DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias - Coiquén

Decreto Exento N°257/2022

CAPÍTULO 3/ ANEXO 3.8

Permiso Ambiental Sectorial 156

2026

CONTENIDOS

1. CONTEXTO DE APLICACIÓN DEL PAS 156 4

2. CONTENIDOS TÉCNICOS FORMALES 5

2.1 ART. 156 LETRA A): DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS 5

2.1.1 Identificación de cauces 5

2.1.2 Ubicación y descripción del sector en que se emplazará la obra 14

2.1.3 Descripción de las características generales del cauce 15

2.2 ART. 156 LETRA B): DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y SUS FASES 23

2.2.1 Descripción de las obras 23

2.2.2 Descripción fase de construcción 29

2.2.3 Descripción fase de operación 34

2.2.4 Descripción fase de cierre 34

2.3 ART. 156 LETRA C): ESTIMACIÓN DE LOS PLAZOS Y PERIODOS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS 35

2.4 ART. 156 LETRA D): MEDIDAS TENDIENTES A MINIMIZAR LOS EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS, AGUAS ABAJO DEL LUGAR DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS 37

2.5 ART. 156 LETRA E) PLAN DE SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN 38

3. APÉNDICES DIGITALES 43

APÉNDICE 1 – SIG 43

TABLAS

Tabla 2-1: Denominación de cauces e identificación de cuencas, subcuencas y subsubcuencas de las obras en tramitación. 13
Tabla 2-2: Coordenadas de la ubicación de los atraviesos y torre del Proyecto que presentan PAS 156. Datum WGS84, Huso 18S. 15
Tabla 2-3: Relación de atraviesos y caminos que aplican PAS 156. 24
Tabla 2-4: Atraviesos tipo alcantarilla de cajón de hormigón armado. 24
Tabla 2-5: Atraviesos con badén de escurrimiento permanente. 26
Tabla 2-6: Atraviesos con badén de escurrimiento impermanente. 27
Tabla 2-7: Carta Gantt con estimación de plazos de construcción de cada alcantarilla tipo cajón. 35
Tabla 2-8: Carta Gantt con estimación de plazos de construcción de los badenes con escurrimiento permanente. 36
Tabla 2-9: Carta Gantt con estimación de plazos de construcción de los badenes con escurrimiento impermanente. 36
Tabla 2-10: Carta Gantt con estimación de plazos de construcción de las fundaciones de la torre NE-21. 37
Tabla 2-11: Coordenadas de los puntos de monitoreo de calidad de las aguas. Coordenadas en Datum WGS84, Huso 18S. 40
Tabla 2-12: Parámetros de monitoreo estipulados por la Norma Chilena N°1.333. 41

FIGURAS

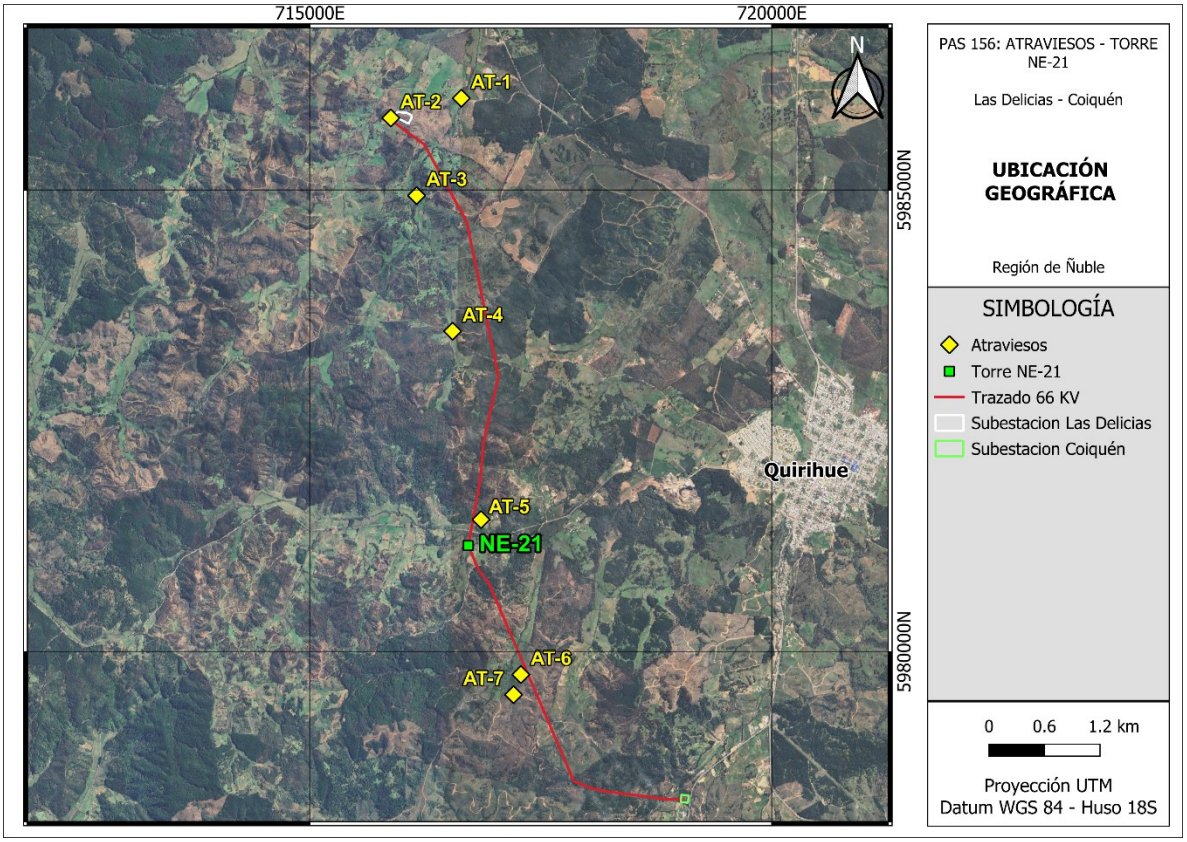
FIGURA 1-1: UBICACIÓN DE LOS ATRAVIESOS Y TORRE EN TRAMITACIÓN. 4
FIGURA 2-1: IDENTIFICACIÓN DE CUENCAS, SUBCUENCAS Y SUBSUBCUENCAS BNA. 6
FIGURA 2-2: IDENTIFICACIÓN DE CAUCES SEGÚN CARTA IGM ESCALA 1:50.000. 7
FIGURA 2-3: IDENTIFICACIÓN DE CAUCES SEGÚN RED HÍDRICA IDE. 8
FIGURA 2-4: RED HÍDRICA LOCAL DEL PROYECTO. PARTE 1/3. 9
FIGURA 2-5: RED HÍDRICA LOCAL DEL PROYECTO. PARTE 2/3. 10
FIGURA 2-6: RED HÍDRICA LOCAL DEL PROYECTO. PARTE 3/3 11
FIGURA 2-7: DETALLE DE LA UBICACIÓN DE LAS OBRAS RESPECTO A LA RED HÍDRICA LOCAL. PARTE 1/2. 12
FIGURA 2-8: DETALLE DE LA UBICACIÓN DE LAS OBRAS RESPECTO A LA RED HÍDRICA LOCAL. PARTE 2/2. 13
FIGURA 2-9: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO Y DE LAS OBRAS EN TRAMITACIÓN 14
FIGURA 2-10: FOTOGRAFÍAS DEL CAUCE C.1 Y ESTRUCTURAS EN LA ZONA DEL AT-1. (A) VISTA AÉREA DEL CAMINO Y CAUCE C1. (B) ORTOFOTO DEL BADÉN Y PUENTE. (C) LECHO DEL CAUCE EN LA ZONA DEL BADÉN. (D) VISTA AÉREA DESDE AGUAS ABAJO. (E) ESTADO ACTUAL DEL BADÉN INFERIOR. (F) VISTA AÉREA DESDE AGUAS ABAJO. PUENTE DEL TRAMO SUPERIOR. 16
FIGURA 2-11: FOTOGRAFÍAS DEL CAUCE C.1 EN LA ZONA DEL AT-3. (A) VISTA GENERAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL. (B) LECHO DEL CAUCE C.1 EN LA ZONA DEL AT-3. (C) DETALLE AMPLIADO DEL CAUCE EN LA ZONA DEL AT-3. 17
FIGURA 2-12: FOTOGRAFÍAS DEL CAUCE C.1.2.12 EN LA ZONA DEL AT-2. (A) VISIÓN AÉREA DEL CAUCE C.1.2.12 HACIA AGUAS ARRIBA DEL AT-2. (B) DETALLE AMPLIADO DEL SECTOR DONDE SE PROYECTA EL AT-2. 18
FIGURA 2-13: FOTOGRAFÍAS DEL CAUCE C.1.1.7 EN LA ZONA DEL AT-4. (A) VISTA GENERAL DEL CAUCE C.1.1.7 Y CAMINO EXISTENTE. (B) IMAGEN AMPLIADA DEL AT-4. (C) VISTA DESDE AGUAS ABAJO DEL AT-4. 19
FIGURA 2-14: FOTOGRAFÍAS DEL CAUCE C.3.1.15 EN LA ZONA DEL AT-5. (A) VISTA AÉREA DEL CAUCE C.3.1.15 JUSTO AGUAS ARRIBA DEL ATRAVIESO. (B) VISTA AÉREA DEL CAUCE C.3.1.15 JUSTO AGUAS ABAJO DEL ATRAVIESO. 20
FIGURA 2-15: FOTOGRAFÍAS DEL CAUCE C.3.2.36 EN LA ZONA DEL AT-6. (A) REGISTRO AÉREO AGUAS ARRIBA DEL CAUCE C.3.2.36. (B) TRANSICIÓN DE ALTA PENDIENTE A UN VALLE DE MENOR PENDIENTE. (C) IMAGEN CON AUMENTO A LA ZONA DEL AT-6. 21
FIGURA 2-16_ FOTOGRAFÍAS DE LOS CAUCES C.3.2.12 Y C.3.2.39 EN LA ZONA DEL AT-7. (A) IMAGEN PANORÁMICA DE LOS CAUCES C.3.2.39 Y C.3.2.12. (B) IMAGEN AUMENTADA DEL CRUCE CON CAMINO EXISTENTE DONDE SE PROYECTA EL AT-7. 22
FIGURA 2-17: FOTOGRAFÍAS DEL ESTERO RECREO (C3) Y CAUCE C.3.1.16 EN LA ZONA DE LA TORRE NE-21. (A) VISIÓN GENERAL DEL ESTERO RECREO Y CAUCE C.3.1.16. (B) CAUCE C.3.1.16 A LA ALTURA DE LA TORRE. (C) VISTA DE CRUCE DEL CAUCE C.3.1.16 CON EL CAMINO EXISTENTE. 23
FIGURA 2-18: OBRA TIPO ALCANTARILLA MC – V4 DE CAJÓN DOBLE DE HORMIGÓN ARMADO. 25
FIGURA 2-19: OBRA TIPO DE BADÉN CON ESCURRIMIENTO PERMANENTE. 26
FIGURA 2-20: OBRA TIPO DE BADÉN CON ESCURRIMIENTO IMPERMANENTE. 27
FIGURA 2-22: A) DISPOSICIÓN DE FUNDACIONES EN PLANTA. B) PERFIL TRANSVERSAL DE FUNDACIONES. 28
FIGURA 2-21: ESQUEMA TIPO DE TORRE NE-21. FUENTE: COMTEC 29
FIGURA 2-23: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO DEL AT-1 A AT-4. 39
FIGURA 2-24: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO DEL AT-5 A AT-7 Y TORRE NE-21 40

1. CONTEXTO DE APLICACIÓN DEL PAS 156

En el contexto del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén" (en adelante, el "Proyecto"), se requiere la tramitación del Permiso Ambiental Sectorial establecido en el artículo 156 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA – PAS 156) - "Permiso para efectuar modificaciones de cauce", para la construcción de ocho obras emplazadas sobre quebradas naturales, según los resultados presentados en el Anexo 3.10: Análisis de Aplicabilidad PAS 155/156/157 del presente documento.

A continuación, se presentan los contenidos técnicos formales del PAS 156, conforme al Artículo 156 del RSEIA y a la guía "Permiso para Efectuar Modificaciones de Cauce" (SEA, 2015), específicamente para las obras correspondientes a siete atraviesos viales (AT-1 a AT-7) y la Torre NE-21, cuyas ubicaciones se presentan en la Figura 1-1. Estos contenidos permiten asegurar que no se afecte la vida ni la salud de los habitantes, mediante la no contaminación de las aguas (requisito de otorgamiento).

Figura 1-1: Ubicación de los atraviesos y torre en tramitación.



2. CONTENIDOS TÉCNICOS FORMALES

En la presente sección se exhiben los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento del Permiso Ambiental Sectorial, de acuerdo con lo siguiente:

- Descripción del lugar de emplazamiento de la obra.
- Descripción de la obra y sus fases.
- Estimación de plazos y periodos de construcción de las obras.
- Medidas tendientes a minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, aguas abajo del lugar de construcción de las obras.
- Plan de seguimiento de la calidad de las aguas durante la fase de construcción.

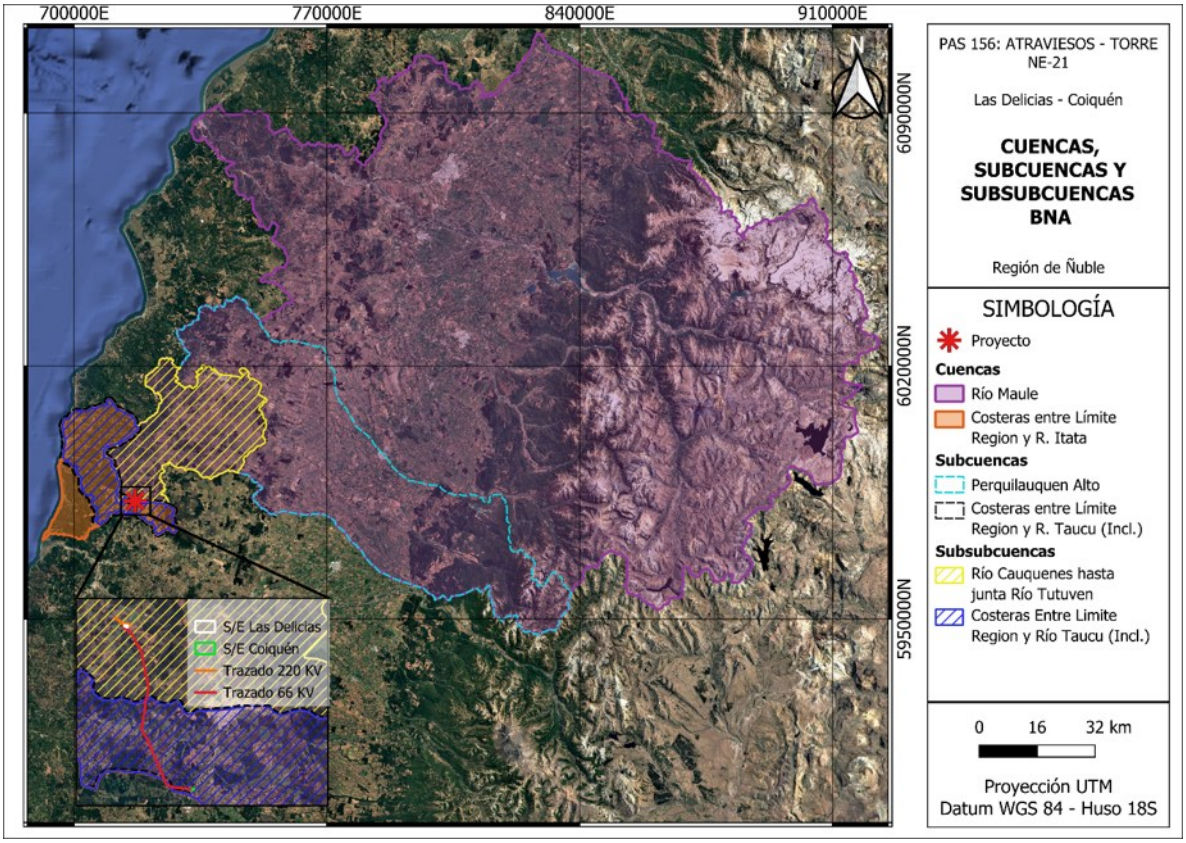
2.1 ART. 156 LETRA A): DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS

2.1.1 Identificación de cauces

Las obras del Proyecto se emplazan en región de Ñuble y se localizan, de acuerdo con la delimitación del Banco Nacional de Aguas (BNA), en las cuencas "Río Maule" y "Costeras entre Límite Región y R. Itata. Específicamente, en la cuenca "Río Maule", el Proyecto se ubica en la subcuenca "Perquilauquen Alto" y subsubcuenca "Río Cauquenes". Por su parte, en la cuenca "Costeras entre Límite Región y R. Itata", la subcuenca y subsubcuenca corresponden a "Costeras entre Límite Región y R. Taucu", cuya delimitación, junto con la ubicación del Proyecto, se presenta en la

Figura 2-1.

Figura 2-1: Identificación de cuencas, subcuencas y subsubcuencas BNA.



La identificación de la red de drenaje con respecto al emplazamiento del Proyecto se realizó a partir de distintas fuentes de información, considerando la red hidrográfica de la cartografía IGM escala 1:50.000, la red hídrica del IDE, el Modelo de Elevación Digital (DEM) ALOS-PALSAR y el levantamiento topográfico del Proyecto.

En primer lugar, se revisaron las redes hídricas de la cartografía IGM y del IDE, presentadas en la

Figura 2-2 y

Figura 2-3, respectivamente. Se observa que la cartografía IGM presenta una mayor densidad de cauces, conteniendo la totalidad de los cursos de agua identificados en la red del IDE.

Figura 2-2: Identificación de cauces según carta IGM escala 1:50.000.

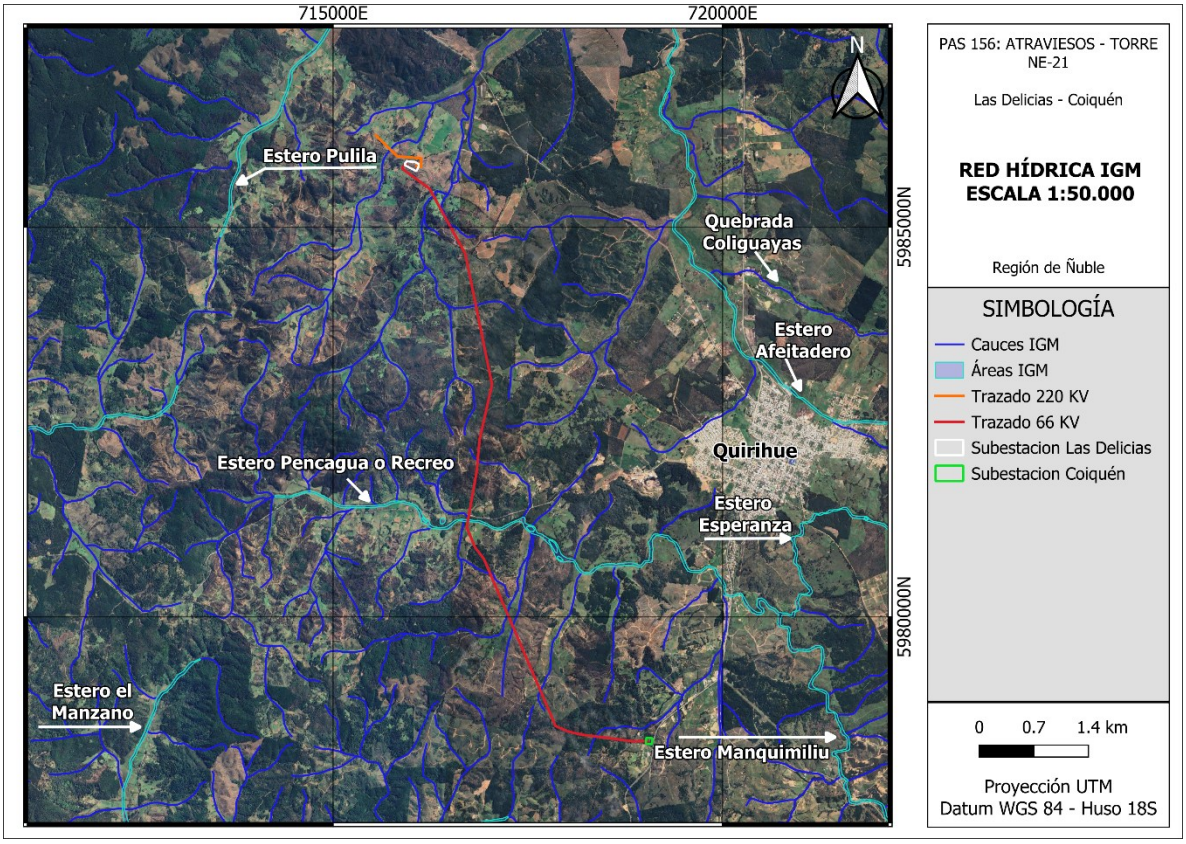
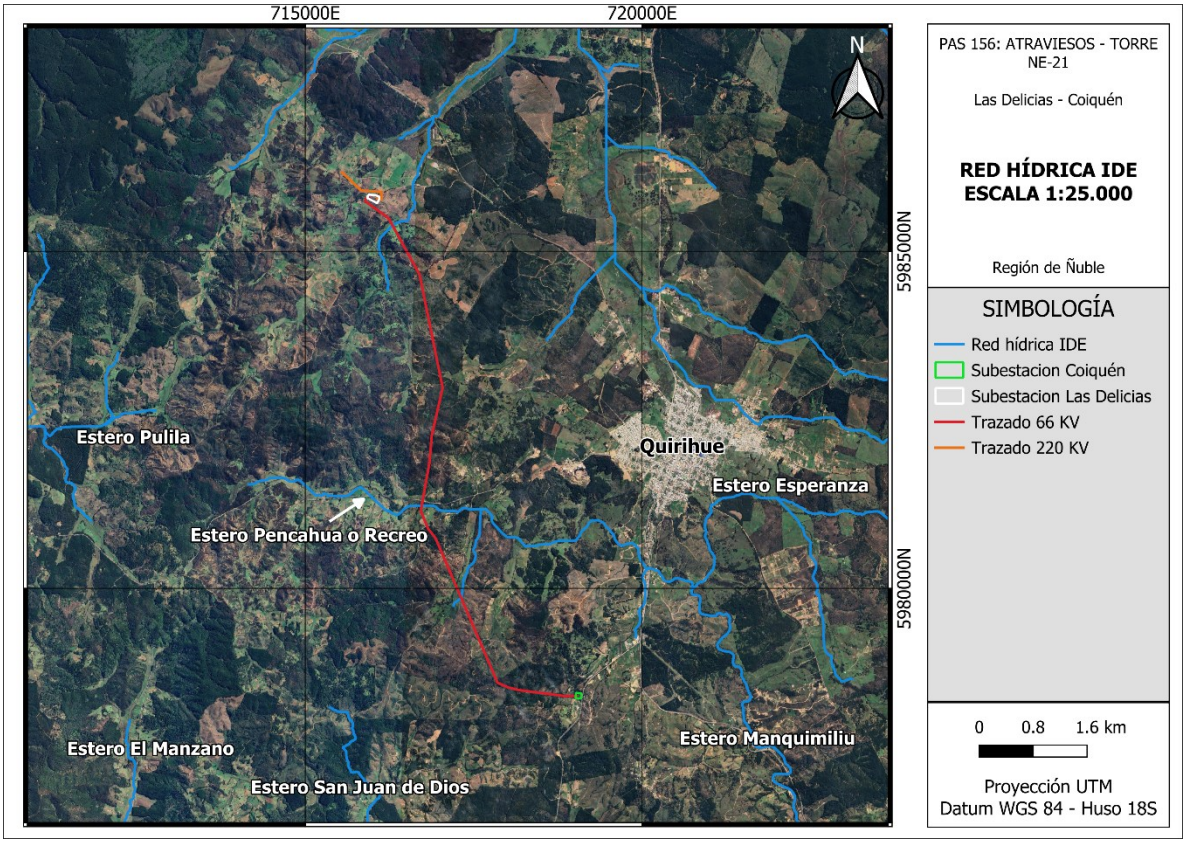


Figura 2-3: Identificación de cauces según red hídrica IDE.



Con el propósito de complementar estas fuentes de información y precisar la identificación de los cauces, se utilizó el DEM ALOS-PALSAR, considerando un umbral mínimo de 0,1 km^2 de superficie aportante para generar la red hídrica. Esta información se contrastó con la cartografía IGM y se complementó con el levantamiento topográfico del Proyecto, permitiendo incorporar aquellos cauces no representados en las fuentes anteriores. Como resultado, se obtuvo una red hídrica de mayor detalle, que integra las distintas fuentes de información y contiene la totalidad de los cauces identificados en la cartografía IGM.

Adicionalmente, debido a la gran cantidad de cauces sin nombre, se adoptó una nomenclatura jerárquica basada en el orden de Hack. Este sistema asigna un número ***i*** al cauce principal, ***j*** a sus tributarios directos y ***k*** a los tributarios de estos, permitiendo identificar cada cauce según su tributo al drenaje principal de la quebrada (***Qi,j,k***). A partir de esta clasificación, se asignó un identificador a cada cauce, compuesto por la cuenca a la que pertenece, su orden jerárquico y su numeración correspondiente.

En la Figura 2-4, Figura 2-5 y Figura 2-6 se presenta la red hídrica local obtenida, junto con las cuencas delimitadas y la identificación de los cauces mediante la nomenclatura adoptada, en concordancia con la utilizada en la caracterización hidrológica del Proyecto. Asimismo, en las Figura 2-7 y

Figura 2-8 se presentan en detalle las obras en tramitación junto con los respectivos cauces a modificar.

Figura 2-4: Red hídrica local del Proyecto. Parte 1/3.

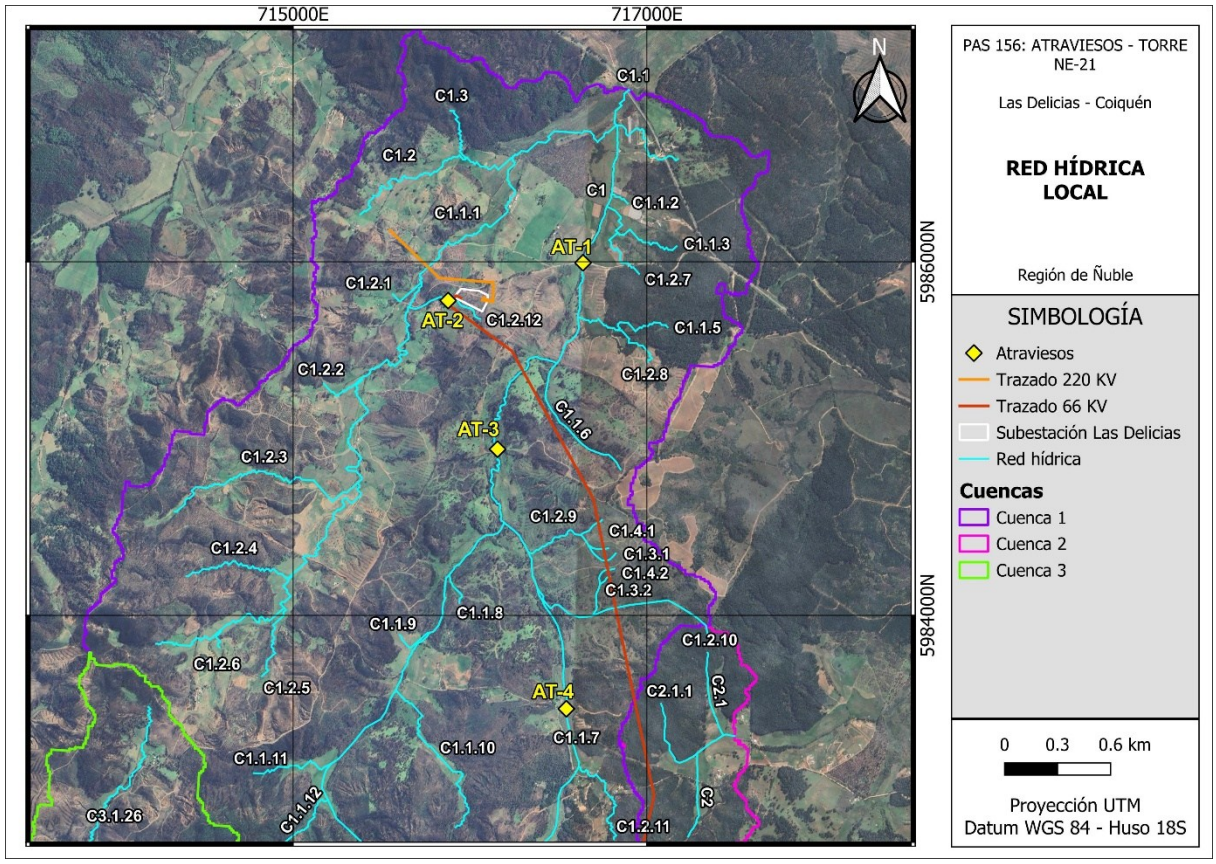


Figura 2-5: Red hídrica local del Proyecto. Parte 2/3.

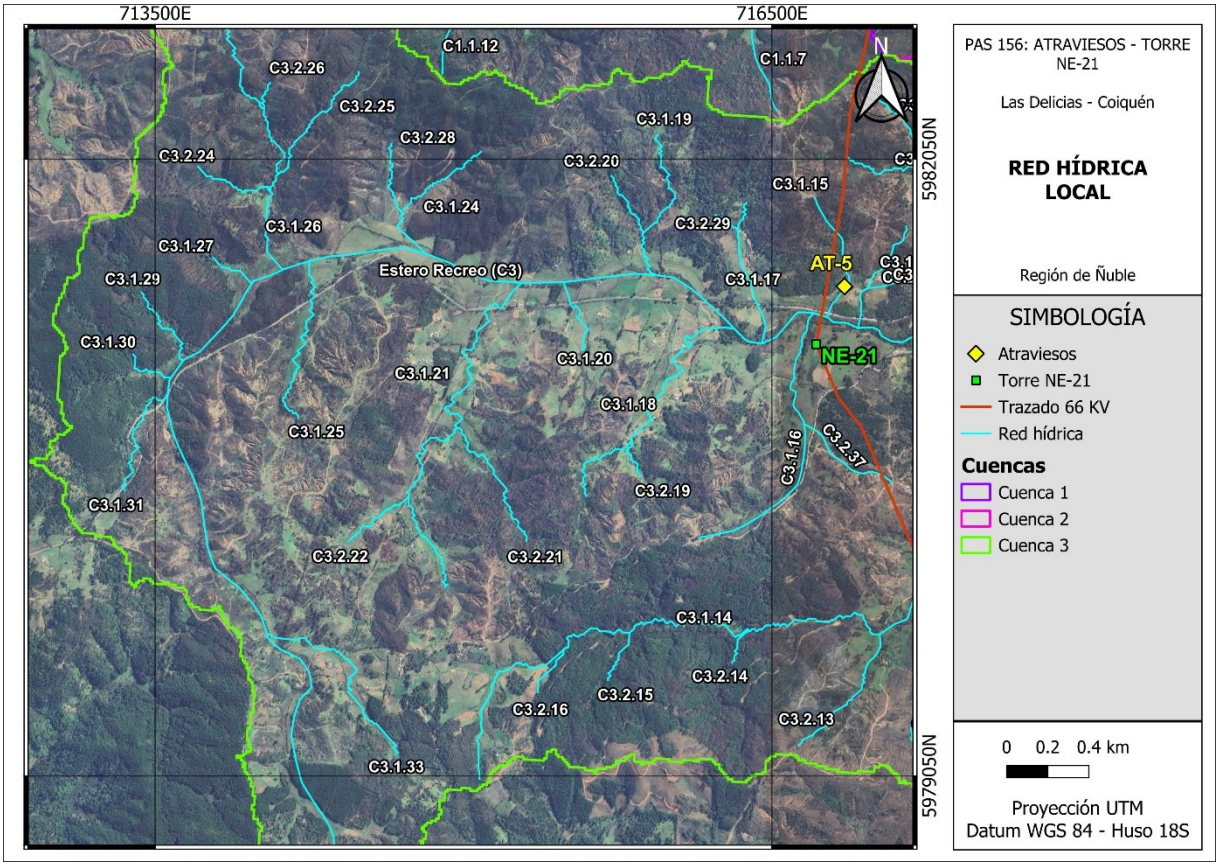
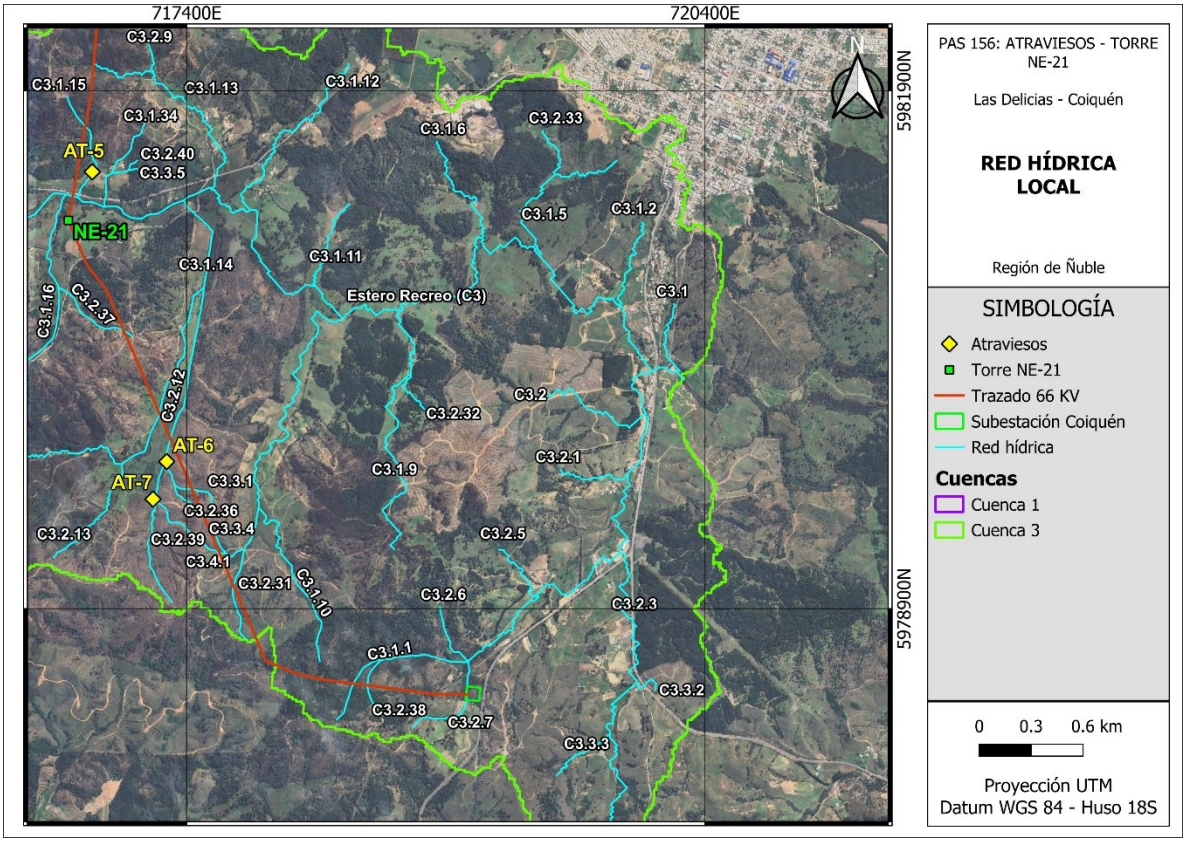


Figura 2-6: Red hídrica local del Proyecto. Parte 3/3



.

Por último y a modo de resumen, la Tabla 2-1 identifica las quebradas que interactúan con siete (7) caminos y la Torre NE-21 del Proyecto, especificando la nomenclatura adoptada para cada cauce, su nombre y la cuenca, subcuenca y subsubcuenca a la que pertenece. En el Apéndice 1 – SIG/Identificación de Cauces se encuentran los archivos tipo *shapefiles* de las redes hídricas utilizadas para la identificación de cauces.

Figura 2-7: Detalle de la ubicación de las obras respecto a la red hídrica local. Parte 1/2.

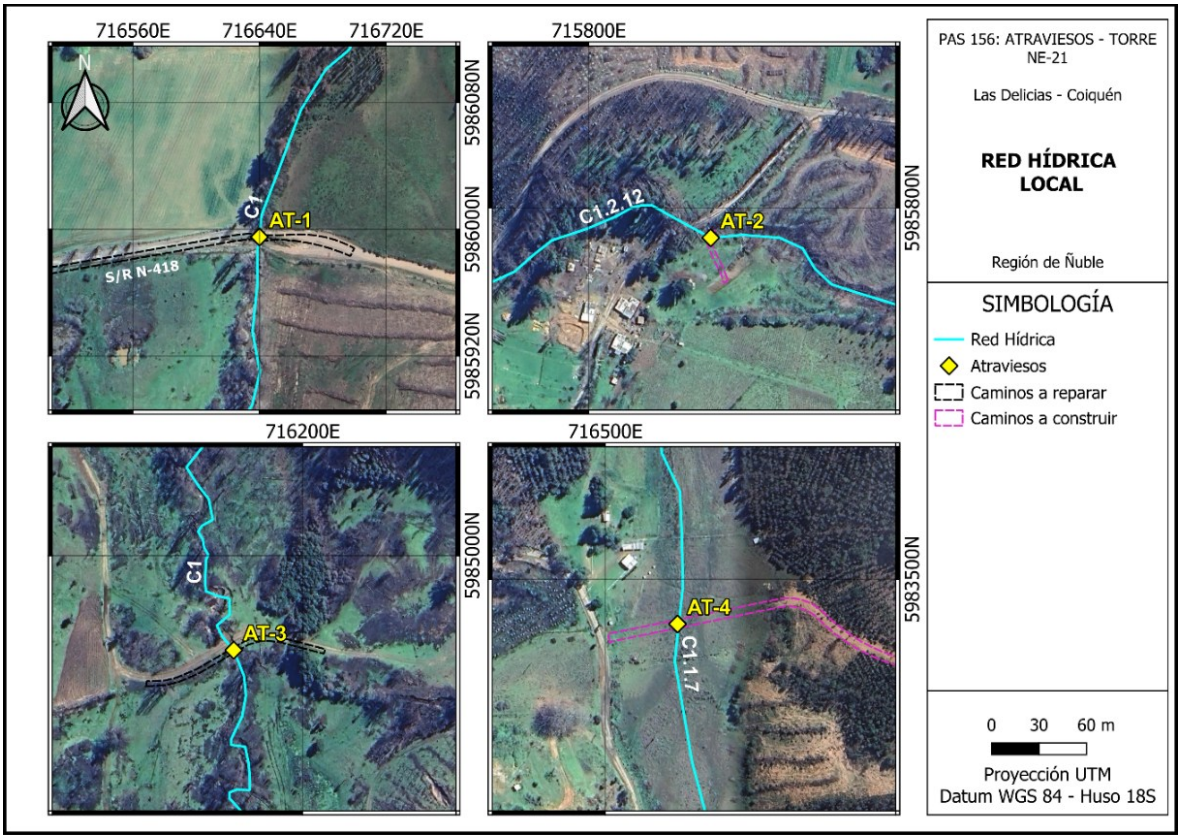


Figura 2-8: Detalle de la ubicación de las obras respecto a la red hídrica local. Parte 2/2.

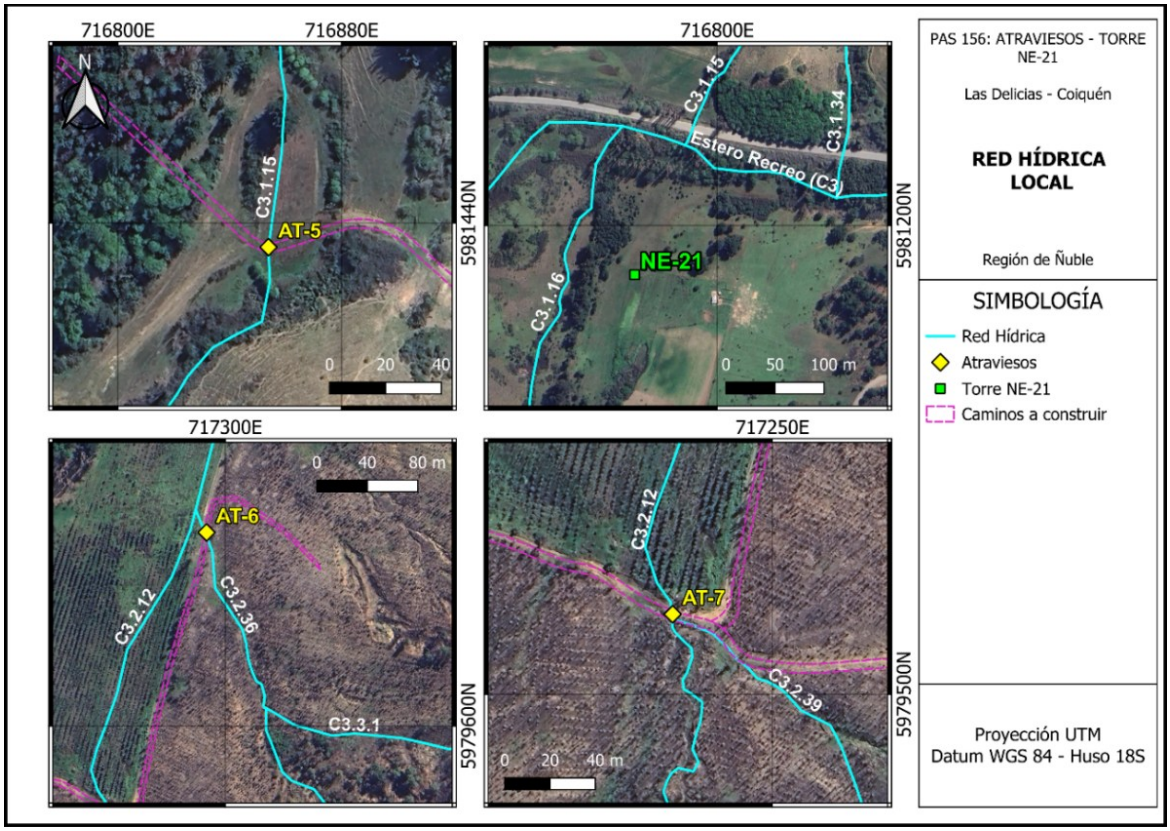


Tabla 2-1: Denominación de cauces e identificación de cuencas, subcuencas y subsubcuencas de las obras en tramitación.

Nombre	ID Caracterización Hidrológica	Nombre	Tipo de escurrimiento	Cuenca BNA	Subcuenca BNA	Subsubcuenca BNA
AT-1	C1	Quebrada Sin Nombre (IGM)	Permanente	Río Maule	Perquilauquen Alto	Río Cauquenes hasta junta Río Tutuven
AT-2	C1.2.12	Quebrada Sin Nombre	Intermitente			
AT-3	C1	Quebrada Sin Nombre (IGM)	Permanente			
AT-4	C1.1.7	Quebrada Sin Nombre (IGM)	Intermitente			
AT-5	C3.1.15	Quebrada Sin Nombre	Intermitente	Costeras entre Límite Región y R. Itata	Costeras entre Límite Región y R. Taucu (Incl.)	Costeras entre Límite Región y Río Taucu (Incl.)
AT-6	C3.2.36	Quebrada Sin Nombre	Intermitente			
AT-7	C3.2.12	Quebrada Sin Nombre (IGM)	Permanente			
	C3.2.39	Quebrada Sin Nombre	Intermitente			

Nombre	ID Caracterización Hidrológica	Nombre	Tipo de escurrimiento	Cuenca BNA	Subcuenca BNA	Subsubcuenca BNA
Torre NE-21	C.3.1.16	Quebrada Sin Nombre (IGM)	Permanente			

2.1.2 Ubicación y descripción del sector en que se emplazará la obra

En la Figura 2-9 se presenta la ubicación geográfica del Proyecto, el cual se ubica en la comuna de Quirihue, provincia de Itata, Región de Ñuble. Las coordenadas de las obras en tramitación se detallan en la Tabla 2-2. Adicionalmente, en el Apéndice 1 – SIG/Proyecto se adjuntan los archivos digitales con la ubicación georreferenciada de las obras.

Figura 2-9: Ubicación geográfica del Proyecto y de las obras en tramitación

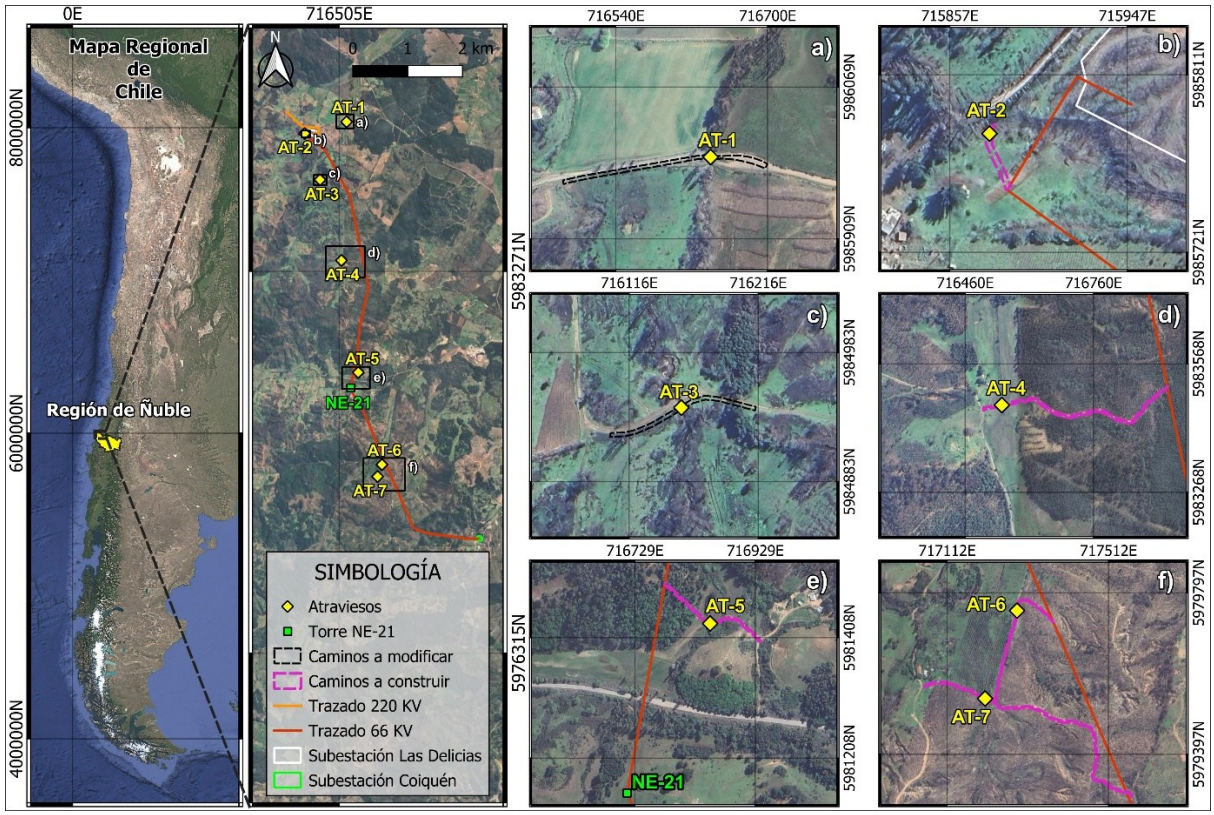


Tabla 2-2: Coordenadas de la ubicación de los atraviesos y torre del Proyecto que presentan PAS 156. Datum WGS84, Huso 18S.

Nombre	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)
AT-1	716.640	5.985.995
AT-2	715.877	5.985.781
AT-3	716.156	5.984.940
AT-4	716.546	5.983.472
AT-5	716.854	5.981.431
AT-6	717.285	5.979.753
AT-7	717.206	5.979.535
Torre NE-21	716.716	5.981.150

2.1.3 Descripción de las características generales del cauce

A continuación, se presenta la caracterización de cada cauce en la zona donde se proyectan los atraviesos y torre, considerando para el análisis imágenes satelitales, fotografías y observaciones recogidas en terreno.

2.1.3.1 Cauce C1, asociado a los atraviesos AT-1 y AT-3.

El cauce identificado como C1 corresponde a un curso de agua sin nombre, de régimen pluvial y escurrimiento permanente, que intercepta los atraviesos AT-3 y AT-1, separados entre sí por una distancia aproximada de 1,2 km. El atraviesos AT-1 se encuentra aguas abajo del AT-3, en el cruce con el camino S/R N-418 (ver Figura 2-11a**,** Figura 2-10b y Figura 2-10). En términos generales, la caja principal del cauce presenta un pendiente longitudinal promedio del 6%, lecho mayoritariamente de tierra y presencia de vegetación media y alta en su caja y riberas. Asimismo, el ancho de la caja principal varía según el sector, registrándose aproximadamente 4 m en AT-3 y 7 m en la zona del AT-1. Durante la visita a terreno se observó un caudal bajo, concentrado en la caja principal. Ante eventos de crecidas extremas, dado el desnivel del terreno y las dimensiones de la caja principal, se espera el desarrollo de amplias planicies de inundación en relación con la caja principal del cauce.

En particular, en el sector del AT-1 se identifica un camino de dos vías que presenta un badén de ripio con escurrimiento permanente y un puente (Figura 2-10e y Figura 2-10f). El puente no presenta pilas y está constituido por vigas, estribos y una plataforma de madera, con una luz de aproximadamente 10 m y un gálibo vertical de 1,8 m respecto al nivel del lecho. Por su parte, en el sector del proyectado AT-3, las fotografías aéreas obtenidas durante la inspección en terreno permiten observar la interrupción del camino

en el cruce con la caja del cauce, encontrándose actualmente inhabilitado para el tránsito vehicular (ver Figura 2-11c).

Figura 2-10: Fotografías del cauce C1 y estructuras en la zona del AT-1. (a) Vista aérea del camino y cauce C1. (b) Ortofoto del badén y puente. (c) Lecho del cauce en la zona del badén. (d) Vista aérea desde aguas abajo. (e) Estado actual del badén inferior. (f) Vista aérea desde aguas abajo. Puente del tramo superior.

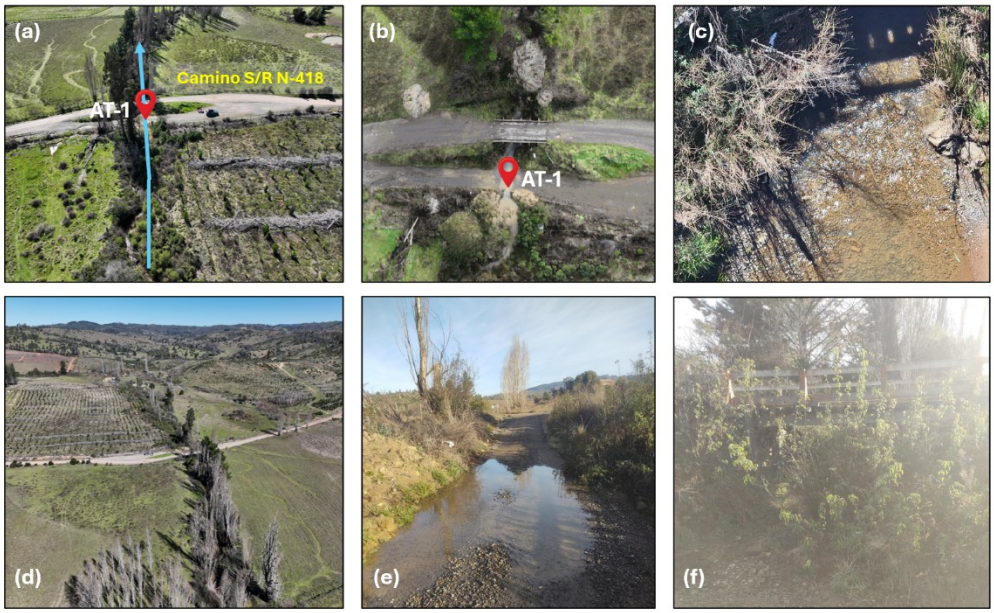
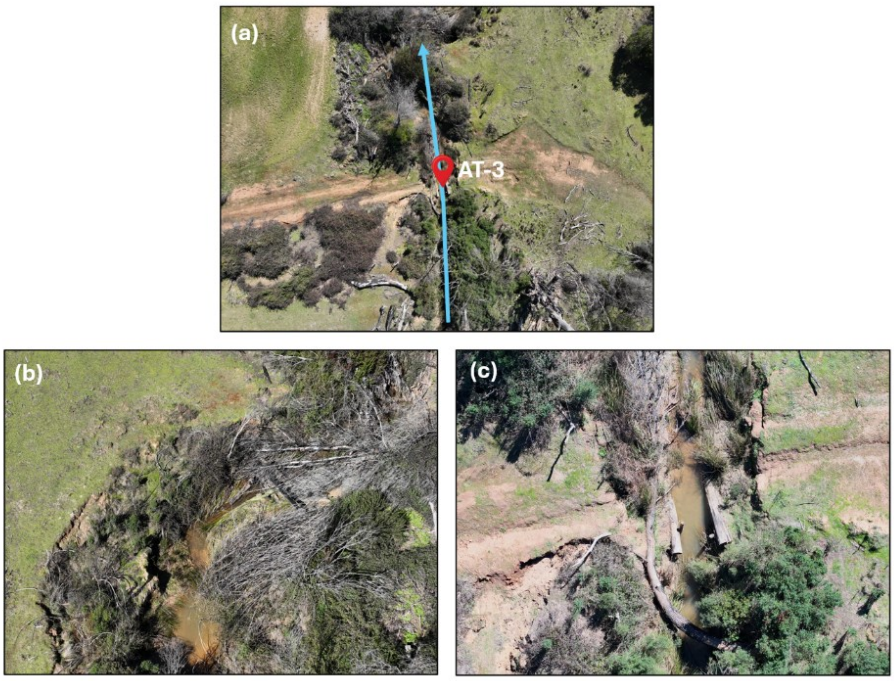


Figura 2-11: Fotografías del cauce C1 en la zona del AT-3. (a) Vista general de la situación actual. (b) Lecho del cauce C1 en la zona del AT-3. (c) Detalle ampliado del cauce en la zona del AT-3.

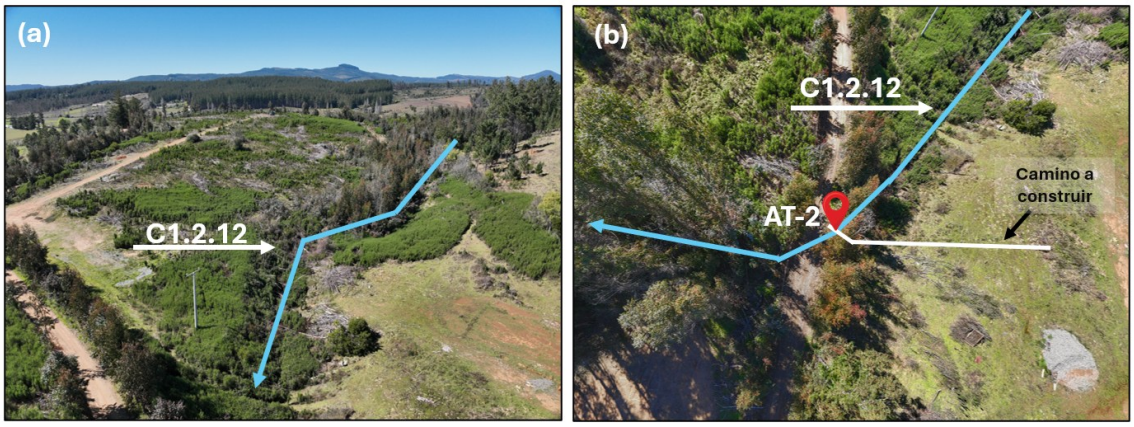


2.1.3.2 Cauce C1.2.12, asociado al atravieso AT-2

El cauce identificado como C1.2.12 corresponde a un curso de agua de régimen pluvial y escurrimiento intermitente. Como se observa en la Figura 2-12a, presenta un trazado sinuoso y abundante vegetación tanto en su caja principal como en sus riberas. En el sector del AT-2, la caja principal alcanza un ancho aproximado de 6 m.

En su condición actual, el estero es atravesado por un camino de tierra existente que actuaría como badén, al cual se conectará el camino a construir (ver Figura 2-12b).

Figura 2-12: Fotografías del cauce C1.2.12 en la zona del AT-2. (a) Visión aérea del cauce C1.2.12 hacia aguas arriba del AT-2. (b) Detalle ampliado del sector donde se proyecta el AT-2.



2.1.3.3 Cauce C1.1.7, asociado al atravieso AT-4

El cauce asociado al AT-4, identificado como C.1.1.7, corresponde a una quebrada de escurrimiento intermitente, según la cartografía IGM, cuya cuenca presenta un régimen pluvial. Aguas arriba del atravieso, la caja principal se encuentra poco definida, mientras que aguas abajo, en el sector de las viviendas, se observa un canal que concentra el escurrimiento. Como se aprecia en las fotografías de la Figura 2-13, en la zona de interés predomina la vegetación baja y se observan terrenos relativamente planos a ambos lados del cauce, lo que podría favorecer la formación de áreas de inundación de mayor extensión durante eventos de crecida.

En cuanto a las obras existentes en las cercanías, se identifica un camino de tierra ubicado aproximadamente 125 m aguas arriba del atravieso proyectado, el cual conecta con una vía no pavimentada que se desarrolla paralela al cauce. En el camino que cruza el cauce, se observa una tubería que permite el paso del flujo proveniente de una canalización existente aguas arriba (Figura 2-13a).

Figura 2-13: Fotografías del cauce C1.1.7 en la zona del AT-4. (a) Vista general del cauce C1.1.7 y camino existente. (b) Imagen ampliada del AT-4. (c) Vista desde aguas abajo del AT-4.



2.1.3.4 Cauce C3.1.15 asociado al atravieso AT-5

La quebrada C3.1.15, asociada al atravieso AT-5, presenta escurrimiento de carácter intermitente, con una pendiente media del 28%. Como se observa en la

Figura 2-14a, aguas arriba del camino proyectado predomina la vegetación alta, caracterizada por la presencia de árboles y arbustos, mientras que en el sector del atravieso y aguas abajo la vegetación disminuye considerablemente, dando paso principalmente a pastizales (

Figura 2-14b).

Figura 2-14: Fotografías del cauce C3.1.15 en la zona del AT-5. (a) Vista aérea del cauce C3.1.15 justo aguas arriba del atravieso. (b) Vista aérea del cauce C3.1.15 justo aguas abajo del atravieso.

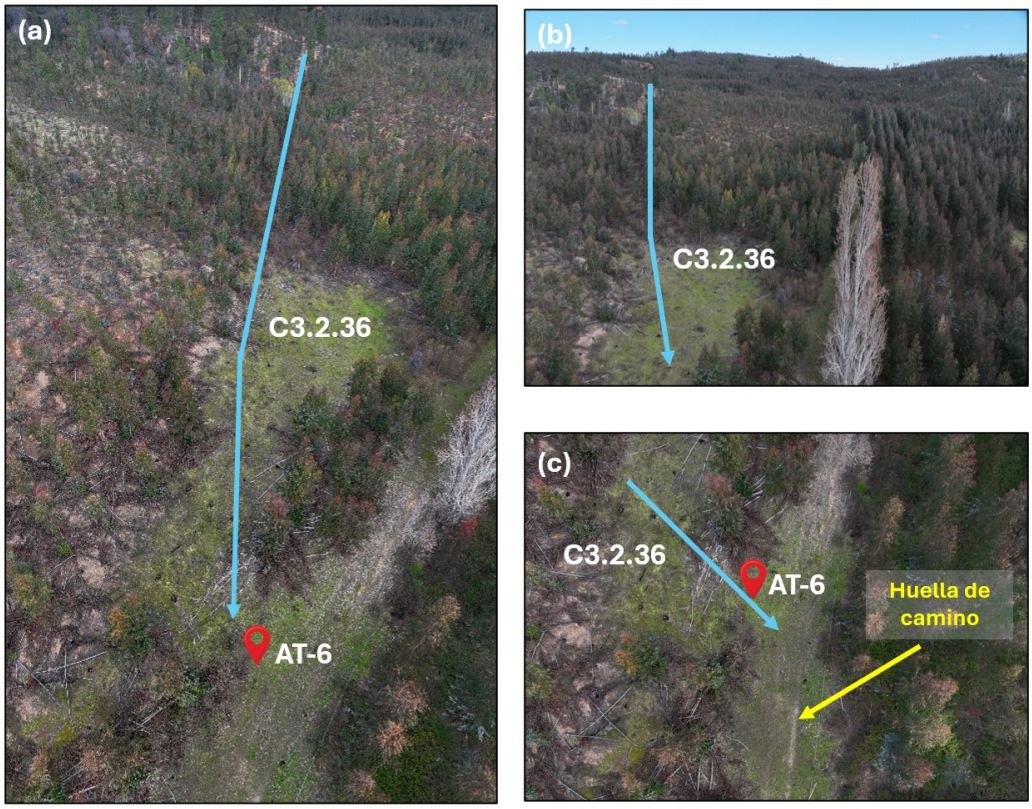


2.1.3.5 Cauce C3.2.36 asociado al atravieso AT-6

En el sector del AT-6, el cauce identificado como C3.2.36 corresponde a un curso de agua de régimen intermitente. A partir de los registros obtenidos en terreno, en la

Figura 2-15a se aprecia una transición en la cobertura vegetal, la cual pasa de vegetación alta aguas arriba a predominar la vegetación baja en las proximidades de la obra. Asimismo, durante la visita a terreno se constató que, en el sector donde se proyecta el atravieso, la quebrada presenta una transición hacia un valle de menor pendiente, condición que favorece la expansión lateral del flujo, pasando de un escurrimiento más encajonado a uno que ocupa una mayor extensión, con menores alturas de escurrimiento. Por otro lado, en el sector donde se proyecta el atravieso se identificó una huella de camino existente.

Figura 2-15: Fotografías del cauce C3.2.36 en la zona del AT-6. (a) Registro aéreo aguas arriba del cauce C3.2.36. (b) Transición de alta pendiente a un valle de menor pendiente. (c) Imagen con aumento a la zona del AT-6.



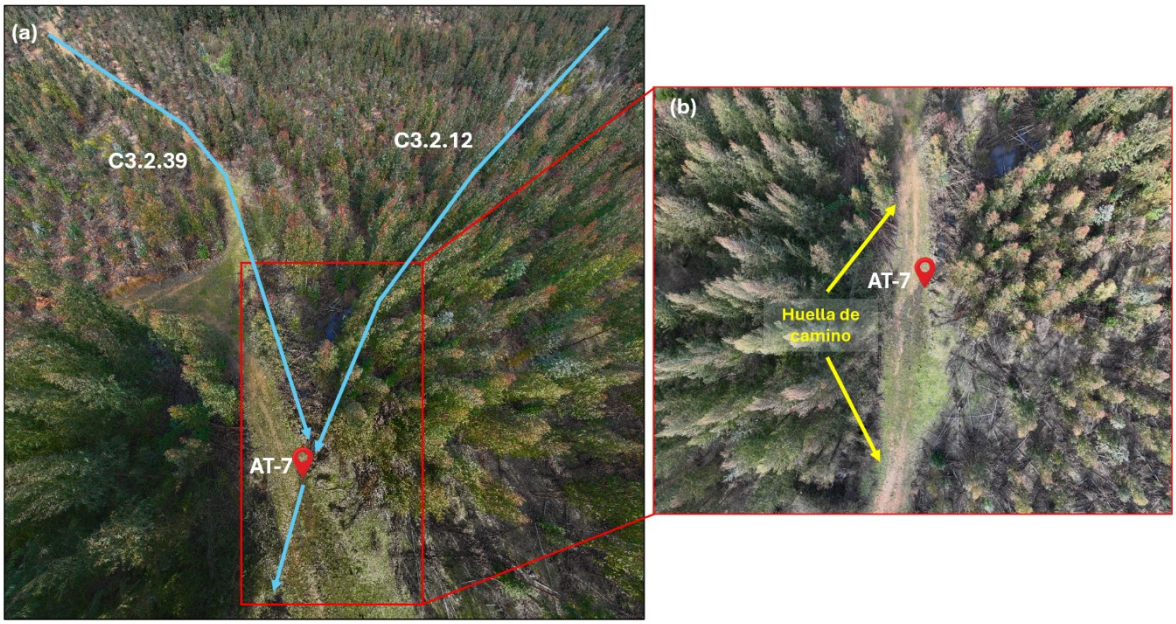
2.1.3.6 Cauces C3.2.12 y C.32.39, asociados al atravieso AT-7

El AT-7 se emplaza en la confluencia de los cauces C3.2.12 y C3.2.39 (

Figura 2-16a). La cartografía del IGM identifica el primer cauce como una quebrada permanente, sin asignarle un nombre. Por otro lado, el cauce C3.2.39 no se encuentra representado en dicha cartografía y, de acuerdo con lo constatado en terreno, corresponde a una quebrada intermitente.

En el sector donde se proyecta el atravieso, se observa una huella de camino, sin que se identificara una obra de atravieso existente durante la inspección en terreno. Aguas arriba y aguas abajo se observa abundante vegetación arbórea, mientras que en la huella del camino predomina la vegetación de menor tamaño.

Figura 2-16: Fotografías de los cauces C3.2.12 y C3.2.39 en la zona del AT-7. (a) Imagen panorámica de los cauces C3.2.39 y C3.2.12. (b) Imagen aumentada del cruce con camino existente donde se proyecta el AT-7.



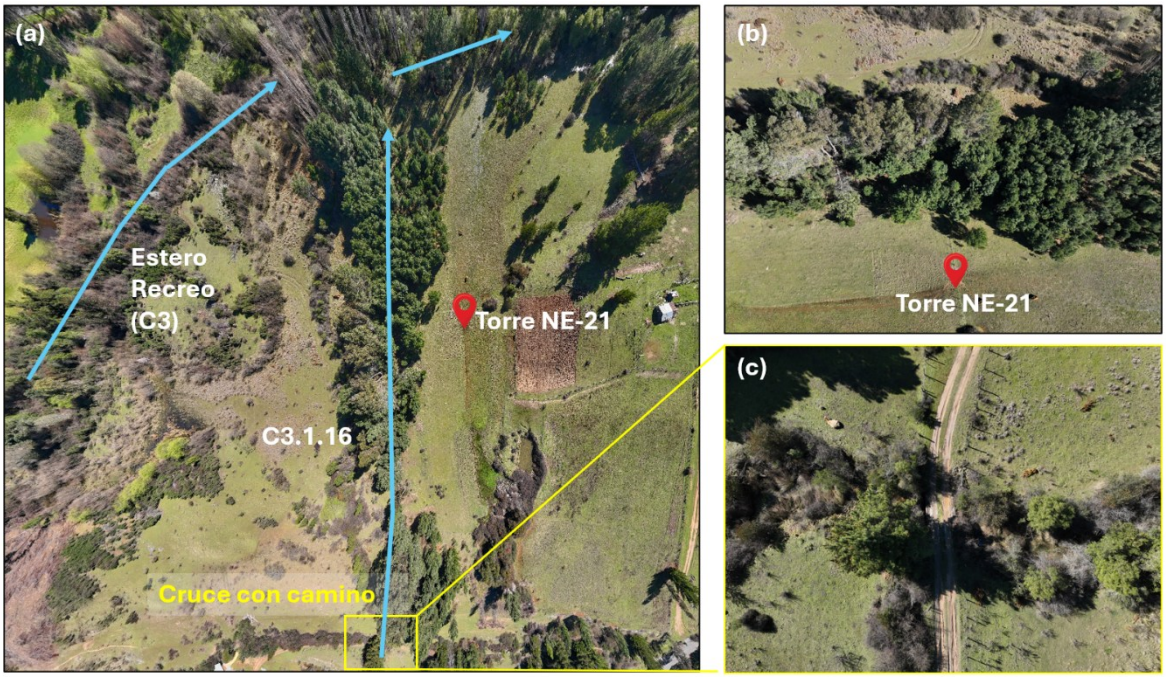
2.1.3.7 Cauce C3.1.16, asociado a la Torre NE-21

La torre NE-21 se emplaza sobre la quebrada IGM sin nombre (C.3.1.16), en las proximidades de su confluencia con el Estero Recreo (C.3). Esta quebrada presenta una pendiente promedio del 16 % y se encuentra catalogada como de escurrimiento permanente. En el sector de emplazamiento de la torre, la caja principal del cauce C.3.1.16 presenta un ancho promedio aproximado de 7 m, con abundante vegetación tanto en su eje como en sus riberas, la cual disminuye hacia sus planicies de inundación.

Aguas arriba del cauce C.3.1.16 se identifica un camino existente próximo a la torre NE-21 (ver

Figura 2-17c). Durante la inspección en terreno se observó una cobertura significativa de vegetación a ambos costados del camino que impidió corroborar la existencia de una tubería, lo que sugiere que, en caso de existir, su capacidad de conducción es reducida o nula.

Figura 2-17: Fotografías del Estero Recreo (C3) y cauce C3.1.16 en la zona de la Torre NE-21. (a) Visión general del Estero Recreo y cauce C3.1.16. (b) Cauce C3.1.16 a la altura de la torre. (c) Vista de cruce del cauce C3.1.16 con el camino existente.



2.2 ART. 156 LETRA B): DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y SUS FASES

2.2.1 Descripción de las obras

Las obras de modificación de cauce natural a las que se refiere el presente PAS 156 corresponden a un total de 8 obras de carácter permanente, distribuidas en 7 atraviesos viales y una torre.

Respecto a los atraviesos, estos se asocian a dos tipos de caminos: por un lado, los nuevos a construir y, por otro, los caminos existentes que serán reparados. Del total, 5 corresponden a caminos nuevos, cuyo objetivo es poder acceder a las torres del Proyecto, y 2 a caminos existentes (AT-1 y AT-3). El atravieso AT-1 corresponde al mejoramiento de un atravieso existente asociado al camino denominado "S/R N-418", identificado en el layout del Proyecto como "Camino existente a Subestación Las Delicias". Por su parte, el atravieso AT-3 corresponde a la construcción de una obra de atravieso asociada al camino interno denominado en el layout del Proyecto como "Camino existente de acceso a Torres E-3 a E-10", el cual actualmente no presenta continuidad en el sector de emplazamiento del atravieso. En la Tabla 2-3 se presenta la relación entre cada atravieso con los caminos asociados.

Por su parte, la torre NE-21 forma parte de la línea de tensión de 66 kV proyectada entre las subestaciones Las Delicias y Coiquén, la cual tiene como función sostener la línea de tensión y permitir el transporte de la energía eléctrica.

Tabla 2-3: Relación de atraviesos y caminos que aplican PAS 156.

Atravieso	Camino
AT-1	Camino existente a modificar S/R N-418 / Camino existente a Subestación Las Delicias
AT-2	Acceso nuevo a torre E-2
AT-3	Camino existente a modificar acceso a torres E-3 a E-10
AT-4	Acceso nuevo a torre E-12
AT-5	Acceso nuevo a torre E-20
AT-6	Acceso nuevo a torre E-27
AT-7	Acceso nuevo a torre E-29

2.2.1.1 Atraviesos tipo Alcantarilla – Cajón de Hormigón Armado

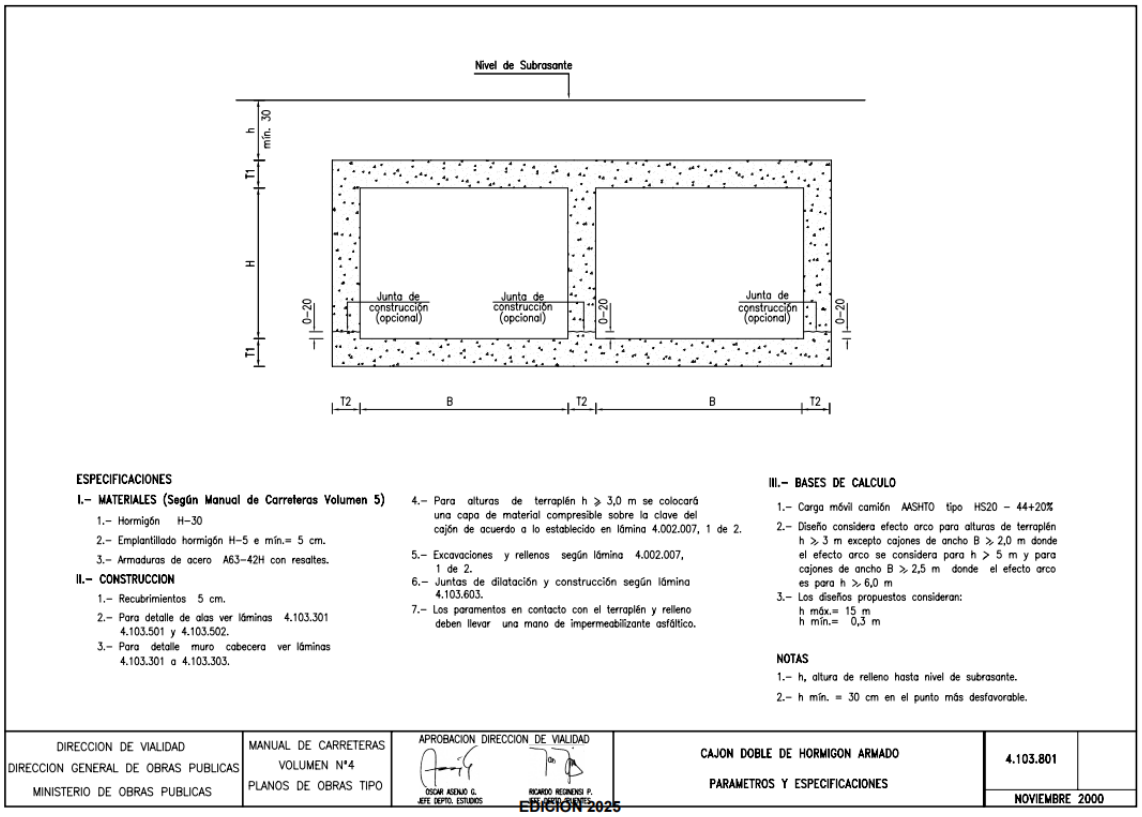
Las alcantarillas tipo cajón corresponden a obras de atravieso conformadas por estructuras prefabricadas de hormigón armado, dispuestas bajo la calzada para permitir la continuidad del escurrimiento. El proyecto contempla una obra de este tipo, correspondiente al atravieso AT-1, conformado por dos cajones dispuestos en paralelo, cuyas características y dimensiones se presentan en la Tabla 2-4.

Desde el punto de vista estructural, los cajones consideran hormigón armado grado G25, con armaduras de acero A630-420H, y se disponen sobre una cama de apoyo de material granular compactado. Sobre la estructura se contempla una capa de relleno estructural de espesor mínimo de 30 cm. Asimismo, en los extremos de entrada y salida se considera la construcción de muros de cabecera con alas de hormigón armado, junto con protecciones de mampostería de piedra para revestir el lecho y reducir los procesos erosivos. La configuración propuesta se basa en la obra tipo del Manual de Carreteras V4, la cual se presenta en la Figura 2-18.

Tabla 2-4: Atravieso tipo alcantarilla de cajón de hormigón armado.

Atravieso	Cauce asociado	Largo alcantarilla (m)	Cantidad	Alto (m)	Ancho (m)	Largo atravieso (m)	Ancho camino (m)	Materialidad
AT-1	C1	20	2	3	3	300	4	HA

Figura 2-18: Obra tipo alcantarilla MC – V4 de cajón doble de hormigón armado.



ESPECIFICACIONES

I.– MATERIALES (Según Manual de Carreteras Volumen 5)

1.– Hormigón H–30
2.– Emplantillado hormigón H–5 e mín.= 5 cm.
3.– Armaduras de acero A63–42H con resaltes.

II.– CONSTRUCCION

1.– Recubrimientos 5 cm.
2.– Para detalle de alas ver láminas 4.103.301 4.103.501 y 4.103.502.
3.– Para detalle muro cabecera ver láminas 4.103.301 a 4.103.303.
4.– Para alturas de terraplén h ⩾ 3,0 m se colocará una capa de material compresible sobre la clave del cajón de acuerdo a lo establecido en lámina 4.002.007, 1 de 2.
5.– Excavaciones y rellenos según lámina 4.002.007, 1 de 2.
6.– Juntas de dilatación y construcción según lámina 4.103.603.
7.– Los paramentos en contacto con el terraplén y relleno deben llevar una mano de impermeabilizante asfáltico.

III.– BASES DE CALCULO

1.– Carga móvil camión AASHTO tipo HS20 – 44+20%
2.– Diseño considera efecto arco para alturas de terraplén h ⩾ 3 m excepto cajones de ancho B ⩾ 2,0 m donde el efecto arco se considera para h > 5 m y para cajones de ancho B ⩾ 2,5 m donde el efecto arco es para h ⩾ 6,0 m
3.– Los diseños propuestos consideran:
h máx.= 15 m
h mín.= 0,3 m

NOTAS

1.– h, altura de relleno hasta nivel de subrasante.
2.– h mín. = 30 cm en el punto más desfavorable.

DIRECCION DE VIALIDAD DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	MANUAL DE CARRETERAS VOLUMEN N°4 PLANOS DE OBRAS TIPO	APROBACION DIRECCION DE VIALIDAD OSCAR ASENJO G. JEFE DEPTO. ESTUDIOS RICARDO REGINENSI P. DIRECTOR	CAJON DOBLE DE HORMIGON ARMADO PARAMETROS Y ESPECIFICACIONES	4.103.801 NOVIEMBRE 2000

EDICION 2025

2.2.1.2 Atravieso Tipo Badén con Escurrimiento Permanente

Los badenes con escurrimiento permanente corresponden a estructuras de atravieso vial dispuestas en sectores donde existe escurrimiento permanente, consistente en una calzada a baja altura que permite el paso superficial del agua durante eventos que superan su capacidad de conducción, complementada con tuberías de HDPE instaladas bajo la calzada para conducir el caudal en crecidas recurrentes. De esta forma, las tuberías permiten mantener la continuidad del escurrimiento bajo la vía, mientras que, ante aumentos de caudal que excedan su capacidad hidráulica, el flujo puede transitar superficialmente sobre la calzada, según las condiciones de diseño. Se contemplan dos obras de este tipo, correspondientes a los atraviesos AT-3 y AT-7, cuyas características y dimensiones se presentan en la Tabla 2-5.

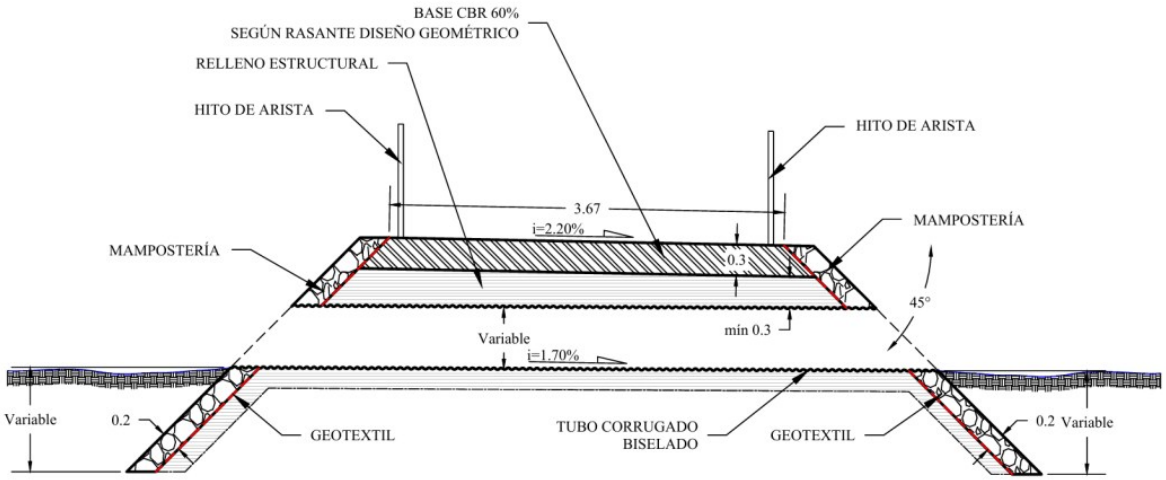
Estas obras consideran relleno estructural compactado alrededor de los ductos y una base granular de espesor mínimo de 30 cm, con CBR ≥ 60%. Asimismo, en los sectores de entrada y salida se contempla la construcción de muros de cabecera de mampostería de piedra y el revestimiento del lecho en dichos sectores, con el propósito de reducir los

procesos erosivos. Esta configuración permite compatibilizar el tránsito vehicular con el flujo hidráulico permanente. La disposición general de los elementos que conforman este tipo de obras se ilustra en la Figura 2-19.

Tabla 2-5: Atraviesos con badén de escurrimiento permanente.

Atravieso	Camino	Cauce asociado	Cantidad de tuberías	Largo tuberías (m)	Diámetro tuberías (m)	Materialidad tuberías	Largo atravieso (m)	Ancho camino (m)
AT-3	Camino existente a modificar acceso a torres E-3 a E-10	C1	2	14	2,5	HDPE	78	4
AT-7	Acceso nuevo a torre E-29	C3.2.12 y C3.2.39	1	32	1,0	HDPE	77	4

Figura 2-19: Obra tipo de Badén con Escurrimiento Permanente.



2.2.1.3 Atravieso Tipo Badén con Escurrimiento Impermanente

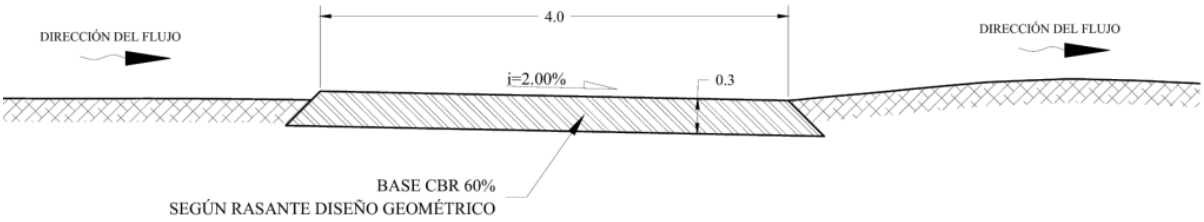
Los badenes con escurrimiento impermanente corresponden a estructuras de atravieso vial diseñadas para cauces con flujo ocasional, donde el agua escurre directamente sobre la superficie del camino sin la incorporación de tuberías. Se contempla la ejecución de esta obra en 4 caminos, los que se detallan en la Tabla 2-6.

Dada la intermitencia del escurrimiento, sumado a que se trata de caminos interiores sin un impacto significativo en el tránsito de terceros, la solución no considera el revestimiento de la calzada ni del lecho, proyectándose como una estructura de tierra. Un esquema tipo de la obra se presenta en la Figura 2-20.

Tabla 2-6: Atraviesos con badén de escurrimiento impermanente.

Atravieso	Camino	Cauce asociado	Largo atravieso (m)	Ancho atravieso (m)
AT-2	Acceso nuevo a torre E-2	C1.2.12	6	4
AT-4	Acceso nuevo a torre E-12	C1.1.7	53	4
AT-5	Acceso nuevo a torre E-20	C3.1.15	54	4
AT-6	Acceso nuevo a torre E-27	C3.2.36	77	4

Figura 2-20: Obra tipo de Badén con Escurrimiento Impermanente.



2.2.1.4 Torre NE-21

La torre corresponde a una estructura de tipo anclaje – remate (Figura 2-22) que se sustenta mediante una fundación denominada "Fundación Suelo Tipo 3 Normal", compuesta por cuatro fundaciones independientes de hormigón armado, dispuestas una para cada pata de la torre, tal como se observa en la Figura 2-21a. Geométricamente, cada fundación presenta una base cuadrada máxima de 2,20 × 2,20 m, sobre la cual se desarrolla un cuerpo de hormigón que disminuye su sección hacia la superficie. Asimismo, de acuerdo con el perfil transversal de la Figura 2-21b, la profundidad de cada fundación es de 3,30 m, de los cuales aproximadamente 20 cm sobresalen sobre el nivel de terreno natural, mientras que el resto permanece enterrado.

Las fundaciones constituyen los elementos de la torre que eventualmente podrían interactuar con el agua durante un evento de crecida. Considerando la ubicación de la estructura respecto del cauce, las bajas alturas de escurrimiento y velocidades esperadas, así como las dimensiones de las fundaciones, no se prevé, preliminarmente, la necesidad de implementar protecciones adicionales. Sin perjuicio de lo anterior, este aspecto se verificará durante la instancia sectorial correspondiente y, en caso de requerirse, se propondrá una protección local de fondo mediante mampostería de piedra.

Figura 2-21: a) Disposición de fundaciones en planta. b) Perfil transversal de fundaciones.

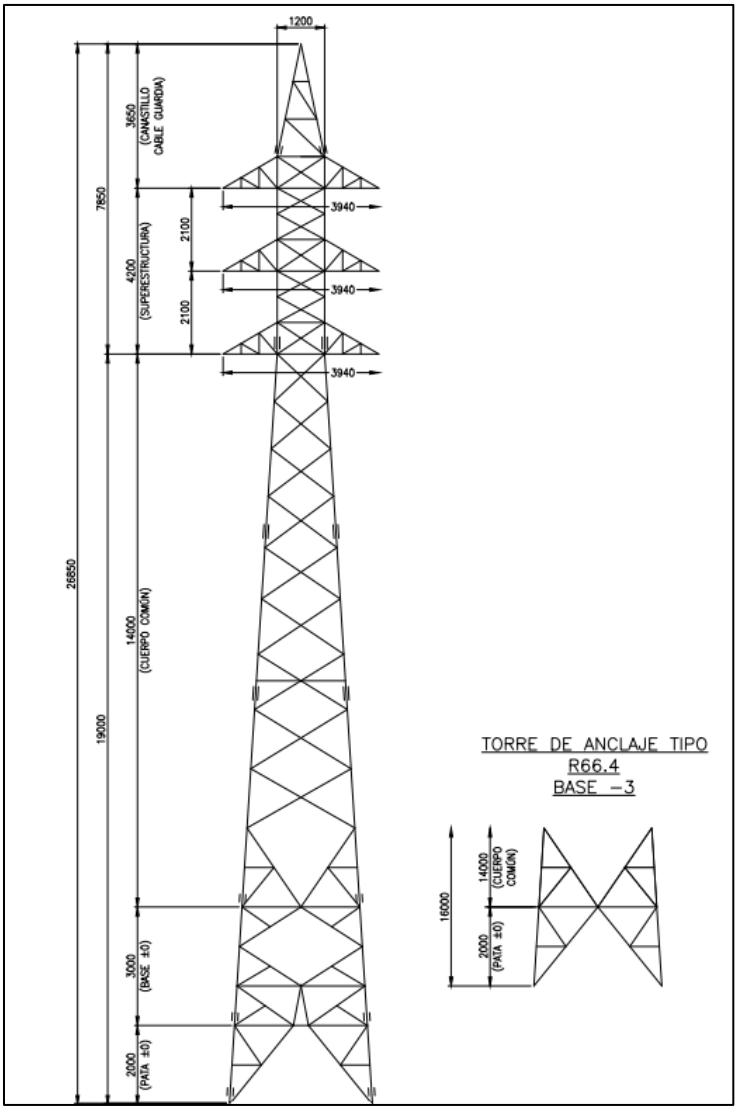
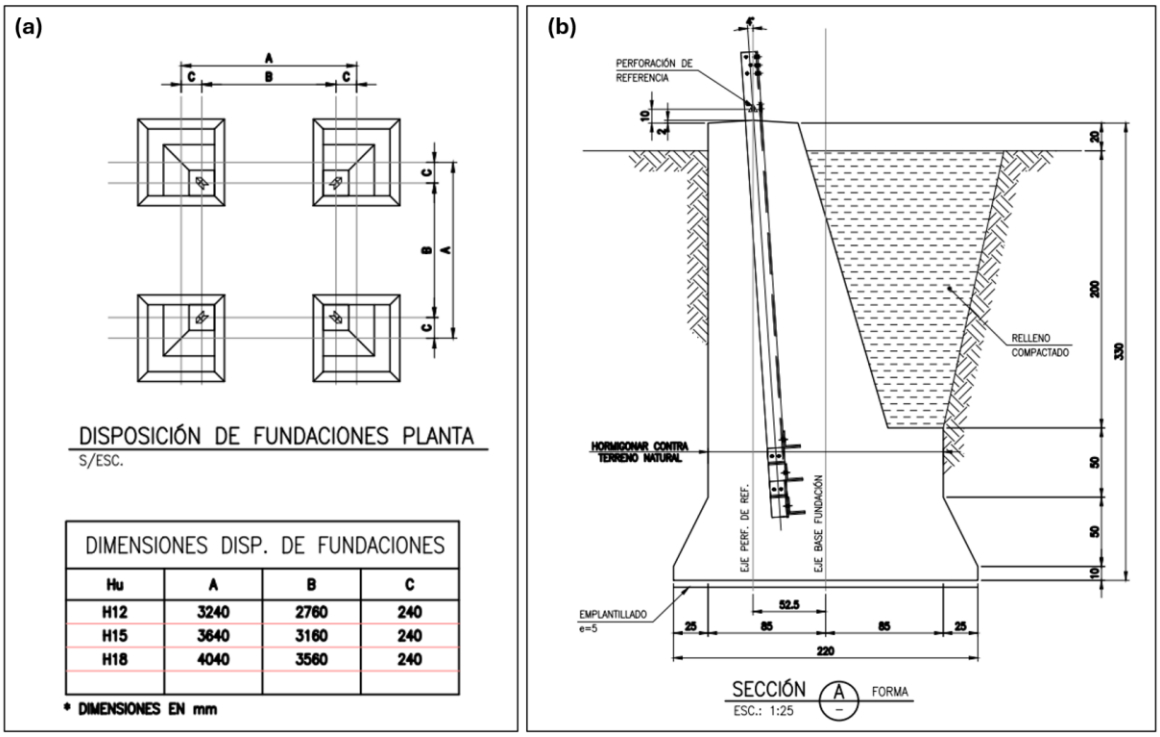


Figura 2-22: Esquema tipo de Torre NE-21. Fuente: COMTEC



Fuente: COMTEC.

2.2.2 Descripción fase de construcción

Las actividades de esta fase se desarrollarán de acuerdo con lo establecido en el Volumen N°5 del Manual de Carreteras, contemplando la secuencia constructiva que se detalla a continuación para cada tipo de obra. Para su ejecución se considera, en términos generales, el uso de la siguiente maquinaria y equipos: excavadora o retroexcavadora, grúa móvil, placa compactadora, camiones tolva, camión mixer, motoniveladora, rodillo compactador y equipo topográfico:

2.2.2.1 Alcantarillas tipo cajón de hormigón prefabricado

Despeje, limpieza y replanteo: Se ejecutará de acuerdo con la Sección 5.102 (Despeje y Limpieza de la Faja). Comprenderá el retiro de basuras, escombros y vegetación en el cauce, el escarpe del terreno y el replanteo topográfico de la obra conforme a los planos del proyecto.

Excavación: Conforme a la Sección 5.202 (Excavación para Drenajes, Puentes y Estructuras), se excavará la zanja siguiendo las cotas y alineaciones de diseño.

Manejo de aguas: Dado que el cauce presenta escurrimiento permanente, durante la ejecución de las obras se implementarán medidas de manejo y desvío de las aguas, mediante la instalación de ataguías y/o tuberías, según los requerimientos de la intervención, con el objeto de mantener seca la zona de trabajo y asegurar la continuidad del escurrimiento aguas abajo.

Sello de fundación, cama de apoyo y base de nivelación: Se nivelará y compactará el sello de fundación y se colocará una cama de apoyo de material granular conforme a la Sección 5.206 (Relleno Estructural), sobre la cual se dispondrá una base de nivelación de arena gruesa o gravilla, según la Sección 5.612 (Cajones Prefabricados de Hormigón Armado).

Suministro e instalación de los cajones prefabricados: De acuerdo con la Sección 5.612, los cajones, fabricados por una planta certificada, se izarán con grúa y se instalarán iniciando por el extremo de aguas abajo, con el extremo hembra hacia aguas arriba. Las juntas se sellarán con sello flexible preformado o sello rígido, para garantizar la hermeticidad de la conducción.

Relleno estructural y compactación: En conformidad con las Secciones 5.206 y 5.612, el relleno se colocará en capas uniformes, en forma simétrica a ambos lados del cajón y sobre éste. La capa de 30 cm sobre la clave se colocará sin compactar o solo apisonada manualmente, y luego se compactará por capas hasta alcanzar la subrasante proyectada.

Muros de ala de hormigón armado: En la entrada y salida se construirán muros de ala de hormigón armado, conforme a las Secciones 5.501 (Hormigones), 5.503 (Acero para Armaduras y Alta Resistencia) y 5.504 (Moldajes), que incluyen emplantillado, armaduras, moldajes, hormigonado y curado.

Obras de encauzamiento: De acuerdo con la Sección 5.208 (Obras de Encauzamiento), se perfilará y conformará el fondo del cauce aguas arriba y aguas abajo de la obra, empalmándolo con las cotas de entrada y salida para asegurar la continuidad del escurrimiento.

Carpeta de rodado: Se preparará la subrasante conforme a la Sección 5.209 (Preparación de la Subrasante) y se conformará una carpeta de rodado de grava, sin

revestimiento, de acuerdo con la Sección 5.303 (Capas Granulares de Rodadura). No se considera pavimento asfáltico ni de hormigón.

Limpieza, restitución y retiro de faenas: De acuerdo con la Sección 5.003 (Consideraciones Ambientales y de Sustentabilidad), se retirarán materiales, equipos y excedentes a botaderos autorizados, y se dejará la zona de trabajo limpia y restituida.

2.2.2.2 Badén con escurrimiento permanente

Despeje, limpieza y replanteo: Se ejecutará de acuerdo con la Sección 5.102 (Despeje y Limpieza de la Faja). Comprenderá el retiro de basuras, escombros y vegetación en el cauce y su planicie de inundación, el escarpe del terreno y el replanteo topográfico de la obra conforme a los planos del proyecto.

Excavación: Conforme a la Sección 5.202 (Excavación para Drenajes, Puentes y Estructuras), se excavará la zanja siguiendo las cotas y alineaciones de diseño.

Manejo de aguas: Dado que el cauce presenta escurrimiento permanente, durante la ejecución de las obras se implementarán medidas de manejo y desvío de las aguas, mediante la instalación de ataguías y/o tuberías, según los requerimientos de la intervención, con el objeto de mantener seca la zona de trabajo y asegurar la continuidad del escurrimiento aguas abajo.

Preparación del sello, geotextil y base granular: Se nivelará y compactará el sello de fundación y se dispondrá geotextil no tejido, según la Sección 5.204 (Geosintéticos), y una base granular de al menos 30 cm con CBR ≥ 60%, conforme a la Sección 5.302 (Bases Granulares). Alternativamente, se mejorará la subrasante en un espesor mínimo de 20 cm con control de densidad, según la Sección 5.209 (Preparación de la Subrasante).

Suministro, colocación y ensamblado de los tubos HDPE: De acuerdo con la Sección 5.619 (Alcantarillas de Tubos de Polietileno de Alta Densidad Estructurados), se instalarán 1 y 2 ductos de 1 m y 2,5 m de diámetro, respectivamente, bajo la calzada, iniciando por el extremo de aguas abajo, con uniones según el sistema del fabricante y verificando alineamiento y pendiente.

Relleno estructural y compactación: Conforme a la Sección 5.619, se colocará relleno estructural compactado en capas alrededor de los ductos, hasta al menos 15 cm

sobre la clave (Sección 5.206), y luego relleno final hasta la subrasante proyectada, según la Sección 5.205 (Formación y Compactación de Terraplenes).

Muros de cabecera y revestimiento de mampostería: Para proteger la alcantarilla, en la entrada y salida se construirán muros de cabecera de mampostería de piedra y se revestirán con mampostería de piedra los taludes del badén, con diente de mampostería, conforme a la Sección 5.508 (Mampostería de Piedra), con áridos aglutinados con mortero, incluyendo el revestimiento del lecho en la entrada y salida para evitar procesos erosivos.

Obras de encauzamiento: De acuerdo con la Sección 5.208 (Obras de Encauzamiento), se perfilará y conformará el fondo del cauce aguas arriba y aguas abajo de la obra, empalmándolo con las cotas de entrada y salida para asegurar la continuidad del escurrimiento.

Carpeta de rodado: Se preparará la subrasante conforme a la Sección 5.209 (Preparación de la Subrasante) y se conformará una carpeta de rodado de grava, sin revestimiento, de acuerdo con la Sección 5.303 (Capas Granulares de Rodadura). No se considera pavimento asfáltico ni de hormigón.

Limpieza y restitución: De acuerdo con la Sección 5.003 (Consideraciones Ambientales y de Sustentabilidad), se retirarán materiales, equipos y excedentes a botaderos autorizados, y se reconstituirá la topografía original de la planicie de inundación en la zona adyacente al badén.

2.2.2.3 Badén con escurrimiento impermanente

Despeje, limpieza y replanteo: Se ejecutará de acuerdo con la Sección 5.102 (Despeje y Limpieza de la Faja). Comprenderá el retiro de basuras, escombros y vegetación en el cauce y su planicie de inundación, el escarpe del terreno y el replanteo topográfico de la obra conforme a los planos del proyecto.

Excavación: Conforme a la Sección 5.202 (Excavación para Drenajes, Puentes y Estructuras), se excavará hasta el sello de fundación del badén, según las cotas del camino proyectado.

Relleno estructural y compactación del sello: Conforme a la Sección 5.206 (Relleno Estructural), se dispondrá material adecuado compactado en capas de máximo 30 cm,

previo a la conformación del badén, acreditando la densidad alcanzada mediante ensayos in situ.

Conformación del badén: El badén se conformará en tierra, mediante relleno estructural compactado en capas hasta alcanzar la rasante del camino, conforme a la Sección 5.205 (Formación y Compactación de Terraplenes), con la sección transversal definida en el diseño para permitir el paso del escurrimiento sobre la calzada. No considera hormigón, mampostería, enrocado ni otras obras de protección.

Carpeta de rodado: Sobre el badén y en sus tramos de acceso se conformará una carpeta de rodado de grava, sin revestimiento, de acuerdo con la Sección 5.303 (Capas Granulares de Rodadura). No se considera pavimento asfáltico ni de hormigón.

Limpieza y restitución: De acuerdo con la Sección 5.003 (Consideraciones Ambientales y de Sustentabilidad), se retirarán materiales, equipos y excedentes, y una vez recibido el badén por la ITO se habilitará el paso de vehículos, reconstituyendo la topografía original de la planicie de inundación adyacente.

2.2.2.4 Torre NE-21

Despeje, limpieza y replanteo: Se ejecutará de acuerdo con la Sección 5.102 (Despeje y Limpieza de la Faja). Comprenderá el retiro de escombros, vegetación y material orgánico superficial en el área de la torre, el escarpe del terreno y el replanteo topográfico de las cuatro fundaciones conforme a los planos del Proyecto.

Excavación: Conforme a la Sección 5.202 (Excavación para Drenajes, Puentes y Estructuras), se excavará cada fundación hasta la cota de diseño (base máxima de 2,20 × 2,20 m), de forma manual o mecanizada según las condiciones del terreno, asegurando la estabilidad de las paredes.

Fundaciones de hormigón armado: Cada fundación se ejecutará conforme a las Secciones 5.501 (Hormigones), 5.503 (Acero para Armaduras y Alta Resistencia) y 5.504 (Moldajes), lo que incluye emplantillado, armaduras, moldajes, hormigonado y curado. El cuerpo de hormigón disminuirá su sección hacia la superficie y sobresaldrá aproximadamente 20 cm sobre el nivel del terreno natural, según los planos de diseño.

Relleno y compactación: De acuerdo con la Sección 5.206 (Relleno Estructural), se rellenará la excavación en torno a las fundaciones con material granular, compactado en capas, hasta alcanzar el nivel de terreno.

Montaje de la estructura: Una vez fraguadas las fundaciones, se montará la torre sobre ellas mediante grúa, verificando su verticalidad y alineación con instrumentos topográficos.

Limpieza y restitución: De acuerdo con la Sección 5.003 (Consideraciones Ambientales y de Sustentabilidad), se retirarán materiales sobrantes, equipos y excedentes a botaderos autorizados, y se regularizará el terreno intervenido, restituyendo las condiciones originales del cauce y su entorno.

2.2.3 Descripción fase de operación

Durante la fase de operación del Proyecto se realizarán las siguientes labores:

Operación normal: Se realizarán periódicamente inspecciones oculares para verificar el estado de las obras sometidas al PAS 156. De igual forma, se efectuarán inspecciones posteriores a situaciones extraordinarias que pudieran afectar su integridad o funcionamiento, tales como actos de vandalismo, sismos y eventos de precipitación extrema.

Reparaciones: Corresponde a las labores de reparación o restitución de elementos de los atraviesos o de las torres en tramitación, cuya necesidad sea identificada durante las inspecciones oculares. Las labores de reparación considerarán las mismas detalladas para la fase de construcción.

2.2.4 Descripción fase de cierre

La decisión de mantener las obras de atravieso, dada su posible utilidad para el entorno y la comunidad, o de removerlas en conjunto con la torre, se definirá en una fase posterior. De forma referencial, en caso de definirse la remoción se contemplan las siguientes labores:

Remoción de las obras de atravieso: Retiro de cajones, tubos, muros de ala y de cabecera, mampostería y carpeta de rodado, conforme a la Sección 5.101 (Demoliciones y Remociones).

Remoción de la torre NE-21: Desmontaje de la estructura y demolición de sus fundaciones, conforme a la Sección 5.101.

Restitución del cauce: Relleno de las excavaciones con material del sector, de granulometría similar a la del cauce, hasta alcanzar la cota original, y perfilado del lecho y las riberas.

Disposición de materiales: Los escombros y excedentes se trasladarán a botaderos autorizados, conforme a la Sección 5.003 (Consideraciones Ambientales y de Sustentabilidad).

Se utilizarán, en términos generales, las mismas maquinarias y equipos considerados durante la fase de construcción.

2.3 ART. 156 LETRA C): ESTIMACIÓN DE LOS PLAZOS Y PERIODOS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras sometidas al PAS 156 corresponden a ocho (8) obras: siete (7) atraviesos viales (AT-1 a AT-7), materializados mediante alcantarillas (AT-1) y badenes con escurrimiento permanente (AT-3 y AT-7) e impermanente (AT-2, AT-4, AT-5 y AT-6), y la torre NE-21. Los plazos se estiman por tipo de obra, para la ejecución individual de cada una de ellas, y se enmarcan en la fase de construcción del Proyecto.

Se estima un periodo de 4 semanas para la construcción de cada alcantarilla tipo cajón de hormigón prefabricado, el cual se enmarca en la fase de construcción del proyecto. En la Tabla 2-7 se presenta un cronograma tentativo de las actividades contempladas en el marco de la implementación de la obra.

Tabla 2-7: Carta Gantt con estimación de plazos de construcción de cada alcantarilla tipo cajón.

ID	Ítem	Semanas			
		1	2	3	4
1	Despeje, limpieza y replanteo				
2	Excavación y manejo de aguas				
3	Sello de fundación, cama de apoyo y base de nivelación				
4	Instalación de cajones prefabricados				
5	Relleno estructural y compactación				
6	Muros de ala de H.A.				
7	Obras de encauzamiento				
8	Carpeta de rodado				
9	Limpieza y restitución				

Se estima un periodo de 4 semanas para la construcción de cada badén con escurrimiento permanente (AT-3 y AT-7), el cual se enmarca en la fase de construcción

del proyecto. En la Tabla 2-8 se presenta un cronograma tentativo de las actividades contempladas en el marco de la implementación de la obra.

Tabla 2-8: Carta Gantt con estimación de plazos de construcción de los badenes con escurrimiento permanente.

ID	Ítem	Semanas			
		1	2	3	4
1	Despeje, limpieza y replanteo				
2	Excavación y manejo de aguas				
3	Sello, geotextil y base granular				
4	Instalación de tubos HDPE				
5	Relleno estructural y compactación				
6	Muros de cabecera y revestimiento de mampostería				
7	Obras de encauzamiento				
8	Carpeta de rodado				
9	Limpieza y restitución				

Se estima un periodo de 3 semanas para la construcción de cada badén con escurrimiento impermanente (AT-2, AT-4, AT- 5 y AT-6), el cual se enmarca en la fase de construcción del proyecto. En la Tabla 2-9 se presenta un cronograma tentativo de las actividades contempladas en el marco de la implementación de la obra.

Tabla 2-9: Carta Gantt con estimación de plazos de construcción de los badenes con escurrimiento impermanente.

ID	Ítem	Semanas		
		1	2	3
1	Despeje, limpieza y replanteo			
2	Excavación			
3	Relleno estructural y compactación del sello			
4	Conformación del badén			
5	Carpeta de rodado			
6	Limpieza y restitución			

Se estima un periodo de 3 semanas para la construcción de las fundaciones de la torre NE-21, el cual se enmarca en la fase de construcción del proyecto. En la Tabla 2-10 se presenta un cronograma tentativo de las actividades contempladas en el marco de la implementación de la obra.

Tabla 2-10: Carta Gantt con estimación de plazos de construcción de las fundaciones de la torre NE-21.

ID	Ítem	Semanas		
		1	2	3
1	Despeje, limpieza y replanteo			
2	Excavación			
3	Fundaciones de hormigón armado			
4	Relleno y compactación			
5	Montaje de la estructura			
6	Limpieza y restitución			

2.4 ART. 156 LETRA D): MEDIDAS TENDIENTES A MINIMIZAR LOS EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS, AGUAS ABAJO DEL LUGAR DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS

En primer lugar, se instruirá al personal de buenas prácticas ambientales durante la construcción de las obras, evitando así la disposición de materiales, residuos, líquidos, combustibles, entre otros, dentro del cauce.

Durante la construcción de los atraviesos y torre se tendrá especial cuidado en la utilización de maquinaria que se encuentre en perfecto estado de operación y funcionamiento, con el fin de evitar la caída de cualquier elemento mecánico o el derrame de cualquier elemento líquido (aceites o petróleo) al interior del cauce, que pueda posteriormente afectar la calidad de las aguas.

La construcción de las obras se realizará evitando perturbar el escurrimiento natural del cauce, en caso de existir.

El predio contará con ingreso restringido, y por tanto se evitará el ingreso de personas ajenas al proyecto, que pretenda ejecutar labores o acciones no permitidas durante la construcción.

La construcción de las obras contempla la generación de residuos en su construcción, principalmente asociadas a enfierraduras, descartes de material pétreo y hormigón de los rellenos en sus fundaciones, para la cual se tendrá especial cuidado de no afectar el cauce natural, disponiendo éstos fuera del cauce. Luego de finalizar las obras de construcción, todos los desechos serán recopilados y trasladados a un relleno sanitario autorizado para su disposición final. Cabe mencionar que, no se contempla acumular ni manipular sustancias peligrosas.

No se consideran la instalación de faenas o de almacenamiento de ningún tipo de materiales en la zona del cauce ni en su planicie de inundación.

Una vez operativas las obras, se realizarán inspecciones visuales del estado de estas, con el fin de evitar que elementos puedan caer y alterar el libre escurrimiento de las aguas.

2.5 ART. 156 LETRA E) PLAN DE SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Se contempla la realización del siguiente plan de seguimiento de la calidad durante la etapa de construcción, solo si la quebrada presenta escurrimiento, el cual considera lo siguiente:

- Para el caso de los atraviesos que se proyectan en cauces con escurrimiento intermitente, se realizará el monitoreo de calidad del agua solo ante la presencia de un escurrimiento superficial en el cauce, complementado con un registro fotográfico del cauce para verificar la ausencia de un escurrimiento ante un evento de precipitación. Por otro lado, en el caso de los atraviesos que se proyectan en cauces con escurrimiento permanente, se realizarán monitoreos de calidad del agua con frecuencia semanal durante la construcción. En el caso de la torre, a pesar de estar en un cauce de escurrimiento permanente, no se proyecta en la caja principal del cauce, sino que, en su planicie de inundación, por lo tanto, se realizará el monitoreo solo ante la presencia de escurrimientos en su zona de emplazamiento.
- Los puntos de monitoreo (PM) se ubicarán en el cauce tanto aguas arriba como aguas abajo de las obras. La Tabla 2-11 muestra las coordenadas de los puntos de monitoreo para cada obra, mientras que la distribución de estos puntos se detalla en las Figura 2-23 y

- Figura **2-24**.
- El monitoreo contempla los parámetros establecidos en la Norma Chilena N°1.333 para el uso de aguas destinadas a riego (ver Tabla 2-12).
- Ante un evento de emergencia, durante la construcción de las obras, que genere una afectación a la calidad de las aguas del cauce, se deberá dar aviso inmediato a la SMA, se realizará un muestreo de la calidad de las aguas y se emitirá a la SMA un informe que dé cuenta de la afectación y de las medidas establecidas, dentro de los cinco (5) días siguientes a la obtención de los resultados del monitoreo.
- Dentro de los siguientes treinta (30) días del término de cada obra construida se emitirá un informe a la SMA que dé cuenta de todos los monitoreos realizados.
- Todos los informes a la SMA se elaborarán en conformidad a lo establecido en la Resolución Exenta N°223, de 26 de marzo de 2015 y Resolución Exenta N°894, de 24 de junio de 2019, ambas de la Superintendencia del Medio Ambiente. Estos informes deberán considerar las siguientes secciones: Resumen; Introducción; Objetivos; Materiales y método; Resultados (Incluido catastro visual); Discusiones; Conclusiones; Referencias; Anexos (Informes de laboratorio, fotografías, entre otros). Además, deberá incorporar el estado de avance de las obras y un resumen de los resultados obtenidos de los monitoreos realizados a la fecha.

Figura 2-23: Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo del AT-1 a AT-4.

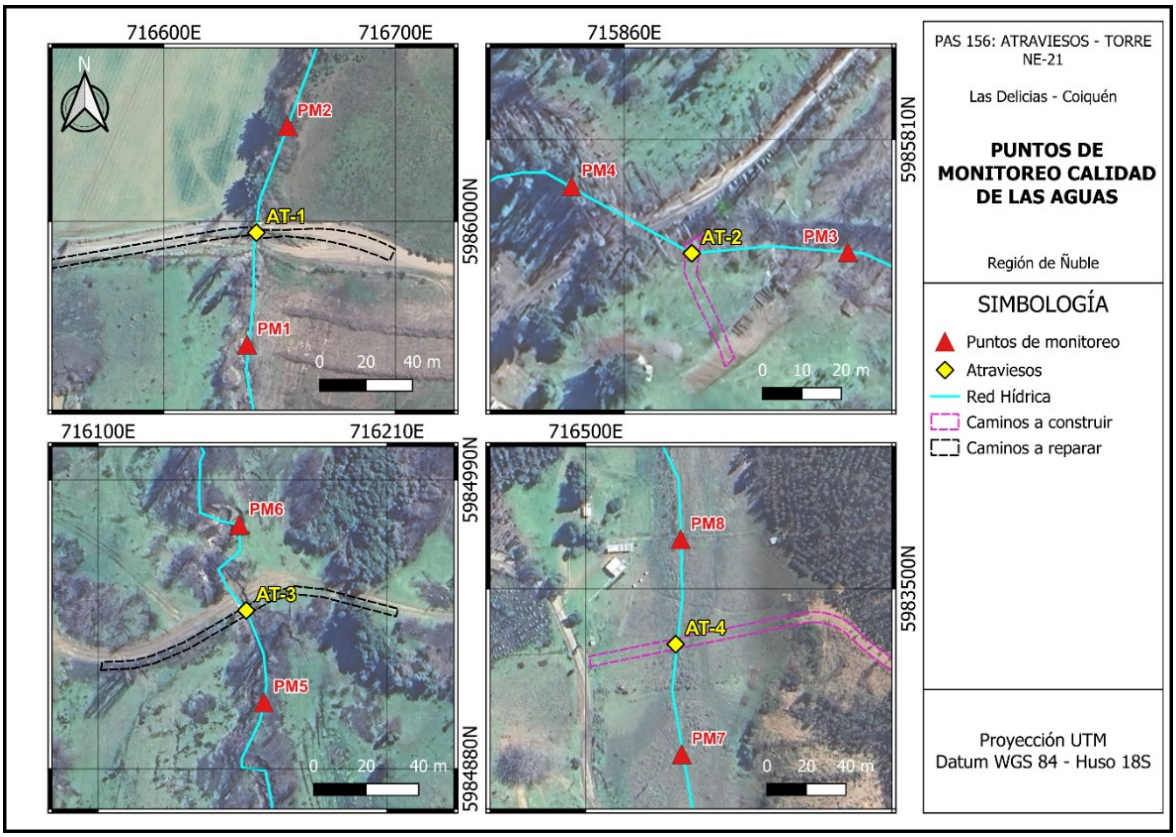

716600E
716700E
715860E
N
PM2
AT-1
PM1
0 20 40 m
5986000N
PM4
AT-2
PM3
0 10 20 m
5985810N
716100E
716210E
716500E
PM6
AT-3
PM5
0 20 40 m
5984990N
5984880N
PM8
AT-4
PM7
0 20 40 m
5983500N
PAS 156: ATRAVIESOS - TORRE NE-21
Las Delicias - Coiquén
PUNTOS DE MONITOREO CALIDAD DE LAS AGUAS
Región de Ñuble
SIMBOLOGÍA
Puntos de monitoreo
Atraviesos
Red Hídrica
Caminos a construir
Caminos a reparar
Proyección UTM
Datum WGS 84 - Huso 18S

Figura 2-24: Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo del AT-5 a AT-7 y Torre NE-21

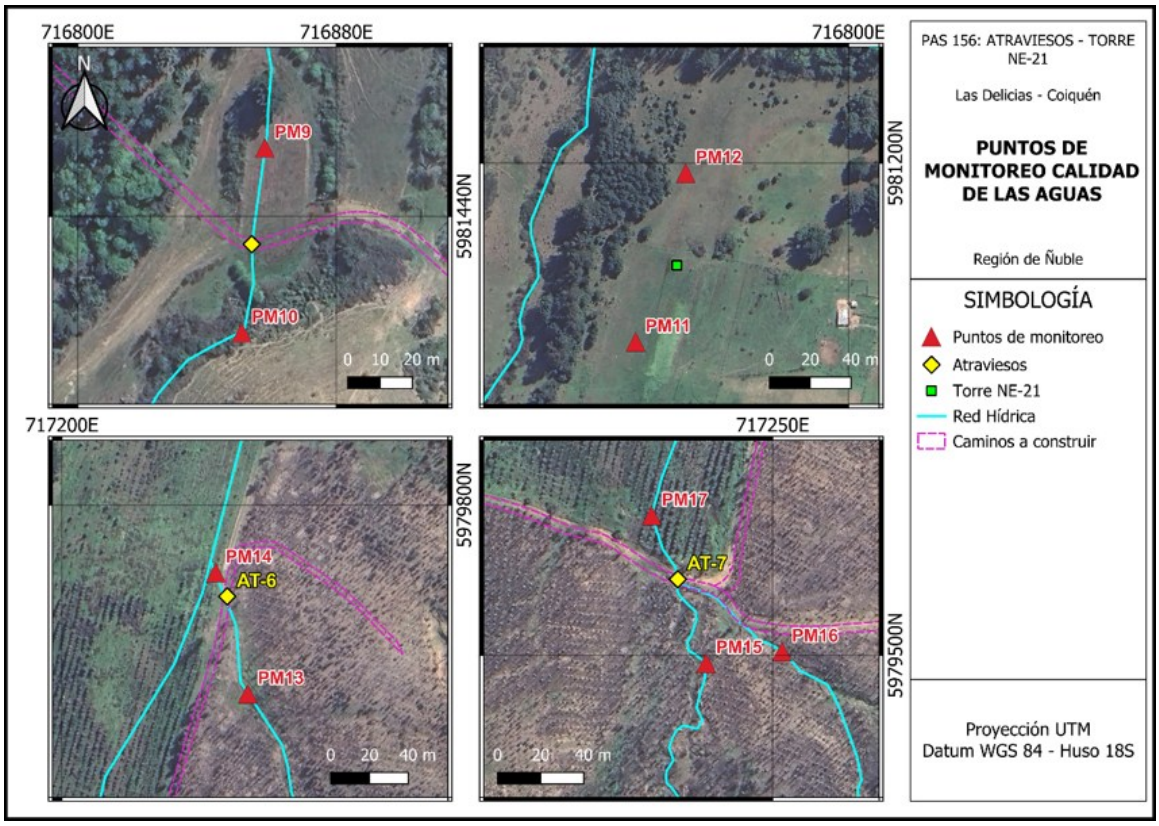


Tabla 2-11: Coordenadas de los puntos de monitoreo de calidad de las aguas. Coordenadas en Datum WGS84, Huso 18S.

Obra	Cauce a modificar	Aguas Arriba			Aguas Abajo		
		PM	Coordenadas UTM		PM	Coordenadas UTM	
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)
AT-1	C1	PM1	716.636	5.985.947	PM2	716.653	5.986.041
AT-2	C1.2.12	PM3	715.917	5.985.781	PM4	715.847	5.985.798
AT-3	C1	PM5	716.163	5.984.905	PM6	716.154	5.984.973
AT-4	C1.1.7	PM7	716.549	5.983.416	PM8	716.548	5.983.525
AT-5	C3.1.15	PM9	716.858	5.981.461	PM10	716.851	5.981.404
Torre NE-21	C3.1.16	PM11	716.696	5.981.113	PM12	716.720	5.981.195
AT-6	C3.2.36	PM13	717.296	5.979.703	PM14	717.279	5.979.765
AT-7	C3.2.12	PM15	717.219	5.979.497	PM17	717.194	5.979.565

Obra	Cauce a modificar	Aguas Arriba			Aguas Abajo		
		PM	Coordenadas UTM		PM	Coordenadas UTM	
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)
	C3.2.39	PM16	717.254	5.979.502			

Tabla 2-12: Parámetros de monitoreo estipulados por la Norma Chilena N°1.333.

Parámetro	Unidad de medida	Límite NCh N° 1.333
pH	-	5,5 - 9,0
Aluminio	mg/l	5
Arsénico	mg/l	0,1
Bario	mg/l	4
Berilio	mg/l	0,1
Boro	mg/l	0,75
Cadmio	mg/l	0,01
Cianuro	mg/l	0,2
Cloruro	mg/l	200
Cobalto	mg/l	0,05
Cobre	mg/l	0,2
Cromo	mg/l	0,1
Fluoruro	mg/l	1
Hierro	mg/l	5
Litio	mg/l	2,5
Manganeso	mg/l	0,2
Mercurio	mg/l	0,001
Molibdeno	mg/l	0,01
Níquel	mg/l	0,2
Plata	mg/l	0,2
Plomo	mg/l	5
Selenio	mg/l	0,02
Sulfato	mg/l	250
Vanadio	mg/l	0,1

Parámetro	Unidad de medida	Límite NCh N° 1.333
Zinc	mg/l	2
Sodio porcentual	%	35
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1000

3. APÉNDICES DIGITALES

APÉNDICE 1 – SIG

- Identificación de Cauces
- Proyecto