



SISTEMAS MINEROS Y PLANIFICACIÓN PARA LOS DESAFÍOS TECNOLÓGICOS EN MINERÍA SUBTERRANEA

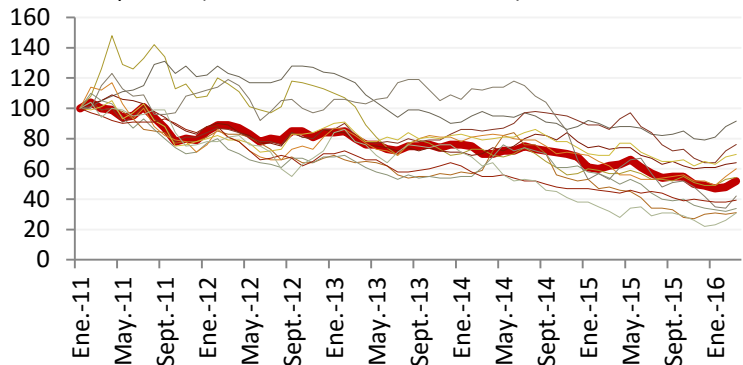
GRMD - EL TENIENTE



LA COYUNTURA DEL MOMENTO: LA TORMENTA PERFECTA

PRECIOS COMMODITIES
MINEROS

Índice de precios (cierres mensuales nominales) Enero de 2011 = 100

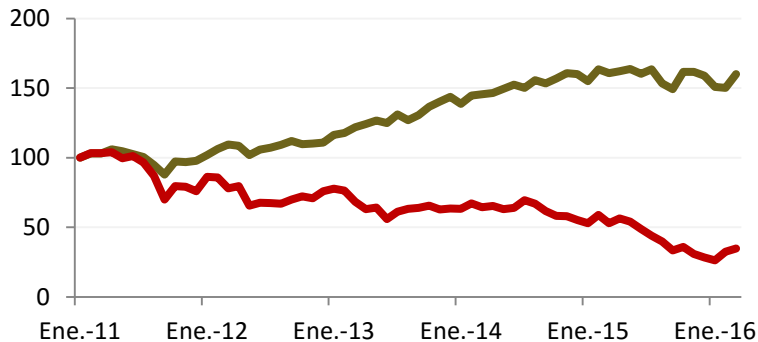


COBRE



PRECIOS ACCIONARIOS

Índice de precios (promedio mensuales nominales) Enero de 2011 = 100

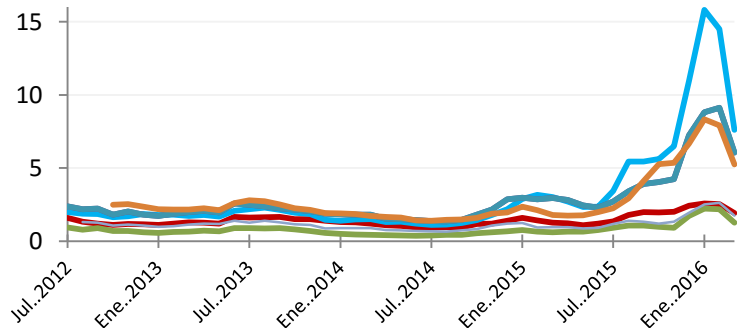


S&P 500

FTSE 350
MINING

COSTO FINANCIERO
MINERAS

Spreads de bonos a 10 años (% , promedio mensuales)



CODELCO

- Sin lugar a dudas, la industria de las materias primas está viviendo momentos difíciles:
 - Precio de los commodities ha disminuido 49% (cobre 48%).
 - Desde Enero de 2011, el índice de precios de las acciones mineras ha caído 65%.
 - Costo del financiamiento ha llegado, en promedio, incluso a cuadruplicarse, con respecto a las tasas de inicios de la década

LA CRISIS NOS OBLIGA AL COMPROMISO – PRODUCTIVIDAD Y COSTOS

NUUESTRO COMPROMISO CON UN MEJOR FUTURO

AL IGUAL QUE LA ROJA,
MOJAMOS LA CAMISETA

COMPROMETIÉNDONOS CON EL PLAN DE AHORRO,
¡LO DAMOS VUELTA!
ES TU TURNO DE JUGARTELA.

NUUESTRO COMPROMISO CON UN MEJOR FUTURO

AL IGUAL QUE LA ROJA,
ESTAMOS SEGUROS DE NUESTRO TALENTO

CONFIANDO EN EL EQUIPO,
¡LO DAMOS VUELTA!
ES TU TURNO DE JUGARTELA.

El Desafío de Producción para Industria de la Minería Subterránea del Cobre

POSTERGACIÓN
Proyectos

EXPOSICIÓN AL RIESGO
De personal de faena

MEDIO AMBIENTE
Relación comunidades

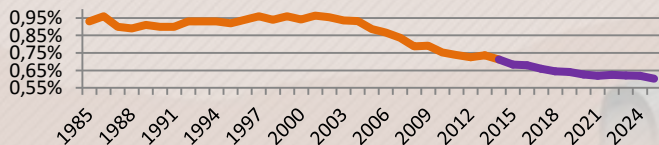
BARRERAS
Legales y falta de Prefactibilidad

INTERRUPCIONES:
Diminución de producción

MAYOR PROFUNDIZACIÓN,
Aumento de Costos Operacionales

CRECIENTE ESCASEZ,
Abatescimiento Agua

DISMINUCIÓN
Ley promedio

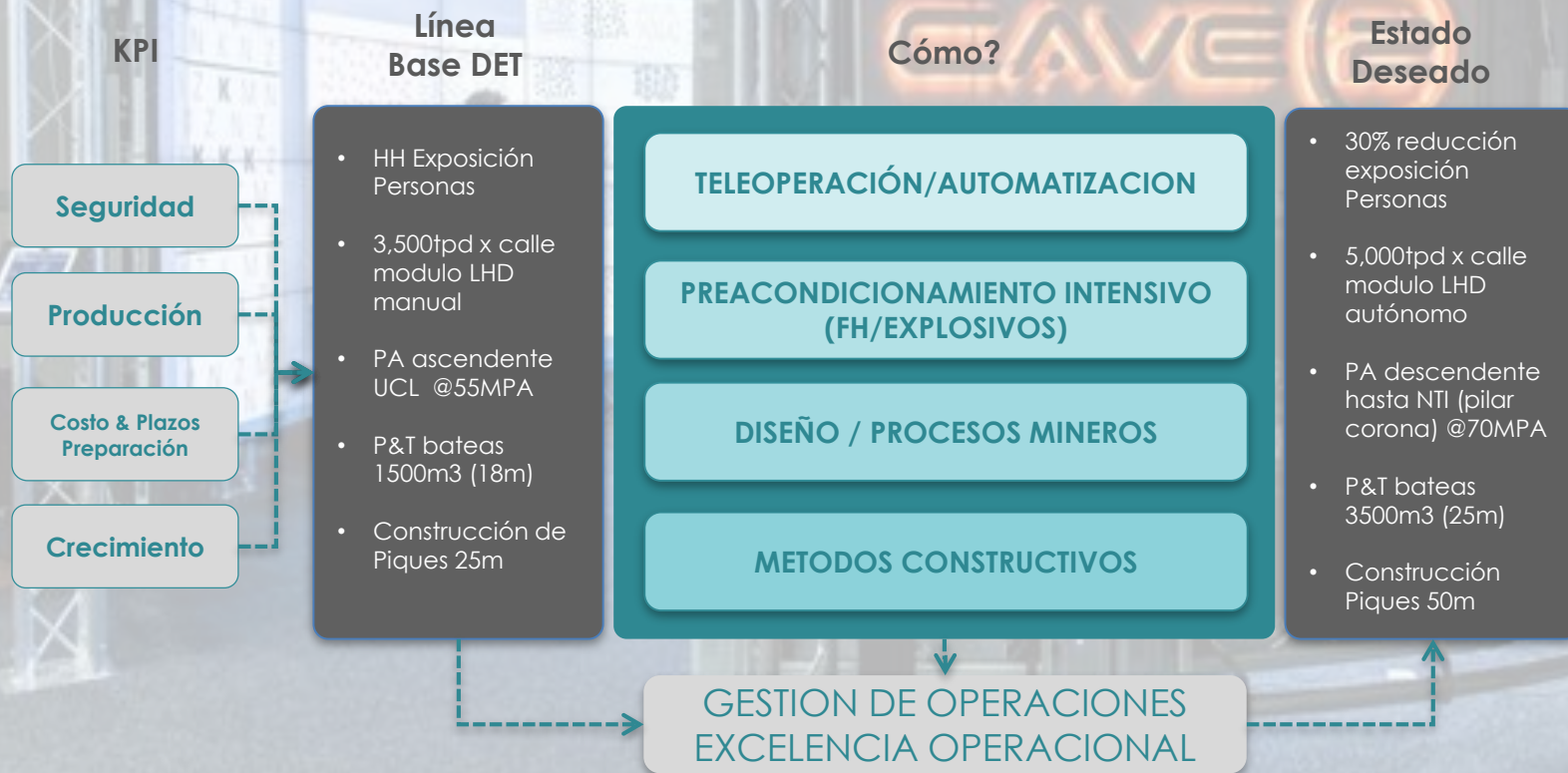


Necesidades CODELCO:

- Aumentar la producción subterránea en más de un 100%.
- Disminuir los costos operacionales.
- Reducir los riesgos y resguardar la salud ocupacional.

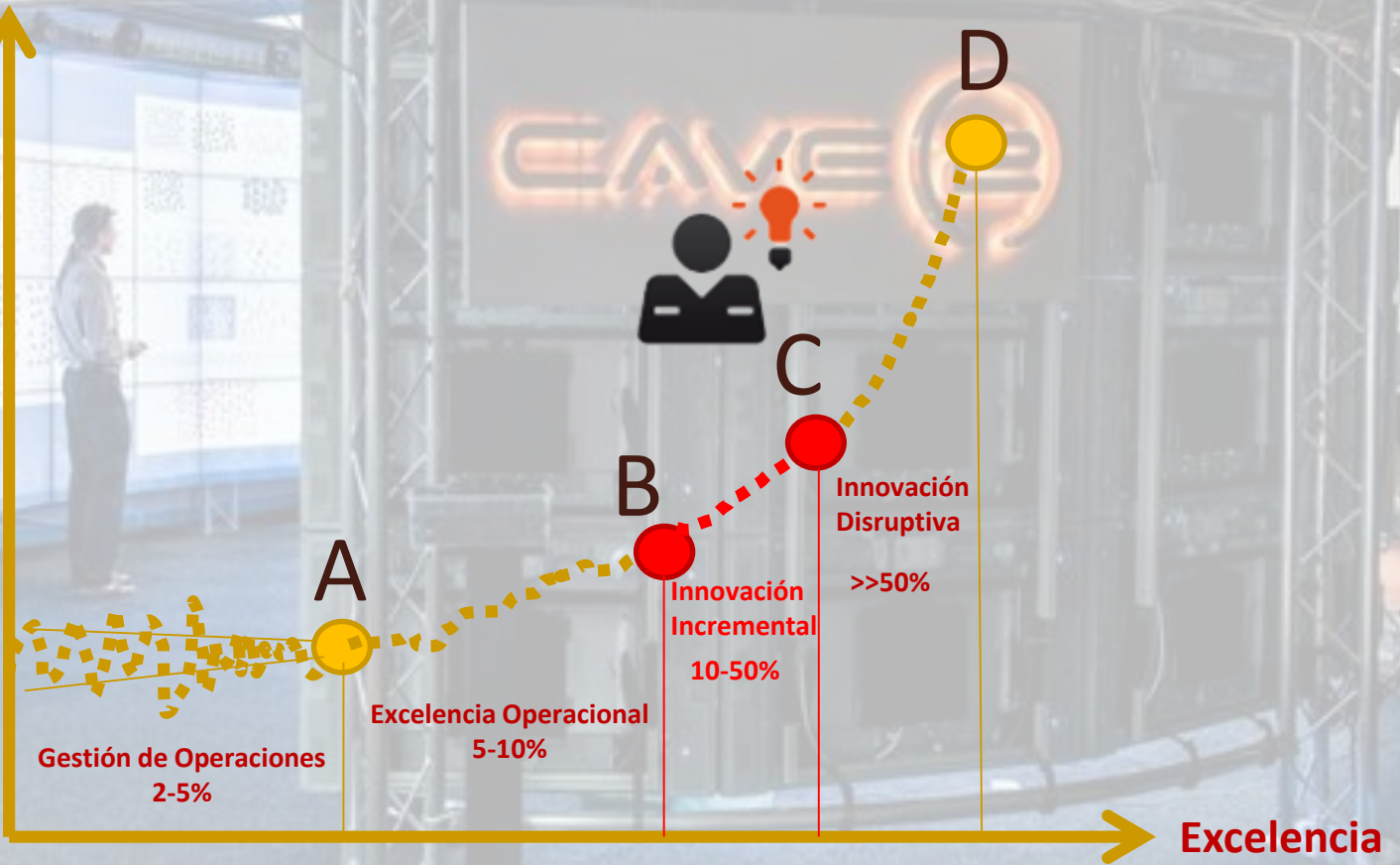
¿CÓMO LOGRARLO?

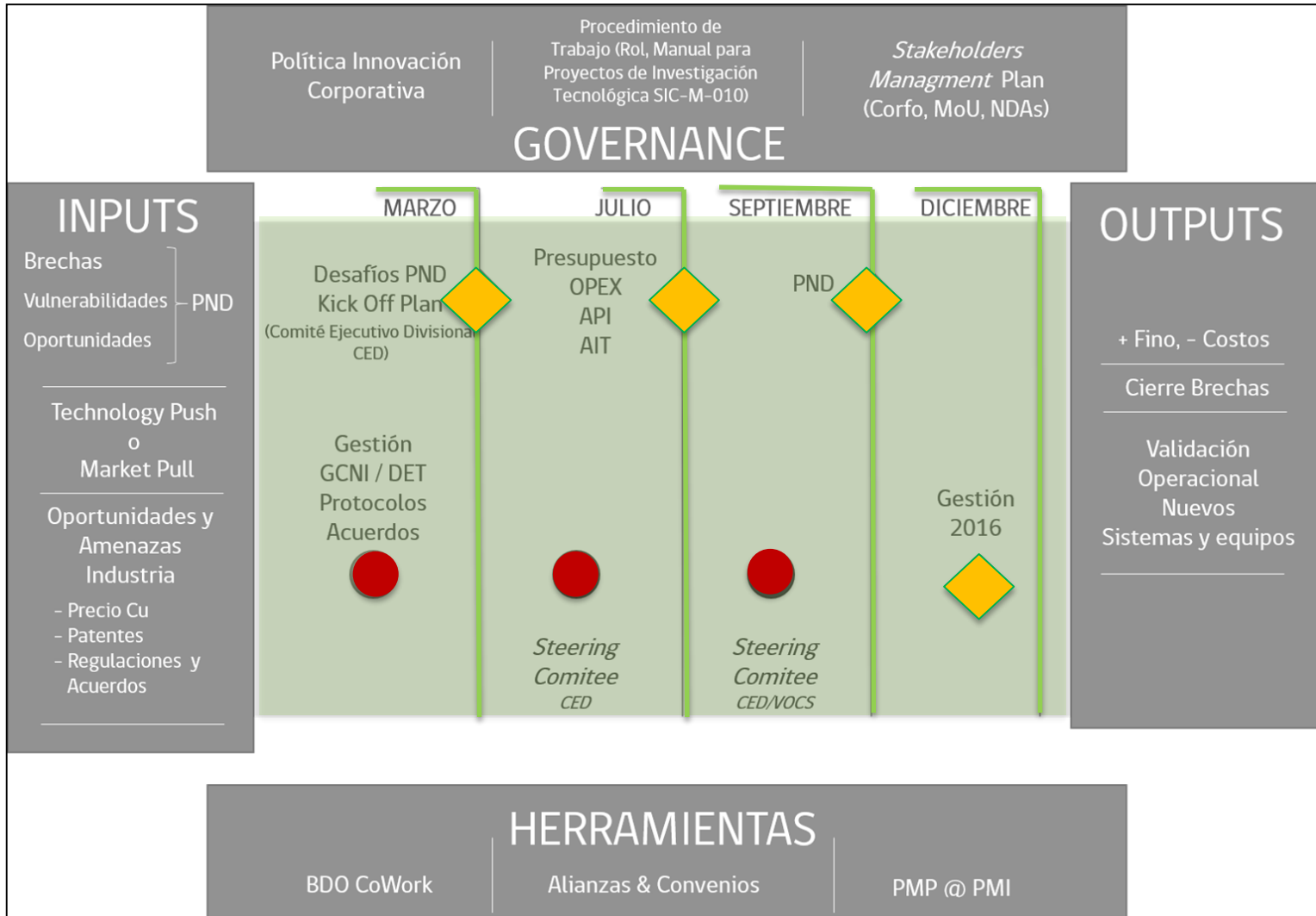
PLAN DE MINERÍA PROFUNDA



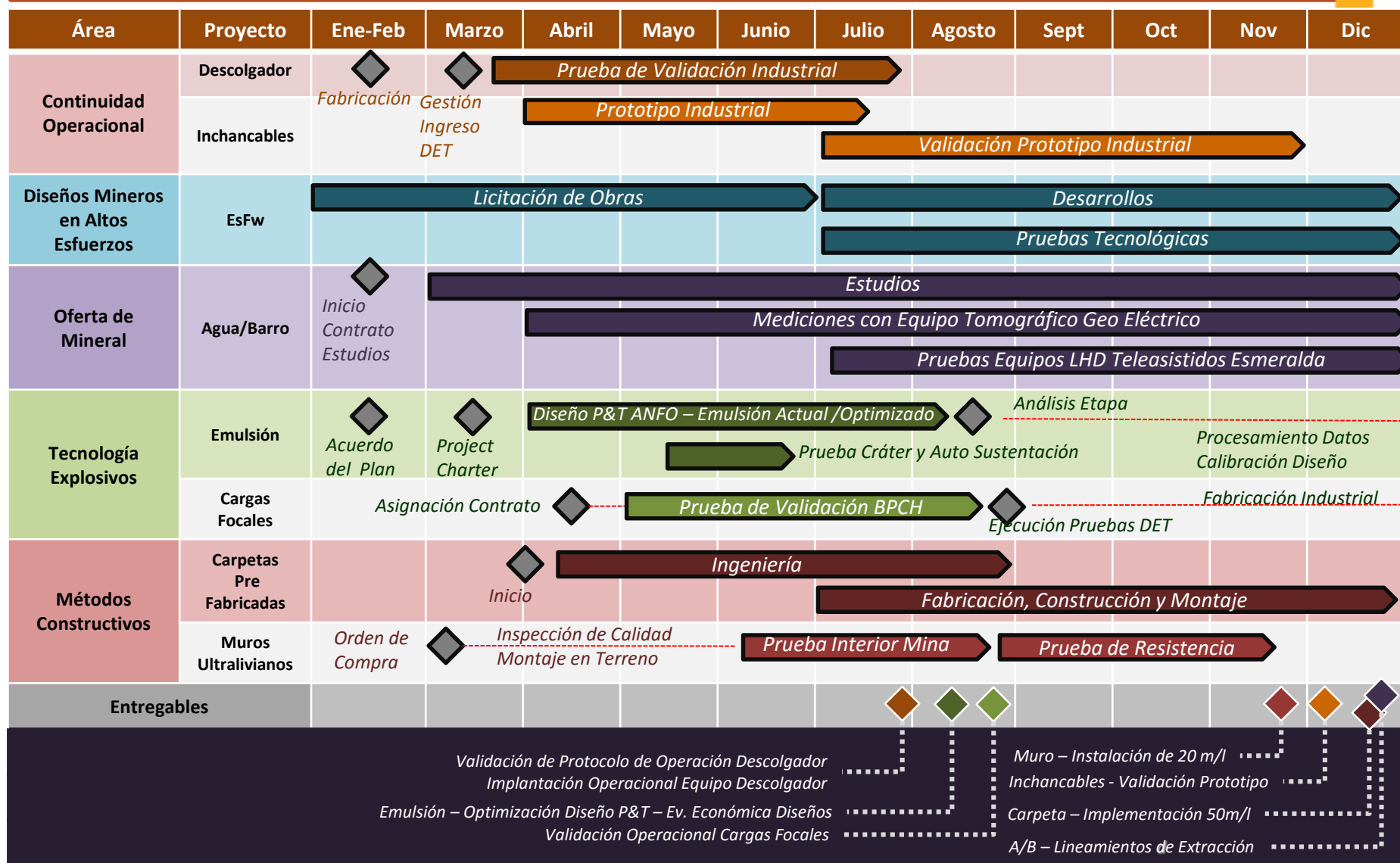
¿CÓMO INNOVAMOS?

KPI ($\Delta\%$) Costo
Volumen
Seguridad
Reservas





ROADMAP INNOVACIÓN APLICADA 2016 – Plan Entregables



INICIATIVAS INNOVACIÓN EL TENIENTE



DESCOLGADOR

Equipo para la mecanización de la operación de descuelgue de zanjas en los puntos de extracción dejando al operador fuera de la línea de fuego.

Mejora el estándar de seguridad eliminando la exposición de nuestro operador al potencial descuelgue súbito de la columna de rocas en las tareas de descuelgue.

2016

Abril Mayo Agosto

◆ Traslado a DET ◆ Ingreso Mina ◆ Aprendizaje ◆ KPI

Gestión Ingreso → Prueba Sup. e Interior Mina → Pruebas en PE - Conos maqueta → Prueba de descuelgue con APD



LHD S/A.

Tecnología

Validación industrial del desempeño y nuevas funcionalidades exigidas al modelo de operación para LHD Semiautónomos

Que Habilita ?

La extracción segura y sustentable de reservas que hoy no se comprometen en los planes divisionales por riesgo a las personas, por ejemplo Agua-barro.

2016

2017

Julio Enero Agosto

◆ LHD en Chile ◆ Funcionalidades ◆ Puesta en Marcha

Adquisición → Gestión de Ingreso → Habilitación del Sistema → Validación

¿A QUÉ NOS ENFRENTAMOS?

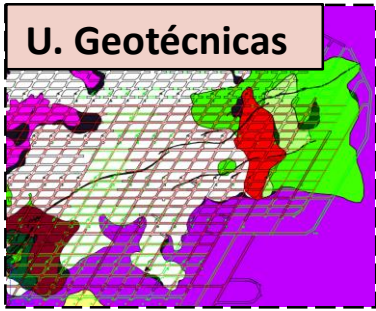
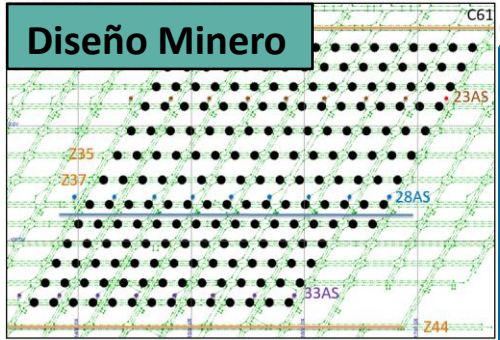
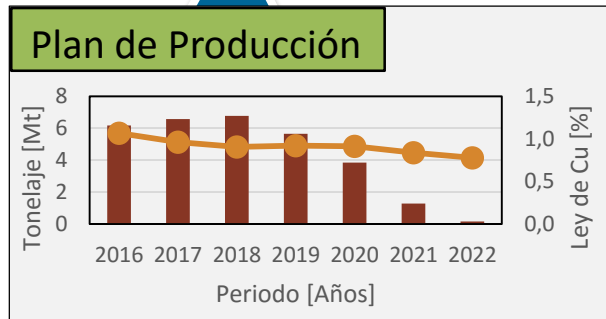
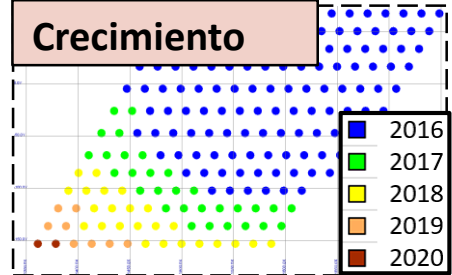
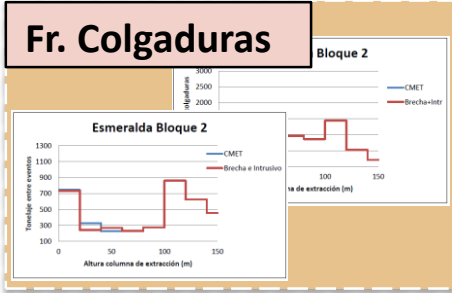
T
E
C
N
O
L
O
G
Í
A



C
U
L
T
U
R
A

SEGURIDAD CONTINUIDAD OPERACIONAL – DESCOLGADOR

Sistema Minero

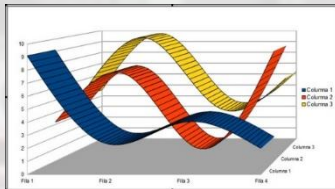


FILOSOFIA OPERACIONAL

BD OPERACIONALES:

- Programa de extracción
- Tonelajes Extraídos.
- Layouts.
- Número de colgaduras y colpas en piso por PE
- Unidades geotécnicas predominantes
- Curvas de fragmentación
- Tiempos de ciclo
- Parámetros de equipos

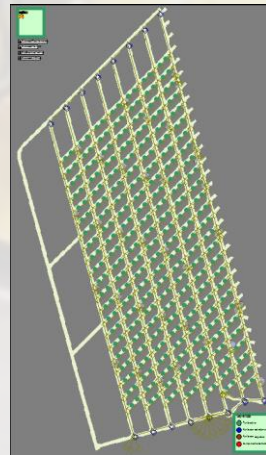
Análisis del sistema actual:



- Protocolo de análisis:
 - 3 meses de datos
 - Toneladas por PE
 - Número de colgaduras por PE
 - Número de colpas en piso por PE
 - Frecuencia de eventos
 - Reparaciones

Modelo Simulación:

- Prog. de producción de
- Reglas de operación de
- Diseño
- Recursos
- Infraestructura
- Variabilidad
- Validación



Modelo de Operación + Tecnología:



- Prog. de producción
- Diseño
- Reglas de operación
- KPIs
- Parámetros por equipo
- **Escenarios**
- Beneficios esperados:
 - Mayor prod.
 - Mejores KPIs
 - Mayor Cumpl.
 - Mejor conf.

Oferta de valor de tecnología

Protocolo de validación industrial.



- Inputs
- Escenarios operacionales
 - KPIs
 - Beneficios operacionales
- Outputs

REGLAS DE OPERACION

- INTERACCION DE EQUIPOS.
- OPERACIÓN EQUIPOS X CALLE (1 A LA VEZ).
- EXTRACCION GOBERNADA POR CARTIR DIARIO CON FLEXIBILIDAD PARA MITIGAR DESVIACIONES.
- ASIGNACION DE PE A PIQUES.
- ESTRATEGIA de prioridad en la asignación de LHD a la calle con mayor tonelaje planificado + atraso para el periodo.
- ESTRATEGIA DE PRIORIDAD EN LA ASIGNACIÓN DE LHD A LOS PUNTOS DE EXTRACCIÓN 1°LADO W, 2°LADO E, 3°RENDIMIENTO Y 4°EN QUIEBRE.

JRS

- Estrategia de asignación del Rikotus a la calle según disponibilidad de esta.
- Interacción con el resto de los equipos.

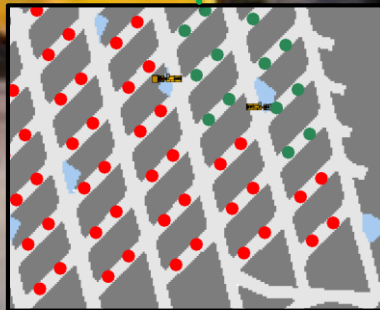
CRS

- Estrategia de asignación de la CRS a la calle según número de PE colgados y colpas en piso.
- Aislación de los PE contiguos a la calle en reparación
- Operaciones unitarias CRS.

Descolgador

- Estrategia de asignación del Descolgador a la calle según número de PE colgados.
- Aislación de los PE contiguos a la calle en reparación
- Operaciones unitarias Descolgador.
- Operación conjunta con la CRS.

INPUT



OUTPUT

Programa de Producción

- Programa de extracción: tonelaje por PE por día [t].
- Calendario de Operación.
- Frecuencia de colgadas y colpas en piso, por punto de extracción, por porcentaje de extracción (3 tramos).
- Frecuencia de colpa en parrilla por pique/punto de vaciado.

Diseño Minero

- Layout del NP
- N° de calles
- N° de zanjas
- Puntos de extracción
- Puntos de vaciado
- Estacionamientos.
- Martillos Fijos
- Cal. Mantenición.

Equipos

- Flota y número de equipos [#]
- Capacidad [t]
- Factor de carga [%]
- Velocidad [km/hr]
- Tiempo de c y d [min]
- Fallas MTBF y MTTR
- Cal. Mantenición

Rikotus

- Velocidad [km/hr]
- Tiempo de op.
- Prob. Rep. [%]

CRS

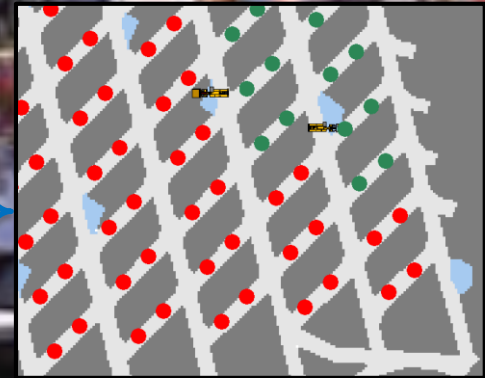
- Velocidad [km/hr]
- Tiempo de op.
- Prob. Rep. [%]

Descolgador

- Velocidad [km/hr]
- Tiempo de op.
- Prob. Rep. [%]

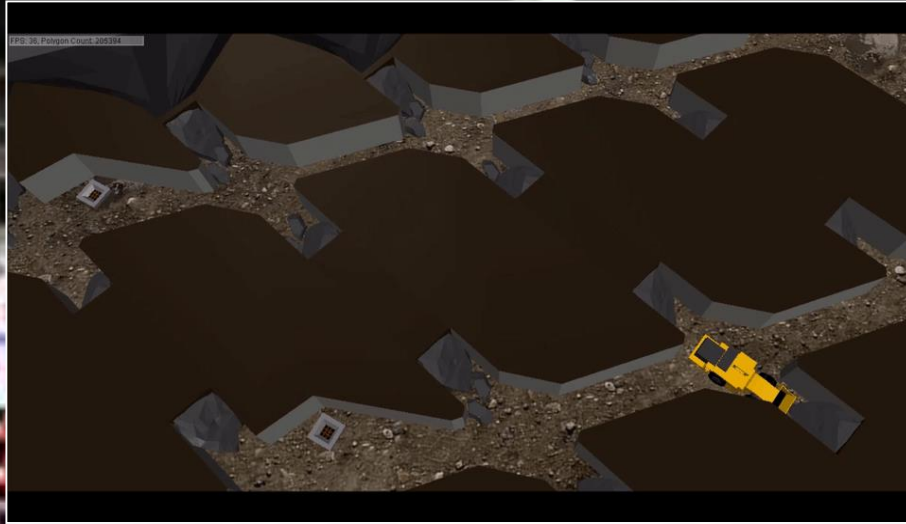


Modelo Sistema Minero con Descolgador



OFERTA DE MINERAL-EXPLOTACIÓN SECTORES MINEROS – DESCOLGADOR

DESCOLGADOR



Carta Diaria (Promedio)*

Turno	Equipo/Cuadrilla	Calle									n° Entradas/Turno
		C45	C47	C49	C51	C53	C55	C57	C59	C61	
Turno A	CRS	2	1	2	2	2	1	1	2	1	
	Descolgador	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
	Ricoto	1	2	2	2	2	2	2	1	1	
Turno B	CRS	2	2	2	2	1	1	1	2	2	
	Descolgador	3	2	1	1	1	1	1	1	2	
	Ricoto	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
Turno C	CRS	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Descolgador	4	2	1	1	1	1	1	1	1	
	Ricoto	1	1	2	2	2	2	2	1	1	

Carta Mensual*

Turno	Equipo/Cuadrilla	Calle									n° Entradas/Turno
		C45	C47	C49	C51	C53	C55	C57	C59	C61	
Turno A	CRS	19	10	30	26	17	16	13	17	7	
	Descolgador	1	2	10	7	7	5	9	7	0	
	Ricoto	3	12	36	31	34	20	21	23	4	
Turno B	CRS	40	17	25	30	12	16	15	27	15	
	Descolgador	5	4	5	7	8	5	6	5	13	
	Ricoto	8	32	26	13	39	32	34	29	14	
Turno C	CRS	50	30	25	36	20	21	16	36	30	
	Descolgador	14	14	1	2	4	8	4	7	5	
	Ricoto	3	6	24	16	32	27	27	7	2	

**Entrada de equipos depende de la condición de colgaduras/sobretamaño por calle*

OFERTA DE MINERAL-EXPLORACIÓN SECTORES MINEROS – LHD SA

Descripción:

Equipo que permite automatizar el movimiento del LHD desde los puntos de extracción a los piques.

Alcance:

Estado Actual:

Expectativas:

- Disminuir el riesgo al que se exponen los operadores.
- Permitir mayor extracción de material en puntos de extracción con riesgo de agua-barro (evitar cierre temprano de estos).
- Filosofía coherente al resto del sistema de manejo de materiales.





REFLEXIONES FINALES

El modelo de gestión de innovación aplicada en DET busca cerrar brechas y capturar oportunidades tecnológicas que generen valor al plan de negocio.

La implantación de tecnologías en el proceso productivo minero DEBE ir acompañada de una gestión del cambio ad-hoc.

No se puede realizar un programa de producción o plan minero sin haber comprendido las características intrínsecas del sistema minero que gobernará el cumplimiento de dicho programa de producción → Ir de lo micro a lo macro

El concepto de sistema minero implica integrar tecnología minera, operaciones unitarias, diseño minero, y un programa de producción que sea capaz de incorporar variables de incertidumbre del proceso.

La “filosofía operacional” es dinámica y flexible y debe buscar maximizar la productividad de la operación.

**“La Planificación de largo plazo no es pensar en decisiones futuras, sino en el futuro de las decisiones presentes”
(Peter Druker)**



SISTEMAS MINEROS Y PLANIFICACIÓN PARA LOS DESAFÍOS TECNOLÓGICOS EN MINERÍA SUBTERRANEA

GRMD - EL TENIENTE

