ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PARQUE EÓLICO VIENTO PACÍFICO VERDE

ANEXO 4.7: PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL MIXTO 156

Región del Maule
2026

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1
2. AUTORIDAD COMPETENTE 2
3. OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL 2
4. MOMENTO DE LA OBTENCIÓN DEL PASM 156 2
5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO Y PERTINENCIA 2
6. CONTENIDOS TÉCNICOS Y FORMALES PASM 156 6
a) Descripción del lugar de emplazamiento de la obra 6
b) Descripción de la obra y sus fases (Etapas de construcción, operación, y cierre) 20
c) Estimación de los plazos y períodos de construcción de la obra 26
d) Medidas tendientes a minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, aguas abajo del lugar de construcción de las obras 27
e) Plan de seguimiento de la calidad de las aguas durante la fase de construcción 28
f) Estudios de topografía e hidrología 31
g) Memoria de cálculo hidráulico 37
7. FORMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO 49
8. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO PASM 156 49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6-1. Cuencas donde se ubica el Proyecto 7
Tabla 6-2. Resumen y ubicación de obras de modificación de cauce afectas a PASM 156 del Proyecto 13
Tabla 6-3. Fotografías del área de Proyecto 14
Tabla 6-4. Cronograma de actividades de construcción – Obra de atravieso del Proyecto 26
Tabla 6-5. Punto de muestreo 28
Tabla 6-6. Resultados de monitoreo 30
Tabla 6-7. Resultados de caudal máximo 37
Tabla 6-8. Resultados modelación Cauce 1 – Situación con Proyecto 42
Tabla 6-9. Resultados modelación Cauce 2 – Situación con Proyecto 42
Tabla 6-10. Resultados modelación Cauce 3 – Situación con Proyecto 43

Tabla 6-11. Resultados modelación Cauce 5 – Situación con Proyecto.....45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1. Ubicación del Proyecto en el contexto regional 3
Figura 5-2. Ubicación del emplazamiento general del Proyecto.....4
Figura 6-1. Hidrografía de la zona de estudio.....8
Figura 6-2. Red hidrográfica del área de estudio 10
Figura 6-3. Ubicación puntos de intersección de obras del Proyecto con red hidrográfica 12
Figura 6-4. Vista en planta del badén tipo sin escurrimiento permanente 20
Figura 6-5. Badén tipo sin escurrimiento permanente (corte B-B).....21
Figura 6-6. Vista en corte del badén tipo sin escurrimiento permanente (corte A-A).....21
Figura 6-7. Vista en planta de alcantarilla simple en tubo de hormigón 22
Figura 6-8. Alcantarilla simple en tubo de hormigón.....22
Figura 6-9. Vista en corte de alcantarilla simple en tubo de hormigón (corte A-A).....23
Figura 6-10. Ubicación de obras en tramitación PASM 156.....24
Figura 6-11. Ubicación de puntos de muestreo.....29
Figura 6-12. Información topográfica levantada para la zona norte del área del Proyecto (1 de 2) 32
Figura 6-13. Información topográfica levantada para la zona sur del área del Proyecto (2 de 2) ...33
Figura 6-14. Microcuencas aportantes al área de Proyecto (1 de 3).....34
Figura 6-15. Microcuencas aportantes en la zona norte del área de Proyecto (2 de 3).....35
Figura 6-16. Microcuencas aportantes en la zona sur del área de Proyecto (3 de 3).....36
Figura 6-17. Resultado modelación zona norte del área del Proyecto - Sin proyecto (1 de 2).....38
Figura 6-18. Resultado modelación zona sur del área del Proyecto - Sin proyecto (2 de 2).....39
Figura 6-19. Resultado modelación zona norte del área del Proyecto - Con proyecto (1 de 2).....40
Figura 6-20. Resultado modelación zona sur del área del Proyecto Con proyecto (2 de 2).....41
Figura 6-21. Perfil longitudinal Cauce 1 – Situación con Proyecto.....47
Figura 6-22. Perfil longitudinal Cauce 2 – Situación con Proyecto.....47
Figura 6-23. Perfil longitudinal Cauce 3 – Situación con Proyecto.....48
Figura 6-24. Perfil longitudinal Cauce 5 – Situación con Proyecto.....48

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 4.7.1 Modelación Hidráulica sin Proyecto.

Apéndice 4.7.2 Modelación Hidráulica con Proyecto.

Apéndice 4.7.3 Memoria de Calculo Hidráulico.

Apéndice 4.7.4 Cartografía Digital PASM 156.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo establecido en la Ley N°19.300 y en el Decreto Supremo N°40/2012 "Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental" del Ministerio del Medio Ambiente en sus Titulo III, Párrafo 3°, artículo 19°, literal c) y Titulo VII, Párrafo 3°, artículo 156°, la presente sección da cuenta de los contenidos técnicos y formales que deben presentarse para acreditar el cumplimiento del Permiso Ambiental Sectorial Mixto 156 del Proyecto Parque Eólico Viento Pacífico Verde (en adelante el Proyecto).

El Proyecto Parque Eólico Viento Pacífico Verde consiste en el desarrollo, construcción y posterior operación de un parque de generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico ubicado en terrenos privados del sector costero de la Región del Maule, específicamente en las comunas de Constitución y Chanco, provincias de Talca y Cauquenes, respectivamente.

Junto con lo anterior, se identifican puntos específicos donde obras y partes del Proyecto intersectan con los cursos de agua que conforman la red hidrográfica definida. En virtud de estas intersecciones, se hace necesario proyectar y ejecutar obras de modificación de cauce, consistentes en estructuras de atravieso.

A partir del análisis de los Permisos Ambientales Sectoriales Mixtos establecidos en los artículos 131° al 160° del Título VII, Párrafo 3° del Decreto Supremo N°40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), se identificó la aplicabilidad del Permiso Ambiental Sectorial Mixto (PASM) del artículo 156°, correspondiente al "*El permiso para efectuar modificaciones de cauce, será el establecido en el artículo 41 e inciso 1º del artículo 171 del Decreto con Fuerza de Ley Nº 1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas, siempre que no se trate de obras de regularización o defensa de cauces naturales".*

El permiso para efectuar modificaciones de cauce se funda en el artículo 41° y 171° inciso 1º del D.F.L. Nº1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas. El artículo 41, en sus incisos 1° y 2° dispone que *"El proyecto y construcción de las modificaciones que fueren necesarias realizar en cauces naturales o artificiales, con motivo de la construcción de obras, urbanizaciones y edificaciones que puedan causar daño a la vida, salud o bienes de la población o que de alguna manera alteren el régimen de escurrimiento de las aguas, serán de responsabilidad del interesado y deberán ser aprobadas previamente por la Dirección General de Aguas de conformidad con el procedimiento establecido en el párrafo 1 del Título I del Libro Segundo del Código de Aguas.*

La Dirección General de Aguas determinará mediante resolución fundada cuáles son las obras y características que se encuentran en la situación anterior.

Se entenderá por modificaciones no solo el cambio de trazado de los cauces mismos, sino también la alteración o sustitución de cualquiera de sus obras de arte y la construcción de nuevas obras, como abovedamientos, pasos sobre o bajo nivel o cualesquiera otras de sustitución o complemento".

Mientras que el artículo 171° inciso 1º dispone que: *"Las personas naturales o jurídicas que desearen efectuar las modificaciones a que se refiere el artículo 41 de este Código, presentarán los proyectos*

correspondientes a la Dirección General de Aguas, para su aprobación previa, aplicándose a la presentación el procedimiento previsto en el párrafo 1° de este Título".

Por lo anterior expuesto, el presente documento presenta los antecedentes técnicos y formales requeridos para la aprobación del Permiso Ambiental Sectorial Mixto (PASM) 156, considerando las pautas indicadas en la Guía Trámite Permisos Ambientales Sectoriales en el SEIA: Permiso para Efectuar Modificaciones de Cruce (SEA, 2014), donde el requisito para su otorgamiento consiste en no afectar la vida o salud de los habitantes, mediante la no contaminación de las aguas.

2. AUTORIDAD COMPETENTE

Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

3. OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

El objeto de protección ambiental, indicado en el artículo 156° del Reglamento del SEIA, consiste en no afectar la vida o salud de los habitantes, mediante la no contaminación de las aguas, referenciado del artículo 41° del D.F.L. Nº1.122, Código de Aguas.

4. MOMENTO DE LA OBTENCIÓN DEL PASM 156

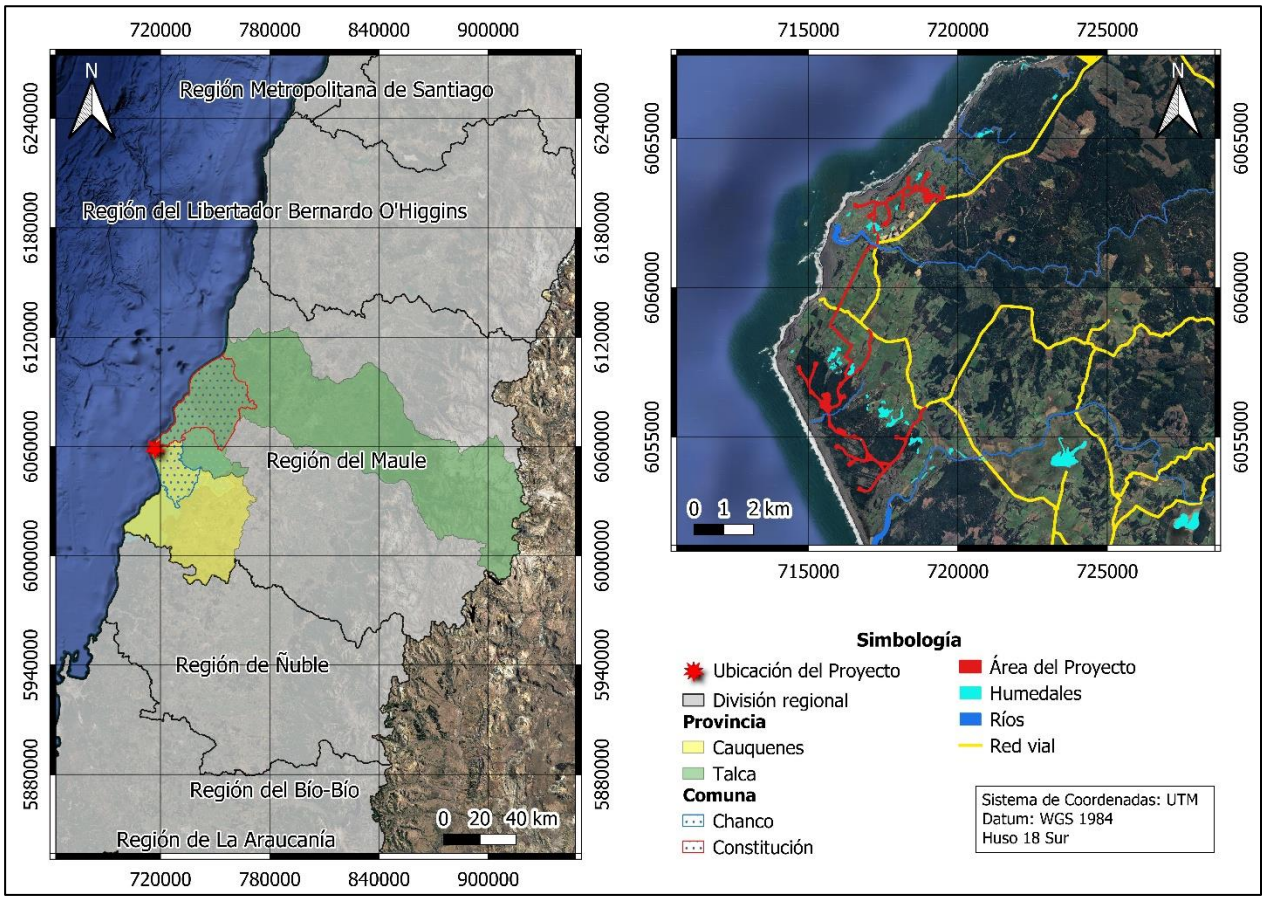
Luego de la obtención de la RCA favorable para el Proyecto y previo al inicio de las obras, el Titular deberá tramitar sectorialmente ante la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) la obtención del permiso correspondiente para las fases de construcción y operación. En este contexto, las obras de modificación de cauce se instalarán durante la fase de construcción y permanecerán disponibles para su uso durante la fase de operación del Proyecto.

5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO Y PERTINENCIA

El Proyecto consiste la construcción y posterior operación de un parque de generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico, que contempla su desarrollo en terrenos privados del sector costero rural de la Región del Maule.

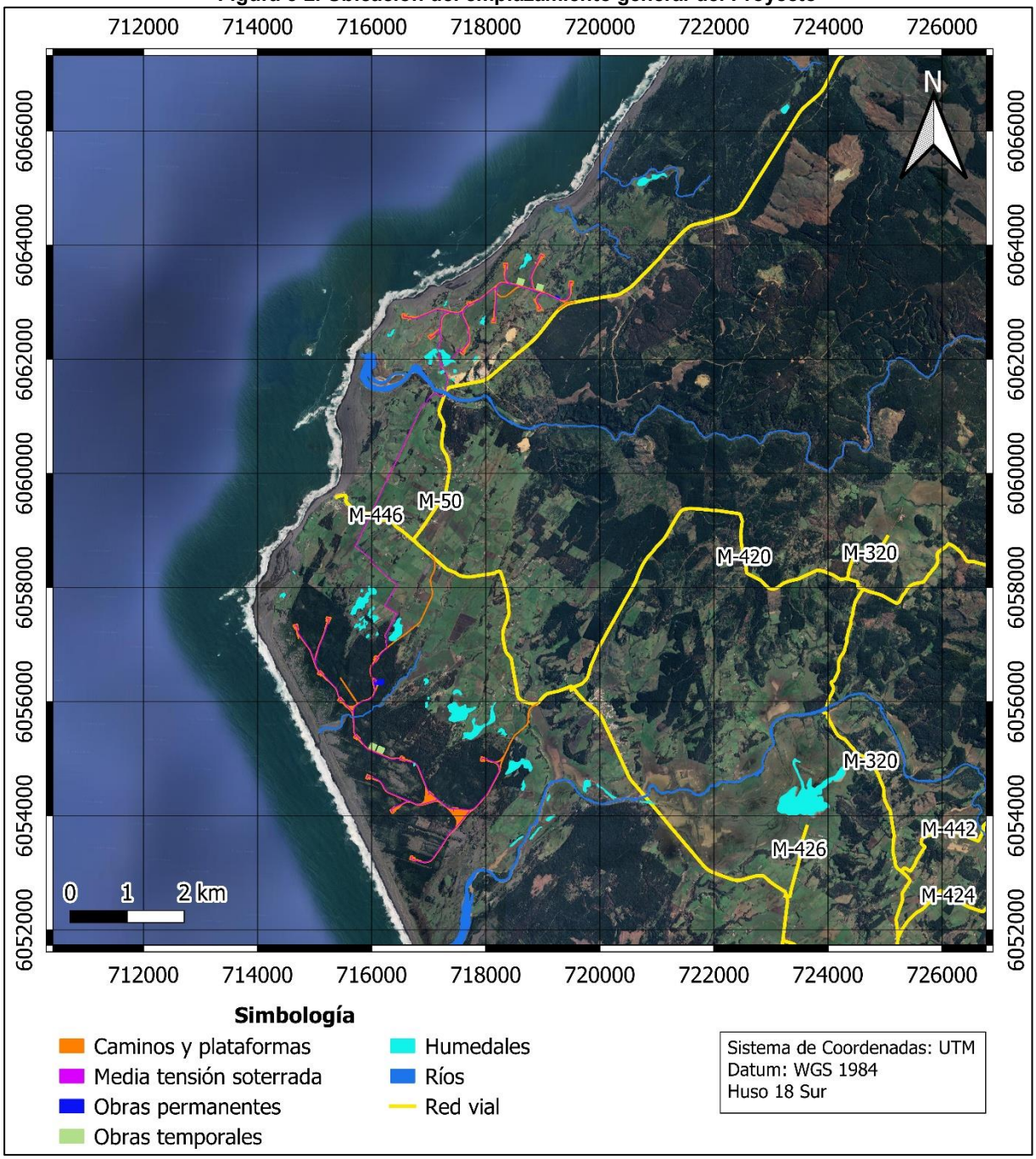
El Parque se emplazará en dos zonas geográficamente separadas por aproximadamente 10 km, donde el sector norte se ubica en el predio Estancia La Flora, en la comuna de Constitución, provincia de Talca, y el sector sur se localiza en el predio Pahuil en la comuna de Chanco, provincia de Cauquenes. En la Figura 5-1 se muestra la ubicación del Proyecto en el contexto regional y en la Figura 5-2 se muestra la ubicación del emplazamiento general del Proyecto.

Figura 5-1. Ubicación del Proyecto en el contexto regional



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 5-2. Ubicación del emplazamiento general del Proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El Proyecto considera la habilitación de un parque eólico compuesto por 22 aerogeneradores de hasta 7 MW de potencia cada uno, distribuidos en dos sectores de generación, con una potencia total instalada de 154 MW. En el sector norte, Estancia La Flora, se instalarán 9 aerogeneradores, mientras que en el sector sur, Pahuil, se ubicarán los 13 restantes.

Como parte de la infraestructura eléctrica asociada, se contempla la habilitación de una línea de media tensión soterrada o red colectora de 33 kV, dispuesta en paralelo a los caminos internos, con una extensión aproximada de 8,9 km en el sector norte y 12,1 km en el sector sur. Esta línea permitirá la conexión entre los aerogeneradores, el edificio de media tensión y la subestación elevadora 33/220 kV (conexión soterrada). Para ello, la red colectora deberá cruzar el río Pinotalca hacia el sur mediante una estructura aérea adosada al puente, en un tramo de 6 km paralelo a los caminos de servicio.

El Proyecto considera además infraestructura de soporte permanente, consistente en dos edificios de operación y mantenimiento (O&M), uno en cada sector, con almacenes, sistemas de manejo de aguas servidas y estacionamientos. Se habilitará también una red de caminos internos permanentes, que facilitarán el acceso de maquinaria, materiales y personal durante la construcción y operación. Asimismo, se proyecta la habilitación de tres botaderos (uno en el sector norte y dos en el sector sur) para excedentes de excavación, y una torre meteorológica equipada para registros en seis alturas.

Para la materialización del Proyecto se requerirán obras temporales durante la fase de construcción y cierre, tales como instalaciones de faenas (IIFF), áreas de acopio, caminos de acceso y plataformas de montaje de aerogeneradores. Estas instalaciones se desmantelarán al término de la construcción y previo al inicio de la operación.

De acuerdo con el emplazamiento del Proyecto, se identifican puntos específicos donde las obras intersectan con cursos de agua de la red hidrográfica definida en la Línea de Base Hidrológica (Anexo 3.6 del EIA). Estas intersecciones hacen necesario proyectar y ejecutar obras de modificación de cauce, consistentes en estructuras de atravieso que implican intervención de cauces naturales. En consecuencia, resulta aplicable el Permiso Ambiental Sectorial Mixto (PASM) 156, cuya tramitación y obtención son obligatorias para garantizar:

- Continuidad hidráulica de los cursos de agua, evitando alteraciones significativas en su régimen de escurrimiento.
- Estabilidad estructural de las obras del Proyecto, asegurando que los atraviesos cumplan con los estándares técnicos y normativos exigidos por la Dirección General de Aguas (DGA).
- Prevención de impactos ambientales, minimizando riesgos de erosión, sedimentación y afectación de hábitats acuáticos y ribereños, resguardando además el objeto de protección del PASM 156: evitar la contaminación de las aguas y proteger la vida y salud de los habitantes.
- Cumplimiento normativo, conforme a la legislación vigente y a lo establecido en la Guía de Trámite de Permisos Ambientales Sectoriales en el SEIA: Permiso para Efectuar Modificaciones de Cauce (SEA, 2014).

6. CONTENIDOS TÉCNICOS Y FORMALES PASM 156

El permiso para efectuar modificaciones de cauces naturales se funda en los artículos 41° y 171° inciso 1° del Decreto con Fuerza de Ley Nº1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas.

El inciso segundo del artículo 156° del Reglamento del SEIA (D.S. N°40/2012 del MMA), señala que el requisito ambiental para el otorgamiento del permiso ambiental sectorial mixto consiste en no afectar la vida o salud de los habitantes, mediante la no contaminación de las aguas.

En consideración a lo anterior, los titulares de un proyecto o actividad sometido a evaluación ambiental en el SEIA deberán proporcionar los contenidos ambientales señalados en los literales a) a e) del artículo 156° del Reglamento del SEIA (D.S. N°40/2012 del MMA), cuyos contenidos se encuentran detallados en el numeral 6.1 de la Guía de Trámite de Permisos Ambientales Sectoriales en el SEIA: Permiso para Efectuar Modificaciones de Cauce (SEA, 2014). Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse para acreditar su cumplimiento, y su aplicabilidad con el Proyecto, se indican a continuación*:*

a) Descripción del lugar de emplazamiento de la obra, incluyendo un croquis de la ubicación general de esta.

b) Descripción de la obra y de sus fases (etapa de construcción, operación y cierre).

c) Estimación de los plazos y periodos de construcción de las obras.

d) Medidas tendientes a minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, aguas abajo del lugar de construcción de las obras.

e) Plan de seguimiento de la calidad de las aguas durante la fase de construcción.

f) Estudios de topografía e hidrología.

g) Memoria de cálculo hidráulico.

a) Descripción del lugar de emplazamiento de la obra

El Proyecto Parque Eólico Viento Pacífico Verde consiste en el desarrollo, construcción y posterior operación de un parque de generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico ubicado en terrenos privados del sector costero de la Región del Maule, específicamente en las comunas de Constitución y Chanco, provincias de Talca y Cauquenes, respectivamente. En la Figura 5-1 se muestra la ubicación del Proyecto en el contexto regional y en la Figura 5-2 se muestra la ubicación del emplazamiento general del Proyecto.

a.1. Identificación de los cauces a modificar con base en cartografía IGM 1:50.000 o en una cartografía de mayor detalle, dependiendo de la necesidad de visualización del caso.

El área de influencia del Proyecto, de acuerdo con la Clasificación de la DGA, se emplaza en la cuenca Costeras Maule y Límite Región, en la subcuenca Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca y en la

subcuenca Río Reloca, específicamente en la subsubcuenca Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca y en la subsubcuenca Río Reloca entre Arriba Estero Empedrado y Desembocadura.

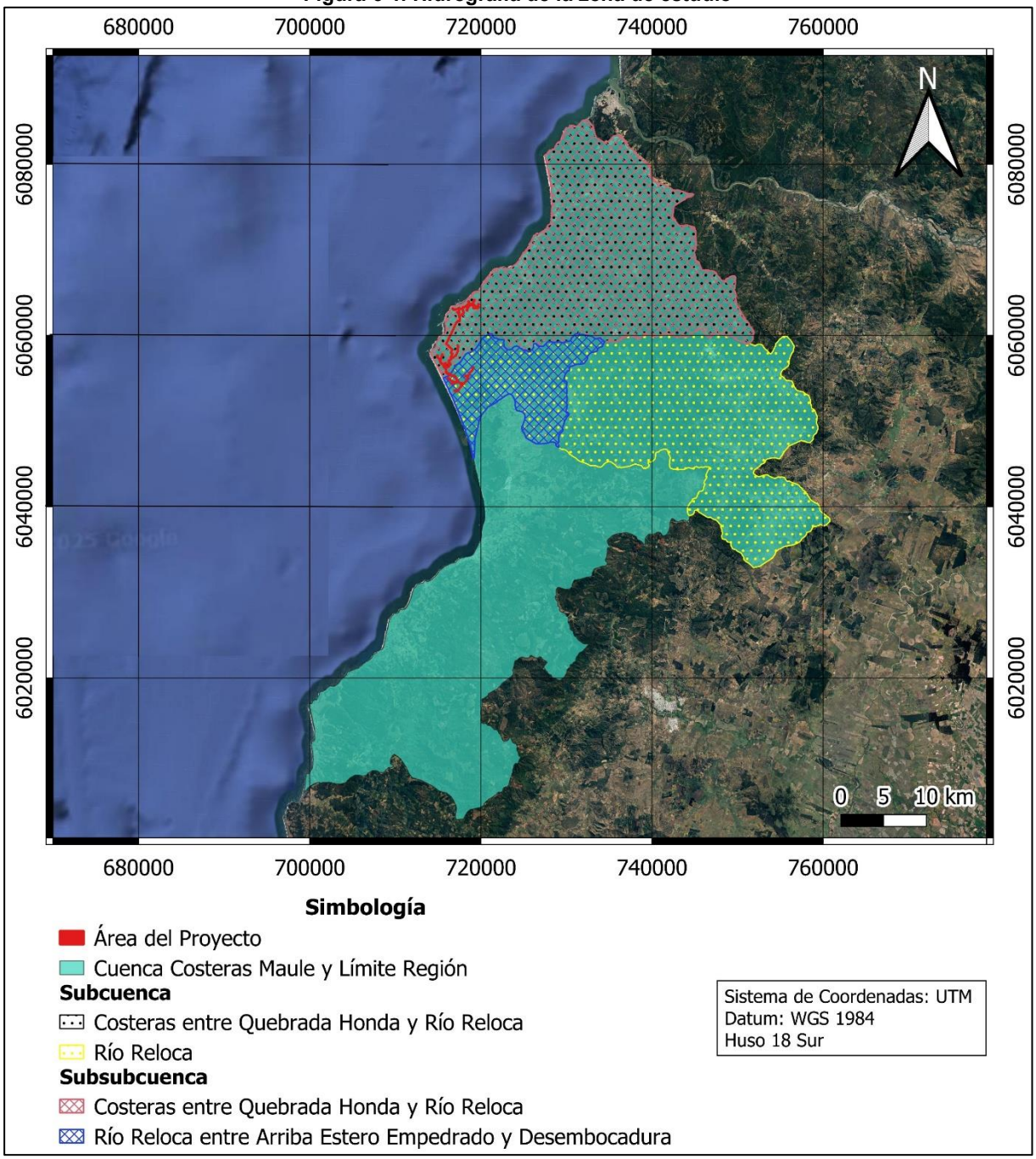
En la Tabla 6-1 se indica su información principal de las cuencas identificadas en el área de influencia del Proyecto. Mientras que la Figura 6-1 se muestra el sistema de cuencas donde su ubica el Proyecto.

Tabla 6-1. Cuencas donde se ubica el Proyecto

Unidad	Nombre	Código	Área (km^2)
Cuenca	Costeras Maule y Límite Región	074	1.995,43
Subcuenca	Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca	0740	511,26
	Río Reloca	0741	633,49
Subsubcuenca	Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca	07400	511,26
	Río Reloca entre Arriba Estero Empedrado y Desembocadura	07411	131,63

Fuente: Inventario público de cuencas, DGA.

Figura 6-1. Hidrografía de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La caracterización hidrográfica local identifica que el área del Proyecto está ubicada al norte del Río Reloca y pasa por el Río Pinotalca además de otros cauces que corresponden a Quebradas Sin Nombre según la carta IGM F-55 Chanco (IGM 5-04-06-0055-00).

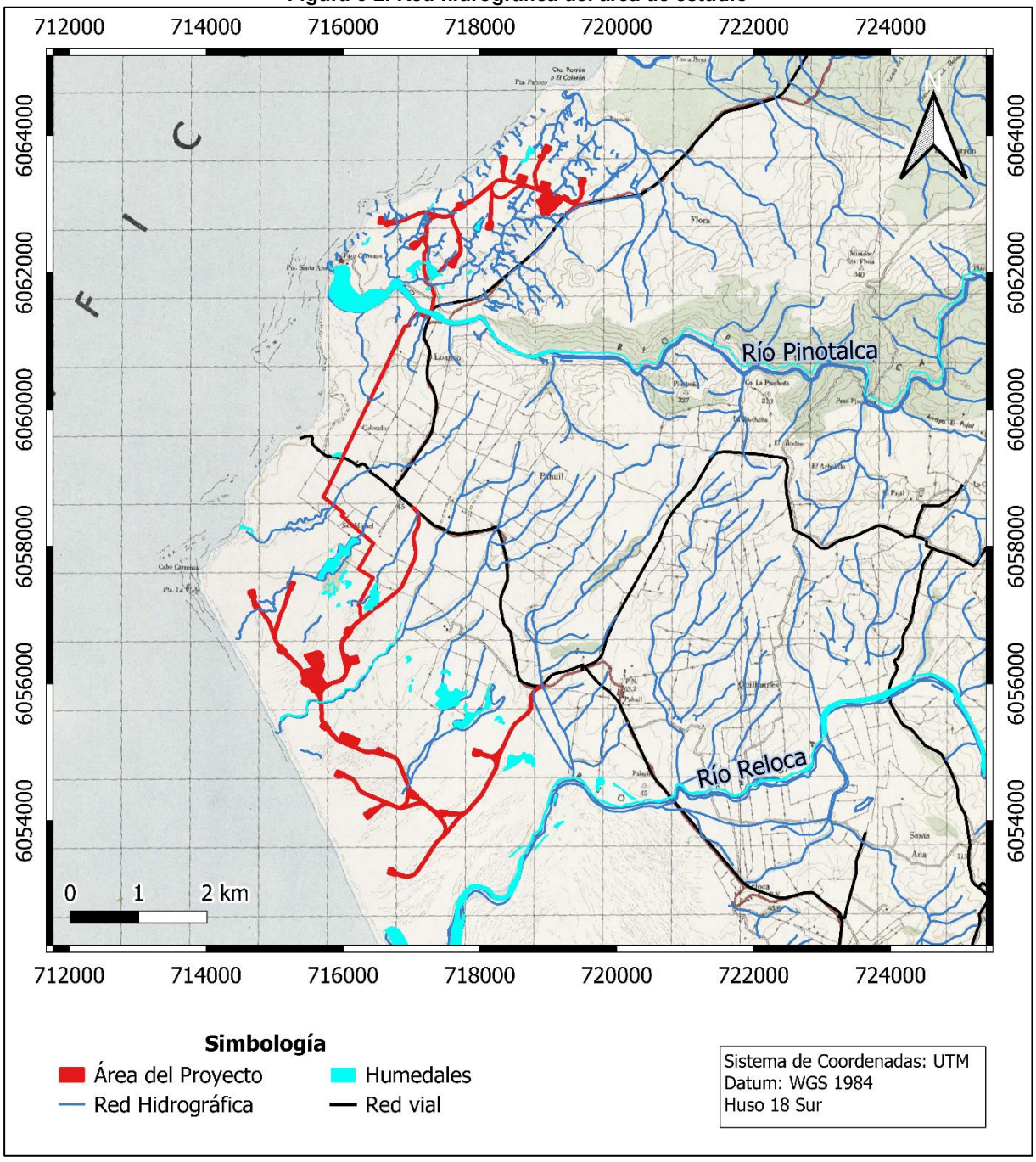
Junto a la red hidrográfica local, en el área de emplazamiento del Proyecto se identifican humedales que forman parte del Inventario Nacional de Humedales[1].

La red hídrica local es tratada en detalle en el Anexo 3.6 Línea de Base Hidrológica del presente Estudio de Impacto Ambiental.

La Figura 6-2 se muestra la red hidrográfica identificada en el área de emplazamiento del Proyecto.

[1] https://humedaleschile.mma.gob.cl/inventario-humadales/ y https://simbio.mma.gob.cl/Humedales/IndexInventario.

Figura 6-2. Red hidrográfica del área de estudio



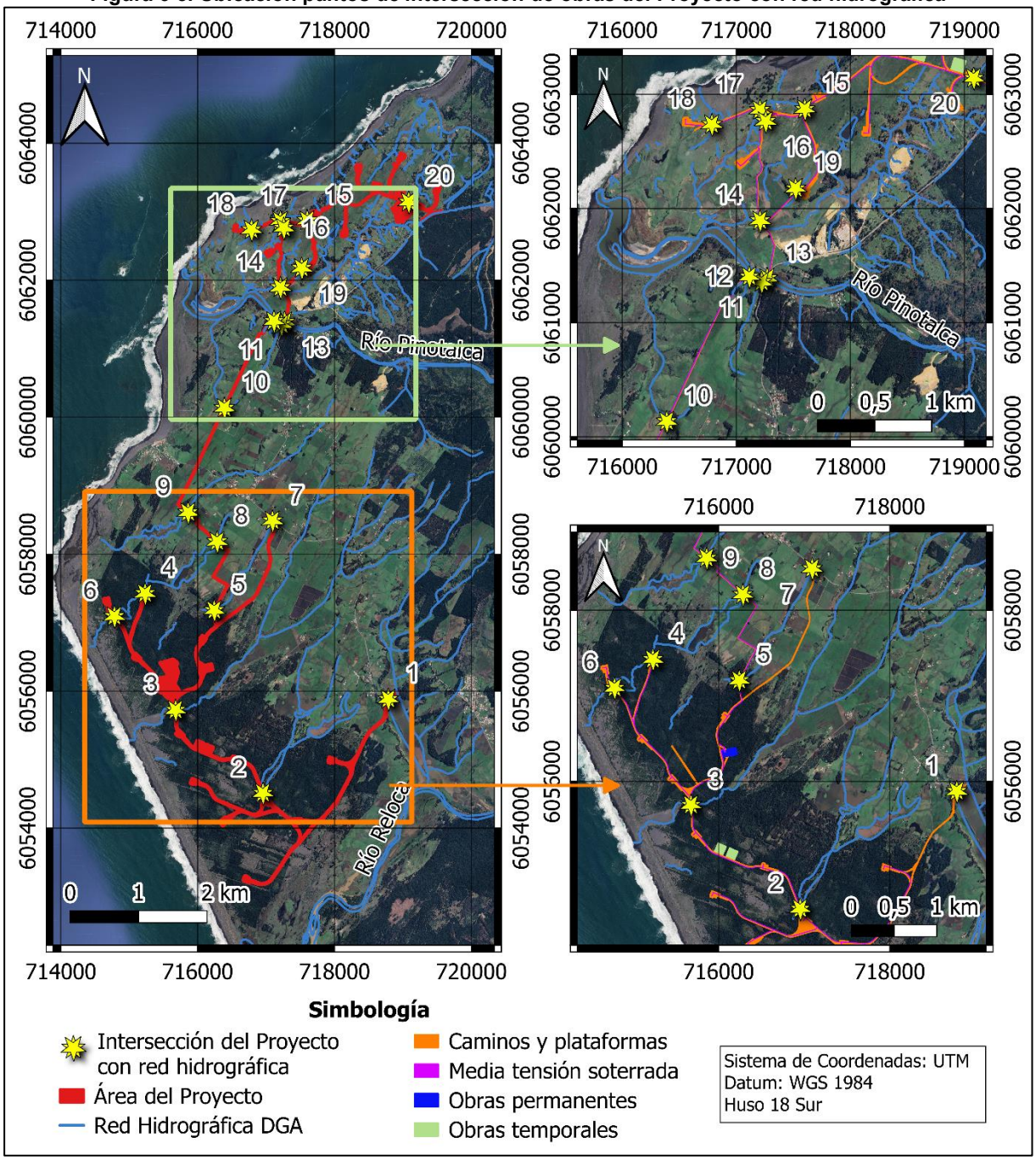
Fuente: Elaboración propia, 2025.

El presente permiso de modificación de cauce se realiza debido a que se identifican puntos donde partes y obras del Proyecto intersectan cursos de agua que componen la red hidrográfica definida y en algunos se requiere la construcción de obras de modificación de cauce, correspondiente a obras de atravieso.

En la Figura 6-3 se muestra la ubicación de los puntos de intersección entre las parte y obras del Proyecto y los cursos de agua que forman parte de la red hidrográfica definida y caracterizada en el Anexo 3.6 del presente EIA (Línea de Base Hidrológica del Proyecto).

Cabe destacar que el punto 4 presente en la Figura 6-3 corresponde a un punto de interacción donde se proyecta una defensa de cauce natural, por lo cual será estudiado a profundidad en el Anexo 4.8: PASM 157.

Figura 6-3. Ubicación puntos de intersección de obras del Proyecto con red hidrográfica



Fuente: Elaboración propia, 2025.

a.2. Coordenadas UTM indicando HUSO y DATUM de la ubicación y descripción del sector en que se emplazará la obra

Considerando las partes y obras del Proyecto y su intersección con red hidrográfica local, presentada en la Figura 6-3, y con el objetivo de evitar la afectación de los caminos internos nuevos y la línea de media tensión soterrada, la Tabla 6-2 presenta un resumen de los puntos con intersección entre cauces y partes del Proyecto, resaltando si se proyecta una obra o no que requiera la presente tramitación del Permiso Ambiental Sectorial Mixto (PASM) 156 y sus coordenadas UTM.

Tabla 6-2. Resumen y ubicación de obras de modificación de cauce afectas a PASM 156 del Proyecto

ID Punto de intersección con cauce	Coordenadas UTM WGS 84 – Huso 18 Sur		Obra existente	Obra Proyectada	Cauce intervenido	Afecto a PAS 156
	Este (m)	Norte (m)				
1	718.784	6.055.884	Badén	Badén	Cauce S/N	**Si**
2	716.954	6.054.512	Tubo HA (D1000)	Alcantarilla	Cauce S/N	**Si**
3	715.677	6.055.718	Tubo colector HA (D6000)	Alcantarilla	Cauce S/N	**Si**
4	715.200	6.057.473	No	Defensa	Cauce S/N	No
5	716.242	6.057.180	No	Badén	Cauce S/N	**Si**
6	714.784	6.057.091	No	-	Cauce S/N	No
7	717.094	6.058.487	Ruta M-50	Alcantarilla	Cauce S/N	**Si**
8	716.284	6.058.183	Huella Rural	-	Cauce S/N	No
9	715.860	6.058.609	Huella Rural	-	Cauce S/N	No
10	716.390	6.060.134	No	-	Cauce S/N	No
11	717.222	6.061.355	Camino Rural	-	Cauce S/N	No
12	717.114	6.061.403	Camino Rural	-	Cauce S/N	No
13	717.271	6.061.389	Puente Ruta M-50	-	Río Pinotalca	No
14	717.208	6.061.893	Camino Rural	-	Cauce S/N	No
15	717.601	6.062.870	Tubo HA (D800)	-	Cauce S/N	No
16	717.258	6.062.763	Tubo HA (D800)	-	Cauce S/N	No
17	717.208	6.062.862	Tubo HA (D800) en Huella Rural	-	Cauce S/N	No
18	716.786	6.062.736	Tubo HA (D800) en Huella Rural	-	Cauce S/N	No

ID Punto de intersección con cauce	Coordenadas UTM WGS 84 – Huso 18 Sur		Obra existente	Obra Proyectada	Cauce intervenido	Afecto a PAS 156
	Este (m)	Norte (m)				
19	717.520	6.062.176	Camino Rural	-	Cauce S/N	No
20	719.082	6.063.142	Tubo HA (D800)	-	Cauce S/N	No

Fuente: Elaboración propia, 2025.

a.3. Descripción de las características generales del cauce 100 metros antes y después de la modificación, siempre y cuando no existan singularidades que condicionen el escurrimiento que ameriten extender estos límites.

Los días 09 y 25 de agosto de 2025 se realizó una vista a terreno, donde se elaboró un set fotográfico georreferenciado para visualizar el emplazamiento del Proyecto en relación con la hidrología propia del sector.

En la Tabla 6-3 se muestran fotografías representativas de los cauces en estudio, en los sectores donde se realiza la modelación hidráulica y se proyectan las obras de atravieso. Para más información sobre fotografías relacionadas a otras zonas en el resto del Proyecto se recomienda revisar el Anexo 3.6 Línea de Base Hidrológica del presente EIA.

Tabla 6-3. Fotografías del área de Proyecto

Fotografía 2	Fotografía 5
 F-2: Vista de la intersección del Río Pinotalca con el área del Proyecto en punto ID 13	 F-5: Canal identificado en terreno que pasa por el área del Proyecto en punto de intersección ID 14
Fotografía 7	**Fotografía 22**

 F-7: Canal identificado en terreno que pasa por el área del Proyecto en punto ID 14	 F-22: Zona de escurrimiento superficial en el área del Proyecto cercano a punto de intersección ID 18, identificado mediante topografía
Fotografía 23	**Fotografía 51**
 F-23: Zona de escurrimiento superficial en el área cercana a punto ID 15	 F-51: Líneas de escurrimiento superficial en el área del Proyecto, aguas arriba de punto ID 19
Fotografía 62	**Fotografía 64**

 F-62: Vista general y zonas de escurrimiento superficial del área de Proyecto cercano a punto de intersección ID 2	 F-64: Vista general y zona de acumulación y escurrimiento superficial del área de Proyecto cercano a punto de intersección ID 2.
Fotografía 66	**Fotografía 78**
 F-66: Vista general y zona de escurrimiento superficial en el área de Proyecto cercano a punto de intersección ID 2.	 F-78: Cauce identificado en el área del Proyecto en punto de intersección ID 3.

Fuente: Extracto de fotografía de terreno (Anexo 3.6 Línea de Base Hidrológica del EIA).

Acorde a lo observado en la Carta IGM F-55, la información topográfica y la visita a terreno, los cauces son principalmente intermitentes, con alta actividad en época de otoño-invierno. La excepción a esto es el río Pinotalca, identificado en la fotografía 2. En cuanto a los escurrimientos sin nombre, la mayor parte de estos son fueron identificados en terreno y mediante información topográfica para determinar los drenajes.

Las zonas de acumulación vistas en las fotografías anteriores también son activas únicamente ante precipitaciones, y no conducen escurrimientos debido a las características topográficas de la zona.

Cabe destacar que, si bien solo se tienen registros fotográficos de algunos de los escurrimientos, la mayoría comparte características dado que el terreno no varía en gran medida, siendo las diferencias más notorias entre la zona norte y sur del Proyecto.

En general, las condiciones de los cauces 100 metros aguas arriba y abajo de cada punto de intersección se mantienen constantes respecto a cómo se aprecian en el punto mismo. A continuación, se presenta un análisis de cada punto identificado:

- **ID1:** Para este punto no se cuenta con información fotográfica. La intersección corresponde a una quebrada sin nombre identificada en la red de la carta IGM. 100 m aguas arriba del punto se encuentra la ruta M-50, mientras que 100 m aguas abajo del punto la quebrada sigue su curso. En base a información satelital, la quebrada es de formación natural en materialidad de tierra, cubierta por vegetación y de trazado más bien recto. La pendiente es suave de aproximadamente 1% en dirección N-S y la única intervención que se observa es la ruta previamente mencionada.
- **ID2:** La intersección corresponde a escurrimientos locales sin nombre, identificados en la fotografía 62 y 64. Son escurrimientos intermitentes que por los que las aguas lluvias drenan dada la topografía de la zona. La zona se encuentra sin intervención, por lo que tanto 100 m aguas arriba como aguas abajo se aprecian condiciones similares a las vistas en las fotografías, con lechos naturales y vegetación principalmente arbórea. La pendiente es suave de aproximadamente 2% en dirección NE-SO.
- **ID3:** La intersección corresponde a un cauce local visto en terreno y carta IGM, posteriormente identificado como el humedal código HUR-07-38, correspondiente a un estero sin identificación acorde al inventario de humedales de la DGA. Se observa en la fotografía 78 que el cauce es natural, en materialidad de tierra y conserva sus propiedades tanto aguas arriba como aguas abajo de la intersección, existiendo únicamente el paso de una ruta sin rol a unos 50 m aguas abajo del punto ID3. La pendiente es suave de aproximadamente 3% en dirección E-O.
- **ID5:** La intersección corresponde a escurrimientos superficial que aportan su cauce hacia el humedal cercano identificado con el código HUR-07-39, correspondiente al sistema de Humedales sector Loanco. Los escurrimientos son de naturaleza intermitente y de magnitud menor dada la poca distancia que recorren. A 100 m aguas arriba del punto ID 5 se encuentra el punto superior de los escurrimientos, posterior a lo cual la topografía local drena en otra dirección, mientras que 100 m aguas abajo del punto está el humedal previamente indicado. Acorde a información satelital, la zona es abundante en vegetación, principalmente arbórea y con pendientes muy suaves de aproximadamente 1,5% en dirección O-E hacia el humedal.
- **ID6:** La intersección corresponde a un escurrimiento que forma parte de la red de drenaje local identificada mediante topografía. No existe intervención en la zona, por lo que las condiciones del escurrimiento son naturales. En base a información satelital, el escurrimiento conserva sus características 100 m aguas arriba, con la presencia de vegetación arbórea y 100 m aguas abajo se aprecia que la vegetación disminuye en gran medida. La pendiente del escurrimiento es suave de aproximadamente 2% en dirección E-O hacia la costa.

- **ID7:** La intersección corresponde a un canal local que pasa por debajo de la ruta M-50. Además de la alcantarilla existente en la ruta, no se aprecian modificaciones adicionales en el cauce. El canal se aprecia de materialidad de tierra, cubierto por vegetación. El canal conecta con el sistema de aguas lluvia de la ruta M-50, por lo que a 100 m aguas arriba del punto ID7 lo que se observa es el sistema de drenaje de la ruta, mientras que 100 m aguas abajo del punto ID7 el canal sigue su curso de manera normal. El canal sigue una pendiente suave de aproximadamente 3% en dirección N-S.
- **ID8:** La intersección corresponde a un escurrimiento identificado en la carta IGM. A partir de información satelital, Se aprecia una huella de camino rural. La materialidad del lecho es tierra natural, rodeada por vegetación de baja altura. A 100 m aguas arriba del punto ID8 el cauce conserva sus propiedades, mientras que a 100 m aguas abajo el cauce llega al humedal identificado como parte del Sistema humedales sector Loanco (código HUR-07-39). El escurrimiento sigue una pendiente suave de aproximadamente 2% en dirección NE-SO.
- **ID9:** La intersección corresponde a un escurrimiento identificado en la carta IGM. Se aprecia una huella rural en la zona. Acorde a la información satelital, el cauce sigue una forma similar a la de un canal natural de tierra, cubierto por vegetación. A 100 m aguas arriba del punto ID9, el cauce conserva sus características, mientras que 100 m aguas abajo, el cauce se subdivide en dos brazos. El escurrimiento sigue una pendiente suave de aproximadamente 2% en dirección NE-SO.
- **ID10:** La intersección corresponde a un escurrimiento identificado en la carta IGM, el cual no posee intervenciones existentes en la zona. Acorde a la información satelital, el escurrimiento sigue una línea curva a los pies de un cerro, cubierto por vegetación. A 100 m aguas arriba del punto ID10, el escurrimiento sigue una línea con dirección NE-SO con pendiente pronunciada de un 10% aproximadamente, mientras que desde el punto ID10 hacia 100 m aguas abajo el escurrimiento cambia a una dirección SE-NO con una pendiente más suave que el tramo aguas arriba de aproximadamente 4%.
- **ID11:** La intersección corresponde a un escurrimiento identificado a partir de la topografía local, el cual aporta su caudal al río Pinotalca. No se observan intervenciones en el escurrimiento, con la excepción de una ruta local sin rol que deriva desde la ruta M-50. La materialidad del lecho es de tierra cubierto por vegetación leve. A 100 m aguas arriba del punto ID11 el cauce conserva sus características, mientras que a 100 m aguas abajo el cauce ya forma parte del río Pinotalca. La pendiente del escurrimiento es pronunciada de aproximadamente un 10% en dirección S-N.
- **ID12:** La intersección corresponde a escurrimientos identificados a partir de la topografía local, las cuales aportan su caudal al río Pinotalca. Estos comparten las mismas características que el escurrimiento del punto ID11, dado que atraviesan el mismo camino rural y en la misma dirección.
- **ID13:** La intersección corresponde al río Pinotalca, como se aprecia en la fotografía 2. La materialidad del lecho es de tierra. La zona de intersección se corresponde con el puente que cruza el río Pinotalca como parte de la ruta M-50. Tanto a 100 m aguas arriba como 100 m aguas abajo el cauce se comporta de manera similar. La pendiente del cauce es muy pequeña, inferior al 1% en dirección E-O.
- **ID14:** La intersección corresponde a una canalización identificada mediante topografía e imágenes satelitales, el cual aporta su cauce al río Pinotalca. El canal se aprecia de mejor manera en las

fotografías 5 y 7, donde se observa que la materialidad del lecho es de tierra, cubierta por vegetación pequeña. El canal pasa por debajo de un camino rural, el cual pasa como un pequeño puente para permitir el flujo de las aguas, correspondiendo a su vez al punto ID14. Acorde a lo observado en terreno, el canal conserva sus características 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo, con pendientes muy bajas menores al 1% en dirección E-O.

- **ID15:** La intersección corresponde a un escurrimiento identificado mediante topografía e imágenes satelitales, identificado en la zona de la fotografía 23. El escurrimiento en cuestión se trata de una línea de drenaje formada por los desniveles del terreno, sin intervenciones. El lecho es de tierra cubierto de vegetación. A 50 m aguas arriba del punto ID15 se llega al punto inicial del escurrimiento, por lo que no hay cauce a los 100 m. Por otra parte, a 100 m aguas abajo el cauce sigue su curso sin mayor variación. La pendiente es muy suave, aproximadamente 1%, en dirección E-O.
- **ID16:** La intersección corresponde a un escurrimiento identificado por topografía. El escurrimiento se observa sin intervenciones, siendo el lecho de materialidad de tierra. A 30 m aguas arriba del punto ID16 se llega al punto inicial del escurrimiento, por lo que no hay cauce a los 100 m. Por otra parte, a 100 m aguas abajo el cauce sigue su curso sin mayor variación. La pendiente es suave, de aproximadamente 1%, en dirección E-O.
- **ID17:** La intersección corresponde a un escurrimiento identificado en la carta IGM y en información satelital. El escurrimiento aporta su caudal al rio Pinotalca. Se observa una huella rural en la zona. El lecho del cauce es de tierra, cubierta por vegetación. Tanto a 100 m aguas arriba como a 100 m aguas abajo del punto ID17 el cauce conserva sus características principales, salvo un cambio de dirección: aguas arriba el cauce sigue una dirección E-O y aguas abajo sigue una dirección N-S. La pendiente es suave, de aproximadamente 2%.
- **ID18:** La intersección corresponde a un escurrimiento sin nombre identificado en la red de la DGA. La zona de escurrimiento se aprecia en la fotografía 22, con gran cantidad de vegetación y una zona de cerros. Se observa una huella rural en la zona. A 100 m aguas arriba del punto ID18, el escurrimiento sigue una dirección SO-NE, para luego cambiar su trayectoria hacia 100 m aguas abajo siguiendo una dirección S-N hacia la costa. La materialidad del lecho es de tierra y la pendiente es suave en el tramo aguas arriba, con aproximadamente un 3%, para cambiar a una pendiente más pronunciada en el tramo aguas abajo de aproximadamente un 8%.
- **ID19:** La intersección corresponde a un escurrimiento identificado por topografía, el cual se observó en visita a terreno y se aprecia en la fotografía 51. Las líneas de escurrimiento son bien definidas en el terreno natural, rodeadas por vegetación. En el punto ID19 el escurrimiento pasa por el camino rural existente, coincidiendo con el punto de conexión con el nuevo camino proyectado. Tanto 100 m aguas arriba como 100 m aguas abajo del punto ID19, el cauce mantiene sus características. La pendiente es de aproximadamente el 5,5% en dirección NE-SO.
- **ID20:** La intersección corresponde a un escurrimiento identificado por topografía. La línea de escurrimiento tiene su inicio en el punto ID20, sin intervenciones previas y encontrándose rodeada de vegetación pequeña. No existe escurrimiento 100 m aguas arriba dado que el punto de intersección es el punto inicial, por otra parte 100 m aguas abajo el escurrimiento sigue una pendiente suave de aproximadamente 1%, en dirección SO-NE donde se comienza a rodear por vegetación arbórea.

A partir de la información disponible, los puntos que poseen una obra asociada en la Tabla 6-2 serán los tramitados en el presente permiso. Aquellos que tienen una obra asociada actualmente no se les proyecta una obra adicional. Por otra parte, los puntos ID 15, ID 16 e ID 20 no se les proyecta una obra dado que estos puntos interactúan en la zona tope de los escurrimientos, por lo que no se estima necesaria una obra.

b) Descripción de la obra y sus fases (Etapas de construcción, operación, y cierre)

En la situación con Proyecto, se considera la construcción de obras tipo badén y alcantarilla que se encuentran en distintos puntos entre las quebradas identificadas con la proyección de caminos internos del parque eólico y línea de media tensión soterrada.

b.1. Detallar tipo de obra, función, características constructivas y dimensiones básicas

Para la construcción de las obras objeto del presente Permiso Ambiental Sectorial Mixto el titular deberá considerar todas las medidas necesarias y resguardos para evitar cualquier actividad que pueda afectar las características generales en la zona de estudio.

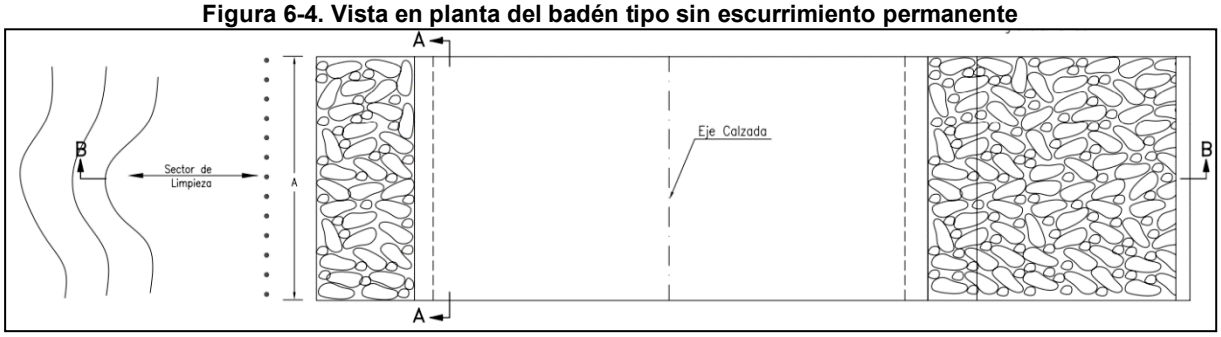
Posterior a esto se realizará el trazado y nivel del terreno para dar paso a las excavaciones, necesarias para remover el material inadecuado, hasta la cota de proyección de cada obra para luego dar paso a la preparación de la subrasante, y posteriormente se realizará la construcción de las obras siguiendo los lineamientos técnicos que se establecen en el Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024)

Se contemplan dos tipos de obras: Badén y Alcantarilla.

- **Badén**

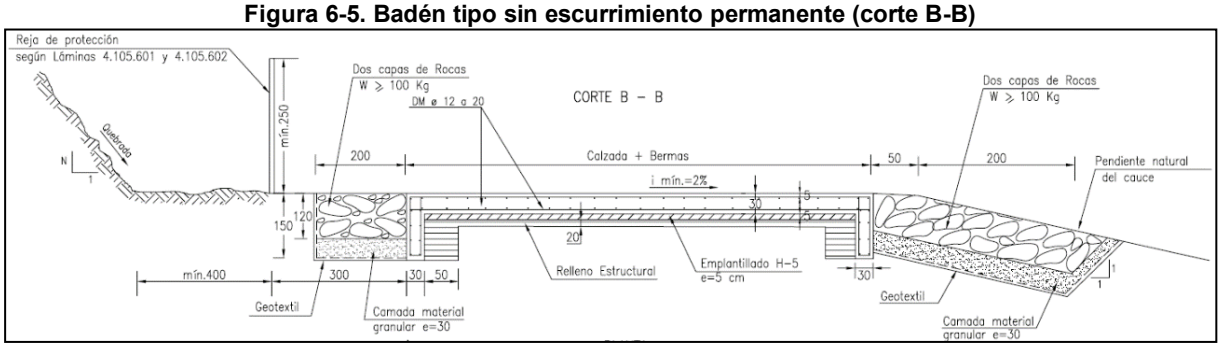
Las obras de badén se emplazan en zonas de escurrimiento intermitente. Estas consideran relleno estructural, emplantillado y losa de hormigón, como se describe en el Manual de Carreteras Volumen 4. La solución proyectada considera la conservación de la pendiente natural del terreno, para así garantizar el libre escurrimiento del flujo. En la Figura 6-4,Figura 6-5 y Figura 6-6 se muestran esquemas tipo de las obras badén a desarrollar. El detalle de sus dimensiones, así como las cotas de entrada, fondo y salida se definirán en ingeniería de detalles.

Figura 6-4. Vista en planta del badén tipo sin escurrimiento permanente



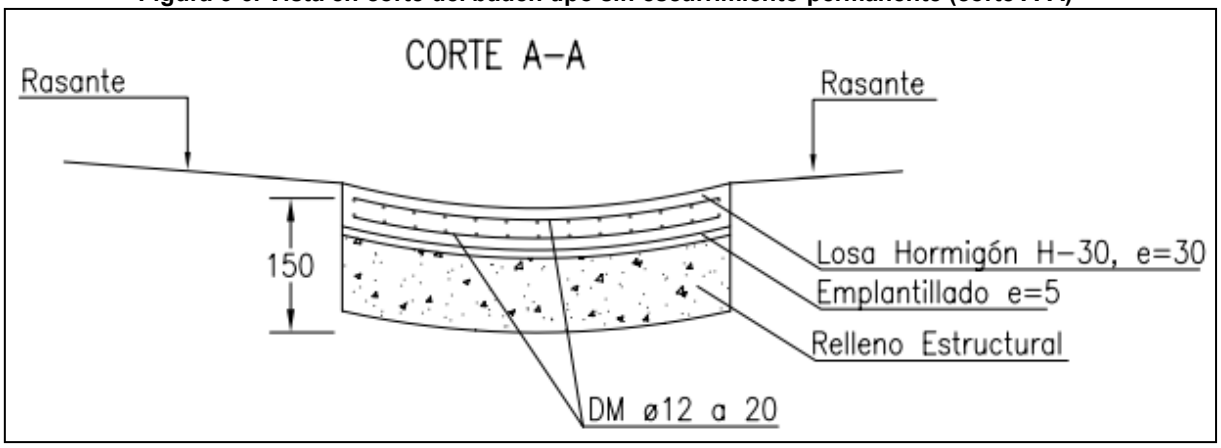
Fuente: Lámina 4.704.101. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

Figura 6-5. Badén tipo sin escurrimiento permanente (corte B-B)



Fuente: Lámina 4.704.101. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

Figura 6-6. Vista en corte del badén tipo sin escurrimiento permanente (corte A-A)



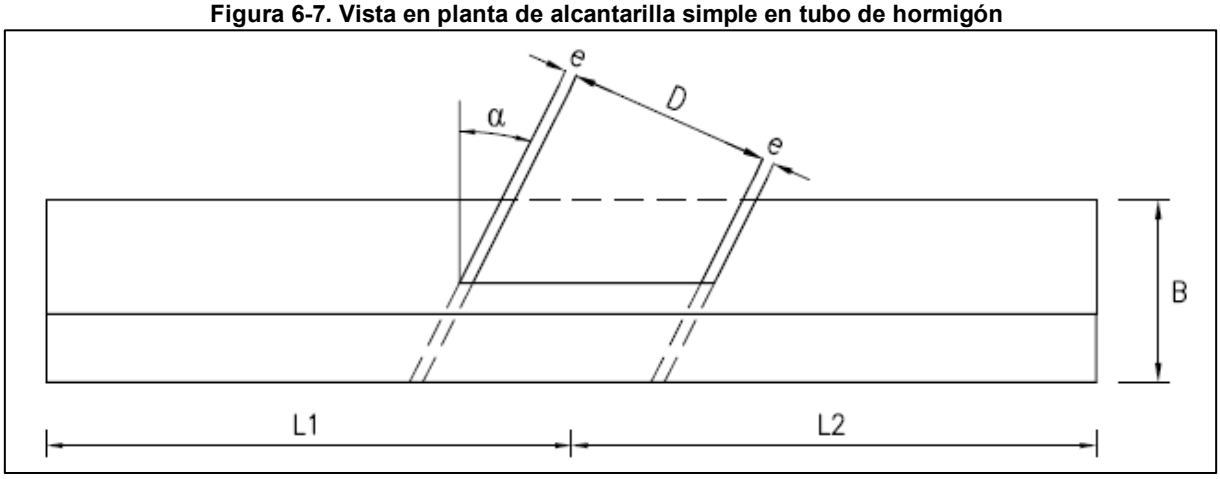
Fuente: Lámina 4.704.101. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

- **Alcantarilla**

En los puntos donde una obra badén no es suficiente o los escurrimientos son de mayor peso, como por ejemplo humedales, se proyectan alcantarillas para el paso de las aguas, destacando que estas obras también se realizan sobre cauces intermitentes. Estas se consideran en forma de tuberías en materialidad de hormigón, que pasen por los cauces a intervenir para permitir el paso de los caminos viales proyectados por sobre los escurrimientos, sin intervenir su libre flujo. Las dimensiones de las tuberías serán acorde a las dimensiones comerciales disponibles, basándose en las dimensiones resultantes de la modelación hidráulica presentada en el Anexo 4.7.3 - Modelación Hidráulica.

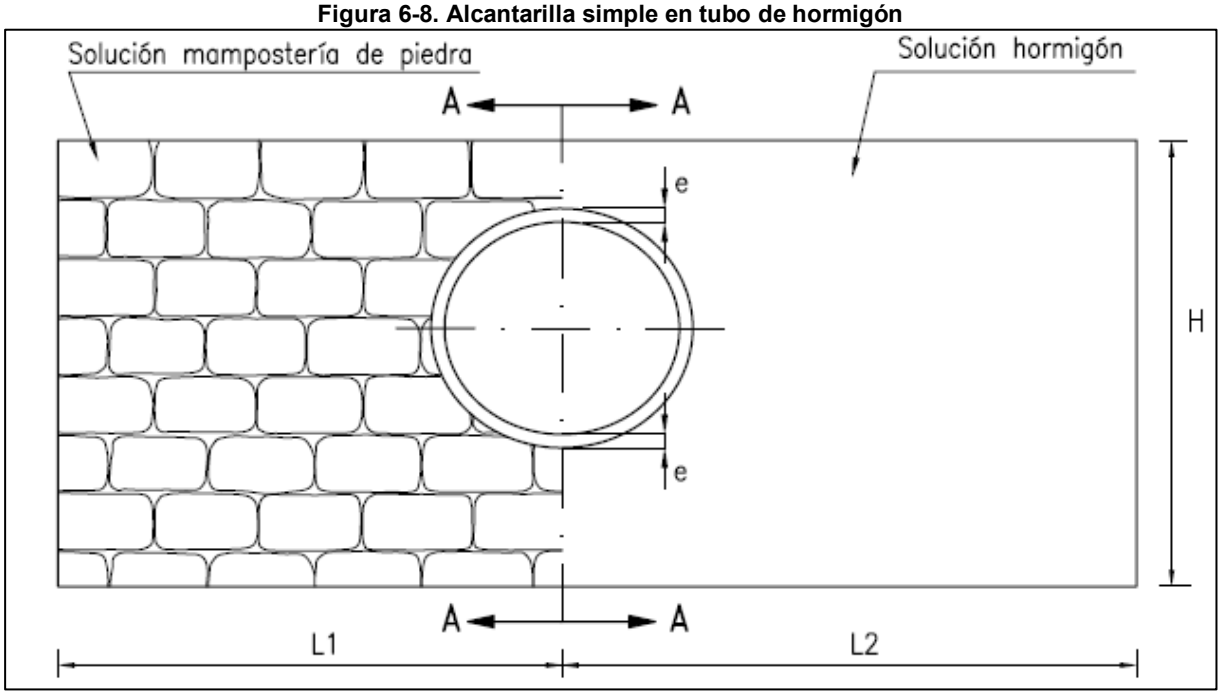
En la Figura 6-7, Figura 6-8 y Figura 6-9 se presentan esquemas tipo par alcantarillas con tubería de hormigón, basado en el Manual de Carreteas Volumen 4.

Figura 6-7. Vista en planta de alcantarilla simple en tubo de hormigón



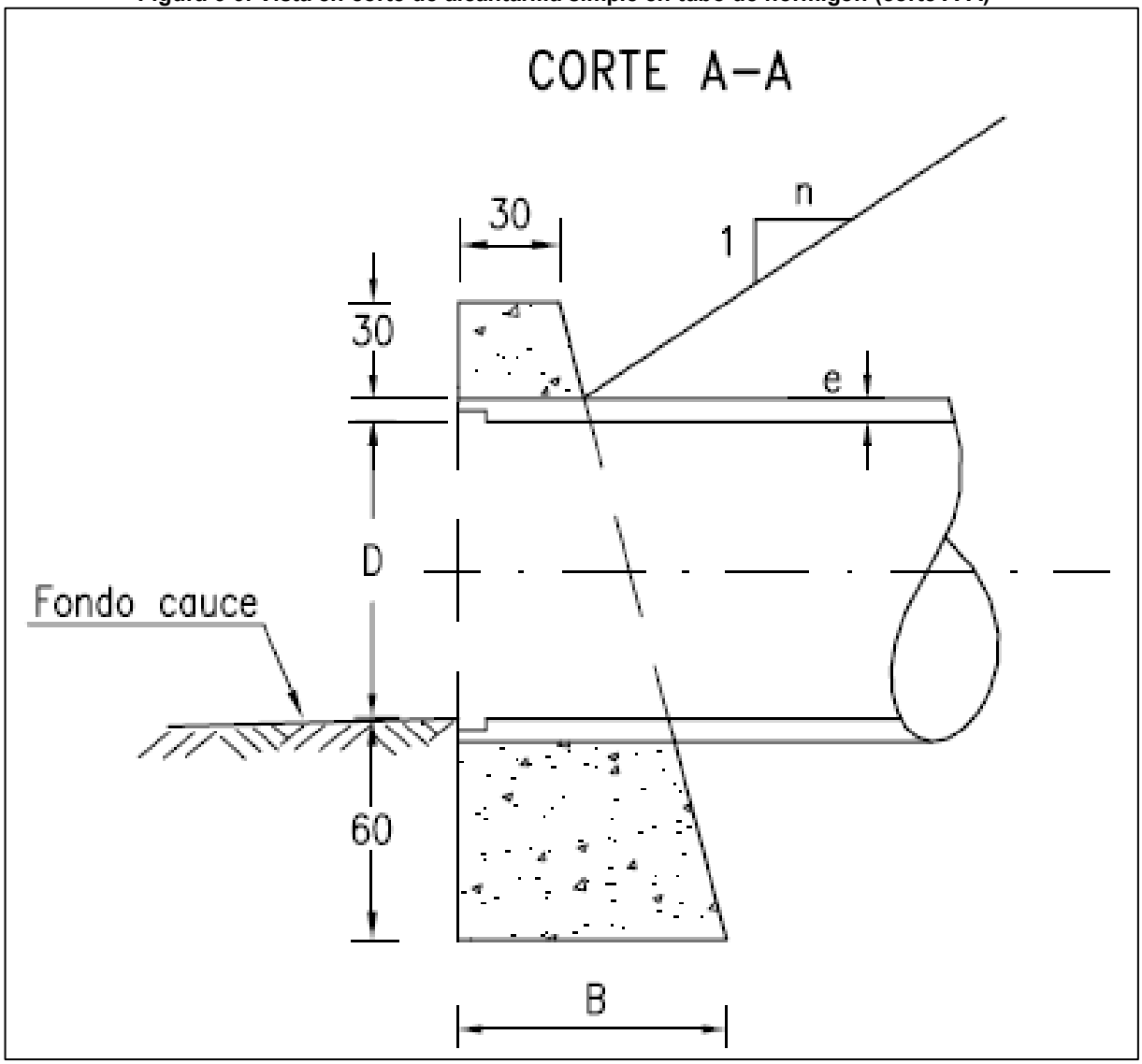
Fuente: Lámina 4.102.001. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

Figura 6-8. Alcantarilla simple en tubo de hormigón



Fuente: Lámina 4.102.001. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

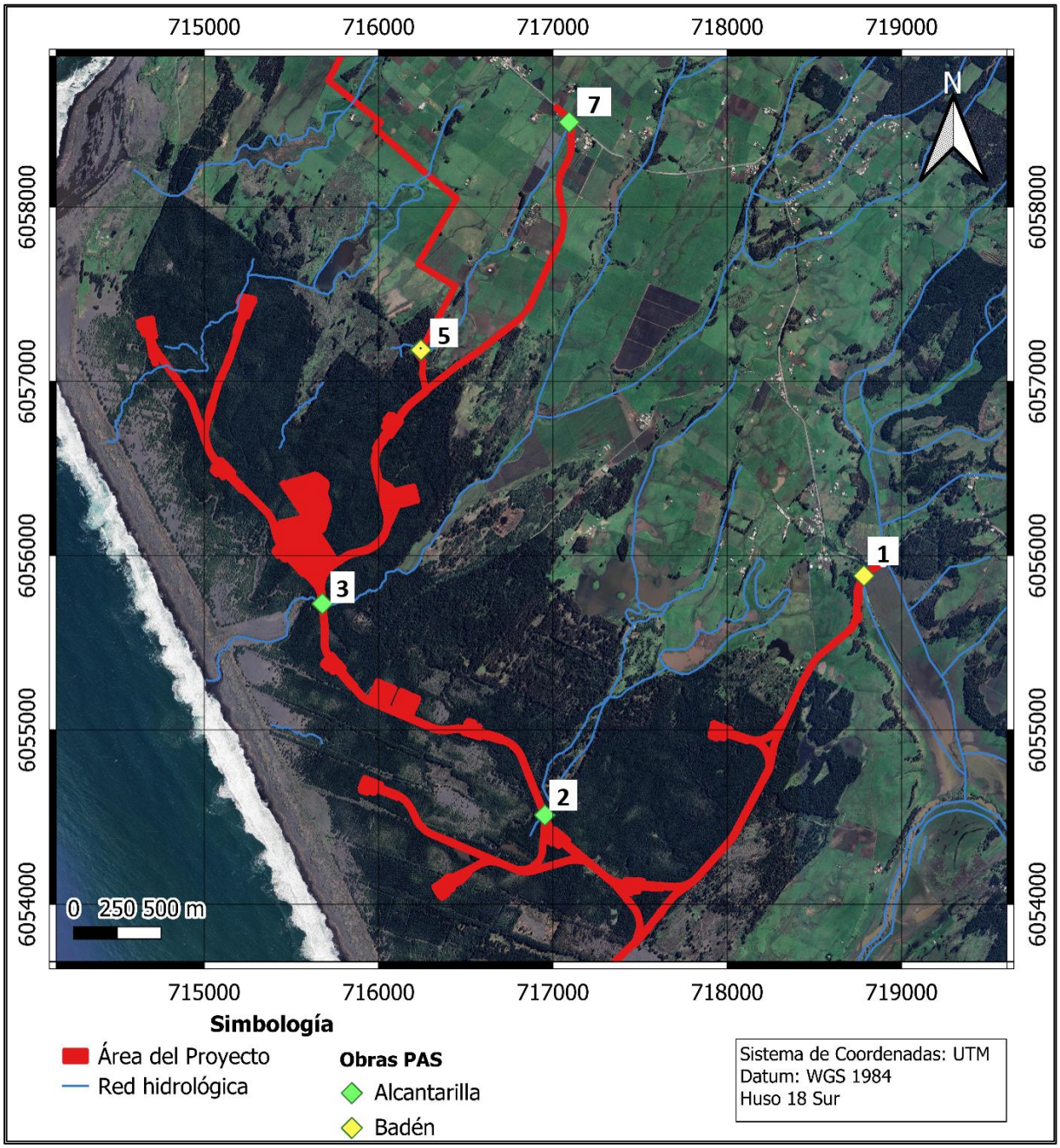
Figura 6-9. Vista en corte de alcantarilla simple en tubo de hormigón (corte A-A)



Fuente: Lámina 4.102.001. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

En la Figura 6-10 se muestra la ubicación de las obras proyectadas.

Figura 6-10. Ubicación de obras en tramitación PASM 156



Fuente: Elaboración propia

b.2. Incluir una descripción de la etapa de construcción, operación y cierre si corresponde

i. Fase de construcción

Para la construcción de las obras proyectadas se realizará la preparación del terreno, con el fin de adecuar la topografía a las condiciones que se requieran. Cabe señalar que se exigirá contractualmente al contratista el cuidado de las operaciones de preparación, a fin de evitar cualquier actividad que pueda afectar las características generales en la zona de estudio.

Se considerarán dos situaciones en la fase de construcción:

1. Estero sin flujo: Considerando el tiempo de construcción de la obra, de no existir flujos en el cauce, la construcción del atravieso se realizará sin desvíos de flujo.
2. Estero con flujo: De existir flujos en el cauce, se realizará un desvío provisorio del cauce 40 metros aguas arriba y 40 metros aguas abajo del punto de trabajo, el desvío se realizará con el material excavado y protegidos con sacos de arena.

Dentro del proceso constructivo se consideran los siguientes puntos:

- **Habilitación de caminos de acceso**

Se habilitarán caminos en los tramos donde se requiera el paso de maquinaria para la construcción de las obras. Esto implica la preparación del terreno mediante limpieza y despeje de elementos superficiales como vegetación, escombros, basura, entre otros que puedan representar obstáculos para el paso de las maquinarias. El material removido que no sea utilizado para rellenos de caminos deberá ser acoplado en una zona asignada para su posterior disposición. Cada camino deberá tener instalada señaléticas viales que cumplan con lo dispuesto en el marco normativo aplicable.

- **Movimientos de tierra**

Los equipos a utilizar para las excavaciones corresponden a excavadoras, cargadores frontales, retroexcavadoras y camiones tolva de transporte. A medida que la excavación llegue a la cota de fondo de las obras y pendientes requeridas, se realizará la compactación del terreno mediante placas vibradoras y/o rollos doble tambor para obtener la compactación necesaria.

- **instalación de obras**

Una vez finalizadas las excavaciones de la zona destinada a recibir los materiales de las obras, y habiéndose asegurado que las zonas aledañas no producirán interferencias o interrupciones, se procederá a iniciar los trabajos relacionados a la obra de atravieso.

En cuanto a la obra badén, se instala la camada de material granular, seguido del relleno estructural y finalmente la losa de hormigón. Todo el proceso se debe realizar respetando las cotas de los planos de Proyecto y las capas de tierra ser debidamente compactadas. En el caso de la losa de hormigón, si se prepara in-situ, este deberá ser propiamente vibrado para eliminar posibles huecos y aire atrapado. En

caso de que sea una losa prefabricada, deberá ser instalada adecuadamente y aplicar métodos de compactación para asentar la losa de manera uniforme sobre el relleno estructural.

En cuanto a la obra de alcantarilla, la instalación de las tuberías de hormigón se realizará en el tramo excavado, siguiendo las cotas de los planos de Proyecto. Una vez instaladas las tuberías, se procederá al relleno de la obra en la extensión indicada en los planos de Proyecto y el emparejamiento de la superficie para generar el paso del camino vial sin generar pendientes excesivas.

ii. Fase de operación

Durante la fase de operación, la obra se encontrará completamente habilitada y permitirá el libre escurrimiento del flujo. Frente a eventos de crecida, se deberá hacer una inspección de la obra, observando que se mantenga la integridad de la obra y que ésta no presente acumulación de basura o vegetación. En caso de encontrarse alguno de los elementos mencionados, se deberán tomar las medidas correspondientes para reestablecer la obra a su situación de diseño original.

iii. Fase de cierre

Para el caso de esta obra no se desarrolla un plan de cierre. Considerando lo anterior, este tipo de obra se encuentra diseñada para no generar cambios significativos en el eje hidráulico del cauce intervenido y está construido con materiales que no son nocivos para el recurso hídrico, por lo que tampoco existe un efecto adverso en la cantidad y calidad de las aguas.

c) Estimación de los plazos y períodos de construcción de la obra

El desarrollo de cada obra de atravieso se ejecutará en un plazo estimado de tres semanas de construcción. En la Tabla 6-4 se muestra el cronograma del Proyecto, el cual tiene carácter referencial y estimativo, pudiendo variar en función de diversos factores que inciden en la programación y ejecución de las obras de modificación de cauce, tales como condiciones climáticas, ambientales, seguridad y/o logísticas.

Tabla 6-4. Cronograma de actividades de construcción – Obra de atravieso del Proyecto

ID	Partidas/Actividades	Semana 1					Semana 2					Semana 3				
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
1	Trazados y niveles	■	■													
2	Preparación del terreno			■	■	■										
3	Preparación de la subrasante						■									
4	Construcción atravieso							■	■	■	■	■	■			
5	Limpieza de sitio													■	■	
6	Retiro de excedentes y transporte a botadero															■

Fuente: Elaboración propia, 2025.

d) Medidas tendientes a minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, aguas abajo del lugar de construcción de las obras

Para la fase de construcción de la obra descrita en el presente documento, se implementarán todas las medidas necesarias para minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, evitando generar contaminación de cualquier tipo que pueda afectar el agua en caso de que exista escurrimiento (desechos, derrames, entre otros), con lo que se mantiene la calidad original de las aguas del cauce.

Para lo anterior se consideran las disposiciones expuestas en la norma NCh 349, por lo que se implementarán las siguientes medidas:

- La obra proyectada deberá ser construida en dirección desde aguas abajo hacia aguas arriba. Procurando en todo momento no generar contaminación al cauce.
- Solo en caso de existir escurrimiento se realizarán desvíos de flujo en el sector.
- No se realizarán mantenciones de maquinarias o equipos al interior de la obra.
- Se capacitará constantemente a los trabajadores mediante charlas sobre la importancia de mantener limpio los lugares de obras, como no botar restos de materiales (por ejemplo, despuntes de madera, bolsas plásticas, restos de hormigón), y tener especial atención en el manejo adecuado de los residuos peligrosos que se manejen en obra tales como solventes, pinturas, aceites, combustibles, entre otros.
- No se considera la instalación de faenas o de bodegas de almacenamiento de ningún tipo de materiales en la zona de influencia del cauce.
- El transporte de personal y maquinaria se realizará por caminos y huellas destinadas para ello, prohibiéndose el uso de huellas alternativas.
- Se prohibirá a los trabajadores vaciar o depositar residuos líquidos o sólidos en los cursos de agua, incluyendo ramas, hojas o troncos.
- Cualquier residuo que se genere en los frentes de trabajo se retirará de inmediato del área y será dispuesto en áreas debidamente habilitadas y autorizadas, de esta manera se evitará que ante la presencia de escorrentía el material puede ser transportado por el cauce.
- Se prohibirá a los trabajadores manipular combustible o sustancias peligrosas en las inmediaciones del cauce.
- No se realizará mantención mecánica a los vehículos que participen en la fase de construcción de la obra en los frentes de trabajo.
- Los conductores de los vehículos de transporte contarán con capacitación en manejo y manipulación de las sustancias que transportan para control de eventuales derrames (incluye la instrucción de los procedimientos asociados al manejo de sustancias peligrosas).

- Se prohibirá el lavado de maquinarias en los cauces o en lugares próximos a este, considerándose para tales efectos realizar mantenciones y lavados en centros autorizados fuera de las inmediaciones del proyecto.

e) Plan de seguimiento de la calidad de las aguas durante la fase de construcción

Con el objetivo de resguardar la calidad de las aguas durante la fase de construcción se incorpora el siguiente plan de seguimiento en la calidad de las aguas:

- Se establecerán dos puntos de muestreos, uno aguas arriba y otro aguas abajo de la ubicación de la obra proyectada, realizando tomas de muestras antes y después de su construcción, con la finalidad de establecer una condición basal con la cual comparar los resultados del monitoreo de seguimiento. La ubicación de estos puntos se indica en la Tabla 6-5.

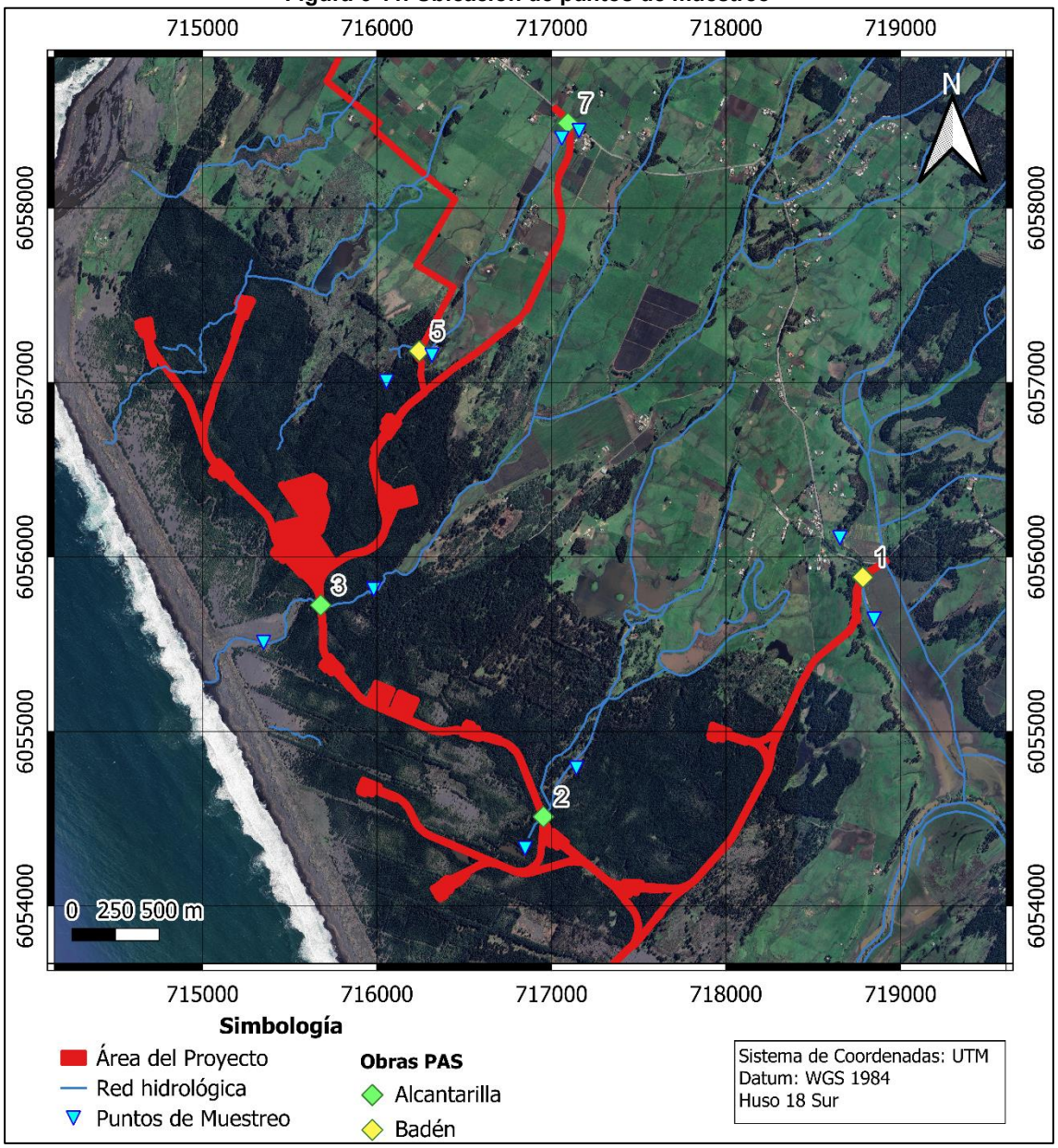
Tabla 6-5. Punto de muestreo

Punto asociado	ID	Ubicación	Coordenadas UTM WGS84 – Huso 18 Sur	
			Este (m)	Norte (m)
ID 1	Cauce 1	Aguas arriba	718.653	6.056.110
		Aguas abajo	718.849	6.055.645
ID 2	Cauce 2	Aguas arriba	717.143	6.054.791
		Aguas abajo	716.849	6.054.330
ID 3	Cauce 3	Aguas arriba	715.981	6.055.815
		Aguas abajo	715.350	6.055.511
ID 5	Cauce 4	Aguas arriba	716.315	6.057.157
		Aguas abajo	716.054	6.057.006
ID 7	Cauce 7	Aguas arriba	717.158	6.058.444
		Aguas abajo	717.059	6.058.401

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la Figura 6-11 se muestra una representación cartográfica de la ubicación de los puntos de muestreo respecto a los puntos de proyección de obras.

Figura 6-11. Ubicación de puntos de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2025.

- Se considerarán todos los parámetros establecidos en la NCh 1.333 Of 78 de Calidad de agua para riego.

- Se efectuará un monitoreo inicial, previo a la construcción de la obra en el cauce, a fin de establecer la condición basal.

- Se efectuará un monitoreo al finalizar la construcción de la obra, con el fin de comparar los resultados con condición basal.

- Se efectuará un registro fotográfico con fecha durante la ejecución de la obra, la no presencia de agua en el cauce en el monitoreo de seguimiento respectivo (si así ocurre), se utilizará como medio de verificación de la no aplicación de monitoreo.

- Se realizará un catastro visual de la obra para asegurar el funcionamiento adecuado de sus operaciones y frente a la ocurrencia de alguna contingencia en la construcción de la obra en el cauce. Dicho catastro debe formar parte del Informe a ser enviado a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

- Se elaborará un informe, el cual será remitido a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), al quinto día de haber obtenido los resultados y se elaborará en conformidad a lo establecido en la Resolución Exenta N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, considerando las siguientes secciones: Resumen; Introducción; Objetivos; Materiales y método; Resultados (Incluido catastro visual); Discusiones; Conclusiones; Referencias; Anexos (Informes de laboratorio, fotografías, entre otros). Además, el Informe de Seguimiento considerará un resumen de los resultados obtenidos de los monitoreos, el cual será presentado en formato .xlsx (planillas Excel), con la estructura indicada en la Tabla 6-6. El Informe además debe dar cumplimiento a lo establecido por la Resolución Exenta N°894, de 24 de junio de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental agua y de forma complementaria a los contenidos mínimos establecidos en la Resolución N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Tabla 6-6. Resultados de monitoreo

Nombre del Punto de Muestreo			Coordenadas UTM Datum WGS84 – Huso 18 Sur		
			Norte (m)	Este (m)	
Parámetros	Valor Basal	Unidad Medida	Resultados		
			Fecha (día-mes-año)	Fecha (día-mes-año)	Fecha (día-mes-año)

Fuente: Elaboración propia, 2025.

f) Estudios de topografía e hidrología

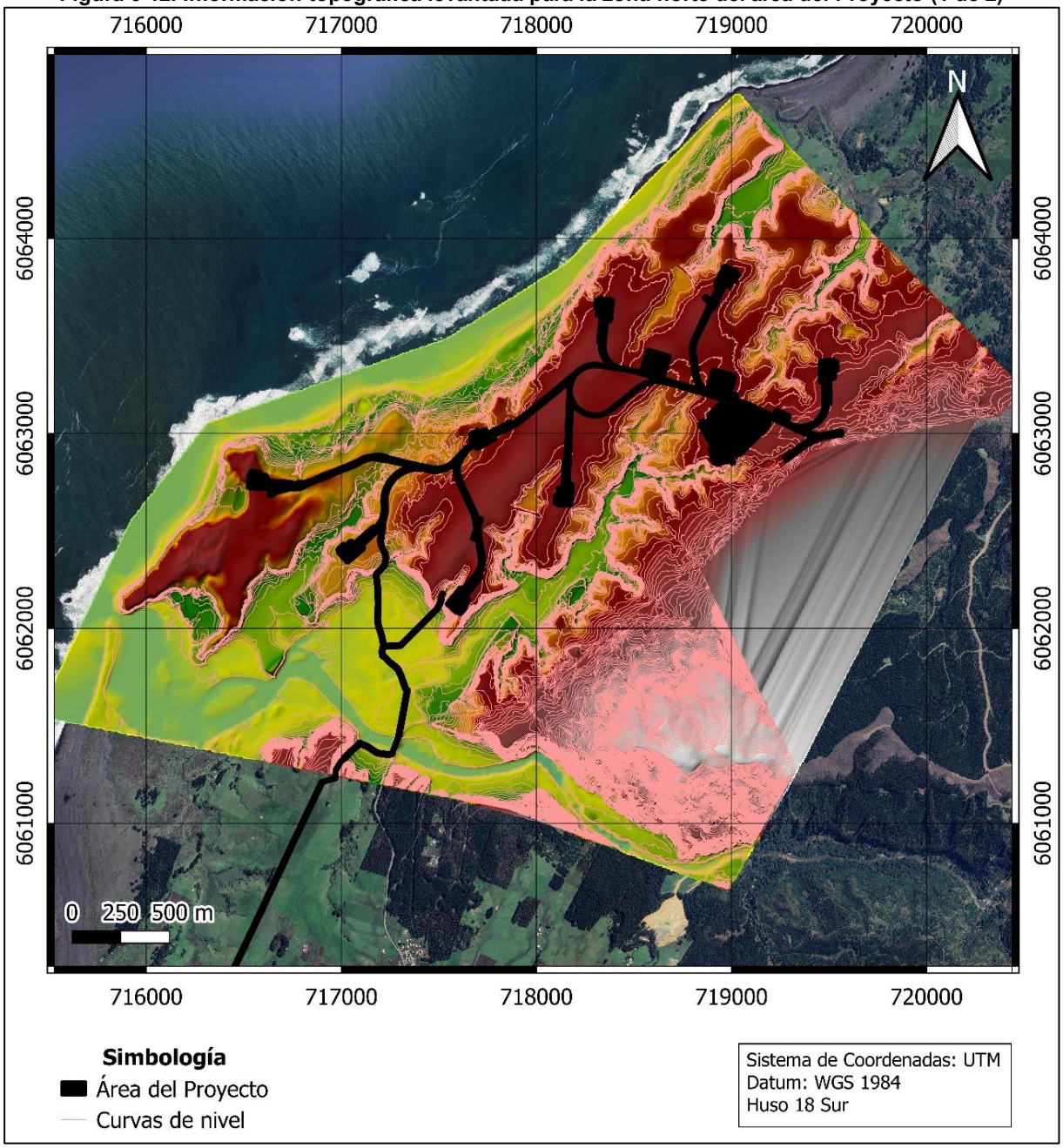
A continuación, se presentan los principales resultados:

f.1. Zona de análisis

Se cuenta con un levantamiento topográfico del área de estudio, cubriendo los cauces donde se proyecta cada obra. Este levantamiento topográfico se utiliza para determinar el área de inundación, lo que consiste en verificar la interacción del cauce con el área del Proyecto.

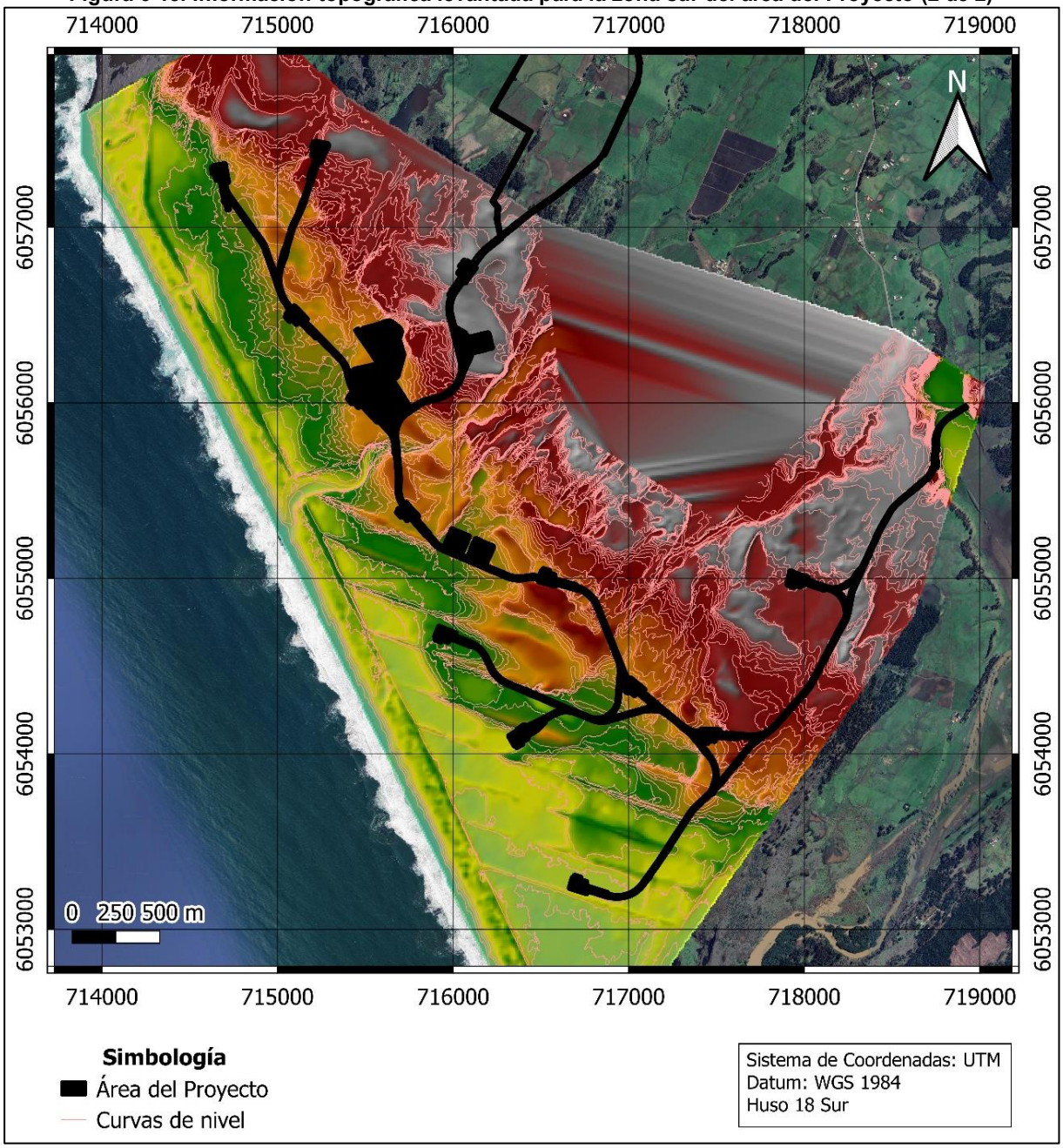
En la Figura 6-12 y Figura 6-13 se muestra la información topográfica que será utilizada en la modelación hidráulica.

Figura 6-12. Información topográfica levantada para la zona norte del área del Proyecto (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 6-13. Información topográfica levantada para la zona sur del área del Proyecto (2 de 2)

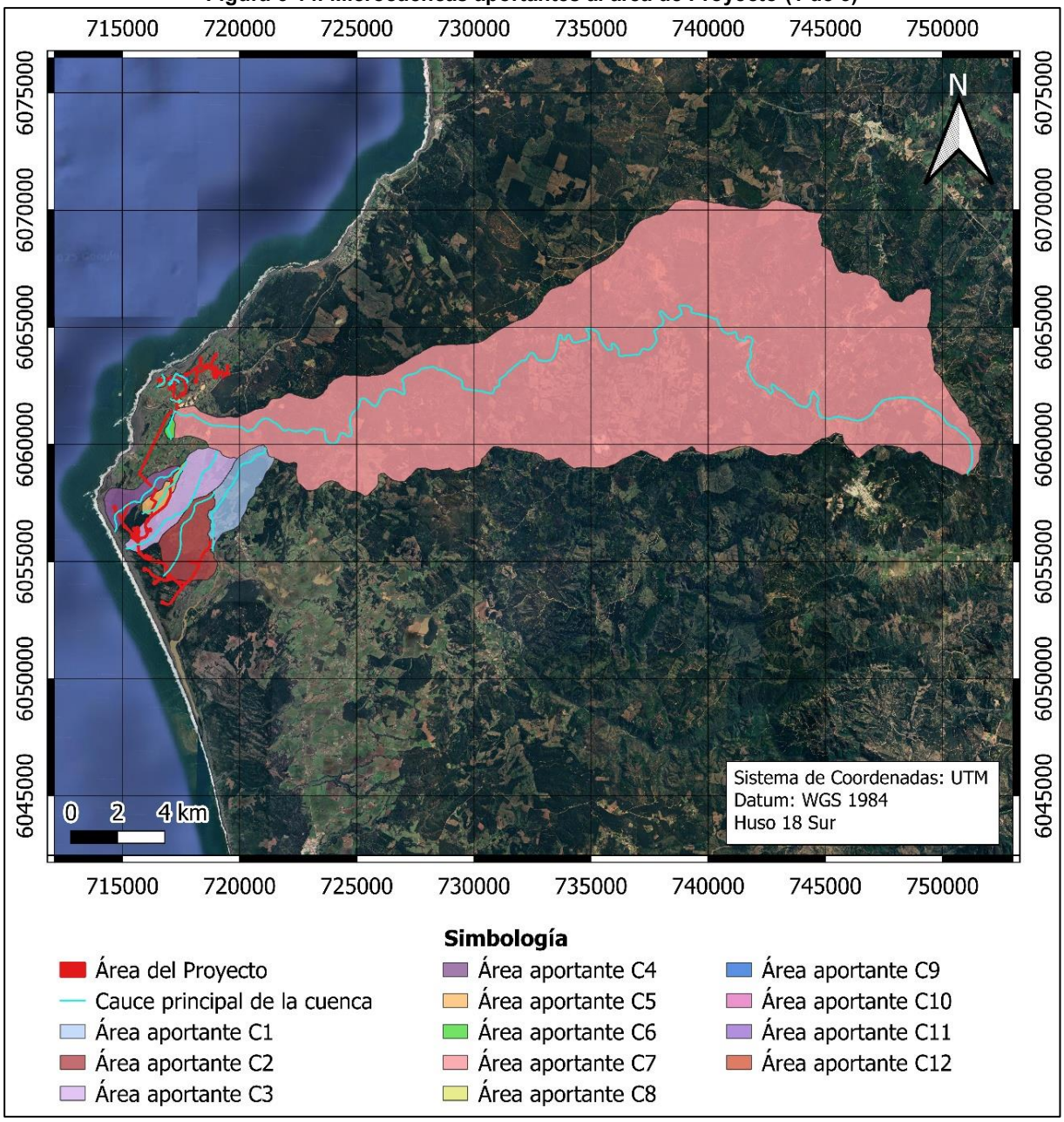


Fuente: Elaboración propia, 2025.

f.2. Áreas aportantes a la zona de estudio

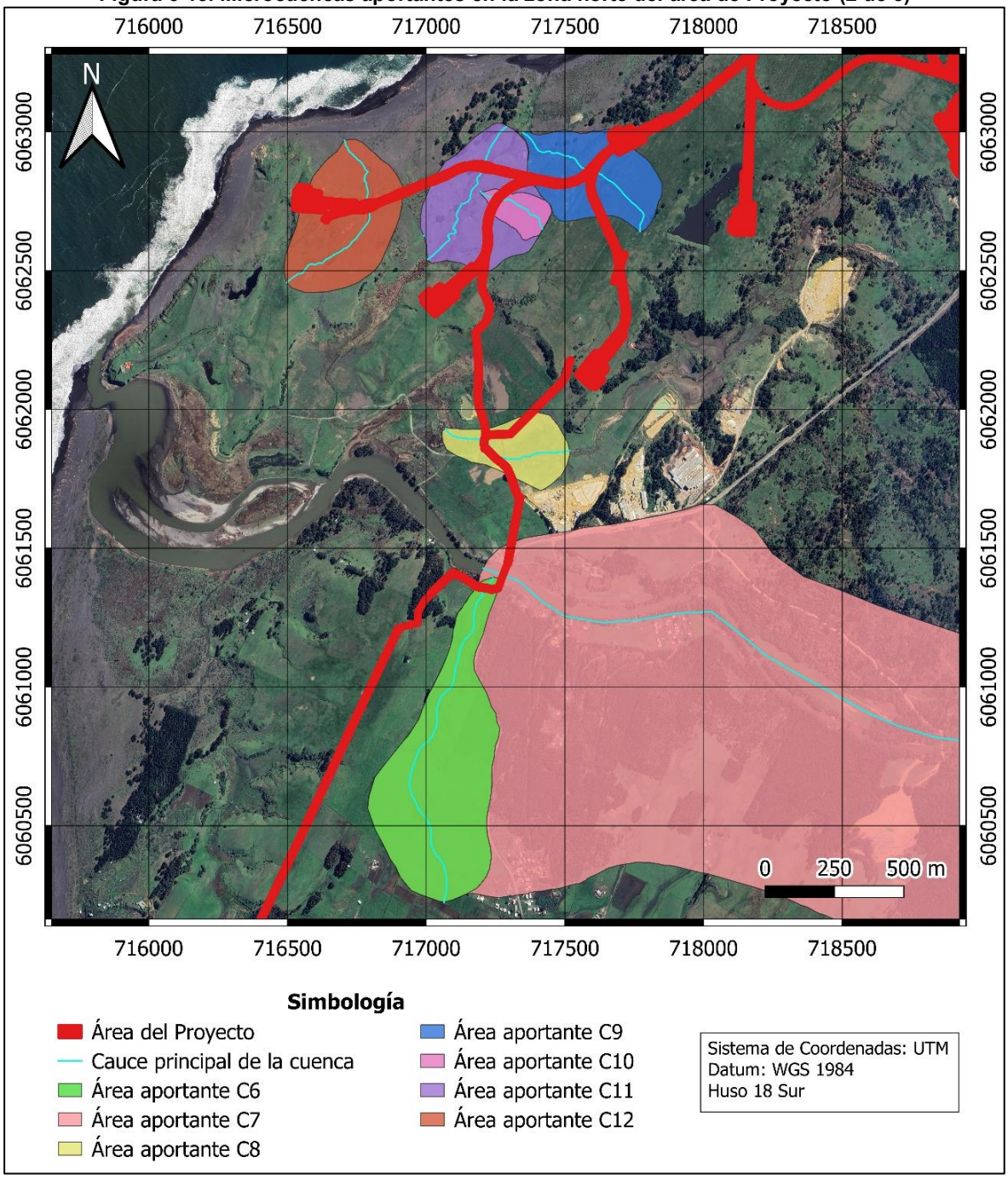
Para el presente estudio se ha definido un área aportante para cada cauce que interactúa con el área del Proyecto, por lo que se han definido las microcuencas aportantes que se muestran en la Figura 6-14 (ver detalle en Figura 6-15 y Figura 6-16).

Figura 6-14. Microcuencas aportantes al área de Proyecto (1 de 3)



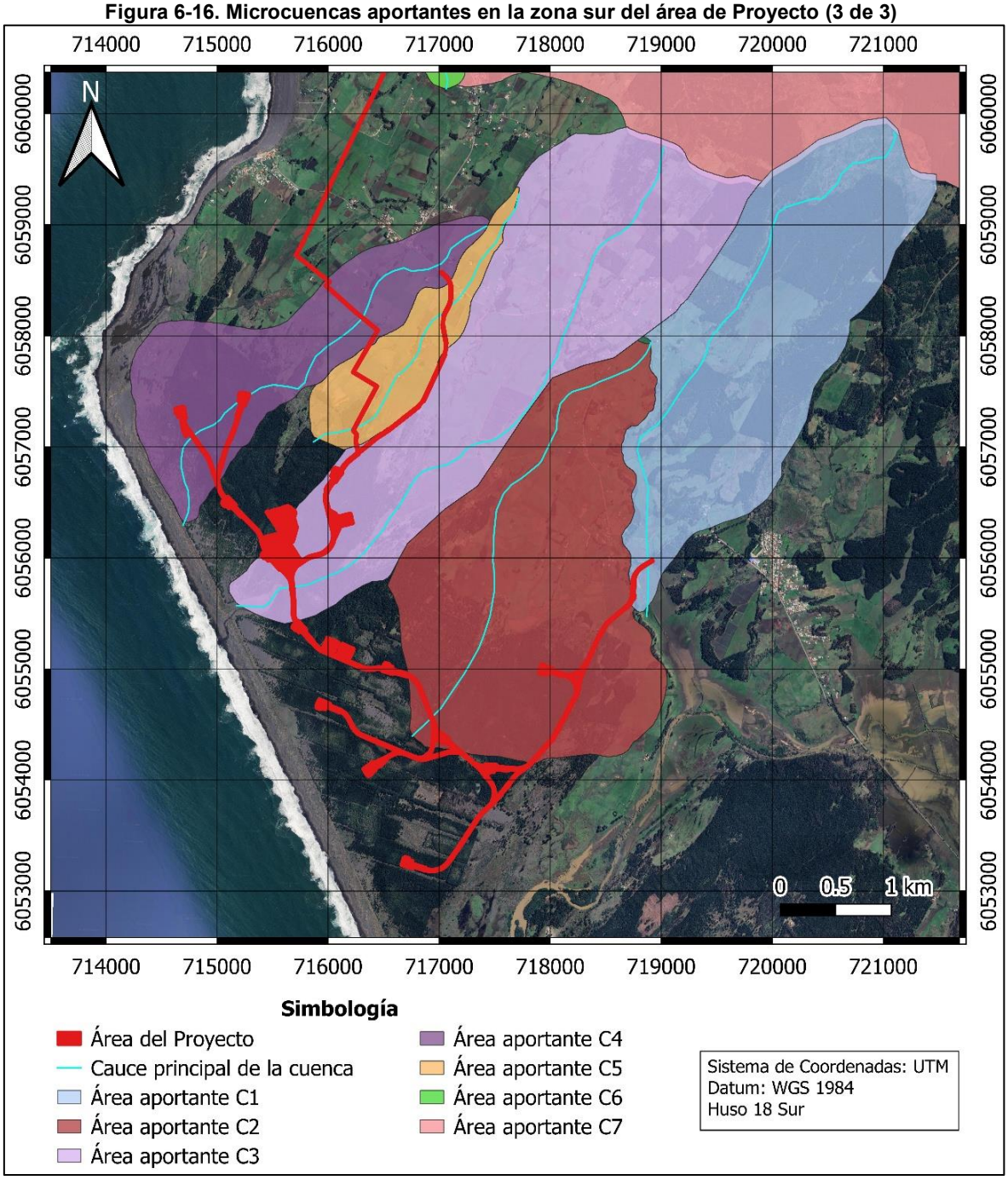
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 6-15. Microcuencas aportantes en la zona norte del área de Proyecto (2 de 3)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 6-16. Microcuencas aportantes en la zona sur del área de Proyecto (3 de 3)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

f.3. Caudales de diseño

Los caudales de diseño para las obras proyectadas son los calculados considerando como base las metodologías presentadas en la Guías Metodológicas para Proyectos de Modificación de Cauces (DGA, 2016).

En la Tabla 6-7 se muestran los valores de caudales utilizados para la modelación hidráulica, obtenidos mediante la metodología directa de transposición de caudales para el área 7 y con el método Racional para las demás áreas. Para mayor detalle de los valores utilizados en la obtención de caudales máximos, se recomienda revisar el Anexo 3.6 Línea de Base Hidrológica del EIA.

Tabla 6-7. Resultados de caudal máximo

T (años)		2	5	10	25	50	100
Caudal (m³/s)	Área 1	5,5	7,1	8,3	10,9	13,4	15,4
	Área 2	6,8	8,7	10,2	13,4	16,4	18,9
	Área 3	5,2	6,7	7,9	10,3	12,6	14,6
	Área 4	2,5	3,3	3,8	5,0	6,2	7,1
	Área 5	1,2	1,6	1,9	2,4	3,0	3,4
	Área 6	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,8
	Área 7	152,91	390,23	636,82	1073,56	1504,35	2037,70
	Área 8	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4
	Área 9	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	Área 10	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
	Área 10	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8
	Área 12	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1

Fuente: Elaboración propia, 2025.

g) Memoria de cálculo hidráulico

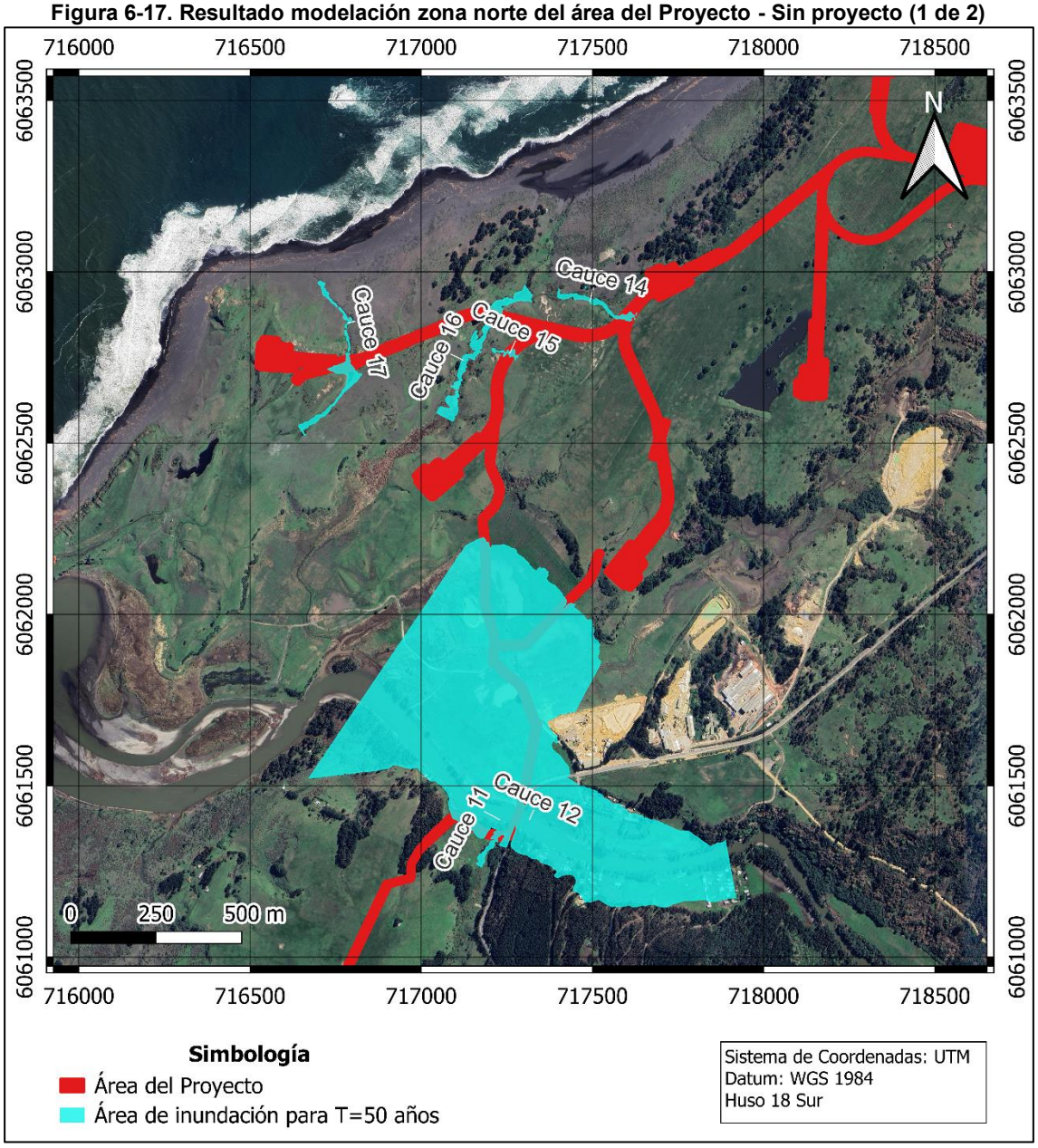
A continuación se presentan los principales resultados:

g.1. Resultados modelación

En la Figura 6-17 y Figura 6-18 se muestra el área de inundación obtenida para cada cauce en la situación sin Proyecto, y en la Figura 6-19 y Figura 6-20 se muestra el área de inundación obtenida para cada cauce en la situación con Proyecto, para un periodo de retorno T=50 años siguiendo las recomendaciones de diseño para atraviesos sobre cauce del texto *Guias Metodológicas para Presentación y Revisión Técnica de Proyectos de Modificación de Cauces Naturales y Artificiales* (DGA, 2016)

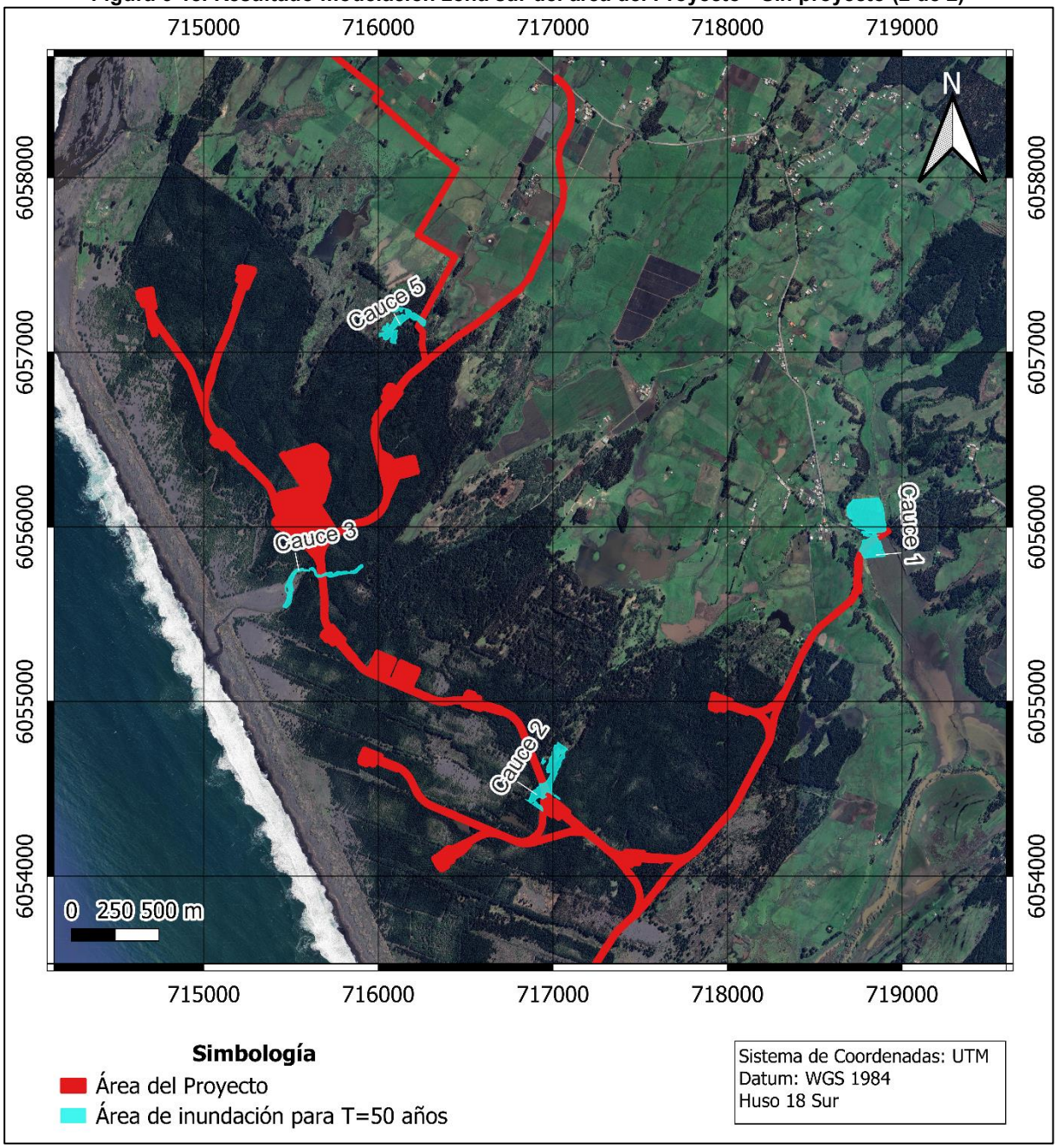
Para mayor detalle, las modelaciones hidráulicas realizadas se adjuntan en el Apéndice 4.7.3 – Memoria de Cálculo Hidráulico.

Figura 6-17. Resultado modelación zona norte del área del Proyecto - Sin proyecto (1 de 2)



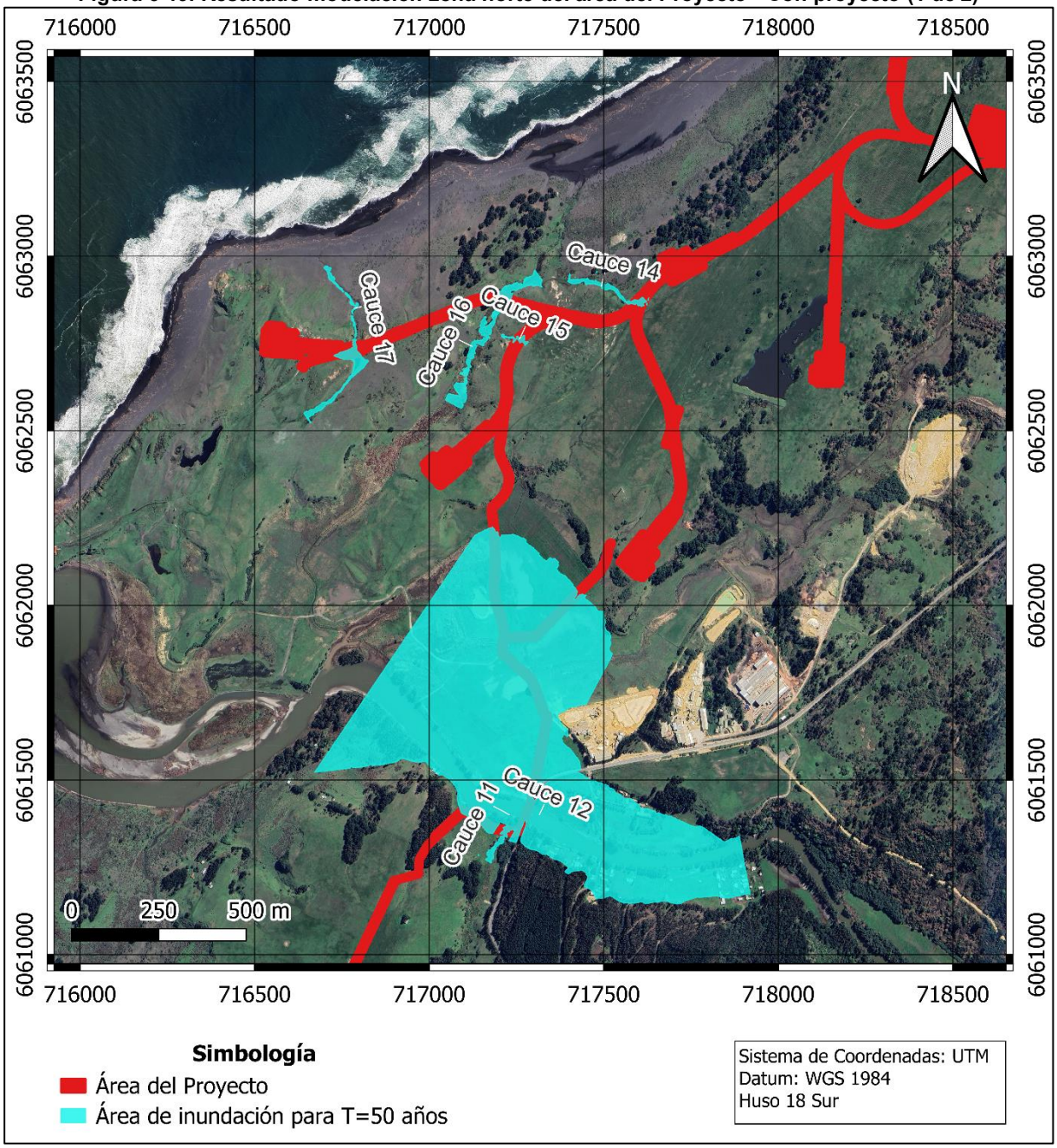
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 6-18. Resultado modelación zona sur del área del Proyecto - Sin proyecto (2 de 2)



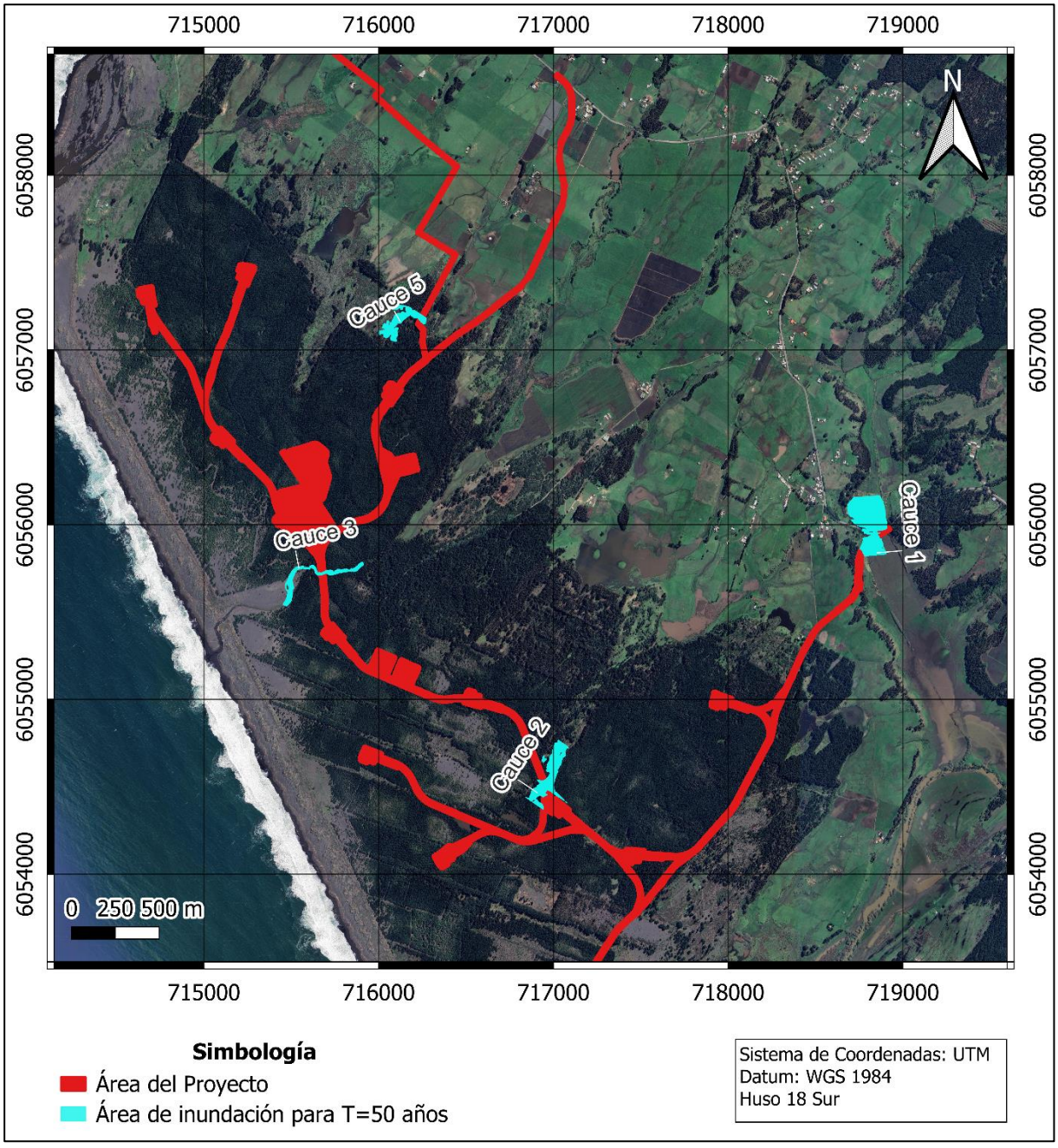
Fuente: Elaboración propia, 2025

Figura 6-19. Resultado modelación zona norte del área del Proyecto - Con proyecto (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 6-20. Resultado modelación zona sur del área del Proyecto Con proyecto (2 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

De la Tabla 6-8 a la Tabla 6-11 se muestran los resultados obtenidos en la modelación de cada cauce, para el caudal de T=50 años y la situación con proyecto.

Tabla 6-8. Resultados modelación Cauce 1 – Situación con Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
400	9,00	9,57	0,0002	0,25	0,13	0,57
380	8,93	9,57	0,0001	0,17	0,08	0,64
360	8,85	9,57	0,0000	0,13	0,06	0,72
340	8,75	9,57	0,0000	0,11	0,05	0,82
320	8,69	9,57	0,0000	0,10	0,04	0,88
300	8,62	9,56	0,0000	0,09	0,04	0,94
280	8,55	9,56	0,0000	0,11	0,04	1,01
260	8,51	9,56	0,0000	0,11	0,04	1,05
240	8,76	9,56	0,0000	0,13	0,05	0,80
220	8,90	9,56	0,0001	0,23	0,11	0,66
200	8,94	9,48	0,0197	1,14	1,05	0,54
180	8,23	8,49	0,0696	2,65	2,08	0,26
160	8,00	8,45	0,0054	0,79	0,59	0,45
140	8,00	8,29	0,0115	0,93	0,81	0,29
120	7,86	8,15	0,0055	0,73	0,61	0,29
100	7,70	7,98	0,0111	0,88	0,79	0,28
80	7,53	7,86	0,0044	0,65	0,52	0,33
60	7,48	7,71	0,0111	0,89	0,80	0,23

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 6-9. Resultados modelación Cauce 2 – Situación con Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
400	17,49	18,34	0,0023	0,53	0,25	0,85
390	17,50	18,31	0,0024	0,53	0,25	0,81
380	17,59	18,28	0,0032	0,58	0,29	0,69
370	17,14	18,26	0,0020	0,50	0,23	1,12
360	17,07	18,23	0,0038	0,58	0,31	1,16
350	17,16	18,14	0,0119	0,85	0,51	0,98
340	17,33	17,97	0,0212	1,01	0,66	0,64
330	17,16	17,68	0,0359	1,20	0,84	0,52
320	17,02	17,41	0,0228	1,06	0,69	0,39
310	16,88	17,28	0,0102	0,81	0,48	0,40

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
300	16,77	17,10	0,0253	1,04	0,72	0,33
290	16,50	16,89	0,0190	0,97	0,63	0,39
280	16,19	16,75	0,0118	0,83	0,51	0,56
270	16,08	16,63	0,0117	0,77	0,50	0,55
260	15,99	16,53	0,0094	0,74	0,45	0,54
250	15,92	16,42	0,0115	0,85	0,51	0,50
240	15,85	16,32	0,0090	0,78	0,45	0,47
230	15,52	16,11	0,0353	1,24	0,85	0,59
220	14,53	16,10	0,0019	0,52	0,23	1,57
210	14,68	16,09	0,0009	0,50	0,17	1,41
200	14,85	16,08	0,0012	0,54	0,20	1,23
190	15,00	16,07	0,0015	0,54	0,21	1,07
180	15,00	16,05	0,0014	0,52	0,20	1,05
170	15,00	16,05	0,0007	0,39	0,15	1,05
160	14,76	16,04	0,0003	0,27	0,09	1,28
150	14,51	16,04	0,0001	0,19	0,07	1,53
140	14,23	16,04	0,0001	0,11	0,04	1,81
130	14,00	14,62	0,0118	0,97	0,53	0,62
120	14,00	14,55	0,0065	0,76	0,40	0,55
110	13,98	14,47	0,0083	0,82	0,44	0,49
100	13,88	14,33	0,0215	0,99	0,66	0,45
90	13,69	14,18	0,0126	0,84	0,52	0,49
80	13,49	14,02	0,0176	0,94	0,61	0,53
70	13,30	13,89	0,0104	0,95	0,50	0,59
60	13,10	13,78	0,0101	1,01	0,50	0,68
50	13,00	13,66	0,0123	1,10	0,55	0,66
40	13,00	13,49	0,0252	0,97	0,70	0,49
30	12,79	13,09	0,0568	1,26	1,02	0,30
20	12,36	12,88	0,0062	0,56	0,36	0,52

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 6-10. Resultados modelación Cauce 3 – Situación con Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
640	11,76	13,19	0,0035	0,99	0,32	1,43
630	11,70	13,18	0,0022	0,76	0,25	1,48

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
620	11,66	13,15	0,0027	0,79	0,28	1,49
610	11,68	13,12	0,0029	0,79	0,28	1,44
600	11,72	13,09	0,0034	0,85	0,31	1,37
590	11,60	13,05	0,0040	0,85	0,32	1,45
580	11,62	13,00	0,0041	0,90	0,33	1,38
570	11,71	12,94	0,0057	1,05	0,39	1,23
560	11,77	12,80	0,0148	1,43	0,61	1,03
550	11,17	12,31	0,0404	2,60	1,00	1,14
540	10,81	11,85	0,0155	1,59	0,63	1,04
530	10,68	11,83	0,0043	0,98	0,34	1,15
520	10,55	11,80	0,0036	0,94	0,32	1,25
510	10,20	11,78	0,0023	0,82	0,26	1,58
500	10,05	11,77	0,0016	0,71	0,22	1,72
490	10,12	11,75	0,0015	0,67	0,21	1,63
480	10,15	11,74	0,0014	0,59	0,20	1,59
470	10,15	11,72	0,0014	0,65	0,21	1,57
460	10,02	11,70	0,0016	0,74	0,22	1,68
450	9,98	11,69	0,0012	0,57	0,19	1,71
440	9,92	11,69	0,0007	0,46	0,15	1,77
430	9,90	11,68	0,0005	0,44	0,13	1,78
420	9,77	11,67	0,0008	0,58	0,16	1,90
410	9,77	11,66	0,0010	0,61	0,17	1,89
400	9,71	11,65	0,0010	0,65	0,18	1,94
390	9,69	11,12	0,0049	1,13	0,37	1,43
380	9,64	11,06	0,0059	1,14	0,40	1,42
370	9,62	11,01	0,0057	1,11	0,39	1,39
360	10,03	10,81	0,0284	1,67	0,80	0,78
350	9,98	10,59	0,0229	1,36	0,71	0,61
340	9,48	10,44	0,0116	1,32	0,54	0,96
330	9,28	10,38	0,0059	1,03	0,40	1,10
320	8,99	10,01	0,0428	2,31	1,01	1,02
310	8,65	9,47	0,0600	2,47	1,17	0,82
300	7,48	8,75	0,0555	2,95	1,15	1,27
290	6,14	6,92	0,2431	4,81	2,31	0,78
280	6,10	7,47	0,0139	1,68	0,60	1,37
270	5,99	7,51	0,0019	0,79	0,24	1,52
260	5,96	7,43	0,0056	1,22	0,40	1,47
250	5,97	7,39	0,0046	1,07	0,36	1,42

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
240	5,94	7,37	0,0028	0,86	0,28	1,43
230	5,82	7,31	0,0055	1,05	0,39	1,49
220	5,74	7,29	0,0023	0,75	0,25	1,55
210	5,69	7,28	0,0020	0,70	0,24	1,59
200	5,71	7,25	0,0025	0,71	0,26	1,54
190	5,90	7,22	0,0032	0,76	0,29	1,32
180	5,66	7,20	0,0023	0,67	0,25	1,54
170	5,69	7,17	0,0027	0,71	0,27	1,48
160	5,68	7,15	0,0023	0,66	0,25	1,47
150	5,65	7,14	0,0014	0,53	0,19	1,49
140	5,72	7,13	0,0006	0,38	0,13	1,41
130	6,03	7,12	0,0016	0,48	0,20	1,09
120	6,03	7,06	0,0064	0,84	0,39	1,03
110	6,04	6,96	0,0109	1,02	0,49	0,92
100	5,98	6,62	0,0486	1,88	1,01	0,64
90	5,68	6,51	0,0039	0,73	0,31	0,83
80	5,61	6,45	0,0052	0,83	0,36	0,84
70	5,73	6,38	0,0073	0,92	0,42	0,65
60	5,53	6,33	0,0049	0,79	0,35	0,80
50	5,46	6,30	0,0033	0,71	0,29	0,84
40	5,40	6,26	0,0042	0,75	0,32	0,86
30	5,36	6,20	0,0053	0,81	0,36	0,84
20	5,31	6,14	0,0063	0,89	0,39	0,83
10	5,28	6,06	0,0087	0,98	0,45	0,78
0	5,23	5,78	0,0429	1,72	0,95	0,55

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 6-11. Resultados modelación Cauce 5 – Situación con Proyecto

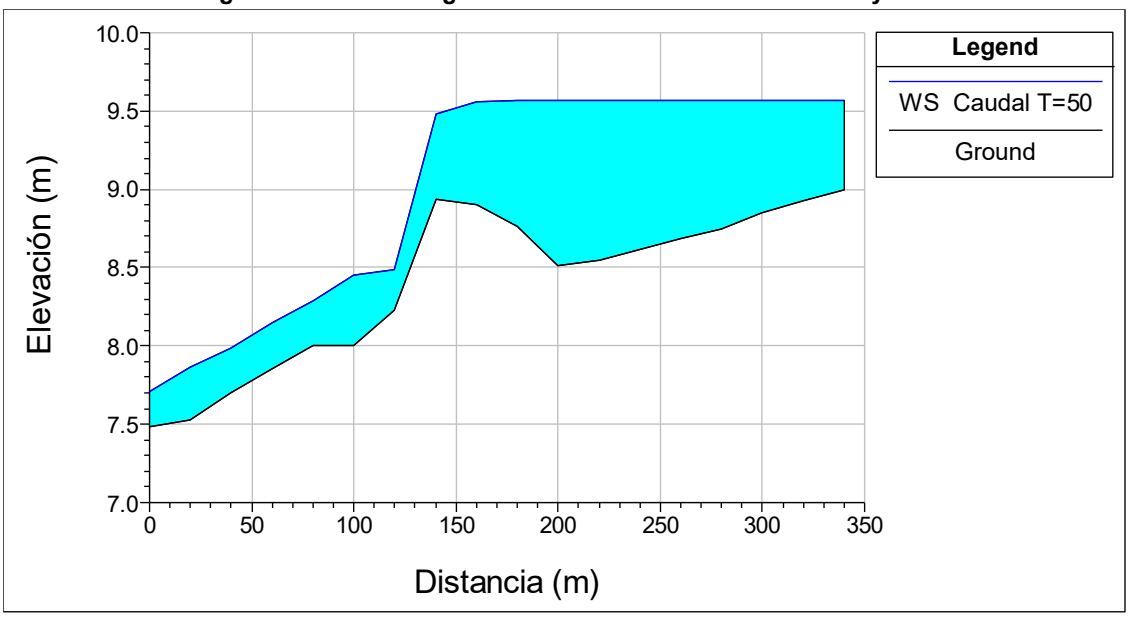
Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
290	28,18	29,39	0,0001	0,09	0,03	1,21
280	28,26	29,39	0,0001	0,10	0,04	1,13
270	28,77	29,39	0,0017	0,25	0,14	0,62
260	28,84	29,37	0,0021	0,27	0,16	0,53
250	28,70	29,35	0,0015	0,25	0,14	0,65
240	28,72	29,32	0,0045	0,36	0,23	0,60

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
230	28,70	29,28	0,0040	0,32	0,21	0,58
220	28,68	29,25	0,0026	0,28	0,17	0,57
210	28,67	29,22	0,0040	0,33	0,21	0,55
200	28,68	29,16	0,0065	0,43	0,27	0,48
190	28,70	29,10	0,0074	0,36	0,27	0,40
180	28,67	28,86	0,1066	1,00	0,96	0,19
170	28,56	28,78	0,0035	0,24	0,19	0,22
160	28,24	28,77	0,0008	0,19	0,10	0,53
150	27,95	28,76	0,0002	0,12	0,06	0,81
140	27,78	28,76	0,0001	0,10	0,04	0,98
130	28,00	28,76	0,0004	0,14	0,07	0,76
120	27,99	28,75	0,0005	0,18	0,08	0,76
110	28,13	28,74	0,0022	0,28	0,16	0,61
100	28,28	28,68	0,0192	0,55	0,44	0,40
90	28,22	28,53	0,0127	0,39	0,34	0,31
80	28,08	28,27	0,0683	0,65	0,73	0,19
70	27,98	28,26	0,0008	0,14	0,10	0,28
60	27,93	28,25	0,0006	0,13	0,08	0,32
50	27,85	28,24	0,0009	0,16	0,10	0,39
40	27,53	28,24	0,0003	0,12	0,07	0,71
30	27,35	28,24	0,0001	0,07	0,04	0,89
20	27,67	28,23	0,0012	0,19	0,12	0,56
10	28,00	28,19	0,0182	0,55	0,43	0,19

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

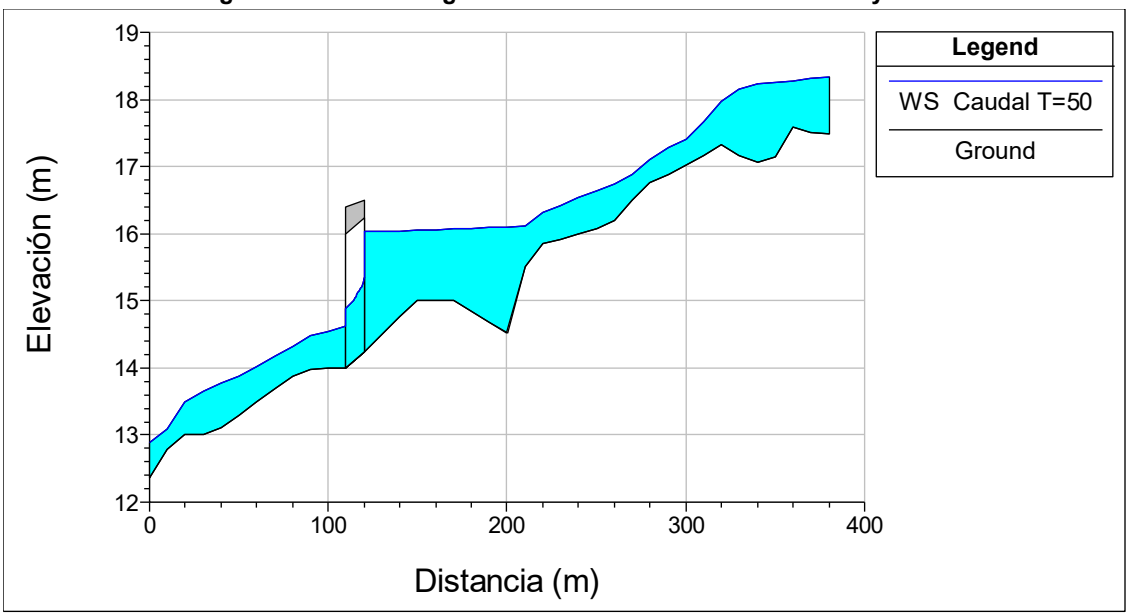
Considerando lo anterior, de la Figura 6-21 a la Figura 6-24 se muestra el eje hidráulico de las modelaciones de cada cauce, para 50 años de periodo de retorno.

Figura 6-21. Perfil longitudinal Cauce 1 – Situación con Proyecto



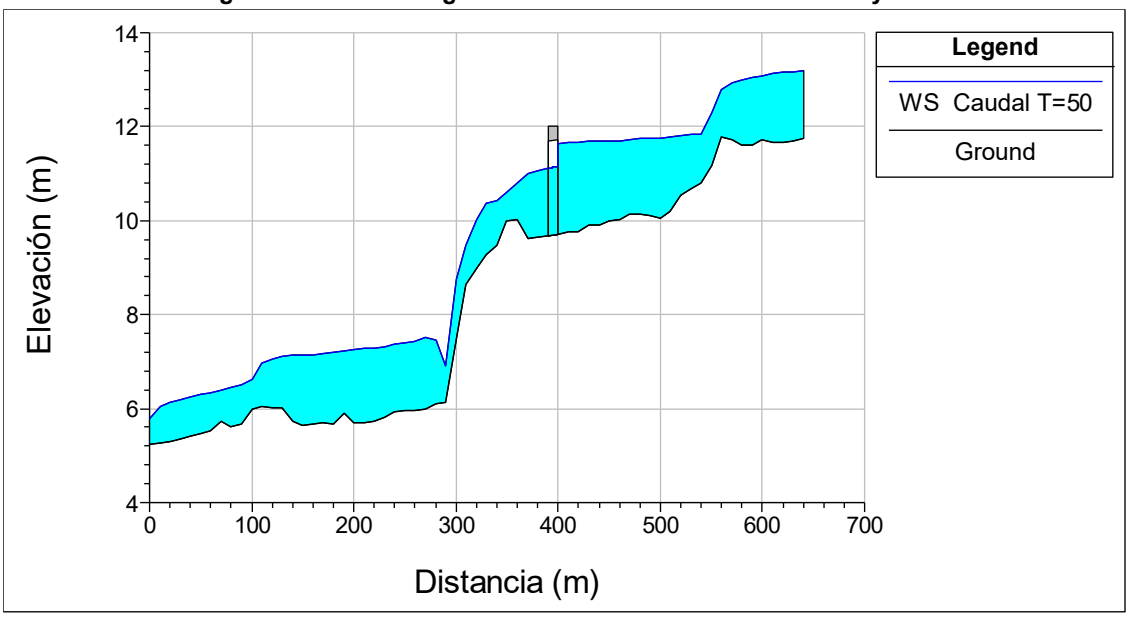
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 6-22. Perfil longitudinal Cauce 2 – Situación con Proyecto



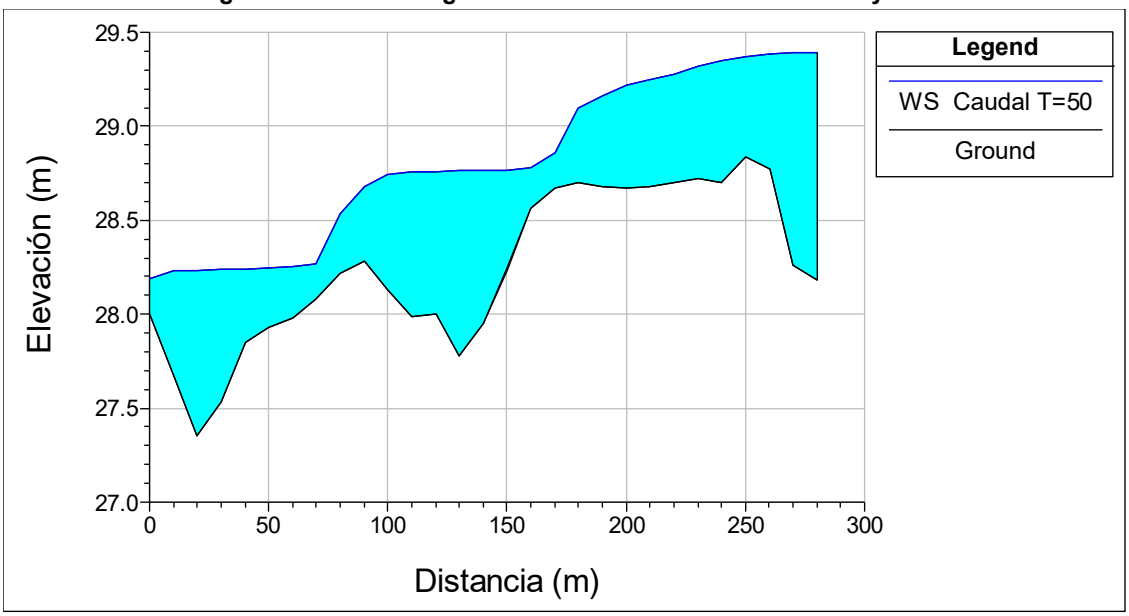
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 6-23. Perfil longitudinal Cauce 3 – Situación con Proyecto



Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 6-24. Perfil longitudinal Cauce 5 – Situación con Proyecto



Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

En base a los resultados de la modelación hidráulica se tiene lo siguiente:

- Comparando los escenarios sin y son Proyecto de los cauces modelados, se aprecia que las máximas variaciones de altura de aguas obtenidas son del orden de 10 cm. Esto se observa en el Cauce 3, donde la altura de aguas disminuye hasta un máximo de 0,09 m.
- Las pequeñas variaciones en las alturas de aguas, sumado a los perfiles longitudinales observados y a las áreas de inundación permiten inferir que las obras logran contener con éxito la crecida con periodo de retorno T=50 años.
- Las áreas potencialmente inundables se mantienen relativamente sin cambios en la situación con Proyecto.
- Las estructuras están proyectadas en zonas alejadas de asentamientos poblacionales, y las áreas de inundación resultantes siguen su geografía actual aún en situación con proyecto, por lo que se puede concluir que las obras no generan riesgos adicionales para la población

7. FORMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

- Obtención de la RCA favorable para el Proyecto.
- Resolución de aprobación del Permiso Ambiental Sectorial Mixto 156 por la Dirección General de Aguas (DGA).
- Plan de seguimiento de calidad de aguas en fase de construcción.

8. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO PASM 156

- Obtención de la RCA favorable para el Proyecto.
- Resolución de aprobación del Permiso Ambiental Sectorial Mixto 156 por la Dirección General de Aguas (DGA).

APÉNDICE 4.7.1

MODELACIÓN HIDRÁULICA SIN PROYECTO

FOCO AMBIENTAL
Consultoría Medioambiental

APÉNDICE 4.7.2

MODELACIÓN HIDRÁULICA CON PROYECTO

FOCO AMBIENTAL
Consultoría Medioambiental

APÉNDICE 4.7.3

MEMORIA DE CALCULO HIDRÁULICO

FOCO AMBIENTAL
Consultoría Medioambiental

APÉNDICE 4.7.4

CARTOGRAFÍA DIGITAL PASM 156

FOCO AMBIENTAL
Consultoría Medioambiental