



Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería



SUPERVISIÓN EN GEOTECNIA

GERENCIA DE SUPERVISIÓN MINERA



- 1** Supervisión y Fiscalización en Geotecnia
- 2** Presas de relaves en el Mundo
- 3** Supervisión a los Depósitos de Relaves
- 4** Supervisión a los Tajos Abiertos
- 5** Eventos y casos especiales
- 6** Conclusiones



PROCEDIMIENTO DE SUPERVISIÓN

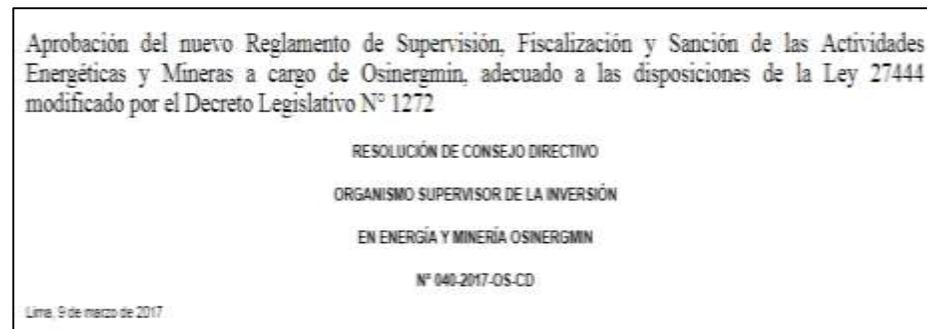
1. Revisión del historial de expedientes de Geotecnia en gabinete por parte de la empresa supervisora.
2. Supervisión de campo en la unidad minera.
3. Elaboración de actas de supervisión.
4. Elaboración de informe de supervisión.
5. Revisión y evaluación del informe de supervisión.
6. Archivo del expediente o inicio del proceso fiscalizador.





PROCEDIMIENTO DE FISCALIZACIÓN

1. Verificación de posibles incumplimientos a la normatividad vigente.
2. Inicio del Procedimiento Administrativo Sancionador – IPAS.
3. Evaluación de descargos.
4. Informe Final de Instrucción - IFI.
5. Evaluación de descargos al IFI.
6. Resolución de Sanción o Archivo.



ESTADÍSTICA DE SUPERVISIONES - GEOTECNIA



AÑO	OPERATIVA	ESPECIAL	TOTAL
2015	60	20	80
2016	68	24	92
2017	64	26	90
PROY. 2018	110	20	130



ESTADÍSTICA DE COMPONENTES A SUPERVISAR - GEOTECNIA



GERENCIA	TAJOS ABIERTOS	PILAS DE LIXIVIACIÓN	DEPÓSITOS DE DESMONTE	DEPÓSITOS DE RELAVES	TOTAL COMPONENTES A SUPERVISAR
MEDIANA MINERÍA	5	11	99	109	224
GRAN MINERÍA	41	60	132	87	300
TOTAL	46	71	231	196	524

Data Actualizada a diciembre de 2017.

PRESAS DE RELAVES EN EL MUNDO



La búsqueda de economías de escala ha llevado a las empresas mineras a explotaciones de mucho mayor envergadura, lo que ha creado volúmenes récord de desechos (desmontes y relaves). Para almacenar estos residuos se han construido presas de relaves colosales y depósitos de desmonte de alturas significativas.



Entre 1915 y 2010 se registraron 226 accidentes. Se proyectó que entre 2011 y 2020 se registrarían 11 fallas de relaves "muy serias" de al menos 1 millón de metros cúbicos que recorren más de 20 kilómetros o causan múltiples muertes.

Se estima que cada año se registran entre una y cuatro fallas en estas presas en todo el mundo, casi 10 veces más que en las represas de agua.

PRINCIPALES CAUSAS DE FALLAS EN PRESAS DE RELAVES DETECTADAS POR LA GSM



- Método de construcción aguas arriba (upstream).
- **Parámetros Constructivos:**
 - No respetar los parámetros de diseño tales como ángulos de talud, anchos de corona entre otros, vulnerando la resistencia de la presa.
 - Falta de control del porcentaje de finos en el cuerpo de presa.
- **Parámetros Operativos:**
 - Falta de borde libre.
 - Espejo de agua pegado al talud aguas arriba.
 - Volumen de agua embalsada en el vaso del depósito superior a lo estipulado en el diseño.
- Existe mayor atención (en algunos casos) al tema de la producción y se descuida la gestión de los depósitos de relave.
- Estas estructuras son dinámicas y únicas – **es necesario una atención individual (personalizada).**



DERRAME DE RELAVES SAMARCO BRASIL – NOV. 2015



Fecha del evento: Noviembre de 2015.
Ubicación: Minas Gerais, Brasil.
Mina: Minas Gerais, VALE y BHP Billinton.
Fallecieron 19 personas, y el Centro Poblado de Bento Rodriguez fue arrasado.



DERRAME DE RELAVES SAMARCO BRASIL – NOV 2015



Camora-Bela

em.com.br

27/01/2016 12:16:07 (GMT -2:00)

GESTIÓN DE LOS DEPÓSITOS DE RELAVES



El International Council on Mining and Metals (ICMM), luego de la falla de la presa de relaves de Samarco, llevó a cabo una revisión global de la gestión de relaves, encargando esta revisión a un panel de expertos.

La revisión recomienda adoptar 6 elementos clave de gestión y gobernanza con la finalidad de minimizar el riesgo de fallas catastróficas, estos elementos clave son:

1. Responsabilidad y Competencia.
2. Planificación y recursos.
3. Gestión de riesgos.
4. Gestión del cambio.
5. Preparación y respuesta ante emergencias.
6. Revisión y Garantía.

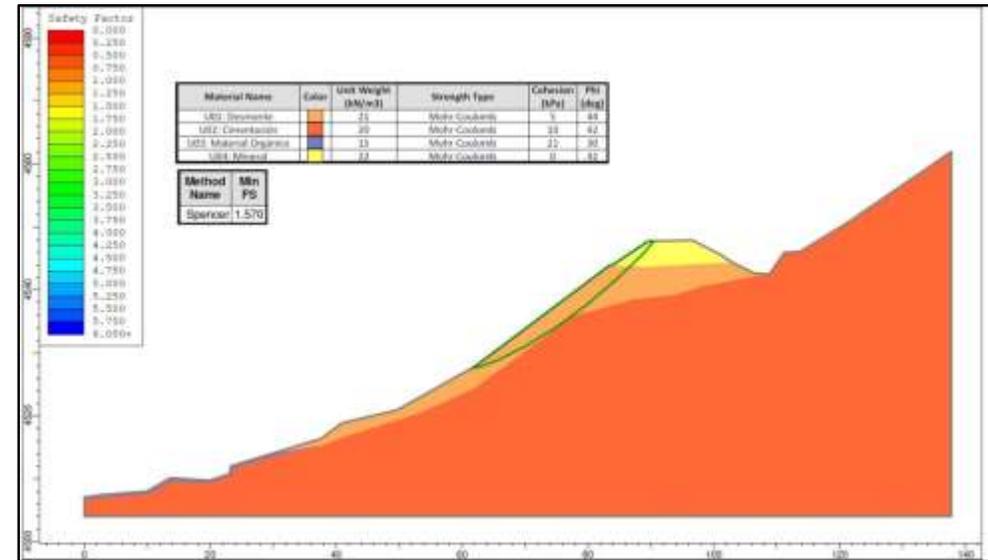


Art. 400° y Artículo 323° del RSSO (D.S. 024-2016-EM)



Art. 400°.- “Los diferentes residuos, entre ellos los relaves, serán almacenados en lugares diseñados para tal efecto; asegurando la estabilidad física y química de dichos lugares, con la finalidad de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Cada dos (2) años presentaran a la autoridad competente un estudio de estabilidad física actualizado.”



Art. 323°.- “Los depósitos de relave, depósitos de desmonte, pilas de lixiviación deberán construirse y operarse de acuerdo al expediente técnico aprobado y a las autorizaciones de construcción y funcionamiento. Deberán contar con un ingeniero especializado y con experiencia en geotecnia de manera permanente como el supervisor responsable de dichos componentes.”

Art. 26° Literal m) y s) y Art. 27° del RSSO (D.S. 024-2016-EM)



Art. 26°: (...)

m): “El titular minero esta en la obligación de efectuar inspecciones a sus labores mineras para detectar los peligros y evaluar los riesgos a fin de ejecutar controles para mitigarlos o eliminarlos.” (...)

s): “La autoridad tiene la potestad de suspender operaciones que presenten un riesgo a la seguridad de los trabajadores o que no cuenten con las autorizaciones respectivas (Construcción Y funcionamiento).”

Art. 27°: “El titular minero es responsable de garantizar la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores.”





Dentro de las funciones del ingeniero revisor tenemos:

- Revisión de información.
- Establecer criterios de seguridad.
- Entendimiento del sistema físico de la presa.
- Entendimiento del sistema de manejo de seguridad de la presa.
- Visita al sitio e inspecciones.
- Entrevista al personal.
- Verificación de la documentación.
- Análisis de seguridad de la presa.
 - Identificación de peligros.
 - Identificación de modos de falla.
 - Controles de riesgo.
- Recomendación de acción y prioridades.



IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS:



Como parte del proceso de construcción y operación del depósito de relaves, el ing. Geotecnista responsable por parte del titular minero (art. 323°), tiene la obligación de identificar los posibles peligros y actuar en su mitigación y/o eliminación.



CONTROLES DE RIESGO:



El ingeniero geotecnista debe contar con información actualizada del monitoreo geotécnico de los depósitos de relaves que le permita evaluar los riesgos a los que se expone la presa y determinar las medidas de control de riesgo necesarias.

“Los mejores controles de seguridad son aquellos que minimizan el riesgo mediante un diseño óptimo y la eliminación de peligros, de manera que no pueda iniciarse un modo de falla.”

Fuente: II Taller de Revisión de Seguridad de Presas de Relaves, CDA y Anddes, 2018.



CONTROLES DE RIESGO:



A continuación se señalan algunos controles para la seguridad de la presa:

- Contar con un ing. Geotecnista encargado de gestionar la seguridad de la presa, con las atribuciones suficientes para la toma de decisiones.
- Cumplimiento estricto del diseño aprobado por la autoridad competente, tanto en la etapa de construcción como en la operación y cumplimiento de los parámetros operativos.
- Contar con un Manual de Operaciones, el cual deberá ser celosamente supervisado en su aplicación.



CONTROLES DE RIESGO:

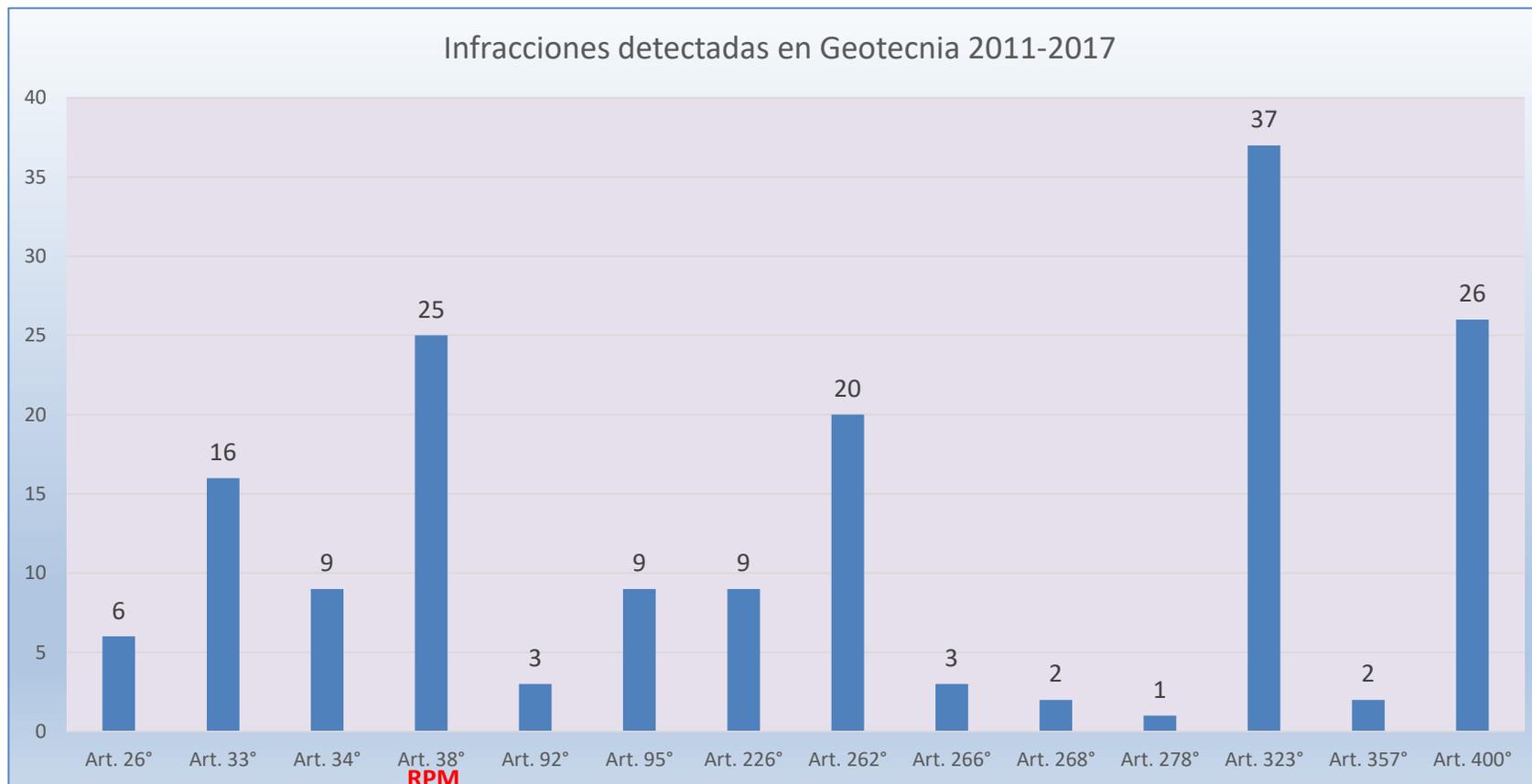


- Monitoreo permanente de los depósitos de relaves.
- Capacitación por medio de charlas y retroalimentaciones de los recrecimientos y procesos operativos del depósito de relaves.
- Contar con un Plan de Emergencias, el mismo que debe ser motivo de capacitación y simulacros.



Estadísticas de infracciones con mayores incidencias en Geotecnia

En el cuadro se muestra los artículos sancionados por incumplimientos al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (RSSO) y Reglamento de Procedimientos Mineros (RPM). Es pertinente resaltar que la cantidad de infracciones ha sido mucho mayor, pero se han ido subsanando al evidenciar el levantamiento de los hechos constatados.



RIESGOS EN DEPÓSITOS DE RELAVES IDENTIFICADOS POR LA GSM



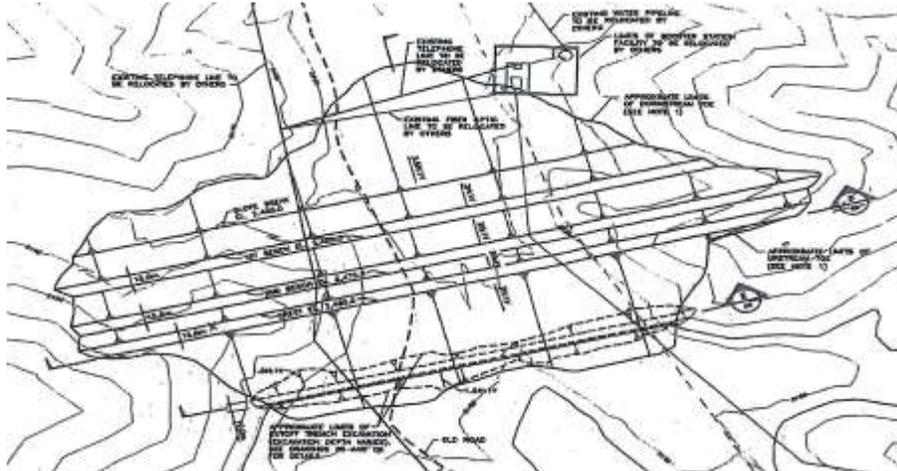
La GSM identificó los siguientes riesgos, a lo largo de su trabajo de supervisión y fiscalización, a los cuales les da una valoración para la elaboración del Plan Anual de Supervisión.

1. Ubicación de la presa.
2. Altura del dique de contención.
3. Volumen de almacenamiento.
4. Material de construcción de la presa.
5. Método de construcción y recrecimiento.
6. Cumplimiento de los parámetros aprobados.



INDICADORES DE RIESGO PARA DEPÓSITOS DE RELAVES

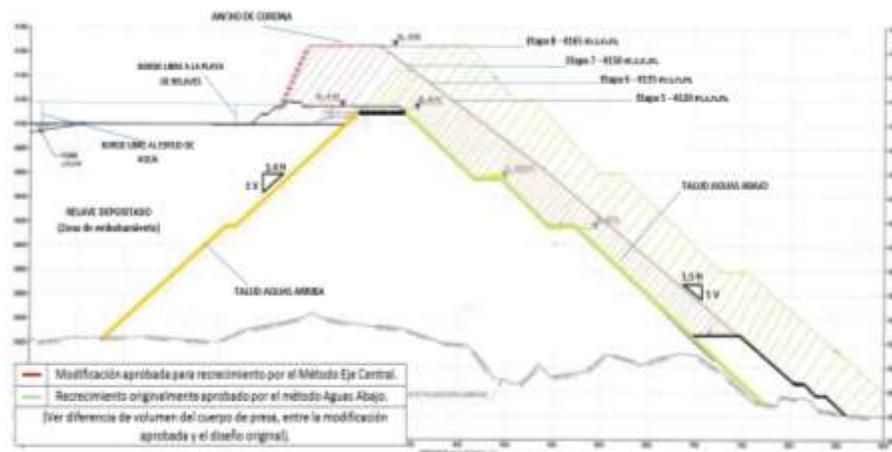
GEOGRÁFICOS Y TOPOGRÁFICOS



VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO



CRITERIOS DE DISEÑO DE LA PRESA

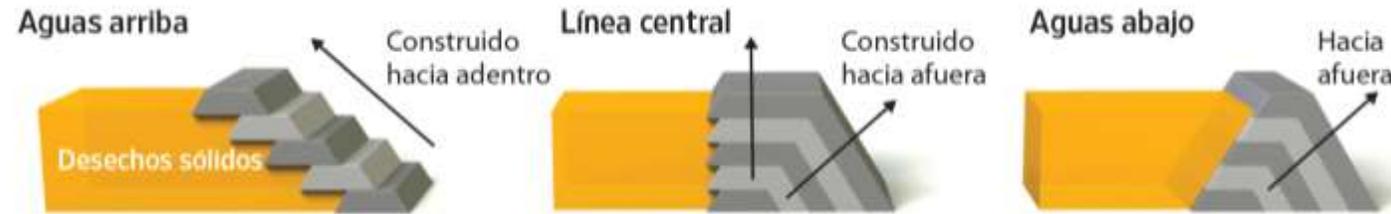


CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE



CRITERIOS PARA MEJORAR LA DISPOSICION DE RELAVES

- En el mundo se viene descartando el diseño y construcción de depósitos de relaves por el método “aguas arriba”, en países como Chile, la normativa no permite la construcción por este método; asimismo, vienen gestionando a nivel de normativa que los depósitos de relaves sean emplazados por debajo de los 2500 msnm.



- Uno de los mayores peligros en depósitos de relaves, es la gran cantidad de agua almacenada en estas estructuras, en ese sentido, una de las soluciones a esta condición, que han sido adaptadas con éxito alrededor del mundo, es la disposición de relaves espesados y filtrados.

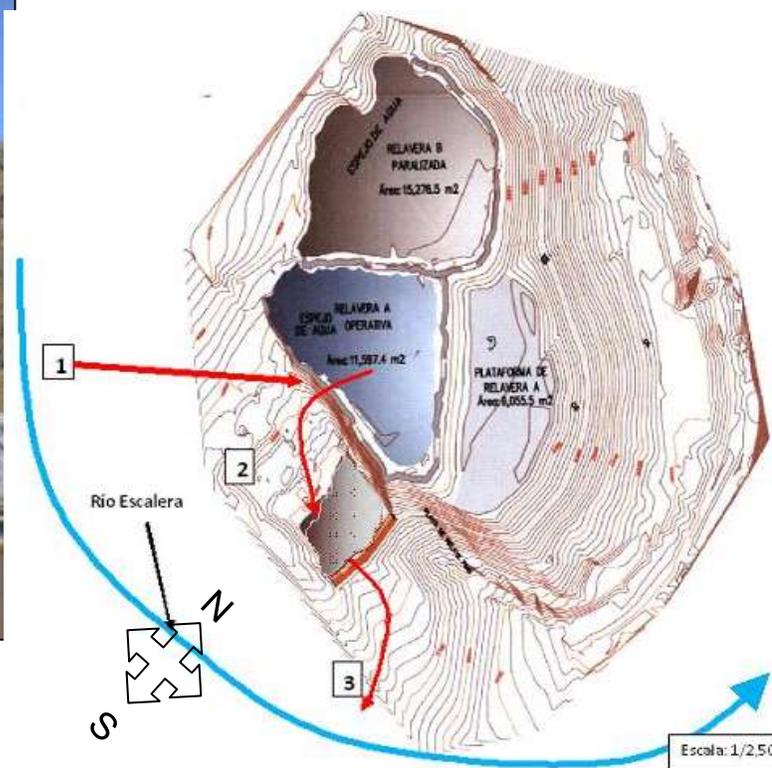




EJEMPLOS DE EVENTOS DE EMERGENCIA SUPERVISADOS POR LA GSM



DEPÓSITOS DE RELAVES – UM. HUACHOCOLPA UNO (JUNIO 2010)



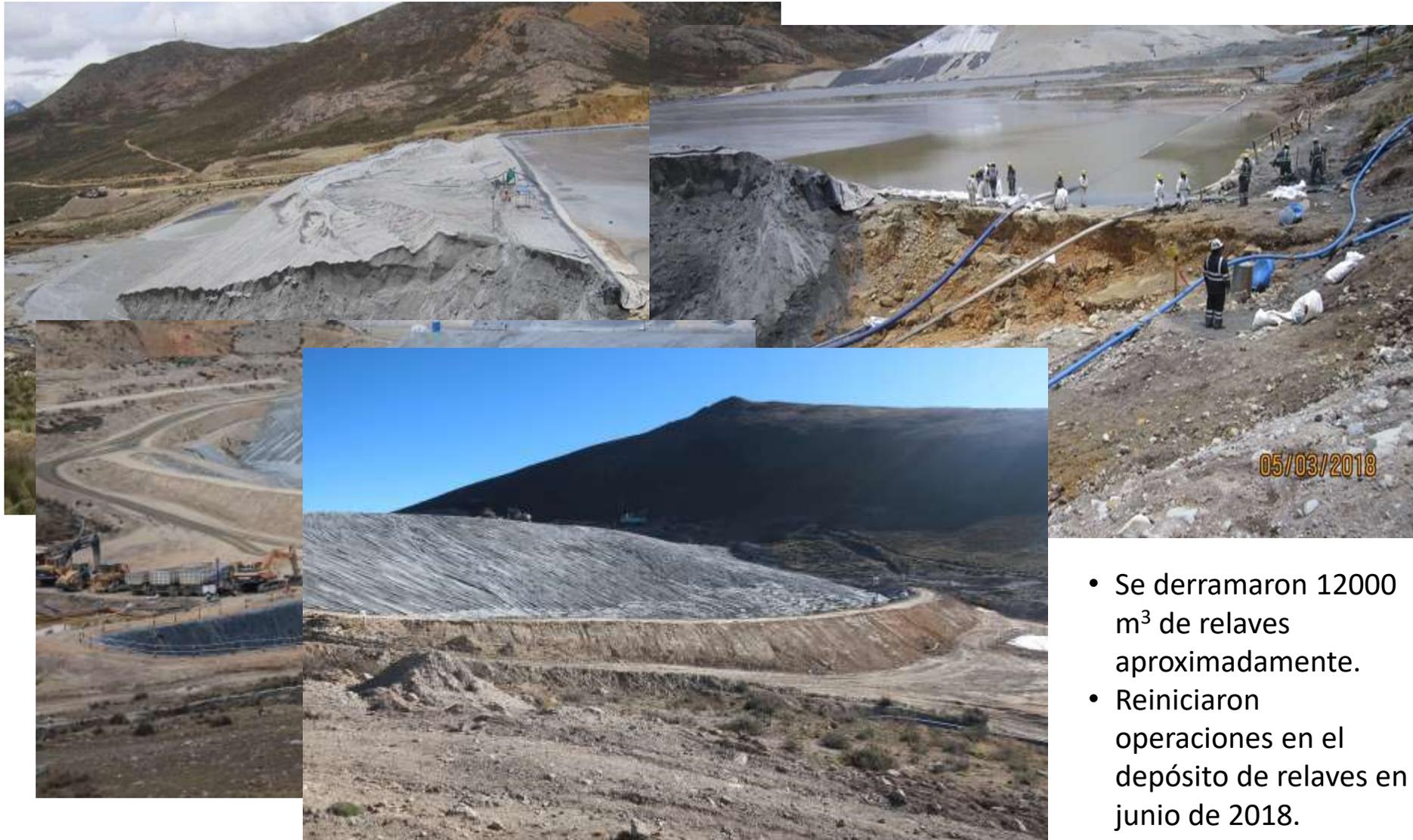
1. Dique de la Relavero A colapsada.
2. 57,000 m³ de relaves desembalsados.
3. 25,000 m³ derramados al rio escalera.

DERRAME DE RELAVES EN DEPOSITO PENDIENTE DE CIERRE (MARZO 2016)



- Se desembalsaron 2184.43 m³ de relaves aprox.

DERRAME DE RELAVES EN DEPOSITO OPERATIVO (MARZO 2018)



- Se derramaron 12000 m³ de relaves aproximadamente.
- Reiniciaron operaciones en el depósito de relaves en junio de 2018.

DESLIZAMIENTO EN UN DEPOSITO DE DESMONTE (SET. 2016)



- Evento ocurrido en setiembre 2016.
- Falleció una persona.
- Se deslizaron 20000 m³ de material.

SUPERVISIÓN DE TAJOS ABIERTOS POR OSINERGMIN



Entre los principales objetivos de la supervisión en relación a los Tajos abiertos se pueden mencionar los siguientes:

- Verificar el cumplimiento del plan de minado (talud de bancos, talud operacional y final, ancho de bermas, gradiente de rampas, altura de bermas de seguridad, etc.).
- Verificar el cumplimiento de las autorizaciones de preparación-desarrollo e inicio de explotación del componente.
- Constatar que el tajo abierto cuente con un estudio de estabilidad física en cumplimiento de las normativas vigentes.
- Verificar que los titulares mineros cuenten con procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS) de las actividades realizadas en los Tajos, los cuales deben ser resultado de una evaluación total de riesgos.

Al respecto, se tiene principal énfasis en las actividades de desquinche y perfilado de taludes de bancos simples, dobles y triples, por considerarse actividades de alto riesgo las cuales han sido motivo de diversos accidentes en las unidades mineras.

DESLIZAMIENTO DE TALUD EN TAJO (MAYO 2016)



- Deslizamiento ocurrido en talud de tajo.
- Acc. Fatal Múltiple con 6 personas fallecidas.

BANCOS DOBLES (FEB. 2017)




TRACTOR 52



FALLAS CONTROLADAS EN TAJOS ABIERTOS



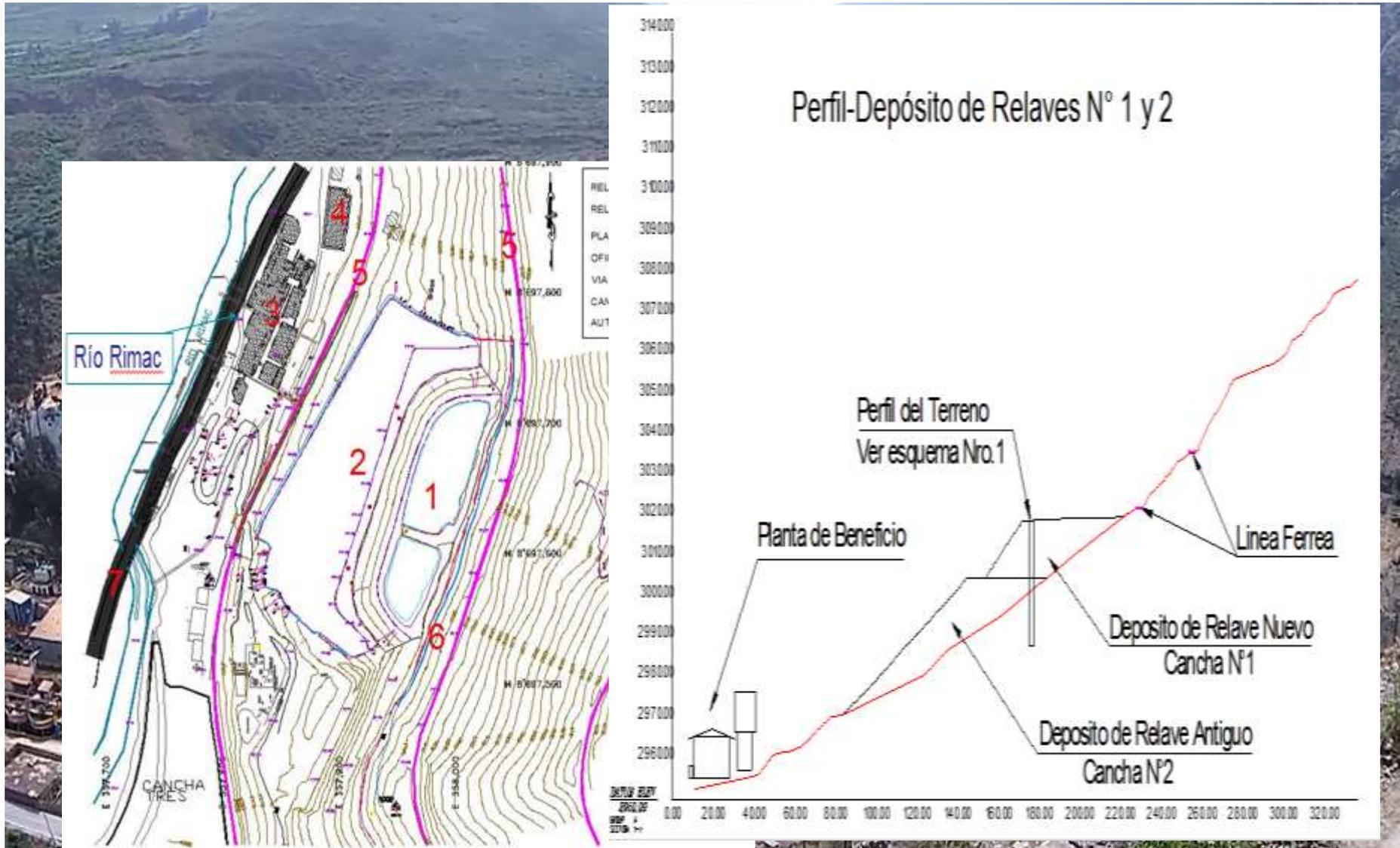
La GSM ha podido verificar, en distintas operaciones a tajo abierto, la instalación de sistemas de radar para el monitoreo geotécnico de los taludes, el cual permite al titular minero conocer con una anticipación significativa la ocurrencia de un evento e incluso determinar el volumen aproximado a desplazarse. Tajo Colquijirca de Sociedad Minera El Brocal.





ALGUNOS EJEMPLOS DE ATENCIÓN ESPECIAL PARA LA GSM

DEPOSITOS DE RELAVES NYRSTAR CORICANCHA S.A. – UNIDAD MINERA CORICANCHA



SUPERVISION A LOS PROCESOS DE COMPACTACION, RELAVES FILTRADOS - DEPÓSITO CHINCHÁN.



DEPÓSITOS DE RELAVES HUINCUSH - ANTAMINA



Vista panorámica del vaso de la relavera, en la que se aprecia el agua decantada distante del cuerpo de presa y formación de playa sobre el talud aguas arriba de la presa.
Presa que supera los 200 m. de alto.

Conformación del cuerpo de presa con material de préstamo compactado.
Recrecimiento por el método línea central



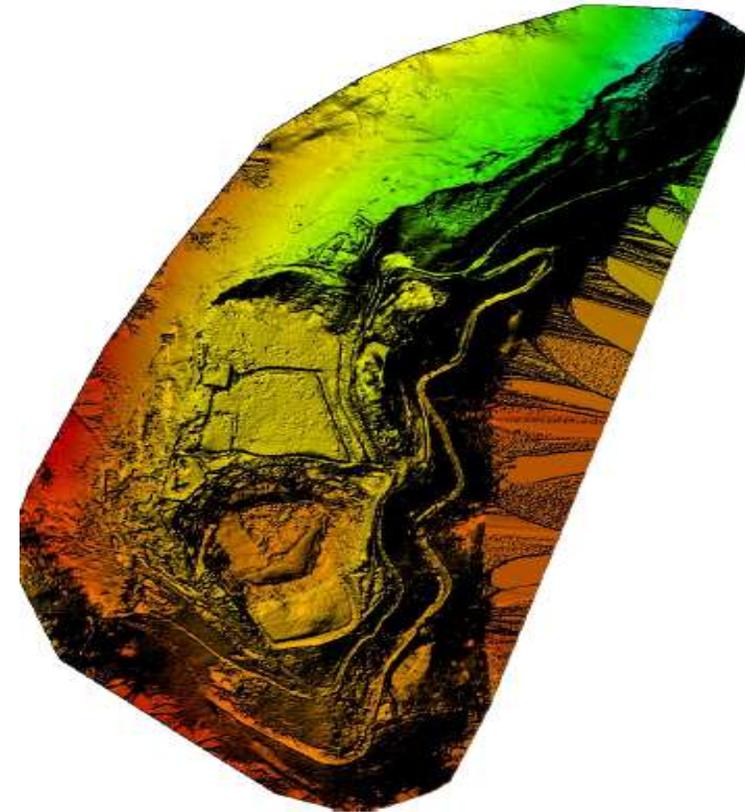
SUPERVISIÓN MEDIANTE EL USO DE DRONES



La GSM, en el área de geotecnia, ha iniciado un Plan Piloto para supervisiones mediante el uso de drones, con la finalidad de optimizar los trabajos de supervisión y fiscalización.

Secuencia de trabajo con drones:

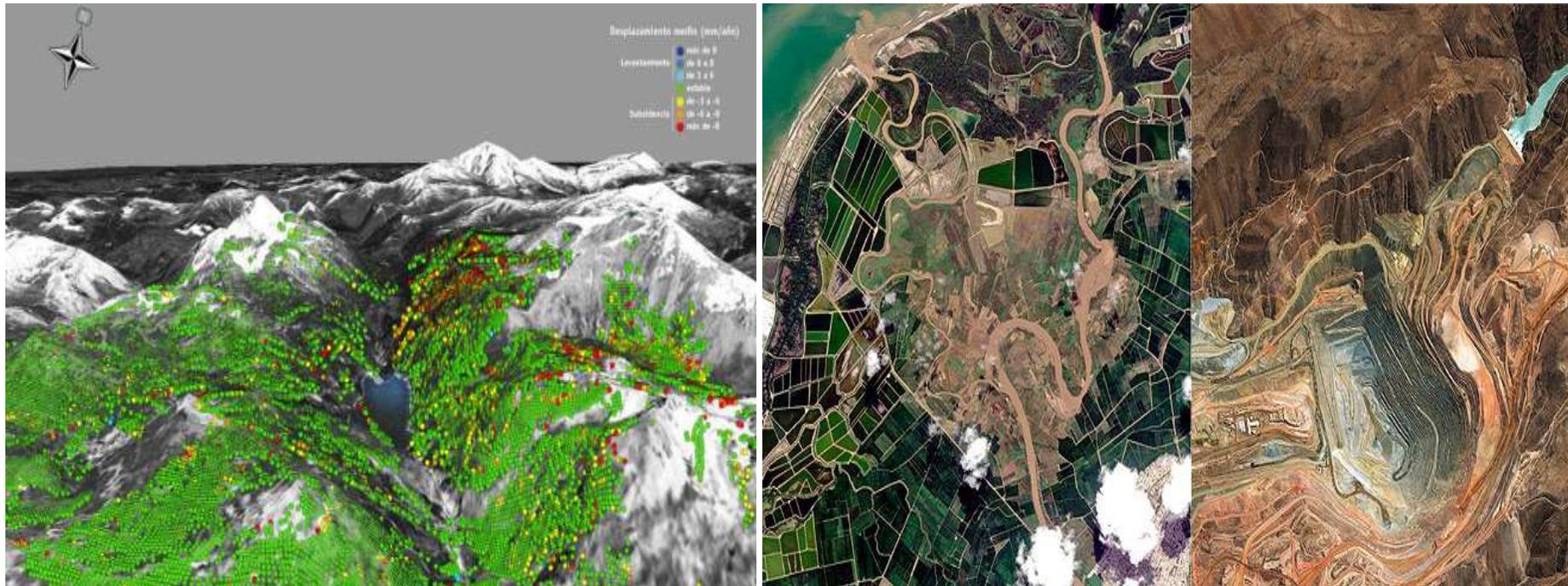
- Ubicación y rastreo de los puntos del área del proyecto.
- Utilización del GPS diferencial y software Geodésico.
- Plan de vuelo programado para la obtención de las aerofotografías.
- Toma fotografías con el Drone, las cuales son procesadas en un software de fotogrametría.
- Identificación de puntos en común entre las imágenes obtenidas a través de algoritmos de superposición.
- Formación de una malla de triangulación que representa a la superficie aéreo-fotografiada.



SUPERVISIÓN CON IMÁGENES SATELITALES



La GSM, manteniéndose a la vanguardia en el uso de tecnología de punta para las supervisiones a las unidades mineras, tiene proyectado implementar a sus procedimientos de supervisión, el monitoreo a través de imágenes satelitales, las cuales permiten obtener información precisa y de manera rápida.



CONCLUSIONES



- Osinergmin a través de su Gerencia de Supervisión Minera – GSM, realiza la supervisión y fiscalización de la mediana y gran minería.
 - Los depósitos de relaves, por ser estructuras de gran potencial de riesgo, son prioridad de la GSM durante la supervisión.
 - La GSM trabaja con 4 indicadores de riesgo que le permite identificar los depósitos de relaves que requieren de una especial atención.
 - Los esfuerzos del Osinergmin por supervisar y fiscalizar a las unidades mineras, tienen la finalidad de apoyar una minería responsable de la seguridad de la infraestructura en cumplimiento de la normatividad vigente.
 - La GSM viene implementando nuevas tecnologías a sus procesos de supervisión con la finalidad de conseguir un desempeño más eficiente en sus funciones supervisoras y fiscalizadoras.
-

GRACIAS