O.A. 51.84 ASOCIADA AL CANAL HUAULEMU.

ARTÍCULO 155.- El permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas, será el establecido en el artículo 294 del Decreto con Fuerza de Ley Nº 1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas.
El requisito para su otorgamiento consiste en no producir contaminación de las aguas.

CRITERIO: El presente cauce artificial portea más de 2 m^3/s., por tanto, corresponde a un cauce de los mencionados en la letra b) del artículo 294 del Código de Aguas, ergo le es aplicable el PAS 155 del RSEIA.

Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse para acreditar su cumplimiento son los siguientes:

a) Descripción de la obra

El proyecto ferroviario se encuentra enmarcado en un recorrido de 61 km dentro de la Región Metropolitana, en las provincias de Santiago, Talagante y Melipilla, y entre las Comunas de Estación Central, Cerrillos, Maipú, Padre Hurtado, Peñaflor, Talagante, El Monte y Melipilla.

El Canal Huaulemu es administrado por la Comunidad de Aguas Canal Huaulemu del Maipo. Para este canal, el proyecto contempla obras en el sector ubicado en el PK 51+840 de la faja vía actual.

En la zona afectada por el proyecto el canal realiza un atravieso bajo las vías del ferrocarril en dirección Sur - Norte, por medio de una estructura de hormigón armado y vigas de acero de tipo cajón. Este cajón será reemplazado por uno de 3 metros de ancho, con 2 metros de altura y una longitud aproximada de 10,65 metros.

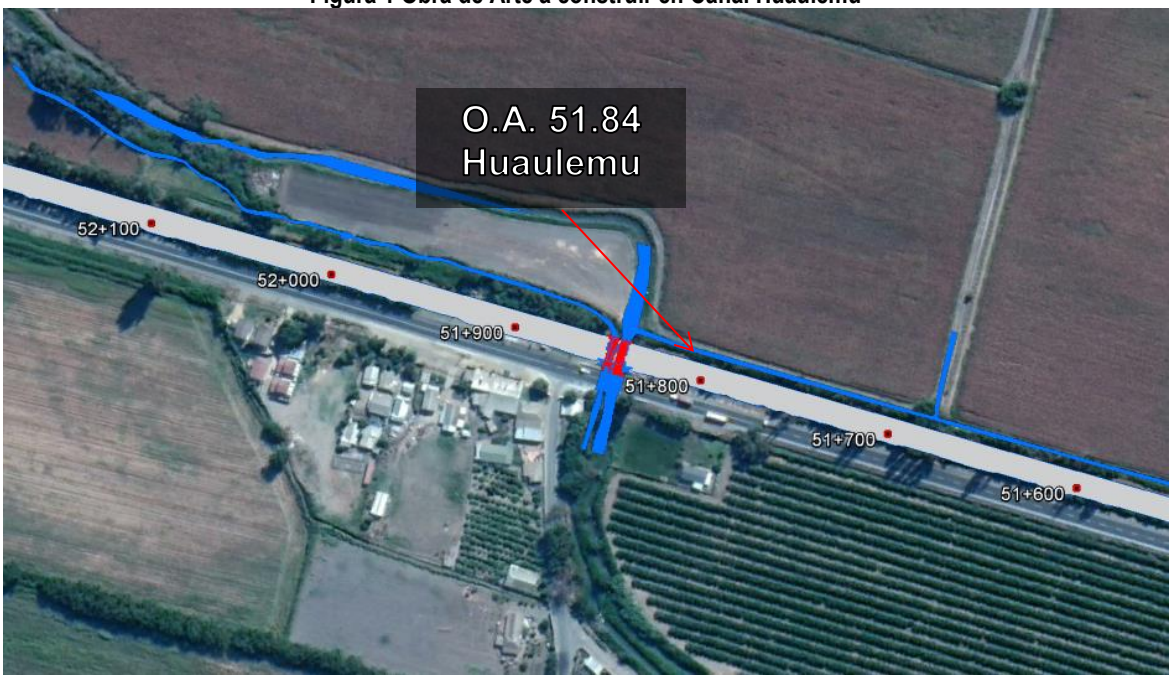
Las coordenadas UTM asociadas al Datum WGS 84, Huso 19 S, referenciales de ubicación de la obra, corresponden a:

Tabla 1 Coordenadas de ubicación de la obra de arte de atravieso

CANAL HUAULEMU (O.A. 51.84)	DATUM WGS 84	
	Norte (N)	Este (E)
PK. 51 + 840	6.270.982	304.032

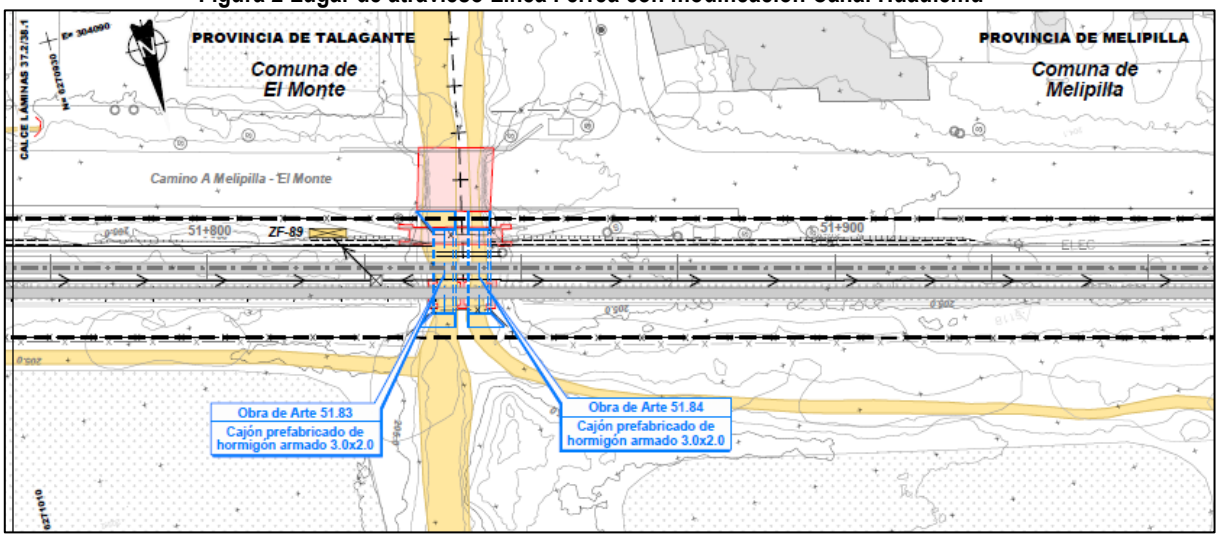
El caudal que portea el Canal Huaulemu corresponde a **3,00 m^3/s.**

Figura 1 Obra de Arte a construir en Canal Huaulemu



Fuente: MEV Ingeniería, 2018

Figura 2 Lugar de atravieso Línea Férrea con modificación Canal Huaulemu



Fuente: Anexo 5-PAS-1 de la Adenda Nº1 EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

Para mayor detalle en el Apéndice 1 Planos y Perfiles Topográficos se presenta el plano de ubicación general de la Obra de Arte a construir en este canal, donde se muestran los principales componentes del proyecto.

- <u>Descripción general del cauce 100 metros antes y después de la zona de proyecto</u>

Con respecto al cauce del canal en la vecindad de las zonas de proyecto, se puede inferir que este tiene características bastante homogéneas y sin diferencias notables tanto en geometría como en vegetación y estado del canal.

En general el cauce es de un ancho de 5 a 6 metros, con baja profundidad no superior a 1,5 metros en promedio y con poca vegetación en éste, con pastizales en las riberas y arbustos de baja altura. A continuación, se presenta una imagen con esta zona.

Figura 3 Vista del Canal Huaulemu– Hacia Aguas Abajo



Fuente: Elaboración Propia

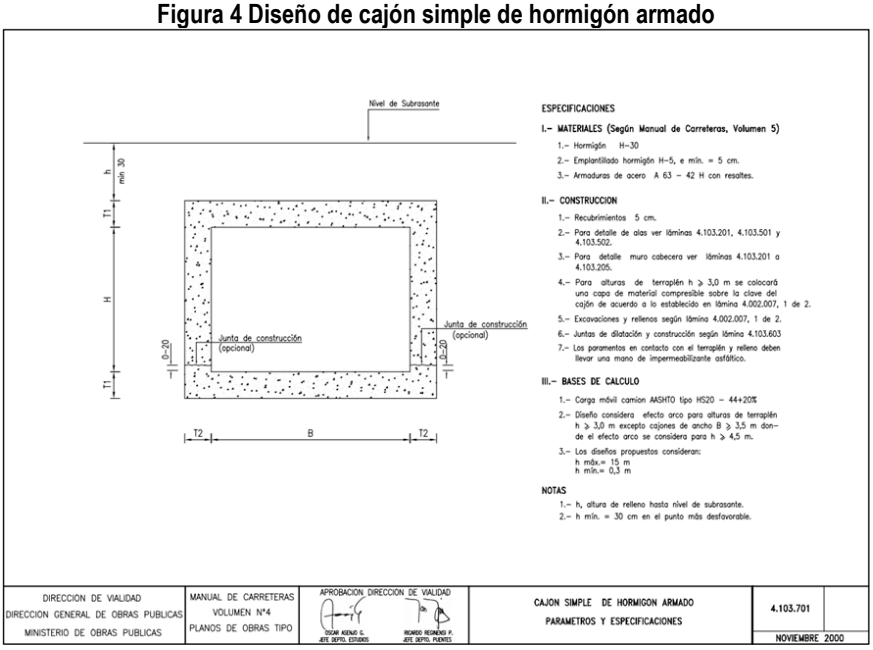
- Fases de construcción de la obra

La obra de alcantarilla de cajón de hormigón consiste en la construcción de un cajón simple rectangular de hormigón armado, tipo Manual de Carretera MOP 2000, de dimensiones 3 metros de base por 2 metros de altura.

Este tipo de obra (cajón rectangular de hormigón armado) tiene por objeto darle continuidad al cauce, según Línea Base y soportar las cargas variables de los trenes que transitarán sobre él.

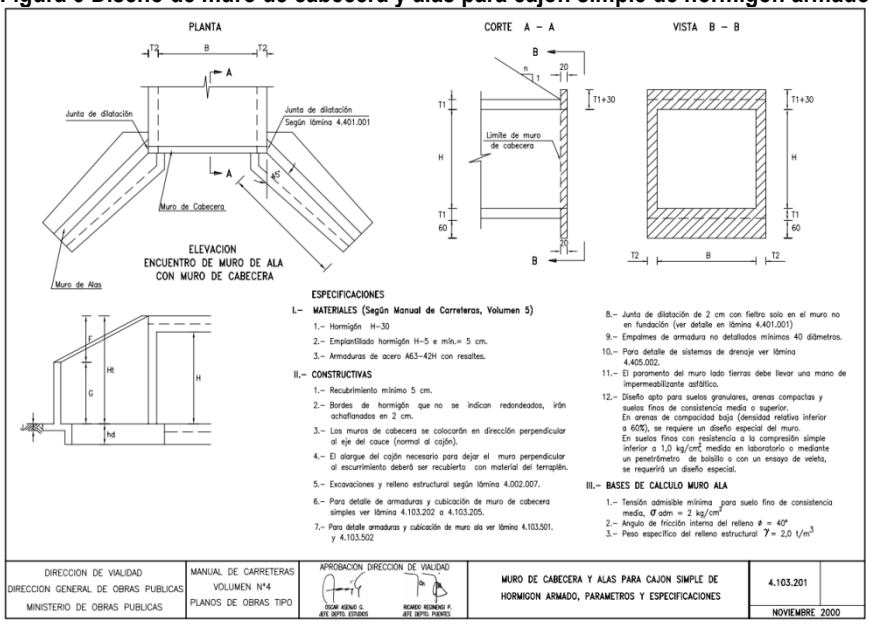
Por tanto, el cajón consiste en una obra sólida de hormigón con un sistema de muros alas, a la entrada y salida del mismo que impide que las aguas puedan afectar a la línea del tren, tal como se describe en el Manual de Carreteras en su acápite 4.103 y que se muestran en las siguientes imágenes:

Figura 4 Diseño de cajón simple de hormigón armado



Fuente: Imagen 4.103.201 del Acápite 4.103 del Manual de Carreteras, MOP 2000.

Figura 5 Diseño de muro de cabecera y alas para cajón simple de hormigón armado



Fuente: Imagen 4.103.201 del Acápite 4.103 del Manual de Carreteras, MOP 2000.

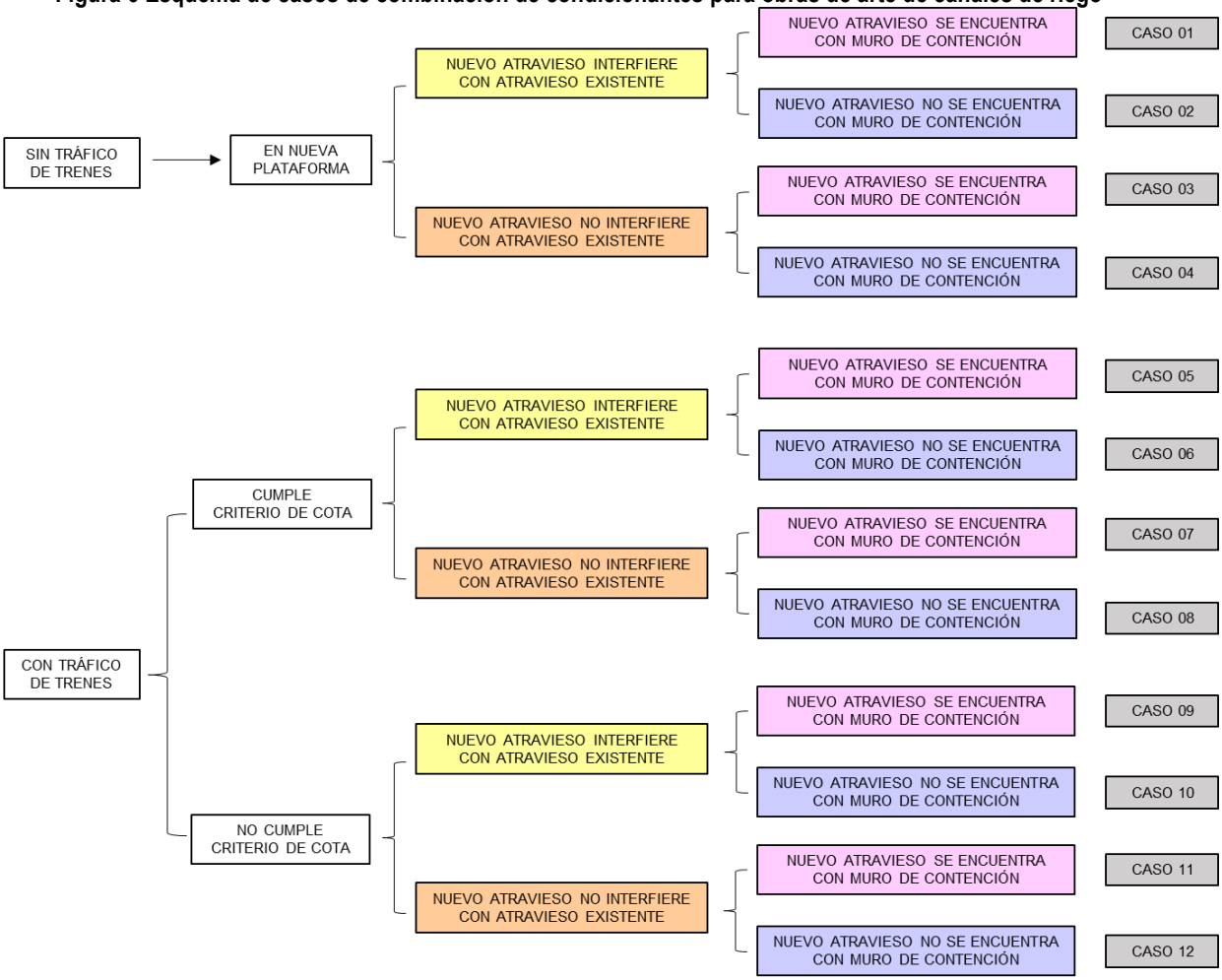
- Estimación de los plazos y periodos de construcción de las obras

La construcción del cajón simple de hormigón armado se construirá como una obra anexa a la construcción del proyecto Ferroviario, pero a su vez corresponde a un proyecto independiente, por cuanto su construcción se realiza en forma paralela a las demás obras civiles y se puede acceder a su lugar de construcción a través de las huellas (caminos interiores prediales) existentes en la zona.

No obstante, lo anterior, se estima que la construcción misma del cajón no debiese tomar más de 36 días en su materialización final, considerando que existen tiempos de estabilización del terreno, fraguado de hormigón, etc. que obligan a que la obra no se encuentre completamente construida en poco tiempo.

Para cada una de las obras de arte de canales de riego del proyecto general existe un caso de combinación entre varias condicionantes y sus correspondientes soluciones, por lo cual se establece una secuencia de fases o etapas en el proceso constructivo. Estos casos de combinación se enumeran en el esquema presentado en la siguiente imagen.

Figura 6 Esquema de casos de combinación de condicionantes para obras de arte de canales de riego



Fuente: SUSTENTABLE S.A., 2018

Considerando el esquema de la imagen 6, esta Obra de Arte correspondería a un tipo Caso 01, y por tanto su plazo de construcción sería el siguiente.

Tabla 2 Programación de trabajos para construcción de Obras de Arte correspondientes al Caso 01

N°	DESCRIPCIÓN
1	Despeje de área de desvío
2	Excavación para canal provisorio de desvío
3	Colocación de tubería de HDPE, según diámetro indicado en informe
4	Relleno sobre tubería (estabilidad de taludes)
5	Instalación de sacos de arena (protección de transición entre tubo y canal en tierra)
6	Desvío de aguas por canal provisorio y deshabilitación de la OA original
7	Construcción de muros de contención (parte 1)
8	Demolición de OA existente
9	Construcción de nueva OA
10	Construcción de muros de contención (parte 2)
11	Desvío de aguas hacia OA definitiva
12	Demolición de canal provisorio de desvío y retiro de tubería
13	Restitución de plataforma ferroviaria

Parte 1: Construcción de la zona inferior del muro hasta la cota inferior de la OA.
Parte 2: Construcción de la zona superior del muro desde la cota inferior de la OA.

Tabla 3 Cronograma de construcción para caso 01

N°	DÍAS																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1																																				
2																																				
3																																				
4																																				
5																																				
6																																				
7																																				
8																																				
9																																				
10																																				
11																																				
12																																				
13																																				

Fuente: SUSTENTABLE S.A., 2018

b) Estudios generales de topografía, geología, hidrología, hidrogeología, hidráulica fluvial, hidrodinámica y balance de aguas.

b.1) <u>Topografía</u>

La Obra de Arte y la zona donde se desarrollarán las obras se encuentran topografiadas y referenciadas en el "Plano Topográfico" que se entrega en forma anexa al presente permiso en el Apéndice 1.

b.2) <u>Memoria de Geología e Hidrogeología</u>

La memoria de geología e hidrogeología del proyecto se encuentra en el denominado "Estudio Hidrogeológico" realizado para estos efectos por la empresa Ingeniería LVA Consultores S.A., y que se encuentra presente en el Apéndice "General".

b.3) Memoria de Hidrología e Hidráulica Fluvial

La memoria hidrológica e hidráulica fluvial del proyecto se encuentra en el denominado "Estudio Hidrológico e Hidráulico para el Canal Huaulemu" realizado para estos efectos por la empresa Ingeniería MEV EIRL, y que se adjunta en el Apéndice 2.

b.4) Hidrodinámica y Balance de Aguas

El PAS 155 requiere un estudio de hidrodinámica que incluya la caracterización de los principales flujos de agua involucrados en el diseño de la obra y su relación con los flujos existentes en el emplazamiento. Además, el estudio de balance de aguas debe incluir un balance completo de aguas respecto de todas las obras involucradas (captación, aducción, utilización, tratamientos, descargas, etc). Este estudio, se encuentra en el denominado "Estudio Hidrológico e Hidráulico para el Canal Huaulemu" realizado para estos efectos por la empresa Ingeniería MEV EIRL, y que se encuentra presente en el Apéndice 2.

c) Análisis del comportamiento de la calidad de las aguas en la situación sin proyecto y con proyecto.

La obra corresponde a una sección del Canal Huaulemu, el cual es un canal artificial de importancia para la Comuna de Melipilla, dado que portea aguas de riego. Para monitorear la calidad de las aguas del canal, se realizará una toma de muestras un (1) mes antes del inicio de las obras y otra muestra de agua una vez finalizadas las actividades de construcción de las obras en este canal, de acuerdo a los parámetros establecidos en la NCh 1.333 Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos, de 1978 modificada en 1987. Este monitoreo tiene por objetivo analizar el comportamiento de la calidad de las aguas, es decir, que las condiciones basales (situación sin proyecto) no sea alterada producto del desarrollo de las obras y mantenga sus condiciones de calidad al término de la construcción de la obra (situación con proyecto).

A continuación, se detallan los parámetros a monitorear de calidad para agua de riego, establecidos en la Tabla N° 1 de la NCh 1.333.

- Requisitos Químicos

Tabla 4 Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego, según Tabla N° 1 de la NCh 1.333

Elemento		Unidad	Límite máximo
Aluminio	(Al)	mg/l	5
Arsénico	(As)	mg/l	0,10
Bario	(Ba)	mg/l	4,00
Berilio	(Be)	mg/l	0,10
Boro	(B)	mg/l	0,75
Cadmio	(Cd)	mg/l	0,010
Cianuro	(CN-)	mg/l	0,2
Cloruro	(Cl-)	mg/l	200,00
Cobalto	(Co)	mg/l	0,050
Cobre	(Cu)	mg/l	0,20
Cromo	(Cr)	mg/l	0,10

Elemento		Unidad	Límite máximo
Fluoruro	(F-)	mg/l	1,00
Hierro	(Fe)	mg/l	5,00
Litio	(Li)	mg/l	2.50
Litio (críticos)	(Li)	mg/l	0,075
Manganeso	(Mn)	mg/l	0,20
Mercurio	(Hg)	mg/l	0,001
Molibdeno	(Mo)	mg/l	0,001
Níquel	(Ni)	mg/l	0,20
Plata	(Ag)	mg/l	0,20
Plomo	(Pb)	mg/l	5,00
Selenio	(Se)	mg/l	0,020
Sodio porcentual	(Na)	%	35,00
Sulfato	(SO4-2)	mg/l	250,00
Vanadio	(V)	mg/l	0,10
Zinc	(Zn)	mg/l	2,00

Fuente: Tabla N° 1, NCh 1.333 Of 78 modificada en 1987.

Considerando que no se proyecta ningún tipo de emisión de contaminantes por efecto de las obras, no habrá afectación de la calidad de las aguas por la construcción de las obras y la operación del proyecto.

d) Medidas que eviten la contaminación o alteración de la calidad de las aguas en las fases del proyecto.

A fin de evitar alteraciones o contaminación de las aguas, se implementarán las siguientes medidas:

- Toda intervención de canales se realizará cautelando la calidad y disponibilidad del recurso.
- Toda construcción de las obras nuevas, que incluyen suspensión de flujo estará sujeta a coordinación con los representantes de Asociaciones de Canalistas, Comunidades de Riego; entre otros.
- Se habilitarán canales by-pass temporales en aquellos casos de canales que se encuentren en funcionamiento y que requieran mantener su continuidad de operación, permitiendo mantener el flujo mientras se realizan las obras, sin alterar la calidad de las aguas, aguas abajo.
- La demolición total de las obras existentes se realizará una vez construidas las nuevas obras, con el objetivo de mantener sin interrupción el servicio a los canalistas, en los casos que sea necesaria su continuidad, y sin alterar la calidad de las aguas.
- Estará prohibido verter residuos industriales provenientes de materiales de construcción en los canales existentes, respetando una distancia suficiente a sus márgenes.
- Estará prohibido verter residuos industriales provenientes de materiales de construcción en las nuevas obras.
- Se establecerán zonas restringidas para el lavado de materiales, por ejemplo, de cubetas de hormigón, alejadas de las proximidades de los cauces artificiales (canales existentes).

e) Plan de seguimiento y contingencias, incluyendo planes de control y monitoreo ambiental aguas arriba y aguas debajo de la obra.

Se realizará un plan de seguimiento y monitoreo para asegurar la calidad de las aguas del canal, el cual contempla la realización de dos muestreos, uno antes de la fase de construcción de la obra y uno al final de la obra, con el objetivo de comprar la calidad de aguas en ambas situaciones, de acuerdo a lo solicitado por la Autoridad en la consulta 5.5 c) del ICSARA Complementario.

Los puntos de monitoreo se ubicarán aguas arriba de la obra a ejecutar y a 30 metros aproximadamente aguas abajo del punto de ejecución de las obras, a modo de evitar posibles heterogeneidades que modifiquen la representatividad de las mediciones. A continuación, se presenta una Tabla con las coordenadas UTM de los puntos de muestreo.

Tabla 5 Puntos de medición para monitoreo de calidad de agua

Obra de Arte Canal Huaulemu	Coordenadas UTM DATUM WGS 84	
	Norte (N)	Este (E)
Punto Aguas Arriba	6.270.953	304.025
Punto Aguas Abajo	6.271.005	304.020

De esta forma, el objetivo es que la calidad de las aguas mantenga sus condiciones basales, aguas arriba y aguas abajo de las obras a construir, y por otro lado, que las condiciones de calidad de las aguas existentes previo a la ejecución de las obras (situación sin proyecto) no sean alteradas y se mantengan una vez terminadas las obras (situación con proyecto). Para ello se monitoreará los parámetros de calidad de aguas descritos en la Tabla N° 1 de la NCh 1.333 y que se presentaron en el apartado c) de este documento.

Los informes generados con los resultados del muestreo inicial previo al inicio de la fase de construcción de la obra y muestreo final una vez construida la obra serán enviados a la Superintendencia del Medio Ambiente.,

En cuanto al plan de contingencias, éste se incluyó en el Anexo 9-PEM-1 “Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias Actualizado” de la Adenda Nº1 para todo el proyecto. No obstante lo anterior, esta información se incluye en el Anexo 11-FIC-1_2 “Ficha Resumen” de la presente Adenda Complementaria.

f) Planes de prevención

El riesgo de derrame sobre algún cuerpo de agua en la(s) fase(s) de construcción y/u operación de un proyecto se asocia directamente a una inadecuada manipulación de materiales o residuos peligrosos, o bien directamente a las condiciones sub-estándar que se puedan presentar en la vía producto de trabajos o por intervención de terceros.

Las medidas preventivas para minimizar impactos en cursos de agua serán:

- Identificación de zonas donde esté expresamente prohibido cualquier actividad que pueda generar derrames en cursos de agua superficiales, tales como: Almacenamiento y/o manipulación de sustancias y/o residuos peligrosos (Según lugares o espacios con vulnerabilidad a la contaminación).
- Disponer de hojas de seguridad de los productos.
- Contar con procedimientos de trabajo seguro para uso, manipulación y almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos.

- Los materiales combustibles, sustancias y residuos peligrosos serán almacenados en espacios especialmente habilitados, cumpliendo con lo dispuesto en el D.S. Nº 160/2008 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción "Aprueba Reglamento de Seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos", el D.S. Nº 43/2015 Mod. de D.S. N° 78/2009 del Ministerio de Salud "Aprueba Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas" y el D.S Nº 148/2003 del Ministerios de Salud Aprueba el "Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos".
- Uso de equipos adecuados para trasvasije de sustancias peligrosas, si corresponde.
- Capacitación a trabajadores en el correcto uso de los elementos de contención de derrames y cómo actuar en caso de una eventualidad sobre cursos o cuerpos de agua.
- Control de las sustancias peligrosas, manteniendo el orden y limpieza en el almacenamiento y disponiendo sólo del stock necesario.
- Control de los residuos peligrosos, manteniendo el orden y limpieza, realizando retiros de este tipo de residuos, en caso de generarse, para su traslado a las bodegas de acopio de residuos peligrosos del proyecto o disposición final en lugar autorizado sanitariamente.

g) Planes de acción

Los planes de acción ante la ocurrencia de riesgos ambientales relacionados a la obra son los siguientes:

- Derrame de sustancias peligrosas o residuos peligrosos en cursos o cuerpos de agua.

Si el derrame ha afectado algún curso o masa de agua, se activará un plan de monitoreo de contingencia, considerando las siguientes acciones:

- Se debe actuar de acuerdo a las indicaciones de la hoja de datos de seguridad de cada producto en específico.
- Se avisará al Encargado de Seguridad y/o Supervisor de Operaciones de la obra, quién determinará las acciones a seguir para limpiar el área afectada.
- El Encargado de Seguridad y/o Supervisor de Operaciones comunicará al Gerente del Proyecto respecto de la ocurrencia de accidentes.
- En caso de generarse residuos peligrosos, éstos serán enviados a las bodegas de acopio de residuos peligrosos del proyecto o a disposición final en lugar autorizado sanitariamente.

Si el derrame es mayor (más de un tambor de 200 L):

- Se deben considerar las medidas de seguridad de las hojas de datos de seguridad del producto derramado.
- Se aplicará el plan para derrames mayores, aunque previamente se verificará si hay personas que hayan sido afectadas por el derrame o trabajadores que hayan estado laborando en el área del accidente.
- En caso de que haya personas involucradas, se procederá a utilizar los elementos apropiados para resguardar en primer lugar, la vida y salud de dichas personas.
- El Encargado de Seguridad y/o Supervisor de Operaciones de la obra determinará la necesidad de requerir servicios externos para contener el derrame (SMA, Bomberos, Carabineros, contratistas especializados en control de derrames; entre otros).
- Se mantendrá un registro (ficha) indicando la información mínima que permita dimensionar el derrame producido.
- En caso de generarse residuos peligrosos, éstos serán enviados a las bodegas de acopio de residuos peligrosos del proyecto o a disposición final en lugar autorizado sanitariamente.

- El Encargado de Seguridad y/o Supervisor de Operaciones comunicará al Gerente del Proyecto, respecto de la ocurrencia de accidentes.
- Elaborar el Informe de Contingencia y/o Emergencia en base al registro (ficha).

Como parte del plan de acción, se considera el plan de capacitación y entrenamiento para el personal, con la finalidad de mantener al personal debidamente capacitado, para prevenir y enfrentar cualquier emergencia.

Estas capacitaciones se deberán realizar a través de charlas periódicas en las que se describan los riesgos existentes, formas de solución y mitigación, y procedimientos a actuar en caso de que ocurra cualquier accidente y/o incidente.

Las acciones mínimas que se deberá adoptar serán las siguientes:

- Entrenamiento y capacitación en el Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias.
- Difusión de los procedimientos del plan al personal operativo.
- Charlas de capacitación y adoctrinamiento.
- Instrucciones al equipo de intervención.
- Prácticas y manejo de implementos de seguridad.
- Capacitación sobre manejo adecuado de sustancias y residuos peligrosos.
- Implementar en las áreas de trabajo carteles o paneles informativos sobre medidas de mitigación de riesgos, consejos de seguridad, teléfonos de contacto a los que llamar en caso de emergencia, canal de transmisión en caso de emergencia, entre otros.