

# TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN MINERÍA

AUTOMATIZACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICADA EN LOS PROCESOS  
PRODUCTIVOS COMO HERRAMIENTA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL: LA  
EXPERIENCIA DE CODELCO

Vicepresidencia de Tecnología y  
Automatización en los Proceso de Negocio

José Ramón Abatte

Gerente Corporativo de Proyectos de Tecnología y Automatización

Abril DE 2022

# AGENDA

## AUTOMATIZACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICADA EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS COMO HERRAMIENTA DE TRANSFORMACIÓN DIGIT

### Quiénes somos en Codelco

- Distrito Norte
- Distrito Centro Sur

### Qué estamos haciendo en tecnología y automatización en proceso de Mina y Planta

- *Road Map* tecnológico en automatización Mina (subte y rajo)
- Road Map tecnológico en automatización Plantas
- Cartera de proyectos relevantes Mina y Planta
- Integración Tecnológica con Proyectos Estructurales

### Los próximos desafíos de la autonomía

- Desarrollo de la tecnología minera
- Visión futura de la autonomía
- Visión futura del procesamiento de minerales

Transformación Digital

# CODELCO Y SUS DIVISIONES: APORTANDO VALOR A CHILE



# CODELCO Y SUS DIVISIONES: APORTANDO VALOR A CHILE



## RADOMIRO TOMIC

### PRODUCCIÓN

260.653

toneladas métricas de cobre fino

### DOTACIÓN PROPIA

1.261

personas al 31 de diciembre de 2019

### TIPO DE EXPLOTACIÓN

Mina a rajo abierto

### OPERACIÓN

Desde 1997

### UBICACIÓN

Calama, Región de Antofagasta

### PRODUCTOS

Cátodos electroobtenidos.

## CHUQUICAMATA

### PRODUCCIÓN

400.720

toneladas métricas de cobre fino

### DOTACIÓN PROPIA

3.898

personas al 31 de diciembre de 2019

### TIPO DE EXPLOTACIÓN

Mina a rajo abierto y subterránea

### OPERACIÓN

Desde 1915

### UBICACIÓN

Calama, Región de Antofagasta

### PRODUCTOS

Cátodos electrorrefinados y electroobtenidos, y concentrado de cobre.

## MINISTRO HALES

### PRODUCCIÓN

170.606

toneladas métricas de cobre fino

### DOTACIÓN PROPIA

758

personas al 31 de diciembre de 2019

### TIPO DE EXPLOTACIÓN

Mina a rajo abierto

### OPERACIÓN

Desde 2010

### UBICACIÓN

Calama, Región de Antofagasta

### PRODUCTOS

Calcina de cobre, concentrado de cobre y plata.

## GABRIELA MISTRAL

### PRODUCCIÓN

102.080

toneladas métricas de cobre fino

### DOTACIÓN PROPIA

458

personas al 31 de diciembre de 2019

### TIPO DE EXPLOTACIÓN

Mina a rajo abierto

### OPERACIÓN

Desde 2008

### UBICACIÓN

Sierra Gorda, Región de Antofagasta

### PRODUCTOS

Cátodos electrorrefinados.

Datos 2020

# CODELCO Y SUS DIVISIONES: APORTANDO VALOR A CHILE



## SALVADOR

### PRODUCCIÓN

56.302

toneladas métricas de cobre fino

### DOTACIÓN PROPIA

1.438

personas al 31 de diciembre de 2019

### TIPO DE EXPLOTACIÓN

Mina subterránea y mina a rajo abierto

### OPERACIÓN

Desde 1959

### UBICACIÓN

Diego de Almagro, Región de Atacama

### PRODUCTOS

Cátodos electrorrefinados y electroobtenidos.

## ANDINA

### PRODUCCIÓN

184.437

toneladas métricas de cobre fino

### DOTACIÓN PROPIA

1.437

personas al 31 de diciembre de 2019

### TIPO DE EXPLOTACIÓN

Mina subterránea y mina a rajo abierto

### OPERACIÓN

Desde 1970

### UBICACIÓN

Los Andes, Región de Valparaíso

### PRODUCTOS

Concentrado de cobre.

## EL TENIENTE

### PRODUCCIÓN

443.220

toneladas métricas de cobre fino

### DOTACIÓN PROPIA

3.869

personas al 31 de diciembre de 2019

### TIPO DE EXPLOTACIÓN

Mina subterránea y mina a rajo abierto

### OPERACIÓN

Desde 1904

### UBICACIÓN

Machalí, Región del Libertador Bernardo O'Higgins

### PRODUCTOS

Ánodos y concentrado de cobre.

## VENTANAS

### DOTACIÓN PROPIA

756

personas al 31 de diciembre de 2019

### TIPO DE EXPLOTACIÓN

Fundición y refinación

### OPERACIÓN

Desde 1904

### UBICACIÓN

Puchuncaví, Región de Valparaíso

### PRODUCTOS

Cátodos de cobre.

# AGENDA

## DESAFÍOS EN AUTONOMÍA MINERA Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

Quiénes somos en Codelco

- Distrito Norte
- Distrito Centro Sur

### Qué estamos haciendo en tecnología y automatización en proceso Mina y planta

- *Road Map* tecnológico en automatización Mina (subte y rajo)
- Road Map tecnológico automatización de plantas
- Cartera de proyectos relevantes Mina y Planta
- Integración Tecnológica Proyectos Estructurales

### Los próximos desafíos de la autonomía

- Desarrollo de la tecnología minera
- Visión futura de la autonomía
- Visión futura del procesamiento de minerales

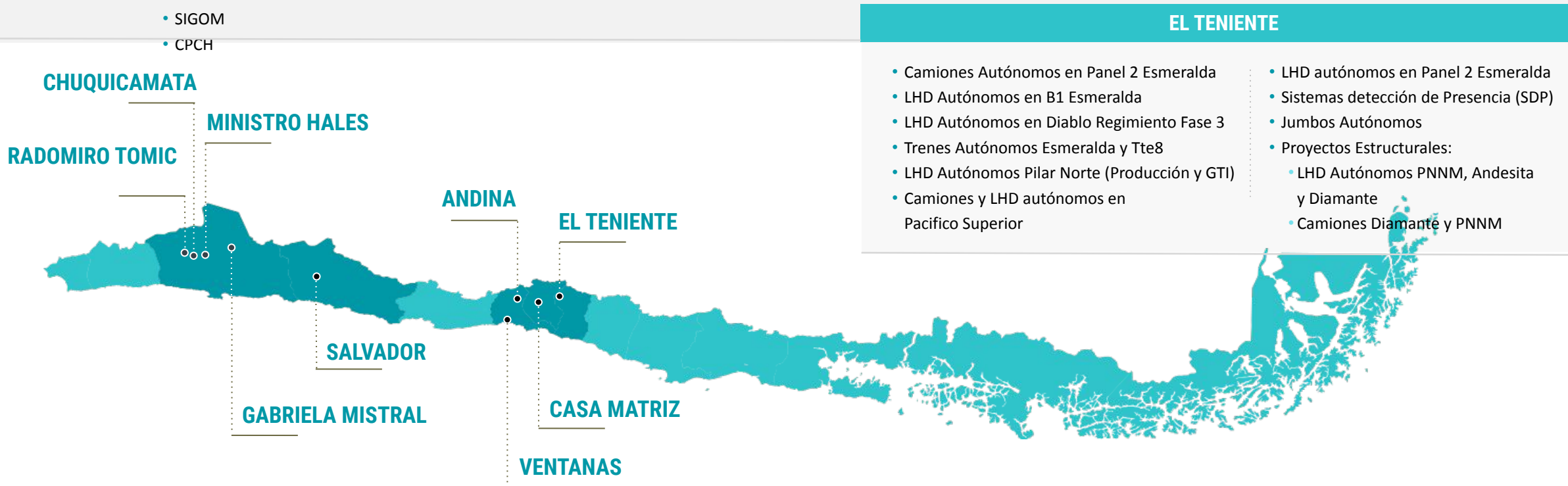
### Transformando la minería

# ¿QUÉ SE ESTÁ HACIENDO EN CODELCO?

**MISIÓN VTAP:** transformar digitalmente a Codelco creando valor por medio de la integración y automatización tecnológica en los procesos de negocio conformando un equipo de excelencia.

## Mapa del portafolio de proyectos Mina

RADOMIRO TOMIC	CHUQUICAMATA	MINISTRO HALES	GABRIELA MISTRAL	SALVADOR	ANDINA	VENTANAS	CASA MATRIZ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Camiones Autónomos</li> <li>• Perforadoras Autónom.</li> <li>• CIO Operación</li> <li>• Teleoperación Chanc. primario O/S</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LHD Autónomos Chuqui Subte</li> <li>• Jumbos Autónomos (Monitoreo)</li> <li>• VoD</li> <li>• Monitoreo de Condiciones Eq. Críticos</li> <li>• SDP</li> <li>• SIGOM</li> <li>• CPCH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Camiones Autónomos</li> <li>• Perforación Autónoma</li> <li>• Eq. Aut. Con Taludes Verticales</li> <li>• Fase 7 (Comp. Tecnológica)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualización Camiones</li> <li>• Perforadoras Autónom.</li> <li>• Robots de Exploración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proy. Rajo Inca (FMS).</li> <li>• Sala remota</li> <li>• SDP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isla Autónoma (Eq. Aut. Viento Blanco)</li> <li>• CIO Los Andes</li> <li>• SDP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualización FFCC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CIO-E Corporativa</li> <li>• Simuladores de procesos Autónomos</li> </ul>



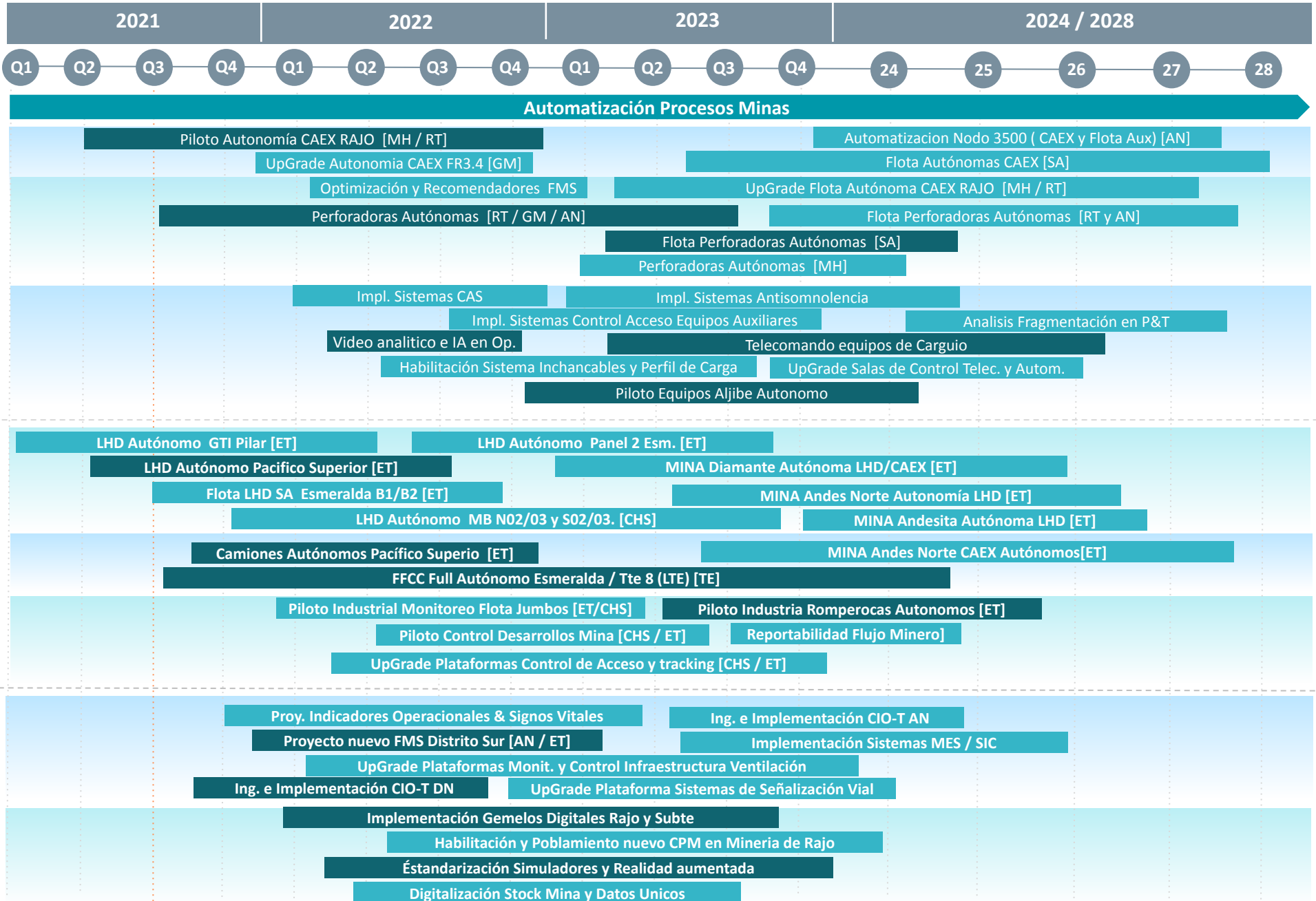
# ROAD MAP TECNOLÓGICO CODELCO V2.0

## AUTOMATIZACIÓN MINAS

### RAJO

### SUBTERRÁNEA

### PLATAFORMA & SISTEMAS





- Upgrade sistema control avanzado Chancado 2/3
- Upgrade Sistema control DCS área húmeda
- Control avanzado área húmeda
- Control avanzadoriego pilas Lixiviación
- Teleoperación Rotopala
- SIGOM

- Upgrade sistema DCS
- Integración de Sistema de control avanzado (Optimizer)
- Control avanzado 3 espesador
- Piloto integración APC/AA
- SIGOM

Ministro Hales

Radomiro Tomic

Gabriela Mistral

- Upgrade sistema DCS área húmeda
- SIGOM

Andina

- Upgrade sistema DCS
- Upgrade PLC Plantas
- Integración Sistema control avanzado (optimizer)
- SIGOM

Casa Matriz

El Teniente

- Desarrollo integración sistemas de control avanzado (optimizar)
- Upgrade sistema de control DCS área espesamiento.
- Integración a DCS área limpieza
- Upgrade sistema DCS Fundición Caletones
- Sala centralizada Caletones
- Control avanzado CT y plantas de ácido Caletones
- SIGOM

Chuquicamata

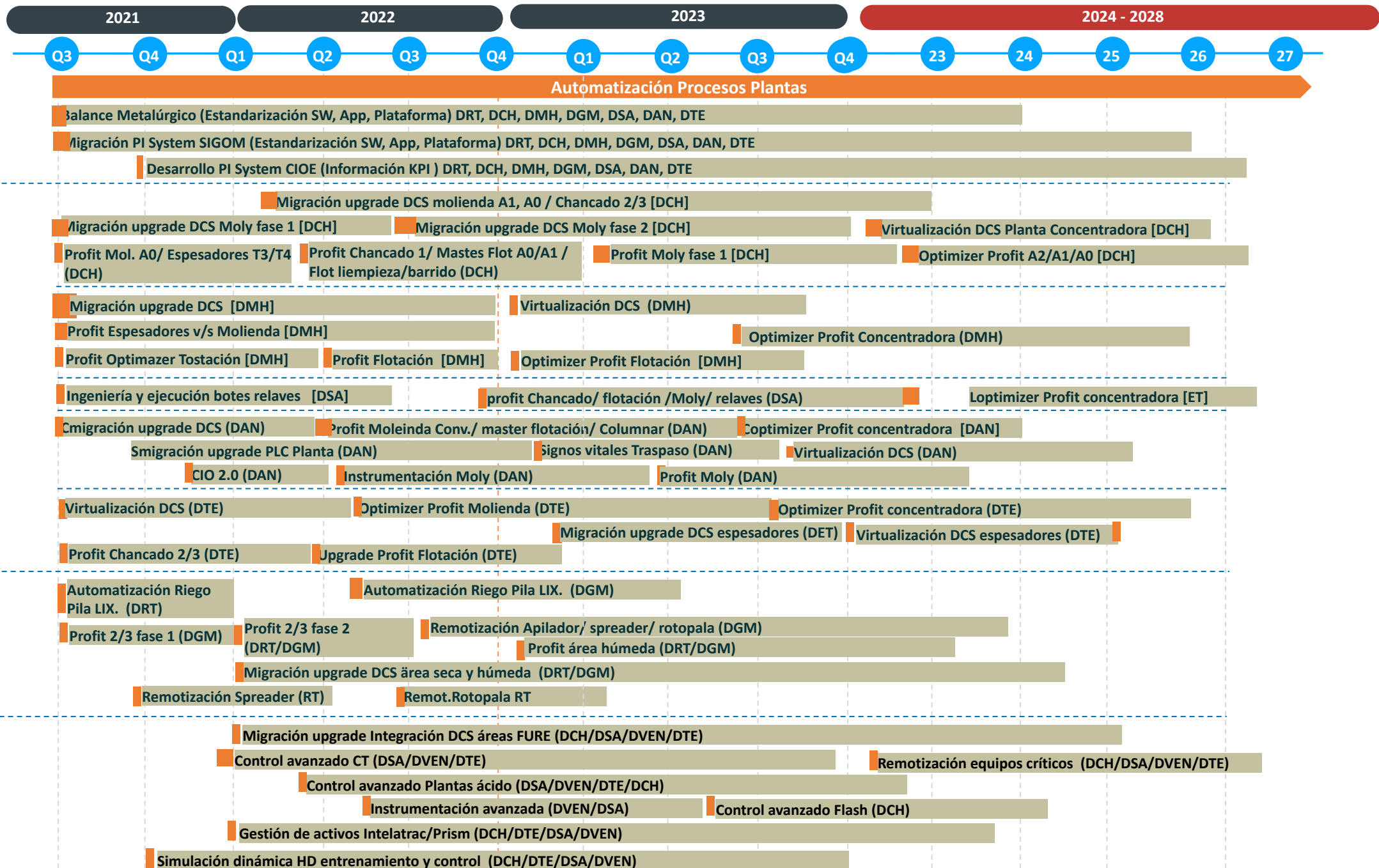
Salvador

- Upgrade sistema DCS Proyecto PRI
- Desarrollo sistema control avanzado Planta modificada
- Upgrade sistema de control DCS Potrerillos
- Control avanzado CT Potrerillos
- SIGOM

Ventanas

- Control avanzado CT
- Control avanzado plantas de Acido
- Upgrade sistema de control DCS
- SIGOM

- Upgrade sistema DCS área espesadores
- Upgrade sistema DCS Molienda convencional
- Integración sistemas control avanzado (Optimizer)
- Sistema control avanzado Moly
- SIGOM



# DESARROLLO PILOTO INDUSTRIAL PERFORADORAS AUTÓNOMAS Y TELEREMOTAS

## DESCRIPCIÓN

El proyecto busca explorar alternativas tecnológicas al actual sistema de perforación en las Divisiones Radomiro Tomic, Gabriela Mistral y Andina en parte de la flota de Perforadoras de Producción y de Pre Corte. El proyecto consiste en licitar un contrato corporativo donde se adjudique una o más empresas que permitan:

- DRT: Automatizar las 03 perforadoras eléctricas de producción con red LTE, Teleoperar 03 Perforadoras de pre corte,**
- DGM: Automatizar 03 perforadoras (1 Diésel y 2 Eléctricas)**
- DAN: Teleoperar 01 perforadora precorte y Automatizar 01 perforadora de producción.**

		AVANCES ESPECÍFICOS A LA FECHA	PUNTOS DE ATENCIÓN	PRÓXIMOS PASOS
<b>OBJETIVO ESTRATÉGICO</b>	<b>EXCELENCIA EN OPERACIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levantamiento de necesidades y requerimientos.</li> <li>Creación de las bases técnicas y método de evaluación.</li> <li>Solicitud a abastecimiento para iniciar proceso de Licitación.</li> <li>Centros de costos DGM, DRT y DAND</li> <li>Inicio proceso de licitación</li> <li>Recepción de ofertas de los participantes</li> <li>Informe Técnico de las evaluaciones</li> <li>Emisión Informe Económico por parte de Abastecimiento.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En proceso de negociación y aprobación de adjudicación con los proveedores seleccionados para continuar con el proceso.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Negociación y cierre.</li> <li>2. Firma Orden de Compra.</li> <li>3. Inicio de trabajos de Ingeniería</li> </ol>

Sitio	Actividad	Duración meses	2021												2022												2023								
			jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dec	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dec	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul		
	Licitacion	7																																	
Andina	Perfo. Precorte	7																																	
DRT	Perfo. Precorte	7																																	
DGM	Perfo. Diesel	9																																	
DRT	Perfo. Electrica	11																																	
DGM	Perfo. Electrica	11																																	
Andina	Perfo. Electrica	12																																	

Negociación y cierre	15 de octubre de 2021
Firma carta de adjudicación	30 de octubre de 2021
Firma orden de compra	15 de noviembre de 2021

# AUTOMATIZACIÓN PROCESOS MINAS

## Camiones Autónomos Distrito Norte (DMH/DRT)

### CAMIONES AUTÓNOMOS CAEX DISTRITO NORTE (DMH/DRT)

El proyecto permitirá validar la utilización de camiones de extracción en modo autónomo bajo una red de comunicación LTE en los rajes correspondientes a División Radomiro Tomic y División Ministro Hales del Distrito Norte, permitiendo mejorar la disponibilidad física, mayor utilización del equipo, menor variabilidad en la operación en conjunto con disminuir el requerimiento de operadores en la operación de transporte.

# Equipos	DIVISIÓN	CAMINONES	EQUIPO CARGUÍO	EQUIPO AUXILIAR	CAMIONETAS	TOTAL
	DRT	4	1	4	4	13
	DMH	4	1	4	4	13

Estado actual	<b>Implementación</b>
Nivel de automatización	<b>Full Autonomía</b>

#### HITOS RELEVANTES A LA FECHA

- Fabricación Kit AHS: En proceso
- Fabricación Kit Equipo Carguío: En proceso
- Fabricación Kit Equipos Auxiliares: En proceso
- Documentación Sernageomin: **En revisión**
- Orden de Compra
- Activos del sistema: **Realizada**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación Económica</li> <li>Firma Orden de Compra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación y configuración Sistema Autónomo</li> <li>Instalación y habitación Central Autónoma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rump Up Operacional</li> <li>Resultados</li> </ul>
<b>S1 2021</b>	<b>S2 2021</b>	<b>S1 2022</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acreditaciones Adjudicados</li> <li>Ingeniería</li> <li>Inicio Fabricación Kit Retrofit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas y Puesta en marcha</li> <li>Entrenamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificación e implementación plan de escalamiento</li> </ul>

### Cronograma AHS DRT

Descripción	2021					2022																	
	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
CAEX Autónomos	[Image]																						
Evaluación Económica																							
Propuesta Adj. Nivel Facultado																							
Firma Carta Adjudicación																							
**Firma Orden de Compra																							
Retrofit Equipos																							
Hito Evaluación 1																							
Puesta en Marcha																							
Hito Evaluación 2																							
Desarrollo en Régimen																							
Evaluación Final																							
Decisión de continuar																							
Licitación Contrato Soporte																							



% Avance Físico Actual: 80%  
% Avance Físico según Gantt: 80%

### Cronograma AHS DMH

Descripción	2021					2022																	
	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
CAEX Autónomos	[Image]																						
Evaluación Económica																							
Propuesta Adj. Nivel Facultado																							
Firma Carta Adjudicación																							
**Firma Orden de Compra																							
Retrofit Equipos																							
Hito Evaluación 1																							
Puesta en Marcha																							
Hito Evaluación 2																							
Desarrollo en Régimen																							
Evaluación Final																							
Decisión de continuar																							
Licitación Contrato Soporte																							



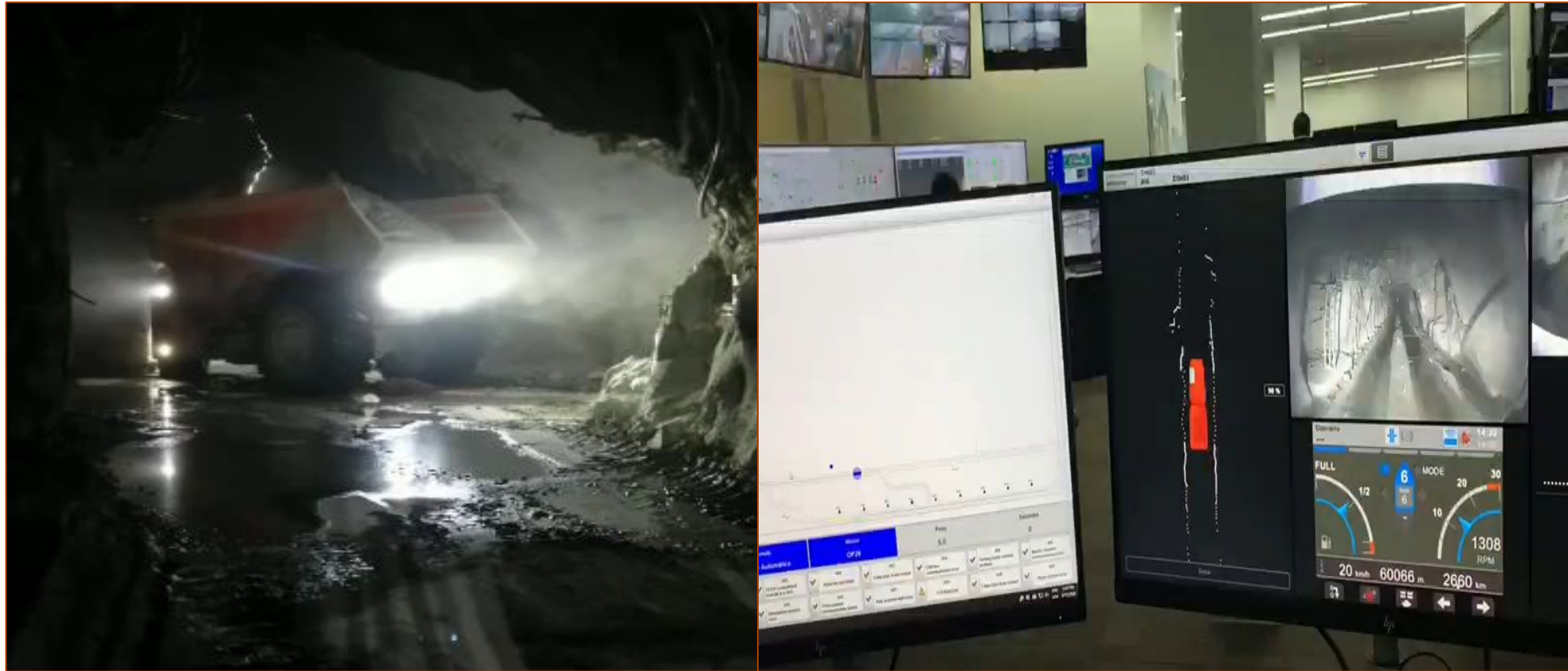
% Avance Físico Actual: 70%  
% Avance Físico según Gantt: 70%

# AUTOMATIZACIÓN PROCESOS MINAS

## Camiones autónomos Distrito Sur DET - Integración autónoma

### CASO

Mina Pacífico Superior, División El Teniente  
Hoy en proceso de automatización de LHDs y en Q1-2023 debería estar 100% finalizado con 4 camiones de transporte intermedio. Proyectos desarrollados por la empresa Sandvik con su producto FLEET, sistema que permite la interacción entre ambos equipos y una gestión de flota automática.



# AUTOMATIZACIÓN PROCESOS MINAS

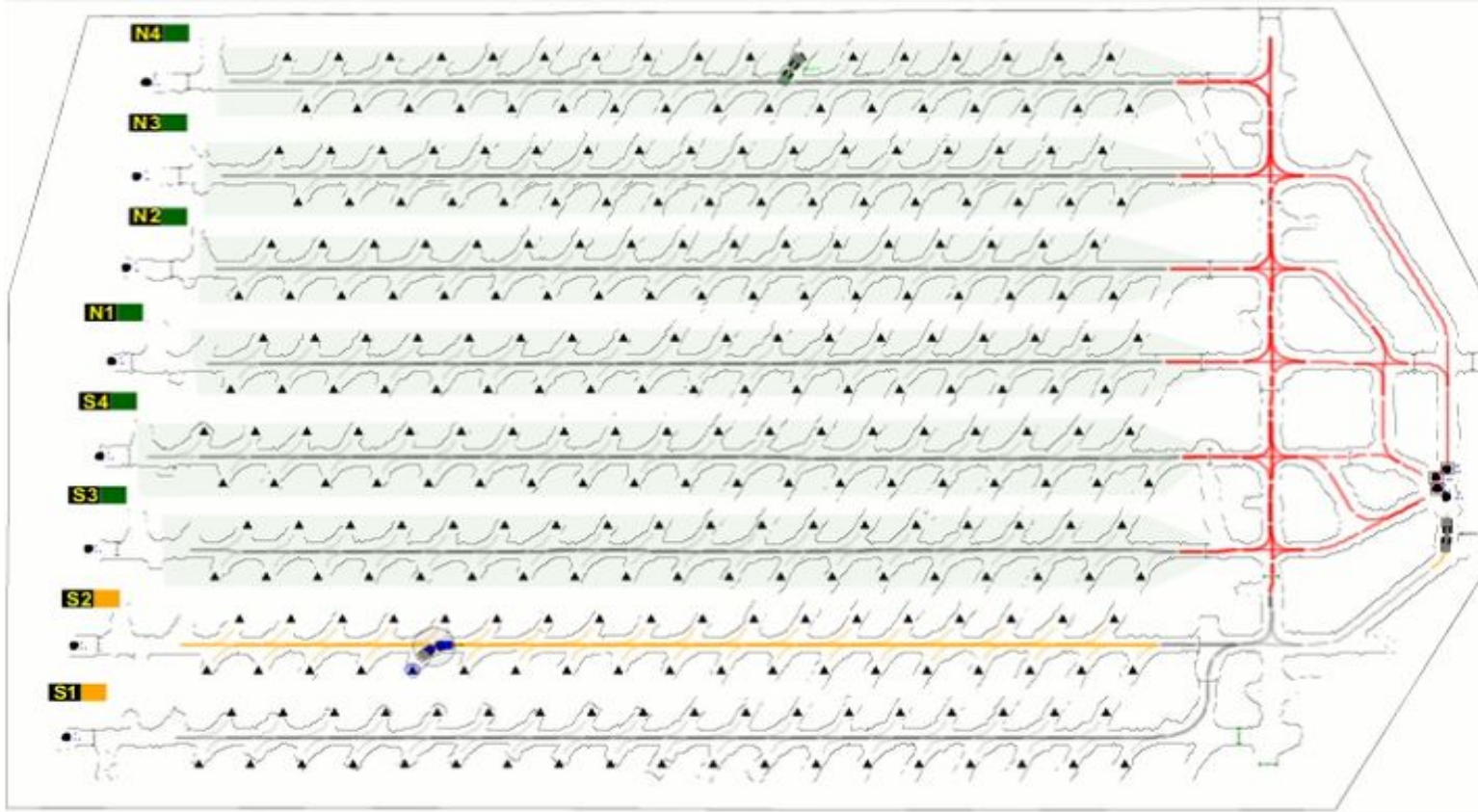
## LHD Autónomos Chuquicamata Subterránea - Tecnología Agnóstica

### CASO

#### Chuquicamata Subterránea

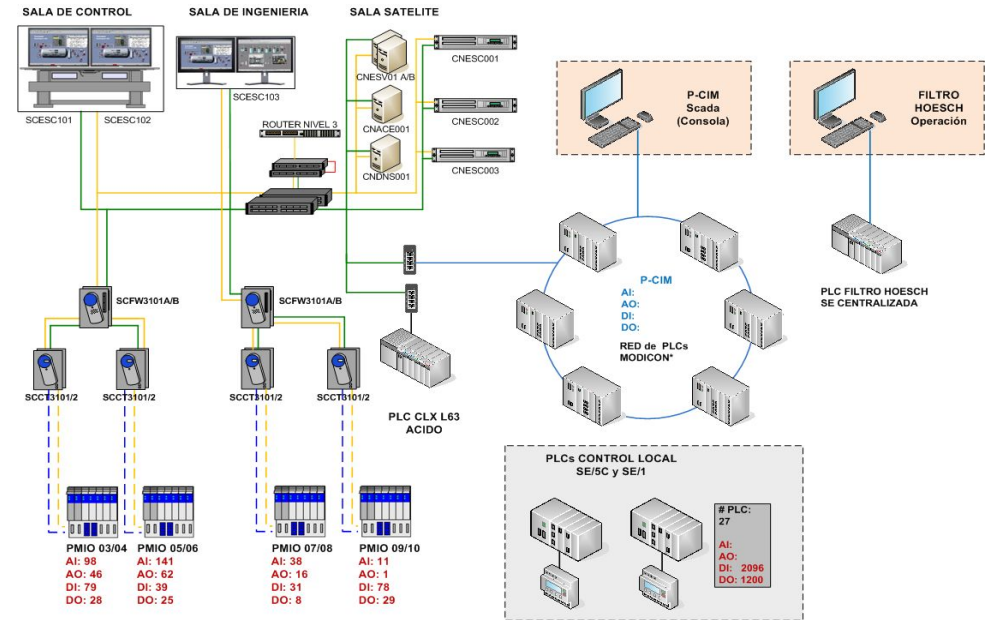
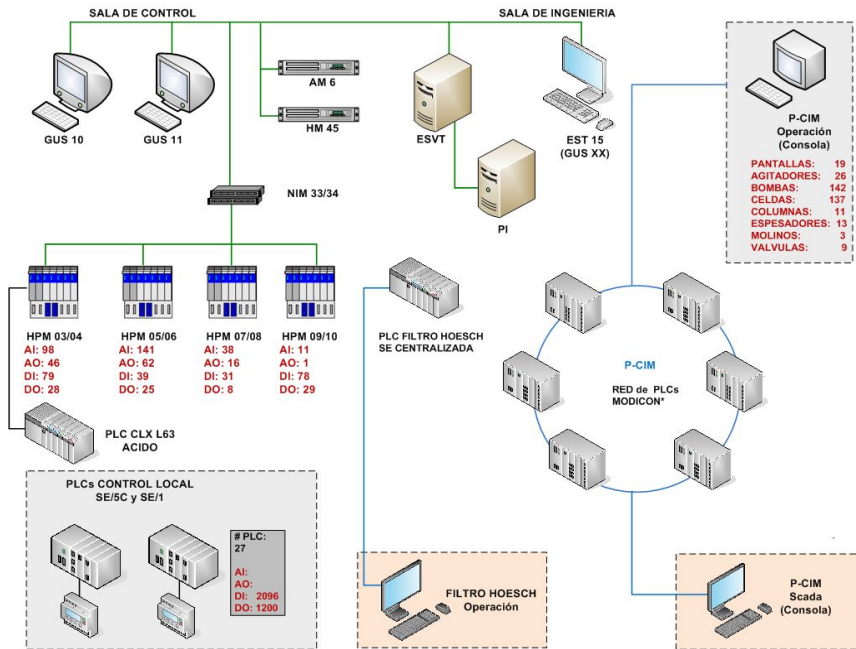
Automatización de la flota completa de LHDs en los MacroBloques centrales y las futuras expansiones de la mina.

Este proyecto comenzó su operación a fines de 2020 y se continúa con los procesos de aprendizaje y mejoramiento de la plataforma de automatización. Actualmente se amplía a los MB Norte y Sur, con otro proveedor agnóstico a los equipos, lo que nos permitirá poder compatibilizar y operar cualquier equipo LHD con un sistema de control único para los diferentes sectores. Plan proyecta iniciar las pruebas durante el S2-2022.



# MIGRACIÓN SISTEMA DCS – PLANTA MOLIBDENO CHUQUICAMATA

## Cobertura y Beneficios



### Cobertura:

- Actualización Ingenierías de Configuración.
- Fabricación e integración de Gabinetes
- Pruebas Funcionales en Sitio (SAT)
- Cursos de Capacitación para configuradores, Mantenedores y Operadores del Sistema.
- Puesta en Marcha y Marcha Blanca.

### Beneficios:

- Asegurar disponibilidad de Plataforma de Control
- Reducción de falla por obsolescencia de componentes del sistema.
- Contar con soporte de fábrica.
- Disponibilidad global del sistema para ser remotizado desde CIO Chuquicamata

# VALIDACIÓN DE ARQUITECTURA COMPONENTES TECNOLÓGICAS

## TELECOMANDO – OPERACIÓN REMOTA DRT

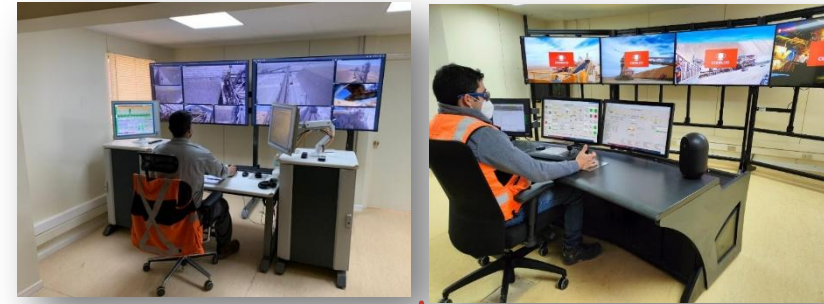
### Descripción General:

Sistema que permite la operación Remota de Sistemas Planta (Chancadores, Apilador, Spreader, Rotopala, etc.) eliminando exposición al riesgo y mejoras en condiciones laborales, simulando la experiencia de operación local.

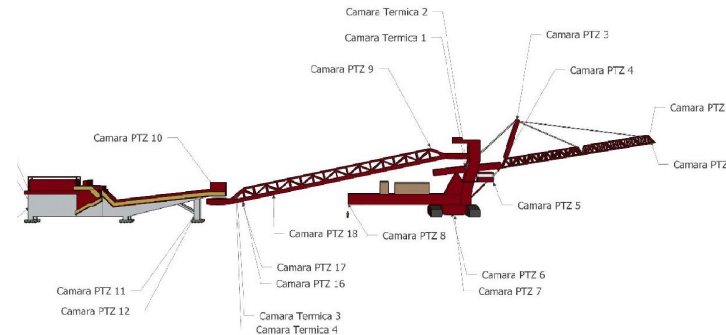
### Componentes involucradas:

- Sensorizado de Terreno (vibraciones, GPS, velocidad, inclinación, etc.)
- CCTV
- Sistema de Comunicaciones

Sala Telecomando



Red RISC



Instrumentación de Campo

+

Sistema de CCTV



Servidor de Sistema de Control o DCS



# MAPA SISTEMAS CONTROL AVANZADO APC CONCENTRADORA CHUQUICAMATA

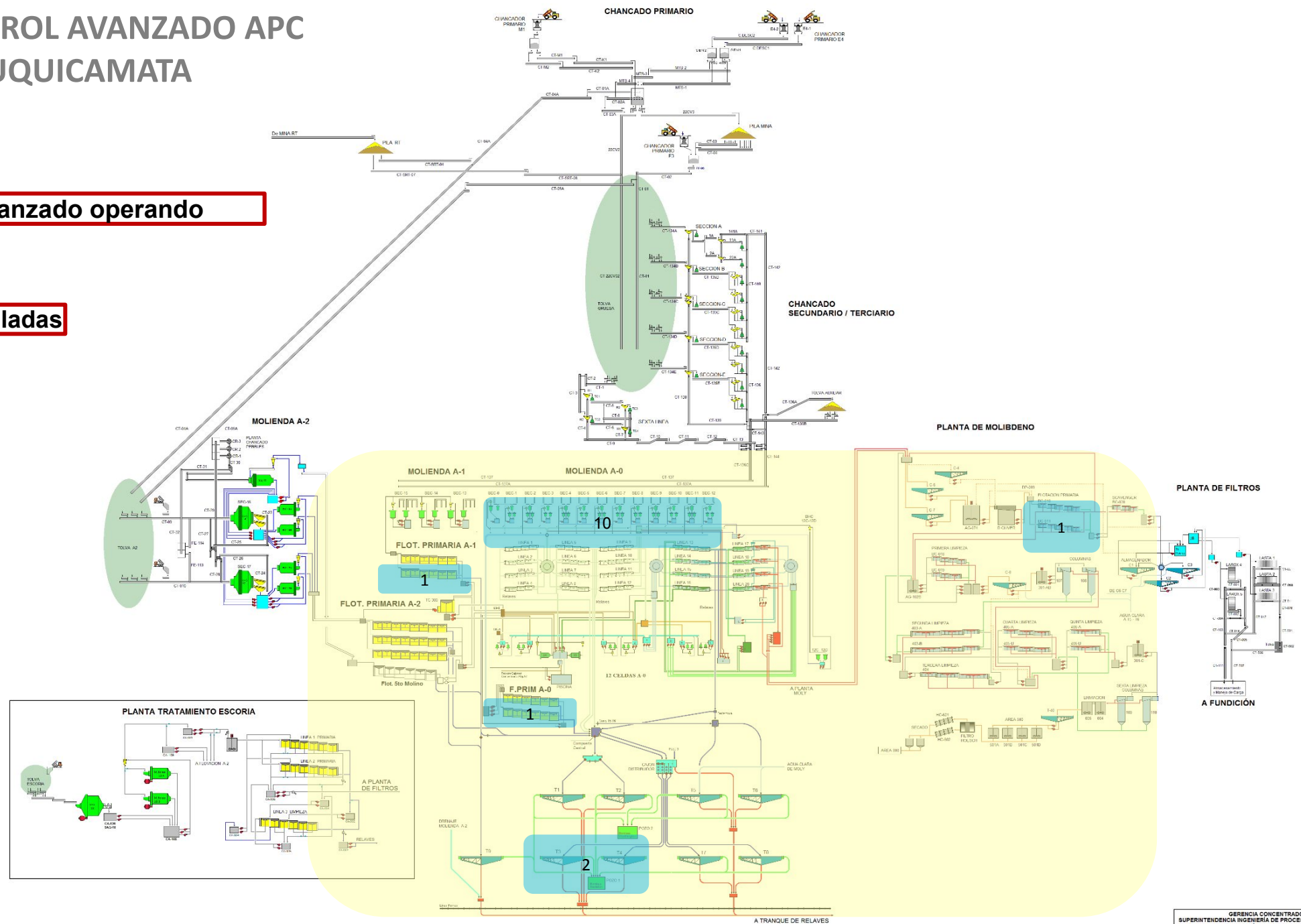
**+43 Aplicaciones de Control Avanzado operando**

**15 APC Desarrolladas**

**2021**

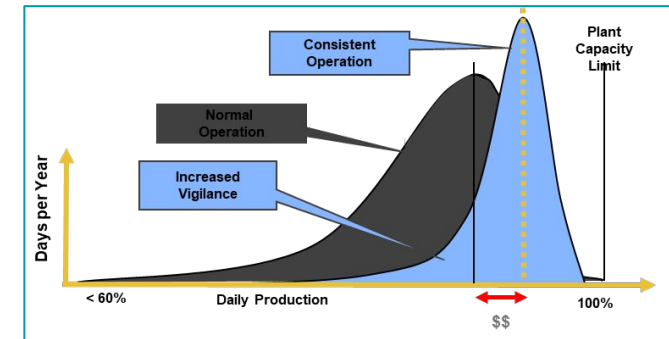
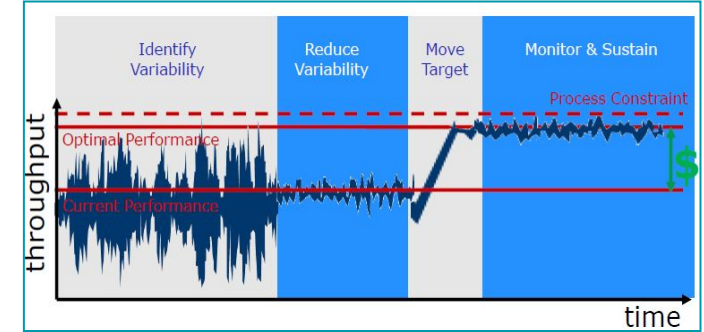
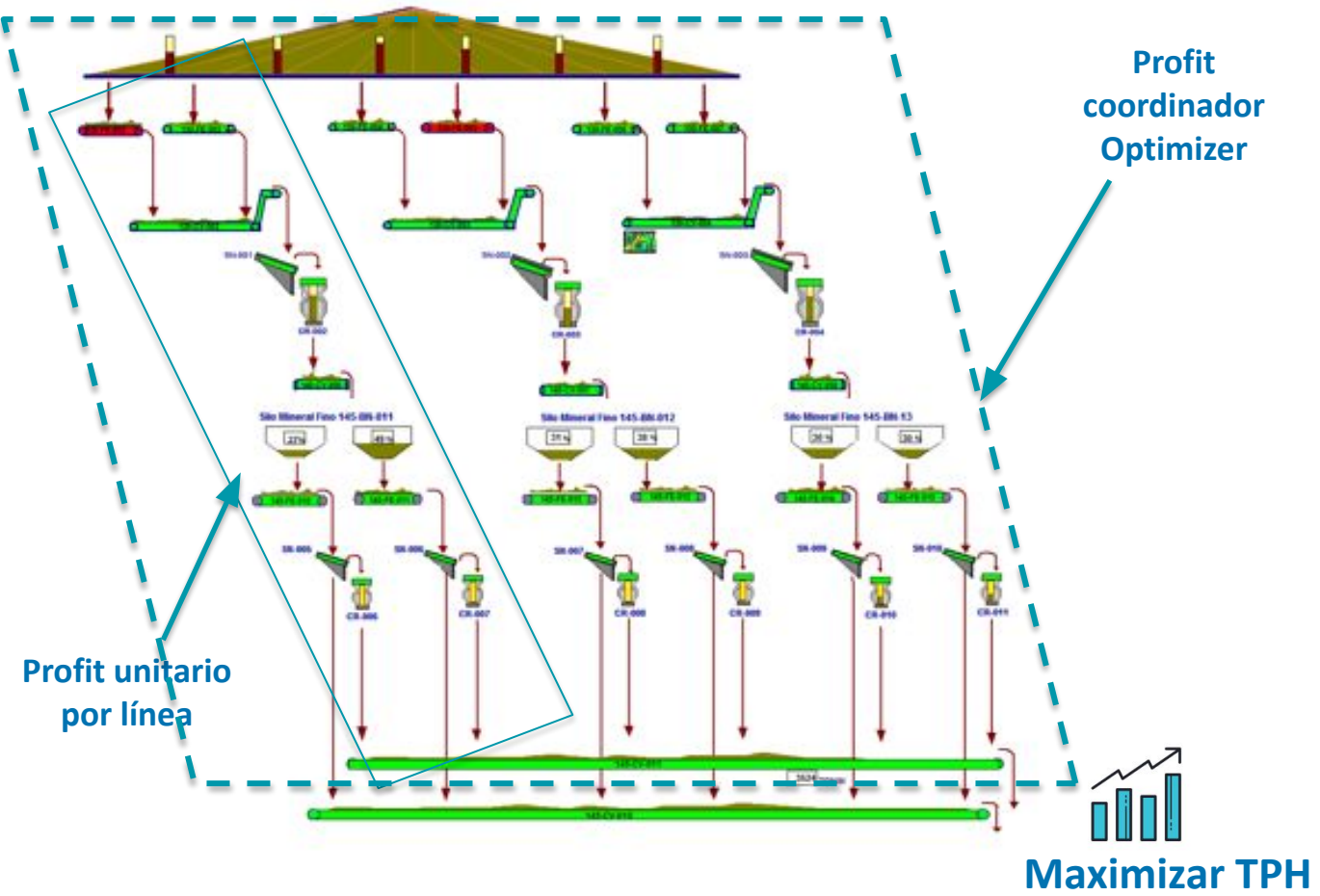
Desarrolladas 2021

Aplicaciones Instaladas – En Producción



# PROYECTO CONTROL AVANZADO Y OPTIMIZER DE PROCESOS – PLANTA CHANCADO GABRIELA MISTRAL

Asegurar un proceso de Chancado Secundario/Terciario **óptimo**, disminuyendo la **variabilidad** y **maximizando el tonelaje tratado** por la planta de Chancado Secundario Terciario.



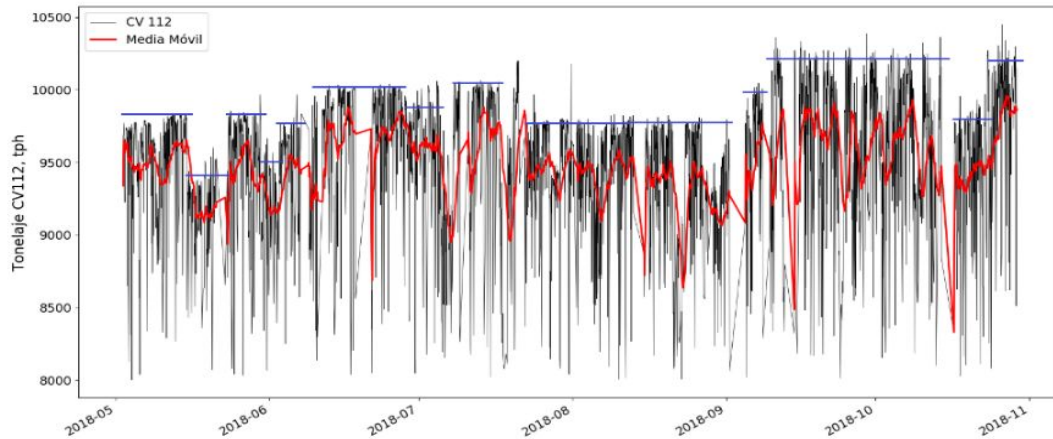
	Escenario Esperado
Margen de Mejora en Tratamiento CV10/11	1,4%
Inversión KUSD	460
VAN (Tasa 8%) MUSD	8,1

# PROYECTO CONTROL AVANZADO Y OPTIMIZER CHA 2/3 DRT

## Antes:

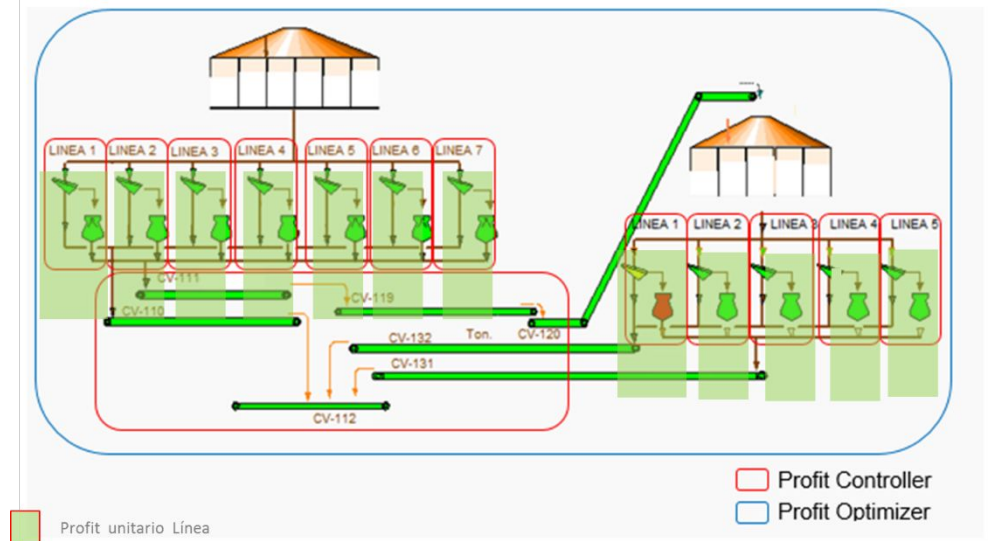
### Caso Base:

- Alta variabilidad en tonelaje de producto de planta (CV-112) y detenciones por alto nivel en chancadores
- Operación actual se realiza con un sistema de control basado en reglas de baja estabilidad no optimizante.



	CV112
Media	9510 Tph
Desv. estandar	438 Tph

## Después:

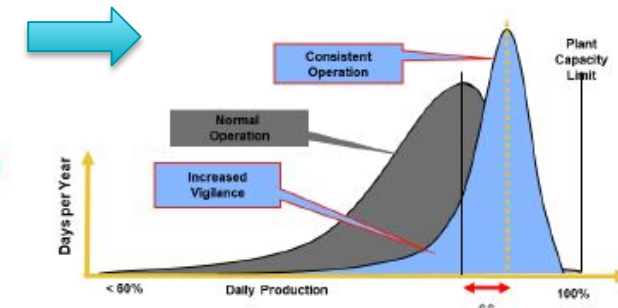
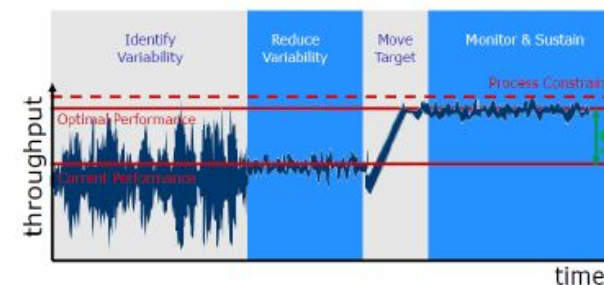


### Beneficio esperado:

Coordinación global del proceso

Reducción de variabilidad y aumento de tonelaje total producido en CHS/T (CV112)

El beneficio esperado es de un tratamiento adicional de tonelaje total producido en **93,3 tph (new Shift) 1% adicional** y una **reducción de la variabilidad del 30%**.



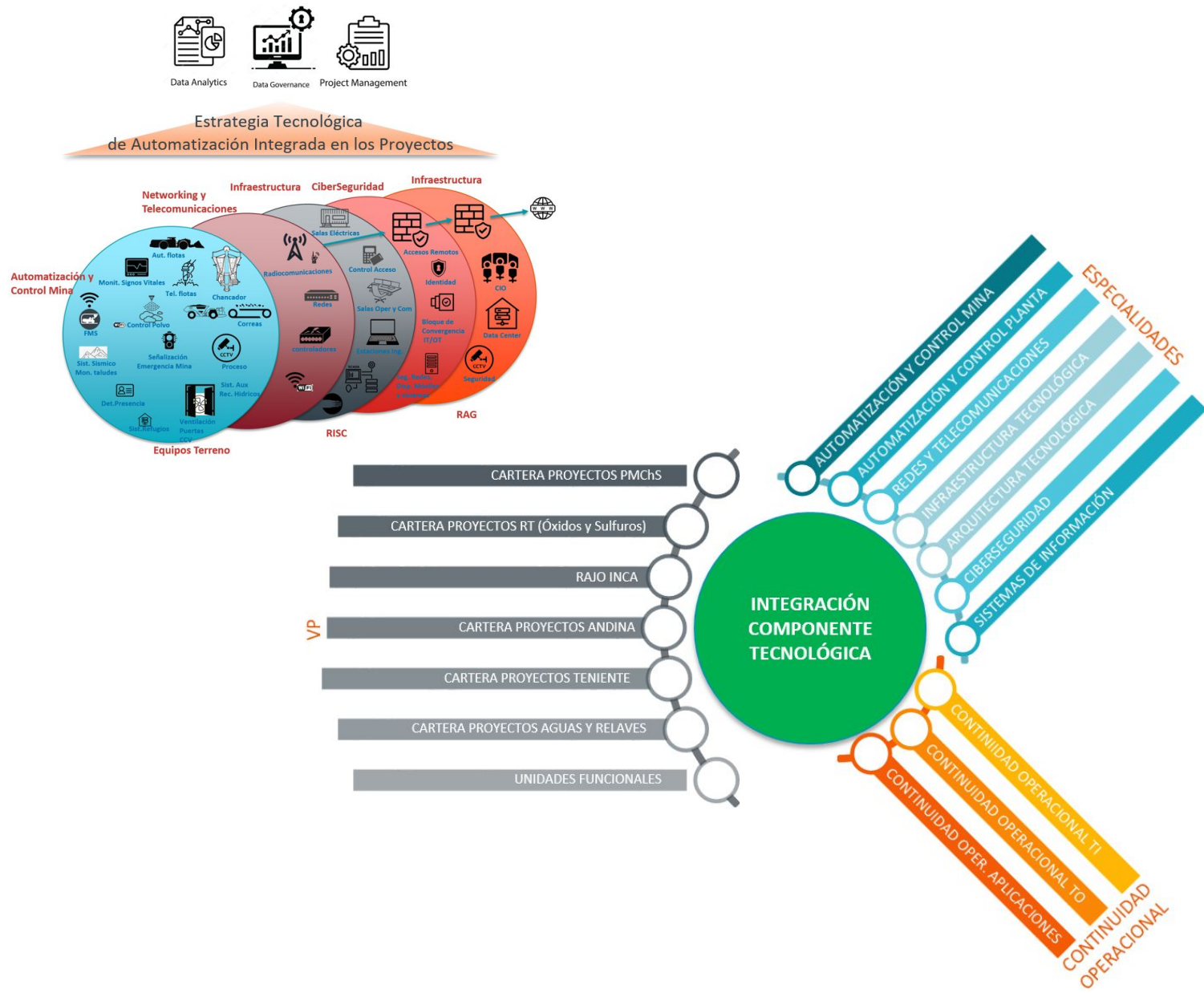
# INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA CON PROYECTOS ESTRUCTURALES

## CONSOLIDAR UNA ESTRATEGIA HACIA OPERACIONES 100% DIGITAL

### Integración con Proyectos Estructurales

Desde el 2020 trabajando en conjunto con la Vicepresidencia de Proyectos con un total de 24 Proyectos Estructurales de la Corporación, donde los principales focos de integración son:

- Definir el cuerpo normativo para los diseños e incorporación de tecnologías.
- Asegurar la coherencia técnica y asesorar a la VP en los diseños e incorporación de tecnologías
- Lograr sinergias y optimizaciones con el objetivo de incrementar el valor con los proyectos y/o divisiones.
- Incorporar una Estrategia de Tecnología en las fases Pre-Inversionales de los Proyectos (desde el 2021) que soporte y maximice la inversión de capital, considerando a la tecnología como un palanca de agregación de valor.
- Asegurar la transferencia de lecciones aprendidas y mejores practicas en los diseños e implementaciones de las componentes Tecnológicas.



# INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA CON PROYECTOS ESTRUCTURALES

## CONSOLIDAR UNA ESTRATEGIA HACIA OPERACIONES 100% DIGITAL

### TRANSFORMACIÓN DIGITAL | CODELCO ESTÁ CONSOLIDANDO UNA ESTRATEGIA DE MINA 100% DIGITAL



ADVANCED ANALYTICS



AUTOMATIZATION



DIGITALIZATION



IOT

#### CONTROL DE MINA A PUERTO

Modelamiento de la cadena de suministro desde los Procesos Mina hasta el Puerto



#### CENTROS TÁCTICOS DE OPERACIÓN



Los CIO-Tácticos poseen gestión en tiempo real, alimentados por datos únicos de terreno.

#### GEMEOS DIGITALES



Simulación de escenarios y comisionamientos virtuales, entrenamiento y apoyo para un control avanzado.



#### SISTEMAS AUTÓNOMOS, AUTOMATIZADOS ROBOTICA

Aplicación de robótica, automatización, telecomandos para operaciones remotas.

#### CENTRO ESTRATÉGICO INTEGRADO

El CIO-E incrementa el Valor del Negocio mediante sinergias Divisionales y transferencias de las mejores prácticas.



#### ANÁLITICA AVANZADA - SHORT INTERVAL CONTROL

Modelos predictivos, visibilizando los activos fijos y equipos, conociendo los KPI de rendimiento en tiempo real y realizar controles centralizados para optimizar las operaciones



#### PLAN DE MANTENIMIENTO DIGITALIZADO - EJECUCIÓN DIGITAL DEL MANTENIMIENTO- ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREDITIVO

Mantenimiento **predictivo** con una programación automática en la activación de los equipos de mantenimiento y repuesto, generando **planes de trabajo digitales** que se distribuyen a los operarios de mantenimiento y a los equipos de soporte remoto de expertos.



#### PROCESOS DE BACK OFFICE y RPA

Se disponen de soluciones digitales de mercado para administrar la mayoría del trabajo administrativo.



#### ACADEMIA DIGITAL - ENTRENAMIENTO

Academia Digital, realidad virtual y simuladores para el mejoramiento continuo del RRHH.



#### FUNDACIONAL: INTEGRACIÓN

Redes LTE / Bloques de Ciberseguridad  
Redes IT/OT

# AGENDA

## DESAFÍOS EN AUTONOMÍA MINERA Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

- Distrito Norte
- Distrito Centro Sur

### Qué estamos haciendo en tecnología y automatización en proceso Mina y Planta

- *Road Map* tecnológico en automatización Mina (subte y rajo)
- Road Map tecnológico en automatización Plantas
- Cartera de proyectos relevantes Mina y Planta
- Integración Tecnológica Proyectos Estructurales

### Los próximos desafíos de la autonomía

- Desarrollo de la tecnología minera
- Visión futura de la autonomía
- Visión futura del procesamiento de minerales

### Transformando la minería

# AUTOMATIZACIÓN PROCESOS MINAS

Desarrollo de la automatización



**HISTORIA**

**MANUAL**  
Inicio



**HERRAMIENTAS DE MANO**  
Perforadora neumática y dinamita

**HOY**

**MECANIZACIÓN**  
Sistemas de control hidráulico mecanizados



**FUTURO**

**AUTOMATIZACIÓN**  
Automatización LHD, Camiones, Perforadoras, Centros de Control



**AUTOMATIZACIÓN COORDINADA E INTEGRADA EQUIPOS ELÉCTRICOS**

Sistema Autónomo integrado, Gemelos Digitales, Interoperabilidad, IoT, Big Data, Virtualización y Robotización



# Niveles de Autonomía y visión futura – Plantas de Procesamiento de Mineral - Codelco





# AGENDA

## DESAFÍOS EN AUTONOMÍA MINERA Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

- Distrito Norte

- Distrito Centro Sur

### Qué estamos haciendo en tecnología y automatización en proceso Mina y Planta

- *Road Map* tecnológico en automatización Mina (subte y rajo)
- Road Map tecnológico en automatización Plantas
- Cartera de proyectos relevantes Mina y Planta
- Integración Tecnológica Proyectos Estructurales

### Los próximos desafíos de la autonomía

- Desarrollo de la tecnología minera
- Visión futura de la autonomía
- Visión futura del procesamiento de minerales

### Transformando la minería

## FLOTAS DE EQUIPOS PRINCIPALES DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZADOS / TELEOPERADOS E INTEGRADOS PLANTAS AUTÓNOMAS INTEGRADAS Y OPTIMIZADAS

- Operación Rajo Camiones CAEX, Perforadoras, Palas de carguío, Equipos de apoyo - (Ecosistema)
- Operación Subte Camiones, LHD, Jumbos, Trenes, equipos de carguío explosivo-
- Planta automatizadas e integradas, control avanzado



**RETIRO DEL 100% DEL PERSONAL DE ZONAS DE RIESGO Y EXPOSICIÓN**

## MINERIA DE DATOS ÚNICOS Y EN LÍNEA

- Gestión en línea y Reportabilidad oficial
- Analítica avanzada



# AUTOMATIZACIÓN PROCESOS MINAS

## Transformando la Minería



## MINERIA SUSTENTABLE

- Electromovilidad
- Hidrogeno Verde

## NUEVO GOVERNANCE, NUEVAS ESTUCTURAS, NUEVAS CAPACIDADES (GESTIÓN DEL CAMBIO INTEGRAL)

- Operación continua y control de los estándares operativos.



# CODELCO CHILE | NOS TRASFORMAMOS HOY PARA EL FUTURO DEL PAÍS

## MINERÍA EFICIENTE

Excelencia operativa significa hacer las cosas bien, y hacerlas bien siempre.

Dato Único Corporativo y Reportabilidad en línea.



## MINERÍA DIGITAL Y TECNOLÓGICA

Valormos la imaginación, la inteligencia y la creatividad para desarrollar nuestro negocio.

## MINERÍA SUSTENTABLE

Aspiramos a producir hoy con los estándares del mañana: para una minería respetuosa y dialogante con el entorno.



## MINERÍA DIVERSA

Asumimos el desafío de incorporar más talentos, visiones y habilidades femeninas al negocio minero.



## MINERÍA TRANSPARENTE

Trabajamos por una gestión cada vez más moderna, profesional y auditable.



MUCHAS GRACIAS POR  
SU ATENCIÓN