

Evaluación de las obras y sistemas de corrección de torrentes del cerro Divisadero, Coyhaique, Chile

Evaluation of the torrent control works and systems at Cerro Divisadero, Coyhaique, Chile

C.D.O.: 116.7

ANDRES IROUME A. y JORGE GAYOSO A.

Instituto de Manejo Forestal, Universidad Austral de Chile, Casilla 853, Valdivia, Chile.

SUMMARY

This study evaluates the stream stabilization control works and systems built between 1975 and 1979 at the Cerro Divisadero torrents, Coyhaique, XI Region, Chile.

Important differences between the projected system and the one carried out were detected. The separations of the existent dams have left areas where channel degradation, sediment transport, lateral erosion and slope landslides still occur. A significant number of dams affected with failures that are endangering their stability and function were identified. Also highly active torrential zones still exist in the torrents. The presence of torrential zones and the condition of some of the structures suggest the need to carry out programs to maintain and restore the existing dams, build new structures, and stabilize the slopes.

RESUMEN

Este estudio presenta los resultados de la evaluación de las obras y sistemas de corrección de cauces, construidos entre los años 1975 y 1979 en los torrentes del cerro Divisadero, Coyhaique, XI Región, Chile. Se detectaron importantes diferencias entre el sistema proyectado y el ejecutado, tanto en lo que se refiere al número de diques, como en sus dimensiones y localización. La mayor separación entre diques en comparación con las proyectadas ha dejado tramos de cauces sin consolidar, manteniéndose las características originales de incisión vertical del "talweg", transporte de sedimentos y sapeamiento y deslizamiento de taludes. Se identificó una cantidad significativa de diques con fallas que están afectando su estabilidad y funcionamiento. Finalmente, en los torrentes existen zonas con pronunciadas características de torrencialidad activa, en la mayoría de las cuales se presentan procesos de deslizamientos de laderas.

La presencia de zonas torrencialmente activas y el estado de algunas de las estructuras sugiere la necesidad de implementar programas de mantenimiento y restauración de los diques existentes, construcción de nuevas obras y estabilización de laderas.

INTRODUCCION

Desde 1975 se han estado interviniendo los cauces de los torrentes del cerro Divisadero ubicada al sureste de la ciudad de Coyhaique, XI Región. El área del cerro Divisadero fue identificada por FAO (1974) como una de las zonas torrencialmente más activas del país. Los torrentes, que habían adquirido una gran agresividad, transportaban abundantes materiales, principalmente en época invernal y de deshielo, estableciendo amplios lechos de deyección que tendían a yuxtaponerse en la zona suburbana de la ciudad de Coyhaique.

La explotación y destrucción de la cubierta forestal, que originó un desequilibrio en el sistema

agua-suelo-vegetación, fue la principal causa de la degradación del área (CONAF, 1974). La vegetación original, compuesta principalmente por bosques de lenga, coigüe y ñirre, difícilmente podía restablecerse en terrenos descubiertos considerando las difíciles condiciones ecológicas impuestas por el clima, el acentuado sobrepastoreo a que fue sometida la zona, y las estrategias regenerativas de sus especies principales. Adicionalmente, las características climáticas, topográficas, edáficas y geológicas del área acentuaron la torrencialidad de los cauces.

Las intervenciones forman parte del Proyecto de Corrección de Torrentes del Cerro Divisadero, cuyos objetivos, métodos y programas de acción

aparecen en el documento elaborado durante 1974 por técnicos y profesionales de la Corporación Nacional Forestal con el apoyo de expertos de FAO (CONAF, 1974). Para lograr los objetivos propuestos el proyecto fue dividido en cuatro programas: corrección de torrentes; saneamiento de la tierra, vigilancia y prevención; repoblación y manejo silvícola, y recreación. De éstos, fueron considerados prioritarios en su ejecución los programas de corrección de torrentes y de repoblación y manejo silvícola.

Para el control de los procesos torrenciales y el logro de los objetivos propuestos por el programa se ejecutó una serie de obras en los torrentes del área. Sin embargo, ya que los torrentes son sistemas dinámicos que reaccionan a veces impredeciblemente frente a los trabajos desarrollados (Heede, 1960; FAO, 1977), se consideró necesario evaluar tanto las obras construidas entre 1975 y 1979 en el cerro Divisadero, como el funcionamiento del sistema.

La evaluación permite apreciar el buen éxito o fracaso de los diseños de obras y materiales empleados en su construcción, visualizar las necesidades de mantenimiento vitales para que estas obras sigan prestando una eficaz protección, y adquirir experiencia útil tanto para continuar los trabajos como para formular nuevos proyectos.

AREA DE ESTUDIO

El Proyecto de Corrección de Torrentes del Cerro Divisadero abarca una superficie de unas 1.779 hectáreas, las que se ubican en la ladera N.O. del cerro, a 72° 4' Oeste y 45° 36' Sur (figura 1). El área se extiende desde la ciudad de Coyhaique, que está a unos 285 m s.n.m., aproximadamente 4 km hacia el S.E. hasta la cornisa del cerro Divisadero, que llega a los 1.540 m de altitud.

El clima en el área es del tipo continental trasandino con degeneración esteparia (Casassa, 1985). La precipitación media anual es de 1.133 mm (Griott, 1991). Los meses más lluviosos son junio y agosto con 187 y 165 mm respectivamente, y el mes más seco es octubre con sólo 28 mm. La temperatura media anual es de 9° C, siendo junio el mes más frío con 1.9° C y enero el más cálido con 14.7° C. La oscilación térmica diaria es de 10.5° C como promedio anual.

En el área se hacen presentes dos formaciones geológicas (CONAF, 1974; IREN, 1979). La for-

mación Coyhaique se presenta en los sectores de menor altitud, y corresponde a sedimentos marinos. Está constituida por dos miembros: uno consistente en lutitas muy tectonizadas de fracturas arcillosas, a veces cruzado por diques de roca volcánica, y el otro formado por un conjunto de areniscas. La composición de la formación Divisadero, que abarca las cumbres del área, tiene carácter principalmente volcánica y está dada por una alternancia de lavas, brechas, conglomerados y tobas de aspectos y colores variados que presentan intercalaciones de sedimentos fosilíferos en sus niveles superiores.

En general, el material del área se caracteriza por la presencia de bloques provenientes del intrusivo, que alcanzan diámetros entre 0.15 y 1.5 m insertos dentro del material fino fácilmente erosionable (Espinoza, 1978). Se detecta además un sistema de fallas ortogonales que cortan lateral y transversalmente los "talwegs" de los torrentes.

En las terrazas del sector inferior del cerro Divisadero, donde se ubica la ciudad de Coyhaique, los suelos son de tipo trumao (CONAF, 1974; IREN, 1979), mientras que en los sectores más elevados presentan principalmente regosoles y latosoles.

La red de drenaje la forman cuatro torrentes (figura 1). En el sector más oriental del cerro está el torrente El Carbón, con una cuenca de 1.101 ha. Luego, en la parte central del cerro, está el torrente Los Coigües, con una cuenca de 105 ha. A continuación está el torrente Los Saltos (también conocido como Las Lengas), con un área tributaria de 185 ha. Finalmente está el torrente Mackay, que nace en la parte más occidental del cerro Divisadero y tiene un área tributaria de 293 ha.

Desde el punto de vista de Coyhaique, los torrentes más importantes son Los Coigües y Los Saltos, ya que la ciudad se encuentra ubicada sobre los conos de deyección de ambos torrentes, que la cruzan para desembocar en el río Coyhaique el primero, y en el río Simpson el segundo.

El torrente Los Coigües tiene una longitud total de aproximadamente 4.500 m desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Coyhaique (Griott, 1991). La longitud desde el nacimiento hasta el límite urbano sur de la ciudad de Coyhaique es de 2.100 m.

El torrente Los Saltos presenta dos cauces formadores de unos 900 m de longitud cada uno. Desde la confluencia de ambos hasta el límite sur del área urbana de la ciudad hay aproximadamente

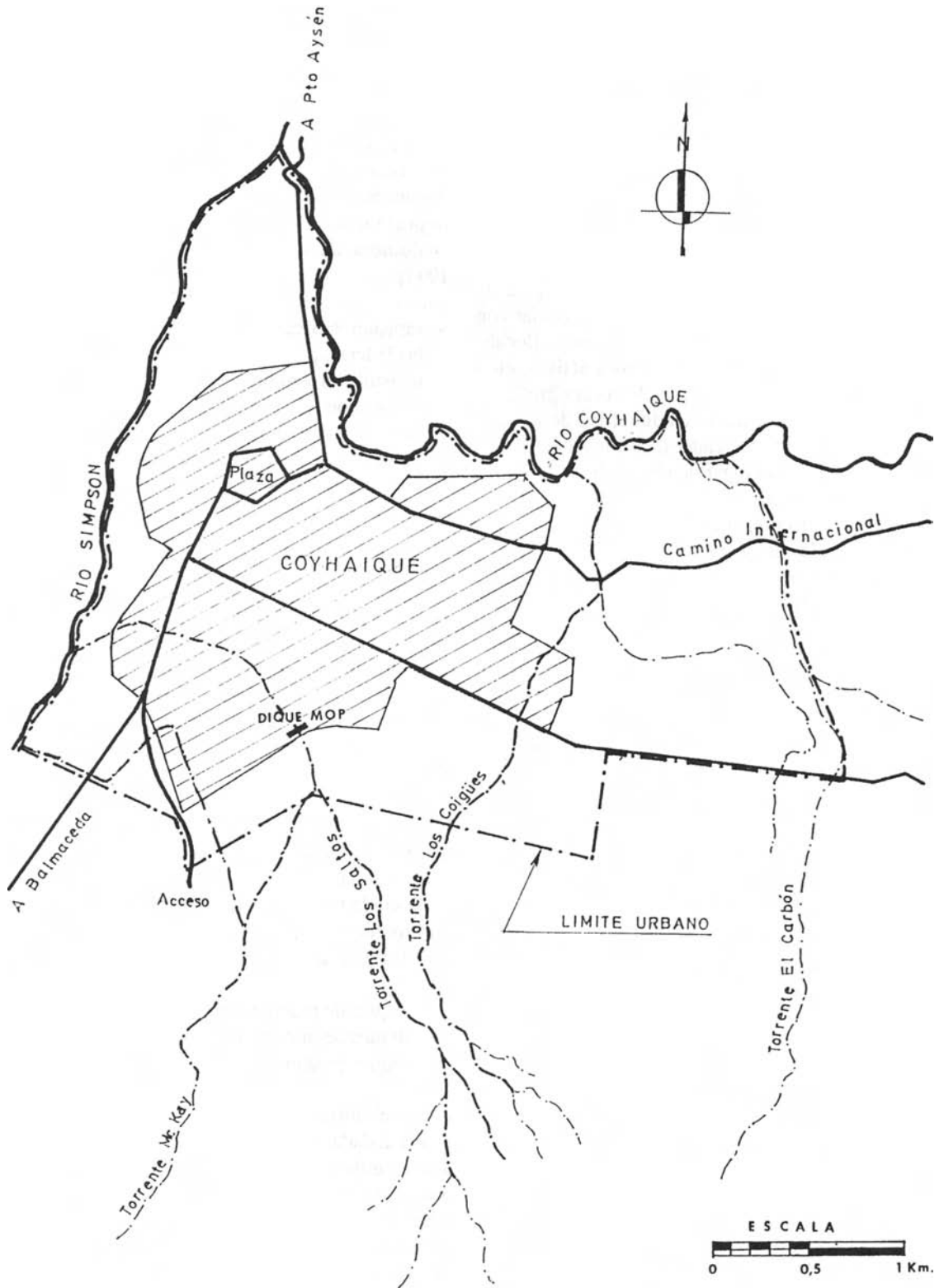


Fig. 1. Localización del área de estudio.

Location of study area.

2.300 m, y de aquí hasta la desembocadura en el río Simpson hay unos 1.500 m.

El torrente Mackay es un afluente natural del torrente Los Saltos, pero se le ha construido un canal artificial de evacuación que desemboca en el río Simpson, aguas arriba de la confluencia del torrente Los Saltos con el mismo río.

METODOLOGIA

Para determinar la variación morfológica de los cauces y satisfacer la necesidad de contar con puntos de referencia dentro de los cauces (localización de diques, zonas torrenciales activas, etc.) y de una base de ajuste exacta de la cartografía, se realizó un levantamiento taquimétrico de los ejes longitudinales de los cauces, con levantamientos transversales en el lugar de ubicación de las obras y cada 100 metros.

Para hacer comparables los resultados de este estudio con los del proyecto original se tomó como base para el levantamiento de los cauces la cota del umbral del vertedero del dique de escollera simple construido por el Ministerio de Obras Públicas en el torrente Los Saltos (ver ubicación aproximada en figura 1).

Por otra parte, con el objetivo de inventariar los diques construidos en los cauces y determinar el estado estructural y el funcionamiento, se realizó una inspección detallada de cada obra. Para cada dique se obtuvieron los siguientes antecedentes (Griott, 1991):

- tipo y dimensiones estructurales de los cuerpos principales y obras anexas
- dimensiones de los aterramientos producidos
- características y variables relacionadas con el funcionamiento y estado de conservación.

Para verificar el funcionamiento y estado de conservación de los diques se consideraron (Griott, 1991):

- deficiencias de ubicación y diseño
- deficiencias de construcción
- fallas en materiales de construcción empleados
- destrucción o deformación por otros factores.

Cada dique fue clasificado en tres categorías de estado estructural y de funcionamiento (bueno, regular, malo), según el tipo y magnitud de las deficiencias presentes (Iroumé y Griott, 1990).

Para identificar las zonas torrenciales activas se definieron como elementos indicadores los procesos erosivos presentes, las características de los cauces y la presencia de todas las obras y trabajos que puedan favorecer el desarrollo de nuevos mecanismos erosivos o la generación de eventos indeseados (Heede, 1960; Vandre y Swanston, 1977). En los torrentes se identificó la presencia y localización en los cauces de cualquiera de los siguientes procesos (Griott, 1991):

- sapeamiento lateral o socavación de la base de las laderas
- incisión vertical del talweg
- divagación
- arrastre longitudinal
- ramificación de la red de drenaje
- presencia de depósitos coluviales en los pie de taludes
- deslizamientos activos
- deslizamientos potenciales
- depósitos de materiales o escombros torrenciales
- presencia de troncos, ramas u otros desechos
- secciones estrechas con taludes inestables
- diques en mal estado
- otras obras que dificultan el escurrimiento.

RESULTADOS

En los torrentes Los Coigües, Los Saltos y Mackay el catastro de obras se realizó en los tramos desde sus nacimientos hasta el límite urbano sur de la ciudad de Coyhaique. En estos torrentes se construyeron 3 tipos de diques, cuyos diseños corresponden a:

- diques de mampostería de gaviones de malla
- diques de mampostería de trozas
- diques preaterrados de trozas

En el torrente Mackay se construyeron, en forma aislada, 5 diques de trozas preaterrados, con alturas útiles de aproximadamente 1.5 m. En el proyecto original (CONAF, 1974) no se consideraban la ejecución de ningún dique ni de obras de estabilización de taludes. Por este motivo no se incluyó en este estudio la situación de este torrente.

En el torrente Los Coigües se construyó un total de 15 diques en el período 1975-1979, de los

cuales 10 son de mampostería de gaviones y 5 de mampostería de trozas (cuadro 1) (Iroumé y Griott, 1990). La altura útil de los diques de gaviones varía entre 1 y 3 m, siendo la altura media de 2.6 m. En el caso de los diques de mampostería de trozas la altura útil varía entre 2.8 y 3.2 m, con una media de 3 m. Con posterioridad a 1987 se construyeron tres diques adicionales. Dos de ellos son de mampostería de gaviones, con 2 m de altura útil, uno de los cuales reemplaza un dique de trozas preaterrado que fue destruido, y se localizan pocos metros aguas arriba del lugar donde el torrente ingresa a su cono de deyección. El tercero, de retenida parcial, está constituido por perfiles de fierro verticales enterrados en la roca y atezadores horizontales, quedó ubicado en la parte alta del torrente.

En el torrente Los Saltos se construyeron 52 diques, tanto en el tronco principal como en los dos cauces formadores. De éstos, 30 son diques preaterrados de trozas, 14 de mampostería de gaviones y 8 de mampostería de trozas (Iroumé y Griott, 1990). La altura útil de los diques de trozas preaterrados varía entre 0.5 y 2 m, siendo la altura media de 1.3 m. En el caso de los diques de mampostería de trozas la altura útil varía entre 2.5 y 3.5 m, con una media de 3.1 m. La altura útil de los diques de gaviones varía entre 2 y 3 m, con un valor medio de 2.5 m.

Tal como se puede apreciar en el cuadro 1, en el caso del torrente Los Saltos el número de diques construidos es semejante al proyectado. Sin embargo, el volumen de obras construidas es sólo el 48% del volumen proyectado, y la altura media de las obras construidas es de 1.88 m frente a los 2.43

m proyectados. La longitud del tramo entre el dique inicial y final es de 1.897 m, siendo la distancia proyectada de 1.417 m. Esto último tiene influencia en la separación media entre obras, siendo de 37 m en el sistema construido y de 26.7 m en el proyectado.

Se aprecia una gran diferencia entre los 9.862 metros cúbicos de aterramiento del sistema construido contra los 67.356 metros cúbicos proyectados. Esto es sin duda consecuencia de las menores alturas de los diques que se construyeron, y debido al hecho de que los diques se emplazaron en sectores con mayor pendiente que la de los emplazamientos proyectados. La longitud tratada, que corresponde al largo total de los tramos donde se produce la pendiente de compensación, es de 792 m contra los 939 m proyectados. A pesar de que los diques se construyeron más separados que lo proyectado, esta relativa menor diferencia se debe a que las pendientes de compensación resultantes son en una gran mayoría superiores al 8%, mientras que la pendiente de compensación de diseño se estimó en 2.2%.

En el caso del torrente Los Coigües el número de diques construidos es sensiblemente menor al proyectado (cuadro 1). El volumen de obras construidas es sólo el 33% del volumen proyectado, siendo la altura media de las obras construidas superior a la altura media proyectada (2.73 y 2.49 m, respectivamente). La longitud del tramo entre el dique inicial y final es de 1.046 m, siendo la distancia proyectada de 421 m. Esto último tiene influencia en la separación media entre obras, siendo de 74.7 m en el sistema construido y de sólo 12.4 m en el proyectado.

CUADRO 1

Torrentes Los Saltos y Los Coigües: comparación entre sistema de diques proyectado y construido

Los Saltos and Los Coigües torrents: comparison between the projected and executed dam systems

	Los Saltos		Los Coigües	
	Ejecutado	Proyectado	Ejecutado	Proyectado
N° de obras	52	54	15	35
Volumen de obras (m ³)	3.345.2	6.955.1	1.353.8	4.084.8
Altura media de diques (m)	1.88	2.43	2.73	2.49
Separación entre obras extremas (m)	1.897	1.417	1.046	421
Espaciamiento medio entre diques (m)	37	26.7	74.7	12.4
Volumen de aterramiento (m ³)	9.861.9	67.356.3	3.949.4	21.012.9
Longitud cauce tratado (m)	792	939	268.3	430

Se aprecia una gran diferencia entre los 3.949 metros cúbicos de aterramiento del sistema construido contra los 21.013 metros cúbicos proyectados. Esto es consecuencia del menor número de diques que se construyó y de los cambios de localización. La longitud tratada es de 268 m contra los 430 m proyectados.

En el cuadro 2 se presenta un resumen del estado estructural y de funcionamiento de los diques construidos en los torrentes Los Saltos y Los Coigües en el período 1975-1979. Los diques que se encuentran en mejor estado estructural son los preaterrados y los de mampostería de trozas, mientras que sólo el 62.5% de los diques de mampostería de trozas se encuentra en un estado estructural de regular a bueno. En relación al funcionamiento, los diques en mejor estado son los preaterrados de trozas (86.7% en estado regular a bueno).

El cuadro 3 muestra el número de diques afectados por deficiencia de localización, diseño, construcción, fallas en los materiales de construcción y problemas producidos durante su funcionamiento, que están influyendo en el estado estructural y de funcionamiento de los mismos. Como se aprecia, 17 diques se han ubicado en sectores inadecuados, aunque debe mencionarse que ninguno de los diques se construyó en los lugares proyectados. Algunos de los emplazamientos elegidos hacen que la capacidad de aterramiento no tenga posibilidad de completarse. Por otra parte, 18 diques fueron construidos con profundidades de fundación menores a las proyectadas, situación

que está provocando deformaciones de las estructuras y poniendo en peligro la estabilidad de algunos diques. Finalmente, son factores externos a los diques, y que corresponden a la existencia de zonas no estabilizadas en los torrentes, las que afectan un mayor número de estructuras. Así es el caso de 21 diques comprometidos por derrumbes y deslizamientos de laderas.

Una situación especial se presenta en el caso de los diques de trozas. El estado estructural y de funcionamiento de estas obras está siendo afectado por una acción antrópica, ya que la madera se ha estado extrayendo para ser empleada como leña.

En el torrente Los Saltos, aguas arriba del límite urbano sur de Coyhaique, se detectó la existencia de 8 sectores en los cuales se observan pronunciadas características de torrencialidad activa. Estas abarcan una longitud total de 1.750 m, siendo la longitud total de cauces aguas arriba del límite urbano sur de Coyhaique de unos 4.100 m. En el caso del torrente Los Coigües también se identificaron 8 zonas torrencialmente activas, que afectan en total unos 1.340 m, siendo el tramo aguas arriba del límite urbano de la ciudad de 2.100 m. Puesto que en este último torrente se construyó un reducido número de diques, se presenta aquí una torrencialidad más pronunciada. En la mayoría de estas zonas se detectó la existencia de procesos de deslizamientos debidos a la inestabilidad de las laderas, acentuada por la socavación vertical del "talweg". El continuo aporte de materiales sobre los cauces puede favorecer la formación de tacos o represas naturales, los que al reventar producirían

CUADRO 2

Torrentes Los Saltos y Los Coigües: estado estructural y de funcionamiento de los diques

Los Saltos and Los Coigües torrents: structural and working dam conditions

Categoría	Diques mampostería gaviones				Diques mampostería trozas				Diques preaterrados trozas			
	Estado estructural		Estado de funcionamiento		Estado estructural		Estado de funcionamiento		Estado estructural		Estado de funcionamiento	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Bueno	7	29.2	4	16.7	3	23.1	3	23.1	18	60.0	22	73.4
Regular	8	33.3	9	37.5	8	61.5	5	38.5	8	26.7	4	13.3
Malo	9	37.5	11	45.8	2	15.4	5	38.5	4	13.3	4	13.3
Total	24	100.0	24	100.0	13	100.0	13	100.0	30	100.0	30	100.0

CUADRO 3

Torrentes Los Saltos y Los Coigües: número de diques con deficiencias o fallas

Los Saltos and Los Coigües torrents: number of dams with deficiencies and failures

Tipo	Mampostería gaviones	Mampostería trozas	Preaterrados trozas	Total
Deficiencias de ubicación y diseño:				
- ubicación inadecuada	10	7	-	17
- capacidad insuficiente del vertedero	1	-	-	1
Deficiencias de construcción:				
- estructuras incompletas de acuerdo a los diseños	7	-	-	7
- empotramientos laterales insuficientes	2	1	-	3
- profundidad de fundación insuficiente	11	7	-	18
- material de relleno mal graduado o en mal estado	-	5	n/c	5
Fallas en materiales de construcción:				
- pudrición de trozas	n/c	3	4	7
- corrosión de material metálico	1	n/c	n/c	1
Destrucción o deformación por:				
- acción antrópica	-	9	-	9
- derrumbes laterales	9	3	9	21
- flujos y acarrees sólidos	4	-	4	8

n/c = no corresponde

corrientes de barro potencialmente muy destructivas, puesto que la capacidad de aterramiento del sistema de diques se está copando. Debido a las pendientes y longitudes de los taludes se requiere de tratamientos biológicos y mecánicos para estabilizarlos (Barrientos, 1990).

La localización y características de estas zonas activas se presentan en el cuadro 4.

La existencia de zonas torrencialmente activas y el estado de algunas de las estructuras sugiere la necesidad de implementar programas de mantenimiento y restauración de los diques existentes, construcción de nuevas estructuras en los cauces y estabilización de laderas. Al respecto, debe mencionarse que según Astudillo (1988) el proyecto de corrección de torrentes del cerro Divisadero tiene una alta rentabilidad financiera y económica. Sin embargo, para el diseño y localización de las nuevas obras no puede utilizarse como base el proyecto elaborado por CONAF (1974), ya que la situación actual en los torrentes es totalmente di-

ferente a la existente al inicio de la década de los 70. Para esto es necesario actualizar y completar la evaluación y diagnóstico de los cauces de los torrentes Los Coigües y Los Saltos, realizados por Griott (1991). Además se requiere estudiar los cauces de los torrentes Mackay y El Carbón, ya que debido al crecimiento de la ciudad de Coyhaique se están, actualmente, ocupando terrenos en los conos de deyección de ambos torrentes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de diques de corrección de torrentes del cerro Divisadero está cumpliendo sólo parcialmente con el propósito para el cual fue concebido. Pasados relativamente pocos años después de su construcción, sólo en algunos tramos de los torrentes las obras han producido una estabilización adecuada del cauce y han retenido el material sólido arrastrado por las aguas. Sin embargo, la identifi-

CUADRO 4

Zonas torrencialmente activas. Localización y características

Active torrential zones. Location and characteristics

Torrente	Zona N°	Ubicación (abscisas)	Característica o proceso torrencial
Los Saltos	1	0.000	Obra en mal estado; divagación
	2	0.300 - 0.550	Divagación; obra mal ubicada
	3	0.700 - 1.100	Divagación; depósitos y escombros
	4	1.800 - 2.040	Transporte; depósitos y escombros; secciones estrechas con taludes inestables
	5	2.420 - 2.480	Sapeamiento; transporte; ramificación de la red de drenaje; depósitos y escombros
	6	2.480 - 2.630	Ramificación de la red; deslizamientos activos; secciones estrechas con taludes inestables
	7	2.630 - 2.820	Sapeamiento; transporte; ramificación de la red; depósitos y escombros; secciones estrechas con taludes inestables
	8	2.540 - 2.940 (tramo oeste)	Sapeamiento; transporte; ramificación de la red de drenaje; deslizamientos
Los Coigües	1	0.000 - 0.100	Incisión vertical; depósitos
	2	0.600 - 0.850	Sapeamiento; deslizamientos; depósitos
	3	1.000- 1.100	Deslizamientos; secciones estrechas con taludes inestables
	4	1.160 - 1.270	Ramificación de la red; deslizamientos
	5	1.320 - 1.500	Sapeamiento; incisión; transporte; deslizamientos; depósitos y escombros; secciones estrechas con taludes inestables
	6	1.500 - 1.620	Sapeamiento; transporte; depósitos; secciones estrechas con taludes inestables
	7	1.620- 1.900	Transporte; ramificación de la red; depósitos; secciones estrechas con taludes inestables
	8	1.900 - 2.050	Sapeamiento; transporte; ramificación de la red de drenaje; deslizamientos

cación de deficiencias en los diques existentes, y la existencia de tramos de cauces aún sin consolidar y de zonas torrencialmente activas, sugieren la necesidad de implementar políticas de inversión para mantener e incrementar el nivel de estabilización alcanzado.

Para los diques existentes deben considerarse planes de mantención y restauración de las obras. En el caso de los diques de trozas, cuya estabilidad se ve comprometida por una acción antrópica, debe analizarse su posible reemplazo por diques de gaviones o de hormigón.

Para completar la estabilización del perfil longitudinal de los cauces se requiere de la cons-

trucción de nuevos diques. Estos deberán emplazarse en los tramos sin tratar, y su localización tiene que considerar las pendientes de compensación que efectivamente se están generando en los aterramientos.

La presencia mayoritaria de procesos de deslizamiento en las zonas torrencialmente activas plantea la necesidad de estabilizar las laderas, principalmente mediante tratamientos biológicos y mecánicos, de modo de controlar y reducir el aporte de materiales sobre los cauces.

El diseño y localización de las nuevas obras deben considerar la situación actual de los torrentes y la ocupación actual y proyectada de los conos

de deyección de los mismos, debido al desarrollo urbano de la ciudad de Coyhaique. Por lo mismo, deben estudiarse tanto los dos torrentes que fueron intervenidos (Los Coigües y Los Saltos), como los otros que forman la red de drenaje del cerro Divisadero.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la colaboración del señor Sigfried Griott y el apoyo brindado por el Programa de Manejo de Cuencas de la Corporación Nacional Forestal, que permitieron la realización del presente estudio.

BIBLIOGRAFIA

- ASTUDILLO, C. 1988. *Evaluación económica y financiera de un proyecto de corrección de torrentes en la Décimo Primera Región*. Tesis, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Valdivia, Chile, 57 pp.
- BARRIENTOS, J. 1990. *Evaluación de los tratamientos biológicos del Cerro Divisadero*. Tesis, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Valdivia, Chile, 68 pp.
- CASASSA, G. 1985. "Clasificación del clima en la Región Austral de Chile", *Trapananda* 8 (5): 174-175.
- CONAF. 1974. *Proyecto corrección de torrentes Cerro Divisadero*. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile, 82 pp.
- ESPINOZA, G. 1978. *Situación actual de los deslizamientos de tierras en el cerro Divisadero*. Universidad Católica de Chile, Centro de Capacitación para Ayudantes en Investigación, Santiago, Chile, 20 pp.
- FAO. 1974. *Fortalecimiento del Programa Nacional Forestal, Chile. Pautas para la ordenación de cuencas, la corrección de torrentes y la lucha contra la erosión*. FAO: SF/CHI26, Informe Técnico 6, Roma, Italia, 81 pp.
- FAO. 1977. *Guidelines for watershed management*. FAO Conservation Guide N° 1. Roma, Italia, 293 pp.
- GRIOTT, S. 1991. *Evaluación técnica de las obras de corrección de torrentes del Cerro Divisadero*. Tesis, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Valdivia, Chile, 125 pp.
- HEEDE, B. 1960. *Study of early gully-control structures in the Colorado Front Range*. USDA Forest Service, Station Paper N° 55, 42 pp.
- IREN, 1979. *Perspectivas de desarrollo de los recursos de la Región Aysén*. Corporación de Fomento de la Producción, Instituto de Recursos Naturales, Santiago, Chile, 507, pp.
- IROUME, A. y S. GRIOTT. 1990. "Evaluación técnica de las obras de corrección de torrentes del cerro Divisadero, Coyhaique, XI Región", *Actas Primer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Concepción, Chile, 22-25 octubre, 1990 (no publicado).
- VANDRE, B. and SWANSTON, D. 1977. "A stability evaluation of debris avalanches caused by blasting", *Bulletin of the Association of Engineering Geologists* 15 (4): 205-223.