



EN LO PRINCIPAL: TÉNGASE PRESENTE. EN EL PRIMER OTROSÍ: ACOMPAÑA DOCUMENTOS. EN EL SEGUNDO OTROSÍ: EN SUBSIDIO, SOLICITUD QUE INDICA. EN EL TERCER OTROSÍ: SE ORDENEN DILIGENCIAS PROBATORIAS.

SEÑOR SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE

Atención: Camilo Orchard Rieiro
Fiscal Instructor División de Sanción y Cumplimiento

JOSÉ LUIS VEGA MEDEL, abogado, en representación, según consta en el presente expediente administrativo, de EMPRESA ELÉCTRICA CARÉN S.A. ("Carén"), en autos sobre procedimiento administrativo sancionador iniciado mediante Resolución Exenta N° 1, de fecha 30 de septiembre de 2015, Rol D-055-2015 (los "Cargos") de la Superintendencia del Medio Ambiente ("SMA" o "Superintendencia"), al Sr. Superintendente del Medio Ambiente con respeto digo:

De conformidad a lo dispuesto en el artículo 4 y 10 de la Ley 19.880, que establece las Bases sobre los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado ("Ley 19.880"), en los cuales se consagra el *principio de contradictoriedad* que dispone que "los interesados podrán, en cualquier momento del procedimiento, aducir alegaciones y aportar documentos u otros elementos de juicio", en relación con el artículo 17 letra f) del mismo cuerpo legal que consagra el derecho de las personas a "formular alegaciones y aportar documentos en cualquier fase del procedimiento anterior al trámite de audiencia, que deberán ser tenidos en cuenta por el órgano competente al redactar la propuesta de resolución", vengo en presentar a consideración del Sr. Superintendente las alegaciones contenidas en el cuerpo de este escrito, las que tienen por finalidad analizar los Cargos formulados por esta Superintendencia y los Descargos presentados por esta parte en la oportunidad correspondiente, en relación con los antecedentes aportados durante el procedimiento sancionatorio en curso y en el contexto de las medidas

provisionales ordenadas por esta Superintendencia de manera previa al inicio del mismo.

Lo anterior en tanto la **aplicación directa** de los principios que rigen el procedimiento administrativo – contenidos en la Ley 19.880 - a los procedimientos sancionatorios regidos por la Ley Orgánica de la SMA (“LOSMA”), en especial el principio de contradictoriedad al que hacen referencia los artículos 4 y 10 ya citados, ha sido reconocida expresamente por el Segundo Tribunal Ambiental en los siguientes términos:

*Que, por Ley de Bases (en referencia a la Ley 19.880) debe entenderse, a grandes rasgos, aquella que contiene el núcleo básico o común que reúne el conjunto de las garantías esenciales aplicables uniformemente a todo Procedimiento Administrativo (Ángel, Menéndez Rexach, et. al., Las garantías básicas del procedimiento administrativo. Centros de Estudios, Madrid, 2005). Estas garantías esenciales en la Ley N° 19.880 son, sin duda, los principios del procedimiento administrativo enumerados en el artículo 4° y desarrollados luego en los artículos siguientes. **Estos principios, en su calidad de núcleo mínimo y básico, no podrían sino aplicarse de forma directa a todos los demás procedimientos administrativos sectoriales.** Una interpretación distinta sería forzada y contraria a la Constitución.¹ (el destacado es nuestro)*

De tal manera, el referido Tribunal ha admitido la aplicación directa de dicho principio, reconociendo el derecho de los interesados de presentar otras alegaciones que no sean descargos, así como aportar documentos y otros elementos de juicio, durante la tramitación de los procedimientos administrativos sancionatorios seguidos por la SMA.

Por su parte, y en relación con la aplicación directa del artículo 17 letra f) ya transcrito, así como de la oportunidad hasta la cual los interesados pueden realizar alegaciones y aportar documentos y elementos de juicio, el referido Tribunal ha dispuesto lo siguiente:

¹ Sentencia del Segundo Tribunal Ambiental, de fecha 19 de junio de 2014, en autos Rol N° 20-2014.

Que, por su parte, el artículo 17 letra f) arriba transcrito, también tiene aplicación directa en el procedimiento sancionatorio de la LOSMA “cambiando las cosas que se deben cambiar” (mutatis mutandis), es decir, los interesados en el procedimiento pueden formular alegaciones y aportar documentos en cualquier fase del procedimiento hasta antes que el fiscal instructor emita el dictamen referido en el artículo 53 de la LOSMA, y no hasta ante de la “audiencia” a la que se refiere la letra f) del artículo 17 de la LBPA. Dado que este artículo expresa que se puede formular alegaciones y presentar documentos en cualquier momento hasta antes de la “audiencia”, y en el procedimiento sancionatorio no hay un trámite de audiencia (fuera de aquel contemplado en el artículo 54 para cuando el Superintendente ordena la realización de nuevas diligencias), es necesario armonizar la disposición de la Ley de Bases de forma tal que pueda aplicarse, y no excluirse.² (el destacado es nuestro)

En consecuencia, y encontrándose esta parte habilitada para efectuar alegaciones y aportar documentos y otros elementos de juicio en cualquier fase del procedimiento hasta antes que el fiscal instructor emita el dictamen referido en el artículo 53 de la LOSMA, encontrándonos dentro del plazo de 5 días que el fiscal instructor tiene para ello una vez cerrada la investigación y no habiéndose notificado a esta parte de la emisión del referido dictamen ni existiendo constancia de su emisión en la página web del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental <http://snifa.sma.gob.cl/v2/Sancionatorio/Ficha/1275> (tal como consta de la impresión de la misma que se acompaña en el otrosí de esta presentación), es que vengo en hacer presente al Sr. Superintendente las siguientes alegaciones destinadas a valorar los antecedentes aportados durante el procedimiento sancionatorio.

I. ANTECEDENTES

Mi representada es titular de los proyectos “Central de Pasada Carilafquén-Malalcahuello” y “Modificación Central de Pasada Carilafquén-Malalcahuello” (en adelante, dichos proyectos referidos conjuntamente como el “Proyecto”), cuyas

² Ídem.

Declaraciones de Impacto Ambiental (en adelante, como "DIA") fueron calificadas favorablemente mediante Resolución Exenta N° 145 y N° 77, de fechas 2 de julio de 2008 y 5 de marzo de 2014, respectivamente, emitidas por la Comisión Regional del Medio Ambiente de la IX Región de la Araucanía, la primera, y por la Comisión de Evaluación Ambiental de la misma región, la segunda (en adelante, "RCA 145/2008" y "RCA 77/2014", respectivamente). Dichas resoluciones fueron refundidas mediante Resolución Exenta N° 132, de 16 de abril de 2014, del Servicio de Evaluación Ambiental de la Araucanía.

El objetivo del Proyecto es la construcción de una central hidroeléctrica de pasada, que contempla una capacidad total de 29 MW, la cual utilizará dos tuberías de acero para conducir el agua proveniente de los ríos Carilafquén y Malalcahuello.

Con ocasión de denuncias presentadas por particulares, fiscalizadores de la SMA, de la Corporación Nacional Forestal (en adelante, "CONAF") y del Servicio Agrícola y Ganadero (en adelante, "SAG") concurrieron, los días 19 y 20 de mayo de 2015, a fiscalizar las obras asociadas al Proyecto.

Los resultados y conclusiones de dichas fiscalizaciones se plasmaron en el Informe de Fiscalización Ambiental, elaborado por la División de Fiscalización de la SMA (en adelante, dicho informe como el "IFA"), el cual detectó una serie de hechos susceptibles de calificarse como infracciones.

En virtud de todo lo anteriormente expuesto, mediante Resolución Exenta N° 507 de fecha 23 de junio de 2015, la SMA ordenó a nuestra representada que adoptara una serie de medidas destinadas a: (i) controlar los procesos erosivos detectados y sus consecuencias y (ii) prevenir futuros eventos similares. Para estos efectos, nuestra representada, el 13 de julio de 2015, presentó un informe indicando cómo y cuándo se ejecutarían las medidas solicitadas ("*Informe Medidas Provisionales Julio 2015*"), y el 27 de julio de 2015, se informó el estado de implementación de las medidas provisionales ordenadas ("*Informe Avance Medidas Julio 2015*").

En efecto, conforme consta del Informe Avance Medidas Julio 2015, todas las medidas provisionales requeridas por esta Superintendencia se encontraban ejecutadas o en proceso de ejecución. A saber:

- a. Construcción de taludes
- b. Construcción de muros de hormigón:
- c. Retiro de material
- d. Retiro de desechos
- e. Implementación de barreras de contención
- f. Nivelación de terreno

Por esta razón, las medidas provisionales dictadas no se encuentran vigentes al no haber sido renovadas por el señor Superintendente.

En consideración a los hechos recién descritos, en virtud de Res. Ex. N°1/ROL D-055-2015, la SMA decidió formular cargos en contra de nuestra representada, por cuanto estimó que ésta habría incurrido en actuaciones constitutivas de infracciones a las condiciones, normas y medidas establecidas en las respectivas resoluciones de calificación ambiental.

Mi representada por su parte, con fecha 11 de noviembre de 2015, presentó a esta Superintendencia descargos correspondientes a las imputaciones formuladas en su contra, oponiéndose a las mismas en base a los antecedentes de hecho y Derecho que en dicha presentación se exponen (los "*Descargos*").

Esta Superintendencia, mediante Res. Ex. N° 5/Rol D-055-2015, decretó diligencias de prueba atendido el hecho que existirían hechos que es necesario esclarecer en relación con las circunstancias en que habrían ocurrido los hechos materia de cargos.

En cumplimiento de lo ordenado, mi representada con fecha 12 de mayo de 2016, presentó un informe que contiene la información requerida por esta

Superintendencia ("*Informe Mayo 2016*"), la que permite acreditar la ejecución de las obras y medidas de control de erosión existentes a la fecha de la fiscalización realizada por las autoridades, así como aquellas destinadas a dar cumplimiento al Informe de Control de Erosión presentado en el contexto de la aprobación del Plan de Manejo aprobado por CONAF y cuyo cumplimiento fue ordenado mediante Resolución N° 12/PMP-13/15 de fecha 13 de mayo de 2015.

A continuación, se realiza un análisis de los Cargos formulados por esta Superintendencia así como de los Descargos presentados en relación los antecedentes presentados por esta parte.

II. DE LOS CARGOS, DESCARGOS Y PRUEBAS RENDIDAS DURANTE EL PROCEDIMIENTO SANCIONATORIO.

1. **Primera imputación formulada por la SMA: No implementación de medidas adecuadas para la prevención de procesos erosivos, derrumbes, deslizamientos y otros fenómenos análogos, particularmente en la zona donde se ubica la tubería de presión, entre los vértices 7 y 12.**

Tal como da cuenta el análisis contenido en los Descargos de mi representada, ésta asumió las siguientes obligaciones tendientes a asegurar la estabilidad de la construcción de la obra:

- a. Utilizar alguno de los siguientes taludes:
 - (i) Aquellos recomendados en el Informe de Mecánica de Suelos, el cual fue acompañado como Anexo 9.2 de la Adenda N°1 de la DIA del proyecto "*Modificación Central de Pasada Carilafquén-Malalcahuello*" (en adelante, dicho informe como el "*IMS*")³, o

³ Esta obligación se desprende del considerando 8.6 número 6 de la RCA 77/2014, citado en la Formulación de Cargos (hay que tener presente que la Formulación de Cargos señala que esta

- (ii) Aquellos que sean “adecuados” para impedir que se produzca remoción en masa.⁴
- b. En el evento que el suelo no soporte la utilización de taludes verticales, se deben revestir los canales con muros de albañilería de piedra⁵, y
- c. Dar cumplimiento al Informe sobre Control de Erosión presentado en el contexto del Plan de Manejo aprobado por CONAF, mediante Resolución N° 12/PMP-13/15 de fecha 13 de mayo de 2015.

De tal manera, y en plena concordancia con las particularidades del terreno de la zona del *penstock*, en especial su pronunciada pendiente, dichos compromisos tienen una única finalidad, cual es evitar deslizamientos de tierra u otro tipo de material con ocasión de la construcción de las obras.

Según ello, a continuación se demostrará el modo y las circunstancias bajo las cuales mi representada dio cumplimiento a las referidas obligaciones de conformidad con los antecedentes proporcionados por esta parte en los informes presentados en el contexto de las medidas provisionales ordenadas por esta Superintendencia y en el Informe de Mayo de 2016.

1.1. Construcción de taludes adecuados con la finalidad de evitar la remoción en masa.

obligación está contenida en el considerando 7 “Observaciones Ciudadanas Consideradas”, referencia que no es correcta).

⁴ Esta obligación se desprende de la Respuesta a la Observación N° 13 del Informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones y/o Ampliaciones (en adelante, “ICSARA”) N° 1 correspondiente a la DIA del proyecto “Central Carilafquén-Malalcahuello”, citado en la Formulación de Cargos.

⁵ Esta obligación se desprende de la Respuesta a la Observación N° 44 del ICSARA correspondiente a la DIA del proyecto “Central Carilafquén-Malalcahuello”, citado en la Formulación de Cargos.

Según lo indicado en los Descargos, mi representada se vio imposibilitada, en un principio, de ejecutar las actividades civiles y mecánicas necesarias para la construcción de los taludes indicados en el IMS (tales como excavaciones, instalación de moldajes, montaje de enfierraduras, vaciado de hormigones, montaje y soldadura de tuberías) debido a que CONAF durante el procedimiento de aprobación del plan de manejo de preservación indicó que un sector de la zona donde se desarrollarían éstas (en particular, el sector considerado para la construcción de caminos), no se podría intervenir por cuanto en ésta había un número importante de ejemplares de Lleuque (*Prumnopitys andina*), con características de alta singularidad.

En atención a las restricciones técnicas que ello necesariamente significaba para la construcción de la obra y habida cuenta que los taludes señalados en el IMS para la zona comprendida entre los vértices 7 y 12 de la tubería forzada sólo constituían recomendaciones realizadas en base a estudios e investigaciones previas al inicio de la construcción de la obra, mi representada implementó un método de construcción alternativo y equivalente en finalidad a aquel recomendado en el IMS, así como medidas de sujeción de laderas de los taludes.

Sobre este último punto, es necesario reiterar que la implementación de medidas alternativas y equivalentes en el método constructivo implicó para mi representada una serie de inconvenientes técnicos y logísticos que, incluso, hicieron que el costo de la instalación de las tuberías en la zona en comento fuese excesivamente más gravoso que el presupuestado originalmente⁶.

En este contexto, y de conformidad a lo expuesto en los Descargos y los medios de prueba proporcionados, Carén ejecutó las siguientes actividades civiles y mecánicas como consecuencia del cambio del método constructivo antes indicado:

⁶ Tal como da cuenta el Informe de Mayo de 2016, las medidas asociadas al método constructivo alternativo tuvieron un costo ascendente a \$815.248.622.

- (i) Implementación de *tablaestacado* y sostenimiento locales de taludes mediante mallas para el control de erosión y estabilidad de taludes.

Según lo señalado en el Informe de Medidas Provisionales de Julio de 2015, durante la construcción de los taludes se utilizaron *tablaestacados* y *mallas metálicas de sujeción de laderas frontales*, como una forma de mejorar la sujeción de las laderas de los referidos taludes, para así evitar deslizamientos de material, tal como consta de las fotografías acompañadas en el Anexo I de dicho informe.

Dichas medidas fueron ejecutadas en el *penstock* en el sector de sillas estructurales ubicada en los machones de los vértices 11, 12, 13 y 14, incluida cada una de las áreas asociadas a dichos machones, durante los meses de agosto y septiembre de 2014, tal como dan cuenta las fotografías fechadas y georreferenciadas que se acompañan al Informe de Mayo de 2016.

En consecuencia, ha quedado demostrado en virtud de la información proporcionada que las referidas medidas se encontraban implementadas al momento de la fiscalización realizada el día 19 y 20 de mayo de 2015.

- (ii) Acceso al *penstock* mediante escaleras.

El acceso a la zona de la tubería a presión se hizo más complejo para el personal de construcción, toda vez, que sólo se pudo llegar a éste mediante escaleras de madera dispuestas a lo largo de la franja de tubería forzada, y de dos accesos laterales a los que se podía llegar mediante vehículos livianos a las proximidades de los vértices 8 y 10 de la tubería a presión.

Asimismo, se utilizó maquinaria especial y un operador experimentado para lograr *trepar* por la ladera y generar condiciones óptimas para la ejecución de excavaciones en parte importante del sector de la tubería forzada, para lo cual fue necesario realizar capacitaciones para trabajos en altura.

Es del caso destacar que el método constructivo original contemplaba que el acceso al *penstock* fuera realizado por medio de caminos laterales paralelos a las tuberías, cuya utilización fue restringida por CONAF debido a la presencia de Lleuques (*Prumnopitys andina*).

(iii) Traslado de moldajes y enfierraduras mediante helicóptero.

Se utilizó un helicóptero para el traslado de moldajes y enfierraduras a lo largo de la estructura del *penstock*, en circunstancias que el método constructivo original contemplaba que éstas fueran trasladadas mediante la conformación de caminos laterales paralelos a las tuberías, con la posibilidad de que el traslado se hiciera con maquinaria acondicionada para tal actividad.

Tal como da cuenta el Informe de Mayo de 2016, las actividades realizadas mediante helicóptero consistieron en el transporte de 4,5 toneladas de enfierradura, en paquetes de 700 kilos, para lo cual se realizaron 13 viajes. Dichas medidas fueron ejecutadas entre los vértices 11 y 14 del *penstock* con fecha 15 de noviembre de 2014.

En consecuencia, queda demostrado de la información proporcionada que las referidas medidas se habían implementado de manera previa a la fiscalización realizada los días 19 y 20 de mayo de 2015.

(iv) Instalación de un Sistema Teleférico Austríaco.

Se instaló un "Sistema Teleférico Austríaco", a lo largo de todo el sector de la tubería a presión, para efectuar la carga, traslado y montaje de trozos de tuberías con pesos promedios de cinco toneladas, de forma tal de no invadir zonas adyacentes de bosque más allá de las autorizadas y no provocar deslizamientos o caídas de material que pudieran significar procesos erosivos.

Inicialmente se utilizó un Andarivel Urus, el que no fue suficiente para las cargas que era necesario transportar, por lo que dicho sistema fue cambiado por un Andarivel Scotta.

Dicho sistema estuvo operativo entre los meses de diciembre de 2014 y julio de 2015, y se implementó entre los vértices 7 y 12 del *penstock*, tal como dan cuenta las fotografías georreferenciadas y los informes de costos adicionales presentados por los contratistas a Carén en el Informe de Mayo de 2016.

En consecuencia, queda demostrado de la información proporcionada que las referidas medidas se encontraban implementadas y en operación al momento de la fiscalización realizada los días 19 y 20 de mayo de 2015.

1.2. Ejecución de las medidas indicadas en el Informe sobre Control de Erosión.

CONAF, mediante Resolución N° 12/PMP-13/15 de fecha 13 de mayo de 2015, ordenó "*dar cumplimiento al informe de control de erosión adjuntado en el estudio técnico*", el que señaló la necesidad de adoptar medidas urgentes en la zona de construcción de uno de los *penstock* para prevenir la ocurrencia de erosión, derrumbes y remoción en masa, y recomendó medidas a adoptar en las zonas de riesgo detectadas.

Dicho Informe, acompañado en el Anexo V del Informe de Medidas Provisionales Julio de 2015, dispone básicamente la ejecución de dos tipos de medidas: i) la construcción de obras de drenaje y (ii) la construcción de muros y obras de contención.

(i) Construcción de obras de drenaje.

Respecto de la ejecución de obras de drenaje, el Informe de Control de Erosión **recomendó** la utilización de drenajes profundos y drenajes superficiales. Los primeros "*...corresponden a canaletas de desviación de aguas*

*lluvias, que conduzcan el agua de escorrentía superficial hasta fuera de los límites de excavación, entregando el caudal desviado a zonas con suelo y vegetación no alterada*⁷, mientras que el segundo consistiría “...en una cuneta o zanja revestida con hormigón o materiales sintéticos para garantizar su impermeabilidad y rellenas con grava”⁸.

En cuanto a la ejecución de obras de drenaje, Carén construyó zanjas de infiltración y canales de desviación en diversos sectores de la tubería, incluyendo aquella zona entre los vértices 7 y 12 de la misma, con la finalidad de acumular y desviar los flujos de aguas en los sectores en donde existen taludes en el trazado superiores a 6 metros de altura para evitar erosión y el desmoronamiento de los taludes.

Las zanjas de infiltración fueron construidas en forma manual y tienen 50 cm. de profundidad y 50 cm. de ancho, mientras que los canales de desviación tienen las mismas medidas y en uno de sus extremos contemplan posos decantadores de 1 metro por 1 metro. Por último, cada una de las zanjas de infiltración y de los canales de desviación fueron cubiertas por geotextil CNBM 200 gr/m².

Parte de las obras se ejecutaron en los sectores de las aducciones señaladas, requeridas y consensuadas con personal de CONAF en cuanto a su materialización. Ahora, en lo que respecta a las zanjas de infiltración, éstas se ejecutaron aguas arriba de los sectores de machones, específicamente en los sectores de los vértices 12 y 13 distantes 200 m y 350 m aproximadamente aguas arriba de la casa de máquinas.

Dichas obras implicaron en definitiva la construcción de 1.000 metros lineales de zanjas de infiltración y canales de desviación, los que se ejecutaron en 4

⁷ Ver sección 5.3.1 del Informe de Control de Erosión.

⁸ Ídem.

sectores, cuya ubicación precisa se encuentra graficada en el plano georreferenciado presentado en el Informe de Mayo de 2016⁹.

Cabe destacar que estas medidas, aunque originalmente fueron pensadas como provisionarias, terminaron siendo adoptadas en forma definitiva con el propósito de complementar la solución relativa a la instalación de geomalla (Greenax de Geobrugg).

La primera fase de las obras se ejecutó en agosto de 2014, mientras que la segunda se llevó a cabo durante los meses de octubre y noviembre de 2015, tal como da cuenta el informe del contratista que ejecutó las obras (Sr. Luis Figueroa Soto, Ingeniero Forestal) y que se acompañó en el Informe de Mayo de 2016.

(ii) Construcción de obras de muros.

En cuanto a la construcción de muros, el Informe de Control de Erosión señala que "... la construcción de un muro de gaviones bien cimentado, al pie del talud, cuyo trasdós (espacio entre el muro y el terreno) y contrafuerte del talud puedan rellenarse de escolleras..."¹⁰.

En cumplimiento de dicho Informe, Carén ejecutó las siguientes medidas: (a) muros de contención de hormigón armado, (b) muros de gaviones para el control de erosión, y (c) rellenos entre sillars en base a una combinación de material granular.

Respecto a la construcción de muros, mi representada dispuso la construcción de muros de contención de hormigón armado en las últimas tres sillars del sector *penstock*. Lo anterior, permite que en los tramos más críticos de la tubería (es decir, entre los vértices 13 y 14 de ésta), se pueda utilizar rellenos

⁹ Ver p. 33 del Informe de Mayo de 2016.

¹⁰ Ver sección 5.3.2 del Informe de Control de Erosión.

en base a material granular. Asimismo, se debe señalar que aguas arriba de los muros ya construidos se implementaron sostenimientos en base a "tierra armada", los que cumplen funciones de confinamiento pero con una carga (peso) menor al desarrollado por los muros de hormigón armado recién señalados.

Las referidas obras fueron ejecutadas en diciembre de 2014, tal como fuera informado en el Informe Avance Medidas Julio 2015 y complementado por la información proporcionada en el Informe de Mayo de 2016.

De igual forma, como una manera de mejorar la contención de escurrimientos y sedimentos y optimizar el sistema de drenaje del sector *penstock*, se han construido defensas en el sector del vértice 14 (aguas arriba de la Casa de Máquinas) en base a muros de gaviones para control de erosión, en el mes de septiembre de 2015, tal como se mi representada anticipara en el Informe Medidas Provisionales Julio de 2015 y complementara con la información proporcionada en el Informe de Mayo de 2016.

Por último, se han incorporado rellenos entre sillas en base a una combinación de material granular proveniente de las excavaciones y gravilla entre los vértices 13 al 14, durante el mes de septiembre de 2015, tal como se anticipara en el Informe de Medidas Provisionales de Julio de 2015 y complementara por la información proporcionada en el Informe de Mayo de 2016.

(iii) Construcción de obras de contención.

En lo que a obras de contención se refiere, el Informe de Control de Erosión señala que éstas deben tratarse "*... de barreras dinámicas para el frenado y contención de los materiales desprendidos de la ladera...*", barreras que deben ser

“...flexibles contra deslizamientos de tierras para deslizamientos poco profundos en taludes inestables, del fabricante Geobrugg.”¹¹

Carén, en cumplimiento de lo señalado en dicho Informe, implementó obras de contención de taludes utilizando los sistemas denominados “Greenax” y “Tecco”, ambos desarrollados por la empresa Geobrugg.

El sistema Greenax consiste en una medida de control de erosión el que se estructura sobre la base de una malla de acero galvanizado y tejido de polipropileno, el cual se complementa con la aplicación a baja presión de una siembra de productos compuestos por semillas de pasto perenne de *Ballica Nui* y *Trevol Rosado* y fertilizante con mezcla especial para praderas a base de NPK.

Por su parte, el sistema Tecco es una medida de estabilización de taludes rocosos sobre la base de una malla de acero galvanizado y pernos de anclaje con lechada o mortero.

Tal como da cuenta la información presentada en el Informe de Mayo de 2016, las actividades comprendidas por la implementación de los sistemas Greenax y Tecco se llevaron a cabo entre los vértices 13 y 14 del *penstock*, desde la primera semana de octubre y hasta la primera semana de noviembre de 2015.

Adicionalmente, y en paralelo a la instalación de la malla Greenax y Tecco, se ejecutó la siembra de semillas y la aplicación de fertilizante entre los vértices 7 al 14 del *penstock* con la finalidad de mantener una cubierta vegetal de pastos perennes debajo de la malla para evitar desmoronamientos de los taludes y evitar erosión.

¹¹ Ídem.

La siembra fue realizada el día 21 de octubre de 2015 y la resiembra el día 6 de noviembre del mismo año, para lo cual se utilizaron 95 kilos de semillas y 50 kilos de fertilizante, en los sectores del *penstock* georreferenciados en el plano acompañado en el Informe de Mayo de 2016¹².

1.3. Ejecución de obras de revestimiento de los canales con muro de albañilería en piedra.

De acuerdo a los compromisos ambientales asumidos, mi representada estaba obligada a revestir los canales con muros de albañilería de piedra en el evento de que el suelo no soportara el uso de taludes verticales. En la práctica, lo que esto significa es que, cuando no se puedan utilizar taludes verticales (porque el suelo no los soporta), mi representada debía revestir los muros de los canales construidos con obras que impidieran o dificultaran la erosión de los taludes no verticales.

Como se señalara en su oportunidad en los Descargos presentados y en virtud de lo expuesto precedentemente, Caren ejecutó obras destinadas a revestir los canales de forma tal de prevenir la erosión de los mismos mediante la implementación de las siguientes medidas: (i) construcción de obras de contención mediante los sistemas "Greenax" y "Tecco", (ii) construcción de obras de drenaje y zanjas de infiltración, (iii) construcción de muros de contención de hormigón armado, muros de gaviones y rellenos entre sillas en base a material granular, (iv) utilización de *tablaestacados* y *mallas metálicas* para sujetar las laderas de los taludes.

Atendido el hecho que el contenido de dichas medidas y su forma de cumplimiento ha sido explicada con detalle en las secciones anteriores, se dan por reproducidas en este acápite.

¹² Ver p. 58-73 del Informe de Mayo de 2016.

Sobre el particular, se debe precisar que el **libre desplazamiento de los peces sólo puede verse afectado una vez que comience la operación del Proyecto** ya que las compuertas sólo tienen por objetivo acumular agua hasta cierto nivel, para luego, una vez alcanzado dicho nivel, continuar su trayecto por el caudal hasta las tuberías. De esta forma, si el Proyecto no está operativo, no tiene ningún sentido el tener funcionando las compuertas durante la fase de construcción.

En relación con la fase de desarrollo del Proyecto, éste se encuentra actualmente en la etapa terminal de la fase de construcción. A la fecha, y tal como fuera acreditado en el Informe de Mayo de 2016, el Proyecto se encuentra en período de pruebas desde el 7 de febrero de 2016 para la Central Carilafquén y desde el 9 de febrero del mismo año para la Central Malalcahuello, lo que ha sido informado y coordinado con el Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado Central ("CDEC-SIC").

Las pruebas que resultan con inyecciones exitosas en el SIC, como ha ocurrido de modo puntual, desde febrero de 2016, pueden ser remuneradas, más no está declarada en operación comercial, y en consecuencia, desde el punto de vista del desarrollo del proyecto la fase actual es de construcción.

En cuanto al cumplimiento de las obligaciones contraídas durante la evaluación ambiental del Proyecto, Carén ha ejecutado las obras tendientes a modificar los orificios de las compuertas de la bocatoma del río Malalcahuello el día **15 de noviembre de 2015**, tal como consta del presupuesto, informes, emails y facturas emitidas por el contratista a cargo de las obras (Scotta), acompañados en el Informe de Mayo de 2016¹⁴.

En consecuencia, las compuertas de la bocatoma emplazada en el río Malalcahuello fueron modificadas con anterioridad a la fecha en que comenzaron las pruebas de inyección al SIC, por lo que éstas han cumplido su finalidad a pesar de no haberse iniciado la operación del Proyecto. Esto es, permitir el libre desplazamiento de los

¹⁴ Ver p. 96-104 del Informe de Mayo de 2016.

2. Informe sobre Control de Erosión, preparado por Norconsult Andina, de fecha 18 de febrero de 2015, que señala la necesidad de adoptar medidas urgentes en la zona de construcción de uno de los *penstock* para prevenir la ocurrencia de erosión, derrumbes y remoción en masa, y recomendó medidas a adoptar en las zonas de riesgo detectadas.
3. Carta Oficial N° 184, de fecha 14 de agosto de 2013, de la CONAF, respecto de la solicitud de corta excepcional del artículo 19 de la Ley 20.283, sobre Bosque Nativo, en virtud de la cual dicha entidad señala que *"se solicita precisar la intervención de individuos de Lleuque (Prumnopitys andina) en el sector bajo la chimenea de equilibrio, entendiendo que en dicho sector se construirá un camino que afecta individuos de Lleuque, situación evitable según lo observado por profesionales de CONAF IX Región en la primera visita a terreno en el mes de julio de 2013"*.
4. Carta Oficial N° 284, de fecha 15 de septiembre de 2014, de la CONAF, respecto de la solicitud de corta excepcional del artículo 19 de la Ley 20.283, sobre Bosque Nativo, en virtud de la cual dicha entidad señala que *"Se recomienda considerar la factibilidad de minimizar algunos sobre anchos que se encuentra dentro de la faja de servidumbre, por lo revisado en la cartografía y en terreno queda la impresión que existen algunos sectores donde se puede adecuar las aducciones y tubería de presión, minimizando la superficie de corta de bosque de preservación"*.
5. Copia impresa del pantallazo del expediente sancionatorio Rol D-055-2015 en la página web del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental, de fecha de hoy, en la cual consta que el dictamen del fiscal instructor a que hace referencia el artículo 53 de la LOSMA no ha sido emitido.

PORTANTO

RUEGO AL SR. SUPERINTENDENTE que en mérito de lo expuesto se sirva tener por acompañados los documentos ya singularizados.

SEGUNDO OTROSÍ: En subsidio a la solicitud realizada en el primer otrosí, y en el improbable evento que la misma no sea acogida, solicito al Sr. Superintendente que en ejercicio de las facultades del artículo 54 de la LOSMA ordene la realización de las diligencias probatorias que indica en tanto éstas resultan esenciales y determinantes para una adecuada resolución del procedimiento sancionatorio seguido en contra de mi representada.

De tal manera, se solicita se ordenen las siguientes diligencias:

1. Requerir a Carén la presentación de todos los antecedentes que permitan acreditar las obligaciones impuestas por CONAF y las recomendaciones realizadas en el contexto de la aprobación del Plan de Manejo aprobado por Resolución N° 12/PMP-13/15, de fecha 13 de mayo de 2015.
2. Oficiar a CONAF a fin de que ésta remita a esta Superintendencia el expediente de tramitación del Plan de Manejo aprobado mediante Resolución N° 12/PMP-13/15, de fecha 13 de mayo de 2015.

PORTANTO

RUEGO AL SR. SUPERINTENDENTE que, en mérito de lo expuesto y de las facultades conferidas por el artículo 54 de la LOSMA, ordene la realización de las diligencias probatorias ya descritas.

TERCER OTROSÍ: Adicionalmente a lo anterior, solicito al Sr. Superintendente que en ejercicio de las facultades del artículo 54 de la LOSMA ordene la citación de los funcionarios de CONAF que se individualizan a continuación, a fin de que éstos declaren en cuanto al contenido de las recomendaciones y exigencias realizadas durante la tramitación del Plan de Manejo aprobado mediante Resolución N° 12/PMP-13/15, de fecha 13 de mayo de 2015.

Su declaración es esencial y determinante para la adecuada resolución del presente procedimiento habida cuenta que las restricciones impuestas en relación con el

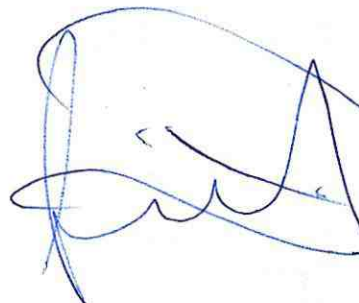
área en la cual se podían ejecutar las obras asociadas al *penstock* (en particular, el sector considerado para la construcción de caminos) debido a la presencia de un número importante de ejemplares de Lleuque (*Prumnopitys andina*) con características de alta singularidad, impidieron que mi representada pudiera ejecutar, en principio, las actividades civiles y mecánicas necesarias para la construcción de los taludes indicados en el IMS (tales como excavaciones, instalación de moldajes, montaje de enfierraduras, vaciado de hormigones, montaje y soldadura de tuberías).

De esta manera, se solicita la declaración de los siguientes funcionarios:

1. Sergio Rubén Morales Sáez, Jefe del Departamento de Fiscalización y Evaluación Ambiental de la CONAF de la IX Región, domiciliado en Francisco Bilbao N° 931, comuna de Temuco.
2. Luis Alberto Machuca Letelier, Analista del Departamento de Evaluación Ambiental de la Dirección Ejecutiva de CONAF, domiciliado en Paseo Bulnes N° 235, comuna de Santiago.

PORTANTO

RUEGO AL SR. SUPERINTENDENTE que, en mérito de lo expuesto y de las facultades conferidas por el artículo 54 de la LOSMA, ordene la realización de las diligencias probatorias ya descritas.

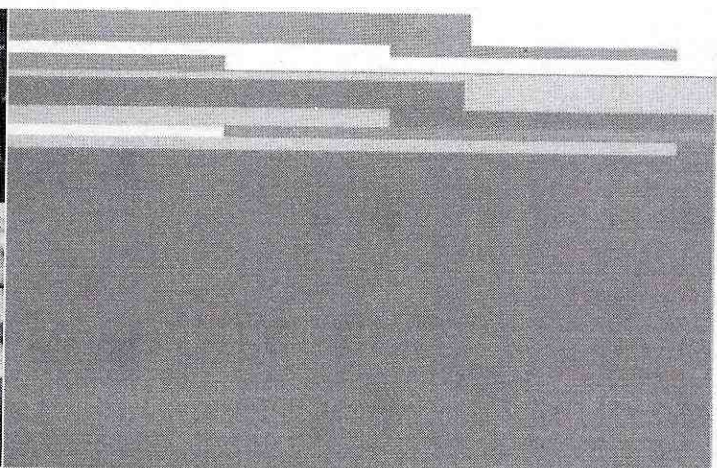




Central de Pasada Carilafquén- Malalcahuello

Informe Técnico Control de Erosión

2015-02-18 No. Proyecto: CL15003EW



D03	2015-02-18	Incluye comentarios del cliente	PC/RC	PE	MR
D02	2015-01-30	Incluye anexos solicitados por el cliente	PC/RC	PE	MR
D01	2015-01-28	Para aprobación del cliente	PC/RC	PE	MR
C01	2015-01-28	Para revisión del cliente	PC/RC	PE	MR
Revisión	Fecha	Descripción	Preparado	Revisado	Aprobado

Este documento ha sido preparado por Norconsult Andina S.A. como parte de la asignación identificada en el documento. Los Derechos de Propiedad Intelectual pertenecen a Norconsult Andina S.A. Este documento sólo puede ser usado para el propósito establecido en el contrato entre Norconsult Andina S.A. y el cliente, y no puede ser copiado o utilizado para otro fin que el requerido para el propósito que fue concebido.

Contenido

1	Introducción	5
1.1	Objetivo de la Consultoría	5
1.2	Descripción del proyecto	5
2	Antecedentes	7
2.1	Generalidades	7
2.2	Antecedentes entregados por el cliente	7
2.3	Visita a terreno	8
2.3.1	<i>Aducción Malalcahuello</i>	8
2.3.2	<i>Aducción Carilafquén</i>	8
2.3.3	<i>Sector tubería forzada</i>	8
2.3.4	<i>Conclusiones principales de la visita</i>	9
3	Descripción del problema	11
3.1	Tipificación de problemáticas	11
3.1.1	<i>Caso 1: Pérdida de cobertura vegetal en aducciones</i>	11
3.1.2	<i>Caso 2: Ejemplares forestales con pérdida de estabilidad</i>	12
3.1.3	<i>Caso 3: Erosionabilidad de taludes con bancos</i>	12
3.1.4	<i>Caso 4: Erosionabilidad de taludes con cuenca aportante</i>	12
3.1.5	<i>Caso 5: Áreas inestables con potencial o actual ocurrencia de derrumbe en taludes</i>	13
3.1.6	<i>Caso 6: Derrame de material hacia laderas naturales</i>	14
3.1.7	<i>Caso 7: Erosionabilidad en obras de cruce de quebradas</i>	15
3.1.8	<i>Caso 8: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente media y baja</i>	15
3.1.9	<i>Caso 9: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente alta</i>	16
3.2	Ubicación de problemáticas	16
3.2.1	<i>Caso 1: Pérdida de cobertura vegetal en aducciones</i>	16
3.2.2	<i>Caso 2: Ejemplares forestales con pérdida de estabilidad</i>	17
3.2.3	<i>Caso 3: Erosionabilidad de taludes con bancos</i>	17
3.2.4	<i>Caso 4: Erosionabilidad de taludes con cuenca aportante</i>	18
3.2.5	<i>Caso 5: Áreas inestables con potencial o actual ocurrencia de derrumbe en taludes</i>	18

3.2.6	Caso 6: Derrame de suelo y rocas hacia laderas de cota inferior y zonas de quebrada	19
3.2.7	Caso 7: Erosionabilidad en obras de cruce de quebradas	19
3.2.8	Casos 8 y 9: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zonas de pendiente media-baja y alta	20
4	Soluciones propuestas	21
4.1	Caso 1: Pérdida de cobertura vegetal en aducciones	21
4.2	Caso 2: Ejemplares forestales con pérdida de estabilidad	22
4.3	Caso 3: Erosionabilidad de taludes con bancos.	23
4.4	Caso 4: Erosionabilidad de taludes con cuenca aportante	25
4.5	Caso 5: Áreas inestables con potencial o actual ocurrencia de derrumbe en taludes	25
4.6	Caso 6: Derrame de material hacia laderas naturales	26
4.7	Caso 7: Erosionabilidad en obras de cruce de quebradas	27
4.8	Caso 8: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente media y baja	27
4.9	Caso 9: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente alta	28
5	Consideraciones geotécnicas sobre la estabilidad de la ladera en la tubería forzada en zona de alta pendiente (penstock)	30
5.1	Generalidades	30
5.1.1	Suelo tipo trumao	32
5.1.2	Depósitos de pómez	33
5.2	Estabilidad actual de la ladera	34
5.3	Medidas de estabilización	34
5.3.1	Medidas de drenaje	35
5.3.2	Obras de recubrimiento y contención (muros)	36
5.4	Medidas de monitoreo	38
6	Comentarios finales	39

1 Introducción

1.1 OBJETIVO DE LA CONSULTORÍA

Empresa Eléctrica Carén (“Carén”) ha solicitado a Norconsult Andina (“NCA”) elaborar un plan de control de erosión para el proyecto hidroeléctrico denominado Central de Pasada Carilafquén-Malalcahuello, actualmente en construcción, cuyo objetivo es proteger aquellos sectores donde las excavaciones han involucrado retiro o pérdida de cubierta vegetal. Adicionalmente la autoridad sectorial – Corporación Nacional Forestal (CONAF), Oficina Provincial Cautín, Región de La Araucanía – ha requerido al titular del proyecto que incluya algunas prácticas de control de erosión relacionadas con revegetación.

Como parte del servicio, NCA realizó una visita a terreno con especialistas geotécnico, edafólogo y civil, visitando aquellos sectores identificados por CONAF como “sensibles”. Como resultado de la visita y del análisis multidisciplinario del problema, NCA ha propuesto y ha acordado con Carén, la implementación de una serie de soluciones, las cuales se describen en el presente documento.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en la comuna de Melipeuco, provincia de Cautín, región de la Araucanía, a aproximadamente unos 22 km al oriente de la localidad de Melipeuco. El acceso al proyecto es a través del Camino Internacional S-61, para luego ingresar a la ruta S-575 que conduce a los Nevados del Sollipulli (Ver Figura 1-1)

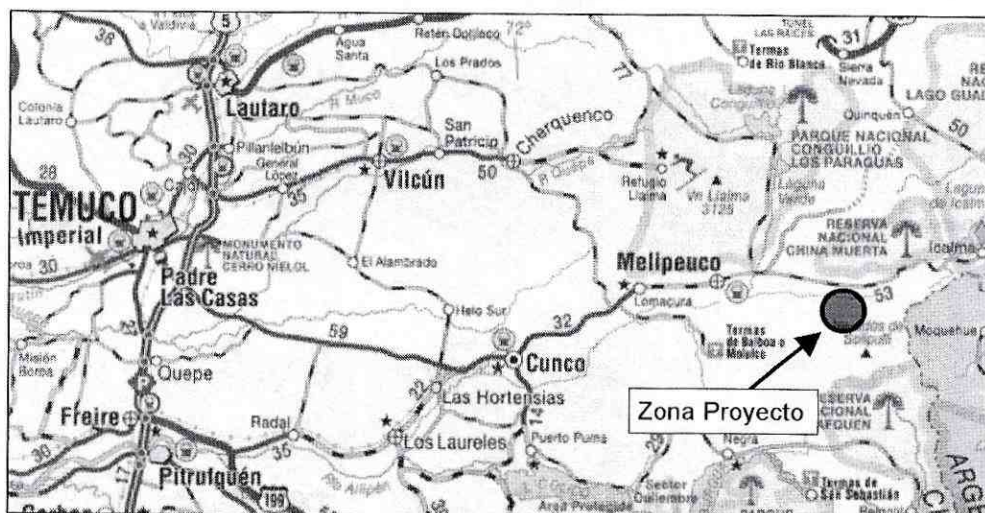


Figura 1-1: Ubicación del proyecto

El proyecto, cuya potencia total es de 29 MW, se compone de las centrales de pasada Carilafquén y Malalcahuello, cuyas principales características se presentan en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Características centrales de pasada Carilafquén y Malalcahuello

Descripción	Carilafquén	Malalcahuello
Caudal de diseño (m ³ /s)	3,40	2,37
Caída bruta (m)	426	330
Potencia Estimada (MW)	19,8	9,2
Longitud conducciones (km)	3,87	4,20

La central Carilafquén capta sus aguas en el río del mismo nombre, mediante una bocatoma tipo barrera móvil compuesta por 4 compuertas radiales, que cruza transversalmente el lecho del río y peralta el nivel de agua lo suficiente para extraer el caudal de diseño de la central.

La aducción Carilafquén consiste en una tubería de HDPE de 1,6 m de diámetro, que conduce el agua por 2.579,25 m, desde la bocatoma hasta la chimenea de equilibrio de la central (estanco cilíndrico de hormigón armado de 13 m de diámetro).

A partir del estanque de equilibrio se inicia la tubería forzada del proyecto, que corresponde a una tubería de acero de 1,6 m de diámetro y 1.293 m de largo. En su extremo de aguas abajo posee un pantalón que permite entregar el agua a dos turbinas Pelton de eje vertical.

La central Malalcahuello capta sus aguas en el río del mismo nombre, mediante una bocatoma tipo barrera móvil compuesta por 4 compuertas radiales.

La aducción Malalcahuello consiste en una tubería de HDPE de 1,4 m de diámetro, que conduce el agua por 3.262 m, desde la bocatoma hasta la chimenea de equilibrio de la central (estanco cilíndrico de hormigón armado de 13 m de diámetro).

A partir del estanque de equilibrio se inicia la tubería forzada del proyecto, que corresponde a una tubería de acero de 1,2 m de diámetro y 935 m de largo. En su extremo de aguas abajo, posee un pantalón que permite entregar el agua a dos turbinas Pelton de eje vertical.

Cabe señalar que ambas centrales comparten la misma zanja de excavación de la tubería forzada o *penstock*, aproximadamente en sus últimos 870 m de aguas abajo. Además, ambas centrales comparten el mismo edificio de casa de máquinas, subestación eléctrica y línea de transmisión.

Las restituciones de ambas centrales se realizan también mediante tuberías enterradas, que conducen el agua desde la casa de máquinas hasta los respectivos cauces naturales.

2 Antecedentes

2.1 GENERALIDADES

La erosión es un fenómeno complejo que básicamente consiste en la disgregación o meteorización de un suelo por la acción de los agentes atmosféricos, y la posterior denudación por arrastre de las partículas disgregadas. Es un fenómeno geológico natural, generador de sedimentos, que ha existido siempre en la superficie terrestre. La intensidad con que se manifiesta depende de una serie de factores que, a su vez y en última instancia, dependen de la geología y del clima de la región considerada, además del factor antrópico.

A escala de un talud y zonas aledañas, los tipos de erosión que revisten importancia son la *erosión eólica* y, sobre todo, la *erosión hídrica* producida por las gotas de lluvia que impactan sobre el terreno, disgregando partículas que son arrastradas por las aguas de escorrentía.

A corto plazo, los factores que controlan la erosión de un talud son el *clima*, con su agresividad o su *erosividad*, la *naturaleza del terreno* con su mayor o menor *erosionabilidad*, el *relieve topográfico* con su *pendiente*, *longitud* y *forma* de la vertiente, y la *cobertura vegetal* propia o implantada en su superficie.

Erosividad de un clima determinado es su capacidad potencial para provocar la erosión. Es función de las características físicas de la lluvia y del viento.

Erosionabilidad es la susceptibilidad o vulnerabilidad de una formación edáfica a la erosión. Es función tanto de las características del suelo como del relieve y la vegetación.

2.2 ANTECEDENTES ENTREGADOS POR EL CLIENTE

Para el desarrollo de la Consultoría, Carén ha puesto a disposición de NCA una serie de antecedentes que se detallan a continuación:

- Ubicación general de los sitios involucrados en las observaciones de CONAF. Archivo kmz.
- Topografía general del Proyecto. Archivo CAD.
- Planos civiles de la aducción Carilafquén. Ingeniería de Detalles, Poch, 2013.
- Planos civiles de la aducción Malalcahuello. Ingeniería de Detalles, Poch, 2013.
- Planos civiles de las tuberías forzadas Carilafquén y Malalcahuello. Ingeniería de Detalles, Poch, 2013.
- Planos mecánicos de la tubería forzada Carilafquén. Ingeniería de Detalles, Poch, 2013.
- Planos mecánicos de la tubería forzada Malalcahuello. Ingeniería de Detalles, Poch, 2013.

- Fotografías de las sillas de apoyo entre los vértices V-11 y V-14 de la tubería forzada. Carén, 2014.
- Perfiles estratigráficos de calicatas en los vértices V-6, V-10, V-12, V-13, V-15, V-17, V-18, V-19 y V-12. Memo Técnico, Brac Ingeniería S.A., 2013.
- Informe estudio sísmico, Brac Ingeniería S.A., 2013.
- Informe de mecánica de suelos, Brac Ingeniería S.A., 2013.

2.3 VISITA A TERRENO

Durante los días 18 y 19 de enero de 2015 se efectuó una campaña de terreno cuyo objetivo principal fue realizar un recorrido detallado de aquellas áreas del proyecto involucradas en las observaciones realizadas por CONAF, de modo de aportar con antecedentes suficientes para plantear soluciones viables que atiendan dichas observaciones. En los puntos siguientes se describe el recorrido realizado.

2.3.1 Aducción Malalcahuello

Se inició el recorrido en la bocatoma de la central Malalcahuello. Una vez realizada una observación general de esta obra, se procedió a transitar a pie por el trazado de la aducción, recorrido que llegó hasta el P.K. 0+850.

La visita de la aducción continuó ingresando por el acceso de construcción ubicado en el P.K. 1+450. Desde este punto, se realizó un recorrido que abarcó desde el P.K. 1+100 hasta el P.K. 1+900.

La visita descrita en los párrafos anteriores, permitió realizar una inspección visual de los taludes y cruces de quebradas en revisión ubicados en este tramo.

2.3.2 Aducción Carilafquén

Se inició el recorrido en el P.K. 0+150 de la aducción de la central Carilafquén, punto a partir del cual se procedió a transitar a pie por el trazado de la aducción, recorrido que llegó hasta el P.K. 0+800.

La visita de la aducción continuó ingresando a través del camino de acceso ubicado en el P.K. 1+950. Desde este punto se realizó un recorrido que abarcó desde el P.K. 2+100 hasta el P.K. 2+500.

Finalmente se visitó el P.K. 2+750 de la aducción Carilafquén, punto en el cual pudieron apreciarse las actividades de instalación del tramo inicial a tubería forzada.

La visita descrita en los párrafos anteriores, permitió realizar una inspección visual de los taludes y cruces de quebradas en revisión pertenecientes a la central Carilafquén. También permitió acceder al estanque de equilibrio de la central y recorrer las porciones más relevantes del primer tramo de la tubería forzada de la central.

2.3.3 Sector tubería forzada

Durante el segundo día de la campaña de terreno se realizó una visita a la excavación de la zanja común que comparten las tuberías forzadas (*penstock*) de ambas centrales. El recorrido a pie se inició en las afueras de la casa de máquinas del proyecto (vértice V-15) y

culminó, en primera instancia, en la segunda silla de apoyo ubicada aguas arriba del vértice V-12. En segunda instancia, se visitaron los vértices V-7, V-10 y V-11 de la tubería forzada.

En este recorrido se pudo revisar con detenimiento cada una de las excavaciones y taludes correspondientes a los machones y sillas de apoyo de la tubería forzada, así como las condiciones topográficas y de estabilidad, erosionabilidad y drenaje del terreno que circunda a la excavación.

Como parte del recorrido se visitó el sector de la ruta S-575 donde se inicia el ascenso hacia la zona superior del proyecto, a un costado de la quebrada Huechelepún. En este sector existe una zona de curvas (zona con espejos convexos) donde se detectó la presencia taludes preexistentes que exhiben inclinaciones comparables e incluso mayores a las que se encuentran en las excavaciones del proyecto, sin presentar compromisos de estabilidad ni huellas evidentes de erosión peso al cercano paso de maquinaria y vehículos livianos.

Terminados los recorridos descritos, se realizó una reunión con el personal de terreno de Carén (mandante) y SIGA (ITO), donde se plantearon algunas de las observaciones realizadas por personal de NCA. En ella se señaló que las soluciones que se planteen a la problemática detectada, deberán ser compatibles con los recursos disponibles al momento de su implementación, considerando que ya se ha iniciado el proceso de desmovilización del contratista. Posterior a esta reunión, se dio por finalizada la visita.

2.3.4 Conclusiones principales de la visita

Durante la visita a terreno efectuada por profesionales de NCA, se pudo observar fenómenos de erosión y de reducción de la cubierta vegetal como resultado del corte y desmonte de los sectores donde se construyen obras. En estos sectores eventualmente pudiesen aparecer procesos de inestabilidad los que, a priori, exigirían medidas correctoras encaminadas a garantizar la estabilidad geotécnica de esos taludes. Por otro lado, es necesario que los taludes y superficies, resultantes de estos cortes que se realizaron en el terreno, queden protegidos frente a los procesos erosivos y de meteorización, pues de lo contrario se producirá la degradación de los taludes, lo que podría repercutir no sólo en los costos de conservación y limpieza de las zonas adyacentes al pie de esos frentes, sino incluso podría llegar a desembocar en geometrías adversas desencadenantes de mecanismos de rotura, tal como ha sido observado en el sector de la tubería forzada en alta pendiente (*penstock*).

De acuerdo a las Especificaciones Técnicas Constructivas, en aquellas excavaciones mayores a 6 m de alto se deberá considerar la ejecución de banquetas cuyo ancho mínimo sea de 2 m. Además de esto, y según las mismas especificaciones, todos los taludes de más de 1,5 m tendrán como máximo una pendiente de 1:3 (H:V) durante la construcción y un talud final de 1:2 (H:V). No obstante, pudo comprobarse que en muchos de los diferentes cortes observados esta especificación no se cumplió a cabalidad, existiendo taludes que han sido excavados con mayor ángulo, incluso al correspondiente a la resistencia de los materiales del terreno, lo que ha ocasionado en algunos casos desprendimientos menores, pero sin comprometer la estabilidad global del talud en cuestión. Cabe señalar que el no cumplimiento de los taludes señalados en la ingeniería del proyecto son gatillados por la estrechez de la faja otorgada como servidumbre y área para construcción, obligando a las faenas constructivas a considerar taludes más verticales.

Desde el punto de vista geotécnico, la estabilidad de un talud está determinada por factores geométricos (altura e inclinación), factores geológicos (que condicionan la presencia de planos y zonas de debilidad y anisotropía en el talud), factores hidrogeológicos (presencia de agua) y factores geotécnicos o relacionados con el comportamiento mecánico del terreno (resistencia y deformabilidad).

Por otra parte, los taludes en suelos, como la gran mayoría de los cortes observados en el trazado del proyecto, rompen generalmente a favor de superficies curvas, con forma diversa condicionada por la morfología y estratigrafía del talud.

En general, los taludes observados a lo largo de las obras del proyecto presentan condiciones aceptables de estabilidad, más aun considerando que estos taludes tienen carácter temporal, es decir, se proyectaron para mantenerse estables durante el periodo de construcción de las obras, ya que tras el término de ésta serán revegetados, rellenados y/o tendidos en la mayoría de los casos. Caso especial representan las excavaciones en el sector de la tubería forzada en alta pendiente, cuyos aspectos relacionados con la estabilidad geotécnica de la obra serán tratados más adelante en un capítulo independiente.

3 Descripción del problema

3.1 TIPIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS

Como resultado de la visita realizada al área de influencia del proyecto Central de Pasada Carilafquén-Malalcahuello, se identificaron 9 diferentes casos que representan desde situaciones de erosión potencial hasta situaciones de erosión actual muy severa.

3.1.1 Caso 1: Pérdida de cobertura vegetal en aducciones

Para realizar la instalación de las tuberías de aducción, se realizaron movimientos de tierra que incluyeron excavaciones, cortes y rellenos de terreno.

El material removido desde excavaciones y cortes de terreno, en su mayoría ha sido dispuesto en botaderos habilitados para tal efecto. Una fracción minoritaria del terreno removido ha sido utilizada para rellenar secciones de la aducción del proyecto. Finalmente, durante la visita se verificó que otra porción del volumen de terreno removido fue dispuesto, sin arreglo especial, en secciones de la ladera inferior contigua a los frentes de trabajo.

Lamentablemente no fue posible verificar en las zonas de botadero, separación de los horizontes edáficos "A" y "B" removidos desde las áreas de movimiento de tierra asociadas a la tubería de aducción del proyecto.

El horizonte "A", se ubica normalmente en los primeros 50 cm de suelo. Si bien su textura es característica, va de franco limosa a limo arenosa, su alto contenido de materia orgánica le confiere su coloración parda oscura típica. Este horizonte alberga la mayor parte del banco de semillas y de la actividad biológica (microorganismos) del terreno removido. Sus características físico químicas son ideales para el crecimiento de vegetación.

El horizonte "B", se ubica bajo el horizonte "A", con espesores variables entre 50 y 200 cm. Normalmente se ubica sobre estratas de "tefra" volcánica (piedra pómez). Su actividad biológica es pobre. La fracción de limo aumenta significativamente con respecto al horizonte A, desmejorando en paralelo la fertilidad, estructura y porosidad del suelo. Todo lo anterior dificulta el establecimiento de flora nativa autóctona (herbácea, arbustiva y forestal).

En la actualidad, las obras asociadas a la instalación de tuberías de aducción de las citadas centrales, se encuentran en diferentes estados de avance. En algunas secciones del trazado, la tubería de aducción se encuentra completamente enterrada. En otras secciones, normalmente asociadas a la aparición de rocas de gran tamaño, aun no se inician las excavaciones.

Independientemente del nivel de avance en la instalación de las tuberías de aducción del proyecto, en todos los frentes de trabajo asociados a esta sección del proyecto, se ha

removido completamente la vegetación del lugar. La pérdida de cobertura vegetal representa un riesgo de pérdida de suelo (erosión potencial). Se excluyen de esta consideración aquellas zonas donde se producen afloramiento rocosos, ya que estos presentan un riesgo de erosión bajo.

La vegetación del lugar, cumple entre muchas otras, la función de barrera física entre las gotas de lluvia y la superficie del terreno, reduciendo el potencial erosivo del agua precipitada. En forma complementaria, la masa radicular asociada a la vegetación existente, aportaba estabilidad al terreno, reduciendo el riesgo de remoción en masa por infiltración de agua de lluvia y reduciendo el potencial erosivo del escurrimiento superficial.

3.1.2 Caso 2: Ejemplares forestales con pérdida de estabilidad

Como producto de lo reducido del área disponible para efectuar el proceso constructivo de la central – de modo de evitar sobre tala en sectores perimetrales – y de las actividades propias de movimiento de tierra del proyecto, desarrolladas en el entorno inmediato a la ubicación de ejemplares arbóreos adultos, las raíces de dichos árboles han sido cortadas parcialmente generando diferentes grados de desestabilización por debilitamiento del anclaje respectivo.

Debido a que, asociada a la citada desestabilización, los árboles pueden caer en la dirección opuesta al sector de suelo removido, se ha considerado este caso dentro del plan de control de erosión del proyecto.

3.1.3 Caso 3: Erosionabilidad de taludes con bancos

Producto de la combinación entre relieve del terreno y cercanía de los frentes de trabajo con respecto al límite de la franja de servidumbre del proyecto, se han generado taludes con más de 6 metros de altura con pendientes que superan la recomendación del Anexo 9.2 de la Adenda 1, Estudio de Mecánica de Suelos, que señala que los cortes de taludes permanentes asociados a obras del proyecto, cuyas profundidades superen los 150 cm, no podrán exceder la pendiente dictada por la relación 1:2 (H:V)

Durante el recorrido realizado al área de influencia del proyecto, se verificó que en varias secciones del proyecto, se sobrepasa incluso la relación 1:4 (H:V). Normalmente es la cercanía con el límite del área de la servidumbre del proyecto la que no permite tender los taludes hasta las pendientes recomendadas.

Se consideró que taludes con más de 6 metros de altura y relaciones de pendiente que superen el límite recomendado, representan zonas de potencial erosión. En estas zonas, la erosionabilidad del terreno está condicionada no sólo por pendiente, sino por el material parental expuesto en el talud (geología). Secciones con roca competente, tienen bajo riesgo de erosión. Por el contrario, estratos de granulometría gruesa y baja cohesión, como los horizontes de tefra (ceniza volcánica del tipo pómez), tienen alto riesgo de erosión. El horizonte B, característico de los suelos trumaos de la zona, cuya textura predominante es limo arenosa, se consideró de una erosionabilidad (susceptibilidad de los suelos para ser erosionados por agentes externos) media – alta.

3.1.4 Caso 4: Erosionabilidad de taludes con cuenca aportante

Se observó en la visita a terreno que, en general, el suelo presente en las excavaciones de la aducción posee una gran capacidad de almacenamiento de agua. Sin embargo este suelo

se encuentra dispuesto bajo una capa de material superficial más limoso, de menor capacidad infiltración de agua. Sumado a lo anterior, no se cuenta con estudios o ensayos de laboratorio que permitan determinar la real capacidad de infiltración de los suelos.

Es por ello que las secciones del proyecto que presentan cortes de talud con relaciones de pendiente por sobre 1:2 (H:V), y que al mismo tiempo formen parte de una subcuenca, independiente de su altura, se consideraron de alto riesgo de erosión (ver Figura 3-1).

Estas zonas reciben parte del caudal acumulado de precipitación desde laderas de cota superior (la otra parte es retenida por la vegetación y el suelo). Mientras mayor es la superficie de la subcuenca aportante, mayor es el riesgo de erosión, ya que el corte del talud recibirá un mayor caudal de escorrentía acumulado.

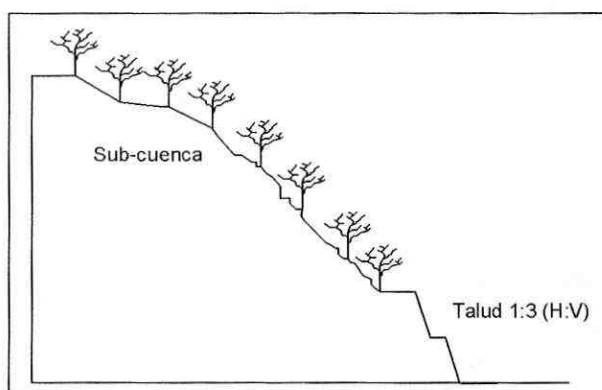


Figura 3-1: Taludes con cuenca aportante.

3.1.5 Caso 5: Áreas inestables con potencial o actual ocurrencia de derrumbe en taludes

Se consideraron zonas en riesgo de derrumbe a aquellas con amplios horizontes de tefra (ceniza volcánica del tipo piedra pómez) con signos de socavamiento inicial, áreas saturadas por afloramientos de napa freática y secciones de afloramientos rocosos muy meteorizados. En estas zonas se prevé la ocurrencia inminente de derrumbes.

Complementariamente se detectaron secciones del área de influencia del proyecto, específicamente cortes de talud, con derrumbes provocados por falta de cohesión del material (roca meteorizada o tefra), erosión por ocurrencia de lluvias sobre zonas de granulometría gruesa y en general sobre zonas desestabilizadas previamente (socavamiento de secciones de tefra bajo horizontes B). Estas zonas con derrumbes se calificaron con erosión actual severa por su inestabilidad estructural (material parental no cohesivo o desestabilizado por fallas, fracturas o textura).

Estos casos son los menos recurrentes y han sido observados en algunos de los cruces de quebradas de las aducciones especialmente en Malalcahuello, tal como se observa en las siguientes fotografías:



Fotografía 3-1: Derrumbe talud de excavación en quebrada N°3, central Malalcahuello, vista A.



Fotografía 3-2: Derrumbe talud de excavación en quebrada N°3, central Malalcahuello, vista B.

3.1.6 Caso 6: Derrame de material hacia laderas naturales

Durante el recorrido realizado al área de influencia del proyecto, se verificó la presencia de material removido (suelo y rocas) dispuesto en forma gravitacional (sin arreglo especial) por sobre la ladera de cota inferior contigua a frentes de faena que realizaron movimientos de tierra. A pesar de desconocerse la magnitud de la escorrentía superficial que se genera durante lluvias intensas y de la ausencia de estudios que determinen su valor, se estima que puede ser suficiente como para arrastrar este material y conducirlo hasta cauces activos ubicados en cotas inferiores (fin de la ladera).

Los acopios de este material en la aducción Malalcahuello se realizó principalmente sobre laderas de pendiente media (20% a 30%), mientras que en la aducción Carilafquén se realizó sobre laderas de pendiente alta, en torno al 100%.

De acuerdo a lo anterior, se consideró como zona de erosión elevada toda el área de acopio en ambas aducciones.

3.1.7 Caso 7: Erosionabilidad en obras de cruce de quebradas

Durante el recorrido realizado al área de influencia del proyecto, se observó que los cruces de quebradas se encuentran en una condición de obstrucción parcial por motivos constructivos. Esta obstrucción corresponde a la disposición temporal de material de excavación en forma de terraplén transversal a la quebrada, de modo de habilitar el tránsito peatonal y/o vehicular sobre él.

En algunas de estas quebradas se pudo apreciar el avance de la construcción de la respectiva obra de cruce, consistente en un encamisado de acero apoyado en dos machones dispuestos en cada uno de sus extremos, dentro del cual se instalará la tubería de HDPE de la aducción respectiva.

A partir de la observación de terreno por parte de los especialistas de NCA, se determinó que la restitución de la topografía original de la quebrada después de la construcción de las obras de cruce, dejará como resultado taludes desprovistos de la cobertura vegetal que originalmente aseguraba su estabilidad y su capacidad de resistir fenómenos de erosión.

Considerando a la gran pluviosidad de la zona donde está emplazado el proyecto, es altamente probable la ocurrencia de precipitaciones intensas sobre estos taludes. Además, debido a que las cuencas aportantes son pequeñas y tienen, por ende, un tiempo de concentración bajo, es esperable que durante un evento pluvial importante, circule por la quebrada el caudal *peak* de la crecida antes de que la precipitación haya finalizado, sumando ambos efectos erosivos.

De acuerdo a ello, ante la ocurrencia de un evento de precipitación, se prevé que estos taludes se verán afectados a fenómenos de erosión, cuya magnitud dependerá de la intensidad de la lluvia. Adicionalmente, se estima un riesgo moderado a alto de que la erosión de los taludes sin cobertura vegetal se traduzca en socavaciones del lecho y las riberas de la quebrada, las cuales pueden llegar a afectar la fundación de los machones que soportan el encamisado de acero de la obra de cruce.

3.1.8 Caso 8: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente media y baja

El área de intervención asociada a la instalación de la primera sección de la tubería en presión (primeros 750 m en Carilafquén y primeros 390 m en Malalcahuello), cuya pendiente no supera el 50% o 2:1 (H:V), ha perdido toda su cobertura vegetal. Atendiendo a que la textura dominante del material removido en el área es limo arenosa, con un potencial de erosión evaluado como medio-alto, atendiendo a que el ARS (1975)¹ le asigna un valor a

¹ ARS, 1975. Mathematical Simulation of Upland Erosion by Fundamental Erosion Mechanics. G.R. Foster, L.D. Meyer. In: Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yield and Sources. ARS S-40. Agricultural Research Service, USDA, Washington, D.C., pp. 190-207, 1975

dicha textura para su factor K (factor de erosionalidad de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos, USLE), equivalente a 0,95, es posible concluir que existe riesgo de erosión en toda el área sin cobertura vegetal asociada a la sección de tubería antes mencionada.

3.1.9 **Caso 9: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente alta**

El área de intervención asociada a la instalación de la segunda sección de la tubería en presión (últimos 550 m), cuya pendiente supera el 100% o 1:1 (H:V), ha perdido toda su cobertura vegetal.

Atendiendo a que el material parental removido posee secciones rocosas con distinto grado de meteorización y secciones de suelo cuya textura predominante limo arenosa, con un potencial de erosión evaluado como medio-alto, es posible concluir que existe riesgo de erosión elevado en toda el área desde la que ha sido removido la cobertura vegetal original y sus perfiles característicos han sido alterados, sean estos roca o suelo.

3.2 **UBICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS**

En este acápite se presenta un mapeo con la ubicación geográfica dentro de la obra de aquellas problemáticas tipificadas en el punto anterior.

3.2.1 **Caso 1: Pérdida de cobertura vegetal en aducciones**

En base a las observaciones realizadas en terreno y tal como se muestra en la Figura 3-2, es posible afirmar que el área que ha perdido la totalidad de su cobertura vegetal y de su horizonte edáfico superficial (Horizonte A), corresponde a la totalidad del área intervenida para realizar la instalación de tuberías de aducción, exceptuando las zonas donde se verificó la presencia de afloramiento rocosos.

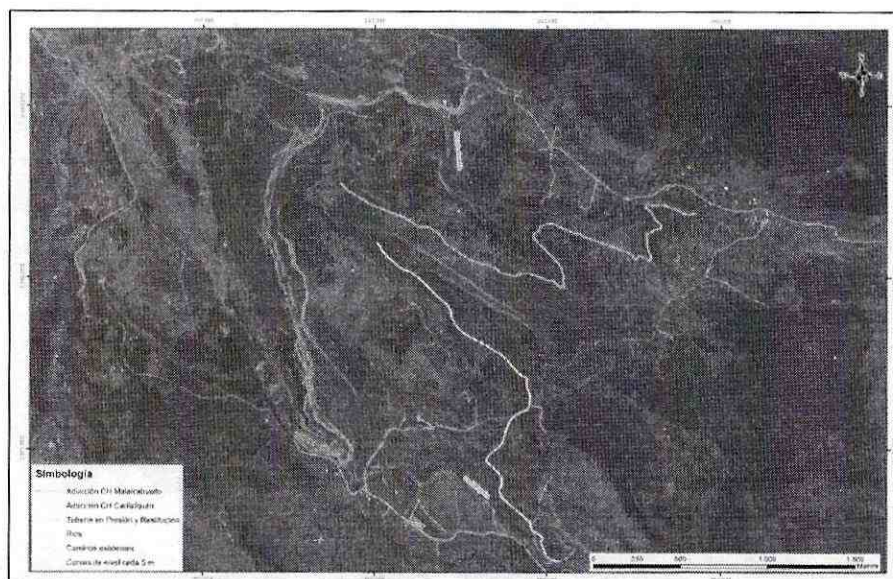


Figura 3-2: Zonas con pérdida de cobertura vegetal.

3.2.2 Caso 2: Ejemplares forestales con pérdida de estabilidad

En la Figura 3-3 se puede apreciar la ubicación de los ejemplares que se detectaron sujetos a pérdida de estabilidad como producto de la remoción del suelo que sustenta sus raíces.

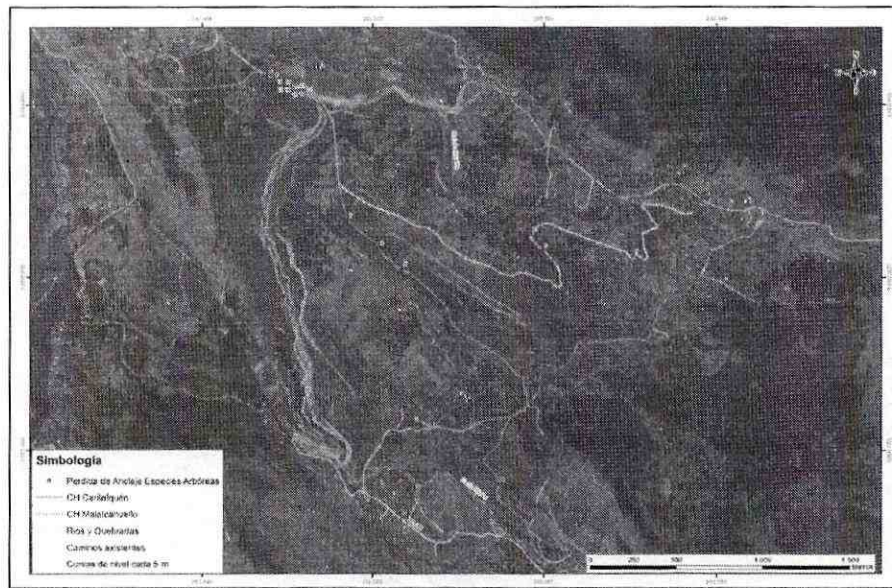


Figura 3-3: Ubicación ejemplares con pérdida de estabilidad.

3.2.3 Caso 3: Erosionabilidad de taludes con bancos

En la Figura 3-4 se puede apreciar la ubicación de aquellos sitios donde se detectó la presencia de taludes con bancos provistos de alto riesgo erosión.

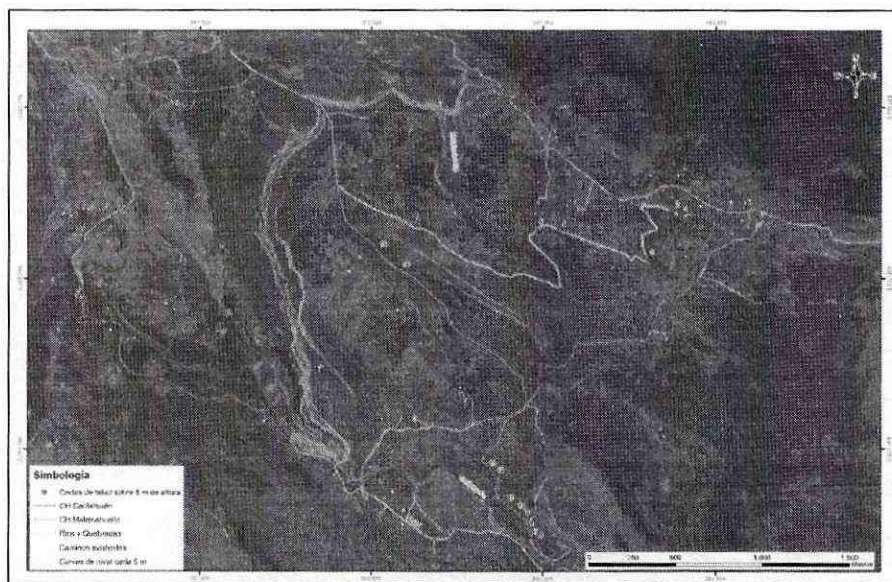


Figura 3-4: Ubicación taludes con bancos susceptibles a erosión.

3.2.4 Caso 4: Erosionabilidad de taludes con cuenca aportante

En la Figura 3-5 se puede apreciar la ubicación de aquellos sitios donde se detectó la presencia de taludes con cuenca aportante.

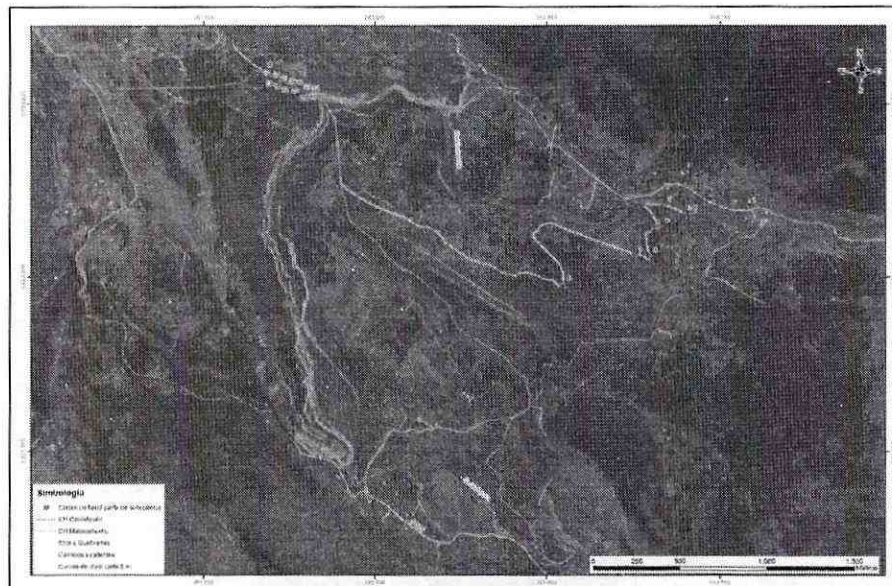


Figura 3-5: Ubicación taludes con cuenca aportante.

3.2.5 Caso 5: Áreas inestables con potencial o actual ocurrencia de derrumbe en taludes

En la Figura 3-6 se puede apreciar la ubicación de aquellas áreas con derrumbes potenciales y existentes.

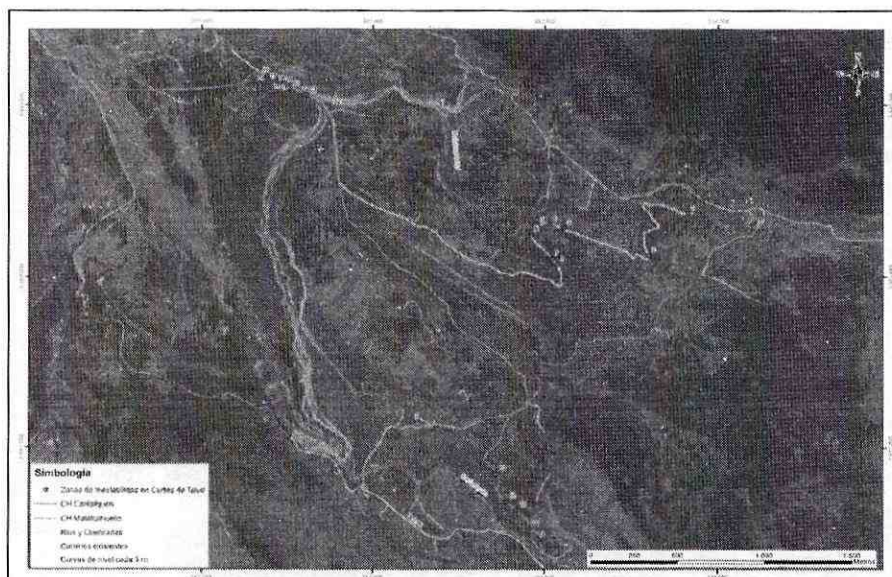


Figura 3-6: Ubicación de áreas con derrumbes potenciales y existentes.

3.2.6 Caso 6: Derrame de suelo y rocas hacia laderas de cota inferior y zonas de quebrada

En la Figura 3-7 se puede apreciar la ubicación de aquellos donde se utilizó la ladera de cota inferior para el acopio de material proveniente de la excavación de la zanja de la tubería de aducción.

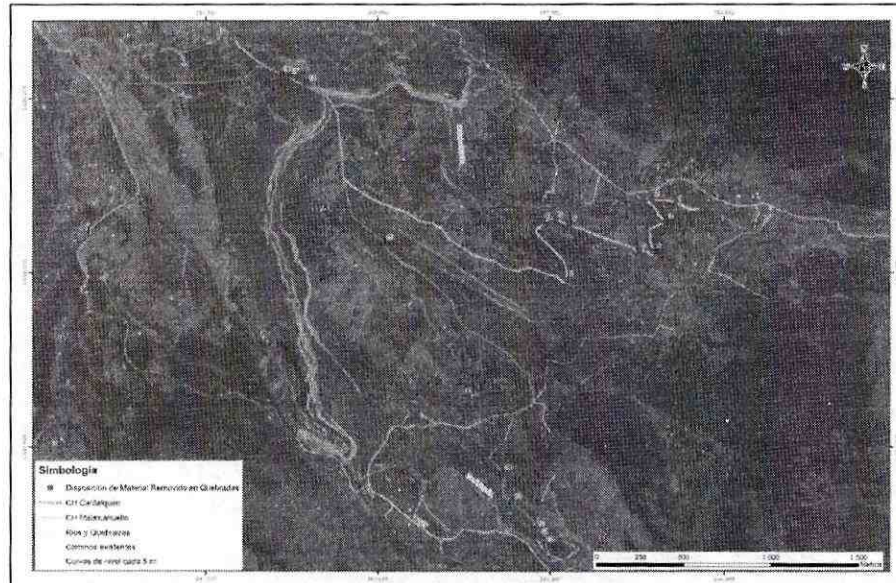


Figura 3-7: Ubicación zonas con acopio de excavaciones en ladera de cota inferior.

3.2.7 Caso 7: Erosionabilidad en obras de cruce de quebradas

En la Figura 3-8 se puede apreciar la ubicación de los cruces de quebradas donde se detectó alto riesgo erosión.

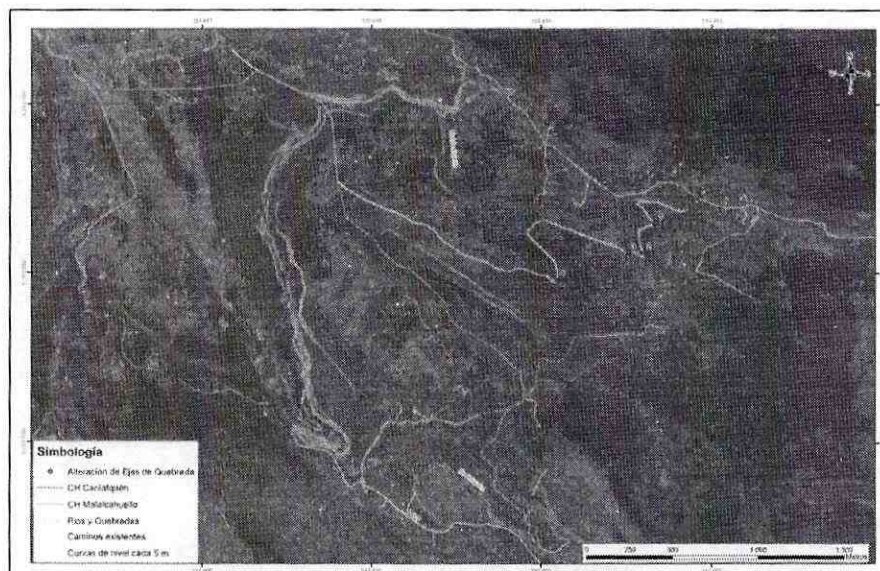


Figura 3-8: Ubicación cruces de quebrada.

3.2.8 Casos 8 y 9: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zonas de pendiente media-baja y alta

En la Figura 3-9 se puede apreciar la zona donde la tubería forzada se dispone en laderas de pendientes media-baja y alta.

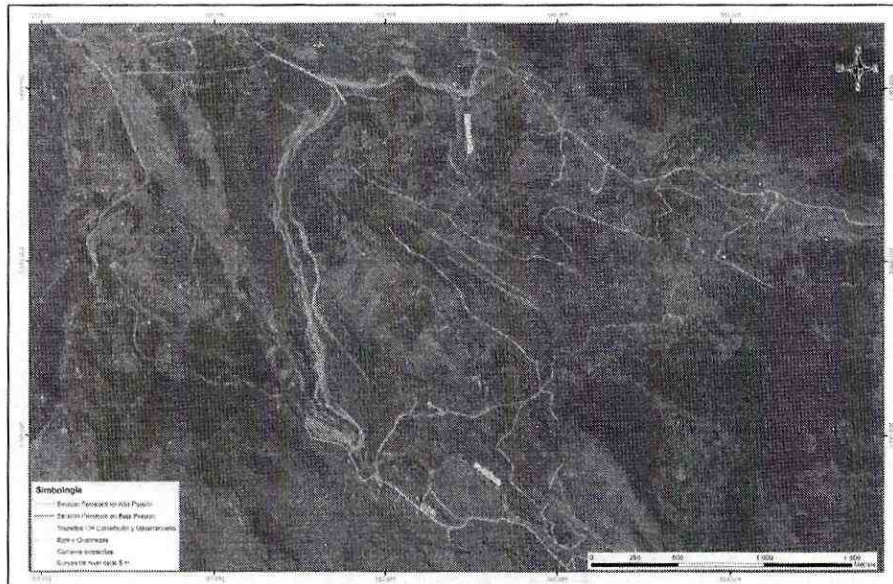


Figura 3-9: Ubicación tubería forzada.

4 Soluciones propuestas

4.1 CASO 1: PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN ADUCCIONES

En consideración a que la superficie en riesgo de erosión se asocia directamente a la pérdida de cobertura vegetal, se propone revegetar todas las zonas afectadas por faenas de movimiento de tierra.

El proceso de revegetación deberá comenzar con el emparejamiento de los terrenos asociados a la instalación de la tubería de aducción, con pendientes finales que no superen el 25% o 4:1 (H:V).

En primer lugar, mediante el uso de implementos de laboreo vertical propulsados por un cargador frontal, se propone reducir la compactación de las secciones utilizadas como caminos de faena. Los implementos deberán trabajar a una profundidad de al menos 30 cm con el fin de restituir las condiciones de estructura, porosidad e infiltración originales del terreno.

Sobre el terreno emparejado y mullido, se esparcirá con camiones tolva y motoniveladoras, un volumen de mezcla de suelo acopiado en botadero rico en materia orgánica (al menos 4%), preparado a partir de la selección del material mezclado en botaderos.

La fracción de suelo rico en materia orgánica será emparejada con un rodillo liviano, propulsado por retroexcavadora, con la finalidad de mejorar el prendimiento de semillas y la brotación de secciones de tallo de coligüe a utilizar, con la finalidad de repoblar la superficie intervenida con especies herbáceas y arbustivas.

El material rico en materia orgánica a esparcir contiene semillas de especies locales herbáceas, arbustivas y arbóreas, por lo que se espera un repoblamiento progresivo y natural desde el banco de semillas. Entre las especies de flora que naturalmente repoblarían la sección de tubería de aducción están *Chusquea culeou*, *Maytenus disticha*, *Myrceugenia chrysoarpa*, *Azara alpina*, *Pernettya myrtilloides*, *Osmorhiza chilensis*, *Festuca scabriuscula*, *Sisyrinchium arenarium*, *Senecio pilquensis*, *Hypochaeris arenaria*, *Acaena ovalifolia*, *Viola magellanica*, *Adenocaulon chilense* y *Anemone antucensis*².

Con la finalidad de asegurar la estabilización del terreno, se realizará la plantación de trozos de caña de individuos de coligüe (*Chusquea coleu*) en forma de hilera apegada a la sección que limita con la sección de ladera de cota inferior, distanciando los trozos de caña 50 cm

² Fuente: Estudio de Línea de Base Flora Proyecto Centrales Hidroeléctricas Carilafquén y Malalcahuello

entre sí por todo el largo de ambas tuberías. Esto equivale a plantar aproximadamente 12.000 trozos de caña de coligüe.

Destaca la propagación a través de “chuquines”³, que consiste en la generación de plántulas de pequeño tamaño y culmos delgados que emergen de las yemas de los rizomas una vez que se han extraído los culmos maduros.

Los culmos son vástagos que emergen de los rizomas, los que alcanzan diferentes alturas y diámetros dependiendo de la especie. Una característica importante es que los culmos del coligüe emergen del suelo con su máximo diámetro, esto quiere decir que no aumentan en grosor posteriormente y su máxima altura la alcanzan normalmente en una temporada o período vegetativo.

Los chusquines se pueden plantar en vivero o directamente en terreno, siguiendo el esquema de la Figura 4-1.

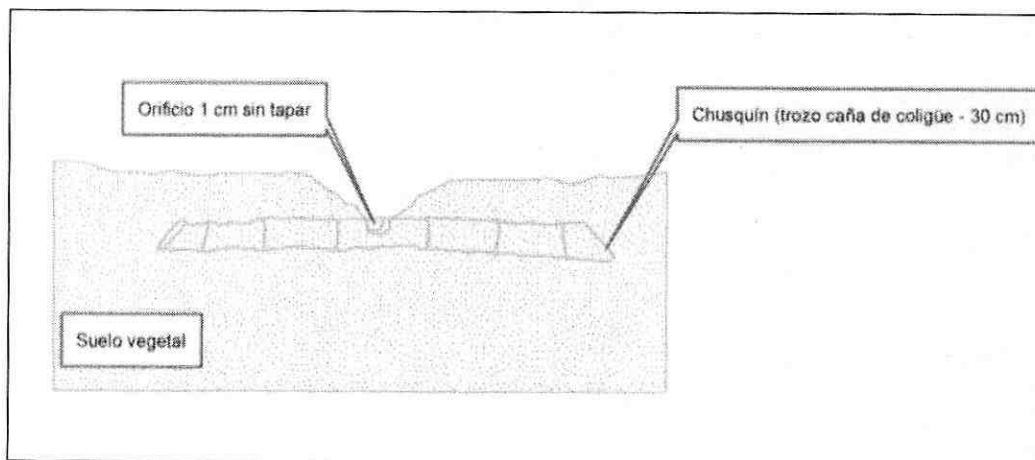


Figura 4-1: Mecanismo de reproducción vegetativa.

4.2 CASO 2: EJEMPLARES FORESTALES CON PÉRDIDA DE ESTABILIDAD

Los ejemplares cuyas raíces han sido cortadas junto con el suelo que las contenía, tienen muy pocas probabilidades de resistir los vientos de la zona. De hecho durante la visita fue posible verificar la caída de varios ejemplares forestales con suelo removido desde la zona de anclaje de sus raíces.

Se recomienda actualizar las superficies de corta forestal (planes de manejo forestal y planes de preservación) presentados a CONAF, incluyendo a todos los individuos afectados por la remoción parcial de suelo y raíces de anclaje. Como criterio se propone eliminar todos los individuos forestales cuyo tronco se ubique a menos de 50 cm del corte de talud, excavación o movimiento de tierra asociado al proyecto.

³ Cifuentes, V., Sardiña C., 2009. Bambú en Chile. Posibilidades de industrialización y estandarización del cultivo. Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo Escuela de Diseño Seminario de Procesos de Producción y Materiales Industriales I. Santiago, Chile 2009.

No se recomienda reforzar o reponer el suelo removido, debido a que las condiciones de inestabilidad persistirían al carecer el individuo forestal afectado de una parte de su sistema de raíces de anclaje.

4.3 CASO 3: EROSIONABILIDAD DE TALUDES CON BANCOS.

Las medidas que se proponen para reducir el riesgo de erosión en taludes cuyas alturas superen los 6 metros (taludes con bancos) y sus pendientes superen la relación 1:2 (H:V), son las siguientes:

- Elevar el piso de los taludes con material removido y acopiado en botaderos autorizados. Alternativamente, en aquellas zonas donde sea posible, se podrá utilizar el material acopiado a un costado de la excavación, como una manera de reducir costos de transporte. Al reducir la altura de los cortes de talud se genera un nuevo "piso" o "banqueta" capaz de albergar especies vegetales y contener material removible por erosión o inestabilidad estructural desde niveles de cota superiores.
- Cada banqueta del perfil de excavación deberá revegetarse con la finalidad de reducir la erosividad del terreno. Para la revegetación se procederá a agregar una capa de 10 cm de mezcla de suelo rica en materia orgánica, la que será compactada para favorecer es establecimiento de especies autóctonas contenidas en el banco de semillas de la mezcla de suelo esparcida. Finalmente se realizará una plantación de coligüe por "chuquines" y "culmos" distanciados entre si 50 cm plantados en hilera simple contigua al corte de talud de cota inferior.
- En el caso de taludes que posean una cuenca aportante en su parte superior, se propone la construcción de un contrafoso, dispuesto en la parte más alta del talud y separado por una distancia mínima de 2 m de su borde de excavación. Este contrafoso recolectará el agua de lluvia proveniente de la cuenca aportante para desviarla hacia los extremos de la zona comprometida, donde será descargada ya sea a quebradas existentes o a pozos de infiltración contruidos con ese fin.
- Tal como se muestra en la Figura 4-2, se proyecta un contrafoso de sección rectangular de 0,5 m de base y 0,5 m de altura, revestido con una membrana impermeable y relleno con grava fina (entre 1 y 2 pulgadas de diámetro). Los pozos de infiltración serán excavaciones de 1 m de profundidad y sección de 0,8 m x 0,8 m, rellenos con grava gruesa o bolones (diámetros en torno a las 10 pulgadas).

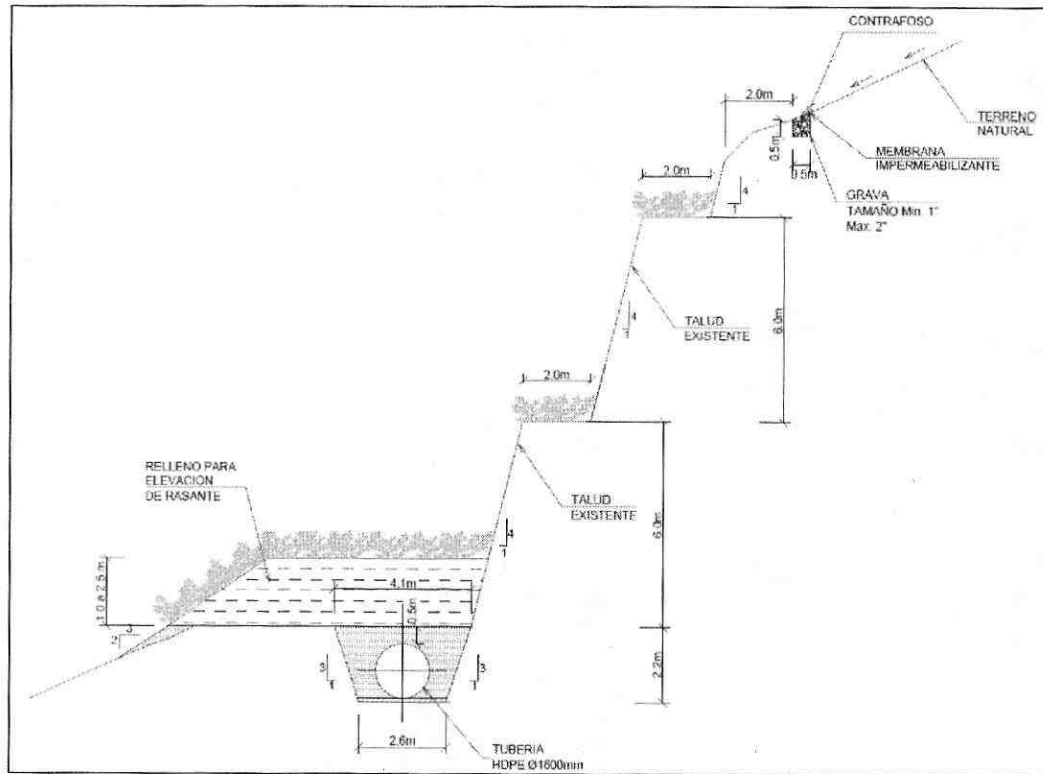


Figura 4-2: Solución propuesta para caso 3.

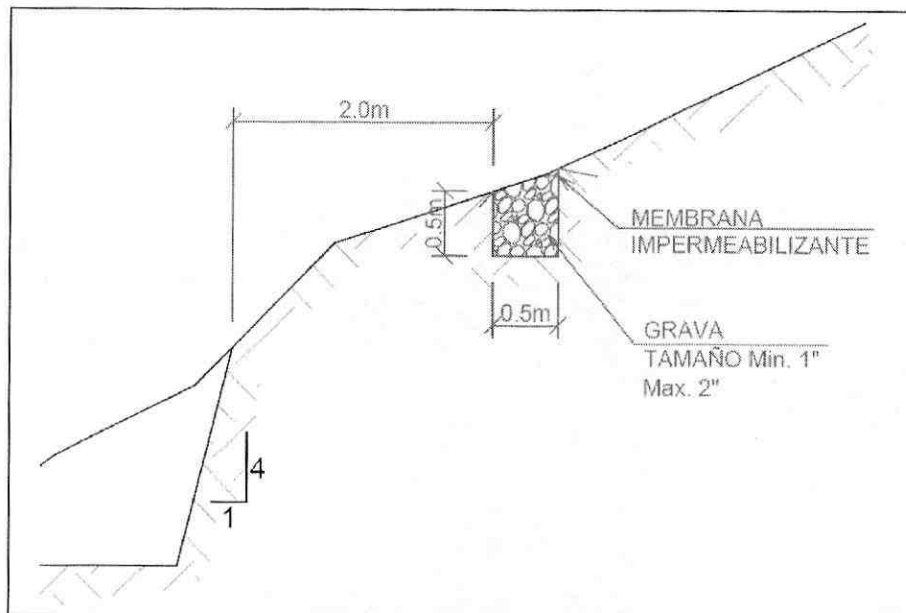


Figura 4-3: Detalle contrafoso propuestos para casos 3 y 4.

4.4 CASO 4: EROSIONABILIDAD DE TALUDES CON CUENCA APORTANTE

En el caso de taludes con presencia de cuenca aportante, independientemente de su altura o número de bancos, se propone la construcción de un contrafoso (y su respectiva solución de desagüe) idéntico al descrito en el punto anterior (ver Figura 4-3).

4.5 CASO 5: ÁREAS INESTABLES CON POTENCIAL O ACTUAL OCURRENCIA DE DERRUMBE EN TALUDES

Como solución a la problemática planteada, se propone una solución consistente en la ejecución de muros de gaviones que cumplan la función de recubrimiento, con la finalidad de proteger el terreno de la erosión, proporcionar un peso estabilizador a pie de talud y contener el material suprayacente. En la Figura 4-4 puede apreciarse un esquema de la solución sugerida.

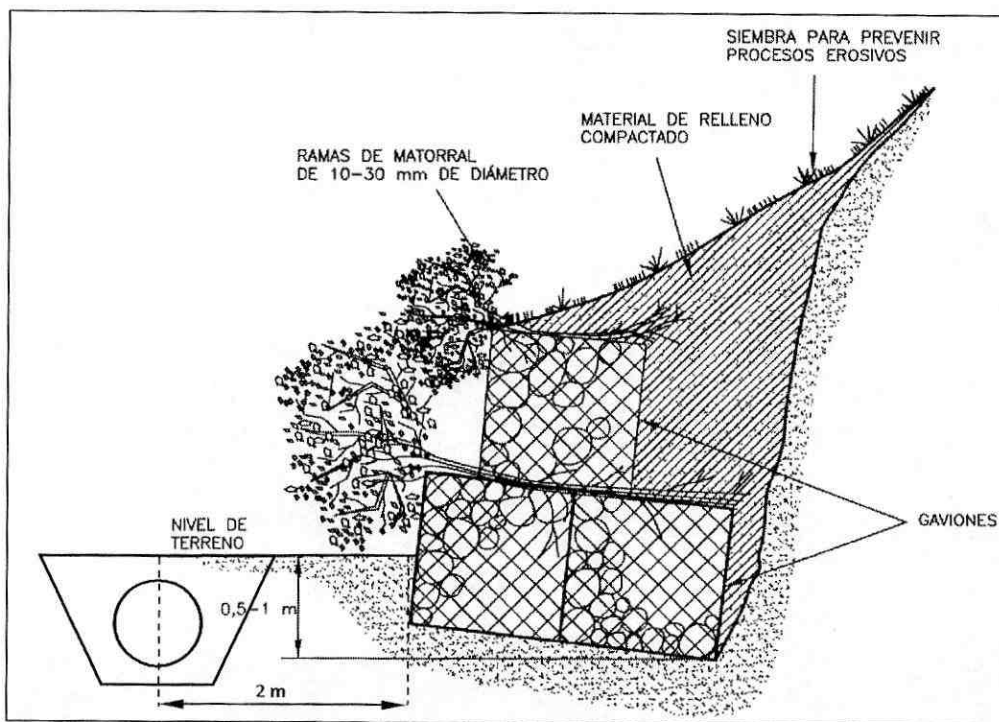


Figura 4-4: Esquema de instalación de gaviones para estabilización de taludes.

Las ventajas más importantes que se derivan del uso de este tipo de muros son:

- No requieren fundaciones.
- Adaptación al terreno.
- Fácil diseño y rápida construcción.
- Trabajan fundamentalmente por gravedad.
- Son flexibles y son capaces de soportar ciertos asentamientos sin fracturarse.
- Presentan condiciones de drenaje y durabilidad excelentes.
- Son económicos.

El muro de gaviones debe ser elaborado con mallas metálicas de alambre galvanizado de triple torsión, aunque pueden ser de torsión simple. Este galvanizado de zinc proporciona una buena adherencia a la estructura de la jaula, a la vez que la protege contra la corrosión, por lo que se verá aumentada su vida útil.

Cada jaula será de 2,0 m (largo) x 1,0 m (ancho) x 1,0 m (alto) y serán instaladas con escalonamiento hacia el interior del talud (Figura 4-4), con lo cual no se requiere el posterior relleno del trasdós del muro (espacio entre el muro y el talud).

En cuanto a los materiales de relleno, se deberán utilizar los bloques de roca obtenidos de las excavaciones realizadas y depositados en los botaderos más cercanos. El tamaño de los bloques debe ser del orden de 1,5 veces mayor que la abertura de la malla.

Los gaviones pueden ser instalados contra la pendiente del talud, oponiendo resistencia a la caída de material. La instalación de gaviones puede ser complementada con establecimiento de vegetación enraizante que provea mayor estabilidad al muro en el mediano y largo plazo. Sobre los gaviones se puede disponer suelo removido acopiado en botaderos autorizados con el fin de reducir las pendientes de los cortes a intervenir.

En zonas de cortes con pendiente muy alta (sobre 1:4 (H:V)), y debilidad estructural por presencia de rocas meteorizadas o tefra, se recomienda la instalación de secciones de muro de gaviones, tal como se muestra en la Figura 4-5. Esta solución no se recomienda para áreas de alta saturación (afloramiento de napas), ya que se requiere facilitar el escurrimiento subsuperficial sin arrastre de suelo.

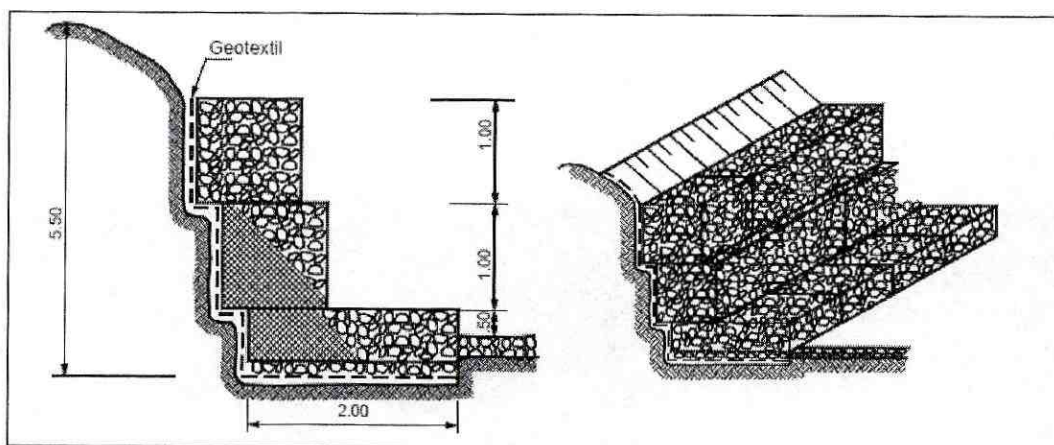


Figura 4-5: Esquema de secciones de muro de gaviones.

4.6 CASO 6: DERRAME DE MATERIAL HACIA LADERAS NATURALES

Se recomienda emparejar con mano de obra y maquinaria donde la pendiente del terreno y su vegetación lo permitan. Con la misma vegetación y rocas removidas se recomienda realizar muretes que frenen el avance ladera abajo del material depositado en zona de pendiente. Reforzando la cota superior de cada murete, se recomienda la plantación en hileras de individuos de coligüe (distantes 50 cm entre sí). Un esquema de la solución se presenta en la Figura 4-6:

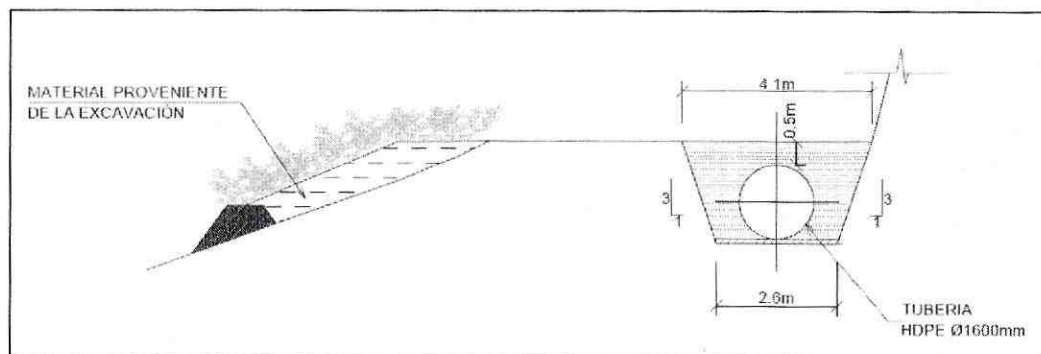


Figura 4-6: Esquema de revegetación de laderas con material de excavación.

4.7 CASO 7: EROSIONABILIDAD EN OBRAS DE CRUCE DE QUEBRADAS

Entendiendo que la restitución de la topografía original de la quebrada ya está comprendida dentro de las actividades de construcción de las obras de cruce de quebrada, se sugiere que ésta sea ejecutada de manera de generar taludes resultantes con pendientes no superiores a 1:1 (H:V), de modo de viabilizar su revegetación.

Sobre tales pendientes se recomienda esparcir y rodillar una capa de suelo con alto contenido en materia orgánica, con la finalidad de favorecer el crecimiento de vegetación.

Adicionalmente, se propone que, como medida preventiva, para evitar socavaciones que afecten la fundación de los machones que soportan el encamisado de acero de la obra de cruce, éstas sean protegidas mediante la instalación de gaviones a su alrededor.

Es necesario hacer hincapié en que esta medida es de carácter preliminar y debe ser confirmada y/o modificada por estudios de mayor detalle (hidrología de quebradas, modelamiento hidráulico del cauce, cálculo de socavación, entre otros).

En el caso de que se confirme la necesidad de obras de protección más robustas, será necesaria la instalación de un enrocado consolidado en todo el tramo del lecho comprometido con la obra de cruce (10 a 20 m hacia aguas arriba y hacia aguas abajo), el cual deberá contar con sus respectivos dientes de entrada y salida para protegerlo de la acción de las crecidas. Este enrocado tendrá la función de proteger el fondo y las riberas del cauce, a lo menos hasta la cota de fundación de los machones.

4.8 CASO 8: EROSIONABILIDAD DE FRANJA DE EXCAVACIÓN DE LA TUBERÍA FORZADA EN ZONA DE PENDIENTE MEDIA Y BAJA

En toda la extensión del terreno sobre la cual haya sido removida la cobertura vegetal, deberá revegetarse con especies nativas. Atendiendo a la elevada pendiente del lugar, se propone intercalar zanjás de desviación de aguas lluvias, que conduzcan el agua de escorrentía superficial hasta fuera de los límites de excavación, entregando el caudal desviado a zonas con suelo y vegetación no alterada. Se explicita que estas canaletas de desviación, se instalan en distancias muy cortas por lo que no acumulan caudales que deterioren de manera significativa el suelo sobre el que descargan.

Las áreas sobre las que se puede rellenar hasta alcanzar pendientes menores a 25%, serán revegetadas con especies nativas, establecida a partir del banco de semillas de una mezcla

de suelo rico en materia orgánica, acopiado en botaderos de la obra, esparcidos hasta alcanzar un espesor de 10 cm sobre las áreas de suelo desnudo.

4.9 CASO 9: EROSIONABILIDAD DE FRANJA DE EXCAVACIÓN DE LA TUBERÍA FORZADA EN ZONA DE PENDIENTE ALTA

En toda la extensión del terreno sobre la cual haya sido removida la cobertura vegetal, se recomienda revegetar con especies nativas. Sin embargo, debido a la elevada pendiente de las excavaciones del lugar, se propone la construcción de muros de hormigón de contención dispuestos por detrás y por los costados de cada silla de apoyo, de las mismas características de los que ya se han implementado en algunas sillas del tramo final del *penstock*. Adicionalmente, se propone que detrás de estos muros, se disponga un relleno de las siguientes características:

- Relleno de enrocado en la base del talud de excavación del nivel siguiente, de manera de estabilizarlo y evitar posibles deslizamientos.
- Relleno compactado de material proveniente de la excavación. Este relleno deberá proyectarse hasta el coronamiento del muro de hormigón.
- Relleno no compactado (material volteado) con forma de talud suave, uniendo el coronamiento del muro de hormigón con nivel de piso de la silla de agua arriba.

Las áreas sobre las que se puede rellenar hasta alcanzar pendientes menores a 25%, serán revegetadas con especies nativas establecida a partir del banco de semillas de una mezcla de suelo rico en materia orgánica, acopiado en botaderos de la obra, esparcidos hasta alcanzar un espesor de 10 cm sobre las áreas de suelo desnudo.

Finalmente, al pie de la cara frontal de cada silla, se propone instalar canaletas de desviación de aguas lluvia, que conduzcan el agua de escorrentía superficial hasta fuera de los límites de excavación, entregando el caudal desviado a zonas con suelo y vegetación no alterada. Se explicita que estas canaletas de desviación se instalan en cada uno de los niveles de excavación asociados a sillas o machones de la tubería forzada, por lo que no acumulan caudales que deterioren de manera significativa el suelo sobre el que descargan.

En la Figura 4-7 se presenta un esquema de la solución propuesta.

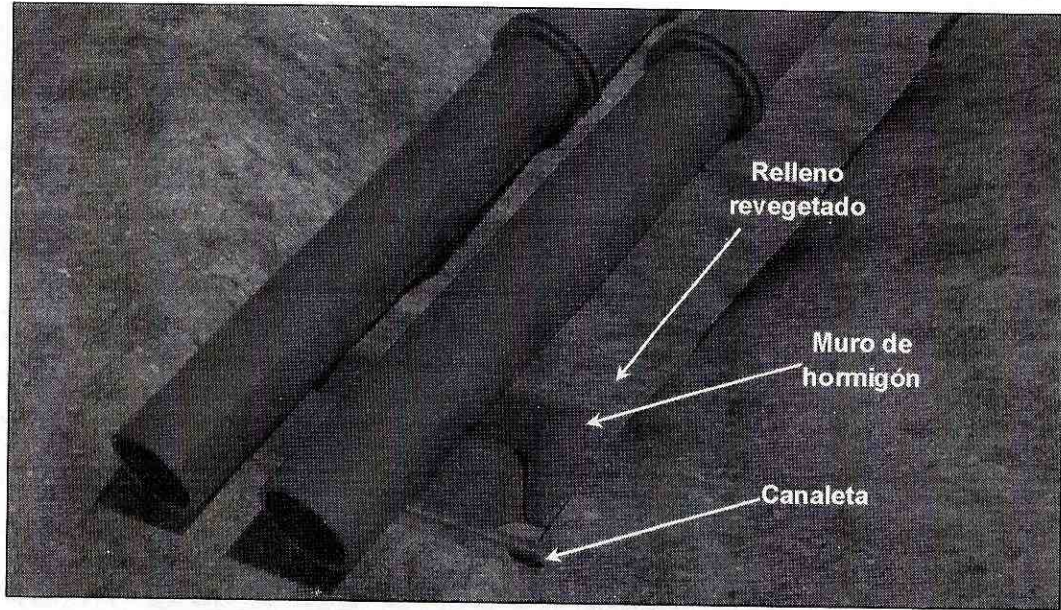
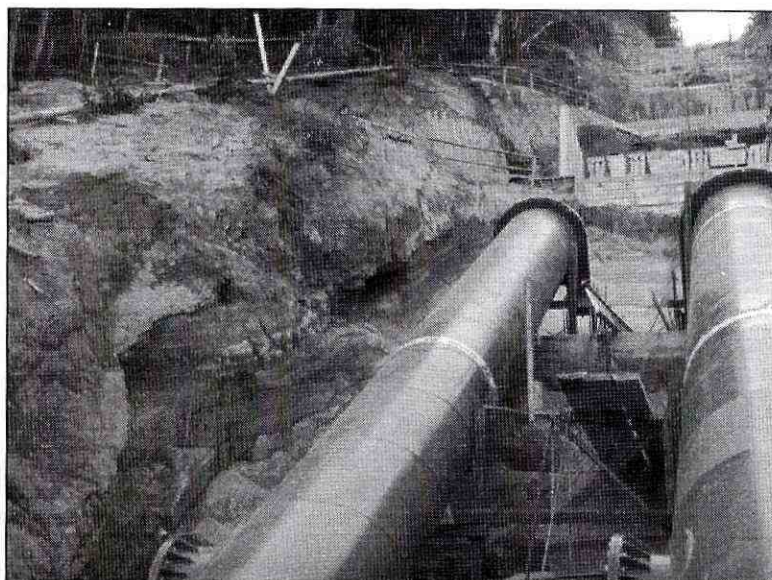


Figura 4-7: Esquema solución para tubería forzada en alta pendiente.

5 Consideraciones geotécnicas sobre la estabilidad de la ladera en la tubería forzada en zona de alta pendiente (*penstock*)

5.1 GENERALIDADES

El sitio de emplazamiento de la tubería forzada en zona de alta pendiente (*penstock*), ha sido excavado en una ladera de alta pendiente que presenta materiales no consolidados compuestos principalmente por suelos derivados de cenizas volcánicas, comúnmente conocidos con el nombre de trumao, y por un segundo tipo que corresponde a un depósito de pómez, el cual se presenta intercalado como un nivel continuo de espesor variable entre 1 a 1,5 m, entre los suelos derivados de cenizas volcánicas (ver Fotografía 5-1).



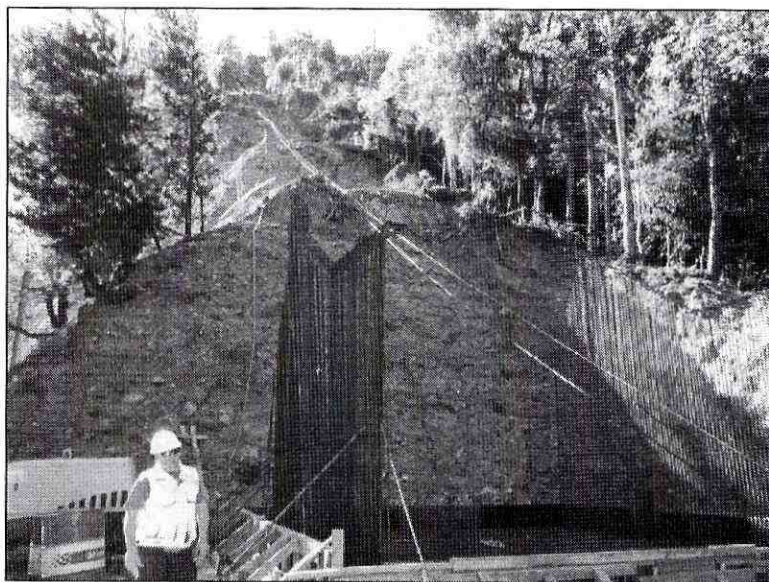
Fotografía 5-1: Excavación de ladera en materiales no consolidados compuesto de suelos de origen volcánico.

A partir de media ladera (Vértice V-12) y esporádicamente hasta la coronación de la pendiente del *penstock* (Vértice V-7), ocurren depósitos glaciales semi consolidados que comprenden principalmente *Tilloides* (depósitos morrénicos) formados por clastos de formas redondeadas a angulosas y de tamaño variable entre pocos mm y 2 m de diámetro (Fotografía 5-2 y Fotografía 5-3). Algunos clastos exhiben cantos facetados y truncados, y

superficies estriadas. Los clastos incluyen fragmentos de rocas volcánicas y algunos granitoides de diferente textura y composición.



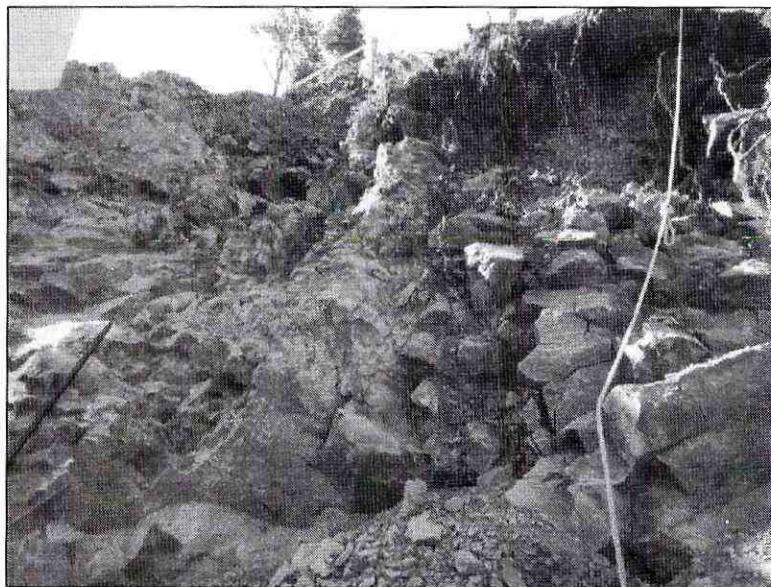
Fotografía 5-2: Excavación de ladera en materiales no consolidados de origen glacial, vista A (depósitos morrénicos).



Fotografía 5-3: Excavación de ladera en materiales no consolidados de origen glacial, vista B (depósitos morrénicos).

La matriz puede predominar y está compuesta de arena con guijarros, limos y escasa arcilla. Estos depósitos no exhiben estructura interna.

Finalmente, en la parte alta de esta excavación (Vértice V-7) aparecen afloramientos rocosos (ver Fotografía 5-4).



Fotografía 5-4: Excavación de ladera en materiales rocosos.

Desde el punto de vista de la estabilidad de la ladera excavada, es de especial interés el comportamiento geotécnico de los materiales superficiales que han sido excavados y removidos, esto es el suelo tipo trumao y los niveles de pómez reconocidos.

5.1.1 Suelo tipo trumao

El suelo tipo trumao corresponde a la extensa cubierta de depósitos piroclásticos finos, tamaño cenizas, descompuestas. Corresponden a suelos sueltos, limo-arenoso a limo-arcilloso y coloración castaño a pardo rojizo, que en su condición seca presenta alta consistencia, no obstante con baja densidad y moderada a alta compresibilidad.

Los suelos del tipo trumao, reconocidos en gran parte de la zona del proyecto, corresponden a secuencias con potencias medias de 1 a 3 m, que en algunos sectores focalizados pueden alcanzar máximos algo mayores.

Genéticamente, corresponden a suelos de origen volcánico. En la región existe un gran número de volcanes considerados geológicamente activos, donde la actividad volcánica desarrollada durante siglos ha permitido la formación y depositación de grandes cantidades de cenizas volcánicas, generando importantes superficies de terreno derivados de este tipo de materiales. Los suelos derivados de cenizas volcánicas poseen propiedades particulares que los hacen ser considerados diferentes a otros materiales. Estas propiedades se originan debido a la presencia dominante en la arcilla de un conjunto de minerales no cristalinos y paracristalinos que condicionan su comportamiento.

5.1.1.1 Características y propiedades geotécnicas de suelos tipo trumao

El trumao se define como un suelo alofánico, con presencia de partículas de alofán, imogolita y varios filosilicatos, en el cual predominan arcillas no cristalinas o paracristalinas. Es de color café amarillento a parduzco y su clasificación USCS corresponde a MH, limo de alta compresibilidad, a pesar de presentar características de arcilla. Es un suelo muy poroso, con densidades aparentes bajas, pero que se va incrementando con la profundidad.

En estado seco se comporta de manera muy esponjosa, mientras que en condiciones húmedas, de forma grasosa y jabonosa. Es característico de estos suelos tener un pH cercano a 5,6.

Dentro de las propiedades más características se encuentran:

- Baja densidad seca.
- Alta capacidad de retener agua.
- Fuerte influencia de su microestructura en el comportamiento tensión deformación.
- Al ser sometidos a distintos grados de secamiento, cambia por completo su estructura irreversiblemente, tratándose en cada grado de un suelo distinto.
- Alta sensibilidad al remoldeo en el ensaye de compresión no confinada.
- Por lo general son suelos muy compresibles.

Estas propiedades conducen a que estos suelos posean un comportamiento geomecánico problemático.

A partir de ensayos se puede estimar que la densidad natural seca es del orden de 0,75 a 0,89 t/m³, con una humedad natural mayor al 75%, una densidad húmeda de 1,52 g/cc, un valor de límite líquido igual o superior a 50 y un índice de plasticidad de 16 a 25. Estos valores están relacionados con la alta capacidad de estos suelos de retener agua en el interior de sus partículas y entre ellas.

Respecto a los parámetros de resistencia al corte del trumao, se tienen valores para el ángulo de fricción de entre 37° a 43,3°; mientras que, para la cohesión se indica un valor muy bajo, llegando a 0 t/m², dando como consecuencia una aproximación a un suelo tipo areno-limoso más que a una arcilla. La permeabilidad del trumao sugieren un rango de variación entre 1,33x10⁻⁵ y 8,74x10⁻⁵ cm/s.

5.1.2 Depósitos de pómez

Intercalaciones de tefra de hasta 1,5 m de espesor se observan en los sedimentos no consolidados del área del *penstock*. Corresponden a depósitos de pómez, de tamaño de hasta 3 cm, de buena selección, que representan caídas de piroclastos de erupciones plinianas. Estos depósitos de tefra provendrían del volcán Sollipulli. Estos depósitos de pómez plinianas se encuentran, en algunos casos observados en los caminos de acceso a las obras del proyecto, generando taludes naturales de gran pendiente, cercana a la vertical. No obstante, al ser remoldeados pierden radicalmente esta condición.

El material constituyente de estos depósitos, por lo general, clasifica de acuerdo a USCS como gravas limosas, debido al predominio de partículas de tamaño sobre 5 mm, a limos de alta plasticidad. Al poseer finos de alta plasticidad, es posible concluir que dentro la composición mineralógica, las pómez poseen minerales arcillosos. Por otra parte, los altos valores de límite líquido y plástico son un indicio de la alta capacidad de retener agua que poseen estos suelos.

Respecto a los parámetros de resistencia al corte de las pómez, se tienen valores para el ángulo de fricción de entre 25° a 28°; la cohesión se indica un valor muy bajo, llegando a 0 t/m². Estos suelos pueden desarrollar altas permeabilidades similares a los obtenidos en suelos gruesos del tipo gravas o arenas limpias.

5.2 ESTABILIDAD ACTUAL DE LA LADERA

Las excavaciones ejecutadas en la zona del *penstock* han retirado toda la cobertura vegetal. Esto permitirá que los materiales superficiales se queden sin el sustento que les proporcionaban las raíces de árboles existentes. Por otro lado, sin esta protección vegetal, el grado de infiltración de la escorrentía superficial será mayor.

Por otra parte, atendiendo a las características morfológicas y geométricas de la ladera excavada y a las propiedades físicas y resistentes de los materiales, es probable que la acción de factores externos tales como las precipitaciones intensas (recurrentes en la zona) y las condiciones climáticas, puedan desencadenar movimientos superficiales en la ladera como deslizamientos y flujos de barro.

En este sentido, la presencia de una capa de depósitos de pómez intercalada entre los suelos de tipo trumao, juega un papel definitivo puesto que determina la existencia de un potencial plano de discontinuidad que puede actuar como superficie de rotura, movilizando los materiales –y estructuras- que se encuentren por encima de este plano. A esto se suma la elevada pendiente del terreno, favorable para que se produzcan los movimientos gravitacionales. En este escenario, el comportamiento hidrogeológico de los materiales y la presencia de niveles freáticos elevados influirán decisivamente en las condiciones de estabilidad de la ladera. El agua juega un doble papel negativo en la resistencia de los materiales:

- Reduce la resistencia al corte por la generación de presiones intersticiales y por la reducción de los parámetros resistentes.
- Aumenta los esfuerzos de corte por el incremento del peso del terreno y por la generación de fuerzas desestabilizadoras en grietas y discontinuidades.

Frente a este contexto, será necesario definir las medidas de corrección o estabilización de esta ladera a objeto de prevenir el proceso y mitigar sus daños.

5.3 MEDIDAS DE ESTABILIZACIÓN

Aun cuando el estudio detallado, análisis de estabilidad de los taludes y laderas inestables y la definición de medidas de estabilización específicas para estos casos se encuentra fuera del alcance de esta asesoría, NCA estima necesario comunicar a Carén la inquietud que genera la estabilidad actual de la ladera donde se excava la tubería forzada en alta pendiente (*penstock*). Además, se considera oportuno indicar algunas soluciones o medidas de estabilización genéricas que, según opinión de NCA, pudiesen diseñarse con mayor detalle y ejecutarse en esta obra particular del proyecto.

Para diseñar y aplicar medidas de estabilización apropiadas es necesario conocer:

- Propiedades y comportamiento geomecánico de materiales que constituyen el terreno.
- El mecanismo y tipología de la rotura.
- Los factores geológicos, hidrogeológicos y de otro tipo influyentes en la inestabilidad.

Además, deben tomarse en consideración:

- Los medios económicos y materiales disponibles.
- La urgencia de la intervención.

- La magnitud y dimensiones de la eventual inestabilidad.

En general, las actuaciones más efectivas, y muchas veces las más económicas, son las que intervienen directamente sobre las causas que desencadenan la inestabilidad. En este caso se estima como las más recomendables obras de drenaje en conjunto con la construcción de muros y obras de contención y la modificación de la geometría del talud, esta última consistente, principalmente, en aumentar el peso en el pie del talud.

Se hace nuevamente hincapié en que las medidas aquí sugeridas tienen carácter preliminar y deben ser confirmadas y/o modificadas por estudios de mayor detalle (análisis de estabilidad, estimación de caudales a evacuar, niveles piezométricos, entre otros).

5.3.1 **Medidas de drenaje**

Los drenajes suelen ser métodos bastante efectivos para la estabilización de un talud. Las funciones de los drenajes se pueden resumir en:

- Control del movimiento del agua superficial.
- Control de la influencia del agua infiltrada en el comportamiento hidráulico subterráneo del talud.
- Reducción de la presión intersticial en profundidad.

Tanto los drenajes profundos como los superficiales se pueden mantener fácilmente, pudiendo ser rápidamente reparados. Los drenajes profundos van a controlar de forma más efectiva los efectos del agua de infiltración dentro del terreno. En general, suelen ser los que suponen un costo mayor a la vez que son más efectivos a la hora de desalojar grandes volúmenes de agua infiltrada, disminuyendo las presiones intersticiales en los puntos donde es más probable que se desarrollen procesos de deslizamiento. En cualquier caso, ambos tipos de drenajes, tanto profundos como superficiales, cumplen la función de alterar el campo de esfuerzos provocado por la infiltración de agua en el sustrato, por lo que es aconsejable la instalación de los dos.

Los drenajes superficiales propuestos como solución son aquellos definidos en el apartado 4.9, y corresponden a canaletas de desviación de aguas lluvias, que conduzcan el agua de escorrentía superficial hasta fuera de los límites de excavación, entregando el caudal desviado a zonas con suelo y vegetación no alterada.

Adicionalmente, se propone la instalación de un dren superficial a lo largo de todo el pie de la ladera (nivel de terreno entre *penstock* y casa de máquinas), a efecto de descarga de las aguas de los drenajes profundos que se describen en el párrafo siguiente. Este dren superficial consistirá en una cuneta o zanja revestida con hormigón o materiales sintéticos para garantizar su impermeabilidad y rellenas con grava. Puede instalarse adicionalmente un tubo colector ranurado para facilitar la evacuación del agua (ver Figura 5-1).

Los drenajes profundos que se proponen corresponden a drenes horizontales o californianos. Estos drenes se perforarán horizontalmente (con una pendiente entre 5% a 10%) y con un diámetro de 10 cm. Deberán estar provistos de filtros y ser recubiertos por un geotextil con el fin de evitar colmataciones. La longitud y espaciamiento necesarios deberán determinarse una vez que se tenga mayor precisión respecto a la ubicación de la superficie de rotura más probable del talud y a la posición del nivel freático. El nivel freático se verá disminuido por la serie de drenes horizontales (ver Figura 5-2).

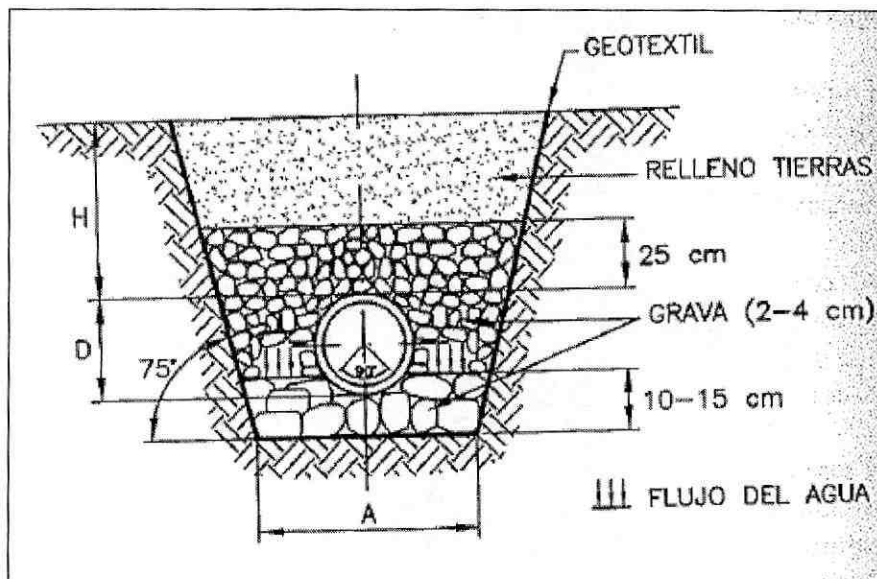


Figura 5-1: Esquema canaleta de drenaje al pie de la ladera.

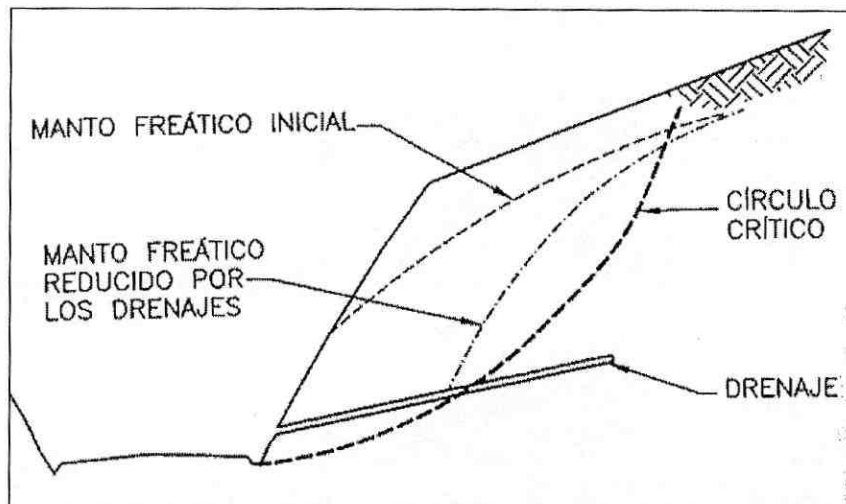


Figura 5-2: Esquema de drenaje profundo tipo dren californiano (al pie de la ladera).

5.3.2 Obras de recubrimiento y contención (muros)

Se recomienda la construcción de muros para reforzar la zona del pie de la ladera donde está instalado el *penstock*, evitando así, además, la degradación de esta zona crítica frente a la estabilidad.

La elección del tipo de muro a instalar dependerá de las diferentes condiciones que rodeen al problema, tales como los esfuerzos previsible, el espacio disponible, el plazo de ejecución y otros.

En principio, y previo a cualquier análisis más detallado, es posible recurrir a la construcción de un muro de gaviones bien cimentado, al pie del talud, cuyo trasdós (espacio entre el muro y el terreno) y contrafuerte del talud puedan rellenarse de escolleras, de forma que se

aporte un peso adicional en esta zona. Este relleno, además, puede proteger al terreno natural de las acciones ambientales. El empleo de escolleras al pie del talud permite el drenaje y reforzar el conjunto, además de ser una solución frecuente y rápida de ejecutar.

Entre las ventajas que presenta esta solución se pueden destacar:

- Costos bajos cuando los materiales están disponibles en las proximidades de las obras.
- Presenta una capacidad drenante muy importante.
- Amortigua los posibles movimientos dentro del talud sin perder sus propiedades resistentes.
- Se integra perfectamente en el medio ambiente debido al carácter natural de sus componentes, siendo revegetados muy fácilmente.

El diseño de detalle de estas soluciones deberá acometerse una vez que se tenga la información requerida para ello.

En la Figura 5-3 se presenta un ejemplo esquemático de la estabilización de un talud mediante un muro de pie, relleno de escollera y drenes californianos.

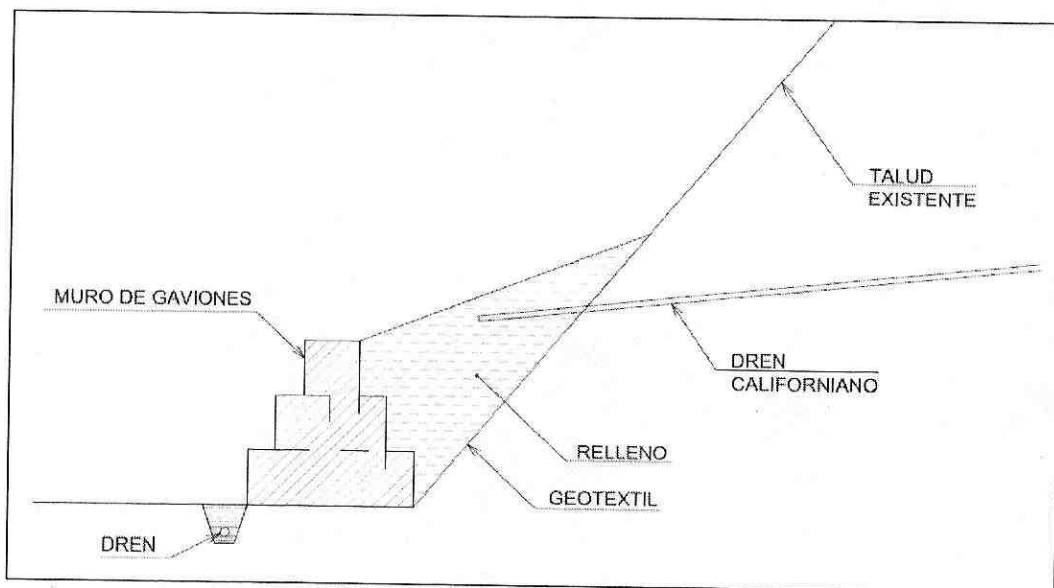


Figura 5-3: Esquema de secciones de muro de gaviones.

Existe otro tipo de actuaciones cuya finalidad es evitar los daños que un eventual deslizamiento superficial del terreno puedan causar en las instalaciones de la casa de máquinas, consistente en la instalación de barreras dinámicas para el frenado y contención de los materiales desprendidos de la ladera (ver Figura 5-4).

Se trata de barreras flexibles contra deslizamientos de tierras para deslizamientos poco profundos en taludes inestables, del fabricante Geobrugg. Estas barreras son capaces de detener mezclas de materiales, agua y sólidos, como deslizamientos de barro y de tierra incluso en eventos repetidos. Las barreras pueden instalarse en la base o sobre la superficie de la ladera que forma el talud en la zona del penstock. Es estrictamente necesario que su dimensionamiento sea realizado a través de modelamiento con software específicos.

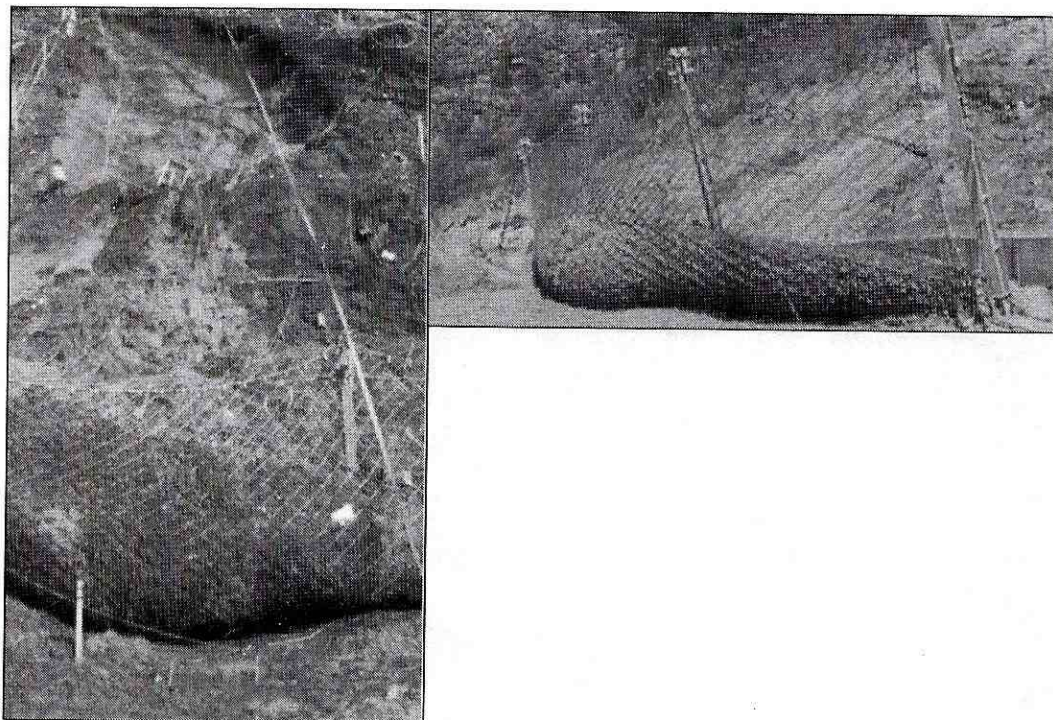


Figura 5-4: Barreras flexibles contra deslizamientos de tierras para deslizamientos poco profundos en taludes inestables.

5.4 MEDIDAS DE MONITOREO

Dada la incertidumbre que presenta la ladera del *penstock* en su zona de alta pendiente, se hace necesario la instalación de unos puntos de monitoreo topográfico que permitan adoptar medidas de reforzamiento de la ladera antes de que la problemática sea más evidente.

6 Comentarios finales

El plan de erosión solicitado tiene por finalidad reducir las pérdidas de suelo a partir de áreas de movimiento de tierra funcionales al proyecto. En primer lugar debe advertirse que una de las causas más importantes de riesgo de erosión para el proyecto, es la inclinación de los taludes. Tal como indica el documento "Estudio de Mecánica de Suelos", presentado en el Anexo 9.2 de la Adenda 1 del proyecto "MODIFICACIÓN CENTRAL DE PASADA CARILAFQUÉN MALALCAHUELLO", la pendiente recomendada para los cortes de talud permanentes, de acuerdo a la geología (material parental) del área de influencia, es 1:2 (H:V) para cortes que superen los 150 cm de altura. Las pendientes de los cortes de talud verificadas en terreno, normalmente superaban la relación 1:3 (H:V).

La solución más obvia sería entonces el reducir la pendiente de los taludes hasta el nivel indicado. Lamentablemente, la distancia que separa el borde superior del corte de talud con el límite de la servidumbre del proyecto, en la mayoría de los casos, no permite realizar movimientos de tierra adicionales.

El plan de control de erosión se estructuró sin modificar de manera sustantiva las pendientes de los cortes de talud permanentes de la obra. Atendiendo a esta restricción, se identificaron soluciones alternativas para reducir el riesgo de erosión (erosión potencial) y para mitigar la erosión causada a partir de obras del proyecto (erosión actual).

Respecto de la erosión potencial, se refiere principalmente a secciones del área de influencia del proyecto cuya cobertura vegetal haya sido removida completamente y en las que la capa superior del suelo (horizonte A), rico en materia orgánica, semillas y actividad biológica, haya sido significativamente reducida o alterada. En estos casos se ha propuesto el emparejamiento del terreno, en preparación para la disposición por capas de una mezcla de suelo rica en materia orgánica, traída desde botaderos del proyecto, con la finalidad de devolverle al suelo sus características físicas, químicas y biológicas. A partir de la mezcla de suelo dispuesta sobre las áreas intervenidas, se espera dar inicio a procesos de revegetación natural a partir del banco de semillas contenido en el suelo añadido. Como complemento, se realizarán plantaciones de coligüe en los bordes de los cortes de talud, con la finalidad de asegurar la colonización de especies vegetales nativas, capaces de retener suelo entre su masa radicular. Este procedimiento se aplicará a todas las áreas cuya pendiente no supere el 25%, equivalente a una inclinación 4:1 (H:V), incluidas las banquetas de los taludes de más de 6 metros de altura.

Para taludes de más de 6 metros de altura, se propone la construcción de zanjas de desviación de agua de lluvia con la finalidad de reducir la entrada de agua a la matriz de los muros y el agua de escorrentía, para evitar el arrastre de partículas de suelo sueltas (erosión pluvial).

Para las zonas con erosión actual, se proponen soluciones relacionadas con el reforzamiento de la estabilidad de los muros. Entre ellas, destaca el elevar la base de los cortes de talud con material acopiado en botaderos. De esta manera se reduce la altura total de los cortes de talud. En casos de saturación por afloramiento de la nivel freático, se propone el reemplazo del material del muro (normalmente combinaciones variables de suelo limo arenoso, con roca de diverso nivel de fraccionamiento, y estratas de ceniza volcánica del tipo pómez), por roca de gran tamaño o gaviones de alambre galvanizado y roca seleccionada de botaderos.

Nº	Contenido	Causa	Fecha	Designación
10	Téngase presente	Otros	30-10-2015	Investigar
11	Solicita reunión de asistencia	Otros	29-10-2015	Investigar
12	Descargos	Descargos	11-11-2015	Descargar
13	Res N° 4 Téngase por presentados los descargos	Otros	13-11-2015	Investigar
14	Res N° 5 Decretó diligencias procautoras y requiere información	Solicitud de diligencias (sin término probatorio)	28-01-2016	Descargar
15	Memoandum N° 1 Solicita antecedentes que indica	Solicitud de diligencias (sin término probatorio)	29-01-2016	Investigar
16	Notificación	Otros	28-01-2016	Investigar
17	Solicita ampliación de plazo	Otros	02-02-2016	Investigar
18	Res N° 6 Se pronuncia sobre ampliación de plazo	Otros	06-02-2016	Investigar
19	Cumple lo ordenado	Otros	12-02-2016	Investigar
20	Memo MZS N° 047 Remite antecedentes	Otros	16-02-2016	Descargar
21	Res N° 7. Termina por cerrada la investigación	Término de la investigación	02-02-2016	Investigar

3	Memorandum D.S.C. N° 496	Otros	30-09-2015	A Desarrollar
4	Ord. N° 2100 DSG a DGA	Otros	01-10-2015	A Desarrollar
5	Memorandum N° 242 que responde a Memorandum D.S.C. N° 498	Otros	14-10-2015	A Desarrollar
6	Confitee poder	Otros	21-10-2015	A Desarrollar
7	Solicitud ampliación de plazo	Otros	21-10-2015	A Desarrollar
8	R.E. N° 2 Se pronuncia sobre hechos que indica	Otros	23-10-2015	A Desarrollar
9	Confitee poder	Otros	28-10-2015	A Desarrollar
10	Téngase presente	Otros	30-10-2015	A Desarrollar
11	Solicitud reunión de asistencia	Otros	26-10-2015	A Desarrollar
12	Desarrollos	Desarrollos	11-11-2015	A Desarrollar
13	Res. N° 4 Téngase por presentados los desarrollos	Otros	13-11-2015	A Desarrollar
14	Res. N° 5. Declara diligencias probatorias y requiere motivación	Solicitud de diligencias (con término probatorio)	26-04-2016	A Desarrollar
15	Memorandum N° 1. Solicitud antecedentes que indica	Solicitud de diligencias (sin término probatorio)	26-04-2016	A Desarrollar
16	Notificación	Otros	26-04-2016	A Desarrollar
17	Solicitud ampliación de plazo	Otros	02-05-2016	A Desarrollar
18	Res. N° 6. Se pronuncia sobre ampliación de plazo	Otros	02-05-2016	A Desarrollar



Corporación Nacional Forestal

RESOLUCIÓN N° 12/PMP-13/15 LEY 20.283,
MATERIA: SOLICITUD N° 12/PMP-13/15 DE LA
LEY 20.283 SOBRE RECUPERACIÓN DEL
BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL.

Temuco, 13 de Mayo del 2015.

Hoy se resolvió lo que sigue:

VISTOS:

Las facultades que me confiere la Ley 20.283.

CONSIDERANDO:

1°.- La Solicitud Relativa a la Ley N° 20.283, N° 12/PMP-13/15, sobre **PLAN DE MANEJO DE CORTA Y REFORESTACIÓN DE BOSQUES NATIVOS PARA EJECUTAR OBRAS CIVILES**, de fecha 12 de Febrero del año 2015.

2°.- Que, se ha cumplido con las disposiciones de la Ley 20.283, sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

RESUELVO:

a) **APRUEBASE**, la Solicitud Relativa a la Ley N° 20.283, N° 12/PMP-13/15, sobre **PLAN DE MANEJO DE CORTA Y REFORESTACIÓN DE BOSQUES NATIVOS PARA EJECUTAR OBRAS CIVILES**, presentado con fecha 12 de Febrero del 2015, por **EMPRESA ELECTRICA CAREN S.A.**, representado legalmente por don RAMON JUNIOR RUBENS, respecto de los predios denominados:

1. **LOTE D**; Rol de Avalúo 311-499, de la Comuna de Melipeuco, Provincia de Cautín, de la Región de la Araucanía, Inscrito a Fojas 5611, N° 5350, del 2° Conservador de Bienes Raíces de Temuco, del Registro de Propiedad del año 2011.
Superficie afecta 0,6 ha.
2. **LOTE DE TERRENO UBICADO EN LUGAR CAREN**; Rol de Avalúo 309-10, de la Comuna de Melipeuco, Provincia de Cautín, de la Región de La Araucanía, inscrito a Fojas 5611, N° 5350, del 2° Conservador de Bienes Raíces de Temuco, del Registro de Propiedad del año 2011.
Superficie afecta 0,51 ha.
3. **RESTO DE UN LOTE DE TERRENO UBICADO EN LUGAR CAREN (Santa Elcira)**; Rol de Avalúo 309-22, de la Comuna de Melipeuco Provincia de Cautín, de la Región de La Araucanía, inscrito a Fojas 8673 N° 8323, del año 2009, 1503 N° 1427, del año 2013, 1450 N° 1349 del año 2011, 1451 N° 1350 del año 2011, del 2° Conservador de Bienes Raíces de Temuco.
Superficie afecta 0,32 ha.
4. **FUNDO SAN SEBASTIAN**; Rol de Avalúo 309-20, de la Comuna de Cunco, Provincia de Cautín, de la Región de La Araucanía, inscrito a Fojas 8513 N° 4912 del año 2003, y 8522 N° 7843, del año 2012, del 2° Conservador de Bienes Raíces de Temuco.
Superficie afecta 0,34 ha.
5. **HJUELA 1**; Rol de Avalúo 309-04, de la Comuna de Melipeuco, Provincia de Cautín, de la Región de La Araucanía, Inscrito a Fojas 4570, N° 4383, del 2° Conservador de Bienes Raíces de Temuco, del Registro de Propiedad del año 2011.
Superficie afecta 0,09 ha.
6. **LOTE A**; Rol de Avalúo 309-107, de la Comuna de Cunco, Provincia de Cautín, de la Región de La Araucanía, inscrito Fojas 8923, N° 8134, del 2° Conservador de Bienes Raíces de Temuco, del Registro de Propiedad del año 2011.
Superficie afecta 0,73 ha.
7. **PREDIO DE CIENTO VEINTIOCHO HECTAREAS UBICADO EN HUECHELEPUN**; Rol de Avalúo 309-02, de la Comuna de Cunco, Provincia de Cautín, de la Región de La Araucanía, Inscrito a Fojas 2693, N° 2558, del 2° Conservador de Bienes Raíces de Temuco, del Registro de Propiedad del año 2010.
Superficie afecta 0,46 ha.
8. **LOTE B**; Rol de Avalúo 309-113, de la Comuna de Cunco, Provincia de Cautín, de la Región de La Araucanía, Inscrito a Fojas 3180, N° 2985, del 2° Conservador de Bienes Raíces de Temuco, del Registro de Propiedad del año 2011.
Superficie afecta 0,28 ha.
9. **INMUEBLE UBICADO EN HUECHELEPUN**; Rol de Avalúo 309-41, de la Comuna de Cunco, Provincia de Cautín, de la Región de La Araucanía, inscrito a Fojas 4909, N° 4855, del 2° Conservador de Bienes Raíces de Temuco, del Registro de Propiedad del año 2009.
Superficie afecta 0,42 ha.

10. **LOTE B;** Rol de Avalúo 309-98, de la Comuna de Melipeuco, Provincia de Cautín, de la Región de La Araucanía. Inscrito a Fojas 689, N° 643, del 2° Conservador de Bienes Raíces de Temuco, del Registro de Propiedad del año 2012. Superficie afecta 0,07 ha.

b) Superficie afecta: 3,82 ha

c) Observaciones:

Proyecto: Modificación Central de Pasada Caritafquén Malalcahuello

Se aprueba Solicitud N° 12/PMP-13/15, Plan de Manejo de Corta y Reforestación de Bosques Nativos para Ejecutar Obras Civiles, para una superficie de 3.82 ha en el año 2015. Especie a intervenir del Tipo Forestal Roble, Rauli, Coihue. Reforestación año 2017, para una superficie de 3,82 ha, con la especie del Tipo Forestal Roble, Rauli, Coihue, a una densidad de 1.163 pl/ha, en el Predio de 128 há, ubicado en Huechelepún, Rol de Avalúo: 309-2, Comuna de Melipeuco, Provincia de Cautín, Región de La Araucanía;

- Todas las actividades contempladas en el programa de preservación deberán ajustarse a la calendarización de las actividades y a las prescripciones técnicas contenidas en el presente plan de preservación.
- Todas las actividades contempladas en el programa de preservación deberán ser coincidentes con lo establecido en la Resolución Fundada 514/2014.
- Todas las actividades contempladas en las medidas para la continuidad de las especies deberán ajustarse a la calendarización de las actividades y a las prescripciones técnicas contenidas en el presente plan de preservación.
- Todas las actividades contempladas en las medidas para la continuidad de las especies deberán ser coincidentes con lo establecido en la Resolución Fundada 514/2014.
- La reforestación compensatoria deberá tener a lo menos un 75% de prendimiento a los dos años siguientes de su establecimiento, según se establece en el artículo 14° de la Ley 20.283.
- Las actividades de relocalización de los individuos de *Prumnopitys andina* (lleuque), deberán ejecutarse según protocolo elaborado en terreno para estos efectos.
- Se deberá dar cumplimiento al informe de control de erosión adjuntado en el estudio técnico.
- Los desechos forestales deben ser retirados en su totalidad del área afecta.

TRANSCRIBASE, COMUNIQUESE, REGISTRESE Y ARCHIVASE

JSA/IMW/HTF/glc.
Distribución
Propietario
Provincial
Of. Regional





CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
OFICINA CENTRAL
FOO/CGF/CPM/SBB/RDS/KAC/LML

CARTA OFICIAL N° 284/2014

SANTIAGO, 15/09/2014

**SEÑOR
RUBENS ROMANO JUNIOR
REPRESENTANTE LEGAL
EMPRESA ELECTRICA CAREN S.A.
CALLE CERRO EL PLOMO N° 5420, OFICINA 705, LAS CONDES.
SANTIAGO**

En atención a su solicitud referida a la intervención de bosque nativo de preservación, en virtud de la excepcionalidad del artículo 19° de la Ley N° 20.283, sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, recepcionada por esta Corporación, con fecha 31 de julio de 2014, relativa al Proyecto "Central de Pasada Carilafquen-Malalcahuello", emplazado en la Provincia de Cautín, Comuna de Melipeuco, Región de La Araucanía y de acuerdo con la revisión y análisis de los antecedentes presentados por el Interesado, a saber, la Empresa Eléctrica CAREN S.A, esta Dirección Ejecutiva hace presente a usted lo siguiente:

- a. El Titular del Proyecto mediante la Carta SUST/41, de 02 de julio de 2014, solicitó una aclaración respecto del ingreso de una nueva solicitud de intervención o alteración excepcional del artículo 19° de la Ley N° 20.283, a través de la cual se consultó si se debe considerar solo el aumento de superficie de 2,58 hectáreas o bien se debe incluir la superficie de 6,088 hectáreas aprobadas por la Resolución Fundada N° 422, de 04 de diciembre de 2013. En tal sentido, la Corporación respondió la consulta mediante la Carta Oficial N° 184/2014, señalando, en su oportunidad, lo siguiente: a) la solicitud de excepción del artículo 19° de la Ley N° 20.283, es adicional a la superficie aprobada por medio de la Resolución Fundada N° 422, por lo cual ésta debe ser presentada por la superficie 2,58 hectáreas, además, de todas las consideraciones oficialmente consignadas para dicho efecto.
- b. A través de la Carta SUST/43, de 31 de julio e 2014, el Titular del citado Proyecto, hace ingreso de la solicitud de intervención o alteración excepcional del artículo 19° de la Ley N° 20.283, expresada como complemento de la Resolución Fundada N° 422, la cual se presentó en el correspondiente Formulario A, destacando, específicamente, en el cuadro E.2 de este formulario la intervención (Tala rasa y posterior decepado) de un total de 123 ejemplares de Lleuque (*Prumnopitys andina*), en una superficie de intervención de 2,58 hectáreas.
- c. Dentro del proceso de evaluación del proyecto por parte de la Corporación, basándose en lo descrito en el resumen del Informe de Expertos, se indicó que el

"proyecto de modificación consiste en un incremento de la superficie de eliminación de bosque y donde se excluyen algunas áreas que en el proyecto original estaban consideradas intervenir, se ejecutará eliminación de bosque de 3,8787 ha, pero también se reduce la eliminación de bosque en otros sectores por 1,3231 ha, y de esta manera el Proyecto de Modificación tiene un cambio neto en superficie dado por la resta entre superficie nueva intervenida y la superficie que deja de intervenir, lo cual alcanza a 2,58 ha".

d. Con el objeto de ordenar y precisar la solicitud de excepcionalidad del artículo 19° de la Ley N° 20.283, como también las respectivas superficies involucradas, esta Corporación informa a usted lo siguiente:

- Se debe precisar en la solicitud excepcional del artículo 19° presentada, actualmente, como modificación de la Resolución Fundada N° 422, detallando en el respectivo Formulario A, la superficie real a intervenir, entendida, como 3,8787 hectáreas y vinculada con el número real de individuos a intervenir de manera directa, correspondiente a 235 ejemplares de Lleuque (*Prumnopitys andina*), discriminando sobre la afectación indirecta que afecte el proyecto.

- Para efectos de buen proceder, esta Corporación comunica a usted que cualquier modificación de reducción de superficie que sea pertinente y necesaria de realizar, para ajustar la superficie real de intervención directa e indirecta, que se encuentra aprobada por medio de la Resolución Fundada N° 422, se deberá presentar de manera específica, declarando -detalladamente- las áreas, con su correspondiente cartografía. Ello, permitirá determinar concretamente la nueva superficie modificada, con sus respectivos compromisos fiscalizables, lo cual quedará consignado en un acto administrativo específico.

e. En relación con la revisión y análisis del proyecto, se solicita a usted entregar respuesta a las siguientes observaciones, para cada ítem:

1° INFORME DE IMPRESCINDIBILIDAD:

a) *Fundamento del carácter de imprescindible de la Intervención o Alteración, tanto para la imprescindibilidad del tipo de intervención como de la superficie a intervenir en relación a la(s) especie(s):* Si bien se desarrolla la Imprescindibilidad concatenada con las tres alternativas de emplazamiento de las obras, dicha justificación del Carácter de Imprescindible no presenta la realidad del total de la superficie afectada y del total de números de individuos de Lleuque a intervenir, es decir, 3,8787 ha y 235 individuos de Lleuque (*Prumnopitys andina*).

En consecuencia, debe complementar la siguiente información adecuada al Informe de Imprescindibilidad:

- Precisar la superficie real de intervención como afectación directa e indirecta, que conforma el bosque nativo de preservación presente en cada una de las áreas requeridas como superficie adicional de sobre anchos.
- Precisar el número real de individuos de Lleuque (*Prumnopitys andina*) como afectación directa e indirecta, que constituyen el bosque nativo de preservación presente en cada una de las áreas requeridas como superficie adicional de sobre anchos.
- Readecuar el Formulario A incorporando la información real de la superficie e intervención del número de individuos Lleuque.

- Se recomienda considerar la factibilidad de minimizar algunos sobre anchos que se encuentra dentro de la faja de servidumbre, por lo revisado en la cartografía y en terreno queda la impresión que existen algunos sectores donde se puede adecuar las aducciones y tubería de presión, minimizando la superficie de corta de bosque de preservación.

b) Identificación pertinente de las comunidades y especies de fauna presentes en el lugar: La información y la descripción del área en relación al componente fauna, está expresada de modo general, según clasificaciones bibliográficas de escala generalizadas. Se sugiere establecer como biotopos de fauna a las mismas formaciones vegetales definidas para el presente informe, asociando a estos ambientes locales la fauna potencial.

2° LA EVALUACION DE AMENAZAS A LA CONTINUIDAD DE LA(S) ESPECIE(S), ESTADO CON PROYECTO.

El desarrollo y análisis de todos los ítems asociados a la situación del estado con Proyecto, correspondiente al Informe de Expertos, debe ser enfocado bajo la superficie real de afectación correspondiente a 3,8787 hectáreas, considerándose el número real de individuos a afectar (235) y que guardan relación con la actual solicitud de excepcionalidad que justifica la intervención para las obras de sobre anchos.

Se recomienda considerar las siguientes observaciones para los ítems:

- *Sinergia (situación de amenazas y su relación con otros proyectos):* Se solicita enfatizar el análisis de los posibles efectos sinérgicos con la Central Las Nieves, al margen que en este proyecto según se señala no se identificaron especies en categoría de conservación. Ello, en el contexto que dicho proyecto se encuentra en la misma cuenca y donde los bosques existentes son ecosistemas potenciales de la especie Lleuque (*Prumnopitys andina*).

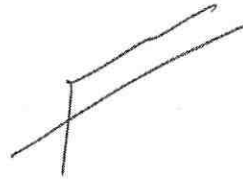
- *Amenazas al hábitat:* Independiente de lo reiterado sobre la focalización de la superficie y número real de individuos de Lleuque a afectar, se recomienda incorporar al análisis, los posibles efectos de incendios forestales, deslizamientos de tierra y procesos erosivos. Ello, con el objeto de ser considerados posteriormente dentro de las medidas propuestas.

Por último, se reitera a usted lo establecido en el considerando número nueve de la Resolución Fundada N° 422, ya citada, debiéndose considerar los máximos cuidados para no intervenir una formación de Lleuque (*Prumnopitys andina*) de alta singularidad, debido a sus características de longevidad, dendrométricas (DAP, Altura y Forma) y su abundante regeneración, la cual radica en el sector de la tubería forzada. En tal sentido, se solicita modificar el trazado a objeto de no intervenir de manera directa a los individuos de Lleuque ahí presentes, específicamente en los siguientes puntos de georreferenciación: a) 281.778 E; 5.692.839 S y b) 281.771 E; 5.692.839 S, determinados en la visita de terreno efectuada por funcionarios de esta Corporación el 21 de agosto de 2014.

Finalmente, a partir de la fecha de la presente carta y hasta el momento de la fecha de recepción oficial por CONAF de las respuestas emitidas por el solicitante, se entiende suspendido el plazo legal de tramitación de la solicitud de excepcionalidad del artículo 19° (artículo 31° D.S. N° 93, de 26 de noviembre de 2008, del Ministerio de Agricultura, que fijó el Reglamento General de la Ley N° 20.283). Asimismo, en consideración a lo establecido en el artículo 43° de la Ley N° 19.880, sobre

Procedimientos Administrativos, el plazo de entrega de las respuestas a las observaciones no deberá exceder los treinta días hábiles, a partir de esta fecha.

Saluda atentamente a usted,



AARÓN CAVIERES CANCINO
DIRECTOR EJECUTIVO
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

Incl.: Documento Digital: Carta aclaración
Documento Digital: Carta Solicitud

c.c.: Viviana Solís Acosta Secretaria Departamento de Evaluación Ambiental OC
Mario Acuña Cisternas Director Regional Dirección Regional la Araucanía Or.IX
Ricardo Vargas Picon Jefe Departamento Fiscalización y Evaluación Ambiental Or.IX
Sergio Rubén Morales Sáez Jefe Sección Evaluación Ambiental Or.IX
Sebastián Baeza Contreras Analista Medio Ambiente Sección Evaluación Ambiental
Or.IX
Simón Barschak Brunman Abogado Fiscalía OC
Carolina Contreras Torres Secretaria Fiscalía OC
Carolina Contreras Torres Secretaria (S) Dirección Ejecutiva OC
Rubens Romano Junior-Representante Legal



CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
OFICINA CENTRAL
ABU/JCI/LML/KAC

CARTA OFICIAL N° 184/2013

SANTIAGO, 14/08/2013

DANIEL GALLO
DIRECTOR OPERACIONAL LATIN AMERICA POWER
EMPRESA ELECTRICA CAREN S.A.
CERRO EL PLOMO N° 5420 OFICINA 705 LAS CONDES
SANTIAGO

En atención a su solicitud referida a la intervención de Bosque Nativo de Preservación en virtud de la excepcionalidad del Artículo 19° de la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, recepcionada por la Corporación Nacional Forestal con fecha 08/07/2013, en relación con el Proyecto "Central de Pasada Carilafquen-Malalcahuello", emplazado en la Provincia de Cautín, Comuna de Melipeuco, Región de la Araucanía y de acuerdo con la revisión y análisis de los antecedentes presentados por el Interesado, Empresa Eléctrica Caren S.A, se solicita se de respuesta a las siguientes observaciones:

1° INFORME DE IMPRESCINDIBILIDAD:

a) *Fundamento del carácter de imprescindible de la Intervención o Alteración.*

Si bien el proyecto desarrolla la justificación del Carácter de Imprescindible de la intervención sustentado en el análisis de tres alternativas, se señala que la opción tres (alternativa elegida), es la que afecta menor superficie de Bosque Nativo de Preservación. No obstante lo antes señalado, se solicita complementar la siguiente información:

- Precisar el Número de individuos de Lleuque (*Prumnopitys andina*) presentes en la alternativa 1 y presentar todos los antecedentes que permitieron identificar dicho número de individuos para esta alternativa, incorporándolos en una cartografía adecuada.
- Aclarar lo referente a los puntos de derechos de agua otorgados al proyecto inicialmente (alternativa 1) y su compatibilidad legal respecto del cambio para la bocatoma del río Malalcahuello, modificada en 337 m. en la alternativa 3.
- Entregar copia a CONAF de los respectivos derechos de agua autorizados por la Dirección General de Aguas – DGA (Resolución N° 209 de 21/06/2007 y otro)
- Se requiere precisar el número de individuos de Lleuque (*Prumnopitys andina*) afectados directa e indirectamente, para cada una de las obras específicas del proyecto en la opción elegida (alternativa 3), discriminando la afectación para cada una de las dos aducciones, tanto del río Malalcahuello como Carilafquen.

Se solicita adicionar para la opción elegida como imprescindible (Alternativa 3) el trazado topográfico de la aducción del río Carilafquen, ya que en visita a terreno realizada el día 25/07/2013, no se pudo recorrer el trazado de afectación de la aducción asociada a este río, por cuanto no existía claridad del trazado por parte del representante del Titular del Proyecto en ese momento. Junto a ello se recomienda entregar cualquier otro medio de verificación que el titular estime complementario y que permita demostrar la menor afectación del Bosque Nativo de Preservación.

b) *Evaluación Pertinente de la Diversidad Biológica del lugar con y sin intervención o alteración (Alfa, Beta o Gama).*

Debido a que no se describe ni fundamenta la decisión y pertinencia de aplicar los métodos de biodiversidad, se solicita presentar la justificación detallada de utilizarlos, para la diversidad alfa, beta y gama respectivamente (Riqueza de especies, Whittaker y Schluter) además de presentar la memoria de cálculo que da origen a los valores declarados.

2° LA EVALUACIÓN DE AMENAZA A LA CONTINUIDAD DE LA(S) ESPECIE(S), ESTADO SIN PROYECTO.

Para efectos de precisar el Informe de Experto, se solicita aclarar los siguientes ítems:

- a. *Situación actual de las poblaciones a nivel nacional y local*: Se solicita incorporar información correspondiente a la densidad promedio de la especie en el área de afectación directa, con sus límites superior e inferior, para efectos de contraste. Además se solicita presentar la información de respaldo que da origen a lo informado en la tabla N° 1 (parcelas de muestreo, estadígrafos, nivel de significancia, error, etc.).

Se solicita dentro de lo posible, presentar mayor información sobre la única población de la especie Lleuque (*Prumnopitys andina*) identificada en la Cordillera de Nahuelbuta.

Se solicita determinar a nivel local el estado fitosanitario y degradación en que se encuentran las diferentes formaciones de Lleuque (*Prumnopitys andina*) dentro de la cuenca definida por el experto.

- b. *Presencia y situación de la(s) especie(s) en el SNASPE*: De acuerdo con antecedentes regionales, existe información publicada que describe que la especie está presente en otras unidades de las Áreas Silvestres Regionales, para lo cual se recomienda revisar información para la Reserva Nacional Malalcahuello, Reserva Nacional Villarrica y Reserva Nacional Malleco.

3° LA EVALUACION DE AMENAZAS A LA CONTINUIDAD DE LA(S) ESPECIE(S), ESTADO CON PROYECTO.

- a. *Alteración de hábitat de la especie*: Si bien el proyecto identifica tres efectos sobre el hábitat, esencialmente para uno de ellos (reducción en el nivel de caudal), se señala que se producirá una disminución en el nivel del agua de los ríos, lo cual podría afectar variables abióticas, como humedad del suelo y directamente la vegetación ribereña, como también el hábitat de Lleuque (*Prumnopitys andina*) próximo al cauce. El experto propone evaluar estos efectos, a través de monitoreos una vez que el proyecto entre en operación y se produzca la reducción del caudal en el río.

De acuerdo con lo anterior, se entiende que se debe mantener un monitoreo permanente durante la operación del proyecto, sin embargo también se debe comprender que dicho efecto debe evaluarse antes de la operación del proyecto, en tal sentido se solicita identificar con precisión y previamente a la ejecución del proyecto, las áreas que constituyen hábitat de Lleuque (*Prumnopitys andina*) y especies acompañantes, que a juicio del experto puedan verse afectadas producto de la reducción en los niveles de agua en ambos ríos, acompañando la cartografía pertinente. Junto a ello se solicita también presentar un análisis de escenarios que permita conjeturar y anticipar consecuencias sobre la vegetación ripariana e individuos de Lleuque (*Prumnopitys andina*) y otras especies próximas a las riberas de los ríos, además de determinar previo a la ejecución del proyecto, medidas de contingencia y preventivas que permitan enfrentar situaciones no deseadas.

- b. *Intervención de individuos de la(s) especie con problemas de conservación*: Se considera necesario para enfrentar el efecto borde producto de la fragmentación y el efecto de la reducción de caudal, que el experto realice un análisis de escenarios (optimista, medio y pesimista) determinando aproximadamente el número de afectación de individuos, que le permita enfrentar situaciones adversas, a través de medidas de contingencia y otras medidas posteriores que deberán ser parte integral de las medidas propuestas en el ítem pertinente.
- c. *Sinergia (situación de amenazas y su relación con otros proyectos)*: Se solicita ahondar este ítem, señalando cuales fueron los medios de información sobre los cuales se basa la conclusión.
- d. *Descripción de la(s) metodología(s) Empleada(s)*: Se solicita entregar la información precisa del censo de los individuos de Lleuque (*Prumnopitys andina*) registrados como de afectación directa dentro del área de la aducción del río Carilafquen y su identificación respectiva en la cartografía, ya que de acuerdo con la visita de terreno realizada por CONAF en compañía del representante del Titular el 25/07/2013, no se pudo constatar la delimitación del trazado de la aducción y la identificación de los individuos de Lleuque (*Prumnopitys andina*) asociada al río Carilafquen.

Se solicita presentar a modo de anexo, los registros del muestreo de las 35 parcelas y su ubicación en la cartografía respectiva, correspondiente a los sectores fuera de las áreas afectadas directamente por el proyecto.

Si bien se identifican 10 tipos de hábitat de la especie Lleuque (*Prumnopitys andina*) en función de la exposición y altitud, se hace necesario precisar las áreas efectivas que constituyen hábitat de la especie, ya que de acuerdo con lo observado en la cartografía y visita a terreno, se supone una sobre estimación de dichas áreas, estimándose que fue incorporada superficie que actualmente se encuentra con otro uso del suelo.

- e. *Amenazas al hábitat*: Si bien el informe se refiere específicamente al efecto sobre la fragmentación, se solicita para este ítem, complementar información referida a los otros dos efectos identificados por el experto como lo son el efecto borde y el efecto producto de la baja del caudal en los ríos Carilafquen y Malacahuello. Se solicita incorporar un análisis de todos los efectos declarados y concluir la respecto.

- f. *Amenaza a las poblaciones de la especie*: Se recomienda considerar en el análisis, el número de individuos a afectar en el área directa del proyecto, específicamente en el trazado de la aducción del río Carilafquen.

- g. *Fragmentación y subpoblaciones con efecto en sus intercambios genéticos del área de distribución geográfica*: Se recomienda establecer los monitoreos planteados sobre la sobrevivencia de la especie, en un periodo de tiempo directamente relacionado con el horizonte del proyecto, ello sustentado en la definición que hace el experto (Harper 1997 y Gibson 2002) sobre la continuidad poblacional, la cual se define: "como la permanencia en el largo plazo (periodo de tiempo con condiciones ambientales relativamente homogéneas e independientes del proyecto y actividades humanas) de una población viable en un área determinada", sólo en ese momento se puede afirmar la continuidad de la especie.

- h. *Disminución de la extensión en la presencia*: Se solicita precisar y analizar la proximidad de las obras del proyecto respecto del límite de la extensión sur de la presencia de la especie y presentar una conclusión al respecto.

- i. *Fluctuación en el número de individuos*: Se recomienda readecuar la información cuantitativa incorporada en este ítem, posterior a la revisión de los antecedentes sugeridos en las observaciones anteriores, incorporando las respectivas relaciones de afectación.

- j. *Aumento y probabilidades de extinción*: Si bien se afirma que la probabilidad de extinción después de ejecutado el proyecto sería significativamente menor que 1 (100%), se recomienda presentar un rango porcentual general que identifique la real probabilidad de extinción de la especie. En otro aspecto se solicita precisar la composición de las estructuras del bosque dentro de las fajas de afectación directa e indirecta, a objeto de hacer coherente las medidas propuestas para asegurar la continuidad de la especie.

4° MEDIDAS PARA ASEGURAR LA CONTINUIDAD DE LA ESPECIE.

Si bien se presentan los Tipos de Medidas, se requiere discriminar en ellas el compromiso legal que corresponde a la reforestación de una superficie a lo menos igual a la afectada. No obstante lo señalado, tanto los fundamentos, como la dimensión de las medidas deben incorporar mayor detalle, considerando como elemento general, metas e indicadores de la gestión y de éxito asociados a las medidas propuestas. Para tal efecto se solicita responder las siguientes observaciones:

a. *Fundamentos de las medidas*:

- *Respecto de la medida Restauración Poblacional de individuos afectados directamente*:

Se solicita señalar específicamente la implementación de la plantación de Lleuque (*Prumnopitys andina*) bajo las condiciones de hábitat adecuada, agregando antecedentes de la vegetación asociada al hábitat, densidad, distribución y composición, además de las características estándar que deberán tener las plantas provenientes de semillas y estacas de los individuos eliminados, que se usaran para la restauración. Se recomienda establecer el conjunto de actividades y tareas desagregadas ampliamente en una Carta Gantt.

En lo referente a la medida de trasplante de individuos menores a un metro, se solicita identificar y delimitar los sectores de hábitat adecuados para dicha acción e identificarlos en la cartografía respectiva. Se debe establecer un protocolo del trasplante considerando previamente un cronograma de trabajo, determinación de metas e indicadores de satisfacción de la tarea, y un programa de seguimiento del compromiso en un horizonte que garantice el éxito real de la medida.

- *Respecto de la medida Restauración del ecosistema directamente afectado por las obras:*

Se solicita identificar y delimitar los sectores que permitan implementar esta medida e identificarlos en la cartografía respectiva. Se debe establecer un cronograma de trabajo, determinación de metas e indicadores de satisfacción de la tarea, y un programa de seguimiento del compromiso en un horizonte que garantice el éxito real de la medida.

- *Respecto a Mitigación de la fragmentación de corta de vegetación:* Se solicita detallar las especies propuestas a plantar para mitigar el efecto borde, la densidad de plantación y composición de estas, delimitando los sectores y el alcance al interior del fragmento. Se recomienda considerar un cronograma de trabajo, determinación de metas e indicadores de satisfacción del compromiso y un programa de seguimiento en un horizonte que garantice el éxito de la medida.

b. *Dimensión de las medidas:*

- *Respecto de la medida Restauración Poblacional de individuos afectados directamente:*

Se solicita discriminar entre los individuos que serán plantados de manera directa y aquellos individuos que serán trasplantados.

Se solicita aclarar el ancho promedio a dejar en cada lado de la tubería, ya que ello no es coherente con lo señalado en la página 35 del Informe de experto, Punto II.1 Resumen del Proyecto que señala: "que en el transecto de la tubería enterrada, gran parte del área despejada de vegetación quedará nuevamente disponible para recolonización natural o reforestación (excepto, exactamente sobre la tubería en un ancho de aproximadamente 3 m). Sin embargo sobre lo mismo en otra parte del informe, se destaca que la distancia del centro del trazado a las áreas de borde permite identificar una distancia de 3,5 m a cada lado del trazado como promedio, área que tendrá por objeto ser reforestada.

Para los monitoreos propuestos, referidos a los efectos indirectos generados por la corta de vegetación y por la reducción del caudal de los ríos, se propone considerar el horizonte del proyecto, ello basado en la definición sobre la continuidad poblacional definida anteriormente.

Cabe hacer presente que para todas las medidas propuestas se debe tener claridad sobre las acciones de protección a la plantación, ello en el contexto de asegurar que dichas acciones no pueden ser sustituidas ni alteradas bajo ninguna circunstancia, por lo cual se recomienda establecer un compromiso protocolizado con los dueños de los diferentes terrenos donde se ejecutarán las medidas a objeto de anticipar y definir cualquier alteración que pueda imponer el propietario como el desacuerdo en un cercado o delimitación de un área que le impida cualquier acción consuetudinaria ejercida por este de manera regular.

En otro aspecto se solicita precisar la intervención de individuos de Lleuque (*Prumnopitys andina*) en el sector bajo la chimenea de equilibrio, entendiéndose que en dicho sector se construya un camino que afecta individuos de Lleuque, situación evitable según lo observado por profesionales de CONAF IX región en la primera visita a terreno en el mes de julio de 2013.

c. *Programa de reforestación:* Se solicita adecuar el programa de reforestación considerando todas las actividades y tareas expresadas en un determinado período de tiempo.

Por último, cabe hacer presente que a partir de la fecha de la presente carta, y hasta el momento de la fecha de la recepción oficial por CONAF de las respuestas emitidas por el solicitante, se suspende el plazo legal de tramitación de la solicitud de excepcionalidad del Artículo 19° (artículo 31° D.S. N° 93 Reglamento General de la Ley 20.283 y sus modificaciones) y en consideración a lo establecido en el artículo 43 de la Ley 19.880 sobre procedimientos administrativos, el plazo de entrega de las respuestas a las observaciones no deberá exceder 30 días hábiles, a partir de la fecha de la presente carta.

Saluda atentamente a usted,



AIDA BALDINI URRUTIA
DIRECTOR EJECUTIVO (S)
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

c.c.: Jacqueline Martínez Bugüño Secretaria (S) Departamento de Evaluación Ambiental OC
Fernando Llona Márquez Fiscal Fiscalía OC
Juan Francisco Ojeda Viera Jefe DEFOR Araucanía Departamento Forestal Or.IX
Fernando Guillen Guillen Analista Medio Ambiente Departamento Forestal Or.IX
Fernando Guillen Guillen Jefe Sección Evaluación Ambiental (S) Departamento Forestal Or.IX
Daniel Correa Diaz Abogado Jefe Fiscalía OC
Roberto Leslie Trehern Director Regional Dirección Regional la Araucanía Or.IX