

**MONITOREO DE AVANZADA PARA
UNA MINERÍA RESPONSABLE**



Programa Tranque
Meaningfull Collaboration

**programa
tranque**

22-07-2019



Contexto

Registro de fallas



2019

- 22/04 Myanmar
- 09/04 India
- 29/03 Brazil



programa tranque

N° de fallas en el mundo

	Fallas en Chile	Fallas en Brasil	Total Mundial
1960-1970	6	0	18
1971-1980	0	0	16
1981-1990	2	1	14
1991-2000	0	0	27
2001-2010	2	3	17
2011 - a la fecha	0	4	21

Fuente: <http://www.wise-uranium.org/mdaf.html>



Chile

1965 (Sismo 7,4)

- Los Maquis
- La Patagua
- El Cobre Traque Nuevo
- El Cobre Tranque Viejo
- Cerro Negro N°3
- Bellavista

1985 (Sismo 7,8)

- Cerro Negro N°4
- Veta de Agua N°1

2003

- Cerro Negro

2010

- (Sismo 8,8)
- Pencahue/ Las Palmas

2014

- Mount Polley

2015

- Samarco

2019

- Vale SA

Internacionales
(últimos casos
de alta
repercusión)

Fuente:

Informe comisión investigadora sobre la situación en que se encuentran los depósitos de relaves mineros existentes en el país, Cámara de diputados, 2011.



programa
tranque



NOTICIA RELAVES.ORG /

TRANQUE DE RELAVES TALABRE: INMINENTE AMPLIACIÓN GENERA RECHAZO



www.relaves.org © @fundacionrelaves f Relaves(causa) t @relaves_org



Alexandre Campanha
Gerente Corporativo de
Geotecnia/ Vale
Arrestado y
acusados criminalmente
por el rompimiento de la
represa de Brumadinho,
incluyendo homicidio
calificado.



programa
tranque



programa
tranque



Adam Matthews

Ethical Investment Advisory Group Church
of England



Stephen Barrie

Deputy Director of Ethics and Engagement,
Church of England

«Existe una sobreconfianza
del sector minero en la
estabilidad de sus depósitos
de relaves»

Individualised letter to Mining company CEO/Chair

Address

Address

Address

Re: Urgent request for inform:

We write as 96 investors in the mi
assets under management. This ur
Pensions Board and Swedish Coui
supported Principles for Responsib

The tragic loss of life from the Br
highlighted the devastating consequ

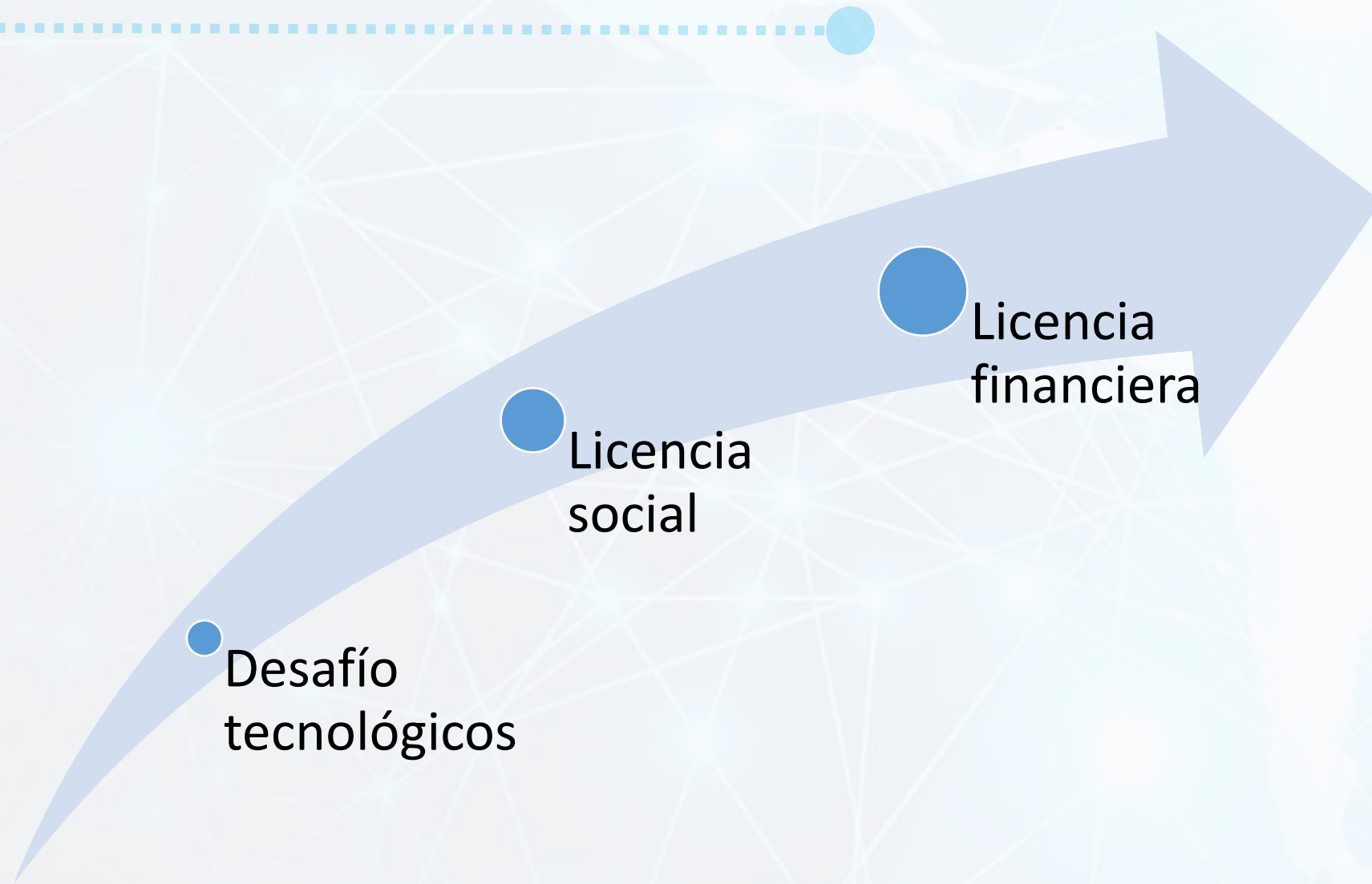
Disclosure Request:

As institutional investors in the mining industry and in the absence of common public reporting standards on tailings storage facilities we respectfully request that you provide specific disclosures of all the tailings facilities of your company, as set out below. We ask that you provide this information, in accordance with the disclosure request included below (Annex 2), in table format. This disclosure should also include:

- All tailings facilities where the company has any interest, through subsidiaries, partnerships, joint ventures both incorporated and unincorporated and any other enterprises of whatever legal form.
- All joint venture partners reporting on jointly owned facilities, even if you are not the operating partner ("NOJV's"), should use the same facility name/identifier in the disclosure statement.

Given the urgency and magnitude of this issue, we request that the public disclosure of this information, certified by either the Chairperson of the Board of Directors and/or the Chief Executive Officer*, be placed on your company website within 45 days of the date of this letter. We are in the process of developing a public investor register of those companies that make the disclosures requested.

Evolución del contexto



programa
tranque



programa
tranque



programa tranque

Monitoreo de avanzada para
una minería responsable





El Programa



programa
tranque

Alianza Pública Privada: Programa Tranque

Co diseñado e implementado:



Socios estratégicos:



Iniciativa pública-privada, bajo el alero del Programa Alta Ley, es codiseñada e implementada por Fundación Chile, CORFO, Ministerio de Minería, SERNAGEOMIN, ONEMI, SMA, DGA, AMSA, BHP, CODELCO, ENAMI, SONAMI, INRIA Chile, AMTC y Valor Compartido.



programa
tranque

EQUIPO INVOLUCRADO

MÁS DE 200
PROFESIONALES HAN
PARTICIPADO A LA
FECHA EN EL
PROGRAMA



Objetivos

Sistema estandarizado de monitoreo y alerta temprana para depósitos de relaves, el que, a través de una plataforma de gestión de información, proporcione a los actores involucrados (autoridades, compañías mineras y comunidades) **información de calidad, confiable y oportuna sobre el desempeño de los depósitos en ámbitos de estabilidad física y química.**

El propósito final es **fortalecer la gestión operacional preventiva, mejorar la comunicación** y la respuesta entre las partes ante situaciones de eventuales emergencias.



programa
tranque



programa
tranque

MODELO CONCEPTUAL

SISTEMA DE MONITOREO PROGRAMA TRANQUE

INPUT SISTEMA

SISTEMA LOCAL

SISTEMA CENTRAL

MODELO DE COMUNICACIÓN

Faenas generan grandes cantidades de información de sus depósitos diariamente



Gran minería



Mediana Minería



Pequeña Minería



Abandonados

RECOLECCIÓN

PROCESAMIENTO

DATA ANALYTICS

- Tendencias
- Información histórica
- Índices de estabilidad



PLATAFORMA

- Información a nivel nacional



COMUNICACIÓN

- Información
- Alertas

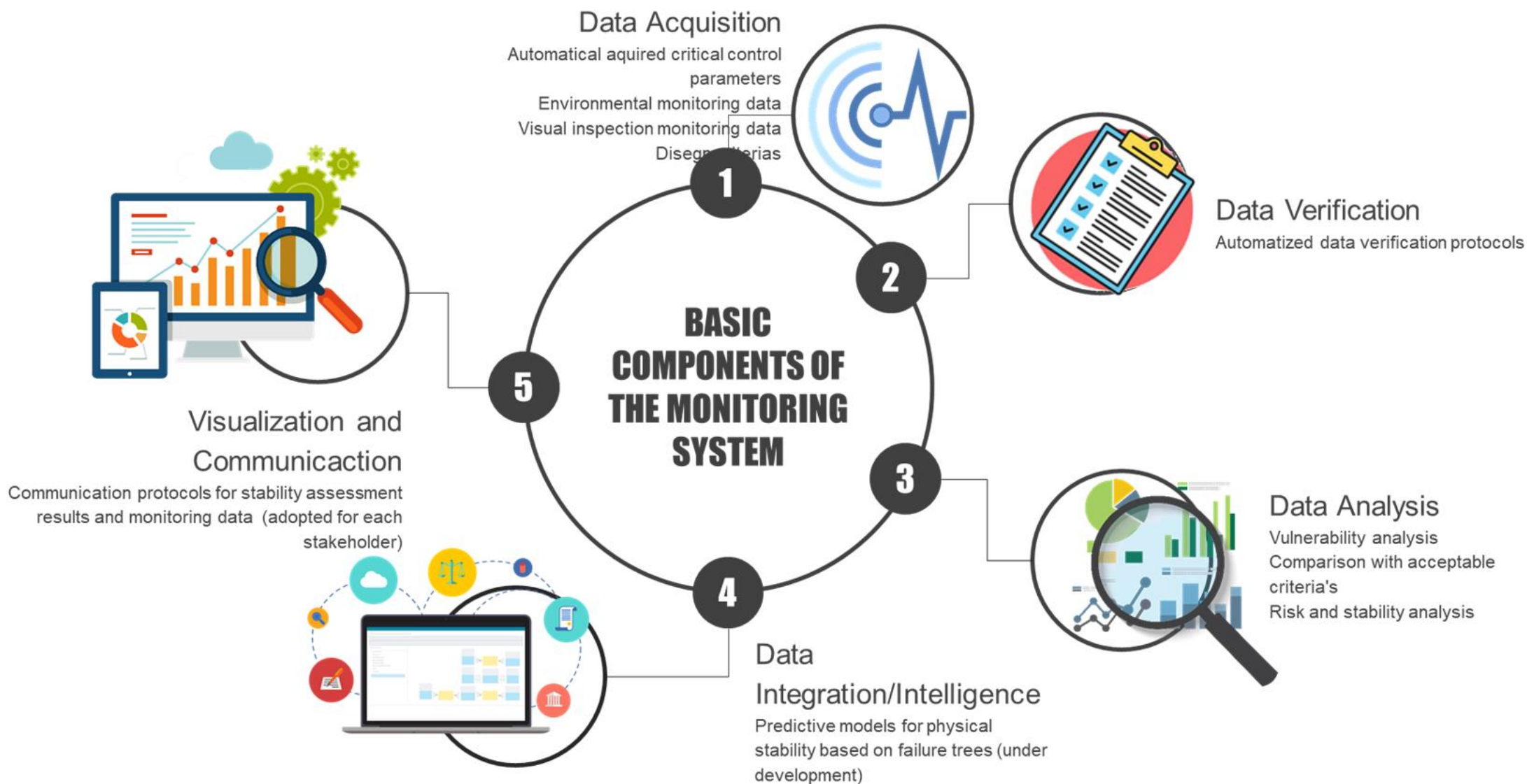


Sistema de Gestión de Alertas

Componentes del Sistema



programa
tranque



Programa Tranque



programa
tranque



La Ruta del Dato

<https://www.youtube.com/watch?v=qGv8u7wfV30>

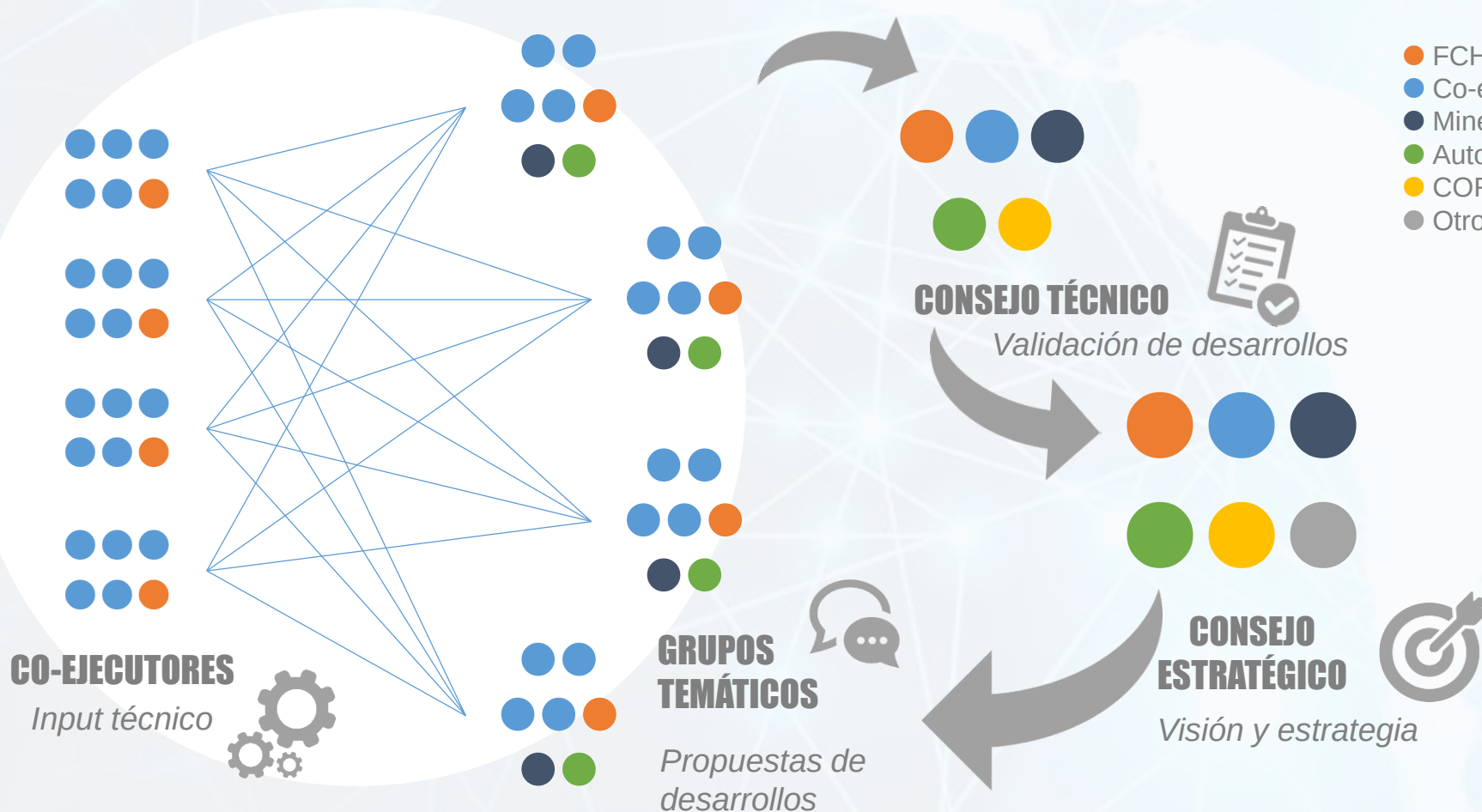


programa
tranque

MODELO DE GOBERNANZA

MODELO DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA

- FCH
- Co-ejecutores
- Mineras
- Autoridades
- CORFO/FIE
- Otros





programa
tranque

DESARROLLOS A LA FECHA



programa
tranque

Herramientas de evaluación: IEF y EMAC

IEF : Estabilidad Física



programa
tranque

Estado de equilibrio estructural del depósito en que perturbaciones hidro-mecánicas no generan fenómenos de falla, colapso, remoción o liberación de relaves.

- 1** Reconocer los principales **mecanismos de falla** de depósitos de relave
- 2** Identificar **tendencias y superación** de umbrales de los parámetros (controles críticos)
- 3** Determinar la **probabilidad de fallas** simples y complejas



Herramienta integradora y predictiva que relaciona información de módulos 1 y 2, mediante árboles de falla y modelos de distinta índole.

Estructura de la herramienta



programa
tranque

Inestabilidad de Taludes

Evaluación
Cualitativa

Parámetros Críticos y
escenarios de falla

A. T. Prev.

A. Amarilla

A. Roja

IEF

Alto

Medio

Bajo

Rebalse

Evaluación
Cualitativa

Parámetros Críticos y
escenarios de falla

A. T. Prev.

A. Amarilla

A. Roja

IEF

Alto

Medio

Bajo

Erosión Interna

Evaluación
Cualitativa

Parámetros Críticos y
escenarios de falla

A. T. Prev.

A. Amarilla

A. Roja

IEF

Alto

Medio

Bajo

COMUNICACIÓN EXTERNA

Estado general del Depósito

COMUNICACIÓN INTERNA

Estabilidad Física

Requerimientos IEF



programa
tranque

Parámetro	Frecuencia Medición
Altura de Muro	Mensual, cada 200 m
Ancho coronamiento	Mensual, cada 200 m
Pendiente de Muro	Mensual, cada 200 m
Distancia mínima al muro	Semanal, punto más critico del muro
Deformación suelo fundación	Semanal
Desplazamiento y deformación del muro	Semanal
Deformación de Coronamiento	Semanal
Presencia grietas en muro	Semanal
Evidencia humedad/filtraciones	Semanal
Subsistencia/socavación	Semanal
Integridad del Estribo	Semanal
Revanca Hidráulica	Diaria
Revanca Operacional	Diaria
Volumen de Relave Depositado	Diaria

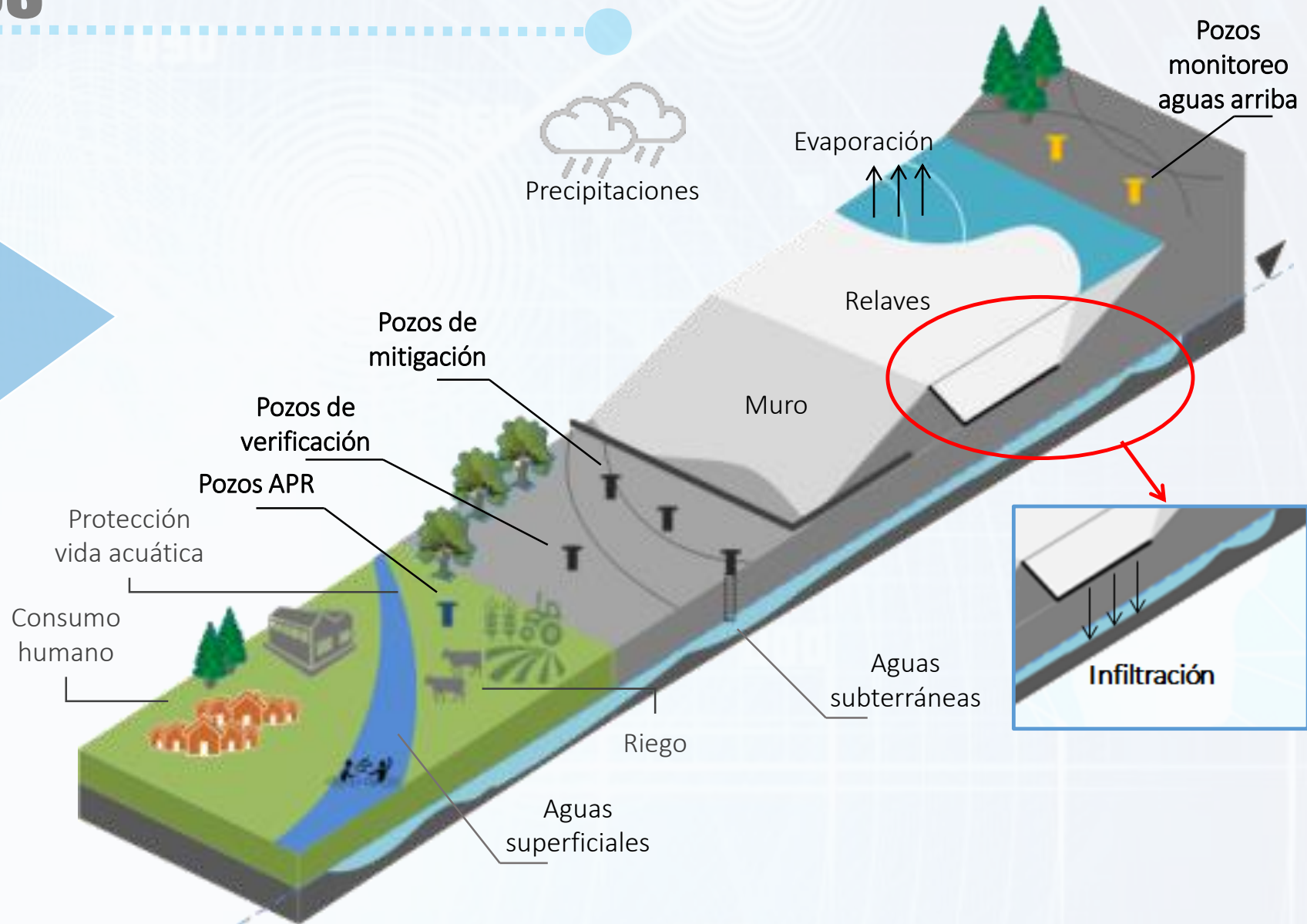
Parámetro	Frecuencia Medición
Estado Vertedero Emergencia	Diaria
Nivel Freatico muro y deposito	Anual
Presión Poros muro y suelo de fundación	Medición en línea
Intensidad de lluvia	Medición en línea
Factor de seguridad volumen disponible	Documentación de diseño
Aceleración sísmica	Medición en línea
Densidad de muro	Mensual
Granulometría del material de l muro	Mensual
Modulo de deformaciones y resistencia al corte del muro	Anual
Modulo de deformaciones y resistencia al corte del suelo de fundación.	Anual
Resistencia del material de relaves en cubeta	Anual
Características dren	Documentación de diseño
Integridad Sistema drenaje	Caudalimetro en línea
Turbiedad del Sistema Drenaje	Turbidimetro en línea

EMAC: Evaluación y monitoreo de aguas circundantes



programa
tranque

En el marco del Programa Tranque, se considera que un depósito de relaves es estable químicamente respecto al medio, cuando éste no produce un impacto sobre las aguas circundantes o un riesgo sobre la salud de las personas o el medio ambiente (según la *Guía Metodológica para la Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras, SERNAGEOMIN, 2015*), ni se espera que éstos sean afectados en el largo plazo.



Objetivos EMAC



1

Identificar afectaciones de las aguas circundantes

2

Conocer si una afectación significa un **riesgo para la salud de las personas y/o el medio ambiente**

3

Contar con un sistema que entregue **información oportuna** sobre anomalías en las características fisicoquímicas de las aguas

4

Proyectar las posibles afectaciones en el tiempo



programa
tranque



Síntesis herramientas EMAC



Índice de Riesgo

Conocer si una afectación significa un **riesgo para la salud de las personas o el medio ambiente.**



Frecuencia mensual

SML
SMC



Índice de Impacto

Identificar **afectaciones de las aguas circundantes** a un depósito de relaves.



Frecuencia mensual

SML
SMC



Análisis de Tendencias

Proyectar las posibles afectaciones en el **tiempo.**



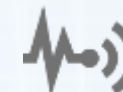
Frecuencia variable

SML



Sistema de Gestión Temprana

Contar con un sistema que entregue información oportuna sobre **anomalías en las características fisicoquímicas** de las aguas.



A SUB cada 6h
A SUP cada 1h

SML



Plataforma



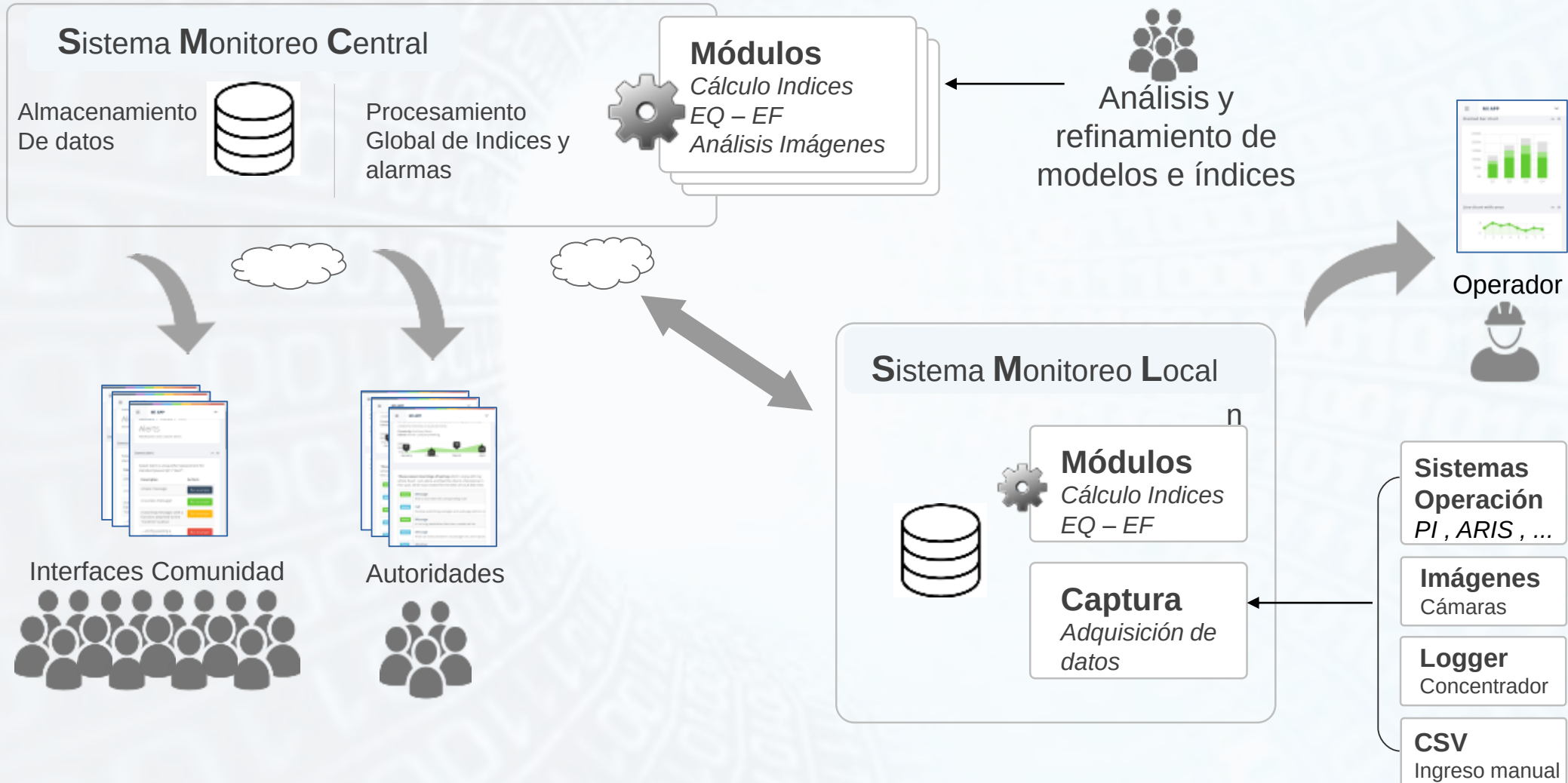
programa
tranque

Plataforma Programa Tranque IT Solution



programa
tranque

System Layout



PLATAFORMA: SITIO PÚBLICO



programa
tranque



1

Levantamiento de necesidades y requerimientos de visualización y comunicación en comunidades

2

Modelo preliminar de comunicación y visualización

3

Tests de usuario

4

Versión 1 (maqueta) sitio público

PLATAFORMA: Interfaz minera



programa
tranque

Email de la empresa

Contraseña

ENTRAR

Plataforma Tranque • Antofagasta Minerals

Bienvenido/a Matías

Depósitos

Permisos

Minera Los Pelambres

Nombre de depósito	Estado	Sub estado	Monitor
El Mauro	Activo	Activo	IR A DEF
[Nombre de depósito 1.2]	Activo	Irregular operativo	IR A DEF

El Mauro

Datos de ingreso manual

Estado general del depósito

Presión de poros

Inspecciones

Instrumentos en línea

Grupo de datos con frecuencia regular

Altura coronamiento

Topografía completa

Laguna distancia-muro

Laguna área

Relieves acumulados en depósito

Cota del espejo de agua

Deformación del coronamiento

Desplazamiento y deformación del muro

Deformación del suelo de fundación

Grupo de datos con frecuencia especial

Granulometría y densidad

Intensidad de lluvia

FS volumen disponible

Próximo ingreso

en 4 días

en 14 días

en 6 días

Pendiente

en 14 horas

en 12 horas

Pendiente

en 5 días

Pendiente

según operación

en caso de lluvia

en caso de lluvia

Próximo ingreso

Pendiente

en 5 días

Próximo ingreso

Intermitente al DEF

Intermitente

En línea

0

Puerta de línea

25

0

Normal

Revancha operacional mínima

5,26 [m]

Cancha Mirador

Revancha hidráulica

8,22 [m]

Cancha Mirador

Distancia mínima laguna-muro

1.622 [m]

Cancha Mirador

Relieves acumulados en depósito

368.533.019 [m3]

Cancha Mirador

PZ 1

PZ 2

PZ 3

PZ 4

PZ 5

PZ 6

PZ 7

PZ 8

PZ 9

PZ 10

PZ 11

PZ 12

PZ 13

PZ 14

PZ 15

PZ 16

PZ 17

PZ 18

PZ 19

PZ 20

PZ 21

PZ 22

PZ 23

PZ 24

PZ 25

PZDE-1

PZDE-2

PZDE-3

PZDE-4

PZDE-5

Pendiente máxima de talud, aguas abajo

3,72 [H-1V]

Cancha Mirador

Pendiente máxima de talud, aguas arriba

2,01 [H-1V]

Cancha Mirador

Altura mínima coronamiento

906,10 [m]

Cancha Mirador

Altura máxima coronamiento

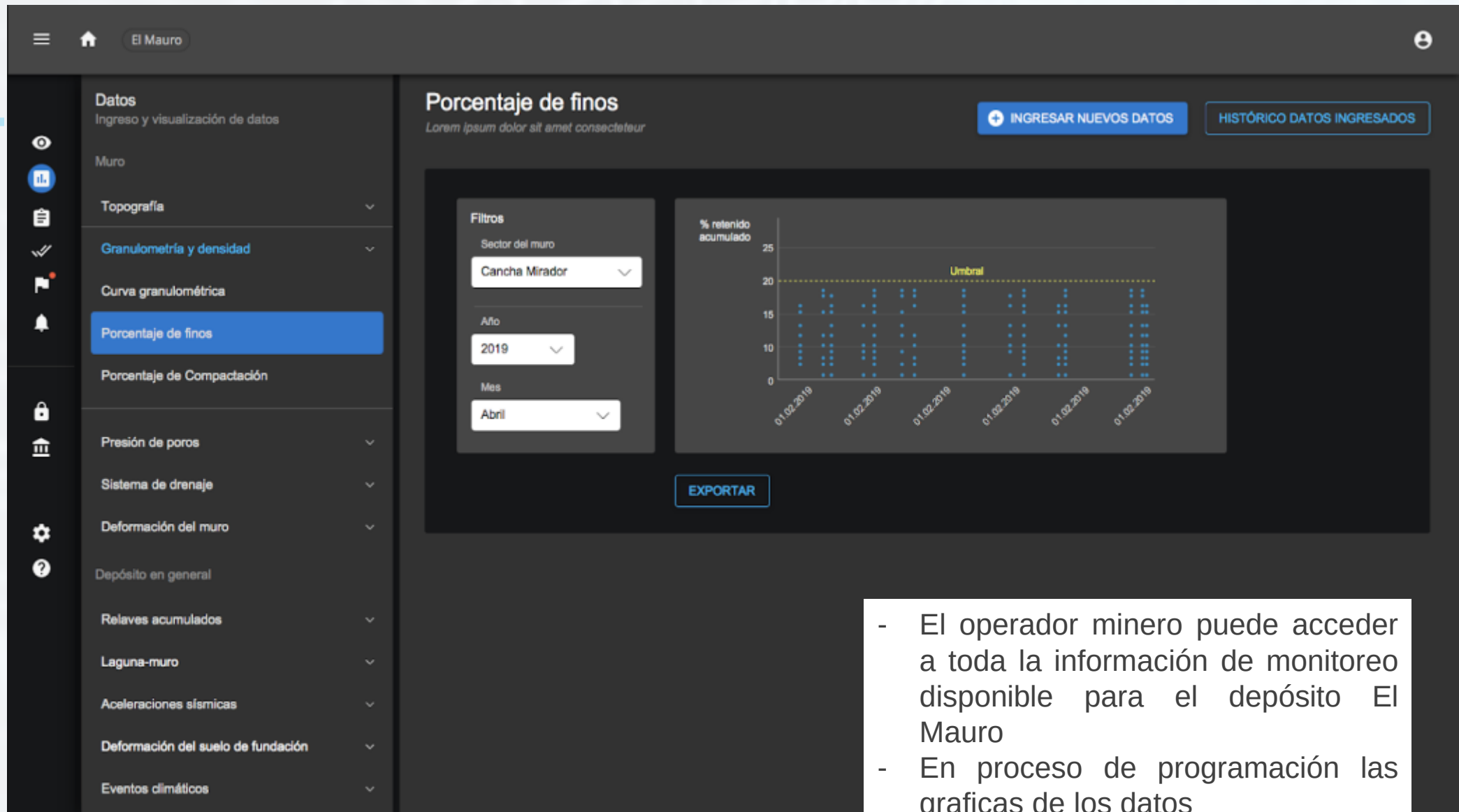
910,82 [m]

Cancha Mirador

- Vistas de interfaz piloto MLP
- Módulos de cálculos EF y EMAC parcialmente implementados
- En proceso de maqueta la gestión de alerta y protocolos de acción



programa
tranque



- El operador minero puede acceder a toda la información de monitoreo disponible para el depósito El Mauro
- En proceso de programación las graficas de los datos

PLATAFORMA: Interfaz Sernageomin



programa
tranque

- En desarrollo la interfaz con vista país para Sernageomin,.
- Programada la interfaz para recepción de E-700
- En proceso despliegue del SMC conectado al SML de El Mauro (piloto)



Estado de envío de formularios E700
por depósito y trimestre

EL MAURO - FAENA LOS PELAMBRES

Período	Plazo de envío	Enviado por la empresa	Recepcionado por SERNAGEOMIN	Estado
---------	----------------	------------------------	------------------------------	--------

2017 - Trimestre 4	09.01.2017	—	—	Proceso abierto
--------------------	------------	---	---	-----------------

Llenar formulario

Vista previa



programa
tranque

RESULTADOS A LA FECHA



programa
tranque

Timeline Programa Tranque



Resultados a la fecha



programa
tranque

2017



Gobernanza implementada con 22 instituciones del ecosistema de la industria minera.



En Cesco Week, el Programa Minería Alta Ley y Fundación Chile lanzan el Programa Tecnológico de Monitoreo en Línea de Depósitos de Relaves (Programa Tranque).

Compañías participando

Gran minería

70%

de la producción de Cobre nacional

20%

de la producción de Cobre mundial



Mediana minería

80%

de las compañías con depósitos de relaves participando

ENAMI

Formalmente incorporado



2018



Estándar de monitoreo para los depósitos de relaves de Chile, validado por todos los actores públicos y Privados



Adopción Monitoreo en línea para relaves activos en la Política Nacional de Relaves



Puesta en marcha del sistema implementado en El Mauro (inicio 12/12/2018)



Próximos Pasos



programa
tranque

2019



Full scale Implementación en El Mauro, conectando instrumentación adicional



Calibración de los modelos de análisis de data con datos del El Mauro y de otros pilotos (depósitos convencionales, no convencionales, pequeños, medianos, grandes)



Plataforma Versión 1 funcional para autoridades y compañías mineras (incluye la transferencia gradual y uso por parte del usuario SERNAGEOMIN).

2020-21



Transparencia gradual de información hacia comunidades



Transferencia total del sistema al SERNAGEOMIN



Plataforma Versión Beta completa



Plataforma Versión final que incorpora los ajustes provenientes de la calibración de los modelos EF y EMAC y las observaciones de los diferentes usuarios.

Implementación nacional





programa
tranque

IMPACTOS FUTUROS

IMPACTO DIRECTO

2021

IMPACTO INDIRECTO ESPERADO POST 2021

Estándar de monitoreo **desarrollado y validado** por todos los actores



1 Tecnología de monitoreo desarrollada y/adaptada



Sistema implementado en tranque **El Mauro** - Minera Los Pelambres



Sistema de Monitoreo Centralizado habilitado con capacidad software para **742 depósitos** de relaves e implementado en SERNAGEOMIN



Modelo de **sustentabilidad** definido e implementado



Sistema implementado **a nivel nacional** (gradualidad)



Operación **preventiva**



Emergencias coordinadas



Reducción de asimetría de **información**



Reducción de **conflictos socio-ambientales** asociados a los depósitos de relaves



Claridad y estandarización respecto a **exigencias** para monitoreo de relaves en Chile



Proveedores locales con **ventas** en Chile y en el mundo



**programa
tranque**



programa tranque

más información en <https://fch.cl/proyecto/sustentabilidad/tranque/>

Codiseñado e implementado por:



Socios estratégicos:



Proyecto apoyado por

