

Sustainable Innovation for Green Mining

“South America Energy Transition Week 2021” Webinar

November the 10th 2021 – Víctor Dörner
Innovation Direction, Codelco El Teniente



Technologic Innovation for the Business's sustainability



Sustainable Energy

Emobility

Implement Innovative solutions to reach\achieve the energetic transition, prioritizing the usage of energy sources and sustainable technologies, to transform El Teniente into an energy efficient mining without emissions.

Circular Economy

Innovative solutions for economic and social valuation of our Residues and Wastes, based on new Circular Mining designs.

Tailings Damp and Water Footprint

Technologic solutions to optimize on integrated managment of hydic resources and tailings, with a positive impact on the territory and its communities, incorporating circular economy and innovation

Climate Change & Traceable copper

Innovate to be recognized for producing copper at the forefront in a responsible manner, mitigating and adapting resiliently to Climate Change's effects this way managing on maximizing social and economic value.

Codelco, ambition goals regarding sustainability 2030



Emissions



Hydric Resources



Residues

Circular Economy



Tailings Dams



Communities



Goal 2050



Net Zero Carbon



Circular Economy

Technologic Innovation for the Business's sustainability

5 COMMITMENTS FOR 2030 and 15 STRATEGIC ACTIONS

LOWER CARBON FOOTPRINT (70%)



“We will enable a 100% energetic clean matrix; we will innovate to replace all the production and logistic equipment of the underground mines for electric equipment and we will actively participate on the clean energy sources research like green hydrogen.”

LOWER WATER FOOTPRINT (60%)



“We will diminish make-up (usage of fresh resources on operations) of continental water usage for efficiency on processes; we will incorporate a desalination plant for North District, and through innovative solutions, reuse the water from our roadblocks.”

CIRCULAR ECONOMY (65% residues)



“We will recycle 100% of mining tires and increase the recycling of the main non-hazardous solid industrial waste from our operations and projects, such as steel, wood, packaging materials, organic waste and scrap metal.”

NEW TAILING DAMP DEPOSIT STANDARD



“We will monitor online with innovative systems the physical and chemical stability of the tailing deposits and we will apply infiltration control systems.”

TERRITORY DEVELOPMENT WITH SOCIAL VALUE



“We will increase by 60% the supplied goods and services of the local providers next to increasing the local workforce. Further, we will implement a new integration with the territory strategy with focus on general social value, boosting the local workforce, strengthening mining education and increasing territorial sustainability.”

Sustainable Energy: DET Electromobility Program

Mine development projects	Long term mining projects
	Short term mining projects
Logistic vehicles	Electric buses
	DET mine Interior taxibuses
	Light vehicles
Production support vehicles	Development teams
	Service teams
	Mixer- Trucks, Lift trucks..etc
	Electric pickup truck
Production vehicles	Hybrid LHD and 100% DET batteries LHD
	DET mine interior trucks
	Train, Full electric open pit CAEX,H ₂ green...

“El Teniente mine leads underground mining initiatives aspiring to have 100% electric fleets before 2030”



Aspiration 2030

In line with our corporate politic of sustainability of reaching our net zero carbon condition for year 2050 and the commitments of sustainability 2030, we as El Teniente mine have set on replacing all logistic and production equipment for new electric ones and actively taking part on the search and enforcement of clean energies like Green hydrogen.



RoadMap Electromobility 2030

DESAFÍO 1

Technological validation of equipment for operating conditions of Codelco

DESAFÍO 2

Strategic alliances for making electromobility viable

DESAFÍO 3

Electric equipment scaling

DESAFÍO 4

Designing, construction and electric mine operation

DESAFÍO 5

Human capital formation for electromobility's support

DESAFÍO 6

Replacement/retrofit ing plan from Diesel equipment into electromobility



2021-2022 Initiatives DET Electromobility Program



2021 Projects



DET Electric Vehicles



DET Electric Buses



DET Electric Taxibuses- C185 Electric Charging Point- REM Factory



DET Electric LEV (light multi-purpose vehicle)



Mine Alternative Equipment



DET Service Trucks

Challenge- Goal

Fleet scaling

Fleet scaling

Implemented Tests
Fleet scaling

Cami2.0 Test
Started

Definition of business
cases

Operation's start

2022 Projects



Engineering Electromobility



LHD full electric
Batterie DET



DET Open pit Mine
eCAEX



DET Mine interior
Electric Truck



LHD Reconversion to DET Electrics



others support vehicles

Challenge- Goal

Full electrified mine
designs, Studies
and Value
engineering

Finished Test

Business case and
Test definition

Validated Business
case with on-terrain
tests

Contracts Test
Definition

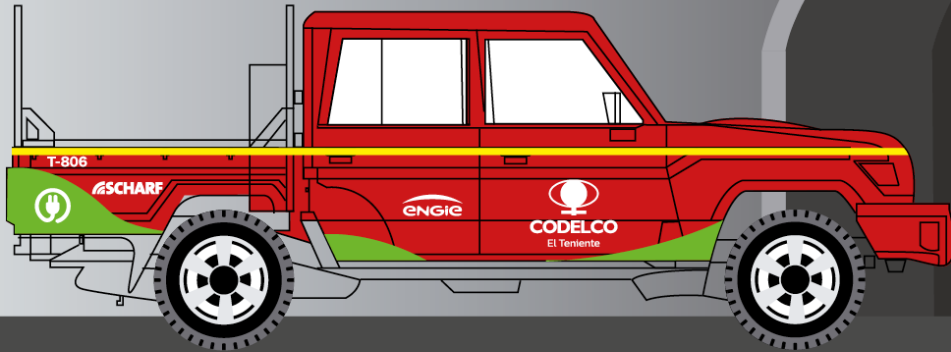
Electric Truck



Sponsor: MINE Management
Innovation leader: Victor Dörner
Client: Mine engineering superintendency



PIONEROS EN ELECTROMOVILIDAD



Reducción esperada de costo de operación:

50-60%

Disponibilidad:

90%

Reducción de emisiones locales:

100%

Reducción de consumo diésel:

100%

Reducción costos de mantención:

30%

DESCRIPTION

In Electromobility's frame El Teniente Mine is developing an industrial 4x4 mining truck test in El Teniente mine, both in high mountain paths and underground mine, during a period of 12 months.

WHY?

Validate mining truck technology and electric charging system in mining environmental conditions (slopes, temperature, humidity).

Raise relevant information about operation and maintenance parameters, that allow the evaluation of technology scaling unto a bigger fleet.

Evaluate the satisfaction levels of new users in relation to the new technology used on tests.



PROVIDER:
Engie-Scharf

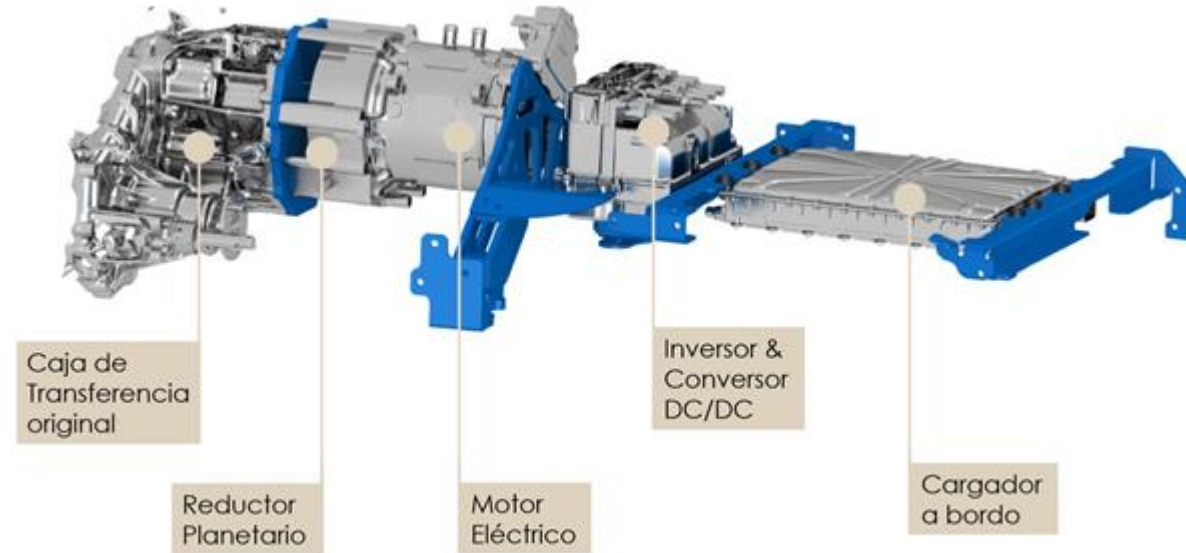


TEST PLACE:
Colón Alto
Interior Mina
Rajo

Electric Truck- Toyota Land Crusier Chassis

Performance

Autonomía	220 km (NEDC)
Carga Rápida (Opcional)	43 min
Cargador On-board (Trifásico)	2 hours
Velocidad máxima	145 km/h



SCHARF-LEV Multiuse Light Vehicle with great off-road capacity and a ton of payload.

Mining Electromobility Using Fuel Cells

Somos Codelco Magazine



La revolución del hidrógeno verde parte en El Teniente

La División participa en un Consorcio junto con la Universidad Técnica Federico Santa María y pronto comenzará las pruebas de un prototipo demostrativo escalable de vehículo minero eléctrico movido por celdas de combustible alimentadas por hidrógeno, baterías y supercondensadores.

En Chile, país que importa miles de millones de dólares al año en combustibles fósiles, el hidrógeno verde (H2) aparece como una opción sustentable para garantizar la autonomía energética y, además, contribuir a la reducción de emisiones de carbono. Esos beneficios motivaron a Codelco División El Teniente a trabajar para ser pioneros en la implementación y uso del H2 en sus equipos y procesos mineros.

Parte del consorcio que encabeza la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) y que forma parte del programa Electromovilidad Minera H2, promovido por Corfo, El Teniente es protagonista de esta revolución y será el lugar en el que en el corto plazo se iniciarán las pruebas de un prototipo demostrativo.

Victor Dörner, jefe de proyectos de la Gerencia de Desarrollo e Innovación de El Teniente, explica que uno de los objetivos de este Programa Tecnológico Estratégico "es la transformación de vehículos de proceso minero alimentados por diésel a uno movido por electricidad con un mix de celdas de hidrógeno, baterías y supercondensadores".

"La camioneta que se está desarrollando en el Laboratorio de Electromovilidad de la UTFSM, la primera



instalación de su tipo en Chile, es una prueba de concepto y seremos los primeros en la minería en poner en funcionamiento, este 2020, a un equipo a hidrógeno en el país", comenta el ingeniero tienentino.

PIONEROS E INNOVADORES

El doctor Patricio Valdivia Lefort, académico del Departamento de Energía Eléctrica de la Universidad Santa María y director alterno del programa, asegura que "en Chile este es el primer vehículo eléctrico ya convertido usando combustible con hidrógeno. La gracia es que es cero emisiones. No hay diésel y emite vapor de agua por lo que es inocuo con el medioambiente. Hemos hecho el diseño, se confeccionaron las piezas y se montó. Ahora la camioneta empezará las pruebas de testeo y luego la llevaremos a condiciones mineras reales de polvo, suspensión y vibraciones".

"Es importante destacar que los vehículos de estas características utilizan mucho más cobre que un vehículo convencional y otros elementos como litio y cobalto, por lo que Chile tiene ventajas comparativas importantes respecto a otros países. Hemos creado un vehículo conceptual que tiene como fin adquirir experiencia y data para avanzar luego a escala industrial en equipos que se utilizan en la mina subterránea", agrega el doctor Antonio Sánchez, académico del Departamento de Energía Eléctrica de la UTFSM y también director del programa.



APOYO A LA TRANSFORMACIÓN

Dörner plantea que este "tipo de tecnologías puede estar dentro de toda la cadena de valor, desde la generación de la energía, los procesos y los equipos, ya sea menores, de apoyo o de minería avanzada. Tenemos que analizar el proceso minero de forma diferente. Debemos ser innovadores para impulsar el proceso de transformación que impulsamos como Codelco". "Estamos orgullosos del

proceso de incorporación de la electromovilidad en nuestras faenas, es un muy buen ejemplo de la transformación que queremos y necesitamos. Con la adopción de esta nueva tecnología buscamos crear un entorno de trabajo mejor y más seguro, ser una faena ambientalmente limpia y económicamente más atractiva y a la vez aumentar nuestros estándares operacionales", añade el jefe de proyectos de la Gerencia de Desarrollo e Innovación de El Teniente.

Beneficios del H2 en la minería

- Provoca cero emisiones de CO2
- Es un aporte real concreto al control de emisiones
- Apoya a la minería en la producción de cobre verde.
- Impulsa la penetración de nuevas fuentes de energía verde en la industria minera.
- Aporta a desarrollar capacidades y tecnologías para potenciar la electromovilidad en Chile.



Antonio Sánchez
Académico del Departamento de Energía Eléctrica de la UTFSM y director del programa

"Los vehículos de estas características utilizan mucho más cobre que un vehículo convencional, además de otros elementos como litio y cobalto, por lo que Chile tiene ventajas comparativas respecto a otros países. Hemos creado un vehículo conceptual que tiene como fin adquirir experiencia e información para avanzar luego a escala industrial en equipos que se utilizan en la mina subterránea".



Victor Dörner
Jefe de proyectos de la Gerencia de Desarrollo e Innovación

"Es un orgullo la incorporación de la electromovilidad en nuestras faenas; un muy buen ejemplo de la transformación que queremos y necesitamos. Con la adopción de esta nueva tecnología buscamos crear un entorno de trabajo mejor y más seguro, ser una faena ambientalmente limpia y económicamente más atractiva y a la vez aumentar nuestros estándares operacionales".



Patricio Valdivia
Académico del Departamento de Energía Eléctrica de la UTFSM y director alterno del programa

"En Chile éste es el primer vehículo eléctrico ya convertido usando combustible con hidrógeno. La gracia es que es cero emisiones. No hay diésel y emite vapor de agua, por lo que es inocuo con el medioambiente. Hicimos el diseño, se confeccionaron las piezas y se montó. Ahora, la camioneta empezará las pruebas de testeo y, luego, la llevaremos a condiciones mineras reales de polvo en suspensión y vibraciones".



Circular Economy for Circular Mining



Move from a linear perspective unto circular economy will demand transformation effort at all levels from us, being necessary to redesign processes, materials, products and services in a sustainable way.

“At first we say that waste is a design error, and to fix it we have to do three things. We have to eliminate components that have no circulating possibilities, innovate on new components and make them circulate as much as posible”, Gonzalo Muñoz, CEO of the Company “TriCiclos”.

How are we going to do it?

With circular innovation, applying new technologies and goals specific to each of the residues and tailings.



Retrofit TaxiBus Mine Interior Circular Economy Example



Bus Specifications

Mercedes Benz equipment LO-916 reconverted into seven 100% eléctrico battery based vehicles.

Description

The Project was based on a test realized on a minibus reconvereted from diesel to electric that is used for the staff's entry to DET interior mine. The goal was to open new business models (equipment conversion), transporting equipment incorporation in interior mine and local capacity development

Impact on CAPEX Test

Reconversion costs are much lower tan the cost of new diesel equipment.
Equipment useful life extension and circular economy concept incorporation (Impact reduction).

Impact on OPEX

Reduction in operational costs associated with energy consumption.



PROVIDERR:
Reborn Electric Motors
(REM)



TEST PLACE:
Colón Alto to Mine



Retrofit TaxiBus an Example of Circular Economy

August 2021



May 2020

CON MIRADA DE FUTURO:
**EL TENIENTE
EVALÚA SU
PRIMER BUS
ELÉCTRICO
PARA MINERÍA
SUBTERRÁNEA**

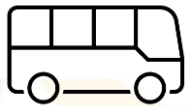


**Avoided Emissions for using electric
reconverted vehicles instead of diesel :**

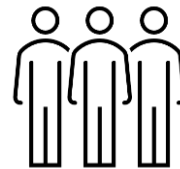
- CO2 Emissions saved by not operating diesel busses: 33.875 kg CO₂e
- CO2 Emissions generated by electric busses considering DET matrix: 9.350 kg CO₂e
- **Avoided Emissions for using reconverted busses: 24.525 kg CO₂e**

Retrofit Mining TaxiBus: Example of Circular Economy and Electromobility

EXPERIENCIA A LA FECHA



50.000 kilómetros
recorridos



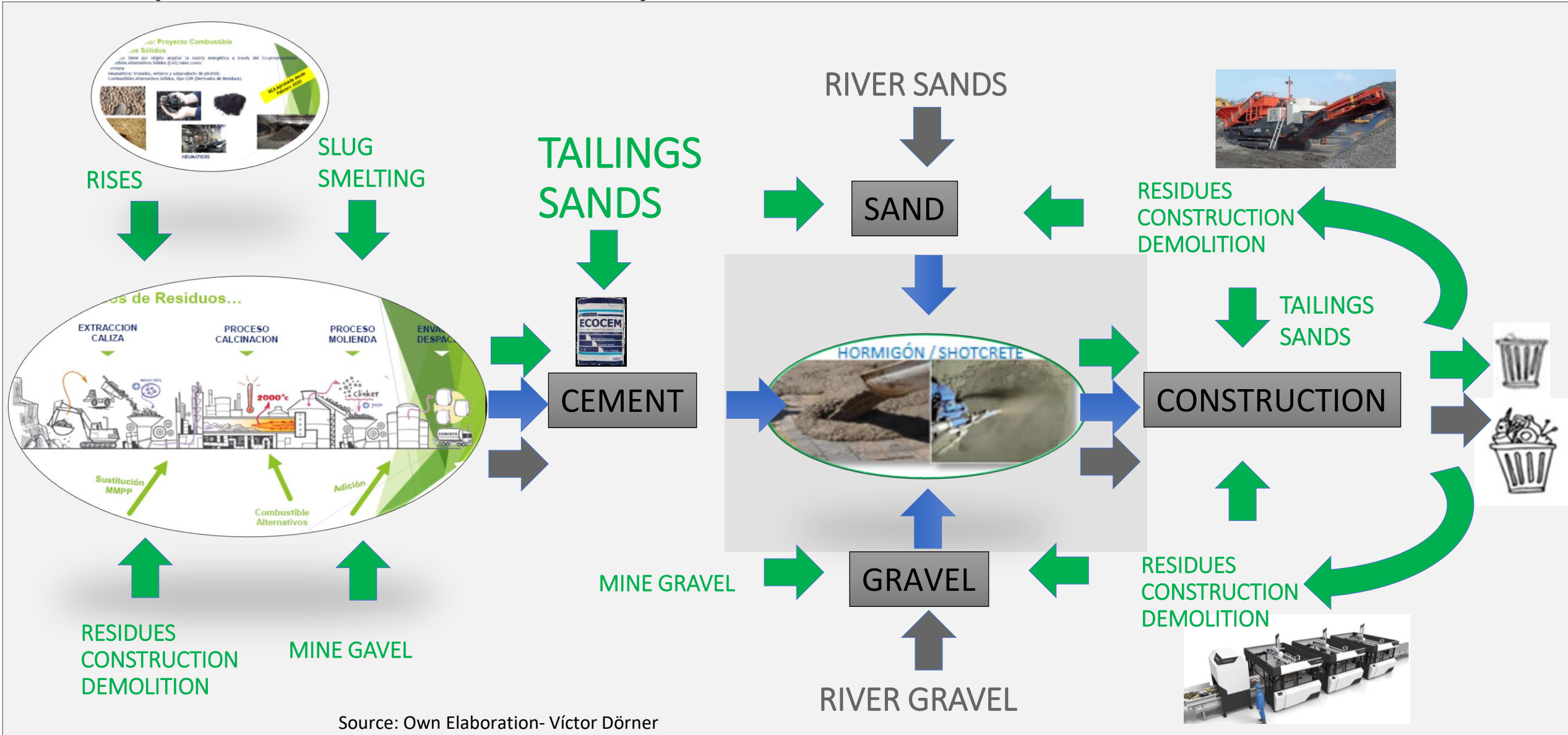
22.900 pasajeros
transportados



3.200 servicios al
interior de la mina

Use of Tailing Sands and Mine Stones

Example of Circular Economy



Usage of Tailings for the Elaboration of Concrete and Shotcrete

Circular Economy Example

DESCRIPTION

Study and field test to evaluate the technical feasibility of tailings sand usage as a supplementary material for cement and/or Shotcrete's fabrication maintaining the product's quality.

RATIONALITY ¿WHY?

Tailings sands is an ambiental pasive generated by the production process.

This Project seeks to give a new use to this pasive as a supplementary material for the fabrication of cement and/or Shotcrete used on the mine. With this, river conversion is supported thanks to the minimizaion of the withdrawal of sands and stones.

Project's Benefits



Lower
Operational
cost



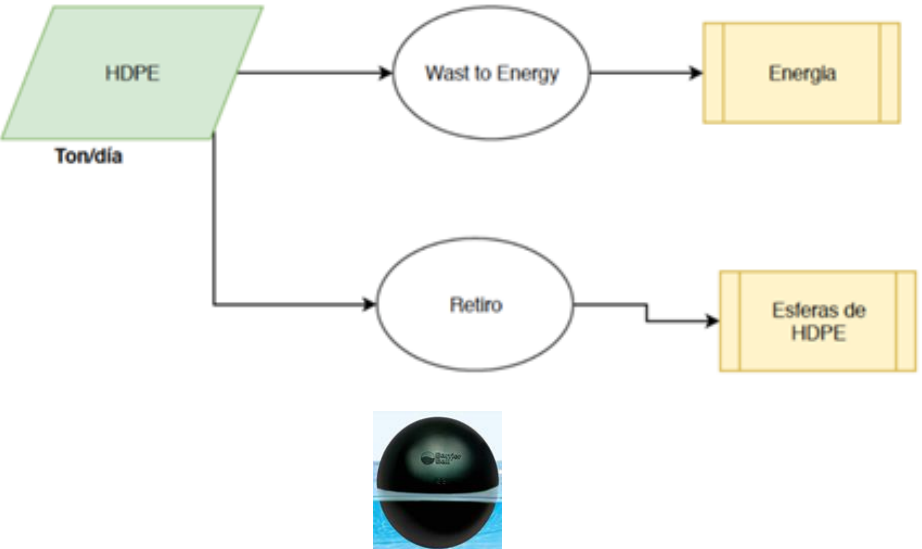
Contributes to
Environmental
Impact



Tailings reuse



Circular Economy and Hydric Efficiency Applied to HDPE Residues



Project under evaluation

“Copper is key to building the new post-pandemic world”

If we reflect we have to assume that copper's industry although has been part of the problem associated with climate change. Next to technological innovation has the opportunity and the privilege of being part of the solution of routing humanity, on well-being, out of this problem.

(inspired by Paul Hawkins,
from his book "L'Écologie du marché",
"The Ecology of the market")



And it is by the act of reflecting that we make ourselves aware and responsible that **each and everyone contributes to the shaping of the world we live in** based on the examples we give on our daily doing and the personal transformation in a permanent dynamic of letting myself appear, and letting others appear in collaboration.

(inspired by the book "La Revolución Reflexiva",
Ximena Davila & Humberto Maturana april 2021)

"La posibilidad de **innovar** siempre está ahí **si uno está dispuesto a reflexionar**, a soltar la certidumbre de donde está parado y a preguntarse **si quiere estar donde está**"

HUMBERTO MATURANA

14 de septiembre 1928 - 6 de mayo 2021

Premio Nacional de Ciencias Naturales 1994.

