

PROPIETARIO - OWNER

PROPRIETARIO - OWNER

ALTO MAIPO SpA

DISEÑO DE DETALLES

(Versión en Español)

[illegible]



STRABAG

INFORME N°4

OPINION TECNICA y RECOMENDACIONES

sobre

GEOLOGIA y MECANICA DE SUELOS DESARENADOR VOLCAN

PROYECTO HIDROELECTRICO ALTO MAIPO

Preparado Por:

RODRIGUEZ Y GOLDSACK

Ingeniería Civil Ltda.
Presidente Riesco 3074 Depto. 32 - Las Condes
Fono: +56 22 378 71 93
e - mail: rodygold@rodygold.cl



INDICE

INFORME N°4

OPINION TECNICA y RECOMENDACIONES

sobre

GEOLOGIA y MECANICA DE SUELOS DESARENADOR VOLCAN

PROYECTO HIDROELECTRICO ALTO MAIPO

STRABAG

1. GENERALIDADES y OBJETIVOS	1
2. ANTECEDENTES	1
2.1. Documentos	1
2.2. Planos	2
2.3. Visita a terreno del 24 de julio de 2018	5
3. RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES GEOTECNICAS ESTABLECIDAS EN LA INFORMACION DISPONIBLE	6
4. OPINION TECNICA y RECOMENDACIONES	8

INFORME N°4

OPINION TECNICA y RECOMENDACIONES

sobre

GEOLOGIA y MECANICA DE SUELOS DESARENADOR VOLCAN

PROYECTO HIDROELECTRICO ALTO MAIPO

STRABAG

1. GENERALIDADES y OBJETIVOS

Strabag, empresa copropietaria del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo S.A., ha solicitado a Rodríguez y Goldsack Ingeniería Civil Ltda. un informe que entregue su Opinión Técnica y las correspondientes Recomendaciones sobre la geotecnia desarrollada para el Desarenador Volcán.

El objetivo de este Informe N°4 es entregar lo solicitado.

2. ANTECEDENTES

2.1. Documentos

La Geotecnia de esta estructura está definida en los siguientes documentos:

- Documento N°6125-GE-INF-001, denominado “Desarenador El Volcán – Informe Geológico” en su Revisión 2ª del 26 de diciembre de 2017. Este documento fue desarrollado por la empresa Subterra.
- Documento N°6125-MS-INF-0001, denominado “Desarenador El Volcán – Informe de Mecánica de Suelos” en su Revisión 1 del 26 de diciembre de 2017. Este documento fue desarrollado por Subterra.

2.2. Planos

Se ha dispuesto de los siguientes planos:

- Geología.
 - Plano N° 6125-GE-PLA-0001, en su Rev. 1 del 09/06/2016. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Mapa Geológico Planta y Secciones.
- Planos de Formas y de Dimensiones.
 - Plano N° 6125-CI-PLA-0001, en su Rev. 2 A 2 del 07/07/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Planta y Secciones.
 - Plano N° 6125-CI-PLA-0002, en su Rev. 2 A 2 del 04/07/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Tramo T-1 / Planta y Secciones.

- Plano N° 6125-CI-PLA-0003, en su Rev. 2 A 2 del 04/07/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Tramo T-2 / Planta / 1 de 2.
- Plano N° 6125-CI-PLA-0004, en su Rev. 0 A 2 del 04/07/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Tramo T-2 / Secciones / 2 de 2.
- Plano N° 6125-CI-PLA-0005, en su Rev. 2 A 2 del 04/07/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Tramo T-3 / Planta 1 de 2.
- Plano N° 6125-CI-PLA-0006, en su Rev. 2 A 2 del 04/07/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Tramo t-3 / Secciones / 2 de 2.
- Plano N° 6125-CI-PLA-0007, en su Rev. 0 A 3 del 07/08/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Tramo T-4 / Planta Detalle 5.
- Plano N° 6125-CI-PLA-0008, en su Rev. 0 A 2 del 04/07/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Tramo t-5 / Planta y Secciones.
- Plano N° 6125-CI-PLA-0009, en su Rev. 0 A 3 del 04/07/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Tramo T-6 / Planta y Secciones.

- Plano N° 6125-CI-PLA-0010, en su Rev. 0 A 2 del 05/07/2018.
Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán.
Desarenador El Volcán. Tramo T-7 / Planta y Secciones.
 - Plano N° 6125-CI-PLA-0011, en su Rev. 1 A 2 del 05/07/2018.
Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán.
Desarenador El Volcán. Tramo T-8 / Planta y Secciones.
 - Plano N° 6125-CI-PLA-0012, en su Rev. 0 A 2 del 05/07/2018.
Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán.
Desarenador El Volcán. Tramo T-4 / Secciones y Detalles 2 de 2.
- Planos de Sistema de Drenaje.
- Plano N° 6125-CI-PLA-0015, en su Rev. A00 del 19/07/2018.
Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán.
Desarenador El Volcán. Planta - Sistema de Drenaje.
 - Plano N° 6125-CI-PLA-0016, en su Rev. A00 del 19/07/2018.
Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán.
Desarenador El Volcán. Planta - Sistema de Drenaje.
- Planos de Excavación.
- Plano N° 6125-CI-PLA-0001, en su Rev. 2 A 2 del 07/07/2018.
Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán.
Desarenador El Volcán. Planta y Secciones.

- Plano N° 6125-CI-PLA-0002, en su Rev. 2 A 2 del 04/07/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Tramo T-1 / Planta y Secciones.
- Plano N° 6125-CI-PLA-0003, en su Rev. 2 A 2 del 04/07/2018. Sistema Volcán – Yeso. Obras Superficiales El Volcán. Desarenador El Volcán. Tramo T-2 / Planta / 1 D.

2.3. Visita a terreno del 24 de julio de 2018

El día 24 de julio de 2018 el suscrito junto con profesionales de Strabag y de Edic visitaron las principales obras de la Aducción Volcán y entre ellas al Desarenador.

Los antecedentes obtenidos sobre el Desarenador son los que siguen:

- La estructura estaba en plena construcción.
- Fue prácticamente imposible precisar las características del suelo donde se emplaza el Desarenador debido a que el área estaba cubierta de nieve.

2.4. Visita a terreno del 10 de septiembre de 2018

El día 10 de septiembre de 2018 el suscrito junto con profesionales de Strabag y de Edic visitaron nuevamente las principales obras de la Aducción Volcán y entre ellas al Desarenador. En esta segunda oportunidad, la zona se encontraba despejada de nieve y se pudo observar el suelo existente en la zona, en las excavaciones abiertas y a nivel de sello de fundación en el extremo de aguas abajo del desarenador, zona que se encontraba excavada mas aún no construida.

Los antecedentes obtenidos durante la visita sobre el Desarenador son los que siguen:

- La estructura estaba en plena construcción.
- Los suelos existentes en el lugar de implantación corresponden a depósitos morrénicos y aluviofluviales, formados por grandes bloques confinados por una matriz de gravas areno arcillosas o limosas.
- En la zona de implantación del desarenador no se aprecian riesgos geológicos que pudieran afectarlo, tales como zonas de avalancha, deslizamientos de suelo, caídas de bloques u otros.

3. RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES GEOTECNICAS ESTABLECIDAS EN LA INFORMACION DISPONIBLE

Las Conclusiones y Recomendaciones Geotécnicas de diseño establecidas en el Informe Geológico y en el Informe Estructural se puede resumir como sigue:

- En los informes se indica que en el sector donde se emplazará el Desarenador existen depósitos cuaternarios de deslizamientos morrénicos y aluviofluviales.
- Los suelos que forman estos depósitos se caracterizan asignando los siguientes valores a sus parámetros geomecánicos.

Parámetros Geomecánicos	Suelo Natural
Densidad en Sitio (Ton/m ³)	2,10
Angulo de Fricción Interna (°)	43,00
Cohesión (Ton/m ²)	2,30
Coeficiente de Balasto para placa de 30 x 30 cm (kg/cm ³)	10,00
Coeficiente de Roce Hormigón - Suelo	0,50
Tensión de Contacto Admisible Normal (kg/cm ²)	3,00
Tensión de Contacto Admisible Eventual (kg/cm ²)	4,50
Tensión de Contacto Admisible Normal en suelo bajo napa (kg/cm ²)	1,50
Tensión de Contacto Admisible Eventual en suelo bajo napa (kg/cm ²)	2,25

- Se indica que la napa freática está superficial.
- Se entregan los diagramas de empuje de suelo sobre estructura.
- Se establece que el sello de fundación, en el cual debe haber un suelo granular constituido por gravas en una matriz areno limosa o arcillosa, debe ser recibido por un ingeniero geotécnico o por un geólogo.
- Se especifica que los cortes en suelo natural deben tener una inclinación 2/3 (H/V).

- Se indica que los rellenos se definen en la Especificación Técnica General del Proyecto.
- El relleno se caracteriza asignando los siguientes valores a sus parámetros geomecánicos:

Parámetros Geomecánicos	Suelo Natural
Densidad en Sitio (Ton/m ³)	2,20
Angulo de Fricción Interna (°)	40,00
Cohesión (Ton/m ²)	0,25

Se hace notar que el informe se basa en una exploración a base de 4 calicatas, 2 de 2,00 m de profundidad, otra de 0,90 m y una cuarta de 1,00 m, en bibliografía y en la experiencia del geotécnico que desarrolla los informes.

4. OPINION TECNICA y RECOMENDACIONES

El análisis de los antecedentes antes expuestos y la experiencia de los suscritos en trabajos similares permite entregar la siguiente Opinión Técnica sobre el Informe Geológico y el Informe de Mecánica de Suelos con los cuales se desarrolló el proyecto estructural del Desarenador y actualmente la construcción de la citada estructura.

- La exploración hecha a base de 4 calicatas de hasta 2,00 m de profundidad no es la debida ni la necesaria para desarrollar un informe geotécnico para una estructura que en algunos de sus sectores se encuentra fundada a más de 10 m de profundidad.

- Si los suelos existentes en el lugar de implantación corresponden a los depósitos morrénicos y aluviofluviales, formados por grandes bloques confinados por una matriz de gravas areno arcillosas o limosas los valores asignados a sus parámetros geotécnicos se pueden aceptar como válidos.

Sí se hace notar que en un suelo granular no corresponde disminuir los valores de Tensiones de Contacto Admisibles a la mitad, cuando el suelo está bajo napa, inundado.

- Debido a que el sello de fundación de la estructura está a varios metros de profundidad, las Tensiones de Contacto Netas son mínimas y los asentamientos diferenciados serán despreciables.
- Se está de acuerdo con las expresiones para el cálculo del empuje de suelo sobre diferentes tipos de estructuras.
- Se está de acuerdo con los valores de los Factores de Seguridad Estáticos y Dinámicos y con los valores de los Coeficientes Sísmicos para el cálculo de estabilidad de los taludes.
- En el informe no se especifican los rellenos que considera la estructura. Solo hace referencia a la Especificación Técnica General de Movimiento de Tierras del proyecto, la cual no es clara. En el informe se debe indicar si los suelos provenientes de la excavación son aptos para construir rellenos estructurales. Este tema ha sido abordado en detalles en la Especificación Técnica Particular de Relleno Estructural-Relleno Común-Relleno Impermeable y de Agotamiento (6100-MT-ETP-0001).



- En relación a la napa freática, según la información recabada por el Suscrito en visitas a terreno realizadas, se considera que eventualmente podría existir una napa profunda que afecte a la estructura del desarenador, por lo cual se dispuso, conservadoramente, un sistema de drenaje entorno a ésta. Por otra parte, respecto de los taludes de excavación definitivos que quedarán expuestos, la opinión del Suscrito es que no existirá napa freática sobre la cota de la plataforma del desarenador, por lo que no afectará estos taludes.
- Debido a que en el informe de Subterra se indica que la napa freática está superficial, se debiese especificar la forma de deprimirla para poder construir la estructura. En relación a este tema, en atención a que las excavaciones han permanecido abiertas durante dos años, se estima que no es necesario proponer medidas de agotamiento ya que ha permanecido bajo el nivel de cota de fundación.
- En el informe nada se indica si la estabilidad general del lugar es la debida y que no hay riesgos geológicos como avalanchas, caídas de bloques, licuación, etc.
- Se está de acuerdo con que el sello de fundación debe ser recibido por un ingeniero geotécnico y se debe aceptar si a nivel de sello existe un suelo granular constituido por gravas en una matriz areno limosa o arcillosa.

La Opinión Técnica antes expuesta y el hecho que gran parte de la estructura está construida permite recomendar lo que sigue:

- Lo observado en las excavaciones que se encontraban abiertas al momento de las visitas a terreno y la experiencia de los suscritos permite concluir que la caracterización del suelo del área y los parámetros geomecánicos asignados para el análisis son apropiados.

- Solicitar el escrito que establece que a nivel de sello de fundación existe un suelo granular constituido por gravas en una matriz areno limosa o arcillosa. En relación a este tema, y según lo observado en la parte baja de los cortes abiertos, es posible indicar que la existencia a nivel de sellos de fundación de material granular, el cual es apto para fundar la estructura.
- Especificar debidamente los tipos de rellenos que se consideran en el proyecto de la estructura. Para especificar debidamente un relleno se debe definir:
 - El material a usar.
 - La forma de colocarlo.
 - El grado de compactación con el que debe quedar.

Los temas recién señalados han sido abordados en detalle en la Especificación Técnica Particular de Relleno Estructural-Relleno Común-Relleno Impermeable y de Agotamiento (6100-MT-ETP-0001).

- La superficie expuesta de los taludes de las excavaciones, que a la fecha llevan más de dos años expuestos, no muestra signos de erosión, por lo que se considera que no requieren de protección adicional o medidas de saneamiento superior. Se recomienda evaluar el comportamiento de estas superficies durante el período de operación de la obra, con el fin de determinar si requieren protección adicional posterior.

ANDRES ALVARADO PAVEZ

Ingeniero Civil

p. Rodríguez y Goldsack Ltda.

ARTURO GOLDSACK JARPA

Ingeniero Civil

p. Rodríguez y Goldsack Ltda.

