



LOS PELAMBRES
Juntos Somos Futuro

+ Seguros
+ Sustentables
+ Productivos

Estrategias de Mantenimiento Mayor Molinos SAG

Agosto 2024 | Sebastián Villagra Baldizán

CONTEXTO

Datos

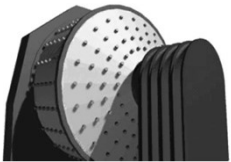
Tonelaje Procesado = 200 k TD
Disponibilidad Planta = 93 – 94%

N° Mantenciones por año

8 MMayores al año de 80 horas.
9 MMenores al año de 24 horas.

Equipos

SAG 1/SAG 2/ SAG 3 = 36' x 19'.
SAG 4 (Inco) = 38' x 19'.





MANTENIMIENTO MAYOR SAG 2 JULIO 2024



2017 - 2023



Cantidad de revestimientos cilindro 144 piezas

Dotaciones : 50 operativos

Cantidad de Giros: 4

Marzo 2023

Resumen del evento

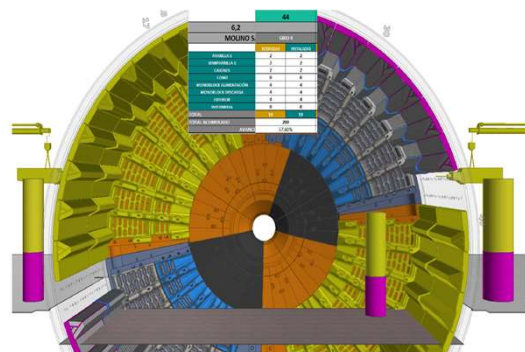
ID del incidente	269482
Tipo de incidente	Accidente de Alto Potencial
Tipo de lesión	Accidente sin Lesión Daño a equipos NO
Fecha	17-03-2023
Gerencia / SI / Empresa	Gerencia Mantenimiento/ SI Ejecución/ CAINSA

¿Qué pasó?
 Durante trabajos de cambio de revestimientos en tapa de alimentación de molino SAG 003, trabajador de la EECC Cainasa se posiciona sobre escalera ubicándose a una altura de 2,9 [m] para instalar perno, antes de bajar de la escalera le entrega barretilla a su compañero que se encontraba a nivel de piso, al intentar posicionarse para bajar, el trabajador pierde el equilibrio y resbala desde el pedáneo inferior a una altura de 2,3 [m] tratando de afirmarse de revestimiento, cayendo de costado a nivel de piso.
 El trabajador queda un minuto en el suelo, posteriormente sale por sus propios medios del molino y es trasladado a policlínico



Cantidad de Giros: 4

Septiembre 2023 – Trabajo Estandarizado



Cantidad de Giros 10

Cantidad de revestimientos cilindro 77 piezas

Futuro

MANTENIMIENTO MAYOR SAG 2 JULIO 2024

RESUMEN DE EJECUCIÓN

Planificado **88.00 hrs**
 Real **101.9 hrs**
 Desviación **13.9 hrs**

CAUSAS DE DESVIACIONES

Causa	Horas
Instalación	8,8
Prepar. Robot	4,9
Extr. y Botado	4,1
Delta entre act.	3,6
Destroque	2,23
Bloqueo	1,73

DELTA Y OPORTUNIDADES

- + Corte y retiro de tuercas sin oxicleante.
- + Botado de pernos sin torchar en el interior.
- + Instalación de revestimientos sin perno inclinado.
- + Trabajo estandarizado nos permitió acortar la brecha acumulada.
- Post mortem de la actividad y taller de lecciones aprendidas programada 01 de Agosto.
- Incremento del rango de trabajo inferior del robot
- Asegurar el correcto posicionamiento inicial en fila de trabajo simulada y validada por Mills/MIRS
- Eliminación de interferencias previas al mantenimiento de cambio de revestimientos en SAG1 y SAG3:

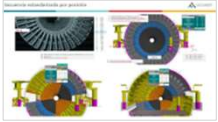
DEVIACIONES DEL PROCESO

Interferencias en estator **Imposibilidad sector flange** **Configuración robot** **Alcance Filas**

Proceso Estandarización Cambio Revestimiento Molino

Iteración N°1

- Actividad a estandarizar.
- Identificación diseño revestimiento.
- Diseñar Secuencia estandarizada.



- Confección Estándar
- Organigrama
- Estrategia roles



- Método – Layout 5S
- Confirmaciones proceso 5S



- Estrategias de control (rutinas)
- Confirmaciones rol y proceso Estándar

- Bajada información
- Entrenamiento roles proceso estándar a equipo de personas.



Cambio Cultural en el Trabajo Estandarizado



Bajada de información



Confirmación de rol y procesos al líder mecánico



Reuniones con proveedores

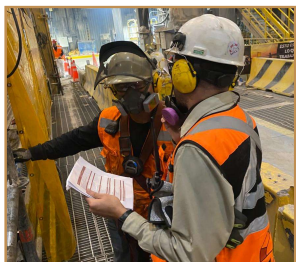
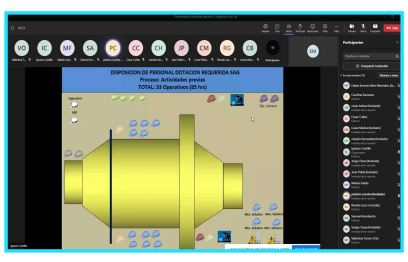


Creación del estándar

Ejercicio didáctico con líderes

Revisión post mantenimiento

¡Trabajo en equipo, éxito de todos!



Cambio Cultural en el Trabajo Estandarizado



Desafíos Iniciales:

Resistencia al Cambio: Trabajadores con años de experiencia eran escépticos.

Preocupaciones Comunes: Miedo a no adaptarse a nuevas tecnologías.

Bajada de información



Estrategias Implementadas:

Comunicación Abierta: Reuniones semanales para explicar beneficios del proceso.

Capacitación y Educación: Programa de formación continua, teórica y práctica.

Integración de Personal: Mezcla de trabajadores jóvenes y experimentados.

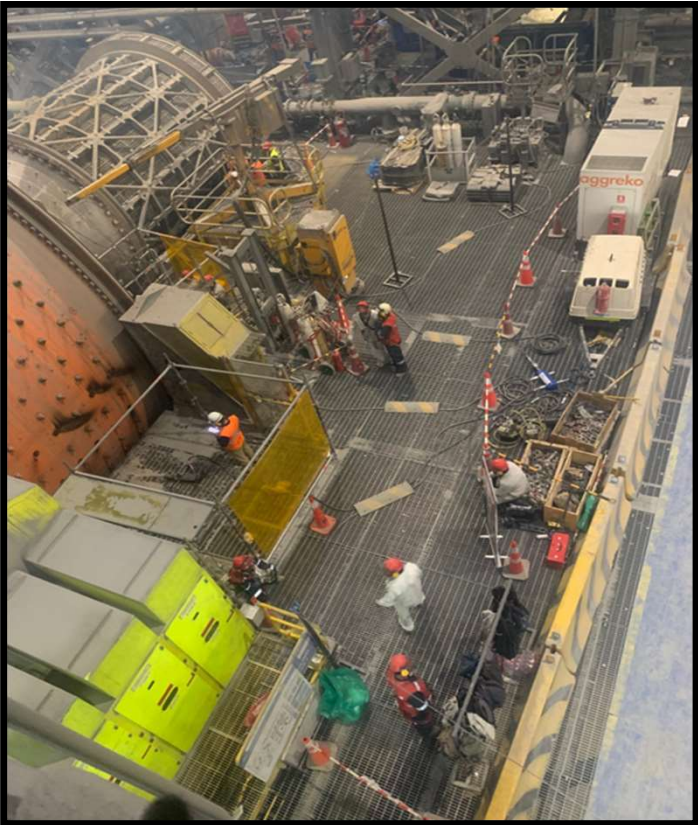
Reconocimiento y Recompensas: Incentivos para adopción de nuevas prácticas.



Confirmación de rol y procesos: Se realiza confirmaciones de roles y procesos, con la finalidad de decirle a los trabajadores que han hecho bien y que pueden mejorar, además de recibir sus feedback y oportunidades de mejora al proceso

Implementación 5S Cambio Revestimiento Molinos SAG

Antes



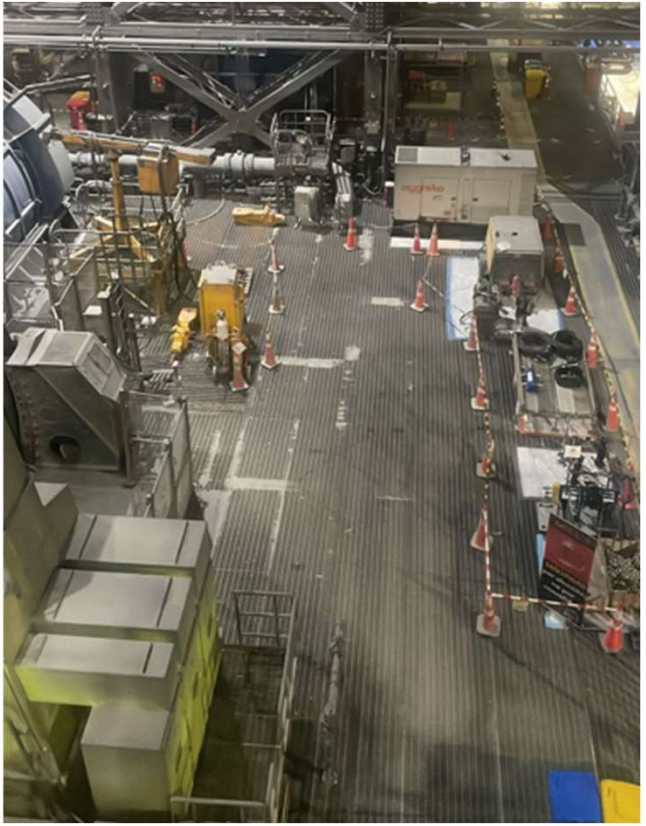
- No existe posición u orden lógico para cada componente.
- Herramientas de 40 kg en el piso.
- Repuestos con difícil alcance.

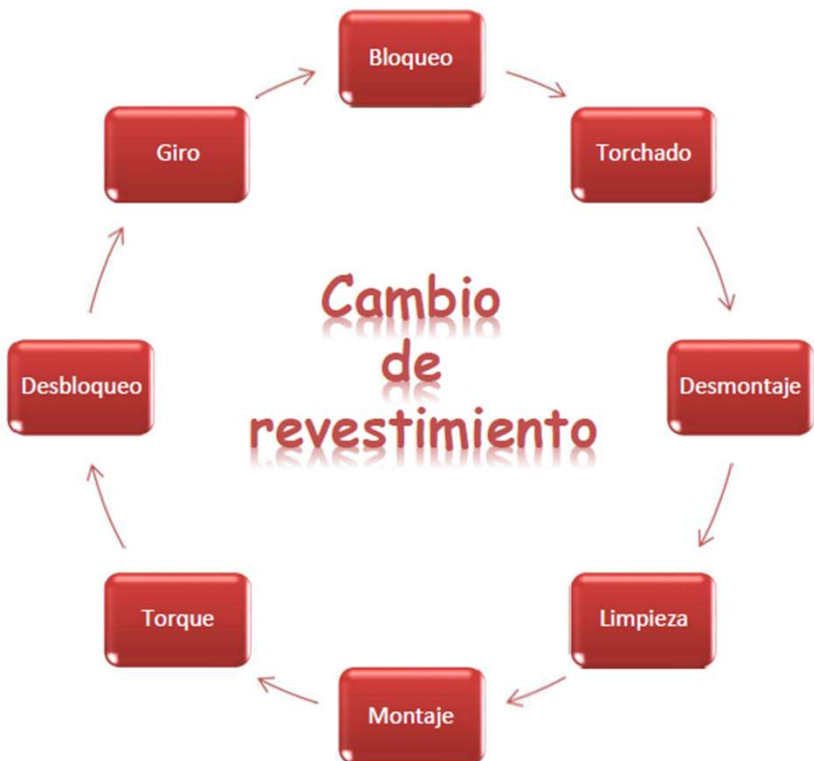


Después



- Orden lógico para cada componente, demarcado con color según layout 5S.
- Repuestos en posición específica con fácil alcance y menor trayecto para adquirirlo.
- Herramientas y mangueras neumáticas en atriles, mejorando orden y ergonomía.





Cambio de revestimiento

Etapas de la actividad

22 Torque 0,7 [hr]

- Supervisor de torque: Previo al montaje, asegura que la llave de torque controlado se encuentre calibrada a tensión propuesta por el proveedor de revestimiento
- Tensión: 140.000 Lb/F
- Torque: App 4.500 Lb/ft
- Punto clave: Después de aplicar el torque controlado a cada perno, se debe aplicar una capa de pintura para marcar visualmente que el perno ha sido correctamente ajustado
- Andamio: Retiro de acercamientos liberados
- Punto clave: Una vez terminado el giro, llevar llaves de torque al banco de pruebas para recalibración
- Limpieza interior molino.

23 Desbloqueo giro n°1 0,25 [hr]

- Verificar que no exista ningún elemento que pueda interferir en el giro.
- Supervisor: Asegurar que todos los trabajadores implicados en la tarea desbloqueen
- Punto clave: A medida que se terminan las labores, el personal puede proceder a desbloquear

24 Giro n° 2 0,5 [hr]

- Supervisor: Coordinar con operador giro lento para posicionamiento correcto del molino
- Líder mecánico: Revisar posición del giro para seguir con el correcto montaje de revestimiento
- Supervisor: Dar visto bueno del giro para proceder a bloqueo
- Punto clave: Chequear energía cero por parte del supervisor

25 Bloqueo giro n°2 0,25 [hr]

- Supervisor: Chequear energía cero vía radial a sala de operaciones
- Eléctrico: Bloqueo eléctrico
- Mecánico: Bloqueo mecánico
- Andamiero: Instalar acercamientos
- Punto clave: Todo personal involucrado en el trabajo, debe bloquear con candados y tarjetas

26 Torchado giro n°2 2 [hr]

- Grúa horquilla: Posicionar extractor de aire en la boca del molino.
- Vigía espacio confinado: Medición de gases, apoyar con extintores y red húmeda.
- Mecánico exterior: Retiro de tuercas utilizando llave neumática 5980
- Punto clave: Uso de EPP para trabajo en caliente (máscara, respirador con filtro)
- Punto clave: Dejar un perno de seguridad

27 Botado de revestimiento giro n°2 2 [hr]

- Mecánicos: Botado pernos con martillo neumático MX 90
- Punto clave: Retiro personal interior molino
- Punto clave: En lugares donde no se pueda botar con martillo neumático, proceder a botar con maceta
- Punto clave: En caso del que el revestimiento no caiga, proceder a retirar tapón y golpear en esa posición
- Punto clave: Ninguna pieza del andamio debe interferir en el botado del revestimiento
- Punto clave: En simultáneo, señalero prepara revestimiento a montar al interior de nave

Etapas de la actividad

45 Bloqueo giro n°4 0,25 [hr]

- Supervisor: Chequear energía cero vía radial a sala de operaciones
- Eléctrico: Bloqueo eléctrico
- Mecánico: Bloqueo mecánico
- Andamiero: Instalar acercamientos
- Punto clave: Todo personal involucrado en el trabajo, debe bloquear con candados y tarjetas

46 Torchado giro n°4 2 [hr]

- Grúa horquilla: Posicionar extractor de aire en la boca del molino.
- Vigía espacio confinado: Medición de gases, apoyo con extintores y red húmeda.
- Mecánico exterior: Retiro de tuercas utilizando llave neumática 5980
- Punto clave: Uso de EPP para trabajo en caliente (máscara, respirador con filtro)
- Punto clave: Dejar un perno de seguridad

47 Botado de revestimiento giro n°4 2 [hr]

- Retiro personal interior molino
- Mecánicos: Botado pernos con martillo neumático MX 90
- Punto clave: En lugares donde no se pueda botar con martillo neumático, proceder a botar con maceta
- Punto clave: En caso de que el revestimiento no caiga, proceder a retirar tapón y golpear en esa posición
- Punto clave: Ninguna pieza del andamio debe interferir en el botado del revestimiento
- Punto clave: En simultáneo, señalero prepara revestimiento a montar al interior de nave

48 Retiro de corazas interior molino 1,25 [hr]

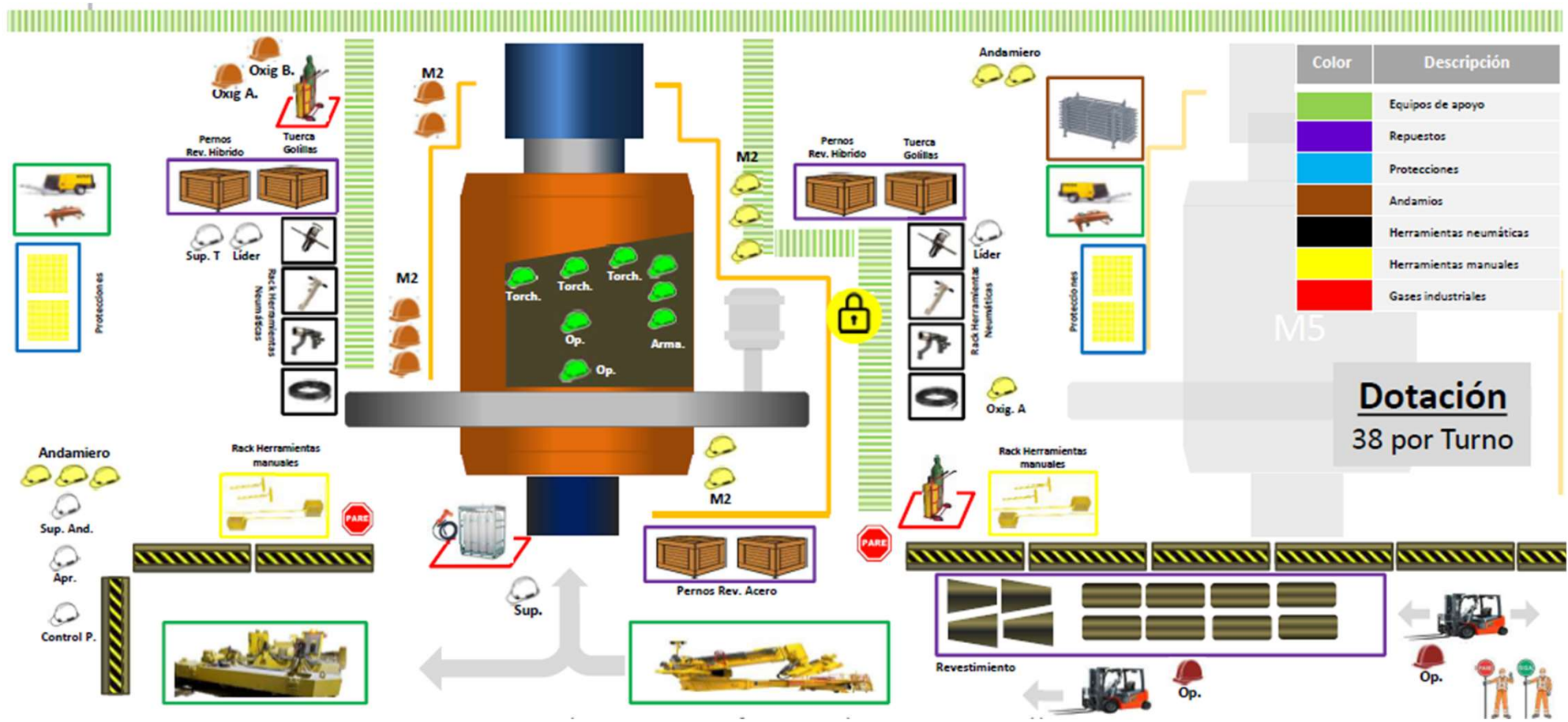
- Armador: Posicionar eslinga de cadena en orificio revestimiento y enganchar cadena a máquina lainera
- Lainero: Retiro del revestimiento con apoyo de lainera
- Operador grúa horquilla: Retirar revestimientos desde carro porta coraza
- Punto clave: Al realizar maniobra de estrobar, personal debe encontrarse en zona de seguridad

49 Trabajos exterior molino 1,25 [hr]

- Mecánicos: Limpieza mecánica y criogénica
- Mecánicos: Instalación de camisas en alojamientos desbocados
- Mecánicos: Limpieza de alojamientos
- Punto clave: Esta actividad se realiza en paralelo a "Retiro de coraza interior molino"

50 Lavado interior molino 0,25 [hr]

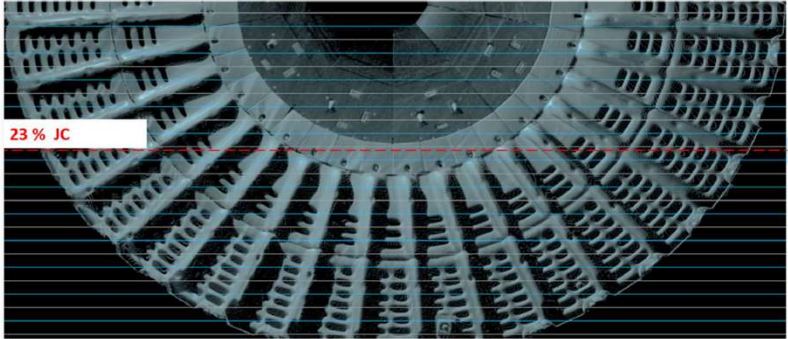
- Chequeo de backing
- Empresa Proclean: Lavado alta presión.
- Empresa de revestimiento con agua de proceso.
- Punto clave: Instalar tapones en alimentación para no mojar estator, en caso de ser necesario. (Solo de molino bolas 9)
- Punto clave: El lavado debe ser solo superficial, el lavado con alta presión será cuando se solicite con previo aviso.



Confirmación de rol Supervisor Cambio Revestimiento

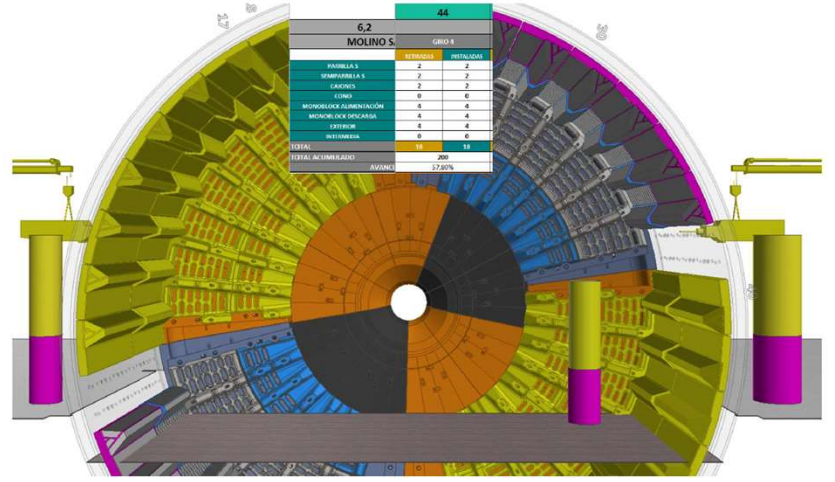
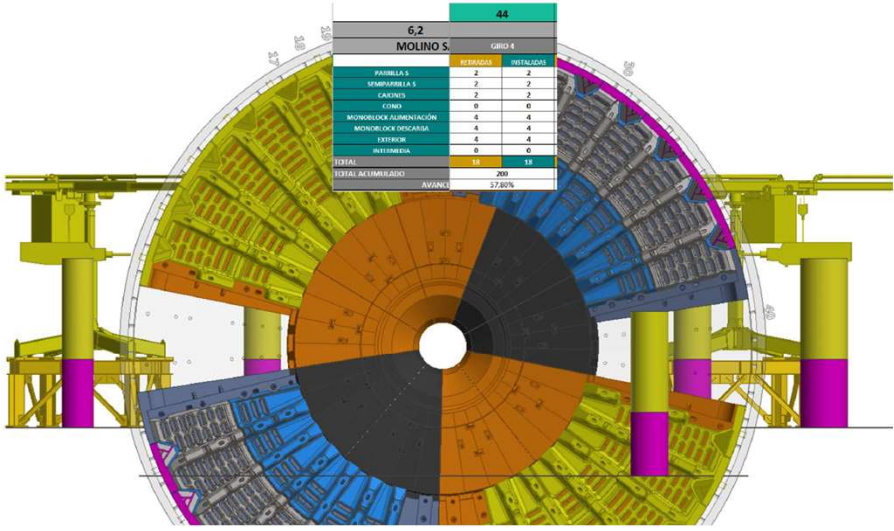
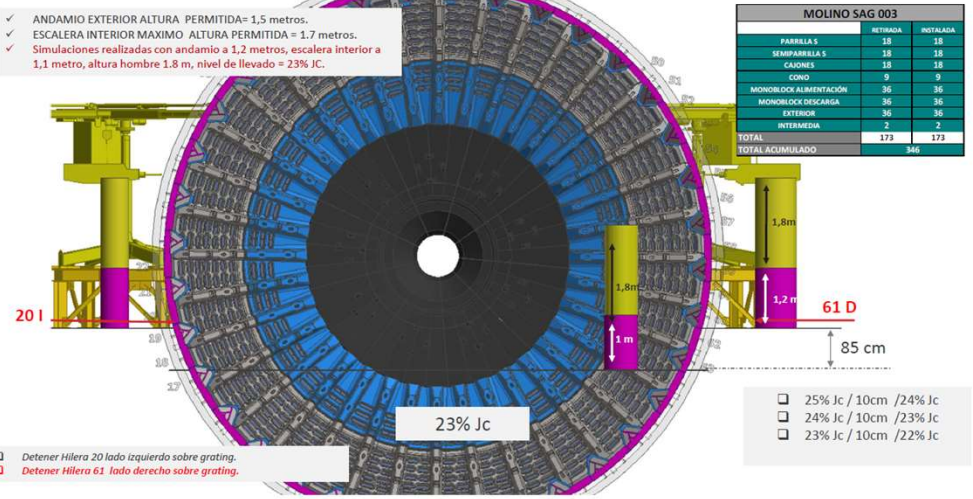
CHECKEO DE ESTANDAR POR ROL			
Rol a revisar: Supervisor	Responsable: Jefe de terreno		
Actividades Previas			
	SI	NO	OBSERVACIÓN
Llegar a las 7:30 para la firma de documentos			
Bloquear el equipo			
Realizar inspección del molino			
¿Se visualizan revestimientos rotos? (Con riesgo de desprendimiento)			
¿Existe proyección de caída de bolas?			
¿Quedó el molino con el correcto nivel de carga? (Sólo al recibir el molino, posicionamiento)			
Supervisar el correcto posicionamiento de maquina Lainera			
TORCHADO			
Revisar cada uno de los puntos torchados			
Se torcharon los pernos de las piezas revestimientos según secuencia?			
Se encuentra el sistema de extraccion de gases funcionando?			
BOTADO			
Entregar directrices claras a los lideres exterior molino para realizar el botado tomando en cuenta la mejor eastrategia y secuencia de montaje			
Aprobar el corte de pernos y tuercas en caso de ser necesario			
Asegurar que se deje un perno de seguridad			
LIMPIEZA			
Autorizar trabajos en piso inferior (avisar al loro vivo)			
Coordinar con los líderes donde partirá el proceso de montaje			
LAVADO INTERIOR MOLINO			
Chequear y aprobar lavado interior molino			
¿Se retiran trozos de backing?			
¿Solo se realiza limpieza superficial?			
MONTAJE			
Revisar el paso a paso del montaje exterior con los líderes mecánicos			
Supervisar trabajos interior molino			
¿Se coordina con las empresas externas desbloqueo anticipado para no interferir en el giro del molino?			
Solicitar apoyo en el montaje a supervisor de torque			
DESBLOQUEO			
Asegurarse de que todos los trabajadores desbloquen el equipo			
GIRO			
Chequear que el giro quede en condiciones para el montaje			

Secuencia estandarizada por posición

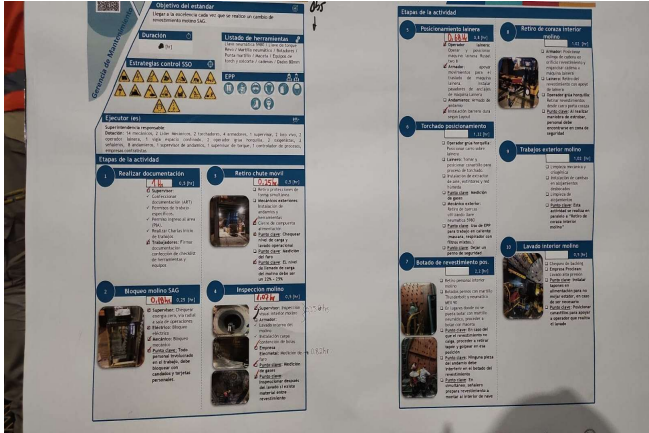


0.2	47.59%
0.4	45.19%
0.6	42.80%
0.8	40.41%
1	38.04%
1.2	35.69%
1.4	33.35%
1.6	31.05%
1.8	28.77%
2	26.52%
2.2	24.31%
2.4	22.15%
2.6	20.03%
2.8	17.96%
3	15.95%
3.2	14.00%
3.4	12.12%
3.6	10.31%
3.8	8.59%
4	6.97%
4.2	5.45%
4.4	4.04%
4.6	2.78%
4.8	1.67%
5	0.77%

- Nivel de llenado aceptable para trabajo de Cambio de Revestimientos JC 22% - 25%.
- Ideal 23% JC.
- Molino SAG debe ser llenado con Pebble.

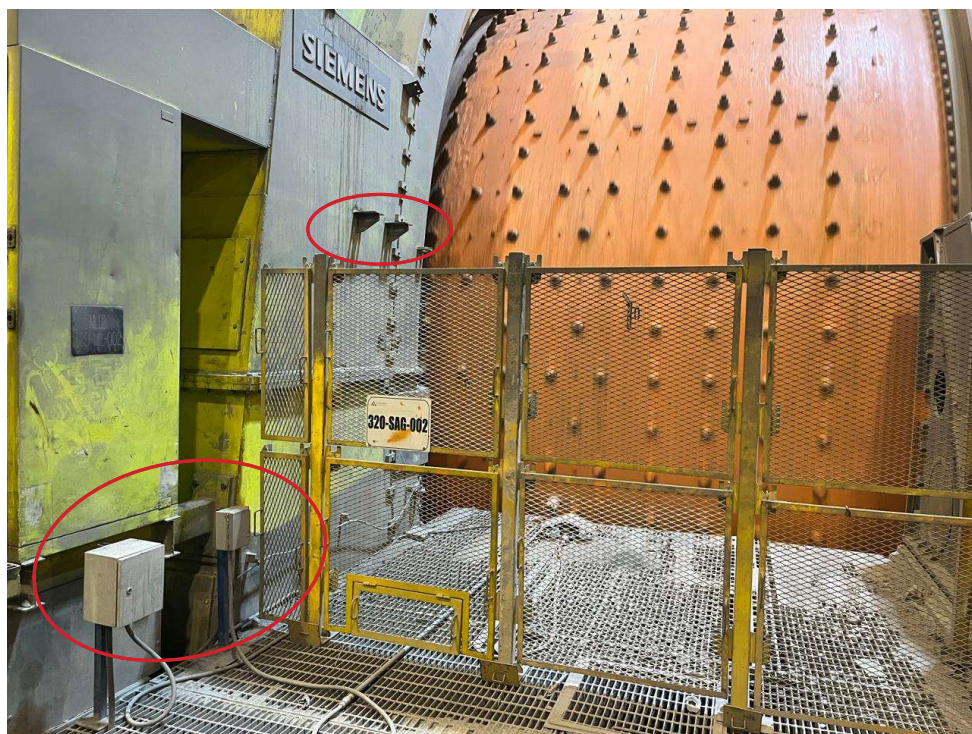


Registro de la información detallada y rutina control por posición.

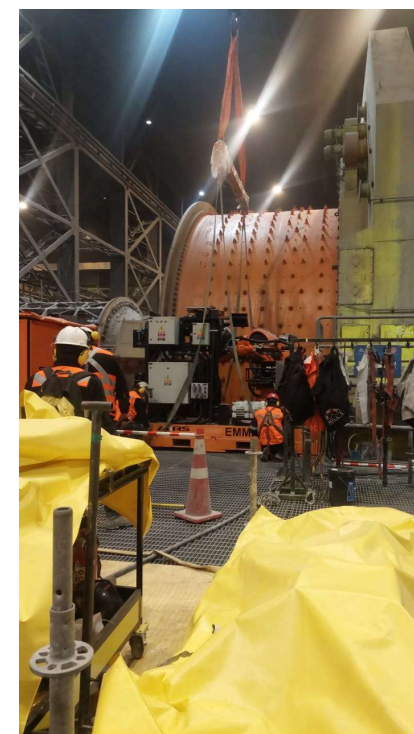
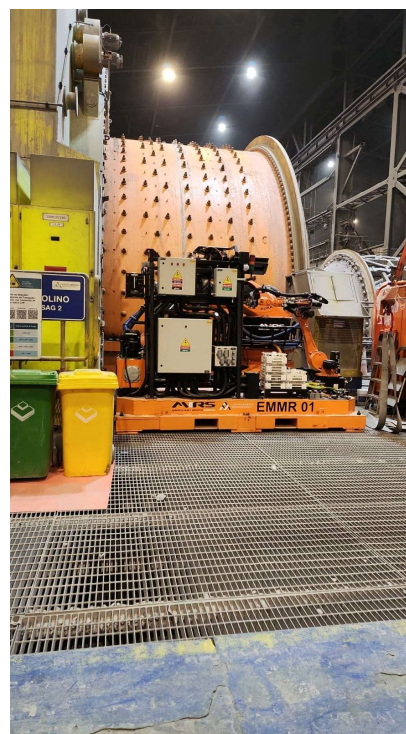


	GANTT	REAL	DIFERENCIA	HITO			
HORA INICIO	04-03-2024 20:55	05-03-2024 12:57	16:02	GIRO			
HORA TERMINO	05-03-2024 5:34		5:34	GIRO			
GIRO 1	TIEMPOS			PIEZAS			
8,64	REAL (min)	REAL (horas)	GANTT (horas)	GANTT	REAL	DIFERENCIA (horas)	OBSERVACION
GIRO 1 Y BLOQUEO	0:19	0,32	0,40			0,08	Se considera el giro (6 min) y bloqueo (13 min)
INGRESO LAINERA	0:00	0,00				0,00	
TORCHADO	1:26	1,43	1,56	19		0,13	13:17-14:43 Torchado. 13:40 inicio retiro de tuercas con llave neumática
BOTADO	2:53	2,88	2,08	19	19	-0,80	Problema con retiro de perno de parrilla que queda atascado, se procede a la utilización de martillo thunderbolt para su retiro. 17:20-17:35 atascamiento de perno parrilla
LIMPIEZA	1:00	1,00	1,4	19	19	0,40	16:36 inicio limpieza 17:36 termino limpieza. Durante la limpieza, se realizo el lavado del molino (17:15-17:36)
MONTAJE		0,00	3,2	19	15	3,20	
RETIRO LAINERA		0,00				0,00	
DESBLOQUEO		0,00	0,40			0,40	
Giro 1 real	5:38	6	Movimientos	38	34	3,41	
			Acum	76	73		

- El registro de la información es un aspecto clave para la continuación del ciclo.
- Se debe tener personas específicas para esta responsabilidad.
- Registro de grabaciones mediante cámaras instaladas en terreno.
- Rutina al terminar cada posición de molino, se toma acción de oportunidades inmediato.

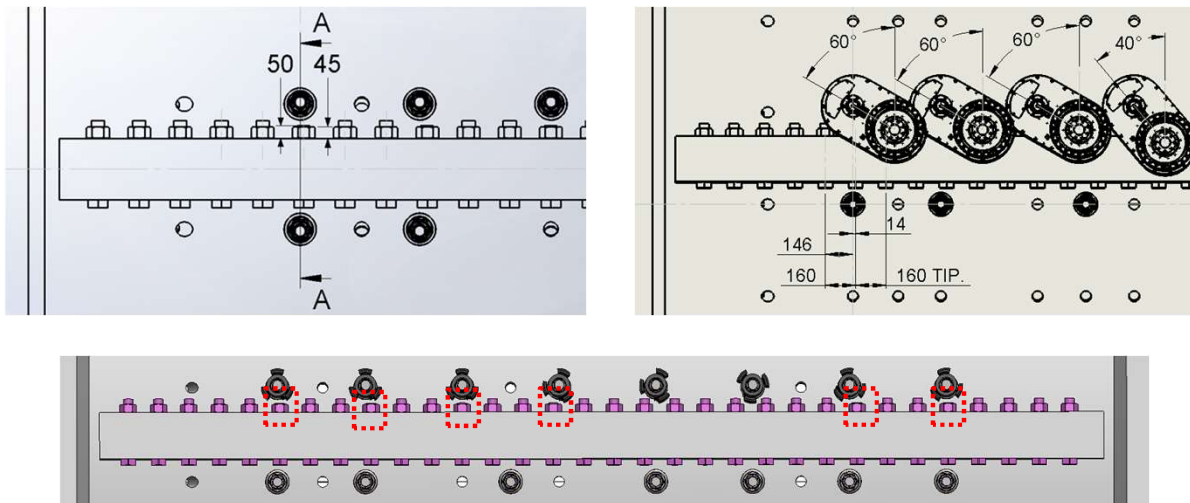


- Retiro de interferencias en estator no consideradas en carta Gantt
- Actividad es necesaria para posicionar robots en ubicación de trabajo. Se efectúa de manera tardía

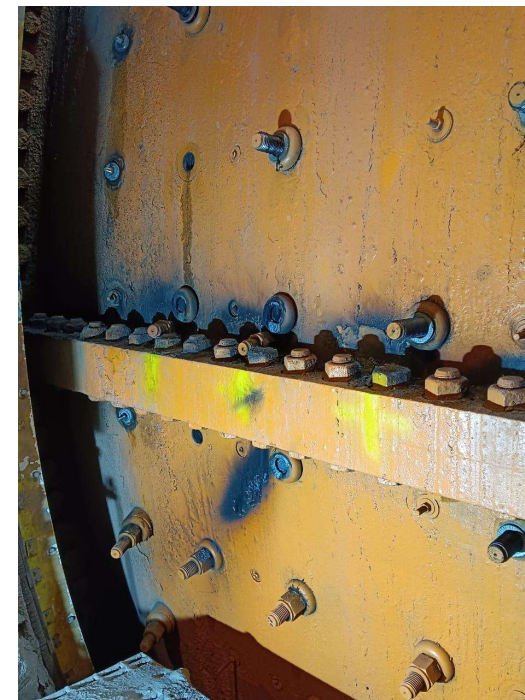


- Retraso en posicionamiento inicial de robots para puesta en marcha
- Inicio de la actividad a las 20:00 hrs LD y 21:00 hrs LI

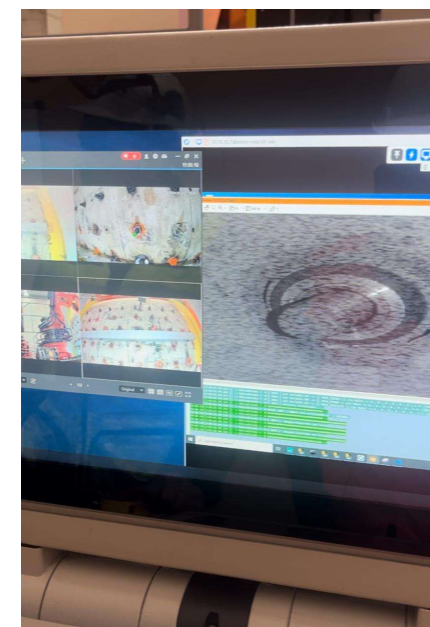
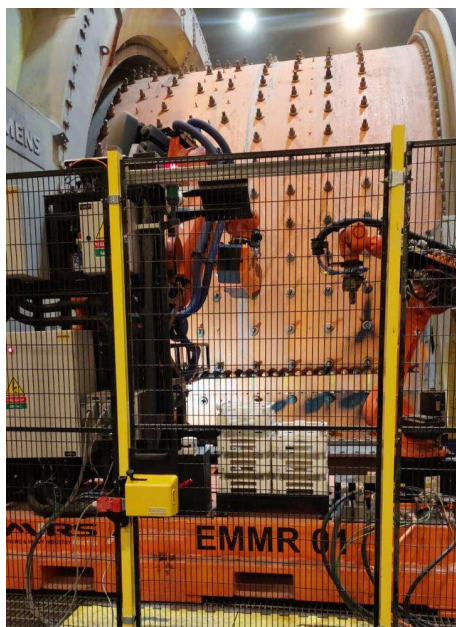
INTERFERENCIAS CON FLANGE



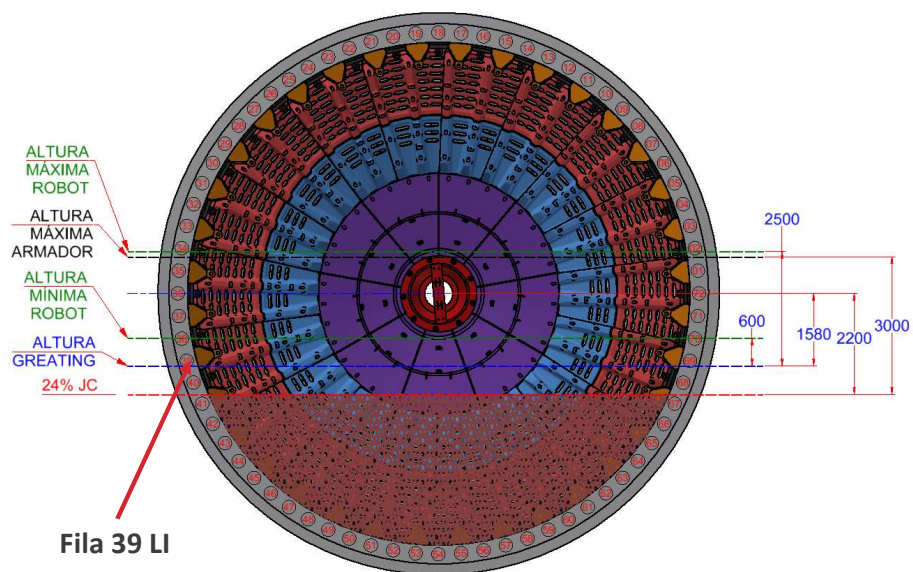
- Presencia de pernos de unión de flange dificultan ingreso de herramienta PDE (Extracción e instalación de tuercas)
- Se realizó trabajo previo para cortar secciones de hilo de pernos de unión según lo planificado
- Posición del flange en cada lado del molino dificultó la visión de cámaras del robot, generando posiciones adicionales donde robot no pudo realizar actividades de extracción e instalación
- Personal de Mills tuvo que ingresar a celda robótica para realizar corte de pernos, además de torqueo manual durante Posicionamiento y Giro 1



Giro	Intervención Mills	
	Extracción	Instalación
Posicionamiento	7	11
Giro 1	5	3
Giro 2	0	0



- Robot presenta problemas para realizar intervenciones correctas cuando se presenta flange de unión.
- Visión del robot es dificultada dependiendo de la altura en la que cámara del robot ataca flange para obtener ubicación del perno que debe procesar.
- Tuercas de anillo 2 lado alimentación no consiguen ser instalados durante giro 1. Debe obtener ayuda de forma manual para finalizar la actividad.
- Se reconfigura visión y en giro 2 robot logra realizar todas las tareas de forma independiente.
- Se debe incrementar rango de trabajo del robot en su límite inferior. Actualmente es 0.6 m.

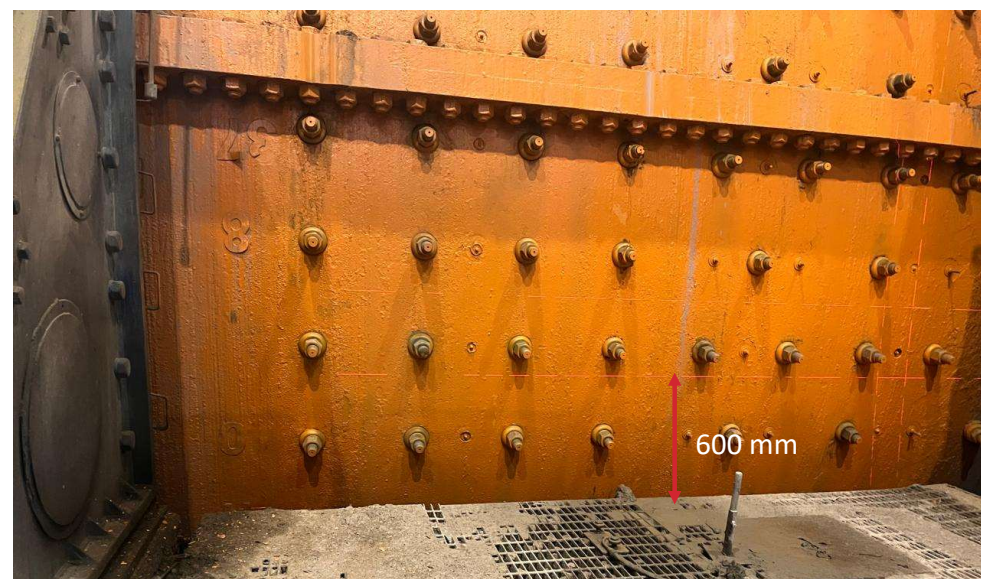
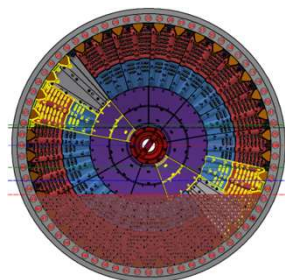
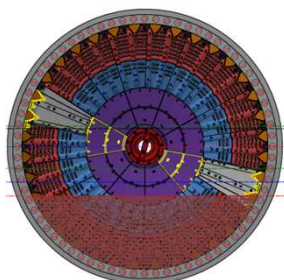
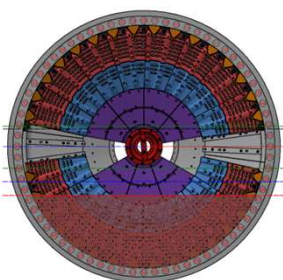


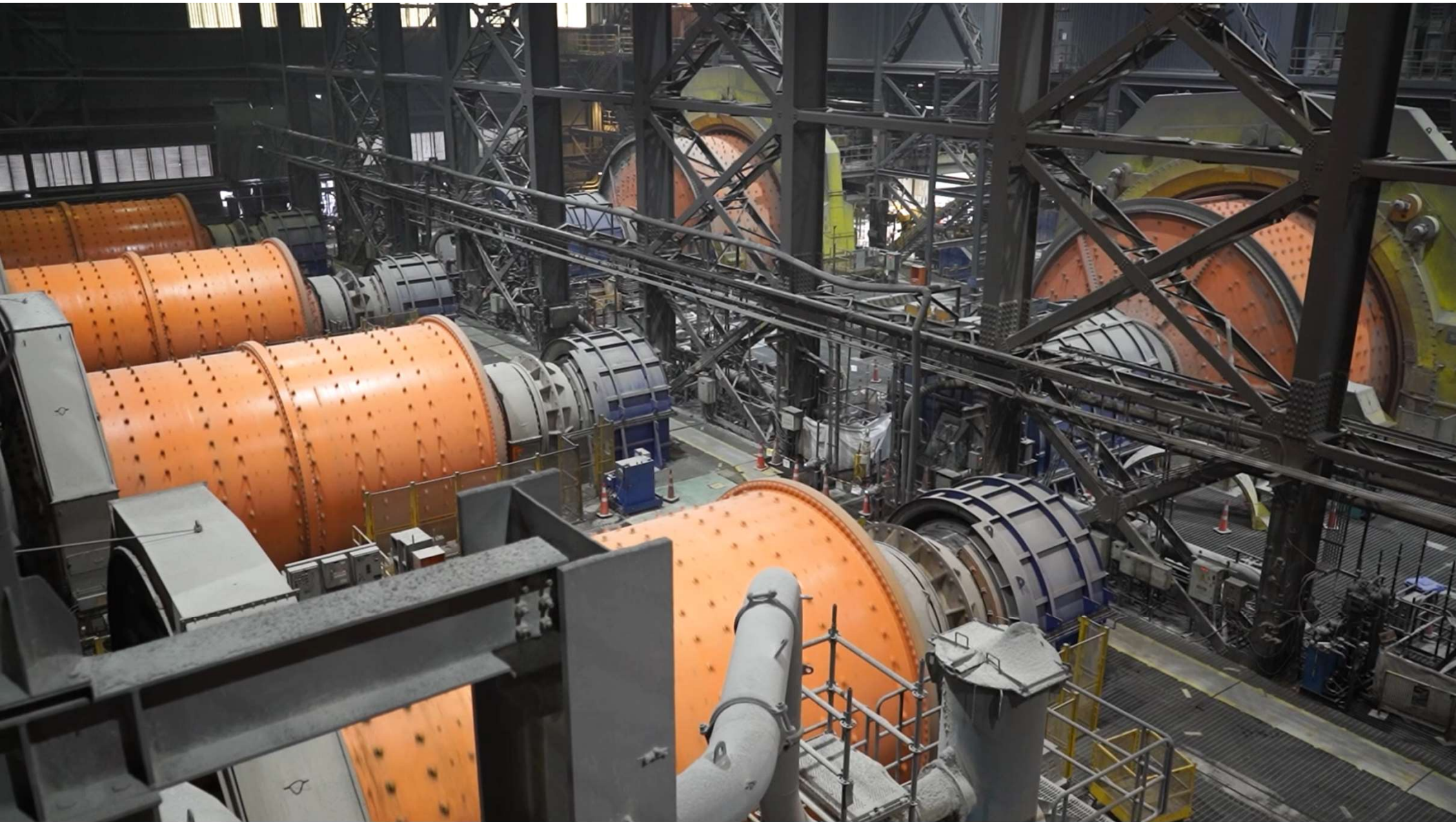
- Secuencia simulada indica detención en fila 39 LI. Esto permite atacar 4 filas con robot y Mills en cada giro.
- Mills posee limitante interna de máximo 3.0 mts para trabajos en altura.
- Robot posee limitante externa de mínimo 0.6m desde nivel de grating para poder atacar filas.

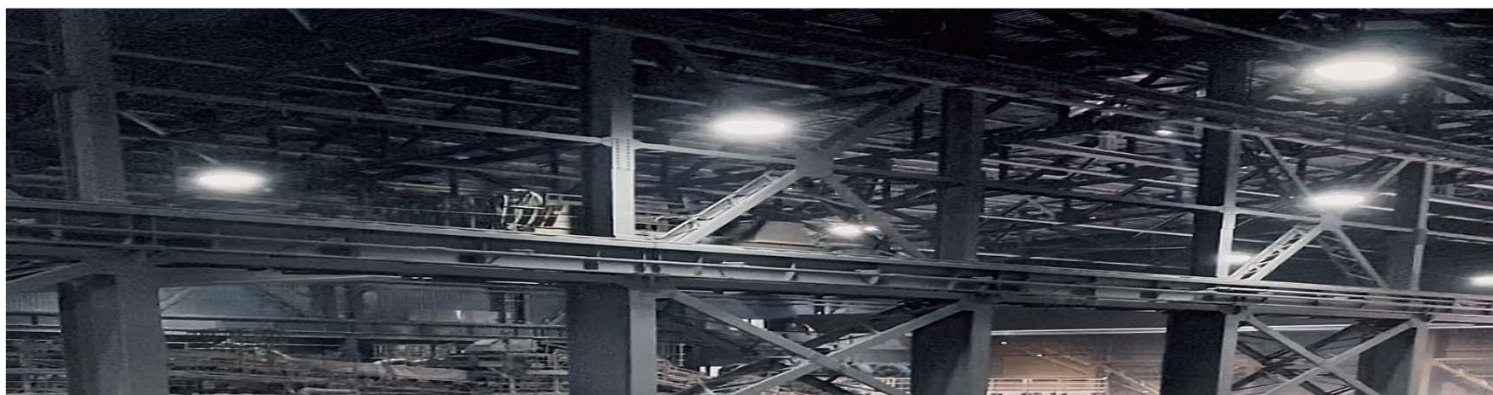
Posicionamiento

Giro 1

Giro 2







LOS PELAMBRES
ANTOFAGASTA MINERALS

Cambio de Revestimientos SAG 03
“Sistema de Apernado Exterior”





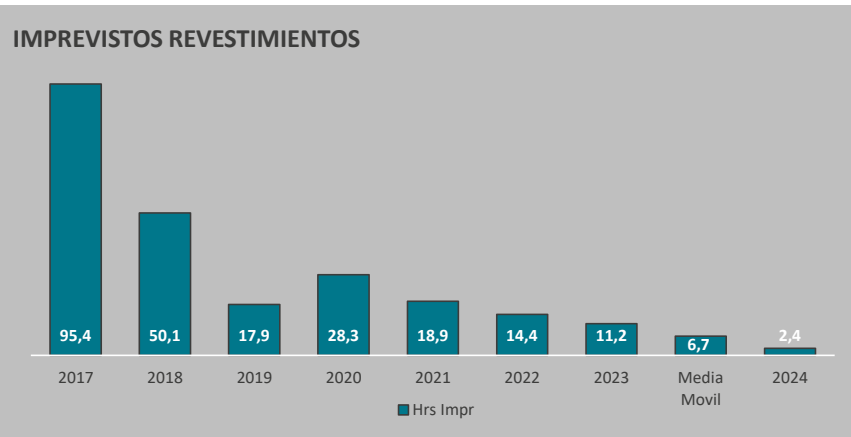
MANTENIMIENTO MAYOR SAG 2 JULIO 2024



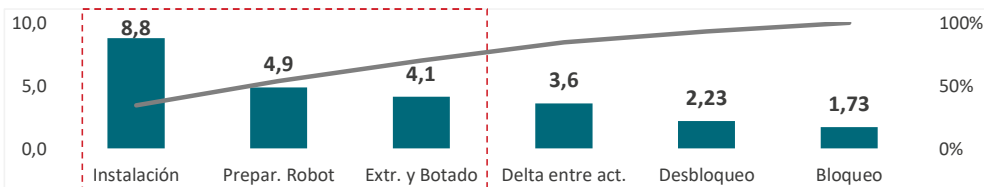
RESUMEN DE EJECUCIÓN



RESULTADOS DE IMPREVISTOS



CAUSAS DE DESVIACIONES



Interferencias en estator



Imposibilidad sector flange



Configuración robot



Alcance Filas

DELTAS Y OPORTUNIDADES

- + Corte y retiro de tuercas sin oxicorte.
- + Botado de pernos sin torchar en el interior.
- + Instalación de revestimientos sin perno inclinado.
- + Trabajo estandarizado nos permitió acortar la brecha acumulada.
- Post mortem de la actividad.
 - Incremento del rango de trabajo inferior del robot
 - Asegurar el correcto posicionamiento inicial en fila de trabajo.
 - Eliminación de interferencias previas al mantenimiento de cambio de revestimientos en SAG1 y SAG3:

LOS PELAMBRES

Juntos Somos Futuro

- + Seguros
- + Sustentables
- + Productivos

Gracias