

DISEÑO

1. ¿Cómo se maneja la instalación eléctrica, en una mina que va cambiando todos los días? ¿Cómo se adapta el diseño minero existente de la operación existente? ¿Qué cambios implica al incorporar esta tecnología?

La mina cambia todos los días en las fases operativas, pero en general las rampas principales de transporte se mantienen sin modificaciones por años y la instalación eléctrica por tanto sigue una planificación acorde al diseño minero. Con la adición de la tecnología no se esperan cambios relevantes en el sistema de suministro dado que la rampa elegida está a una distancia inferior a 1 km del punto de conexión más cercano. En caso de que la rampa estuviese a una mayor distancia, habría que hacer el análisis del método más conveniente para asegurar el suministro.

2. ¿Cómo determina el consumo específico combustible por cada tramo (pendiente ascendente, horizontal, etc.)?

Se cuenta con un sistema de medición de la inyección instantánea del camión el cual se clasifica en función de las pendientes y cargas del camión. En caso de no poder medirlo, es un dato que se podría conseguir con los fabricantes (al menos un valor aproximado).

3. ¿Se han evaluado las condiciones o cambios de diseño que requerirá la mina para implementar Trolley y su impacto en el negocio minero?

Si, pero el impacto de ensanchar rampas y/o modificar diseños es enorme. Por lo mismo estamos evaluando generar ensanches específicos en las zonas más críticas o sencillamente poner trolley donde las condiciones así lo permitan entendiendo el balance beneficio/costo.

4. ¿Cómo se abordará la gestión de mantenimiento del sistema? ¿Se tratará como una flota independiente?

El camión se mantendrá de la misma forma que lo que se hace con el resto de la flota, añadiendo los alcances que sean necesarios para salvaguardar el cuidado de los componentes nuevos que se añaden. Con respecto al mantenimiento de la línea y los componentes eléctricos eso si se considera dentro de un nuevo contrato, aunque creemos que en el futuro se podrían incorporar los alcances dentro de los actuales contratos con eléctricos, a menos exista una especificidad que exija un contrato dedicado.

5. ¿Se ha considerado la estructura de los trolley en la rampa de bajada, para utilizar la energía de retardo de los camiones eléctricos, cómo aporte a la red eléctrica?

Si, se ha considerado como una segunda etapa de forma de no sobrecargar la capacidad de gestión de cambio y hacer una transición más suave que no genere grandes disrupciones en la operación.

6. ¿Los camiones utilizados son autónomos o manuales?

De momento se tiene considerado trabajar con camiones manuales, aunque es lógico pensar que en el futuro el trolley será compatible con autonomía. Todo

Preguntas Webinar Sistema Trolley en Minería – jueves 12 de mayo de 2022

depende de los desarrollos que se hagan a nivel tecnológico, pero no hay ninguna incompatibilidad que no permita usar trolley en camiones autónomos.

7. ¿Es factible utilizar trolleys en camiones con transmisión directa (por ej. CAT793 o CAT797)?

El camión debería idealmente contar con los componentes eléctricos que faciliten la implementación del sistema, por lo que se podría hacer la conversión a trolley, pero probablemente va a requerir desarrollos adicionales de parte del fabricante.

8. ¿Esto como lo piensan ejecutar? ¿Piloto?

Es un piloto en términos de que se busca validar cierto KPI y lograr un análisis acabado de como el sistema se acopla a una mina completamente operativa sin generar interrupciones mayores.

COSTOS

9. Las modificaciones para llevar un CAEX a un CAEX Trolley, ¿Qué costo tendrían? (ya sea un valor general o como porcentaje del costo sobre un CAEX nuevo). ¿Cuál es el costo del Retrofit y Costo de la infraestructura eléctrica por km de línea de trolley?

El costo del retrofit del camión probablemente disminuya en la medida que aumente la demanda. Hoy es razonable considerar 1 Millón de USD por cada retrofit. Respecto de la línea el componente más caro es la subestación eléctrica la cual podríamos estimar con un costo aproximado de 2 MUSD por cada una. Es probable que se requerirá una subestación por cada 2-3 camiones, es decir, si planean realizar una rampa trolley de 2 km en la que podrían llegar a haber 6 camiones conectados en simultáneo, probablemente sea requerido contar con 2 o 3 subestaciones. Esto es clave tenerlo claro cuando se establezca la planificación del proyecto.

La obra civil, dependiendo del método de construcción debería añadir 1 MUSD/ Km construido.

10. ¿En cuánto estiman los costos por daños que se puede producir en los pantógrafos del CAEX producto del carguío? ¿Impactará la DF de los CAEX? ¿O continuarán en modo Diesel en ese instante?

Los daños a los pantógrafos estimamos debiesen ser despreciables y su impacto en la disponibilidad física muy menor.

De todas maneras, en caso de que ocurra un evento de falla en un camión diésel eléctrico trolley, evidentemente que el camión podría operar en modo tradicional pero la idea sería reparar el sistema lo antes posible debido a los beneficios que brinda.

OPERACIÓN

11. ¿Se han abordado las problemáticas, que se generan en las condiciones de la ruta de la mina? Al un vehículo avanzar por un mismo punto, este requiere mayor participación de equipos de apoyo. ¿Qué pasa si un vehículo falla, que sucede con el camión que viene atrás? cómo esto puede impactar en la operación?

En caso de existir una falla y quedar un camión detenido en la rampa trolley, los camiones que vengan detrás deberán hacerlo por la pista disponible saliéndose del trolley y operando en modo tradicional por el tramo que necesiten para adelantar al camión detenido. No vemos un mayor problema en esto debido a que es inusual que un camión quede detenido y en caso de que lo hiciera es un riesgo que aceptamos, en la medida que la disponibilidad del sistema se mantenga sobre un valor X a definir.

Sobre los equipos de apoyo, las rampas trolley exigen un estándar que evite lo más posible las ondulaciones en la ruta, pero eso no es distinto al estándar que se busca siempre. Probablemente requiera un cuidado especial el sector, pero en ningún caso se tiene presupuestado incrementar la cantidad de equipos de apoyo, sino que habría que mejorar la eficiencia en su uso, en caso de haber problemas, y generar una planificación adecuada en la destinación de los recursos.

12. ¿Cómo se acopla el camión a la línea de trolley? ¿Existe alguna distancia y velocidad de acople del camión?

Existen ciertos parámetros necesarios para la conexión. Estos dependerán de cada fabricante, pero en general el acople es bastante suave (basta apretar un botón en cabina para levantar el pantógrafo) mientras el camión no exceda una cierta velocidad y el camino no tenga ondulaciones relevantes.

13. ¿Cuántos camiones por tramo soporta el sistema? ¿Eventualmente se pueden producir colas por límite de potencia?

Podría existir un rechazo a un camión que intenta conectarse al sistema, debido al límite de potencia que se haya dimensionado. Aquí el ítem clave aparte de la potencia instalada será el N° de subestaciones necesarias para soportar una cierta cantidad de camiones. En general se estima una subestación por cada 2-3 camiones.

14. ¿Qué sucede en la bajada del camión en una catenaria? ¿Se puede aprovechar la energía del frenado regenerativo? ¿Cómo suman en CAEX 930 frenos regenerativos en bajada? Lo que se pierde hoy en banco de resistencias.

Sí, se podría regenerar energía mediante algunos componentes adicionales, pero hemos decidido realizar el proyecto paso a paso para no sobrecargar las capacidades para gestionar los cambios en el equipo.

15. ¿Cuál es el tiempo de subida comparado con 100% diésel?

En subida cargado se debería poder aumentar de 10 km/h a 18 Km/h aprox. En otro tipo de perfil de transporte el valor es más incierto ya que el camión transita a

Preguntas Webinar Sistema Trolley en Minería – jueves 12 de mayo de 2022

determinadas velocidades no porque no pueda ir más rápido sino por las condiciones de la ruta más que nada y el nivel de tráfico que existe.

16. ¿Cuánto tarda el despliegue y la retracción de los elementos que conectan a la red eléctrica?

Dependerá de los componentes específicos usados y de la distancia entre la infraestructura eléctrica del sistema y el punto de conexión al suministro eléctrico.

17. ¿Qué tan complicado es el lavado de aislación de la línea eléctrica al interior de la mina?

Se debe generar una programación de actividades ad-hoc, pero debido a la alta cantidad de gran maquinaria, grúas y equipos presentes en el área mina no debería ser una complicación muy relevante.

VENTAJAS y DESVENTAJAS

18. ¿Cuál sería la principal amenaza de implementación de este proyecto? ¿Algunas debilidades?

- Costos de instalación
- Se debe coordinar con Planificación de corto/Largo plazo para no impactar negativamente en el desarrollo mina ni generar entropía en la operación diaria.

19. ¿Cuál es la flexibilidad del sistema trolley? ¿Han evaluado la flexibilidad y/o permanencia por una cierta cantidad de años de la rampa de transporte asociada a la línea?

La flexibilidad dependerá de los métodos de construcción, las rampas escogidas. De todas maneras, cualquier movimiento tiene costos asociados por lo que se sugiere mantener la infraestructura en un mismo punto por el mayor tiempo posible.

20. ¿Existen inconvenientes conocidos en el uso del sistema Trolley?

- Se añaden componentes que pueden fallar como todas las cosas
- Puede generar entropía en la operación
- Costos de instalación / inversión

SEGURIDAD

21. ¿Existe algún estudio de riesgo o protocolo de emergencia en la implementación del sistema Trolley? Ej. Si un camión choca con uno de los postes y caen las líneas eléctricas.

Nosotros aun no hemos creado nuestros propios procedimientos, pero evidentemente lo ejemplificado debiese estar analizado y controlado una vez se implementa el sistema. Es recomendable tener planes de emergencia y/o de acción, de modo de poder actuar con efectividad en caso de ocurrir un caso como el señalado.

22. ¿Condiciones de seguridad? ¿Qué se debe considerar al implementar un sistema Trolley?

Lo principal pasa por asegurar las protecciones eléctricas, como lo sería en cualquier instalación con alto voltaje, y en cumplir los estándares operacionales que finalmente pasan por la definición de cada usuario.

TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS

23. ¿Qué opinas del logro en electromovilidad con el uso del hidrógeno verde por parte de Anglo American publicado el 6 de mayo? ¿esta tecnología desarrollada podría ser un complemento?

Un extraordinario avance y ejemplo de trabajo colaborativo entre distintas empresas (Anglo, Engie, Ballard, First Mode entre otras) quienes unieron sus esfuerzos en crear un prototipo funcional que nos inspira a seguir el camino. Dicho lo anterior, creo es importante acotar los alcances debido a que el paso de un prototipo a tener un camión comercialmente masificado puede significar años debido a toda la cadena de suministros y logística que significa.

24. ¿Cómo se efectuaría un battery swapping o cambio de batería en caso de necesitarlo?

El battery swap o reemplazo de batería es una interesante opción que implica cargar baterías en un punto X de modo de que en vez de recargar la batería del camión, sencillamente se reemplaza. La forma en que esto se haría queda a la imaginación y creatividad de cada uno. En lo personal pienso que podría existir un brazo robótico que haga este trabajo.

25. ¿Podrían existir inconvenientes con la autonomía de los camiones, considerando el reemplazo del generador Diesel por baterías?

Evidentemente que el tamaño, junto con la capacidad y velocidades de carga de las baterías van a determinar el nivel de autonomía del camión, el cual probablemente va a estar lejos de la autonomía que le brindan 4.500 lts de diésel. Por lo mismo se propone una carga ciclo a ciclo cuya demora se compensaría con mayor velocidad.

26. Sobre un comentario que decía que el camión necesitaba 3 pistas por si se cae la línea o el sistema.

Aquí hay que diferenciar entre lo necesario y lo deseable. El sistema con 2 pistas funciona y si se cae el sistema es un riesgo que cada uno debe analizar si está dispuesto a aceptar y en qué grado. Podría determinarse un cierto nivel de disponibilidad sobre el cual ceñirse. Cuando lo deseable, que sería ensanchar el ancho de rampa para implementar la 3era pista, significa costos de sobre 100 millones de dólares claramente deja de ser una opción para gran parte de las mineras.