

Resumen 3ª sesión

Mesa de Trabajo:

Electromovilidad en la Minería:

“Cobre Verde”

I. Exposiciones

Primera exposición:

Black and Veatch – Leveraging Transformative Technologies for a better World.

Expositores: Maryline Daviaud (Business Development Director) y Craig McNulty (Project Management & Construction).

B&V empresa de ingeniería de carácter privado, desarrollando distintos proyectos en USA y América. Han desarrollado trabajos de telecomunicaciones, relacionado en infraestructura. También han desarrollado infraestructura proyectos de Distribución Eléctrica.

Han estudiado y trabajado en proyectos:

- infraestructura para vehículos eléctricos
- Infraestructura para Celdas de hidrógenos para vehículos
- Almacenamiento de Energía (A través de baterías), que ayuda a los EV. Toman energía de los picos de energías del día y los almacenan
- Infraestructura para conectar vehículos autónomos
- Micro redes

Ha habido una mejoría en los modelos de EV y se vienen nuevas marcas a participar en el mercado, así como Mercedes, y otras. Además es posible encontrar en tecnologías de EV para carga mediana y pesada, como son los buses eléctricos (autonomías de 200 millas en el ejemplo mostrado). Es posible encontrar también minivans para transporte de pasajeros, mini camiones para transporte de carga liviana como Coca-Cola o FedEx. Existe también un modelo de camión Tesla que entrará en el mercado, sobre el cual se tienen muchas expectativas así también como dudas.

Existen muchos modelos que se están probando para las distintas necesidades de la minería, desde construcción hasta transporte.

Una de las ventajas de esta tecnología es la reducción de los costos de operación. Gráficas muestran una reducción de un 30-50% de los costos de mantenimiento.

Los cargadores rápidos no tienen un standard para la conexión a los cargadores, no así como la carga lenta o media. ChadeMo es uno de los que se establece como un estándar (Hecho por Japón). Tesla tiene su propio cargador estándar)

Una de las preguntas para tomar decisiones respecto a EV son:

- Puede tu localidad cercana suplir la energía?
- Cuál es el costo de transportar esto?

Los autos y vehículos autónomos están avanzando más rápido de lo esperado en el mercado. Estos ofrecen alternativas de seguridad y transporte que se adecuan a muchas necesidades de las ciudades. Las políticas reguladoras pueden retrasar este avance de los vehículos autónomos.

Presentación 2:

USM - Electromovilidad minera mediante celdas de combustibles

Expositor: Antonio Sánchez

El objetivo del proyecto de hidrogeno liderado por la USM es impulsar un vehículo de operación minera a un vehículo 100% eléctrico mediante el uso de hidrogeno y celdas de combustibles.

Un EV tiene:

- Potencia de 100 kW
- baterías de 40 kWh
- autonomía de 200 km.

Un bus eléctrico tiene:

- Potencia Máxima de 320 kW
- Baterías de 500 kWh
- autonomía de 250 km

Un camión Kraisler eléctrico tiene una Potencia de 2,6 MW y transporta 300 Toneladas. Lo cual no es comparable con la tecnología de EV. Lo más comparable es una camioneta minera que tiene un potencia aprox de 140 kW.

El programa tecnológico busca abordar un punto intermedio de camión de Potencia Máxima de 265 [kW] y transporte 6,8 Toneladas.

Existen vehículos eléctricos en la minería entre 100 y 400 kW de potencia, 100% eléctricos, con baterías o cordón umbilical. Sin carga de oportunidad, tienen una autonomía de 3 a 4 horas.

Las celdas de hidrógenos son dispositivos electroquímicos similares a las baterías, que producen electricidad a partir del uso de químicos como el hidrogeno a modo de combustible y el oxígeno como oxidante de una reacción, donde además se captura el aire en el ambiente. En el proceso de generación eléctrica se hace a partir de una reacción controlada que produce calor, electricidad y agua. Produce electricidad de forma limpia y silenciosa

Una celda de combustible en un vehículo implicaría:

- Tienen una mayor autonomía del vehículo, la energía específica del hidrogeno es 200 veces mayor al de las baterías
- Alta eficiencia, en torno al 55%
- Modulares, entre más celdas, más potencias
- 0 contaminación, el proceso libera agua.
- 0 contaminación, el proceso libera agua calor. Bajo nivel de ruido, solo los elementos auxiliares emiten ruidos

Proporcionan independencia del petróleo, son equipos más confiables, tienen un menor mantenimiento y propicia mayores niveles de automatización.

En el mundo existen buses urbanos alimentados por hidrógenos. En empresas hay vehículos cargadores propulsados por hidrogeno. Hay pruebas de aviones de H2 y Trenes en Europa alimentados por celdas de hidrogeno que tienen autonomía de 500 km.

De los proyectos más grandes de hidrogeno es implementar en un crucero, con una potencia de [3 MW]

El precio del hidrogeno vs el diésel. Esto depende de diversos factores:

- Sensible a los precios del diésel e hidrogeno
- El precio del hidrogeno depende del precio de la energía, agua y la planta de producción
- Existen margen de mejoras de economías de escala
- Depende de las eficiencias de conversión

Se piensa que el 2022 o 2023, el precio del Hidrogeno se iguala al del Diesel

Ejemplos del mundo del uso del hidrogeno es el uso como storage para localidades alejadas. Existe el caso de Australia que una localidad minera asilada se alimenta por medio de paneles solares y almacenamiento por Hidrogeno.

Los Desafíos de las celdas de hidrogeno en la minería son:

- Propiciar el trabajo conjunto
- Desarrollo de normativa y estándares nacionales para el uso de H2 (no existe normativa para ello en Chile)
- Maduración y escalabilidad
- Reducción del uso del Diesel

Ronda de preguntas

Miguel Oñate de B&V. Dentor del proceso de combustión se indica calor. Si piensa en minería subterránea, el calor es un tema. Como ven el impacto de este calor. Respuesta: Normalmente está asociado a la potencia. Dentro del proceso, hay otro calor proceso que lo enfría. Ese calor es reusado en los procesos del mismo sistema alimentado por la celda de combustible.

Han explorado la opción de trenes con celdas de combustibles (Para B&V) . Respuesta: Depende del uso la utilización de h2 o baterías. Hay razones para justificar el uso de trenes.

La distribución del hidrogeno es compleja y cara. Por eso están estableciendo lugares específicos donde transformar el hidrógeno, sin tener que transportarlo. La producción también requiere de mucha energía que tratan de obtenerla de forma renovable. Los estanques de hidrógeno están a 700 bar de presión, lo que agrega otro factor de dificultad.

Presentación 3:

PUC: Contexto de la electromovilidad y su introducción a la minería.

Expositor- Javier Pereda

La minería en Chile 42% de la energía consumida proviene del Diésel. (Energía total 163,063 TJ). El transporte minero como vehículo liviano, buses, de perforación, vehículos de carga son alimentados por diésel. Un motor Eléctrico es mucho más conveniente en todos los parámetros en comparación a un motor a combustión. Son más eficientes, livianos, baratos, menores dimensiones, etc

Existen cargadores LHD 18HD que funciona con un generador diesel Híbrido, proyeco de Joy Global. El mining Jumbo LH5141E es 100% pero funciona con un cable de alimentación, una máquina de 132 kW

Hay otro modelo full eléctrico, 100% eléctrico que funciona con baterías, pero tiene una autonomía de 18 km y en inclinación de 3 km. Para otras aplicaciones de transporte de carga existen vehículos con generador diesel que alimentan a motores eléctricos.

El problema es el almacenamiento. Dentro del orden de mejores tecnologías para el almacenamiento están los capacitores → Supercapacitores → Baterías → Celdas de combustibles

El precio de la batería ya alcanzó los 200 \$/kWh, lo cual está llegando al precio objetivo. Pero el problema de la batería es la carga. Dentro de los métodos de carga están la carga al estacionar, carga durante la conducción, carga rápida, cambio de la batería. Todas tienen sus ventajas y desventajas.

En cuanto al hidrogeno. Se discute que es problemático el hidrogeno para alimentar autos. Es complejo almacenarlo, no es una energía si no una fuente de almacenamiento de energía. Tiene la mitad de la eficiencia de las baterías.

Otra visión (de Toyota) creen que la tecnología de batería no es lo suficientemente desarrollada. Ellos están desarrollando una nueva batería de estado sólido. Pero ellos están interesado en pasar a vehículos de H₂.

El 95% del H₂ viene reformado del Metano, con una eficiencia del 70%. Hay otros mecanismos, llamada Electrolisis, a partir del agua. Con eficiencias del 45-75%. Se pretende que al 2030 se pretende una eficiencia del 86%.

El H₂ puede obtenerse de biomasa también, generación por electrolisis. Almacenarse para un vehículo a H₂.

El almacenamiento del hidrogeno puede ser Gaseoso (350-700 bar) o líquido (10 Bar pero a temperatura de -252°C). El transporte de esto puede ser mediante camiones (ineficiencia) o generación in situ.

El Diesel es Poco Peligroso, Inflamable bajo 94°C y Estable

El H₂ Es Muy Peligroso, Inflamable bajo 25°C y Estable

El Toyota Mirai tiene una autonomía de 502 km. Se le hicieron pruebas de choques las cuales pasó. El costo de toda la cadena del hidrogeno es caro.

Conclusiones

Diversidad en la tecnología a adaptar

- Generación de energía
- Almacenamiento (H2, baterías, hidro, térmico, etc)
- Generación de H2 (reformado, alcalina y Pem)

Electromovilidad tiene alto valor en minería

- Uso de vehículo liviano es directa
- Uso de vehpiculos pesado requiere innovación

Presentacion 4:

Codelco Tech “Estrategia de Electromovilidad para Codelco” –

Expositor: Verónica Martínez

Área de innovación tecnológica de Codelco. Hay un área de transición energética en donde se encuentra el transporte eficiente.

El modelo de movilidad eléctrica en minería, se basa en una generación eléctrica limpia y de bajo costo. Su objetivo es transformarse en un comprador inteligente de tecnología de electromovilidad, dependiendo de la aplicación específica para el EV. Codelco gasta 100 millones de dólares en el transporte de personas, la cual podría ser a base de electromovilidad.

Codelco Tech se coordina con divisiones internas , y proveedores.

Partieron con su primer piloto. Son 6 vehículos. Instalaron cargadores, realizaron la flota según las necesidades de las divisiones. De esto se recopila la data. Codelco incorporará los EV si económicamente se justifica. La flota es de Renault Kangoo, Mitsubishi Outlander PHEV (para entrar a la mina tajo abierto), Hyundai Ioniq, Citroen Berlingo (2), Peugeot Tepee. Lleva 4 semanas la implementación del piloto)

Hay un seguimiento, y una vez al mes los vehículos van a ser inspeccionados por las marcas. Si hay alguna falla, pieza suelta por vibraciones o problema debido a efectos ambientales.

Resultados esperados:

- Rendimiento (km/kwh)
- Tiempos de carga (reales y requeridos)
- Identificación de variables críticas que afectan el rendimiento (pendiente, uso A/C, conducción, etc)
- Validación de tecnologías de los vehículos electros en condiciones ambientales
 - Efecto de altura, polvo

- Efecto en rendimiento de estado de camino (pavimento, bischofita)
- Desarrollar modelos de escalamiento de tecnologías
 - Plan de recambio tecnológico
 - Infraestructura habilitante requerida

Los pilotos a venir son los transportes de pasajeros, transporte de carga/pasajeros (minibuses), Pilotaje camionera minera eléctrica, Pilotaje vehículo de producción – Mina Subterránea, Pilotaje vehículo de producción Mina Rajo.

Presentación – BHP – Piloto Movilidad Electrica. Expositor: Gianni Pimentel

El motor del piloto de electromovilidad son los sistemas de seguridad que traen consigo los EV. Después vienen los beneficios ambientales que traen. Integran sistemas de frenado que asisten al conductor cuando se encuentran con obstáculos.

BHP ha hecho pruebas a estos sistemas de seguridad, pero se ha encontrado con que el mercado está atrasado tanto en disponibilidad como en conocimiento de estas tecnologías de seguridad y de electromovilidad.

II. Resultado encuesta

Información extraída de las mesas de trabajo “kick off”, “Electromovilidad en ambientes Urbanos” y “Electromovilidad en minería” del DoSmartCity

1.1 Barreras tecnológicas electromovilidad

Costo elevado de la tecnología de los autos eléctricos

Autonomía de baterías.

Generación distribuida chilena no tiene la tecnología necesaria

No hay personal calificado para prestar servicios de mantenimiento

Falta de estandarización de conectores de carga de automóviles

Falta de red eléctrica inteligente (Smart Grid)

Plataforma de gestión digital de cargadores.

Falta de mercado secundario o residual de los vehículos eléctricos.

Insuficiencia de redes de carga

Oferta de energía centralizada

Tiempo de carga de vehículos

Plataformas Blockchain de comercialización de la energía

En el caso de uso de celdas de hidrógeno y baterías: Seguridad en el uso, elevado peso y volumen de sistemas de almacenamiento.

Algunas empresas mineras no hacen desarrollo tecnológico, requieren resultados probados y comercialmente seguros.

Falta desarrollo de vehículos para trabajo duro a costo efectivo.

Cambio de cultura y lógica de operaciones.

1.2 Barreras para crear consorcios sobre electromovilidad

Falta de información provoca asimetrías y ansiedad.

Descoordinación de actores.

Poca voluntad de informar por parte de las empresas (motivados por su estructura de costos).

Escaso estado del arte, desconocimiento de los costos y ahorro por uso de la E.M.

Incertidumbre respecto al interés de participar que tienen las empresas.

Faltan propuestas concretas de implementación.

Confianza entre Universidad - Empresas – Gobierno.

Normalización de aplicaciones de EM.

Brecha alta entre teoría y aplicabilidad.

No se han detectado los verdaderos puntos de encuentro e interés común (plan conjunto)

Baja disposición de empresas mineras a probar tecnologías con niveles bajos de madurez.

2.1 Que quisieran ver en la plataforma de electromovilidad

Levantamiento de información de brechas dificultades y oportunidades para el diseño de políticas públicas.

Noticias, Artículos en línea, Newsletter, información para facilitar la toma de decisiones.

Educación de beneficios para eliminación de mitos sobre la electromovilidad.

Herramientas de análisis de costo total para determinar conveniencia de auto eléctrico.

Dificultades iniciales de ciudades que ya operan con sistemas exitosos de electromovilidad

Curso online con visión estratégica de la electromovilidad.

Modelos de negocio.

Promoción del concepto de prosumidores.

Mapa electrolinerías.

Análisis de brechas.

Estudios de comportamiento de viaje de usuarios para correcta instalación de cargadores eléctricos.

Análisis de efectos económicos del uso de la electromovilidad.

Empresas de manufactura de equipos y repuestos.

Universo de flota EM actual

Proyecciones para el año 2025

Tips de calidad, seguridad, y eficiencia de la EM.

Vehículos en desarrollo a nivel mundial.

Sinergia de soluciones en diferentes sectores de la industria.

Oportunidades de mejora en la calidad de vida diaria de las operaciones industriales, gracias a soluciones sustentables.

2.2 **Que aportarían a la plataforma de electromovilidad**

Artículos científicos, papers, memorias de pregrado, tesis postgrado.

Normativas y reglamentaciones.

Dar a conocer oferta de vehículos eléctricos y características técnicas.

Insumos para generar políticas públicas.

Conceptos electro - químicos - físicos del funcionamiento de una batería

Conceptos funcionales de una celda de Hidrógeno

Lecciones aprendidas sobre la EM.

Conexión entre empresas - academia - emprendedores.

Infraestructura de carga.