



N° 2550

# **STRABAG**

## **INFORME N° 87**

### **MECANICA de SUELOS**

### **BOCATOMA EL MANZANO en el RIO COLORADO**

### **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° 87**

#### **MECANICA de SUELOS**

#### **BOCATOMA EL MANZANO en el RIO COLORADO**

#### **PROYECTO HIDROELECTRICO ALTO MAIPO**

#### **STRABAG**

1.	GENERALIDADES y OBJETIVOS .....	1
2.	ANTECEDENTES.....	2
2.1.	Ubicación de la Bocatoma .....	2
2.2.	Antecedentes Geológicos.....	5
2.3.	Antecedentes Topográficos y niveles de agua en el río .....	7
2.4.	Antecedentes de Proyecto de la Nueva Bocatoma.....	9
2.5.	Visita a terreno .....	11
2.6.	Cálculo de la Fricción, $\phi$ , y de la Cohesión, $c$ , de los suelos que forman las laderas del río Colorado en el sector en análisis. ....	28
2.7.	Documento denominado “Alto Maipo SpA. Alto Maipo Hydropower Project. Informe Parámetros Geotécnicos. Bocatoma El Manzano” en su Rev. A00 del 13 de Agosto de 2020, preparado por Poyry.....	31
3.	CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES .....	32
3.1.	Característica geomorfológica del área y su relación con la estructura a construir. ...	32
3.2.	Propiedades geomecánicas de los suelos existentes en el sector donde se emplazará la Bocatoma. ....	34
3.3.	Niveles de Napa Freática. ....	35
3.4.	Profundidad mínima de Sello de Fundación .....	36
3.5.	Tratamiento del suelo existente a nivel de sello de fundación.....	36
3.6.	Clasificación de los suelos existentes en el sitio según la norma NCh. 2369 of. 200337	
3.7.	Tensiones Admisibles de Contacto Normales y Eventuales. ....	37
3.8.	Coeficientes de Balasto .....	38

3.9. Especificaciones de Excavación .....	39
3.10. Especificaciones de Rellenos .....	41
3.11. Diagramas de Empujes de Suelo .....	48

ANEXO N° 1 Planos Antecedentes Topográficos y Niveles de Agua

ANEXO N° 2 Planos de formas y de dimensiones generales de la Bocatoma

ANEXO N° 3 Fotografías Aéreas

**INFORME N° 87****MECANICA DE SUELOS  
BOCATOMA EL MANZANO en el RIO COLORADO****PROYECTO HIDROELECTRICO ALTO MAIPO****STRABAG****1. GENERALIDADES y OBJETIVOS**

Strabag, empresa copropietaria del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo y a cargo de construcción del mismo, solicitó, a través de su ingeniero señor Thiago Villarroel, a Rodríguez y Goldsack Ingeniería Civil Ltda. un informe que entregue los antecedentes geotécnicos necesarios para el diseño y la construcción de las obras que formarán la nueva Bocatoma El Manzano ubicada en el mismo sitio de la existente, en la ribera derecha, Norte, del río Colorado a ~3,50 km aguas arriba de su desembocadura en el río Maipo.

El objetivo de este informe es entregar los siguientes antecedentes geotécnicos para cumplir lo solicitado con respecto a la Bocatoma.

- Características geomorfológicas del área y su relación con las estructuras a construir.
- Propiedades geomecánicas de los suelos existentes en el sitio.
- Niveles de Napa Freática.
- Profundidad mínima de sello de fundación.



- Tratamiento del suelo existente a nivel de sello de fundación.
- Clasificación sísmica de los suelos existentes en el sitio según la norma NCh. 2369 of. 2003.
- Tensiones Admisibles de Contacto Normales y Eventuales.
- Coeficientes de Balasto.
- Especificaciones de Excavación.
- Especificaciones de Rellenos.
- Diagramas de Empujes de Suelo.

## **2. ANTECEDENTES**

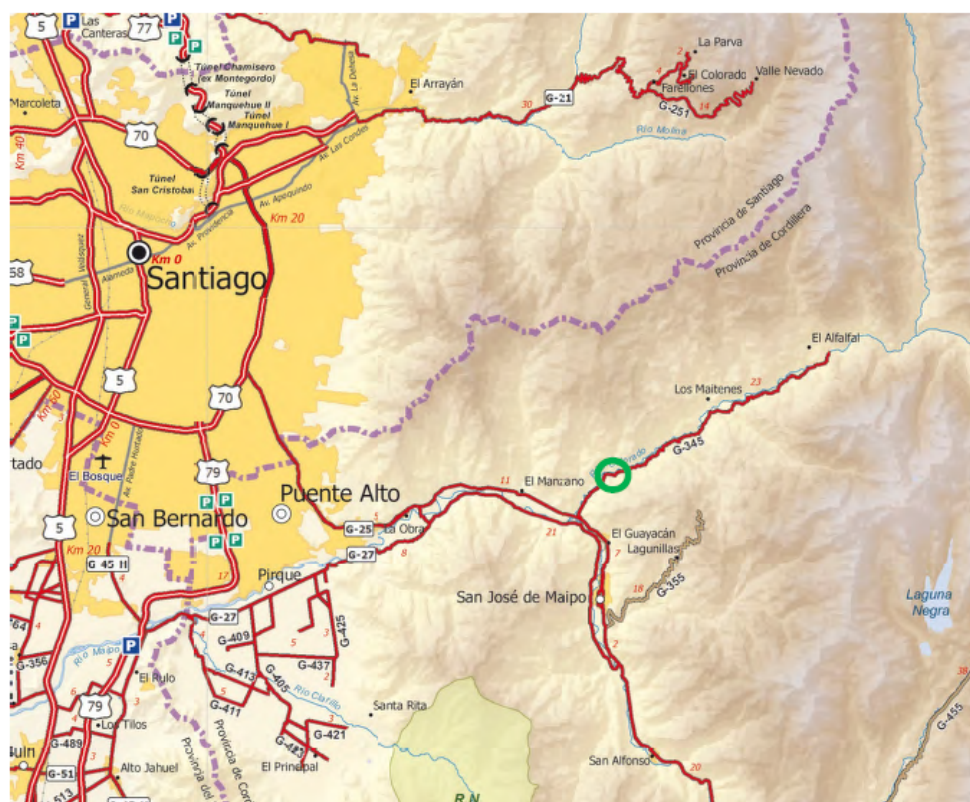
Los antecedentes en los cuales se basan las Conclusiones y las Recomendaciones que se entregan son los que siguen:


### **2.1. Ubicación de la Bocatoma**

La Bocatoma El Manzano se ubica en la ribera derecha, Norte, del río Colorado, a ~3,50 Km aguas arriba de su desembocadura en el río Maipo, entre las localidades de El Manzano y Guayacán. En la Figura N° 1 que sigue, se muestra la ubicación de la Bocatoma con respecto a las localidades de Puente Alto, San José de Maipo, El Manzano y Guayacán.

Figura N° 1

**Ubicación del lugar de interés**  
**Bocatoma El Manzano**



 **Bocatoma El Manzano**

En la Figura N° 2 que sigue se muestra la ubicación de la Bocatoma en la ribera Norte, derecha, del río Colorado inmediatamente aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Los Corralitos en el citado río y al pie de la ladera sur del denominado cerro Las Monjas.

Figura N° 2

Mapa Instituto Geográfico Militar 1:50.000  
Bocatoma El Manzano



En la Figura N° 3 que sigue se muestra el área donde se emplazará la Bocatoma en la ribera derecha del río. Aun cuando la resolución de esta foto aérea no es buena sí es posible ver un angostamiento del río debido a deslizamientos que se han producido en la ribera derecha aguas abajo de la Bocatoma. En la ribera izquierda no se observan angostamientos del río debido a deslizamientos en esta ribera.



Figura N° 3

**Fotografía aérea de la ubicación  
Bocatoma El Manzano**

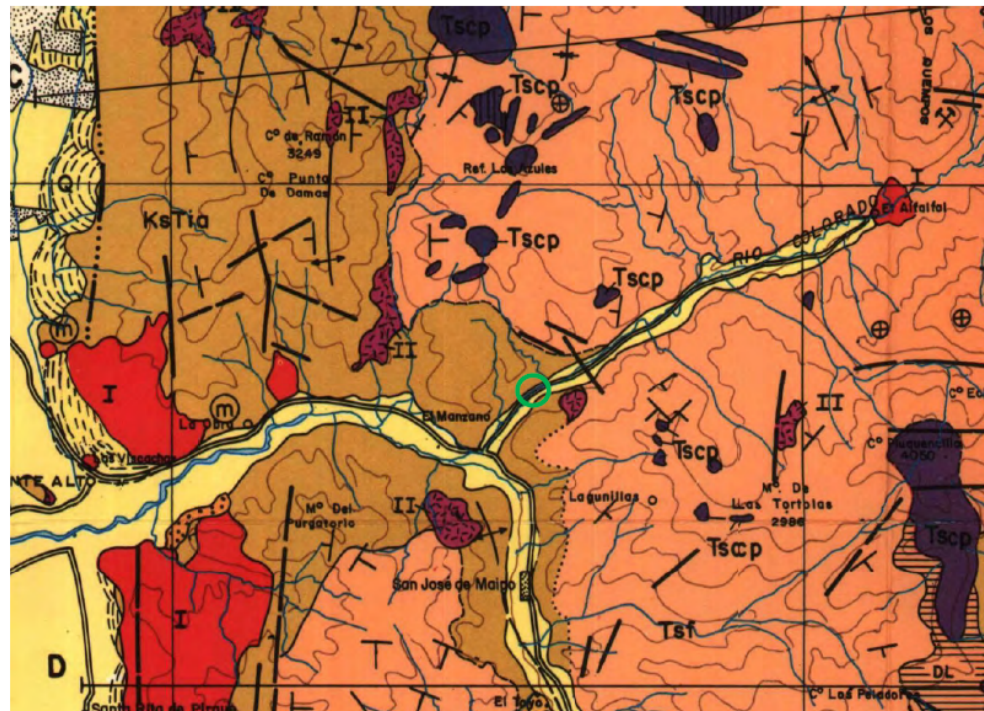


## **2.2. Antecedentes Geológicos**

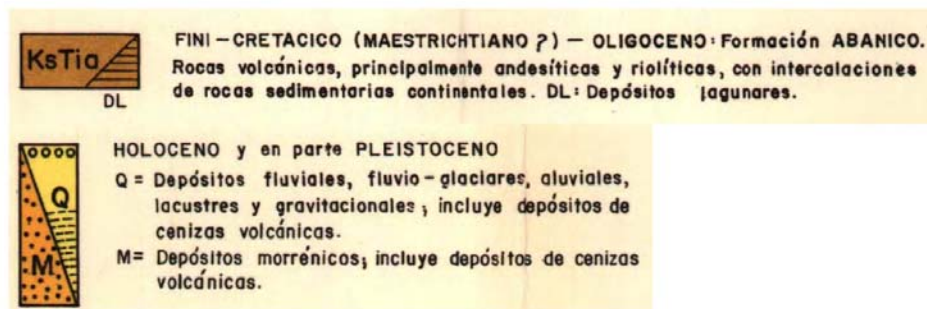
En la Figura N° 4 que sigue se muestra el levantamiento geológico a escala 1:250.000 del área donde se emplazará la Bocatoma, desarrollado por Sernageomin.

Figura N° 4

**Mapa geológico Instituto de Investigaciones Geológicas 1:250.000**  
**Bocatoma El Manzano**



 **Bocatoma El Manzano**



El análisis de esta Figura permite afirmar que en el área pueden existir depósitos fluviales, fluvioglaciares, aluviales, lacustres y gravitacionales.

Lo observado en terreno permite afirmar que en el sector donde se emplazará la Bocatoma existen en las laderas que confinan el cauce depósitos fluvio-glaciares y aluviales y en el cauce depósitos fluviales y en el sector aledaño a las laderas depósitos coluviales recientes.

### 2.3. Antecedentes Topográficos y niveles de agua en el río

Para el desarrollo de este informe se ha dispuesto del levantamiento topográfico a escala 1:50.000 desarrollado por el Instituto Geográfico Militar que muestra la morfología general del área y el levantamiento del sector de implantación de la nueva Bocatoma a escala 1:500, con curvas de nivel cada 50 cm.

En la Figura N° 2 de página 4 se muestra el levantamiento escala 1:50.000 y en el Anexo N° 1 se adjuntan los siguientes planos:

- Plano N° 6395-HI-PLA-3001 Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo. Sistema Las Lajas. Río Colorado. Planta General y Perfil Longitudinal. Con y Sin Proyecto, en su REV. G01 del 17/08/2020.
- Plano N° 6395-HI-PLA-3002 Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo. Sistema Las Lajas. Río Colorado. Secciones Transversales 1 de 4. Con y Sin Proyecto, en su REV. A01 del 17/08/2020.
- Plano N° 6395-HI-PLA-3003 Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo. Sistema Las Lajas. Río Colorado. Secciones Transversales 2 de 4. Con y Sin Proyecto, en su REV. A01 del 17/08/2020.
- Plano N° 6395-HI-PLA-3004 Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo. Sistema Las Lajas. Río Colorado. Secciones Transversales 3 de 4. Con y Sin Proyecto, en su REV. A01 del 17/08/2020.
- Plano N° 6395-HI-PLA-3005 Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo. Sistema Las Lajas. Río Colorado. Secciones Transversales 4 de 4. Con y Sin Proyecto, en su REV. A01 del 17/08/2020.

En estos planos se define la topografía del área a escala 1:500 tanto en planta como en cortes transversales y en un corte longitudinal.

Los perfiles transversales entre el km ~0,290 y el km ~0,406, que es el sector donde se emplazará la nueva Bocatoma, muestran que la ladera contra la que terminará el enrocado es de fuerte pendiente, pero el sector del pie de la ladera donde se apoyará tanto el relleno de confinamiento de la tubería que forma los ~110,00 m inicial de la Bocatoma como los 35,00 m finales donde se emplazará el Vertedero Lateral, la Compuerta de Entrega al río y la Compuerta de Entrega al Canal El Manzano, es de suave pendiente.

En los mismos planos antes detallados se entregan los niveles de agua en el río para el Caudal Mínimo, 2,50 m<sup>3</sup>/seg y para el caudal correspondiente a la crecida con un período de retorno de 100 años, que es de 243,00 m<sup>3</sup>/seg.

En cuadro que sigue se entregan estos niveles:

Km	Niveles (m.s.n.m.)				
	Nivel de Terreno	Nivel de Crecida con T=100 años sin Proyecto	Nivel de Crecida con T=100 años con Proyecto	Nivel con Caudal Mínimo sin Proyecto	Nivel de Caudal Mínimo con Proyecto
0,290 Inicio de Bocatoma	940,56	942,49	943,52	940,72	940,72
0,405 Término de Bocatoma	938,04	941,52	941,52	938,47	938,47

Se hace notar que el río en este sector tiene una pendiente de 2,20 %.

## 2.4. Antecedentes de Proyecto de la Nueva Bocatoma

Para el desarrollo de este informe se ha dispuesto de los siguientes planos que definen el emplazamiento general, así como las formas y dimensiones de la nueva Bocatoma.

- Plano N° 6395-CI-PLA-3001 Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo. Sistema Las Lajas. Aducción Manzano. Diseño Básico. Planta General y Perfil Longitudinal, en su REV G del 24/07/2020.
- Plano N° 6395-CI-PLA-3002 Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo. Sistema Las Lajas. Aducción Manzano. Diseño Básico. Perfiles con obra proyectada, en su REV H del 24/07/2020.
- Plano N° 6395-CI-PLA-3004 Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo. Sistema Las Lajas. Aducción Manzano. Diseño Básico. Secciones Transversales, en su REV A00 del 24/07/2020.

En Anexo N° 2 se adjunta copia de los planos antes mencionados.

Como puede verse en estos planos la Bocatoma está formada por las siguientes Partes de Obra:

- **Captación y Válvula Mariposa**

Es una estructura de hormigón armado de ~8,40 m de altura máxima de ~5,50 m de ancho y de ~8,00 m de largo, donde se emplazará una Válvula Mariposa de la cual sale una tubería de HDPE, de 1,20 m de diámetro interior.



- **Tubería de HDPE**

La tubería de HDPE de 1,20 m de diámetro, tiene ~100,00 m de longitud y entrega las aguas que capta a un Canal Rectangular de hormigón armado.

La tubería está confinada por un relleno granular el cual está protegido con un enrocado consolidado con pendiente 1,00/1,00 (H/V).

- **Canal Rectangular de Hormigón Armado**

El Canal Rectangular abierto que recibe las aguas de la tubería tiene una sección interior de 1,20 m de ancho por 1,00 m de alto y una longitud total de 35,00 m.

De este canal, 19,80 m corresponden a un vertedero lateral.

El Canal termina en una compuerta frontal que le entrega las aguas al Canal El Manzano y dispone, pocos metros antes de su término, de una compuerta lateral que devuelve los excedentes de agua y los depósitos al río.

Este canal está protegido de la erosión y de la socavación por medio de un enrocado consolidado.

Es de hacer notar que, para una crecida con un periodo de retorno de 100 años, toda la estructura queda bajo agua. Solo la chimenea de acceso a la Válvula Mariposa tiene su coronamiento a la cota 944,50 y en ese punto el nivel de las aguas para la citada crecida es la 943,52.

## 2.5. Visita a terreno

El día 22 de Octubre de 2020 el suscrito junto con el ingeniero de Strabag, señor Thiago Villarroel, visitaron el área donde opera la actual Bocatoma, que es donde se emplazará la nueva Bocatoma y los antecedentes obtenidos son los que siguen:

- La futura Bocatoma quedará emplazada al pie de la ladera que forma la ribera derecha, Norte, del río Colorado ubicada a ~3,50 km de su desembocadura en el río Maipo.
- La actual Bocatoma opera en el mismo sector desde hace varias décadas.

Lo observado en terreno permite indicar lo que sigue:

- En la parte superior de la ladera existe una gran cantidad de bloques y bolones que periódicamente están cayendo al pie de ella.
- Bajo el sector de bloques y bolones existe un farellón de alta pendiente y del orden de 20,00 m de altura formado por bolones y bloques embebidos en una matriz de arcillas arenosas con gravas dispersas, de alta consistencia que corresponden a suelos propios de depósitos fluvioglaciares y aluviales, muy similares a los encontrados en las excavaciones que se hicieron para emplazar el nuevo camino de acceso a la Bocatoma.
- Al pie de la ladera existen depósitos recientes de bolones y bloques que han caído de la parte superior de ella.

A continuación, se entregan las Fotos N° 1 a N° 9 que muestran el área de emplazamiento de la actual Bocatoma y los suelos existentes tanto en la ladera Norte como en la Sur, que forma las riberas del río Colorado en el lugar.



Foto N° 1

Vista del sector donde se ubica la actual Bocatoma, Flecha F1.

Inmediatamente aguas abajo de ella existen un depósito coluvial reciente formado por grandes bloques, Flecha F2.

Se hace notar que, sobre el farellón, en cuyo pie se ubica la actual Bocatoma, existe una gran cantidad de bloques inestables. Al pie del farellón se observan los bloques que han caído a lo largo del tiempo.





Foto N° 2

Vista general de la actual Bocatoma.

Flecha F1 : Muestra compuerta de entrega a Canal

Flecha F2 : Muestra compuerta de descarga al río.



Foto N° 3

Actual Bocatoma y detalle de compuerta de entrega de caudal excedente al río.

Flecha F1 : Ladera derecha de sobre 20 m de altura y de gran pendiente existente inmediatamente aguas arriba de la actual Bocatoma.





Foto N° 4

Detalle de bloques y bolones existentes en parte superior de la ladera en cuyo pie se emplazará la nueva Bocatoma.



Foto N° 5

Ladera derecha de sobre 20,00 m de altura y de empinada pendiente en cuyo pie se emplazará la nueva Bocatoma.

- Flecha F1 : Muestra el farellón de empinada pendiente.
- Flecha F2 : Muestra bloques y bolones que han caído desde la parte superior de la ladera y han quedado depositados al pie de ella.





Foto N° 6

Detalle de ladera y del depósito de bloques que se muestra en Foto 10





Foto N° 7

Vista general de ladera izquierda ubicada al frente de la ladera derecha en cuyo pie se emplazará la nueva Bocatoma.



Foto N° 8

Vista general de la ladera derecha del río en cuyo pie se emplazará la nueva Bocatoma.

Flecha F1 : Muestra bloques y bolones dispersos en la parte superior de la ladera que periódicamente están cayendo al cauce y al pie de ella.

Flecha F2 : Muestra ladera de fuerte pendiente. Al pie de esta ladera se ubica la actual Bocatoma y es donde se emplazará la nueva Bocatoma.





Foto N° 9

Detalle del pie de la ladera donde opera la actual Bocatoma y donde se construirá la nueva Bocatoma.

En el sector existen depósitos coluviales recientes formados por la caída de los bloques desde la parte superior de la ladera.

## **2.6. Cálculo de la Fricción, $\phi$ , y de la Cohesión, $c$ , de los suelos que forman las laderas del río Colorado en el sector en análisis.**

Para determinar el valor del ángulo de fricción,  $\phi$ , y de la cohesión,  $c$ , del suelo existente en las laderas que forman las riberas del río Colorado en el área donde se emplazará la Bocatoma, se ha procedido a analizar la estabilidad de la ladera derecha y de la ladera izquierda, considerando su geometría y que tienen un FS Estático menor a  $\sim 1,05$ .

A continuación, se entregan las características generales de las laderas que se analizan y los resultados obtenidos del análisis de Estabilidad.

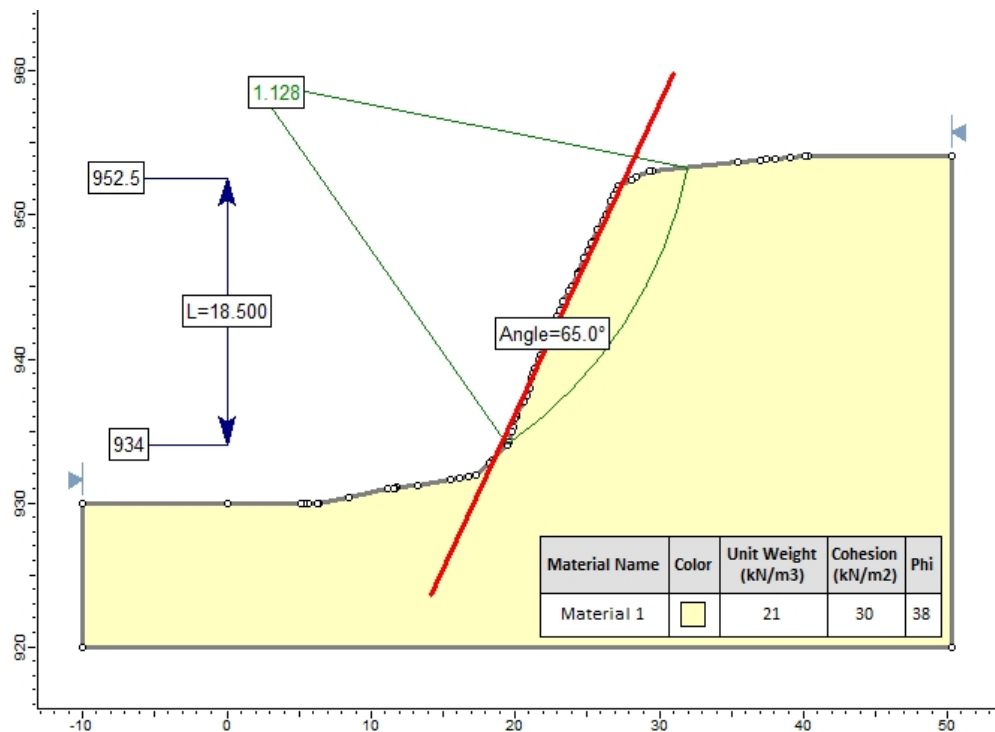
En Anexo N° 3 se adjunta una fotografía aérea que muestra la ubicación de las laderas que se analizan y la geometría de ellas.

### **- Ladera Izquierda**

La ladera izquierda que se analiza, tiene  $\sim 18,50$  m de altura y una inclinación de  $\sim 65^\circ$  con respecto a la horizontal o  $1,00/\sim 2,15$  (H/V).

El análisis de estabilidad indica que, considerando una fricción de  $38^\circ$ , una cohesión de  $3,00 \text{ ton/m}^2$  y un Peso Unitario de  $2,00 \text{ Ton/m}^3$  el Factor de Seguridad es de 1,13. La Figura N° 5 que sigue muestra lo antes indicado.

Figura N° 5



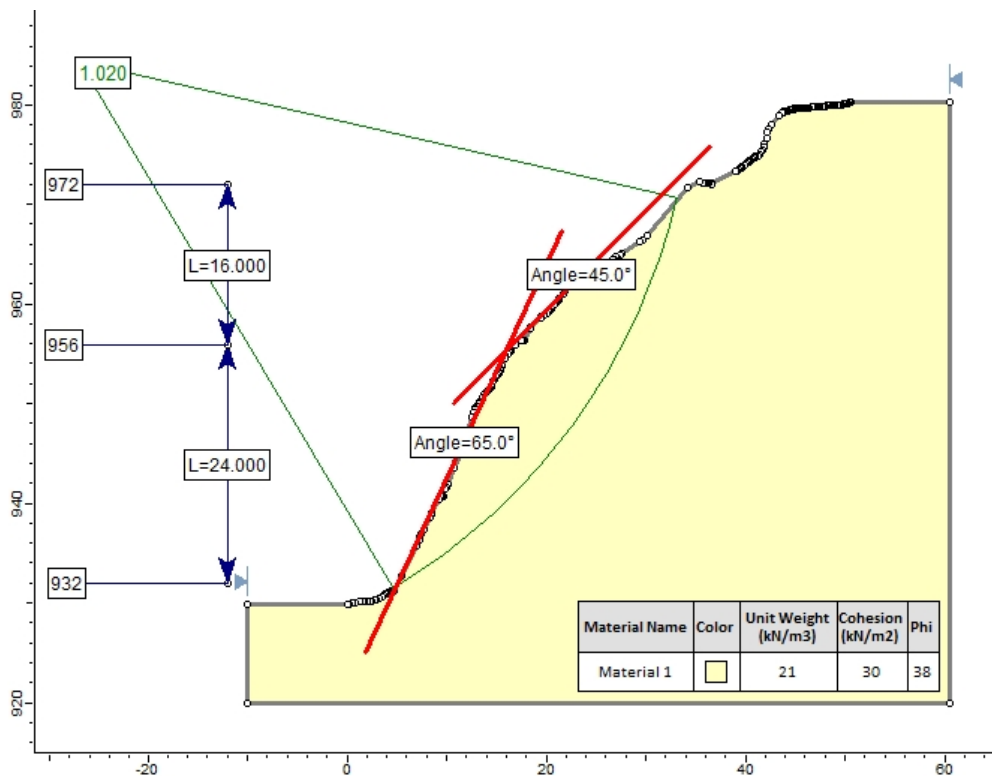
Talud Ribera Izquierda. Factor de Seguridad = 1,13.

### - Ladera Derecha

La ladera derecha que se analiza tiene ~40,00 m de altura total, sus ~24,00 m inferiores tienen una pendiente de 65° con respecto a la horizontal o 1,00/~2,15 (H/V) y sus ~16,00 m superiores tienen una pendiente de 45° con respecto a la horizontal o 1,00/1,00 (H/V).

El análisis de estabilidad indica que, considerando una fricción de 38° y una cohesión de 3,00 Ton/m² y un Peso Unitario de 2,00 Ton/m³ el Factor de Seguridad Estático es 1,02. La Figura N° 6 que sigue muestra lo antes indicado.

Figura N° 6



Talud Ribera Derecha. Factor de Seguridad = 1,02.

## Conclusión

Los análisis de estabilidad antes detallados permiten concluir que el suelo existente en el área de emplazamiento de la Bocatoma se puede caracterizar asignando los siguientes valores a sus parámetros geomecánicos:

- $\gamma$  = Peso Unitario = 2,00 Ton/m³
- $\phi$  = Angulo de Fricción interior = 38°
- $c$  = Cohesión = 3,00 Ton/m²

Este suelo también puede caracterizarse asignando los siguientes valores a sus parámetros elásticos:

- $E =$  Módulo de Elasticidad = 600,00 Kg/cm<sup>2</sup>  
Estático
- $\mu =$  Módulo de Poisson = 0,30

**2.7. Documento denominado “Alto Maipo SpA. Alto Maipo Hydropower Project. Informe Parámetros Geotécnicos. Bocatoma El Manzano” en su Rev. A00 del 13 de Agosto de 2020, preparado por Poyry.**

Para el desarrollo de este informe se ha dispuesto del documento antes indicado que caracteriza el suelo existente en el área asignando los siguientes valores a sus parámetros geomecánicos.

Parámetros Geomecánicos	Vertedor	Captación
Densidad en Sitio (Ton/m <sup>3</sup> )	2.00	2.00
Angulo de Fricción Interna (°)	40.00	40.00
Cohesión (°) (Ton/m <sup>2</sup> )	0.00	0.00
Coefficiente de balasto para placa de 30 x 30 cm (Kg/cm <sup>3</sup> ) – Estático	5.77	10.86
Coefficiente de roce (hormigón – suelo)	0.50	0.50
Tensión de Contacto Admisible Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	4.81	9.05
Tensión de Contacto Admisible Eventual (Kg/cm <sup>2</sup> )	7.22	13.58
Tensión de Contacto Admisible Normal en suelo bajo napa (Kg/cm <sup>2</sup> )	2.41	4.53
Tensión de Contacto Admisible Eventual en suelo bajo napa (Kg/cm <sup>2</sup> )	3.61	6.79

Poyry se basa en los siguientes informes para concluir lo antes indicado.

- “Informe de Laboratorio” elaborado por Eurocalidad en la cual se adjunta la granulometría, esta se toma como referencia ya que debe ser validada por el ingeniero especialista al momento de ejecutar las obras.
- Informe N° 61 “Camino a Bocatoma El Manzano” – 6395-CA-INF-3001.
- Informe N° 4 “Geología y Mecánica de Suelos Desarenador El Volcán Rev. A03 6125-MS-INF-0002.
- Informe de Mecánica de Suelos: Puente Manzanito y Cruce Sifón el Yeso Río Manzanito.

### **3. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES**

El análisis de los antecedentes antes expuestos y la experiencia de Rodríguez y Goldsack Ingeniería Civil Ltda. en los suelos propios del río Colorado y del río Maipo y en trabajos similares permiten entregar las siguientes recomendaciones geotécnicas en el diseño de la nueva Bocatoma.

#### **3.1. Característica geomorfológica del área y su relación con la estructura a construir.**

La futura Bocatoma se emplazará al pie de la ladera derecha, Norte, que confina el cauce del río Colorado a ~3,50 km de su desembocadura a el río Maipo.

La ladera en cuestión es de gran altura y de empinada pendiente y en ella se pueden distinguir los siguientes sectores:



- En los 15 m superiores, la ladera tiene una pendiente de  $\sim 1,20/1,00$  (H/V) y sobre su superficie existe una gran cantidad de bloques y bolones que periódicamente están cayendo al pie de ella.
- Bajo el sector de bloque y bolones existe un farellón de alta pendiente,  $1,00/2,15$  (H/V) y del orden de 20,00 m de altura formado por bolones y bloques embebidos en una matriz de arcillas arenosas con gravas dispersas, de alta consistencia y propias de depósitos fluvioglaciares y aluviales, muy similares a los encontrados en las excavaciones que se hicieron para emplazar el nuevo camino de acceso a la Bocatoma.
- Al pie de la ladera existen depósitos recientes de  $\sim 5,00$  m de altura de bolones y bloques que han caído de la parte superior de ella quedando con una inclinación de  $\sim 1,50/1,00$  (H/V).
- A nivel de cauce existe un depósito fluvial formado por bolones inmersos en gravas arenosas con escasos finos de alta compacidad y de baja compresibilidad.
- Como puede verse en los planos que definen el proyecto, la parte superior del enrocado que protege de la erosión tanto el tramo de tubería como de canal abierto que forma la Bocatoma intercepta la ladera de alta pendiente y se apoya sobre los rellenos que confinan la tubería y sobre los depósitos fluviales existentes a nivel de cauce.

Al respecto se hace notar lo que sigue:

- La tubería y el canal de hormigón no se deben apoyar sobre los bloques y bolones existentes al pie de la ladera. Estos deben retirarse y ser

reemplazados por un Relleno Estructural que se debe construir según lo establecido en el acápite 3.2.10. de este informe.

- Antes de proceder con los trabajos en Bocatoma, para minimizar el riesgo de que la caída de material desde la parte superior de la ladera a cuyo pie opera la citada obra produzca un accidente, se debe analizar medidas de protección que garanticen la seguridad de los trabajos.

### 3.2. Propiedades geomecánicas de los suelos existentes en el sector donde se emplazará la Bocatoma.

En el sector donde se emplazará la Bocatoma existen 3 tipos de suelos que se pueden caracterizar asignando los siguientes valores a sus parámetros geomecánicos:

Nº	Tipo de Suelo	$\gamma$ Peso Unitario (Ton/m <sup>3</sup> )	$\phi$ Fricción (°)	C Cohesión (Ton/m <sup>2</sup> )	E Módulo de Elasticidad (Kg/m <sup>2</sup> )	$\mu$ Módulo de Poisson
1	Depósito fluvioglacial y/o aluvial existente en el sector de la ladera de fuerte pendiente.	2,00	38	3,00	600,00	0,30
2*	Depósito coluvial recientes existente al pie de la ladera y formado por bloques y bolones sueltos que han caído de la parte superior de ella.	-	-	-	-	-

3	Depósito fluvial existente en el cauce del río	2,20	40	0,00	600,00	0,30
---	--	------	----	------	--------	------

\* El depósito coluvial reciente existente al pie de la ladera no se caracteriza ya que sobre él no se debe fundar ningún tipo de estructura.

### 3.3. Niveles de Napa Freática.

Se recomienda distinguir los siguientes dos niveles de napa:

- **Nivel de napa durante la construcción.**

Se supone que la construcción de la nueva Bocatoma se hará en época de estiaje, caudal mínimo, por lo que se recomienda considerar los siguientes niveles de napa:

- Al inicio de la Bocatoma o en su extremo de : 940,72  
Aguas Arriba
- Al término de la Bocatoma o en su extremo de : 938,47  
Aguas Abajo

- **Nivel de napa considerada en el diseño**

En el diseño de las obras que forman la Bocatoma se recomienda considerar los siguientes niveles de napa:

- Al inicio de la Bocatoma o en su extremo de : 943,52  
Aguas Arriba

- Al término de la Bocatoma o en su extremo de : 941,52  
Aguas Abajo

### **3.4. Profundidad mínima de Sello de Fundación**

Las obras que formarán la nueva Bocatoma se pueden fundar directamente sobre los suelos que forman los depósitos fluvioglaciares y aluviales, sobre los suelos que forman los depósitos fluviales y sobre rellenos estructurales construidos según lo especificado en el acápite 3.2.10. de este informe.

Las obras no se deben fundar sobre los bolones y bloques que han caído recientemente del extremo superior de la ladera y que han ido formando un depósito coluvial al pie de ella.

### **3.5. Tratamiento del suelo existente a nivel de sello de fundación**

Cuando se abra la excavación y se llegue a nivel de sello de fundación sobre el cual se fundará la estructura, el profesional a cargo de la obra en conjunto con el ingeniero geotécnico a cargo del proyecto, deberá verificar que en toda la superficie exista un suelo granular formado por bolones inmersos en una matriz de gravas arenosas de compacidad densa.

Si a juicio de los anteriores, el suelo existente a nivel sello de fundación corresponde al descrito, se deberá compactar con un mínimo de 6 pasadas por punto de un rodillo vibratorio de 5,00 Ton de peso estático mínimo operado con control remoto y con su sistema vibratorio operando debidamente.

Tan pronto se haya terminado el proceso de compactación se deberá comenzar con la construcción de la estructura.

Si el suelo natural existente a nivel de sello de fundación no corresponde al descrito, se decidirá si es o no necesario aumentar la profundidad de la excavación mediante una sobreexcavación local o general la cual se debe rellenar con un Relleno Estructural construido según lo establecido en el acápite 3.2.10. de este informe.

### **3.6. Clasificación de los suelos existentes en el sitio según la norma NCh. 2369 of. 2003**

El suelo existente en el sitio donde se emplazará la estructura de descarga se puede clasificar como Tipo II según la norma NCh. 2369 of 2003.

### **3.7. Tensiones Admisibles de Contacto Normales y Eventuales.**

Como se ha indicado, todas las estructuras que formarán la Bocatoma se apoyarán sobre los suelos que forman el depósito fluvio-glaciar o aluvial existentes en la ladera o sobre los suelos granulares que forman los depósitos fluviales existentes en el cauce o sobre un relleno estructural que se construirá según lo especificado en el acápite 3.2.10. de este informe.

Las Tensiones Admisibles de Contacto de estos suelos son las que siguen:

- Tensión de Contacto Admisible Normal                      =    3,00   Kg/cm<sup>2</sup>
- Tensión de Contacto Admisible Eventual                      =    4,50   Kg/cm<sup>2</sup>

El uso de estas tensiones de contacto implicará deformaciones inmediatas y despreciables para todos los fines del proyecto.

### 3.8. Coeficientes de Balasto

Si es necesario el uso de Coeficientes de Balasto en el cálculo de las estructuras, el valor de éste se puede determinar usando la siguiente expresión:

$$K = \frac{E}{B(1 - \mu^2) \cdot I_w}$$

En que:

K = Coeficiente de Balasto en ton/m<sup>3</sup>

E = Módulo de Elasticidad del suelo (ton/m<sup>2</sup>)

$\mu$  = Módulo de Poisson del suelo

B = Dimensión menor de la fundación en m

$I_w$  = Factor de influencia que depende de la forma de la fundación.

El valor de  $I_w$  se entrega en la tabla que sigue:

Forma de la fundación	$I_w$
Circular	0,88
Cuadrada	0,95
Rectangular de ancho B y largo L	
L/B	
1,50	1,15
2,00	1,30
5,00	1,83
10,00	2,25
100,00	3,69

### 3.9. Especificaciones de Excavación

Para emplazar las estructuras será necesario hacer excavaciones temporales en suelo para las cuales se recomienda considerar lo que sigue:

- Las excavaciones temporales se deben hacer considerando taludes con una inclinación menor igual a 1,00/1,00 (H/V).

Se hace notar que de acuerdo a los planos que definen el proyecto no se consideran excavaciones permanentes.

- La superficie de los cortes se debe cubrir con una lechada de razón agua cemento igual a 1,0/1,0 a medida que se excava, con el objeto de mantener la humedad natural y evitar la erosión por viento y por agua.
- El material proveniente de la excavación a medida que se excava se debe llevar a un depósito aprobado por el mandante.
- Antes de dar inicio a las excavaciones se recomienda precisar, con una serie de excavaciones locales, la profundidad a la cual se encuentra la napa de agua.
- Si la napa está sobre el sello de excavación se recomienda proceder como sigue.
  - Excavar hasta una profundidad ~20 cm sobre el nivel de napa.
  - A lo largo del perímetro de la excavación hacer excavaciones locales, en el borde de ella, de ~0,80 m x ~0,80 m en planta y de una profundidad ~1,00 m superior a la del sello de fundación.

- Colocar sobre el fondo de la excavación una capa de ~10 cm de espesor de grava de la granulometría que se entrega en cuadro que sigue:

Malla	% que pasa
1"	100
3/4"	$100 \div 90$
1/2"	$85 \div 50$
3/8"	$55 \div 20$
# 4	$10 \div 0$
# 8	$< 5$

- Colocar en estas excavaciones locales un tubo, de P.V.C., H.D.P., de latón, etc., con perforaciones de 8 mm a 10x10 cm o un tubo de drenaje tipo Petroflex, de ~40 cm de diámetro y con su fondo tapado y perforado.
- Colocar el tubo con su extremo superior 50 cm sobre la superficie y confinarlo, relleno con la misma grava el espacio que quede entre su manto y la superficie de la excavación.
- Colocar en el fondo del tubo el chupador de la bomba y comenzar el agotamiento.
- La excavación general se debe continuar solo cuando la napa esté deprimida bajo el sello de fundación y se debe mantener así hasta que la obra esté construida sobre el nivel de napa.



- Terminada la construcción se corta el bombeo en forma controlada, se retiran las bombas y se rellenan los pozos con la grava limpia especificada o con un hormigón G15 o superior.

No se debe bombear directamente desde la excavación.

### 3.10. Especificaciones de Rellenos

De acuerdo a lo indicado en los planos que definen el proyecto se recomienda que todos los rellenos a construir se consideren como Rellenos Estructurales, los cuales se deben construir como sigue:

#### - Definición

Se define como Relleno Estructural a aquel sobre el cual se pueden apoyar estructuras que transmiten una Tensión de Contacto Admisible Normal menor igual a  $3,00 \text{ kg/cm}^2$  y una Tensión de Contacto Admisible Eventual menor igual a  $4,50 \text{ kg/cm}^2$ .

#### - Tratamiento del Sello de Fundación del Relleno Estructural

La cota de sello de fundación del relleno estructural debe ser definida en los planos del proyecto. Además, se debe indicar la descripción y las características geotécnicas del suelo existente a nivel de este sello de fundación.

Una vez terminada la excavación, el suelo existente a nivel de sello de fundación del relleno deberá ser recibido por el profesional responsable de la construcción por medio de un protocolo debidamente firmado. Si este profesional tiene dudas debe solicitar la asesoría del ingeniero geotécnico

a cargo del proyecto quién podrá solicitar un rebaje parcial o total, para asegurar que el relleno se apoye sobre el suelo que corresponda.

Una vez recibido el sello, el suelo existente a nivel de sello se debe compactar.

La forma de compactar el suelo que da apoyo a un “Relleno Estructural” dependerá de la extensión del área sobre la cual se apoyará. Si la extensión es pequeña el suelo se compactará con un mínimo de 6 pasadas por punto de una placa vibratoria de 200 kg de peso estático mínimo o de un rodillo vibratorio de 1,00 Ton de peso estático. Si la extensión es grande el suelo se compactará con un mínimo de 6 pasadas por punto de un rodillo vibratorio de 5,00 Ton de peso estático mínimo.

Considerando que las obras se emplazarán al pie de una ladera con bolones y bloques en su parte superior que periódicamente están cayendo, se recomienda considerar equipos de compactación que operen con control remoto.

#### - **Material**

Gravas arenosas con un porcentaje de arena comprendido entre el 25% y el 40%, con menos de un 7% de finos y de 3” de tamaño máximo. El Límite Líquido del suelo bajo malla 40 debe ser menor igual a 20%.

La granulometría del material deberá estar comprendida en la siguiente banda:

mallas	% que pasa
3"	100
1 1/2"	$65 \div 100$
3/4"	$45 \div 80$
3/8"	$35 \div 55$
#4	$25 \div 40$
#10	$15 \div 30$
#40	$5 \div 15$
#200	$0 \div 7$

El material se debe obtener de planta o de un yacimiento. Este material debidamente homogenizado se debe guardar en un acopio único.

Antes de comenzar los rellenos, se deberá disponer de los resultados de los siguientes ensayos de al menos 4 muestras obtenidas del acopio del material a usar:

- Clasificación Completa
- Densidad Máxima y Densidad Mínima.
- Proctor Modificado con su Curva Proctor.

Estas muestras deben ser sacadas por el responsable del laboratorio de Mecánica de Suelos en Faena, en presencia del profesional a cargo de la obra.

A cada muestra se le deben realizar los ensayos antes indicados.

El análisis de estos antecedentes permitirá al profesional encargado de la obra aprobar o rechazar el acopio de material dispuesto, verificando la

homogeneidad del citado acopio y las propiedades geomecánicas del suelo acopiado.

El acopio de material debe ser recibido por medio de un protocolo firmado por el profesional responsable de la construcción de la obra y por el profesional a cargo del Laboratorio de Control.

- **Colocación**

El material se colocará en capas de 25 cm de espesor máximo suelto y si presenta curva Proctor con un contenido de humedad igual a la Optima de su Proctor Modificado  $\pm 2\%$ .

Los 25 cm de espesor se podrán aumentar o disminuir dependiendo del equipo de compactación a usar y del número de pasadas de éste.

Se debe tener presente que si el “Relleno Estructural” está adyacente a una estructura, el material de cada capa se debe compactar, en una faja de 2,00 m de ancho medida desde el borde de la estructura hacia el exterior, con una placa vibratoria de 200 kg de peso estático máximo.

Si el “Relleno Estructural” se debe construir sobre una tubería, sobre una estructura o sobre un enrocado consolidado, el material de al menos el metro inicial del relleno se debe compactar con una placa vibratoria de 200 kg de peso estático máximo y el material que sigue hacia arriba con un rodillo vibratorio de 1,00 Ton de peso estático máximo. Si el relleno tiene más de 2,00 m de espesor, el ingeniero estructural responsable de la obra deberá autorizar el uso de un rodillo de mayor peso.

- **Compactación**

El material de cada capa se compactará hasta lograr una densidad en sitio mayor igual al 95% de la Densidad Máxima de su Proctor Modificado o que implique una Densidad Relativa mayor igual al 80%.

El equipo de compactación a usar deberá ser aprobado por el profesional a cargo de la obra y el buen funcionamiento del sistema vibratorio del equipo deberá estar certificado por el representante del equipo o por un laboratorio del prestigio de Idiem o de Dictuc.

- **Control**

El grado de compactación se controlará por medio de densidades en sitio. Se tomará un mínimo de 3 densidades en sitio por cada capa. Las densidades en sitio deben ser tomadas con el método del cono de arena.

No se debe aceptar el uso de un densímetro nuclear a menos que éste esté debidamente calibrado para el suelo en uso.

Para calibrar el densímetro nuclear en uso se deberá tomar un mínimo de 10 densidades en sitio, tanto con el cono de arena como con el densímetro nuclear a usar y así obtener una curva de calibración. Solo una vez que se tenga la correspondiente curva de calibración, se podrá usar el Densímetro Nuclear.

Deberá cuidarse que los valores de comparación, Densidad Máxima, Densidad Mínima, Densidad Máxima Proctor Modificado y Humedad Optima del Proctor Modificado, sean los propios del material que se coloca.

Cada capa debe ser recibida con un protocolo debidamente firmado por el profesional a cargo de la obra y por el profesional a cargo del Laboratorio de Control.

El suelo que forma los Rellenos Estructurales se puede caracterizar asignando los siguientes valores a sus parámetros geomecánicos:

	Relleno Estructural
Densidad en Sitio (Ton /m <sup>3</sup> )	2,20
Angulo de Fricción (°)	43
Cohesión (Ton/m <sup>2</sup> )	0,50

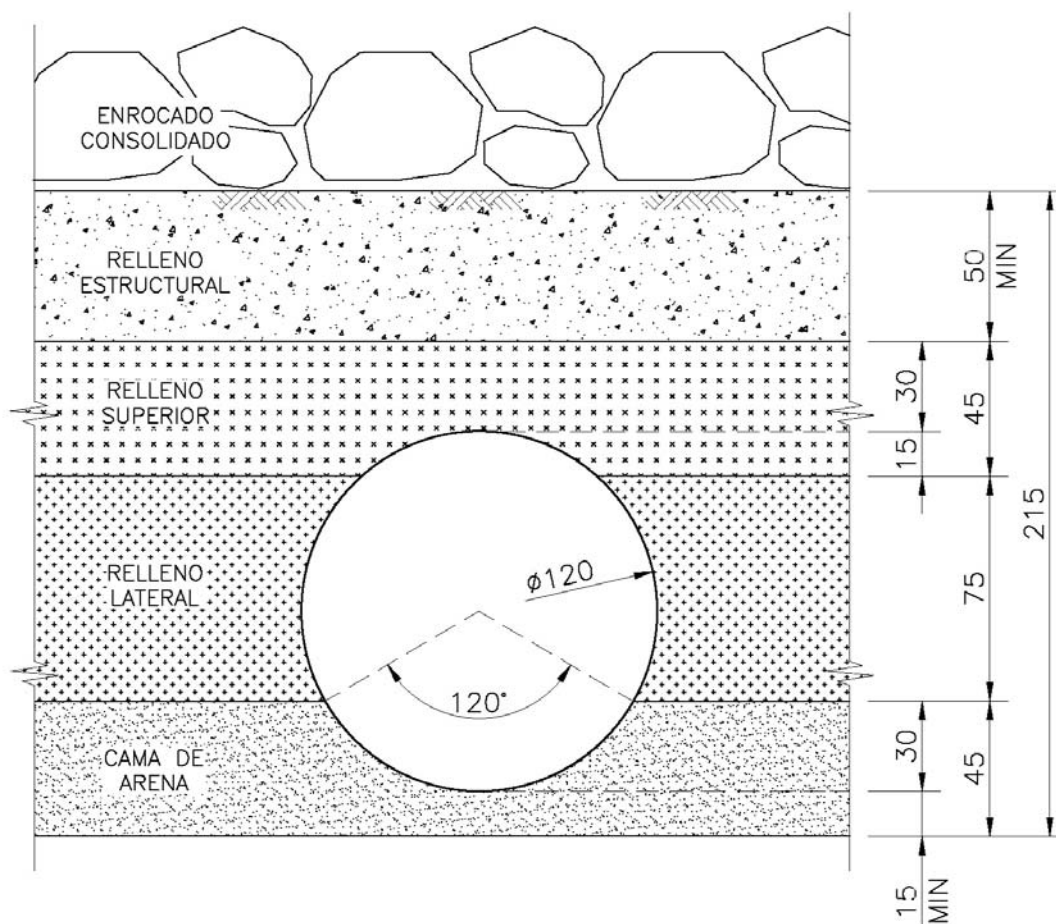
Se recomienda usar estos valores para los análisis de estabilidad.

Para el cálculo de los empujes sobre las estructuras se recomienda despreciar la cohesión.

Con respecto a los rellenos que confinan la tubería de HDPE de 1,20 m de diámetro se recomienda considerar en su diseño lo que sigue:

- La estabilidad de una tubería de este tipo se logra con el relleno que la confina.
- Apoyar la tubería en una cama de arenas limpias con la forma que se muestra en figura que sigue. Se talla la arena dejando el receso que muestra la figura y en el cual se monta la tubería.

Figura N° 8



- La arena debe tener una densidad en sitio que implique una Densidad Relativa mayor igual al 75%.
- Montada la tubería se debe confinar con el denominado Relleno Lateral y el Relleno Superior que se deben construir según lo especificado para el Relleno Estructural, pero con una grava arenosa de 1" de tamaño máximo.
- Se recomienda que el Relleno Estructural sobre el cual se colocará el enrocado tenga un espesor mínimo de 50 cm.

- El relleno de confinamiento se debe construir considerando taludes con inclinación menor igual a 1,50/1,00 (H/V)

### 3.11. Diagramas de Empujes de Suelo

En el cálculo de las estructuras se recomienda considerar los diagramas de empuje de suelo y de una sobrecarga “q”, dados en los siguientes cuadros:

Tipo de Suelo	Parámetro Geomecánico			Empuje en Reposo		
	$\gamma$ (Ton/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	C (Ton/m <sup>2</sup> )	$K_0$	Del suelo a una profundidad z (Ton/m <sup>2</sup> /m)	De sobrecarga q (Ton/m <sup>2</sup> ) (Ton/m <sup>2</sup> /m)
Suelo Natural	2,00	40	0,00	0,36	$0,72 \cdot z$	$0,36 \cdot q$
Relleno Estructural	2,20	43	0,50	0,32	$0,70 \cdot z$	$0,32 \cdot q$

Tipo de Suelo	Empuje Activo			Empuje Pasivo		
	$K_A$	Del suelo a una profundidad z (Ton/m <sup>2</sup> /m)	De sobrecarga q (Ton/m <sup>2</sup> ) (Ton/m <sup>2</sup> /m)	$K_P$	Del suelo a una profundidad z (Ton/m <sup>2</sup> /m)	De sobrecarga q (Ton/m <sup>2</sup> ) (Ton/m <sup>2</sup> /m)
Suelo Natural	0,22	$0,44 \cdot z$	$0,22 \cdot q$	4,55	$9,10 \cdot z$	$4,55 \cdot q$
Relleno Estructural	0,19	$0,42 \cdot z$	$0,19 \cdot q$	5,26	$11,57 \cdot z$	$5,26 \cdot z$

Notas:

- Para el cálculo de los empujes no se ha considerado la cohesión.
- El empuje se ha calculado considerando el peso unitario natural,  $\gamma$ , del suelo, si el suelo está inundado, bajo napa, se debe considerar el peso unitario boyante del suelo que es igual al peso unitario natural del suelo,  $\gamma$ , menos 1,00 Ton/m<sup>3</sup>.



- Se considera Empuje en Reposo cuando la estructura está impedida de desplazamiento en la Horizontal. Tanto en el Empuje Activo como en el Empuje Pasivo la estructura puede tener desplazamiento en horizontal.
- El Empuje Sísmico se debe calcular considerando las expresiones de Monobe y Okabe.

**EUGENIO RODRIGUEZ CASTRO**

Ingeniero Civil

p. Rodríguez y Goldsack Ltda.

**ARTURO GOLDSACK JARPA**

Ingeniero Civil

p. Rodríguez y Goldsack Ltda.

## ANEXO N° 1

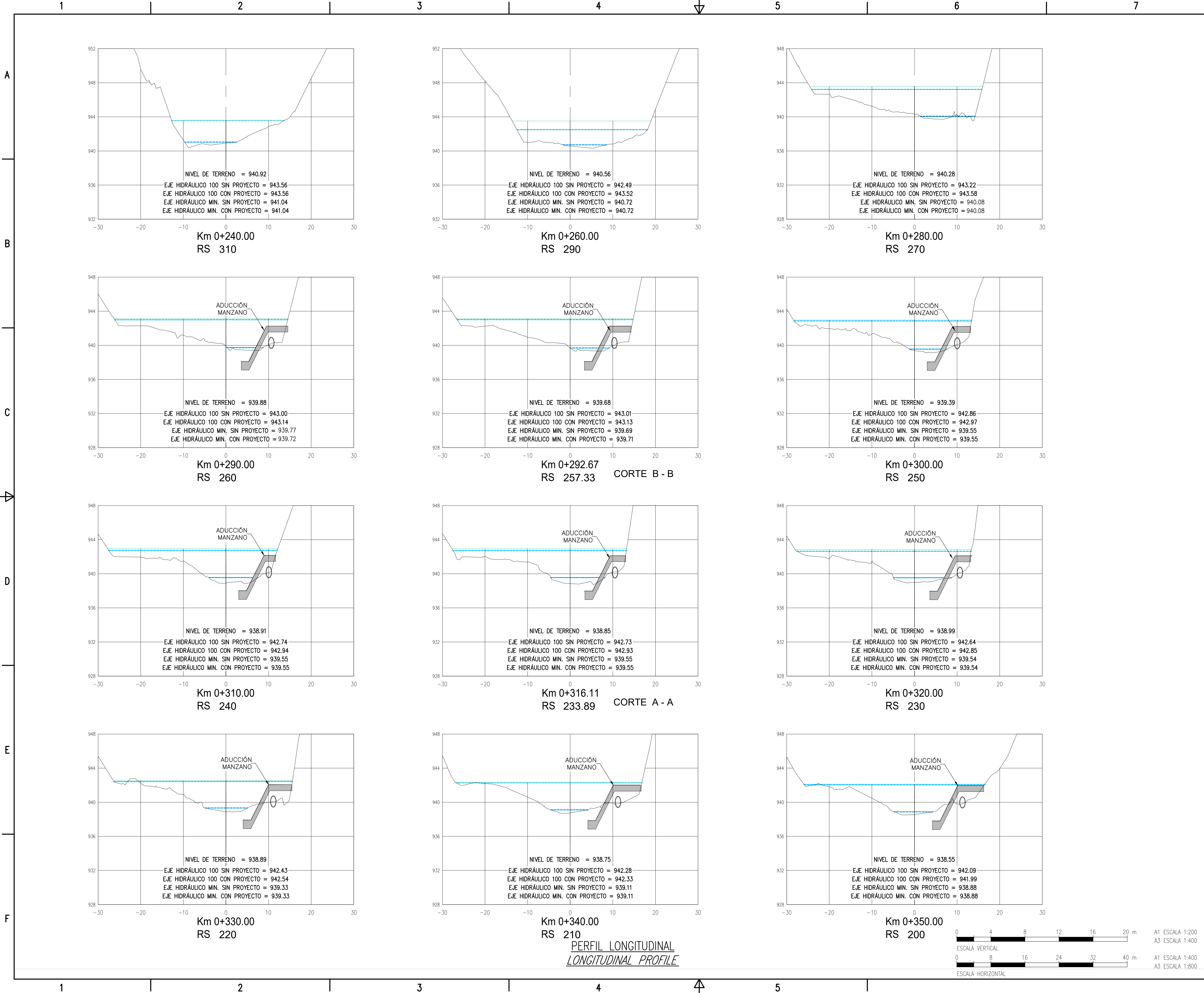
### Planos Antecedentes Topográficos y Niveles de Agua











REFERENCIAS/ESTÁNDARES  
REFERENCES/STANDARDS

CÓDIGO-CODE	DESCRIPCIÓN-DESCRIPTION
6395-HI-PLA-3001	RIO COLORADO - PLANTA GENERAL Y PERFIL LONGITUDINAL CON Y SIN PROYECTO
6395-HI-PLA-3002	RIO COLORADO - SECCIONES TRANSVERSALES 1 DE 4 - CON Y SIN PROYECTO
6395-HI-PLA-3004	RIO COLORADO - SECCIONES TRANSVERSALES 3 DE 4 - CON Y SIN PROYECTO
6395-HI-PLA-3005	RIO COLORADO - SECCIONES TRANSVERSALES 4 DE 4 - CON Y SIN PROYECTO

SIMBOLOGÍA - SYMBOLS

TERRENO NATURAL	
ENROCADADO	
EJE HIDRÁULICO T=100 Años, Q=242.9 m³/s SIN PROYECTO	
EJE HIDRÁULICO T=100 Años, Q=242.9 m³/s CON PROYECTO	
EJE HIDRÁULICO Qmin = 2.5 m³/s SIN PROYECTO	
EJE HIDRÁULICO Qmin = 2.5 m³/s CON PROYECTO	
NIVEL FONDO DE RIO	
PERFIL DE TERRENO	

NOTAS - NOTES

- TODAS LAS DISTANCIAS ESTAN EN METROS.  
ALL DIMENSIONS ARE IN METERS.
- TODAS LAS COORDENADAS ESTAN EN METROS.  
ALL COORDINATES ARE IN METERS.
- LAS ELEVACIONES (COTAS) EN EL PLANO ESTAN EN METROS SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR (msnm).  
ALL THE ELEVATIONS IN THE PLANE ARE IN METERS ABOVE THE AVERAGE LEVEL OF THE SEA (msnm).

REVISIONES-REVISIONS

REV	FECHA DATE	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	PROY	REV	REV	APR	APR
A01	17/08/20	PARA REVISIÓN FOR REVISION	MAR	BRG	-	FUP	-
A00	15/08/20	PARA REVISIÓN FOR REVISION	MAR	BRG	-	FUP	-

ALTO MAIPO SpA

PROYECTO HIDROELÉCTRICO  
ALTO MAIPO

STRABAG

PÓRY

GZ

Gall Zeidler Consultants

Geotechnics | Tunnel Design | Environment

6300

SISTEMA LAS LAJAS

RIO COLORADO  
COLORADO RIVER

SECCIONES TRANSVERSALES 2 DE 4  
CROSS SECTIONS 2 DE 4

CON Y SIN PROYECTO  
WITH OR WITHOUT PROJECT

ESCALA-SCALE	PROY.	NOMBRE-NAME	FIRMA-SIGNATURE	FECHA-DATE
INDICADAS	REV.	R. MARTÍNEZ		09/03/2020
	REV. M.S.	G. BRAVO		09/03/2020
	LIDER	P. FURRER		09/03/2020
	APR.			
AS SPECIFIED	GZ-DWG			N° / DATE

N° PLANO-DRAWING NUMBER: 6395-HI-PLA-3003

0 4 8 12 16 20 m

ESCALA VERTICAL

0 8 16 24 32 40 m

ESCALA HORIZONTAL

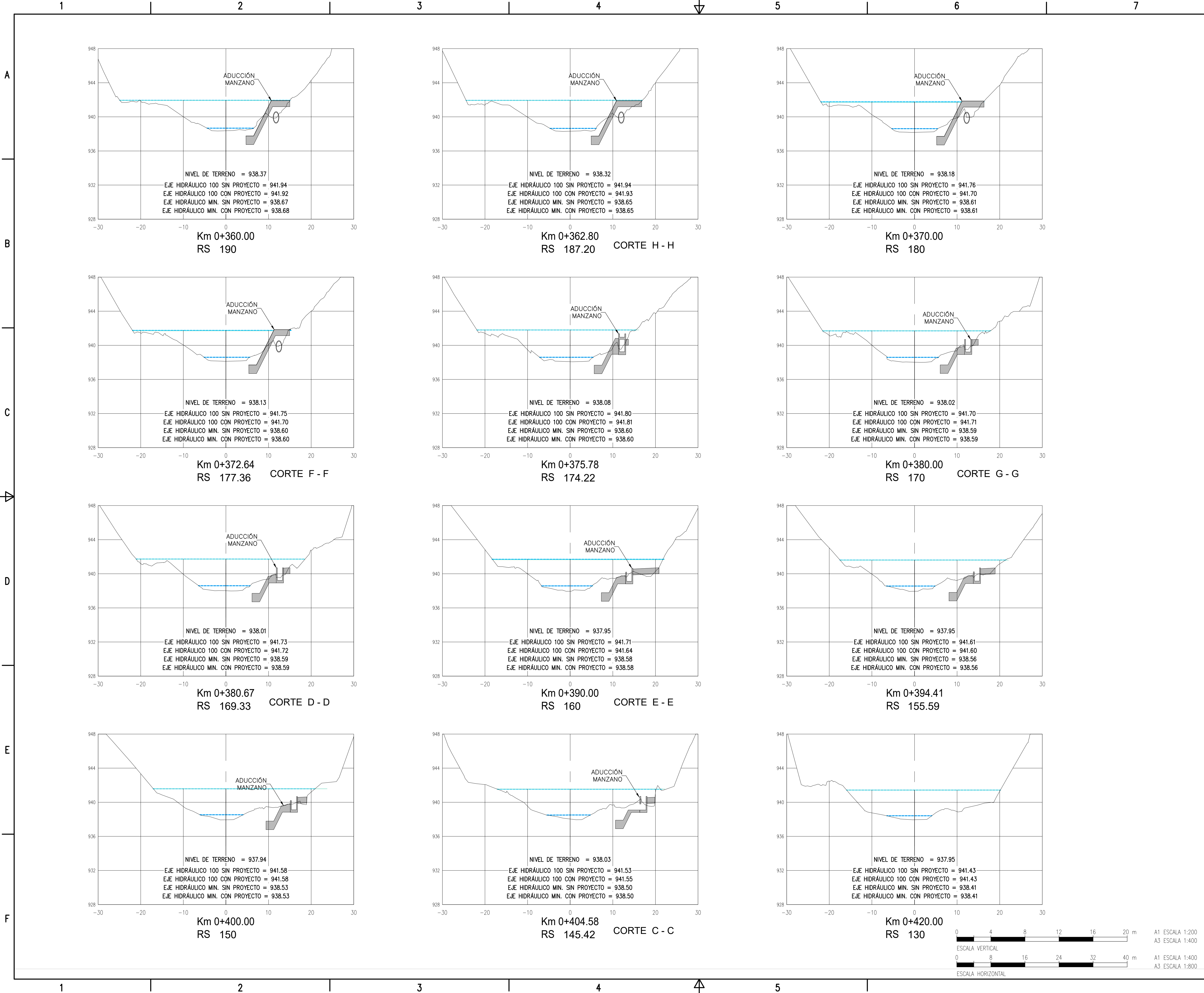
A1 ESCALA 1:200

A3 ESCALA 1:400

A1 ESCALA 1:400

A3 ESCALA 1:800





REFERENCIAS/ESTÁNDARES  
REFERENCES/STANDARDS

CÓDIGO-CODE	DESCRIPCIÓN-DESCRIPTION
6395-HI-PLA-3001	RIO COLORADO - PLANTA GENERAL Y PERFIL LONGITUDINAL CON Y SIN PROYECTO
6395-HI-PLA-3003	RIO COLORADO - SECCIONES TRANSVERSALES 2 DE 4 - CON Y SIN PROYECTO
6395-HI-PLA-3002	RIO COLORADO - SECCIONES TRANSVERSALES 1 DE 4 - CON Y SIN PROYECTO
6395-HI-PLA-3005	RIO COLORADO - SECCIONES TRANSVERSALES 4 DE 4 - CON Y SIN PROYECTO

SIMBOLOGÍA - SYMBOLS

TERRENO NATURAL

ENROCADO

EJE HIDRÁULICO  
T=100 Años, Q=242.9 m³/s SIN PROYECTO

EJE HIDRÁULICO  
T=100 Años, Q=242.9 m³/s CON PROYECTO

EJE HIDRÁULICO  
Qmin = 2.5 m³/s SIN PROYECTO

EJE HIDRÁULICO  
Qmin = 2.5 m³/s CON PROYECTO

NIVEL FONDO DE RIO

PERFIL DE TERRENO

NOTAS - NOTES

1. TODAS LAS DISTANCIAS ESTAN EN METROS.  
ALL DIMENSIONS ARE IN METERS.

2. TODAS LAS COORDENADAS ESTAN EN METROS.  
ALL COORDINATES ARE IN METERS.

3. LAS ELEVACIONES (COTAS) EN EL PLANO ESTAN EN METROS SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR (msnm).  
ALL THE ELEVATIONS IN THE PLANE ARE IN METERS ABOVE THE AVERAGE LEVEL OF THE SEA (msnm).

REVISIONES-REVISIONS

REV	FECHA DATE	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	PROY	REV	REV	APR	APR
A01	17/08/20	PARA REVISIÓN FOR REVISION	MAR	BRG	-	FUP	-
A00	15/08/20	PARA REVISIÓN FOR REVISION	MAR	BRG	-	FUP	-

PROPIETARIO-OWNER

ALTO MAIPO SpA

PROYECTO HIDROELÉCTRICO  
ALTO MAIPO

CONSEJERO-CONTRACTOR

STRABAG

PROYECTISTA-DESIGNER

PÓYRY

PROYECTISTA-DESIGNER

GZ

Gall Zeidler Consultants

Geotécnicos | Turbines Design | Estructuras

AREA

6300

SISTEMA LAS LAJAS

RIO COLORADO  
COLORADO RIVER

SECCIONES TRANSVERSALES 3 DE 4  
CROSS SECTIONS 3 DE 4

CON Y SIN PROYECTO  
WITH OR WITHOUT PROJECT

ESCALA-SCALE

INDICADAS

AS SPECIFIED

N° PLANO-DRAWING NUMBER:

6395-HI-PLA-3004

PROY.

REV.

LIDER

APR.

GZ-DWG

NOMBRE-NAME

R. MARTINEZ

G. BRAVO

P. FURRER

FECHA-DATE

09/03/2020

09/03/2020

09/03/2020

N°

DATE

REV

A

ESCALA VERTICAL

ESCALA HORIZONTAL

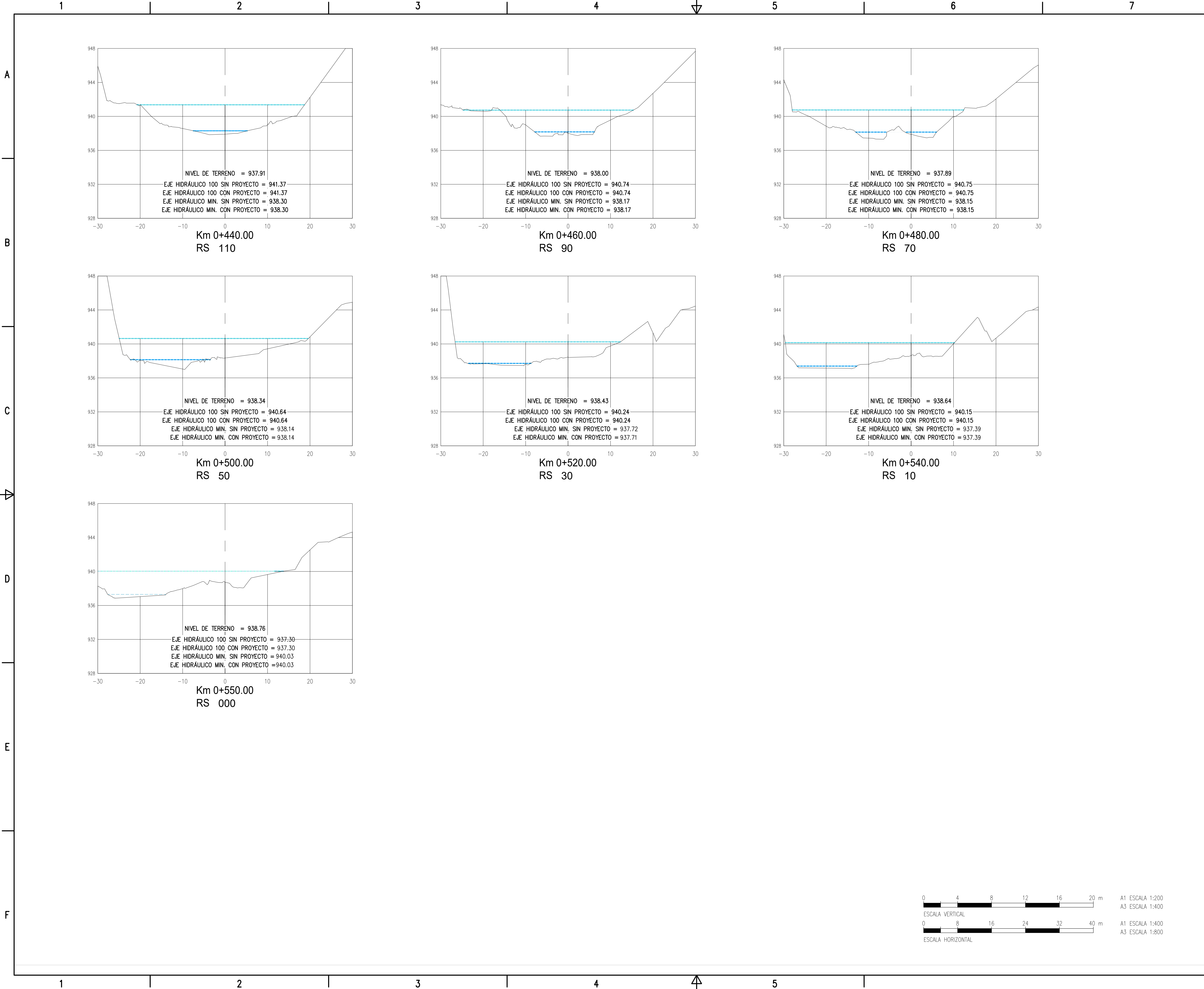
A1 ESCALA 1:200

A3 ESCALA 1:400

A1 ESCALA 1:400

A3 ESCALA 1:800





REFERENCIAS/ESTÁNDARES  
REFERENCIAS/STANDARDS

CÓDIGO-CODE	DESCRIPCIÓN-DESCRIPTION
6395-HI-PLA-3001	RIO COLORADO - PLANTA GENERAL Y PERFIL LONGITUDINAL CON Y SIN PROYECTO
6395-HI-PLA-3003	RIO COLORADO - SECCIONES TRANSVERSALES 2 DE 4 - CON Y SIN PROYECTO
6395-HI-PLA-3004	RIO COLORADO - SECCIONES TRANSVERSALES 3 DE 4 - CON Y SIN PROYECTO
6395-HI-PLA-3002	RIO COLORADO - SECCIONES TRANSVERSALES 1 DE 4 - CON Y SIN PROYECTO

SIMBOLOGÍA - SYMBOLS

TERRENO NATURAL

ENROCADO

EJE HIDRÁULICO  
T=100 Años, Q=242.9 m³/s SIN PROYECTO

EJE HIDRÁULICO  
T=100 Años, Q=242.9 m³/s CON PROYECTO

EJE HIDRÁULICO  
Qmin = 2.5 m³/s SIN PROYECTO

EJE HIDRÁULICO  
Qmin = 2.5 m³/s CON PROYECTO

NIVEL FONDO DE RIO

PERFIL DE TERRENO

NOTAS - NOTES

1. TODAS LAS DISTANCIAS ESTAN EN METROS.  
ALL DIMENSIONS ARE IN METERS.

2. TODAS LAS COORDENADAS ESTAN EN METROS.  
ALL COORDINATES ARE IN METERS.

3. LAS ELEVACIONES (COTAS) EN EL PLANO ESTAN EN METROS SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR (msnm).  
ALL THE ELEVATIONS IN THE PLANE ARE IN METERS ABOVE THE AVERAGE LEVEL OF THE SEA (msnm).

REVISIONES-REVISIONS

REV	FECHA-DATE	DESCRIPCIÓN-DESCRIPTION	PROY	REV	REV	APR	APR
A01	17/08/20	FOR REVISION PARA REVISIÓN	MAR	BRG	-	FUP	-
A00	15/08/20	FOR REVISION PARA REVISIÓN	MAR	BRG	-	FUP	-

ALTO MAIPO SpA

PROYECTO HIDROELÉCTRICO  
ALTO MAIPO

STRABAG

PÓYRY

GZ

Gall Zeidler Consultants

Geotechnical | Tunnel Design | Environmental

AREA  
6300

SISTEMA LAS LAJAS

RIO COLORADO  
COLORADO RIVER  
SECCIONES TRANSVERSALES 4 DE 4  
CROSS SECTIONS 4 DE 4  
CON Y SIN PROYECTO  
WITH OR WITHOUT PROJECT

ESCALA-SCALE

INDICADAS

AS SPECIFIED

N° PLANO-DRAWING NUMBER:  
6395-HI-PLA-3005

PROY.  
R. MARTÍNEZ

REV.  
G. BRAVO

LIDER  
P. FURRER

APR.  
GZ-DVC

FECHA-DATE  
09/03/2020  
09/03/2020  
09/03/2020

N°  
DATE

REV  
A

0 4 8 12 16 20 m

ESCALA VERTICAL

0 8 16 24 32 40 m

ESCALA HORIZONTAL

A1 ESCALA 1:200

A3 ESCALA 1:400

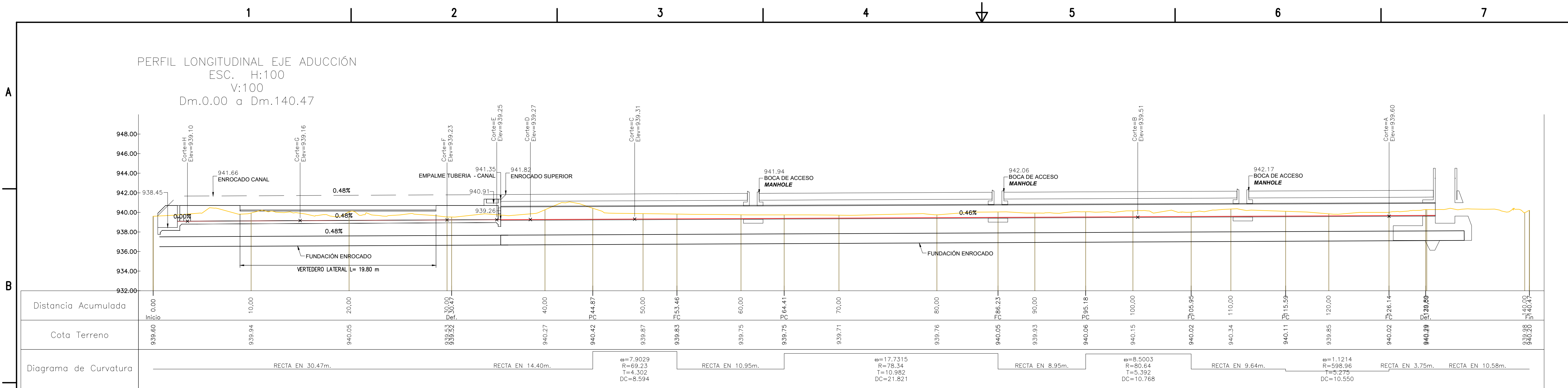
A1 ESCALA 1:400

A3 ESCALA 1:800

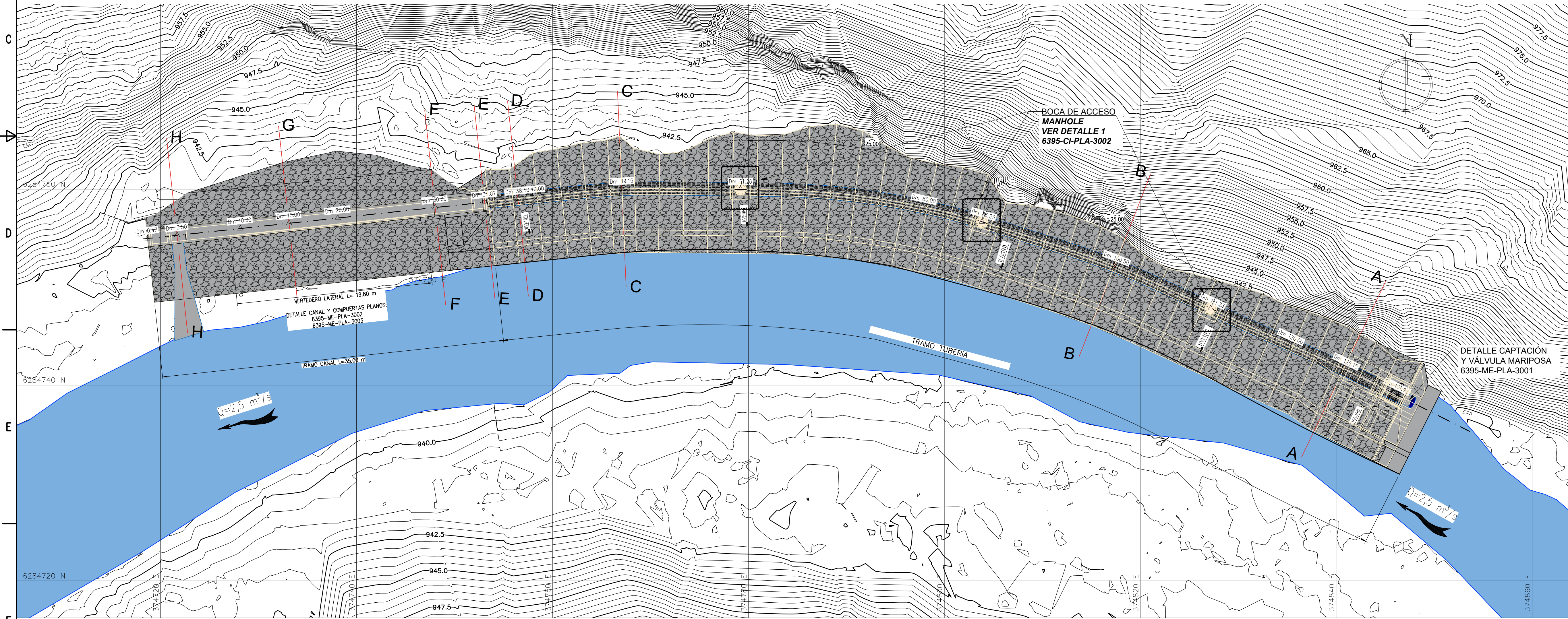
## ANEXO N° 2

Planos de formas y de dimensiones generales de la Bocatoma



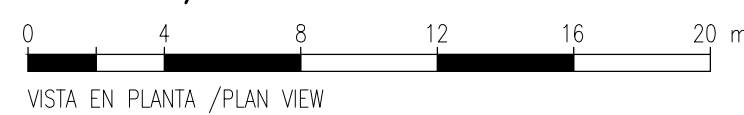


PERFIL LONGITUDINAL  
LONGITUDINAL PROFILE



VISTA PLANTA GENERAL  
GENERAL PLAN VIEW

ESCALA/SCALE:



A1 ESCALA 1:200  
A3 ESCALA 1:400

REFERENCIAS/ESTÁNDARES  
REFERENCES/STANDARDS

CÓDIGO-CODE	DESCRIPCIÓN-DESCRIPTION
6395-CI-PLA-3002	ADUCCIÓN MANZANO - DISEÑO BÁSICO PERFILES CON OBRA PROYECTADA
6395-CI-PLA-3004	ADUCCIÓN MANZANO - DISEÑO BÁSICO SECCIONES TRANSVERSALES
6395-ME-PLA-3001	ARREGLO GENERAL OBRAS HIDROMECÁNICAS DETALLE VÁLVULA MARIPOSA - BOCATOMA
6395-ME-PLA-3002	EMPALME CANAL MANZANO EXISTENTE DETALLE COMPUERTAS DE DESFOQUE
6395-ME-PLA-3003	EMPALME CANAL MANZANO EXISTENTE DETALLE OBRA CIVIL Y PIEZAS EMBEBIDAS

SIMBOLOGÍA - SYMBOLS

PERFIL DE TERRENO  
ENROCADO  
MATERIAL DE RELLENO

NOTAS - NOTES

- TODAS LAS DISTANCIAS ESTÁN EN METROS.  
ALL DIMENSIONS ARE IN METERS.
- TODAS LAS COORDENADAS ESTÁN EN METROS.  
ALL COORDINATES ARE IN METERS.
- LAS ELEVACIONES COTAS EN EL PLANO ESTÁN EN METROS SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR (msnm).  
ALL THE ELEVATIONS IN THE PLANE ARE IN METERS ABOVE THE AVERAGE LEVEL OF THE SEA (msnm).

MATERIALES:

- ENROCADO DE PROTECCIÓN ESPESOR FINAL 0.70 m.;
- CANADAS DE ROCA DE 0.50 m (180 kg) CONSOLIDADO
- DIÁMETRO TUBERÍA 1.20 m.
- HORMIGÓN F-39
- TUBERÍA (AOS TIGRE) CORRUGADA DOBLE PARED TIPO "SnaPro" O SIMILAR

MATERIALES DE RELLENO:

- SE DEBE PROPORCIONAR UNA CIMENTACIÓN ESTABLE PARA ASEGURAR QUE SE OBTenga UN ALINEAMIENTO Y UNA PENDIENTE ADECUADOS.
- EL ENCAMADO DEBE COMPENSARSE DE MATERIALES CLASE I, II Y/O III. DEBE SER COMPACTADO A UN MÍNIMO DE 90% DE LA DENSIDAD PROCTOR ESTÁNDAR.
- EL ACOSTILLADO SE DEBE REALIZAR CON MATERIALES CLASE I, II Y/O III, RELLENANDO TODOS LOS ESPACIOS ENTRE LA TUBERÍA Y LA PARED, EN CAPAS DE 40 CM COMO MÁXIMO.
- EL RELLENO INICIAL SE EXTIENDE DESDE LA LÍNEA MEDIA DE LA TUBERÍA HASTA UN MÍNIMO DE 10 cm POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO. SE PUEDEN USAR MATERIALES CLASE I, II Y/O III.
- EL RELLENO FINAL PUEDE SER COMPUESTO POR EL MISMO MATERIAL EXCAVADO EN CAPAS DE MÁXIMO 30 cm.
- EN CASO DE EXCAVACIÓN DEL TERRENO NATURAL, SE RECOMIENDA QUE LA ZANJA DE EXCAVACIÓN TENGA UN ANCHO DE 2 m, PARA UNA TUBERÍA DE 1.20 m DE DIÁMETRO.

MANHOLE	COORDENADA		COTA msnm
	ESTE	NORTE	
1	374,827.18	6,284,747.83	942.18
2	374,803.84	6,284,756.67	942.06
3	374,779.19	6,284,759.95	941.95

CORTE	COORDENADA		COTA msnm
	ESTE	NORTE	
TOMA	374,848.42	6,284,737.88	939.70
A	374,840.77	6,284,741.66	939.60
B	374,817.39	6,284,752.19	939.51
C	374,767.08	6,284,760.02	939.31
D	374,756.48	6,284,759.03	939.27
E	374,753.07	6,284,758.66	939.25
F	374,748.03	6,284,758.13	939.23
G	374,733.12	6,284,756.52	939.16
H	374,721.69	6,284,755.29	939.10

REVISIONES-REVISIONS

REV	FECHA DATE	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	PROY	REV	REV	APR	APR
G	24/07/20	PARA REVISIÓN FOR REVISION	MAR	BRG	-	FUP	-
F	11/12/19	RESPUESTA A COMENTARIOS RESPONSE TO COMMENTS	MAR	BRG	-	FUP	-
E	29/07/19	RESPUESTA A COMENTARIOS RESPONSE TO COMMENTS	BAJ	BRG	-	FUP	-
D	10/04/19	PARA REVISIÓN FOR REVISION	BAJ	ABL	-	FUP	-
C	19/03/19	PARA REVISIÓN FOR REVISION	BAJ	ABL	-	FUP	-

ALTO MAIPO SpA  
PROYECTO HIDROELÉCTRICO  
ALTO MAIPO

STRABAG PÓYRY

GZ Gall Zeidler Consultants

ÁREA  
6300

SISTEMA LAS LAJAS

ADUCCIÓN MANZANO  
MANZANO INTAKE  
DISEÑO BÁSICO  
BASIC DESIGN

PLANTA GENERAL Y PERFIL LONGITUDINAL  
GENERAL PLAN VIEW AND LONGITUDINAL PROFILE

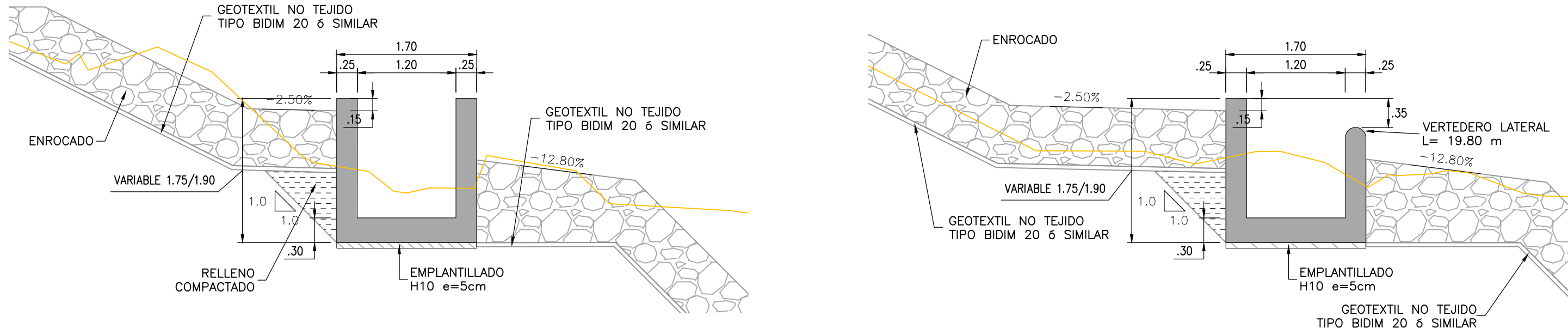
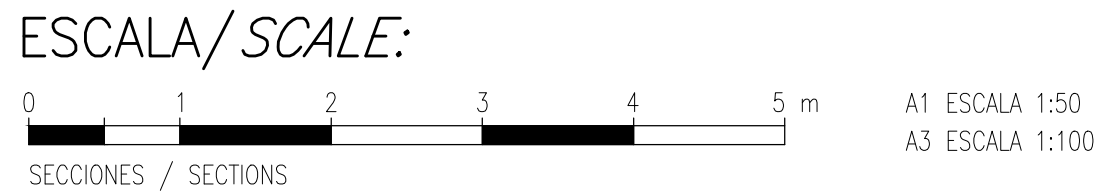
ESCALA-SCALE	PROY	REV	FECHA-DATE
INDICADAS	PROY	R. MARTÍNEZ	09/03/2020
	REV	G. BRAVO	09/03/2020
	REV	M. S. LÓPEZ	09/03/2020
	REV	P. FURBER	09/03/2020
AS SPECIFIED	APR	G. BRAVO	09/03/2020

Nº PLANO-DRAWING NUMBER:  
6395-CI-PLA-3001



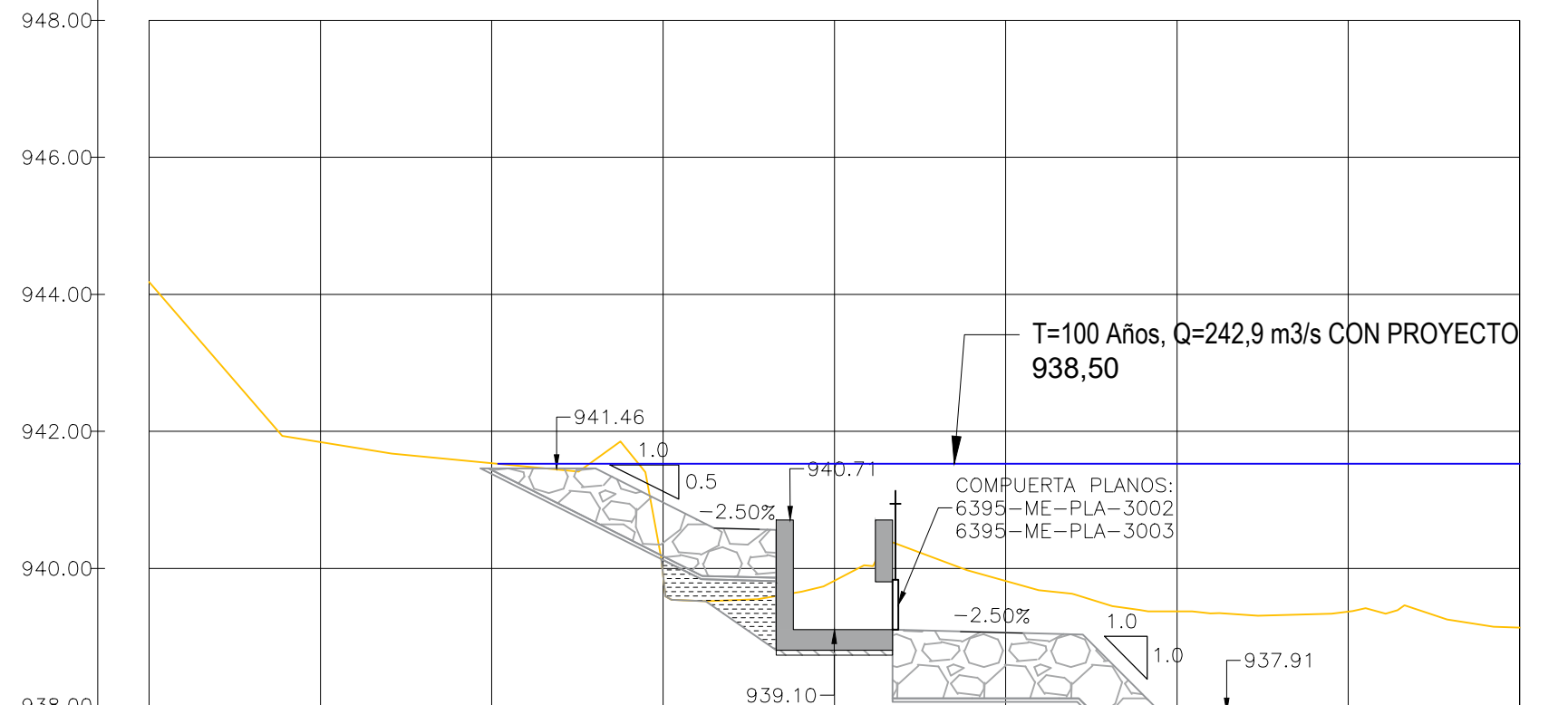






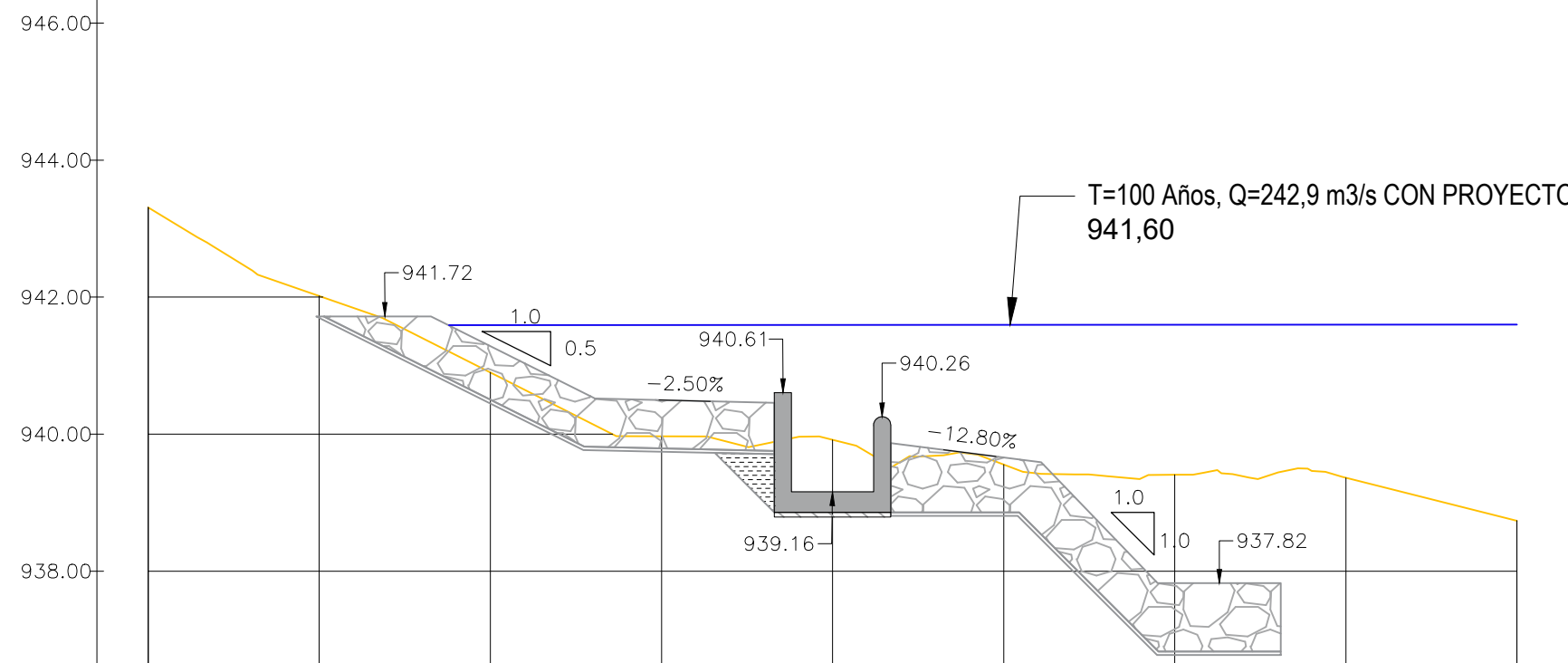
DETALLE DE CANAL

SECCION H  
Dm. 3.50



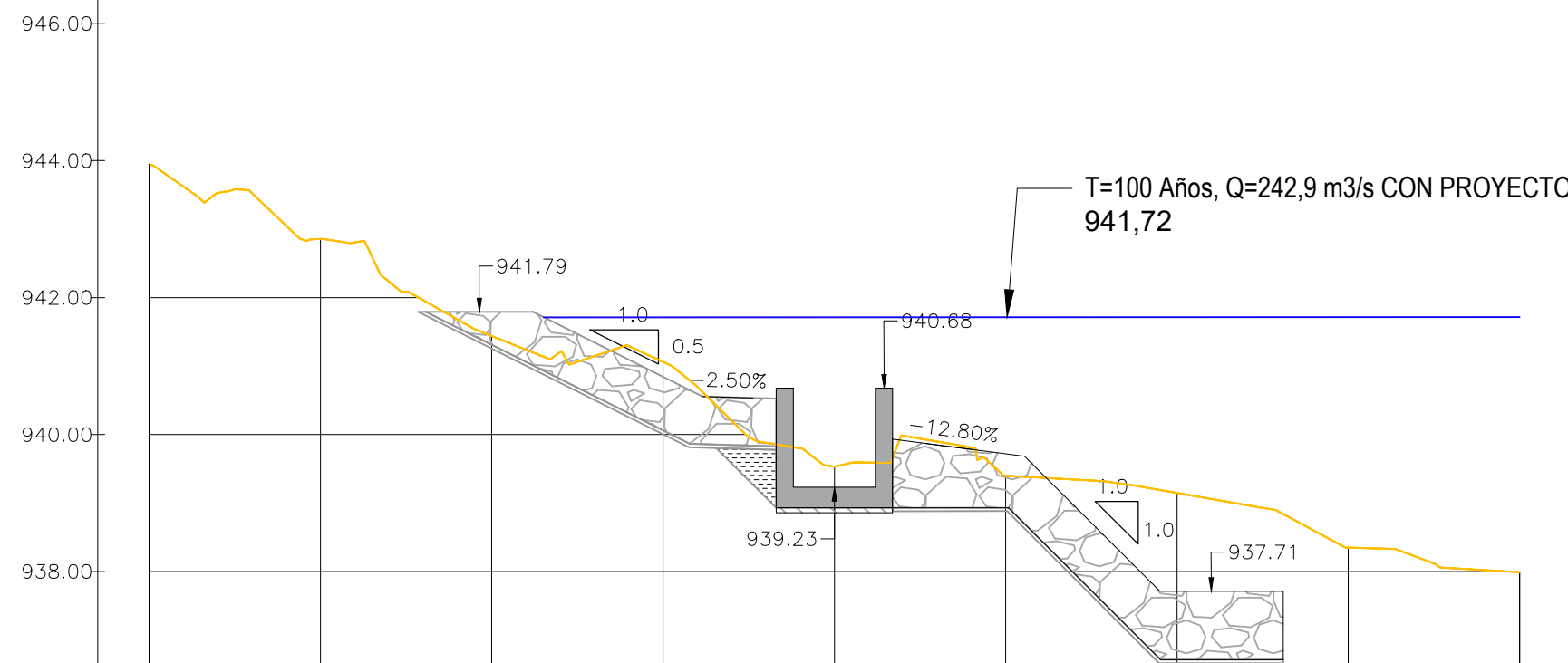
Distancia Acumulada	0.00	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00	17.50	20.00
Cota Terreno	944.18	941.84	941.54	939.91	939.82	939.82	939.37	939.37	939.13

SECCION G  
Dm. 15.00



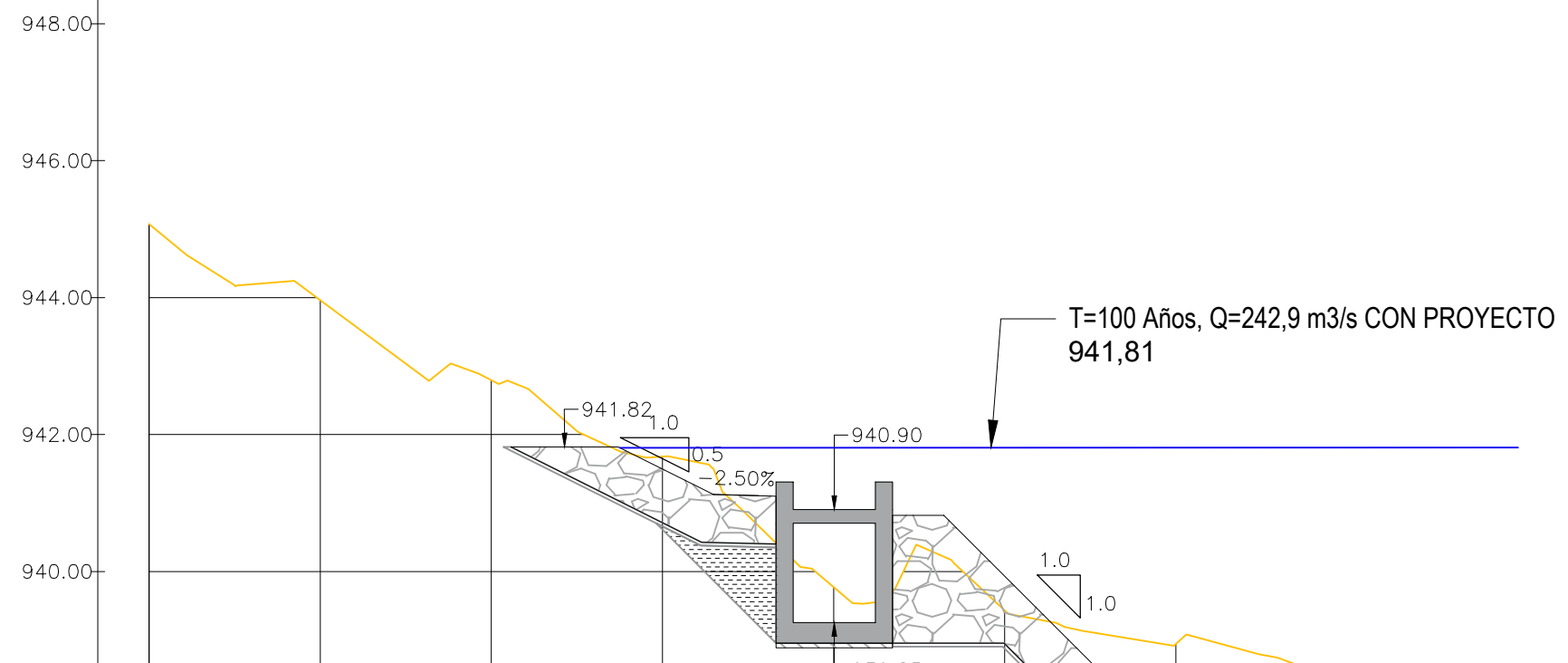
Distancia Acumulada	0.00	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00	17.50	20.00
Cota Terreno	943.31	942.02	940.90	939.97	939.92	939.56	939.41	939.36	938.73

SECCION F  
Dm. 30.00



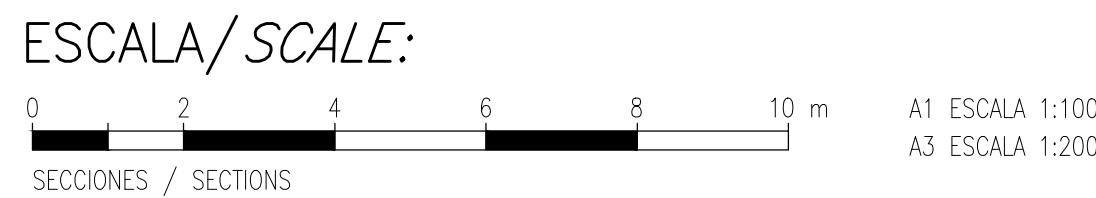
Distancia Acumulada	0.00	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00	17.50	20.00
Cota Terreno	943.95	942.86	941.44	941.06	939.53	939.40	939.15	938.35	937.99

SECCION E  
Dm. 35.07



Distancia Acumulada	0.00	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00	17.50	20.00
Cota Terreno	945.07	943.96	942.79	941.68	939.77	939.43	938.94	938.36	938.08

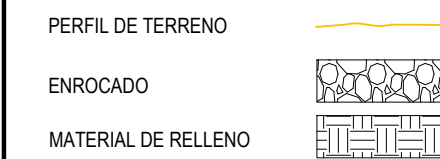
SECCIONES TRASVERSALES  
CROSS SECTIONS



REFERENCIAS/ESTÁNDARES  
REFERENCES/STANDARDS

CÓDIGO-CODE	DESCRIPCIÓN-DESCRIPTION
6325-CI-PLA-3001	ADUCCIÓN MANZANO - DISEÑO BÁSICO - PLANTA GENERAL Y PERFIL LONGITUDINAL
6395-CI-PLA-3002	ADUCCIÓN MANZANO - DISEÑO BÁSICO PERFILES CON OBRA PROYECTADA
6395-ME-PLA-3001	ARREGLO GENERAL OBRAS HIDROMECÁNICAS DETALLE VÁLVULA MARIPOSA - BOCATOMA
6395-ME-PLA-3002	EMPALME CANAL MANZANO EXISTENTE DETALLE COMPUERTAS DE DESFOGUE
6395-ME-PLA-3003	EMPALME CANAL MANZANO EXISTENTE DETALLE OBRA CIVIL Y PIEZAS EMBEBIDAS

SIMBOLOGÍA - SYMBOLS



NOTAS - NOTES

- TODAS LAS DISTANCIAS ESTAN EN METROS.  
ALL DIMENSIONS ARE IN METERS.
  - TODAS LAS COORDENADAS ESTAN EN METROS.  
ALL COORDINATES ARE IN METERS.
  - LAS ELEVACIONES (COTAS) EN EL PLANO ESTAN EN METROS SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR (msnm).  
ALL THE ELEVATIONS IN THE PLANE ARE IN METERS ABOVE THE AVERAGE LEVEL OF THE SEA (msnm).
- MATERIALES:
- ENROCADOS DE PROTECCIÓN ESPESOR FINAL 0.70 m. : CAMADAS DE ROCA DE 0.50 m (180 kg). CONSOLIDADO
  - DIAMETRO TUBERÍA 1.20 m.
  - HORMIGÓN H-30
  - TUBERÍA (ADS TIGRE) CORRUGADA DOBLE PARED TIPO "SanPro" O SIMILAR
- MATERIALES DE RELLENO:
- SE DEBE PROPORCIONAR UNA CIMENTACIÓN ESTABLE PARA ASEGURAR QUE SE OBTENGA UN ALINEAMIENTO Y UNA PENDIENTE ADECUADOS.
  - EL ENCAMADO DEBE COMPONERSE DE MATERIALES CLASE I, II Y/O III. DEBE SER COMPACTADO A UN MÍNIMO DE 90% DE LA DENSIDAD PROCTOR ESTÁNDAR.
  - EL ACOSTILLADO SE DEBE REALIZAR CON MATERIALES CLASE I, II Y/O III. RELLENANDO TODOS LOS ESPACIOS ENTRE LA TUBERÍA Y LA PARED, EN CAPAS DE 40 CM COMO MÁXIMO.
  - EL RELLENO INICIAL SE EXTIENDE DESDE LA LINEA MEDIA DE LA TUBERÍA HASTA UN MÍNIMO DE 15 cm POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO. SE PUEDEN USAR MATERIALES CLASE I, II, Y/O III.
  - EL RELLENO FINAL PUEDE SER COMPUESTO POR EL MISMO MATERIAL EXCAVADO EN CAPAS DE MÁXIMO 30 cm.
  - EN CASO DE EXCAVACIÓN DEL TERRENO NATURAL, SE RECOMIENDA QUE LA ZANJA DE EXCAVACIÓN TENGA UN ANCHO DE 2 m. PARA UNA TUBERÍA DE 1.20 m DE DIÁMETRO.

REVISIONES-REVISIONS

REV	FECHA DATE	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	PROY	REV	REV	APR	APR
A00	24/07/20	PARA REVISIÓN FOR REVISION	MAR	BRG	-	FUP	-

ALTO MAIPO SpA  
PROYECTO HIDROELÉCTRICO  
ALTO MAIPO



GZ Gall Zeidler Consultants  
Ingeniería | Design | Engineering

ÁREA 6300 SISTEMA LAS LAJAS

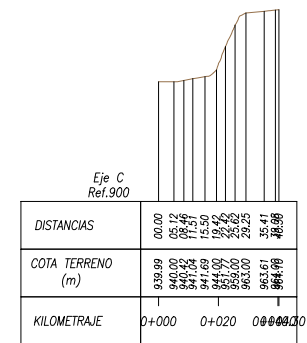
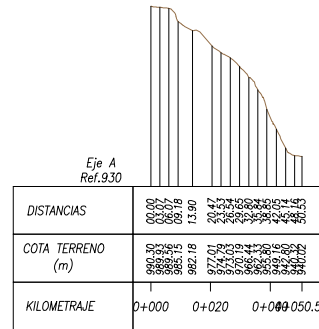
ADUCCIÓN MANZANO  
MANZANO INTAKE  
DISEÑO BÁSICO  
BASIC DESIGN  
SECCIONES TRASVERSALES  
CROSS SECTIONS

ESCALA-SCALE	PROY.	REV.	LIDER	APR.	FECHA-DATE
INDICADAS	R. MARTÍNEZ	G. BRAVO	P. FURRER	GZ-DVC	09/03/2020
AS SPECIFIED					09/03/2020
Nº PLANO-DRAWING NUMBER:					Nº / DATE
6395-CI-PLA-3004					REV A

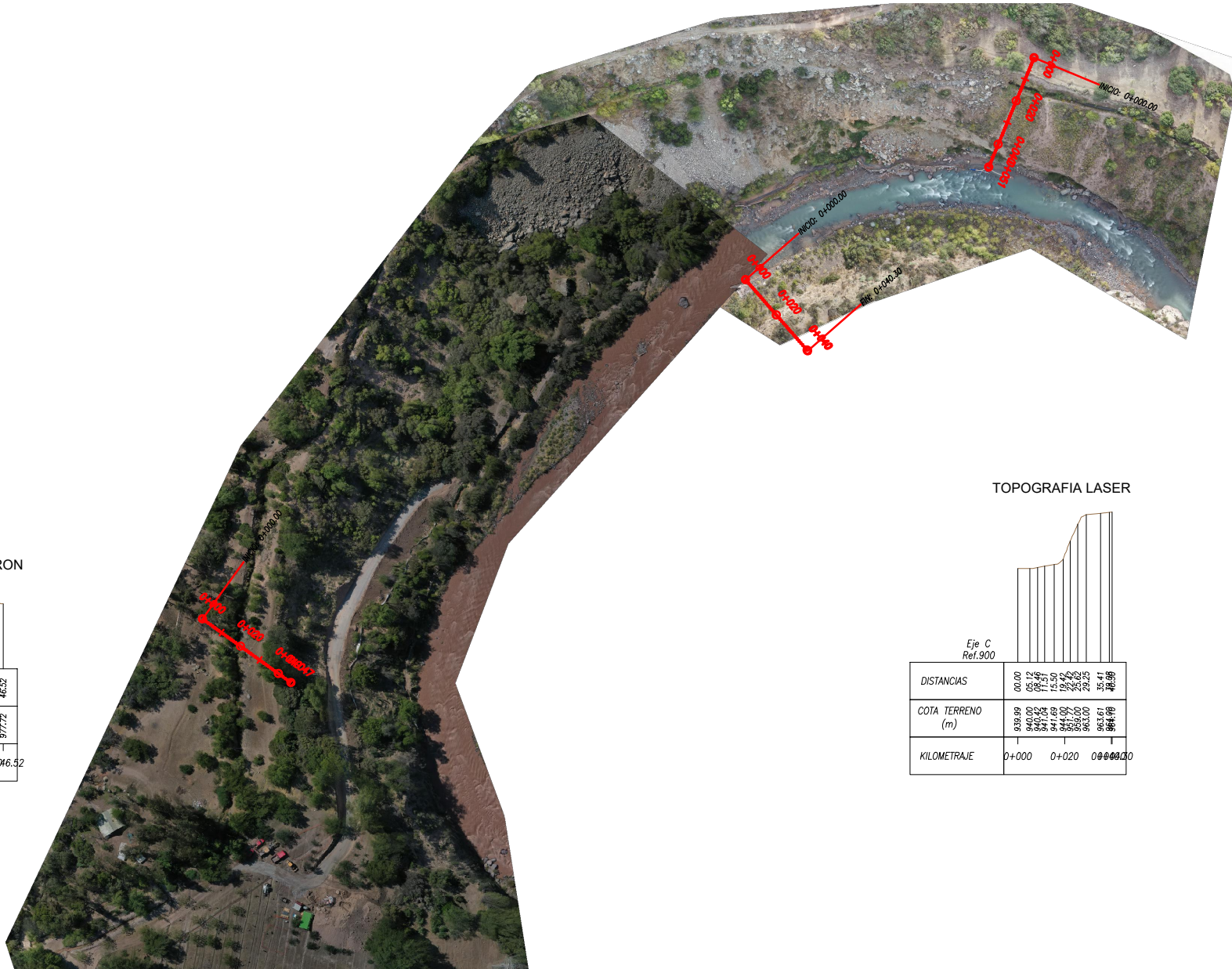
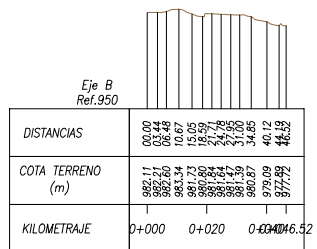


ANEXO N° 3  
Fotografías Aéreas

## TOPOGRAFIA DRON



## TOPOGRAFIA DRON









# LIMITE AMBIENTAL

Ref.946  
Dm.0+174

