

# DESERTIFICACIÓN EN LA PATAGONIA

Elizabeth Mazzoni y Mirian Vázquez

*Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Unidad Académica Río Gallegos. Lisandro de la Torre 1070, Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina. Correo electrónico: gis@uarg.unpa.edu.ar*

## Contenido

<a href="#">1. Introducción</a>	1
<a href="#">2. Caracterización geográfica de la Patagonia</a>	2
<a href="#">3. Desertificación en la Patagonia</a>	7
<a href="#">4. Evaluación del estado de desertificación en la Patagonia</a>	8
<a href="#">5. Distribución espacial de los bajos sin salida y la dinámica de las “plumas eólicas” en el sur de Santa Cruz</a>	14
<a href="#">6. Degradación de prados</a>	19
<a href="#">7. Degradación como consecuencia de las actividades de hidrocarburo</a>	20
<a href="#">8. Conclusiones</a>	23

## 1. INTRODUCCIÓN

La desertificación es un proceso de degradación del medioambiente físico y biológico en el que el suelo económicamente productivo de los ecosistemas áridos, semiáridos y subhúmedos pierde su capacidad de renovación o regeneración. En casos extremos, el resultado es un medioambiente incapaz de sustentar a las comunidades que alguna vez dependieron de él. Este proceso está asociado con la pérdida total de la productividad de los ecosistemas afectados y repercute de manera negativa en las actividades humanas, ya que restringe la capacidad de sustentabilidad, reduce las fuentes de ingreso y deteriora la calidad de vida de la población (Mérega, 2000).

El concepto de desertificación ha variado a lo largo del tiempo. Aubreville (1949) introdujo este concepto en la literatura científica cuando describió la degradación en

---

**Autor correspondiente:** *Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Unidad Académica Río Gallegos. Lisandro de la Torre 1070, Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina. gis@uarg.unpa.edu.ar*

los bosques tropicales de África como consecuencia de la actividad humana. En 1976, Dregne definió la desertificación como el empobrecimiento de los ecosistemas terrestres debido al impacto de las actividades humanas. Por otro lado, en la Convención de Lucha contra la Desertificación, adoptada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD, 1992), se establece que los cambios climáticos constituyen una de las posibles causas de la desertificación, que fue definida como “la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas [secas] resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”.

En una revisión del concepto de desertificación, Glantz y Orlovsky (1983) señalaron que algunos investigadores entienden por desertificación un proceso de cambio del ecosistema en el que pueden observarse distintos estados (leve, moderado, grave, muy grave), según el nivel de modificación de las condiciones biofísicas (Dregne, 1986, FAO y PNUMA, 1984). Otros autores definen la desertificación como el resultado de un proceso de cambios: la generación o la expansión global de condiciones áridas (Meckelein, 1980; OMM, 1980).

Si bien este problema se puede abordar de distintas formas, la desertificación se presenta como un proceso medioambiental adverso. Los descriptores negativos utilizados tienen en cuenta principalmente la degradación de la vegetación, del suelo y de los recursos hídricos. La degradación de la vegetación se hace evidente en un porcentaje decreciente de la cobertura vegetal, una biodiversidad reducida y cambios en la composición del ecosistema fisonómico-florístico: una disminución de las especies deseables y una invasión de arbustos. La degradación del suelo comprende el agotamiento del suelo (pérdida de materia orgánica, disminución de nutrientes, acidificación, salinización) y la intensificación de los procesos de erosión. El nivel freático cada vez más profundo es uno de los signos más evidentes de la degradación del recurso hídrico. Todos estos factores contribuyen al empobrecimiento de los ecosistemas y a la reducción de su productividad (Dregne, 1976; Hare, 1977; UNCOD, 1977; Kovda, 1980; López Bermúdez, 1996, 1997). Cuando el proceso de desertificación se encuentra en su etapa inicial, es posible que estos cambios no se perciban fácilmente, en particular, si no hay estudios de referencia que describan el estado inicial de los ecosistemas (Paruelo *et ál.*, 1993).

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación (UNCOD, 1977), se determinó que este proceso constituye el principal problema medioambiental a escala mundial. Se calcula que alrededor de 6100 millones de hectáreas, aproximadamente el 40 % de las zonas continentales, donde se asientan unos 1000 pueblos, principalmente en Asia y África, se ven afectadas por los procesos de desertificación. Más de 600 millones de hectáreas afrontan distintos grados de desertificación en América Latina y el Caribe, mientras que, en Argentina, este proceso afecta a más de 60 millones de hectáreas (SAyDS, 2000).

## 2. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PATAGONIA

La Patagonia abarca la parte más austral del continente americano y se extiende desde aproximadamente los 37° S hasta el cabo de Hornos, a 56° S. Con una superficie de 790 000 km<sup>2</sup>, es la única masa continental del hemisferio sur que emerge en los mares de latitudes medias a altas. Su principal accidente geográfico es la cordillera de los Andes, que sirve de línea divisoria de las aguas y de frontera internacional entre Argentina y Chile en considerables extensiones del terreno. Este accidente orográfico delimita un contraste climático marcado entre las tierras que se ubican al oeste (del lado del Pacífico) y las que se ubican al este (del lado del Atlántico), y se asocia con una de las pendientes cubiertas de vegetación más marcadas del mundo (Endlicher y Santana, 1988; Warren y Sugden, 1993).

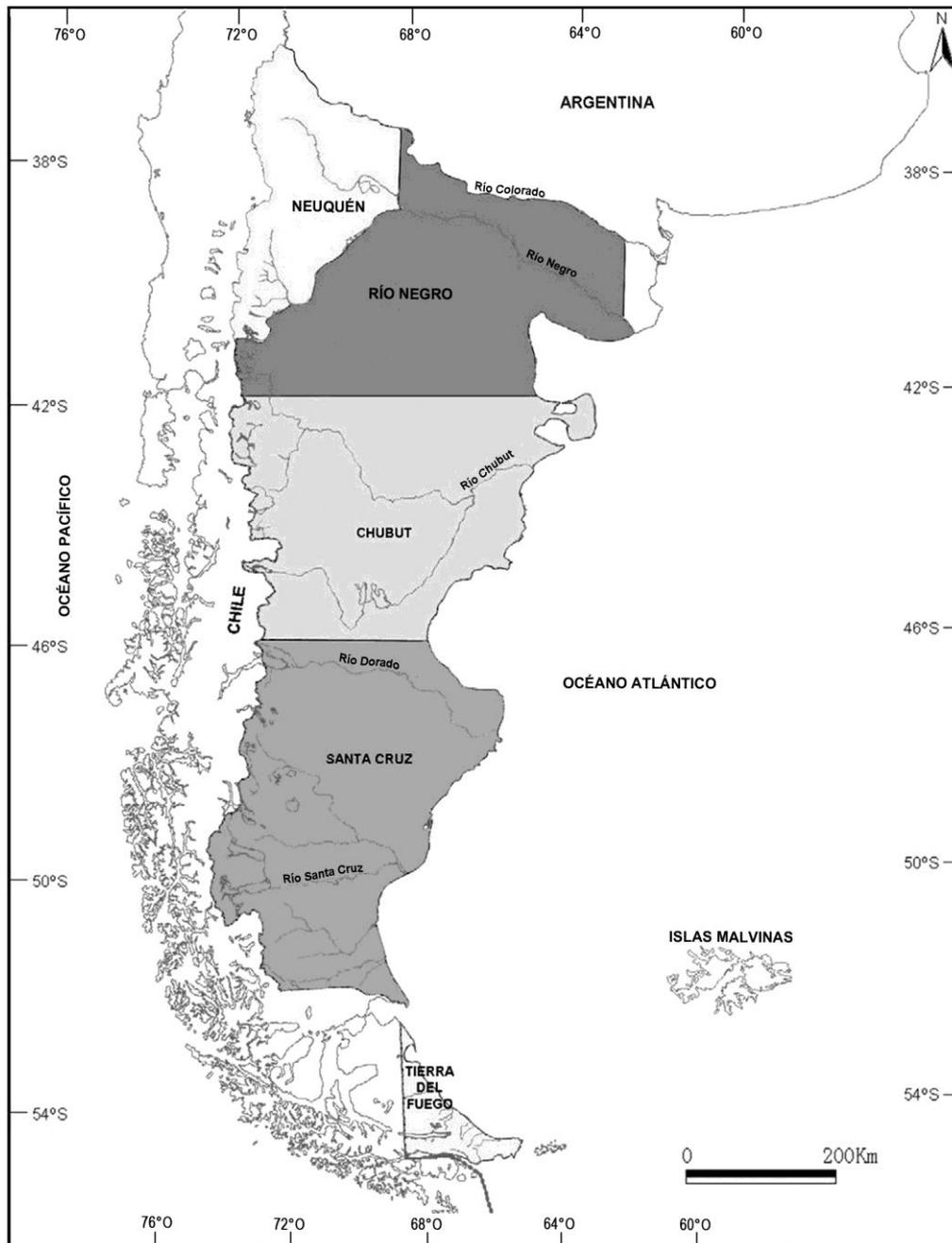
Con respecto a la latitud, la Patagonia se extiende entre la zona subtropical de alta presión y las zonas subpolares de baja presión, por lo que se encuentra en su totalidad dentro de la región del hemisferio sur, donde predominan los vientos del oeste. Por lo tanto, los Andes sirven de barrera topográfica que detienen los vientos húmedos provenientes del océano Pacífico y delimitan una zona occidental angosta (a barlovento), con climas hiperhúmedos a húmedos, y una zona oriental más ancha (a sotavento), donde predominan los climas subhúmedos, semiáridos y áridos. Esta zona que se extiende al este de los Andes se conoce como la “Patagonia extrandina”, y aquí, los procesos de desertificación son más intensos.

La Patagonia extrandina abarca una superficie de aproximadamente 550 000 km<sup>2</sup>; forma parte de la Patagonia argentina, y comprende las provincias de Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego ([gráfico 17.1](#)). El relieve se caracteriza por cadenas montañosas y mesetas con pendientes que descienden progresivamente de oeste a este y miden aproximadamente entre 900 m, al pie de la cordillera, y 150 m s. n. m., en la costa atlántica. Desde el punto de vista geológico, se compone de diferentes provincias ([gráfico 17.2](#)): la cuenca Neuquina (Digregorio y Ulliana, 1980), los Patagónides (Frenguelli, 1946), la meseta de Somuncurá (Stipanovic y Methol, 1972), el macizo del Deseado (Leanza, 1958) y la meseta Patagónica (Nágera, 1939; Ramos, 1999). La unidad de la meseta Patagónica representa la fisonomía típica de la Patagonia extrandina ([gráfico 17.3](#), fotografía) y se caracteriza por planicies elevadas compuestas por rocas sedimentarias friables, que están cubiertas, en parte, por coladas basálticas de la era cenozoica. Muchas mesetas tienen una cubierta de grava del Plio-Pleistoceno, tradicionalmente denominada grava patagónica (Fidalgo y Riggi, 1965). Esta topografía tabular se encuentra interrumpida por grandes valles de origen fluvio-glaciar que siguen la dirección predominante oeste-este.

Las precipitaciones disminuyen abruptamente de oeste a este ([gráfico 17.4](#)). La precipitación anual en casi todo el territorio de la Patagonia extrandina es inferior a los 250 mm, con valores absolutos por debajo de los 100 mm en la región central. Las precipitaciones se distribuyen irregularmente durante todo el año, y predominan las lluvias invernales, especialmente, en las regiones norte y central hasta los 46° S, donde la vegetación es escasa. Las condiciones medioambientales áridas también aumentan, con fuertes vientos permanentes en toda la región que provienen del oeste y del sudoeste, y se intensifican durante la primavera y el verano, lo que favorece la evaporación.

Debido a la gran extensión latitudinal, se observan grandes variaciones de temperatura en la Patagonia, que tiene climas templados a fríos de norte a sur y medias anuales que oscilan entre los 14° C y los 4° C, respectivamente. La temperatura y, en particular, las características de las precipitaciones de la Patagonia extrandina determinan una vegetación predominantemente esteparia que se adapta a las condiciones áridas. Los tipos de vegetación más representativos son las estepas herbáceo-arbustivas medianas (de 20 cm a 80 cm) y de densidad media (1 arbusto cada 6 m<sup>2</sup>), y los arbustos enanos en cojín (de 5 cm a 20 cm), con pocos pastos y una cobertura total muy baja (León *et. ál.*, 1998). La vegetación en estos ecosistemas se distribuye siguiendo un patrón heterogéneo y horizontal de sectores de vegetación que se entremezclan con zonas de suelo descubierto (Noy Meir, 1973). Se forman praderas húmedas (conocidas localmente como mallines o vegas) que se asocian con los valles y los afloramientos de agua, y se componen de ciperáceas y graminoideas de gran productividad vegetal (Movia, 1984a). Como se mostrará más adelante en este capítulo, estas regiones presentan una alta presión de pastoreo, por lo que son más vulnerables a los procesos de erosión hídrica y eólica.

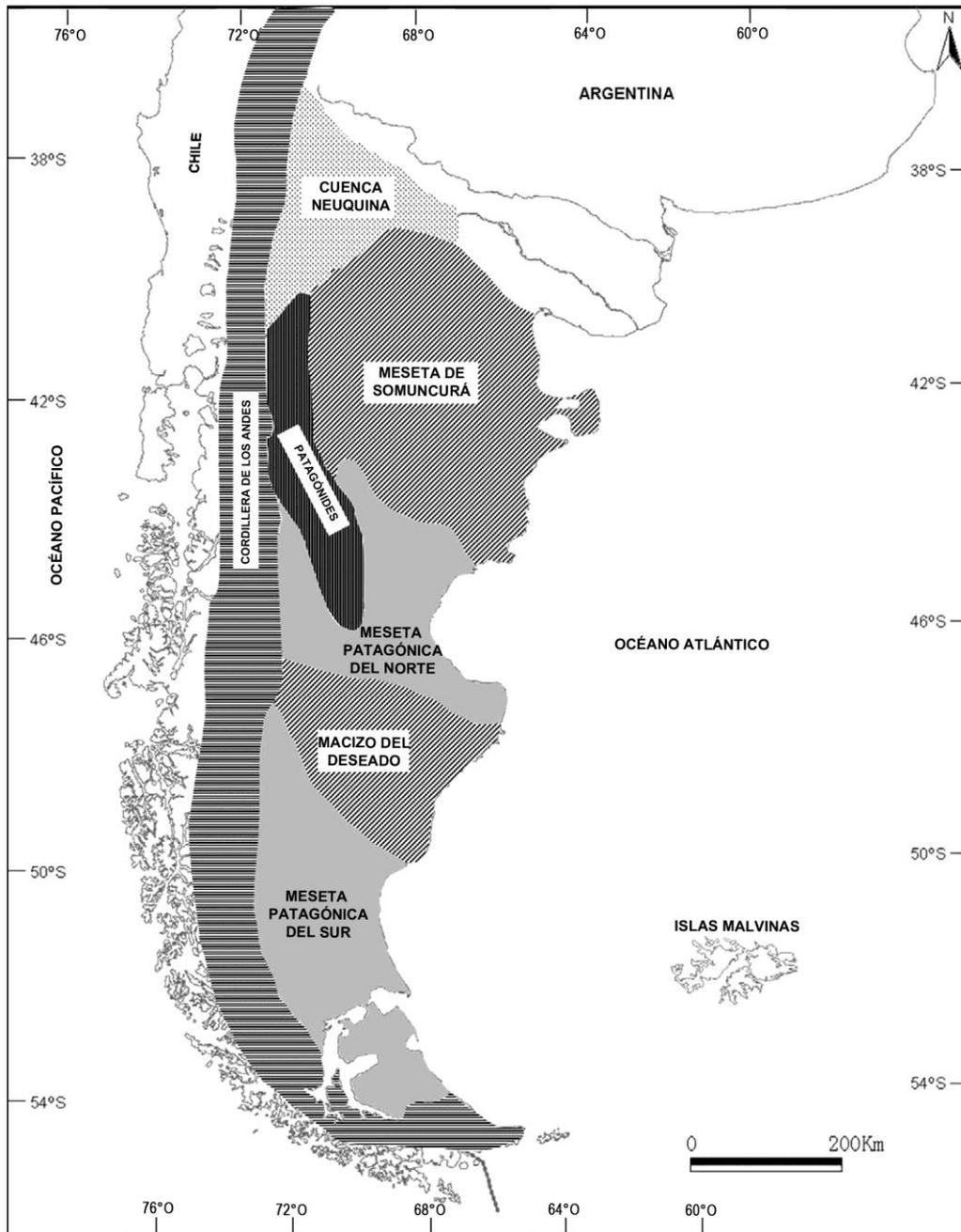
Las características climáticas influyen en gran medida en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas patagónicos, principalmente por su efecto en la dinámica del agua (León y Facelli, 1981; Bertiller *et ál.*, 1995). La abundancia relativa de pastos y arbustos varía en función de la cantidad y la distribución anual de las precipitaciones:



**Gráfico 17.1** División política de la Patagonia argentina.

los arbustos crecen cuando disminuyen las precipitaciones y aumenta el porcentaje de lluvia en invierno, mientras que el pasto crece cuando hay más precipitaciones (Paruelo y Lauenroth, 1996). Otro importante grupo funcional, las hierbas, no responde a las variables climáticas de la región; su distribución depende de distintos factores locales, tales como la estructura del paisaje, las características edáficas o la historia del uso de la tierra (Jobbagy *et al.*, 1996).

Las condiciones medioambientales ejercen una gran influencia en el uso de la tierra en la Patagonia. En la región extrandina, la población humana se concentra principalmente en unas pocas localidades ubicadas en la costa atlántica. La densidad demográfica en todo el territorio de la Patagonia es de 1,9 hab./km<sup>2</sup>; sin embargo, la densidad en las zonas rurales es incluso menor, ya que apenas supera los 0,1 hab./km<sup>2</sup> (INDEC, 2001).



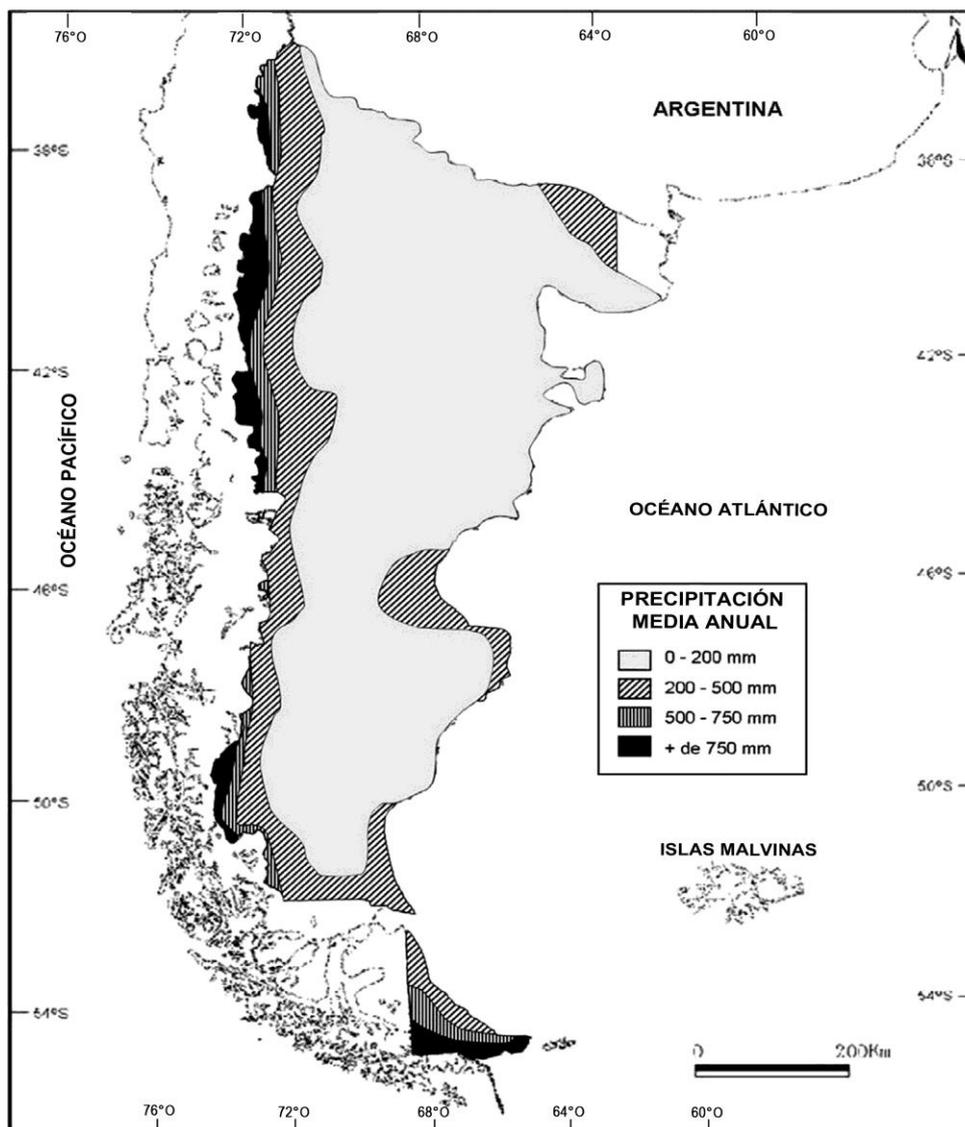
**Gráfico 17.2** Unidades geológicas de la Patagonia extrandina. *Fuente:* Geología Argentina. Anales 29. SEGEMAR. Buenos Aires.

Las principales actividades económicas están vinculadas a la explotación de hidrocarburos, el turismo, la agricultura y la producción ganadera. Las actividades agrícolas se concentran en los valles irrigados (el valle del río Negro, el valle del río Chubut y otros valles más pequeños, como el del río Los Antiguos, que se encuentra al noroeste de la provincia de Santa Cruz). La producción ganadera, sobre todo ovina, se desarrolla ampliamente en todo el entorno extrandino.

Existen grandes diferencias en la subdivisión de las tierras rurales entre los distintos sectores. Las diferencias medioambientales y culturales influyen tanto en el tamaño de las estancias como en el sistema de tenencia de la tierra. En la zona sur, predominan las estancias medianas a grandes (entre 15 000 ha y 20 000 ha), mientras que en la zona norte, las unidades agrícolas se caracterizan por ser pequeñas, denominadas parcelas, en las que habitan comunidades rurales originarias que realizan prácticas trashumantes (Bendini *et ál.*, 1990).



**Gráfico 17.3** Vista general de las mesetas patagónicas. (Fotografía de Mazzoni)



**Gráfico 17.4** Precipitación media anual en la Patagonia. Modificado del *Atlas total de la República Argentina*. Centro Editor de la República Argentina. Buenos Aires. 1982.

### 3. DESERTIFICACIÓN EN LA PATAGONIA

La zona rural de la Patagonia comenzó a poblarse a fines del siglo XIX con el asentamiento de productores de lana en distintas zonas de la meseta. Entre 1880 y 1950, el ganado ovino aumentó rápidamente de 1 790 000 cabezas, en 1895, a más de 25 000 000, en 1952 (Huerta, 1991). La demanda internacional de lana a precios muy convenientes y los simples procesos de producción y conservación consolidaron una monocultura lanera en toda la región, respaldada por una elevada rentabilidad de la cría de ovinos que se calcula entre un 30 % y un 40 % (Huerta y Sarmiento, 1989).

La presión de pastoreo provocó la degradación de la vegetación y del suelo en unas pocas décadas (Barbería, 1995). No solo la fragilidad del medioambiente, sino también distintos factores políticos, económicos y administrativos contribuyeron a dicha degradación:

- A pesar de las recomendaciones de los técnicos, la subdivisión de las tierras en un patrón ortogonal se realizó casi sin tener en cuenta la distribución del agua y de los campos de veranada e invernada (zonas altas y bajas) (Barbería, 1995).
- El proceso de conversión de las tierras privadas. Las tierras más productivas se concedían a unas pocas personas o asociaciones influyentes, que se asentaban en la zona como propietarios ausentes. Hacia 1900, ya se había concedido la propiedad de los campos ubicados en la estepa de Magallanes (al sur de Santa Cruz), la cadena montañosa de Neuquén, Río Negro y Chubut, los valles de los ríos Negro y Colorado ([gráfico 17.1](#)), las extensas zonas costeras cerca de los puertos y los “oasis” (prados) más productivos (Bandieri, 1990; Barbería, 1987; Dumrauf, 1992). En cambio, la mayoría de los habitantes y trabajadores rurales, incluidos los productores originarios y criollos, ocupaban las zonas menos productivas y más aisladas, donde los terrenos no eran lo suficientemente grandes ni contaban con las características ecológicas necesarias para mantener sus sistemas de producción a un nivel de funcionamiento adecuado. Esto generó una presión estructural cuyo resultado fue una tendencia a mantener la mayor cantidad posible de cabezas de ganado (Peralta, 1995).
- El bajo nivel tecnológico aplicado a la gestión ganadera que permitió el pastoreo sin control en todos los campos (Barbería, 1995).
- El hecho de que en la gestión de las estancias, no se tuvo en cuenta la receptividad de las tierras. Según estudios actuales, se calcula que la cantidad de cabezas no debería haber superado los 0,2 ovinos/ha. Sin embargo, durante las épocas más rentables, este parámetro promediaba los 0,45 ovinos/ha (Oliva *et ál.*, 1995).

Los indicios del proceso de degradación de la tierra en la Patagonia extrandina como consecuencia del pastoreo se detectaron de forma temprana. Los primeros cambios en el ecosistema se hicieron evidentes en la composición florística y en la cobertura vegetal. En 1904, Clemente Onelli declaró: “[L]os resultados son negativos si se deja pastar un número excesivo de animales, entonces el campo se destruye y, para ser utilizado, necesita a veces cinco o seis años de descanso” (citado en Barbería, 1995, pág. 117). Asimismo, en 1914, Bailey Willys describió el sobrepastoreo en los campos patagónicos de manera muy precisa y les advirtió a las comunidades sobre la situación y sobre la necesidad de aplicar técnicas de pastoreo rotativas: “[A]ño tras año, tanto en verano como en invierno, las ovejas se apacientan en una misma pradera; las plantas comestibles apenas tienen oportunidad para desarrollarse o propagarse, mientras que las malas hierbas se multiplican por doquier” (Willys, 1914).

A mitad del siglo XX, varios investigadores reconocieron los signos de la degradación de la tierra y los relacionaron principalmente con el sobrepastoreo ovino: Auer y Cappannini (1957), Soriano (1956) y Amigo (1965), entre otros, informaron los efectos de la degradación sobre la vegetación. Los trabajos de estos autores y muchos otros estudios sobre

distintas regiones de la Patagonia extrandina nos llevaron a la conclusión de que la degradación vegetal se hace evidente principalmente en el reemplazo gradual de los pastos deseables por especies leñosas indeseables (Paruelo *et ál.*, 1993) y en un porcentaje creciente de suelo descubierto.

Además de la degradación provocada por el sobrepastoreo ovino, la extracción de arbustos contribuyó al desmonte de extensas zonas (Andrada, 2002). Al principio, el desmonte se realizaba para la producción de combustible para uso familiar y como fuente de ingreso alternativa, por ejemplo, el suministro de combustible para las cocinas, los calentadores y las calderas de los campos mineros, petrolíferos y ferroviarios, y también para las bases militares o los pueblos.

Desde 1960, el desarrollo de actividades mineras y de hidrocarburos en la región favoreció el aumento del nivel de degradación del medioambiente, que también se intensificó por el crecimiento explosivo de las actividades petroleras durante la década de 1990. Las actividades de exploración, explotación y almacenamiento provocaron la contaminación del agua en los acuíferos, en especial la capa freática, y daños en la producción ganadera por la destrucción de alambrados, la pérdida de animales y la depreciación de la lana debido al contacto directo con hidrocarburos (SAyDS, 2000). Asimismo, el desmonte destinado a crear espacios para emplazamientos petroleros y la gran red de caminos de acceso dejaron grandes zonas de suelo descubierto expuestas a la erosión eólica, a las lluvias y a la escorrentía superficial. En estas zonas, se generan “lenguas de deflación” que constituyen una de las formas eólicas más activas de la Patagonia (Movia, 1972).

En la actualidad, todo el territorio de la Patagonia extrandina presenta un grado de desertificación variado. Esta degradación se hace evidente de manera explícita en los componentes biofísicos del ecosistema, pero también tiene consecuencias sociales y económicas. Desde la mitad del siglo pasado, junto con estos procesos de degradación, la cantidad de cabezas de ganado ha disminuido de manera gradual, se han perdido muchos empleos y los habitantes de las comunidades rurales han migrado cada vez más hacia los centros urbanos. A este panorama regional, se suma la tendencia descendiente del precio internacional de la lana, mientras que el costo de los insumos aumenta. Esto provocó una gran disminución de la rentabilidad de la producción ganadera, el consiguiente cierre y abandono de estancias, y la emigración de los habitantes de las comunidades rurales (Andrada, 2002).

## 4. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE DESERTIFICACIÓN EN LA PATAGONIA

La evaluación del estado de desertificación en la Patagonia comenzó en la década de 1990, con la ayuda de información proveniente de imágenes satelitales de distinta resolución espacial y de indicadores físicos y biológicos que se observaron en el terreno (Mensching, 1996; Abraham *et ál.*, 2003). Se hizo un mapeo de la zona afectada por los procesos de desertificación en toda la región teniendo en cuenta la estimación de los índices de vegetación observados en imágenes satelitales NOAA/AVHRR LAC, con una resolución espacial de 1000 m x 1000 m, y estudios minuciosos sobre el terreno (Del Valle *et ál.*, 1998). Esto nos permitió obtener un mapa final a escala 1:1.500.000, cuya simplificación se representa en el [gráfico 17.5](#). A partir de distintos indicadores, adaptados a los métodos que se describen en FAO/PNUMA (1984), se definieron cinco categorías de desertificación (leve, moderada, moderada a grave, grave y muy grave) ([cuadro 17.1](#)).

De toda la zona estudiada, el 93,6 % (73,5 millones de hectáreas) presenta signos de desertificación, y las categorías que más se observaron fueron moderada a grave y grave, que abarcan casi el 60 % del territorio. Las categorías grave y muy grave corresponden a tierras

muy deterioradas, donde el daño medioambiental es irreversible para el desarrollo de la mayoría de las actividades económicas ([gráfico 17.6](#)). Las provincias comprendidas en estas dos últimas categorías son las siguientes: Santa Cruz, con el 38 % de su territorio; Neuquén, con el 37 %; Chubut, con el 31 % y Río Negro, con el 26 %.

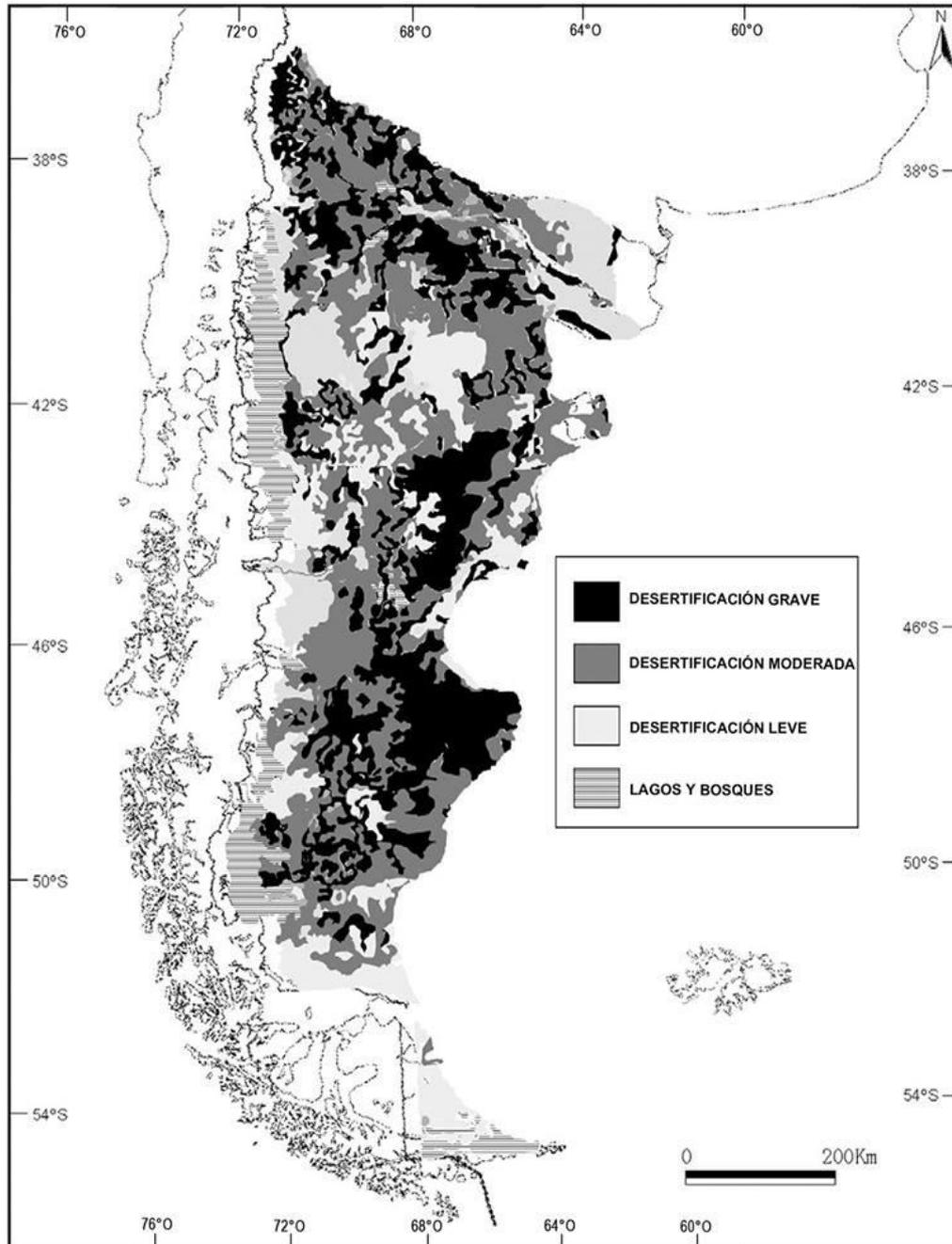
En varios sectores de la Patagonia, se llevaron a cabo evaluaciones más minuciosas del estado de desertificación (Ayesa *et ál.*, 1995; Del Valle *et ál.*, 1995; Elissalde *et ál.*, 1995; Oliva *et ál.*, 1995), en las cuales se describen las condiciones medioambientales y los principales procesos de degradación que afectan las distintas unidades de paisaje. El análisis global de estos trabajos nos permitió realizar algunas reflexiones generales sobre la distribución espacial y la magnitud de los procesos de degradación de la tierra que afectan a la Patagonia. La erosión hídrica y eólica son los procesos geomorfológicos que más se evidencian. La erosión hídrica se observa específicamente en los entornos montañosos, en especial, en aquellos ubicados en la zona occidental de la Patagonia extrandina (Patagónides), donde hay más precipitaciones anuales y las pendientes moderadas favorecen la escorrentía superficial (Del Valle *et ál.*, 1995). En las mesetas, el efecto más importante de la erosión hídrica se evidencia en la zona de contacto entre los distintos niveles de terrazas, donde se forman barrancos que suelen tener varios metros de profundidad. En los valles, que conforman las zonas de mayor densidad de población en la región, los procesos intensificados de erosión de los ríos y los daños que estos provocan se relacionan con la gestión de los recursos hídricos: proyectos de irrigación, represas, construcciones en lugares inadecuados, modificaciones en el sistema de drenaje original, entre otros. La salinización del suelo adquiere importancia en estas unidades geomorfológicas (Mazzoni y Vázquez, 2004).

Por otro lado, la acción del viento se percibe ampliamente en toda la región. El relieve resultante de la erosión eólica y de la acumulación se observa en distintas unidades de paisaje de la región estudiada. Su desarrollo se ve favorecido por diversos factores, incluidos el climático, el geológico-topográfico, el edáfico y las consideraciones del uso de la tierra.

Los factores climáticos se asocian con la ubicación de la Patagonia en la zona de vientos permanentes del oeste y con el efecto sombra de los Andes, que capturan la humedad proveniente del océano Pacífico. Por consiguiente, el entorno extrandino está sujeto a la acción de fuertes vientos secos que soplan en toda la región, principalmente, en dirección oeste-este, arrancan partículas de sustrato y las transportan en dicha dirección predominante. El clima árido, a su vez, dificulta el desarrollo de suelos profundos y estructurados.

El relieve subhorizontal, que carece de grandes barreras topográficas, favorece la circulación del viento. Los suelos de textura gruesa con escasa cobertura vegetal son una fuente de materiales para el transporte eólico. Las actividades humanas desarrolladas en este entorno, en especial las de extracción, también favorecen el suministro de materiales vulnerables al transporte eólico. Con respecto al efecto del pastoreo, algunos autores consideran que esta actividad acelera el proceso natural de deflación del 100 % al 200 % mediante la disminución de la cobertura vegetal y la degradación de la estructura del suelo superficial debido al pisoteo de los animales (Del Valle *et ál.*, 1995).

Como resultado, en toda la Patagonia extrandina, se extiende un relieve que se originó por la acción del viento, tanto por agradación como por erosión. Dentro del primer grupo, las formas más increíbles son las “lenguas de arena” (Movia, 1972). También son frecuentes las acumulaciones en forma de montículos, *nebkas* (microdunas) y engrosamientos (Laya *et ál.*, 1984). Los campos de dunas aparecen solo de manera aislada y pueden estar compuestos por arena o sedimentos salados de arcilla limosa que se agrupan en campos de pequeñas dunas de arcilla o “lunettes” (Bowler 1973). Las del segundo grupo generalmente se asocian con las cuencas de deflación. Las dunas de arena se describieron en la zona sur de la península de Valdés (Chubut), donde se registra el avance de numerosos frentes de dunas (Del Valle *et ál.*, 2000). Abarcan aproximadamente 590 km<sup>2</sup> y su ritmo promedio de movimiento, calculado según un análisis comparativo de información proveniente de sensores remotos, es



**Gráfico 17.5** Estados de desertificación en la Patagonia extrandina. Modificado de Del Valle, 1998; Del Valle *et ál.*, 1998

de alrededor de 25 metros por año.

Las lenguas de arena, también denominadas plumas eólicas (Mazzoni, 2001), son acumulaciones alargadas que se extienden siguiendo la dirección de los vientos predominantes. Son las geformas eólicas más dinámicas y pueden avanzar hasta 2 km por año. La forma típica generalmente consta de un frente activo o duna móvil seguida de un manto de arena que se entremezcla con diversas proporciones de pavimentos. Su longitud varía considerablemente y puede superar los 50 km. Cuando la porción distal activa se encuentra muy alejada del origen, parte del pavimento puede llegar a recuperar su cobertura vegetal, pero con otras especies que no son las originales. Por lo general, se produce una pérdida de especies gramíneas y arbustos forrajeros y un aumento de subarbustos indeseables

**Cuadro 17.1** Desertificación en la Patagonia

Estados de desertificación		Superficie	
		Ha	%
Leve	Más del 50 % de cobertura vegetal perenne. Más del 30 % de especies forrajeras. Menos del 10 % de suelo descubierto. Menos del 10 % de la superficie afectada por erosión hídrica y eólica leve a moderada. Menos del 5 % de la superficie afectada de manera negativa por sales.	7 318 600	9,3
Moderada	Entre el 20 % y el 50 % de cobertura vegetal perenne. Entre el 10 % y el 30 % de especies forrajeras. Entre el 10 % y el 25 % de suelo descubierto. Entre el 10 % y el 25 % de la superficie afectada por erosión hídrica y eólica moderada a grave. Entre el 5 % y el 20 % de la superficie afectada de manera negativa por sales.	13 503 800	17,1
Moderada a grave	Menos del 30 % de la superficie con características leves y más del 40 % con características moderadas a graves. Menos del 30 % de la superficie en estado muy grave.	27 781 600	35,4
Grave	Entre el 5 % y el 20 % de cobertura vegetal perenne. Entre el 5 % y el 10 % de especies forrajeras. Entre el 20 % y el 50 % de suelo descubierto. Entre el 25 % y el 40 % de la superficie con erosión hídrica y eólica grave. Entre el 20 % y el 50 % de la superficie afectada de manera negativa por sales.	18 235 800	23,3
Muy grave	Menos del 5 % de cobertura vegetal perenne. Menos del 5 % de cobertura con especies forrajeras. Más del 50 % de suelo descubierto. 50 % o más con erosión hídrica y eólica muy grave. Más del 50 % de la superficie afectada de manera negativa por sales.	6 704 500	8,5
<b>Total de zonas desertificadas</b>		<b>73 544 300</b>	<b>93,6</b>
<b>Masas de agua, hielo y bosque</b>		<b>5 005 200</b>	<b>6,4</b>

Fuente: Del Valle, 1998; Del Valle *et al.*, 1998; <http://www.fao.org/ag/agll/lada/arg/Archivos/Degradación/Degradación.htm#Patagonia>



**Gráfico 17.6** Desertificación muy grave en el sector centro-este de la provincia de Santa Cruz. (Fotografía de Mazzoni)

cuyo porcentaje de cobertura se encuentra por debajo del original (Salomone y Schenkel, 2002). Las lenguas de arena se originan en diversas zonas desprovistas de vegetación: generalmente en depresiones, orillas de lagos y lagunas, prados deteriorados, caminos de tropa, calles, entre otras. En un análisis dinámico, se demostró que tanto su forma como su composición pueden variar con el tiempo e intercalarse entre las formas típicas de deflación y de acumulación, en función de si el suministro de arena varía según la estación, sobre todo, si el origen está asociado con un bajo sin salida cuyo nivel de agua presenta importantes variaciones (Mazzoni *et ál.*, 2002).

Además de las lenguas de arena típicas, se pueden reconocer los siguientes tipos (Movia, 1984 b):

- a) *De acumulación dominante*: en general, cuentan con una duna móvil bien desarrollada y un manto de arena más o menos profundo desde su origen. Son relativamente cortas (de hasta 5 km). Si su tamaño aumenta, se convierten en formas “típicas”. El frente puede estar dividido por obstáculos o características de la vegetación.
- b) *De deflación dominante*: están compuestas por un pavimento de grava con un frente de duna muy reducido o casi ausente. Por lo general, son anchas y relativamente cortas. Suelen producirse en depresiones poco profundas y coinciden con zonas muy pedregosas que tienen una cobertura vegetal baja.
- c) *Lenguas de arena combinadas*: son formas de deflación con materiales limosos y arcillosos, compuestas por una baja proporción de grava. Generalmente, no hay frentes de dunas. Son complejas debido a que la erosión del manto actúa en combinación con la deflación. El pisoteo de los animales acelera el proceso. En general, son muy angostas, rectas y largas.

En el análisis de la estructura interna de los depósitos, normalmente se muestra una secuencia entre material sedimentario y material orgánico, lo cual indicaría períodos alternados de acumulación y otros períodos de estabilidad relativa que posibilitan el



**Gráfico 17.7** Extensos pavimentos desérticos en la zona central de la provincia de Santa Cruz. (Fotografía de Mazzoni)

crecimiento de la vegetación (Mazzoni, 2001). Los engrosamientos (Laya *et ál.*, 1984) son acumulaciones en forma de manto que abarcan zonas relativamente extensas y, en general, tienen más de 50 cm de espesor. Pueden servir de material para producir suelo. Los montículos, sin embargo, son más pequeños y dispersos; la altura es relativa pero, por lo general, miden unas pocas decenas de centímetros. A menudo, se forman en la base de las plantas. Las formas de las *nebkas* son similares a las de los montículos, pero las dimensiones son un poco más grandes. Rostagno y Del Valle (1998) explicaron que tanto el proceso eólico como el aluvial intervienen en su formación y que el lavado de manto superficial es el principal proceso involucrado. Por consiguiente, las *nebkas* o los montículos que se asocian con los arbustos aparecen como una forma residual de la erosión del manto que se produce alrededor de las matas de hierbas. La presencia de fragmentos gruesos (similares a los que componen la zona de intermontículos) como parte de la estructura interna de los montículos parece confirmar esta hipótesis.

Entre las formas de erosión eólica, los pavimentos desérticos parecen ser el resultado de la pérdida de materiales de suelo fino transportados por la deflación. Constituyen concentraciones residuales de grava que se ubican en distintas unidades de paisaje, principalmente en mesetas sedimentarias, piedemontes y terrazas de origen fluvial. En zonas donde la desertificación es grave, como las zonas centrales de la provincia de Santa Cruz, miden varias centenas de km<sup>2</sup> (Oliva *et ál.*, 1995). A micro escala, los pavimentos también aparecen en las zonas de internebkas, donde presentan distintos niveles de desarrollo. En estas superficies ligeramente cóncavas, los clastos pueden cubrir entre el 20 % y el 90 % de la superficie del suelo (Súnico *et ál.*, 1996). Entre las formas de erosión dominantes, se encuentran las cuencas de deflación y los pavimentos desérticos que se desarrollan en distintas unidades geológicas y morfológicas. A menudo, los clastos aparecen facetados y desgastados ([gráfico 17.7](#)).

El empobrecimiento de los suelos debido a la deflación o al efecto combinado de los procesos eólicos, la erosión pluvial y la escorrentía superficial no encauzada (lavado de manto) puede alcanzar dimensiones significativas. La presencia habitual de vegetación con las raíces expuestas es una consecuencia de este fenómeno ([gráfico 17.8](#)). Súnico *et ál.* (1996) llegaron a la conclusión de que este proceso es el responsable del empobrecimiento de



**Gráfico 17.8** Vegetación con las raíces expuestas y montículos formados por el efecto combinado de procesos de erosión hídrica y eólica (del viento). (Fotografía de EEA INTA, Santa Cruz)

los suelos en suelos clasificados como Natrargides típicos y Haplargides típicos en el noreste de la provincia de Chubut, donde el horizonte B arcilloso (argílico) aparece expuesto en la superficie o cubierto por una capa de arena fina. Este límite superior exhumado del horizonte B argílico generalmente constituye el sustrato de los pavimentos de erosión.

Las cuencas de deflación, en general denominadas “bajos sin salida” (Fidalgo, 1972), se distribuyen ampliamente en la Patagonia extrandina. Son depresiones de forma y tamaño variables, cuya génesis se atribuye a diferentes procesos, entre los cuales la acción del viento reviste importancia (Feruglio, 1949; Groeber, 1953; Auer, 1956; Methol, 1967; González Bonorino y Rabassa, 1973; Clapperton, 1993, Laity, 1994, entre otros). Su morfometría varía según su litología. Los bajos sin salida alcanzan varios kilómetros de diámetro y unas pocas decenas de metros de profundidad. Adquieren gran importancia en la región, ya que son puntos de concentración de agua que retienen las precipitaciones de agua y nieve. Sin embargo, la mayoría de los estanques que se encuentran en ellos tienen un régimen temporario. Debido a que la masa de agua restringe sus dimensiones, en especial mediante la evaporación, la base de los bajos constituye una fuente de materiales para el transporte eólico, un proceso que contribuye a la profundización de la depresión. Gran parte de las plumas eólicas que se encuentran en la Patagonia se generan desde la base de estos bajos sin salida, lo que produce un sistema de “bajos sin salida y lenguas de arena” de gran dinamismo.

## 5. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS BAJOS SIN SALIDA Y LA DINÁMICA DE LAS “PLUMAS EÓLICAS” EN EL SUR DE SANTA CRUZ

La zona sur de la Patagonia y el entorno de los Andes presentan un grado de desertificación leve. La degradación de la tierra se hace evidente en las modificaciones de la cobertura vegetal (Oliva *et ál.*, 1998) y en el desarrollo de lenguas de deflación, cuya formación está vinculada a los bajos sin salida. Estas características del paisaje no son tan importantes como en otros sectores de la Patagonia (decenas de kilómetros). Sin embargo, la

mayoría se extiende por varios metros y se generan geoformas activas.

Las depresiones topográficas (bajos sin salida) son una característica habitual del paisaje regional. Mazzoni (2001) contó 220 bajos sin salida de más de 5 ha en una zona irregular de 5600 km<sup>2</sup>, ubicada entre los 51° 14' y 52° S y entre la costa atlántica y los 72° O. Estas depresiones de distintas características morfométricas se encuentran en unidades morfológicas formadas por mesetas de origen sedimentario y volcánico, y sedimentos de origen glacial (paisaje de morrenas), donde la densidad de las depresiones es de 0,05; 0,03 y 0,17 bajos sin salida por km<sup>2</sup>, respectivamente. Sin embargo, el tamaño de las depresiones varía de manera significativa entre las distintas unidades: la meseta sedimentaria tiene los bajos más grandes, cuyo tamaño máximo supera las 10 000 ha. Los valores medios que se obtuvieron para cada unidad son de 636 ha, 246 ha y 52 ha para la meseta sedimentaria, la meseta volcánica y el relieve de origen glacial, respectivamente. El intervalo modal en los tres casos es inferior a 25 ha, lo que indica el predominio de bajos pequeños.

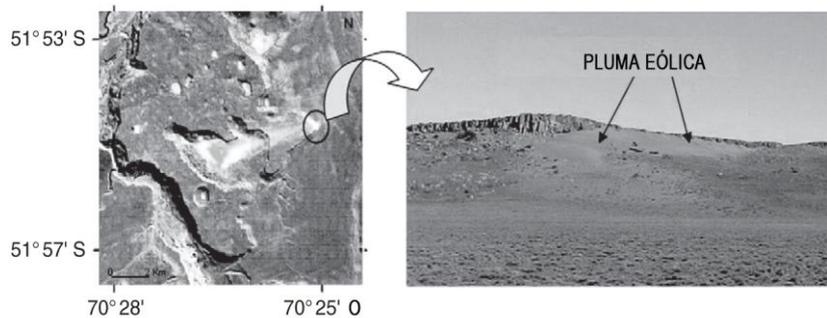
Las plumas eólicas se desarrollan en el 54 % de los bajos sin salida que se ubican en los paisajes de mesetas, mientras que en las morrenas de origen glacial, esta cifra desciende al 5 %. La frecuencia máxima de plumas se encuentra al este de los 71° O, donde disminuye la aridez del medioambiente (Mazzoni, 2001). Durante el período 1986–2000, la longitud de las plumas, que se midió en imágenes satelitales de Landsat TM, se incrementó en un 39 % de los bajos sin salida, con un crecimiento promedio de 1,52 km y un máximo de 3,6 km. La longitud del 46 % de las plumas disminuyó, con un promedio de 0,98 km y un valor máximo de reducción de 2,4 km. El restante 15 % se mantuvo estable (Mazzoni *et ál.*, 2002).

Teniendo en cuenta este comportamiento variable de las geoformas eólicas en un ambiente homogéneo desde el punto de vista climático, podemos inferir que una gran cantidad de aspectos intervienen en su dinámica. En algunos casos, se confirmó una estrecha relación entre las variaciones de la masa de agua y los cambios de forma, tamaño y estructura de las plumas, mientras que en otros casos, esta relación no es tan evidente. En cambio, las variables locales, como la disponibilidad de material para el transporte eólico (que se asocia con la profundidad y la topografía de la depresión) y el uso de la tierra, pueden influir significativamente en el comportamiento de estas formas de paisaje (Mazzoni *et ál.*, 2002).

Desde 1999, hemos observado el comportamiento de las plumas en un bajo sin salida de una superficie de 2600 ha ubicada en los campos de la estancia Bella Vista (51° 55' S—70° 31' O). La depresión se encuentra en un entorno de mesetas volcánicas formadas por una extensa colada basáltica terciaria interrumpida por agua de fusión proveniente de glaciaciones que afectaron la región durante el Pleistoceno (Mercer, 1976, Meglioli, 1982). La colada basáltica cubre casi por completo la depresión estudiada. Su base tiene una altura de 110 m s. n. m., unos 80 m por debajo del borde de la meseta. Una pluma eólica se extiende desde el borde oriental del lago y ocupa la zona basáltica de este bajo. Su longitud ha mostrado un crecimiento gradual desde 1968 (primer registro fotográfico) hasta la actualidad, que oscila entre los 0,6 km (1968) y los 4,1 km (actualmente). Su porción distal, ubicada a sotavento del borde basáltico, está formada por depósitos de arena de 2 m de espesor ([gráfico 17.9](#)).

Teniendo en cuenta la etapa inicial del desarrollo de la pluma que se detectó en 1968, podemos inferir que su formación no se originó mucho antes de esa fecha y que se relaciona con una década que se caracterizó por precipitaciones escasas (Cibils, 2001). Lamentablemente, no existen registros fotográficos anteriores para confirmar esta hipótesis.

La pluma tiene una superficie de 250 ha. Durante el período estudiado, hubo cambios en su forma y en la distribución y el espesor de los sedimentos, lo que demuestra la gran dinámica de estas geoformas. Esto se representó en mapas, donde se mostró el estado que se registró en distintos momentos. En términos generales, se observó que, cuando la laguna tiene agua o el sustrato está húmedo, los sedimentos que forman la pluma migran hacia el este y aumentan el tamaño de la zona de deflación debido a que el suministro de arena es limitado. En cambio, cuando el bajo sin salida está vacío, la zona de acumulación crece notablemente y



**Gráfico 17.9** Imagen de Landsat del bajo sin salida de Bella Vista (a la izquierda) y detalle de la porción distal de su pluma eólica (a la derecha).

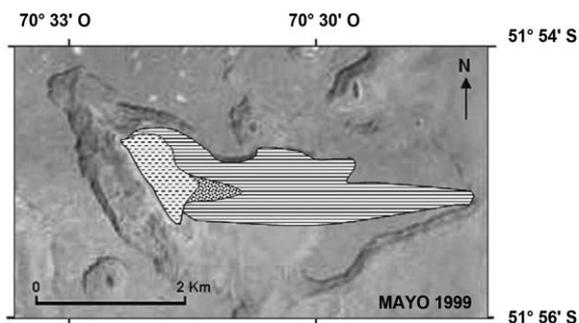
se forma un manto de arena continuo con microdunas superficiales de entre 10 cm y 20 cm de altura ([gráfico 17.10](#)).

A través de estas observaciones, se confirmó que el comportamiento geomorfológico de esta pluma está estrechamente relacionado con las variaciones de la masa de agua. En el [gráfico 17.11](#), se muestra el estado que se registró entre mayo de 1999 y febrero de 2002, período en el que se produjeron importantes cambios hidrológicos y geomorfológicos. En el invierno y el verano de 2002, hubo precipitaciones abundantes (416 mm) que casi duplicaron la media regional y detuvieron el proceso de acumulación. A partir de ese momento, el material suelto del sustrato se extrajo de la depresión y la pluma volvió a cubrirse con hierbas y pastos anuales que habían sido tapados, en parte, por el depósito de arena.

Durante un período en el que se registraron fuertes vientos en la primavera de 1999, se cuantificaron cambios en la morfología de la porción distal de la pluma en la pendiente oriental de la meseta basáltica (que tiene una superficie de 5,7 ha). El 7 de octubre y el 5 de noviembre de 1999, se realizaron estudios topográficos minuciosos y se crearon mapas y modelados tridimensionales del estado del depósito.

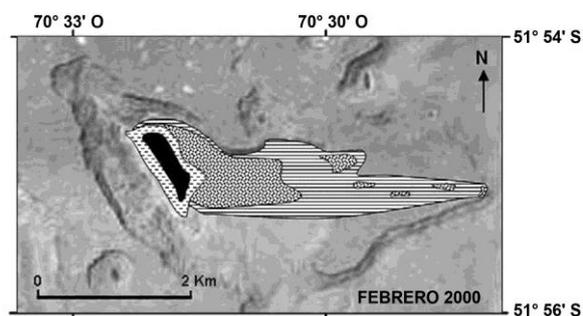


**Gráfico 17.10** Vista panorámica que muestra la zona de acumulación de la pluma eólica del bajo sin salida de Bella Vista. (Fotografía de Mazzoni)



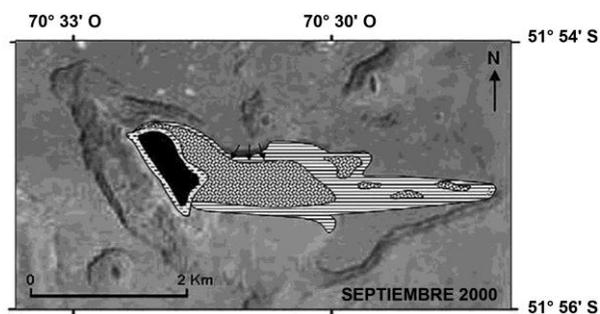
#### Mayo de 1999

El estanque estaba seco. La pluma estaba prácticamente compuesta por un manto de arena de entre 10 cm y 20 cm de espesor y microdunas. Abarcaba 4100 m, sobrepasaba los bordes de la depresión y se extendía en toda la meseta basáltica. En su porción distal, el depósito de arena medía un promedio de 3 m de espesor y cubría casi por completo el escarpe basáltico. La pluma mostró una superficie central de deflación de 800 m de longitud dentro de la depresión.



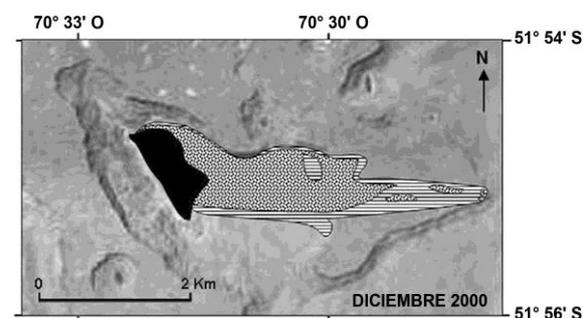
#### Febrero de 2000

Los fuertes vientos que se registraron en la época de la primavera y el verano de 1999-2000 produjeron importantes cambios en la geoforma estudiada. La zona de deflación dentro del bajo sin salida se extendió y el espesor del depósito disminuyó. Dentro de la depresión, en la franja boreal, es donde se nota la mayor pérdida de materiales (hasta 6 cm). El espesor y la continuidad del depósito disminuyen en la meseta. En la porción distal, se produjo una importante pérdida de arena, que alcanzó un promedio de 1,5 m de espesor.



#### Septiembre de 2000

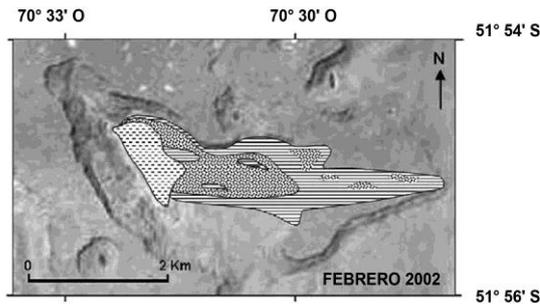
El estanque tenía mucha agua. La zona de deflación de la pluma siguió creciendo. El depósito de arena se redistribuyó hacia el sur. La porción distal permaneció estable. Un notable aumento de precipitaciones generó surcos en las pendientes desprovistas de vegetación en la franja boreal de la depresión.



#### Diciembre de 2000

Las precipitaciones constantes y la masa de agua permanente limitaron el suministro de arena, por lo que la zona de deflación creció notablemente y la cantidad de arena dentro del bajo sin salida disminuyó de forma drástica. Solo quedó una pequeña zona de acumulación en la nueva porción austral de la pluma.

**Gráfico 17.11** Evolución de la pluma del bajo sin salida de Bella Vista.



**Febrero de 2002**

Hubo menos precipitaciones en 2001 que en 2000. El estanque estaba seco y se reactivaron los procesos de acumulación en la pluma. Nuevamente, la arena cubría, en parte, la zona de deflación anterior. La porción austral de la pluma creció hacia esa dirección y muestra un movimiento de 42 m con respecto a lo que se observó el 7 de diciembre de 2000.

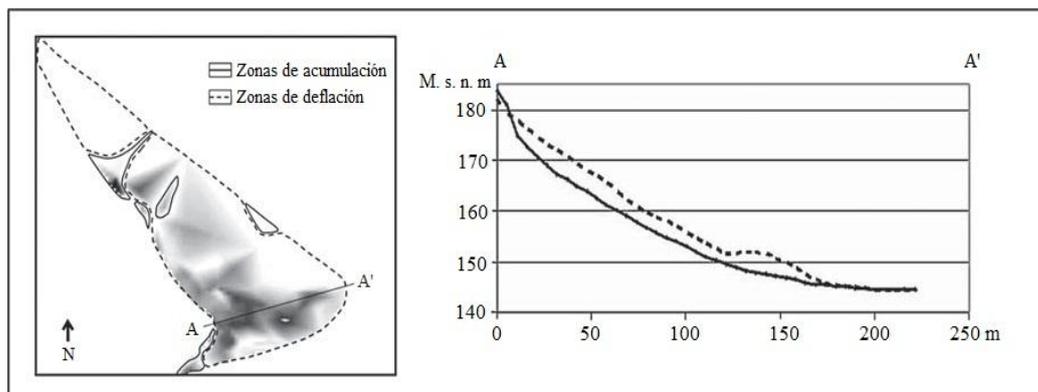
REFERENCIAS	
	ESTANQUE A) Seco B) Masa de agua
	PLUMA EÓLICA A) Acumulación B) Deflación
	SURCOS



**Gráfico 17.11** (continuación)

La estación meteorológica automática ubicada cerca de la zona (51° 57' S, 70° 25' O) registró vientos predominantes del oeste-sudoeste de más de 35 km/h durante ese período, con una velocidad promedio máxima de 70 km/h. Entre el 13 y el 21 de octubre, el viento fue constante, con una velocidad promedio máxima de 96 km/h y una máxima absoluta de 122 km/h, registrada el 15 de octubre.

Los resultados obtenidos se muestran en el [gráfico 17.12](#). Como puede observarse, durante esos días, predominaron los procesos de deflación. La pérdida total de arena fue de 49 770 m<sup>3</sup>, aproximadamente 1,15 m de espesor en una zona de 4,13 ha. Asimismo, se acumuló nuevamente material (6720 m<sup>3</sup>) en sectores cercanos al escarpe basáltico, con un espesor promedio de 50 cm.



**Gráfico 17.12** A la izquierda: modelo de la porción distal de la pluma en el bajo sin salida de Bella Vista. Las zonas donde se produjo deflación después de la tormenta se muestran en una línea de puntos y las zonas de acumulación se muestran en una línea continua. A la derecha: la línea de puntos muestra el perfil topográfico anterior de la pluma, mientras que la línea continua muestra el nuevo perfil después de la tormenta.

## 6. DEGRADACIÓN DE PRADOS

El término mallín (prado) se refiere a las praderas húmedas de alta densidad y gran riqueza foliística, cuya génesis está asociada con la presencia de agua cerca de la superficie del suelo. Los prados son unidades de paisaje, generalmente pequeñas (de unas pocas hectáreas), que cuentan con características hidromórficas. Su distribución espacial es dispersa, como respuesta a factores topográficos, geomorfológicos e hidrológicos específicos (Mazzoni y Vázquez, 2004).

Estos ecosistemas presentan algunas similitudes ecológicas, ya que están sujetos a inundaciones permanentes o temporales. Sin embargo, las clases de prados son muy variadas en función de distintos factores, tales como el clima, la hidrología, la salinidad y la sucesión de plantas (Moore, 1990). Por consiguiente, se clasificaron de distintas maneras. Una de las clases de tipología más utilizadas se basa en el contenido de humedad edáfica: “prados húmedos”, ubicados generalmente en las zonas andinas, y “prados subhúmedos”, ubicados en las zonas de montañas y mesetas, con características de salinidad y alcalinidad. Estos últimos son más vulnerables a la presión de pastoreo (Speck *et ál.*, 1982). La disponibilidad de agua dentro de un prado y las variaciones estacionales pueden ser los factores que más inciden en la distribución vegetal y la dinámica general del ecosistema (Horne, 1998; Mazzoni, 2006).

El pastoreo excesivo sin una gestión ganadera adecuada deteriora la cobertura vegetal y erosiona el suelo, lo que ocasionalmente produce la degradación total del ecosistema. En este proceso, no solo interviene la presión de pastoreo, sino también el pisoteo de los animales que se ejerce en el suelo, en especial, cuando el suelo está saturado. El peso del ganado compacta el suelo, destruye la cobertura vegetal y rompe el perfil topográfico del prado, lo que genera bancos y escarpes topográficos (Mazzoni, 2006). El suelo descubierto queda expuesto a la extracción de materiales por la escorrentía superficial y la acción del viento ([gráfico 17.13](#)).

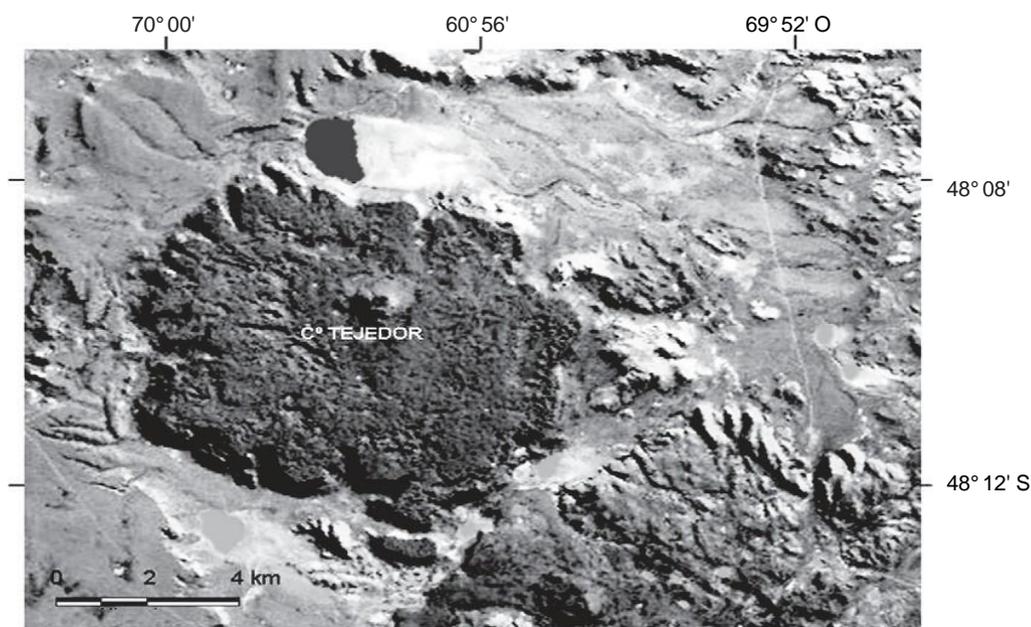
Asimismo, el proceso de degradación modifica la capacidad de retención de agua, aumenta la escorrentía y favorece la formación de barrancos. Este proceso tiene dos consecuencias negativas: por un lado, modifica las condiciones de riego en el prado, que comienza como un flujo lento y se transforma en un caudal más rápido, con mayor capacidad



**Gráfico 17.13** Escarpes formados en prados subhúmedos. (Fotografía de Mazzoni)

erosiva; por otro lado, el nivel freático disminuye, lo que deseca la superficie de los humedales. Esta disminución de humedad, sumada al aumento de salinidad, provoca cambios irreversibles en la vegetación. En los prados subhúmedos, este proceso acelera la transición de comunidades de *Festuca pallezens* y juncos a comunidades que toleran mejor la salinidad, en las que prevalece la especie *Distichlis* (Speck *et ál.*, 1982).

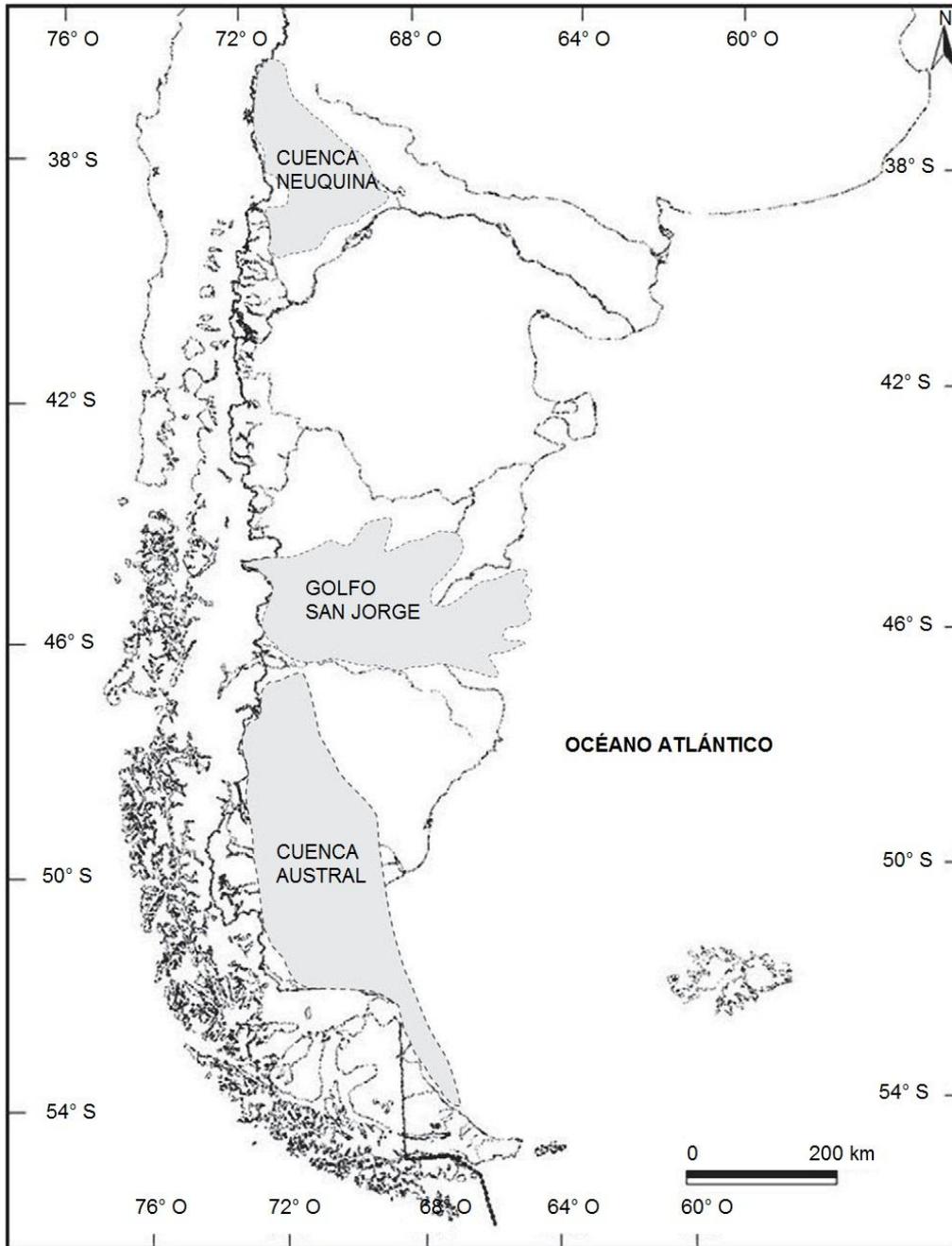
Se ha inferido la destrucción total de estos ecosistemas como resultado de la degradación en entornos volcánicos de la región central de la provincia de Santa Cruz (Mazzoni, 2006). En distintas zonas de la Patagonia, se confirmó la presencia de prados en pendientes de mesetas basálticas que proporcionan el agua necesaria para su desarrollo. Sin embargo, en esta parte de la zona de estudio, se distinguen plumas eólicas y bajos con estanques poco profundos en sitios que habrían debido ocupar los prados. Actualmente, en los sitios donde se producen afloramientos de agua, en la base del borde basáltico, solo existen remanentes de la vegetación original. Aún hay agua disponible, pero la erosión del suelo, que perdió la capa fértil, dificulta el desarrollo de la cobertura vegetal. Cabe destacar que esta es una de las zonas más afectadas por el proceso de desertificación en la Patagonia ([gráfico 17.14](#)).



**Gráfico 17.14** Imagen de Landsat de una zona volcánica en el centro de la provincia de Santa Cruz. En el borde de la meseta volcánica (cerro Tejedor), se pueden observar lagunas en zonas ocupadas anteriormente por prados antiguos y degradados en la actualidad (Mazzoni, 2006).

## 7. DEGRADACIÓN COMO CONSECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBURO

En las zonas donde se realiza una intensa explotación de hidrocarburos (cuenca Neuquina, cuenca del golfo San Jorge y cuenca Austral, [gráfico 17.15](#)), los procesos de degradación son el resultado de la tala y la compactación del suelo que se producen en todos los emplazamientos petroleros y en los caminos y conductos de acceso (Gambino y Vargas, 2002). Cada emplazamiento tiene una superficie máxima de 1 ha. El tamaño de los caminos oscila entre los 10 m y los 20 m. Cada zona desprovista de vegetación constituye un posible



**Gráfico 17.15** Cuencas de hidrocarburos en la Patagonia.

foco de erosión, ya que el suelo queda expuesto a la acción del viento y a la escorrentía superficial. Rostagno *et ál.* (1999) y otros autores confirmaron que, ante la ausencia de vegetación, los suelos tienden a formar costras que aumentan la escorrentía superficial, ya que limitan la infiltración y favorecen el desarrollo de surcos y barrancos que ya se habían formado en los caminos menos utilizados ([gráfico 17.16](#)).

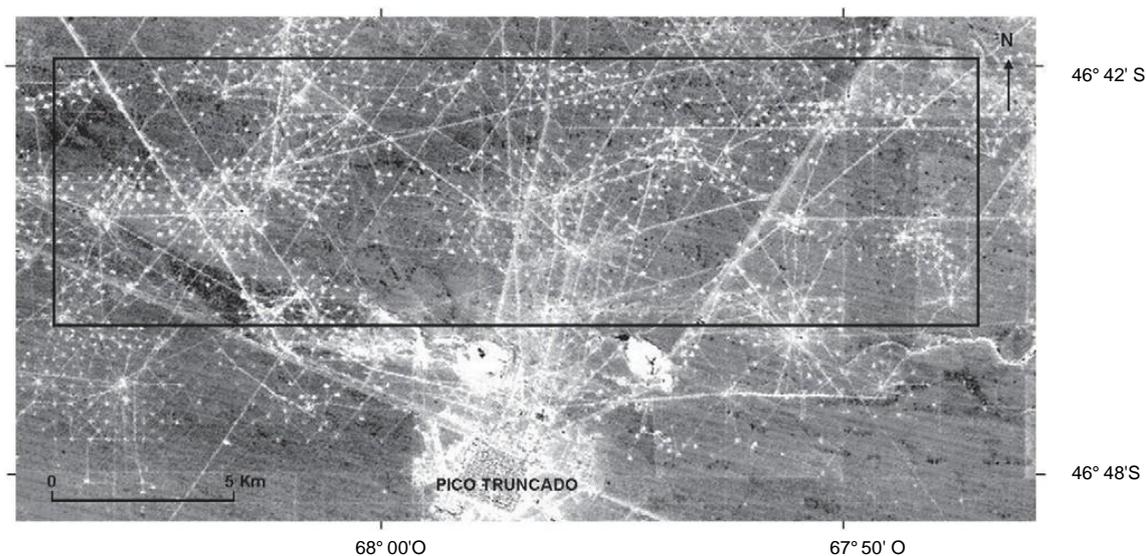
En el [gráfico 17.17](#), se muestra la densidad de los emplazamientos petroleros que se encuentran en un sector de 250 km<sup>2</sup> ubicado al norte de la localidad de Pico Truncado, en la cuenca del golfo San Jorge (sur de Chubut y norte de Santa Cruz). La imagen se obtuvo el 2 de mayo de 2004. Los puntos blancos indican cada uno de los emplazamientos y los caminos y conductos de acceso. En la zona, se detectó un total de 1310 emplazamientos, con una densidad apenas por encima de los 52 emplazamientos por km<sup>2</sup>. Este es uno de los sectores



**Gráfico 17.16** Barranco que afecta los caminos. (Fotografía de Mazzoni)

más explotados de la región. La superficie desmontada se cuantificó utilizando la clasificación digital de esta porción de la imagen, que registró un total de 2483 hectáreas, es decir, el 10 % de la superficie. Debido a la corta vida de esta actividad, en la imagen aún no aparecen las plumas eólicas; sin embargo, están presentes y activas en zonas cercanas, y se asocian con los oleoductos antiguos ([gráfico 17.18](#)).

Aunque los procesos de degradación actuales asociados con esta actividad económica y con otras actividades de extracción, como la explotación de oro y plata (que se encuentran en desarrollo en la actualidad), aún no revisten importancia, sin duda constituyen un posible problema. La legislación actual contempla la rehabilitación de las zonas afectadas, pero su cumplimiento no es completamente eficaz.



**Gráfico 17.17** Imagen de Landsat TM, banda 5, de una zona afectada por las actividades de extracción de petróleo. Los puntos blancos indican cada uno de los emplazamientos petroleros y los caminos y conductos de acceso. El recuadro indica la superficie cuantificada.



**Gráfico 17.18** Vista general (a la izquierda) y vista detallada (a la derecha) de una pluma eólica asociada con un oleoducto en la zona de Ramón Santo, en el límite entre las provincias de Chubut y Santa Cruz. La pluma se extiende por más de 4,5 km de largo.

## 8. CONCLUSIONES

La desertificación en la región extrandina de la Patagonia constituye el principal problema medioambiental debido a su gravedad y a la superficie que abarca. Las zonas que se clasifican como irreversibles para el desarrollo de las actividades agrícolas y ganaderas comprenden el 58 % de toda la superficie. En consecuencia, las comunidades rurales se redujeron parcialmente y las estancias se abandonaron (Rial *et ál.*, 1999).

Varios autores coinciden en que la causa principal de la desertificación en la región ha sido el sobrepastoreo ovino (León y Aguiar, 1985; Bisigato y Bertiller, 1997; y otros). El pastoreo se realizó de manera desmesurada durante décadas en un medioambiente frágil formado por sectores de vegetación rodeados de suelo descubierto.

Estos sectores se componen principalmente de arbustos y matas de hierbas o, excepcionalmente, de prados donde hay agua local disponible.

La erosión se produce de forma natural en las zonas desprovistas de vegetación, pero la degradación de la cobertura vegetal provocada por las prácticas de pastoreo inapropiadas acelera dicho proceso. Por consiguiente, cabe destacar que el sobrepastoreo puede producirse debido a una cantidad excesiva de animales y en términos de “oportunidades”. Paz y Buffoni (1986) afirman que el pastoreo realizado durante el período de crecimiento del pasto limita su desarrollo, lo que genera un proceso de degradación progresivo. Además de las prácticas de pastoreo tradicionales, se incorporaron al sistema las actividades mineras y de hidrocarburos, que provocaron el consiguiente desmonte de extensas zonas. La eliminación de vegetación debido a las actuales actividades económicas de extracción, que reemplazaron, en parte, la producción ovina, implica que la degradación de las tierras patagónicas se reactivará en un futuro cercano.

Los estudios sobre desertificación en la región se han centrado en el diagnóstico de la situación, teniendo en cuenta el mapeo de los distintos grados de desertificación a pequeña y mediana escala. Se basan en la interpretación de imágenes satelitales y en la evaluación de los distintos indicadores sobre el terreno. En estos estudios, se proporciona información estática sobre la situación, que se evaluó en la década de 1990.

La mayoría de los estudios sobre las modificaciones como consecuencia de la desertificación giraron en torno a los cambios producidos en la vegetación e incluyeron evaluaciones de dichos cambios a lo largo del tiempo. Para las distintas unidades fisonómico-florísticas de la Patagonia, se desarrollaron modelos que describen la secuencia de la degradación utilizando el método de “estados y transiciones” (Westoby *et ál.*, 1989). Tras el análisis de estos modelos, se concluye que, en general, el proceso de degradación vegetal está relacionado, en la mayoría de los casos, con un reemplazo gradual de los pastos deseables por especies leñosas indeseables y con una disminución de la biodiversidad (Bertiller, 1993; Okada, 1995).

El aumento del porcentaje de suelo descubierto intensifica los procesos de erosión, siendo el hidrológico y el eólico los más importantes. En conjunto, estos procesos se evidencian en la pérdida del horizonte del suelo superficial como consecuencia de la acción combinada del lavado del manto y la deflación. La acción del caudal se limita a situaciones locales, mientras que las geoformas de origen eólico, siendo las lenguas de deflación las más dinámicas, se encuentran en toda la región de la Patagonia extrandina.