

# Propuesta de ordenación territorial y control de torrentes en el Cerro Divisadero, Coyhaique, XI Región, Chile

Proposal for land classification and torrent control in Cerro Divisadero, Coyhaique, XI Region, Chile

ANDRES IROUME, JUAN OLTREMARI, HARDIN PALACIOS

Instituto de Manejo Forestal, Casilla 567, Valdivia, Chile.

## SUMMARY

The incorporation of protection, buffer and risk zones into a wider torrent control plan of the Cerro Divisadero catchments is proposed.

Protection and buffer zones having for objectives to increase or maintain, respectively, the hydric efficiency of the existing forests are identified each side of the torrent channels and in the headwaters. Also, risk zones in terrains located on the alluvial fans of the torrents to regulate land uses and offer an alternative to the potential urban development.

Different criteria are defined to choose the type of allowed public activities and facilities needed to develop each area. These criteria are: exclusion, restricted, extensive and intensive public access or use of the terrains.

Some 316.5 high priority hectares are due to be incorporated in the torrent control plan. This surface includes the protection-exclusion and the risk-intensive use zones. Also, other 406 hectares having lower priority should be incorporated in the mid term. But, any proposed forest intervention or urban development must lead to change to first priority their inclusion in the torrent control plan.

*Key words:* land use planning, torrent control, watershed management, Chile.

## RESUMEN

Este estudio propone un ordenamiento territorial en las cuencas del Cerro Divisadero, definiendo áreas de protección, amortiguación y riesgo y proponiendo su incorporación a un plan integral de control de los torrentes del sector.

Se identifican áreas de protección y amortiguación a ambos lados de los cauces y en las cabeceras de las cuencas, para aumentar y mantener, respectivamente, la eficiencia hídrica de los bosques existentes. También áreas de riesgo en terrenos localizados en los conos de deyección de los torrentes, de modo de regular los tipos de usos de la tierra y ofrecer una alternativa a la potencial urbanización de los mismos. Para estas áreas se definen criterios de uso público que precisan el tipo de actividades que se puede propiciar y se proponen en términos generales los elementos requeridos para desarrollar un área según el destino. Estos criterios de uso van desde exclusión del acceso, a uso restringido, extensivo e intensivo de los terrenos.

Se propone incorporar 316.5 ha en forma prioritaria al plan de control torrencial, superficie que considera las zonas de protección con exclusión y de riesgo con uso intensivo. Poco más de 406 ha debieran ser incorporadas con prioridad secundaria. Sin embargo, cualquier intento de intervenir los bosques, desarrollar urbanizaciones o utilizar los terrenos para un uso diferente al propuesto debe ser motivo para cambiar a primera prioridad su incorporación al plan.

*Palabras claves:* ordenación territorial, control de torrentes, manejo de cuencas, Chile.

## INTRODUCCION

El área del Cerro Divisadero fue considerada por FAO (1974) entre las zonas torrencialmente más activas del país. La torrencialidad de los cauces, relacionada con la degradación de la región de Aisén por la explotación y destrucción de la cubierta vegetal asociada a la colonización en la primera mitad de este siglo, fue acentuada por las características climáticas, topográficas, edáficas y geológicas del Cerro Divisadero (CONAF 1974).

A pesar de que al menos en los años 1928, 1934 y 1956 se habían detectado aluviones en los torrentes del Cerro Divisadero, el problema del desequilibrio del área sólo fue motivo de preocupación para Coyhaique luego de la lava torrencial del 18 de mayo de 1966 (Hauser 1994). A partir de ese año, la Corporación Nacional Forestal ha desarrollado un programa de intervenciones para reducir el riesgo de inundaciones en el Cerro Divisadero (Iroumé *et al.* 1994).

Entre octubre de 1993 y agosto de 1994, Iroumé *et al.* (1994) elaboraron el "Estudio y Formulación Plan de Desarrollo Cerro Divisadero". El objetivo general del estudio fue el de elaborar un Plan de Desarrollo del Área de Influencia del Proyecto de Corrección de Torrentes del Cerro Divisadero en Coyhaique, Región de Aisén.

En una publicación anterior (Iroumé 1996) se presentan los resultados de la evaluación y diagnóstico de las obras existentes y las propuestas para avanzar y completar la corrección torrencial de los cauces del área.

En ese documento Iroumé (1996) resalta el éxito alcanzado por las forestaciones, las obras en los cauces y los encauzamientos en los conos de deyección en el control de los procesos torrenciales del Cerro Divisadero. Sin embargo, el mismo autor concluye que es urgente iniciar una nueva fase para completar la consolidación de los cauces, especialmente en Los Coigües, Los Saltos y Mackay, de modo de abordar en forma integral el manejo y control del problema torrencial del área. Esto, pues las intervenciones realizadas son sólo una parte de las medidas de adaptación que deben considerarse para resolver las cuestiones que plantean las crecidas o las actividades que puedan afectarse por ellas. También, ya que no se han incorporado los terrenos que rodean los cauces torrenciales y los conos de deyección en el proceso de estabilización del sector.

En relación a las medidas para reducir el problema causado por las inundaciones, Naciones Unidas (1977) las agrupa en cuatro categorías principales: las que intentan modificar la crecida; aquellas que intentan modificar la vulnerabilidad a los daños por las crecidas; las que intentan modificar la carga de pérdidas ocasionadas por las crecidas, y aquellas medidas con las que se intenta sufragar las pérdidas ocasionadas por la crecida.

Las reforestaciones en las cuencas de recepción de los torrentes y las obras de control en las gargantas de los cauces se agrupan en la primera de las categorías mencionadas. Las reforestaciones ayudan a retrasar los escurrimientos en las laderas y los diques a controlar y reducir los efectos de los escurrimientos en los cauces, influyendo en las fases de "tierra" y "agua", respectivamente, de la regulación de la crecida (Hoyt y Langbein 1955).

La segunda categoría agrupa aquellas medidas que apuntan hacia la ordenación de los terrenos inundables, que puede lograrse de preferencia a través de la regulación de los tipos de usos de tierras y de la ubicación de actividades e infraestructura (Naciones Unidas 1977). En el caso de los torrentes, los mayores daños se generan en los conos de deyección por los desbordes que pueden originarse durante las crecidas, ya que el nivel del lecho es en general superior al de los terrenos adyacentes (García y De Ayerbes 1962). En el caso del Cerro Divisadero, los conos de deyección de los torrentes han quedado prácticamente fuera del proceso de corrección, y según García y De Ayerbes (1962), el control de un torrente, salvo en algunos casos de cauces de alta montaña, debe abarcar intervenciones en todas las partes que lo constituyen.

Las otras dos categorías definidas por Naciones Unidas (1977) agrupan las medidas con las que se intenta modificar la carga de pérdidas ocasionadas por las crecidas y aquellas con las que se intenta sufragar las pérdidas ocasionadas por la crecida. Estas dos categorías consideran medidas tales como el socorro a los habitantes afectados, desgravaciones fiscales, seguros contra inundaciones y medidas de emergencia respecto a los bienes, así como el reembolso para compensar las pérdidas. El análisis y la definición de propuestas para implementar este tipo de medidas escapa de los alcances de este documento.

El objetivo de este trabajo es presentar las propuestas para incorporar al proceso de control de los torrentes del Cerro Divisadero terrenos locali-

zados tanto en los conos de deyección como en las cuencas de recepción. La incorporación de terrenos ubicados sobre los conos de deyección apunta a ordenar su uso y a evitar que sean destinados para desarrollos urbanísticos. Por otra parte, la inclusión de áreas de protección y amortiguación en las cuencas de recepción apunta a regular el uso de los bosques naturales y de plantaciones existentes.

## MATERIAL Y METODO

*Area de estudio.* El área de estudio ya fue descrita en una publicación anterior (Iroumé 1996). Lo que se conoce como Cerro Divisadero corresponde a una vertiente rocosa con una configuración de un amplio anfiteatro semicircular delimitado hacia el este por el cerro Divisadero propiamente tal, y hacia el oeste por el cerro Mackay (Hauser 1994). El Cerro Divisadero se encuentra ubicado al sur-sureste de la ciudad de Coyhaique, provincia de Aisén, en el meridiano 72°4' Oeste, y a la altura del paralelo 45°36' Sur (CONAF 1974, Novoa 1990, Griott 1991).

Sobre la ladera exposición noroeste se ubica una serie de torrentes que fluyen en dirección a la ciudad. Los más importantes son, de este a oeste: El Carbón, La Cruz, Los Coigües y Los Saltos (o Las Lengas) y Fresia. Los tres primeros desaguan en el río Coyhaique y los otros dos, los más meridionales, en el río Simpson.

Los torrentes La Cruz y Los Coigües se unen dentro del límite urbano de la ciudad, poco antes de desembocar en el río Coyhaique. El torrente Los Saltos presenta un afluente de importancia conocido como torrente Mackay.

*Metodología general.* La metodología general para la clasificación por áreas considera las medidas de adaptación que deben considerarse para resolver las cuestiones que plantean las crecidas o las actividades que puedan afectarse por ellas, y las partes que constituyen una cuenca torrencial (Naciones Unidas 1977).

Se definen áreas de "protección", "amortiguamiento" y "riesgo" para reforzar el éxito alcanzado en el control del Cerro Divisadero. Se usó como referencia la zonificación según niveles de riesgos geomorfológicos altos, moderados o bajos de inundaciones, desprendimientos, deslizamientos y flujos aluviales o torrentes, preparada para el sector del Cerro Divisadero por Hauser (1994).

Se definen "áreas de protección" y "áreas de amortiguación" a ambos lados de los cauces y en las cabeceras de las cuencas. Por la localización de estas áreas, los cauces y las gargantas de los torrentes propiamente tales quedan ubicados dentro de los límites de las mismas.

Las áreas de protección tienen como objetivo *umentar* la eficiencia hídrica de los bosques actuales, de modo de favorecer aún más las infiltraciones de las aguas provenientes de las precipitaciones en detrimento de los escurrimientos superficiales.

Por su parte, las áreas de amortiguación tienen como objetivo *mantener* la eficiencia hídrica de los bosques ya establecidos.

La identificación de las áreas de protección y amortiguación apuntan a completar para el Cerro Divisadero las acciones tendientes a retrasar el escurrimiento, en lo que se denomina la "fase de tierra" de la regulación de la crecida (Hoyt y Langbein 1955). Corresponde fundamentalmente a una ordenación de las cuencas hidrográficas para reforestar los terrenos que han sido talados, a mejorar la cubierta vegetal en las áreas sometidas a la erosión del suelo y a suprimir gradualmente las prácticas agrícolas y silvícolas que contribuyen a la erosión (Naciones Unidas 1977). Todas estas medidas tienden a favorecer las infiltraciones en detrimento de los escurrimientos superficiales, reducir las erosiones de las laderas, mejorar la capacidad de almacenamiento de las cuencas y aumentar el tiempo de concentración de las crecidas.

En el caso del área de estudio, se pretende además regular el uso de los bosques de plantaciones existentes. Por la situación actual (al menos a la fecha del estudio de Iroumé *et al.* 1994) de propiedad de los terrenos donde éstos se ubican no existen restricciones para que sean intervenidas comercialmente, por lo que podría perderse en este caso la finalidad de corrección torrencial que decidió su establecimiento entre los años 1968 y 1979.

Finalmente, se definen "áreas de riesgo" en terrenos localizados en los conos de deyección de los torrentes, a ambos lados de los cauces, de modo de regular los tipos de usos de la tierra y ofrecer una alternativa a la potencial urbanización de esos sectores.

La metodología general para la definición de criterios de uso toma en cuenta las normas generales empleadas para la zonificación de parques nacionales de Chile, basadas en los estudios de Oltremari *et al.* (1983), FAO (1985) y Navarro

(1988), rescatando además las propuestas del proyecto de corrección de torrentes del Cerro Divisadero (CONAF 1974) y las características particulares del área (Iroumé *et al.* 1994),

La definición de estos criterios permite identificar sectores propicios de uso público, diferenciar el uso público al que puede ser destinado cada sector, precisar el tipo de actividades que se puede propiciar en el sector y definir los elementos requeridos para desarrollar un área según el destino.

Para cada una de las áreas potenciales, se analizaron en forma combinada las aptitudes con respecto a: accesibilidad, topografía, suelo, microclima, paisajes y potencial educativo. Al mismo tiempo, se evaluaron los elementos negativos para determinar el tipo y nivel de condiciones limitantes que afectan las áreas potenciales, considerando: tenencia de la tierra, usos conflictivos de la tierra, riesgos para las personas, riesgos y requerimiento de recursos para adquirir los terrenos y factibilidad para conservar, vigilar y mantener las áreas potenciales.

Los criterios de uso para cada área potencial de desarrollo en el Cerro Divisadero se definen mediante la comparación de las aptitudes y limitantes que cada una de ellas presenta.

Para agrupar los terrenos en áreas de protección, amortiguación y riesgo, según diferentes criterios de uso, se zonificó por cobertura vegetal en las siguientes categorías: praderas, cultivos (uso agrícola), sin vegetación (menos de 25% de cobertura), afloramientos rocosos, matorral, vegetación arbórea nativa (con rangos de cobertura de copa entre 25 y 50%, y sobre 50%), bosques de plantaciones (con rangos de cobertura de copa entre 25 y 50%, y sobre 50%), zonas en los conos de depósitos, áreas sobre límite altitudinal de vegetación y taludes de los torrentes sin cobertura (menos de 25%).

## RESULTADOS

### CLASIFICACION DE AREAS DE PROTECCION, AMORTIGUACION Y RIESGO

*Área de protección:* se identificaron áreas de protección para cumplir con dos objetivos fundamentales: el primero, favorecer aún más las infiltraciones de las aguas provenientes de las precipitaciones en detrimento de los escurrimientos superficiales, reconociendo la mayor eficiencia

hídrica de los bosques nativos frente a los de plantaciones; y, el segundo, reforzar el proceso de colonización con especies nativas de las laderas en las gargantas de los torrentes, cuya estabilidad está parcialmente lograda con los aterramientos de los diques que actúan como cuña al pie de las mismas.

Estas áreas se localizan en las cabeceras o nacientes de los torrentes principales, donde las pendientes en general no superan el 30%, y en sectores inmediatos o contiguos a los cauces de las quebradas, que incluyen las gargantas de los torrentes donde las pendientes son superiores al 30%. En las gargantas de los torrentes, las áreas de protección se extienden aproximadamente a 50 metros a ambos lados de los cauces. Excepcionalmente, van más allá de los 50 metros para incorporar los interfluvios de los torrentes, tal como ocurre entre Los Coigües y Los Saltos, y entre los dos cauces formadores de Los Saltos.

En cuanto a vegetación, predominan las plantaciones de coníferas introducidas. La excepción corresponde a la cuenca de la quebrada La Cruz, donde existe básicamente vegetación nativa. En las áreas de protección se conservarán los bosques nativos existentes y se fomentará el reemplazo natural o artificial de la vegetación exótica por especies nativas, reconociendo la mayor eficiencia hídrica de los bosques nativos para la protección de los sistemas torrenciales de montaña (Boso y Nardin 1994, Nardin 1994).

A estas áreas de protección se les puede asociar, de acuerdo a la situación particular de cada sector, un uso recreativo-educativo moderado o restringido, de manera de no provocar fuertes impactos al ambiente.

*Área de amortiguación:* se identificaron áreas de amortiguación para cumplir con los siguientes objetivos: mantener la eficiencia hídrica de los bosques establecidos y resguardar las áreas de protección, generando entre éstas y las zonas que permanecerán en poder de sus actuales propietarios un territorio cuyo uso esté controlado.

Son sectores adyacentes al área de protección, en los perímetros de la cuenca receptora y garganta de los torrentes. Sólo se establecen alrededor de las quebradas que presentan un mayor grado de inestabilidad.

En las áreas de amortiguación se conservarán los bosques nativos y de plantaciones existentes, aun cuando se tenderá a reemplazar en forma natural o artificial la vegetación exótica por especies nativas. Esto, para cumplir con dos objetivos fun-

damentales: a) en su delimitación incorpora tanto terrenos de fuerte pendiente (inclusive mayores al 45%) como de pendientes menores al 30%, con variada cobertura arbustiva y arbórea, con especies nativas y exóticas, b) a las áreas de amortiguación se les puede asociar, de acuerdo a la situación particular de cada sector, un uso recreativo-educativo moderado, de bajo impacto al ambiente.

*Area de riesgo:* estas áreas tienen como objetivo restringir el desarrollo urbanístico en zonas que presentan niveles elevados de riesgo de aluviones.

Corresponden a terrenos de bajas pendientes (menores al 15%), donde los fenómenos de arrastre de los torrentes son reemplazados por los de depositación. Es decir, estas áreas involucran a los conos de deyección de los torrentes.

Son sectores de escasa vegetación y con presencia de material pétreo de los depósitos coluviales y aluviales.

Por el nivel de riesgo de aluviones, el área no es apta para ser ocupada por urbanizaciones pero tiene un potencial uso público, debido a las condiciones de pendiente y cercanía a la ciudad.

#### CLASIFICACION POR CRITERIOS DE USO

*Areas de exclusión:* como criterio de uso se debe propender a recuperar la cubierta forestal original, ya sea en forma natural o artificial. Se podrá permitir el tránsito por corredores delimitados entre áreas de otros usos. En forma excepcional, estas áreas permiten una actividad científica y educativa, ya que es posible estudiar la vegetación nativa y exótica, y los fenómenos torrenciales y el efecto de las actividades realizadas para su control. Las áreas de exclusión corresponden a áreas frágiles vedadas al uso público.

*Areas de uso restringido:* como criterio de uso, se mantendrán los bosques nativos en los lugares donde existen, para evitar su deterioro. Específicamente, en estas áreas se combina la conservación del medio natural con un uso recreativo-educativo moderado, de manera de no provocar fuertes impactos al medio.

Entre las normas de uso se contempla: permitir actividades recreativas de exclusión a través de senderos peatonales para así limitar el acceso y minimizar los impactos negativos; y, localizar en los senderos algunas instalaciones mínimas en sectores estratégicos (vistas), tales como bancas, cercos de protección, letreros interpretativos, entre otros.

Las áreas de uso restringido se caracterizan por ser sectores de difícil acceso o alejados, localizadas a mayor altitud y en terrenos con pendientes menores al 30%. En relación a la vegetación predominan las especies nativas con una reducida presencia de plantaciones exóticas. Los suelos se consideran frágiles aun cuando soportan el establecimiento de senderos. Existen sectores con excelentes vistas del paisaje circundante y hacia las quebradas. Están cercanas a cursos de agua permanentes.

Estas áreas permiten un moderado uso público y presentan buenas aptitudes para la actividad científica, ya que es posible estudiar la vegetación nativa y cursos de agua más estables.

*Areas de uso extensivo:* como criterio de uso se apunta hacia un desarrollo recreativo-educativo extensivo, en las que el tipo de implementaciones y la actividad de las personas causen el mínimo impacto. Específicamente, estas áreas otorgarán oportunidades de recreación e interpretación a los habitantes y visitantes de la ciudad de Coyhaique, a fin de generar una percepción positiva del Cerro Divisadero como un patrimonio y no como una fuente de riesgos.

Las normas tentativas de uso permiten: actividades de camping, picnic, uso de cabalgaduras, senderos interpretativos cortos y de poco esfuerzo físico, competencias deportivas para los colegios y otras instituciones y el acceso de vehículos motorizados hasta las partes altas de los torrentes.

Las áreas de uso extensivo corresponden a sectores de fácil acceso desde la ciudad, con caminos para vehículos motorizados. Los terrenos poseen pendientes menores al 30% con presencia de vegetación arbustiva y arbórea, nativa y exótica, lo que se presta para la implementación de senderos interpretativos. También se incluyen a aquellos sectores sin vegetación arbórea, de preferencia colindantes a zonas con bosques, con pendientes menores al 15% y suelos con buena capacidad de soporte para permitir el desarrollo de camping, picnic, refugios y la localización de instalaciones para la administración del área.

Estos sectores poseen elementos de interés para el público (vistas, cercanías a bosques y torrentes, entre otros), y tienen condiciones actuales o potenciales para permitir la presencia de un número elevado de visitantes y soportar los desarrollos que se proyectan.

*Areas de uso intensivo:* el criterio de uso es propender a crear áreas de recreación colindantes

a la ciudad, que permitan visitas de fácil acceso en cualquier época del año y hora del día. Específicamente, son potenciales áreas verdes de esparcimiento definidas como "parques de ciudad", de patrimonio de Coyhaique.

Estas áreas de parque de ciudad deberían tener su prolongación natural en franjas que incluyan los cauces torrenciales y sus zonas ribereñas al interior del límite urbano de la ciudad (Iroumé *et al.* 1994).

Las normas propuestas de uso permiten: actividades de picnic (evitando el de camping por encontrarse en zonas de riesgo de aluviones), paseos peatonales con bancas de descanso, infraestructura deportiva y otras de mediano a bajo nivel de inversión, y juegos infantiles.

Las áreas de uso intensivo corresponden a sectores que colindan con la ciudad de Coyhaique, por lo que presentan grandes facilidades de acceso. Los terrenos poseen pendientes muy bajas, cercanas o menores al 15%, y en algunos casos son sectores atractivos por las vistas hacia el Cerro Divisadero y los depósitos coluviales y aluviales. En la actualidad estos sectores corresponden principalmente a los conos de deyección de los torrentes principales, que se encuentran prácticamente desprovistos de vegetación arbórea. Las condiciones de estas áreas permiten un desarrollo recreacional potencial intensivo.

#### PROPUESTA DE ORDENACION TERRITORIAL

Luego de identificadas las áreas de Protección, Amortiguación y Riesgo, y clasificadas según criterios de uso, se definen las zonas para el ordenamiento específico para el Cerro Divisadero. Su localización en el área de estudio se muestra en la figura 1.

*Zona de protección con exclusión:* se identificaron dos sectores que clasifican como zonas de protección con exclusión, ambos en la cuenca de Los Saltos-Mackay, que en conjunto suman 283.2 hectáreas.

El primer sector comprende los terrenos ubicados a ambos lados de la garganta y cuenca receptora del torrente Los Saltos, por sobre los 500 m s.n.m. y hasta los 1.350 metros de altitud, con 208.8 ha. En promedio, los terrenos de la cuenca receptora tienen fuertes pendientes, con 30% e incluso mayores al 45%, aunque los terrenos adyacentes a la garganta del torrente tienen pendientes entre el 15 y 30%. El sector está cubierto prin-

cipalmente por plantaciones exóticas de coníferas (*Larix* spp. y *Pinus* spp.), existiendo manchones de *Nothofagus* en partes de altas de la cuenca receptora y bajo los 700 metros de altitud.

El segundo sector se localiza a ambos lados de la garganta y cuenca receptora del torrente Mackay, incluyendo terrenos con plantaciones y suelos descubiertos. Cubre desde los 650 a los 1.050 metros de altitud, con una superficie de 74.4 ha. Los terrenos de la cuenca receptora tienen fuertes pendientes, de 30 y mayores al 45%, mientras que los adyacentes a la garganta del torrente tienen inclinaciones del orden del 15 al 30%. El sector está cubierto principalmente por plantaciones exóticas de coníferas (*Pinus* spp.), existiendo un manchón de lenga en el área de la garganta. Además, existen terrenos sin vegetación en la cabecera de la cuenca del torrente Mackay.

La estructura de las plantaciones en el área se caracteriza por una alta densidad y homogeneidad. Por este motivo, en muchos casos estas plantaciones aparecen actualmente constituidas solamente por un estrato arbóreo de una alta cobertura de copas, que impide el desarrollo de una estrata arbustiva o herbácea. Desde el punto de vista de conservación de suelos y estabilidad de las laderas no resulta conveniente que estos rodales tengan árboles de envergadura y de una biomasa cada vez mayor. Los bosques de plantaciones son también de menor eficiencia hídrica, por lo se proponen intervenciones para reemplazarlos en forma gradual por especies nativas.

En los sectores con pendientes menores al 30%, se propone un trabajo en fajas alternas o sucesivas, paralelas a las curvas de nivel, para cortar todos los árboles existentes y efectuar plantaciones con lenga y/o coigüe. El ancho de las fajas (e interfajas en el caso de disponerlas en forma alterna) deberá ser de 1 a 1.5 veces la altura de la plantación. La protección que otorgarán las plantaciones existentes favorecerá el establecimiento de las especies nativas, tal como se observa en la Reserva Coyhaique y en otras áreas (Iroumé *et al.* 1994). En el caso de pendientes superiores al 30%, se recomiendan intervenciones de raleos homogéneos para remover entre un 20 y 30% del área basal de modo de disminuir la densidad de fustes y cobertura de copas y favorecer la regeneración natural de especies nativas. Como una forma de acelerar la colonización de especies nativas e incrementar la heterogeneidad en la estructura, se podrán plantar especies de arbustos nativos, reco-

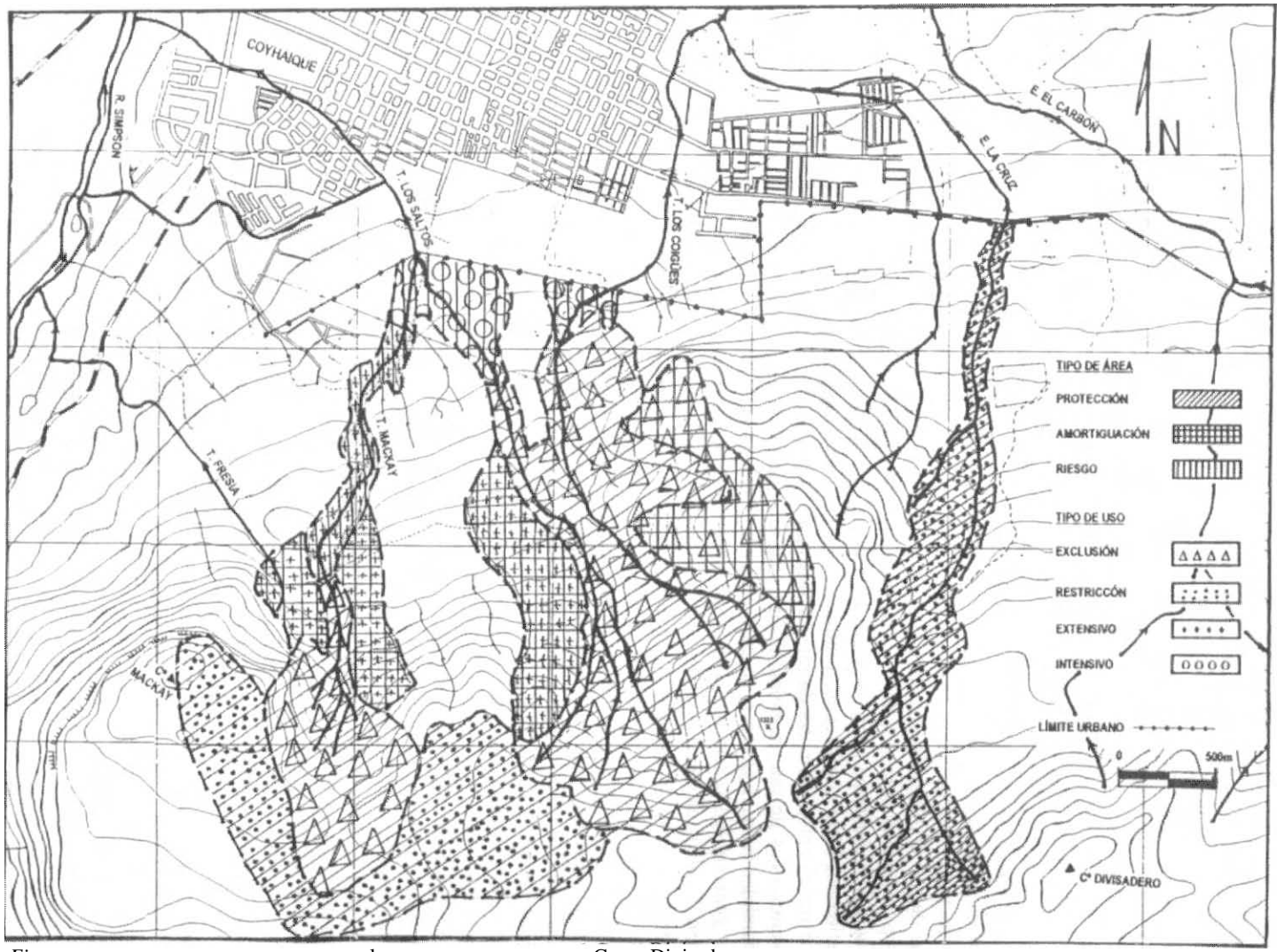


Figura 1. Propuesta de ordenación para el control torrencial en el Cerro Divisadero.

Land classification proposal for torrent control at Cerro Divisadero.

mendándose para esto el chilco (*Fuchsia magellanica*), el calafate (*Berberis buxifolia*) y la zarzaparrilla (*Ribes punctatum*).

Los árboles cortados deberán ser removidos del lugar usando madereo con animales (bueyes o caballos) para minimizar los daños al suelo. Si se requieren fajas de madereo, éstas no deberán tener más de 5 metros de ancho y no deberán cubrir más de un 5% de los rodales a intervenir.

Adicionalmente se recomienda la poda de las plantaciones hasta 3-4 metros de altura a fin de mejorar el desarrollo de una estrata herbácea y arbustiva.

Los tratamientos recomendados llevarán a una cobertura boscosa más heterogénea en términos de estructura y composición, impidiendo llegar a masas densas compuestas únicamente de árboles grandes. Esta estructura y composición resulta la más adecuada desde un punto de vista de la conservación del suelo y del régimen hídrico.

Los tratamientos silvícolas de raleo a aplicar a las plantaciones llevarán también a aumentar su potencialidad para el pastoreo, lo cual probablemente generará un incremento en la presión por este uso. Evidentemente el pastoreo debe excluirse como alternativa de uso en esta zona. Es más, la zona quedará excluida a cualquier tipo de uso, salvo el de servir para senderos de tránsito de una zona a otra, fines científicos autorizados por CONAF o visitas guiadas a las obras de corrección por personal de la CONAF.

Dadas la situación y localización de las áreas de protección con exclusión, se considera de primera prioridad incorporarlas a la propuesta de ordenación territorial del Cerro Divisadero. Esto, para poder asegurar el dominio de los terrenos e iniciar a la mayor brevedad posible la transformación de los bosques coetáneos de plantaciones en bosques nativos multietáneos y con varios doseles.

*Zona de protección con uso restringido:* la zona de protección con uso restringido identificada en el Cerro Divisadero está constituida por dos sectores, que en conjunto abarcan 253.8 hectáreas.

Uno de ellos se extiende a través de los parajes altos, por sobre los nacimientos de los torrentes Mackay y Los Saltos, es decir la cabecera de la cuenca de Los Saltos-Mackay, con pendientes entre el 7 y 30%. Este sector abarca una superficie de 131.3 ha. La existencia de vegetación nativa acompañada de las excelentes vistas que se logran desde algunos puntos de la meseta (cornisas) atraen a algunas personas de Coyhaique, las cuales suben

por los cauces de los torrentes debido a la carencia de otro tipo de accesos.

El segundo sector se localiza en la sección oriental del área de estudio, comprendiendo los alrededores del curso del estero La Cruz y tributarios principales, por sobre la intercepción con la prolongación de la Avenida Almirante Simpson. Posee una superficie de 122.5 ha y es la más alejada de todas las áreas de desarrollo propuestas, a unos 5 km de la ciudad de Coyhaique. Cuenta con un gran atractivo vegetacional nativo, arbóreo y arbustivo, en que las especies nativas se presentan en diferentes estratos y, además, existe como recurso escénico de interés el propio estero La Cruz, con su curso de agua permanente y algunos saltos en su trayecto.

Este último sector se presta para el desarrollo recreativo, pero el mismo hecho que sea un lugar que posee regeneración natural limita el uso que pueda dársele. Es más, el acceso al sector en la actualidad está teóricamente vedado por ser parte de la cuenca abastecedora de agua potable de la ciudad de Coyhaique, aunque en el verano se organizan paseos a caballo para turistas. Por tales razones se sugiere la opción de dar al sector "La Cruz" un uso recreacional restringido, ya que el lugar es muy apto para mostrar, a escala pequeña, lo que debió haber sido alguna vez la región de Aysén.

Entre las actividades recreativas propuestas para esta zona están caminatas por senderos habilitados, apreciación de recursos vegetacionales y escénicos en un ambiente de relativo buen estado de conservación, recreación pasiva en un ambiente de riberas de curso de aguas (sólo de contemplación). Se excluye el uso de cabalgaduras, salvo para fines de vigilancia.

La zona de protección con uso restringido está actualmente cubierta por bosques nativos. Con esto, la protección contra la erosión de los suelos y la eficiencia hídrica de los terrenos parece estar asegurada. La incorporación de estos sectores al plan de desarrollo tiene como fin mantener la condición de los bosques evitando cualquier tipo de intervención que altere su composición.

Dada la situación de las áreas de protección con uso restringido, se considera de segunda prioridad incorporarlas al plan de ordenamiento del Cerro Divisadero.

*Zona de amortiguación con exclusión:* la zona de amortiguación con exclusión tiene una superficie de 58.3 hectáreas, y se localiza desde inmedia-



tamente bajo del nacimiento del torrente Los Coigües hasta el límite urbano.

Las pendientes son superiores al 45%. En cuanto a la vegetación, en un transecto de norte a sur existen plantaciones exóticas, bosque nativo (predominantemente lenga) y nuevamente plantaciones de coníferas. En todo caso, predominan los bosques de plantaciones. Básicamente por razones de las elevadas pendientes esta zona se excluye del uso público.

Como criterio de manejo de las plantaciones se propone el indicado para la Zona de Protección con Exclusión para condiciones de pendientes fuertes, que contempla fundamentalmente raleos a las plantaciones de mayor densidad e incorporación de especies arbustivas nativas. Además en las zonas de menor cobertura se propone el establecimiento de especies arbóreas nativas como lenga y coigüe.

Dada la situación de esta área de amortiguación con exclusión, se considera de segunda prioridad incorporarla al plan de desarrollo del Cerro Divisadero.

*Zona de amortiguación con uso extensivo:* la zona de amortiguación con uso extensivo ocupa 75.4 hectáreas y se divide en dos sectores.

Uno se encuentra a los pies del cerro Mackay, entre 950 a 550 m s.n.m., cubriendo 35.5 ha. Las pendientes son entre el 20 y 45%. Cuenta con un área de pradera natural, plantaciones de coníferas y bosquetes de *Nothofagus* (lenga y coigüe).

El otro sector se localiza al oeste de la zona de protección con exclusión de los torrentes Los Saltos y Los Coigües. Va desde los 650 a 1.150 metros de altitud, con una superficie de 39.9 ha. La vegetación la componen plantaciones de *Pinus* spp. y algunos manchones de lenga y coigüe. Las pendientes son del 20 al 45%, e inclusive superiores en el caso de las áreas con plantaciones.

La zona es adecuada para un uso recreacional e interpretativo, en los sectores de pendientes moderadas y de diversidad de especies arbóreas. Además, hay recursos geomorfológicos de interés adyacentes, y las obras de corrección de las zonas de protección están cercanas y accesibles.

Las actividades recreativas propuestas son picnic y camping, recorrido de senderos interpretativos y excursiones a caballo.

Dada la situación de esta área de amortiguación con uso intensivo, se considera de segunda prioridad incorporarla al proceso de ordenación del Cerro Divisadero.

*Zona de riesgo con uso extensivo:* por la forma, corresponde casi a una faja que se extiende a ambos lados del curso del torrente Mackay y que va aproximadamente desde los 640 hasta 440 metros de altitud, abarcando 18.6 hectáreas. Las pendientes son inferiores al 30%, y en algunos casos menores del 15%. En términos generales, la zona presenta praderas al poniente del curso del torrente, y áreas con plantaciones y bosquetes de lenga al oriente del mismo.

La zona es atravesada de norte a sur por un camino que es la prolongación de la calle Alfonso Serrano.

El curso del torrente Mackay, la existencia de vegetación nativa y exótica, más la vista al cerro homónimo, hacen factible un uso recreacional extensivo de esta área. El riesgo de aluviones excluye toda posibilidad de acampar, por lo que las actividades recreacionales propuestas se limitan al desarrollo de áreas de picnic y de paseos en los senderos que se establezcan.

Dada la situación de esta área de riesgo y al hecho de haberse proyectado encauzamientos del torrente Mackay en el sector (Iroumé *et al.* 1994), se considera de segunda prioridad incorporarla al plan de ordenamiento del Cerro Divisadero. Sin embargo, en el mediano plazo se deberá avanzar en asegurar el dominio de los terrenos.

*Zona de riesgo con uso intensivo:* esta zona la conforman dos sectores bajos, los que tienen la característica de ser zonas de depósito de los acarreos de los torrentes. Uno es el sector de depositación natural del torrente Los Coigües y limita con las poblaciones del sur de Coyhaique. Similar situación ocurre con el otro sector, el cual es lugar de depósito del torrente Los Saltos. En total, estos dos sectores suman 33.3 ha.

El sector de Los Coigües limita con los barrios del suroeste de la ciudad. Posee una superficie aproximada de 8.7 hectáreas. En general se caracteriza por ser un lugar abierto, con pendiente media de 9% y con escasa vegetación.

El sector de Los Saltos es de 24.6 ha de superficie. Sus características son idénticas a las del sector anterior. La pendiente media del sector no supera el 12%, gran parte del lugar está cubierto de material pétreo y es cruzado diagonalmente de sureste a noroeste por el torrente Los Saltos y de sur a norte, en el límite oeste del sector, por el torrente Mackay. En cuanto a la vegetación, es escasamente representada por matorrales y algunos árboles, siendo estos últimos manifestaciones

de plantaciones alrededor de los cauces y algunos individuos de especies nativas.

La zona es un área de alto riesgo de aluviones, por lo que no debe ser urbanizada. Se propone el establecimiento de bosques de protección, los que combinados con la presencia de material pétreo y la panorámica hacia el Cerro Divisadero pueden transformarse en una alternativa de esparcimiento para la población de Coyhaique. Esta zona se transformaría en un parque de la ciudad, cuya prolongación natural debieran ser los terrenos aledaños a los cauces de los torrentes dentro del límite urbano de Coyhaique.

Se propone una reforestación en la faja colindante con el cauce del torrente Los Coigües y una ampliación de la faja de protección arbórea en torno al cauce del torrente Los Saltos, con plantaciones de alta densidad y más rápido crecimiento utilizando principalmente especies exóticas de coníferas (*Larix* spp. y especialmente *Pinus* spp.). El resto de la zona deberá reforestarse con densidades menores, dejando los espacios para los desarrollos propuestos, empleando tanto especies exóticas como nativas, arbóreas y arbustivas, a fin de tener un futuro jardín botánico.

Dado el riesgo de eventuales aluviones, se excluye toda posibilidad de pernoctar, por lo que las actividades recreacionales propuestas son paseos en senderos y jardines, recreación infantil, picnic y educación, reconocimiento de especies y explicación de ciertas obras de protección, por medio de letreros u otros medios interpretativos.

Por la situación de esta área de riesgo y a la necesidad de regular el uso de los terrenos que ofrecen atractivos para potenciales urbanizaciones, se considera de primera prioridad incorporarla al plan de ordenamiento del Cerro Divisadero.

#### SUPERFICIES DE LAS ZONAS DE DESARROLLO POR NIVEL DE PRIORIDAD

En el Cuadro 1 se resumen las superficies de las zonas de desarrollo por nivel de prioridad.

En prioridad 1, se incluyeron las zonas de protección con exclusión y de riesgo con uso intensivo, que en total abarcan 316.5 hectáreas.

Al resto de la superficie incluida en el plan de desarrollo del Cerro Divisadero se le asigna un nivel de prioridad 2. La superficie considerada en este segundo nivel de prioridad es de 406.1 hectáreas, para completar un total a considerar en el plan de desarrollo de 722.6 ha. Sin embargo, cualquier intento de intervenir los bosques o de utilizar los terrenos para un uso distinto al definido en este estudio, será motivo para cambiar a primera prioridad su incorporación al plan. De todas maneras, en el mediano plazo se deberá avanzar en asegurar el dominio de los terrenos asignados como de prioridad secundaria.

No es posible definir en este estudio los requerimientos financieros para adquirir estas superficies. Ello debido a que el precio comercial de los terrenos no sólo está dado por el mercado de tierras en Coyhaique, sino que también por el valor

CUADRO 1

Superficie de las zonas de desarrollo por nivel de prioridad  
Development zones by priority level

Zona		Superficie (ha)	
Area	Uso	Prioridad 1	Prioridad 2
Protección	Exclusión	283.2	
Protección	Restringido		253.8
Amortiguación	Exclusión		58.3
Amortiguación	Extensivo		75.4
Riesgo	Extensivo		18.6
Riesgo	Intensivo	33.3	
Subtotal por nivel de prioridad (ha)		316.5	406.1
Superficie total zonas propuestas (ha)			722.6

relativo que le dan los propietarios a sus terrenos y a la madera en pie, y por la oferta de los potenciales compradores.

Sólo a precios de los avalúos fiscales, en cuyo caso el valor por hectárea es de aproximadamente US\$ 72 (unos \$ 30.000 según el cambio a octubre de 1994), se requieren US\$ 22.790 para adquirir las 316.5 ha consideradas como de primera prioridad. En estas mismas condiciones, las 406.1 ha de segunda prioridad necesitan una inversión de US\$ 29.240.

Con estos valores, los requerimientos totales a precios unitarios establecidos por los avalúos fiscales alcanzan a US\$ 52.030.

Los precios comerciales podrían ser entre 5 a 10 veces los dados por los avalúos fiscales, dependiendo tanto del valor del suelo como de la madera en pie. Con estas cifras, la inversión total requerida sería entre US\$ 250.000 a US\$ 500.000. Sólo para adquirir los terrenos considerados prioritarios y cuya compra se considera imprescindible para completar los objetivos de la corrección de los torrentes del área del Cerro Divisadero, se requeriría un financiamiento entre US\$ 114.000 y US\$ 227.900.

## CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de este estudio son las siguientes:

Se requiere la incorporación de áreas en las cuencas receptoras y en los conos de deyección de los torrentes para avanzar en un plan de desarrollo de corrección integral del Cerro Divisadero. Los terrenos propuestos para ser incorporados al plan de desarrollo configuran áreas de protección, de amortiguación y de riesgo, teniendo cada una de ellas diferentes criterios de uso. Las áreas de protección se localizan en los terrenos más aledaños a las partes altas de los cauces de los torrentes, y tienen por objetivos la protección de las obras construidas y proyectadas, y el aumento de la eficiencia hídrica de la vegetación mediante la transformación de los bosques de plantaciones existentes en bosques nativos multietáneos y con diferentes doseles. Las áreas de amortiguación se localizan en las partes altas y medias de las cuencas torrenciales de modo de desarrollar zonas de transición entre las áreas de protección y los terrenos que permanecerán en poder de sus actuales dueños, y en ellas se mantendrá la eficiencia hídrica

de los bosques de plantaciones actuales, favoreciéndose en forma paulatina su transformación en bosques nativos. Las áreas de riesgo están ubicadas en los conos de deyección de los torrentes, y su incorporación al plan de desarrollo tiene como objetivo establecer una normativa de uso de terrenos afectos a las consecuencias finales de los aluviones y flujos torrenciales.

Para cada área se definen diferentes alternativas de uso público. Estas van desde una exclusión total a cualquier actividad, pasando por uso restringido, uso extensivo hasta uso intensivo en los sectores cercanos a la ciudad.

Se propone un total de 722.6 hectáreas para ser incorporadas al plan de desarrollo del Cerro Divisadero. De éstas, 316.5 ha deben ser anexadas en forma prioritaria. Las 406.1 ha restantes se consideran con una prioridad secundaria, aun cuando cualquier intento de intervenir los bosques existentes o de utilizar los terrenos para un uso diferente al propuesto debe ser motivo para cambiar a primera prioridad su incorporación al plan de desarrollo.

Al precio de los avalúos fiscales, para adquirir los terrenos de primera y segunda prioridad se requieren del orden de US\$ 22.790 y US\$ 29.240, respectivamente. Sin embargo, considerando el valor relativo dado por los propietarios a la tierra y a la madera en pie, podrían necesitarse entre 5 a 10 veces las cifras arriba mencionadas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Corporación Nacional Forestal XI Región quien financió el estudio. También a Raúl Gayoso, Antonio Lara, Mario Pino y a todos los demás profesionales que participaron durante el desarrollo del mismo.

## BIBLIOGRAFIA

- BARRIENTOS, J. 1990. Evaluación de los tratamientos biológicos del Cerro Divisadero. Tesis, Fac. Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, 68 pp.
- BOSO, R., D. NARDIN. 1994. "Cien años de experiencia Trentina en el manejo de cuencas". Segundo Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Mérida, Venezuela, 6-11 de noviembre 1994, 13 pp.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal). 1974. Proyecto de corrección de torrentes Cerro Divisadero. FAO-CONAF, Santiago, Chile. 82 pp.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1974. Fortalecimiento del Progra-

- ma Nacional Forestal, Chile. Pautas para la ordenación de cuencas, la corrección de torrentes y la lucha contra la erosión en Chile. FAO:SF/CHI 26, Informe Técnico 6, Roma, Italia, 81 pp.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1985. Manual de operaciones para sistemas de áreas protegidas. Guía FAO Conservación 9, Roma, Italia, 110 pp.
- GARCIA, J.M., J.M. DE AYERBES. 1962. *Principios de hidráulica torrencial*. Instituto Forestal de Investigación y Experiencias, Ministerio de Agricultura, Madrid, España. 350 pp.
- GRIOTT, S. 1991. Evaluación técnica de las obras de corrección del Cerro Divisadero. Tesis, Fac. Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, 125 pp.
- HAUSER, A. 1994. Evaluación de riesgos en la zona urbana de Coyhaique, Región XI. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile, 59 pp.
- HOYT, W.G., W.B. LANGBEIN. 1955. *Floods*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 138 pp.
- IROUME, A., J. GAYOSO. 1991. "Evaluación de las obras y sistemas de corrección de torrente del Cerro Divisadero, Coyhaique, Chile", *Bosque* 12(1): 27-35.
- IROUME A., R. GAYOSO, H. PALACIOS. 1994. Estudio y formulación plan de desarrollo Cerro Divisadero. Informe de Convenio N° 218, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- IROUME, A. 1996. "Corrección de los cauces torrenciales del Cerro Divisadero, Chile", *Bosque* 17(1): 65-81.
- NACIONES UNIDAS. 1977. Directrices para la prevención y regulación de las pérdidas debidas a las inundaciones en los países en desarrollo. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Recursos Naturales, Serie del Agua N° 5, 215 pp.
- NARDIN, D. 1994. "Silvicultura y extensionismo en el manejo de cuencas altas: estrategia para el desarrollo sustentable", Segundo Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Mérida, Venezuela, 6-11 de noviembre 1994, 7 pp.
- NOVOA, J. 1990. Geomorfología aplicada, riesgos naturales Cerro Divisadero-Coyhaique, XI Región. Universidad de La Serena, La Serena, Chile, 22 pp.
- OLTREMARI, J., G. PAREDES, P. REAL, V. SANDOVAL, C. DONOSO. 1983. Plan de manejo y desarrollo del Parque Nacional Alerce Andino. Informe de Convenio N° 65, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 170 pp.
- VERA, G. 1992. Informe Gestión 1992. Proyecto construcción y mejoramiento de obras de corrección de torrentes en Cerro Divisadero, BIP 20031724, Ministerio de Agricultura, CONAF, Coyhaique, Chile, 17 pp.
- VERA, G. 1993. Informe gestión 1993 complementado. Proyecto construcción y mejoramiento de obras de corrección de torrentes en Cerro Divisadero. Ministerio de Agricultura, CONAF, Coyhaique, Chile, 21 pp.