

CENTRAL HIDROELÉCTRICA LOS CÓNDORES

OBRA SUBTERRÁNEA

■ Con cerca de 1.300 personas trabajando actualmente en la construcción, este proyecto energético espera aportar al Sistema Interconectado Central (SIC) un total de 642 GWh anuales. La principal característica es su desarrollo bajo tierra, para lo cual se ha utilizado una tuneladora del doble escudo para el proceso de excavación. Se espera que la central entre en operaciones comerciales a finales de 2018.





ALFREDO SAAVEDRA L.
PERIODISTA REVISTA BIT

UBICADO en la comuna de San Clemente, en la Región del Maule, se encuentra el proyecto Central Hidroeléctrica Los Cóndores, de Enel Generación Chile. Sus obras están comprendidas entre las cotas 1.400 y 2.200 metros sobre el nivel del mar y está pensada como una central hidroeléctrica de pasada con regulación mensual que utiliza las aguas del embalse Laguna del Maule, desde donde tomará el agua por un túnel de aducción subterráneo, restituyendo el recurso, aguas arriba entre el Cajón Cuesta Arenas y el río Maule.

De acuerdo a Enel Generación Chile, el proyecto, de aproximadamente 150 MW de capacidad instalada, será una de las centrales de pasada subterráneas que incorporará las mayores obras de ingeniería y que aportará al Sistema Interconectado Central (SIC) una energía media anual de 642 GWh, equivalente a la demanda de 200.000 hogares, lo que representa el 4% de consumo de la Región Metropolitana. El proyecto, (perteneciente en un 100% a Enel Generación Chile), considera una inversión cercana a los US\$660 millones y tiene como fecha de puesta en operación comercial, fines de 2018.

La caverna de máquinas tiene un largo total cercano a 80 metros, un ancho de 28 m y una altura hasta el foso de las unidades generadoras de 40 m, aproximadamente. Para apoyar los trabajos de las obras civiles y el montaje de los equipos, al interior de la caverna se dispone de un puente de grúa de construcción de 20 toneladas que está soportado desde la clave del recinto.



CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

De acuerdo a lo informado por la empresa, a fines de 2011 la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región del Maule aprobó la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) "Optimización de las obras de la Central Hidroeléctrica Los Cóndores". A partir de los estudios del primer proyecto, Endesa Chile (ahora Enel Generación Chile) decidió optimizar algunas obras, modificando las correspondientes a las de aducción en el tramo comprendido entre el embalse Laguna del Maule y la quebrada de Lo Aguirre Chico y las obras de la zona de caída, las que pasaron a ser subterráneas en su totalidad, lo que da un importante beneficio ambiental en el paisaje, suelo, vegetación y fauna de la zona. "Las modificaciones permitieron, además, mejorar técnicamente las obras de la central al disminuir la complejidad operacional, constructiva y de seguridad", cuentan desde la compañía. En relación con la obra de aducción, el proyecto optimizado consideró una

obra subterránea de unos 6 km de longitud, la que reemplaza los dos tramos de tubería en zanja (unos 5,2 km) y los dos tramos de túneles (unos 1,9 km) pensados en el proyecto aprobado en 2008.

Otro aspecto a mencionar hace referencia al pique en presión, el que consiste en un pique vertical revestido de aproximadamente 470 m de altura y que es excavado haciendo uso de un equipo denominado Raise Boring Machine (RBM). "El RBM permite perforar en forma descendente una perforación piloto en vertical para luego en forma ascendente y con una pieza de mayor tamaño, denominada escareador, realizar la excavación definitiva de las obras", explican desde la compañía, agregando que las obras de la Chimenea de Equilibrio también serán ejecutadas con este equipo.

El Raise Boring permitiría ejecutar de forma más rápida y segura las obras verticales, ya que posee un sistema de alineamiento para garantizar la verticalidad de la excavación del piloto. Según comentan desde la

FICHA TÉCNICA

CENTRAL HIDROELÉCTRICA LOS CÓNDORES

UBICACIÓN: San Clemente, Región del Maule.

MANDANTE: Endesa Chile.

CAPACIDAD INSTALADA: 150 MW aproximadamente.

INVERSIÓN: US\$661,5 millones.

GENERACIÓN MEDIA ANUAL: 642 GWh.

FECHA ESTIMADA DE OPERACIÓN: 2018.

empresa generadora, durante el proceso de excavación del diámetro definitivo (escareado) no se requiere personal al interior de los trabajos, lo que eliminaría los riesgos a las personas.

Otras obras de ingeniería desarrolladas para el proyecto incluyen la construcción de la ya mencionada chimenea de equilibrio de 127 metros y una galería de aireación; además de un túnel inferior en presión de 1,7 kilómetros, con un tramo blindado y una



KRINGS CHILE

Solución Integral en Entibaciones Metálicas

- Sistemas de cajones KS-60 (Para bajas profundidades)
- Sistemas de cajones KS-100
- Sistemas con guías deslizantes:
 - Sistema corredera (4-6 metros)
 - Sistema paralelo (5-8 metros)

Sistema esquinero para pozos, cámaras y plantas elevadoras

**RAPIDEZ
SEGURIDAD
EFECTIVIDAD**

Casa Matriz
Flor de Azucenas 42 OF. 21 - Las Condes
Fono: (56 2) 2241 3000 - 2745 5424
Guillermo Schrebler
gschrebler@krings.cl

www.krings.cl



El túnel de aducción de 3,7 m de diámetro, se construyó con un método que incluye una máquina tuneladora de doble escudo, encargada de excavar los 12 kilómetros del túnel de aducción.



En el interior de la caverna de máquinas se instalarán todos los equipos electromecánicos relacionados con la generación de la energía, entre ellos las turbinas tipo Pelton y las dos válvulas esféricas que las protegen, dos generadores, dos transformadores de poder y la Subestación Encapsulada (GIS).

caverna de máquinas de 80 m de longitud y 30 m de ancho que se ubicará a 176 m de profundidad, donde se alojarán dos unidades de generación tipo Pelton de eje vertical.

En cuanto a la electricidad generada, esta se transmitirá a través de una línea de transmisión 2x220 kW, de 87 kilómetros, que se conectará a la subestación Ancoa del SIC. El trazado de las líneas se instalará paralelamente a la ruta 115 CH, totalizando 296 torres, las cuales tendrán una franja de seguridad de 40 metros.

TÚNEL DE ADUCCIÓN

Entre las obras subterráneas que se realizan destaca el túnel de aducción de 3,7 m de diámetro, para cuya construcción se ha utilizado un método que incluye una TBM (Tunnel Boring Machine) del tipo doble escudo, encargada de excavar los 12 kilómetros del túnel de aducción. "Esta tuneladora conforme perfora la roca, la reviste en forma simultánea, lo que permite mejores condiciones de seguridad para el personal y optimiza los tiempos de construcción", detallan desde

En el Generación Chile, agregando que gracias a este método constructivo se disminuye el uso de explosivos. Esta técnica, además, buscaría reducir el impacto en el medio. "La TBM fractura la roca en trozos mediante la acción combinada de la rotación y el empuje continuo de una cabeza de corte. El revestimiento del túnel se realiza en paralelo a medida que se avanza en la excavación mediante el uso de las dovelas de hormigón prefabricadas", explican.

El inicio de la excavación del primer tramo del túnel de aducción comenzó en enero del año pasado, en el sector Lo Aguirre, tras dos meses de armado de la TBM (bautizada como "Clementina" en honor a la comuna donde se levanta el proyecto), avanzando aguas abajo hasta llegar al pique vertical, a la altura de Los Maitenes, concretando los seis primeros kilómetros.

Como se mencionó anteriormente, conforme va excavando, la TBM recubre de manera simultánea el túnel con dovelas de hormigón prefabricadas. Sus apoyos laterales denomi-

TUNELADORA

UNO DE LOS ASPECTOS destacados del proyecto, es el uso de la Tunnel Boring Machine (TBM). Esta máquina se caracteriza por su doble escudo de 4.56 m, con capacidad de excavar en abierto o con montaje de dovelas prefabricadas de hormigón y extracción de escombros a través de banda transportadora. Además, cuenta con anillo pre fabricado de revestimiento en las zonas de mala calidad de roca, de 4 elementos más clave, diámetro interior 3.700 milímetros y exterior 4.200 mm, así como con rueda de corte con discos de 17", con potencia instalada de 1.320 KW, hasta 2.715 kNm de torque y rotación variable de 0 a 12,9 revoluciones por minuto. Según señalan desde Robbins South America, su capacidad de empuje máximo es de 29.615 KN, con velocidad punta de 120 mm/min y posee un sistema de extracción de testigo con barrenadora incluida, montaje de anillo automatizado desde la tuneladora y construcción de ciclo combinado de 1,2 m revestido en 19 minutos, además de un sistema de relleno de mortero automático.

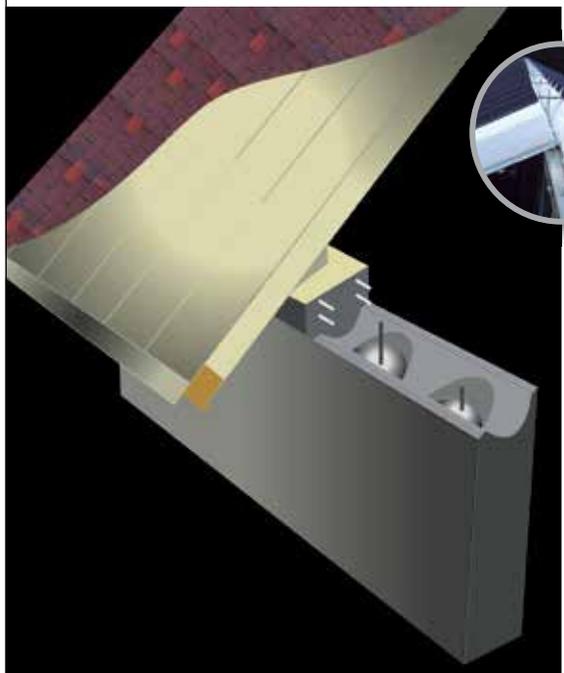
nados "grippers" permiten entregarle el empuje para excavar la roca mientras unos metros más atrás del frente de avance, un equipo denominado erector va colocando pieza por pieza el revestimiento definitivo del túnel. El diámetro de excavación es de poco más de 4,5 metros, lo que es considerado un

diámetro pequeño, apropiado para túneles hidráulicos, ya que la sección revestida final es de 3,7 metros, compuesta por anillos de cinco segmentos de dovelas de 1,2 metros de longitud. Adicionalmente, la TBM consta de un conjunto de 22 carros denominados "Back Up" donde lleva la conectividad de to-



AISLACIÓN | PIEZAS ESPECIALES | MUROS | LOSAS | TECHOS | MEMBRANAS

PANEL DE CUBIERTA AISLANTE - TECHO LISTO®



Techo Listo® es un sistema de cubierta aislada autosoportante conformado por doble chapa de acero galvanizado con núcleo de poliestireno de rápida, limpia y efectiva instalación. Los paneles poseen una amplia gama de colores y se entregan predimensionados en largos continuos y listos para su montaje, pudiendo ser reutilizados en caso de que se requiera.

Este producto cuenta con una alta resistencia térmica, mecánica, a la humedad y a la corrosión permitiendo trabajar en armonía con el medio ambiente. Su configuración permite fijarlo a cualquier tipo de estructura principal (madera, metálica u hormigón).

Eficiencia y Sustentabilidad en Sistemas Constructivos

Ahorre tiempo y costos durante la construcción • Construya más rápido (ahorro del 50%) y más liviano • Construya sin desperdicio en obra • Edificaciones más eficientes • Ahorro de energía.

IMPACTO AMBIENTAL

EL CUIDADO AMBIENTAL y del entorno fue una preocupación para el desarrollo de la central desde un comienzo, razón por la cual la empresa realizó una serie de optimizaciones al diseño de las obras, que fueron aprobadas por la autoridad ambiental a fines de 2011, las que tenían por objetivo permitir una disminución considerable de la superficie a utilizar, con un beneficio ambiental directo sobre el paisaje, suelo, vegetación y fauna existente en la zona. Entre las medidas de mitigación se encuentran la revegetación de áreas intervenidas con monitoreo permanente; planes de rescate y reubicación de la fauna de baja movilidad y protección de sitios patrimoniales.

En cuanto a la relación con la comunidad, se indica un convenio con la Junta de Vigilancia del Río Maule para optimizar los recursos de la laguna Maule. El acuerdo establece que la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) será la única administradora del convenio, así como de las obras que este contempla. Por su parte, existe el compromiso de la empresa de que la operación de la central no modificará el régimen general de regulación del río y del embalse de la Laguna del Maule. También se contempla implementar o mejorar los mecanismos de predicción de monitoreo de agua caída en la cuenca, junto con planes de apoyo a la tecnificación del riego, para aprovechar de mejor forma el recurso hídrico.

dos los servicios auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento, que incluyen: agua, aire comprimido, ventilación, energía, dos refugios de rescate, sistema de detección de gases, bombas de agotamiento, cinta transportadora, apilador de dovelas, bombas para la inyección del mortero trasdós, entre otros. "Este Back Up es alimentado en forma permanente y considera el uso de un tren que abastece los segmentos de dovelas, el mortero para sellar entre ellas y la roca, así como realizar el transporte del personal al interior del túnel", detallan desde Enel Generación Chile.

CAVERNA DE MÁQUINAS

Esta sección de la central tiene un largo total cercano a 80 metros, un ancho de 28 m y una altura hasta el foso de las unidades generadoras de 40 m, aproximadamente. Según explican desde la empresa, el proceso de excavación de la caverna de máquinas finalizó en noviembre de 2015 y para su metodología de construcción se contemplaron tres etapas principales y a diferentes niveles.

En primer lugar, la excavación subterránea comenzó haciendo uso de una galería de prospecciones que se ejecutó previamente a lo largo de la clave de la caverna; donde el material de excavación se extraía por esa misma galería hasta que la excavación descendía y alcanzaba el nivel del túnel de acceso a la caverna, lo que permitía extraer el

material por este nuevo túnel, facilitando la logística y aprovechando en parte el retiro por gravedad.

En una segunda etapa, la excavación seguía descendiendo hasta el fondo de la caverna, momento en el cual se habilitaban los túneles de descarga de la central desde donde se extraían los últimos volúmenes de material. Estas tres fases de excavación facilitaban el movimiento de los equipos, el manejo del material de excavación y la ventilación, manteniendo controladas las condiciones de seguridad al interior de esta obra subterránea.

Una vez finalizada la excavación, se dio inicio a las obras de hormigonado de los diferentes niveles de la caverna, comenzando por los inferiores correspondientes al foso y canal de descarga, nivel de válvulas de protección, nivel de turbinas, nivel de generadores y nivel del piso principal.

De acuerdo a Enel Generación Chile, en la actualidad se trabaja en el montaje de los distribuidores de las dos turbinas tipo Pelton (75 MW cada una), los cuales son transportadas por secciones a la obra y luego se ejecuta la unión con soldaduras y pruebas correspondientes en su ubicación definitiva. "Adicionalmente, al interior de la caverna de máquinas se instalarán todos los equipos electromecánicos relacionados con la generación de la energía, entre ellos las turbinas tipo Pelton y las dos válvulas esféricas que las protegen, dos generadores, dos transformadores

de poder y en uno de los extremos de la caverna se ubicará la Subestación Encapsulada (GIS). Todo eso complementado con los correspondientes equipos de los sistemas auxiliares eléctricos y mecánicos y sistema de control y protección de la central", detallan desde la compañía.

Para apoyar los trabajos de las obras civiles y el montaje de los equipos, al interior de la caverna se dispone de un puente de grúa de construcción de 20 toneladas que está soportado desde la clave del recinto. Además, también se trabaja en el montaje de los pilares y vigas metálicas del puente grúa definitivo de montaje y operación de la central, el cual tendrá una capacidad total de levante de 185 toneladas y que se usará para el montaje de las piezas o equipos más pesados.

Así avanza el proyecto Los Cóndores que espera entrar en operaciones a finales de 2018. Una obra ideada para generar energía y a la vez cuidar su entorno. ■

EN SÍNTESIS

→ El proyecto, de 150 MW de capacidad instalada, será una central de pasada subterránea que aportará al Sistema Interconectado Central (SIC) un total de 642 GWh anuales.

→ Para la construcción de la central se han llevado a cabo diversas obras entre las que destacan los 12 km de túnel subterráneo (obra de aducción), pique de válvulas, caverna de máquinas, túnel inferior y pique vertical de 470 m de alto, obras subterráneas de evacuación, túnel de acceso a la caverna de máquinas y ventana de construcción (sector Lo Aguirre).

→ La caverna de máquinas tiene un largo de unos 80 metros, un ancho de 28 m y una altura hasta el foso de las unidades generadoras de 40 m, aproximadamente. Para su construcción se contemplaron tres etapas principales y a diferentes niveles.

→ Para las excavaciones, se utilizó una máquina llamada TBM del tipo doble escudo, destacando su uso en el túnel de aducción de 3,7 m de diámetro y 12 kilómetros de largo.



Línea Canaletas PVC Ph25

- ✓ Unión cementar.
- ✓ Fácil y práctica instalación.
- ✓ Libre de mantención.
- ✓ Resistente a los rayos U.V.
- ✓ Disponibles en blanco y café

Nueva
Bicolor Doble Capa con Filtro UV

Productos Certificados



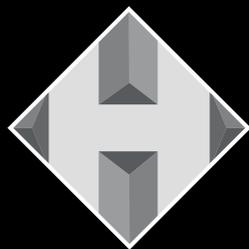
CESMEC



Nuevo

*Adaptador
Bajada
Canaleta
80 x 75mm*





Hormisur®

PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

ISO 9001:2008 Casa Matriz - Planta San Bernardo



INGENIERÍA · FABRICACIÓN · MONTAJE



22 235 9451



hormisur@hormisur.cl

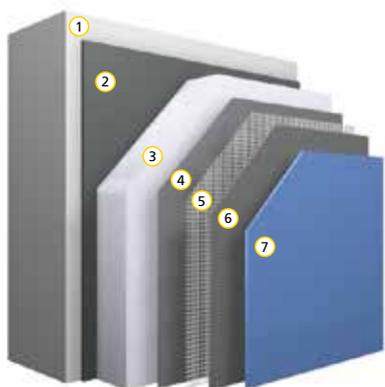


www.hormisur.cl

El Hospital Excequiel Gonzales Cortés se encuentra aislado con el Sistema StoTherm Plus.

Recubrimiento para fachadas que provee de aislamiento térmico continuo, disminuyendo los costos de energía del Hospital.

Construir Sustentabilidad a Conciencia



StoTherm Plus

1. Sustrato
2. Sto Primer Adhesive / Adhesivo y Base Coat
3. Panel Aislante EPS
4. Sto Primer Adhesive / Adhesivo y Base Coat
5. Sto Mesh
6. Sto Primer Adhesive / Adhesivo y Base Coat
7. StoLit Lotusan / Recubrimiento Texturizado

Beneficios:

- Aislante térmico
- Rápido de instalar
- Limpio
- Durable
- Ligero
- Flexible
- Garantizado
- Sustentable
- Arquitectónicamente versátil

Sto Chile

Avda. José Miguel Infante 8456
Renca, Santiago. Chile. 4030000
Tel: 2386 2569
contacto@stochile.com
www.stochile.com

Dagoberto Godoy 090 Bodega 7
Comuna Padre Las Casas.
Temuco. Chile.
Tel: 45 2591591

Tucapel 945
Concepción, Chile.
Tel: 41 2325 0627

Síguenos en América Latina:

