energías renovables, la necesidad de un almacenamiento flexible y más eficiente ha venido despertando mucho interés en los últimos años.

**Las principales restricciones** de las energías renovables vienen de la naturaleza y del espacio físico, afirma Schechner. Por esto, es importante ocupar áreas limitadas de forma inteligente, de ahí la necesidad de integración de un reservorio de agua a la estructura de la turbina eólica. Otra preocupación del sector de energía es la huella ecológica. El próximo paso tecnológico, afirma Schechner, es la construcción de las tuberías forzadas en plástico flexible de polietileno y su instalación en caminos existentes. “Un bosque tiene sus propias calles e infraestructura”, aclara. “Una tubería forzada típica es recta, y esto exige cortar los árboles que se encuentren en su camino. Cuando curvamos las tuberías forzadas para adecuarlas a la estructura existente, podemos optimizar el impacto medioambiental.”

**Schechner espera** que la instalación de Gaildorf promueva un enfoque más variable y flexible en relación a las energías renovables. Las centrales de menor tamaño tienen la ventaja de proporcionar una instalación más sencilla, mejor control y mayor flexibilidad. Los grandes proyectos son más económicos porque maximizan la cantidad de energía que se puede generar. La geografía puede determinar cuál es el tipo de proyecto que se debe elegir. Al aumentar la variedad, el sector hidroeléctrico puede aumentar la generación de energía renovable y así operar con mayor eficiencia, afirma Schechner. //



# EÓLICA E HIDROELÉCTRICA: UNIENDO FUERZAS

Una increíble innovación en energías renovables coloca a las centrales reversibles exactamente dónde son necesarias.

En un proyecto inédito, una central reversible unió sus fuerzas con las turbinas eólicas de una nueva central generadora de electricidad en el estado de Baden-Württemberg, en Alemania.

Voith suministrará los equipos para el innovador proyecto piloto de Gaildorf, propiedad de Naturstromspeicher, una compañía alemana especializada en el almacenamiento de energías naturales. Actualmente en construcción, el proyec-

to combinará la generación eólica a una central reversible, pero con una diferencia. En Gaildorf, un reservorio inferior natural alimenta a cuatro pequeños reservorios superiores construidos directamente en las bases de cuatro torres de turbinas eólicas. Con sus cubos instalados a 178 m de altura, cada turbina tendrá una capacidad de 5 MW. Debido a la elevada altura del cubo, el sistema combinado generará un 20% más de energía que



# LA CENTRAL INVISIBLE

La nueva central hidroeléctrica reversible de Reisseck II funciona como una **batería ecológica** en los Alpes.

En las profundidades de una montaña que se ve desde el pintoresco valle del Mölltal, en el sur de Austria, trabajan intensamente cerca de 250 especialistas. Una red de túneles y cavernas subterráneas ya fue excavada y detonada en la roca, y ahora ellos se van equipando con maquinaria hidroeléctrica de última generación. En la caverna principal, con 25 metros de ancho, 58 metros de longitud y 43 metros de altura, los ingenieros trabajan a la luz de reflectores para instalar las unidades generadoras de la central. Pero lo que a primera vista podría parecer un refugio militar, o la fantástica guarida subterránea del villano de una película de James Bond, en realidad es una de las centrales hidroeléctricas más potentes y modernas de Europa, donde los ingenieros de Voith están instalando actualmente dos turbinas-bombas reversibles con una potencia de 215 MW cada una.

Mölltal tiene un largo historial con la hidroelectricidad, una vez que el sistema Reisseck-Kreuzeck se construyó entre 1948 y 1961, y la red de Malta fue concluida en 1978, cada una con sus propios reservorios, generadores y sistemas hidráulicos autónomos. Con la entrada en operación de Reisseck II este año, la suministradora de energía austriaca VERBUND trajo estas dos redes para el siglo



- 1 Trabajos de instalación del dispositivo de control de una de las unidades generadoras.
- 2 Ingenieros de Voith dentro de la caverna discutiendo los próximos pasos del proyecto.
- 3 La planta hidroeléctrica de Rottau y el reservorio de Rottau están conectados al sistema Reisseck-Malta.



Vea un vídeo sobre Reisseck aquí (en alemán):  
[www.verbund.com/pp/de/pumpspeicherkraftwerk/reisseck-2](http://www.verbund.com/pp/de/pumpspeicherkraftwerk/reisseck-2)

XXI. “La nueva central interconectará dos conjuntos de centrales hidroeléctricas anteriormente independientes”, afirma Martin Nussmüller, Gerente de Proyectos de Voith Hydro. “Esto significa que no será necesario construir nuevos reservorios y presas, y que será posible utilizar una parte de las tuberías forzadas de las centrales existentes. Al conectar estos dos conjuntos de centrales, la capacidad total del complejo podrá ser aumentada en más de un 40%, a pesar de la cantidad relativamente baja de trabajo”.

Con el objetivo de maximizar la potencia de la nueva planta, la compañía VERBUND tendría que instalar las turbinas de alto desempeño más eficientes del mercado. “Uno de los motivos de que el contrato haya sido firmado con Voith Hydro fue el excepcional nivel de eficiencia que conseguimos comprobar en los ensayos de aceptación del modelo”, afirma Nussmüller. “Los rodets de las turbinas tienen una densidad de potencia sumamente alta, lo que significa que, a pesar de la potencia alta, el rodete es pequeño”. Las cajas espirales de las unidades fueron completamente fabricadas en acero inoxidable, tienen aro de regulación y un pre-distribuidor fa-

bricado en una sola pieza forjada. Fueron completamente montados en la fábrica de Voith Hydro en Sankt Pölten, y suministradas como un módulo compacto único. “Para este proyecto, logramos aprovechar el conocimiento y las lecciones que aprendimos en un gran número de proyectos hidroeléctricos reversibles realizados por Voith a lo largo de los últimos años en Austria”.

**La transición para fuentes renovables de energía** es actualmente un asunto predominante en toda Europa. Sin embargo, esto no se refiere simplemente a la construcción de más centrales solares y parques eólicos, ya que la generación proporcionada por fuentes verdes puede ser muy irregular, lo que resultaría en una red altamente inestable. Centrales reversibles como la de Reisseck II son una parte esencial de la solución. “Esta central fue concebida para regular la red y compensar los picos y valles de generación eólica y solar, así como las variaciones de demanda cotidianas”, afirma Nussmüller. Cada una de las turbinas es reversible, pudiendo actuar como bomba o generador, almacenando energía excedente o generando electrici-

dad conforme a las necesidades. Los sistemas modernos deben tener la capacidad de reaccionar rápidamente a los cambios en la red. “Por esto, la rapidez en el tiempo de respuesta a los cambios de carga en la red fue uno de los parámetros más importantes para el diseño de la central. Tiene la capacidad de almacenar y generar la energía equivalente a un parque eólico de 200 turbinas, y con un tiempo de respuesta prácticamente instantáneo”. Esta mayor estabilidad brindará beneficios a los consumidores de electricidad no solo de Austria, sino también de los países vecinos.

Como Reisseck II se conectará a la red para el 2015, la caverna está sellada y los trabajos de construcción civil ya fueron concluidos. Sin la construcción de una nueva presa o reservorio, solamente por la carretera de acceso a la planta se pueden ver las evidencias de la central invisible que hizo del sistema Reisseck-Malta una de las centrales hidroeléctricas más potentes de Europa. //

## Hidroelectricidad en AUSTRIA

La hidroelectricidad es responsable de cerca del 63% de toda la capacidad instalada en energías renovables en Austria.

# UN AUDAZ SALTO ADELANTE

Voith brinda una nueva ventaja a una tecnología confiable en Frades II, en Portugal.

Hace más de un siglo que las centrales hidroeléctricas reversibles se convirtieron en una parte vital de nuestras redes eléctricas. En los últimos años, estas plantas asumieron una importancia aún mayor debido a su papel significativo de apoyo en la transición hacia las fuentes renovables de energía. Y, excepto por las continuas mejoras en eficiencia y desempeño, los fundamentos de esta tecnología no han cambiado desde entonces. Pero ahora todo esto podrá cambiar. Ingenieros de Voith actualmente están instalando dos turbinas-bombas reversibles de velocidad variable y 390 MW de potencia en

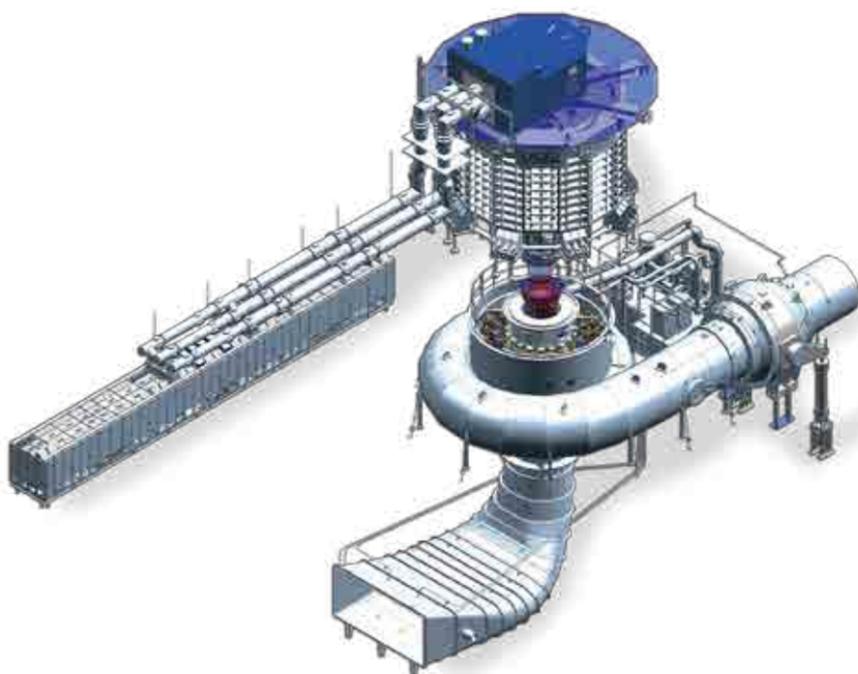
la central de Frades II, al noroeste de Portugal. La inmensa central hidroeléctrica reversible no será lo único que se instale: se integrará un sistema en cascada, ya existente, con ocho centrales, el Cáva-do-Rabagão-Homem.

Frades II es la tercera central de este tipo a construirse en Europa, y cuando esté conectada a la red, en 2015, será la más grande central reversible con velocidad variable del continente. El futuro es la velocidad variable.

“El elemento fundamental de esta central es un motor-generador asíncrono es-

pecial: el DFIM, la máquina de inducción de doble alimentación”, afirma Wieland Mattern, Gerente de Proyectos de Voith Hydro Heidenheim. “A diferencia de una máquina síncrona convencional, que siempre gira a una misma velocidad y en sincronía con la frecuencia de la red de 50 Hz, en las nuevas máquinas DFIM la rotación mecánica es independiente de la frecuencia de la red y puede variar. Esto brinda dos principales ventajas. Primera: el nuevo sistema proporciona tiempos de respuesta rápidos y flexibles a la demanda activa y reactiva de la red eléctrica. Mientras que una central tradicional puede estar conectada o parada, ya sea en el modo de motor o generador, estas nuevas unidades pueden variar sus velocidades dentro de un determinado rango para corresponder a las demandas instantáneas de la red. Este fue un parámetro decisivo en el proceso de licitación, y será cada vez más importante en otros mercados también. Segunda: comparadas con turbinas convencionales de velocidad fija, las centrales con velocidad variable proporcionan mayor estabilidad en casos de caídas de tensión, reduciendo la probabilidad de apagones y permitiendo que el sistema vuelva a operar mucho más rápidamente después de este tipo de incidente.

El diseño de un motor-generador de velocidad variable de este tamaño trajo sus propios desafíos. El diseño del rotor es completamente nuevo. “En lugar de polos salientes montados en el aro del rotor, como es el caso de motores-generadores síncronos, el rotor de Frades presenta bobinas con barras trifásicas,



Velocidad variable para mayor flexibilidad: modelo 3-D de la máquina de Frades II.

semejantes a aquellas generalmente encontradas en los estatores”, afirma Mattern. “Sin embargo, a diferencia de las bobinas estacionarias de los estatores, las bobinas del rotor giran, aproximadamente, a 375 rpm y están expuestas a fuerzas centrífugas elevadas”. Además de esto, comparado con máquinas síncronas convencionales, el rotor queda cargado con voltajes y corrientes mucho más altas, alimentadas por un convertidor de frecuencia potente. Este convertidor es 25 veces más potente que el de una central de velocidad fija de esta potencia, siendo obviamente mayor y más pesado también. “Todo esto genera un enorme impacto en el diseño del rotor, y es por ello que tuvimos que desarrollar un producto completamente nuevo para esta

central”. Voith Hydro también tuvo que desarrollar un nuevo sistema de protección eléctrica. “El nuevo convertidor es mucho más rápido que los modelos tradicionales”, afirma Thomas Hildinger, Vicepresidente del Voith Hydro Engineering Center. “De esta forma, la nueva protección debe adaptarse para soportar las mayores demandas”.

El resultado de esta innovación técnica es una central que le brinda mayor confiabilidad y estabilidad a la red. Y, en la búsqueda por un mayor desempeño, los cambios pequeños pueden generar un impacto considerable. “En casos de bajos voltajes, cuando el voltaje cae a un 5% de lo normal, una turbina clásica de velocidad fija puede operar con estabilidad

por apenas 150 milisegundos”, explica el Dr. Jiri Koutnik, Gerente de Soporte Especializado para unidades generadoras. “Entonces tiene que removerse de la red y resincronizarse antes de que se pueda reconectar. Esto puede tardar hasta un minuto. Las turbinas de Frades II son capaces de mantener la estabilidad por hasta 600 milisegundos. Esto puede parecer una mejora pequeña, pero es significativa. Puede significar la diferencia entre la operación normal continua o, en casos extremos, un apagón generalizado en una región grande”, afirma Hildinger. //

**Hidroelectricidad en PORTUGAL**  
Cerca de un 42% de toda la capacidad instalada en energías renovables de Portugal se encuentra en las centrales hidroeléctricas.



El cubo del rotor con la plataforma de apilamiento semiautomática recientemente desarrollado en el local de premontaje, antes del inicio de la laminación.



# UN PROYECTO GLOBAL

Colaboración interna en **una de las mayores centrales reversibles** de África.

Cuando especialistas de Voith de todas las partes del mundo trabajan juntos, los resultados pueden ser impresionantes. Uno de estos resultados puede ser encontrado en el extenso paisaje rural de la región de KwaZulu-Natal, al este de África del Sur, en las cercanías de una ciudad llamada Ladysmith. Aquí, parcialmente sumergida bajo tierra quemada por el sol, se encuentra la inmensa central hidroeléctrica reversible de Ingula, una de las más grandes centrales hidroeléctricas de África. El planeamiento para este enorme proyecto empezó en la década de 1980, afirma Markus Müller, Gerente de Proyectos de Voith Hydro Heidenheim. “Se evaluaron cerca de 20 sitios antes de la selección de Ingula”, afirma. Tres décadas más tarde, con el proyecto acercándose de su conclu-

sión, la central deberá suministrar 1.368 MW de potencia por hora. Como observa Akihisa Hirata, Gerente de Proyectos Adjunto de Voith Fuji Hydro, la central reversible contribuirá de modo significativo a la “garantía de un suministro de energía continuo en toda África del Sur”.

**Las contribuciones de Müller e Hirata** ilustran la cooperación y la dimensión internacionales que es tan importante para este proyecto. De hecho, el papel de Voith en la central reversible de Ingula fue enorme. Involucró la cooperación entre cuatro grandes unidades de la compañía: Heidenheim (Alemania), York (Estados Unidos), São Paulo (Brasil) y Shanghái (China), cada una garantizando el éxito del proyecto en sus respectivas áreas de actuación. Voith Hydro de Heidenheim, por

ejemplo, quedó como responsable de los principales trabajos realizados en las cuatro turbinas-bombas, válvulas de entrada principales, sistema SCADA y equipos auxiliares mecánicos y eléctricos. Como afirma Müller, “la consecuencia de esto fue la subcontratación de diversos trabajos de muchas otras unidades de Voith en el mundo”. Es por esto que él lo describe como un “proyecto verdaderamente global”.

La unidad de Hirata, Voith Fuji Hydro, en Japón, también fue un aliado esencial. Esta filial de Voith Hydro fue responsable de la manufactura de los cuatro motores-generadores de 373 MVA, que él afirma que están situados entre “los más grandes ya suministrados”. Además de la cooperación en el proyecto, Müller e Hirata también se conocían debido a la par-

1 Vista de pájaro del lindo paisaje alrededor de la central hidroeléctrica reversible de Ingula.  
2 El trabajo en la central ha sido realizado de forma colaborativa entre diversas unidades mundiales de Voith.

ticipación de ambos en el Voith Hydro Management Trainee Program, donde adquirieron las habilidades que ahora aplican a su proyecto actual, y que aplicarán a proyectos futuros. Este programa es un ejemplo más de la organización y mentalidad globales de Voith.

Otro orgulloso participante del proyecto de Ingula es Voith Paper de Bayreuth, en Alemania, que en 2011 fue contratada para suministrar los sistemas de calentamiento, ventilación y aire acondicionado para el proyecto.

En términos técnicos, la forma de operación de esta central reversible no es nueva, pero es eficiente: ella almacena el excedente de energía en el período de la noche (o generado por fuentes renovables) en el reservorio superior de Bedford, descargando el agua en el reservorio inferior de la presa de Bramhoek para sumi-

nistrar energía a la red conforme a lo necesario. Gracias a esta tecnología comprobada, la central de Ingula contribuirá significativamente con la estabilidad de la red del este de África del Sur.

**Ingula está ubicada en un ambiente natural fantástico**, y la construcción y el planeamiento de la central supieron respetarlo. El escenario rural y la linda vista de la montaña se afectaron apenas mínimamente, gracias a la limitación de gran parte de los trabajos al espacio subterráneo.

Además de la central hidroeléctrica, la integración de gran parte de los aparatos y equipos abajo de la superficie fue muy significativa, afirma Müller. “Simplemente no provoca el mismo impacto medioambiental cuando lo comparamos con una central totalmente instalada enci-

ma de superficie”. Esto no significa que él no tenga consciencia del impacto medioambiental generado por un proyecto de gran tamaño como este, y queda satisfecho al saber que numerosas instituciones defensoras de la vida salvaje, como la Birdlife South Africa, y ambientalistas profesionales, se juntaron para formar alianzas con el objetivo de verificar el cumplimiento con las exigencias medioambientales del proyecto.

Acercándose de su recta final, la central de Ingula se está planeando y preparando hace más de 30 años. Con el expertise de un gran número de colaboradores de numerosas especialidades de Voith y provenientes del mundo entero, esta central reversible hará una contribución significativa a la demanda energética en rápida expansión en África del Sur del siglo XXI. //

## Hidroelectricidad en ÁFRICA DEL SUR

En África del Sur, la hidroelectricidad es responsable de casi el 70% de la capacidad instalada en energías renovables.



## ADAPTANDO Y EVOLUCIONANDO

Dando el regalo de una vida más larga para una central hidroeléctrica reversible en los Estados Unidos.

Existe mejor forma de celebrarse un cumpleaños importante que con el regalo de una vida más larga? Este es el regalo que Voith ayudó a dar al proyecto de Smith Mountain, propiedad de American Electric Power (AEP), que celebrará su 50° aniversario el año que viene. Operada por Appalachian Power, subsidiaria de AEP, la central de Smith Mountain es una central hidroeléctrica reversible con una importancia estratégica en el río Roanoke, en el estado de Virginia. Con sus dos reservorios y dos presas, el proyecto concluido en 1964, creó

cerca de 600 millas de nuevas líneas costeras y cerca de 25.000 acres de superficie de agua al alcanzar su nivel hídrico “lleno”, en 1966. Además de suministrar electricidad a la región, los lagos y cursos de agua creados se convirtieron en un punto de interés para residentes y turistas.

### LARGA OPERACIÓN, MÚLTIPLES PROPÓSITOS

El proyecto de Smith Mountain fue uno de los primeros proyectos hidroeléctricos reversibles creados para complementar el entonces emergente sector de generación nuclear en los EEUU. Para garantizar un margen extra de seguridad al sistema, a las centrales nucleares generalmente se les prohíbe llevar a cabo el seguimiento de carga, explica Greg Snyder, Gerente de Ventas de Servicios de Voith Hydro York, en los EEUU. Originalmente, Smith Mountain cumplía el

propósito principal de una central reversible tradicional. Actualmente, esta central complementa las centrales térmicas de carga base, —nucleares, a gas y a carbón— de esta forma tradicional, pero también contribuye para aumentar la proporción de fuentes renovables, como la eólica y la solar. Voith desempeñó un papel importante en el desarrollo de todos los asuntos referentes a centrales reversibles en los EEUU desde su surgimiento, tanto directamente como a través de adquisiciones realizadas a lo largo de los años, especialmente de Allis-Chalmers, S. Morgan Smith, Westinghouse, y la joint venture con Siemens. Las bases de conocimiento de cada una de estas grandes compañías ayudaron Voith a ganar una comprensión profunda de todas las facetas del mercado hidroeléctrico americano, además de incorporar su know-how y expertise de OEM.

El proyecto cincuentenario de Smith Mountain está equipado con tres turbinas-bombas y dos generadores convencionales, una mezcla de unidades convencionales y reversibles que también puede ser vista en otras centrales hidroeléctricas de los EEUU. Uno de los proyectos de extensión de vida útil que Voith Hydro York (VHY) realizó en los motores-generadores de la central involucró el rebobinado de dos bobinas estáticas convencionales de generadores, tarea realizada por Voith Hydro Mississauga, en Canadá. Otros trabajos recientes de VHY involucraron la disminución del aro del rodete de la unidad tres, —la unidad más grande de la central—, incluyendo su realineamiento para la extensión de su vida útil.

### CONFIANZA Y RIGUROSIDAD

“Estos trabajos exitosos dieron como resultado el desarrollo de confianza y respeto considerables entre los operadores y propietarios de la central y de Voith”, afirma Snyder. Tanto el alcance del expertise de Voith como la disposición del equipo para garantizar la satisfacción del cliente fueron muy valoradas por AEP.

Jim Thrasher, Superintendente de Mantenimiento de Energía de AEP, habla con entusiasmo sobre la forma en que Voith resolvió los desafíos que surgieron en la etapa inicial de pruebas. “Lo que Voith nos ofreció fue mucho mejor de lo que podríamos esperar y, en última instancia, superaron tanto las especificaciones del contrato como nuestras expectativas”, afirma.

“En la segunda unidad, encontramos los polos originales del rotor significativamente dañados. Voith fue totalmente abierta y transparente con nosotros en cuanto a los costos adicionales involucrados, y nos aseguraron que el sentimiento de urgencia que nosotros teníamos para concluir este trabajo se había transmitido a todo su equipo y a sus subcontratistas. La reputación de la compañía en lo concerniente a la calidad fue absolutamente justificada por el trabajo en Smith Mountain”.

¿Y qué se hizo con las tres bombas? Thrasher afirma también, con cierto orgullo, que esas todavía son las unidades

- 1 Una de las dos presas de Smith Mountain.
- 2 Los cursos de agua que desaguan en la central de Smith Mountain crearán un área recreativa para moradores.

originales y no se han modernizado, algo bastante inusual para una central hidroeléctrica reversible de esa edad. “Las personas en los preguntan cuándo pretendemos hacerlo, y nosotros decimos que las modernizaremos al enfrentar problemas serios. Hasta el momento, no tuvimos ninguno”, afirma. Todas estas unidades se fabricaron por la compañía Allis-Chalmers, la cual fue adquirida por Voith. Esto sólo demuestra como la calidad efectivamente resiste a la prueba del tiempo. //

### Generación hidroeléctrica en los EEUU

Los EEUU ocupan el tercer lugar mundial en capacidad hidroeléctrica instalada, apenas atrás de Brasil, en la región de las Américas.





El equipo del proyecto de Hong Ping, con la primera de las bifurcaciones fabricadas para la central.

# ENTRE LAS MÁS GRANDES DEL MUNDO

Voith está suministrando equipos hidroeléctricos para **aumentar la matriz energética de fuentes renovables de China.**

China está lanzando un plan ambicioso para aumentar su matriz de fuentes renovables de energía. Las centrales reversibles desempeñarán un papel importante en estos planes, contribuyendo para que el país alcance su meta de generar el 20% de su energía a partir de fuentes renovables para el 2020. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, la red estatal de China espera que la

capacidad hidroeléctrica reversible total instalada en el país, alcance los 54 GW para el año de 2020. Actualmente, este valor es de aproximadamente 19 GW.

Apenas como un paso rumbo a esta meta en energías renovables, China está construyendo una nueva central hidroeléctrica reversible. Ubicada en la provincia de Jiangzi, cerca de 750 kilómetros al suroeste de Shanghái, la central

de Hong Ping será equipada por Voith. En su fase inicial de desarrollo, prevista para concluirse en 2015, Hong Ping generará 1.200 MW de potencia. Cuando esté totalmente puesta en marcha, la central tendrá la capacidad para generar 2.400 MW de potencia, lo que la clasificará entre las centrales reversibles más grandes del mundo.

La escala de Hong Ping es uno de los

desafíos del proyecto, al igual que el equilibrio de su desempeño hidráulico y su estabilidad operacional para cumplir con los requisitos del cliente. Con simulaciones computacionales y ensayos de modelo minuciosos para definir la mejor solución técnica para la central, el proyecto y la ingeniería de sus equipos empezaron a tomar forma.

La prueba de aceptación del modelo se concluyó con éxito en julio de 2013, y marcó un importante logro para el proyecto: los resultados comprobaron que las tasas de eficiencia superaban los valores garantizados. Para cumplir con este requisito, Voith llevó a cabo más de 100 optimizaciones basadas en mecánica de fluidos computacional (CFD).

“Los avances que tuvimos en las áreas de materiales y de ingeniería durante el proyecto de Hong Ping, además de avances en otros proyectos, – como el generador asíncrono de la central hidroeléctrica reversible de Frades II, en Portugal [vea más detalles en la página 18] –, fortalecieron la posición de Voith Hydro como líder en el suministro de centrales reversibles en todo el mundo”, afirma Danijel Anciger, Ingeniero de Diseño Hidráulico del Voith Hydro Engineering Center, quien participó en el desarrollo del modelo de Hong Ping.

Voith está suministrando cuatro unidades reversibles completas para Hong Ping, incluyendo cuatro generadores síncronos, turbinas-bombas Francis reversibles, reguladores, válvulas de entrada y sistemas de excitación, automatización y auxiliares de la central. Cada unidad tendrá una capacidad de 300 MW. Voith firmó el contrato con la Corporación Estatal de la Red Eléctrica de China, la mayor suministradora de electricidad del país.

Los avances realizados para el proyec-

to de Hong Ping incluyen numerosas optimizaciones en la turbina y en el generador: innovaciones que seguramente serán empleadas a futuro en otras centrales reversibles para otros clientes de Voith en todo el mundo.

La Corporación Estatal de la Red Eléctrica de China solicitó un arranque muy estable de las turbinas, y eso exigió una ingeniería especial para los perfiles de los álabes, afirma Anciger. Además de esto, el cliente también deseaba alta eficiencia hidráulica para poder generar la mayor cantidad de electricidad y así aprovechar su capacidad de almacenamiento.

“Tener arranque estable generalmente implica dejar de lado una parte de la eficiencia hidráulica, pero el cliente quería ambos. Nosotros hicimos esto con un diseño nuevo para las turbinas, utilizando equipos de medición precisos y ciclos rápidos de diseño, en el cual ingresábamos los resultados de la medición nuevamente en el diseño del modelo”, afirma Anciger. Otro enfoque innovador en relación a la turbina fue intentar alcanzar un nivel óptimo para equilibrar los modos operacionales como la bomba y la turbina.

Voith realizó optimizaciones en el generador, adaptando su eje para aumentar la precisión del cojinete guía de 0,03 para 0,015 milímetros. La solución creada fue el diseño de un eje ancho con soldadura única, en lugar de dos ejes cortos conectados por tornillos, afirma Helio Moino, Vicepresidente Ejecutivo y Director de Producción de Voith Hydro Shanghái. Moino es responsable de las actividades de manufactura y calidad, incluso de las partes fabricadas para Hong Ping.

Voith también rediseñó el polo con nuevos materiales y una guía de aire. El nuevo polo ayuda a enfriar el generador al

mejorar la ventilación de la unidad con autoventilación en lugar de usar ventilación forzada con ventiladores. Pan Zhibin, Gerente de Proyectos de Voith Hydro Shanghái, dice que se siente orgulloso, no solo de los nuevos diseños que Voith creó, sino también de la solución dada a cada uno de los nuevos desafíos complejos que surgieron en el proyecto de Hong Ping. “Centrales reversibles son proyectos muy complejos. La gestión de ese proyecto, con sus nuevos diseños y materiales, fue un desafío y más. Yo me quedé muy impresionado por la forma como los departamentos de Ingeniería, Compras y Gestión de Proyectos en Alemania y China, trabajaron juntos como un solo equipo para hacer posible el proyecto”.

Voith adoptó un enfoque interdisciplinario para resolver los desafíos técnicos de Hong Ping, realizando una convención de diseño y una reunión de revisión con especialistas después del inicio del proyecto. Especialistas de Voith de numerosas divisiones del mundo entero se encontraron en Shanghái y trabajaron juntos en grupos dedicados a las áreas de turbina, generador, automatización, sistemas auxiliares, al igual que compras, manufactura y servicios de campo, logística y coordinación.

Moino afirma, “Con sus soluciones innovadoras para Hong Ping, Voith está desempeñando un papel importante para la red al proporcionar energía limpia para China, uno de los más importantes motores del crecimiento económico mundial.” //

**Hidroelectricidad en CHINA**  
 Con alrededor de un cuarto de toda la capacidad hidroeléctrica mundial, China es el más grande mercado hidroeléctrico del mundo.



## SALVANDO A IFFEZHEIM

**Voith suministra servicios para una planta con necesidades, previniendo más daños y garantizando reparaciones rápidas.**

El embalse de Iffezheim está ubicado en la región de la Alsacia, en Francia, en el tramo del río Reno que define la frontera entre Alemania y Francia. Se construyó al final de la década de 1970 con el objetivo de mejorar el flujo del río, además de permitir la generación de electricidad en una central de pasada construida en la propia presa. En 1976, Voith suministró componentes para las cuatro turbinas de la central, cada una con una potencia de 28,3 MW. Actualmente, la central es una de las más grandes de este tipo en Alemania.

En octubre de 2013, ingenieros en el campo notaron que había una gran fuga de agua en uno de los cuatro rodetes. “Fue realmente de un momento a otro”, afirma Alois Taglieber, Gerente de Ventas de Voith Hydro Heidenheim. “Una peque-

ña avería en uno de los sellos alrededor del rodete puede provocar una fuga enorme”. Después de reunirse con el cliente, ingenieros de Voith empezaron a trabajar en diciembre con la meta de recuperar las partes estáticas del rodete afectado.

Las condiciones de trabajo en la central de Iffezheim son un desafío por sí mismas. El acceso es limitado debido al propio diseño de la central, y los componentes individuales de las máquinas son enormes: tan solo el anillo de descarga tiene un diámetro de 5,9 metros. También existen preocupaciones relacionadas a la seguridad, ya que muchos componentes de las máquinas están pintados con una tinta anticorrosiva que contiene asbesto. “Nosotros tenemos una relación de trabajo, cercana y muy buena con el cliente, para garantizar los estándares de seguridad más elevados”, afirma Taglieber. Además de esto, la verdadera magnitud del trabajo a realizar quedó clara solo hasta que los ingenieros empezaron a desmontar los enormes componentes del rodete. “Como parte de nuestro trabajo, desmontamos los cojinetes y llevamos a cabo ensayos no destructivos de rutina, no porque creyéramos que había algún problema, sino para asegurar una operación tranquila durante los próximos 40 años. Estos ensayos revelaron que había problemas de corrosión en los cojinetes

- 1 Vista externa de la presa de Iffezheim, en el río Reno.
- 2 Mantenimiento del anillo de descarga en el galpón de Voith.
- 3 Vista interior de la máquina en mantenimiento por Voith.

de empuje, en el anillo de descarga y en el propio eje”, explica Taglieber. A causa de esto, el eje principal tuvo que removerse para que se llevara a cabo un reacondicionamiento superficial, algo nada fácil para un componente de un equipo con un peso de 30 toneladas. “Tuvimos que montar andamios y estructuras que soportaran la carga para la extracción del eje, el sitio parecía un bosque de barras de hierro”, añade Taglieber.

Gracias a la intervención rápida y flexible del equipo de especialistas de Voith Hydro, además de la comunicación y colaboración con el cliente, las reparaciones ahora ya están muy adelantadas, y el generador deberá reconectarse a la red en marzo de 2015. Iffezheim es un ejemplo perfecto del trabajo exitoso del área de after-market business de Voith en la prevención de daños mayores e incluso, un posible paro, y en el regreso de la central a su operación con capacidad total en un corto plazo. //

### Hidroelectricidad en ALEMANIA

Alemania estableció la meta de generar hasta un 35% de su electricidad a partir de fuentes renovables, incluyendo la hidroelectricidad, en el 2020.



# MÚLTIPLES TALENTOS EN PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Con **soluciones innovadoras y una reputación de confiabilidad**, Kössler es líder del mercado en pequeñas centrales hidroeléctricas.

**Para tener una idea de la alta calidad** garantizada por Kössler, subsidiaria de Voith, trajimos el ejemplo de dos proyectos recientes que demuestran la excelencia de la compañía en after-market business (AMB) y nuevas centrales: la modernización de una turbina y accionamiento por correa en Hochstadt, en Alemania, y la nueva central hidroeléctrica de Tröpolach, en Austria.

Asegurar la satisfacción del cliente, con una cultura de AMB inteligente, es una parte fundamental de la forma de trabajo de Kössler, y la modernización de Hochstadt es un excelente ejemplo de ello. En 1985, Kössler desempeñaba un papel de liderazgo en la instalación de una pequeña central hidroeléctrica en Hochstadt. Su alto nivel de desempeño, en tres décadas de operación, hizo con que la compañía fuera nuevamente llamada para implementar

su repotenciación a principios de 2014, principalmente en una turbina Kaplan A tipo bulbo y su accionamiento por co-rea.

“El corazón de la central es un rodete de cuatro álabes fabricado en bronce”, explica Kurt Schiep, Gerente de AMB de Kössler. “Debido al desgaste, la turbina no lograba alcanzar su eficiencia máxima en la central.” El paro de mantenimiento fue corto: inició en enero, y la planta estaba regresando a su operación normal en mediados de abril. Los especialistas de Kössler repararon el diámetro externo de los álabes con soldadura y nivelaron la cámara del rodete, además de reacondicionar el pre-distribuidor, instalando casquillos exentos de mantenimiento en los cojinetes de los álabes directrices. Eso, sumado al efecto producido por el reacondicionamiento del cojinete guía

principal de la turbina, afirma Schiep, “la potencia de la central aumentó significativamente.”

La edad de la tecnología en cuestión fue apenas una de las preocupaciones de la operadora, pero la sostenibilidad también es primordial a la filosofía corporativa del cliente, explica Schiep. “Ahora que terminamos, la central no necesitará de otro reacondicionamiento por más 30 años.” Esta es una excelente noticia para el abastecimiento de energía de la región, especialmente para la ciudad de Hochstadt, añade.

**Del otro lado de los Alpes**, en la región austriaca de Carintia, frontera con Italia, está la pintoresca Tröpolach. Esta es una región de esquí, y las tan apreciadas laderas de Nassfeld, atraen muchos millares de turistas durante todas



las temporadas. Como explica Karl Wieder, Gerente de Ventas y Planeamiento de Kössler, el clima de Tröpolach y su entorno la han convertido en una opción ideal para una nueva pequeña central hidroeléctrica: particularmente por, “su precipitación muy alta y la torrente de Oselitzenbach”.

Para complementar el excepcional ambiente natural, los proyectistas de Kössler crearon la combinación tecnológica perfecta: dos modelos de turbinas (PV6i/1080/330e) y generadores (PV4c/650/160) de la compañía fueron usados juntos por primera vez”, afirma Wieder. El resultado es la generación

- 1 La nueva pequeña central hidroeléctrica de Tröpolach se alimenta por la torrente de Oselitzenbach.
- 2 Nuevo brillo: Kössler reacondicionó cuatro álabes del rodete de Hochstadt.

de 16,5 GWh de electricidad ecológica, suficiente para abastecer 4.700 hogares. Con una naturaleza tan linda, donde la vista y la sensación de la montaña es tan importante, siempre existe la preocupación por el medio ambiente. Acomodada en un área de deportes de invierno, “con sus instalaciones de esquí muy intensivas de energía, la central es buena para la región”, afirma Wieder. De hecho, la operadora Kraftwerks-gesellschaft Tröpolach GmbH calcula que la pequeña central hidroeléctrica de Tröpolach “pueda ahorrar kilogramos de basura radiactiva, reduciendo así la huella de carbón austriaca”.

La reputación de Kössler se construyó en ocho décadas de proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas exitosas, como lo confirma el reacondicionamiento de Hochstadt y la nueva central de Tröpolach. Y con la demanda de soluciones en pequeñas centrales hidroeléctricas en alta, Voith Hydro está lista para colocar todas sus capacidades a la disposición de sus clientes. //

# TECNOLOGÍA PIONERA

Junto con el centro de I&D de Brunnenmühle, en Heidenheim, la primera central hidroeléctrica reversible de Alemania se instaló hace más de un siglo.

Suele decirse que solamente cuándo los inventos e ideas logran ver la luz del día es que podemos hablar de ellos como si fuesen innovadores y creadores de tendencias. Muchas veces son el resultado combinado de un espíritu pionero y visión del futuro, además de una necesidad real y práctica. Esto es válido para la primera central hidroeléctrica reversible de la historia de Alemania, ubicada en la matriz corporativa de Voith Hydro, en Heidenheim. Cuando Friedrich Voith inició la construcción de la central, en 1908, tuvo un papel crucial en el establecimiento de una tecnología que hoy se volvió esencial para el almacenamiento eficiente de energía. En aquella época, él no podría haber previsto como las centrales reversibles se volverían tan importantes en la transición para la generación a partir de energías renovables un siglo más tarde: permitiendo que grandes cantidades de electricidad, generada de forma sostenible, pudiesen almacenarse de forma eficiente y distribuirse con flexibilidad, ayudando a garantizar un abastecimiento de electricidad confiable y una red estable.

Cuándo se estaba construyendo la central, el enfoque estaba en las ventajas más prácticas e inmediatas que traería la instalación. En esta época, la innovación se unía a la necesidad de encontrar una solución técnica, principio aplicable a Voith hasta la actualidad. El objetivo de la central era alimentar la rueda de agua del Brunnenmühle, adquirida en el año anterior, con electricidad y la presión hidráulica necesaria para hacerla funcionar como un laboratorio de investigación y pruebas para turbinas de alta presión. La construcción también fue motivada por un contrato firmado en esa época para el suministro de 12 turbinas Francis para la central hidroeléctrica de las Cataratas del Niágara, –turbinas que necesitarían diseñarse con la mayor precisión para alcanzar desempeño y rotación máximos.

En el verano de 1908, se construyó un reservatorio en el alto de la colina de Schollsberg, en Heidenheim, con un desnivel de cerca de 100 metros del Brunnenmühle. El reservatorio se llenó usando bombas centrífugas de múltiples etapas, y el agua se extrajo de un pozo en las cercanías. La energía eléc-



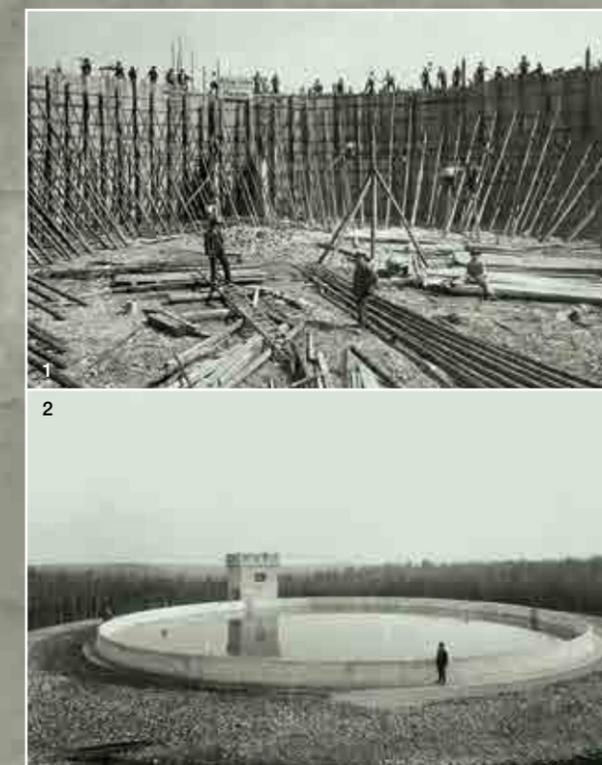
Reservatorio de Brunnenmühle	
Diámetro:	36 m
Profundidad:	8 m
Capacidad:	8,000 m <sup>3</sup>

trica para alimentar las bombas vino de una línea de alta tensión instalada por Voith, y se generó en otra central hidroeléctrica de prueba de Voith ubicada en Hermaringen, a unos 15 kilómetros de distancia. El principio era simple e ingenioso, como lo sigue siendo hasta hoy. Con la energía excedente y barata (disponible principalmente por la noche y los domingos), el agua podía bombearse hacia el reservatorio en el alto de la montaña. Durante el día, el agua podía ser descargada hacia la central de Brunnenmühle para accionar las turbinas hidroeléctricas instaladas allí, suministrando de esa forma el agua y la presión necesarias para las instalaciones de prueba. El día en que las máquinas hidráulicas empezaron a operar como una central hidroeléctrica reversible, el Brunnenmühle se convirtió en la primera instalación de prueba de Voith, un hito importante en la historia de la compañía. Hasta hoy, sigue siendo el núcleo tecnológico de la compañía, y con el apoyo de los centros de competencia en Shanghái, York, Noida, São Paulo y Västerås, la central es el corazón del trabajo realizado por la red global I&D de Voith Hydro.

El reservatorio de la primera central hidroeléctrica reversible de Alemania aún existe hasta el día de hoy. Junto con las turbinas, generadores, bombas u otros equipos, el sitio se ha registrado como patrimonio histórico. La descripción en el registro de sitios históricos afirma que “todas las centrales hidroeléctricas reversibles de Württemberg (estado donde está ubicada la ciudad de Hei-

denheim) desempeñaron un papel pionero en el desarrollo de esta tecnología, y en especial esta primera instalación, reflejando el papel significativo de Voith en la historia de las centrales reversibles.

En 1908, Voith no podría saber que el principio operacional de aquella central aún se mostraría relevante un siglo después. Pero la tecnología reversible ya se ha probado en todo el mundo como la solución de almacenamiento de energía más económica, eficiente y a gran escala. Y porque abastece un número creciente de redes eléctricas en el mundo entero con la energía almacenada de la generación volátil de fuentes renovables de energía, el papel de las centrales reversibles asume una nueva, y mayor, relevancia. //



- 1 Construcción del reservatorio, con ocho metros de profundidad.
- 2 El reservatorio, concluido y lleno, encima de las colinas en el entorno de Heidenheim.

Trabajando en una turbina en la fábrica de Shanghai.



福源伊始 二十载风华卓行  
Together, Moving Forward for a Reliable Future

## 1910

Construcción de Shilongba, primera central hidroeléctrica de China, con turbinas y generadores de Voith.



## 1994

Fundación de la Shanghai Hydropower Equipment Company (SHEC) – una joint venture entre Voith, Siemens y la Shanghai Electric Corporation.

Voith suministra turbinas y motores generadores de 300 MW de potencia para Guangzhou II, una de las mayores centrales reversibles del mundo.



## 2004

Voith suministra el primero de seis grupos generadores de 700 MW, –los mayores de su categoría en la época–, para la Presa de las Tres Gargantas, la mayor central hidroeléctrica del mundo.

## 2007

Voith firma contrato para suministrar ocho turbinas Francis de 610 MW para Jinping II, la megaturbina con la mayor caída de China.

# UN FUTURO BRILLANTE

Voith Hydro Shanghai conmemora su 20º aniversario vislumbrando un futuro prometedor para la hidroelectricidad.

El año en que Voith Hydro Shanghai (VHS) se prepara para celebrar su 20º aniversario, en noviembre próximo, es un buen momento para reflexionar sobre el papel pionero de Voith en el desarrollo de la hidroelectricidad y de las energías renovables en China. Los primeros rodetes giraron en 1910, cuando la compañía suministró las turbinas para la central de Shilongba, la primera central hidroeléctrica del Imperio Medio, instalada en la provincia de Yunnan.

Entre los logros alcanzadas después de un siglo de alianza con China, Voith puede mencionar el desarrollo de equipos y servicios de punta para proyectos históricos, como el de la central reversible de Gangnan, –la primera de su categoría en el país, instalada en 1967, en Hebei–, y el proyecto de Lubuge, en Yunnan, –el primer proyecto hidroeléctrico chino abierto para contratantes extranjeros y que se financió por el Banco Mundial, en 1983–.

Los negocios continúan bien desde la fundación de VHS en sociedad con la compañía Shanghai Electric Corporation, en 1994. VHS provee el sector hidroeléctrico chino con el diseño, la ingeniería y la manufactura locales, contribuyendo de esa forma a la fuerza de las actividades de la compañía como un todo. Desde entonces, la filial se ha vuelto uno de los mayores proveedores para proyectos como la Presa de las Tres Gargantas, entre muchos otros proyectos de gran tamaño. Con un cuadro de 600 colaboradores, 99% de los cuales son chinos nativos, VHS es la segunda mayor base de fabricación de Voith en el mun-

do. Y la ubicación es la clave para el éxito de la compañía, afirma Martin Andrä, Presidente del Consejo de Administración de VHS. “Nuestros esfuerzos de ubicación en todas las áreas de negocios, como diseño, ingeniería, manufactura, gestión de proyectos y servicios de campo, permitieron que VHS se volviera aún más competitiva en los mercados de China y del Sudeste Asiático. La cercanía geográfica y cultural ayuda mucho”.

VHS se beneficia y estimula el expertise tecnológico en su filial local, a través del Centro Internacional de Ingeniería de Voith Hydro, una red constituida por sus centros de excelencia distribuidos por todo el mundo. La filial de Shanghai ofrece, sistemáticamente, entrenamientos y cursos de desarrollo a sus colaboradores, además de oportunidades de rotación laboral.

Como parte de su vocación internacional, VHS desarrolla productos para mercados nuevos y desafiantes. VHS se destaca por sus válvulas de entrada, y suministra, localmente, su ingeniería de sistemas. Además de esto, la unidad también es responsable de atender la demanda de los mercados asiáticos y africanos, así como de proporcionar equipos para otros proyectos en todo el mundo. Esta estrategia debe su éxito al buen desempeño del mercado hidroeléctrico chino, además de un buen soporte de la matriz, afirma Tang Xu, Chief Marketing Officer y Vicepresidente Ejecutivo: “Nosotros tenemos un equipo dedicado y leal, con mucha experiencia en hidroelectricidad que se desa-

## 2008

Voith firma contrato para suministrar los tres grupos generadores más potentes ya fabricados por Voith para Xiluodu, la tercera mayor central hidroeléctrica del mundo.

▷ rrolló rápidamente gracias a proyectos pasados”.

La posición sólida de VHS como un proveedor completo es una gran ventaja competitiva frente a la competencia. Su ingeniería y manufactura, altamente especializada y de calidad, la reputan como un proveedor internacional confiable. La compañía aplica rigurosamente los estándares y disfruta de la cooperación común con todas las unidades mundiales de Voith Hydro en materia de diseño, manufactura, calidad y desempeño. “Las convenciones regulares de diseño, realizadas con especialistas de toda la red de Voith Hydro, ayudan a garantizar el mejor desempeño de los proyectos”, afirma Andrä.

**Las ventajas de la hidroelectricidad** para China y su población no se limitan al abastecimiento eléctrico. Cuando se concluyó el proyecto de la Presa de las Tres Gargantas, en que Voith tuvo una participación importante, los caudales ajustados del río aportaron mejor control de inunda-



## 2012

Voith firma contrato para suministrar cuatro unidades reversibles de 300 MW de potencia y sistemas auxiliares para la central de Hong Ping (ver p. 24).

## 2014

Voith firma contrato para suministrar tres grupos generadores de 470 MW, sistemas de automatización y sistemas auxiliares mecánicos y eléctricos para la expansión de Tarbela, en Pakistán – después de la firma de otros contratos internacionales en el Sudeste Asiático.

ciones para el río Yangtze, especialmente en el tramo plano y propenso a inundaciones de Jingjiang. La consecuente reducción de probabilidad de inundaciones potencialmente devastadoras, que eran de alrededor de una vez a cada diez años, hacia una vez cada siglo, ayudará a garantizar vidas y la subsistencia de la población.

China ya cuenta con una capacidad hidroeléctrica instalada de 280 GW (datos de 2013), lo correspondiente a casi el 25% de toda la capacidad instalada en el mundo entero, clasificándolo en el primer lugar a nivel mundial. Y el país aún tiene un enorme potencial hidroeléctrico: cerca de 400 a 500 GW. El plan quinquenal del gobierno chino destaca las energías renovables con el objetivo de alcanzar un 45% de reducción en emisiones de CO2 hasta 2020. El desarrollo de la hidroelectricidad como la más poderosa de todas las fuentes alternativas es la clave para que alcancemos esta meta, concluye Andrä. //

Embalse de Tres Gargantas, en el río Yangtze: mayor central hidroeléctrica del mundo.





Original reacondicionado: componentes de la década de 1920 son recuperados por Voith en Pointe du Bois.

## MANTENIENDO LAS RUEDAS GIRANDO

Con sus **servicios y modernizaciones**, Voith contribuye para aprovechar lo máximo de las centrales canadienses en operación desde hace mucho tiempo.

Siendo el cuarto mayor productor de hidroelectricidad del mundo, Canadá también es uno de los pocos países que generan la mayor parte de su electricidad de esta forma. Con aproximadamente 500 centrales hidroeléctricas y 1,500 unidades con una edad promedio de 60 años. También se trata de un mercado maduro, lo que crea una gran demanda de servicios y modernizaciones en la medida en que los equipos envejecen.

Presente en cada provincia y territorio canadiense hace más de una década, Voith Hydro tiene una fuerte reputación en el campo de servicios de after-market business (AMB). Con sede en Brosard, en la provincia de Quebec, Voith Hydro Canadá enfoca ingeniería, servicios al cliente, desarrollo de negocios, gestión de proyectos para grandes y pequeñas centrales hidroeléctricas, automatización y servicios. El Centro de Servicios Hidroeléctricos de AMB de Voith Canadá, que también es el centro de excelencia de la compañía para bobinas de múlti-

ples espiras, está ubicado en la moderna unidad de Mississauga, en la provincia de Ontario, mientras que la subsidiaria Vortex Hydro, en Granby, en la provincia de Quebec, unió fuerzas con Voith, en áreas como sistemas auxiliares mecánicos y productos y servicios especializados para hidroeléctricas.

En el caso de la central de pasada de Pointe du Bois, en Manitoba, se solicitaron los servicios de AMB de Voith. Concluida en 1926, la central de Pointe du Bois es la más antigua en operación en el río Winnipeg. La operadora, Manitoba Hydro, contrató a Voith en 2010, en un contrato con el formato de tiempo y materiales, para llevar a cabo el mantenimiento de cinco unidades, algunas con cerca de 100 años de antigüedad. Sin embargo, a medida que el trabajo avanzaba, surgieron una serie de circunstancias “fuera del alcance de suministro”. Se documentó cada situación que fue diferente de lo esperado en un Reporte de Problemas de Campo, desarrollado específicamente



- 1 El reservorio de la central de GM Shrum.
- 2 Instalación de la nueva tapa de turbina para la central de G.M. Shrum.
- 3 La presa en Pointe du Bois, Manitoba.

► mente para el proyecto, y entonces, Voith preparó los costos para la solución propuesta. También era necesario innovar en áreas técnicas. Los ingenieros de Voith utilizaron técnicas sofisticadas de escaneo para crear una nube de puntos de datos en 3D para modelar la corona, el aro y los álabes de un rodete que permitiera replicar a la perfección los componentes originalmente suministrados en 1920 para la central de Pointe du Bois.

“Algunas de las unidades estuvieron fuera de operación por muchos años”, afirma Neal Cumming, del centro de AMB de Voith Hydro Mississauga, “y nos dio una enorme satisfacción saber que las soluciones económicamente viables propuestas por Voith permitieron que algunas de estas máquinas volvieran a operar”.

El proyecto de Pointe du Bois destacó otro aspecto del planeamiento de proyectos: la formación de buenos equipos. Una vez determinadas las necesidades de Manitoba Hydro, Voith sugirió utilizar un equipo híbrido, constituido tanto por colaboradores de Voith como por mano de obra local. Coordinado por un Site Manager de Voith, este equipo incluye dos técnicos de Manitoba Hydro, que ganarán enorme experiencia en la ejecución de reacondicionamientos de turbinas en campo. “Es este tipo de pensamiento fuera de lo común, en el que adoptamos la perspectiva de nuestros clientes, nos ayuda a

crear y reforzar una relación profesional muy sólida entre Voith Hydro y Manitoba Hydro”, afirma Cumming. “Al enfrentar situaciones inéditas de forma abierta, pudimos crear mejores soluciones para ambas las partes”. Manitoba Hydro continúa trabajando con Voith en la central de Pointe du Bois, y recientemente amplió el alcance del trabajo de AMB contratado para incluir la modernización de las unidades 12, 13 y 14 de la central.

“Este es un lado emocionante del negocio”, afirma Michael Secord sobre el trabajo de AMB de Voith. Secord fue recientemente asignado como Gerente de AMB de Voith Hydro Canadá. “Nosotros estamos construyendo un servicio muy ágil. Queremos atender las necesidades de mantenimiento y de mejora de nuestros clientes con agilidad, y también queremos hacer que ellos puedan disponer de nuestros servicios de la forma más fácil posible”. Secord también está explorando la manera en como los bancos de datos pueden ser utilizados para perfeccionar el soporte de mantenimiento. Su intención es desarrollar una nueva ‘unidad de mantenimiento enfocada en confiabilidad’ en Canadá, que usará bancos de datos operacionales cada vez más extensos para prever tasas de desgaste, por ejemplo, y su efecto en el desempeño de los equipos.

### MODERNIZACIÓN: ENTRANDO EN UNA NUEVA ERA

Además de la creciente importancia del negocio de servicios, el número, cada vez más grande, de centrales hidroeléctricas en Canadá que vienen operando desde hace muchas décadas, ocasionan una creciente demanda de modernizaciones y reacondicionamientos. Por lo regular, este tipo de servicio involucra nuevos diseños para la mejora de eficiencia, el aumento de potencia, el incremento de la confiabilidad o la reducción de costos de mantenimiento, y Voith Hydro tiene una amplia experiencia en esta área, ofreciendo soluciones optimizadas para centrales hidroeléctricas existentes, además de una serie de proyectos de referencia bien logrados, especialmente en Canadá. Los avances técnicos significan que es posible lograr mejorías significativas, a veces excepcionales, en materia de desempeño, potencia y confiabilidad. En general, Voith ha conseguido lograr aumentos de eficiencia de más del tres por ciento, y las ganancias de potencia entre un 15 y 25 por ciento no son raras. En la central hidroeléctrica de La Tuque, propiedad de Hydro-Quebec, instalada en el río Saint-Maurice, provincia de Quebec, por ejemplo, Voith aumentó la potencia de tres unidades en más del 50%, observa Pierre Séguin, Gerente de Desarrollo de Negocios de Voith Hydro Canadá. “Nuestras alianzas exitosas con los clientes son una prueba de nuestra excelencia en reacondicionamientos”, observa Séguin. Voith ahora es propietaria de las

tecnologías desarrolladas por muchos fabricantes originales de equipos (OEMs), como los generadores de Westinghouse y las turbinas y generadores de Allis Chalmers. Así, al concentrarse en los desafíos de AMB o reacondicionamientos, Voith aporta un nivel de conocimiento amplio y único, prácticamente para cualquier proyecto.

Pero también es importante esperar lo inesperado. Durante el reacondicionamiento de la central hidroeléctrica de G.M. Shrum, instalada en Columbia Británica (véanse las imágenes 1 y 2), se descubrió que, con el paso de los años, algunas soldaduras de reparación habían perjudicado la eficiencia de los rodetes originales de las turbinas. Sin embargo, nuevos rodetes con nuevos perfiles hidráulicos, mejoraron significativamente la eficiencia de la central, aumentando su confiabilidad y reduciendo sus costos de mantenimiento en el proceso.

Ayudar a los clientes a revisar las opciones para lograr un buen equilibrio entre ingresos futuros más altos, menores costos de mantenimiento y el costo inmediato del capital es un desafío significativo, pero gratificante, afirma Laurent Bulota, Gerente de Propuestas de Voith Hydro Canadá. “Estamos previendo que la vida útil de los proyectos de modernización que estamos realizando se encuentra entre 50 y 80 años, pero el retorno sobre la inversión tiene que quedar abajo de 10 años y, de preferencia, en cinco años”, afirma Bulota. Él destaca que, en Canadá, el cuarto mayor productor hidroeléctrico del mundo, -los experimentados compradores de servicios hidroeléctricos-, demandan soluciones y equipos con alta calidad, confiabilidad, durabilidad y tecnología de punta: calidades reflejadas en los principales valores de Voith Hydro. //



Accede a [voith.com/hyservice](http://voith.com/hyservice) para más información sobre los negocios de servicios de Voith Hydro.

**Hidroelectricidad en CANADÁ**  
Cerca del 90% de toda la capacidad instalada en energías renovables de Canadá se encuentra en hidroeléctricas.

# ENERGIZANDO A LATINOAMÉRICA

Entrevista con el **Presidente y CEO de Voith Hydro en Latinoamérica, Marcos Blumer**, y el **Chief Marketing Officer de la unidad, Alfredo de Matos**.

**Después de asumir respectivamente los nuevos cargos de CEO y CMO de Voith Hydro en Latinoamérica, ¿cuáles son sus metas más importantes para la compañía?**

**Blumer:** Yo entiendo que ser un CEO significa servir a la compañía, volviéndonos cada día mejor y haciendo todo para desarrollar las mejores soluciones para nuestros clientes. Los objetivos e iniciativas son las más diferentes, pero todas representan un objetivo superior: atender a nuestros clientes y hacer de Voith su elección preferida. Esto se basa en tres pilares: toda nuestra organización tiene que orientarse al cliente: el cliente siempre está en primer lugar. En segundo lugar, queremos ser una compañía rápida y eficiente. Y queremos crear un ambiente que sea un excelente lugar para trabajar, con el objetivo de atraer a las mejores personas.

**De Matos:** En esta misma línea, también tenemos el objetivo de extender nuestra presencia local en los mercados. Queremos fortalecer nuestras redes en las regiones, inaugurar más oficinas regionales con cargos ocupados por personas locales para profundizar nuestra comprensión de las necesidades, reglas y procesos de esos mercados. Sin embargo, esto no significa que pretendemos distanciarnos de los estándares globales de Voith: liderazgo tecnológico, alta calidad y soluciones optimizadas son principios aplicables en todas las regiones del mundo.

**¿Cuál es el estatus de los esfuerzos de localización en Latinoamérica?**

**De Matos:** En primer lugar, es necesario decir que ya estamos acostumbrados a los

mercados locales. Estamos aquí, tenemos experiencia y tenemos una herencia sólida. Conmemorar el 50º aniversario de Voith este año significa 5 décadas de presencia no sólo en Brasil, sino en Latinoamérica. En los últimos años, creamos talleres exitosos en Colombia, Perú, Ecuador y Chile. Llegar a México y Argentina será nuestro próximo paso.

**¿Qué papel desempeña la planta de Manaos, en este tema?**

**Blumer:** Nuestra nueva fábrica en Manaos está ubicada muy cerca de lo que yo denomino la nueva "frontera hidroeléctrica" de Brasil. El potencial hidroeléctrico en esta área es de cerca de 90 GW, y solo el 14% de eso se ha aprovechado. Manaos también tiene la capacidad para atender a las necesidades de manufactura para proyectos en otros países del norte de Latinoamérica.

**Además de la localización, ¿existen otros segmentos de negocios que les gustaría promover en especial?**

**De Matos:** Una de nuestras metas es promover y expandir nuestros negocios de servicios, especialmente en el ámbito de servicios integrados y de la gestión de activos. Nosotros queremos que nuestros clientes sepan que tenemos una amplia experiencia y que podemos ofrecer soluciones de servicios completas para sus centrales hidroeléctricas. Para mejorar aún más nuestra oferta de servicios, estamos sistematizando los procesos para atender a nuestros clientes de una mejor manera y con mayor rapidez.

**Blumer:** El área de automatización también

está íntimamente conectada a servicios integrados. Estamos ofreciendo soluciones de automatización autónomas, y aumentamos nuestra participación de mercado de manera significativa. Además de nuevas instalaciones, estamos digitalizando centrales hidroeléctricas completas con nuestros modernos sistemas de automatización Hy-Con, y suministrando reguladores de velocidad y sistemas de excitación para la modernización de las centrales hidroeléctricas existentes.

**De Matos:** Como el Sr. Blumer ha destacado correctamente que la automatización también es un buen ejemplo de nuestro constante impulso de innovación: adaptarnos a los mercados y crear nuevos productos y servicio, además de actualizar los ya existentes. Nuestro laboratorio de automatización es uno de los mejor equipados de Voith Hydro en todo el mundo, y allí creamos soluciones personalizadas para nuestros clientes, las cuales podremos utilizar en una escala global después.

**¿Voith Hydro es muy conocida por sus productos y servicios en los mercados latinoamericanos?**

**Blumer:** En los últimos años nosotros, de hecho, nos convertimos en un proveedor completo. Muchos clientes saben que nosotros ya suministramos el paquete completo: automatización, sistemas auxiliares, servicios integrados y manufactura. Este enfoque va de acuerdo a las tendencias del mercado, especialmente para mega y grandes proyectos. Nosotros atendemos a nuestros clientes con la solución completa, desde el agua hasta la red: una solución integrada técnicamente desde la toma de



**Marcos Blumer**

El Presidente y CEO de Voith Hydro en Latinoamérica ve la compañía como un "parlamento al revés": con el cliente en la cima del parlamento y el CEO en la base. Colaborando en Voith desde hace 25 años, gran parte en la división Paper, se unió a Voith Hydro en 2010, como Director de Producción, encargándose de las fábricas de São Paulo y Manaos. Fascinado desde niño por la hidroelectricidad, decidió entrar en Voith después de una presentación hecha por ingenieros alemanes en su clase dentro de la universidad, en Brasil.

Hydro está bien preparada para eso, ya que podemos ofrecer expertise local para clientes en el mundo entero.

**De Matos:** Aquí entra en juego la gestión de cuentas estratégicas: Voith Hydro es verdaderamente una compañía global, y nosotros aumentaremos el trabajo de colaboración con nuestras demás unidades operacionales en otros mercados, para atender a nuestros clientes con operaciones en el mundo entero en ambas direcciones: para los clientes latinoamericanos y sus negocios globales, por ejemplo, las grandes compañías de servicios públicos de Europa que actúan en el continente americano.

**Volviendo al mercado latinoamericano: ¿cuál es su perspectiva para el futuro de esta región?**

**Blumer:** En general, Latinoamérica es y continuará siendo una buena región para el desarrollo de la hidroelectricidad debido a sus abundantes recursos hídricos naturales. Cada vez iremos viendo crecer más nuestra participación de mercado fuera de Brasil. Esto no será debido a que veremos disminuir el mercado en Brasil, sino porque otros países aumentarán su participación en el mercado hidroeléctrico. Colombia, Perú, Venezuela y Argentina tienen buen potencial hidroeléctrico y también son mercados muy prometedores.

**De Matos:** Además de nuevas unidades, grandes o pequeñas, ponemos mucho énfasis en los negocios de servicios: tanto de servicios integrados como de modernizaciones. Nuestras expectativas son altas, dado que toda la flota hidroeléctrica de la región está decayendo, ya que muchas centrales tienen 25 años o más. Los clientes están ansiosos por buscar cualquier

agua, hasta la interconexión con la red. Y ofrecemos a nuestros clientes una experiencia de comprar en un único lugar, lo que significa menos interfaces y riesgos.

**¿Cómo definirían ustedes a los mercados hidroeléctricos y a la estructura del mercado de Latinoamérica?**

**De Matos:** En primer lugar, es necesario tener en cuenta que cada mercado latinoamericano es distinto. Este es uno de los motivos de nuestro enfoque local. El segmento de grandes hidroeléctricas en Brasil se caracteriza por proyectos muy grandes, de 200 a 8.000 MW, y que generalmente son licitados por el gobierno, con grandes compañías eléctricas privadas o entidades de propósito especial, junto a fondos de inversión como los de nuestros clientes. Las compañías estatales también desempeñan un papel importante como participantes de los consorcios.

**¿Y en los otros mercados latinoamericanos?**

**De Matos:** Los proyectos varían, regularmente, de 80 a 150 MW, y los proyectos se contratan de diferentes formas en los distintos mercados: en Chile, por ejemplo, predominan las compañías privadas; mientras que en Perú y en Colombia ya tenemos un mercado semiprivado, con algunas su-

bastas gubernamentales, y la participación, tanto de compañías estatales, como de empresas particulares.

**Blumer:** Nosotros tenemos una composición de clientes compleja, por eso necesitamos ser flexibles y adaptarnos a sus diferentes necesidades. Por ejemplo, los proyectos ofrecidos en las subastas brasileñas se ganan con el menor precio del MWh. Otro enfoque son las soluciones de proyectos con costo fijo: los conocimientos del cliente, de la contratista civil y de Voith Hydro se combinan para encontrar la mejor solución para el cliente; alcanzar la máxima eficiencia de diseño y conseguir que opere con mayor rapidez. Esto es posible gracias a nuestra sólida experiencia técnica. Yo veo esto como una tendencia creciente.

**¿El financiamiento internacional es una realidad cada vez más presente?**

**Blumer:** Sí, el financiamiento se convertirá, cada vez más, en un tema estratégico en el futuro. Y eso engloba múltiples dimensiones: los proyectos en Latinoamérica se financian por China, por ejemplo, mientras que las compañías brasileñas también están invirtiendo en proyectos en África. El financiamiento global será una tendencia en la cual tendremos que participar. Con nuestra presencia y cooperación global, Voith

**Alfredo de Matos**

El Chief Marketing Officer de Voith Hydro de Latinoamérica tiene 22 años de experiencia en el sector B2B, muchos de esos años desempeñando cargos ejecutivos en el sector de energía. Después de hacer negocios en los cinco continentes, se unió a Voith Hydro en 2013. Su objetivo es desarrollar la compañía con su lema: "ganando y liderando", o sea, ganando relaciones duraderas con clientes y liderando el mercado hidroeléctrico durante otros 150 años.



▷ megavatio extra de sus activos, y nosotros queremos actualizar sus instalaciones, modernizándolas con las más recientes soluciones HyCon de automatización y de gestión de activos. Voith Hydro tiene mucha experiencia en este tipo de servicios y en proyectos de modernización, los cuales siempre son trabajos muy personalizados. Es posible confirmar nuestros éxitos en esta área dentro de todas las regiones: proyectos como Passo Fundo o Água Vermelha.

**Blumer:** Además de esto, el ambiente de mercado se ha vuelto más competitivo, especialmente en pequeñas centrales hidroeléctricas, en la medida en que competidores extranjeros entraron en el negocio y las regulaciones del mercado forzaron las pequeñas centrales hidroeléctricas a competir con energía eólica y biomasa, –algo difícil cuándo se toman en consideración los costos por MWh y no las otras ventajas de la hidroelectricidad, como la contribución a la estabilidad de la red o sus largos ciclos de vida-. Nosotros necesitamos del soporte de una estructura legal aquí. En otros países, esto significa un cambio en el sentido de políticas más sencillas y confiables.

**De Matos:** Por todo lo que acabo de afirmar, es posible ver que tengo mucha confianza de que Voith Hydro tiene mucho que ofrecer. Nosotros tenemos que enfocar nuestra matriz de experiencia, nuestro liderazgo técnico y nuestro profundo know-how. Queremos mostrar asertivamente que, como un proveedor completo, tenemos la capacidad de atender a las necesidades del mercado en constante cambio: desde componentes individuales hasta soluciones llave en mano, desde nuevas soluciones de automatización hasta tendencias futuras, como el uso y las ventajas de contar con grandes bancos de datos en centrales hidroeléctricas.

**Usted mencionó la estructura regulatoria: ¿es favorable a la hidroelectricidad, o ustedes esperan que se realicen mejoras?**

**De Matos:** En muchos de los gobiernos latinoamericanos, la energía limpia y las polí-

ticas de largo plazo son importantes, pero hoy en día, las incertidumbres son enormes. Además de esto, en lo concerniente a los procesos para la obtención de permisos y licenciamiento medioambiental, necesitamos tener reglas más claras y caminos más eficientes. Los incentivos a la inversión en modernizaciones son otro tema aún más específico, aunque importante, que los gobiernos podrían fácilmente utilizar para estimular el suministro de gigavatios extras a la red.

**Blumer:** Regulaciones más claras y mejores procesos también provocarán una mayor aceptación de megaproyectos como el de Belo Monte. La hidroelectricidad tiene mucho que ofrecer. Ella contribuye mucho al desarrollo de nuestra economía y sociedad, y permite que las personas dejen la pobreza extrema para entrar en la clase media: el desarrollo local basado en hidroelectricidad proporciona acceso a la educación y a la atención médica y, en última instancia, a mejores oportunidades futuras.

**¿Cuál es su conexión personal con la hidroelectricidad y con Voith Hydro?**

**De Matos:** La cosa que más me gusta en la hidroelectricidad es la complejidad de la tecnología, la variedad y flexibilidad de las soluciones, el hecho de que todo se puede personalizar, además de su increíble naturaleza renovable. Para mí, Voith se caracteriza muy claramente por su conjunto de reglas claras, su historia y su herencia tan significativas, y las personas comprometidas con el enfoque verdadero de nunca decepcionar a un cliente.

**Blumer:** Para mí, la hidroelectricidad es un mundo emocionante y apasionante. Es increíble como una tecnología lanzada desde hace tanto tiempo se haya desarrollado, de tal forma, que continúa siendo una fuente insuperable de energía limpia y confiable. Voith es una de las pocas compañías en donde los colaboradores llevan un apodo que se origina del nombre de la compañía: "Voithianos". Yo creo que los principios, valores y cultura que hicieron fuerte a Voith, a lo largo de sus casi 150 años, también nos guiará rumbo a un futuro sólido. //



6:00



9:00



11:00



14:00

- 6:00 Eric Junior; su esposa, Andrea; y su hijo, Gabriel, desayunan antes de la llegada de Eric a Água Vermelha para empezar su día de trabajo.
- 9:00 Eric valora mucho la comunicación con su equipo. "Siempre hay personas que quieren decir algo... y yo estoy aquí para escucharlas," afirma.
- 11:00 Consultando a un miembro del equipo que trabaja en la modernización de los equipos de Água Vermelha.
- 14:00 Usando cascos: discutiendo la seguridad con un miembro del equipo en la planta.

# VIVENDO EL PROYECTO

**El relato de la historia** del Site Manager de Voith Hydro en Água Vermelha, ilustra el compromiso personal y la experiencia técnica del equipo de campo de Voith.

A las 6h de la mañana, él se sienta a la mesa para tomar café con su esposa, Andrea, y su hijo, Gabriel. Así empieza una rutina que se repite todos los días, y de innumerables formas, para los clientes asistidos por Voith Hydro en todo el mundo.

**Eric ha sido un Voithiano**, desde hace ya un largo tiempo, que coordina un equipo de campo exitoso en los proyectos de Voith Hydro. Actualmente, es el Site Manager de la central hidroeléctrica de Água Vermelha, ubicada cerca de Fernandópolis, Brasil – el último de una serie de cargos de

servicios que ha ocupado en Voith. "Vivir en Fernandópolis es excelente. Las personas son muy atentas y educadas," comenta Andrea. Junto con Gabriel y el perro de la familia, Max, Andrea es la compañera de viaje de Eric en todas las obras en las que él trabaja para Voith. Pero no todo fue tan fácil siempre. En un país tan grande y multicultural como Brasil (con más de 200 millones de habitantes esparcidos en 8,5 millones de kilómetros cuadrados), Eric y su familia encontraron una enorme variedad de personas, climas y ambientes en los distintos proyectos hidroeléctricos donde él ha trabajado. Entre ellos, se encuentran:

"Cana Brava, Quebra Queixo, Jumirim, Corumbá IV, Furnas, Baguari y Santo Antônio", recuerda Eric.

Ahora la familia está viviendo en Fernandópolis, al sudeste de Brasil, desde hace nueve meses. Água Vermelha, donde Eric trabaja como Coordinador de Servicios de Campo, está ubicada en el río Grande, en la frontera entre los estados de São Paulo y Minas Gerais. La central está en operación desde 1978 y posee seis unidades generadoras con una capacidad total de 1.396 MW. Desde 2002 trabajando para Voith, Eric era antes un cliente de la compañía, y encontró una oportunidad para ▶



16:00



17:00

16:00 Verificando uno de los paneles de automatización de Voith en la central.  
17:00 Eric Junior dentro de la casa de fuerza de la central hidroeléctrica de Água Vermelha.

▷ hacer parte de la “familia Field Services”, la manera afectuosa de llamarle al equipo de campo.

Eric empezó a trabajar en Voith como Ingeniero de Puesta en marcha, función en la cual dice haber ganado experiencia técnica y de vida: “En el proyecto Cana Brava, viví una gran emoción, participando por primera vez en la puesta en marcha de una máquina de Voith”. El equipo, como lo describe Eric, era pequeño y había una buena convivencia. “Los lugares más desafiantes me traen los mejores recuerdos”, comenta.

Eric llega a la central de Água Vermelha para empezar su día de trabajo. Un gran logotipo de Voith puede ser visto a la izquierda. Allí es donde 170 colaboradores y proveedores, que trabajan en las áreas de planeamiento, calidad, seguridad del trabajo, site management y servicios técnicos, se intercambian en diferentes turnos, cuidando de la modernización de generadores, turbinas, componentes hidromecánicos y de sus sistemas auxiliares eléctricos y mecánicos.

**Como dice un dicho** en portugués, algunas personas son “palo de inundación”. Esto significa que, por dónde pasan, otras personas los detienen para conversar. Así se puede definir Eric en su día de trabajo. Como Site Manager de Voith, es una referencia y una figura de confianza para sus

colaboradores. “El equipo de campo tiene que saber que nosotros los escuchamos y que ellos son libres de hacernos comentarios de retroalimentación. Es por eso que yo siempre me aseguro de pasar gran parte del día caminando por la obra. Siempre hay personas que quieren decir algo o aclarar dudas, y yo estoy aquí para escucharlas”. En el principio, cuando asumió su función, Eric se dio cuenta que algunas personas sentían desconfianza. “Pensaban: ‘¿Cómo es que una persona tan joven, con pocas canas, será capaz de tomar el papel de coordinador?’”, bromea. Hoy, el escenario ha cambiado. Eric tiene el pelo más gris, además de la confianza y la admiración de su equipo. “Ambas relaciones, con clientes y compañeros, están basadas en la confianza. Y para nosotros, en Voith, la confianza es un atributo que no comprometemos. Suelo decir que la confianza del cliente proviene del resultado que le ofrecemos, y seguramente, Voith lo demuestra, porque nos esforzamos diariamente en nuestras tareas para cumplir esa meta”. Eric dirige su trabajo hacia la estrategia más grande de Voith para con los clientes. “Queremos ser la primera opción del cliente. En las actividades de campo, estamos enfocados en los objetivos del proyecto y en el compromiso de entregar un producto final con la confiabilidad que el nombre Voith representa. Siempre estamos atentos para identificar correctamente

las necesidades de nuestros clientes y las oportunidades de desarrollo de nuestros productos, ya sea en procesos de montaje más rápidos o en soluciones que faciliten la operación y el mantenimiento”.

**“Trabajar en campo es vivir el proyecto**, uniendo conocimiento técnico y las habilidades sociales para encontrar soluciones a los desafíos que surgen”, afirma Eric. “Las experiencias en campo nos hacen entender que nosotros nunca vamos a terminar la obra diciendo que lo sabemos todo: siempre queda mucho que vivir. ¡Es una experiencia de vida incomparable!”.

A las seis de la tarde, bajo la luz de ocaso, Eric se despide de su “familia” en la obra. “Aquí somos un equipo que tiene que jugar para que, tanto el cliente, como Voith, sean triunfadores. Somos responsables por entender y responder a las expectativas de los clientes y de contribuir a que nuestros proyectos proporcionen el mejor resultado. Para esto, trabajamos unidos, en grupo, y por ello logramos juntos las victorias”, concluye Eric.

A propósito de eso, él nos pide algunos minutos para terminar un asunto con otro compañero que lo ha detenido para conversar. //



## DE TELA A VESTIDURA

**Ingenieros de Voith Paper**, utilizaron simulaciones computacionales para desarrollar nuevas vestiduras altamente eficaces para la industria papelera. En la manufactura del papel, el proceso de secado depende de estas vestiduras, que conducen el papel mojado a través de la sección de secado.

Al estudiar el proceso de secado con simulaciones computacionales, los ingenieros de Voith Paper desarrollaron el Evaporite y el Evaporite Light, dos vestiduras secadoras de alto desempeño. Son más durables y presentan mayor permeabilidad al aire, lo que significa un secado más eficaz. La minimización de los puntos de cruce de las tramas evita la formación de pequeños orificios en la vestidura, donde partículas microscópicas de suciedad se puedan acumular, proporcionando así una menor permeabilidad al aire.

Las primeras vestiduras secadoras de la línea de productos CleanWeave de Voith Paper se desarrollaron para la manufactura del papel de embalaje. La tecnología CleanWeave ya se ha probado en la práctica, mostrándose capaz de mejorar el secado y la eficiencia de la máquina, en comparación con las telas secadoras convencionales. La línea de vestiduras ya se está expandiendo con el desarrollo de vestiduras para la fabricación de todos los tipos de papel. //



## UNA SOLUCIÓN REFRESCANTE

**VOITH INDUSTRIAL SERVICES** está ayudando a la filial de un fabricante de vehículos alemán, con sede en Shanghái, a implementar reducciones de costo y emisiones significativas, con un plan de transformación que involucra bombas, estaciones de compresión y sistemas de aire acondicionado en la fábrica del cliente, en Shanghái. En un enfoque innovador y lógico, el agua requerida para enfriar la maquinaria de la fábrica, ahora se refrigera durante la noche y se almacena para ser utilizada en la producción del día siguiente. Gracias a los precios de energía, más bajos durante la noche, la solución proporcionó ahorros significativos. Además de esto, la conversión de frecuencia en la fábrica, en momentos de demanda de punta y de demanda fuera de punta, ha optimizado la asignación de energía y electricidad de la unidad. Los datos de consumo de la energía de la fábrica también son monitoreados. Con estos datos en manos, Voith ha ayudado al cliente a alcanzar la máxima eficiencia energética en la fábrica. Con esto, será posible ahorrar 2.843,6 toneladas de carbón, y cerca de € 200.000 anuales en costos de electricidad. //

## ÁGIL, CONFIABLE Y EFICIENTE

**VOITH TURBO**, en una cooperación entre divisiones, está suministrando equipos para la central hidroeléctrica reversible escocesa de Foyers, donde se necesita acelerar dos turbinas-bombas en menos de 30 segundos, siendo esta la única forma de reaccionar de forma rápida y flexible para la corrección de fluctuaciones, y para la garantía de estabilidad de la red eléctrica escocesa. La entrada de agua en cada turbina-bomba se controla por una válvula esférica, que debe abrirse en cortos espacios de tiempo para asegurar cambios rápidos en los modos operacionales del equipo. A medida que las demandas de carga en la red fluctúan, dos cilindros hidráulicos accionan esas válvulas esféricas. Las unidades hidráulicas de Voith Turbo H + L llenan, rápidamente, los dos cilindros hidráulicos con aceite, y lo más importante, de forma confiable. Las unidades hidráulicas tienen un diseño redundante para asegurar una dispo-

nibilidad sumamente elevada: en caso de fallo en uno de los principales componentes del equipo, otro componente podrá asumir su función sin que se tenga que apagar el sistema. Las unidades hidráulicas son de alta eficiencia, requieren poco espacio para instalarse y presentan demandas de enfriamiento muy bajas. Así, la operadora también disfruta la ventaja de trabajar con bajos costos operacionales. //



# DESAFIANDO LOS LÍMITES

**El buzo de apnea, Herbert Nitsch, desciende a grandes profundidades, y sin un tanque de oxígeno.**

Respire profundamente. Contenga el aire. Ahora vea si logra contener la respiración por nueve minutos. Para la mayoría de las personas, dejar de respirar todo este tiempo sería simplemente imposible. Pero para Herbert Nitsch, esto es algo completamente realizable. Nueve minutos (y cuatro segundos, para ser más preciso) es su record personal para la apnea estática, es decir, con una sola inhalación de aire antes de entrar en el agua.

Pero este record personal de quitar el aliento es un logro modesto, comparado con los otros hechos que Nitsch demostró que es capaz de realizar. La práctica de más de una década de buceo de apnea, le permitió al antiguo piloto, acumular más de 30 records mundiales en todas las ocho disciplinas reconocidas del buceo de apnea.

**El buceo de apnea es el deporte,** o a lo mejor la arte, de bucear dentro del agua por largos periodos, sin aparatos de respiración, usando apenas el último aliento antes de sumergirse en la inmensidad azul.

Sin embargo, no se trata de aspirar una enorme cantidad de aire, casi hasta ahogarse, para después sumergirse. Nitsch explica cómo se prepara para bucear: “Es muy bueno intentar relajar cada músculo y estar en un estado muy tranquilo, casi como el del sueño”, afirma. “Yo intento meter más aire en mis pulmones haciendo lo que llamo: “el empaquetamiento”. Esta es una técnica donde la epiglotis funciona como un pistón que impulsa más aire hacia adentro de los pulmones.” Con esta técnica, Nitsch logra expandir su propia capacidad pulmonar, de los sorprendentes 10 litros, hasta los impresionantes 15 litros. Compare esto con la capacidad pulmonar promedio de un hombre adulto, que es



1



2



- 1 Herbert Nitsch se sumerge en la inmensidad azul con la ayuda de un cable guía – y de sus aficionados en la superficie.
- 2 Al practicar el buceo libre, la preparación es todo.

“La mente hace un trabajo impresionante para estimular al cuerpo a superar los límites que en un primer momento pensamos que son imposibles.”

Herbert Nitsch, buzo de apnea

de seis litros. Esta técnica, así como el entrenamiento especial para el estiramiento del diafragma y de los pulmones, ayuda a hacer los pulmones más flexibles para que logren expandirse para contener más aire, y puedan comprimirse, aún más, con la presión de las profundidades, posibilitando así sus tiempos de apnea, que en verdad dejan sin aliento. Para alguien que ya se ha ganado distinciones en un deporte marítimo, es aún más sorprendente saber que Nitsch entrena solo y es de un país que no tiene acceso al mar: Austria. Para adaptarme mejor a mis circunstancias, afirma Nitsch, “yo creí que necesitaría un enfoque distinto y más eficiente para el entrenamiento. Mientras que otros buzos de apnea de alto nivel tienen la ventaja de entrenar en el mar, regularmente, yo creé una combinación de ejercicios para contener la respiración en el sofá, en mi casa, combinados con entrenamientos cardiovasculares y de tonificación muscular”. Cuando va a competir, Nitsch llega temprano y practica en el agua “caza submarina y buceo de apnea para divertirse”, como preparación.

**Desde el 2010, Nitsch está concentrándose** exclusivamente en la disciplina extrema “sin límites” del buceo de apnea. En el buceo “sin límites”, los buzos de apnea utilizan un trineo con un lastre, para sumergirse lo máximo que puedan, con un solo aliento. Un globo de aire los ayuda a volver a la superficie. Nitsch posee el actual record mundial en la categoría Sin Límites: increíbles 214 metros, por los cuales lo apodaron de “El hombre más profundo de la tierra”. Su enfoque en el buceo Sin Límites revela una determinación obstinada: su meta final de sumergirse hasta 1.000 pies (304,8 metros).

Y el 14 de junio de 2012, al intentar alcanzar esa meta, Nitsch casi no volvió de la inmensidad azul. Un apagón ocurrido en las profundidades lo llevó a sufrir una forma severa de la enfermedad descompresiva, conocida como DCS tipo 2. Ese día, Nitsch había alcanzado los 253,2 metros (830,8 pies). Sin embargo, como el accidente lo forzó a abortar el buceo, su intento de batir el record no se reconoció oficialmente. Su record aún sigue válido para igualarse o rom-

perse. Después de una difícil recuperación, Nitsch volvió al buceo de apnea, y dice “finalmente sentirse como se estuviera regresando nuevamente al mundo real”. Para otro intento de alcanzar su meta de los 1.000 pies, Nitsch adopta un enfoque de “nunca decir nunca”, lo que significa que él intentará hacerlo de nuevo.

**Al momento en** que está buceando, con sus pulmones clamando por oxígeno y sus instintos humanos propensos a convenir con ello, Nitsch necesita controlarse y movilizar toda su energía para el buceo. “Yo me enfoco en las cosas importantes de aquél momento e intento no pensar en nada más. Dejo de lado cualquier sensaciones del cuerpo y uso mi energía exclusivamente para concentrarme en lo que es esencial.”

Y por eso, la conservación de recursos se volvió algo natural para Nitsch. Sin su extraordinaria capacidad para hacerlo, no lograría tener un desempeño tan bueno en este deporte. Y esa convicción va más allá de sus propios recursos físicos: Nitsch es un orgulloso conservacionista de los océanos, y ocupa un cargo consultivo en la Sea Shepherd Conservation Society (Sociedad de Conservación Pastores del Mar). La conciencia medioambiental se extiende a su vida cotidiana en Austria, su tierra sin salida hacia el mar: “Yo decidí deshacerme del coche y siempre voy en bicicleta por mi ciudad natal de Viena. Y actualmente estoy a la mitad del proceso de diseñar un velero rápido para navegar en el océano, que usa solo energía eólica y solar, sin un motor de combustión”.

Es otra meta notable para un hombre que se niega a ver los límites aparentes como insuperables. “El buceo de apnea me enseñó que mientras continuamos creyendo que las cosas son posibles, lo son. Son increíbles las cosas que el cuerpo es capaz de hacer, y la mente hace un trabajo impresionante para estimular al cuerpo a superar los límites que en un primer momento pensamos que son imposibles”. //



Para ver videos u obtener más información sobre el buceador de apnea, Herbert Nitsch, entra a [www.herbertnitsch.com](http://www.herbertnitsch.com)

# ENERGÍA EQUILIBRADA

Ágil, flexible y capaz: **Dr. Roland Münch, CEO de Voith Hydro**, habla sobre las capacidades y potenciales de las centrales reversibles.

## Dr. Münch, ¿usted alguna vez se ha quedado atrapado en un ascensor durante un apagón?

En mis frecuentes visitas a nuestras unidades operacionales en todo el mundo, he estado en algunos apagones pero, por suerte, nunca dentro de un ascensor. Sin embargo, este es un punto interesante: los apagones están ocurriendo cada vez más, y con mayor frecuencia, en aquellos países en donde el consumo y la generación de energía son inconsistentes, y especialmente donde la demanda de punta no se suministra de manera permanente. La hidroelectricidad y, en especial, las centrales reversibles, pueden contribuir mucho para la solución de esos problemas, una vez que ella es capaz de estabilizar la red y suministrar cargas de punta.

## ¿Cuál es la contribución de la hidroelectricidad para la estabilización de las redes eléctricas, y así mismo, para la prevención de apagones?

La hidroelectricidad es la única energía renovable capaz de atender a las necesidades de carga base. Por eso, desempeña un papel crítico en el suministro estable y confiable de energía. Y las centrales reversibles hacen una contribución especialmente importante: logran suministrar cargas de punta con grandes cantidades de energía, reaccionando de forma muy flexible y dentro de intervalos muy cortos. Además de esto, ofrecen una variedad de servicios auxiliares a la red para garantizar un suministro confiable de energía. Esto es especialmente importante para las redes eléctricas, que son abastecidas, cada vez más, con electricidad proveniente de recursos renovables, como energía eólica y solar.

## ¿Podría usted hablarnos un poco más sobre estos servicios?

Los servicios auxiliares contribuyen a la transmisión de la energía proveniente desde las centrales hasta los consumidores, y mantienen la confiabilidad operacional del sistema de transmisión. Esto incluye servicios de regulación, como el balance de la frecuencia de la red y la regulación del voltaje. Las centrales reversibles pueden suministrar todo tipo de energía balanceada para fines de regulación de frecuencia. Ellas son excepcionalmente adecuadas para el suministro flexible de potencia reactiva, lo que ayuda a mantener la tensión en un nivel adecuado, y tienen la capacidad de poner en marcha el sistema eléctrico durante la falta de energía. Esto significa que, después de un apagón, pueden ponerse en marcha sin necesitar de la red eléctrica, contribuyendo de esa forma con la restitución de todo el suministro eléctrico. Si un día me

quedo atrapado en un ascensor, voy a tener que contar con centrales reversibles para que el ascensor vuelva a funcionar.

## Con base en esto, ¿es posible decir que las centrales reversibles desempeñan un papel importante para la expansión de la generación de energías renovables?

Las centrales hidroeléctricas reversibles pueden hacer una contribución fundamental para la conversión del sistema eléctrico. Ellas logran realizar esto, tanto por los servicios que ofrecen al sistema energético, como por su función básica: las plantas reversibles de alta eficiencia almacenan el excedente generado por energías renovables, devolviéndolo a la red cuando es necesario. La tecnología reversible es el único método con costo-beneficio comprobado a largo plazo para almacenar energía a gran escala y generarla en cortos espacios de tiempo. Para cerrar con broche de oro: tienen un nivel de eficiencia muy alto, de 80% o más.

## ¿Existe un potencial disponible para la instalación de nuevas centrales hidroeléctricas reversibles?

Sí. El potencial existe en todo el mundo. Un estudio realizado por Voith, enfocado en la transición energética alemana (Energiewende), demuestra que, apenas en este país, todos los proyectos hidroeléctricos reversibles permitirían aumentar la capacidad en 8.000 MW, lo que significa casi doblar la capacidad actual. China tiene planes concretos de expansión, y un enorme potencial. Aquí también estamos hablando de la posibilidad de duplicar la potencia instalada hasta 2030. Voith también está involucrada en la construcción y modernización de centrales hidroeléctricas reversibles en los EEUU, en el Sudeste Asiático, en África del Sur y en Portugal. Con muchos años de experiencia en más de 200 proyectos hidroeléctricos reversibles, y un amplio portafolio tecnológico, queremos seguir siendo un participante estratégico en la futura expansión y desarrollo de la tecnología reversible. Así, nadie se tendrá que quedar atrapado en un ascensor nuevamente. //



# ÍNDICE DE PROYECTOS

Todos los proyectos mencionados en esta edición de HyPower y su alcance de suministro de Voith.



## EUROPA Y ÁFRICA

Potencial hidroeléctrico en Europa: 873 GW  
 Capacidad instalada: 247 GW (30%)  
 Potencial hidroeléctrico en África: 435 GW  
 Capacidad instalada: 26 GW (6%)

- 1 Ifezheim, Alemania:** Contrato de servicios para mantenimiento y reparaciones, incluyendo el reacondicionamiento de todas las partes estáticas de una de las cuatro turbinas tipo bulbo de 28,3 MW.
- 2 Hochstadt, Alemania:** Contrato de AMB para el reacondicionamiento de una turbina Kaplan-A tipo bulbo, incluyendo la reparación de los álabes con soldadura, el nivelado de la cámara del rodete, el reacondicionamiento del distribuidor y la reconstrucción del cofinete guía principal de la turbina.
- 3 Reissesk II, Austria:** Suministro de dos turbinas-bomba reversibles, cada una con una potencia de 215 MW, y reguladores.
- 4 Tropolach, Austria:** Suministro de dos pequeñas turbinas hidroeléctricas, operando en conjunto, con una potencia sumada de 7,9 MW.
- 5 Frades II, Portugal:** Equipos electromecánicos completos, incluyendo dos turbinas-bombas de velocidad variable de 390 MW y dos motores-generadores asíncronos.
- 6 Inguila, África del Sur:** Cuatro motores-genera-



## ASIA-PACÍFICO

Potencial hidroeléctrico en Asia-Pacífico: 1,754 GW  
 Capacidad instalada: 420 GW (24%)

- dores y turbinas-bombas de 342 MW, sistemas de automatización y sistemas auxiliares mecánicos y eléctricos.
- 7 Hong Ping, China:** Cuatro unidades reversibles completas de 300 MW, incluyendo generadores y turbinas-bomba reversibles, reguladores, válvulas de entrada y sistemas de excitación, automatización y sistemas auxiliares de la central.
- 8 Bhira, India:** Proyecto de servicios, incluyendo ingeniería, modernización, manufactura, suministro, montaje y puesta en marcha de un nuevo



## AMÉRICAS

Potencial hidroeléctrico en América del Norte: 388 GW  
 Capacidad instalada: 155 GW (40%)  
 Potencial hidroeléctrico en América del Sur: 904 GW  
 Capacidad instalada: 162 GW (18%)

- estator para el motor-generador de 200 MVA.
- 9 Lam Ta Khong, Tailandia:** Suministro de dos turbinas-bombas verticales de 255 MW, motores-generadores, sistemas de automatización y sistemas auxiliares mecánicos y eléctricos.
- 10 Pointe du Bois, Canadá:** Contrato de servicios para trabajos de mantenimiento y reparación en numerosas turbinas de la central de 75 MW.
- 11 Smith Mountain, EEUU:** Proyecto de reparación de los generadores de la central, incluyendo trabajos de rebobinado, suministro de bobina-
- nas estatóricas y reducción del aró del rotor.
- 12 Água Vermelha, Brasil:** Modernización de seis unidades con una capacidad total de 1.396 MW, incluyendo el reacondicionamiento completo de generadores y turbinas, sus respectivos sistemas electromecánicos y la renovación de numerosos componentes.
- 13 Chavantes, Brasil:** Modernización de tres unidades generadoras, incluyendo turbinas, generadores y sus respectivos sistemas electromecánicos en la central de 414 MW.//

**Publicado por:**

Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG

Alexanderstr. 11

89522 Heidenheim, Germany

Tel: +49 7321 37 0

Fax: +49 7321 37-7828

[www.voith.com](http://www.voith.com)



A Voith and Siemens Company

**VOITH**  
Engineered Reliability