

“

Soluciones Radar para Optimización de Operaciones Mineras

José Ruiz
Specialist SME Material Flow

Agenda

- Desafíos y Oportunidades en la Optimización de los Procesos Mineros
- Optimización de Procesos Mineros: Áreas Clave, Retos y Posibilidades
- Tecnologías Existentes para la Innovación y Sostenibilidad en Minería
- Casos de Éxitos
- Desafíos

Desafíos y Oportunidades en la Optimización de los Procesos Mineros

La optimización en los procesos mineros enfrenta diversas problemáticas que impactan tanto en la eficiencia operativa como en la sostenibilidad y seguridad de las actividades. A continuación, se detallan las problemáticas mencionadas:

1. Nivel de polución
2. Factores Medioambientales
 - Nieve: Dificulta la accesibilidad y operación de maquinaria, además de aumentar los riesgos de accidentes.
 - Sombras: Reducen la visibilidad en zonas de trabajo, afectando la seguridad y eficiencia.
 - Altas temperaturas: Pueden afectar el rendimiento de los trabajadores y el funcionamiento de los equipos.
 - Otros: Factores como lluvias intensas, deslizamientos de tierra y condiciones climáticas extremas.
- **3. Seguridad en el Trabajo**
- **Vibración:** La maquinaria pesada genera vibraciones que pueden causar daños físicos en los trabajadores y desgaste en los equipos.
- **Contaminación auditiva:** Los niveles de ruido elevados afectan la salud auditiva y general de los trabajadores.
- **Altas temperaturas:** Incrementan el riesgo de golpes de calor y disminuyen la productividad.
- **Capacitación de personal:** La falta de formación adecuada puede incrementar los riesgos de accidentes y disminuir la eficiencia operativa.

Desafíos y Oportunidades en la Optimización de los Procesos Mineros

4. Instrumentación de Rayos X (Exposición)

- La exposición a radiaciones ionizantes, como los rayos X, puede representar un riesgo para la salud de los trabajadores.

5. Optimización del Recurso Humano

- La falta de personal capacitado o la subutilización del talento humano puede impactar negativamente en la productividad.
- Es importante invertir en la formación continua y en la implementación de tecnologías que potencien el desempeño del personal.



Optimización de Procesos Mineros: Áreas Clave, Retos y Posibilidades

1. Trituración Primaria
2. Bandas trasportadoras
3. Chutes de traspaso
4. Silos
5. Stock pile
6. Tolvas
7. Cribado

Tecnologías Existentes para la Innovación y Sostenibilidad en Minería



Láser contra partículas de polvo

Laser
Longitud de onda corta =
Reflexión



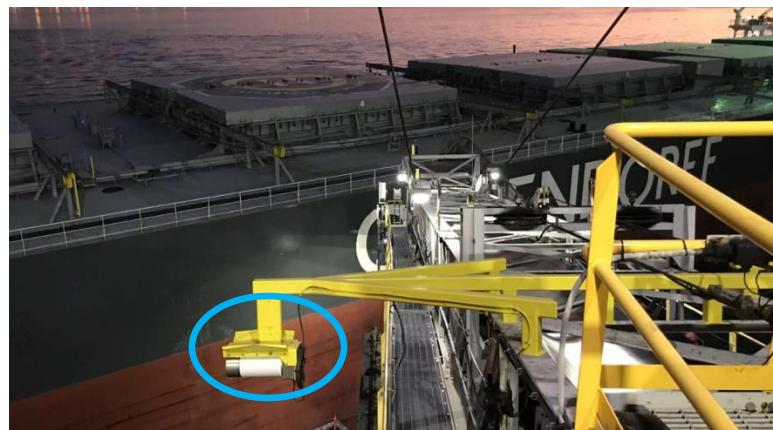
Radar contra partículas de polvo

Radar
Longitud de onda larga =
Sin reflexión

- LiDAR: Funciona emitiendo pulsos láser y midiendo el tiempo que tardan en rebotar, lo que proporciona una distancia precisa y mapas 3D detallados.
- Radar (Radio Detection And Ranging): Utiliza ondas de radio que, por su mayor longitud de onda, pueden atravesar condiciones atmosféricas como lluvia, niebla y nieve, para detectar objetos y medir su velocidad y distancia, destacando en la detección a larga distancia

INDUstrial RADar – Robusta visión artificial

Disponibilidad y confiabilidad en el desafiante entorno minero



Polvo



Nieve



Lluvia/Agua



Hielo/Frío

Totalmente operativo



Calor



Contaminación



Arena



Baja visibilidad

Trituradora Primaria: Detección de bloqueos y continuidad operacional

Visión artificial mediante radar para optimizar la operación de la estación de chancado



Input para el control automático descarga de camiones*:

Combinando presencia y correcto posicionamiento camiones (2), niveles (3) y estado (4) *Dump Pocket*, niveles en *Vault Chamber* (5)
(*junto con otros interlocks de la planta)

Presencia y reconocimiento de vehículos en bahías:

Control posición de los camiones, reconocimiento tipo de equipo (camión o auxiliar), reconocimiento evento de descarga para minimizar cola

Niveles 2D de material:

optimiza uso del volumen y niveles de llenado de la tolva para asegurar flujo constante y descarga "just in time"

Volumen 3D de material:

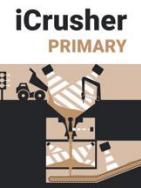
análisis flujo de material, detección de bloqueos, carga muerta en la tolva para maximizar disponibilidad del chancador

Niveles 2D de material en la Vault Chamber:

medición estable y robusta para maximizar uso de este volumen evitando falsos positivos o daños a los equipos

iBelt:

Medición en tiempo real flujo volumétrico al stockpile. Optimización control loop.

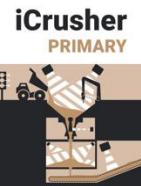


¿Porqué la tecnología radar?

Habilidad para ver a través del polvo



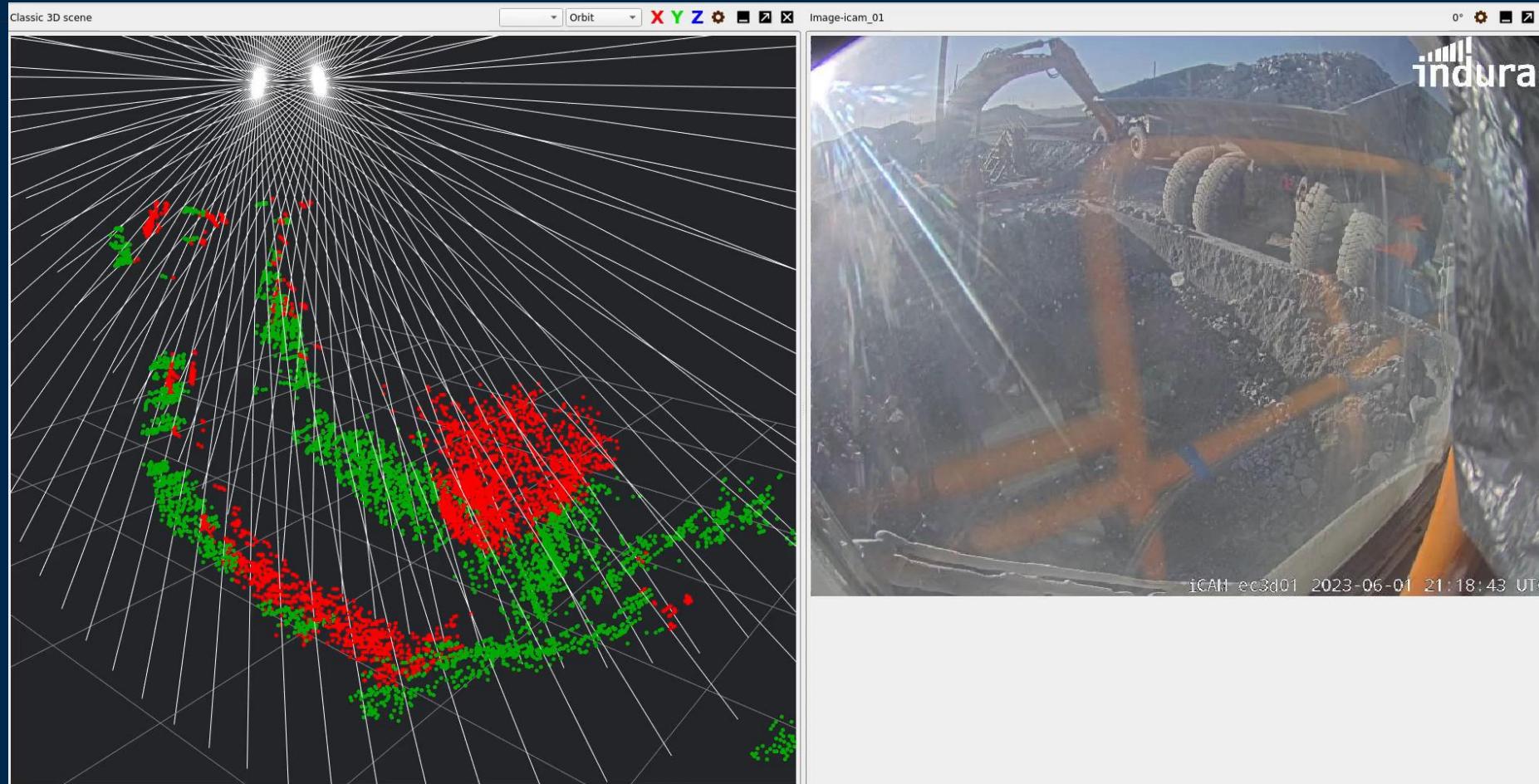
Primeras mediciones
sin calibrar:
-Sensores midiendo
durante una descarga,
-Datos sin filtrar



¿Porqué la tecnología radar?

Habilidad para ver a través del sistema de aspersión de agua

En rojo las reflexiones correspondientes al spray de agua que son descartadas por el software que solo considera las reflexiones en verde para la medición de volumen 3D

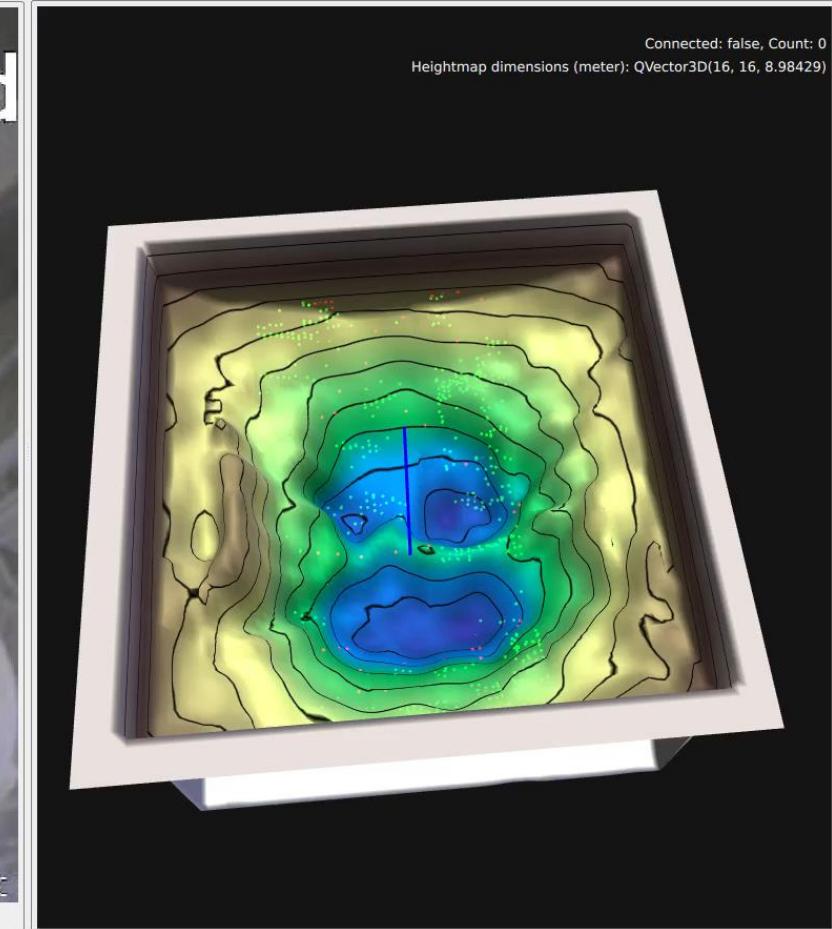




¿Porqué la tecnología radar?

Habilidad para detectar bloqueos en forma temprana y segura

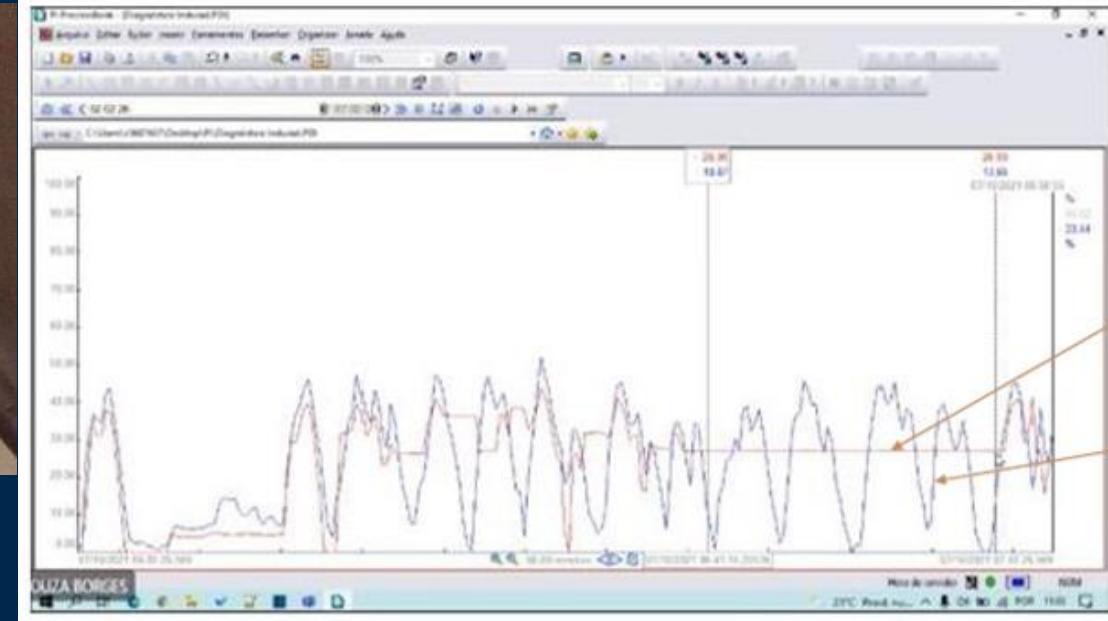
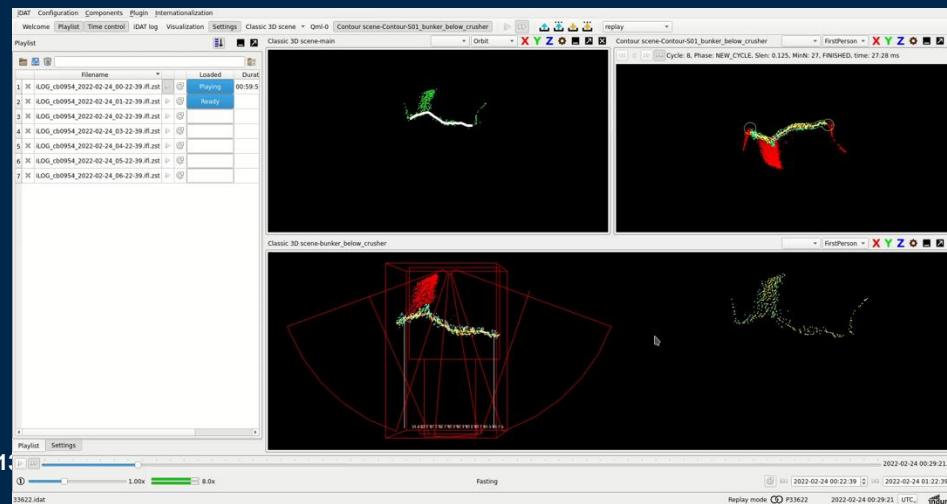
Detección de
obstrucciones





Control de nivel de material en la recámara

Perfil de nivel 2D para seguir el comportamiento del proceso en tiempo real



Otro
sensor



Perfil de nivel 2D

Contenedores virtuales para visualizar el perfil de nivel de material sobre el alimentador de cinta/plataforma

- Medición de nivel de material 2D precisa y robusta
- Sigue en tiempo real la dinámica de la cámara de la bóveda

RECONCILIACIÓN DE FMS Y PLANTA

Control predictivo del FMS <> Estación de chancado <> Planta
Administrar Carguío & Acarreo <> Administrar Chancador <> Administrar loop de control planta

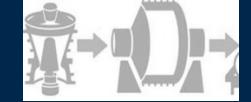
Control dinámico de alimentación de ROM



Loop de control inteligente del CRUSHER



Aumentar la eficiencia de la planta (OEE)



CASO

¿Cuál es el desafío?

reducir la VARIACIÓN
reducir la COLA

reducir la VARIACIÓN DE CARGA
detectar BLOQUEOS

cumplir con el objetivo de OEE
AUMENTACIÓN DE MATERIAL constante

OBJETIVO

¿Qué lograr?

mantener PLAN
administrar ROM
reducir la VARIACIÓN

mejorar el tratamiento del MINERAL
evitar correas/fajas vacías
aumentar el MTBF y la vida útil

aumentar el rendimiento y la OEE
mejorar el uso de ROM y reservas
optimizar la integración de FMS

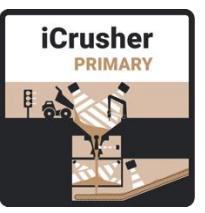
MEDIOS

¿Cómo atacar?

conocer CAPACIDAD & TASAS
identificar carga BAJO DEMANDA
actualizar ALGORITMOS

escanear DUMP POCKET 3D
utilizar RADAR 3D ROBUSTO
integración a FMS y SCADA

control ENTREGA DE CAMONES
monitor CRUSHER 4D
push AUTOMATIZACIÓN



Casos de Éxito

- 92% de camiones descargados en meno de 20 seg.
 - Reducción de dispersión

- Detección de bloqueos
 - Semáforo automático
 - Operación remota

Green Light Waiting Time Range [s]	Manual - green light waiting time [s] (%)	Automatic - green light waiting time [s] (%)
[0-20]	52%	92%
[20-40]	1%	0%
[40-60]	2%	0%
[60-80]	2%	0%
[80-100]	1%	0%
[100-120]	0%	0%
[120-140]	1%	0%
[140-160]	0%	0%
[160-180]	0%	0%
[180-200]	0%	0%
[200-220]	0%	0%
[220-240]	0%	0%
[240-260]	0%	0%
[260-280]	0%	1%
[280-300]	1%	0%
[300-320]	1%	0%
[320-340]	1%	0%
[340-360]	1%	0%

Success Story: Operación Minera en Perú
Detección de camiones, detección de bloqueos, niveles 2D y 3D

Indurad

Detección de bloqueo
Automatización del semáforo
Operación remota

Indurad part of Bühler

- Reducción eventos críticos de bloqueo:
- ningún bloqueo crítico registrado
- Reducción del 10% duración de intervención del martillo rompercasas

- Uso sistema automático de control de descarga de camiones:

Incremento desde 30% a más de 80% gracias a medición robusta y confiable, inclusive a través del sistema de aspiración de agua

Success Story: Operación Minera en Chile

Detección de camiones, detección de bloques, niveles 2D y 3D

Sensores Indur instalados en el techo del edificio de trituración con visión directa en la cavidad de descarga

HMI con mapas de altura 2D y 3D, estadísticas y KPIs relevantes para la operación

Indurad part of Hexagon

- +25% camiones/hora
 - Operación autónoma

- Control de niveles
 - Detección de bloqueos
 - Input para gemelo digital

Desafíos de la operación de Stockpiles/Domos/Silos

Captura de la realidad digital para la toma de decisiones

Falta de visibilidad del volumen real de material

- Escaso aprovechamiento del volumen a disposición.
- Dificultades para estimar con precisión la cantidad de material disponible.
- Ineficiencias en la planificación / logística de carga y alimentación a planta.

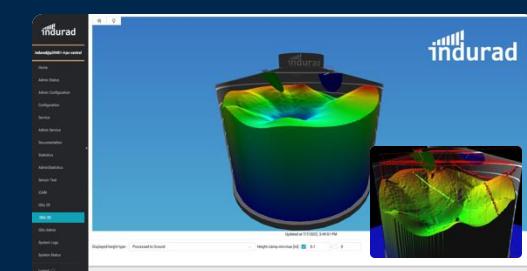
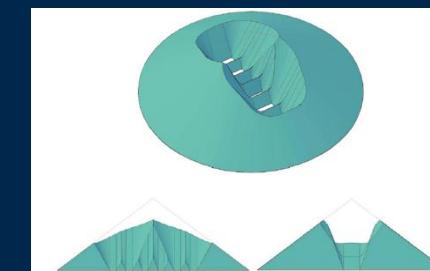


Seguridad operacional y acceso restringido

- Riesgos para operadores al realizar mediciones manuales.
- Ambientes polvorrientos y de baja visibilidad complican las inspecciones.
- Detención de las operaciones para permitir mediciones

Descoordinación entre procesos aguas arriba y aguas abajo

- Incertidumbre en disponibilidad de mineral/material impacta la continuidad operacional.
- Sobrecarga o subalimentación de chancadores y sistemas de transporte.
- No hay datos en línea para automatización / gestión de pedidos



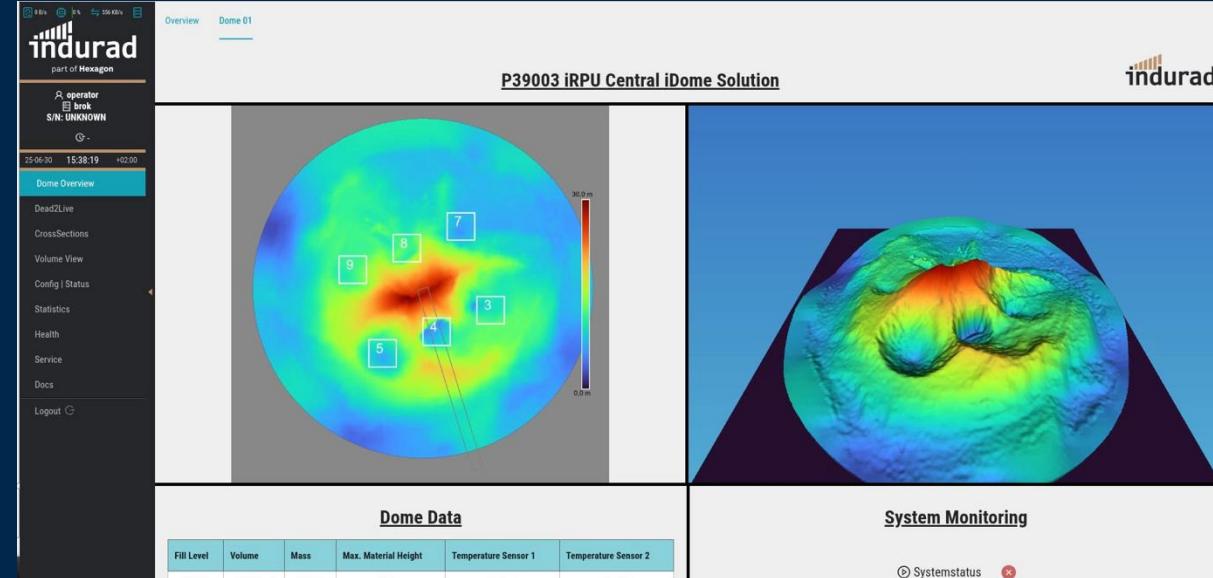
Dificultad para gestionar mezclas de material o "blending"

- Control limitado de leyes y características del mineral almacenado.
- Afecta la eficiencia del proceso metalúrgico posterior / de embarque.



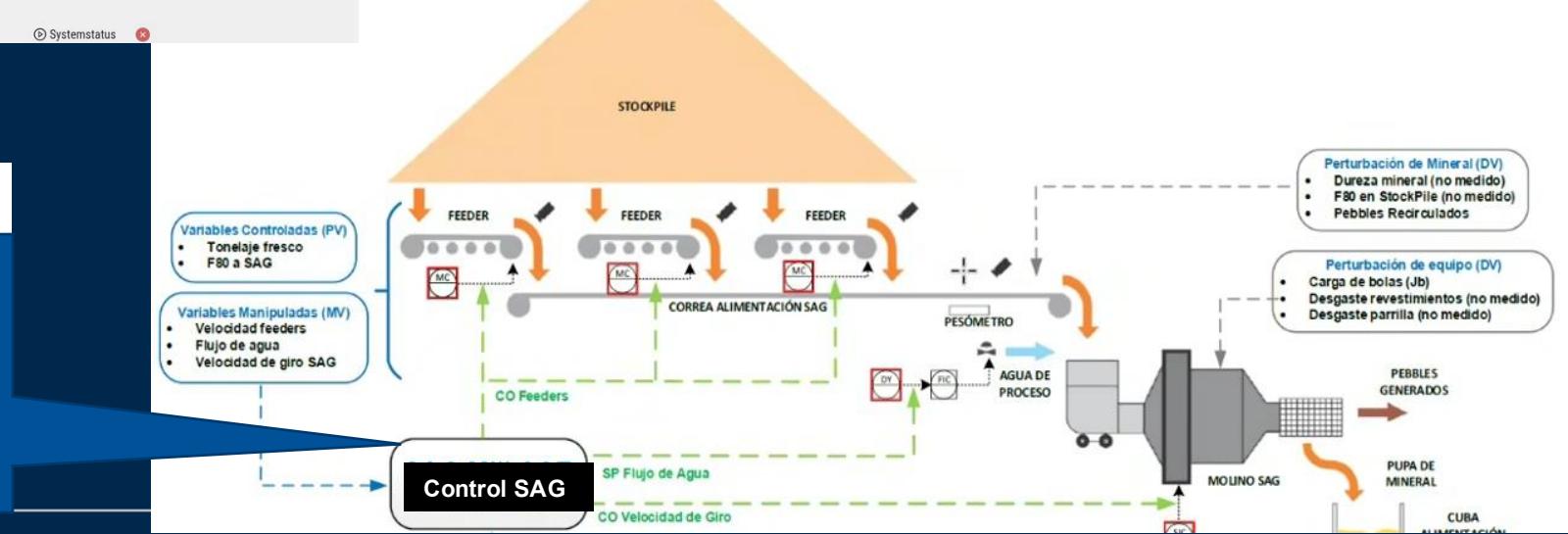
Caso de Éxito: Operación minera en Chile

Optimización de proceso



Integración con APC

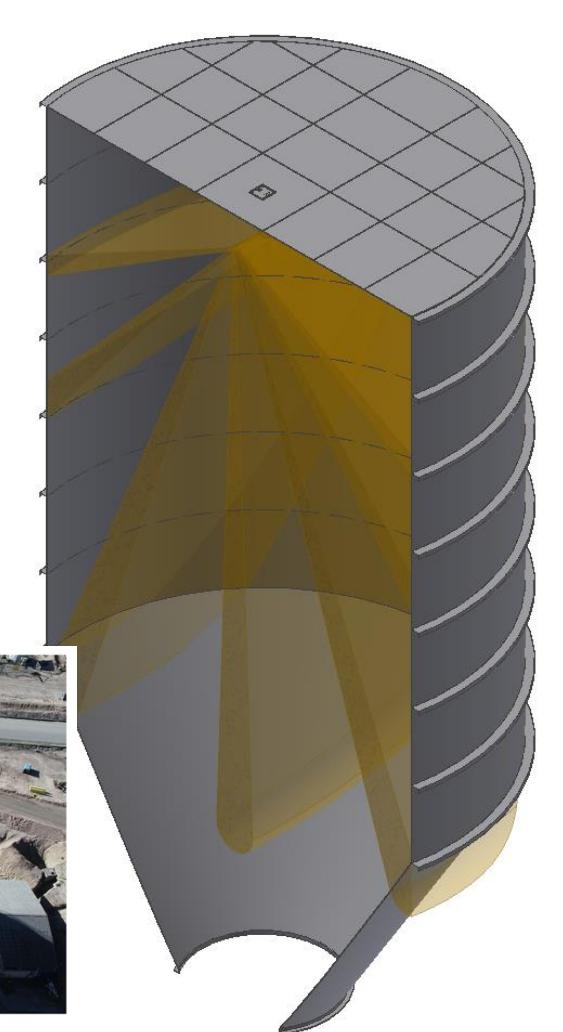
Detección de rat holes y conos invertidos
 Análisis en tiempo real de PSD con camaras
 Split en los alimentadores para reducir la variabilidad del F80 y controlar el material alimentado al SAG



Caso de Exito:iSilo 3D, 2x Silos de Cal, Collahuasi, Chile

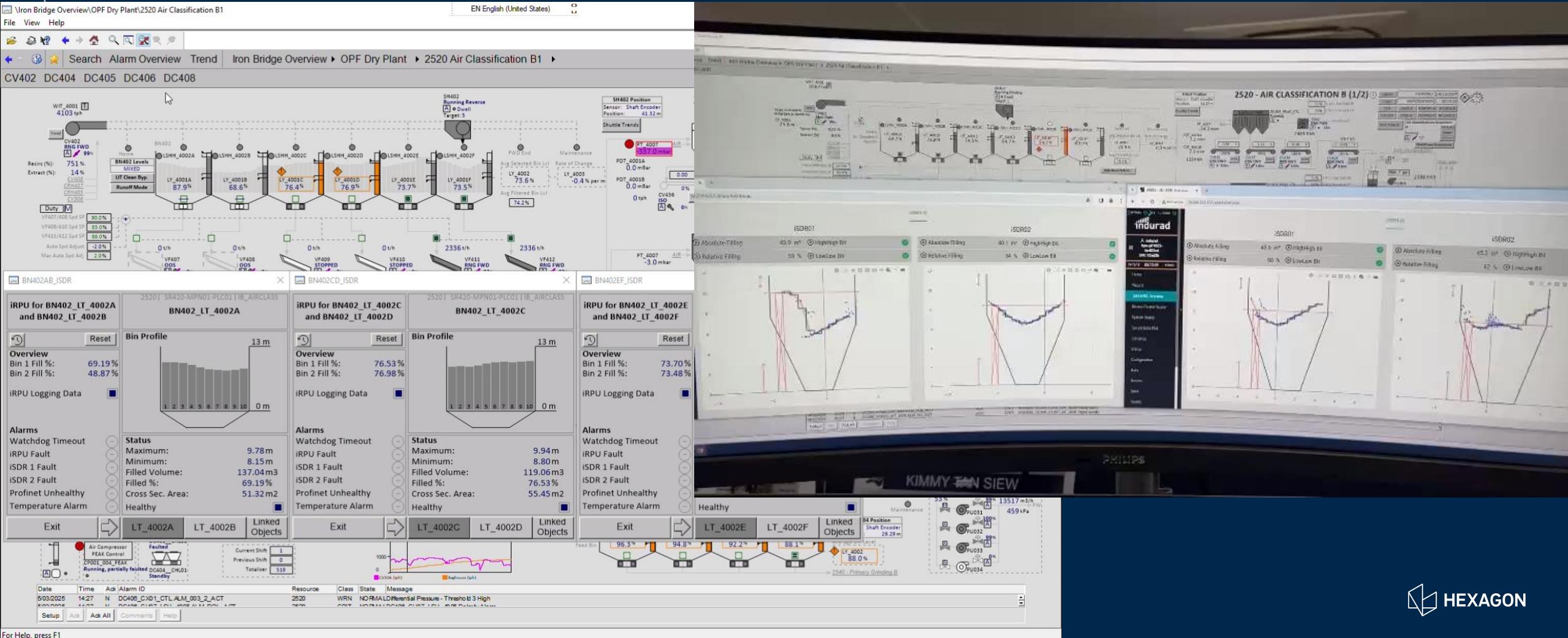
2x Silos Cal con Ø 12m, 2x radares iSDR-P 3D

T





Caso de Éxito: FMG Iron Bridge Level2D



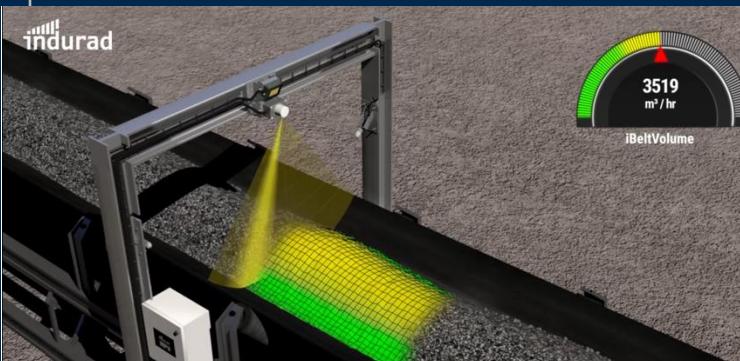


Bandas Transportadoras

Medición del flujo volumétrico de material iBeltVOLUME-SPEED

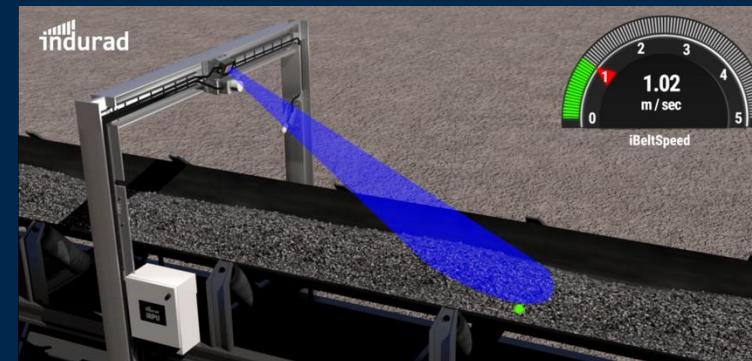
iBeltVOLUME

Aumenta la productividad del sistema haciendo funcionar las correas con una carga volumétrica óptima



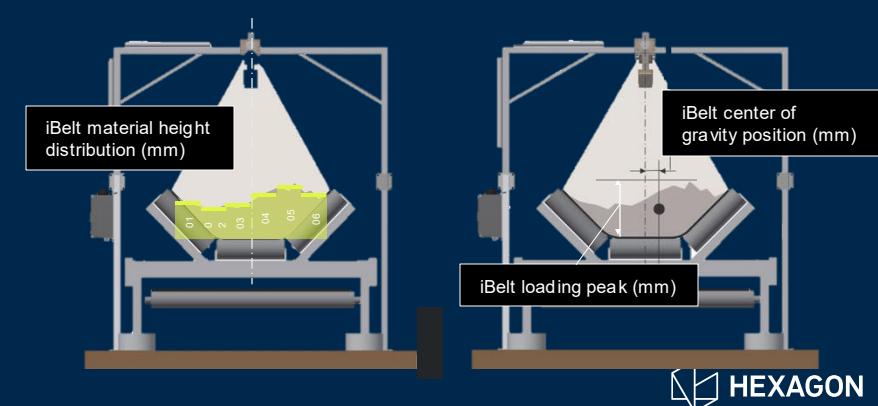
iBeltVOLUME-SPEED

Aumenta la fiabilidad de la medición de la velocidad de la correa incluso en secciones con deslizamiento de la banda o deslizamiento del material



iBeltVOLUME-ADVANCED

Optimiza la alimentación mediante el control de la distribución del material en la cinta transportadora



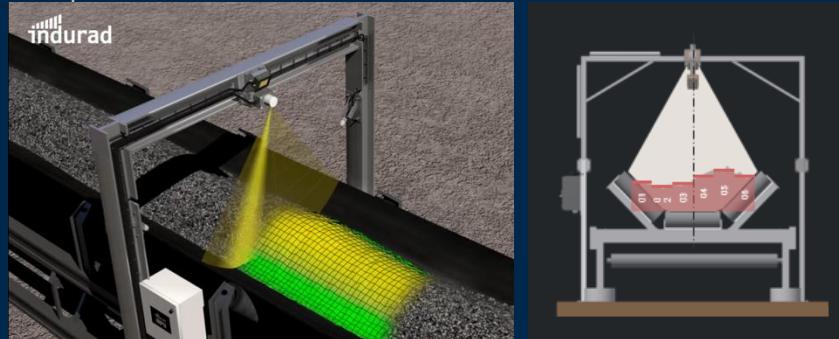
iBelt



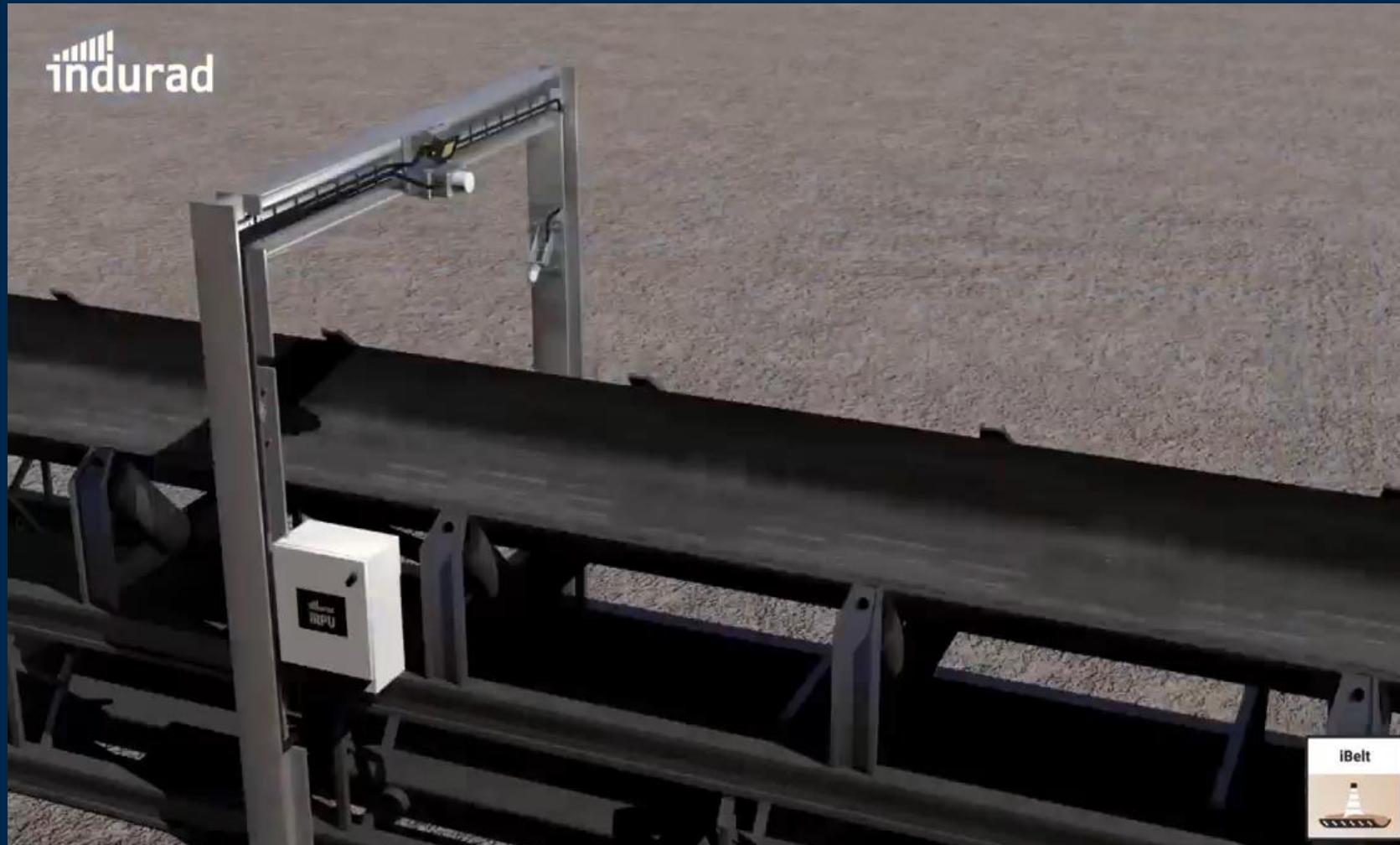
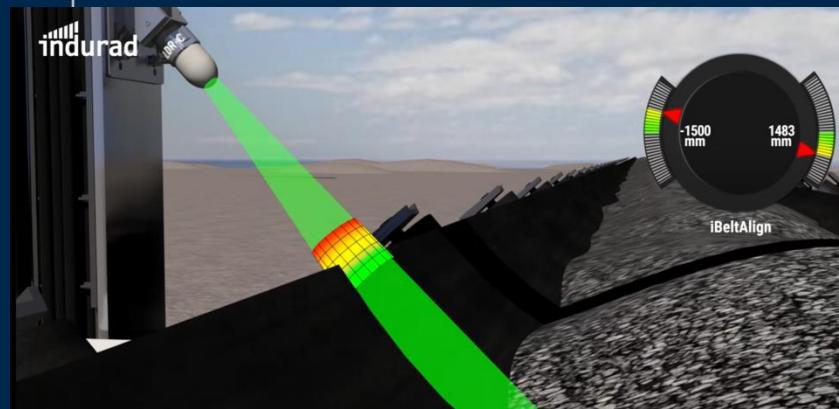
Flujo de material y desalineamiento

Medición de volumen a granel, velocidad del material, desalineamiento basada en radar

Flow and Material Profile



Contactless Belt Misalignment

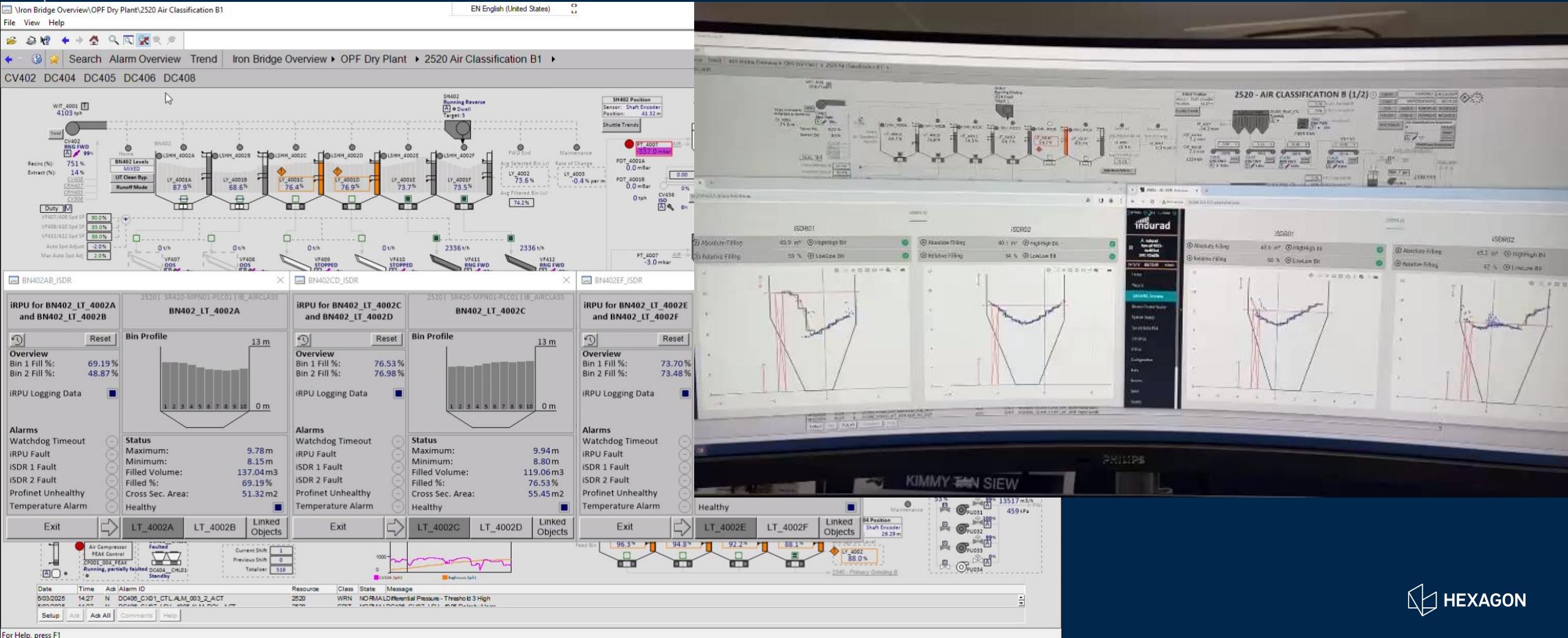


iApron

2D

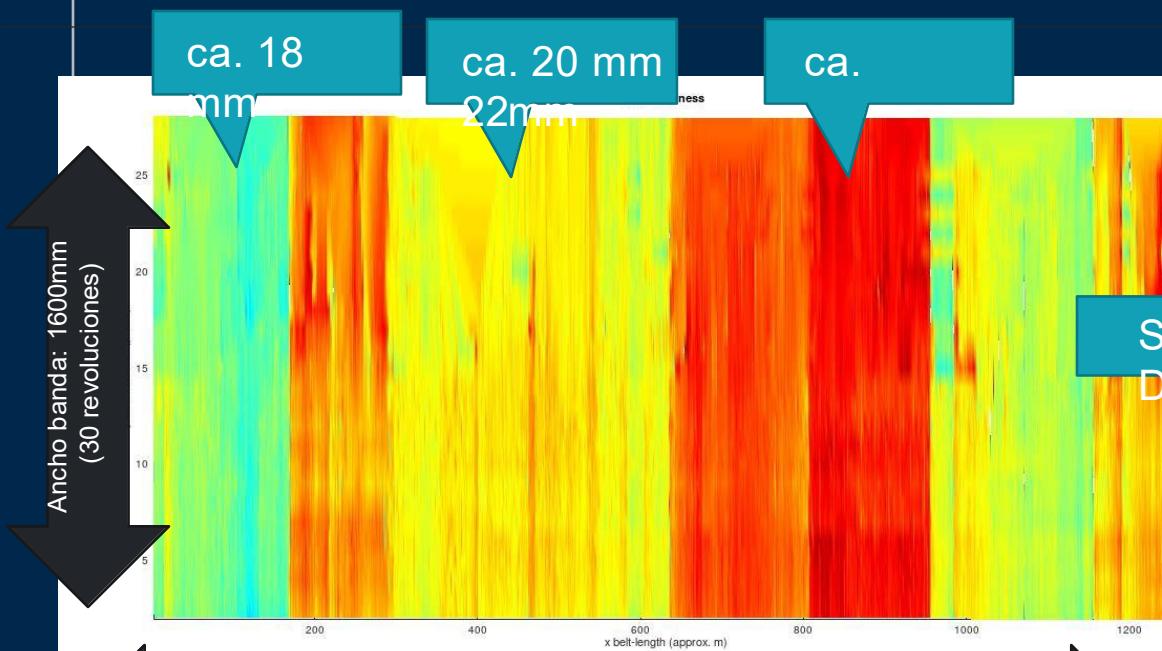


Caso de Éxito: FMG Iron Bridge Level2D



Reto: Desgaste en Bandas

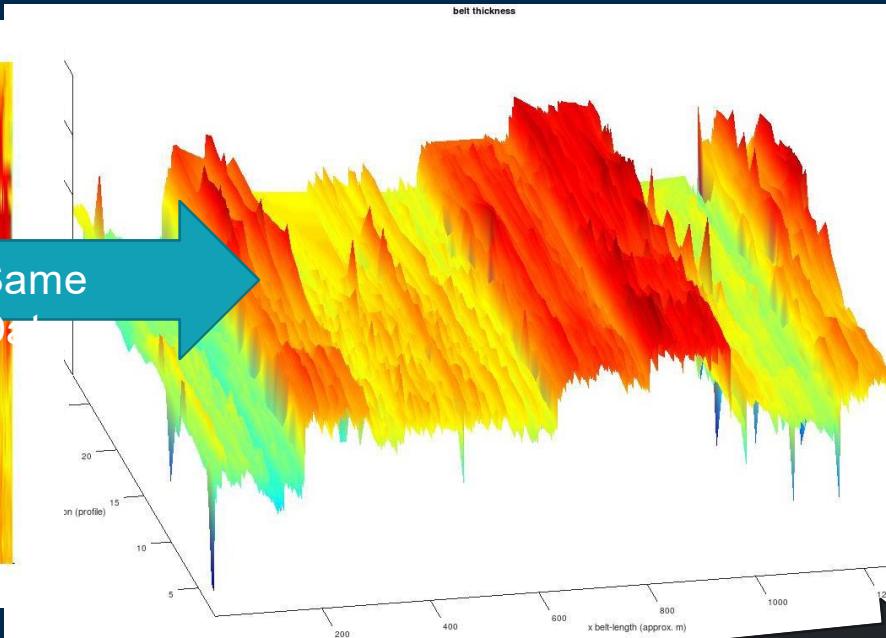
2D Visualización



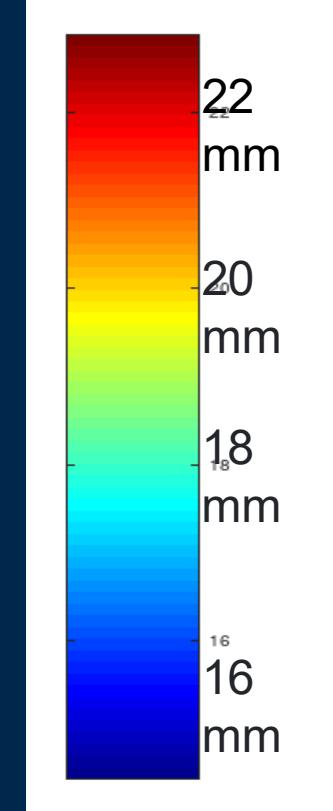
Belt length:
1250m



3D Visualización (Datos Sin Filtrar)



Belt Thickness Scale

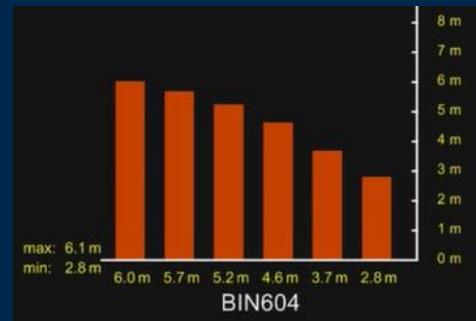




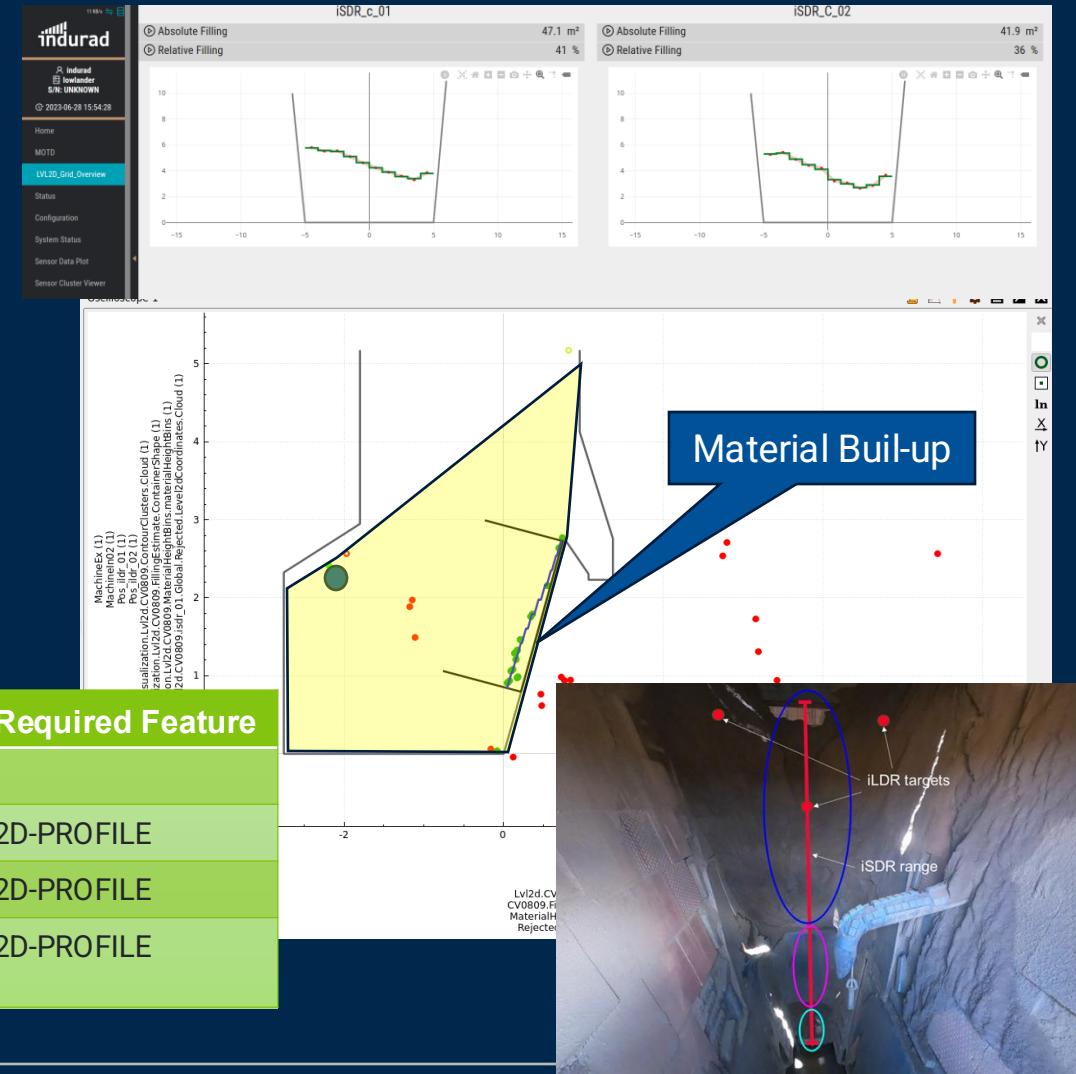
Retos: Chutes

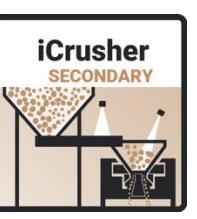
iLDR(1D) | iSDR(2D)

- Polígono para el contorno de la tolva/conducto
- Detección de múltiples niveles
- Hasta 260 contenedores/zonas por sensor
- Detección de bloqueos
- Detección de material muerto (acumulación)

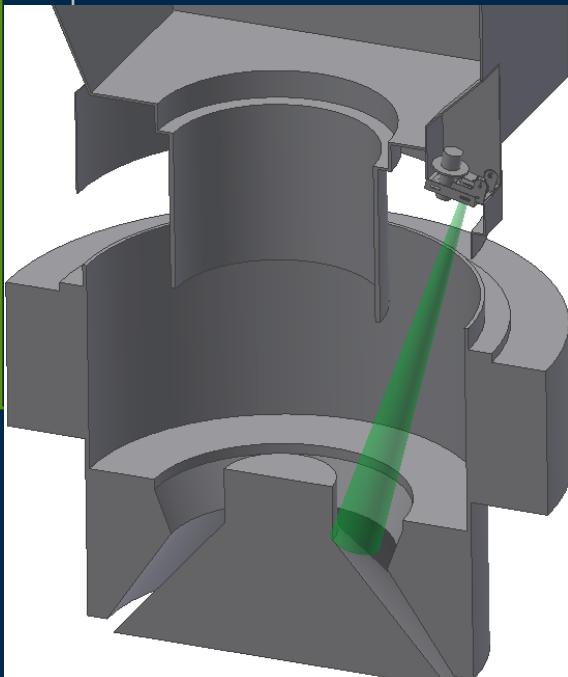


Features	Required Feature
2D-PROFILE	
2D-BINS	2D-PROFILE
2D-FILLING	2D-PROFILE
2D-DEAD-MATERIAL-DETECTION	2D-PROFILE

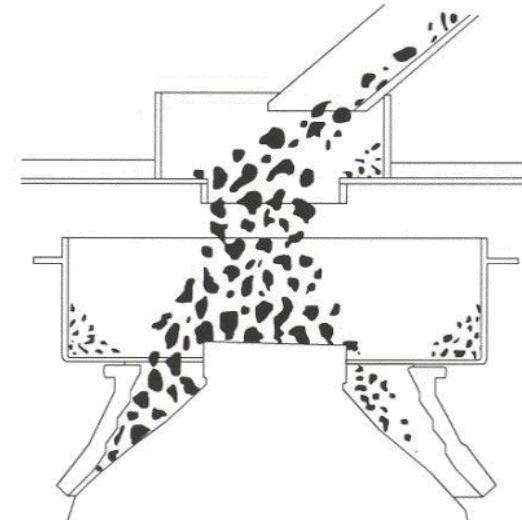




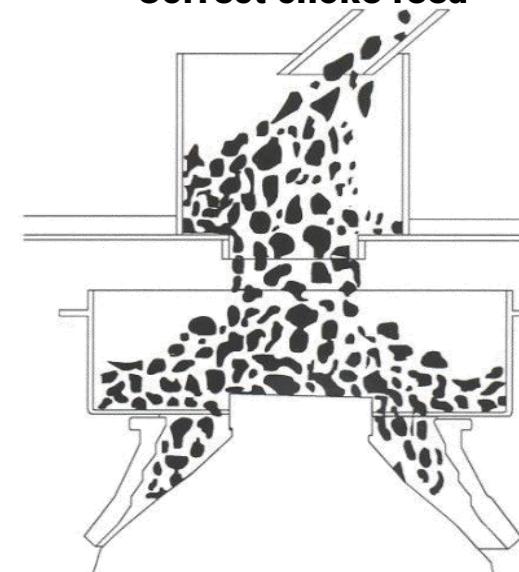
Reto: Control de flujo en chancadora secundaria



Incorrect choke feed



Correct choke feed



Choke Feed Correcto

El llenado y el nivel de la cámara de trituración deben mantenerse siempre. Esto garantiza un procesamiento eficiente del material al maximizar la trituración entre partículas, mejorar la distribución del tamaño de las partículas, reducir el desgaste del revestimiento y el rebote del anillo y maximizar el rendimiento y la eficiencia energética.

Instrumentación correcta para el trabajo

Los sensores de radar indurad son instrumentos de alto rendimiento y están diseñados específicamente para aplicaciones mineras. Superan a otros radares de nivel comúnmente disponibles en velocidad de medición, precisión y confiabilidad



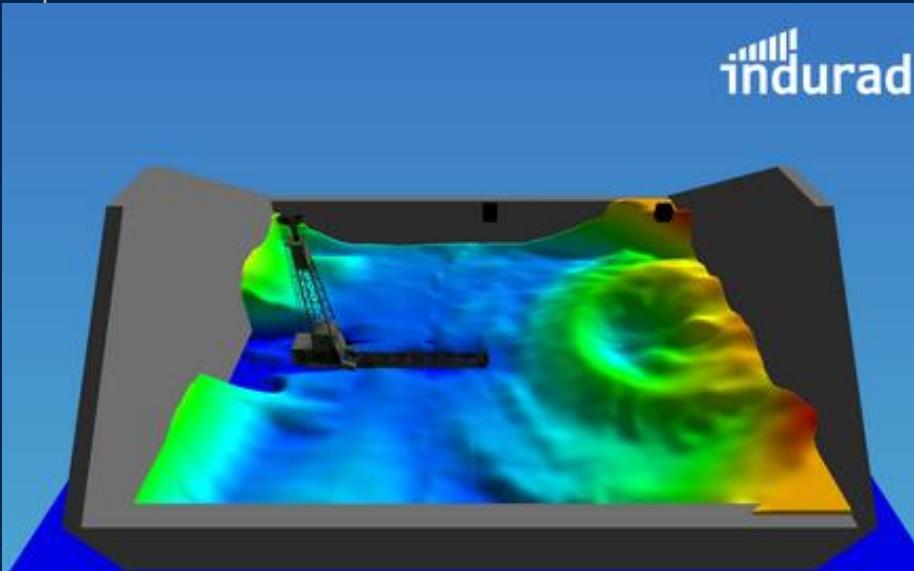
Reto: Datos del estado de la carga en cribas online



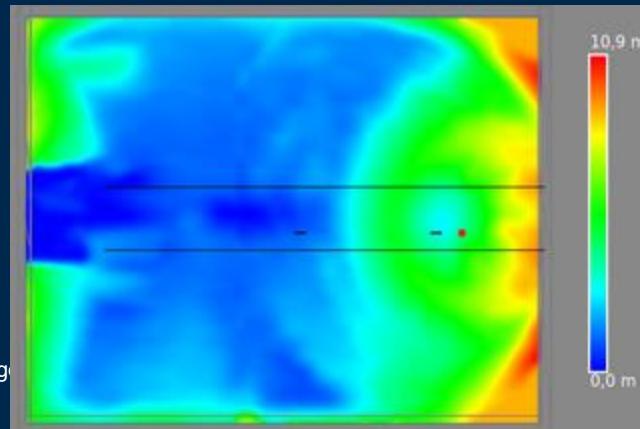


Reto: Inventarios 4D y control de calidad

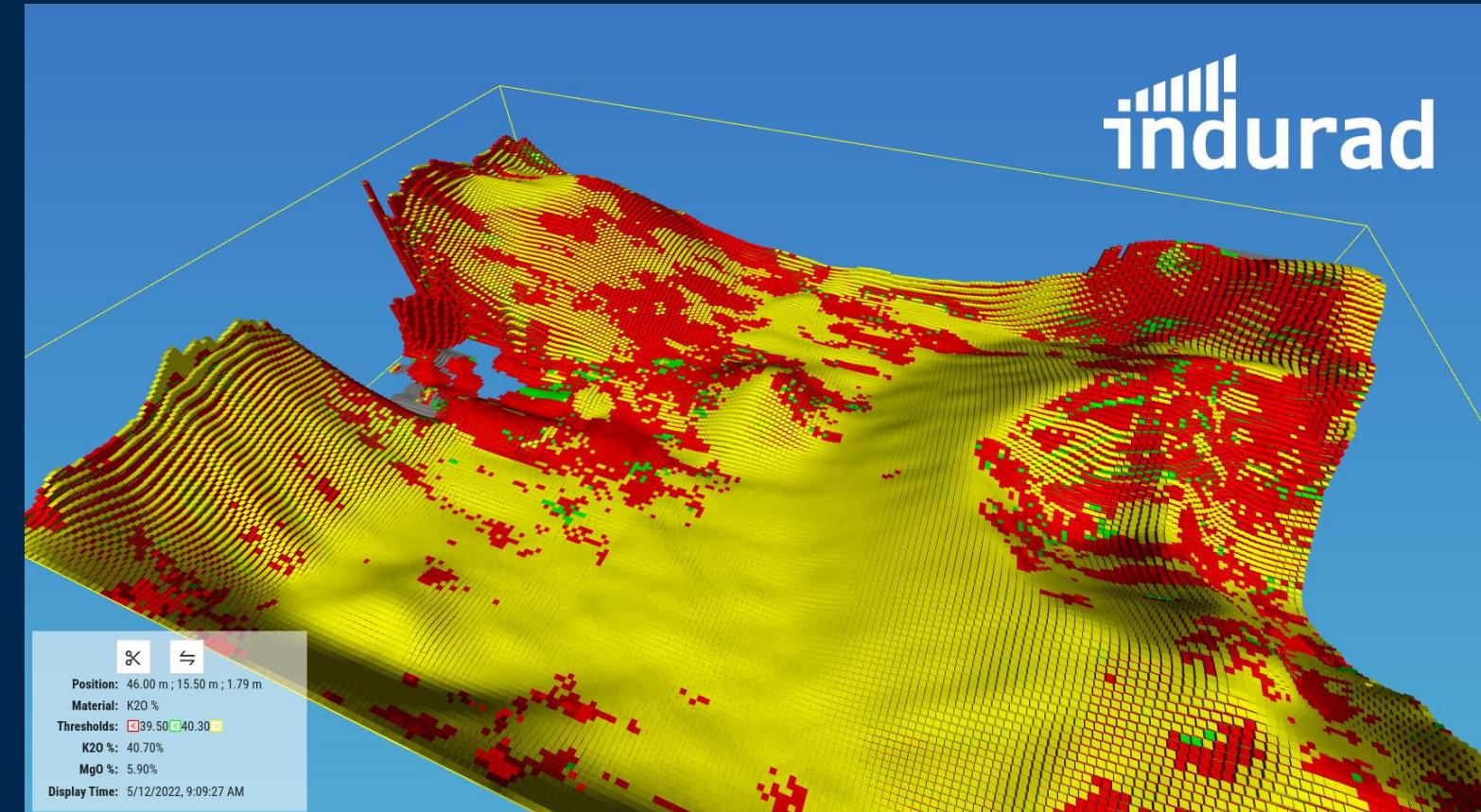
Reserva de sal en Alemania



Control
Inventario
2D/3D
Diseños



27 | hexagon



Control de calidad de iStockpile: Distribución de las propiedades de los materiales

