

Sistemas Trolley

Caso Minera Los Pelambres



LOS PELAMBRES

ANTOFAGASTA MINERALS

Mayo 2022

Minera Los Pelambres



REFLEXIÓN SEGURIDAD (2 mins)

ANTECEDENTES Y DESAFÍOS (3 mins)

CASO AMSA / MLP (3 mins)

PROYECTO TROLLEY (10 mins)

BENEFICIOS

PARADIGMAS

CASO PELAMBRES

PELAMBRES 100% ELÉCTRICO (5 mins)

CONCLUSIONES (2 mins)





ANTECEDENTES PREVIOS A EJECUCIÓN TAREA:

- Operación en Forma Autónoma de Perforadora
- Terreno con desnivel y pendiente
- Operador a cargo no era titular de máquina



ANTECEDENTES DURANTE EJECUCIÓN TAREA:

- Se genera alerta en panel de control de operador
- **Operador suprime Código de Alerta**
- Se genera nueva alerta en panel de control de operador
- **Operador Vuelve a suprimir Código de Alerta**
- Dado que el Sistema Autónomo no permitía la operación, operador decide tomar control en forma teleremota suprimiendo todo tipo de alerta enviada por Sistema autónomo
- **Máquina se vuelca quedando con daño material considerable además de haber sido catalogado como un potencial de fatalidad**



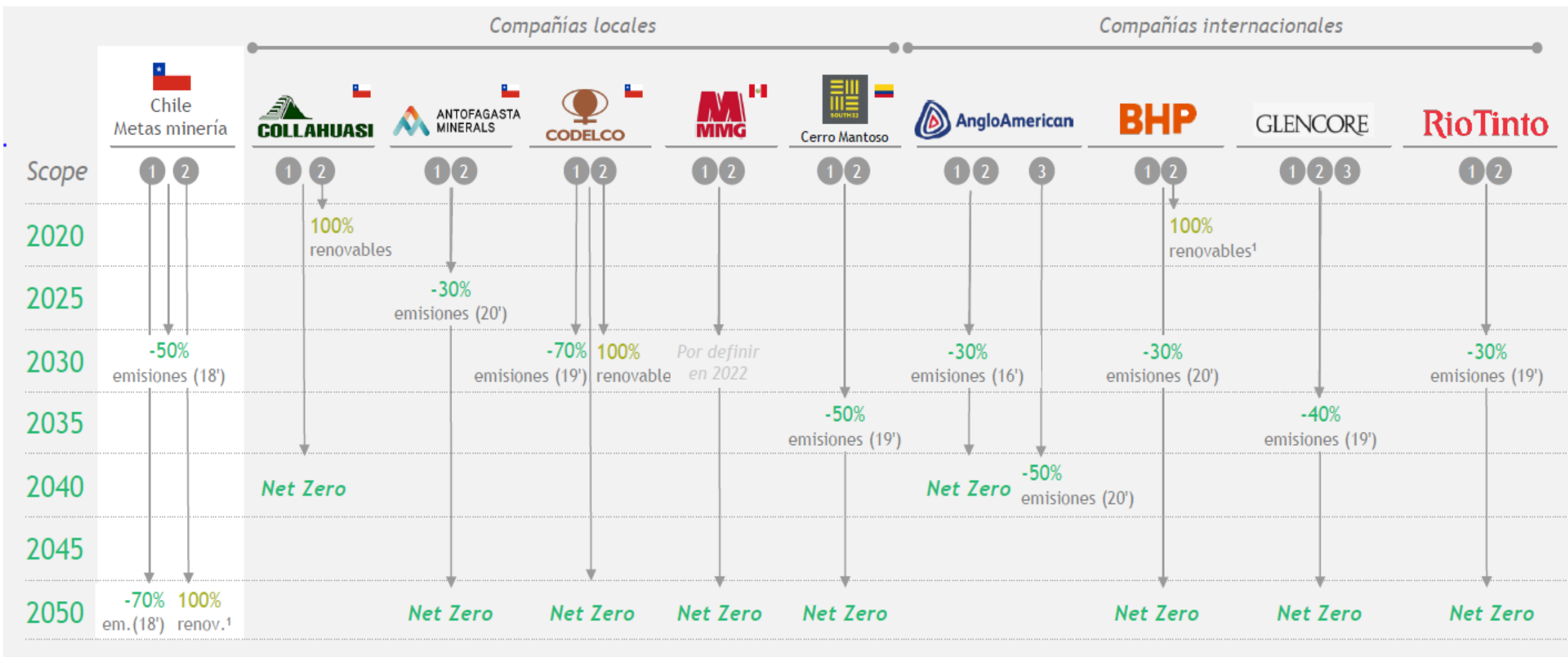
CONCLUSIONES

- Cumplimiento de Procedimiento
- Capacitación + Supervisión de sistemas autónomos
- Es nuestro deber decir que NO cuando las condiciones no están

¿QUÉ COSAS ESTAMOS HACIENDO PARA UN MEJOR FUTURO?

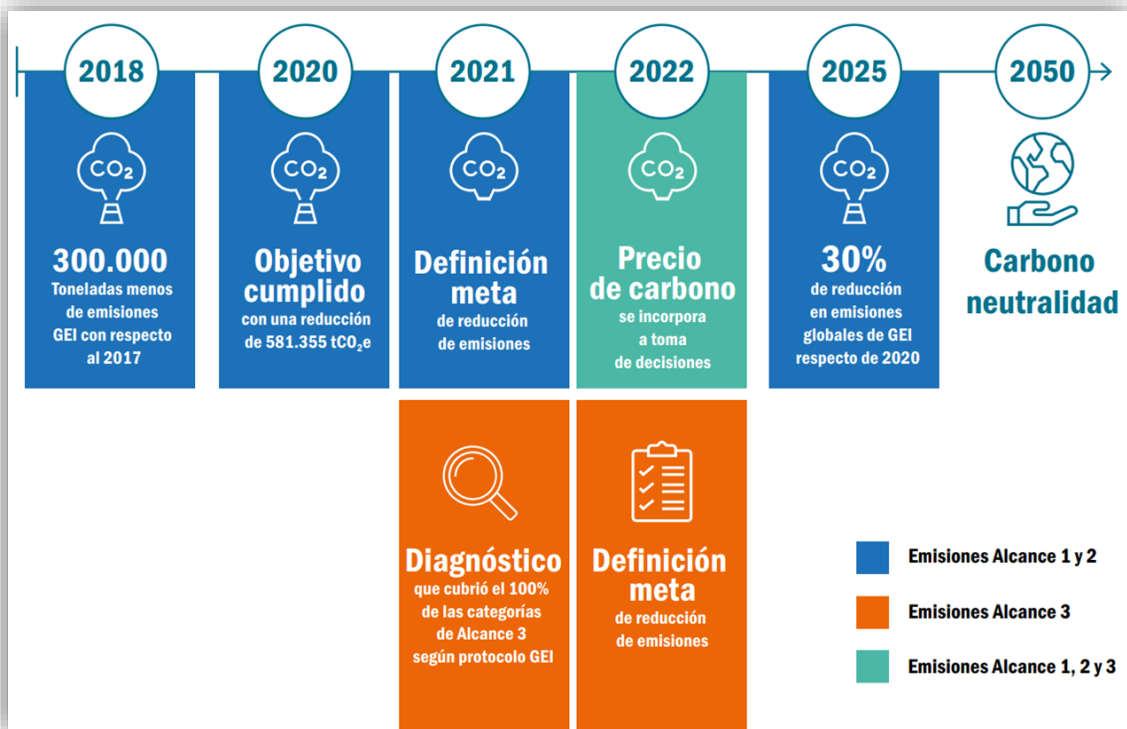


ESCENARIO A NIVEL INDUSTRIA



Fuente: Reportes Mineros de las compañías & resumen realizado por BCG feb. 2022.

¿Cómo lo logramos?



Principales avances

REDUCCIÓN DE EMISIONES

Nos comprometimos a ser **carbono neutrales** al 2050 y en reducir en un **30%** nuestras emisiones de GEI al 2025

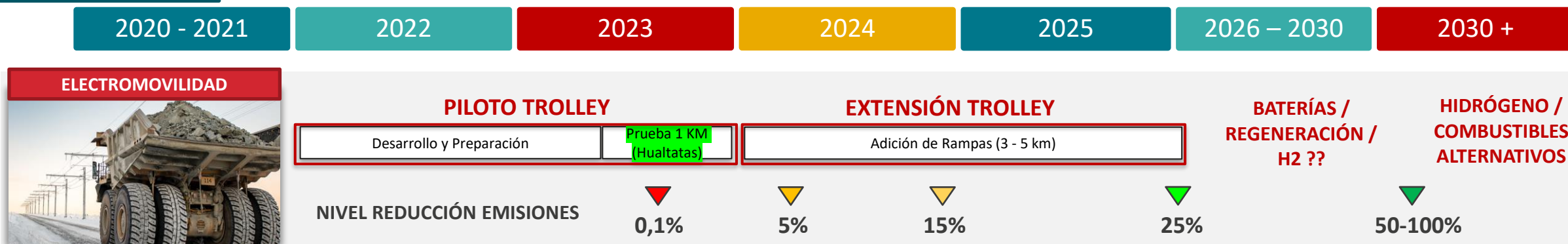
ENERGÍAS LIMPIAS

Zaldívar es nuestra primera operación en utilizar **100%** energías renovables y trabajamos para que en 2022 todas nuestras operaciones utilicen únicamente energías renovables

USO DE AGUA DE MAR

Avanzamos en la construcción de la planta desalinizadora en Los Pelambres. El agua desalada más el agua reutilizada y reciclada representarán más del **90%** del total de agua usada en nuestras operaciones

ROADMAP CAEX



EJEMPLO OPERACIÓN MINERA RAJO ABIERTO



EQUIPO
APOYO (75)
6%

Wheeldozer,
Camiones aljibes,
Motoniveladoras,
Excavadora



PERFO
MINA (35)
2%

Perforadoras



Equipos Eléctricos

CARGUÍO MINA
ELÉCTRICO
(15)



FOCO DE TRABAJO

TRANSPORTE MINA
(191)

66%



CARGUÍO
MINA
(20)
6%



Palas
Cargadores frontales

Equipos que utilizan
combustibles

321

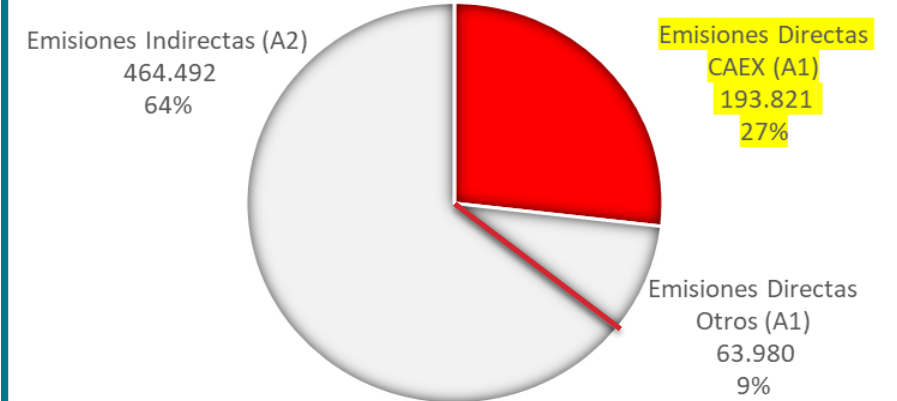
Otros
20%

CO₂

EMISIONES 200.000 Ton Co2eq/año emitidas x CAEX (MLP)

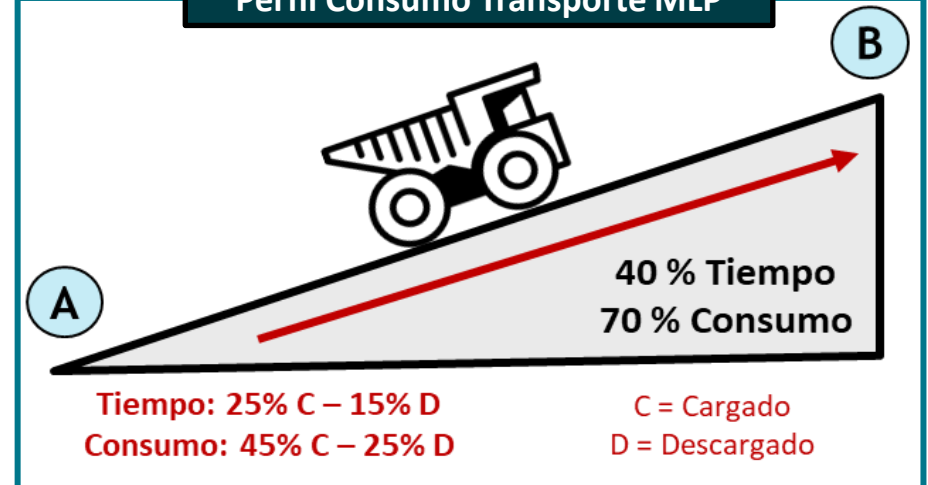
- Emisiones producto de CAEX ~ 30% de emisiones alcance 1 y 2
- CAEX representa cerca de un 70% del total emisiones Alcance 1
- **Compromiso AMSA de reducción 30% a 2025 y Carbono neutral a 2050**

EMISIONES TON CO2 eq (MLP-2020)



Fuente: Reporte Sustentabilidad AMSA 2020

Perfil Consumo Transporte MLP



Fuente: Análisis MLP - 2021

3.300

LT DIÉSEL / DÍA

1.200.000

LT DIÉSEL / AÑO

3.500

TON CO2 EQ / AÑO

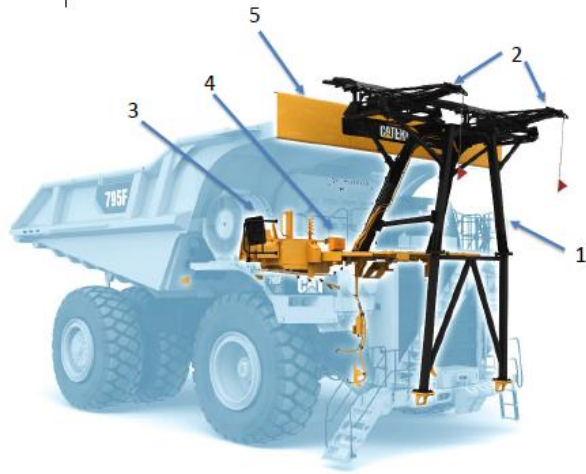
\$ 1.000.000

USD/ DIÉSEL AÑO



TROLLEY HARDWARE ON THE TRUCK

CAMIÓN



- Trolley assist requires special truck iron to connect to the truck line.
- There are six key elements of the truck iron package.
 1. Support structure
 2. Pantograph
 3. Electrical cabinet & cables
 4. Hydraulic cabinet & hoses
 5. Truck body modifications

Fuente: CAT Trolley Assist Overview- 2021

LÍNEA (OBRA CIVIL Y COMPONENTES)

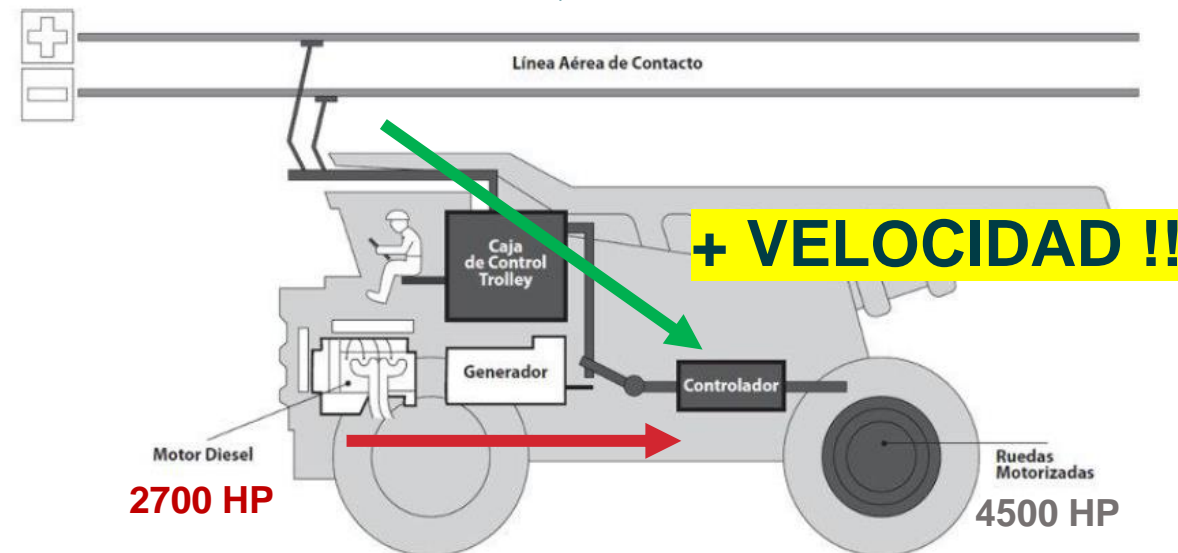


Fuente: CAT Trolley Assist Overview- 2021

SUBESTACIÓN



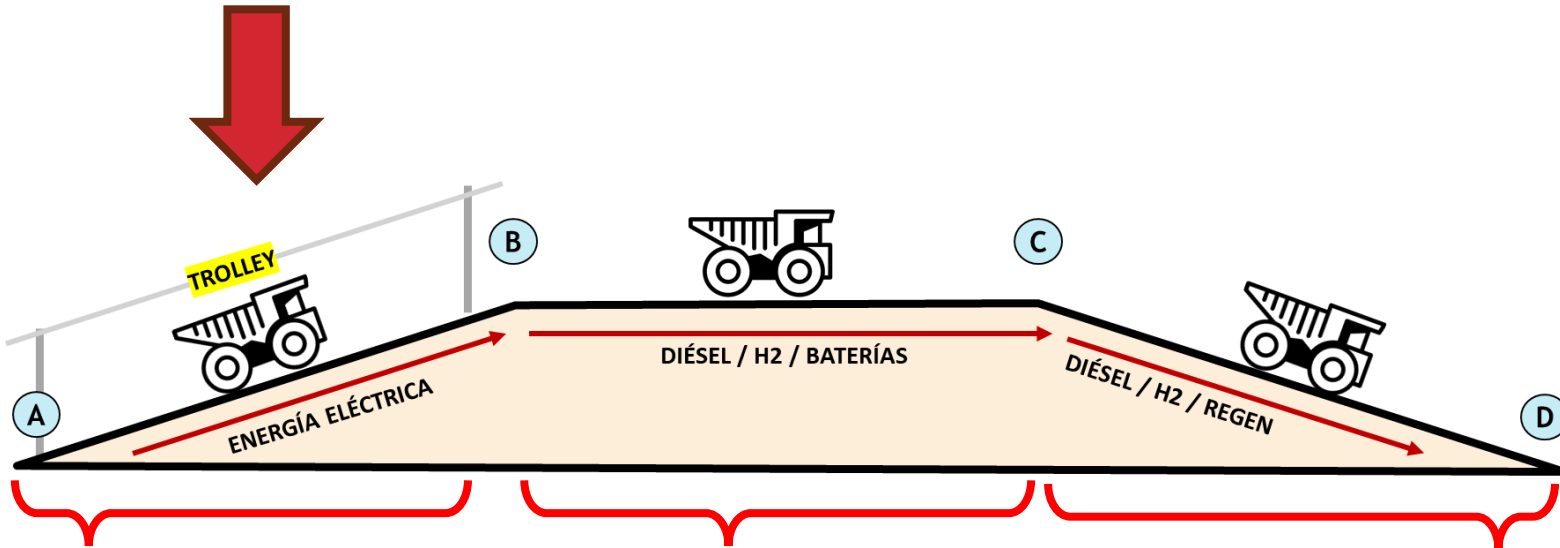
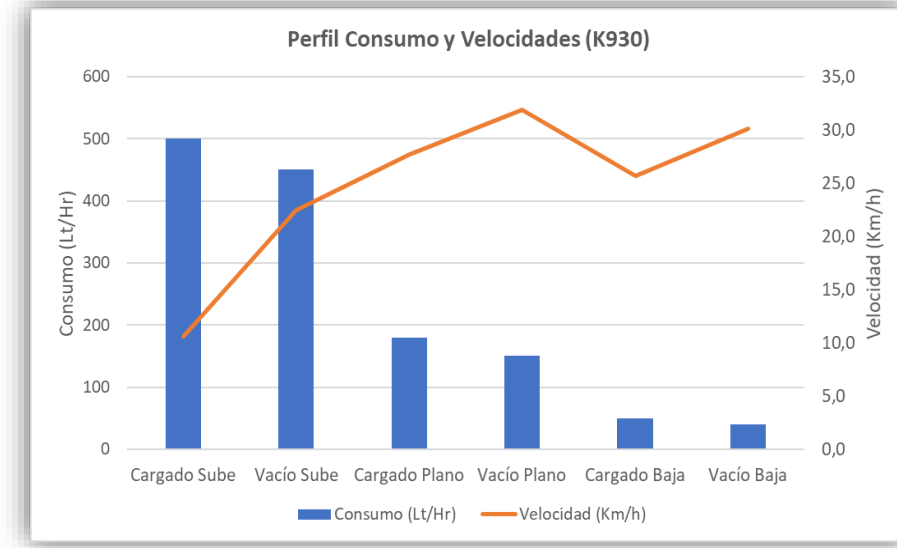
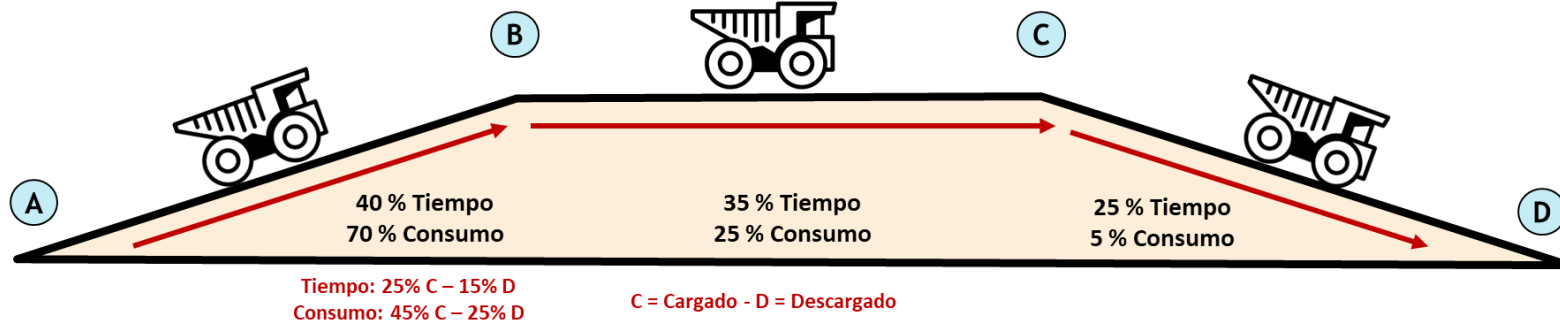
Fuente: CAT Trolley Assist Overview- 2021



Fuente: Adaptación SIEMENS AG Simine Haul Truck, 2019

EJEMPLO DE RUTA

PERFIL 2020 TRANSPORTE MLP



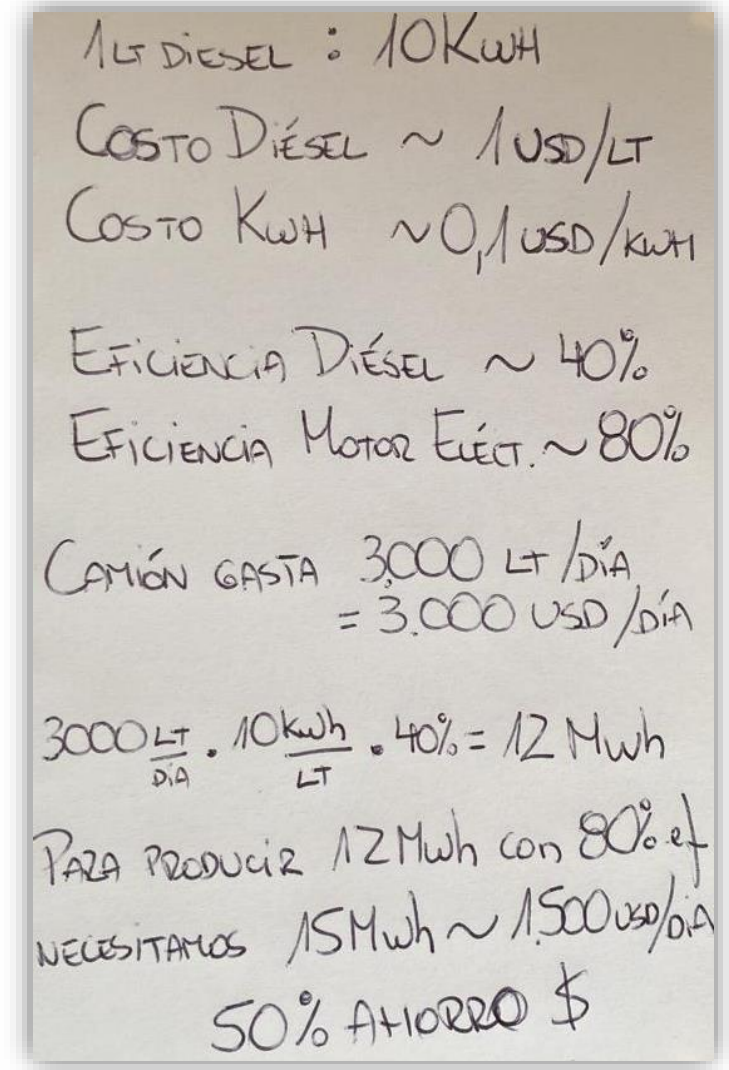
- Sector Trolley (A-B) reemplazo 95% de Diésel a EE
- 5% restante es consumo Ralentí Motor
- Consumo 500 lt/hr Subiendo y 25 lt/hr Ralentí

- Sector sin Trolley (B-C) % reemplazo depende de tecnología
- Opción uso H2 como reemplazo a Diésel (reemplazo 100% caso Fcell)
- Batería con autonomía > 1MW y carga < 5 mins (5 años desarrollo)

- Sector sin Trolley (C-D)
- Opción uso H2 como reemplazo a Diésel
- Requeriría batería extra duración (10 años desarrollo)

1) Ahorro Costo Operación

- Balances Energéticos Diésel vs KWH // Analizar eficiencias + costos particulares
- La relación de reemplazo debería tender a ser 1 LT Diésel : 5 KWH app.



1LT DIESEL : 10KWH
COSTO DIESEL ~ 1USD/LT
COSTO KWH ~ 0,1USD/KWH

EFICIENCIA DIESEL ~ 40%
EFICIENCIA MOTOR ELECT. ~ 80%

CAMIÓN GASTA 3.000 LT/DÍA
= 3.000 USD/DÍA

$3000 \frac{\text{LT}}{\text{DÍA}} \cdot \frac{10 \text{ kWh}}{\text{LT}} \cdot 40\% = 12 \text{ Mwh}$

PARA PRODUCIR 12Mwh con 80% ef
NECESITAMOS 15Mwh ~ 1.500 USD/DÍA

50% AHORRO \$

1) Ahorro Costo Operación

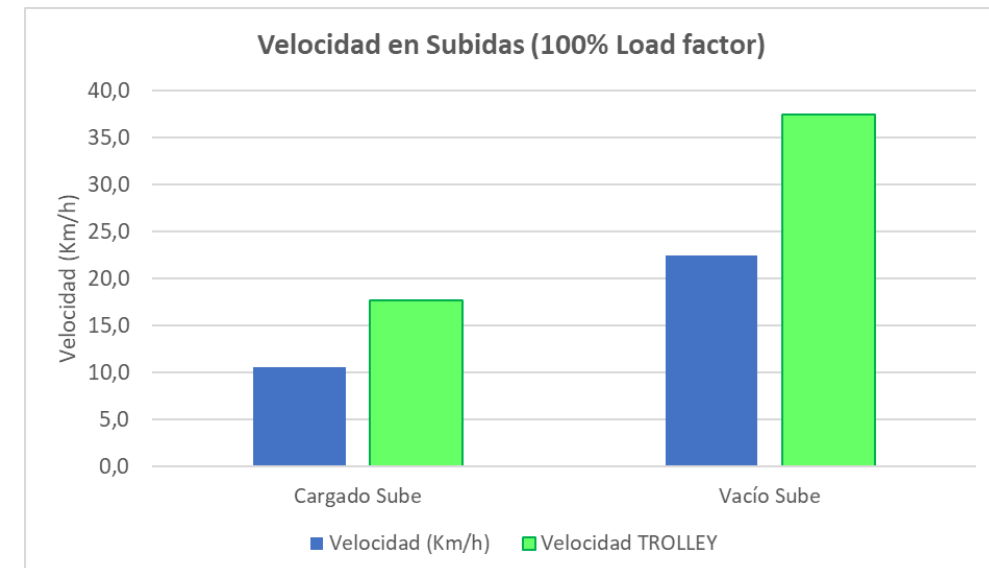
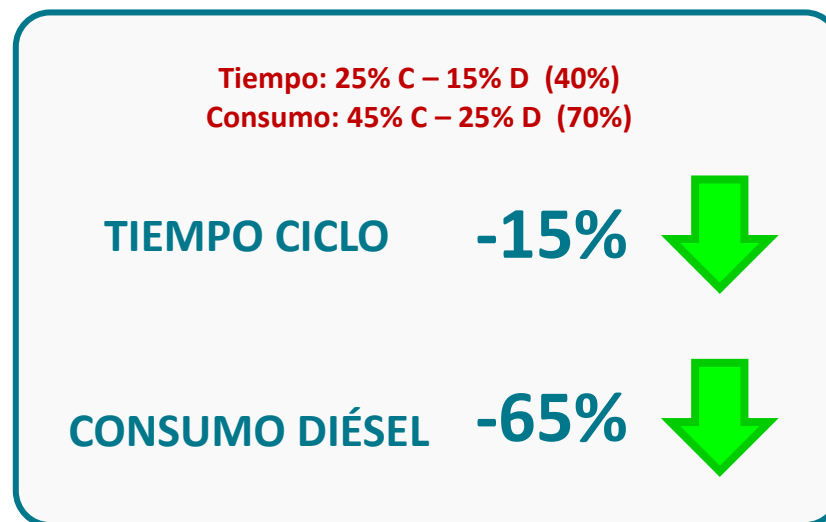
- Balances Energéticos Diésel vs KWH // Analizar eficiencias + costos particulares
- La relación de reemplazo debería tender a ser 1 LT Diésel : 5 KWH app.

2) Mayor Velocidad Subidas (en especial si va cargado)

- Velocidad aumenta sobre un 50% // Usa máxima potencia de motores de tracción eléctrica (4.500 HP app)
- Sistema deja de estar limitado a la capacidad del motor diésel (2.700HP caso K930)



Fuente: Adaptación SIEMENS AG Simine Haul Truck, 2019



1) Ahorro Costo Operación

- Balances Energéticos Diésel vs KWH // Analizar eficiencias + costos particulares
- La relación de reemplazo debería tender a ser 1 LT Diésel : 5 KWH app.

2) Mayor Velocidad Subidas (en especial si va cargado)

- Velocidad aumenta sobre un 50% // Usa máxima potencia de motores de tracción eléctricos (4.500 HP app)
- Sistema deja de estar limitado a la capacidad del motor diésel (2.700HP caso K930)

3) Reducción de Emisiones (GHG y Locales [NOx, MP])

- **REVISIÓN DE MATRIZ ENERGÉTICA**
- Reducción gases GHG proporcional a reducción uso diésel (2,65 Ton/m³ Diésel o Kg/Lt)
- Potenciales impuestos / costos a emisiones GHG (100 USD/Ton??)



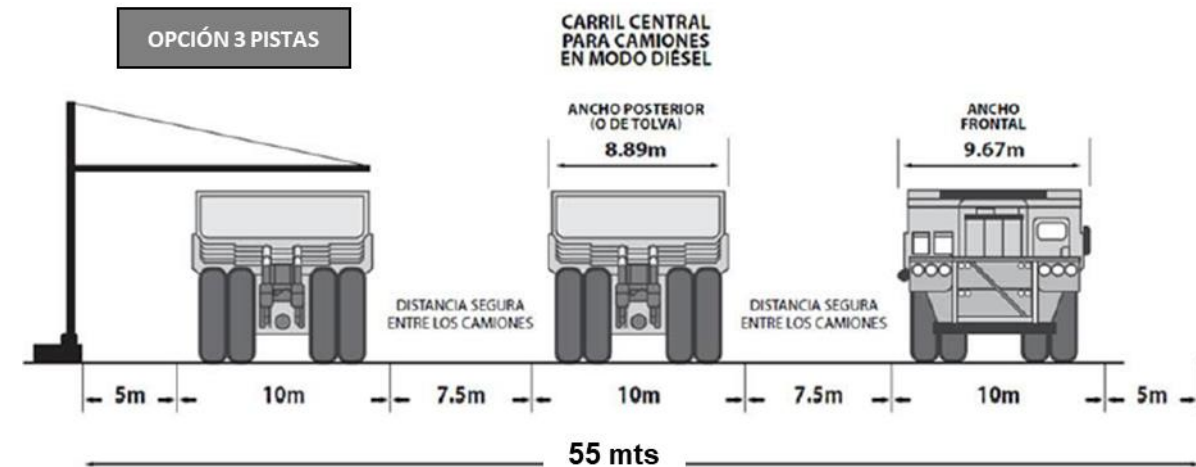
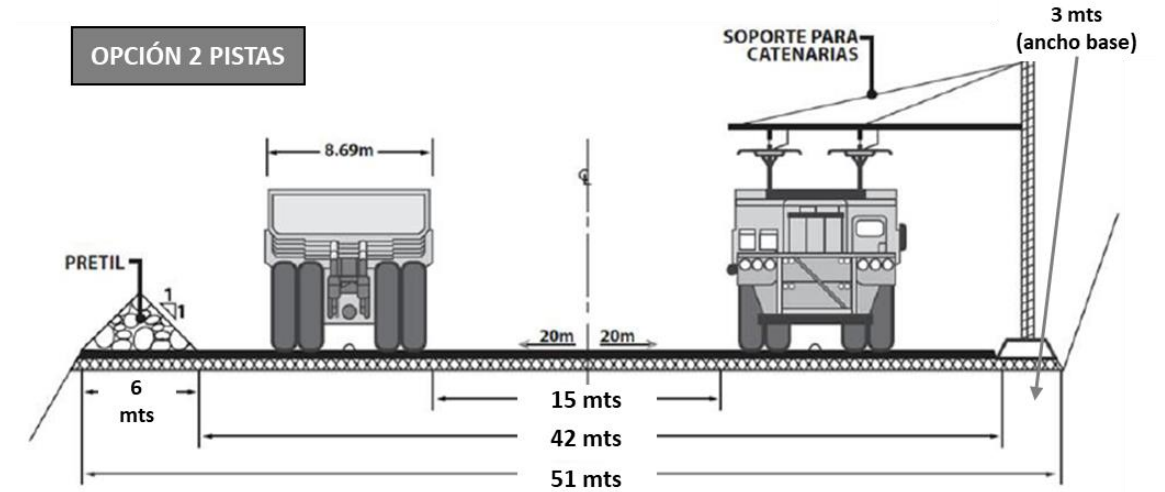
Planta Termosolar Cerro Dominador, Chile - Fuente: El Mostrador

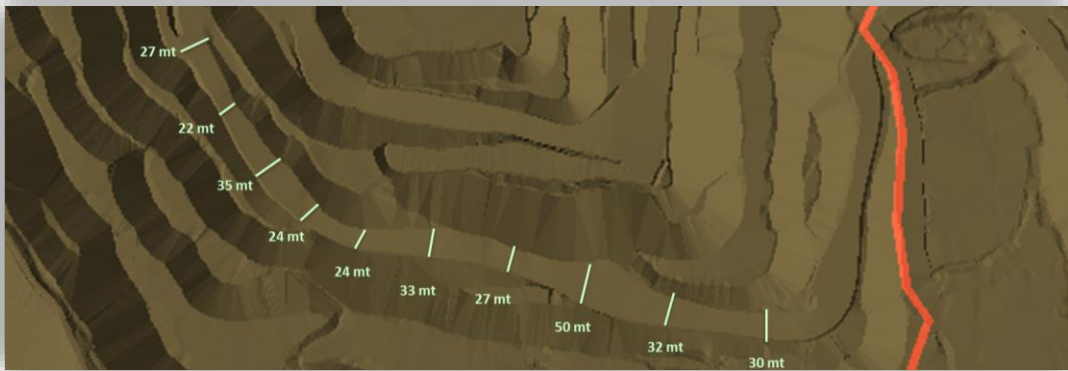


Parque Eólico Cuel, Bío Bío, Chile - Fuente: Aela Energía

1) Requiere aumentar ancho rampa / 3era pista

- Analizar necesidad de Tercera Pista (no siempre es requerida)
- Gestión Logística de Despacho
- Revisar método de construcción (base postes, uso sector pretil)





Análisis de Ancho de Rampa condiciona técnicas de construcción

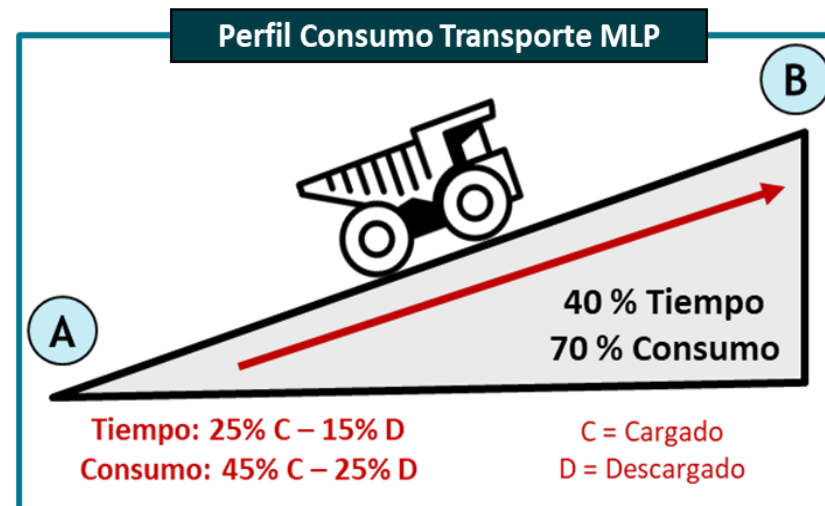
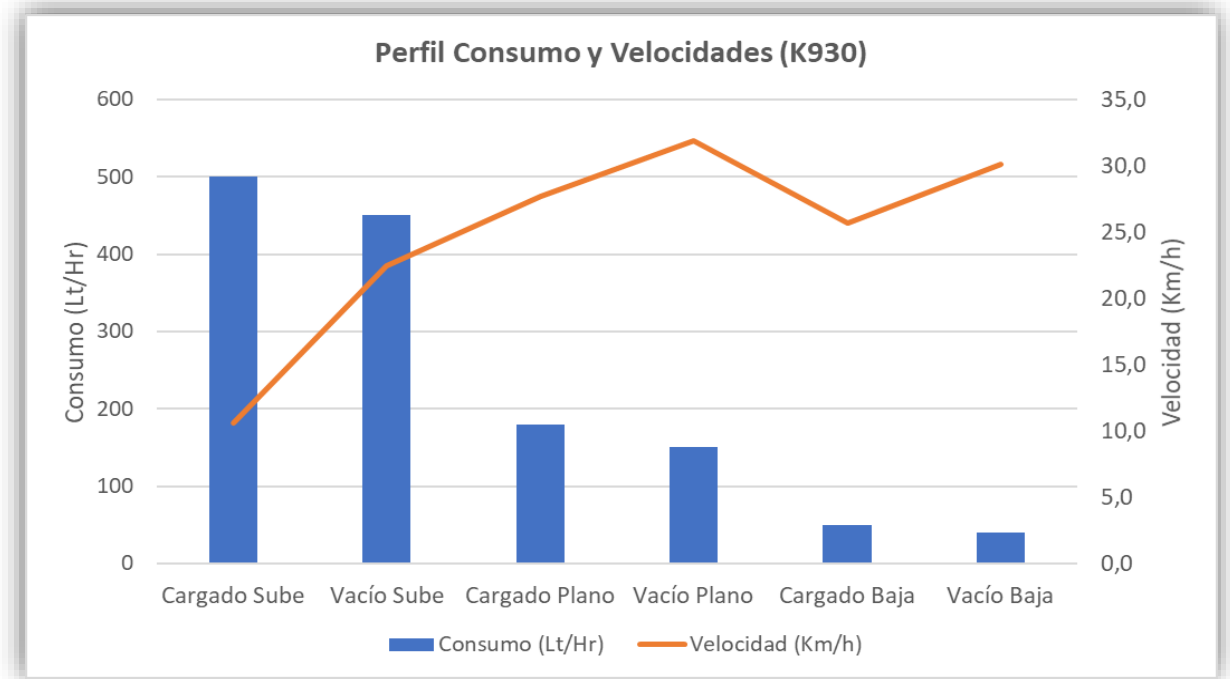
- 1) Fundaciones
- 2) Bases de 30/40 Ton en superficie / Relocalizables

1) Requiere aumentar ancho rampa / 3era pista

- Analizar necesidad de Tercera Pista (no siempre es requerida)
- Gestión Logística de Despacho
- Revisar método de construcción (base postes, uso sector pretil)

2) Es muy caro electrificar la Mina Completa

- Ser estratégicos en elección de rampas. Asegurar Suministro
- Subidas suelen representar un consumo exponencialmente mayor
- 4-5 Km suelen representar cerca del 50% de consumo mina total
- Costo aproximado 5 MUSD el Km



1) Requiere aumentar ancho rampa / 3era pista

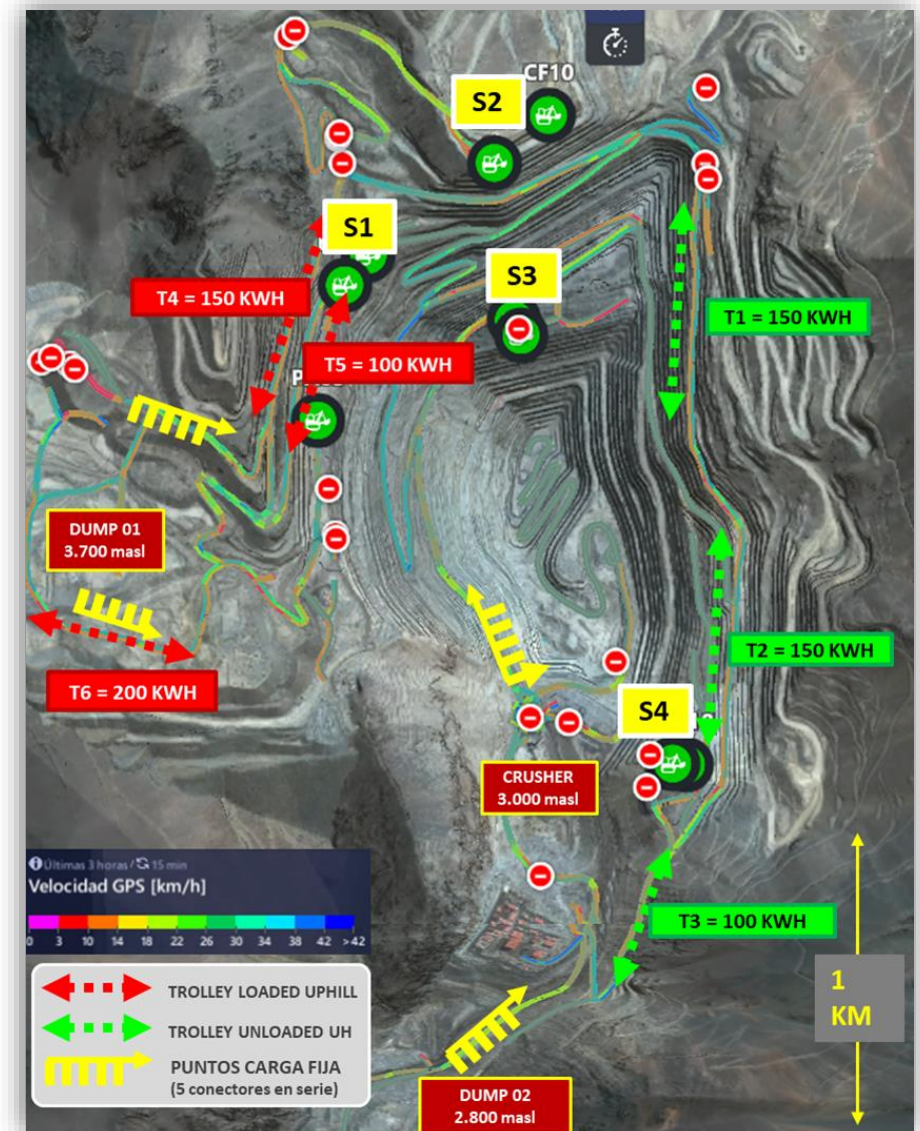
- Analizar necesidad de Tercera Pista (no siempre es requerida)
- Gestión Logística de Despacho
- Revisar método de construcción (base postes, uso sector pretil)

2) Es muy caro electrificar la Mina Completa

- Ser estratégicos en elección de rampas. Asegurar Suministro
- Subidas suelen representar un consumo exponencialmente mayor
- 4-5 Km suelen representar cerca del 50% de consumo mina total
- Costo aproximado 5 MUSD el Km

3) Riesgo Obsolescencia de una alta inversión

- **Trolley sirve como complemento para cualquier tipo de propulsión (Diésel, BEV, H2, etc.)**
- Caso Diésel y/o H2 los reemplaza a estos en 90% mediante conexión directa a EE
- Caso Baterías aplica como cargador dinámico a la vez que apoya a batería como propulsor



* NORTE *



BOTADERO

FIN RAMPA

SUBESTACIÓN
SUMINISTRO 23 KV

CRITERIOS SELECCIÓN RAMPA

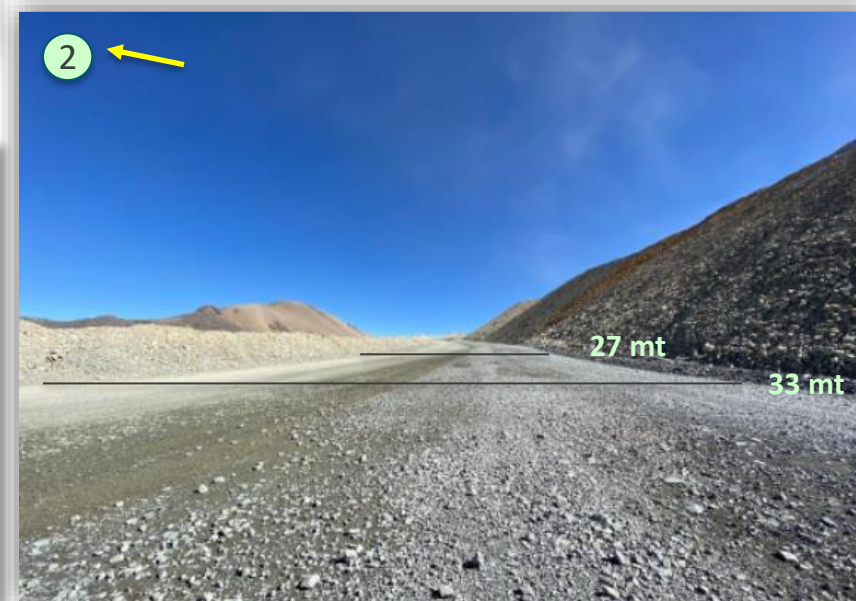
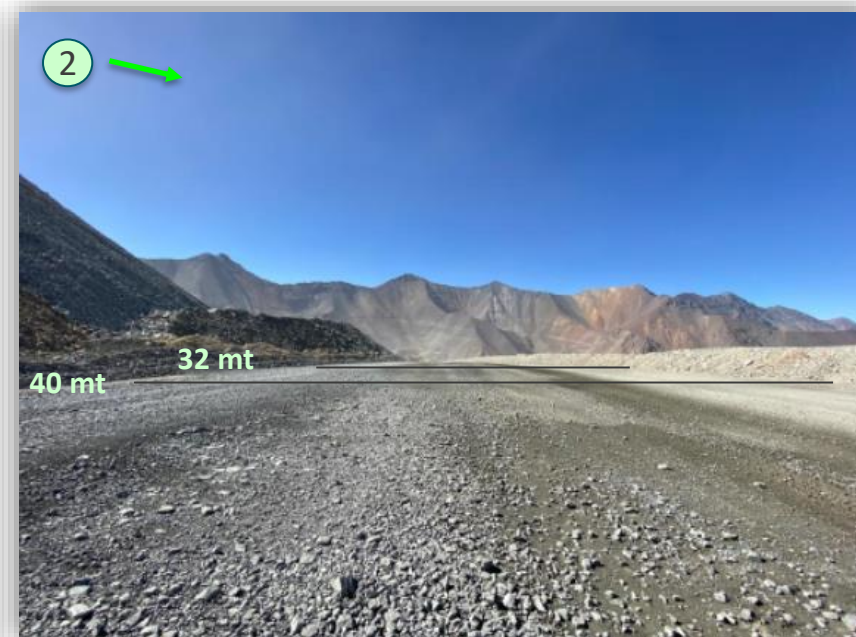
- N° Ciclos / Movimiento
- Largo de Rampa
- Criterios operacionales (AR;Tron)
- Pendientes (> 8% ideal)

SUBESTACIÓN
PROYECTO

INICIO
RAMPA

LADO TROLLEY ES LADO SUR YA QUE CAMIÓN SUBE POR LADO IZQUIERDO

OVERVIEW: Fotos panorámicas del sector (04-may-22)



1 PANORÁMICA DESDE LADO TROLLEY (SUR)



- CARGAS ESTACIONARIAS CICLO A CICLO (solo descargas) + APOYO TROLLEY
- Camiones sin motor diésel (Battery Electric vehicles BEV)
- Dimensionamiento Baterías cercano a 1MW + Carga < 6 minutos (10C)
- 5 tramos de Trolley + 4 sectores de recarga con 3-5 dispensadores en serie
- Inversión??

RUTAS 2022	S4	S3	S1	S2
CRUSHER	DOWN LOAD: 6 min ; 50 Kwh UP UNLOAD: 10 min ; 300 Kwh	DOWN LOAD: 8 min ; 80 Kwh UP UNLOAD: 12 min ; 400 Kwh	DOWN LOAD: 14 min ; 150 Kwh UP UNLOAD: 22 min ; 800 Kwh	DOWN LOAD: 10 min ; 80 Kwh UP UNLOAD: 20 min ; 750 Kwh
DUMP PL	DOWN LOAD: 10 min ; 100 Kwh UP UNLOAD: 15 min ; 500 Kwh	DOWN LOAD: 15 min ; 150 Kwh UP UNLOAD: 22 min ; 750 Kwh	DOWN LOAD: 21 min ; 220 Kwh UP UNLOAD: 32 min ; 1150 Kwh	DOWN LOAD: 17 min ; 150 Kwh UP UNLOAD: 30 min ; 1100 Kwh
DUMP HT	DOWN UNLOAD: 12 min ; 200 Kwh UP LOAD: 20 min ; 750 Kwh	DOWN UNLOAD: 10 min ; 100 Kwh UP LOAD: 15 min ; 600 Kwh	DOWN UNLOAD: 6 min ; 50 Kwh UP LOAD: 8 min ; 300 Kwh	DOWN UNLOAD: 10 min ; 150 Kwh UP LOAD: 15 min ; 600 Kwh

Apoyo mediante Trolley reduce requerimiento de Batería a 1 MW app

KWH TOTAL	S4	S3	S1	S2
CRUSHER	350	480	950	830
DUMP PL	600	900	1.370	1.250
DUMP HT	950	700	350	750
KWH TROLLEY	S4	S3	S1	S2
CRUSHER	100	0	0	400
DUMP PL	100	250	400	400
DUMP HT	300	150	100	150
KWH BATERIA	S4	S3	S1	S2
CRUSHER	250	480	950	430
DUMP PL	500	650	970	850
DUMP HT	650	550	250	600



SISTEMA ROBUSTO Y PROBADO

AHORROS OPEX

REQUIERE SER ESTRATÉGICOS / FLEXIBLES

MATRIZ ENERGÉTICA “VERDE”

TRANSICIÓN NECESARIA



Sistemas Trolley

Caso Minera Los Pelambres



LOS PELAMBRES

ANTOFAGASTA MINERALS

Mayo 2022

Minera Los Pelambres

