

GEOMORFOLOGÍA URBANA DE SAN CARLOS DE BARILOCHE Y SU INFLUENCIA EN LOS PELIGROS NATURALES, RIO NEGRO

Fernando X. PEREYRA

Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, IGRM-SEGEMAR, Avda. Roca 651, 1322-Buenos Aires. Argentina.

E-mail: fernap@minproduccion.gov.ar

Cooperación Geológica Argentino-Alemana, SEGEMAR-BGR.

RESUMEN

La ciudad de San Carlos de Bariloche se localiza en el sector norte de los Andes patagónicos ($71^{\circ}10' - 71^{\circ}23' O$ y $41^{\circ}10' - 41^{\circ}15' S$). Ha experimentado un sostenido crecimiento poblacional en los últimos tiempos duplicando su población en las dos décadas pasadas, hasta cerca de 100.000 habitantes. Se han realizado una serie de mapas temáticos y sobre la base de los mismos se realizaron los mapas de integración y síntesis. En la presente contribución se presentan los resultados de la cartografía geomorfológica realizada (a escala 1:50.000). Dominan las geoformas glaciares, tanto erosivas como depositacionales. Consecuentemente, las pendientes son altas y los materiales superficiales gruesos. Asimismo, se analizan las relaciones existentes entre los principales rasgos del paisaje y los procesos de peligrosidad natural. Los principales problemas ambientales considerados son inundaciones, sedimentación (aluvionamiento), erosión hídrica (carcavamiento y erosión lateral) e inestabilidad de pendientes (incluyendo avalanchas de nieve, deslizamientos, flujos de detritos y caídas de rocas).

Palabras clave: *Bariloche, geomorfología, crecimiento urbano, peligros naturales, cartografía.*

ABSTRACT: *Urban geomorphology of San Carlos de Bariloche and its influence in the natural hazards, Rio Negro.*

San Carlos de Bariloche city is located in Northern Patagonian Andes ($71^{\circ}10' - 71^{\circ}23' O$ and $41^{\circ}10' - 41^{\circ}15' S$). In last decades, this town has experienced a sustained urban growth, duplicating the number of its inhabitants to nearly 100,000 inhabitants. This fact resulted in a progressive advance of population over former natural areas and the occupation of non suitable terrains. In order to deal with this problem a geo-environmental survey was done at 1:50,000 scale. This paper present the results of the geomorphological mapping. Glacial landforms, depositional and erosional forms, are the main features. Consequently, slopes are steep and superficial materials coarse. Landscape main features and their relation with main hazardous processes are studied. The main environmental problems considered are floodings, slope instability due to mass wasting processes (including rock falls, flows, rock and snow avalanches and landslides), sedimentation and hydric erosion.

Keywords: *Bariloche, geomorphology, urban growth, natural hazards, mapping.*

INTRODUCCIÓN

La ciudad de San Carlos de Bariloche, localizada en el sector norte de los Andes patagónicos ($71^{\circ}10' - 71^{\circ}23' O$ y $41^{\circ}10' - 41^{\circ}15' S$), ha experimentado un sostenido crecimiento poblacional en los últimos tiempos duplicando su población en las dos décadas pasadas, alcanzando 91.000 habitantes en el censo del 2001. El ejido municipal tiene una superficie superior a 22.000 ha y se extiende longitudinalmente más de 60 Km. Este crecimiento poblacional ha implicado un avance progresivo sobre todo el ámbito de su extensión. En líneas generales la urbanización ha tenido un carácter desordenado por lo que actualmente se han generado numerosos problemas ambientales al ocuparse terrenos poco aptos.

A diferencia de otros sectores andinos de Latinoamérica, la ocupación humana del territorio ha sido relativamente reciente, ya que las poblaciones originarias de América no hicieron un uso intensivo de la tierra en esta región, localizándose en la zona del ecotono o haciendo un uso estacional parcial en busca de determinados recursos ausentes en la zona extraandina. Recién a fines del siglo XIX, comenzó una lenta y progresiva ocupación de las tierras por parte de colonos provenientes de diversos países del mundo sumados a argentinos y chilenos. Esta se restringió a algunos valles cordilleranos y de la zona de transición a la estepa y en general se vinculó al establecimiento de estancias y, en menor proporción, pequeños asentamientos forestales y agrícolas. Pequeños núcleos administrativos fueron surgien-

do como embrión de futuros pueblos y ciudades, los que hasta la segunda mitad del siglo XX no pasaban de ser pequeños caseríos. La estructura productiva regional, basada en la explotación de los recursos forestales y la agricultura y ganadería dominante hasta fines de la década de 1950 fue reemplazada a una tasa sostenida y creciente por el turismo. En las últimas décadas la región ha experimentado una nueva aceleración en la tasa de ocupación y uso intensivo de las tierras con una creciente y actualmente poco controlada presión sobre los ecosistemas naturales.

La configuración del paisaje es resultado de la compleja interacción entre múltiples factores. Así, las características del clima, la litología, las estructuras geológicas y la vegetación dejan su marca en las formas del

terreno. Consecuentemente, la cartografía geomorfológica expresa mejor que cualquier otra, los procesos naturales que de una u otra forma pueden llegar a influir en el uso y ocupación de los terrenos, más aún si se trata de un uso urbano.

La región considerada cuenta con numerosos antecedentes de trabajos geoambientales de planificación territorial y geográficos entre los que destacan Griguera *et al.* (1987), Fulco y otros (1994), Rabassa y Brandani (1983) y PROGEBA (1998), si bien hasta el presente no había ningún mapa geomorfológico que abarcara toda el área a una escala de semidetalle.

METODOLOGÍA

Mediante un convenio entre el SEGEMAR, BGR (Servicio Geológico de Alemania), la Municipalidad de Bariloche y la Dirección de Minería de la Provincia de Río Negro, se han iniciado una serie de trabajos que culminarán con la realización de una cartografía geoambiental que constituya una herramienta de ordenamiento en el futuro crecimiento urbano de la ciudad, con el doble propósito de la preservación del ambiente y evitar daños y peligros para la localización de la población y futuras inversiones y emprendimientos (Pereyra y Helms 2005).

Los trabajos se han realizado en dos etapas. En la primera se han analizado las características más relevantes del medio físico (clima, geología, geomorfología, vegetación, suelos, usos del territorio, pendientes e hidrología-hidrogeología), en relación con la ocupación del territorio, reconociéndose los principales factores de peligrosidad natural. En la segunda etapa, sobre la base de los resultados obtenidos en la primera, se realizará una división del territorio en unidades ambientales y, en función de las mismas se analizarán los factores de peligrosidad mixta (antrópica-natural) y la aptitud del territorio frente a potenciales usos. En la presente contribución se exponen parcialmente los resultados obtenidos en la primera etapa.

Dadas las características del trabajo, fue necesario realizar una base adecuada a escala 1:50.000 por lo que se utilizaron imágenes ASTER para la obtención de la base topográfica. Se han utilizado 2 escenas tomadas

con el sensor ASTER, una del 21/12/2000 y otra del 6/1/2001. A partir de datos crudos (nivel 1A) se obtuvieron los modelos digitales de elevación (MDE) mediante la utilización del ASTER DEM *Data Generation Software*. Las imágenes resultantes tienen proyección UTM, zona 19 y están referidas al elipsoide WGS84. Luego fueron reproyectadas a Gauss Kruger, datum posgar 94 para compatibilizar los datos con el formato del SIG Institucional del SEGEMAR. Mediante la utilización del software ENVI se realizó el mosaico de los MDE de las 2 imágenes para cubrir el área de estudio, siendo necesario aplicar máscaras de agua en el lago Nahuel Huapi y de nubes, ya que estos elementos interfieren en la generación de curvas de contorno. El mapa de catastro suministrado por la Municipalidad de San Carlos de Bariloche fue ajustado a la base topográfica obtenida a partir del MDE.

Los mapas fueron realizados a partir de imágenes satelitarias ASTER y TM-Landsat, fotos aéreas de diferentes escalas y años (1:50.000, 1:20.000 y 1:10.000 tanto monocromáticas como color) y mapas topográficos y del catastro a distintas escalas (parte del material fue suministrado por la Municipalidad de S.C. de Bariloche). Se realizó, en primera instancia, una interpretación visual de las imágenes combinando diferentes bandas lo que permitió, según los objetivos definidos, diferenciar adecuadamente los rasgos geológicos y geomorfológicos. Los mapas de peligrosidad fueron realizados a partir de la combinación cualitativa de los diferentes mapas temáticos de base, en especial los mapas geomorfológico, geológico, de vegetación y de pendientes. Los distintos peligros naturales fueron ponderados y se consideraron los registros de eventos ocurridos desde el momento de fundación de la ciudad. Respecto a los parámetros considerados en cada uno de los casos, los mismos se encuentran en los apartados correspondientes (Cartografía de Peligrosidad Natural).

RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

La región de Bariloche se localiza en un sector que presenta marcada heterogeneidad

ambiental, producto de variaciones geológicas, geomorfológicas, altitudinales, climáticas y vegetacionales. Como resultado de su estructura la región se caracteriza por presentar una serie de serranías de aproximadamente rumbo norte, con alturas que oscilan entre 2.400 y 700 m s.n.m., con algunos sectores más elevados, como por ejemplo la zona del cerro Tronador (más de 3.500 m). Esta configuración tectónica ha sido intensamente modificada por el accionar de los glaciares durante el Cuaternario. El modelo glaciar se encuentra representado por amplios valles glaciarios, morenas de diferentes tipos y formas erosivas de escalas intermedias. El piso de los valles se encuentra a cotas superiores a 700 m s.n.m.

La región presenta un marcado gradiente climático, tanto en sentido longitudinal como altitudinal. Se localiza dentro de una estrecha franja climática que corresponde a un clima húmedo microtermal, con moderada deficiencia de agua y baja concentración térmica de verano transicional a perhúmedo sin deficiencia de agua (utilizando la clasificación de Thornthwaite). A este aspecto se suma su heterogeneidad climática debida a la interposición de cordones montañosos respecto a la circulación regional de vientos. El sistema de circulación atmosférica se debe a la interacción del anticiclón del Pacífico y la faja de baja presión del círculo polar antártico (Muñoz y Garay 1985). Consecuentemente dominan los vientos procedentes del oeste. La frecuencia media de los vientos, en fracciones de 1.000, indica un gran predominio de los vientos del oeste, con casi 800 si se suman los provenientes de los cuadrantes O, SO y NO.

En la zona céntrica de Bariloche las precipitaciones alcanzan los 1.100 mm anuales. En la zona del Aeropuerto, los valores de precipitaciones oscilan en 800 mm anuales, existiendo un déficit hídrico estacional en verano, de alrededor de 100 mm. Hacia el oeste los valores medios de precipitaciones aumentan considerablemente, con 1.400 mm en la zona del Cerro Catedral y más de 2.000 mm para la zona de Llao-Llao. Las precipitaciones se concentran en los meses de otoño-invierno y en los sectores más elevados se producen básicamente como fuertes nevadas. La temperatura media anual es de 8°C, con los meses de invierno cercanos

a 0°C, e incluso en algunos años con temperaturas medias para los meses más fríos por debajo de este valor. La temperatura disminuye sensiblemente con la altura y la amplitud térmica (diaria y anual) se incrementa notoriamente hacia el este.

Los cursos fluviales poseen un régimen hídrico de tipo estacional con mayores caudales a fines de la primavera y menores a fines del verano. La ocurrencia de grandes tormentas en cualquier estación del año es frecuente. Las nevadas son frecuentes en los meses de invierno, especialmente en cotas superiores a los 1.000 m, si bien, en las zonas elevadas las precipitaciones níveas pueden producirse en cualquier momento del año. La línea de *nevee* se ubica por encima de los 2100 m. Los días con heladas se acercan a los 100 anuales, con valores mayores hacia el este.

Geológicamente, corresponde a una faja plegada y corrida de retroarco formada como respuesta a los últimos pulsos de la orogenia andina de la región acaecidos desde el Mioceno y activos hasta el presente (Giacossa *et al.* 2000). Esta faja ha incluido en el fallamiento y deformación, variadas litologías de antiguos arcos magmáticos, rellenos de cuencas intracratónicas y el arco volcánico de paleógeno. La estratigrafía (basada en González Bonorino 1973 y Giacossa *et al.* 2000 y levantamientos propios) se compone principalmente de 1) granitoides y metamorfitas de grado variable (incluyendo gneisses y esquistos con granate) precámbricos, correspondientes a las Formaciones Cushamen, Colohuincul y Mamil Choique, 2) sedimentitas marinas, continentales y volcanitas jurásicas, 3) granitoides cretácicos integrantes del denominado batolito andino-patagónico, 4) volcanitas mesosilíceas, piroclastitas e intercalaciones de sedimentitas marinas y continentales de edades paleógenas (Formación Ventana), 5) sedimentitas y piroclastitas continentales también paleógenas (Formación Ñirihuau), 6) sedimentitas continentales neógenas (Formación Collón Cura y Formación Ñorquinco) y 7) depósitos glaciogénicos cuaternarios. En líneas generales, las metamorfitas y las sedimentitas jurásicas y paleógenas se presentan intensamente plegadas, mientras que los depósitos más modernos se encuentran subhorizontales.

La vegetación del área corresponde fitogeográficamente a la Región de los Bosques Andino-Patagónicos. Según Dimitri 1972, Mermoz y Martín 1987 y Naumann 2001, las principales fisonomías vegetales presentes en el área están condicionadas por el gradiente de las precipitaciones y por la altitud, las que contribuyen a un aumento en la complejidad estructural y florística. Estas variaciones ambientales determinan la transición del bosque húmedo a la estepa en el sentido oeste-este. Las principales fisonomías observadas son: bosques, matorrales, estepas, mallines, matorrales ribereños y forestaciones. En los primeros, el bosque de coihue (*Notofagus dombeyi*), ocupa las laderas bajas, entre el nivel del lago y los 1.100 m de altura y desde los 3.000 a los 1.000 mm de precipitación. Los bosques mixtos de coihue y ciprés (*N. dombeyi* y *Austrocedrus chilensis*), se distribuyen en laderas por debajo de los 1.000 m., entre las isoyetas 1.400 a 1.000 mm. Los bosques de ciprés (*Austrocedrus chilensis*) se presentan en laderas por debajo de los 1100m, siendo abundantes en la zona oriental del ejido y en sectores occidentales con condiciones topográficas y edáficas desfavorables para el género *Notofagus*. Los bosques de lenga (*Notofagus pumilio*), se extienden sobre las laderas a alturas mayores a los 1.100m. Por encima de 1.400 m se desarrolla en forma achaparrada. Los matorrales o bosques bajos de ñire (*Notofagus antarctica*) ocupan fundamentalmente los fondos de valle, sobre suelos hidromórficos.

La estepa ocupa la zona oriental del área de estudio, entre las isoyetas de 600 y 1.000 mm. Las especies dominantes son el coirón amargo (*Stipa speciosa*) y el neneo (*Mulinum spinosum*). En algunos sectores, la estepa presenta árboles dispersos, entre los que figuran el ñire, laura (*Schinus patagonicus*), radial (*Lomatia hirsuta*), notro (*Embothrium coccineum*) y maitén (*Maytenus boaria*). Los mallines se desarrollan sobre suelos hidromórficos, con drenaje deficiente, y presentan una vegetación predominantemente herbácea, con gramíneas, juncáceas y ciperáceas. Los matorrales ribereños se extienden a lo largo de ríos y arroyos, siendo las especies dominantes el ñire o el maitén. Finalmente, la estepa de altura presenta una baja cobertura, debido tanto a la presencia de aflora-

mientos rocosos, como, en algunos sectores, a la altitud. Predomina un estrato arbustivo-herbáceo bajo, con gramíneas xerofíticas y dicotiledóneas en cojín.

Los suelos presentes muestran una gran variabilidad acorde con la señalada precedentemente. En la zona oriental dominan los Entisoles y los Molisoles. Los primeros en los sectores de mayores pendientes, planicies aluviales y sectores de frecuentes afloramientos rocosos. Son básicamente Torriorientes y Criorientes, mientras que en los sectores de dunas se encuentran Torripsamientos. Los Molisoles se asocian a vegetación herbácea y muestran un mayor desarrollo pedogenético. Son Haploxeroles y Hapludoles, con horizontes superficiales oscuros y ricos en materia orgánica. Son ligeramente pedregosos y la secuencia de horizontes suele ser A-AC-C. Se encuentran en las planicies glaciófluviales y morenas marginales.

GEOMORFOLOGÍA

El paisaje se encuentra fuertemente controlado por las láminas de corrimiento que componen la faja plegada y corrida. El resultado son profundos valles longitudinales de rumbo aproximado norte-sur, limitados por corrimientos y retrocorrimientos. Estos valles poseen elevado relieve relativo. Este paisaje, originariamente de tipo tectónico, fue intensamente modificado por la acción de los hielos durante las diferentes glaciaciones, conformando un paisaje compuesto y complejo. En la figura 1 se observa la distribución de las principales unidades geomorfológicas (simplificado dado la escala de reproducción). La unidades diferenciadas en el mapa 1:50.000 son: 1) morenas marginales de último máximo glaciar (Glaciación Nahuel Huapi), 2) morenas marginales del Gutiérrez, 3) morenas post-último máximo glaciar (Tardiglacial y Neoglacial), 4) morenas antiguas (previas al último máximo glaciar), 5) laterales de valles glaciarios (conos de deyección, taludes, etc.), 6) altas divisorias (incluyendo relieve de crioplanación, nichos de nivación y otras geoformas criogénicas), 7) paisaje erosivo glaciario (*drumlins*, rocas cantereadas, etc.), 8) terrazas y planicies glaciófluviales, 9) terrazas glaciocustres, 10) terrazas fluviales, 11) planicie

Mapa Geomorfológico

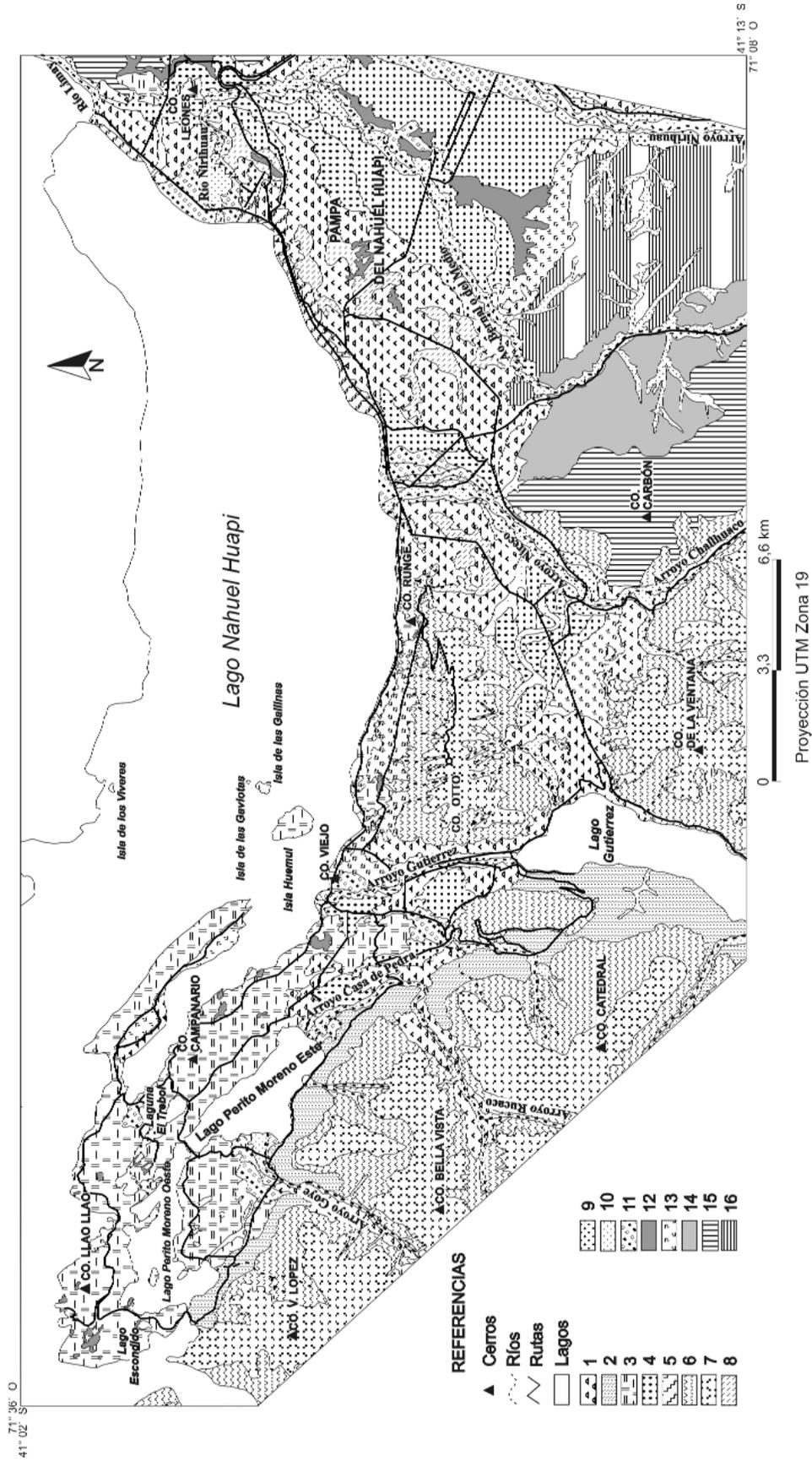


Figura 1: mapa geomorfológico. Referencias: 1) morenas, 2) paisaje erosivo glaciarío (en laterales de valles), 3) paisaje erosivo glaciarío (como morenas de fondo), 4) terrazas y planicies glaciófluviiales, 5) terrazas y planicies glacióacustres, 6) laterales de valles glaciarios, 7) altas divisorias, 8) bajos y mallines (en ambiente de morenas), 9) terrazas fluviales, 10) planicies aluviales, 11) abanicos aluviales, 12) mallines y lagunas, 13) pendientes aluvio-coluviales, 14) relieve estructural en rocas subhorizontales con evidencias de glaciaciones antiguas, 15) relieve estructural en rocas terciarias plegadas y 16) relieve estructural en rocas terciarias subhorizontales.

aluviales, 12) bajos y mallines, 13) abanicos aluviales, 14) pendientes aluvio-coluviales, 15) relieve estructural en rocas terciarias sub-horizontales con evidencias de acción glaciaria antigua, 16) relieve estructural en rocas terciarias plegadas y 17) relieve estructural rocas terciarias subhorizontales. Debido a la escala de edición del mapa, ha sido necesario realizar una importante reducción, por lo que algunas unidades (especialmente las formas morénicas) han sido agrupadas para su mejor visualización.

Evidencias de tres glaciaciones mayores han sido diferenciadas en la región, las que probablemente habrían comenzando a fines del Plioceno (Flint y Fidalgo 1964, Rabassa *et al.* 1986). Los efectos de la última glaciación, denominada Nahuel Huapí para la región son los más evidentes y controlan en buena parte toda la evolución posterior del paisaje hasta la actualidad. Esta glaciación, parcialmente equivalente a la Glaciación Llanquihue en Chile (Rabassa y Clapperton 1990), tiene al menos dos estadios. Según estos mismo autores, el último máximo glaciar se habría producido entre 18 y 14 ka aproximadamente. Los valles longitudinales fueron integrados por grandes valles glaciares transversales, muchos de ellos también con control estructural, como el lago Nahuel Huapí. González Díaz (1998) realizó un esquema geomorfológico en el cual se encuentran representados algunos de los términos morénicos señalados en la presente contribución.

Según diferentes autores (véase en Porter 2000) el Neoglacial habría comenzado aproximadamente hace 5.000-4.600 años. Según Mercer (1976) es posible identificar tras eventos principales del mismo ampliamente distribuidos en ambas vertientes de los Andes Patagónicos, si bien existe cierta controversia respecto a las edades. El denominado Neoglacial I se habría extendido hasta hace 4.200 años, mientras que el Neoglacial II se habría desarrollado entre 2.800 y 2.200 años AP. Finalmente tras el denominado "calentamiento medieval", habría tenido lugar el Neoglacial III correspondiente a la pequeña edad de hielo. La pequeña edad de hielo se desarrolló entre los siglos XIV y XVIII (Mercer 1976, Rabassa *et al.* 1984). Estos avances fueron siempre menores e internos respecto a la posición de los hielos durante

la última glaciación.

Durante la última glaciación, las zonas más elevadas constituyeron zonas de acumulación de hielos, desde las cuales se desprendían numerosas lenguas glaciares. Aún subsisten pequeños glaciares, esencialmente en la zona del cerro Tronador. La interposición de cordones montañosos transversales a la pendiente regional oeste-este, significó en muchos casos una barrera para el desarrollo de los glaciares los cuales solo en algunos sitios lograron extenderse hacia la zona subandina y extraandina, como por ejemplo en el valle del río Limay. El drenaje actual se encuentra fuertemente controlado por la distribución de las morenas.

Dentro del área abarcada en el presente estudio han sido reconocidas numerosas formas glaciares. Destacan las morenas laterales y frontales correspondientes a la Glaciación Nahuel Huapí sobre las cuales se asienta la zona más densamente poblada de S.C. de Bariloche. Estas forman varios cordones paralelos desde la cota aproximada del lago Nahuel Huapí hasta cotas de alrededor de 900 m en las zonas más elevadas del área central de la ciudad y en la zona de las morenas del aeropuerto. Es posible diferenciar dos sistemas dentro de este estadio. Corresponden al gran glaciar que fluyó por la gran depresión ocupada por el lago Nahuel Huapí. Este glaciar recibía varios tributarios, dentro de los cuales destacaba el correspondiente al Mascardi-Gutiérrez que tenía sus nacientes en la zona del cerro Tronador. Esta glaciar al llegar a la zona del lago Nahuel Huapí presentaba una difluencia, mientras una lengua fluía hacia este último directamente con rumbo sur-norte, siguiendo el curso del actual arroyo Gutiérrez, la otra fluyó hacia el noreste, terminando en la Pampa de Huenuleo. La difluencia estaba controlada por la presencia del cerro Otto, de más de 1.400 m s.n.m. Han sido identificadas morenas más jóvenes. Las mejor desarrolladas se ubican al este de los lagos Moreno, convergiendo parcialmente con las antes nombradas. Es posible que estas morenas sean más modernas que la última glaciación y quizás podrían atribuirse al tardiglacial. Morenas aún más jóvenes se encuentran en los principales valles tributarios en cotas superiores a los 1.200 m, como por ejemplo en los valles

Casa de Piedra, Rucaco, Goye, Ñireco y Challuaco entre otros. Finalmente algunas morenas se ubican a cotas aún superiores en pequeños valles colgantes y en circos, como por ejemplo en la zona de las Lagunas Negra, Jacob y Schmoll. Estas últimas corresponderían al Neoglacial.

Morenas más antiguas que la Glaciación Nahuel Huapí, han sido observadas en diferentes sectores. Sobre el faldeo del cerro Otto, superando la cota de 1.100 también se encuentran depósitos de till sin que se haya preservado su morfología primaria. En la desembocadura de las quebradas del arroyo Bernal y del río Ñirihuau también han sido observadas morenas probablemente más antiguas. En este último caso se corresponderían a la denominada Glaciación El Cóndor (Flint y Fidalgo 1964), pese a que la edad de esta última es motivo de controversia. En la quebrada del arroyo Bernal, constituyendo la divisoria de aguas entre este curso y el río Ñirihuau se observaron depósitos de till sin que guarden una morfología clara. La correlación de estos depósitos con las morenas ubicadas en la zona de Anfiteatro o en Perito Moreno es aún incierta. Hacia la parte occidental del ejido municipal, incluyendo la península de San Pedro y Llo Llo y los sectores más elevados que separan las cuencas de los lagos Moreno y Nahuel Huapí predominan las formas glaciares de erosión. Es posible observar numerosas elevaciones de formas alargadas en sentido oeste-este, aproximadamente la dirección en la que fluía el gran glaciar del Nahuel Huapí. En esta zona se observan rocas cantereadas o aborregadas, lomos de ballena y *drumlins* rocosos relacionados con procesos de *plucking* y de abrasión. Ocupando las depresiones se observan depósitos de till (dominantemente till de alojamiento y de fusión) que corresponderían a morenas de fondo, como en la zona comprendida entre el lago Moreno y el Nahuel Huapí al este de la laguna El Trébol.

Las planicies glaciafluviales se disponen esencialmente en tres sectores: Pampa de Nahuel Huapí o "del Aeropuerto", Pampa de Huenuleo y entre el lago Gutiérrez y el Nahuel Huapí. En el primer sector alcanzan su mayor desarrollo, ubicándose en cotas cercanas a los 800 m s.n.m., mientras que en los otros casos se localizan a mayores altu-

ras y corresponderían a depósitos progla-
ciarios del Glaciar Mascardi-Gutiérrez. Las
geoformas glacialcústres ocupan pequeños
sectores aledaños a los lagos Nahuel Huapi,
Moreno y Gutiérrez. En algunos sectores se
observan a cotas más elevadas depósitos
probablemente glacialcústres, los cuales no
conservan su morfología, como en la zona
del arroyo Casa de Piedra.

La zona estudiada constituye actualmente
un ambiente paraglacial en el cual aún no se
ha alcanzado un nuevo estado de equilibrio
desde la deglaciación. Según Ballantyne
(2002), el tiempo de relajamiento de los
componentes del paisaje en condiciones
no-glaciares opera sobre escalas compren-
didas entre 100 y 10.000 años. Las fluctua-
ciones climáticas postglaciales y la propia
naturaleza de las geoformas glaciares pree-
xistentes han determinado la continuidad
en el tiempo del equilibrio inestable. Este se
materializa por altas pendientes, elevado
porcentaje de afloramientos rocosos, abun-
dante provisión de materiales detríticos
gruesos, altas tasas de erosión y elevada par-
ticipación de procesos gravitacionales.

En los valles glaciares es posible diferen-
ciar dos sectores, los inferiores denomina-
dos laterales de valles glaciares en los cua-
les dominan las geoformas erosivas glacia-
rias (como lomos de ballena, conos de de-
yección y taludes de caídas de roca y reptaje.
Estas se extienden hasta cotas cercanas a
los 1.600 m s.n.m., coincidiendo aproxima-
damente con el límite máximo del bosque,
por encima del cual se encuentra en brusca
transición la unidad geomórfica altas divisoria-
rias. Esta unidad presenta rasgos debidos al
accionar de procesos criogénicos que han
modificado la morfología de los antiguos
circos glaciares. Se observan lóbulos de
avalanchas de rocas y de detritos, carpetas de
talud (*talus sheets* o *talus scree*), conos de talud,
conos de caída de rocas, lóbulos de geliflu-
xión y otras formas criogénicas menores.
Las formas debidas a gelifluxión (lóbulos y
terrazuelas) se relacionan con el flujo de
materiales que tapizan las pendientes satu-
radas en agua como resultado de la fusión
del hielo intersticial, durante los ciclos de
congelamiento y descongelamiento estacio-
nales. Los suelos saturados en agua se de-
forman ladera abajo sobre capas imperme-
ables de roca o sobre la capa congelada del

suelo. Para su deformación requieren alta
disponibilidad estacional de agua, pendien-
tes generalmente comprendidas entre 5° y
20° y condiciones de *permafrost* discontinuo
o templado.

Se observan en la zona estudiada diversas
formas asociadas a este proceso: mantos,
lóbulos y terrazuelas y a veces flujos. Se ubi-
can usualmente por encima de los 1700 m,
aunque existen diferencias altimétricas con-
siderables según la orientación de las pen-
dientes. En todos los casos se trata de pro-
cesos activos que modifican la morfología
original de la pendiente y se ubican por enci-
ma del límite superior del bosque. En líneas
generales todos los sectores de las pendien-
tes que corresponden a nichos de nivación
muestran evidencias de este proceso cuyo
resultado general es el de generar pendien-
tes cóncavas, inclinadas y suavizadas. Estos
tramos de las pendientes se ubican por de-
bajo de los sectores cumbresales los que, en
muchos casos, muestran inclinaciones mu-
cho menores y corresponden a superficies
de crioplanación. Estas se forman por con-
gelificación de los materiales rocosos aflor-
antes a la que siguen erosión-acumulación
de los mismos. Estas morfologías han sido
observados en los filos Catedral y Meta-
Ventana, zona de los refugios Frey y Jacob
y en la zona del cerro López. En el filo
Meta-Ventana se producen también impor-
tantes acumulaciones de nieve durante bue-
na parte del año pero esta permanece me-
nos tiempo ya que se derrite más rápida-

mente, lo que, junto al menor desarrollo
edáfico y de la vegetación favorece el accio-
nar de la gelifluxión. Lóbulos y terrazuelas
se observan claramente en los faldeos supe-
riores del cerro Challuaco y Blanco (2.200
m) en las cercanías de la laguna Verde.

Las geoformas fluviales ocupan una exten-
sión areal considerablemente menor, siendo
las formas más importantes los abanicos
aluviales. Dentro de ellos destacan clara-
mente cinco: del río Ñirihuau y de los arro-
yos Ñireco, Gutiérrez, Casa de Piedra y Go-
ye. Presentan en general varios niveles de
terrazas que indican una progresiva incisión
fluvial. Por ejemplo en la zona del Ñireco es
posible reconocer al menos tres niveles. Los
cursos poseen típico hábito entrelazado,
condicionado por el grueso material que
transportan así como las importantes pen-
dientes longitudinales. El río Ñirihuau
muestra una mucha mayor sinuosidad en su
tramo inferior, debido a su menor pendien-
te en la zona extraadina. Todos estos cursos
desbordan frecuentemente ocasionando
importantes daños a la población. Los cur-
sos mayores presentan niveles de terrazas y
planicies aluviales que a la escala del mapa
geomorfológico presentado en esta contri-
bución no han sido individualizadas por un
problema de escala. Numerosas depresio-
nes que se anegan periódicamente se obser-
van en toda la región ya sea en los ambien-
tes de morenas laterales, en las planicies gla-
cifluviales, en el erosivo glaciar o en los va-
lles glaciares. En ellas se forman mallines,

CUADRO 1: Ocurrencia de fenómenos de peligrosidad natural según unidad geomórfica principal, teniendo en cuenta la frecuencia y magnitud de los mismos. Basado en la consideración cualitativa de aspectos naturales y registro histórico de eventos.

	Inundaciones	Ascensos freáticos	Deslizamientos y flujos densos	Avalanchas de nieve	Caídas de rocas
Morenas marginales	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Alto
Planicies glacialfluviales	Moderado	Bajo	Muy bajo	Nulo	Muy bajo
Laterales de valles glaciares	Bajo	Alto	Muy alto	Moderado	Alto
Relieve de crioplanación	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Relieve poligenético en rocas terciarias	Nulo	Nulo	Alto	Moderado	Muy alto
Relieve erosivo-deposicional glaciar	Moderado	Moderado	Moderado	Muy bajo	Alto
Terrazas fluviales y planicies aluviales	Muy alto	Muy alto	Muy bajo	Nulo	Muy bajo
Abanicos aluviales	Alto	Alto	Moderado	Nulo	Nulo
Mallines	Muy alto	Muy alto	Nulo	Nulo	Nulo

Mapa de Susceptibilidad a las Inundaciones y Anejamientos

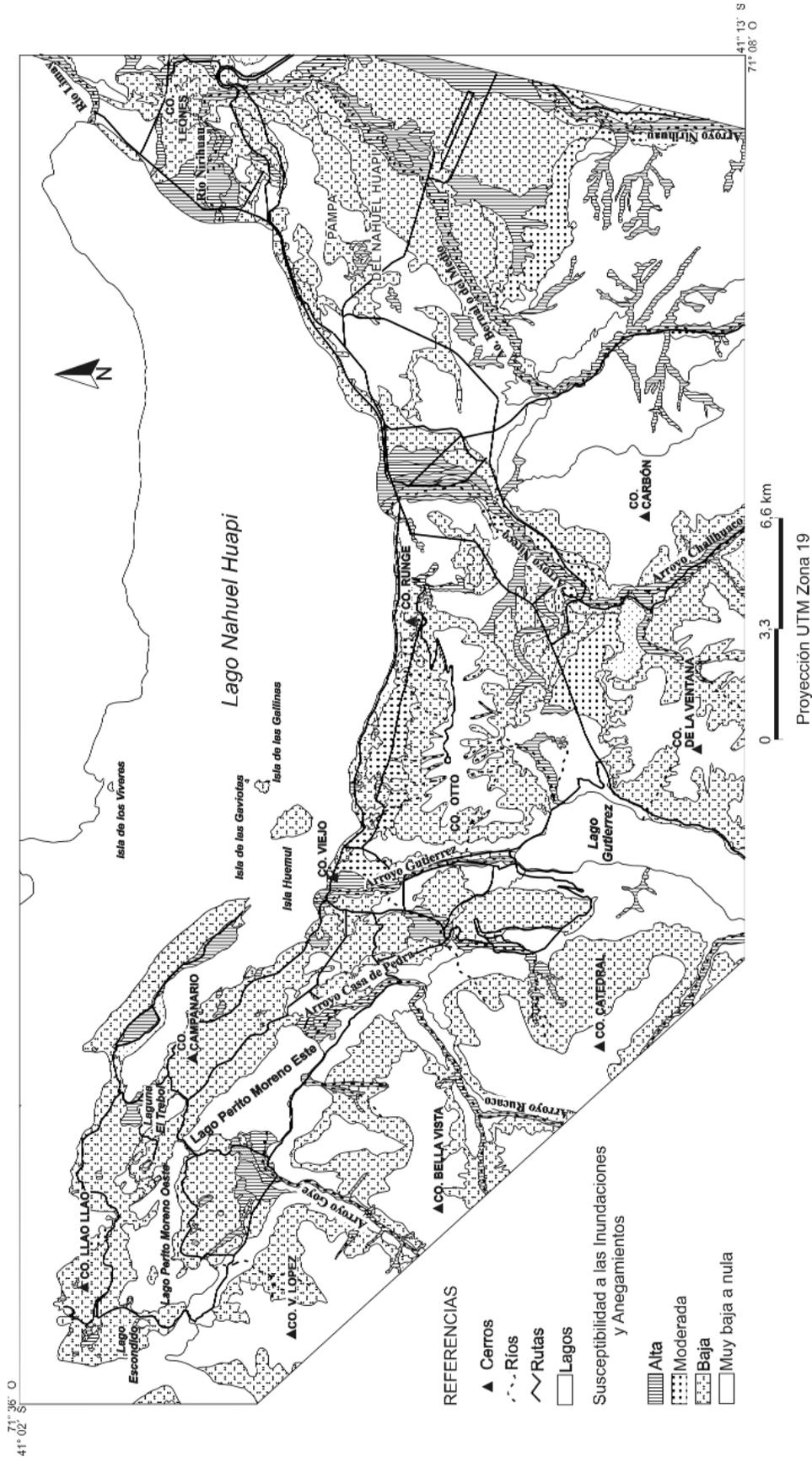


Figura 2: mapa de susceptibilidad a las inundaciones y el anegamiento. Referencias: 1) alta, 2) moderada, 3) baja y 4) muy baja a nula.

con suelos y comunidades vegetales especializadas (turberas con Histosoles).

Finalmente, hacia el este, en la zona menos afectada por las glaciaciones el modelado del paisaje es de tipo poligenético. Han sido individualizados: a) Relieve estructural en rocas terciarias subhorizontales con evidencias de acción glaciaria antigua, b) Relieve estructural en rocas terciarias plegadas y c) Relieve estructural en rocas terciarias Subhorizontales. La diferencia principal esta dada por la existencia de una secuencia homoclinal que determina un paisaje de planicies estructurales y de cuestras, en el primero de los casos y un paisaje de anticlinales y sinclinales en el segundo de los casos. Además, dentro del primer conjunto (subhorizontal) es posible observar un sector en el cual se encuentran evidencias de acción glaciaria antigua, materializada en la presencia de bloques erráticos, pequeñas acumulaciones de till y rasgos de abrasión. En todas ellas dominan las fuertes pendientes, los afloramientos rocosos y las formas debidas a procesos gravitacionales (remoción en masa) como las caídas de roca, conos de deyección taludes rocosos y deslizamientos.

Cartografía de peligrosidad natural

Los principales problemas ambientales detectados en Bariloche (Pereyra y Helms 2005) son: 1) degradación de la vegetación (deforestación), 2) pérdida de habitats y biodiversidad, 3) degradación del paisaje, 4) incendios, 5) degradación de acuíferos, 6) contaminación de aguas superficiales, 7) degradación de suelos, 8) inundaciones y anegamientos, 9) sedimentación (aluvionamiento), 10) erosión hídrica (carcavamiento y erosión lateral), 11) erosión eólica, 12) inestabilidad de pendientes (incluyendo avalanchas de nieve, deslizamientos, flujos de detritos y caídas de rocas), 13) terremotos, 14) disposición de residuos, 15) volcanismo y 16) extracción de áridos. En la presente contribución se presentan los resultados obtenidos en la cartografía y tipificación de los peligros debidos a inundaciones-anegamientos, aluvionamiento, erosión hídrica e inestabilidad de pendientes, algunos de los cuales se ilustran en las figuras 4a, b, c y d.

En el cuadro 1 se indican los grados de peligrosidad natural según unidad geomórfica

basados en criterios cualitativos. En la confección de la misma se tuvieron en cuenta las características relevantes de las principales unidades geomórficas, el grado de actividad de los procesos geomorfológicos, el registro de eventos históricos, la información suministrada por los pobladores y la comuna y controles de campo. Se consideraron la intensidad de los fenómenos, la recurrencia y frecuencia, así como el grado de afectación areal y en infraestructura de cada factor de peligrosidad según la unidad geomórfica.

El mapa de susceptibilidad a las inundaciones y al anegamiento (Fig. 2) fue elaborado sobre la base de los mapas geomorfológico, de pendientes, de suelos, de vegetación y de red de drenaje, considerándose además información climática, hidrológica e hidrogeológica, datos de usos del territorio y características de las formaciones superficiales. Se diferencia entre los términos inundación y anegamiento según el agua provenga del desborde de un curso fluvial o del ascenso freático respectivamente. De todas formas, dado que es muy frecuente que ambos tipos de procesos se combinen espacial y temporalmente, se los ha considerado en forma conjunta. Debido a las características ecoambientales y geomorfológicas, las inundaciones poseen los rasgos propios de flash-floods, o sea inundaciones relámpago o episódicas, en las cuales los picos de crecida se alcanzan muy rápido, próximos a las precipitaciones (bajo tiempo de retardo). Se definieron en forma cualitativa cuatro clases, según el grado de susceptibilidad: muy alta, alta, moderada, baja y muy baja-nula. Los principales aspectos tenidos en cuenta en la cartografía han sido la diferencia de altura respecto al nivel del curso fluvial, la mayor o menor proximidad a los cursos fluviales, la densidad de drenaje de cada unidad geomórfica, la génesis de las geoformas, la morfometría, el tipo de vegetación y el grado de cobertura (teniendo en cuenta la presencia de comunidades especializadas), los tipos de suelos (presencia de rasgos hidromórficos, textura del suelo y asignación taxonómica), presencia de drenaje endorreico, pendientes (en general más bajas, más peligrosidad, si bien existen excepciones), la permeabilidad de los materiales superficiales y afloramientos rocosos y la informa-

ción histórica recogida a partir de diversas fuentes.

Las mayores inundaciones tienen lugar en la región estudiada cuando se combinan tres factores: 1) fuertes nevadas seguidas de un elevado aumento de temperatura, 2) posterior ocurrencia de intensas lluvias y 3) ocupación de planicies aluviales. Otro aspecto importante a considerar es que el lago Nahuel Huapí presenta grandes variaciones en su nivel, tanto estacionales como interanuales. Por ejemplo entre 1992 y 2003, para mediciones en los meses de diciembre y enero el nivel del lago fluctuó casi 3 metros. Los sectores más propensos a sufrir inundaciones y anegamientos se encuentran localizados en las zonas aledañas a los arroyos Ñireco, Gutierrez, Goye y Casa de Piedra y el faldeo norte del cerro Otto. En las zonas de mallines y pequeñas lagunas ubicadas en el paisaje erosivo-deposicional glaciario, especialmente en la zona ubicada entre los kilómetros 8 y 20 de la Avenida Bustillo y las costas de los lagos Nahuel Huapí, por el norte y Gutierrez y Moreno por el sur también se producen anegamientos. En este último caso se deben esencialmente a ascensos freáticos tras importantes precipitaciones, mientras que en los anteriores se trata esencialmente de desbordes. En la zona del denominado Mallín del 12, sobre la costa, se ha llegado al extremo de lotear y edificar directamente sobre el mallín, cuando este se encontraba seco, lo que obligó en los años posteriores (2002 y 2004 especialmente) a elevar las viviendas. Este caso es paradigmático, ya que en realidad este mallín era originariamente parte de la costa del Lago Nahuel Huapí y se formó como resultado de la construcción de la ruta, al quedar desconectado superficialmente del lago.

Dentro del ejido municipal, en la zona más densamente poblada, los mayores problemas de inundaciones se encuentran en la zona del arroyo Ñireco. La situación se ha agravado dramáticamente debido a la construcción de tres barrios de viviendas (más de 300 unidades) por parte del Instituto Provincial de la Vivienda directamente en la planicie aluvial de este curso fluvial. Sucesivas ocupaciones fueron modificando el trazado de este curso rectificándolo cada vez más lo que ha aumentado su potencial erosivo y el aluvionamiento del cauce. En

Mapa de Susceptibilidad a la Remoción en Masa

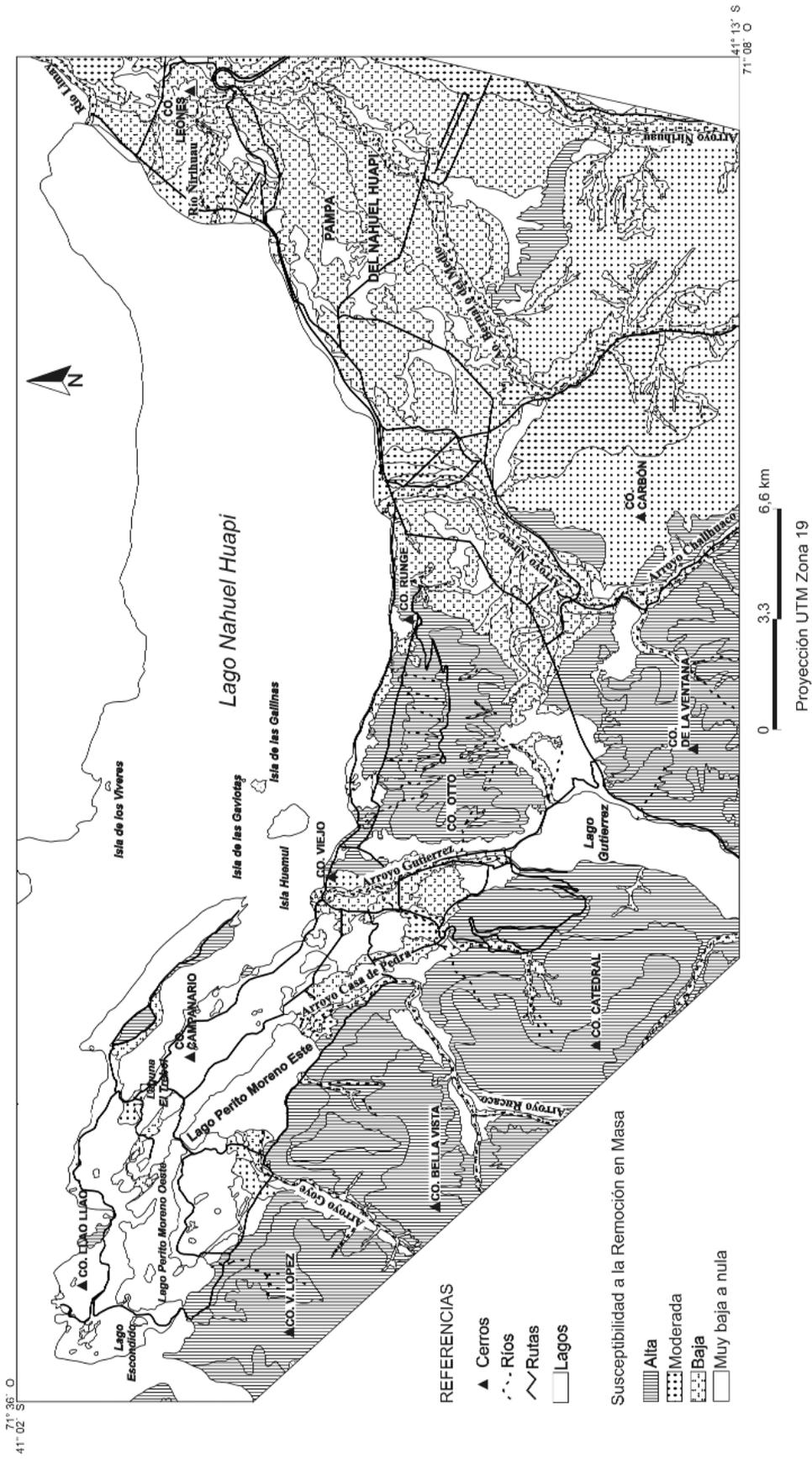


Figura 3: mapa de susceptibilidad a movimientos gravitacionales en pendientes. Referencias: 1) alta, 2) baja, 3) moderada y 4) muy baja a nula.



Figura 4: a) localización de los barrios del IPV en la planicie aluvial y terraza baja del arroyo Ñireco; b) efectos erosivos del arroyo Ñireco sobre construcciones incorrectamente ubicadas en una barra del mismo; c) deslizamiento de la Barda del Ñireco, ocurrido como respuesta a grandes precipitaciones acaecidas en junio del 2004; d) anegamiento por ascenso freático en el denominado Mallín del 12, sobre la Avda. Bustillo, en Playa Serena.

ciertos sectores, el lecho del arroyo se encuentra por encima del nivel de las calles perimetrales lo que ha implicado la necesidad de construir albardones artificiales en sus laterales para proteger la zona aledaña al curso. Especialmente importante fueron las inundaciones de octubre del 2002 y de junio del 2004, durante las cuales el arroyo pasó de un caudal máximo medio de $4 \text{ m}^3/\text{seg}$ a valores de 30 y $33 \text{ m}^3/\text{seg}$ respectivamente. En este último caso si se comparan las precipitaciones medias de junio se ve que las medias oscilan alrededor de 168 mm, mientras que en el 2004 alcanzó 503 mm, con un máximo el 27/6 de 94 mm. Las velocidades máximas medias alcanzaron casi $2,8 \text{ m}/\text{seg}$. Si bien estos valores son muy importantes, debe tenerse en cuenta que están dentro del período de recurrencia de 10 años. Durante

estos eventos se produjo la destrucción del acceso a un puente y su desplazamiento (se trata de un puente Bailey), erosión de calles, aluvionamiento y destrucción de algunas construcciones. Si bien regulado, el arroyo Gutiérrez también muestra frecuentes desbordes. En líneas generales, los puentes existentes poseen escasa luz, por lo que se convierten en obstáculos para el escurrimiento al actuar como diques, como en los puentes sobre el arroyo Ñireco aguas arriba del acceso a Bariloche o en los puentes sobre el arroyo Goye en la zona de Colonia Suiza.

Debe señalarse que también se producen inundaciones por desbordes de lagos, asociados al deshielo durante años de grandes precipitaciones nubes, así como durante tormentas de gran magnitud. Esta situación

no se encuentra representada en el mapa. Los sectores más afectados se localizan en las zonas costeras de los lagos Gutiérrez y Moreno este y oeste. Por ejemplo, en el año 1944 el lago Moreno ascendió casi 7 m respecto de su nivel medio, inundando sectores no ocupados en esa época, en los cuales actualmente se asientan varios miles de personas.

El mapa de susceptibilidad a la remoción en masa (figura 3), fue realizado sobre la base de la ponderación de elementos relevantes derivados de los mapas de base geológico-litológico, de pendientes, geomorfológico, de suelos y de vegetación, así como a partir de datos climáticos, hidrológicos y uso del territorio. Asimismo se consideró la información histórica obtenida a partir de diversas fuentes (pobladores y organismos públi-

cos) y publicaciones científicas (Domínguez y Rabassa 1981 a y b).

Los fenómenos de remoción en masa se encuentran ampliamente distribuidos en la zona estudiada debido básicamente al alto relieve relativo disponible y a la acción glaciaria que dejó como resultado grandes depósitos de material escasamente cohesivo y afloramientos rocosos fracturados y meteorizados físicamente. Se realizó una zonificación en cuatro clases según el grado relativo de peligrosidad (de muy alto a nulo). Los factores controlantes considerados más relevantes en el mapeo han sido el tipo litológico aflorante, el grado de meteorización y diaclasamiento de las rocas, la presencia de cobertura detrítica, la inclinación de las pendientes, el grado de cobertura y tipo de vegetación de las pendientes, la exposición (frente a las lluvias, sol y nieve), la presencia de suelos de bajo grado de desarrollo, el grado de perturbación antrópica, la erosión hídrica y el oleaje de los lagos. Estos últimos tres aspectos actúan básicamente como factores disparadores o promotores, junto con las grandes precipitaciones (niveas y pluviales). Los sismos también pueden ser disparadores de movimientos, si bien no existen registros que vinculen ambos fenómenos.

Es necesario aclarar, que en función de los requerimientos planteados por el Municipio, así como por la escala de trabajo (1:50.000) se han considerado los fenómenos de remoción en masa en su conjunto bajo una denominación genérica de inestabilidad de pendientes. La zona estudiada muestra una gran variabilidad en cuanto a los tipos de remoción en masa presentes y por ende en los factores que los controlan. Los fenómenos más comunes son las caídas de roca, los deslizamientos, los flujos densos y las avalanchas de nieve. Las caídas de rocas son más frecuentes en las zonas en que dominan los afloramientos rocosos especialmente de la Formación Ventana, como en parte del faldeo del Cerro Otto o entre Colonia Suiza y el arroyo Casa de Piedra. Los deslizamientos se encuentran ampliamente distribuidos, dominando los de tipo planar y que implican el material detrítico que tapiza las pendientes. En la barda del arroyo Ñireco se han producido algunos eventos de pequeñas dimensiones no por

ello menos peligrosos ya que se ubican en zonas densamente pobladas. En el mes de junio del año 2004 tuvieron lugar una serie de movimientos complejos (deslizamientos -flujos) como respuesta a lluvias intensas, que destruyeron varias viviendas. Esta situación ha motivado la necesidad por parte del municipio de realizar trabajos sistemáticos de defensa de las laderas.

Los flujos densos son fundamentalmente del tipo debris flows, que se asocian a cauces efímeros y a pendientes con importante cobertura detrítica, depósitos morénicos y afloramientos de rocas intensamente meteorizadas y diaclasadas. Son más frecuentes en el faldeo norte del cerro Otto y faldeo sur de los lagos Moreno. En el primero de los sectores, ocurren especialmente en la zona de Melipal. Este sector, ubicado alrededor del kilómetro 4 en la zona del faldeo (sobre avenida de los Pioneros), experimenta casi todos los años “aluviones” que afectan numerosas viviendas. Flujos e inundaciones se producen en los numerosos cañadones que tienen sus nacientes en el cerro Otto, particularmente en los ubicados en los kilómetros 3,6, 4,5 y 6,5 aproximadamente. Diversos factores influyen en su ocurrencia: altas pendientes de sus cabeceras (más de 30°), deforestación intensa, ocupación de terrenos con altas pendientes y en sectores aledaños a los cañadones y una cobertura de la pendientes de material grueso poco consolidado (till y aluvio-columial) suprayacente al sustrato rocoso. Al insumirse el agua en el till muy permeable, favorecido por la deforestación y el excedente agua por uso domiciliario, esta llega al sustrato rocoso y ahí se desplaza en forma subsuperficial a favor de la pendiente quitando sustentación al material suprayacente, favoreciendo su deslizamiento pendiente abajo. La ocupación de terrenos poco apropiados es alarmante, llegando incluso, en algunos sectores, a que los loteos incluyan al cauce. La situación en este sector tiende a volverse aún más conflictiva ante el intento por parte de la provincia, de lotear por encima de la cota de 900 m y hasta los 1.100 m (loteo de Melipal III).

Las avalanchas de nieve son frecuentes y generalmente tienen lugar todos los años. Si bien son de pequeñas dimensiones, suelen causar pérdidas de vidas dado lo repentino

de su ocurrencia. Los sectores más proclives son los faldeos oriental y occidental del lago Gutiérrez (Filo Meta-Ventana y Filo Catedral respectivamente). La ocurrencia de avalanchas en la zona estudiada se encuentra relacionada estrechamente a pendientes elevadas, alturas superiores a los 1.500 m y a la presencia de nichos de nivación y circos glaciarios en los que se acumulan durante largos períodos grandes volúmenes de nieve inconsolidada. En los sectores de crestas, los vientos acumulan grandes volúmenes de nieve suelta formando “voladizos” a sotavento.

CONCLUSIONES

La localización de asentamientos humanos, su estructura interna y funcionamiento están fuertemente influenciados por los factores ambientales y particularmente por la configuración del terreno. En los países en desarrollo el manejo poco efectivo de las tierras en zonas urbanas resulta en una generalizada degradación de suelos del agua y del paisaje, en la ocupación de áreas riesgosas, pérdida de espacios verdes y de tierras agrícolas. El crecimiento desordenado y sostenido de San Carlos de Bariloche en el último siglo, ha tenido lugar sin el establecimiento de pautas mínimas de ordenamiento territorial que tuvieran en cuenta las características del medio físico. Esta falta de previsión ha resultado es la ocupación de zonas inundables (planicies de inundación, cubetas y bajos) y la mala elección de sitios para la disposición de residuos con su consecuente efecto contaminante.

En la zona estudiada este marco general se ve agravado por las propias características del medio natural y el explosivo crecimiento. El ejido municipal se encuentra localizado en una zona de gran variabilidad ecoambiental, por lo que en cada sector de la ciudad deben considerarse los aspectos concretos del mismo en el establecimiento de normativas y de políticas de crecimiento futuro. Un paisaje fuertemente controlado por las láminas de corrimiento que componen la faja plegada y corrida fue intensamente modificado por la acción de los hielos durante las diferentes glaciaciones. Resultado del accionar del proceso glaciar son numerosas geofomas erosivas y deposicio-

nales, entre las que destacan varios niveles de morenas, artesas, circos, rocas aborregadas y rocas cantereadas. Asimismo se han observados varios niveles de terrazas glaci-fluviales y glacialustres. En las zonas más elevadas dominan las formas debidas a procesos criogénicos y a la remoción en masa. Finalmente en la zona extraandina se observan numerosas geoformas fluviales (abanicos aluviales y terrazas fluviales).

Numerosos peligros naturales se encuentran en la región, la cual exhibe una marcada fragilidad frente a acciones antrópicas. Las inundaciones y la inestabilidad de pendientes constituyen los principales factores de peligrosidad natural, mientras que la degradación del paisaje, de la vegetación y de los suelos, junto con los incendios y contaminación de aguas y suelos aparecen como peligros de tipo mixto (natural-antrópico). En la actualidad las zonas del faldeo del Cerro Otto, cuenca inferior del arroyo Ñireco, y la Pampa de Huenuleo son los sectores en los cuales se presentan los mayores problemas geoambientales. Los aspectos centrales son: 1) altas pendientes, 2) materiales superficiales heterogéneos y poco consolidados, 3) vegetación natural degradada, 4) afloramientos rocosos fuertemente meteorizados, 5) activa morfogénesis, 6) condiciones climáticas y 7) alto grado de intervención antrópica (también descontrolada y poco regulada).

El conocimiento de la geomorfología y de la morfodinámica aparece como un elemento de primer orden en este tipo de estudios aplicados, lo que se suma a su obvio interés científico. La cartografía temática y aplicada es una herramienta imprescindible tanto en la presentación de la información como en el establecimiento de políticas y es el principal objetivo del presente proyecto de cooperación. Una vez finalizado este proyecto, la municipalidad de S.C. Bariloche contará con una información única en el país a nivel comunal.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente a la municipalidad de San Carlos de Bariloche por toda la colaboración prestada, especialmente al personal de planeamiento y de medio am-

biente.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Ballantyne, C. 2002. Paraglacial Geomorphology. *Quaternary Science Reviews* 21:1935-2017.
- Dimitri, M. J. 1972. La Región de los Bosques Andino-Patagónicos. Sinopsis General. Colección Científica del INTA 10,168 p., Buenos Aires.
- Domínguez, E. y Rabassa, J. 1981 a. Estabilidad de la Ladera oeste del valle del río Ñireco, S.C. de Bariloche. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 277-286.
- Domínguez, E y Rabassa, J. 1981 b. Estudio del aluvión de Melipal, S.C. de Bariloche. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 221-233.
- Flint, R. y Fidalgo, F. 1964. Glacial drift in the eastern Argentine Andes between 41°10'S y 43°10'S. *Geological Society of America, Bulletin* 80: 1043-1052.
- Fulco, C. 1994. Proyecto de ordenamiento integral de infraestructura de servicios para la ciudad de San Carlos de Bariloche. Consejo Federal de Inversiones, Informe Final, Informe de tirada limitada, (5 volúmenes), Buenos Aires.
- Giacossa, R., Heredia N. y Césari O. 2000. Hoja Geológica 4172-IV, S.C. de Bariloche. SEGEMAR-IGRM, Boletín 279, 92 p., Buenos Aires.
- González Bonorino, F. 1973. Geología del área de San Carlos de Bariloche y Llao-Llao. Publicación 16, Fundación Bariloche, 53 p., San Carlos de Bariloche.
- González Díaz, E. 1998. Mapa Geomorfológico de un sector del Parque Nacional Nahuel Huapi (escala 1.200.000). SEGEMAR, (inédito) Buenos Aires.
- Grígera, D., Bianchi, E. Brion, C. Puntieri, J. y Rodríguez, N. 1987. Carta del medio Ambiente y su dinámica de San Carlos de Bariloche. CRUB-Universidad Nacional del Comahue, 40 p., San Carlos de Bariloche.
- Mercer, J. 1976. Glacial History of Southernmost of South America. *Quaternary Research* 6: 125-166.
- Mermoz, M y Martín, C. 1987. Mapa de vegetación del parque y la Reserva Nacional Nahuel Huapi. Administración de Parques Nacionales. Delegación Regional Patagonia. Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación (informe inédito), Buenos Aires.
- Muñoz, E. y Garay, A. 1985. Caracterización climática de la provincia de Río Negro. INTA, EEA Bariloche, Comunicación técnica 20, (inédito) 54 p., San Carlos de Bariloche.
- Naumann, M. 2001. Mapa de vegetación del ejido de la ciudad de San Carlos de Bariloche, Argentina. 1º Jornada de Divulgación: Descubramos juntos nuestro bosque Llao llao, patrimonio de todos. Municipalidad de San Carlos de Bariloche, Sala de Prensa, 9-12 de octubre de 2000, Mapa inédito.
- Pereyra, F. y F. Helms (eds.) 2005. Estudio geocientífico aplicado al ordenamiento territorial. San Carlos de Bariloche. Convenio SEGEMAR-BGR-Municipalidad de Bariloche. SEGEMAR, Anales 42 (en prensa), Buenos Aires.
- Porter, S. 2000. Onset of Neoglaciation in the Southern Hemisphere. *Journal of Quaternary Science* 15: 395-408.
- PROGEBAR 1998. Reunión de Campo del Cuaternario. CADINCUA. PROGEBAR-CO-NICET, Parte 1. Informe de tirada limitada, 110 p., San Carlos de Bariloche.
- Rabassa, J. y Brandani, A. 1983. Guía de excursiones Curso de Campo en sistemas ecogeomorfológicos. Universidad Nacional del Comahue. Informe de tirada limitada, 132 p., Neuquén.
- Rabassa, J., Brandani, A. Bonisegna, J. y Cobos, D. 1984. Cronología de la Pequeña Edad del Hielo en los glaciares Río Manso y Castaño Overo, Cerro Tronador, Prov. de Río Negro. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 624-639.
- Rabassa, J., Everson, E. y Stephens, G. 1986. Nuevas evidencias de englazamiento plioceno-pleistoceno inferior en los Andes Patagónico. *Revista Asociación Geológica Argentina* 41(3-4): 405-409.
- Rabassa, J. y Clapperton, C. 1990. Quaternary Glaciations of the Southern Andes. *Quaternary Science Review* 9: 153-174.

Recibido: 20 de marzo, 2005

Aceptado: 29 de marzo, 2006