



Operación Espesamiento y Deposito de Relaves, Sierra Gorda SCM

Luis Felipe Ramos
Superintendente de Relaves

WORKSHOP RELAVES
IMET CHILE

28 de Agosto 2020

Contenidos

1. Introducción a Sierra Gorda SCM
2. Espesamiento de Relaves
 - 2.1 Diseño y Desempeño
 - 2.2 Mejoras Implementadas
3. Depositación de Relaves
 - 3.1 Diseño del Deposito de Relaves e Inicio de Operación
 - 3.2 Desviaciones Enfrentadas
 - 3.3 Mejoras Implementadas
 - 3.4 Controles Existentes
 - 3.5 Desafíos Presentes y Futuros

INTRODUCCIÓN



Sierra Gorda Sociedad Contractual Minera, corresponde a un proyecto conjunto entre:

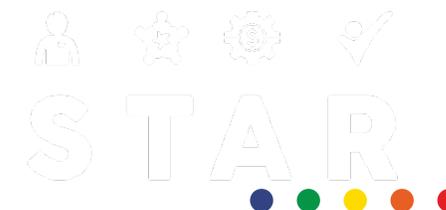
KGHM International Ltd (55%)

Sumitomo Metal Mining (31.5%)

Sumitomo Corporation (13.5%)



● Cobre 76% ● Molibdeno 20% ● Oro 4%



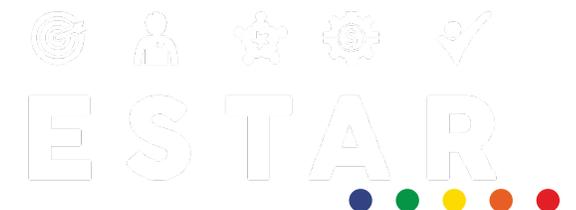
SIERRA GORDA SCM EN NÚMEROS



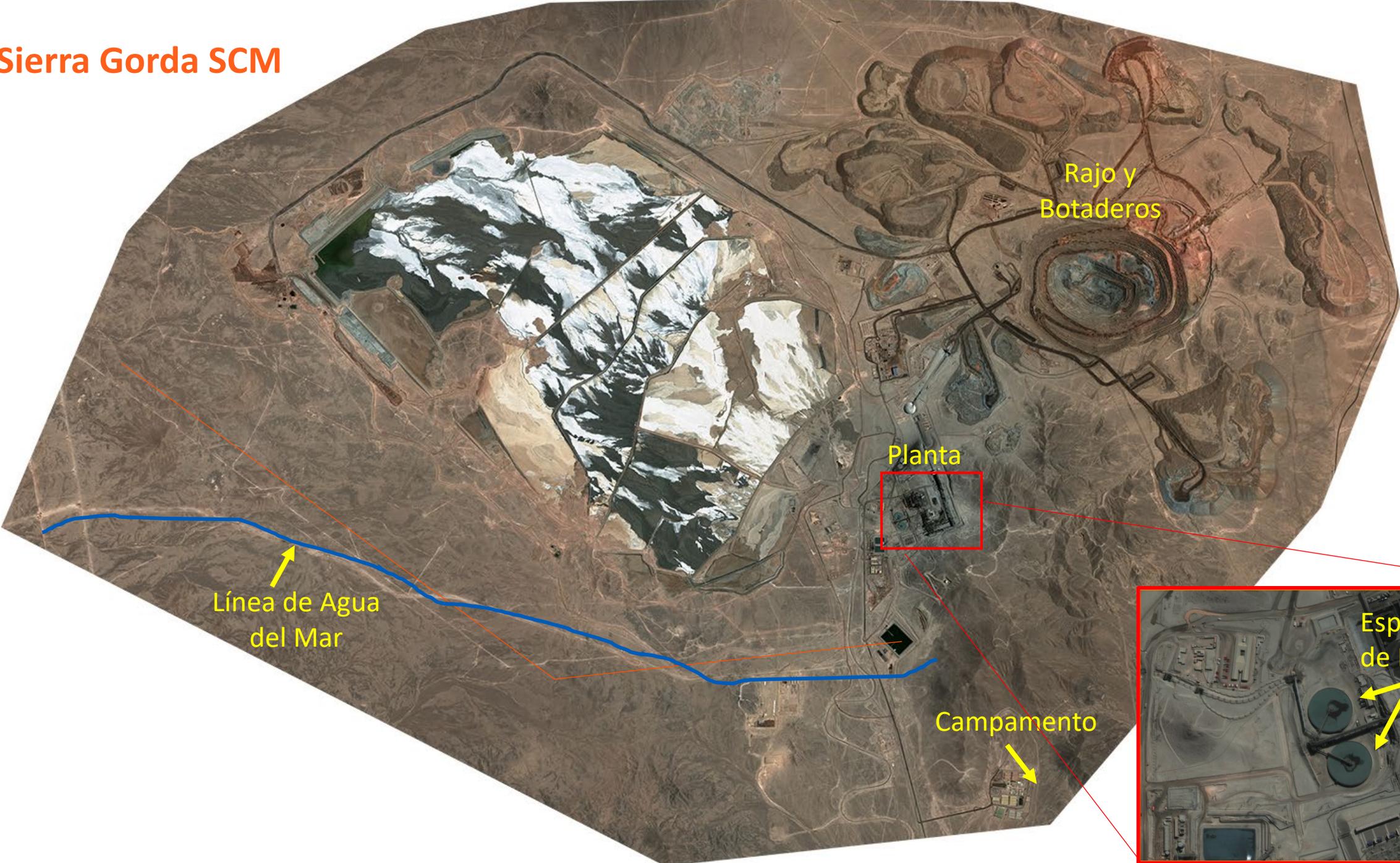
- Operando desde 2014, con reservas de mineral probadas y probables >1000 Mt que contienen leyes de 0,41% de cobre, 0,07% de molibdeno y 0,02 gr/ton Au.
- Diseño original de 110.000 tpd e incrementado a 140.000 tpd en 2021. Concentrados de Cobre y Molibdeno despachados por tren y camión a puerto Antofagasta y Mejillones respectivamente.

Producciones: Finos Cu 150 Kton/año – Finos Mo 21 MLb/año.

- Sierra Gorda SCM opera en su 100% con agua de mar sin desalar, bombeada a través de una tubería de 144 km desde la cota 0 a la cota 1.700 m.s.n.m.



Sierra Gorda SCM



Rajo y Botaderos

Planta

Línea de Agua del Mar

Campamento

Espesadores de Relaves

Espesamiento de Relaves

- 2.1 Diseño y Desempeño
- 2.2 Mejoras Implementadas



Espesadores de Relaves



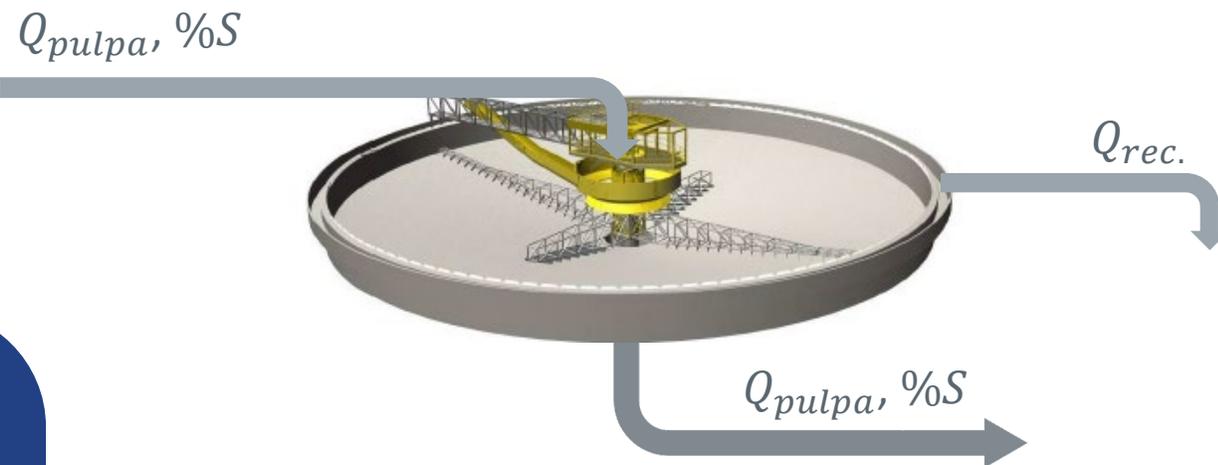
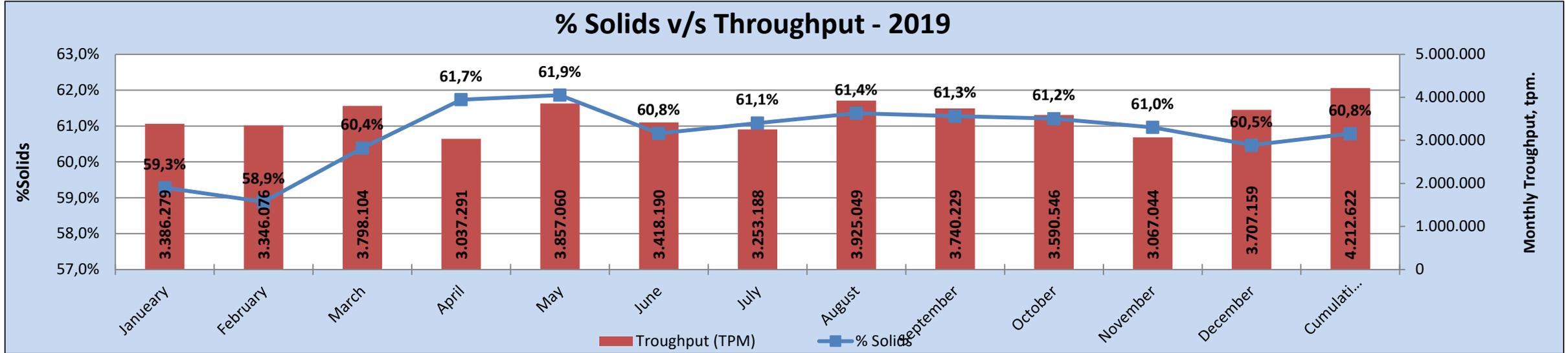
Diseño

- 2 x 86 m diámetro High Rate
- Tasa de Espesamiento: 0,36 - 0,40 t/h-m²
- Potencia de transmisión: 55kW (accionamiento central)
- Torque instalado: 6,5 MNm
- 2 x bombas de descarga (cada espesador)
- Sin sistema de cizallamiento



Espesadores de Relaves

Información Operacional



Flujo	$Q_{pulpa} \left(\frac{m^3}{hr}\right)$	%S	$Q_{agua} \left(\frac{m^3}{hr}\right)$
Alimentación	15.345	32,0%	
Descarga	4.093	60,8%	
Recuperada			8.989

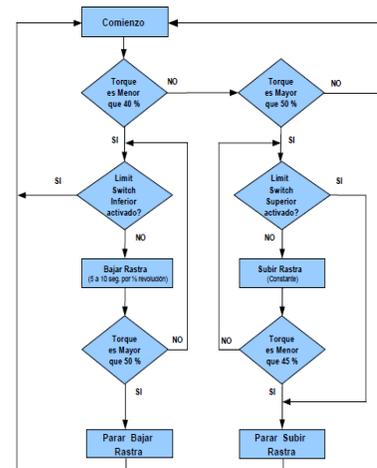
$$\%Rec_{Agua} = 68,7\%$$

Espesadores de Relaves Mejoras Incorporadas

Sistema Experto y Mapa de Decisiones

$$f(x) = t_{torque}$$

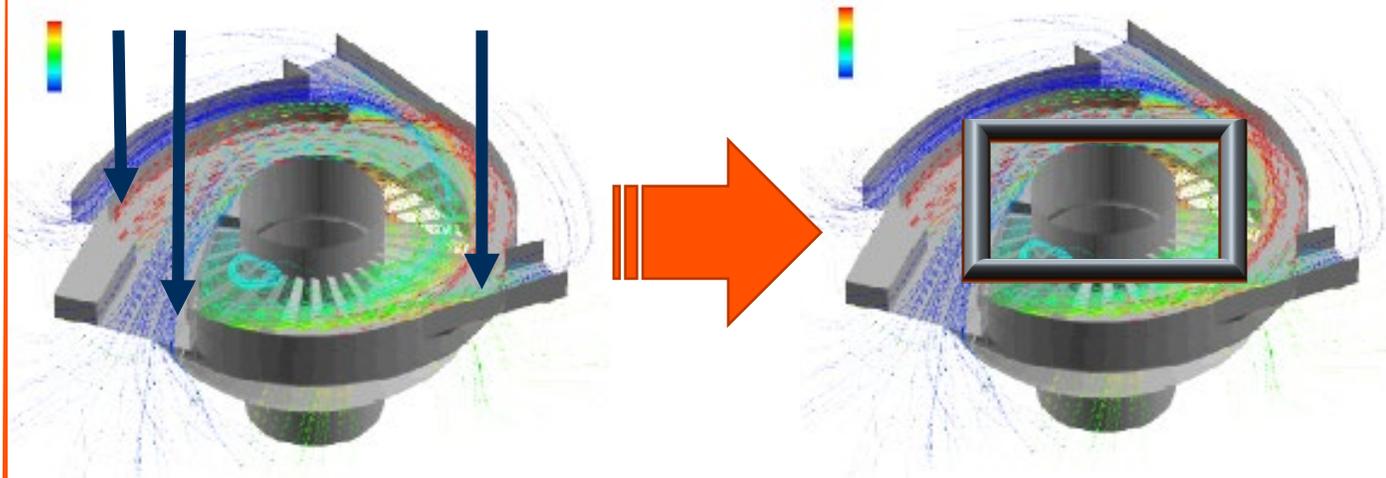
$N_{Ag.clara}, V_{el.sed.min}, t_{resid}, dosis_{floc}, p_{cama}, alt_{cama}$



Se efectúa desarrollo e implementación de algoritmo sistema Experto Relaves, el cual considera las variables de mayor peso en la toma de decisiones, actuando de soporte a la toma de decisiones por el operador.

Anillo Adición de Floculante

Puntos de Inyección de Floculante



La implementación de esta mejora permitió realizar la homogenización de pulpa en feedwell con solución de floculante.

Ventajas:

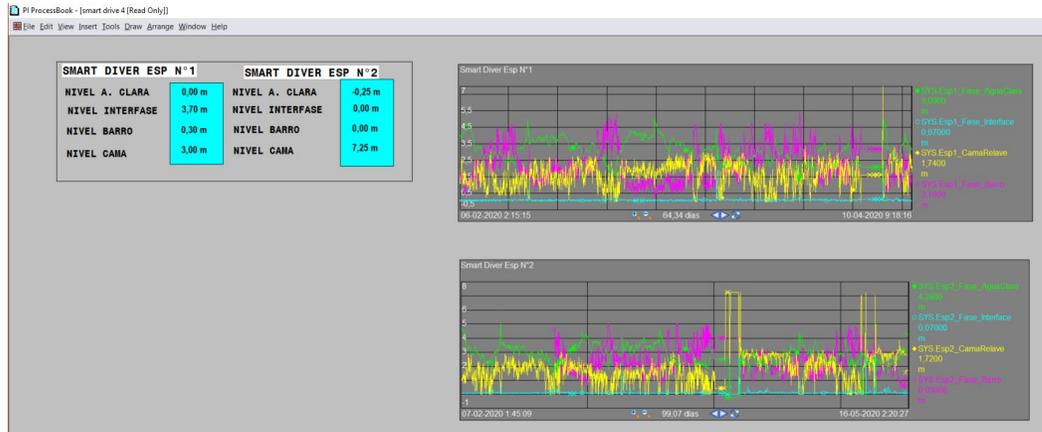
1. Generación de floculo uniforme (finos/gruesos).
2. Mezcla uniforme.
3. Alternativa a sistema original.



Espesadores de Relaves Mejoras Incorporadas



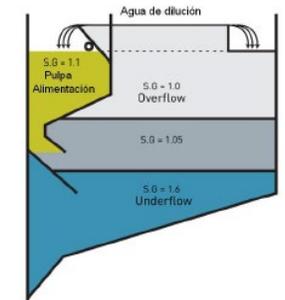
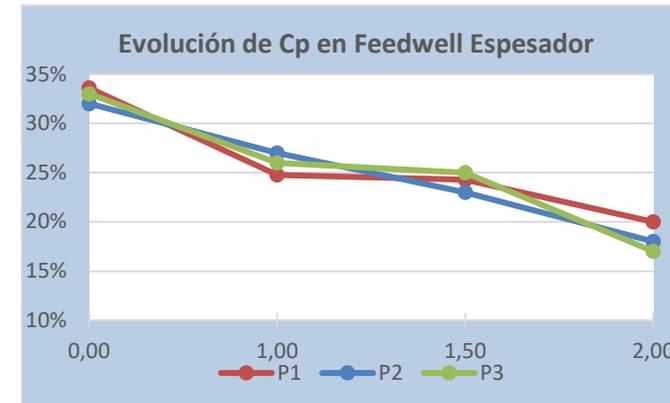
Smart Diver



Incorporación de equipo medidor de fases al interior de espesador, entregando métricas de:

- Agua clara
- Fase intermedia
- Barro
- Cama

Sistema de Dilución Forzada



Se realiza campaña de muestreo de %S en perímetro de feedweel y a diferentes profundidades de este, se detecta la necesidad de adición de agua para alcanzar Cp óptimo para desempeño floculante.



Enfoque en
los Resultados



Depósito de Relaves

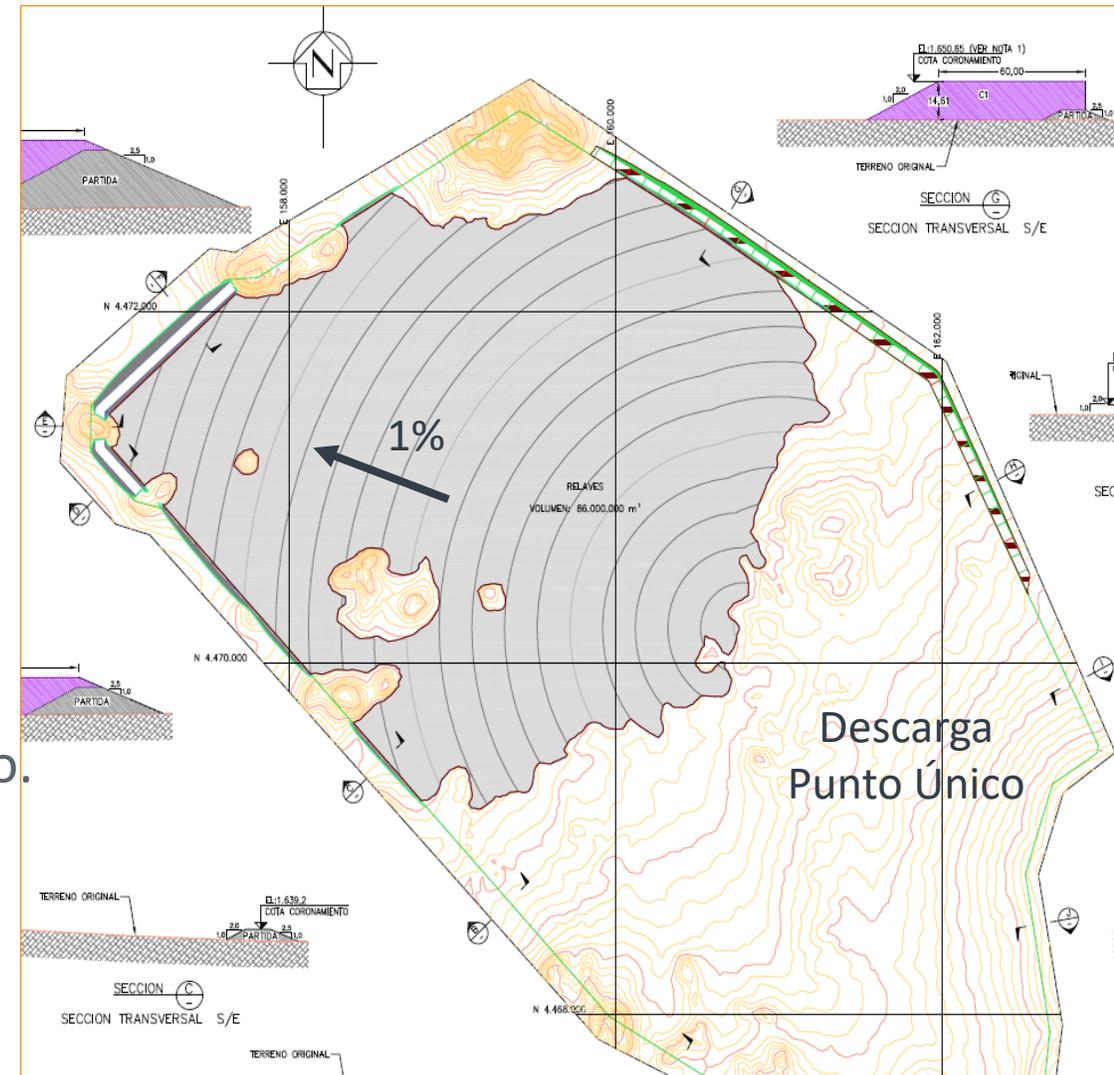
- 3.1 Diseño del Deposito de Relaves e Inicio de Operación
- 3.2 Desviaciones Enfrentadas
- 3.3 Mejoras Implementadas
- 3.4 Controles Existentes
- 3.5 Desafíos Presentes y Futuros



Depósito de Relaves

3.1 Diseño

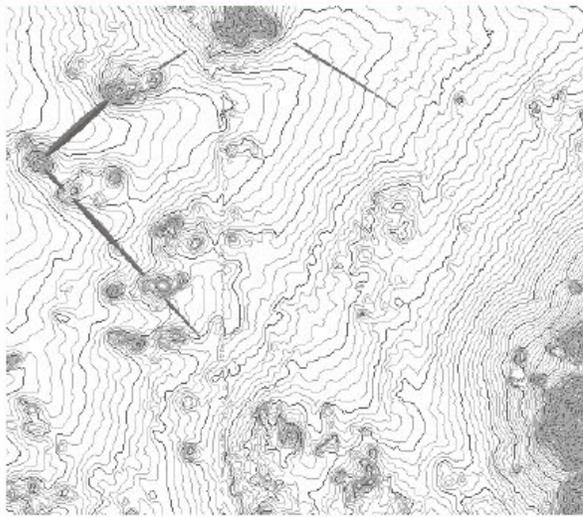
- Almacenamiento: 1,35Bton
- Superficie: 2.315 ha.
- Sistema de alimentación por gravedad
- Descarga: punto único (Diseño Original)
- Diseño de sólidos: 62%
- Pendiente de Playa: 1%
- Construcción de muros:
 - 6 Muros perimetrales
 - Método constructivo: Eje Central/aguas abajo.
 - Material de Empréstito.
 - Altura máxima de muro: 95m
 - Revancha Mínima: 1m
 - Ancho de la corona: 30m



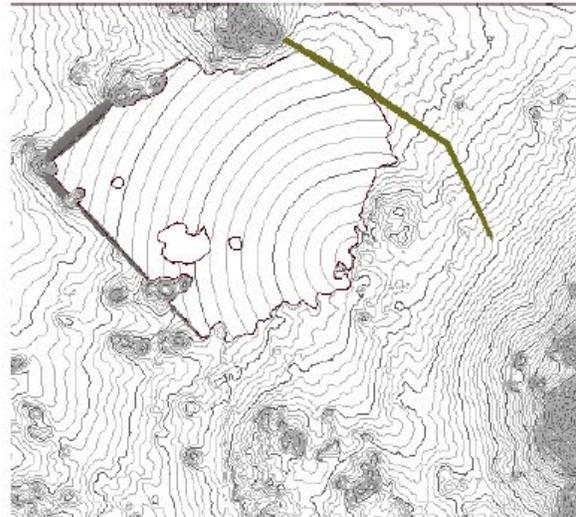
Diseño Original del Deposito de Relaves



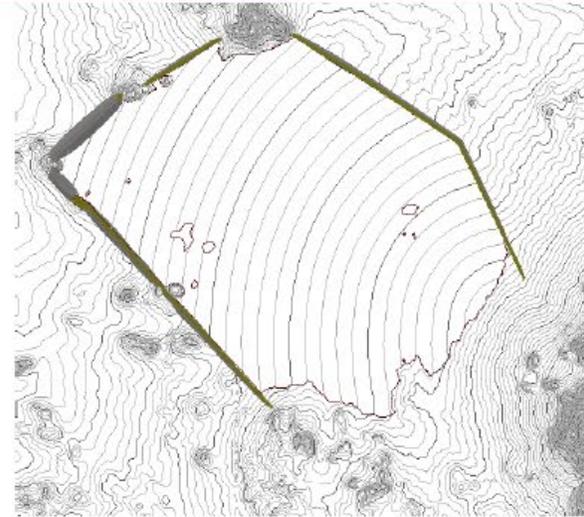
Diseño Original del Deposito de Relaves Plan de Relleno



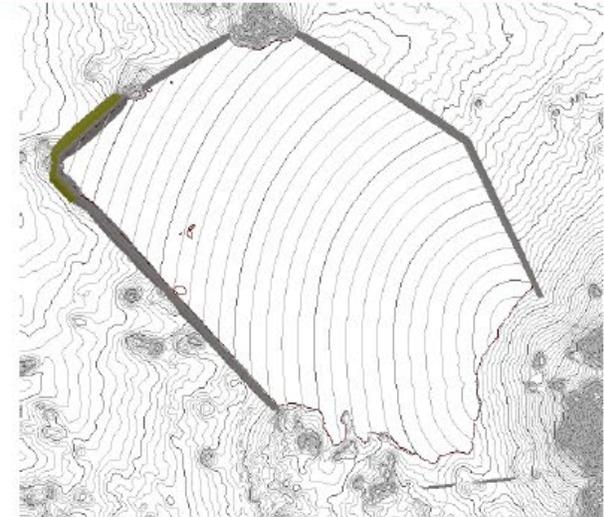
MUROS DE PARTIDA



AÑO 3



AÑO 6



AÑO 9



AÑO 12



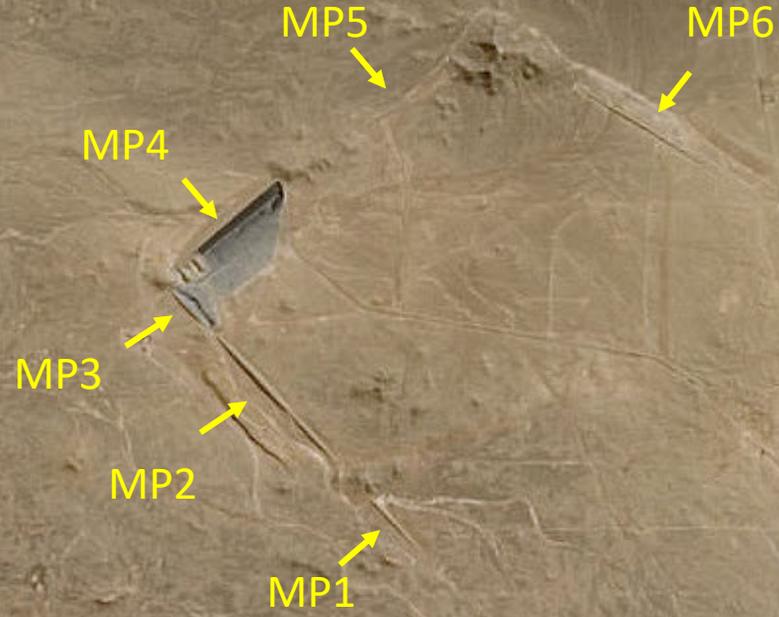
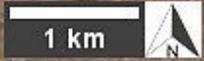
AÑO 15

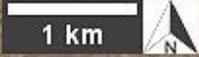


AÑO 18



AÑO 21





Descarga
Punto Único



3.2 Desviaciones al Diseño Proyectado



Desviaciones Enfrentadas - Espejo de Agua en la Cubeta Principal

- Acumulación de aguas en Cubeta Principal
- Pérdida acelerada de Revancha debido a la carga directa de relaves hacia la cubeta.



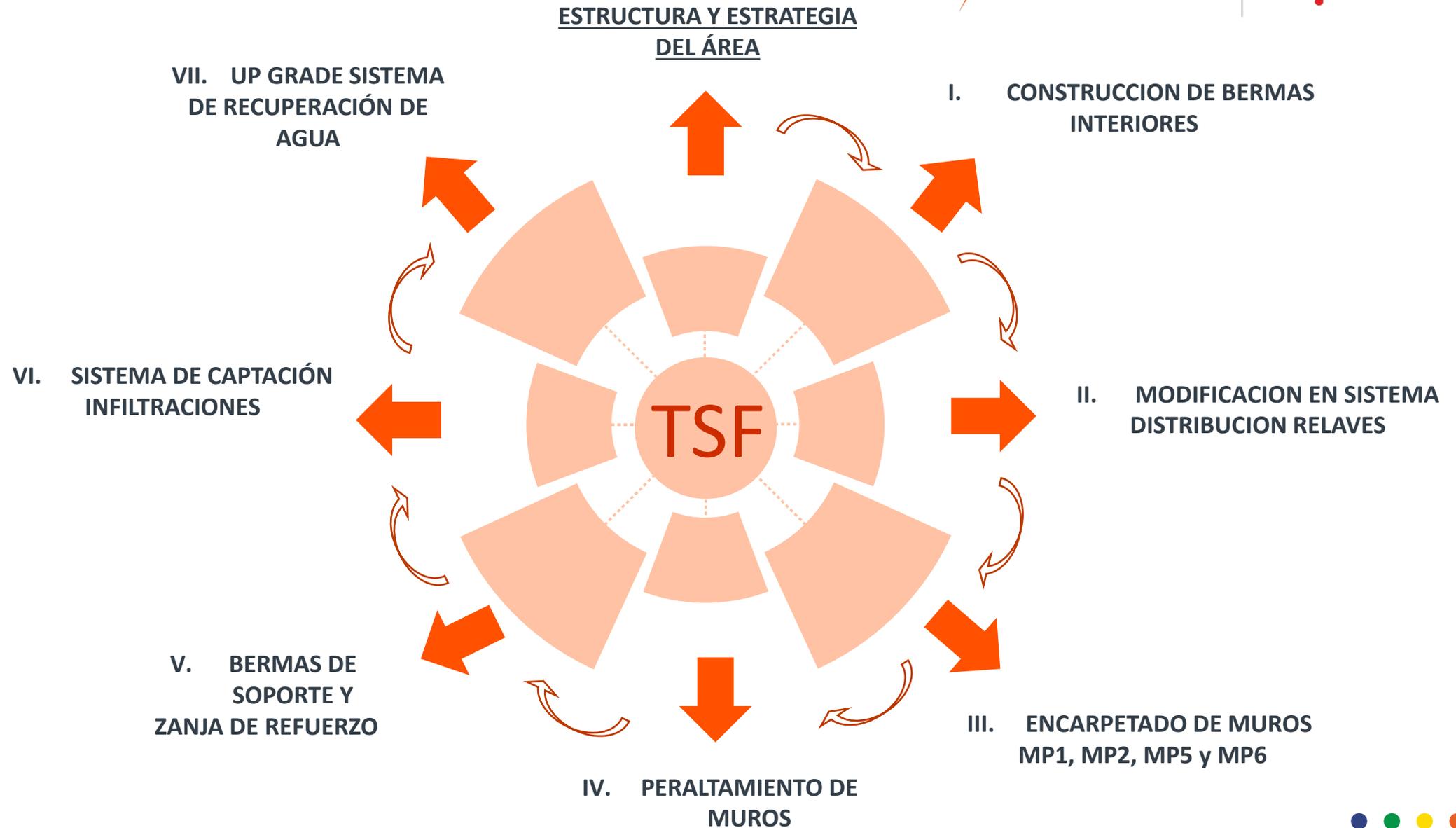
Desviaciones Enfrentadas - Infiltraciones en Muros



3.3 Mejoras Implementadas

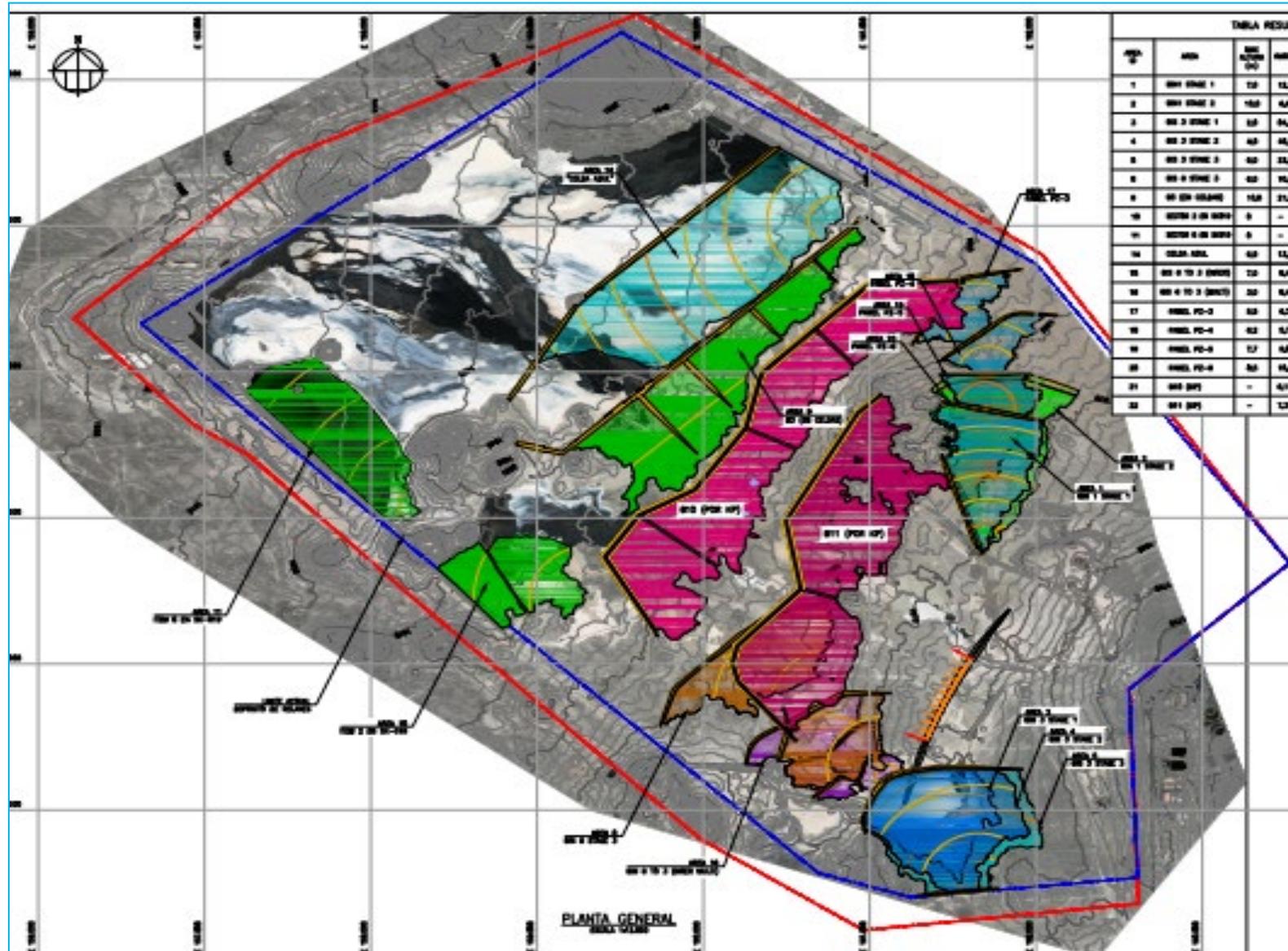


Implementación Mejoras



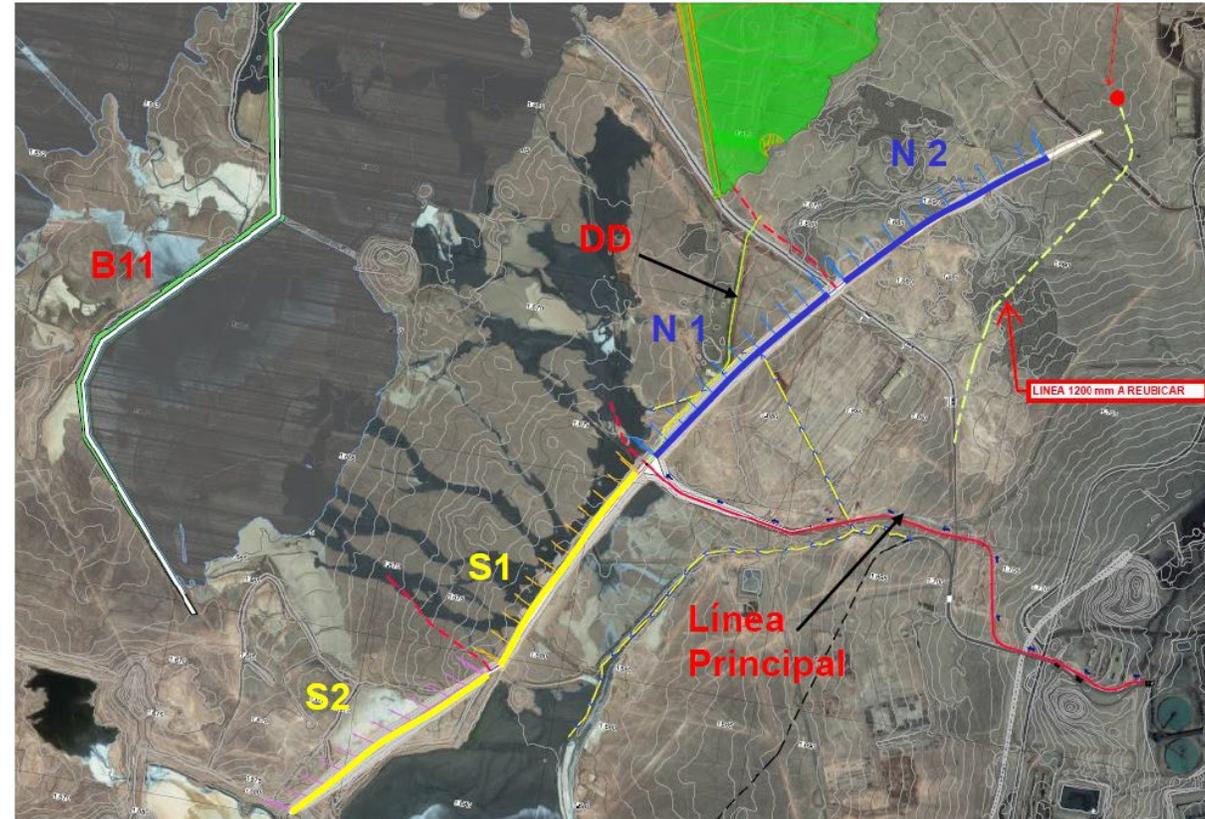
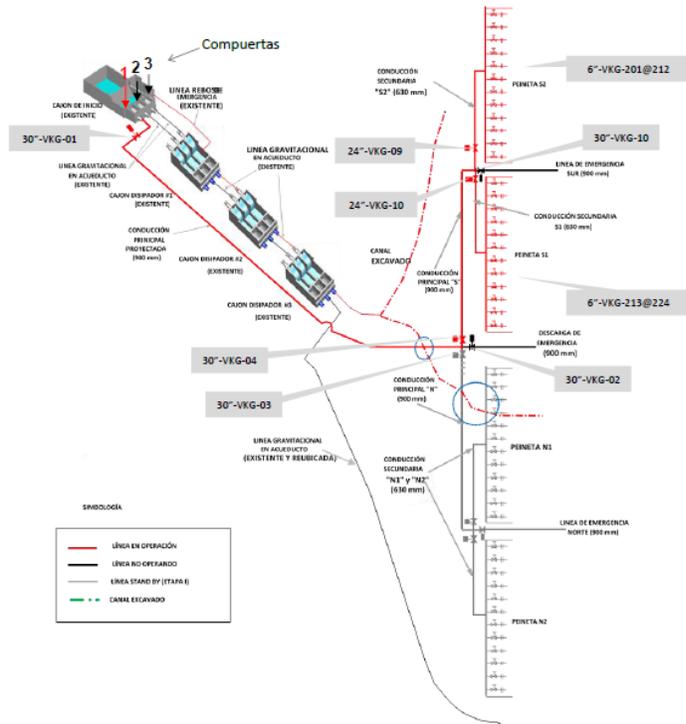
Implementación Mejoras TSF

I. Construcción de Bermas Interiores



Implementación Mejoras

II. Desarrollo de Sistema de Spigots



Formación de la Playa - Spigots



Implementación Mejoras

IV. Peraltamiento de Muros y Bermas de Soporte

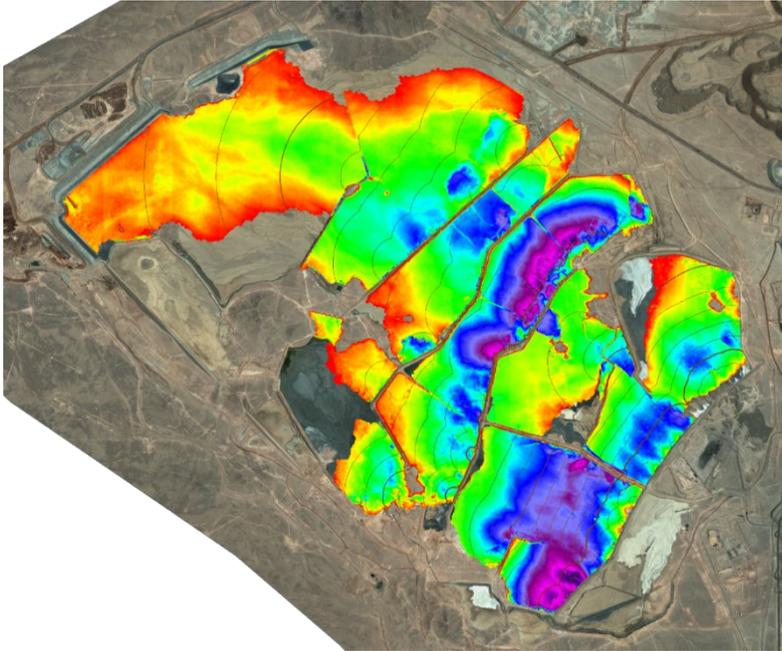


3.4 Controles Existentes

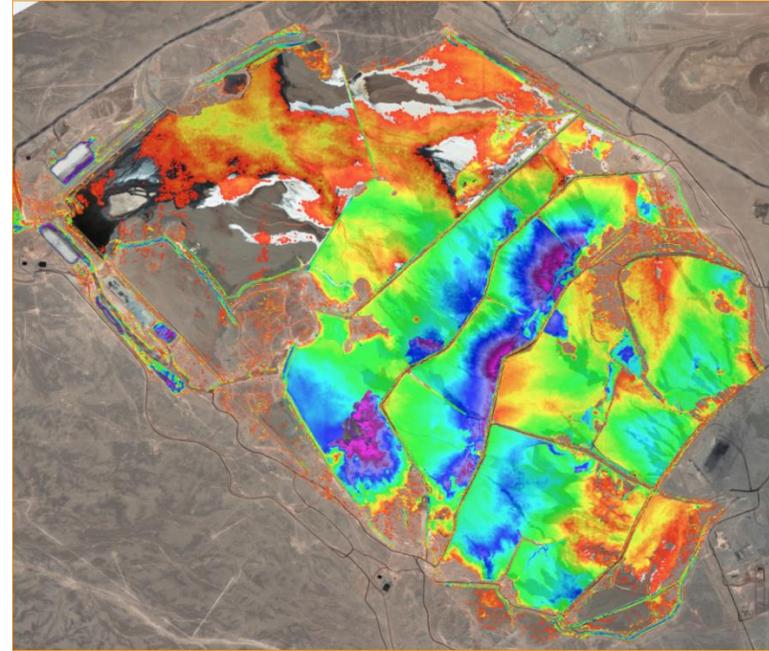


Implementación Mejoras

I. Modelación Depositación



Modelo Teórico - 2019



Modelo Real - 2019

A través del desarrollo y prueba de varios modelos predictivos de deposición y comportamiento de pulpa, se ha logrado implementar algoritmo que permite predecir y modelar la distribución de relave al interior de depósito. Este modelamiento determina el programa o Planificación Operacional Corto, Mediano y Largo Plazo.

Implementación Mejoras

II. Planificación y Respeto de esta.

AREAS DEPOSITACION	MAYO																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V
CANCHA 1 (S1&S2)																															
CANCHA 2 (N1&N2)																															
A4																															
CANCHA 3 (S3&S4)																															
CANCHA 4 (N3&N4)																															
B11B																															
B10A																															
B10B																															
A21																															
REBOSES																															
Canal SUR																															
CDN1																															
CDN2																															
CDN3																															
A4																															

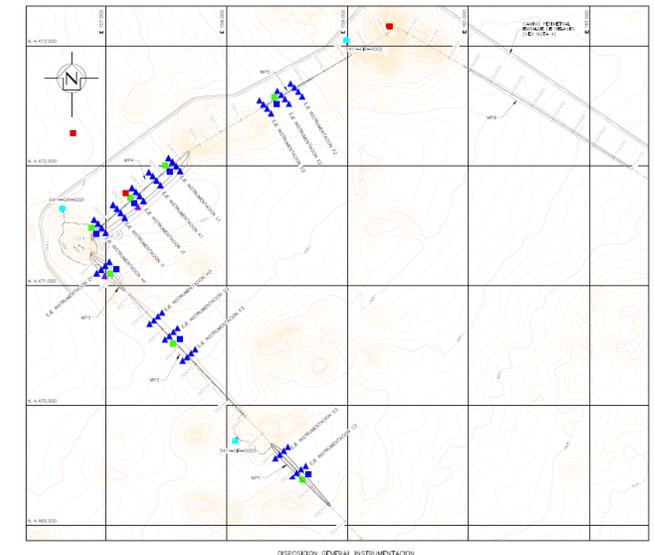
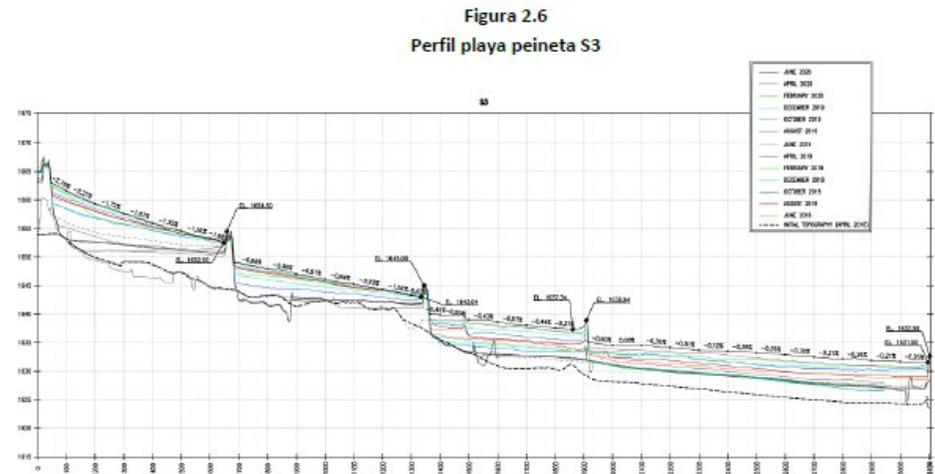


DESCARGA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL DIAS	%
S1-S2	0	9	8	4	8	8	5	7	8	8	4	8	77	22%
N1-N2	8	2	5	5	6	4	5	6	6	4	5	6	62	18%
S3-S4	4	6	2	4	4	2	4	4	4	2	4	4	44	13%
N3-N4	16	10	16	13	12	15	16	13	11	16	16	12	166	48%
TOTAL	28	27	31	26	30	29	30	30	29	30	29	30	349	100%

Implementación Mejoras

III. Distribución de Humedad, Pendientes y Estabilidad

- Multi-Spectral: Cada semana se realiza un análisis específico utilizando imágenes multiespectrales capturadas a través de monitoreo satelital. Los resultados obtenidos nos permiten identificar y cuantificar el nivel de saturación de playa.
- Topografía satelital : Imagen comparativa (c/6 días) para corroborar distribución del relave de acuerdo a plan.
- Batimetría mensual: Determinación de volumen de agua acumulada.
- InSAR: Monitoreo cada dos semanas de todos los muros para detectar movimientos, actuando en complemento a instrumentación local.
- Red Instrumental: Red de >80 piezómetros (FO – CV), acelerómetros, clinómetros y Extensómetros.



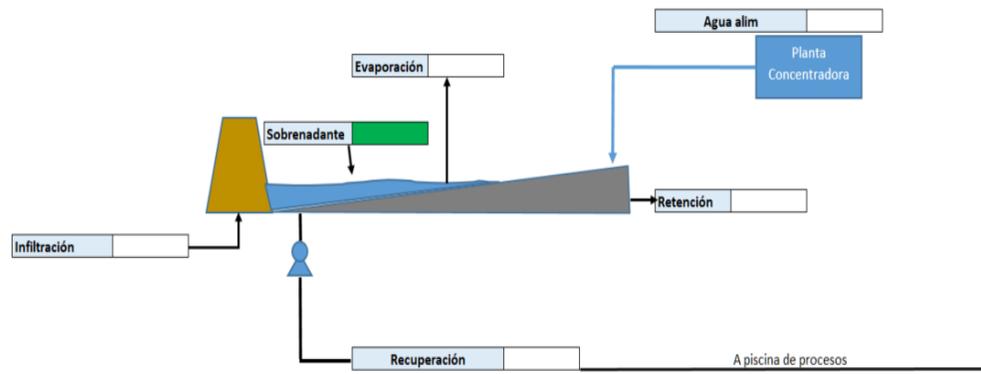
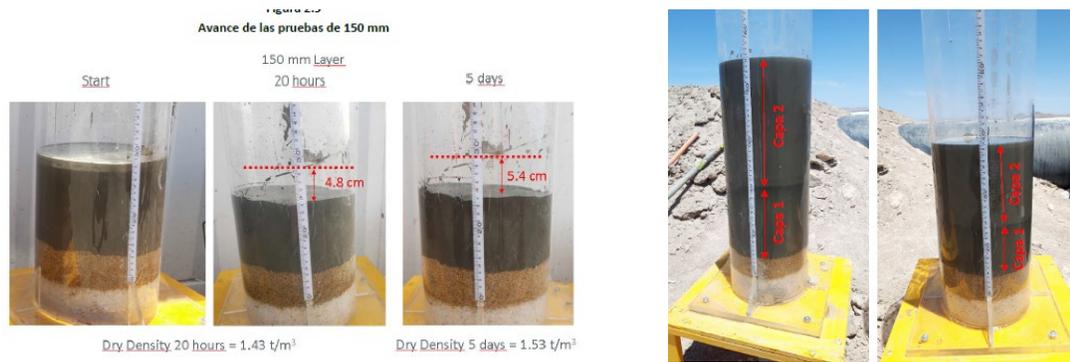
Implementación Mejoras

IV. Muchos ojos y Una sola Voz



Implementación Mejoras

V. Ensayos de Balance



Flujo	%	Q (l/s)
Alim.	100	984
Retenido	55,0%	541
Evap.	18,8%	185
Infiltración	0,6%	5,7
Recuperad.	25,6%	252

3.5 Desafíos Presentes y Futuros

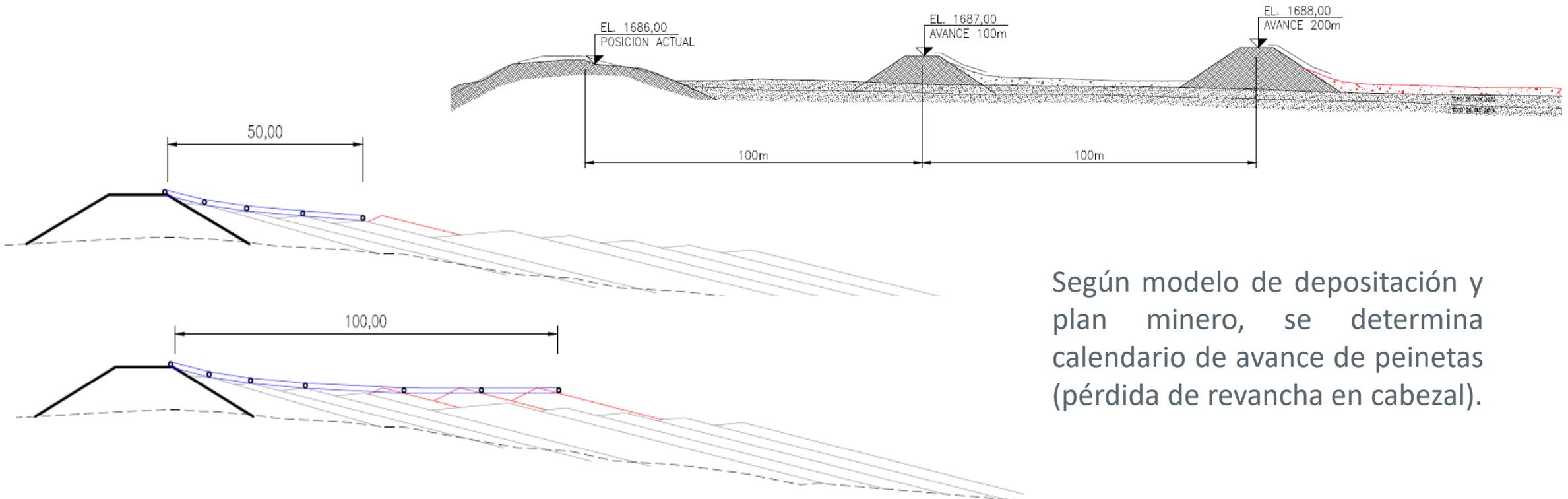
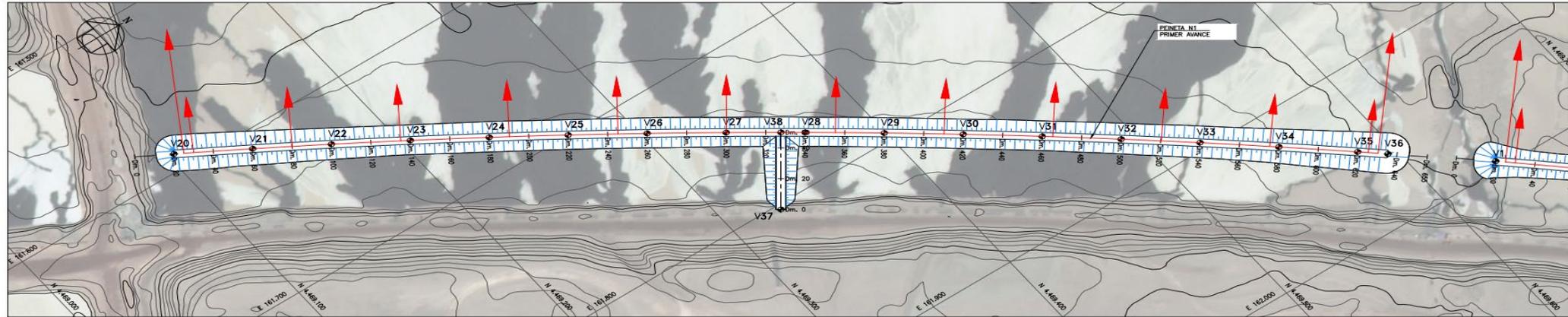


I. Canalización de Spigot's



Durante eventos de disminución de reología (<12 Pa tensión de fluencia), se presentan flujos preferentes por zonas que deterioran la conformación de playas de depositación.

II. Avance de Spigot's



Según modelo de depositación y plan minero, se determina calendario de avance de peinetas (pérdida de revancha en cabezal).

