

82 ENERGÍA

TRANSMISIÓN CON HVDC

Revisamos cómo operan y qué beneficios ambientales puede traer la transmisión eléctrica por corriente continua.

El 22 de noviembre pasado, el megaproyecto de transmisión eléctrica HVDC Kimal-Lo Aguirre presentó a la autoridad su primera adenda para responder las casi 2.600 observaciones recibidas en el marco de su proceso de evaluación de impacto ambiental. Aunque parece una cifra bien abultada, lo cierto es que se condice con una iniciativa que pretende construir una línea de 1.346 kilómetros que pasaría por 5 regiones (desde Antofagasta a la Metropolitana) y 29 comunas, para transportar hasta 3.000 MW de energía renovable, equivalente al 25% de la demanda diaria del Sistema Eléctrico Nacional.

El proyecto, mandatado por el Coordinador Eléctrico Nacional, busca garantizar un suministro más eficiente, estable y limpio para el país, mediante el uso por primera vez en Chile de un sistema de transmisión por corriente continua o High Voltage Direct Current (HVDC).

Este tipo de tecnología permite llevar grandes volúmenes de energía a largas distancias y gestionar mejor la variabilidad de fuentes como la eólica y la solar, reduciendo las pérdidas.

¿Cómo opera y qué beneficios ambientales puede tener?

DATO

3 Modificaciones principales planteó el proyecto HVDC Kimal-Lo Aguirre en su adenda: ajustes en el trazado de la línea en las regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso; la disminución de estaciones repetidoras, de nueve a cinco unidades; y la reducción de 100 hectáreas aprox. en obras permanentes y otra cantidad similar en obras temporales.

OPERACIÓN MÁS EFICIENTE

Actualmente la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica se realiza mayormente en corriente alterna (CA), pero el avance tecnológico en dispositivos de electrónica de potencia también hoy hace posible transmitir grandes bloques a través de líneas HVDC.

Así lo comenta Jorge Vega, Ingeniero Civil Industrial en Electricidad, Doctor y Magíster en Ingeniería, quien explica que en este último caso "se genera energía eléctrica en CA a través de distintas fuentes, luego se transforma en corriente continua (CC) en una estación rectificadora y finalmente se transfiere energía hasta una estación inversora en donde se transforma la energía eléctrica de CC a CA para ser distribuida a los usuarios finales. El voltaje CC se eleva a valores mayores a los posibles en transmisión de CA. Esto permite transmitir energía eléctrica de manera más eficiente debido a una reducción en las pérdidas de transmisión".

El académico del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Antofagasta expone, luego, las cualidades técnicas que permiten a la tecnología HVDC lograr mayor eficiencia: "Primero, la transmisión en CA conlleva pérdidas de potencia activa y reactiva. La potencia activa se pierde debido al calentamiento en los conductores y la reactiva se pierde por el efecto de campos electromagnéticos que surgen con la generación en CA. En el caso de la transmisión HVDC, el voltaje CC es mayor, lo que implica una menor corriente para transmitir el mismo nivel de potencia. Así, las pérdidas debido a los conductores son menores que en la transmisión CA. Además, los sistemas CC no tienen pérdidas de potencia reactiva".

Jorge Vega añade que, a medida que la distancia de transmisión aumenta —usualmente por sobre los 600 km— la transmisión HVDC resulta técnica y económicamente más eficiente que la CA. Asimismo, comenta que la electrónica de potencia presente en las líneas de corriente continua permite mayor control en la transferencia, lo que podría aumentar la seguridad del sistema. Y destaca que esta tecnología "desacopla los sistemas entre los que se conectan y hace posible la conexión de sistemas eléctricos con distinta frecuencia, por ejemplo, entre Chile, con frecuencia de 50 Hz, y Perú, con frecuencia de 60 Hz".

Los conceptos expuestos son refrendados por Mauricio Restrepo, Gerente de Ingeniería y Construcción de Subestaciones Convertidoras de Conexión Kimal-Lo Aguirre, empresa a cargo del proyecto mencionado. El ejecutivo recalca primero que la tecnología de corriente continua "permite una mayor capacidad de transmisión de energía a largas distancias con mayor estabilidad, seguridad del suministro eléctrico y menores pérdidas de energía en comparación con la transmisión en corriente alterna". Y en referencia al proyecto que desarrollan, detalla: "El sistema HVDC cuenta con dos subestaciones convertidoras ubicadas en cada extremo de la línea. En el norte, en condiciones diurnas, una subestación toma la energía generada por las centrales renovables y la convierte de corriente alterna a continua (lo que se llama rectificación). Esta corriente es luego transmitida hacia el centro del país, donde otra subestación realiza el proceso inverso, transformando la corriente continua nuevamente en alterna (lo que se llama inversión) para inyectar la energía al Sistema Eléctrico Nacional (SEN)".

Con respecto a la mayor eficiencia en el transporte de la energía a largas distancias, Mauricio Restrepo asegura que en el proyecto Kimal-Lo Aguirre las pérdidas se reducirían en 100 MW, equivalentes a la energía necesaria para abastecer a más de 33 mil hogares.

"Además, al no requerir subestaciones intermedias, la línea necesita menos cables, menos torres y una menor intervención de construcción, lo que ayuda a reducir los costos del sistema", destaca.

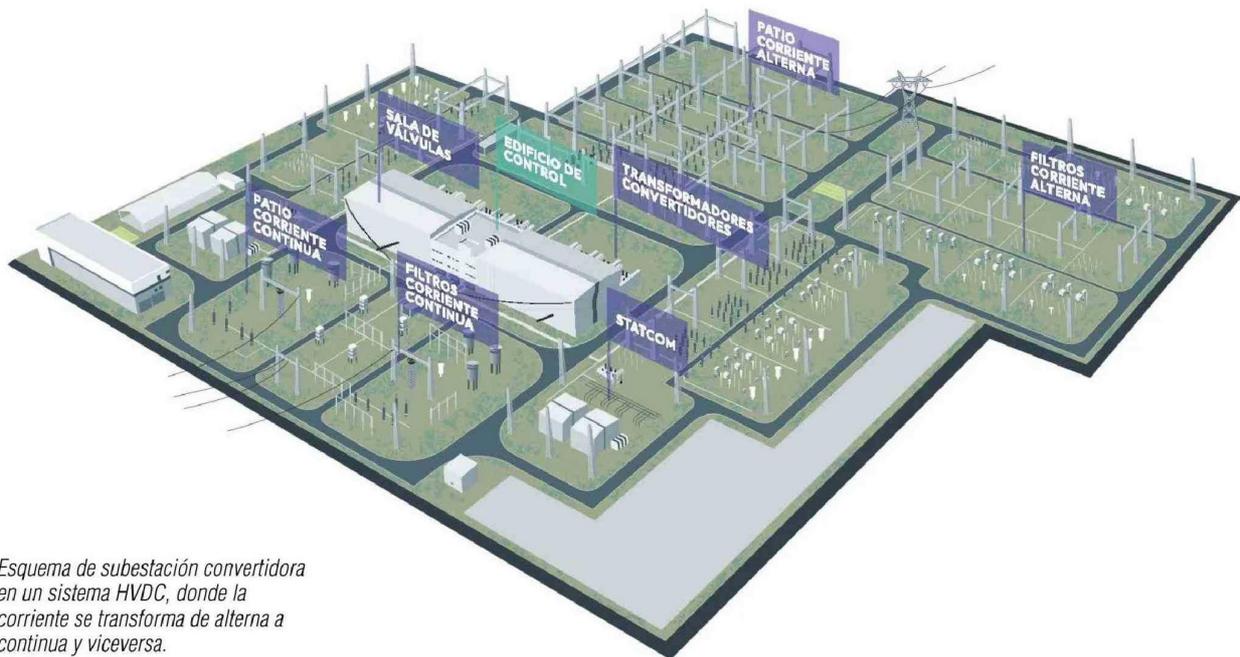
Agrega que otro beneficio clave es que el sistema HVDC permite un control rápido y preciso de la potencia transmitida, "lo que no solo facilitará la integración efectiva de las energías renovables, sino que también ayudará a mantener la estabilidad del SEN, algo que resulta sumamente importante en redes interconectadas a largas distancias".

BENEFICIOS AMBIENTALES

¿Qué beneficios ambientales puede traer la aplicación de la tecnología de transmisión por corriente continua?

El doctor Jorge Vega responde: "Entre los principales beneficios se encuentra un menor uso de espacio para un mismo nivel de potencia. Una línea HVDC puede utilizar un 50% menos de conductores y torres más pequeñas que transmisión en CA. Esto se traduce en una menor alteración del entorno natural y menor uso de suelo. Además, las líneas HVDC tienen menores pérdidas de transmisión, hasta un 50% menos que HVAC en distancias largas, lo que contribuye a una menor huella de carbono global".

Esos mismos aspectos son relevados y detallados por Mauricio Restrepo, quien además detalla las principales medidas planteadas en el proyecto para minimizar sus impactos en el entorno natural y humano. "Kimal-Lo Aguirre nace con un propósito: conectar a las personas y la sociedad con las energías limpias de nuestro país y con un futuro más sostenible. Es así como en los criterios de diseño hemos propuesto un trazado que se aleja de zonas pobladas, que reduce al mínimo su intervención sobre zonas protegidas, por ejemplo, evita la instalación de infraestructura en los lechos de los ríos. Utiliza menos espacio en el suelo, y más importante aún, disminuye el impacto →



Esquema de subestación convertidora en un sistema HVDC, donde la corriente se transforma de alterna a continua y viceversa.

➔ sobre la biodiversidad del territorio, tanto a nivel de flora, fauna y comunidades", señala.

Subraya que la iniciativa permitirá reducir las emisiones de gases de efecto invernadero al facilitar la integración de energías renovables no convencionales, como la solar y la eólica. "Este tipo de energía reducirá la dependencia de combustibles fósiles, promoviendo un sistema eléctrico más sostenible y contribuyendo a la lucha contra el cambio climático", recuerda.

Asegura también que la capacidad de transporte masivo de energía de la transmisión HVDC supera en más de dos veces a la de una línea HVAC de tensión similar, por lo que se requiere menos servidumbre, materiales, estructuras, fundaciones y conductores, entre otros componentes de este tipo de proyectos, lo cual reduce significativamente su impacto medioambiental.

A eso se suman otros beneficios: "Minimiza el impacto visual y la fragmentación del paisaje. Reduce la intervención de caminos y zonas protegidas, lo que disminuye las emisiones y la contaminación acústica asociadas a la construcción", dice Restrepo. Y sostiene que los beneficios económicos y ambientales de la transmisión HVDC también se expresan durante la operación de este tipo de proyectos.

EVENTUALES DIFICULTADES

El académico Jorge Vega advierte que, aunque los sistemas de transmisión HVDC ofrecen grandes beneficios, también enfrentan desafíos que pueden dificultar su implementación.

Luego explica que, de manera general, estos sistemas se clasifican en dos: los HVDC-LCC (Line Commutated Converter) y los HVDC-VSC (Voltage Source Converter). Los primeros (entre los que se encuentra el proyecto Kimal-Lo Aguirre) permiten mayores transferencias de potencia, "pero requieren de generación convencional, o sea de sistemas robustos, para que operen de manera segura. Los segundos, en tanto, pueden operar si entre sus terminales la generación convencional es menor (sistema débil),

DATO

1.480 Millones de dólares planea invertir la iniciativa HVDC Kimal-Lo Aguirre que, en su peak, generaría más de 6.000 empleos. Se espera que esté operando en 2029.

pero el costo es mayor y los niveles de transferencia aún no llegan a los que se logran con las tecnologías HVDC-LCC".

El académico e investigador de la Universidad de Antofagasta acota que otro desafío importante es la complejidad técnica de integrar las líneas HVDC con las redes de corriente alterna existentes, ya que ambas operan de manera diferente. "En estas condiciones, es necesario personal especializado lo que puede ser complejo de encontrar. Además, el tiempo requerido para capacitar a ingenieros y técnicos en el diseño y operación de estos sistemas puede ser extenso, afectando la operación normal de estas tecnologías. Esto se complejiza aún más si las líneas HVDC se encuentran en sistemas con alta penetración de energía variable como la solar fotovoltaica y la eólica", dice.

Por su parte, Mauricio Restrepo comenta que en el caso particular del proyecto Kimal-Lo Aguirre, al ser el primero de corriente continua que se desarrolla en el país, "ha implicado superar diversos desafíos, para lo cual nos hemos basado en la experiencia de dos de nuestros socios que cuentan con amplia experiencia en sistemas HVDC en Brasil y China. No hablaría de dificultades, y, por el contrario, hemos visto alto interés de las autoridades y del país a nivel general por explorar una tecnología probada en otros países que enfrentan los mismos retos de Chile, que es acercar la generación renovable hacia los centros de consumo". 