

ANEXO N° 40

CONTENIDO MÍNIMO DEL ESTUDIO DE ESTABILIDAD FÍSICA DE UN DEPÓSITO DE RELAVES

Se recomienda que los estudios de estabilidad física de los depósitos de relaves tengan como mínimo, el siguiente contenido:

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Contiene la fecha de elaboración del estudio de estabilidad física, la descripción de las principales características de la unidad minera con relación al componente evaluado.

1.2 Ubicación

Incluye la ubicación política de la unidad minera (departamento, provincia y distrito); así como la ubicación geográfica, la cual debe estar referenciada dentro de su entorno (con alguna cordillera, quebrada, valle, río), señalando la altitud promedio y las coordenadas UTM en el sistema WGS84 de la zona de emplazamiento del depósito de relaves, los accesos a la unidad minera y los tiempos empleados en cada ruta.

1.3 Información existente

Mediante un listado, se indicará la información técnica utilizada para la elaboración del estudio (por ejemplo: ingeniería de detalle, investigaciones geotécnicas, estudios de peligro sísmico, registros e informes de monitoreo, etc.), citando el título, autor y fecha de elaboración.

2. GEOLOGÍA

Describe las características geológicas locales y regionales de la zona en la que se encuentra emplazado el depósito de relaves, así como la geodinámica externa que pueda afectar la estabilidad física del componente.

3. HIDROLOGÍA

Incluye información de la cuenca hidrológica a la que pertenece y los parámetros considerados para la zona donde se emplaza el depósito de relaves.

4. TOPOGRAFÍA

Contiene los aspectos morfológicos del área donde se emplaza el componente, indicando la orografía, forma del relieve y los taludes del depósito de relaves y su entorno.

Esta información proporcionará las características geométricas del componente como insumo para la elaboración del estudio. El informe deberá indicar la fecha a la que corresponde la información topográfica utilizada.

5. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS

El consultor elaborará un programa de investigaciones geotécnicas de acuerdo a las características de la operación del depósito de relaves para la elaboración del estudio de estabilidad física.

En caso de no contar con el referido programa de investigaciones en el presente estudio, el consultor deberá sustentarlo técnicamente.

5.1 Métodos de Auscultación del terreno

Contiene los métodos utilizados para dicho fin, indicando para cada uno de ellos la profundidad de exploración, características del material encontrado, presencia de nivel freático y potencial de licuación.

Se especificará la cantidad de exploraciones, así como la ubicación con coordenadas UTM donde se realizaron, teniendo en cuenta que debe brindar información acerca del terreno de



emplazamiento del componente. Señalar si las muestras obtenidas en dichas exploraciones son alteradas o inalteradas.

Esta información deberá estar reflejada en un plano de investigaciones geotécnicas.

5.2 Ensayos de campo

Se deberá indicar cuáles fueron los ensayos realizados en campo, la cantidad de los mismos, norma utilizada y los resultados obtenidos. Estos ensayos deben estar mostrados en un plano de investigaciones geotécnicas.

5.3 Ensayos de Laboratorio

Listar los ensayos realizados a cada una de las muestras obtenidas en campo, y posteriormente procesadas en laboratorio; indicando los resultados obtenidos en un cuadro resumen. Se deberán adjuntar los registros firmados de los ensayos realizados por el laboratorio especializado.

6. MONITOREO GEOTÉCNICO

Para la elaboración del análisis de estabilidad física, el consultor deberá utilizar información actualizada del registro de monitoreo geotécnico en base a la instrumentación del componente, a fin de evaluar su comportamiento en el tiempo y de ser necesario, formular recomendaciones para un mejor seguimiento.

Se deberá presentar como anexo la información referente al registro geotécnico utilizado para el análisis de estabilidad física.

7. PELIGRO SÍSMICO

El consultor deberá señalar la fecha de elaboración del estudio de Peligro Sísmico utilizado para la zona analizada, que servirá de insumo para el análisis de estabilidad del depósito de relaves, indicando los periodos de retorno considerados, como también los métodos empleados y las aceleraciones máximas esperadas para cada tipo de material.

8. CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS

Contiene el listado de consideraciones empleadas por el consultor para la elaboración del estudio de estabilidad física, en base a la normativa vigente, la ingeniería de diseño y a la revisión de la información existente del componente. Este ítem deberá contar también con un cuadro resumen de los parámetros de resistencia de los materiales y las propiedades físicas de éstos (SUCS, densidad, peso específico).

9. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

9.1 Estabilidad de taludes

9.1.1 *Metodología de análisis*

El consultor debe especificar el software utilizado y el método empleado para el análisis de estabilidad, señalando el procedimiento y las consideraciones utilizadas para el cálculo de los factores de seguridad bajo condiciones estáticas y pseudo-estáticas.

9.1.2 *Secciones de análisis*

Realizar el análisis de estabilidad en las secciones críticas según el criterio del consultor. Esta información deberá estar contenida en un plano donde se indiquen las secciones evaluadas y sus elevaciones en msnm.

10. RESULTADOS

10.1 Resultados del Análisis de Estabilidad

Los resultados se mostrarán en un cuadro resumen de los valores obtenidos mediante el software utilizado, que serán contrastados con los valores señalados en las consideraciones para el análisis.

Las salidas de las corridas de estabilidad con el cuadro de propiedades de los materiales se deben mostrar como anexo del informe.



11. CONCLUSIONES

Se deberán indicar las principales consideraciones adoptadas para la elaboración del estudio.

Señalar si de acuerdo a resultados obtenidos en el análisis de estabilidad física, el depósito de relaves es físicamente estable o si requiere de medidas para su estabilización.

12. RECOMENDACIONES

En caso de ser requerido, se propondrán medidas para una mejorar la operación o el monitoreo del depósito de relaves.

En el caso que los factores de seguridad son menores a los mínimos establecidos, se deberá incluir la propuesta o método de estabilización del componente.

13. REFERENCIAS

Contará con el listado de la documentación y normativa utilizada para la elaboración del estudio.

14. ANEXOS

Los anexos del estudio deberán contener como mínimo lo siguiente:

- Plano con la ubicación de las investigaciones geotécnicas realizadas en coordenadas UTM WGS84.
- Plano con las secciones o perfiles geotécnicos empleados para el análisis de estabilidad física.
- Registros de los ensayos geotécnicos de campo.
- Registro del monitoreo geotécnico.
- Registros de los ensayos de laboratorio.
- Salidas (output) de los resultados obtenidos mediante el software utilizado.

ANÁLISIS ADICIONALES

En caso que el consultor requiera para complementar el estudio de estabilidad física, la elaboración de análisis adicionales tales como el análisis de infiltración, análisis de deformaciones estáticas o dinámicas, éstos deberán contar con el siguiente contenido mínimo:

1. ANÁLISIS DE INFILTRACIÓN

Se usará para determinar el nivel de agua dentro del cuerpo de la presa, tratando de simular las condiciones de operación del depósito de relaves. Este análisis se realizará en caso no se cuente con información del nivel piezométrico del depósito de relaves o en caso de no estar dicho análisis contenido en la ingeniería de diseño.

1.1 Metodología de análisis

Indica el nombre del software y la versión utilizada, así como el método que se ha empleado para la elaboración del análisis.

1.2 Propiedades hidráulicas de los materiales

Contiene los parámetros de conductividad hidráulica (K), estimados en los ensayos de campo o de laboratorio, de los materiales que conforman el depósito de relaves. En caso se asuma un valor se sustentará los valores asumidos.

1.3 Condiciones del análisis de filtración

Las condiciones del análisis de infiltraciones permitirán modelar los escenarios a los cuales estará sometido el depósito de relaves. La condición más desfavorable será usada para el análisis de estabilidad.

1.4 Secciones de análisis

Incluye la geometría obtenida de las secciones críticas del plano topográfico



1.5 Resultados

Contiene los gráficos obtenidos por el software utilizado para las condiciones más desfavorables

2. ANÁLISIS NUMÉRICO DE DEFORMACIONES ESTÁTICAS

Este análisis podrá ser realizado por el consultor de manera opcional y complementaria, considerando los resultados obtenidos en el análisis de equilibrio límite.

2.1 Metodología de análisis

Se deberá señalar la versión del software utilizado y el método adoptado para el análisis.

2.2 Propiedades / parámetros elásticos de los materiales

Contiene las características consideradas para cada material, referidas a sus propiedades elásticas obtenidas a partir de ensayos geofísicos, ensayos triaxiales, bibliografía existente y a la experiencia del consultor.

2.3 Resultados

Se presentará un cuadro resumen con los desplazamientos estáticos (horizontal y vertical) obtenidos en el dique del depósito de relaves mediante el análisis numérico, contrastando con los máximos desplazamientos considerados para este método en las consideraciones para el análisis.

3. ANÁLISIS DE DEFORMACIONES POR SISMO MEDIANTE MÉTODOS SIMPLIFICADOS

Este tipo de análisis puede ser realizado como complemento del análisis de estabilidad física por equilibrio límite. Para ello, el consultor deberá sustentar técnicamente su realización, utilizando como mínimo los siguientes métodos:

- Método de Bray & Travasarou y Macedo
- Método de Makdisi & Seed

3.1 Resultados

Se mostrará un cuadro resumen con los desplazamientos máximos y mínimos obtenidos en el dique del depósito de relaves mediante el análisis numérico, contrastando con los máximos desplazamientos considerados para estos métodos en las consideraciones para el análisis.

