



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA - CONAMA

AGRINTER

BIBLIOTECA CENTRAL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
CALLE 457, P.O. BOX 8
SANTO DOMINGO, CHILE

Diagnóstico sobre el estado de degradación del recurso suelo en el país

Editores:

Claudio Pérez C.
Jorge González U.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación Quilmapu
Chillán, Chile, 2001.



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA - CONAMA

BOLETÍN INIA N° 15 ISSN 0717- 4829

Diagnóstico sobre el estado de degradación del recurso suelo en el país

Editores:

Claudio Pérez C.

Jorge González U.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación Quilamapu
Chillán, Chile, 20

Editores
Claudio Pérez Castillo
Jorge González Urbina

Director Regional
Hernán Acuña Pommiez

Edición
Hugo Rodríguez Alister

Boletín INIA N° 15

Este boletín fue editado por el Centro Regional de Investigación Quilamapu, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

Permitida su reproducción total o parcial, citando la fuente y editor.

Cita bibliográfica correcta:
Pérez C., Claudio; González U. Jorge (Eds.). 2001.
Diagnóstico sobre el estado de degradación del
recurso suelo en el país. Chillán, Chile.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
Boletín INIA N° 15, 194 p.

Diseño y diagramación:
Ricardo González Toro

Impresión:
Trama Impresores S.A.

Cantidad de ejemplares:
1000

Chillán, 2001.

Nota:
El presente estudio se realizó con fondos CONAMA
según contrato N° 16-22 - 009/99.
Esta publicación fue financiada con fondos de
CONAMA e INIA.

PRESENTACIÓN

La degradación de los recursos naturales, en particular el suelo de aptitud silvoagropecuaria, es una inquietud latente de larga data en el país, situación que ha ido adquiriendo cada vez mayor importancia debido a la creciente evidencia que relaciona estrechamente éste fenómeno con factores o condicionantes socioeconómicas, además de aquellos de orden geológico y climático.

Cualquier análisis respecto a la preocupación del país por estos temas debería necesariamente incluir dentro de sus conclusiones, que Chile ha ido consolidando una importante estructura legislativa y normativa respecto al tema medioambiental, la que involucra, de alguna forma, al suelo. Sin embargo, no posee explícitamente una Ley de Suelos, que incorpore, fusione y arbitre los derechos, deberes e intereses de los diversos actores de la sociedad que se relacionan en diferente grado con este recurso.

La presente publicación, es una muestra concreta de la preocupación del INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA) por armonizar de la mejor forma el uso productivo del recurso suelo y el imperativo técnico y ético de su conservación. Del mismo modo, constituye un aporte a la comunidad nacional, desde una perspectiva científica, basado en información cuidadosamente colectada, sistematizada y analizada, para enriquecer el debate del tema medioambiental. Esta publicación detalla el trabajo realizado por un equipo interdisciplinario de profesionales de diferentes Centros de Investigación del INIA, y contempla cuatro capítulos y dos anexos cartográficos. El primer capítulo hace una completa revisión y análisis sobre la situación de degradación del recurso suelo en Chile y el estado del arte respecto a la información existente. En el segundo capítulo, se analizan los principales problemas en materia de degradación de suelos en las trece regiones del país, en base a talleres regionales organizados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), en los cuáles participaron expertos del ámbito público y privado. En el capítulo tres, basándose en información existente, se analiza el problema de la erosión y su relación concreta con variables socioeconómicas como ruralidad, pobreza rural e ingreso rural; se entregan antecedentes del costo económico aproximado que representa para el país la erosión, por regiones, áreas agroecológicas y tipo de nutrientes; se presenta también el resultado económico de técnicas alternativas de producción conservacionista, propiciadas por INIA. El cuarto capítulo se refiere a las conclusiones del estudio. Finalmente, se presentan anexos cartográficos por regiones sobre la desertificación del país y mapas territoriales de la pobreza a nivel regional y comunal.

En último término deseo agradecer, particularmente, a la CONAMA por el apoyo financiero para realizar éste amplio estudio y su publicación, y a los profesionales del INIA, que con sus conocimientos y voluntad hicieron posible este trabajo. Con toda seguridad, esta publicación contribuirá a tomar mejores decisiones a agentes públicos y privados y a focalizar en forma más eficiente y justa los recursos del País en materias tendientes a frenar o mitigar la degradación del suelo, patrimonio de todos los chilenos.

Hernán Acuña Pommiez

Director INIA Quilamapu

Chillán, mayo de 2001.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción	7
Capítulo 1	11
Situación de los suelos en el país.	
Capítulo 2	37
Problemas regionales de degradación de suelos.	
Capítulo 3	53
Dimensión social y económica de la degradación de los suelos.	
Capítulo 4	91
Conclusiones, Recomendaciones y Propositiones.	
Capítulo 5	101
Glosario y Bibliografía.	
Capítulo 6	109
Anexo cartográfico.	



INTRODUCCIÓN

*“La Constitución asegura a todas las personas,
el derecho a vivir en un ambiente libre de
contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no se vea
afectado y tutelar la preservación de la naturaleza. La ley podrá
establecer restricciones específicas al
ejercicio de determinados derechos o libertades
para proteger el medio ambiente”.*

Constitución Política de la República de Chile, aprobada en 1980.

Capítulo III (De los Derechos y Deberes Constitucionales) Artículo 19 N° 8.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Ministerio de Agricultura (1995), la degradación natural de los suelos de un área está determinada por el equilibrio que existe entre los efectos degradantes del clima y la resistencia de éstos a la degradación. El uso agrícola de la tierra por el hombre altera este equilibrio, modifica la velocidad de los procesos de deterioro y provoca cambios en la naturaleza de los mismos. Por consiguiente, la degradación del suelo es un proceso dinámico y no el resultado estático de ciertas acciones degradantes de un sector determinado.

A pesar que la degradación de los recursos naturales tiene múltiples causas y orígenes, en la actualidad se considera a la erosión como uno de los principales agentes de degradación ambiental en las áreas agrícolas de la mayoría de los países del mundo. Uno de los aspectos que más contribuye a esta realidad, es el uso conflictivo entre la aptitud agrícola de los suelos y los manejos inadecuados a que éstos son sometidos (Merten *et al.* 2000). Esta condición es producto de una serie de factores que van desde razones culturales, hasta la ausencia de tecnologías apropiadas para el cultivo del suelo.

En nuestro país, la Constitución Política que nos rige, en el Artículo 19 N° 18 del Capítulo III, nos asegura el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación. Por otra parte, en el Artículo 39 de la Ley 19.300 sobre Bases del Medio Ambiente, se estipula que “la ley velará porque el uso del suelo se haga en forma racional, a fin de evitar su pérdida y degradación”. Por tal motivo, parece lógico demandar la implementación de las medidas necesarias, así como el cumplimiento de los cuerpos legales existentes, para que la contaminación por erosión, sedimentación y eutroficación, entre otros tipos de contaminación, sean prevenidos o debidamente penados en caso de producirse por un agente antrópico. Esto, por cuanto en Chile se reconoce que los procesos erosivos constituyen, desde el punto de vista ambiental y probablemente en términos socioeconómicos, el problema de mayor relevancia ambiental del sector silvoagropecuario (Francke 1999).

Para las condiciones agroecológicas y edáficas de Chile, las estimaciones llegan a un riesgo de erosión hídrica promedio de 47 toneladas por hectárea por año. La erosión eólica potencial tiene un valor promedio de 32 toneladas por hectárea por año (Saintraint *et al.* 1993). A grandes rasgos, los suelos del país se encuentran afectados en un 63% por procesos de desertificación y un 50% presenta procesos de erosión (Francke 1997). Estas cifras debieran ser de sumo preocupantes, por lo que el Estado debiera diseñar políticas eficaces para detener o mitigar este problema, que como se verá más adelante, es causado fundamentalmente por acción del hombre. Esto es importante, por cuanto en el caso de la erosión no sólo disminuye la calidad y capacidad productiva de la mayor parte de los suelos, sino que está asociada en muchas áreas a intensos procesos de desertificación y problemas de pobreza rural.

El uso conflictivo del suelo está asociado, en alguna medida, a la limitación de superficie disponible para los cultivos, y a la gran demanda de alimentos por parte de la población. En América Latina, estos problemas, además, están relacionados con cuestiones históricas de ocupación y tenencia de tierras. Al explotar la tierra desde un punto de vista silvoagropecuario, sin restricciones conservacionistas, se modifica al ecosistema incrementándose las pérdidas por escurrimiento superficial y reduciendo la capacidad de almacenamiento hídrico en el perfil. La cubierta vegetal protectora del suelo afecta las tasas de infiltración del agua de lluvia, y el desarrollo radicular condiciona la estructura de las partículas y poros del suelo, lo cual incide tanto en las tasas de infiltración como en las de retención (Universidad de Chile, 1997).

Desde un punto de vista económico, los procesos productivos junto con generar bienes y servicios, provocan efectos no deseados o externalidades negativas, las que al traspasar cierto umbral se transforman en problemas críticos, desencadenando procesos de erosión del suelo, reducción de fertilidad, erosión de cárcavas e inundaciones, reducción de los acuíferos y napas subterráneas, transporte de sedimentos y embancamiento de ríos y obras de riego, cambio en los cauces de los ríos y capacidad de embalse de tranques, impactos hidrológicos de diversa índole por deforestaciones, entre otros. Estas externalidades negativas deben ser internalizadas en evaluaciones sociales de proyectos que consideren la inversión en protección de cuencas hidrográficas, especialmente las interrelaciones entre los componentes de conservación de suelos y aguas (Francke 1997).

Por tal motivo es necesario que, con urgencia, se legisle efectivamente y se haga cumplir la normativa vigente, en cuanto a un uso sustentable de los recursos naturales, y del suelo en particular, con el fin de preservar este patrimonio para las generaciones futuras.

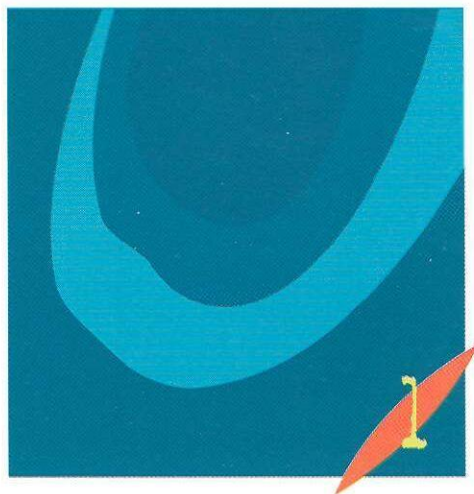
OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general del presente estudio es generar un documento que contribuya a sensibilizar a los actores políticos, sociales y a la opinión pública en general, respecto de la importancia y magnitud del deterioro de los suelos del país. Este estudio debiera servir de base para generar los consensos necesarios y tener mayores antecedentes para la elaboración una Ley de Conservación y Recuperación de Suelos.

Para cumplir dicho objetivo general se plantearon dos objetivos específicos:

- a) realizar un diagnóstico sobre el estado actual de degradación del suelo en el país en base a los estudios realizados a la fecha, y
- b) describir el impacto y las relaciones económicas y sociales que provoca la degradación de los suelos.

Como la degradación del recurso suelo es una problemática de dimensión nacional y debe ser enfocado desde diferentes perspectivas, es que se constituyó un equipo interdisciplinario de trabajo con profesionales de Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de diferentes Centros Regionales de Investigación que cubren todo el territorio nacional. Este grupo lo integran especialistas en ciencias del suelo, medio ambiente y economía agraria.



SITUACIÓN DE LOS SUELOS EN EL PAÍS

*"La conservación de los recursos naturales
renovables de Chile y su restauración es una tarea de
todos los chilenos, sin excepción, sin distinción de credos religiosos,
de convicciones políticas partidistas ni
de intereses económicos. Más allá de todo egoísmo, o sectarismo"*

(Elizalde, 1970)

1. Introducción

En Chile, la preocupación por el estado de degradación de los suelos no es nueva. Se han escrito muchos documentos al respecto y se han realizado catastros para cuantificar la magnitud del problema a lo largo de los años. Desgraciadamente, el principal problema detectado para la realización de este estudio fue que la información sobre la cuantificación de la situación de los suelos del país es algo antigua, y en muchos casos son estudio regionales que no cubren todo el país. De hecho, el único catastro sobre erosión a nivel nacional es el estudio “Fragilidad de los Ecosistemas Naturales de Chile” de IREN-CORFO, publicado en 1979. La mayor parte de los trabajos consultados, basan su análisis en las cifras del mencionado estudio, por lo tanto, la realidad actual podría ser diferente a la detectada hace más de 20 años. En este contexto, la realización de estudios para actualizar dichas cifras surge como una de las tareas prioritarias.

Por otro lado, al margen de la cuantificación de estado de los recursos naturales, falta hacer conciencia en la sociedad de lo que significa un uso irracional de los suelos. Sin duda que la creación de leyes para solucionar este problema es un paso muy importante, de hecho existen muchas leyes que tienen que ver con la problemática de la protección del medio ambiente y los recursos naturales, pero lo más importante es que dichos cuerpos legales puedan ser aplicados eficazmente para proteger un recurso que se agota día a día por la acción del hombre.

Entre varios textos escritos para sensibilizar sobre este tema, consideramos que hay algunos que merecen especial atención. Entre ellos están :

- a) “La Sobrevivencia de Chile”, de don Rafael Elizalde Mac-Clure publicado en 1970. El propósito de dicho texto, era el de exponer las informaciones técnicas que el Ministerio de Agricultura había reunido desde 1941. El resultado del texto fue un llamado de atención tanto a las autoridades gubernamentales, como al público en general de lo que significa el deterioro de los recursos naturales renovables del país.
- b) “Gestión Ambiental en Chile”, elaborado por el Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA) y un grupo interdisciplinario de profesionales encabezados por Julio Berdegué en 1992. Dicho estudio presenta un diagnóstico de los principales problemas ambientales que afectan a las grandes regiones ecológicas de Chile.
- c) “Plan Nacional de Conservación de Suelos”, publicado en 1994 por CONAMA – Ministerio de Agricultura. En este documento se presenta un completísimo perfil con los principales problemas ambientales que afectan al recurso suelo y un diagnóstico del estado de deterioro de éstos. Así también, en el capítulo 4, hace un diagnóstico de los aspectos jurídicos relacionados con la conservación de suelos en Chile, tanto en la recopilación de la normativa vigente, así como en las herramientas utilizadas para tales fines y la institucionalidad involucrada.
- d) “Sistema Medio Ambiental del Sector Silvoagropecuario. Marco General de la Política Ambiental”, publicado en 1994 y 1995 por el Ministerio de Agricultura. Como su nombre lo indica, entrega los lineamientos de la política ambiental en base a un completo diagnóstico de los problemas que enfrenta el sector silvoagropecuario.
- e) “Diagnóstico de la Desertificación en Chile”. Este trabajo, publicado en 1997, fue encomendado por la Corporación Nacional Forestal con fondos del Programa Conjunto FAO/PNUMA sobre Desertificación, a la Universidad de Chile. El libro refleja el estado de la desertificación en el país y propone un plan nacional de acción contra la desertificación.
- f) “Por un Chile sustentable. Propuesta ciudadana para el cambio” del Programa Chile Sustentable, publicado en 1999. Este documento recoge el pensamiento de connotados científicos, y como lo expresa la Sra. Adriana Hoffman, se plantea la sustentabilidad como marco de un nuevo desarrollo, equitativo en lo social, participativo en lo político y perdurable en lo ambiental, que implica nuevas opciones en la relación entre las comunidades y los ecosistemas, y en el uso del medio ambiente y los recursos naturales.

Para muchas personas y organismos está claro que el progreso de la agricultura depende de la calidad de su base de recursos naturales y, muy fundamentalmente, de su recurso suelo. La intervención humana para producir alimentos y fibras implica una alteración de las condiciones naturales del suelo. Sin embargo, no cabe duda de que se puede hacer agricultura de alto o bajo impacto sobre la calidad de los recursos que la sustentan. En distintas zonas del país, la agricultura ha causado y continúa causando el deterioro de los suelos, al punto, en algunos casos, de perderse cualquier opción de progreso y desarrollo (Berdegué *et al.* 1992).

Sin embargo, como se expresó anteriormente, la degradación del suelo es un proceso dinámico y no el resultado estático de ciertas acciones degradantes de un sector determinado, por lo tanto, la actividad silvoagropecuaria no es la única actividad que ha causado el deterioro de los suelos del país. Los centros urbanos, la minería, el turismo, y la industria constituyen origen directo e indirecto de numerosos problemas específicos de deterioro de los suelos, con el consiguiente perjuicio económico a quienes viven de la agricultura y en el medio rural. Los efectos de mediano y largo plazo son significativos y, en muchos casos, absolutos por ser irreparables y terminales (CIPMA, 1992). Desgraciadamente, la sociedad y los propios agricultores no tienen conciencia de la magnitud de los problemas que afectan a los suelos del país y del perjuicio que se causa año tras año. Las “reglas del juego” que guían a la agricultura no estimulan una visión de largo plazo que incentive la protección del suelo; por el contrario, no son pocas las señales de política y de mercado que favorecen un mayor deterioro del recurso (Berdegué *et al.* 1992).

También es necesario detenerse un minuto y analizar el escenario de economía globalizada en que nos desenvolvemos hoy en día. En el mundo desarrollado, una agricultura que tiene un efecto importante de depredación de los recursos naturales que la sustentan, será castigada por segmentos de consumidores, debilitando sus posibilidades de conquistar mercados en forma estable. El criterio de calidad medioambiental es hoy una variable importante que se considera en los principales mercados a los cuales se exportan los productos de la agricultura nacional. Ya son habituales términos como “dumping ecológico” o “dumping ambiental” para referirse a aquellos países productores que no internalizan en sus programas productivos el costo del impacto ambiental. Muchas de las normas y enfoques pueden ser cuestionables utilidades instrumentales de la preocupación ecológica de los consumidores, con fines proteccionistas; pero, a la vez, no cabe duda de que crecientemente ésta es una preocupación real y legítima por la preservación de los recursos naturales (Berdegué *et al.* 1992).

Varias organizaciones internacionales de investigación, agencias de planificación agrícola y de desarrollo se han preocupado de manera creciente en este tema, sin embargo, la solución del problema depende fundamentalmente de los gobiernos. Son éstos, a nivel nacional, regional, provincial y local los que tienen la necesidad urgente de crear una mayor conciencia en la población acerca del deterioro de los recursos de tierras y de su efecto negativo sobre la producción agrícola y la economía de sus países. Las causas de la degradación de suelos tienen su origen en factores socio-económicos, en la sobre-explotación de la capacidad de uso de las tierras y en prácticas de manejo de suelo y agua inadecuadas (Benites *et al.* 1994). En su máxima expresión el conflicto de uso de los recursos se evidencia en áreas degradadas a un nivel extremo como consecuencia de los imperativos que demanda la extrema pobreza en áreas rurales, donde la atomización de la propiedad ha forzado a las comunidades locales a sobreutilizar los recursos suelo-agua-vegetación, empleando por ejemplo, los terrenos forestales en usos agropecuarios o devastando la cubierta vegetal para satisfacer sus demandas dendroenergéticas (Francke, 1996).

1.2. Cuantificación de los suelos en el país

Antes de evaluar la situación de los suelos del país, es necesario cuantificarlos según la aptitud de uso de éstos. El Cuadro 1.1. muestra la distribución de la aptitud de los suelos en Chile según SAG-ODEPA (1968), mientras que el Cuadro 1.2. presenta esos datos desagregados por regiones. El Cuadro 1.3. por su parte presenta el uso actual de los suelos de Chile por regiones de acuerdo a CONAF-CONAMA (1999). Los Gráficos 1.1. y 1.2. representan estas cifras.

Desde el punto de vista silvo-agropecuario, hay que destacar dos aspectos muy importantes: descontando el territorio antártico y las posesiones insulares, sólo el 7% del territorio nacional es arable y los terrenos forestales suman

el 44% del territorio nacional. Estos dos antecedentes nos muestran que el manejo y la protección que se le dé al recurso suelo son fundamentales para el futuro desarrollo sustentable del sector.

Al tratar de comparar las cifras de uso actual versus el uso potencial de los suelos, se demuestra que tanto el sector agrícola, como el sector forestal estarían utilizando una superficie de suelos mayor de la que el uso potencial aconsejaría con esos fines. Así, mientras que el uso potencial establece 1.870.500, 11.810.900 y 11.778.500 hectáreas para cultivos, praderas y bosques, respectivamente; la realidad es que hoy se estarían usando 3.814.400, 20.529.700 y 15.637.200 hectáreas para los mismos fines. Esto hace que los manejos a que se sometan parte importante de esas tierras deben ser muy controlados, dado el latente peligro de degradación que ellos implica.

Del análisis de los datos presentados anteriormente, y considerando la orografía y la climatología de Chile, es posible señalar que los recursos naturales renovables del país son extremadamente frágiles. Como se analizará más adelante, el hecho de contar con lluvias intensas concentradas en el invierno y una fuerte gradiente entre la Cordillera de los Andes y el Océano Pacífico, hacen que los riesgos de erosión hídrica sean muy grandes. Si a ello se suman las malas prácticas de manejo de cultivos y del agua, se configura un importante potencial de erosión. Horta y Rodrigo (1978), citado por Berdegú (1992), estimaron que los sistemas de riego más comunes causan pérdidas de entre 10 y 56 toneladas de suelo por hectárea-año. Si se considera que, según Pimentel y Heichel (1991) también citado por Berdegú (1992), se requieren 200 años para regenerar una tonelada/ha/año de suelo (con un rango entre 80 y 400 años, dependiendo de las condiciones particulares), se puede comprender la magnitud del perjuicio causado al patrimonio nacional por malas prácticas de manejo o el uso inapropiado de los suelos.

Cuadro 1.1. Distribución de la Aptitud del Suelo en Chile, excluyendo el Territorio Antártico.

Suelos		Hectáreas
Arables	Terreno de cultivo	1.870.500
	Praderas de rotación	3.609.700
	<i>Subtotal</i>	5.480.200
Praderas	Praderas mejoradas	2.618.700
	Praderas naturales	5.580.600
	Praderas de rotación de tierras arables	3.609.700
	<i>Subtotal</i>	11.809.000
Terrenos Forestales	Terrenos forestales maderables	11.778.500
	Terrenos principalmente de montes y bosque de protección	22.000.000
	<i>Subtotal</i>	33.778.500
Terrenos Improductivos		24.635.200
TOTAL		75.702.900
Fuente: SAG-ODEPA. 1968. Potencialidad de los Suelos de Chile. Unidades de Uso Agrícola de los Suelos de Chile, entre las Provincias de Aconcagua y Chiloé. Plan de Desarrollo Agropecuario 1965-1980. Citado por Peralta 1995.		

Cuadro 1.2. Uso potencial de suelos en Chile (miles de has).

Regiones ¹	Superficie total	Cultivos	Praderas	Forestales ²	Tierras Improductivas ³
I	5.807.3	7.5	583.3	50.0	5.426.5
II	12.540.6	1.2	101.5	50.0	12.387.9
III	7.826.8	6.8	108.4	100.0	7.611.0
IV	3.964.7	47.6	1.074.5	165.1	2.677.5
V	1.498.9	85.3	411.1	352.2	650.6
RM	1.768.6	137.4	354.8	414.3	862.1
VI	1.543.3	154.7	349.9	520.2	518.5
VII	3.051.8	284.6	687.5	984.0	1.097.9
VIII	3.600.7	249.7	1.090.3	1.493.6	777.1
IX	3.247.2	381.6	1.057.0	1.277.5	531.1
X	7.292.8	508.9	1.388.0	2.912.6	2.303.2
XI	10.358.4	5.1	561.5	2.076.4	7.715.4
XII	13.203.4	-	3.942.3	1.382.6	7.868.5
Total	75.704.8	1.870.5	11.810.9	11.778.5	50.244.9
Nota: ¹ Como estos datos son previos a la regionalización del país, se sumaron las provincias que pertenecen a las actuales regiones. ² Forestales productivos ³ Incluidos los forestales de protección					
Fuente: SAG-ODEPA. 1968. Potencialidad de los Suelos de Chile. Unidades de Uso Agrícola de los Suelos de Chile, entre las Provincias de Aconcagua y Chiloé. Plan de Desarrollo Agropecuario 1965-1980. Citado por Peralta, 1995.					

Cuadro 1.3. Uso actual de los suelos de Chile según regiones (miles de has).

Región	Area urbana indust.	Tierras agrícolas	Praderas y matorrales	Bosques	Humedales	Areas sin vegetacion	Nieves y glaciares	Aguas continental	Area no reconoc.*	TOTAL
I	8.9	29.3	1.877.3	34.3	46.1	3.952.2	5.5	3.7	9.4	5.966.7
II	3.6	3.7	1.813.7	3.4	49.5	10.837.2	-	11.0	-	12.722.2
III	1.4	45.9	3.113.8	0	7.3	4.438.7	0	7.7	0	7.614.9
IV	2.0	165.1	3.152.3	3.5	16.5	723.7	0	5.7	0	4.068.7
V	28.0	184.2	955.9	160.5	2.7	223.3	46.6	4.9	0	1.603.1
RM	60.4	256.9	611.4	98.4	4.6	435.6	79.6	3.7	0	1.550.6
VI	12.2	432.5	593.8	220.2	2.9	264.8	98.5	8.5	0	1.633.6
VII	11.7	710.4	820.3	796.0	8.4	566.2	65.2	28.7	28.7	3.035.6
VIII	24.9	1.010.0	605.5	1.764.0	10.6	110.4	127.9	48.3	7.2	3.708.7
IX	10.7	955.1	711.9	1.287.5	23.1	62.4	76.7	54.8	0.3	3.182.7
X	13.2	17.8	1.783.6	3.820.5	74.5	234.1	372.0	329.5	36.2	6.680.9
XI	2.2	3.4	1.299.8	4.823.5	1.146.7	1.182.2	1.811.7	392.0	36.6	10.698.2
XII	3.0	0.07	3.190.7	2.625.5	3.105.2	1.696.7	1.965.8	328.1	281.3	13.196.4
Total	182.1	3.814.4	20.529.7	15.637.2	4.498.1	24.727.8	4.646.7	1.226.8	399.8	75.662.6

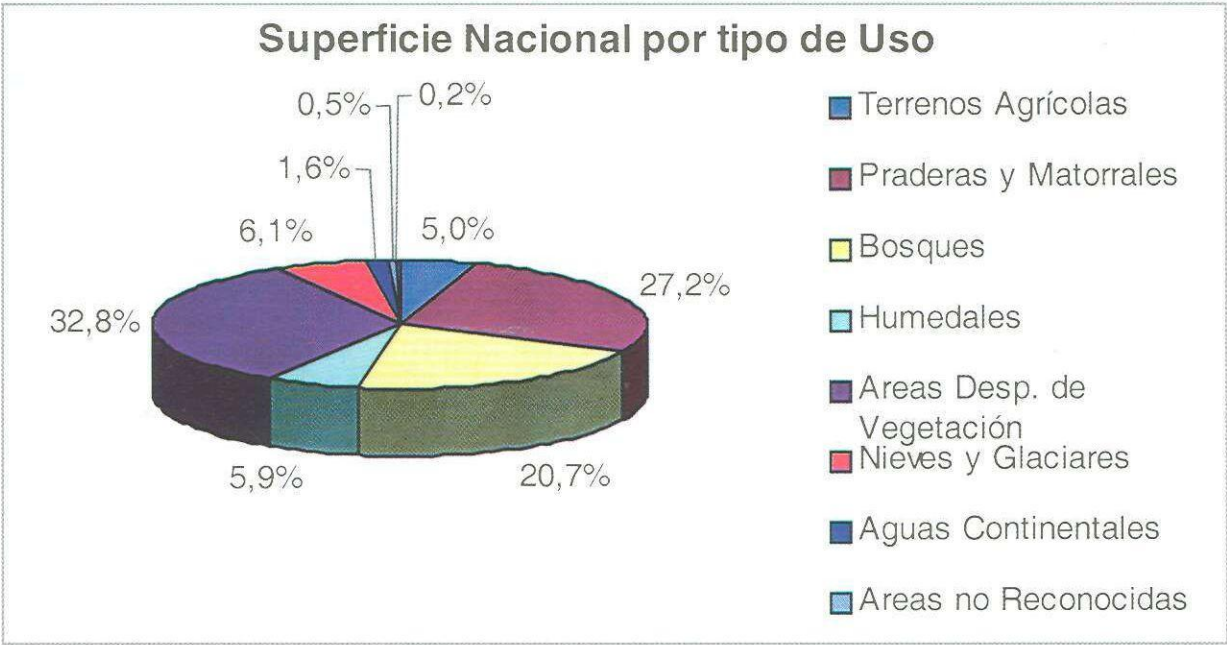
* Área sin cobertura fotográfica.

Fuente: CONAF-CONAMA. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile.

Gráfico 1.1. Distribución porcentual de la aptitud de los suelos de Chile.



Gráfico 1.2. Superficie nacional [75.662.561 ha] por tipo de uso. (Porcentajes).



Fuente: CONAF-CONAMA. 1999.

El Ministerio de Agricultura tiene una política ambiental y de recursos naturales del sector Silvoagropecuario cuyo objetivo es propender a la protección, manejo y uso racional de los recursos naturales renovables, con miras a un desarrollo sustentable del sector (Ministerio de Agricultura 1995). Respecto de los suelos con aptitud preferentemente forestal, que son aquellos que por condiciones de clima y suelo no deben ararse en forma permanente, excluyendo aquellos que sin sufrir degradación puedan ser utilizados en agricultura, fruticultura o ganadería intensiva, la CONAF tiene propuestas concretas sobre lineamientos de políticas para la ordenación de las cuencas hidrográficas y conservación de suelos (Francke 1996, 1997). Dichos lineamientos consideran el marco técnico, legal e institucional, así como los instrumentos operativos para su aplicación.

1.3. Causas de degradación del suelo

El suelo es un recurso natural renovable que constituye un patrimonio de la nación (Peralta 1995). El hombre necesita de este recurso para su sobrevivencia, ya que está asociado a las más importantes actividades productivas como la agricultura, la ganadería y la actividad forestal, que dependen directamente del substrato. Por lo anterior, el suelo debe ser conservado, mejorado y recuperado. El recurso suelo puede ser degradado, ya sea por la eliminación de sus constituyentes físicos como arena, limo, arcilla y materia orgánica, o por la modificación de sus cualidades físico-químicas como la pérdida de capacidad de retención de agua o el aumento de la densidad aparente, y con ello una baja en la retención de agua útil.

El ser humano es el principal causante de la degradación del medio ambiente. Desde el punto de vista agroforestal, la degradación del suelo puede definirse como: "Una disminución de su capacidad actual y potencial para producir alimentos y bienes de origen vegetal y animal, provocada por causas naturales y antrópicas. En términos más específicos, la degradación se refiere a "alteraciones" desfavorables, ya sean de naturaleza física-química o biológica, de una o más propiedades del suelo". Lamentablemente la mayor parte de las veces, debido a prácticas inadecuadas, la actividad humana acelera las tasas de degradación del suelo (CONAMA, 1994).

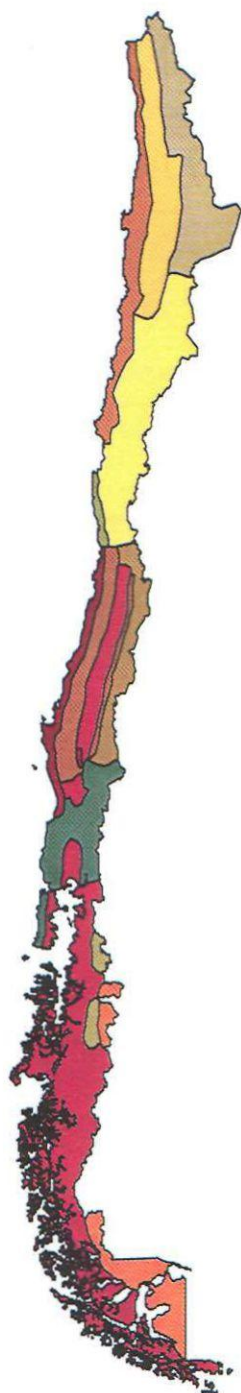
Otra definición es la adoptada a partir de una reunión consultiva especial sobre la evaluación de la desertificación convocada por el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente) en Nairobi el año 1993: "Por desertificación/degradación de la tierra se entiende, en el contexto de la evaluación, la degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas derivadas de los efectos negativos de actividades humanas. Con arreglo a ese concepto, la tierra incluye el suelo y los recursos hídricos locales, la superficie de la tierra y la vegetación o cultivos. La degradación entraña una reducción del potencial de recursos debido a un proceso o combinación de procesos que actúan sobre la tierra. Esos procesos incluyen la erosión hídrica, la erosión eólica, y la sedimentación por esos agentes, la reducción a largo plazo de la cantidad o diversidad de la vegetación natural, y la salinización y sodificación." (Universidad de Chile, 1997).

Interesante es destacar el hecho que ambas definiciones establecen claramente la responsabilidad que le cabe al ser humano en este proceso. Es necesario separar los términos desertificación y desertización. Ambos son fenómenos que se generan en los desiertos y que responden a causas naturales.

La Figura 1.1. muestra el mapa preliminar de áreas afectadas por procesos de desertificación en Chile, de acuerdo a la cuantificación realizada por Peralta (1978) para las diferentes macrozonas del país. Dicho mapa muestra que el 63.9% de la superficie del país estaría afectada por procesos de desertificación, y que éstos no sólo se presentan en la periferia de los desiertos, sino que es posible su presencia en áreas con mayores precipitaciones. Los resultados según macrozonas se presentan en el Cuadro 1.4.

Figura 1.1. Mapa preliminar de la desertificación en Chile.

MAPA PRELIMINAR DE LOS PROCESOS Y ÁREAS DE DESERTIFICACIÓN EN CHILE CONTINENTAL



LEYENDA

- Desierto con áreas regadas y oasis (10.800.000 ha.)
- Desertificación acelerada por tala, sobrepastoreo y utilización como leña (6.381.000 ha.)
- Desertificación acelerada por tala y empleo para leña (2.166.000 ha.)
- Fuerte erosión y degradación de la vegetación por tala, siembras, sobrepastoreo e intensa explotación minera. (10.359.000 ha.)
- Desertificación fuerte por siembras y sobrepastoreo, endurecimiento del suelo. (434.000 ha.)
- Grave erosión de zanjas por siembras continuas de cereales (4.679.100 ha.)
- Formación de dunas litorales y continentales (123.000 ha.)
- Aceleración del ciclo hidrológico por tala para carbón y leña, siembras ocasionales e incendios. (3.034.000 ha.)
- Área de posible riesgo de desertificación relacionado con procesos hidrológicos y degradación de la cubierta boscosa. (4.356.000 ha.)
- Área fuertemente erosionada por incendios y sobrepastoreo (1.096.200 ha.)
- Voladura de suelo en forma laminar, sin formación de medanos especialmente por sobrepastoreo. (4.906.000 ha.)
- Sin información

FUENTE : PERALTA, M. 1978.
PROCESOS Y ÁREAS DE DESERTIFICACIÓN
EN CHILE CONTINENTAL. MAPA PRELIMINAR.
CIENCIAS FORESTALES : 41-44.

500 0 500 1000 Kilómetros

Cuadro 1.4. Cuantificación de la superficie afectada por desertificación en Chile (has).

Macrozonas	Superficie afectada (ha)
Zona del desierto, con áreas regadas y oasis (I a III Región)	10.800.000
Desertificación acelerada por tala, sobrepastoreo y utilización para leña (altiplano y prealtiplano)	6.381.000
Desertificación acelerada por tala y empleo para leña (región costera de I a III Región)	2.166.000
Fuerte erosión y degradación de la vegetación por tala, siembras, sobrepastoreo e intensa explotación minera (comunidades del Norte Chico, IV Región)	10.359.000
Desertificación fuerte por siembras y sobrepastoreo con endurecimiento del suelo (costa de la V Región)	434.000
Grave erosión de zanjas por siembra continua de cereales (secano interior de Quillota a Cautín y franja premontaña de Los Andes desde Santiago a Los Angeles)	4.679.100
Formación de dunas litorales y continentales por erosión (Los Vilos a Valdivia IV a X Región)	123.000
Aceleración del ciclo hidrológico por tala para carbón y leña, siembras ocasionales e incendios (Precordillera V Región a Cautín-Chiloé X Región)	3.034.000
Area de posible riesgo de desertificación relacionado con procesos hidrológicos y degradación de cubierta boscosa (Cautín, Chiloé IX – X Región)	4.356.000
Area fuertemente erosionada por incendios y sobrepastoreo (Aysén XI Región)	1.096.200
Voladura de suelos en forma laminar, sin formación de médanos, especialmente por sobrepastoreo (Aysén Oriental y Magallanes Nororiental XI – XII Región)	4.906.000
TOTAL	48.334.300

Fuente: Peralta, 1978.

Recientemente CONAF (s/f) elaboró un mapa preliminar de la desertificación en Chile por comunas. El resultado de dicho estudio indica que 76 comunas (26%) están en un estado grave de desertificación. Mientras que 108 comunas (37%) están catalogadas en estado moderado y 86 y 20 comunas (30 y 7% respectivamente) están en las categorías de leve y no afectada, respectivamente. Estos resultados por regiones se presentan en el Cuadro 1.5.

Cuadro 1.5. Comunas afectadas por diversos grados de desertificación y su porcentaje con respecto de la categoría por región.

Regiones	Comunas Analizadas	CATEGORIAS							
		Grave		Moderada		Leve		No afectada	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
I	10	2	20.0	5	50.0	2	20.0	1	10.0
II	9	4	44.4	2	22.2	2	22.2	1	11.1
III	9	2	22.2	7	77.8	-	-	-	-
IV	15	8	53.3	6	40.0	1	6.7	-	-
V (*)	35	14	40.0	19	54.3	2	5.7	-	-
RM (*)	10	3	30.0	2	20.0	5	50.0	-	-
VI	33	3	9.1	10	30.3	8	24.2	12	36.4
VII	29	8	27.6	5	17.2	13	44.8	3	10.3
VIII	49	9	18.4	10	20.4	30	61.2	-	-
IX	30	11	36.7	14	46.7	5	16.7	-	-
X	42	1	2.4	23	54.8	18	42.9	-	-
XI	10	6	60.0	2	20.0	-	-	2	20.0
XII	9	5	55.6	3	33.3	-	-	1	11.1
Total	290	76		108		86		20	
%	100	26		37		30		7	
(*) No se incluyen comunas netamente urbanas: 2 en la V Región y 40 en la Región Metropolitana									

Fuente: Basado en las cifras de CONAF (s/f).

Un análisis por región, indica que la XI, XII y V regiones son las más afectadas por el proceso de desertificación, debido a que el 60.0, 55.6 y 53.3%, de sus comunas, respectivamente, están catalogadas con desertificación grave. En cuanto a la categoría de moderada, las regiones III, X y V tienen el 77.8, 54.8 y 54.3% de sus comunas, respectivamente.

Según Peralta (1995), son múltiples los factores que condicionan la degradación de los suelos. Entre los más importantes cabe mencionar:

- a) Relación con las condiciones climáticas. Las precipitaciones son uno de los elementos más importantes por presentar gran variabilidad inter e intra-anual en todo el país, unido a una tendencia a concentrarse en cortos períodos de tiempo, particularmente en invierno cuando el suelo presenta menor protección vegetal. La acción de la gota de agua sobre un suelo desnudo es lo que provoca el mayor daño. Unido a las pérdidas de suelo en toneladas por hectárea, las altas precipitaciones en esta época de año significa una pérdida de nutrientes al ser removidos de la zona radicular por lixiviación en el agua que percola a estratas profundas (Baker y Laflen, 1983), citado por Rodríguez *et al.* (2000).
- b) Relación con el relieve. Se estima que el 80% del territorio nacional está constituido por cerros y montañas, que hacen muy susceptible al país a la erosión de sus suelos, a no ser que se adopten efectivas medidas de manejo. La inclinación de las pendientes, la longitud, forma y exposición de las mismas, inciden directamente en el potencial de erosión de los suelos (Peralta, 1995).
- c) Relación con las características del suelo. Las propiedades físicas y químicas de los suelos hacen que algunos sean más susceptibles que otros a la erosión, entre los que cabe mencionar a los suelos derivados de material granítico y terrazas marinas en la costa, y los suelos rojos derivados de tobas, cenizas volcánicas antiguas y materiales morrénicos. Las propiedades físicas como textura, estructura, permeabilidad y dispersión influyen en el comportamiento del suelo. Entre las propiedades químicas destaca la influencia de la materia orgánica que, al favorecer la agregación, mejora la estructura y ofrece mayor resistencia a la dispersión de partículas (Peralta, 1995).
- d) Relación con el tipo de material de origen. Los suelos derivados de rocas ígneas y metamórficas presentan una mayor susceptibilidad a la erosión. Por el contrario, los derivados de materiales sedimentarios no presentan signos aparentes de erosión, por estar en posición de terraza marina y por poseer texturas livianas y muy permeables (Peralta, 1995).
- e) Relación con los usos del suelo. El uso al que se somete el suelo incide directamente sobre su degradación, influyendo en la acción erosiva tanto de la gota de agua de lluvia como del agua de escurrimiento. Actualmente, la disminución de la superficie cultivable por pérdida de fertilidad, erosión, salinización, urbanización, y otros procesos, ha ido creciendo en importancia (Peralta, 1995).

Otros factores importantes de considerar en la degradación del suelo son el sobrepastoreo, la deforestación, los incendios forestales y las quemadas agrícolas y forestales. Normalmente, la gran mayoría de las veces, es el hombre el causante de estas acciones. El factor común en todos estos casos es la pérdida de la cubierta vegetal que deja expuesto al suelo a la acción de la lluvia y el viento causando erosión hídrica y eólica. Tanto en el altiplano, como en la Patagonia se han producido importantes pérdidas patrimoniales por estos fenómenos.

A continuación se presentan, en el Cuadro 1.6. los factores y causas más comunes de degradación del suelo por erosión en las grandes regiones naturales del país.

Cuadro 1.6. Factores y causas más comunes de degradación del suelo por erosión en las grandes regiones naturales del país.

GRANDES REGIONES NATURALES	TIPOS DE EROSION	FACTORES Y CAUSAS MAS COMUNES, NATURALES Y ANTROPICAS
NORTE GRANDE Y CHICO: I a III Regiones; Cordones y estribaciones Andinas en IV Región	• Eólica • Hídrica en zona altiplánica (invierno altiplánico) • Geológica en cordillera y sierras	• Topografía de montaña, pendientes, fuertes • Suelos erosionables (texturas, livianas, agregación débil) • Sobreutilización de praderas, recursos cespitosos y arbustivos • Aumento de población ganadera (camélidos, caprinos, ovinos) Ingresos/superficie predial insuficientes.
CORDILLERA DE LA COSTA Y PLANICIES a) IV Región b) V a VIII Regiones c) IX – X Regiones	• Hídrica y eólica • Formación de dunas litorales	• Topografía de cerros y lomajes • Suelos fácilmente erosionables (permeabilidad lenta, sustrato granítico frágil) • Tala de matorral semidesértico (leña y carbón) • Sobreutilización de praderas, aumento de población ganadera • Cultivo deambulante de cereales en suelos no arables • Ingresos/superficie predial insuficientes
	• Hídrica • Eólica en sector costero • Formación de dunas litorales	• Topografía de cerros y lomajes • Veranos secos y calurosos, inviernos lluviosos • Suelos fácilmente erosionables (permeabilidad lenta, sustrato granítico frágil) • Tala de bosque esclerófilo (leña y carbón) • Algunas actividades forestales productivas • Incendios y quemas forestales, de pastizales y rastrojos agrícolas • Sobreutilización de la pradera • Cultivo deambulante de cereales en suelos no arables Ingresos/superficie predial insuficientes
	• Hídrica • Eólica en sector costero	• Topografía de cerros y lomajes • Explotación indiscriminada del bosque nativo • Habilitación de suelos de aptitud forestal para agricultura y ganadería (tala rasa, quema).
PRECORDILLERA ANDINA a) V Región y Región Metropolitana b) VI a X Regiones (trumaos)	• Hídrica	• Topografía de cerros, pendientes fuertes • Suelos erosionables (delgados sobre roca) • Tala de matorral y de bosque esclerófilo andino (leña y carbón) • Incendios y quemas de matorrales y pastizales
	• Hídrica y eólica	• Topografía de lomajes ondulados/inclinados • Tala de bosque mesofíticos e hidrofitico • Quema de rastrojos • Cultivos anuales en suelos no arables • Barbecho descubierto, labranza/siembra en sentido de la pendiente.

Cuadro 1.6. Continuación.

GRANDES REGIONES NATURALES	TIPOS DE EROSION	FACTORES Y CAUSAS COMUNES, NATURALES Y ANTROPICAS
CORDILLERA ANDINA/VOLCANICA CERROS Y LOMAJES DEL LLANO CENTRAL, V a X Regiones.	• Hídrica y geológica • Hídrica	• Región escasamente estudiada • Topografía de cerros, lomajes ondulados • Suelos fácilmente erosionables en VIII, IX, X Regiones (permeabilidad lenta) • Tala de bosque esclerófilo y mesofítico (leña y carbón) • Quema de rastrojos y matorrales • Barbecho descubierto, labranza/siembra en sentido de la pendiente • Cultivo de cereales en suelos no arables
PATAGONIA, Parte Sur X, XI y XII Regiones	• Hídrica y eólica	• Cordillera con cumbres escarpadas y mesetas, muy desecada en sector occidental • Alta precipitación en la cordillera, intensos vientos en la estepa patagónica • Suelos erosionables en estepa patagónica (texturas livianas, agregación débil) • Sobreutilización de la pradera • Explotación indiscriminada del bosque nativo • Habilitación de suelos de aptitud forestal para uso ganadero (tala, quema)

Fuente: Jaime Espinoza Q., División de Protección de los Recursos Naturales renovables, Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura. Citado por CONAMA, 1994.

En Chile, la erosión es uno de los principales procesos de degradación del suelo. Del cuadro anterior se puede señalar que la erosión hídrica y eólica son las más relevantes, mientras que la erosión geológica se sitúa a continuación. Un completo diagnóstico a escala de grandes regiones ecológica se puede encontrar en Berdegué (1992).

Una cuantificación de estos problemas se presenta en el Cuadro 1.7. destacándose que la erosión hídrica y eólica son el principal problema de degradación de suelo en el país.

Cuadro 1.7. Síntesis de los problemas de degradación de suelos a escala de grandes regiones ecológicas.

REGION ECOLOGICA	TIPO DE DEGRADACION
Altiplano	▪ Salinización y secamiento de bodefales (5.000 ha). ▪ Erosión eólica e hídrica (500.000 ha).
Desierto	▪ Erosión eólica (4.000.000 ha). ▪ Contaminación con metales pesados
Norte chico	▪ Salinización (15.000 ha).
Secano Costero Norte	▪ Erosión (2.100.000 ha). ▪ Dunas (35.000 ha).
Secano Costero Sur	▪ Erosión (1.000.000 ha). ▪ Dunas (38.000 ha).
Valle Central	▪ Pérdida de suelos por expansión urbana (>1.500 ha/año). ▪ Contaminación biológica, industrial, minera, urbana en todas las cuencas del Llano Central. ▪ Sedimentación. ▪ Erosión por mal riego (10-56 ton/ha/año).
Precordillera Andina	▪ Erosión (3.000.000 ha).
XI Región	▪ Erosión (3.000.000 ha).
Patagonia	▪ Erosión (3.000.000 ha).

Fuente: CIPMA, 1992. Gestión Ambiental en Chile.

1.4. Erosión de los suelos

La erosión se define como “el arrastre del suelo productivo por efecto del agua o del viento, desde su origen, a esteros, ríos y mares u otros lugares, transformándolos en sustancia inerte, sin utilidad alguna y provocando daños por embancamiento de ríos y puertos, formación de dunas, sedimentación de tranques, etc.” Elizalde, (1970).

Desde un punto de vista histórico, no es aventurado afirmar que probablemente más civilizaciones y culturas han desaparecido por el castigo infringido por los hombres a su propia tierra que por el de invasores extranjeros en guerras de exterminio, (Elizalde 1970). En el caso de Chile, puede decirse que la erosión acelerada del recurso suelo, se inicia poco después de la llegada de los conquistadores españoles. En la habilitación de tierras para el cultivo, agricultores y colonos realizaron desaprensivamente roces a fuego a lo largo del país y de los años. En este afán no se trató de evitar que el fuego avanzara descontroladamente sobre áreas de relieve escabroso o laderas de pendientes abruptas. Las laderas más suaves se podían, efectivamente, destinar al uso agrícola, pero en los sectores de topografía más accidentada, el cultivo desencadenó violentos procesos erosivos, con la destrucción, en pocos años, de suelo de exclusivo potencial forestal (Peña, 1994).

Existen diferentes tipos de erosión:

- Geológica**, que se refiere a un proceso de desgaste de la superficie terrestre, provocada por la acción de las fuerzas de la naturaleza. Por lo tanto es un fenómeno normal en la naturaleza.
- Hídrica**, es causada por la acción de la energía cinética de las gotas de lluvia al impactar una superficie de terreno desnudo, o insuficientemente protegida por la vegetación. Esta acción separa las partículas de los agregados del suelo, las que posteriormente son arrastradas por el escurrimiento superficial de las aguas. Este flujo precanalizado que se produce en toda la superficie del terreno, no tiene energía suficiente para separar partículas, pero es un activo agente de transporte de los materiales salpicados por el impacto de las gotas de lluvias. La importancia del efecto de las gotas se puede deducir del hecho que son capaces de dispersar partículas a distancias de 150 cm del punto del impacto y levantarlas a alturas de 60 cm. (Peña, 1994). La erosión hídrica a su vez se puede clasificar en:

- Erosión de impacto y flujo precanalizado (antes denominada erosión de manto).
- Erosión de zanjas o cárcavas
- Erosión de ribera.

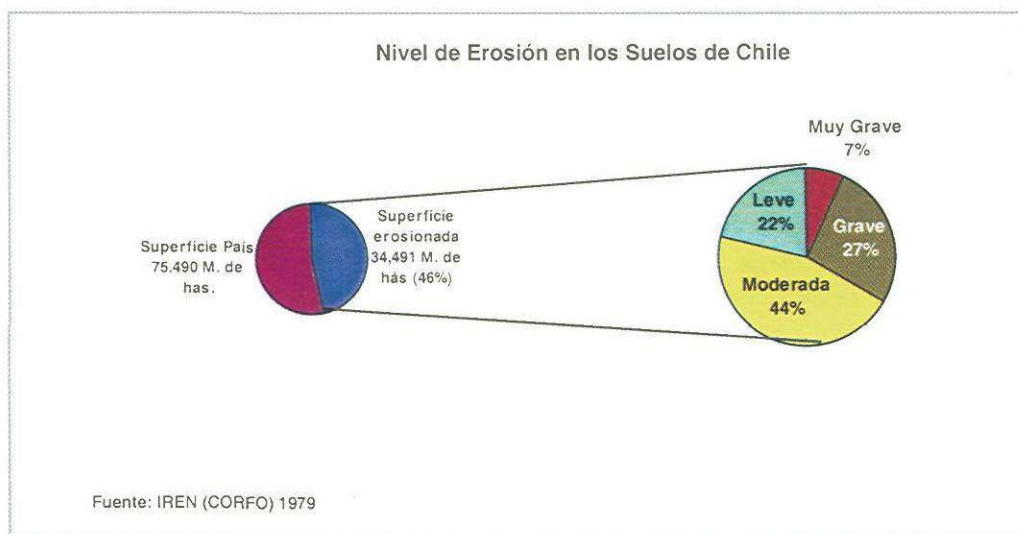
c) **Eólica**, consiste en movimientos de tierra promovidos por los vientos que son comunes en las praderas sobrepastoreadas.

En cuanto a la cuantificación de este problema de la erosión en Chile, el único estudio que hasta el momento cubre la mayor parte del territorio continental de Chile, fue realizado en 1979 por el Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN), hoy CIREN, titulado "Fragilidad de los ecosistemas naturales de Chile", que fue realizado con el propósito de establecer la situación del recurso suelo y vegetación en lo que se refiere a la degradación progresiva del territorio nacional para formular un pre-diagnóstico de la situación de la erosión de los suelos (Espinoza *et al.* 1994).

La metodología se basó en el análisis de imágenes satelitales Landsat, que delimitaron a escala 1:500.000, unidades homogéneas en cuanto a morfología, clima, cobertura vegetal, y uso actual. Sobre esa base se delimitaron diversos niveles de erosión, indistintamente de los factores y de la mecánica que caracterizan a los diferentes procesos erosivos, como así mismo sin discriminar si éstos son activos o están en vías de estabilizarse (Universidad de Chile, 1997). Dicho estudio cuenta con más de 20 años de antigüedad, por lo que sería aconsejable una actualización del mismo, para cuantificar los avances que este problema ha tenido hasta hoy.

El estudio abarcó un rango de 34.490.753 ha del Territorio Continental Chileno, comprendidos entre la I y la XII regiones, y entre la línea de la costa y los relieves altos de la Cordillera Andina, exceptuando algunas áreas importantes de ecosistemas montañosos, desérticos y archipiélagos, en atención a su falta o escaso poblamiento y su marginación desde el punto de vista económico, exceptuando algunas actividades mineras localizadas (IREN, 1979). La Figura 1.2. y el Cuadro 1.8. presenta los niveles de erosión de los suelos de Chile.

Figura 1.2. Nivel de erosión de los suelos de Chile.



De acuerdo a este estudio, el 78.5% (27.081.168 ha) se encontraba en las categorías más críticas. El 6.9% correspondía a erosión con nivel muy grave, el 26.5% se consideraba grave, y el 45.1 como erosión moderada. Sólo el 21.5% fue catalogado como erosión leve (IREN, 1979).

De los suelos de secano, alrededor de 2,4 millones están erosionados en forma muy grave; 9,2 millones por procesos erosivos graves; 15,5 millones exhiben daños moderados; y 7,4 millones están afectados levemente. Aproximadamente, 27 millones de ha del total de la superficie estudiada están degradadas por procesos muy graves a moderados de erosión hídrica o eólica.

Cuadro 1.8. Nivel de erosión de los suelos de Chile (miles de hectáreas).

REGION (superficie)		AREA ESTUDIADA	AREA DE EXTREMA FRAGILIDAD	MUY GRAVE	GRAVE	MODERADA	LEVE	% REGIONAL EROSIONADO
I Tarapacá	(5.807.2)	2.539.0	1.177.0	38.7	1.027.4	1.116.1	356.8	43
II Antofagasta	(12.530.6)	2.681.6	1.468.3	-	1.435.2	1.120.1	126.3	21
III Atacama	(7.826.8)	2.648.1	2.572.5	1.056.2	152.2	809.3	630.4	35
IV Coquimbo	(3.964.7)	3.459.6	2.944.8	-	654.3	1.425.7	1.379.6	85
V Valparaíso	(1.637.8)	893.7	274.4	51.1	231.8	146.8	464.0	55
Metropolitana	(1.578.2)	558.9	407.9	407.5	387.8	58.8	17.1	36
VI O'Higgins	(1.595.0)	973.4	289.2	188.4	554.4	210.4	20.0	61
VII Maule	(3.051.8)	1.538.0	448.1	152.4	662.4	686.6	36.6	51
VIII Bío-Bío	(3.600.7)	2.362.1	128.5	175.7	818.5	1.167.5	200.4	66
IX Araucanía	(3.247.2)	2.478.1	494.6	65.8	809.4	1.533.3	69.6	76
X Los Lagos	(6.903.9)	4.846.1	902.2	401.9	620.9	1.628.4	2.194.9	66
XI Aysén	(10.715.3)	4.624.5	506.4	145.2	909.9	2.179.5	1.389.9	45
XII Magallanes	(11.231.0)	4.887.7	422.5	-	900.0	3.463.5	524.2	37
TOTAL	75.490.6	34.490.8	12.036.0	2.370.6	9.164.2	15.546.2	7.409.8	46
PORCENTAJE		100.0	34.9	6.9	26.6	45.0	21.5	-

Fuente: Fragilidad de los Ecosistemas Naturales de Chile, Instituto Nacional de Recursos Naturales (CIREN), Corfo, Santiago. 1979.

Los problemas más importantes de degradación por erosión se encuentran en la zona altiplánica; cordones y sierras andinas en el Norte Chico; Cordillera de la Costa; particularmente entre Valparaíso y Concepción; parte de la precordillera andina en la zona centro-sur; lomajes del Llano Central Longitudinal al Sur del río Ñuble y en la Estepa Patagónica (Ministerio de Agricultura 1995).

En las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, alrededor del 47% (3,7 millones de ha) del área estudiada exhibe severos daños por erosión y no menos de 39% (3,0 millones de ha) está afectada en forma moderada. En la Región de Coquimbo predominan los procesos moderado y graves de erosión, los que afectan a un 60% (2,1 millones de ha) de la zona.

La Cordillera de la Costa es una de la regiones naturales del país más afectadas por erosión, en particular el tramo comprendido entre la V y VIII Región. En este sector alrededor de un 63% (2 millones de ha) está fuertemente erosionado. En cambio la intensidad de la degradación disminuye notablemente en el tramo correspondiente a la IX y X Región. Es así como menos de un 25% (0,5 millones de ha) de esta área está severamente dañada.

Casi la totalidad de los cerros y lomajes del Llano Central, especialmente los comprendidos entre las regiones VIII y X están degradados por procesos erosivos de diversa intensidad. Alrededor de un 64% (2,2 millones de ha) del área exhibe daños moderados o severos en algunos sectores (Ministerio de Agricultura 1995).

El estudio más detallado sobre erosión para una región en particular fue realizado en la XII Región por INIA (Cruz y Lara 1987). Sobre una superficie de 3.525.525 ha del área de uso agropecuario de la región, se determinó que un 82,4% de la superficie sufría de algún grado de erosión, de la cual un 1,9% correspondía a erosión geológica y el 80,5% restante a erosión antropogénica. El 25,2% de la superficie estudiada presentaba erosión ligera, mientras que un 56,6% mostraba erosión moderada a severa. El Cuadro 1.9. muestra los tipos y grados de erosión por provincia y total de la región. La provincia de Tierra de Fuego presenta la mayor superficie erosionada (43.4%), seguido por Magallanes (40.4%) y Última Esperanza con un 16.2%. En todo caso esta provincia presenta el porcentaje más alto de erosión geológica, 92.3% del área estudiada.

Cuadro 1.9. Tipos y grados de erosión por provincia y total del área de uso agropecuario de la XII Región.

Tipos y Grados de Erosión	Superficie Por Provincia y Total							
	U. Esperanza		Magallanes		T. del Fuego		TOTAL	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Erosión Geológica	62.645	92.3	3.400	5.0	1.800	2.7	67.845	1.9
Erosión Antropogénica	407.914	14.4	1.170.356	41.3	1.257.875	44.3	2.836.145	80.5
E. No Aparente	131.900	26.3	154.197	30.8	215.233	42.9	501.330	14.2
E. Ligera	94.213	10.6	328.196	37.0	464.875	52.4	887.284	25.2
E. Moderada	172.476	13.9	544.794	43.9	523.125	42.2	1.240.395	35.2
E. Severa	137.604	20.1	289.616	42.4	256.675	37.5	683.895	19.4
E. Muy Severa	3.621	38.2	1.850	19.6	4.000	42.2	9.471	0.3
Denudación Eólica	---	---	1.100	55.0	900	45.0	2.000	0.0
Dunas	---	---	4.800	36.6	8.300	63.4	13.100	0.4
Erosión Total	470.559	16.2	1.173.756	40.4	1.259.675	43.4	2.903.990	82.4
Aguas Continentales	54.645	46.2	23.191	19.6	40.385	34.2	118.221	3.4
Áreas Urbanas	198	10.0	1.586	79.9	200	10.1	1.984	0.0
Total Área de Estudio	657.302	18.6	1.352.730	38.4	1.515.493	43.0	3.525.525	100.0

Fuente: Cruz y Lara 1987.

Por su parte la Intendencia de la XII Región, como parte de la estrategia de desarrollo regional, encargó en 1994 el estudio "Diagnóstico de los Recursos Naturales y Humanos XII Región. Construcción de un Sistema de Información Geográfico", como parte del proyecto Sistema de Información Geográfica para la Gestión Regional y local, SIGREL. Parte de dicho estudio fue la cuantificación del grado de erosión, tipo de erosión, origen de la erosión y las pérdidas de suelos de la región. La cuantificación de las superficies involucradas en cada caso se muestra en el Cuadro 1.10.

En general la información entregada por este estudio no difiere mayormente del trabajo de Cruz y Lara (1987). El 96.33 del área estudiada con información presenta erosión de origen antropogénico. Un 46.7% del suelo presenta hasta un 10% de suelo desnudo, mientras que un 50.6% del área estudiada presenta entre un 20 a un 60% de suelo desnudo. En cuanto al grado de erosión, un 56.4% de la superficie es calificada como erosión ligera y moderada, mientras que el 17.3% sufre de erosión severa.

Los resultados presentados para el problema de la erosión son, tanto para la XII Región como para el total del país, en general, alarmantes por cuanto el hombre sigue interviniendo los ecosistemas sin ejecutar prácticas de manejo conservacionistas, lo cual redundará en un agravamiento del problema en el mediano plazo.

Cuadro 1.10. Superficie (hectáreas) y porcentaje que representa sobre la superficie con información para los mapas de Origen de Erosión, Pérdida de Suelos, Tipo de Erosión y Grado de Erosión, según leyenda.

Leyenda	Sup(ha)	%
Origen de la Erosión		
Producida por acción del viento	15.589	0,43
Producida por fenómenos naturales	46.203	1,27
Producida por acción del hombre	3.510.186	96,33
Sin información	1.012.096	
Aguas continentales	68.670	1,88
Areas Urbanas	3.097	0,08
Total	4.655.841	
Total sobre superficie con información	3.643.745	100,00
Pérdida de Suelos		
10% de suelo desnudo	847.052	23,55
10-20% de suelos desnudos	832.017	23,13
20-40% de suelos desnudos	1.198.194	33,31
40-60% de suelos desnudos	622.830	17,31
Mayor a 60% de suelos desnudos	10.093	0,28
Casi la totalidad del terreno por acción del viento	1.959	0,05
Cuerpo estabilizado	7.391	0,21
Lugares donde se acumulan partículas arrastradas por el viento en proceso activo de ocurrencia	92	0,00
Lugares donde se acumulan partículas arrastradas por el viento en proceso semiactivo de ocurrencia	6.148	0,17
Sin información	1.058.298	1,91
Aguas Continentales	68.670	0,09
Areas Urbanas	3.097	
Total	4.655.841	100,00
Total sobre superficie con información	3.597.543	
Tipo de Erosión		
Antropogénica	3.510.186	96,33
Eólica	15.589	0,43
Geológica	46.203	1,27
Sin Información	1.012.096	
Aguas Continentales	68.670	1,88
Areas Urbanas	3.097	0,08
Total	4.655.841	
Total sobre superficie con información	3.643.745	100,00
Grado de Erosión		
Denudación	1.959	0,05
Dunas Activas	92	0,00
Dunas Estabilizadas	7.391	0,21
Dunas Semiactivas	6.184	0,17
Erosión Ligera	832.017	23,13
Erosión Moderada	1.198.194	33,31
Erosión Muy Severa	10.093	0,28
Erosión Aparente	847.052	23,55
Erosión Severa	622.830	17,31
Sin Información	1.058.262	
Aguas Continentales	68.670	1,91
Areas Urbanas	3.097	0,09
Total	4.655.841	
Total sobre superficie con información	3.597.579	100,00

1.5. Erosión hídrica

Este tipo de erosión es la principal causa de degradación de los suelos en Chile. Debido a la conformación geográfica, y al régimen pluviométrico que tiene Chile, la erosión hídrica, es una de las formas más importantes de degradación del suelo. El hecho que un gran porcentaje de las lluvias precipiten en invierno, cuando el suelo está descubierto, unido a malas prácticas de manejo agronómico y de riego, hacen que el agua junto al hombre se combinen negativamente para provocar importantes daños erosivos.

Algunas medidas para mitigar este flagelo, es la práctica del cultivo en fajas, terrazas o en contorno, con el fin de evitar las pendientes excesivas y así aminorar el efecto del arrastre del agua.

Beasley (1972) citado por Peña (1994), determinó importantes efectos de disminución de la erosión al reducir las pendientes del cultivo con la práctica del cultivo en contorno. El Cuadro 1.11. muestra los porcentaje de disminución de las pérdidas de suelo para diferentes pendientes cultivadas en contorno.

Cuadro 1.11. Porcentaje de disminución de las pérdidas de suelo para diferentes pendientes cultivadas en contorno.

Pendientes (%)	Disminución de la erosión (%)	Longitud máxima de ladera (m)
2- 7	50	100 (*)
7-12	40	60
12-18	20	24
18-24	10	18
(*) En suelos manejados con técnicas agronómicas apropiadas, es posible llevar este valor a 120 m.		

Fuente: Beasey (1972) citado por Peña (1994).

3.6. Erosión eólica

Este tipo de erosión es particularmente importante en los sectores costeros y en la Patagonia, dominada por fuertes vientos durante los períodos de primavera-verano. La presencia de terrenos planos, o ligeramente inclinados ayudan en forma importante con este fenómeno. En Chile Central, este tipo de erosión a contribuido de manera significativa con el embancamiento de puertos, y ha hecho disminuir la navegabilidad de los ríos, desde el Maipo al sur (Peralta, 1995).

En cuanto el estudio de las dunas, se puede citar el trabajo de IREN-CORFO (1966), Inventario de Dunas de Chile. El área estudiada se situó entre Punta de Teatinos, vecina a la ciudad de La Serena, hasta el Canal de Chacao (29°48' - 41°50' Latitud Sur.) Los resultados del estudio se resumen en el Cuadro 1.12.

El Gráfico 1.3. señala la participación porcentual de las diferentes regiones sobre el total de la superficie cubierta con dunas en el país. Así por ejemplo, se puede establecer que de la superficie total de dunas que tenía el país, el 70% se encontraba en la VIII Región. Esto coincide con otros parámetros que la señalan como una de las regiones con los recursos naturales más degradados del país.

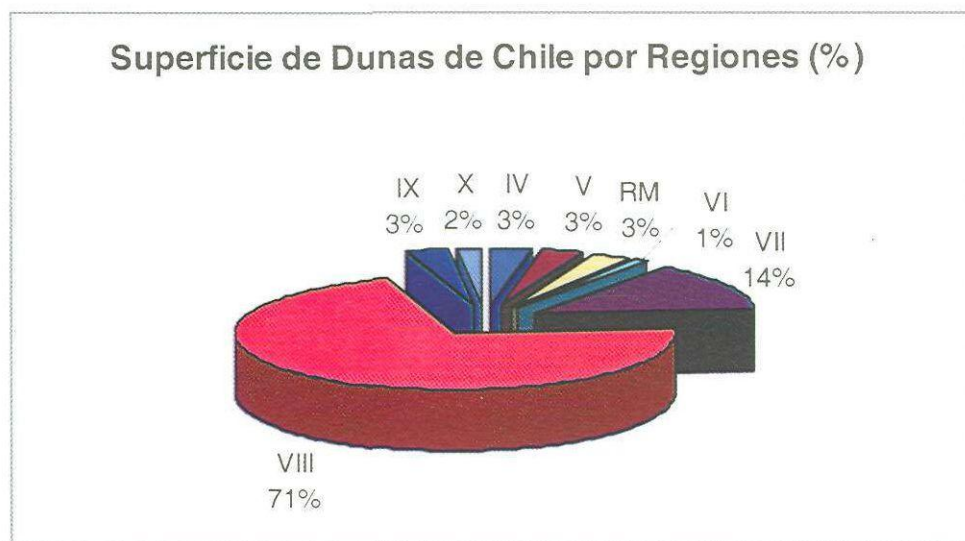
Los sectores de litoral son más afectados por este tipo de erosión que los sectores interiores. Dentro de la zona con mayor aptitud agrícola del país, la VII y VIII regiones son las más afectadas con este fenómeno, tanto en su expresión en el litoral como en el interior, comprometiendo un 13,67 y un 70.06 % de su superficie, respectivamente.

Cuadro 1.12. Superficie de dunas de Chile, por regiones.

Región	Dunas				Total	
	Litorales		Interiores			
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
I	-	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-	-
III	-	-	-	-	-	-
IV	4.248.6	5.71	-	-	4.248.6	3.24
V	3.370.4	4.53	-	-	3.371.4	2.57
R.M.	4.365.9	5.86	119.2	0.21	4.485.1	3.42
VI	1.944.9	2.61	-	-	1.944.9	1.49
VII	17.871.1	24.01	38.0	0.07	17.909.1	13.67
VIII	35.488.5	47.68	56.296.7	99.50	91.785.2	70.06
IX	4.133.5	5.55	124.4	0.22	4.257.9	3.25
X	3.015.1	4.05	-	-	3.015.1	2.30
XI	-	-	-	-	-	-
XII	-	-	-	-	-	-
Total	74.438.0	100.00	56.578.3	100.00	131.016.3	100.00

Fuente: IREN-CORFO 1966. Inventarios de dunas en Chile. Publicación N°4.

Gráfico 1.3. Superficie de dunas en Chile (%) por regiones.



1.7. Problemas de drenaje y salinidad

Los problemas de drenaje afectan principalmente a la zona más productiva de la zonas centro y sur de Chile. Según Peralta (1995), los suelos que presentan drenaje deficiente ocupan alrededor de un millón de hectáreas en el llano central y valles transversales, entre la I y la X Región. Un 35% de esta superficie correspondería a suelos bajo riego. En la zona sur, la intensidad del problema depende en gran medida de la cantidad y distribución de las precipitaciones. Mientras que en la zona central, el problema se debe a un manejo ineficiente del riego. El Cuadro 1.13. presenta la situación por regiones.

La salinización y alcalinización por su parte, es un problema en la zona norte del país. En la primera se acumulan grandes cantidades de sales solubles en el perfil del suelo, cloruros y sulfatos principalmente. La alcalinización se debe a la acumulación de sales insolubles, principalmente carbonato de sodio, que afectan fuertemente las cualidades de los suelos, especialmente la permeabilidad. Este problema se presenta especialmente en áreas deprimidas de las zonas áridas y semiáridas (Peralta, 1995). Este problema se encuentra localizado en los valles y oasis regados de la zona de Tarapacá, Antofagasta y Atacama; en algunos sectores de las comunas de La Serena y Coquimbo, como así mismo en las cercanías del curso inferior del río Limarí, IV Región, y en las comunas de Colina, Lampa y Pudahuel, Región Metropolitana. Se estima que existen alrededor de 34 mil ha de suelos degradados por estas limitaciones (Universidad de Chile 1997).

Cuadro 1.13. Distribución de suelos con problemas de drenaje y salinidad (miles de hectáreas).

Región	Superficie	Area Estudiada	Drenaje	Salinidad	% Regional con limitación
I	5.807.2	5.1	-	2.3	0.04
II	12.530.6	2.5	-	2.4	0.02
III	7.826.8	17.4	-	10.0	0.13
IV	3.964.7	59.5	12.7	5.0	0.50
V	1.637.8	157.0	29.8	-	1.80
R.M.	1.578.2	288.7	56.9	13.9	4.50
VI	1.595.0	713.2	139.5	-	8.70
VII	3.051.8	291.0	141.3	-	4.60
VIII	33.600.7	849.2	166.1	-	4.60
IX	3.247.2	653.0	83.2	-	2.60
X	6.903.9	1.225.1	372.8	-	5.40
Total	81.743.9	4.261.7	1.002.7	33.6	32.89

Fuente: Peralta, 1995.

1.8. Otros factores de degradación de los suelos

1.8.1. Extracción de áridos

La industria de la construcción explota y procesa rocas, arenas y ripios o utiliza arcillas en la fabricación de elementos para la construcción, como adobes, ladrillos y tejas. La extracción de áridos en suelos de gran potencial agrícola, además de causar una destrucción de la capa vegetal de los mismos, afecta seriamente la producción de los predios aledaños, pues el polvo y material particulado que se genera en el procesamiento de los áridos interfiere en la fotosíntesis vegetal. Además el socavón que se origina luego de terminada la extracción, produce un descenso violento en el nivel freático de las aguas de los predios vecinos. Aun cuando este problema ha sido identificado en la regiones Metropolitana, VI y XI, no existe información referida a la cantidad de suelo degradados por esta actividad (Ministerio de Agricultura 1995).

1.8.2. Degradación química y biológica

La degradación química, por contaminación química y biológica, así como la pérdida de suelos arables por avance urbano son otros factores de preocupación, sin embargo, por la naturaleza de esos problemas, no se incluirán en este estudio. Al respecto cabe señalar que la contaminación biológica de aguas es un problema que ha captado la atención pública en los últimos años. La contaminación con afluentes de origen industrial y mineros es menos conocida, pero igualmente grave. Si se considera que prácticamente la totalidad de los ríos del país localizados en zonas pobladas manifiestan algún nivel de contaminación de origen urbano, industrial o minero, se configura un problema de magnitud nacional (Berdegué, 1992).

1.8.3. Reducción de suelos arables por avance urbano

En cuanto a los problemas de reducción de suelos arables por avance urbano, villorrios rurales y cambio de uso para fines industriales y recreacionales, se puede citar el estudio de la Universidad de Chile (1997), (Cuadro 1.14). cuyas principales conclusiones al respecto señalan:

1. De una superficie de 139.064 ha que abarcan los planos reguladores intercomunales y límites urbanos analizados, 80.971 ha en total permanecen aún en uso agrícola. De esta superficie, 70.582 ha se encuentran en la Región Metropolitana.
2. De los terrenos que están en uso agrícola, alrededor de un 50% (40.500 ha) corresponde a suelos regados de alto potencial agrícola, incluida en las Clases I, II y III de Capacidad de Uso. De estos suelos, al menos 30.000 ha están en la Región Metropolitana.
3. Del total de los terrenos regados en uso agrícola, más de 10.000 ha son de óptima calidad y se clasifican en Clase I de Capacidad de Uso. De este resultado se infiere que un 10% aproximadamente de la extensión total en el país de los mejores suelos regados (97.900 ha) está incluido actualmente en las áreas urbanas estudiadas.
4. La zona de expansión urbana del plan intercomunal del Gran Santiago es la que compromete la mayor cantidad de suelos agrícolas de alta productividad. Una situación similar ocurre en el plan intercomunal de Rancagua.
5. En base a la superficie ocupada por sectores urbanos consolidados en los últimos 10-12 años, se estima que la tasa promedio de crecimiento urbano en el área estudiada es del orden de 800 a 1000 ha / año.

Cuadro 1.14. Superficie de suelos regados ocupados por expansión urbana en 12 planos reguladores de Santiago, 6 pueblos aledaños y 9 ciudades regionales (V a VIII regiones).

Ciudades	Suelos no ocupados			Consolidadas recientemente en sectores agrícolas, áreas de expansión	Urbanizadas y construidas con anterioridad	Total
	Clases de Suelos I, II y III	Clases de Suelos IV a VIII	Otras comunas residenciales			
Santiago 12 comunas	29.481	30.773	11.328	7.275	37.061	115.918
Pueblos aledaños de la Región Metropolitana: Colina, Melipilla, Peñaflor, Talagante, Buin y Paine	813	189	-	413	2.258	3.673
9 ciudades regionales	278	22	-	68	458	826
San Felipe						
Los Andes	314	98	-	-	686	1.098
Rancagua	2.662	138	-	28	2.487	5.315
San Fernando	296	-	-	20	624	940
Curicó	514	241	-	95	730	1.580
Talca	429	1.087	-	276	1.648	3.440
Linares	339	9	-	54	763	1.165
Chillán	792	764	-	133	2.180	3.869
Los Angeles	312	92	-	70	766	1.240
Total sin Santiago	6.749	2.640	-	1.157	12.600	23.146
Total con Santiago	36.230	33.413	1.328	8.432	49.661	139.064

Fuente: SAG-Diporen 1991, citado por Ministerio de Agricultura 1995.

1.8.4. Destrucción de la vegetación por efecto del fuego y quemas

La destrucción de la vegetación por efecto del fuego y quemas es otro factor de degradación de los suelos. El 100% de los incendios forestales en el país, que causan la destrucción total o parcial de la vegetación, se origina por la negligencia, descuido e intencionalidad del hombre. Desde la temporada 76-77 a 90-91 (15 años) ocurrieron 68.300 incendios forestales. Ello significó la quema de 775.473 ha (51.698 ha por año), afectándose 98.876 ha de plantaciones (12,75%) y 655.930 ha de vegetación nativa; de ésta el 39,43% corresponde a matorrales, el 33,71% a pastizales y el 26,86% a bosque nativo. Las tres regiones más afectadas han sido la V (153.800 ha), VIII (127.087 ha) y la IX (117.806 ha). En el Cuadro 1.15. se presentan las superficies afectadas por tipo de combustible consumido desde la temporada 1976 a 1991.

Cuadro 1.15. Superficie afectada según daño por tipo de combustible. Temporada 1977- 1991.

Temporada	SUPERFICIE AFECTADA (há.)										
	Plantaciones				Vegetación Natural				Total Forestal	Otras Sup.	Total Afectado
	Pino	Eucaliptus	Otras	Total	Arbolado	Matorral	Pastizal	Total			
1978-79	720	974	191	1886	5694	8826	10052	24573	26459		26459
1978 - 79	4964	585	21	5570	2840	7695	13859	24393	29963		29963
1979 - 80	8848	662	840	10349	20786	29919	15161	65866	76215		76215
1980 - 81	3455	355	32	3842	2301	7346	9046	18694	22536		22536
1981 - 82	3610	473	41	4124	3098	10735	14099	27932	32056		32056
1982 - 83	4186	729	157	5072	5241	8399	8131	21771	26843		26843
1983 - 84	3309	849	51	4209	13167	16820	11553	41539	45748		45748
1984 - 85	5118	1436	86	6640	16092	31300	26159	73551	80191		80191
1985 - 86	2551	648	47	3346	8684	19207	16335	44226	47572		47572
1986 - 87	7795	1396	150	9342	12409	20797	20205	53411	62753		62753
1987 - 88	8706	1317	160	10183	29141	30182	20504	79828	90011		90011
1988 - 89	17587	2375	387	20349	19517	14070	14800	48386	68735		68735
1989 - 90	4193	1269	41	5503	24160	29581	21860	75601	81104	7034	88138
1990 - 91	2026	519	16	2560	5353	9356	6685	21394	23954	4026	27980
	4848	998	55	5901	7677	14401	12687	34765	40666	9607	50273
Total	82016	14586	2274	98876	176160	258635	221135	655930	754806	20667	775473
Promedio	5468	972	152	6592	11744	17242	14742	43729	50320	1378	51698

Fuente: Informe Estadístico N°34. CONAF, 1992. Citado por Ministerio de Agricultura 1995.

Otros antecedentes se aportan en el Cuadro 1.16. que señala el número de incendios y el tipo de vegetación afectada entre 1988 a 1993. A nivel nacional, en este período en promedio, más de 4.682 incendios anuales afectaron una superficie total de 231.094 ha. La vegetación natural es la más afectada con el 79% de la superficie siniestrada.

El principal problema de los incendios forestales es que, además del costo económico, ocasionan otros perjuicios tales como erosión del suelo, pérdida de hábitat para la fauna silvestre producto del daño a la vegetación. Específicamente, este fenómeno se manifiesta en los alrededores de Valparaíso, Viña del Mar, la precordillera de la Región Metropolitana, la Cordillera de la Costa desde la VI a la VIII regiones y en zonas boscosas de la IX, X y XI (Ministerio de Agricultura 1995).

Cuadro 1.16. Número, ocurrencia y daño de incendios forestales período 88-89 al 92-93. Total nacional.

Temporada	N° de incendios	SUPERFICIE (ha)				
		Plantaciones	Vegetación Natural	Otras	Total Afectada	Promedio ha/incendio
88-89	4.832	5.169	75.188	6.708	87.065	18.0
89-90	4.088	2.400	16.317	3.893	22.610	5.5
90-91	5.224	5.941	35.037	10.231	51.209	9.8
91-92	4.786	1.866	19.788	2.505	24.159	5.1
92-93(*)	4.480	7.826	35.086	3.140	46.052	10.3
TOTAL	23.410	23.202	181.416	26.476	231.094	
PROMEDIO	4.682	4.640	36.293	5.295	46.219	9.9

(*) Pendiente ocurrencia y superficie de incendios de empresas de la VIII Región.

Fuente: Universidad de Chile 1995.

1.9. Fragilidad de los ecosistemas

La fragilidad de los ecosistemas naturales fue definida por IREN (1979) como la susceptibilidad que presentan estos al deteriorarse, producto de un desequilibrio entre las variables geomórficas, climáticas y vegetacionales que los conforman y del uso que de ellos se hace.

El Índice de Fragilidad tiene la siguiente expresión:

$$IF = 0.18 E + 0.2 C + 0.12 F + 0.225 A + 0.1 B + 0.175 D$$

Donde:

IF = Índice de fragilidad

A = Aptitud de los suelos

B = Morfología

C = Clima

D = Nivel de erosión

E = Nivel de cobertura vegetal

F = Uso actual

De este trabajo se obtuvieron las superficies expresadas por rangos de fragilidad y regiones (IREN, 1979). Los resultados se presentan en el Cuadro 1.17.

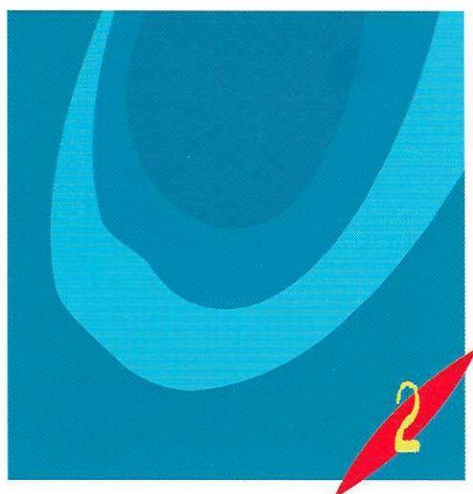
Dicha información señala que los ecosistemas más frágiles del país se concentran en las regiones áridas del norte (I a IV regiones). En esta zona se localizan 8.162.620 ha, que representan un 72.1% del área de estudio. Esta área contiene el 41% de los suelos con "fragilidad extrema", el 10.7% de los suelos con "fragilidad muy alta" y el 20.4% de los suelos correspondientes a "ecosistemas inestables". En conjunto equivalen a un 76.6% de las superficies del país comprendido en esos rangos. Los ecosistemas estables, cuyo Índice de Fragilidad es superior a 4,1 aparecen mayoritariamente en las regiones IX y X donde abarcan una superficie de 3.538.510 ha que equivalen al 75.1% de la superficie del país con ese rango de fragilidad (IREN, 1979).

Sin considerar el área entre la I a la IV Región, se observa que la mayor cantidad de los suelos productivos del país corresponde a Ecosistemas Estables y de Fragilidad Moderada alcanzando a 14.028.753 ha sobre un total de 23.162.515 ha estudiadas, lo que significa un 60.1% del área con un índice de fragilidad superior a 3,6. Destacan dentro de este Nivel de Fragilidad las Regiones IX y X. La IX Región posee un 80.2% de su superficie estudiada en este nivel, lo que equivale al 14.2% de la superficie del país con esta característica. En la X Región un 81.6% de su área de estudio se encuentra en las mismas condiciones, representando un 28.2% del respectivo total nacional. Del mismo modo, las regiones VIII, XI y XII presentan un 69.4, 54.8 y 56.6% de sus respectivas superficies estudiadas en el mismo rango de fragilidad (IREN, 1979).

Cuadro 1.17. Índice de fragilidad de los ecosistemas naturales de Chile.

Regiones	INDICES DE FRAGILIDAD (I.F.)						
	IF < 2.0 Inestable	2.1<IF<2.5 Fragilidad Extrema	2.6<IF<3.0 Fragilidad Alta	3.1<IF<3.5 Frágil	3.6<IF<4.0 Fragilidad Moderada	IF>4.1 Estable	Total
I Hás %	---	167.500 6.6	1.009.525 39.8	1.057.175 41.6	228.035 9.0	76.733 3.0	2.538.968 100.0
II Hás %	---	219.250 8.2	1.249.075 46.6	1.167.260 43.5	46.000 1.7	---	2.681.585 100.0
III Hás %	1.843.000 69.6	184.375 7.0	545.125 20.6	73.125 2.7	2.500 0.1	---	2.648.125 100.0
IV Hás %	468.000 13.5	636.260 18.4	1.840.510 53.2	402.790 11.6	112.000 3.2	---	3.459.560 100.0
V Hás %	---	---	268.920 30.1	445.945 50.0	117.405 13.1	61.400 6.8	893.670 100
VI Hás %	3.500 0.4	16.000 1.6	264.167 27.1	504.202 51.8	86.943 8.9	98.536 10.1	973.348 100.0
VII Hás %	14.875 1.0	40.041 2.6	287.749 18.7	475.164 30.9	546.489 35.5	173.705 11.3	1.538.023 100.0
VIII Hás %	---	---	73.210 3.1	649.414 27.5	1.136.468 48.1	503.055 21.3	2.362.147 100.0
IX Hás %	---	---	108.583 4.4	381.826 15.4	923.672 37.3	1.064.013 42.9	2.478.094 100.0
X Hás %	---	---	154.460 3.2	739.189 15.2	1.477.970 30.5	2.474.497 51.1	4.846.116 100.0
XI Hás %	---	140.250 3.0	389.875 8.4	1.562.000 33.8	2.450.125 53.0	82.250 1.8	4.624.500 100.0
XII Hás %	---	---	335.250 6.9	1.786.250 36.5	2.617.750 53.6	148.500 3.0	4.887.750 100.0
RM Hás %	---	19.100 3.4	377.175 67.5	96.617 17.3	34.725 6.2	31.250 5.6	558.867 100.0
Total Hás %	2.329.375 6.7	1.422.776 4.1	6.903.624 20.0	9.340.957 27.1	9.780.082 28.4	4.713.939 13.7	34.490.753 100.0

Fuente: IREN, 1979.



PROBLEMAS REGIONALES DE DEGRADACIÓN DE SUELOS

Durante el año 1999, CONAMA y el Ministerio de Agricultura, como paso previo a la elaboración de una Ley de Conservación de Suelos, realizó una serie de Talleres de Diagnóstico y Propuestas para la Conservación y Recuperación de Suelos en las diferentes regiones del país. Para tales efectos se efectuaron consultas a expertos mediante talleres desarrollados en regiones con el fin de diagnosticar los principales problemas que afectan al recurso suelo.

2.1. Objetivos de los talleres macroregionales

El objetivo de los talleres fue estimar cualitativamente la magnitud del grado de erosión de los suelos.

2.2. Metodología utilizada

Previamente a la realización de los talleres, se envió un cuestionario específico a todos los servicios públicos de cada región con injerencia en el tema – Servicio Agrícola y Ganadero, Corporación Nacional Forestal, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Instituto de Desarrollo Agropecuario, Secretaría Regional Ministerial de Agricultura- y también a otras instituciones con destacada participación en el tema de conservación de suelos, académicos, organizaciones no gubernamentales y otros servicios que se incorporaron de acuerdo a la región en que se desarrollaron los talleres. El cuestionario y el listado de participantes en los talleres se encuentra en el anexo de este capítulo.

Se efectuaron seis talleres macroregionales en los cuales se convocó a representantes de las regiones que poseen características agroecológicas comunes, como se indica a continuación:

	Regiones
1.	I y II
2.	III y IV
3.	V, RM, VI y VII
4.	VIII, IX y X
5.	XI
6.	XII

La metodología consistió, básicamente, en convenir entre los expertos presentes, cuales son los principales problemas que afectan a los suelos, analizando sus causas y efectos para luego estimar cualitativamente, basados en la experiencia personal e investigaciones, la magnitud del daño. Éste fue categorizado como muy severo, severo, moderado y leve. En algunos casos no fue posible tratar el problema, de modo que se clasificó como problema existente mencionado en las reuniones, pero sin evaluar.

2.3. Resultados obtenidos en los talleres

Del análisis de la información generada en dichos talleres, queda de manifiesto la gran diversidad de problemas relacionados con la degradación de los recursos naturales y, por lo tanto, lo difícil que resulta el plantear políticas nacionales para resolver los problemas puntuales de cada región.

Otro punto muy importante de tener en cuenta, es que en la gran mayoría de los casos, no fue posible cuantificar, en términos de superficie afectada, los problemas detectados. Tampoco se obtuvo una valoración económica de sus efectos. La cuantificación de la magnitud del problema fue cualitativa, por ejemplo, muy severo, severo, moderado, leve, etc., y esa valoración fue hecha de acuerdo a una percepción subjetiva del encuestado. Por lo tanto, en muchos casos es necesaria la cuantificación real de muchos de los problemas priorizados en los talleres.

La información generada por los talleres regiones se complementó con el diagnóstico realizado en “Mapa preliminar de la desertificación en Chile”, CONAF (s/f). Los principales problemas enunciados por regiones se presentan a continuación:

2.3.1. I Región de Tarapacá

En esta zona predominan los problemas de salinización sobre todo de los bofedales y la erosión hídrica en la Precordillera Andina y Valles Interiores. En menor medida existen problemas de drenaje, expansión urbana, contaminación con microelementos, sodificación y contaminación por aguas servidas. Conaf señala que uno de los problemas críticos es la creciente marchitez de plantaciones de Tamarugo producto de la menor disponibilidad de recursos hídricos subterráneos, mayor concentración de sales en las aguas disponibles y plagas. La fuerte industria minera y el crecimiento de ciudades que concentran la mayoría de la población regional, es lo que está propiciando la fuerte extracción de los recursos hídricos. La falta de recursos hídricos está poniendo en riesgo las plantaciones forestales en la Pampa del Tamarugal.

2.3.2. II Región de Antofagasta

Los resultados del taller priorizaron, para esta región, los problemas de salinización. También se mencionaron la sodificación, erosión eólica, degradación química, expansión urbana, contaminación por actividades minero-industrial, mala calidad del agua de riego, alta contaminación por concentración de sustancias solubles y suelos con limo. Conaf por su parte, enfatizaba su preocupación por las prospecciones de recursos hídricos que se están realizando en ambientes naturales del altiplano, esto debido a la creciente demanda de agua, situación similar a lo que está aconteciendo en la I Región, dado el desarrollo de la industria minera y los mayores volúmenes que requieren las empresas sanitarias por el crecimiento de las ciudades. Otro punto relevante, es la reducción de la superficie silvoagropecuaria en sistemas productivos que son específicos de ambientes desérticos, donde la escasez y baja calidad del agua esta jugando un rol de importancia. Lo anterior esta conectado directamente a una agricultura de baja rentabilidad que esta provocando una fuerte migración a la ciudad.

2.3.3. III Región de Copiapó

De acuerdo al análisis realizado por el taller regional, la mayor importancia de los problemas ambientales en la III Región son la salinización, la erosión y el sobrepastoreo; en menor medida el avance urbano y la contaminación química. El estudio realizado por le da prioridad a la contaminación del aire y las tierras agrícolas en el Valle de Copiapó, producto de la refinería de Paipote, que afecta directamente la productividad agrícola y la calidad de vida. La demanda de recursos hídricos a causa del aumento de la actividad minera, que compite con la actividad agrícola, es mencionado como otro problema de importancia, como asimismo, la salinización y alcalización de tierras agrícolas de algunos valles por riego con aguas ricas en sales.

En las tres primeras regiones, los principales problemas están vinculados al déficit de recursos hídricos, esto asociado directamente a la creciente demanda de la industria minera y al aumento de la población en las zonas urbanas. A lo anterior se suma que, en la actualidad, se esta realizando extracción de agua de ambientes naturales del altiplano, lo que implica un grave riesgo para la sustentabilidad de los sistemas agrícolas de áreas desérticas y la biodiversidad de formaciones vegetales.

2.3.4. IV Región de Coquimbo

Predominan los problemas asociados a deforestación (pérdida de cobertura vegetal) y erosión. Además se señalaron otros problemas que en menor medida están presentes tales como: degradación química, expansión urbana, degradación y pérdida de material biológico, degradación de cuencas, escasez e irregularidad de las precipitaciones, tenencia de la tierra, sobrepastoreo y salinización. En esta región hubo muy poca priorización de los problemas asociados a la conservación del suelo.

El trabajo de la comisión concuerda con el estudio de Conaf, sin embargo, este último prioriza y divide en diferentes escenarios la situación ambiental de la Región de Coquimbo, indicando que en los sectores del valle bajo riego, la salinización de los suelos, el mal uso de prácticas de riego que provocan erosión y la invasión de suelos agrícolas por ampliación del área urbana, son los problemas más graves. Asimismo, menciona que en el sector de las comunidades agrícolas es donde se aprecian los mayores daños ambientales, tales como erosión, deforestación y sobrepastoreo. En el tercer subsector denominado propiedad privada con agricultura tradicional no existen procesos preocupantes de desertificación, salvo la tala de vegetación nativa de interés comercial.

Dicho informe, además, señala que las mayores tasas de desertificación se están produciendo al sur de la región, donde existe mayor potencialidad de condiciones agroclimáticas y densidad poblacional, que potencia la vulnerabilidad del medio ambiente.

2.3.5. V Región de Valparaíso

En esta región, de acuerdo a la categorización de los talleres regionales, se prioriza como principal problema la erosión hídrica. En menor medida la compactación de los suelos, la salinización, desertificación y deforestación.

De igual manera, Conaf considera que en esta región el proceso más grave de degradación es la erosión, ligada directamente a la deforestación producto de la extracción de leña para combustible y al intenso pastoreo al que han estado sometidos los suelos. Este proceso ha sido agudizado por la sequía de los últimos años. Se menciona, además, la importancia de los incendios forestales en la reducción de la vegetación y, la atomización de la propiedad rural, que ejerce una fuerte presión sobre los recursos vegetacionales y edáficos.

Las islas pertenecientes a esta región: Archipiélago Juan Fernández e Isla de Pascua, son consideradas las más alteradas y desprovistas de vegetación, donde los procesos de erosión son progresivos. De acuerdo a dicho informe, un caso especial representan las comunas de Puchuncaví y Quintero, donde a todo lo anterior se suma la acidificación de los suelos, provocado por la planta refinadora de cobre de Ventanas.

2.3.6. VI Región Bernardo O'Higgins

Los principales problemas de conservación de suelos están asociados a la presencia de erosión hídrica, degradación biológica y avance urbano. Como problemas secundarios se menciona el mal uso de la capacidad de uso de los suelos, la deforestación, la degradación química y la erosión eólica. La percepción de la comisión respecto de los problemas de la región coincide con lo por Conaf, sin embargo es necesario señalar que el problema de erosión hídrica es una consecuencia del mal uso de la capacidad de los suelos y la deforestación, entre otros. En dicho informe se indica que esta región tiene casi un 80 % de su territorio apto solo para uso ganadero o forestal, sin embargo se le ha dado un uso agrícola. También se destaca que el 66% de la superficie de la Región tiene erosión alta a muy alta; la erosión leve se encuentra en los sectores planos de terrazas de ríos.

También es mencionado como problema importante la expansión urbana y la calidad del aire en la cuenca del río Coya, donde los humos producto de la refinera de cobre inciden sobre la fotosíntesis de los cultivos horto-frutícolas del Valle Central. El agua y el suelo, además, están siendo contaminados por la actividad minera a través de la red de canales de regadío. Por último, la contaminación por pesticidas se localiza en los suelos más productivos de la región, afectando a las comunas de Cachapoal y Colchagua.

2.3.7. VII Región del Maule

En esta región se determinó como el principal problema la erosión hídrica, seguida por la degradación biológica. Como problemas secundarios están el mal uso de la capacidad de uso de los suelos, la deforestación, la degradación

química y la contaminación química. Conaf considera que importantes áreas de la región sufren problemas de erosión y falta de cobertura vegetal, lo que coincide con lo priorizado por los talleres. Las comunas más afectadas se ubican en el Secano de la Cordillera de la Costa. La Precordillera Andina también presenta problemas similares por el mal uso de la capacidad del suelo (cultivos en fuertes pendientes), la sobreexplotación de la vegetación nativa y el sobrepastoreo.

En un trabajo realizado en la Región, donde se superpusieron diferentes variables categorizadas, la información indica que la desertificación muy grave y grave afecta al 17 % de la superficie física total regional, la desertificación moderada afecta al 18.9 % y la desertificación leve y muy leve afecta al 43.4 % del total de la superficie regional. La desertificación más grave está concentrada en el Secano Costero e Interior y la zona que presenta la mayor susceptibilidad a la desertificación es la precordillera andina.

2.3.8. VIII Región del Bío-Bío

Los principales problemas en esta región son la erosión, seguido de la deforestación y la reducción de la fertilidad (degradación química). Como problemas secundarios fueron considerados la degradación biológica, la compactación del suelo, la mala calidad de las aguas, la contaminación por pesticidas y el monocultivo forestal.

Conaf sectorizó y priorizó los problemas por áreas agroecológicas. De acuerdo a este documento, el sector del secano es el que posee los mayores problemas de degradación de suelos de la región. En el área norte del Secano Costero el daño de los suelos está generalizado, abarcando las comunas de Cobquecura, Quirihue, Trehuaco, Coelemu y Tomé. En el secano Costero Centro y Sur, es donde se concentran las plantaciones de empresas forestales, y sólo en el área sur se menciona la existencia de algunos focos de erosión y dunas en las comunas de Contulmo y Tirúa.

En el Secano Interior, tanto en el área norte como sur, existen fuertes procesos erosivos, serios problemas de subdivisión de la tierra, altos niveles de pobreza y deterioro ambiental. Sin embargo, la situación del Secano Interior Norte, conformada por las comunas de Ninhue, San Nicolás, Portezuelo, Ñipas y Quillón, es considerada la más grave. En esta última área la actividad forestal es marginal. En las zonas del Llano Central, Precordillera y Cordillera, no se señalan mayores problemas de erosión.

2.3.9. IX Región de La Araucanía

De acuerdo a los talleres regionales, el problema prioritario es la erosión hídrica, seguido por la reducción de la fertilidad y el mal uso de la capacidad de uso de los suelos. En segundo lugar se consideró como problema la acidificación de los suelos, la pérdida de la cobertura vegetal (deforestación) y la extracción de áridos. Como problemas de menor gravedad (o de menor intensidad) son considerados la degradación biológica (asociado a quemas), el avance urbano y la contaminación (sin especificar de que tipo).

Existe la percepción que el problema prioritario en todas las áreas agroecológicas de la región es la erosión hídrica, asociado a la deforestación y el mal uso de la capacidad de los suelos. Esto es de carácter grave en el secano Costero e Interior de la Cordillera de la Costa, lo que coincide con los estudios realizados por IREN, en 1965 y 1979, donde se señala que los problemas de degradación por erosión hídrica más importantes se encuentran en la entidad fisiográfica de la Cordillera de la Costa entre la Serena (IV Región) y Maullín (X Región). En la costa, otro problema de importancia es la erosión eólica, con avance de dunas en las comunas de Puerto Saavedra y Toltén. En las zonas cordilleranas, el derretimiento de la nieve provoca procesos erosivos graves y producto de la deforestación y un clima alpino seco, con veranos calurosos y fuertes vientos, la erosión eólica es severa.

Para Conaf, la situación ambiental de la IX Región no difiere de otras zonas del país, mencionándose como grave la deforestación, erosión, pérdida de diversidad florística y fauna, belleza escénica y otros, donde la habilitación de suelos para uso agrícola ha tenido una importante participación en este deterioro.

2.3.10. X Región de Los Lagos

La erosión y la deforestación fueron los problemas prioritarios, seguidos de la pérdida de fertilidad y de las propiedades físico-químicas del suelo, un mal uso de la capacidad del uso del mismo, problemas de mal drenaje y el sobrepastoreo.

En cuanto al trabajo de Conaf, no se priorizaron problemas por cuanto relacionaban desertificación con xeromorfismo, por lo tanto, cambiaron al concepto de degradación. Desde este punto de vista, sólo la comuna de San Juan de la Costa es la que estaría afectada por un proceso grave de desertificación, mientras que en la mayoría de las otras comunas predominan los procesos de desertificación moderada.

2.3.11. XI Región de Aysén

Esta región priorizó cinco problemas principales, en el siguiente orden: erosión hídrica y eólica, pérdida de fertilidad, desertificación, subdivisión predial y expansión urbana.

En cuanto al trabajo de Conaf, los problemas de degradación se detallaron por áreas agroecológicas. De acuerdo a este documento, en la zona andina continental es donde se aprecian los mayores procesos erosivos, principalmente a raíz de los incendios forestales, dejando vastas zonas desprotegidas de cobertura vegetal, donde la alta precipitación (1.500 a 3.000 mm) potencia el proceso de erosión hídrica. La zona de relieves sub-andinos orientales, también con una alta precipitación (1.000 a 1.500 mm), presenta procesos erosivos graves pero con una tendencia estable. La zona de relieves planiformes (La Pampa), posee un clima más árido, con precipitaciones entre 300 y 600 mm; esta condición provoca, junto a fuertes temporales de viento y el sobrepastoreo, altas tasas de erosión eólica, siendo considerado este problema en estado grave y con tendencia progresiva.

Por último, la zona insular y litoral continental poseen pocos centros poblados, y dadas las condiciones climáticas con altas precipitaciones (3.000 a 5.000 mm) y la gran diversidad de especies, indican que las actuales condiciones de daños provocados por el hombre se presentan en una categoría de retroceso.

En dicho documento se menciona que a pesar que la Región de Aysén se ha abierto hace poco tiempo a la colonización, los procesos erosivos por acción antropogénica son acelerados, y que solo disminuyen en las áreas de poca accesibilidad.

2.3.12. XII Región de Magallanes y Antártica Chilena

El trabajo de los talleres regionales determinó que el principal problema de esta región es la erosión provocada por el sobrepastoreo. En segundo lugar se consideraron como problemas el aumento de la maleza *Hieracium pilosella*, que es una maleza rastrera, muy densa, que cubre la superficie y termina por eliminar al coirón, con esto se produce una disminución de la cobertura vegetal y baja la productividad de la estepa. También se mencionó en el taller regional la reducción de la fertilidad de los suelos y la presencia de dunas.

El estudio de Conaf coincide con estos criterios, concluyendo que en la Región de Magallanes los procesos de erosión son graves. INIA (1987) desarrolló un estudio sobre erosión en una superficie de 3,5 millones de hectáreas y concluyó que el 82% de la superficie estudiada está erosionada. La causa de la erosión es provocada principalmente por la actividad ganadera y su inadecuado manejo de los pastizales, lo que combinado con el período seco (primavera-verano), donde se concentran fuertes temporales de viento, provocan altas tasas de erosión eólica. Las lagunas secas aportan material que origina campos de dunas interiores. INIA tiene soluciones técnicas para la mayoría de los sectores con problemas de degradación por pastoreo, sin embargo, dada la baja rentabilidad actual de la actividad ganadera se requiere de un apoyo financiero externo para superar esta condición.

En general los resultados de los talleres regionales confirman y/o coinciden con los diagnósticos realizados por estudios anteriores. Falta por realizar una cuantificación sistemática de los problemas enunciados en las diferentes regiones, debido a que gran parte de las opiniones vertidas en dichos talleres obedecen a apreciaciones cualitativas y no cuantitativas.

Una completa sistematización de los problemas priorizados en los talleres regionales de Diagnóstico y Propuestas de Conservación de Recuperación de Suelos se presentan a continuación en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Sistematización de problemas priorizados en los Talleres de Diagnóstico y propuesta para la conservación y recuperación de suelos.

PROBLEMAS	FACTORES NATURALES	CAUSAS	MAGNITUD
Erosión Hídrica	Pendiente Precipitaciones Suelos frágiles Crecida estival de ríos	Falta de vegetación Deforestación Sobretalajeo Cosecha de leña Malas prácticas de riego Labranza inadecuada Quemas Barbecho descubierto Cultivo en laderas Uso intensivo del suelo Construcción de caminos	Muy Severo Severo I, V, VI, VII, VIII, IX, X Moderado I, II, III, IX, X Leve II Aparece en regiones XI y XII, pero no se menciona magnitud
Erosión Eólica	Velocidad del viento Textura del suelo	Falta de vegetación Deforestación Sobretalajeo Cosecha de leña	Muy Severo Severo II, VIII, IX Moderado I, II Leve
Avance de dunas		Erosión hídrica Erosión eólica Falta de vegetación	Muy Severo VII Severo VIII, IX Moderado VIII, XII Leve Aparece en regiones IV y VI, pero no se menciona magnitud
Extracción de Suelo		Extracción de áridos Extracción de tierra de hoja Extracción de arcillas Cultivo de cranberries	Muy Severo Severo V (puntual) Moderado IX, X Leve III Aparece en regiones IV y VI, pero no se menciona magnitud
Salinización	Génesis del suelo Alta evaporación Aguas salinas	Tecnología de riego inadecuada	Muy Severo II Severo I, III, V, IX Moderado III, V Leve Aparece en region IV, pero no se menciona magnitud
Problemas de drenaje	Causas naturales Textura del suelo		Muy Severo Severo X Moderado III Leve
Pérdida de Fertilidad	Alta fijación de P	Agricultura extractiva Quemas Lavado de suelos	Muy Severo VII Severo VIII, IX, XI Moderado VIII, X Leve Aparece en regiones IV VI y XII, pero no se menciona magnitud
Acidificación	Precipitaciones	Falta de cobertura vegetal	Muy Severo Severo X (Chiloé) Moderado Leve
Compactación		Labranza inadecuada	Muy Severo IX Severo IX Moderado V Leve Aparece en región V, pero no se menciona magnitud

Cuadro 2.1. Continuación.

PROBLEMAS	FACTORES NATURALES	CAUSAS	MAGNITUD
Pérdida de Estructura		Incendios Quemas	Muy Severo Severo Moderado Leve V Aparece en región X, pero no se menciona magnitud
Degradación Biológica		Quemas Labranza inadecuada Fertilización excesiva	Muy Severo VI Severo VI, IX Moderado VI Leve
Desecamiento de Vegas o Humedales		Escasez de agua Canalizaciones Sequía Sobretalajeo	Muy Severo I Severo XII Moderado Leve Aparece en región VI, pero no se menciona magnitud
Deslizamientos		Tixotropismo	Muy Severo Severo X Moderado VIII, IX (puntual) Leve X
Laterización			Muy Severo Severo Moderado VIII Leve
Hidrofobia		Quemas Exceso de laboreo	Muy Severo Severo X Moderado Leve
Cambio de uso irreversible		Avance urbano Parcelas de agrado Subdivisión Predial Usos militares, campos minados	Muy Severo II Severo I, II, III, V Moderado II, VI, VIII, XI Leve Aparece en regiones IV y IX, pero no se menciona magnitud
Contaminación		Actividad minera e industrial Fertilización excesiva Agroquímicos Lluvia ácida	Muy Severo III Severo II, III Moderado I, II, III, IX Leve II, VIII, V Aparece en regiones IV y VI, pero no se menciona magnitud

Diecisiete son los principales problemas de degradación del suelo que afectan al país y que fueron priorizados en los Talleres Regionales; éstos son: erosión hídrica, erosión eólica, avance de dunas, extracción de suelo, salinización, problemas de drenaje, pérdida de fertilidad, acidificación, compactación de suelo, pérdida de estructura, degradación biológica, desecamiento de vegas y humedales, deslizamientos de tierras, laterización, hidrofobia, cambio de uso irreversible del suelo y contaminación.

Como se ha podido ver en los capítulos precedentes, los dos primeros problemas enunciados, la erosión hídrica y eólica, son los que han sido más estudiados y cuantificados. A juicio de los asistentes a los talleres, estos problemas debieran tener un tratamiento especial dentro de la promulgación de una futura ley de conservación de suelos, ya que la pérdida del suelo por esta vía es prácticamente irreversible. La gran mayoría de los otros problemas requieren de estudios especiales para cuantificar su magnitud en el país, así como para valorar su incidencia dentro de la pérdida del recurso suelo.

Así mismo, en las diferentes regiones del país, los participantes a estos talleres hicieron propuestas para solucionar los problemas enunciados anteriormente. Para las 6 macrozonas del país se plantearon 56 propuestas de solución a nivel nacional. Esto nos señala lo difícil que resulta el diseñar un cuerpo legal que permita aunar todas las soluciones requeridas para mitigar el flagelo de la degradación del suelo en el país, por ello muchas de las soluciones deben tener un carácter regional, atendiendo a las diferencias geográficas y climáticas, entre otras, de las diferentes macrozonas.

Las propuestas para la conservación y recuperación de suelos según macrozonas del país fueron las siguientes:

Macrozona 1, regiones I y II.

1. Prohibir la habilitación de los suelos dentro del cauce del río.
2. Delimitar riberas del río en forma definitiva.
3. Considerar legalmente a la cuenca hidrográfica como una unidad operativa de desarrollo.
4. Otorgar atribuciones a los agentes involucrados en la cuenca, para definir las políticas, programas, proyectos y acciones a seguir para la conservación, recuperación, mejoramiento y protección de sus recursos naturales.
5. Realizar estudio básico de clasificación de suelos para identificar los límites y estado actual de éstos.
6. Reglamento de evaluación de impacto ambiental.
7. Evaluación ambiental de los proyectos que ingresan al SEIA vía DIA o EIA.
8. Control y disposición de residuos líquidos a empresas locales.
9. Control de emisión de polvo a aquellas empresas que operan con productos salinos (sales de boro).
10. Manejo y disposición de residuos mineros DS N° 72 y DS N° 86, del Ministerio de Minería.
11. Componente activo del comité mixto SERNAGEOMIN.
12. El actual código de aguas, en su artículo 62, protege los acuíferos. Aportaría a la conservación y recuperación de suelos.

Macrozona 2, regiones III y IV.

1. Regular e instruir a los agricultores sobre técnicas y sistemas de riego y uso del agua.
2. Control de la emisión de riles y rises emitidos por la empresa minera y regulación de multas.
3. Controlar que se cumpla la normativa legal vigente en materia de extracción de áridos.
4. Regular la extracción de vegetación leñosa.
5. Priorizar legalmente en la protección de suelos de clase de capacidad de uso I a III.
6. Regulación de usos de fertilizantes.
7. Regular la habilitación de cultivos en suelos clase IV.
8. Regular el cultivo de suelos con alta pendiente.
9. Regular el pastoreo.
10. Límite en la crianza de ganado caprino conforme a la capacidad talajera.
11. Prohibir los cultivos anuales en el secano.
12. Prohibir la fabricación de carbón de leña y estimular el uso de cocinas a gas.

Macrozona 3, regiones V, RM, VI y VII.

1. Regular el cultivo de suelos con alta pendiente.
2. Legislar la roturación de los suelos, castigando y/o impidiendo el uso inadecuado de éstos.
3. Regular el cultivo de suelos con alta pendiente.
4. Legislar la roturación de los suelos, castigando y/o impidiendo el uso inadecuado de éstos.
5. Legislar sobre recomendaciones y uso de los pesticidas.
6. Prohibir el barbecho.
7. Prohibir las quemas.
8. Regular el aporte de sedimentos.
9. Resolver sobre la superficie mínima para el cambio de uso del suelo.
10. Concertaciones institucionales.

Macrozona 4, regiones VIII, IX y X.

1. Considerar legalmente a la cuenca hidrográfica como una unidad operativa de desarrollo.
2. Reglamento de evaluación de impacto ambiental.

3. Regularizar el uso del suelo de acuerdo a su capacidad de uso.
4. Es necesario que el Estado asuma rol de protagonismo incrementando las exigencias, control y fiscalización con la finalidad de recuperación y protección de suelo.
5. Caracterización de los suelos de acuerdo al grado de sensibilidad frente a la degradación y así determinar prácticas de alto, mediano y bajo riesgo para los suelos.
6. Ley de conservación y recuperación de suelos.
7. Regular el cultivo de suelos con alta pendiente.
8. Regulación de la intervención mecánica del suelo con implementos de labranza que intervienen el suelo.
9. Prohibir las quemas.
10. Instrumentos legales que eviten que los suelos de aptitud agrícola se destinen a otros fines.
11. Normar el cambio de uso del suelo.
12. Creación de distritos de conservación de suelos y aguas.
13. Definir políticas de ordenamiento o planificación en áreas rurales, para regular el uso del suelo.
14. Incrementar recursos para fiscalización de CONAF.
15. Mayor fiscalización en legislación forestal.
16. Regulación de prácticas agrícolas en terrenos forestales.
17. Promulgación Ley de fomento al bosque nativo.
18. Planes y programas de manejo integrales.
19. Mayor monitoreo de los aspectos ambientales de planes de manejo.
20. Definir las mejores prácticas ambientales para la agricultura.
21. Cambio progresivo en técnicas de cultivo.

Macrozona 5, Región XI

1. Incorporar criterios fundados que permitan regular, constitucionalmente, el uso del recurso suelo en áreas de riesgo, pérdida de biodiversidad, producción estratégica de alimentos e integridad del territorio nacional.
2. Prohibición de uso ganadero en suelos clase VII y VIII.
3. Promulgación ley de fomento al bosque nativo.
4. Regular y condicionar la concesión de suelos fiscales para veranadas.
5. Crear áreas silvestres protegidas para la recuperación de recursos pratenses nativos.
6. Condicionar la asignación de propiedad al cumplimiento de prácticas de conservación de suelos (SAG).
7. Definición de normas secundarias o técnicas para el sector silvoagropecuario.

Macrozona 6, Región XII

1. **Controlar que se cumpla la normativa legal vigente en materia de extracción de áridos.**
2. Planificar el uso adecuado de las praderas, regulando y determinando la carga animal máxima y realizar las rotaciones en el tiempo que corresponda.
3. Determinación de producción de MS/ha y valor forrajero pratense.
4. Resolver sobre la superficie mínima para el cambio de uso del suelo.

Para muchas de estas propuestas ya existen instrumentos legales que no se cumplen, o faltan recursos para poder fiscalizar adecuadamente la normativa, pero lo más importante es crear conciencia en la población de lo que significa la pérdida de los recursos naturales no renovables.

2.4. Anexo 1. Cuestionario base para los Talleres Macroregionales

Principales Problemas

1. Mencione los estudios realizados en su región que aporten al diagnóstico incluido en el “Plan Nacional de Conservación de suelos”.
2. Mencione los principales problemas que enfrenta el recurso suelo en su región.
3. Priorice los tres que para usted son más importantes, considerando el nivel de degradación (actual y en perspectiva), y su impacto socioeconómico.
4. Describa los tres problemas priorizados (eventualmente también otros que considere relevante incluir), basándose en los siguientes criterios:
 - 4.1. Problema 1 (Repetir en la cantidad de problemas por usted analizados).
 - 4.1.1. Localización del problema (si es posible, adjuntar mapa):
 - 4.1.2. Superficie afectada por el problema.
 - 4.1.3. Grado de ocurrencia del problema (Leve, Moderado, Severo).
 - 4.1.4. Efectos sobre el medio ambiente de la situación descrita:
 - 4.1.5. Efectos socioeconómicos del problema analizado.
 - 4.1.6. Acciones, programas o proyectos que se estén realizando para aportar a la solución del problema descrito:
 - 4.1.6.1. Acción.
 - 4.1.6.2. Organismo que la implementa.
 - 4.1.6.3. Cobertura.
 - 4.1.6.4. Resultados (evaluación cualitativa, aporta o no a la solución

Propuestas de solución

5. Mencione los instrumentos de regularización y fomento, actualmente utilizados en su región, y que directa o indirectamente aporten a la conservación y recuperación de suelos. De ser posible, evalúe la eficacia de la aplicación de dichos instrumentos hasta la fecha (en términos de su aporte a la conservación y recuperación de suelos).
6. Describa las propuestas que su organización visualiza como necesarias para la conservación y recuperación del recurso suelo, distinguiendo entre:
 - 6.1. Medidas de regulación.
 - 6.2. Medidas de fomento.
 - 6.3. Medidas dirigidas a mejorar la Información sobre el problema (capacitación, asistencia técnica, etc.)
 - 6.4. Otras.

2.5. Anexo 2 Lista de participantes en los Talleres Macroregionales

Nombre	Institución
Nº 1. Taller Macroregión Norte Grande	
Comité de suelos	
Samuel Francke	CONAF
Hugo Martínez	ODEPA
María Eliana Alvarez	CONAMA
Región de Tarapacá	
Sr. representante del SAG	
Sr. representante del SAG	
Sr. representante del CONAF	
Sr. representante del DGA	
Sr. representante del UNIVERSIDAD ARTURO PRAT	
Sr. representante del JUNTA DE VIGILANCIA RIO LLUTA	
Sr. representante del CONAMA	
Región de Antofagasta	
Luis Cáceres	Universidad de Antofagasta
Dinka Monardes	Universidad de Antofagasta
Osvaldo Muñiz	Universidad Católica del Norte
Juan Pablo Contreras	CONAF
Hugo Román	SAG
Oscar Camacho	Representante SEREMI de Agricultura
Alberto Acuña	CONAMA
María Angélica Tagle	CONAMA
Cecilia Adasme	SERNAGEOMIN Santiago
Nº 2. Taller Macroregión Norte Chico	
Comité de suelos	
Hugo Martínez	ODEPA
María Eliana Alvarez	CONAMA
Región de Atacama	
Armando Flores	SEREMI AGRICULTURA
Juan Claudio Rodríguez	CONAF
Patricia Cáceres	SAG
Carlos González	SAG
Herman Augusto Torres	DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS
Elizabeth Juárez	CONAMA
Región de Coquimbo	
José Miguel Torres	CONAF
Juana Arcos	SAG
Eugenio Caviedes	UNIVERSIDAD DE CHILE
Patricio Azócar	CEZA
Sandra Perret	INFOR
Iván Fernández	UNIVERSIDAD DE LA SERENA
Guillermo Machala	SEREMI DE AGRICULTURA
Pedro Sanhueza	CONAMA
Rodrigo Jorge	CONAMA

Nombre	Institución
Nº 3. Taller Macroregión Centro	
Comité de suelos	
Mario Lagos	SAG
Samuel Francke	CONAF
Hugo Martínez	ODEPA
María Eliana Álvarez	CONAMA
Región de Valparaíso	
Hugo Urrutia	U. Católica de Valparaíso
Luz María Gandulfo	INDAP
Claudio Banda	SAG
Marcos E. González	CONAF
Fernando Hurtado	CONAF
Carlos Salazar	CONAF
Gabriela Pino	CONAMA
Región Metropolitana	
Rubén Maldonado	INDAP
Carlos Ravanal Espina	CONAF
Jorge Carrasco	INIA La Platina
Mariano Galdámez	CONAMA
Región del Libertador Bernardo O'Higgins	
Alba Garrido Jaque	CONAF
Hilson Andrés Herrera Maldonado	CONAF
Rodrigo Astete Rocha	SAG
Patricia Rivas Arenas	SAG
Renzo Catalán Farfán	SAG
Claudia Aretio Urbina	SAG
Vania Soto Zúñiga	Gobierno Regional
Enrique Lohse Fuentes	INDAP
Francisco Durán Medina	SERPLAC
Sergio Alcayaga	CONAMA
Jorge Lisboa	CONAMA
Genoveva Maldonado Vargas	CONAF
Mauricio Calderón	CONAF
Sr. Bravo	CONAF
Región del Maule	
Gonzalo León	CONAMA
Roberto Pizarro	U. de Talca
Estrella Garrido	U. Católica del Maule
Héctor Marilao	SAG
Gonzalo Sierra Mellado	Fundación CRATE
Christian Maire Gómez	Centro CATEV
Nº 4. Taller Macroregión Sur	
Comité de suelos	
Mario Lagos	SAG
Samuel Francke	CONAF
Hugo Martínez	ODEPA
María Eliana Álvarez	CONAMA

Nombre	Institución
Región del Bío Bío	
Rolando Rodríguez	CONAF
Juan Riffo	SAG
Héctor Ilana	CODEFF
Agustín Infante	CET
Jaime Lamas	CONAMA
Gerardo Azócar	Centro EULA, U. de Concepción
Región de la Araucanía	
David Burgos	SAG IX Región
Ricardo Campillo	INIA Carillanca
Mario Castro Maldonado	SEREMI Agricultura
Mario Huerta	INDAP
Fernando Peña Cortés	Universidad Católica de Temuco
Bernardo Bretón	UNAP
Itilier Zalazar Q.	UFRO
Hugo Castro Morán	CONAF
Mónica González	CONAF
Sergio Meza Villagra	CONAF
Deyanira Caillet Alvarez	SEREMI Agricultura
Antonieta Donoso Palominos	SEREMI Agricultura
José Cartes	SEREMI Agricultura
Jaime Huriquinao P.	CONADI
Víctor Durán	CONAMA
Rodolfo Westhoff	CONAMA
Región de los Lagos	
Achim Ellis	Universidad Austral
Dante Pinochet	Universidad Austral
Juan E. Schalatter V.	Universidad Austral
Renato Grez	U. Austral de Chile
René Bernier	INIA Remehue
Ricardo Montes	INDAP
Juan Carlos Dumont	INIA Remehue
Julio Burgos	SAG
Sibel Villalobos	CONAMA
Nº 5. Taller Macroregión Aysén	
Comité de suelos	
Mario Lagos	SAG
Hugo Martínez	ODEPA
María Eliana Alvarez	CONAMA
Región de Aysén	
Luis Hermosilla	SEREMI Agricultura
Nelson Cabezas	SEREMI Bienes Nacionales
Millaray Hernández	CONAMA XI Región
Manuel Henríquez	CONAF
Cristian Pualuan	SAG
Francisco Ruiz	INDAP
Mª Paz Martínez	INIA

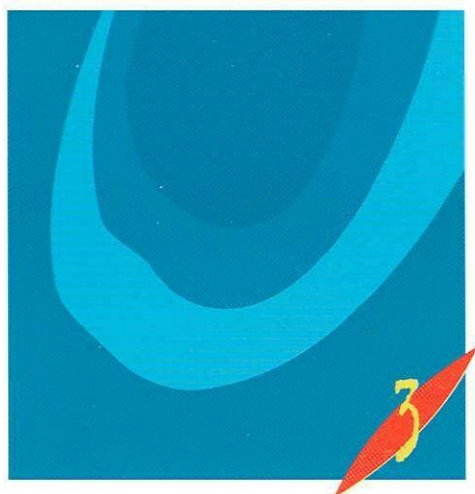
Nombre	Institución
Myriam Lobos	Bienes Nacionales
M ^a Loreto Pedraza	CONAF
Oscar Flores	INDAP
Elizabeth Manzano	U. Austral
Julio Cerda	SAG
Jaime Mejías	INIA
Paula Cruces	SAG
Fernán Silva	SAG
Cristián Ojeda	Dir. Obras Hidráulicas
Roberto Viel	INFOR
Daniela Castro	CONAMA XI Región
M ^a Paz Flores	CONAMA XI Región

Nº 6. Taller Macroregión Magallanes

Comité de suelos	
Hugo Martínez	ODEPA
Jorge Carrasco	INIA
María Eliana Alvarez	CONAMA

Región de Magallanes y la Antártica Chilena

Vania Concha	Seremi Agricultura
Oscar Strauch Bertín	INIA Kampenaike
Iván Figueroa Ibacache	INDAP
Petar Bradasic Alvarez	INDAP
Claudia Cerda Rodríguez	SAG
Nicolás Soto	SAG
Arturo Rosas	CONAF
Nilo Covacevich	INIA Kampenaike
David Ovando Jeria	Gobierno Regional
Francisco Javier Abarzúa	Gobierno regional
María Cristina Lagos	CONAMA
Nelly Nuñez	CONAMA
Rodrigo Zolezzi Seguel	Particular



DIMENSIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS

UNDÉCIMO MANDAMIENTO

*Heredarás tu Santa Tierra como su fiel
sirviente, conservando, de generación en generación, sus recursos y productividad.*

*Salvaguardarás tus campos de la erosión de los suelos, que se sequen tus florestas y aguas vivientes,
protegiendo tus colinas del excesivo pastoreo, de modo que tus descendientes puedan
disfrutar de eterna abundancia.*

*Si fallaras en esta servidumbre de la Tierra, tus campos fructíferos se convertirán en campos pedregosos
y estériles, en barrancas inaprovechables y tus descendientes
disminuirán y vivirán en la pobreza o desaparecerán de la faz de la Tierra.*

WALTER C. LOWDERMILK

A modo de poder describir y dimensionar cualitativamente las complejas relaciones entre elementos económicos y sociales que condicionan el fenómeno degradativo de los suelos y realizar aproximaciones generales cuantitativas del costo económico de este fenómeno por erosión en el país, en el presente capítulo se desarrollarán los siguientes tópicos:

- 3.1. Escenario marco del país
- 3.2. Importancia del recurso suelo bajo una perspectiva económica
- 3.3. Pobreza y pobreza rural: Conceptos básicos
- 3.4. Economía, pobreza rural y degradación del suelo: Relación básica
- 3.5. Ruralidad, pobreza y erosión del suelo en Chile.
- 3.6. Algunos antecedentes de instrumentos y recursos financieros en Chile.
- 3.7. Primera aproximación del costo económico del proceso erosivo de los suelos
- 3.8. Valoración económica de casos específicos.

Los ítems 3.1., 3.5., 3.6. son fundamentalmente relacionados con realidades concretas del país. En tanto 3.2., 3.3. y 3.4. son básicamente de orden general o universal. Finalmente, 3.7. y 3.8. describen resumidamente aplicaciones de valoración económica de degradación de suelo del país, desarrolladas y calculadas explícitamente para este estudio.

3.1 Escenario Marco del País.

El problema ambiental, social y económico del deterioro y rehabilitación de los recursos naturales renovables de la zona mediterránea árida y semiárida de Chile, presenta algunas particularidades que la hacen diferente al de otras regiones análogas del mundo. El problema analizado es de naturaleza esencialmente agrícola y ganadera y, por consiguiente, es el hombre el principal actor. A pesar de tratarse de un problema agrícola y de deterioro de los recursos naturales, lo que incide en una reducción de la productividad del ecosistema, también interactúan aspectos sociales y económicos de ocupación del espacio, siendo esto común a otras regiones áridas del mundo. Sin embargo, se presentan diferencias sustantivas con otras regiones. Una de ellas, radica en la presencia de la Cordillera de los Andes, donde las precipitaciones son abundantes, constituyendo una cuenca hidrográfica importante, a partir de la cual, se forman valles regados de alta productividad. Ello, permite la «integración» del secano con el riego y la utilización de las aguas de escurrimiento en los sectores de secano (Universidad de Chile, 1997). Lo anterior dificulta dimensionar en un contexto “ambiental, social y económico” los efectos de la degradación de los suelos en Chile ya que existe la presencia de áreas silvoagropecuarias altamente productivas que comparten e interactúan, en un mismo espacio, con áreas degradadas y de significativa pobreza. La acción del hombre sobre el uso de los recursos naturales no renovables, acentúa la dificultad para este tipo de análisis.

A lo anterior debe sumarse el hecho de que el país posee una estrategia marco de crecimiento y desarrollo económico basada en la mayor integración posible de sus sectores productivos a la economía internacional, con políticas de fomento a las exportaciones, captación de capital extranjero, búsqueda de nuevas oportunidades de mercados, fomento a la iniciativa y propiedad privada, reducción de trabas arancelarias o para-arancelarias vía convenios bilaterales o multilaterales, etc., que en definitiva buscan la mayor liberalización posible de actividades económicas del país; proceso que suele provocar conflictos de intereses entre las aspiraciones de bienestar de agentes privados y del resto de la sociedad. Conflictos que se hacen más explícitos cuando los recursos naturales, como el suelo, pueden tener tanto un valor “intrínseco o de existencia” para el conjunto de la sociedad, y un valor económico (precio) como insumo, activo o factor asociado a una actividad productiva apropiable por privados.

Luego, bajo el marco descrito, el país debe buscar permanentemente formas de conciliar de la mejor manera posible los intereses legítimos de los distintos sectores que lo conforman.

3.2. Importancia del recurso suelo bajo una perspectiva económica

Normalmente los países de bajos ingresos o en vías de desarrollo se caracterizan por ser altamente dependientes de sus recursos naturales. Chile no escapa a este escenario. Basta considerar que nuestras principales riquezas exportables son la minería y la pesca, y que éstas son actividades esencialmente extractivas. Además, deben considerarse los sectores forestal y agropecuario, íntimamente ligados al recurso natural “suelo” que incorporan, en diferente grado, procesos extractivos, agroindustriales y de “siembra-cosecha”.

La valoración de cualquier fenómeno económico se basa en el valor monetario que es factible y pertinente asignar a cada factor de producción y a la producción en sí. Esta valoración está íntimamente relacionada con su escasez marginal, las que al amparo de las teorías de oferta y demanda se reflejan en su precio de mercado, que es su verdadero valor de no existir distorsiones o fallas del mercado.

El valor de los factores de producción, más precisamente de un activo económico es equivalente al Valor Actual (capitalizado), de la sumatoria de los flujos de ingreso monetario neto futuro. Por tanto, si el hombre utiliza un recurso natural que genera un flujo de ingreso, claramente ese recurso es un activo económico.

Dado que el recurso suelo genera ingreso futuro, es indudable que constituye un activo económico y debiera ser considerado como tal en los análisis contables y cuentas nacionales.

En todo análisis contable se incluye y valora la magnitud en que se van agotando los activos, y por tanto va disminuyendo su valor como generador de productividad. Esta es la depreciación de activos. La contabilidad más clásica no considera esta variable en el caso de los recursos naturales.

El concepto de Renta Económica apunta a determinar el verdadero ingreso generado, incluyendo no sólo aquel que dice relación con entradas y salidas de dinero sino que también los cambios en la situación de los activos, es decir, las ganancias y pérdidas de capital representadas por la depreciación. Luego, los cambios de situación del suelo (capitalización y depreciación), deberían ser siempre incorporados en los análisis económicos.

Lo anterior tiene mayor importancia en el caso de Chile teniendo en cuenta dos consideraciones:

- ☛ El suelo ha sido sometido por décadas a sobrexplotación, generando procesos erosivos que han disminuido su productividad y en consecuencia su valor. Esta es la depreciación del suelo.
- ☛ En el país, el suelo es un recurso escaso y como tal debiera ser especialmente cuidado y protegido. Peralta (1987), señala que sólo poco más del 1% del total de suelos corresponden a Clase I y II, sin limitaciones de uso, y que tan sólo un 7% del total son suelos arables (Gráfico 1.1.).

La omisión de la disminución del valor del activo suelo no hace posible conocer realmente la sustentabilidad o no del crecimiento económico (PGB). Es decir, cuánto del crecimiento responde a incrementos de productividad, y cuánto a desgaste del capital suelo y por tanto a productividad e ingresos futuros. El verdadero crecimiento de la economía está dado por el PIN (Producto Interno Neto) obtenido, restando las depreciaciones de los recursos naturales. El mismo razonamiento puede realizarse entre la Inversión Bruta (IB) e Inversión Neta, pues ésta última sí considera la depreciación de activos.

En términos metodológicos la evaluación económica de la depreciación de los suelos puede agruparse en dos grandes áreas:

Evaluación Directa: Se miden cuantificando las pérdidas de productividad que se generan a través del tiempo (Repetto, 1991; Repetto *et al.* 1988). Técnicamente, es el valor actual de los ingresos netos futuros. Esta metodología requiere predecir los precios a futuro, costos de operación, niveles de producción y rendimientos, tasas de descuento, etc. En general es una metodología sólo recomendable para casos en que exista una abundante información histórica.

Evaluación Indirecta: Se cuantifican las pérdidas de características físicas y/o biológicas del suelo afectadas por la erosión, utilizando para ello un indicador o factor medible que incide directamente en la productividad del suelo. Típicamente se cuantifican las pérdidas de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio. Luego, es factible cuantificar aproximadamente la depreciación del suelo en base al costo de restablecimiento de estos nutrientes en la forma de fertilizantes valorados a precios de mercado. Este método tiene la ventaja de requerir una menor cantidad de antecedentes referidos a niveles de pérdida de suelo y nutrientes contenidos, superficies, clases y tipos de suelos degradados a los cuales extrapolar las valoraciones. Además, permite realizar aproximaciones de extensas áreas de suelo degradado, pero debe tenerse presente que es una primera valoración, y no considera otros aspectos como la reposición o reconstitución del suelo erosionado en sí, externalidades, embancamientos, etc.

Por lo tanto, en nuestra opinión, esta última metodología es más adecuada, versátil y pertinente para el fin orientador del presente estudio, y será la que se utilizará para estimar el mínimo valor que tiene la depreciación del recurso suelo por daño por erosión. Especificaciones metodológicas a aplicar en éste estudio se describen en punto 3.7.

3.3. Pobreza y Pobreza Rural: Conceptos básicos

Se considera oportuno y necesario realizar algunas precisiones y conceptualizaciones universales respecto a la pobreza, para manejar una “idea” más o menos común respecto a qué nos estamos refiriendo cuando se habla de los pobres y a su importancia en el fenómeno erosivo. La pobreza, afecta a sectores sociales urbanos y rurales y en este último sector es un fenómeno recurrente relacionado con los fenómenos de degradación del recurso suelo, de ahí la importancia de detenerse un poco en su descripción en términos particulares.

Un concepto representativo de pobreza tal como lo ha definido las Naciones Unidas, debe considerar un conjunto amplio de carencias y necesidades básicas, a partir de las cuales se pueden definir normas mínimas de satisfacción (Mideplan, 1994).

En aquellas situaciones en donde los requerimientos mínimos no son cubiertos por los entes satisfactorios, la persona u hogar experimenta una situación que la obliga a priorizar y satisfacer «a como dé lugar» alguna necesidad básica en desmedro de otra alternativa, eventualmente, menos agresora del medio.

No sólo se deben comprender en este concepto de pobreza, aspectos pecuniarios o cuantitativos, sino que debe ser más amplio, incorporando aspectos cualitativos y de calidad de vida, aunque priman en los análisis los mencionados en primer término.

En este sentido, es decir, que la pobreza es la resultante de aspectos cuantitativos y cualitativos básicos e insatisfechos, el medio ambiente juega un rol importantísimo como proveedor de recursos cuya utilización genera satisfacción de necesidades y grados de bienestar. La degradación del propio patrimonio ambiental con el fin de generar ingresos que satisfagan las necesidades básicas priorizadas, agrega una nueva dimensión al fenómeno de la pobreza, especialmente en el sector rural. Esta circunstancia puede adquirir formas en extremo peligrosas, ya que no parece tan infrecuente la existencia velada de altos índices de pobreza potenciales futuros disfrazados hay tras un uso depredador irracional de la dotación de recursos naturales, lo que generará pérdidas, muchas veces irrecuperables al no ser “detectado” el fenómeno “a tiempo”. Esta circunstancia se suma a las pérdidas tangibles (pérdida de dinero), a mediano o largo plazo, además del deterioro de aspectos de higiene ambiental, salud, goce estético y consecuentemente de bienestar social.

En consecuencia, se considera que el factor «pobreza», especialmente «pobreza rural», tiene características y relaciones de suma complejas que ameritan su consideración explícita en cada acción tendiente a analizar, dimensionar y subsanar la erosión del suelo.

3.4. Economía, pobreza rural y degradación del suelo: relación básica

Intentando clarificar resumidamente, al menos desde un punto de vista descriptivo, las complejas relaciones entre estos tres elementos, se puede señalar que las interacciones entre pobreza rural y degradación de los recursos naturales están condicionadas y/o agravadas cuando existen sistemas económicos basados en la liberalización o planificación extrema de los mercados, omisión, insuficiencia o inoperancia de políticas reguladoras e instrumentos que corrijan las distorsiones económicas o fallas de mercado.

Estas distorsiones, que pueden clasificarse bajo el nombre genérico de “externalidades”, son más frecuentes y evidentes en actividades ligadas directamente a los recursos naturales, como el suelo. La omisión o insuficiencia indicada no permite internalizar los costos y beneficios de la actividad económica a todos los agentes involucrados, en su justa medida. Esto genera desequilibrios o “equilibrios” subóptimos, inequidades en la distribución del ingreso nacional, y sobreexplotación del recurso. Generado éste proceso, prácticamente por “inercia”, los desequilibrios se potencian y aumenta la brecha, perjudicando progresivamente a los sectores de pobreza.

Visto el problema desde una perspectiva un poco distinta, puede señalarse que aquellos países que no internalizan las externalidades negativas (asociables al concepto de costo) producidas, por ejemplo, por actividades exportadoras que sobre explotan el recurso suelo, están de hecho subsidiando a los consumidores externos. Cuando un país no dispone, como se indicó, de una institucionalidad eficiente que corrija estas distorsiones, el costo del subsidio lo terminan pagando aquellos agentes ligados al recurso natural, que presentan mayor grado de marginalidad económica y social, “los pobres rurales”, los cuáles para subsistir presionan aún más al deteriorado recurso suelo, el que, progresivamente, tiene menos productividad y genera flujos de ingreso neto de menor magnitud, cerrando, por decirlo de alguna manera, el ciclo. Nuestro país, con un modelo económico caracterizado por la globalización de los mercados y su pujante actividad exportadora, tiene la obligación, para con todos sus ciudadanos y generaciones futuras, de ir perfeccionando cada vez más los mecanismos que apunten a atenuar los desequilibrios mencionados.

En nuestra opinión, un primer paso tendiente a subsanar éste fenómeno o, en forma más realista, atenuarlo, consiste en identificar de la mejor manera posible las causalidades unilaterales o recíprocas entre pobreza rural y degradación (erosión) del suelo y, complementariamente, poder cuantificarlas de alguna forma. El desarrollo y aplicación de indicadores específicos como los señalados por MIDEPLAN (1994), en lugar de los actuales indicadores y metodologías utilizadas para medir pobreza urbana, debiera ser el camino a seguir.

Sin embargo, considerando las características orientadoras y de síntesis del presente estudio, y que la disponibilidad de información nacional específica de la ruralidad es un desafío de mediano a largo plazo aún inconcluso, a fin de contextualizar el escenario pobreza rural / degradación del suelo para el país, en el ítem siguiente se incorpora un análisis general de la realidad actual, utilizando, como base, información de carácter “convencional”, recolectada en la literatura nacional.

3.5. Ruralidad, pobreza y erosión del suelo en Chile

El destino de una nación como Chile, está íntimamente ligado al uso del recurso suelo. Su deterioro, al corto o largo plazo se traduce invariablemente en un empobrecimiento global de los activos de esta naturaleza que posee el país.

En general, la superficie bajo uso productivo silvoagropecuario en Chile ocupa casi la totalidad del uso potencial (ver antecedentes capítulo 1), y las técnicas y prácticas culturales no han sido conservacionistas, más aún, han sido extractivas y degradadoras del recurso suelo, especialmente en aquellos suelos arables con limitaciones y no arables sujetos a estas labores.

La degradación de los suelos en Chile está explicada en gran medida por el proceso de erosión. Esta deriva de dos causales principales; la primera de ellas se refiere a la acción de la propia naturaleza sobre suelos no intervenidos, provocando lo que se conoce como “erosión tolerable” que se compensa en parte con la generación de suelos por

degradación de la roca madre y actividad microbiana en el material orgánico. La segunda causal, que es grave, acelerada y casi irreversible, se refiere a la provocada por la intervención del hombre, quien en su afán de obtener mejor rentabilidad en el corto plazo ha aplicado tecnologías de producción silvoagropecuarias inadecuadas en relación a la capacidad de uso del suelo.

La salinización es otro proceso degradativo de suelos bajo riego, pero considerablemente menos trascendente que la erosión. No obstante es pertinente indicar algunos conceptos relacionados. Esta es provocada por el contenido salino del agua, la alta evapotranspiración, el riego por goteo y la presencia de napas freáticas cercanas a la superficie. Afecta a algunas áreas de las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama. También se observa en sectores de Limarí y comunas como Colina, Lampa y Pudahuel.

Con el fin de visualizar cuantitativamente la magnitud de la superficie de suelos susceptibles de ser afectados por estos procesos degradativos se presenta el Cuadro 3.1. construido a partir de información de IREN-CORFO 1979 (CONAMA, 1994). La superficie erosionada, en diferentes grados, señalada en dicho cuadro se refiere a la totalidad de los suelos susceptibles de erosión desde un grado leve a un grado grave cuando no se realizan prácticas conservacionistas de manejo de suelos. La superficie afectada con salinidad es muy marginal respecto a aquella afecta por erosión.

Cuadro 3.1. Superficie regional: total, erosionada y con problemas de salinidad y drenaje.

Región	Superficie física total (miles de hectáreas)	Superficie erosionada (%)	Superficie con salinidad y mal drenaje (%)
I	5.807,2	43	0,04
II	12.530,6	21	0,02
III	7.826,8	35	0,13
IV	3.964,7	85	0,50
V	1.637,8	55	1,80
VI	1.595,0	61	8,70
VII	3.051,8	51	4,60
VIII	3.600,7	66	4,60
IX	3.247,2	76	2,60
X	6.903,9	66	5,40
XI	10.715,3	45	S / I
XII	11.231,0	37	S / I
Metropolitana	1.578,2	36	4,50
Total país	75.490,6	46	1,90

Fuente: CONAMA 1994. Plan Nacional de Conservación de Suelos. Basado en cifras del estudio IREN -CORFO 1979.

Independiente de la metodología a usar para efectos de valoración económica y su consecuente dimensionamiento, las cifras indicadas en el Cuadro 3.1. parecen bastante elocuentes. Tener en promedio prácticamente la mitad de los suelos del país erosionados en diferente grado, es de una enorme trascendencia y debe tenerse presente en la generación de políticas de desarrollo que involucren el recurso suelo como un activo económico.

Con el propósito de introducir al lector en la importancia que, eventualmente, puede llegar a tener desde la perspectiva de costo económico la erosión del suelo en el país, se consideró oportuno presentar un ejercicio de carácter teórico muy simple, basado en algunas cifras de literatura y "Juicios de Expertos" de los autores. Se advierte que se trata de una ilustración y que no pretende reemplazar valorizaciones de magnitud de impacto económico de la erosión, posteriores del estudio. Considérese que el PGB Nacional en 1998 fue del orden de 66.500 millones de dólares (Banco Central, 1999) del cual el sector silvoagropecuario, el que más usa y depende del activo suelo, produce el 7% (4.700 millones de dólares) y suponiendo que la productividad del activo suelo en este sector respondiera, por el 20% del PGB

sectorial (el 80% restante lo produce el resto del capital y la mano de obra), se tiene que el suelo produce “directamente” unos 1.000 millones de dólares anuales, sólo en el sector silvoagropecuario. Del mismo modo y, bajo las cifras señaladas, si la productividad del suelo supuestamente disminuyera en promedio un 1% anual debido a sobre explotación y degradación consecuente, esto significaría una disminución del PGB del orden de US\$ 10.000.000 anuales que, de acuerdo a lo señalado en el punto 3.2. no aparecerán en ninguna cuenta ni presupuesto nacional.

Obviamente, mientras mayor sea la dependencia de la actividad económica del recurso suelo (es decir, más del 20% del PGB sectorial iterado) las cifras de pérdidas y depreciación del recurso suelo serán superiores que las de éste ejercicio. Contextualizando estas cifras, basta recordar que el Programa de Recuperación de Suelos Degradados en 1998 destinó fondos por 3.600 millones de pesos (Odepa, 1999) los que, según este ejercicio ilustrativo, no alcanzarían a constituir una inversión neta positiva.

Luego, considerando la conceptualización del ejemplo (más allá de las cifras que de él resultaron), es factible reforzar la idea que cualquier deterioro del recurso suelo repercute de algún modo en los resultados netos de ingresos e inversión del país, y que su consideración debe ser un tema de primera importancia para establecer políticas de sustentación de este activo nacional.

Como se ha indicado, la presión antrópica es causal prioritaria que se refleja en diferentes grados de degradación de los suelos. Anteriormente se indicó que establecer relaciones cuantitativas precisas entre la acción del hombre y su efecto sobre el suelo o entre aspectos socio-demográficos y la degradación del suelo son un tipo de información fundamental para apoyar políticas, construcción de instrumentos y toma de decisiones, pero, constituyen un proceso difícil de análisis.

En el país existen publicaciones que han introducido de alguna manera el tema, tales como, Rivera y Cruz 1984; MIDEPLAN 1994, Vial y Huaracán 1993 y MIDEPLAN 1998.

En este estudio, para intentar profundizar en las relaciones existentes entre pobreza rural, ruralidad y erosión del suelo, se establecieron algunas relaciones sencillas y rescataron algunos estadígrafos significativos a partir de la información generada por Vial y Huaracán (1993), quienes construyeron índices de ruralidad y pobreza rural, calculados a nivel comunal. Se trabajó en base a este estudio debido principalmente a que generó información nacional a nivel comunal con una metodología comparable, basada en el procedimiento conocido como Índice de Laspeyres, el cual refleja las variaciones relativas en las cantidades de un conjunto de elementos, referente a un número base. En este caso, es una comparación espacial de las variables entre dos elementos, uno que corresponde a la expresión absoluta de la variable en una comuna dada y el otro es el valor de referencia, denominado base del índice, que en este caso, corresponde al promedio del comportamiento de la variable en las 286 comunas incluidas en el estudio original.

El método para elaborar estos índices obedece al criterio de ordenar, sistematizar, y fundir en un solo indicador información de variables específicas. En el índice de pobreza Vial y Huaracán (1993) incorporaron estadísticas de las variables salud (desnutrición infantil, mortalidad infantil, número de menores en riesgo biomédico), vivienda (agua potable, tipo de vivienda, alcantarillado, hacinamiento, electrodomésticos) y educación (analfabetismo, atención preescolar, deserción escolar). En el índice de ruralidad, consideraron estadísticas de población, población rural, población económicamente activa y población económicamente activa agrícola, para cada una de las comunas.

En el estudio citado, se ordenaron de acuerdo a su magnitud en un contexto nacional, contemplándose 286 comunas entre la regiones IV y X país. Para simplificación de la información, en el presente estudio, se incorporaron al análisis las primeras 15 comunas de cada región de mayor índice de ruralidad encontrados por Vial y Huaracán (1993). Complementariamente, se analizaron los Índices de Pobreza encontrados en las comunas seleccionadas. La información resumida se encuentra en los Cuadros 3.2., 3.3. y Gráfico 3.1.

Cuadro 3.2. Índices de ruralidad de ocho regiones del país.

REGIÓN	Rango de Índices de Ruralidad	Índice Promedio de Ruralidad
X	1.827 - 1.442	1.596
VIII	1.871 - 1.373	1.569
VII	1.763 - 1.269	1.541
IX	1.684 - 1.138	1.406
VI	1.496 - 1.203	1.342
METROPOLITANA	1.696 - 0.474	1.010
V	1.354 - 0.631	0.948
IV	1.454 - 0.163	0.775

* Índices de mayor magnitud indican mayor ruralidad

* Rango nacional fluctúa entre 1.871 y 0.04

De las cifras indicadas en el Cuadro 3.2. se observa que la X, VIII y VII regiones poseen, en promedio, comunas con mayor ruralidad. En cada una de estas regiones la totalidad de las comunas analizadas se encuentran entre las 100 comunas más rurales de Chile.

Las regiones IX y VI también tienen una acentuada ruralidad (índices promedio de 1.406 y 1.342, respectivamente). La IX región presenta cierta dispersión en los índices comunales obtenidos y la VI región presenta una ruralidad más homogénea en sus comunas. Las regiones Metropolitana, V y IV presentan, en promedio, la menor ruralidad.

Cuadro 3.3. Índices de pobreza rural en ocho regiones del país.

REGIÓN	Rango de Índices de Pobreza	Índice Promedio de Pobreza
IX	2.31 - 1.10	1.78
VIII	2.29 - 1.41	1.76
IV	2.63 - 0.99	1.76
VII	2.19 - 1.32	1.66
X	2.33 - 1.01	1.52
VI	1.87 - 1.14	1.46
V	1.63 - 0.48	1.27
METROPOLITANA	1.57 - 1.07	1.27

Índices de mayor magnitud indican mayor pobreza.

Rango nacional de índice fluctúa entre 2.63 y 0.41

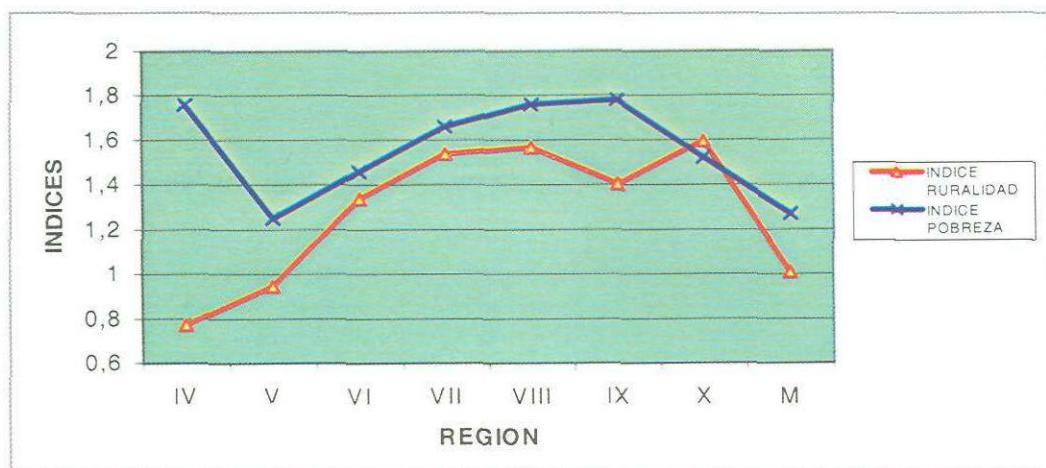
A su vez, del Cuadro 3.3. se deduce que las regiones IX, VIII y IV presentan los mayores índices de pobreza. De estas, recordemos que la VIII Región presenta una alta ruralidad existiendo por tanto, una clara concordancia entre ruralidad y pobreza.

Interesante es el caso de la IV Región, que tiene el segundo mayor índice promedio de pobreza, en cambio presenta la menor ruralidad promedio (menor índice promedio) de todas las regiones. Esta aparente incongruencia de las cifras promedio señaladas, tendría explicación en que sus quince comunas mas rurales no lo son tanto en el contexto nacional, pero en cambio, cuatro de esas comunas son las más pobres del país, cuestión que tradicionalmente identifica a esta región. La IX Región tiene un comportamiento parecido a la IV Región, pero más atenuado, en efecto, de sus comunas rurales incluidas, tres de ellas están entre las diez más pobres del país.

En el Gráfico 3.1. se observan los índices de pobreza y ruralidad promedio de las regiones IV a la X. En términos generales, con la excepción de lo recientemente señalado para la IV Región y en menor medida la IX, aquellas regiones que presentan mayor índice promedio de ruralidad, tienden también a presentar mayores índices promedios de pobreza. Este comportamiento, si bien es producto de una construcción basada en cifras promedio regionales, es consistente con

hipótesis y percepciones de que a mayor ruralidad existe cierta tendencia a un mayor grado de pobreza. No obstante debe aceptarse que esta relación no es completamente lineal, en efecto el coeficiente de correlación a nivel país entre estas dos variables, aunque positivo es de magnitud intermedia (0.36).

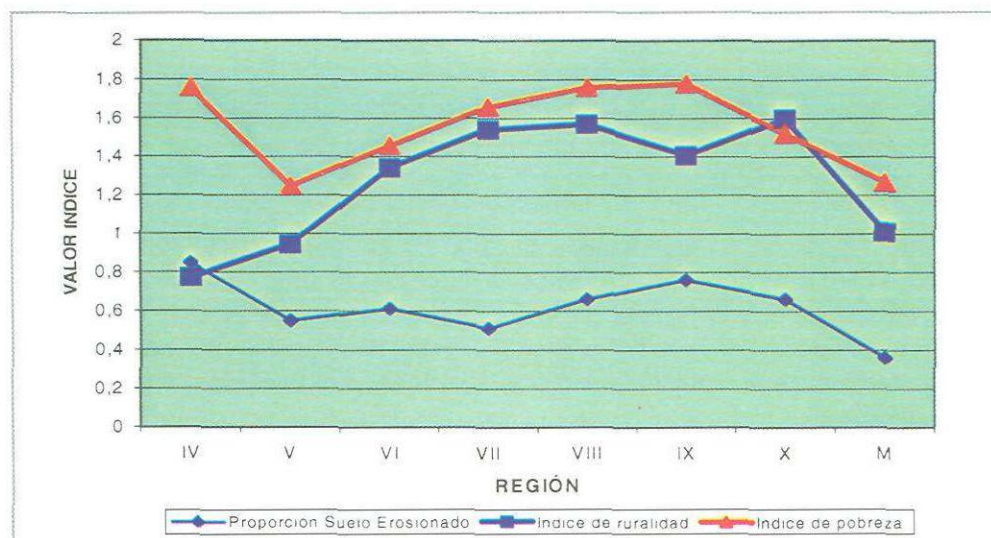
Gráfico 3.1. Índices promedios de ruralidad y pobreza según regiones.



En consecuencia la relación específica entre estos conceptos, ruralidad y pobreza, tiene diferentes matices, lo que aconseja abordar estas variables socioeconómicas de acuerdo a sus propios méritos y características. Por ejemplo, debiera considerarse que existen “tipos” de ruralidad diferente que pueden incluir parcelas de agrado, minifundios, localidades, comunidades, etc.

Establecido lo anterior, resulta necesario analizar con alguna base estadística, el grado de relación entre las variables pobreza y ruralidad con la degradación por erosión de los suelos, es decir visualizar la presión antrópica, a nivel regional. Para ello, en este estudio, se comparó los índices promedio regionales de ruralidad y pobreza, con la proporción (expresada en tanto por uno) de suelo erosionado de cada región, de acuerdo a la información reportada por IREN-CORFO 1979 (CONAMA, 1994), construyéndose en consecuencia las curvas descritas en el Gráfico 3.2.

Gráfico 3.2. Índices promedio de ruralidad y pobreza, y proporción de suelo erosionado según regiones.



Se observa una cierta tendencia a que aquellas regiones con mayor proporción de suelos erosionados, tales como la IV, VIII, IX y X, presentaron también altos índices promedio de pobreza, en tanto que aquellas con menor proporción de suelos erosionados (V, VI y Metropolitana) se asociaron a menores índices de pobreza. En términos de asociación lineal de estas dos variables, se obtuvo un coeficiente de correlación, obviamente positivo y con una magnitud interesante de considerar de 0.74.

Del mismo modo, en el Gráfico 3.2. no se observa evidencia clara que regiones con alta (baja) ruralidad también presenten alta (baja) proporción de suelos erosionados, con excepción de la Metropolitana que presenta índices bajos. El coeficiente de correlación entre estas dos variables no presentó importancia (0.03). La IV Región presentó baja ruralidad promedio, pero alta proporción de suelo erosionado, lo que puede explicarse por que posee sectores rurales formados por comunidades agrícola/ganaderas en serranías, de poca población, pero muy pobres y con una fuerte agresión antrópica.

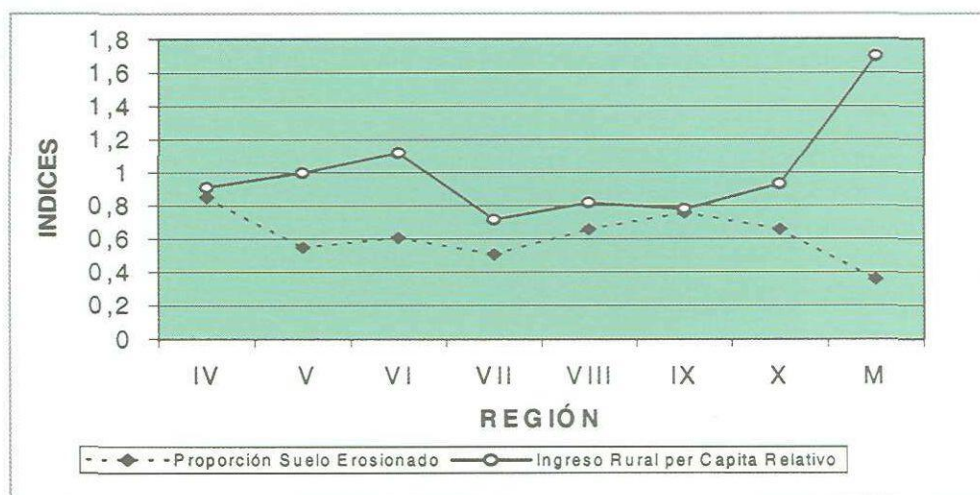
Una profundización del análisis antrópico se efectuó considerando antecedentes del Ingreso rural autónomo per cápita relativo entre las regiones analizadas, utilizando información primaria generada por Mideplan 1998 (encuesta CASEN de Ingreso y Pobreza). El ingreso autónomo considera salarios, valor de la producción, intereses por bonos, jubilaciones y montepíos. En el Cuadro 3.4. se observan los valores de ingreso rural promedio per cápita por región, los cuáles, en éste estudio además se expresaron en términos relativos respecto al promedio rural nacional. Estos últimos indicadores también se compararon con la información de proporción de suelos erosionados por región antes utilizada, y se construyeron curvas descritas en la Gráfico 3.3.

Cuadro 3.4. Ingreso rural per capita e ingreso rural per capita relativo según regiones.

REGIÓN	INGRESO RURAL PER CAPITA \$, Dic 1996	INGRESO RURAL PER CAPITA RELATIVO
IV	53.330	0.91
V	58.901	1.00
VI	66.027	1.12
VII	42.588	0.72
VIII	48.675	0.82
IX	46.388	0.78
X	57.892	0.93
METROPLITANA	100.322	1.70
PROMEDIO	58.890	*****

En el Cuadro 3.4. se observa que existe disparidad en el ingreso entre regiones. Las regiones Metropolitana, VI y V tienen, en ese orden, los mayores ingresos per capita relativos. Esto puede deberse a factores como su estructura productiva agrícola que contempla en mayor medida rubros de mejor rentabilidad generalmente asociados a la actividad exportadora, áreas de suelo con alta productividad biológica y cercanía a grandes centros urbanos que posibilitan incrementar los ingresos sin que se pierda necesariamente la condición de habitante rural. Las regiones VII, IX y VIII, en ese orden, presentan los menores ingresos relativos, son regiones que en mayor o menor medida tienen importante presencia de actividad agropecuaria tradicional, la que presenta menor rentabilidad.

Gráfico 3.3. Proporción de suelo erosionado e ingreso rural per capita relativo según regiones.



Se observa en el Gráfico 3.3. que las curvas de ingreso y erosión, tienen pendientes en sentido opuesto a lo largo de su trayectoria. Luego, existiría una proporción de suelo erosionado mayor, por ejemplo las regiones VIII y IX, en aquellas que presentan los menores ingresos rurales relativos per cápita. Del mismo modo, en regiones con mejores ingresos rurales relativos, como la Metropolitana y la VI, se observa que presentan menor erosión relativa.

Se calculó el coeficiente de correlación entre éstas dos variables, su signo resultó negativo, es decir un nivel menor de erosión se asoció con mayor ingreso rural, y su magnitud es importante de considerar (-0.65). Luego, si aceptamos que un menor ingreso per cápita condiciona mayores índices de pobreza, se corrobora por consiguiente, al menos al nivel de agregación regional, algún tipo de relación entre pobreza rural y grados de erosión del suelo, factible de considerar en alguna medida como agresión antrópica al recurso suelo.

En consecuencia, parece razonable afirmar que, al amparo de la información utilizada, pueden evidenciarse en alguna medida relaciones entre pobreza rural, ruralidad y degradación de suelo por erosión. Su intensidad y complejidad es variable entre regiones y zonas del país. En todo caso, es indudable que análisis y soluciones más precisas deberían, idealmente, ser abordados "caso a caso" o al menos a nivel comunal, zonas agroecológicas y/o microcuencas. Pues existen situaciones particulares, como por ejemplo las descritas para la IV Región, que pueden eventualmente quedar "ocultas" bajo análisis más macros.

Lo anterior, plantea enormes desafíos en términos de políticas, instrumentos y recursos financieros que contrarresten, directa e indirectamente, la acción antrópica sobre la sustentabilidad del suelo y la consecuente disminución de su productividad y su efecto "boomerang" sobre la pobreza.

La información que se presenta en el Cuadro 3.5. demuestra que el 47.5% de las superficie nacional está considerada como áreas pobres de desarrollo urbano rural, mientras que el 27.3% de están catalogadas como comunas prioritarias de desarrollo.

Cuadro 3.5. Áreas de desarrollo urbano rural y comunas prioritarias según regiones.

Regiones	Superficie Regional	Áreas pobres de desarrollo urbano rural	% del total regional	Comunas prioritarias	% del total regional
Tarapacá	5.807.200	2.263.724	39.0	1.177.086	20.3
Antofagasta	12.530.600	6.703.206	53.5	6.348.466	50.7
Atacama	7.826.800	4.291.016	54.8	1.264.745	16.2
Coquimbo	3.964.700	2.190.483	55.2	1.336.068	33.7
Valparaíso	1.637.800	770.026	47.0	416.866	25.5
Metropolitana	1.578.200	542.607	34.4	198.657	12.6
O'Higgins	1.595.000	938.016	58.8	191.950	12.0
Maule	3.051.800	2.686.221	88.0	122.473	4.0
Bío-Bío	3.600.700	1.524.465	42.3	346.402	9.6
Araucanía	3.247.200	1.282.899	39.5	1.023.161	31.5
Los Lagos	6.903.900	2.832.505	41.0	793.374	11.5
General Ibañez	10.715.300	4.566.689	42.6	2.438.538	22.8
Magallanes	11.231.000	4.426.516	39.4	4.426.516	39.4
Total	73.690.200	35.018.372	47.5	20.084.302	27.3

Fuente: Mapas Territoriales de la Pobreza por Región, Áreas Pobres y Comunas Prioritarias, elaborados a partir de la información proporcionada por Conaf (S/F) y MIDEPLAN (1995).

3.6. Algunos antecedentes de instrumentos y recursos financieros en Chile

Reconociendo que la disponibilidad de recursos es siempre menor que las necesidades, sobre todo en países como Chile, pequeños y con ingresos per cápita aún distante de los de países desarrollados, es conveniente describir algunas cifras respecto a los recursos financieros que en el último tiempo nuestro país ha venido incorporando mediante diferentes instrumentos tendientes a contrarrestar este problema. A modo ilustrativo en el Cuadro 3.6. se señalan algunas cifras que apuntan hacia lo señalado, si bien son sólo del año 1999.

Cuadro 3.6. Cifras de Productos Internos Nacional y Silvoagropecuario y subsidios estatales a la conservación y mejoramiento de suelos.

ITEM	Millones de US \$ de 1999
Producto Interno Bruto Nacional	66.500,00
Producto Interno Silvoagropecuario Nacional	4.700,00
Programa de Recuperación de Suelos Degradados	7,32
Subsidio forestal D.L 701	1,67
Fondo SAG Patrimonio Suelo	0,54

Elaboración de los autores basada en información Banco Central 1999.

La suma de los tres tipos de financiamiento directo señalados (9,73 millones de US\$), representa el 0,2 % del Producto Interno Silvoagropecuario Nacional. A lo anterior deberían sumarse de alguna forma los esfuerzos que el país (sectores público y privado) realizan en inversiones como obras de riego, viviendas, electrificación, capacitación, infraestructura en salud y educación, obras viales, etc. que contribuyen a mitigar la pobreza rural, pero cuya incidencia sobre la disminución de la erosión es difícil de aislar, y por tanto, cuantificar.

Eventuales incrementos en el apoyo financiero directo del Estado, como por ejemplo el programa de recuperación de suelos degradados, deberían serlo siempre en armonía y coherencia con estudios técnico económicos pertinentes, y en lo posible que consideren los escenarios lo más desagregados posibles (comunas, cuencas hidrográficas, etc.).

Contextualizando un poco más estas cifras en el ámbito más propio del sector silvoagropecuario, que es la actividad económica más dependiente del recurso suelo, y con el fin de aportar mas antecedentes objetivos para la discusión

y análisis que del presente estudio se deriven, se construyó el Cuadro 3.7. que señala el PGB agropecuario y sus correspondientes crecimientos en la última década.

Cuadro 3.7. Evolución del PIB Agropecuario Nacional. Período 1990 a 1998. Cifras expresadas en moneda de 1999.

AÑO	PIB AGROPECUARIO (Millones de US \$)	INCREMENTO (%)	INCREMENTO (Millones de US \$)
1990	1.677,08	-	-
1991	1.698,00	1.84	30.92
1992	1.888,86	11.24	190.86
1993	1.939,84	3.0	50.98
1994	2.055,58	5.97	115.74
1995	2.161,85	5.17	106.27
1996	2.190,94	1.16	25.09
1997	2.099,15	(4.19)	(91.79)
1998	2.161,45	2.97	62.3
Promedios		3.40	61.3

Elaborado por autores en base a información ODEPA e INE.

El crecimiento promedio anual del PGB silvoagropecuario en la última década es superior a 60 millones de dólares, con incrementos en algunos años cercanos a los 200 millones de dólares (año 1992). Por otra parte, ha existido un incremento anual promedio de una importante fuente de financiamiento como el programa de recuperación de suelos degradados desde 1995, de 3 millones de dólares anuales. Luego, lo importante aquí es poder llegar a dimensionar como país, cuánto del PGB silvoagropecuario, o su incremento anual, se obtiene con "carga" al deterioro por erosión y por tanto menor productividad futura del recurso suelo. De esta forma debería "devolversele" anualmente este PGB, via instrumentos como el programa indicado.

En todo caso, se considera razonable reafirmar que en la eventualidad que el Estado continúe otorgando mayores recursos financieros orientados directamente a atenuar la erosión de los suelos, con mayor o menor énfasis conservacionista, estos deben ser acompañados de estudios a priori técnico/económico lo más específicos posible y estudios a posteriori de efectividad y eficiencia de los recursos financieros entregados.

3.7. Primera aproximación del costo económico del proceso erosivo de los suelos

3.7.1. Descripción metodológica

En este estudio se realizó una valoración económica del proceso de degradación de los suelos, para ello se recopiló información "macro" sobre indicadores físicos de degradación (superficies erosionadas, pérdidas de suelo y contenido de nutrientes), que permitió realizar, a través de extrapolaciones, y bajo una metodología de evaluación indirecta (referida en el punto 3.2.), una primera aproximación del valor económico mínimo que tiene el fenómeno erosivo en el país, considerando sólo la pérdida de los nutrientes del suelo en las áreas más relevantes (regiones IV a XII) o donde existe información utilizable.

Como se indicó, esta evaluación indirecta de la depreciación de los suelos utiliza un factor medible y factible de asignarle un valor económico (precio) que incide en la productividad de ellos, tal como lo son los nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio). Basándose entonces en las pérdidas de nutrientes de los suelos, y valorizando éstas a precios de mercado de los respectivos fertilizantes que contienen dichos nutrientes, se obtuvo un valor aproximado del costo mínimo que significa para el país la degradación por erosión del suelo en un período anual. Se reconoce que existen otros costos asociados al proceso erosivo, que incrementan la magnitud del problema, tales como, reposición propiamente tal de los nutrientes, pérdida de sustrato biológico ("motor" de la productividad del suelo), embancamiento de cursos de agua y, por tanto, eventuales inundaciones, costos adicionales de mantención de obras de riego, etc., que en la medida que hacen crisis, pasan abiertamente a ser externalidades negativas para el conjunto de la sociedad (Franke 1997). Estas ameritan evaluaciones específicas tanto o más complejas que la de los nutrientes perdidos, que escapan al fin orientador y de síntesis de este estudio.

Se sistematizó la información confeccionando un registro a nivel comunal de las Regiones IV a X que indica el área erosionada y su intensidad, basado en el documento de CONAF “Mapa preliminar de la desertificación en Chile”, como una aproximación de la erosión existente en cada comuna. En el presente estudio, a los grados de desertificación considerados en el documento señalado G (grave), M (medio) y L (leve), se les asignó los coeficientes numéricos 0,33; 0,67 y 1,00, respectivamente, tendiente a representar de alguna manera medible el hecho que suelos ya muy degradados y erosionados tienen relativamente “menos nutrientes que perder” que suelos con situación actual de mejor condición.

Paralelamente, a cada comuna se le asignó una pertenencia aproximada a una macrozona agroecológica determinada, “superponiendo” la información anterior por comunas con la entregada en el estudio de Echeñique y Rolando (1989). Se agrupó la IV a IX regiones en tres grandes macrozonas Secano/Costa, Precordillera Andina y Valle y también se les asignó coeficientes de 1,00; 0,67 y 0,33, respectivamente, de acuerdo a la percepción que se tiene respecto a la fragilidad de esas zonas y por tanto posibilidad (probabilidad o frecuencia) de verse afectados por el fenómeno erosivo.

Luego, en cada comuna se “cruzaron” los coeficientes de severidad actual de la erosión con los de macrozona agroecológica, obteniéndose un coeficiente mixto “Zona-Erosión”, destinado a ponderar las pérdidas potenciales (máxima) por hectárea obtenidas a partir de información complementaria de carácter experimental. Por ejemplo, en la comuna de La Higuera (Anexo 3.1.) se obtuvo un coeficiente mixto “Zona-Erosión” de 0,67, producto de los coeficientes individuales 1,0 por estar ubicada en la macrozona secano/costa y 0,67 por tener actualmente un daño erosivo medio (M).

Luego, como se indicó anteriormente, multiplicando la pérdida potencial experimental (máxima) por el coeficiente mixto “Zona-Erosión” respectivo, se pudo estimar una pérdida física anual por hectárea. Este último valor multiplicado por las hectáreas erosionadas de cada comuna (extrapolación) da una idea de la pérdida física anual por comuna y consecuentemente de los nutrientes involucrados en cada pérdida física de suelo. (Anexos 3.1. al 3.7.)

Para estimar esta pérdida se recopiló, para diferentes zonas geográficas del país, información experimental nacional básica de pérdida de suelos por erosión, expresados en toneladas por hectárea y contenido de nutrientes. Se valoró específicamente el nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) en partes por millón (p.p.m.), por considerarse que son tres elementos esenciales y limitantes para la mayoría de los cultivos y vegetación en general. La pérdida de estos elementos es “macro”, dependiendo de la cantidad de suelo erosionado. El K, al igual que el N y el P se erosiona generalmente en el horizonte superior del suelo.

La importancia y/o prioridad que se le asigne al valor económico obtenido de éstas pérdidas de nutrientes, dependerá de cada escenario físico-temporal y de la perspectiva (agrícola productiva, ecológica, geológica) que se quiera analizar, pero debe tenerse en cuenta que el recurso o patrimonio suelo del país de todas maneras “esta sufriendo” esas pérdidas. (Anexos 3.1. al 3.7.).

Finalmente, los volúmenes estimados de nutrientes perdidos se valoraron a precios de mercado de fertilizantes comercializados en el país, utilizándose aquellos que presentan menor valor (costo) por unidad de nutriente: urea, superfosfato triple y muriato de potasio. (Anexos 3.1. al 3.7.).

Como en las regiones X a XII no existe una conformación fisiográfica y agroecológica asimilable a las macrozonas utilizadas en el resto del país, se utilizó información de carácter administrativo/ geográfico del Instituto Geográfico Militar. El resto del procedimiento metodológico fue similar al descrito recientemente (Anexos 3.8. a 3.10.) .

Así, se dispone de una estimación o primera aproximación de carácter general y esencialmente orientadora para estudios y análisis subsecuentes de mayor precisión, del costo anual económico mínimo que significa la pérdida anual de suelo a nivel regional y del país.

Adicionalmente, se realizaron cálculos de Valor Actual Neto (VAN), a horizontes de 5 y 10 años, utilizando diferentes tasas de descuento para las macrozonas y nutrientes considerados. Esto, con el fin de visualizar la magnitud económica en el mediano plazo, bajo el supuesto que, en lo esencial, la situación de suelos erosionados y sus condicionantes, y por tanto el flujo anual de costo por erosión, no cambian dramáticamente en este período. Se estima

que en cálculos de VAN a muy largo plazo a nivel de país el supuesto señalado pierde “fuerza” y con ello las conclusiones que pudieran derivarse, debido a la dinámica propia y específica de los procesos erosivos.

3.7.2. Análisis y Resultados

a) Costo económico anual de las pérdidas de nutrientes.

Basándose en la información entregada en los Anexos 3.1. a 3.10. se construyó el Cuadro 3.8. por región el costo potencial anual, expresado en millones de pesos, de la pérdida de N,P y K. En él se puede apreciar que el costo anual total del país es de 9.427 millones de pesos, de ésta cifra, el costo de pérdida más relevante corresponde a potasio (K), y en segundo término a nitrógeno (N). Esta situación se presenta en todas las regiones del país salvo en la IV región en donde las pérdidas de fósforo se ubican en segundo lugar después de potasio (K) en términos de costo. Por otra parte se visualiza que las regiones VII, VIII, y XII, son las que presentan los mayores niveles de pérdidas económicas. Coincidentemente dos de ellas (VII y VIII regiones) son algunas de las de mayor ruralidad y pobreza rural en Chile.

Cuadro 3.8. Costo potencial anual de nutrientes (N,P,K) por efecto de la erosión de suelos en Chile. Cifras en MM \$, año 2000.

REGIÓN	N	P	K	TOTAL
CUARTA	0,98	1,40	28,16	30,54
QUINTA	1,81	1,04	10,24	13,09
METROPOLITANA	7,66	2,81	69,83	80,30
SEXTA	21,84	9,62	169,61	201,07
SEPTIMA	191,10	46,51	1.278,39	1.516,00
OCTAVA	474,90	82,11	1.814,35	2.371,36
NOVENA	98,92	42,53	584,59	726,04
DECIMA	81,40	22,45	653,23	757,08
UNDÉCIMA	34,11	8,27	698,94	741,32
DUODECIMA	134,87	92,31	2.763,34	2.990,52
TOTAL	1.047,59	309,05	8.070,68	9.427,32

Para visualizar el efecto económico que la erosión tiene en distintas macrozonas, sean éstas áreas agroecológicas (desde la IV a la IX regiones) o zonas administrativo/geográficas (desde la X Región al sur).- Esta información se indica en el Cuadro 3.8. que expresan las pérdidas en millones de pesos. El Gráfico 3.4. es bastante elocuente para señalar los costos involucrados.

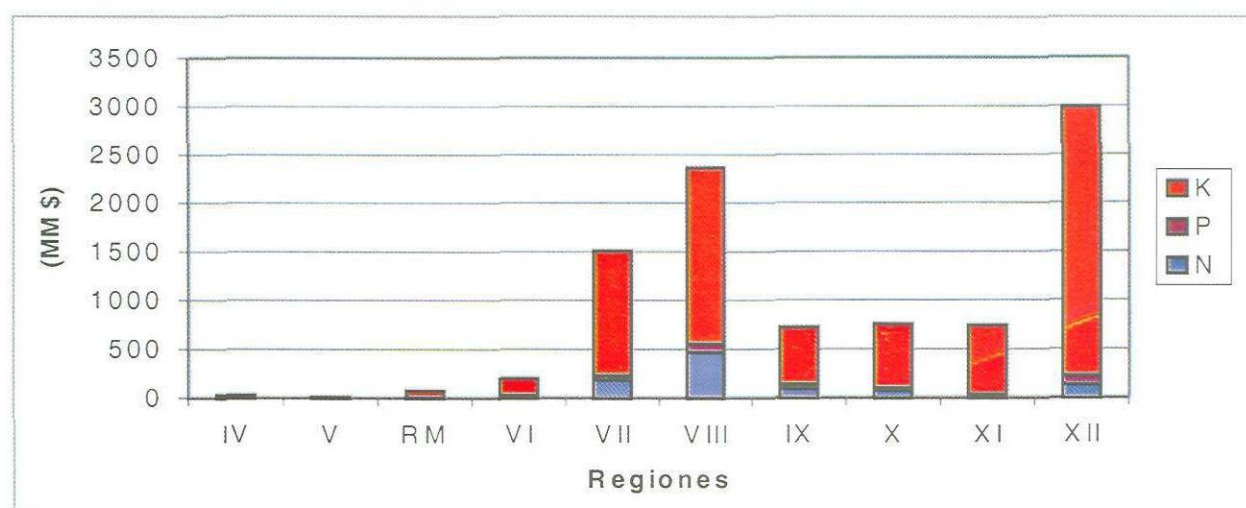


Gráfico 3.4. Costo potencial anual de la pérdida de nutrientes (N,P,K) por efecto de la erosión en Chile.

En la primera sección del Cuadro 3.9. (regiones IV a IX) se observa que el nivel de pérdidas económicas anuales calculadas asciende a MM \$ 4.938 y representa el 52% del costo a nivel nacional. De éste subtotal, se concentra un 65% en la macrozona "Secano/Costa" con MM \$ 3.188. En ésta macrozona, especial importancia tienen la VII y VIII regiones que en conjunto suman más de MM \$ 2.585 (52 %). Parece notable que a pesar de ser esta macrozona la que históricamente ha soportado el mayor grado de agresión erosiva, con múltiples sectores con un daño actual prácticamente irreparable, aún sigue siendo de extraordinaria importancia en términos del daño (físico y económico) que puede continuar sufriendo, de no detener y/o revertir en algún grado al menos la situación.

La macrozona que sigue en magnitud de daño económico es la precordillera andina con un 29 % (MM\$ 1.383) en tanto que, el área agroecológica "Valle Central" representa sólo un 6 % de las pérdidas calculadas para esta parte del territorio nacional. Este costo de pérdida potencial de nutrientes si bien es menor que el de otras macrozonas no debe descuidarse, pues precordillera andina y valle regado son de una gran potencialidad productiva agropecuaria, luego al amparo de estudios posteriores más específicos pudiera eventualmente detectarse un daño económico más significativo por efecto fundamentalmente de pérdida de productividad marginal.

La segunda sección del Cuadro 3.9. es decir, las macrozonas X a XII Regiones representan en conjunto el 48% del total nacional de pérdidas económicas. Destaca la duodécima región en donde las zonas geográficas Magallanes y Tierra del Fuego representan en conjunto más del 57% del total de la macrozona del país y un 27% del total nacional. Lo anterior es significativo si se considera la gran actividad ganadera que se desarrolla en ellas dependiente casi en su totalidad de recursos forrajeros naturales (Gráfico 3.5.).

Cuadro 3.9. Costo económico de pérdida potencial anual de nutrientes por erosión del suelo según macrozonas. Cifras en MM \$, año 2000.

REGIONES IV A IX		MACROZONASS		
REGIÓN	SECANO/COSTA	VALLE	PRECORDILLERA	TOTAL
CUARTA	22,14	8,40 *		30,54
QUINTA	S/I	13,09	S/I	13,09
METROPOLITANA	71,59	3,81	4,89	80,29
SEXTA	102,81	56,67	41,59	201,07
SEPTIMA	1.217,84	79,30	218,86	1.516,00
OCTAVA	1.367,90	65,82	937,64	2.371,36
NOVENA	427,85	117,77	180,42	726,04
SUBTOTAL	3.187,99	323,37	1.383,40	4.938,39
REGIONES X A XII		MACROZONAS		
ZONA	DECIMA	UNDÉCIMA	DUODECIMA	TOTAL
Secano costa	642,92 *		*	642,92
Nadis	3,18 *		*	3,18
Chiloe	110,99 *		*	110,99
Cohaique	*	320,17 *		320,17
Aysen	*	346,64 *		346,64
Chile chico	*	30,44 *		30,44
Rio Ibañez	*	44,07 *		44,07
Ultima Esperanza	*		393,75	393,75
Magallanes	*		1.212,38	1.212,38
Tierra del Fuego	*		1.384,39	1.384,39
SUBTOTAL	757,09	741,32	2.990,52	4.488,93
TOTAL PAIS				9.427,32

Nota: Por las características especiales que se presentan en las regiones X a XII la división por áreas agroecológicas no es posible y se definieron por zonas geográficas.

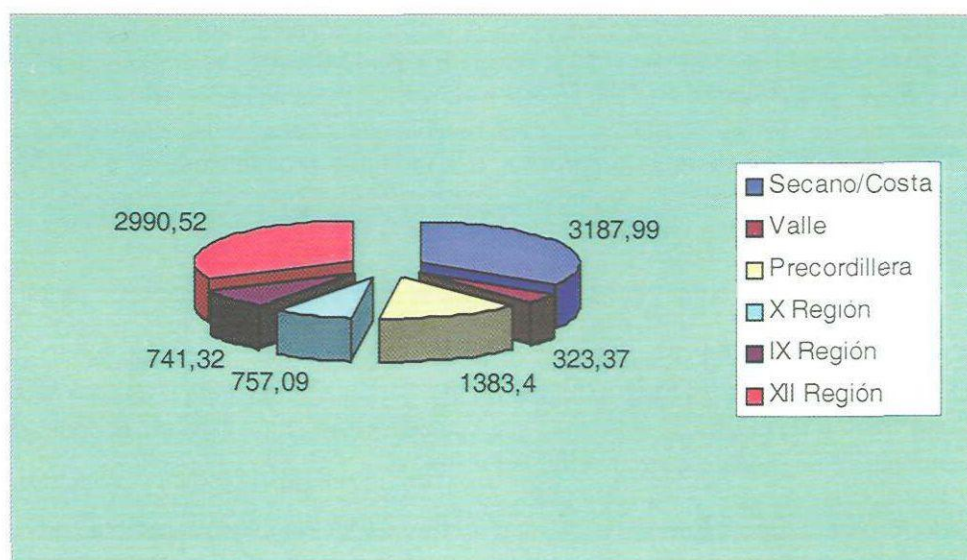


Gráfico 3.5. Costo económico anual por pérdidas potenciales de nutrientes según macrozonas definidas. Cifras en MM \$, año 2000.

Con el fin de contextualizar en alguna medida las cifras de costo determinadas se realizan algunas comparaciones con algunos indicadores y valores específicos.

El nivel potencial anual de pérdidas económicas (MM\$ 9.427) representa un 0,5 % del PGB Silvoagropecuario promedio de los últimos 3 años del país, en pesos de 1999, que alcanzó a aproximadamente MM \$ 1.956.480. No obstante una visión un poco más completa de estas cifras señala una gran diferencia de esta relación entre regiones. En efecto, existe un rango que va de 0,02% en la Región Metropolitana a 11,33% en la duodécima, respecto a sus propios PGB regionales. Dos regiones muy importantes en términos de costo de pérdida de nutrientes y de PGB regional, VII y VIII, tienen porcentaje de 0,43 y 1,02%, respectivamente. De ello se visualizan dos consecuencias: Primero, los PGB por sí solos no reflejan el daño relativo (depreciación del suelo por pérdida de nutrientes) que la actividad esta produciendo individualmente considerados y entre regiones, luego es necesario avanzar en el análisis y considerar el PGB Neto (PGB-Depreciación activo suelo), pues con las cifras señaladas queda demostrado que la depreciación del suelo (costo por pérdida de nutrientes) afecta en términos absolutos y relativos en diferente magnitud a las regiones o zonas que se quiera considerar. Segundo, al amparo del análisis descrito, parece claro que las regiones del país se encuentran en diferente situación para enfrentar el problema erosivo. En efecto, por ejemplo, la Región Metropolitana y Sexta tienen un alto PGB y costo por erosión relativo pequeño, lo que podría llegar a pensar en la factibilidad, por ejemplo, de implementar mecanismos redistributivos de ingreso regional a favor de acciones contra la erosión sin que resulte aparentemente una "sangría" demasiado considerable para los sectores privados y públicos de las regiones menos erosionadas. Es una idea a considerar. Otras regiones como la VII y VIII con importantes PGB y costo relativo de erosión de mayor significancia se encontrarían en una posición aparentemente más débil para afrontar sus propios fenómenos erosivos. Finalmente regiones como la XI y XII, que poseen los PGB regionales más pequeños y costos relativos de la erosión de mayor magnitud, estarían, bajo el marco analítico señalado, en una posición más débil para el desafío de control de erosión, luego en ellas se haría necesario incrementar las inversiones tendientes a desarrollar tecnologías de mayor productividad (incremento del PGB) y menor agresión al suelo (disminución de costo) y/o derechamente entrar a considerar mayores acciones y recursos provenientes del resto de la economía nacional (rol subsidiario del Estado) para atacar el fenómeno erosivo.

Con el mismo fin comparativo anterior se presentan en Cuadro 3.10. los valores bonificados en el Programa Recuperación de Suelos Degradados (PRSD). Lo primero es reconocer el notable incremento del aporte del Estado durante el período de existencia de éste programa, incrementándose el aporte a nivel nacional más de 45 veces desde 1995. La cifra actual es considerable y refleja inequívocamente un esfuerzo muy relevante. En efecto, la bonificación de 1999 fue equivalente al 75% del costo de pérdida de nutrientes NPK, calculado en éste estudio. Sin embargo se considera oportuno realizar algunos alcances sobre estas cifras. Primero, se reitera que el costo determinado sólo involucra el

valor económico de los nutrientes perdidos por erosión y no otros costos privados o sociales (externalidades) asociados indisolublemente al fenómeno erosivo. Segundo, comparando las cifras por región del Cuadro 3.7. se observa sólo moderada congruencia entre lo que han recibido ciertas regiones y lo que supondría debieran recibir dado su daño por erosión en términos físicos y económicos. Por ejemplo las regiones IX y X han recibido el mayor grado de bonificaciones sin ser las que presentan, a la luz del presente estudio, el mayor daño por erosión. Caso contrario se observa en las regiones VIII y XII.

Lo anterior no pretende constituir un análisis de dicho Programa, sólo constatar la resultante de confrontar las cifras de costo encontradas en éste estudio con las bonificaciones otorgadas.

Desde el punto de vista estricto del tema de este estudio, parece factible y necesario considerar al menos avanzar en dar mayor eficiencia y pertinencia al uso de los recursos financieros destinados a atenuar graves procesos de erosión que están ocurriendo en nuestros suelos. Lo anterior, obviamente puede ser vía mejoramiento de los programas existentes como el PRSD, que parece esencialmente destinado a apoyar la actividad ganadera basada en praderas establecidas, u otros instrumentos que, incluso, a la fecha pueden no existir.

Cuadro 3.10. Valor de bonificaciones Programa de Recuperación de Suelos Degradados. Cifras en MM de \$ nominales.

Región	1995	1996	1997	1998	1999
Cuarta	0	0	0	58.6	87.6
Quinta	0	2.8	26.7	68.4	103.1
Metropolitana	0	12	25.9	39.2	81.9
Sexta	0	6.3	14.6	44.3	78.8
Séptima	0	19.5	293.4	469.3	689.7
Octava	50.1	42.4	565.8	589.9	731.0
Novena	49.1	220.5	922.3	1165.7	1684.8
Décima	50.8	607.8	1019.1	2229.8	3104.9
Undécima	0	40.9	104.0	146.4	316.8
Duodécima	0	0	75.0	7.3	205.0
TOTAL	150	952.2	3046.8	4818.9	7083.6

Fuente: SAG. Coordinación Nacional Programa Recuperación de Suelos Degradados.

Para incrementar el propósito orientador de éste estudio se considera oportuno analizar los costos obtenidos desde la perspectiva de los nutrientes involucrados. Anteriormente se mencionó que, de los tres nutrientes (N,P,K) considerados para aproximar el costo económico de la erosión del suelo, la pérdida de potasio es la más costosa con MM\$ 8.071 (Cuadro 3.8. y Gráfico 3.6.); esto sucede en todas las regiones, de las cuales el menor valor se presenta en la V Región (MM\$ 10.2) y el mayor costo en la XII (MM\$ 2.763,3). El nitrógeno se presenta con el segundo lugar en importancia con MM\$ 1.047,6 y un rango de MM\$0.98 para la IV Región y MM\$ 474,9 para la VIII Región. El tercer lugar en importancia lo tiene, en consecuencia, el fósforo con una pérdida anual de MM\$ 309.1 y una expresión máxima en la XII Región (MM\$ 92.3).

En el Gráfico 3.7. se presenta esta información en términos proporcionales en donde se aprecia que, aparentemente, en las regiones del centro-sur del país el costo relativo de pérdida de potasio es algo menor que en las regiones extremas, fundamentalmente del sur del país. Del mismo modo el costo por pérdida de nitrógeno adquiere mayor importancia relativa en las regiones del centro-sur y disminuye en las regiones extremas. Esto podría deberse a factores de génesis de los suelos, como también en alguna medida a los sistemas productivos tradicionales que han predominado en una y otra zona; la centro sur caracterizada por intensidad, en diferente grado, de uso del suelo, rotaciones estrechas y uso de fertilizantes químicos, y el sur del país con sistemas menos diversificados y con menores niveles de fertilización química.

A la luz de estos antecedentes, parece razonable que las políticas o acciones tendientes a contrarrestar el proceso erosivo consideren de alguna forma, si es que no lo consideran en la actualidad, el escenario económico planteado entre los tipos de nutrientes. En efecto, parece del todo razonable que aquellas zonas o regiones en que el costo de pérdida de un nutriente determinado es mayor, por ejemplo potasio en la VIII, reciban más atención en términos crediticios y/o subsidiarios en dicho nutriente que los otros nutrientes. Esta situación justifica aún más la percepción de los autores que es necesario que el país incremente la investigación y estudios de carácter específico de zonas y localidades a fin de mejorar aún más la eficiencia y eficacia de los recursos de todo tipo involucrados.

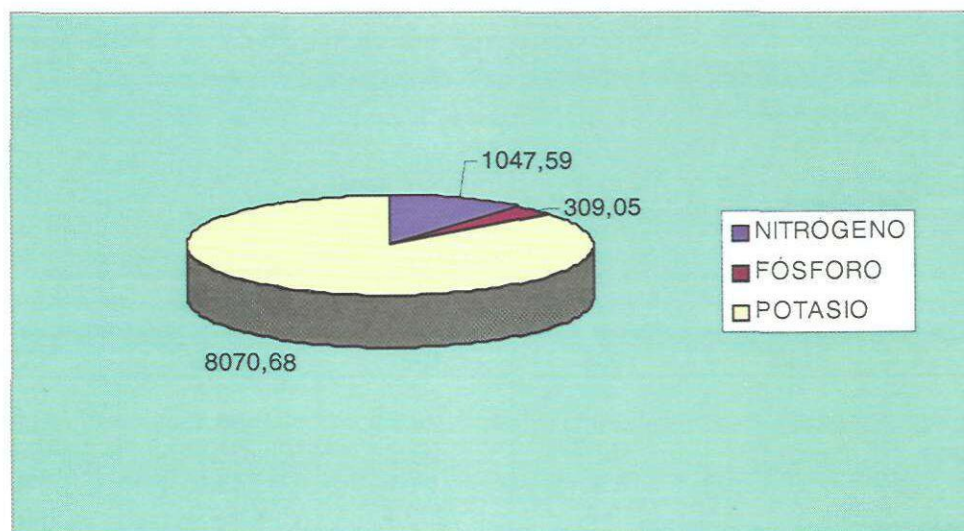


Gráfico 3.6. Costo económico anual por pérdidas anuales potenciales según tipo de nutrientes. Cifras en MM \$, año 2000.

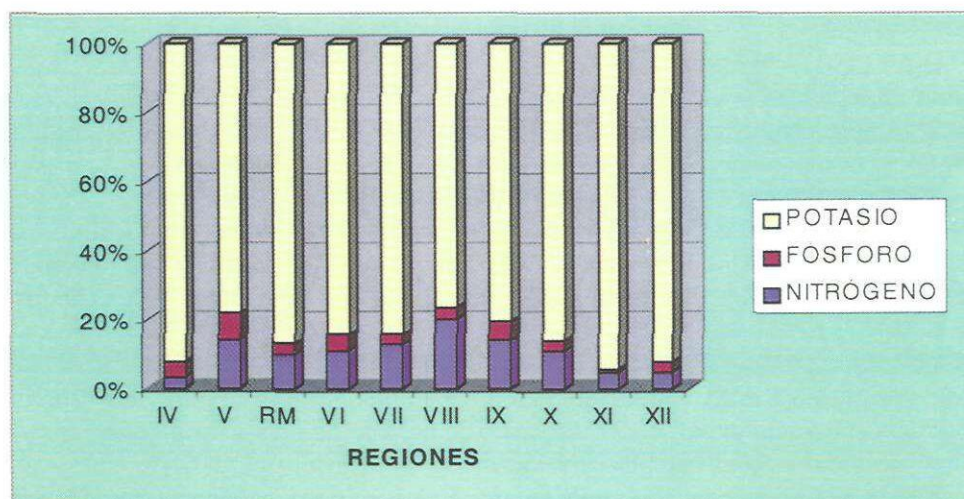


Gráfico 3.7. Costo relativo (%) de las pérdidas potenciales anuales de nutrientes, según regiones del país.

b) Valor actual neto del costo de las pérdidas de nutrientes

En Cuadro 3.11. se sintetiza el cálculo del Valor Neto Actualizado (VAN) del costo económico de las pérdidas potenciales anuales de nutrientes (N, P, K) por erosión. En este cálculo se utilizó una tasa de descuento anual del 9,14%, que es el promedio del quinquenio 1995-1999 ofrecido por el sistema financiero nacional (Página Web Banco Central en Internet). Además el VAN, para la pérdida total del país, se sensibilizó con tasas de descuento correspondientes a un 10% adicional y 10% inferior a la tasa promedio señalada, como un aproximación razonable de las variaciones que ha sufrido en los últimos años dicho indicador macroeconómico, vale decir a un 10,05 % y a un 8,23 % anual, respectivamente.

Cuadro 3.11. Valor Actual Neto (VAN) del costo económico del país por pérdida de nutrientes [N,P,K] por erosión de suelos en Chile. Cifras en MM\$, año 2000.

Tasa Descuento Anual %	Costo (flujo) anual (MM \$)	VAN 5 AÑOS (MM \$)	VAN 10 AÑOS (MM\$)
8,23	9.427,32	37.437,48	62.607,06
9,14	9.427,32	36.536,17	60.130,26
10,05	9.427,32	35.691,36	57.802,59

Con la tasa promedio (9.14%) permaneciendo, teóricamente, constante durante el período de tiempo considerado, el país acumulará un costo (descapitalización del recurso suelo) en valor actual superior a 36.000 millones de pesos en los próximos 5 años. Considerando los 5 años siguientes, éste costo aumenta un 65% alcanzando más de 60 mil millones de pesos. Sensibilizando por tasas de descuento las cifras parecen no diferir poderosamente respecto a la tasa promedio tanto a 5 años como a 10 años, reconociendo no obstante que se está hablando en una magnitud de miles de millones de pesos.

Continuando con el criterio de detallar un poco más las cifras macro obtenidas, en el Cuadro 3.12. se presentan los VAN obtenidos con la tasa de descuento anual promedio (9,14%), para los costos originados por la pérdida futura de los tres nutrientes considerados a nivel nacional. Obviamente el VAN de los costos de pérdida de potasio es el más significativo de todos, con 31 mil millones a 5 años y 51 mil millones a 10 años, lo que representa un 85%, en ambos casos, del VAN total.

Cuadro 3.12. Valor actual neto (VAN) del costo económico de pérdidas económicas según los tipos de nutrientes considerados. Cifras en MM\$, año 2000.

Nutriente	Costo (flujo) anual (MM \$)	VAN 5 AÑOS (MM \$)	VAN 10 AÑOS (MM \$)
Nitrógeno (N)	1.047,59	4.060,00	6.681,84
Fósforo (P ₂ O ₅)	309,05	1.199,84	1.971,21
Potasio (K ₂ O)	8.070,68	31.278,43	51.477,21

En el Cuadro 3.13. se puede observar que las tres macrozonas del país que a mediano plazo tendrán pérdidas futuras económicas de mayor importancia son, en orden decreciente, Secano/Costa, Duodécima Región y Precordillera Andina. Por las consideraciones descritas anteriormente se estima importante recalcar la importancia de trabajar con estas Macrozonas en la lucha contra la erosión. También vale la pena señalar que las cifras señaladas al ser una primera aproximación del valor de la erosión tienen un valor esencialmente orientativo para futuros estudios, políticas y acciones que del estudio sean factibles derivar.

Por la misma razón debe señalarse que aquellas macrozonas que, de acuerdo a los cálculos del estudio, poseen un menor VAN del costo de erosión no deben ser descuidadas, al contrario, siempre cabe la posibilidad que detrás de sus cifras se encuentren situaciones de degradación del suelo específicas que revistan especial gravedad y urgencia y por tanto estudios y recursos para subsanar en los plazos más cortos posibles.

Cuadro 3.13. Valor actual neto (VAN) del costo económico de las pérdidas de nutrientes por erosión del suelo según macrozonas definidas. Cifras en MM\$, año 2000.

Macrozona	Costo (flujo) anual (MM \$)	VAN 5 AÑOS (MM \$)	VAN 10 AÑOS (MM \$)
Secano/Costa	3.187,99	12.355,26	20.333,95
Valle	323,37	1.253,24	2.107,99
Precordillera	1.383,40	5.361,45	8.823,74
Décima Región	757,09	2.934,15	4.818,95
Undécima Región	741,32	2.873,03	4.672,87
Duodécima Región	2.990,52	11.589,95	19.074,43

3.8. Valoración económica de casos específicos

Se presentarán análisis económicos de situaciones específicas de las cuales se pudo obtener información experi- mental sólida, integrable y coherente a fin de ejemplarizar en forma más precisa, los efectos de tecnologías o técnicas conservacionistas y aportar más antecedentes a la toma de decisión de adopción. En este sentido se utilizó aquella información de estudios que han evaluado no sólo la pérdida de suelos, sino que también la pérdida de nutrientes producto del manejo agronómico de cultivos.

3.8.1. Efecto de los años de cero labranza sobre la acumulación de fósforo(P₂O₅) en el perfil del suelo, (Del Canto *et al.* 1989).

En rotación Raps/trigo/avena durante 5 años se midió el contenido de fósforo en ppm de P₂O₅ en tres profundida- des del perfil del suelo, bajo manejo único de cero labranza (cuadro 3.14.), las mediciones se hicieron en presiembra (mayo) de cada año. Macrozona de extrapolación de los resultados: precordillera andina. Suelos trumaos.

Cuadro 3.14. Acumulación de P₂O₅ durante 5 años de aplicación de cero labranza.

Profundidad cms.	Años de Cero Labranza					
	0	1	2	3	4	5
0-5	8	14	15	22	27	37
5-10	8	13	15	17	20	18
10-30	9	11	11	9	10	8
Promedio	8	12.6	13.7	16.0	19.0	21
Equiv. Kg/ha	16	25.2	27.4	32	38	42
Incremento Kg/ha		9.2	2.2	4.6	6	4

Valoración: Se valorizan los kilogramos de fósforo incrementados en cada año a precio de fertilizante y cada incremento anual se capitaliza anualmente en el período total del estudio a una tasa anual de 9.14% (Cuadro 3.15.).

Cuadro 3.15. Valorización (capitalización) de fósforo acumulado en el perfil del suelo bajo cero labranza.

Año	Valor Incremento (\$)	Valor Capitalizado \$/Há
1	2.540	3.603
2	607	789
3	1.270	1.512
4	1.656	1.807
5	1.104	1.104
Acumulado		8.815

3.8.2. Costos comparativos de sistemas labranza de suelo en trigo. (Velasco *et al.* 1992. En: Rastrojos Sobre el Suelo.1992).

Suelos trumaos de Precordillera con trigo invernal sembrado bajo dos sistemas de labranza: tradicional y cero labranza en temporadas 86/87, 87/88 y 88/89. La valorización experimental es hasta la siembra del cultivo y en aquellas labores y niveles de insumos que difieren entre los sistemas (Cuadro 3.16.). Macrozona extraploación de resultados: precordillera y secano/costa con suelos de moderado a leve daño.

Cuadro 3.16. Resultado económico operacional de trigo con sistemas tradicional y cero labranza.

ITEM	SISTEMA DE LABRANZA	
	TRADICIONAL (US \$/HA)	CERO LABRANZA (US\$)
COSTO PREPARACIÓN SUELO	42.29	50.68
SIEMBRA	17.68	28.15
SUBTOTAL COSTO	59.95	78.83
RENDIMIENTO (QQ)	42.35	51.10
INGRESO	739.85	892.21
INGRESO –SUBTOTAL COSTO	679.90	813.38
INGRESO MARGINAL SISTEMA		133.48
INGRESO MARGINAL \$		68.742
INCREMENTO MARGINAL %		20

Al incremento marginal señalado deben adicionarse, para efectos de una valoración más completa desde el punto de vista económico, el valor que tiene la apreciación del stock de capital suelo el aumentar el nivel de nutrientes que el sistema cero labranza induce. El experimento no consultó estas mediciones, no obstante basta señalar los incrementos obtenidos, por ejemplo, sólo por el nutriente fósforo en el caso 3.8.1. antes analizado.

3.8.3. Evaluación económica de sistemas alternativos de producción y conservación de suelos para la macrozona secano/costa.

El siguiente es un caso construido integrando información experimental pertinente de estudios desarrollados por Velasco y González (1996), Mellado *et al.* (1998) y Lagos (1999).

Del estudio de estimación de pérdidas nutricionales por erosión hídrica desarrollado por Lagos (1999) en Chequén-Florida, VIII Región se extrajeron valiosos antecedentes experimentales que se resumen en el Cuadro 3.17.

Cuadro 3.17. Precipitación (mm), escurrimiento anual de agua lluvia (mm/ha), pérdida media anual de suelo (ton/ha) y costo de nutrientes perdidos (\$/ha/año) en Florida, VIII Región.

Alternativa	Precipitación Media Anual (mm)	Escurrimiento Anual Agua Lluvia (mm/ha)	Pérdida Media Anual Suelo (ton/ha)	Costo Nutrientes NPK perdidos (\$/ha/año)
Sin cobertura	1152.8	187.25	32.19	53.904
Trigo Convencional	1152.8	36.18	2.28	11352
Trigo Cero Labranza	1152.8	2.94	0.15	1707

Fuente: Lagos 1999.

Del estudio de alternativas de preparación de suelo de Mellado *et al.* (1998) se extrajo información referida al costo por hectárea de acondicionar el suelo bajo las tres alternativas indicadas.

Cuadro 3.18. Costo de acondicionamiento de suelos bajo diferentes alternativas de cultivos de trigo en secano costero.

Alternativa	Costo Acondicionamiento Suelo \$/Ha/año
Sin cobertura	53.457
Trigo Convencional	53.457
Trigo Cero Labranza	24.823

Mellado *et al.* 1998.

Finalmente de Velasco y González (1996), se extrajo y actualizó información referida a costos de las alternativas, (excluido el acondicionamiento de suelo), rendimiento de producto e ingreso monetario.

Cuadro 3.19. Costo operacional (\$/ha), rendimiento de producción (qq/ha) e ingreso bruto (\$/ha) para diferentes alternativas de cultivos de trigo en secano costero.

Alternativa	Costo Operacional, \$/Ha	Rendimiento de Producto qq/Há	Ingreso Bruto \$/Há
Sin Cobertura	0	0	0
Trigo Convencional	144.000	38	342.000
Trigo Cero Labranza	167.000	40	360.000

Fuente: Velasco y González 1996.

Luego, integrando la información de las tablas anteriores, se obtuvo el cuadro 3.20. que muestra los costos e ingresos brutos para diferentes alternativas de cultivos.

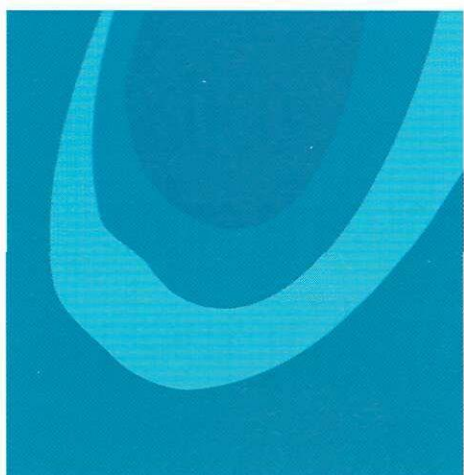
Cuadro 3.20. Costos e ingresos brutos para diferentes alternativas de cultivos de trigo en secano.

ITEM	ALTERNATIVAS		
	SIN COBERTURA	TRADICIONAL	CERO LABRANZA
Ingreso Bruto \$/Há	0	342.000	360.000
Costo Acondicionamiento Suelo \$/Ha/año	53.457	53.457	24.823
Costo Operacional, \$/Ha	0	144.000	167.000
Costo Nutrientes NPK perdidos \$/Ha/año	53.904	11.352	1.707
Total Costo \$/Há	107.361	208.809	193.530
Costo nutrientes/Costo total, %	50,2	5,2	0,9
Margen Bruto Anual, \$/Há	(107.361)	133.191	166.470
Ingreso Marginal sobre sistema S/Cobertura.	-	240.552	273.831
Ingreso Marginal sobre sistema tradicional	-	-	33.279

Destaca el hecho de que si se practica un barbecho tradicional sin posterior desarrollo de cultivo (cosa no infrecuente) las pérdidas en términos económicos son de gran magnitud, prácticamente en igual forma distribuida entre el costo de preparar el barbecho y la pérdida de nutrientes inorgánicos. Esto último, por no significar directamente un gasto de dinero no es conocida y, por lo tanto, no es tomada en cuenta por los agricultores.

Entre los sistemas con producción, en este caso de trigo, las diferencias de margen no parecen, objetivamente, muy significativas, pero el costo por pérdida de nutrientes en el experimento se redujo 6 a 7 veces con labranza conservacionista de suelo y, adicionalmente, diluyó este costo en el costo económico total del ciclo productivo (5,2 vs. 0,9%).

Con los antecedentes tanto técnicos como económicos, urge el hacer conciencia entre los productores que las prácticas conservacionistas son una realidad que deben aplicarse al más breve plazo. El Estado por otro lado, podría incentivar dichas prácticas mediante subsidios o programas especiales a través de INDAP, SAG u otro organismo.



ANEXOS ESTADÍSTICOS

ANEXO 1. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POTENCIALES ANUALES DE SUELO Y NUTRIENTES (NPK)
POR COMUNAS Y MACROZONAS EN LA IV REGIÓN DE COQUIMBO.

SECANO - COSTA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Toneladas)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
La Higuera *	171.036	M	0,67	1,03	176.475	882	1.059	16.412
Coquimbo	56.033	M	0,67	1,03	57.815	289	347	5.377
Andacollo *	2.371	G	0,33	0,51	1.205	6	7	112
La Serena *	82.559	M	0,67	1,03	85.184	426	511	7.922
Ovalle *	149.173	M	0,67	1,03	153.917	770	924	14.314
Punitaqui	8.000	G	0,33	0,51	4.066	20	24	378
Combarbalá	120.540	G	0,33	0,51	61.258	306	368	5.697
Los Vilos	87.000	G	0,33	0,51	44.213	221	265	4.112
Mincha		G	0,33	0,51	0	0	0	0
VALLE	SUPERFICIE EROSIONABLE (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Toneladas)	NITROGEN O (kg N)	FOSFOR O (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
La Serena *	82.559	M	0,22	0,34	27.971	224	224	2.881
Vicuña *	104.734	M	0,22	0,34	35.484	284	284	3.655
Ovalle *	149.173	M	0,22	0,34	50.540	404	404	5.206
Monte Patria *	125.129	G	0,11	0,17	21.197	170	170	2.183
Illapel *	209.012	G	0,11	0,17	35.407	283	283	3.647
Salamanca *	149.000	G	0,11	0,17	25.241	202	202	2.600

ANEXO 2. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POTENCIALES ANUALES DE SUELO Y NUTRIENTES (NPK)
POR COMUNAS Y MACROZONAS EN LA V REGIÓN DE VALPARAÍSO.

VALLE	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Toneladas)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Quillota	5.422	L	0,33	2,40	13.026	521	234	1.693
La Cruz	1.200	L	0,33	2,40	2.883	115	52	375
Olmue	19.089	M	0,22	1,60	30.573	1.223	550	3.974
Limache	18.519	M	0,22	1,60	29.660	1.186	534	3.856
Hijuela	2.532	M	0,22	1,60	4.055	162	73	527
Quilpue *	7.694	M	0,22	1,60	12.323	493	222	1.602
Cañera *	243	M	0,22	1,60	389	16	7	51
Cabildo *	14.185	G	0,11	0,80	11.359	454	204	1.477
Petorca *	40.312	G	0,11	0,80	32.282	1.291	581	4.197
San Esteban *	20.753	M	0,22	1,60	33.238	1.330	598	4.321
Calle Larga *	556	M	0,22	1,60	890	36	16	116
Rinconada *	7.962	M	0,22	1,60	12.752	510	230	1.658
Santa María	1.530	G	0,11	0,80	1.225	49	22	159
San Felipe *	2.751	M	0,22	1,60	4.406	176	79	573
Panquehue	1.272	M	0,22	1,60	2.037	81	37	265
Llay Llay	15.802	G	0,11	0,80	12.654	506	228	1.645
Catemu	5.888	G	0,11	0,80	4.715	189	85	613

ANEXO 3. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POTENCIALES ANUALES DE SUELO Y NUTRIENTES (NPK)
POR COMUNAS Y MACROZONAS EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO.

SECANO - COSTA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
San Pedro	74.469	G	0,33	2,01	149.906	3.298	899	17.989
Alhue	63.154	G	0,33	2,01	127.129	2.797	763	15.255
Melipilla *	68.523	L	1,00	6,10	417.990	9.196	2.508	50.159
María Pinto *	30.192	L	1,00	6,10	184.171	4.052	1.105	22.101
Curacaví	62.490	L	1,00	6,10	381.189	8.386	2.287	45.743
Til Til	60.589	G	0,33	2,01	121.966	2.683	732	14.636
VALLE	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Paine	39.280	L	0,33	2,01	79.071	3.163	1.423	10.279
Buin	2.096	L	0,33	2,01	4.219	169	76	549
Isla Maipo	11.074	m	0,22	1,34	14.861	594	268	1.932
Puente Alto	423	m	0,22	1,34	568	22,71	10,22	73,80
Pirque *	31.894	m	0,22	1,34	42.802	1.712	770	5.564
Colina *	31.528	M	0,22	1,34	42.311	1.692	762	5.500
Lampa	22.394	M	0,22	1,34	30.053	1.202	541	3.907
Talagante	520	m	0,22	1,34	698	28	13	91
Peñaflor	4.925	m	0,22	1,34	6.609	264	119	859
El Monte	4.152	m	0,22	1,34	5.572	223	100	724
Melipilla *	68.523	L	0,33	2,01	137.937	5.517	2.483	17.932
María Pinto *	30.192	L	0,33	2,01	60.776	2.431	1.094	7.901
PRECORDILLERA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Pirque *	31.894	m	0,45	2,75	87.549	2.451	788	10.944

ANEXO 4. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POTENCIALES ANUALES DE SUELO Y NUTRIENTES (NPK) POR COMUNAS Y MACROZONAS EN LA VI REGIÓN DEL LIBERTADOR GEN. BERNARDO O'HIGGINS.

SECANO - COSTA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Toneladas)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Navidad	16.020	G	0,33	3,87	62.066	1.365	372	7.448
Litueche	6.003	M	0,67	7,87	47.218	1.039	283	5.666
Codegua	9.891	M	0,67	7,87	77.801	1.712	467	9.336
La Estrella	40.835	G	0,33	3,87	158.203	3.480	949	18.984
Marchihue	61.270	M	0,67	7,87	481.938	10.603	2.892	57.833
Paredones	55.910	G	0,33	3,87	216.607	4.765	1.300	25.993
Lolol	36.027	M	0,67	7,87	283.378	6.234	1.700	34.005
Pumanque	44.000	L	1,00	11,74	516.560	11.364	3.099	61.987
Chepica *	17.982	M	0,67	7,87	141.443	3.112	849	16.973
VALLE	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Toneladas)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Rancagua	2.861	L	0,33	3,87	11.084	443	200	1.441
Graneros	6.720	L	0,33	3,87	26.036	1.041	469	3.385
Mostazal	21.737	M	0,22	2,58	56.142	2.246	1.011	7.299
Olivar	209	L	0,33	3,87	810	32	15	105
Dofihue	3.815	L	0,33	3,87	14.780	591	266	1.921
Coltauco	11.675	L	0,33	3,87	45.231	1.809	814	5.880
Coinco	5.889	L	0,33	3,87	22.815	913	411	2.966
Las Cabras	44.644	M	0,22	2,58	115.307	4.612	2.076	14.990
Pichidegua	15.786	L	0,33	3,87	61.158	2.446	1.101	7.951
Peumo	6.876	L	0,33	3,87	26.639	1.066	480	3.463
Malloa	3.822	L	0,33	3,87	14.807	592	267	1.925
Quinta de Tilcoco	1.317	L	0,33	3,87	5.102	204	92	663
San Vicente	22.120	L	0,33	3,87	85.697	3.428	1.543	11.141
Chimbarongo	17.569	L	0,33	3,87	68.066	2.723	1.225	8.849
Placilla	6.762	L	0,33	3,87	26.197	1.048	472	3.406
Nancagua	4.147	L	0,33	3,87	16.066	643	289	2.089
Chepica *	17.982	M	0,22	2,58	46.444	1.858	836	6.038
San Fernando *	34.588	L	0,33	3,87	134.001	5.360	2.412	17.420
Requinoa *	15.521	L	0,33	3,87	60.131	2.405	1.082	7.817
Rengo *	9.166	L	0,33	3,87	35.511	1.420	639	4.616
Palmilla	7.864	L	0,33	3,87	30.467	1.219	548	3.961
PRECORDILLERA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Toneladas)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Codegua	9.891	M	0,45	5,28	52.254	1.463	470	6.532
Machali *	50.512	M	0,45	5,28	266.855	7.472	2.402	33.357
Requinoa *	15.521	M	0,45	5,28	81.997	2.296	738	10.250
Rengo *	9.166	L	0,67	7,87	72.098	2.019	649	9.012
San Fernando *	34.588	L	0,67	7,87	272.062	7.618	2.449	34.008

ANEXO 5. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POTENCIALES ANUALES DE SUELO Y NUTRIENTES (NPK) POR COMUNAS Y MACROZONAS EN LA VII REGIÓN DEL MAULE.

SECANO - COSTA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Vichuquén	18.139	G	0,33	14,75	267.563	8.562	1.605	37.459
Hualañé	57.160	G	0,33	14,75	843.167	26.981	5.059	118.043
Rauco	17.768	L	1,00	44,70	794.230	25.415	4.765	111.192
Licantén	20.953	M	0,67	29,95	627.521	20.081	3.765	87.853
Curepto	96.453	G	0,33	14,75	1.422.778	45.529	8.537	199.189
Sagrada Familia	39.514	M	0,67	29,95	1.183.405	37.869	7.100	165.677
Pencahue	47.852	M	0,67	29,95	1.433.113	45.860	8.599	200.636
Contitución	67.730	M	0,67	29,95	2.028.432	64.910	12.171	283.980
San Javier	105.902	M	0,67	29,95	3.171.659	101.493	19.030	444.032
Empedrado	25.241	G	0,33	14,75	372.336	11.915	2.234	52.127
Chanco	26.776	G	0,33	14,75	394.973	12.639	2.370	55.296
Pelluhue	18.156	M	0,67	29,95	543.754	17.400	3.263	76.126
Cauquenes	212.770	M	0,67	29,95	6.372.249	203.912	38.233	892.115
Retiro *	11.372	M	0,67	29,95	340.580	10.899	2.043	47.681
VALLE	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Teno	22.741	G	0,11	1,54	35.021	1.961	560	4.203
Curicó *	16.144	L	0,33	4,62	74.585	4.177	1.193	8.950
Rio Claro *	3.350	L	0,33	4,62	15.477	867	248	1.857
Molina	47.218	L	0,33	4,62	218.147	12.216	3.490	26.178
Pelarco	2.717	G	0,11	1,54	4.184	234	67	502
Talca	9.724	L	0,33	4,62	44.925	2.516	719	5.391
San Clemente *	57.038	L	0,33	4,62	263.516	14.757	4.216	31.622
Maule	6.354	L	0,33	4,62	29.355	1.644	470	3.523
Villa Alegre	9.100	L	0,33	4,62	42.044	2.354	673	5.045
Yerbas Buenas	12.680	L	0,33	4,62	58.582	3.281	937	7.030
Linares *	33.329	L	0,33	4,62	153.980	8.623	2.464	18.478
Longavi *	30.026	L	0,33	4,62	138.720	7.768	2.220	16.646
Retiro *	11.372	L	0,33	4,62	52.539	2.942	841	6.305
Parral	32.362	L	0,33	4,62	149.512	8.373	2.392	17.941
PRECORDILLERA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Romeral	48.242	L	0,67	19,43	937.342	44.992	7.499	117.168
Curico *	16.144	L	0,67	19,43	313.678	15.057	2.509	39.210
San Clemente *	57.038	L	0,67	19,43	1.108.248	53.196	8.866	138.531
Rio Claro *	3.350	L	0,67	19,43	65.091	3.124	521	8.136
Linares *	33.329	L	0,67	19,43	647.582	31.084	5.181	80.948
Longavi *	30.026	L	0,67	19,43	583.405	28.003	4.667	72.926

ANEXO 6. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POTENCIALES ANUALES DE SUELO Y NUTRIENTES (NPK)
POR COMUNAS Y MACROZONAS EN LA VIII REGIÓN DEL BÍO BÍO.

SECANO - COSTA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO kg K2O)
Cobquecura	27.292	M	0,67	29,95	817.378	34.330	4.904	89.912
Quirihue	33.000	M	0,67	29,95	988.317	41.509	5.930	108.715
Ninhue	26.867	G	0,33	14,75	396.319	16.645	2.378	43.595
Trehuaco	16.392	M	0,67	29,95	490.937	20.619	2.946	54.003
Portezuelo	18.870	G	0,33	14,75	278.352	11.691	1.670	30.619
Coelemu	22.260	M	0,67	29,95	666.659	28.000	4.000	73.333
Ranquil	15.076	G	0,33	14,75	222.392	9.340	1.334	24.463
Quillón	28.223	G	0,33	14,75	416.316	17.485	2.498	45.795
Tomé	49.561	M	0,67	29,95	1.484.302	62.341	8.906	163.273
Florida	38.634	G	0,33	14,75	569.887	23.935	3.419	62.688
Talcahuano	5.616	L	1,00	44,70	251.033	10.543	1.506	27.614
Concepción	23.330	L	1,00	44,70	1.042.866	43.800	6.257	114.715
Yumbel	4.862	G	0,33	14,75	71.713	3.012	430	7.888
San Rosendo	10.803	G	0,33	14,75	159.353	6.693	956	17.529
Coronel	9.153	L	1,00	44,70	409.134	17.184	2.455	45.005
Lota	13.628	L	1,00	44,70	609.172	25.585	3.655	67.009
Santa Juana	58.438	M	0,67	29,95	1.750.151	73.506	10.501	192.517
Hualqui	26.109	M	0,67	29,95	781.937	32.841	4.692	86.013
Penco	4.149	M	0,67	29,95	124.251	5.219	746	13.668
Arauco	59.665	L	1,00	44,70	2.667.010	112.014	16.002	293.371
Curanilahue	61.419	L	1,00	44,70	2.745.427	115.308	16.473	301.997
Los Alamos	55.906	L	1,00	44,70	2.498.998	104.958	14.994	274.890
Cañete	49.394	L	1,00	44,70	2.207.930	92.733	13.248	242.872
Contulmo	62.258	L	1,00	44,70	2.782.924	116.883	16.698	306.122
Tirua	37.968	L	1,00	44,70	1.697.191	71.282	10.183	186.691
VALLE	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO kg K2O)
Niquén	30.784	L	0,33	4,62	142.221	10.524	2.560	19.911
San Nicolás	36.983	G	0,11	1,54	56.954	4.215	1.025	7.974
Chillán	20.109	L	0,33	4,62	92.904	6.875	1.672	13.007
Buñes	5.182	L	0,33	4,62	23.941	1.772	431	3.352
Pemuco	14.775	L	0,33	4,62	68.261	5.051	1.229	9.556
Cabrero	41.559	L	0,33	4,62	192.002	14.208	3.456	26.880
Los Angeles	23.755	L	0,33	4,62	109.748	8.121	1.975	15.365
Laja	13.405	G	0,11	1,54	20.644	1.528	372	2.890
Nacimiento	58.788	M	0,22	3,08	181.066	13.399	3.259	25.349
Negrete	511	L	0,33	4,62	2.361	175	42	331
PRECORDILLERA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO kg K2O)
San Fabian	34.102	L	0,67	19,43	662.602	49.033	5.963	86.138
Colhueco	67.844	L	0,67	19,43	1.318.209	97.547	11.864	171.367
Pinto	32.762	L	0,67	19,43	636.561	47.105	5.729	82.753
San Ignacio	4.544	L	0,67	19,43	88.290	6.533	795	11.478
El Carmen	28.294	L	0,67	19,43	549.752	40.682	4.948	71.468
Yungay	35.922	L	0,67	19,43	697.964	51.649	6.282	90.735
Tucapel	63.709	L	0,67	19,43	1.237.866	91.602	11.141	160.923
Antuco	69.066	L	0,67	19,43	1.341.952	99.304	12.078	174.454
Quilleco	74.296	L	0,67	19,43	1.443.571	106.824	12.992	187.664
Sta. Bárbara	131.895	M	0,45	13,05	1.721.230	127.371	15.491	223.760
Quilaco	100.278	L	0,67	19,43	1.948.402	144.182	17.536	253.292
Mulchén	169.135	M	0,45	13,05	2.207.212	163.334	19.865	286.938

ANEXO 7. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POTENCIALES ANUALES DE SUELO Y NUTRIENTES (NPK)
POR COMUNAS Y MACROZONAS EN LA IX REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.

SECANO - COSTA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Angol	86.148	M	0,67	10,52	906.191	38.060	10.602	161.302
Renaico	6.277	L	1,00	15,70	98.549	4.139	1.153	17.542
Los Sauces	60.913	G	0,33	5,18	315.591	13.255	3.692	56.175
Puren	32.908	G	0,33	5,18	170.496	7.161	1.995	30.348
Traiguén	67.638	G	0,33	5,18	350.431	14.718	4.100	62.377
Lumaco	75.785	G	0,33	5,18	392.642	16.491	4.594	69.890
Galvarino	34.091	G	0,33	5,18	176.623	7.418,17	2.066,49	31.438,93
Nueva Imperial	90.790	M	0,67	10,52	955.024	40.111	11.174	169.994
Carahue	100.862	G	0,33	5,18	522.565	21.948	6.114	93.017
Puerto Saavedra	21.043	G	0,33	5,18	109.023	4.579	1.276	19.406
Teodoro Schmidt	41.903	M	0,67	10,52	440.781	18.513	5.157	78.459
Pitrufquén *	28.398	M	0,67	10,52	298.719	12.546	3.495	53.172
Gorbea *	23.715	M	0,67	10,52	249.458	10.477	2.919	44.404
Loncoche *	36.795	M	0,67	10,52	387.047	16.256	4.528	68.894
VALLE	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Collipulli *	64.900	G	0,11	1,21	78.529	4.319	1.374	11.073
Ercilla	36.548	G	0,11	1,21	44.223	2.432	774	6.235
Victoria	92.259	M	0,22	2,42	223.268	12.280	3.907	31.481
Lonquimay	179.327	G	0,11	1,21	216.986	11.934	3.797	30.595
Lautaro *	45.322	M	0,22	2,42	109.679	6.032	1.919	15.465
Temuco	53.521	M	0,22	2,42	129.520	7.124	2.267	18.262
Vilcún *	55.026	L	0,33	3,63	199.744	10.986	3.496	28.164
Freire	81.748	L	0,33	3,63	296.745	16.321	5.193	41.841
Cunco *	46.005	L	0,33	3,63	166.998	9.185	2.922	23.547
Pitrufquén *	28.398	M	0,22	2,42	68.723	3.780	1.203	9.690
Gorbea *	23.715	M	0,22	2,42	57.390	3.156	1.004	8.092
Loncoche *	36.795	M	0,22	2,42	89.044	4.897	1.558	12.555
PRECORDILLERA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Tons)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Collipulli *	64.900	G	0,22	3,41	221.309	8.631	3.873	22.131
Lautaro *	45.322	M	0,45	6,98	316.121	12.329	5.532	31.612
Vilcún *	55.026	L	0,67	10,39	571.445	22.286	10.000	57.145
Cunco *	46.005	L	0,67	10,39	477.762	18.633	8.361	47.776
Pucón	73.896	M	0,45	6,98	515.427	20.102	9.020	51.543
Villarrica	78.732	L	0,67	10,39	817.634	31.888	14.309	81.763
Lonquimay	179.327	G	0,22	3,41	611.505	23.849	10.701	61.151

ANEXO 8. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POTENCIALES ANUALES DE SUELO Y NUTRIENTES (NPK)
POR COMUNAS Y MACROZONAS EN LA X REGIÓN DE LOS LAGOS.

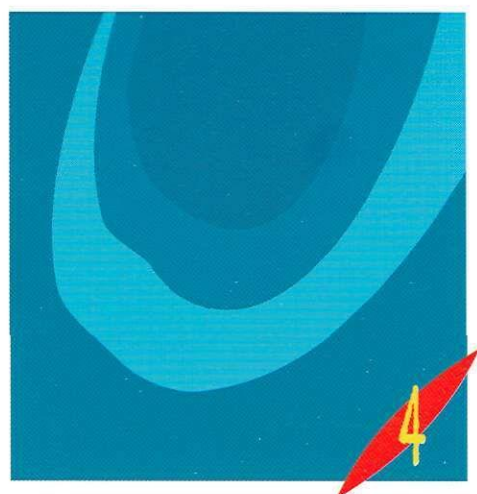
SECANO - COSTA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO (kg K2O)
Mariquina	92.047	M	0,67	8,71	801.729	39.285	8.579	187.605
Valdivia	42.898	M	0,67	8,71	373.642	18.308	3.998	87.432
Mafil	19.260	M	0,67	8,71	167.755	8.220	1.795	39.255
Corral	23.986	M	0,67	8,71	208.918	10.237	2.235	48.887
Paillaco *	59.745	M	0,67	8,71	520.375	25.498	5.568	121.768
La Unión	42.400	M	0,67	8,71	369.304	18.095,90	3.951,55	86.417,14
San Pablo	39.468	M	0,67	8,71	343.766	16.845	3.678	80.441
San Juan de la Costa	59.177	G	0,33	4,29	253.869	12.440	2.716	59.405
Osorno	33.214	L	1,00	13,00	431.782	21.157	4.620	101.037
Río Negro	42.762	M	0,67	8,71	372.457	18.250	3.985	87.155
Los Muermos	77.737	L	1,00	13,00	1.010.581	49.518	10.813	236.476
Puerto Varas *	130.862	M	0,67	8,71	1.139.808	55.851	12.196	266.715
Llanquihue	23.598	L	1,00	13,00	306.769	15.032	3.282	71.784
ÑADI	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO kg K2O)
Los Lagos *	48.495	M	0,22	0,24	11.736	270	110	2.007
Puerto Octay	40.591	M	0,22	0,24	9.823	226	92	1.680
Puerto Montt	71.492	M	0,22	0,24	17.301	398	163	2.958
Mauñín	14.124	L	0,33	0,36	5.127	118	48	877
CHILOE	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg N)	FOSFORO (kg P2O5)	POTASIO kg K2O)
Ancud	142.360	L	0,67	10,18	1.449.794	43.494	8.989	163.827
Dalcahue	51.539	L	0,67	10,18	524.873	15.746	3.254	59.311
Castro	26.911	M	0,45	6,84	184.071	5.522	1.141	20.800
Chonchi	1.996	L	0,67	10,18	20.327	610	126	2.297

ANEXO 9. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POTENCIALES ANUALES DE SUELO Y NUTRIENTES (NPK) POR COMUNAS Y ÁREAS EN LA XI REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO.

COYHAIQUE	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg/N)	FOSFORO (kg P ₂ O ₅)	POTASIO (kg K ₂ O)
RECONOCIDA	578.455							
LEVE	136.266	L	1,00	15,20	2.071.243	43.496	8.285	511.597
MODERADA	9.018	M	0,67	10,18	91.839	1.929	367	22.684
GRAVE	213.334	G	0,33	5,02	1.070.083	22.472	4.280	264.311
AYSEN	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg/N)	FOSFORO (kg P ₂ O ₅)	POTASIO (kg K ₂ O)
RECONOCIDA	475.843							
LEVE	162.976	L	1,00	15,20	2.477.235	52.022	9.909	611.877
MODERADA	57.815	M	0,67	10,18	588.788	12.365	2.355	145.431
GRAVE	86.603	G	0,33	5,02	434.401	9.122	1.738	107.297
CHILE CHICO	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg/N)	FOSFORO (kg P ₂ O ₅)	POTASIO (kg K ₂ O)
RECONOCIDA	157.813							
LEVE	10.952	L	1,00	15,20	166.470	3.496	666	41.118
MODERADA	4.498	M	0,67	10,18	45.808	962	183	11.314
GRAVE	18.969	G	0,33	5,02	95.149	1.998	381	23.502
RIO IBAÑEZ	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg/N)	FOSFORO (kg P ₂ O ₅)	POTASIO (kg K ₂ O)
RECONOCIDA	166.844							
LEVE	2.820	L	1,00	15,20	42.864	900	171	10.587
MODERADA	11.028	M	0,67	10,18	112.309	2.358	449	27.740
GRAVE	57.778	G	0,33	5,02	289.814	6.086	1.159	71.584

ANEXO 10. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POTENCIALES ANUALES DE SUELO Y NUTRIENTES (NPK)
POR COMUNAS Y ÁREAS EN LA XII REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA.

ULTIMA ESPERANZA	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg/N)	FOSFORO (kg P ₂ O ₅)	POTASIO (kg K ₂ O)
RECONOCIDA	407.914							
LEVE	92.213	L	1,00	15,20	1.432.038	30.073	16.182	353.713
MODERADA	172.476	M	0,67	10,18	1.756.496	36.886	19.848	383.854
GRAVE	141.225	G	0,33	5,02	708.385	14.876	8.005	174.971
MAGALLANES	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg/N)	FOSFORO (kg P ₂ O ₅)	POTASIO (kg K ₂ O)
RECONOCIDA	1.170.356							
LEVE	328.196	L	1,00	15,20	4.988.579	104.760	56.371	1.232.179
MODERADA	544.794	M	0,67	10,18	5.548.182	116.512	62.694	1.370.401
GRAVE	291.466	G	0,33	5,02	1.461.993	30.702	16.521	361.112
TIERRA DEL FUEGO	SUPERFICIE EROSIONADA (Hectáreas)	ESTADO EROSION	PONDERADOR ZONA EROSION	PERDIDA				
				EXPERIMENTAL PONDERADA (Ton/ha)	COMUNA (Ton)	NITROGENO (kg/N)	FOSFORO (kg P ₂ O ₅)	POTASIO (kg K ₂ O)
RECONOCIDA	1.257.875							
LEVE	464.875	L	1,00	15,20	7.066.100	148.388	79.847	1.745.327
MODERADA	523.125	M	0,67	10,18	5.327.505	111.878	60.201	1.315.894
GRAVE	260.675	G	0,33	5,02	1.307.546	27.458	14.775	322.964



CONCLUSIONES,
RECOMENDACIONES
y
PROPOSICIONES

En lo que se refiere a la parte de diagnóstico de este trabajo, el principal problema radica en el hecho que es difícil encontrar información de carácter nacional. Cuando se consultan diversos estudios referidos a un mismo problema, no siempre se ha utilizado la misma metodología, por lo que los resultados pueden diferir por un asunto metodológico, lo que dificulta las comparaciones objetivas.

Como la degradación de los suelos es un problema dinámico, y en muchos casos la información existente es algo antigua y por lo tanto, obsoleta, se hace necesario y urgente la actualización a nivel nacional de la siguiente información:

1. Superficie de suelos erosionados, en sus diversos grados y tipos.
2. Superficie con formación de dunas.
3. Superficie de suelos con problemas de drenaje.
4. Superficie de suelos con problemas de salinización y alcalinización.
5. Superficie de suelos arables perdidos por avance urbano, villorios rurales y cambio de destino para fines industriales.
6. Pérdida de suelos por extracción de áridos, y arcillas superficiales aplicables a la construcción.
7. Superficie de suelos con contaminación con agroquímicos.

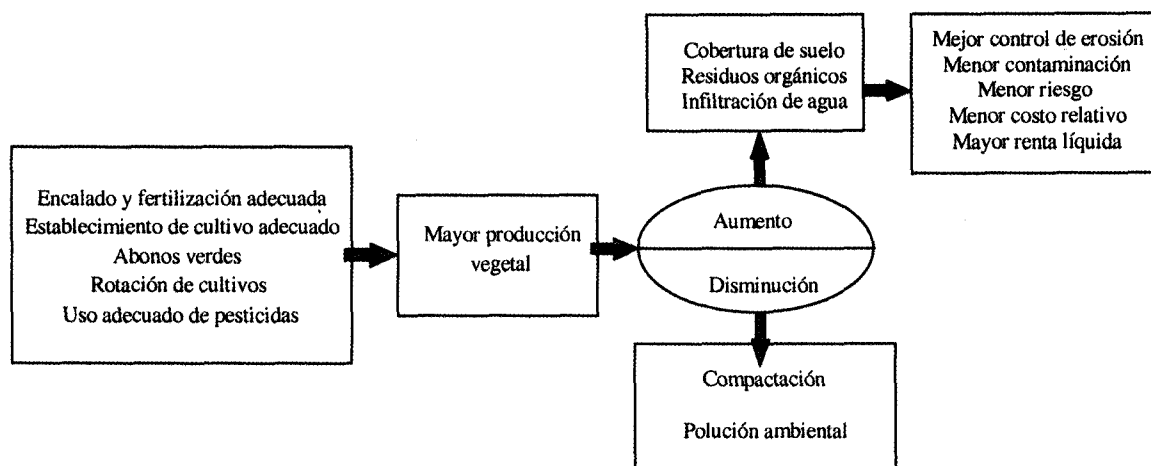
Hoy en día, mediante técnicas de Sistemas de Información Geográficas y Sensores Remotos es mucho más factible hacer dichas actualizaciones de manera ágil y eficiente, a costos razonables para lo significa esta información a nivel de país. A modo de ejemplo, en el anexo de este capítulo, se presenta una propuesta metodológica para la actualización de las superficies erosionadas.

En cuanto a la ley de conservación y recuperación de suelos, esta debiera tener los siguientes objetivos específicos:

- Fortalecer el rol del estado como garante del patrimonio suelo.
- Establecer mecanismos de fomento, regulación e información que apunten a un uso sustentable del recurso suelo.
- Fomentar prácticas y técnicas de conservación en beneficio de las generaciones actuales y futuras.
- Establecimiento de responsabilidades para instituciones públicas.
- Provisión de recursos para los fines señalados.

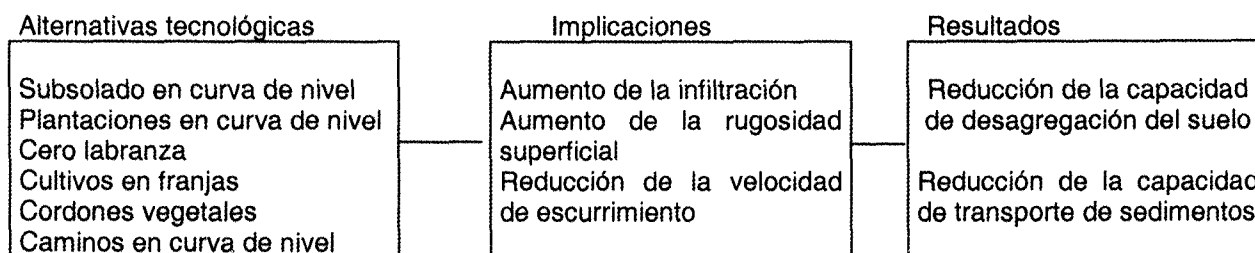
Desde un punto de vista de manejo conservacionista del suelo, la ley debiera procurar incentivar tres aspectos fundamentales para evitar su degradación: Merten *et al.* (2000), señalan la importancia de cada una de estas acciones:

1. **Aumento de la cobertura de suelo.** La cantidad de residuos producidos por un cultivo implica una mayor producción vegetal, la que depende de las prácticas que se realicen para incrementar el rendimiento de los cultivos. El siguiente diagrama presenta la secuencia de factores que pueden contribuir a una mayor producción vegetal.



2. **Aumento de la infiltración del agua en el perfil del suelo.** La capacidad de infiltración de agua en el perfil de suelo es un proceso dinámico que depende de factores como una gran cobertura de suelo, porosidad, humedad del suelo, permeabilidad de los horizontes subsuperficiales y encostramiento superficial. Todos estos factores son alterados por el manejo del suelo.
3. **Control del escurrimiento superficial (volumen y velocidad).** La ocurrencia de precipitaciones con alta intensidad y corta duración en pendientes muy inclinadas y formadas por suelos poco profundos, pueden favorecer la formación de erosión en surco. Su control debe basarse en la reducción de su volumen y velocidad.

En el siguiente diagrama se presentan algunas alternativas destinadas al control del escurrimiento superficial.



En este diagrama se observa que las prácticas de control están asociadas a aquellas que aumentan la capacidad de infiltración. Esto debido a que el mayor esfuerzo debe hacerse para reducir el volumen del agua que escurre y, consecuentemente, el potencial erosivo de ésta. La construcción de barreras físicas, entretanto, constituye una práctica que envuelve mayores costos, lo que se suma a la usual resistencia que los agricultores presentan a su adopción.

Debido a las condiciones fisiográficas del país, las normativas legales y operacionales de la ley debiera considerar las diferentes macrozonas geográficas. Aquellas zonas especiales, como el Altiplano, las veranadas de la Zona Central y la Zona Austral (XI y XII Región) debieran tener planes propios de manejo. De acuerdo a la ley N° 18.378, Artículo 3, "en los predios agrícolas ubicados en áreas erosionadas o en inminente riesgo de erosión deberán aplicarse aquellas técnicas y programas de conservación que indique el Ministerio de Agricultura. Con tal objeto, el Presidente de la República, podrá crear las áreas denominadas distritos de conservación de suelos, aguas y bosques". Para dichos distritos, las acciones y programas de conservación debieran tener carácter de obligatorio.

Referente a la dimensión social y económica del problema, se puede concluir que:

- ❖ El problema específico de la erosión del suelo es de naturaleza esencialmente silvoagropecuaria, por consiguiente, es el hombre el principal actor, y por tanto las implicancias o causales económicas son indesmentibles e ineludibles.
- ❖ En países como el nuestro, con una estrategia de crecimiento y desarrollo económico basada en la mayor integración posible de sus sectores productivos a los mercados de la economía internacional, con una altísima participación y/o dependencia de su PGB de la explotación de sus recursos naturales, escenario que provoca conflictos de intereses entre los agentes privados que basan su actividad económica en estos recursos y segmentos del resto de la sociedad, es impostergable tener políticas reguladoras e instrumentos normativos que arbitren los conflictos y que corrijan las distorsiones, fallas e inequidades, que el mercado no resuelve.
- ❖ No está demás señalar que el “arsenal legal” no debe “pecar” de omisión, insuficiencia o inoperancia y que debe apuntar a internalizar los costos y beneficios de la actividad económica *recurso-dependiente* para todos los actores sociales en la forma más justa posible.
- ❖ De la información construida y analizada a escala regional es importante destacar que la relación entre ruralidad y pobreza rural tiene diferentes matices que aconsejan abordar estas variables socioeconómicas, en su relación con la degradación del suelo, de acuerdo a sus propios méritos y características.
- ❖ Se evidenció que, al menos a escala regional, la pobreza rural con la erosión del suelo tienen relación directa (no estrictamente lineal). Aspecto corroborado al profundizar el análisis y comparar la variable *ingreso autónomo rural per capita* (Mideplan, 1998) con las superficies regionales de suelo erosionado; en que los ingresos bajos están claramente asociados a proporciones altas de suelo erosionado.
- ❖ Análisis y soluciones de la situación de degradación de suelos y sus condicionantes o limitantes socioeconómicas deben ser abordados, idealmente, a nivel comunal, provincial, de cuencas hidrográficas, etc. . Lo anterior, plantea desafíos adicionales a las políticas, instrumentos y recursos financieros destinados a mitigar éste problema.
- ❖ Una primera aproximación, por tanto de carácter orientadora, del costo económico mínimo anual de la erosión para el país, señala una cifra 9.427 millones de pesos, al valorar sólo las pérdidas de N, P y K. Destaca el costo de la VII, VIII y XII Regiones. La macrozona Secano/Costa concentra el 30 % de este costo, luego siguen en importancia la XII Región y la precordillera andina.
- ❖ Las regiones del país se encuentran en diferente situación frente al problema de la erosión en términos de magnitud y factibilidad de enfrentarlo. Por ello es necesario avanzar en la focalización y eficiencia del uso de los recursos financieros destinados a atenuar el problema. Como ejemplo, puede señalarse el proyecto gubernamental *Programa Recuperación de Suelos Degradados PRSD*, que ha incrementado notablemente su aporte desde que se inició en 1995; no obstante, y sin pretender juzgar las especificaciones y condiciones de dicho programa, se observó en éste estudio alguna incongruencia aparente entre los recursos financieros recibidos por cada región y el grado (y costo) de la erosión que experimentan las regiones.
- ❖ De los análisis económicos de situaciones específicas que involucran tecnologías conservacionistas de producción, puede señalarse que la adopción de estas técnicas produce efectos económicos en dos ámbitos complementarios: primero, el incremento de valor (capitalización) del recurso suelo dado por el mejoramiento de sus condiciones físico/nutricionales, que potencian su productividad y, segundo, el incremento de la rentabilidad de rubros cultivados bajo éstas técnicas.

4.1. Anexo. Propuesta metodológica para la actualización de las superficies erosionadas

Lagos (1998), planteó una metodología con el objetivo de perfeccionar la información sobre procesos de erosión y proporcionar antecedentes jerarquizados para el conocimiento del estado y condición en que se encuentran los recursos de suelo y vegetación en el ámbito agropecuario, sobre todo en aquellas áreas más degradadas o de mayor riesgo de erosión.

Dicha información elaborada mediante análisis multicriterio, dirigida a establecer una planificación indicativa del uso de dichos recursos, permite elaborar términos de referencia y recomendaciones para priorizar y dimensionar el tipo y grado de intensidad en que deberán ser aplicadas las medidas y prácticas de manejo y conservación de suelos y aguas, relevantes a promover para el desarrollo sostenido de tales áreas.

De acuerdo a Delpont *et al.* (1999), cinco son los criterios utilizados para describir la sensibilidad de los suelos a erosión incluyen:

- a) La **cobertura vegetal** (1), que asegura un rol fundamental de protección de los suelos frente al impacto mecánico de la lluvia y la retención de partículas sólidas por el sistema radicular, lo que limita el escurrimiento superficial de las aguas, ayudando a mantener la estabilidad y propiedades del suelo.
- b) La **morfología con sus factores de pendiente** (2); de **exposición de la pendiente** (3), las principales lluvias e insolación vienen del norte afectando dicha exposición, la cual históricamente ha sido la más cultivada y actualmente exhibe la mayor degradación; **de curvatura de la pendiente** (4) que condiciona en gran medida la aceleración del agua y su poder erosivo: las superficies convexas tienden a dispersar el escurrimiento de aguas lluvias, en tanto que las superficies cóncavas las concentran, haciendo los suelos más susceptibles a la erosión.
- c) La **densidad del drenaje natural** (5), que refleja en cierta medida las características del paisaje y la resistencia del suelo al arrastre de partículas por las aguas que escurren por su superficie, e indica la forma en que los espacios productivos han sido sometidos a la acción del hombre.

Observaciones detalladas de campo (proceso de validación de información en terreno) permiten transformar los criterios señalados en los respectivos índices de protección de los suelos, de agresividad del agua de escurrimiento y de incisión del paisaje; los cuales introducidos por digitalización a un Sistema de Información Geográfico (SIG), constituyen una base de datos georeferenciados para determinar la sensibilidad de los suelos a la erosión.

Los estudios semidetallados a escala 1: 50.000 y menor, corresponden a un procesamiento numérico preponderante de la información y para tales efectos se utilizan imágenes SPOT multiespectrales procesadas con el software ERDAS IMAGINE, junto con un modelo numérico de elevación de terreno (MNT).

El MNT se fabrica a partir de pares estereoscópicos adicionales de imágenes SPOT pancromáticas. Su resolución permite calcular por estereocomparación numérica un modelo de elevación, con precisión de 20 x 20 m en el eje de las X,Y y de 10 m en el eje de las Z; dando en la práctica valores altitudinales cada 10 m. Proporciona además, una ortoimagen multiespectral que tiene la precisión de un mapa topográfico.

El modelo permite calcular el mapa de pendientes, mediante la definición de rangos de acuerdo al grado inclinación de los suelos, del cual se obtiene el índice de pendiente. También permite calcular en forma automática la red de drenaje natural presente, que una vez convertida en mapa de densidad de drenaje superficial, correlacionado con observaciones de campo, se obtienen los índices de incisión. La combinación de ambos índices genera el índice de agresividad y escurrimiento de la geomorfa. Del mismo modo el MNT permite efectuar la localización de eventuales embalses de temporada para fines de regadío, donde exista una configuración topográfica capaz de reunir volúmenes significativos de caudales con origen en precipitaciones invernales y estimar la superficie beneficiada individual o colectiva en áreas de pequeños a medianos productores, con objeto de diversificar la producción agrícola.

La clasificación supervisada a través de imágenes satelitales de la cubierta vegetal, de acuerdo a las clases de uso observadas en el terreno, permite a su vez establecer índices agrupados de protección de los suelos.

La combinación de estos tres criterios permite finalmente definir áreas de mayor o menor sensibilidad a la erosión como resultado de una adición estadística de píxeles (unidad básica mínima de 20 x 20 m de resolución, según el satélite utilizado), clasificados según una matriz de valores crecientes que se entregan en los Cuadros A.1 y A.2.

Cuadro A.1. Índices primarios.

a: Índice de protección de los suelos.

Clase	Uso del Suelo (por interpretación visual)	Índice de Protección 1 Bajo	Índice de Protección 2 Medio	Índice de Protección 3 Alto	Índice de Protección 4 Muy Alto
1	Zona poblada				X
2	Uso agrícola intensivo				X
3a	Uso agrícola y ganadero, cobertura densa	x			
3b	Uso agrícola y ganadero, cobertura poco densa	x			
4	Uso agrícola extensivo, sobreutilizado	x			
5	Matorral - pradera		x		
6a	Matorral denso			x	
6b	Matorral poco denso		x		
7	Matorral arborescente			x	
8	Bosque artificial			x	
9a	Bosque nativo denso				X
9b	Bosque nativo degradado		x		
10a	Renoval denso			x	
10b	Renoval abierto		x		
13	Playa y dunas	x			
14	Mar				
15	Río				
17	Viña de secano	x			

b: Índice de pendiente.

Clase	Pendiente	Valor límite de clase
1	Plano	0 a 2.5%
2	Plano - ondulado	2.6 a 10.5%
3	Ondulado	10.6 a 18.5%
4	Ondulado fuerte a Cerrano	> 18.6%

c: Índice de Incisión.

Clase	Densidad de la red	Longitud en m/ha (promedio por clase)
1	Baja	1 - 10 (3)
2	Media	11 - 30 (21)
3	Alta	31 - 50 (42)
4	Muy alta	> 51 (67)

Cuadro A.2. Índices secundarios.

a: Índice de agresividad - escurrimiento.

		PENDIENTE			
		Plano	Plano - ondulado	Ondulado	Ondulado fuerte
INCISIÓN	Baja	1	2	3	3
	Media	1	2	3	4
	Alta	2	3	3	4
	Muy Alta	2	3	4	4

b: Índice de sensibilidad a la erosión.

		PROTECCION			
		Bajo	Medio	Alto	Muy alto
AGRESIVIDAD - ESCURRIMIENTO	Bajo	3	2	1	1
	Medio	3	2	2	1
	Alto	4	3	2	1
	Muy alto	4	4	3	2

Con el objeto de ejemplificar el tipo de información obtenida, a continuación se presentan resultados alcanzados en el estudio de caso desarrollado para la microregión de Portezuelo, VIII Región, en el marco de acción del Proyecto de Desarrollo de Comuna Pobres del Secano Costero, VI, VII y VIII regiones o PRODECOP - SECANO, que lleva a cabo INDAP a partir de 1996. Con los antecedentes reunidos es posible afirmar con certeza que:

- El tamaño de la microregión alcanza a las 13.956,84 hectáreas y que al interior del perímetro que la limita, existe una infraestructura vial y de caminos secundarios que alcanza aproximadamente a 136,42 kilómetros, lo que se determina, excepto en algún período invernal, aceptable para fines de accesibilidad y desarrollo productivo (en promedio 102,3 ha/km.).
- Que la evolución de la sensibilidad a la erosión en el período 1988 - 95, no es uniforme al interior de la microregión, por lo que se detectan en 1995 áreas que:
 - Han mejorado su condición de sensibilidad a la erosión, en relación a 1988.
 - Otras que han mantenido la misma sensibilidad a la erosión que en 1988.
 - Otras en que se han degradado en su condición de sensibilidad a la erosión, con respecto a 1988.
- El perímetro de la microregión comprende la existencia aproximada de 362 predios de uso silvoagropecuario, los que agrupados según tamaño se ordenan por estratos, según se muestra en el cuadro A.3.
- Que invocando el perímetro de la microregión en el SIG y efectuando la correlación correspondiente con la información precedente, es posible determinar la siguiente distribución total en superficie y porcentaje de los distintos tipos de sensibilidad a la erosión existente a mayo de 1995, cuadro A.4.
- Que invocando en el SIG cualquier límite individual predial, compatible con la resolución de las herramientas aplicadas y conforme a los atributos conferidos, es posible disponer de una información referencial sobre el tipo, forma, tamaño y distribución de las distintas sensibilidades a la erosión que afectan a cada predio, cuadro A.5.

Cuadro A.3. Número de predios de la microregión según tamaño y superficie.

N° de Predios	Tamaño en ha	Sup. Total en ha	%	Promedio en ha
131	< de 5	308,93	2,21	2,36
67	5 - 10	459,18	3,28	6,85
56	10 - 20	778,83	5,58	13,91
30	20 - 30	758,81	5,44	25,29
24	30 - 50	891,43	6,39	37,14
22	50 - 100	1.632,61	11,70	74,19
32	> de 100	9.031,55	65,18	282,24
Caja de río		95,50	0,22	
Total 362		13.956,84	100,00	

Cuadro A.4. Superficie total de ha según sensibilidad a la erosión.

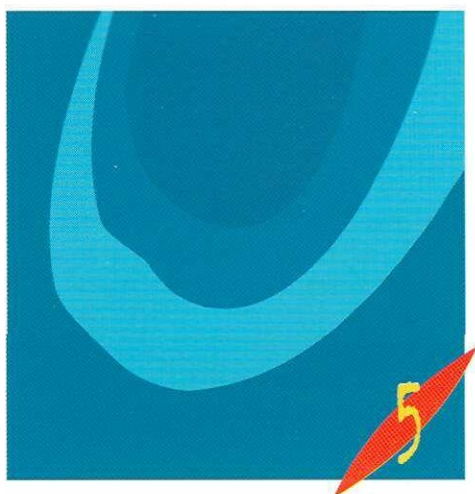
Sensibilidad a la Erosión	Superficie Total en ha	%
Muy Alta	3.961,36	28,38
Alta	3.522,10	25,24
Media	3.818,91	27,36
Baja	2.654,47	19,02
Total	13.956,84	100,00

Cuadro A.5. Sensibilidad a la erosión.

Predio N°	Sensibilidad a la Erosión en ha								Sup. total ha
	Muy Alta	%	Alta	%	Media	%	Baja	%	
1	164,84	22,76	145,36	20,07	182,96	25,26	231,20	31,91	724,4
2	57,48	28,68	46,32	23,31	80,56	40,19	16,08	8,02	200,4
3	67,64	45,07	36,92	24,60	11,04	7,36	34,48	22,97	150,1
4	34,04	45,51	24,40	32,62	14,20	18,98	2,16	2,89	74,80
5	9,44	25,87	12,71	34,83	10,55	28,91	3,79	10,39	36,49
6	0,80	3,15	1,90	7,50	19,12	75,36	3,55	13,99	25,37
7	3,05	22,54	3,62	26,76	6,86	50,70	-	-	13,53
8	1,45	21,26	0,87	12,76	4,50	65,98	-	-	6,82
n									

- f) Efectuada la modelación para distintas subcuencas aportantes de volúmenes significativos de excedencia de la precipitación efectiva invernal (obtenido del MNT y respectivas coberturas vegetacionales), correlacionada con restricciones de accesibilidad, tamaño predial (propiedades medianas a pequeñas), mayor superficie potencial individual y colectiva susceptible de ser beneficiada y características de eficiencia de la obra; es posible determinar el eventual emplazamiento para análisis de factibilidad de obras de acumulación estacional de agua para fines de diversificación de la producción.

Obviamente el determinar un mapa de sensibilidad de suelos a la erosión por medio de imágenes SPOT, con auxilio de un Modelo Numérico de Terreno (MNT), no constituye el objetivo final de la línea de acción descrita. Sólo corresponde a una etapa de organización más eficiente de la información para orientar y asistir oportunamente, la toma de decisiones que pudieren adoptarse en la ejecución de proyectos de inversión que contemplen variables de sustentabilidad ambiental y estén destinados a mejorar la calidad de vida rural (Lagos, 1998).



GLOSARIO Y BIBLIOGRAFÍA

GLOSARIO

Agricultura: Es la artificialización de la naturaleza, la cual se logra a través de la aplicación de tecnología. La naturaleza se transforma con el fin de satisfacer las necesidades de la población tanto para su sustento como para lograr un ordenamiento compatible con la sociedad. La sociedad al transformar la naturaleza persigue generar un escenario que optimice su calidad de vida (Gastó *et al.* 1997).

Alcalinización: Se debe a la acumulación de sales insolubles, principalmente carbonato de sodio, que afectan fuertemente las cualidades de los suelos, especialmente la permeabilidad. Este problema se presenta especialmente en áreas deprimidas de las zonas áridas y semiáridas (Peralta, 1995).

Conservación de suelos: Uso y manejo del recurso a fin de mantener y/o mejorar su capacidad productiva, en función de sus aptitudes, limitaciones y potencialidades, de manera de evitar su pérdida y/o degradación, para el beneficio de la generaciones presentes y futuras (CONAMA-MINAGRI, 1994).

Cuenca Hidrográfica: Superficie limitada por el contorno y a partir de la cual la precipitación drena hacia una sección dada de un cauce. Es una zona de terreno en la que el agua, los sedimentos y los materiales disueltos drenan hacia un punto común.

Desertificación: Proceso de degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, tales como variaciones climáticas y actividades humanas adversas (Convención de Desertificación).

Erosión de Suelos: Proceso físico de remoción de suelos producido por el agua, viento y glaciares o acción geológica, y/o generado por la acción antrópica.

Erosión Antrópica: Es la erosión provocada por el hombre, producto de un uso inadecuado de los recursos naturales, o de prácticas de manejo silvoagropecuario inapropiadas.

Erosión Geológica: Proceso de desgaste de la superficie terrestre, provocada por la acción de las fuerzas de la naturaleza. Por lo tanto es un fenómeno normal en la naturaleza.

Erosión Hídrica: Es causada por la acción de la energía cinética de las gotas de lluvia al impactar una superficie de terreno desnudo, o no debidamente protegida por la vegetación. Esta acción separa las partículas de los agregados del suelo, las que posteriormente son arrastradas por el escurrimiento superficial de las aguas.
La erosión hídrica a su vez se puede clasificar en: erosión de impacto y flujo precanalizado (antes denominada erosión de manto), erosión de zanjas o cárcavas, erosión de ribera.

Erosión Eólica: Consiste en movimientos de tierra promovidos por los vientos que son comunes en las praderas sobrepastoreadas.

Manejo de Cuencas Hidrográficas: Conjunto de esfuerzos tendientes a identificar y aplicar opciones técnicas, socioeconómicas y legales, que establecen una solución a la problemática causada por el deterioro y mal uso de los recursos naturales renovables, así como de las cuencas hidrográficas, para lograr un mejor desarrollo de la sociedad humana inserta en ellas y de la calidad de vida de su población.

Microcuenca Hidrográfica: Área fisiográfica drenada por un curso de agua o por un sistema de cursos de agua conectados y que convergen directa o indirectamente a un lecho o un espejo de agua, constituyendo la unidad ideal para el planeamiento y manejo integral de los recursos naturales en el medio ambiente que ella define.

Ordenación de Cuencas Hidrográficas: Proceso de formulación y ejecución de un sistema de acción que incluye el manejo de los recursos de una cuenca para la obtención de bienes y servicios, sin afectar los recursos de suelos e hídricos (F.C. Cheng, 1992).

Planes Indicativos de Ordenación de Cuencas: Instrumento de planificación indicativa correspondiente a la gestión de recursos naturales a nivel de cuencas, subcuencas, microcuencas y predios.

Salinización: Acumulación de grandes cantidades de sales solubles en el perfil del suelo, cloruros y sulfatos principalmente.

Suelos Degradados: Aquellos suelos que presentan categorías de erosión severa a muy severa, susceptibles de ser recuperados mediante actividades, prácticas y otras conservacionistas del uso del suelo (CONAF-MINAGRI, 1994).

Suelos Frágiles: Son aquéllos susceptibles de sufrir erosión severa debido a factores llimitantes intrínsecos y de uso, tales como pendiente, textura, estructura, profundidad, drenaje, pedregosidad u otras, debidamente certificados por los organismos competentes que establezca el reglamento de esta ley (D.L.701, Estatuto de Fomento Forestal).

Terrenos Forestales de Aptitud Preferentemente Forestal: Se consideran terrenos de aptitud preferentemente forestal, todos aquellos que por condiciones de clima y suelo no deban ararse en forma permanente (estén cubiertos o no de vegetación), excluyendo los que, sin sufrir degradación, puedan ser utilizados en agricultura, fruticultura o ganadería intensiva (D.L.701, Estatuto de Fomento Forestal).

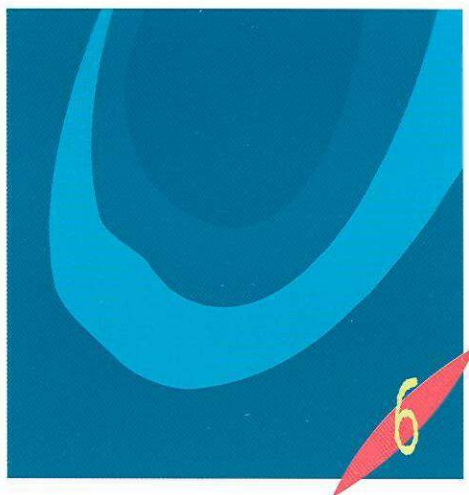
BIBLIOGRAFÍA

1. **Baker, J.L. y J.M. Laflen. 1983.** *Water Quality consequences of conservation tillage. Journal of Soil & Water Conservation, Ankeny, 38(3): 183-193.*
2. **BANCO CENTRAL DE CHILE. 1999.** *Serie Boletín Mensual. Santiago. Chile.*
3. **Benites, J.R., D. Saintraint y K. Morimoto. 1994.** *Degradación de suelos y producción agrícola en Argentina, Bolivia, Brasil Chile y Paraguay pp 83-116. In: Erosión de suelos en America Latina. FAO-Serie Suelos y Aguas 1. 219 p.*
4. **Berdegúe, J. 1992.** *Gestión ambiental para la conservación de suelos. CIPMA. Serie Documentos de Trabajo N° 25.*
5. **CIPMA. 1992.** *Gestión Ambiental en Chile. Aportes del 4° Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente.*
6. **CONAF. S/F.** *Mapa preliminar de la desertificación en Chile, por comunas. Santiago. Chile. 88 p. Corporación Nacional Forestal. Ministerio de Agricultura.*
7. **CONAF-CONAMA. 1999.** *Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. 90.p*
8. **CONAMA. 1994.** *Comisión nacional del medio Ambiente y Ministerio de Agricultura. Plan nacional de Conservación de Suelos. Santiago. Chile. 137 p.*
9. **Cruz, G. y A. Lara. 1987.** *Evaluación de la erosión del área de uso de agropecuario de la XII Región, Magallanes y de la Antártica Chilena. INIA – Intendencia de la XII Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. 20 p.*
10. **Daroch, R. 1988.** *Efecto de tres sistemas de labranza sobre la erodabilidad de un suelo. Agrociencia 4 (2): 109-115.*
11. **Del Canto, S.P., 1989.** *Resultados técnicos y económicos de la labranza conservacionista en suelos trumao y graníticos. En: Seminario técnicas de riego y conservación de suelos para el sur de Chile. INIA CRI-Remehue.*
12. **Del Pozo L. A., Riquelme S.J., Jeldrez I.D. y Sloom M.P. 1996.** *Evaluación de las pérdidas de suelos y fertilidad en tres sistemas de labranza en el secano interior subhúmedo. Proyecto FAO-INIA CRI Quilamapu.*
13. **Delpont, G., J. Desprats, A. Kühne, M. Lagos y P. Maurizo. 1999.** *Cartografía de la sensibilidad potencial de los suelos a la erosión por teledetección y SIG. Aplicación para promover el desarrollo de una agricultura sustentable.*
14. **Echeñique L.J., y Rolando, N.N. 1989.** *La pequeña agricultura. Agraria. 193 pág.*
15. **Elizalde, R. 1970.** *La sobrevivencia de Chile. Ministerio de Agricultura. El Escudo-Impresores Editores Ltda. Santiago, Chile.*
16. **Espinoza, J., M. Lagos, y A. Ortiz. 1994.** *Erosión de los suelos en Chile. pp165-173. . In: Erosión de suelos en America Latina. FAO-Serie Suelos y Aguas 1.219 p.*

17. **Francke, S. 1996.** Elementos de ordenación de cuencas y conservación de suelos. Chile Forestal. Documento Técnico N° 101. Septiembre 1996. 12p.
18. **Francke, S. 1997.** Lineamientos de políticas para la ordenación de cuencas hidrográficas y conservación de suelos. Chile Forestal. Documento Técnico N° 105. Marzo 1997. 8p.
19. **Francke, S. 1999.** Manejo del suelo posible para el desarrollo forestal del semiárido chileno. Chile Forestal. Documento Técnico N° 127. Julio 1999 7p.
20. **Gaete, C.N., 1999.** Comparación de las pérdidas de suelo en una sucesión avena-trigo con tres sistemas de labranza en el secano interior de la IX Región. En: Catorce Congreso latinoamericano de ciencia del suelo. Pucón. Chile.
21. **INIA TAMELAIKE. 1998.** Estimación de las pérdidas de suelo en sistemas de labranza tradicional en la zona intermedia de Aysen. Informe Técnico Depto. RRNN.
22. **INIA LA PLATINA. 2000.** Cálculo de escorrentía y arrastre. En: Informe Hidango 1994/1996.
23. **Instituto Geográfico Militar. 1998.** Atlas Geográfico de Chile para la Educación. 140 p. 5ª Edición.
24. **IREN-CORFO. 1966.** Inventarios de dunas en Chile. Publicación N°4.
25. **IREN-CORFO. 1979.** Fragilidad de los ecosistemas naturales de Chile.
26. **Lagos, M. 1998.** Evaluación de sensibilidad a la erosión. Planificación indicativa para su control. In: C. Pérez (Ed.) Seminario-Taller: Propositiones tecnológicas para un desarrollo sustentable del Secano. Talca 1 y 2 de Octubre 1998.
27. **Lagos, S.M. 1999.** Estimación de pérdidas nutricionales por erosión hídrica. Departamento protección recursos naturales renovables. Servicio Agrícola y ganadero. SAG.
28. **Mellado, M., Chavarría, J. y Velasco, R. 1998.** Análisis de alternativas de preparación de suelo para sembrar trigo en la zona centrosur de Chile. Serie 105528. INIA Quilamapu. Chillán.
29. **Merten, G., J. Riquelme, y A. Borges. 2000.** Manejo de Microcuencas, la manera inteligente de conservar el suelo y las aguas. En Prensa.
30. **MIDEPLAN. 1994.** Ministerio de Planificación Nacional. Recursos naturales Pobreza y Desarrollo. Santiago. Chile.
31. **MIDEPLAN. 1998.** Ministerio de Planificación Nacional. Compendio estadísticas regionales. Documentos Regionales N° 44. Santiago. Chile.
32. **MIDEPLAN. 1998.** Ministerio de Planificación Nacional. Compendio estadísticas regionales. Documentos Regionales N° 44. Santiago. Chile.
33. **MIDEPLAN. 1998.** Ministerio de Planificación Nacional. Evolución de indicadores sociales de pobreza por Región. CASEN 1987-1996. Documentos Regionales N° 42. Santiago. Chile.
34. **MIDEPLAN. 1998.** Ministerio de Planificación Nacional. Evolución de indicadores sociales de pobreza por Región. CASEN 1987-1996. Documentos Regionales N° 42. Santiago. Chile.

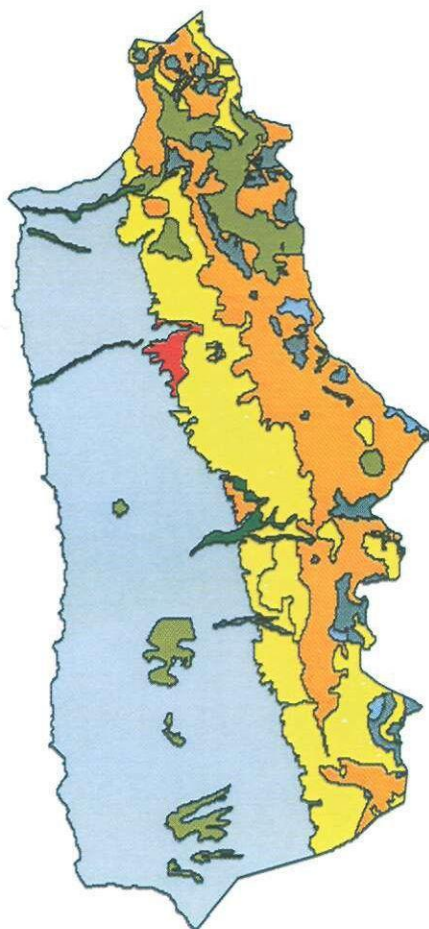
35. **Ministerio de Agricultura. Chile. 1995.** *Sistema Medio Ambiental del Sector Silvoagropecuario. Marco General de la Política Ambiental.* 2ª Ed. 253 p.
36. **Montenegro, A. 1991.** *Diagnóstico preliminar de los tenores de nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica y pH de los suelos de la IX Región.* IPA CARILLANCA N° 3.
37. **ODEPA. 1999.** *Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura. Cifras de la Agricultura en Internet.* Santiago. Chile.
38. **Peña, L. 1994.** *Erosión y conservación de suelos. En: Suelos, una visión actualizada del recurso. Universidad de Chile. Publicaciones Miscelaneas Agrícolas N° 38. Pp 216-295.*
39. **Peralta, M. 1978.** *Procesos y áreas de desertificación en Chile continental. Mapa Preliminar. Ciencias Forestales. (1) 41-44. Septiembre 1978.*
40. **Peralta, M. 1987.** *Perspectivas del recurso suelo en Chile. Próxima Década. N° 61. Octubre. Santiago. Chile.*
41. **Peralta, M. 1987.** *Perspectivas del recurso suelo en Chile. Próxima Década. N° 61. Octubre. Santiago. Chile.*
42. **Peralta, M. 1995.** *Conservación y degradación suelos en Chile. Pp 309-332. In: Perfil ambiental de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente. CONAMA. 569 p.*
43. **Programa Chile Sustentable. 1999.** *Por un Chile Sustentable. Propuesta ciudadana para el cambio. Santiago, LOM Ediciones. 490 p.*
44. **Repetto, R. 1991.** *La erosión en el balance general. Como contabilizar la pérdida de recursos naturales. Desarrollo y Medio Ambiente. CIEPLAN. Santiago Chile.*
45. **Repetto, R. y M. Gillis. 1988.** *Public Policies and the Misure of forest Resurces. Cambridge: Cambridge University Press.*
46. **Rivera, A.R. y Cruz, D.M. 1984.** *Grupo de Investigaciones Agrarias GIA. Academia de Humanismo Cristiano. Pobladores rurales. Cambios en el poblamiento y el empleo en Chile. Santiago. Chile.*
47. **Rodas, y Chanduví. 1989.** *Problemática de la degradación de suelos y aguas por salinización en el Valle de Copiapó. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.*
48. **Rodríguez, N., E. Ruz, A. Valenzuela, y C. Belmar. 2000.** *Efecto del sistema de laboreo en las pérdidas de suelo por erosión en la rotación trigo-avena y praderas en la Precordillera andina de la región Centro Sur. Agricultura Técnica. (Chile)60(3): 259-262.*
49. **Rouanet, J.L. 1995.** *Labranza conservacionista en la región centro-sur y sur de Chile. Inventario, diagnóstico y propuestas técnicas. Avances en siembra directa. Dialogo XLIV IICA PROCISUR. Montevideo Uruguay.*
50. **Sáez, M. C. 1994.** *Caracterización de la fertilidad de los suelos de la Región de Magallanes. Proyecto FIA- U. de Magallanes.*

51. **SAG-ODEPA. 1968.** *Potencialidad de los Suelos de Chile. Unidades de Uso Agrícola de los Suelos de Chile, entre las Provincias de Aconcagua y Chiloé. Plan de Desarrollo Agropecuario 1965-1980.*
52. **Saintraint, D. y Sloom, P. 1993.** *La erosión potencial de los suelos en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile y Paraguay. FAO, Proyecto Regional GCP/RLA/107/JPN "Apoyo para una agricultura sostenible mediante conservación y rehabilitación de tierras en América Latina" FAO, Documento de Campo 2. 50 p.*
53. **Universidad de Chile. 1997.** *Diagnóstico de la desertificación en Chile. G. Soto, y F. Ulloa. (Eds.) 399 p.*
54. **Valdivia, P.V. 1990.** *Evaluación económica de la erosión del suelo. Un estudio exploratorio. Tesis para obtener el título de Ingeniero Comercial. Fac. Ciencias Administrativas Universidad Diego Portales.*
55. **Velasco, H. R., Del canto S.P. y Del Pozo L. A. 1989.** *Evaluación económica de diferentes sistemas de labranza de suelo: tradicional, mínima y cero. Cultivo de trigo temporada 1988/89. INIA Quilamapu. Informe técnico programa ecología y producción.*
56. **Velasco, H. R., González U.J. y Cruz R.C. 1996.** *Costos directos de producción de cultivos de la VII y VIII Regiones. INIA QUILAMAPU.*
57. **Vial, P. C. y Huaracán, R.M. 1993.** *Ministerio de Agricultura. Proyecto FAO/TCP/CHI/0051. Subsecretaría de Agricultura. Pobreza y Ruralidad. Pobreza y ruralidad en 286 comunas comprendidas entre la IV y X Región de Chile.*



ANEXO CARTOGRÁFICO

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN DE TARAPACÁ



ESCALA: 1 : 3.500.000

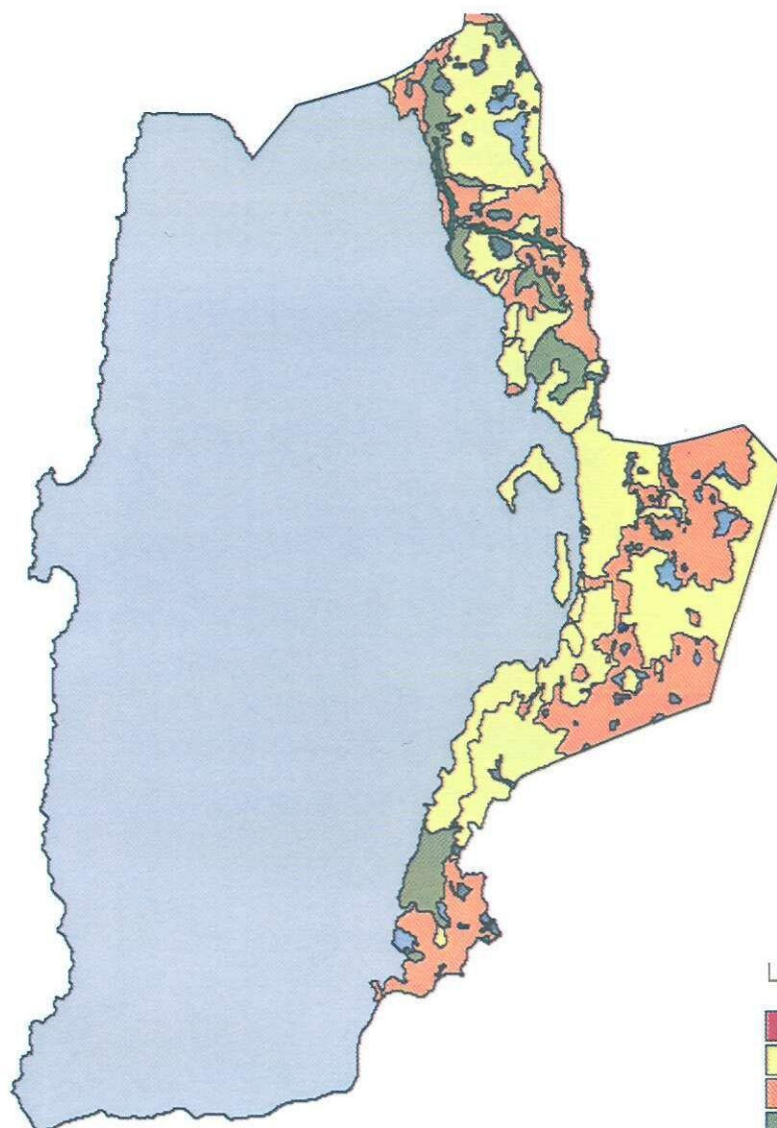


LEYENDA

	MUY GRAVE
	GRAVE
	MODERADA
	LEVE
	S/I
	ROCA
	VALLE
	SALAR
	LAGUNA

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN DE ANTOFAGASTA



ESCALA: 1 : 3.500.000

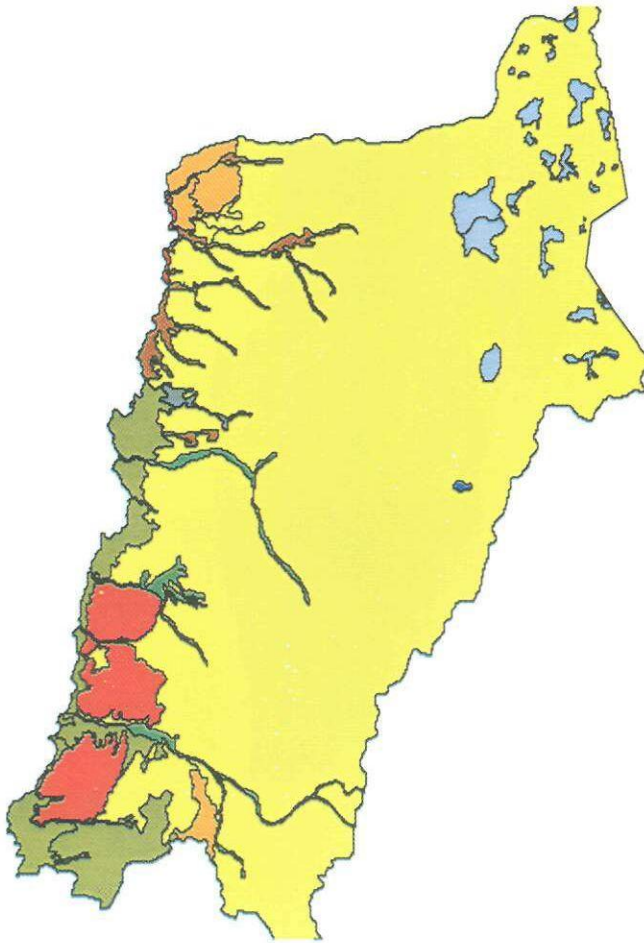
LEYENDA

	MUY GRAVE
	GRAVE
	MODERADA
	LEVE
	S/I
	ROCA
	VALLE
	SALAR
	LAGUNA

90 0 90 180 Kilómetros

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN DE ATACAMA



ESCALA: 1 : 3.500.000

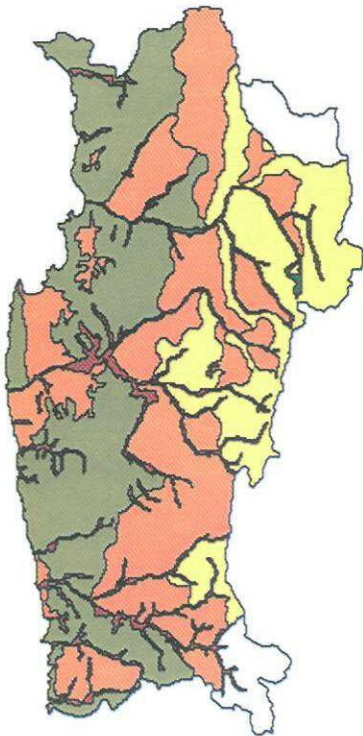


LEYENDA

	MUY GRAVE
	GRAVE
	MODERADA
	LEVE
	ROCA
	SUELOS DE RIEGO
	QUEBRADAS
	SALAR
	LAGUNA

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE
REGIÓN DE COQUIMBO



ESCALA: 1 : 3.500.000

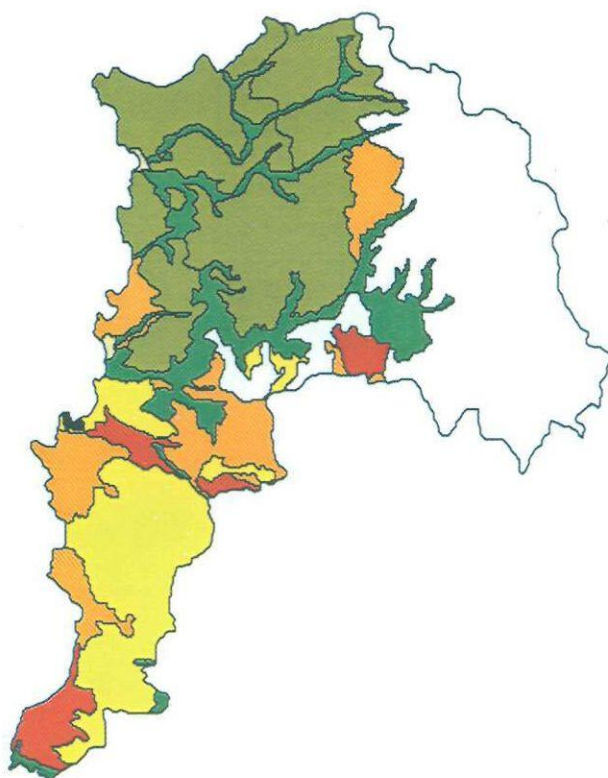


LEYENDA

- MUY GRAVE
- GRAVE
- MODERADA
- LEVE
- VALLE
- QUEBRADAS
- CORDILLERA
- EMBALSE

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN DE VALPARAISO



LEYENDA

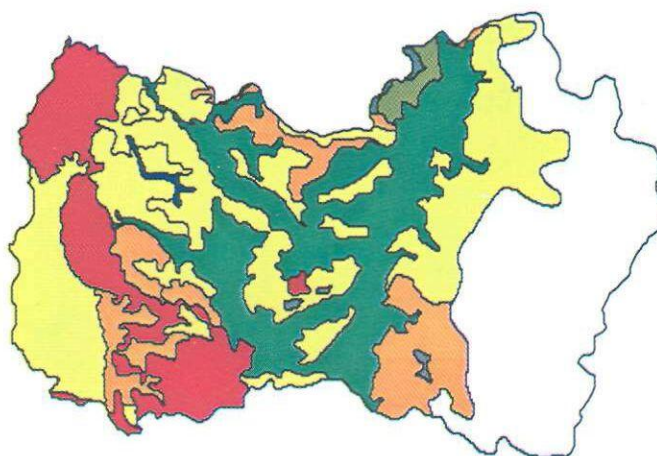
- MUY GRAVE
- GRAVE
- MODERADA
- LEVE
- SUELOS DE RIEGO
- QUEBRADAS
- DUNAS
- VALPARAISO

ESCALA: 1 : 2.000.000



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS



ESCALA: 1 : 2.000.000

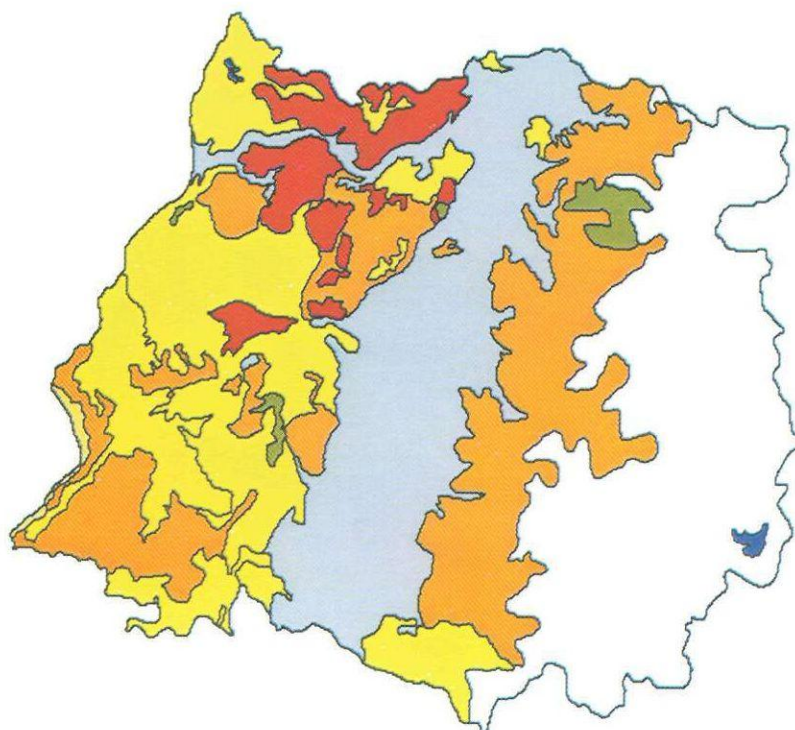


LEYENDA

	MUY GRAVE
	GRAVE
	MODERADA
	LEVE
	ROCA
	SUELOS DE RIEGO
	CORDILLERA
	AGUA

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN DEL MAULE



ESCALA: 1 : 2.000.000

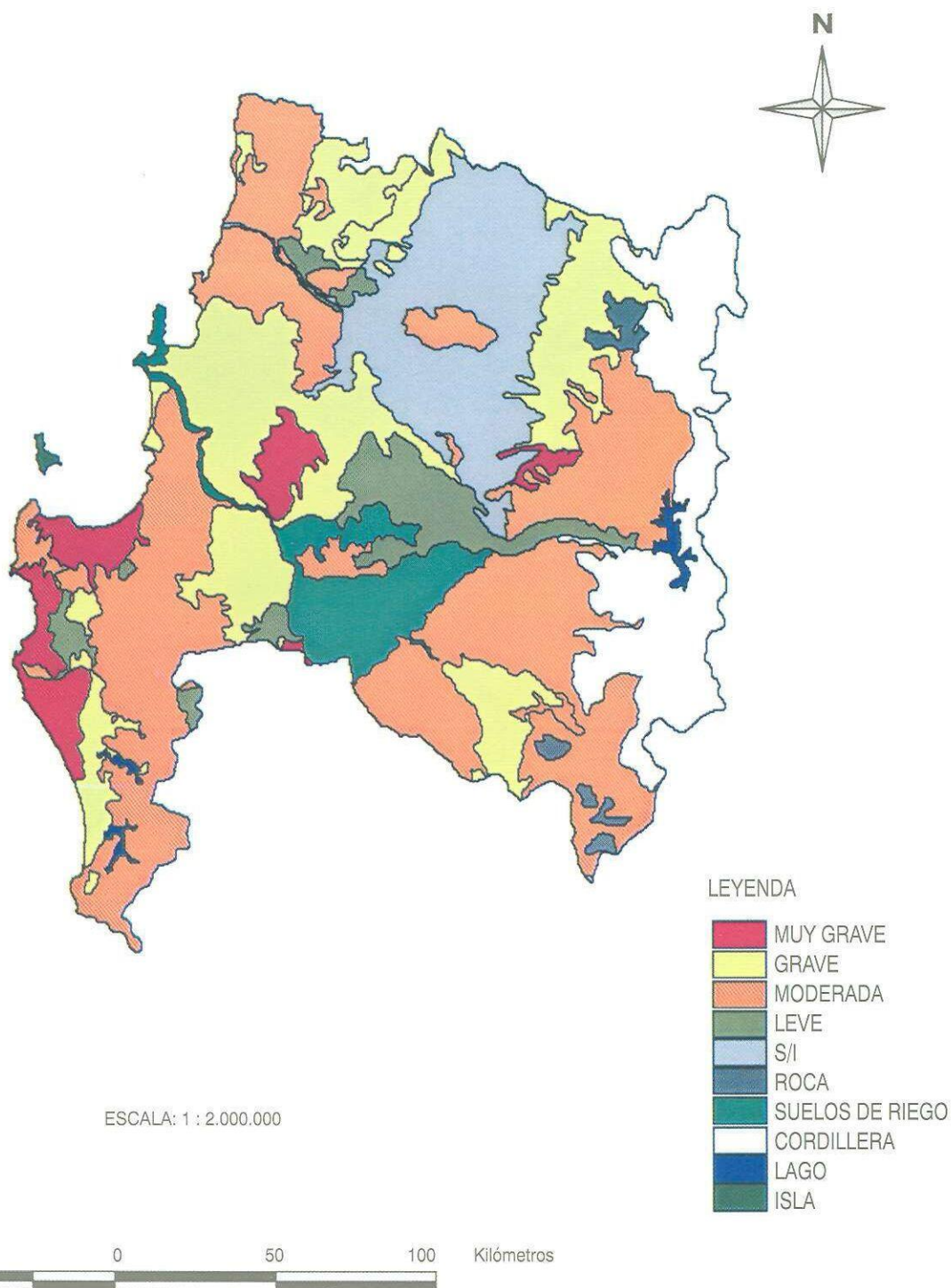


LEYENDA

■	MUY GRAVE
■	GRAVE
■	MODERADA
■	LEVE
■	S/I
■	CORDILLERA
■	DUNAS
■	LAGUNA
■	LAGO

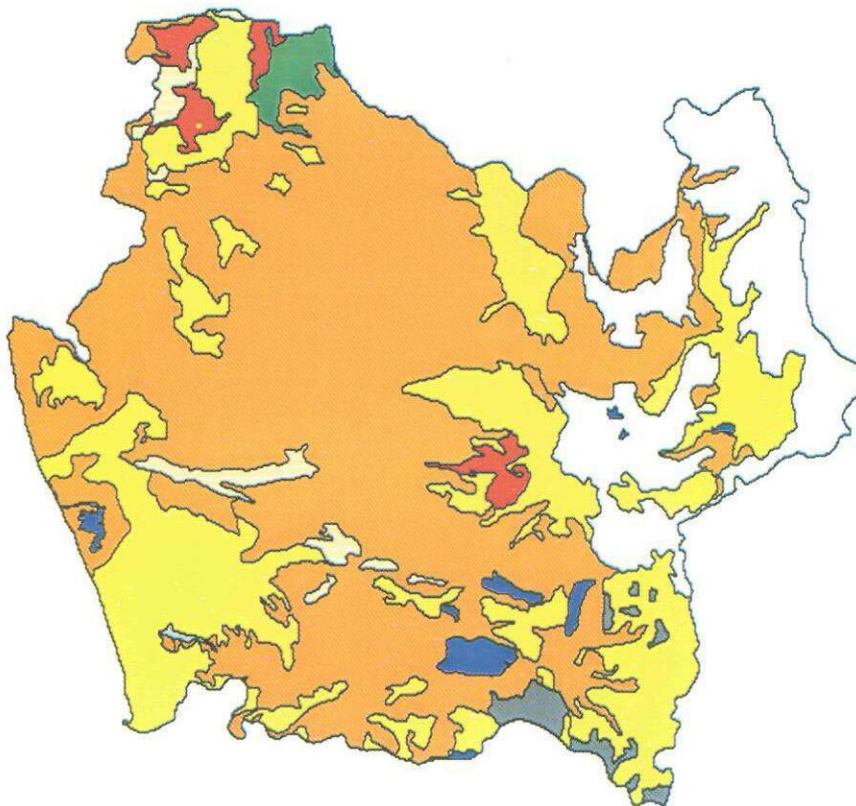
FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN DEL BÍO-BÍO



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN DE LA ARAUCANÍA



ESCALA: 1 : 2.000.000

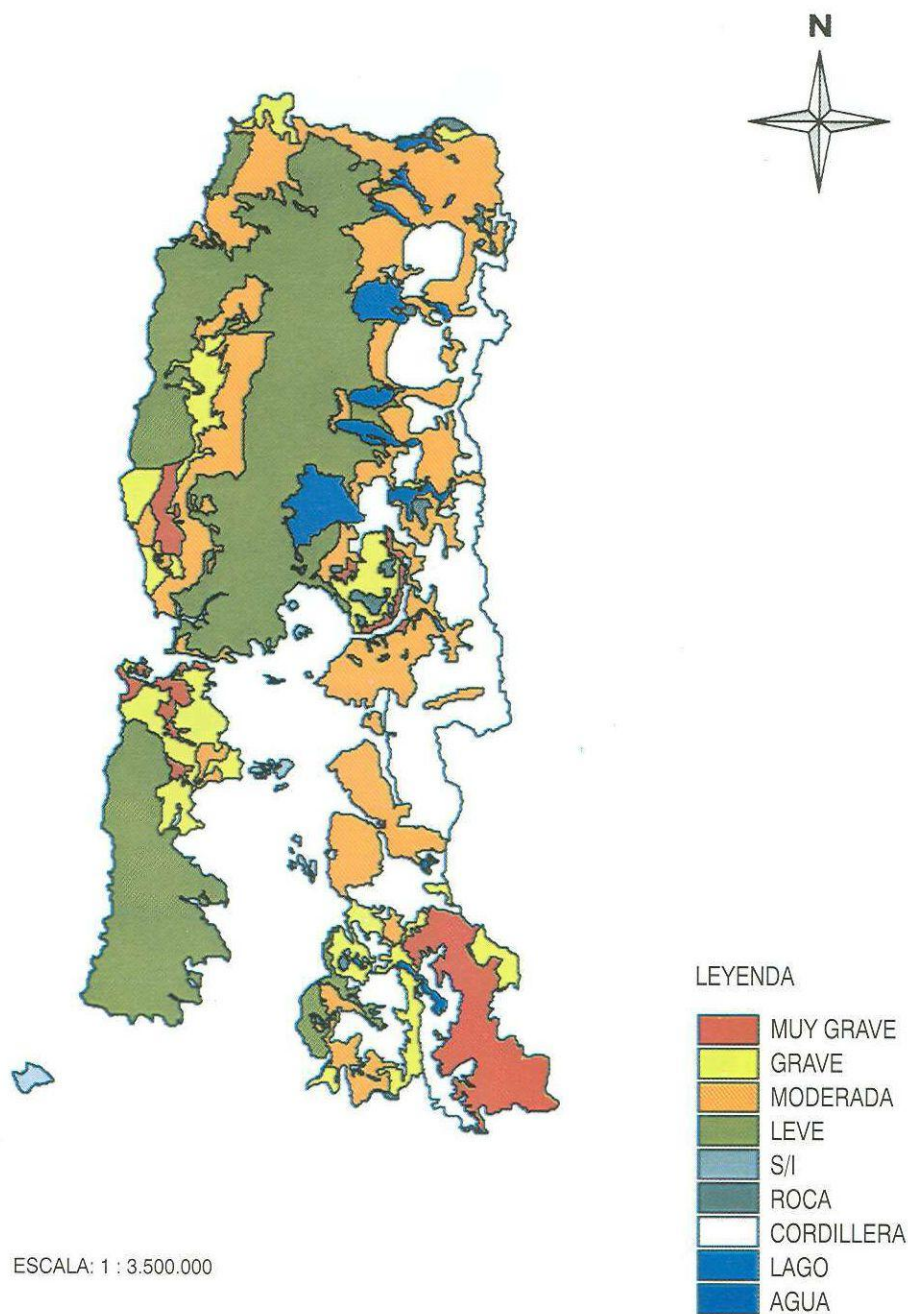


LEYENDA

	MUY GRAVE
	GRAVE
	MODERADA
	LEVE
	S/I
	ROCA
	SUELOS DE RIEGO
	CORDILLERA
	LAGO

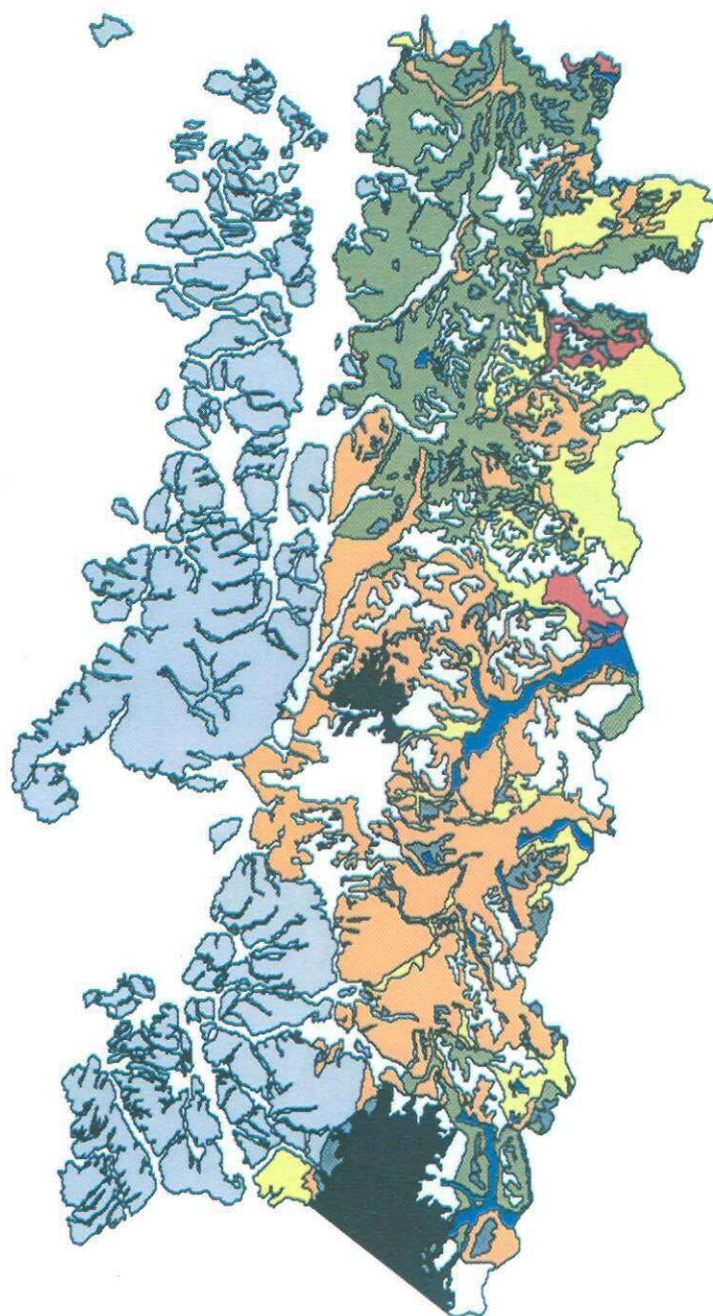
FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN DE LOS LAGOS



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN DE AISÉN



LEYENDA

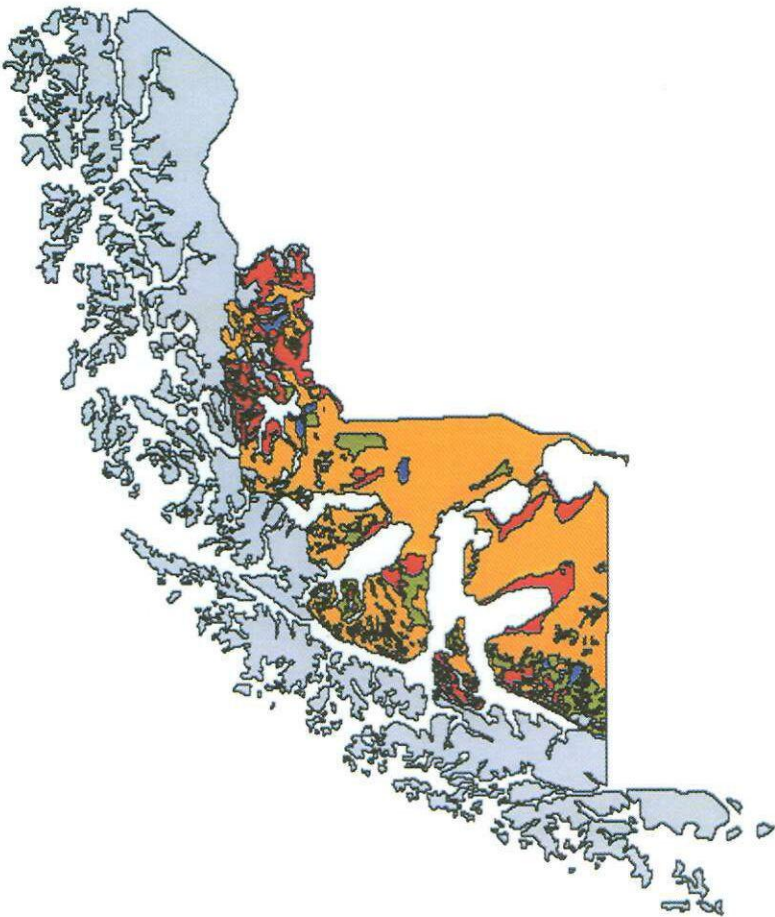
	MUY GRAVE
	GRAVE
	MODERADA
	LEVE
	S/I
	ROCA
	CORDILLERA
	CAMPO DE HIELO
	LAGO
	AGUA

ESCALA: 1 : 3.500.000



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE
REGIÓN DE MAGALLANES Y ANTÁRTICA CHILENA



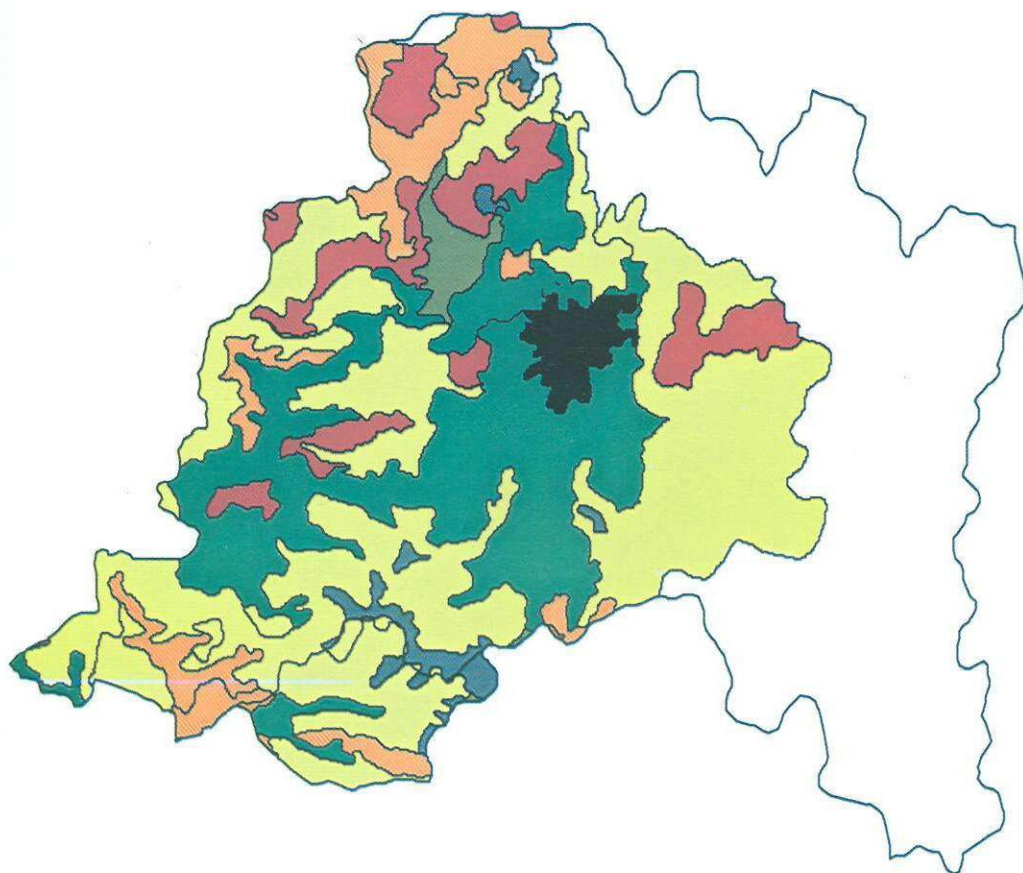
ESCALA: 1 : 6.000.000



- LEYENDA
- MUY GRAVE
 - GRAVE
 - MODERADA
 - LEVE
 - S/I
 - ROCA
 - LAGUNA
 - LAGO

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

CARTA NIVEL DE EROSIÓN DE LOS SUELOS DE CHILE REGIÓN METROPOLITANA



ESCALA: 1 : 1.250.000

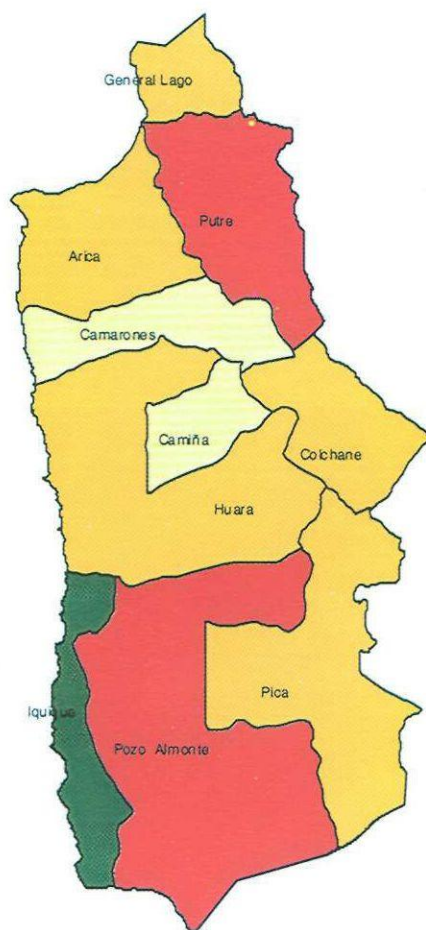


LEYENDA

	MUY GRAVE
	GRAVE
	MODERADA
	LEVE
	ROCA
	SUELOS DE RIEGO
	CORDILLERA
	SANTIAGO

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE RECURSOS NATURALES
CORFO - 1979

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE REGIÓN DE TARAPACÁ ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



ESCALA: 1 : 3.500.000

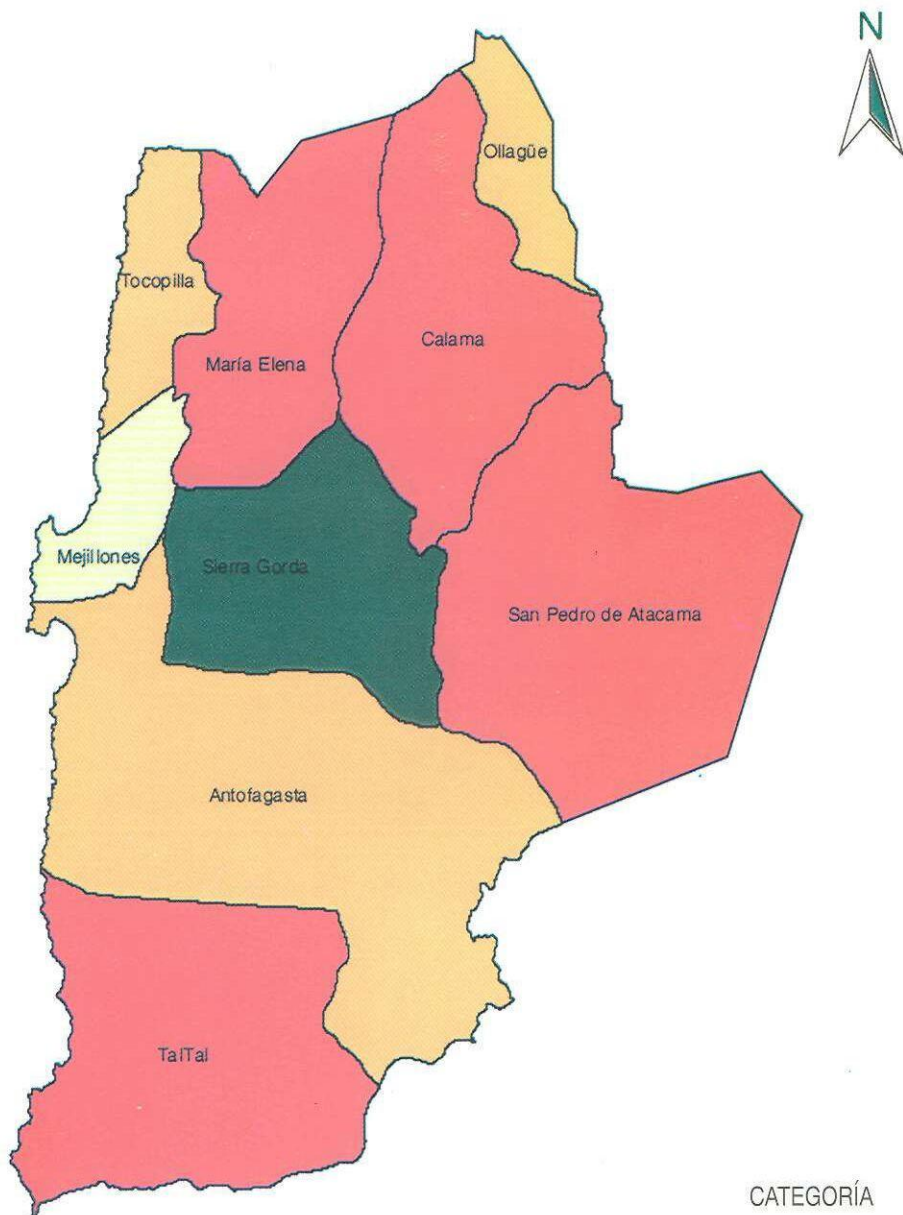


CATEGORÍA



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE
 REGIÓN DE ANTOFAGASTA
 ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



ESCALA: 1 : 3.500.000

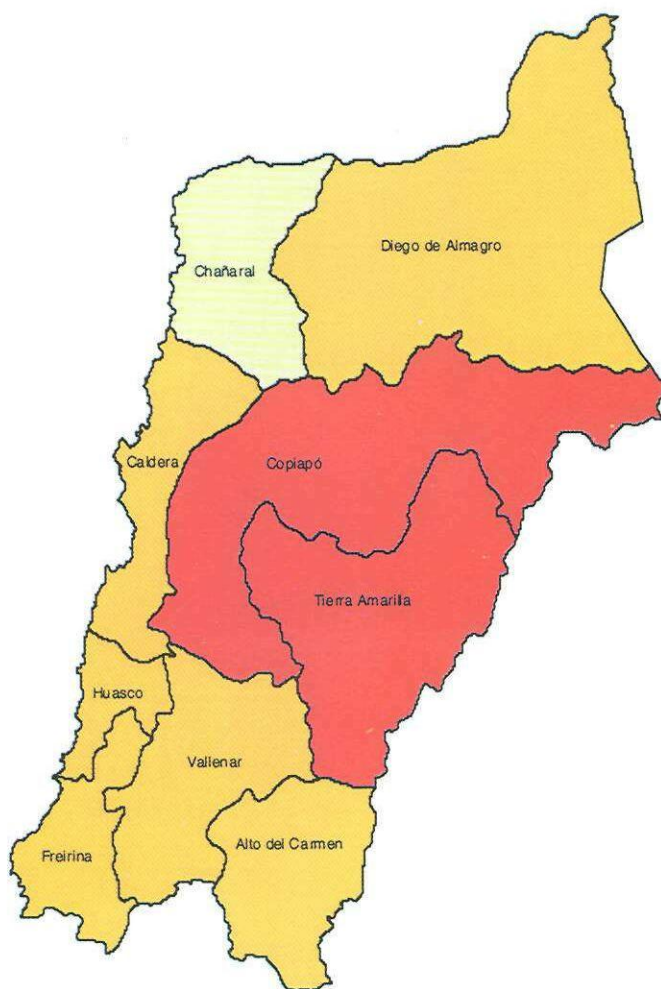


CATEGORÍA



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE
REGIÓN DE ATACAMA
ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



ESCALA: 1 : 3.500.000

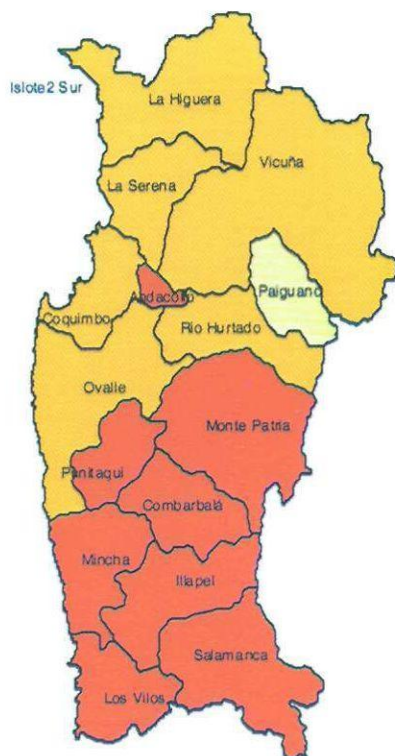


CATEGORÍA



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE REGIÓN DE COQUIMBO ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



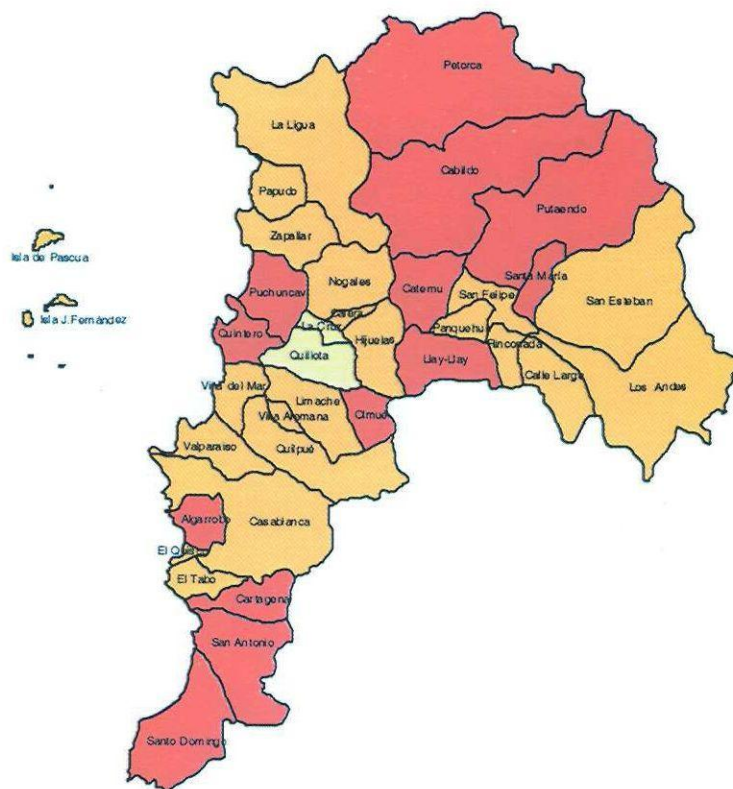
ESCALA: 1 : 3.500.000



CATEGORÍA	
	GRAVE
	MODERADA
	LEVE
	NO AFECTADA

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE REGIÓN DE VALPARAISO ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



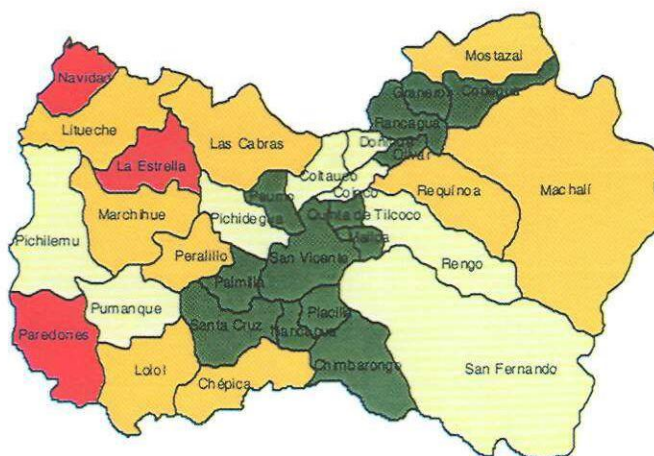
ESCALA: 1 : 2.000.000

CATEGORÍA



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



ESCALA: 1 : 2.000.000

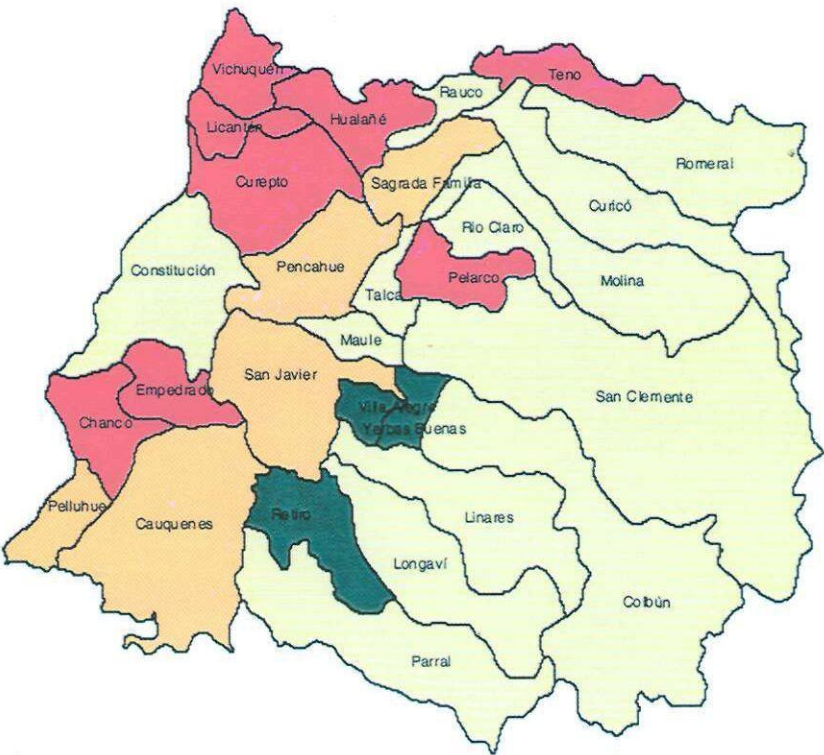


CATEGORÍA



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE REGIÓN DEL MAULE ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



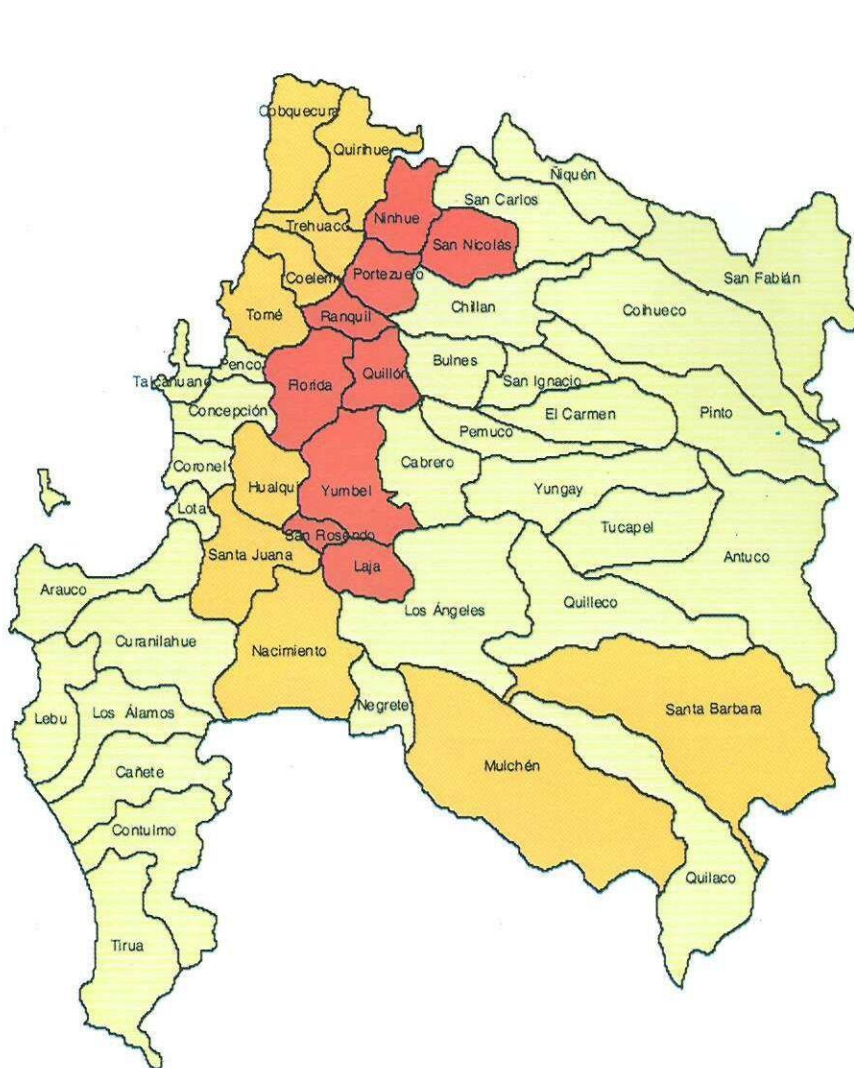
ESCALA: 1 : 2.000.000

- CATEGORÍA
- GRAVE
 - MODERADA
 - LEVE
 - NO AFECTADA



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE REGIÓN DEL BÍO-BÍO ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



ESCALA: 1 : 2.000.000

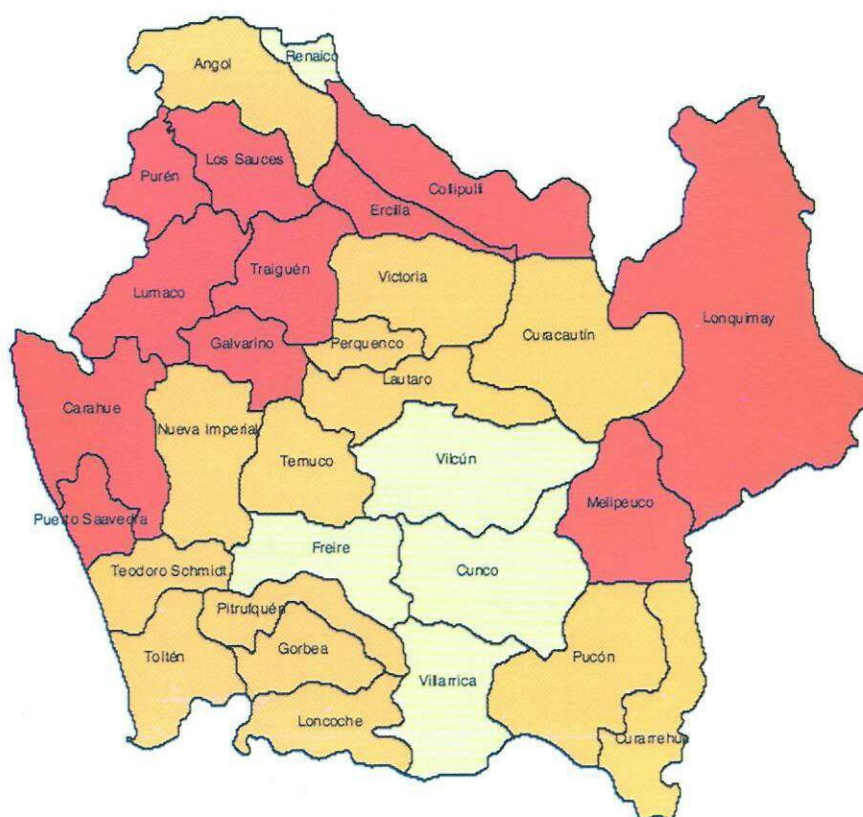


CATEGORÍA



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE REGIÓN DE LA ARAUCANÍA ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



ESCALA: 1 : 2.000.000

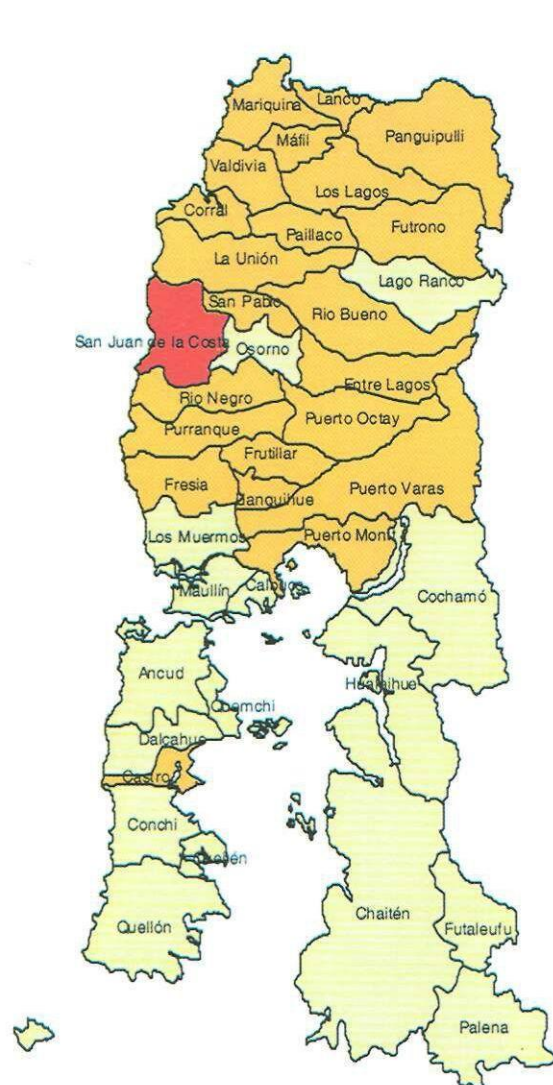


CATEGORÍA



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE REGIÓN DE LOS LAGOS ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



ESCALA: 1 : 3.500.000

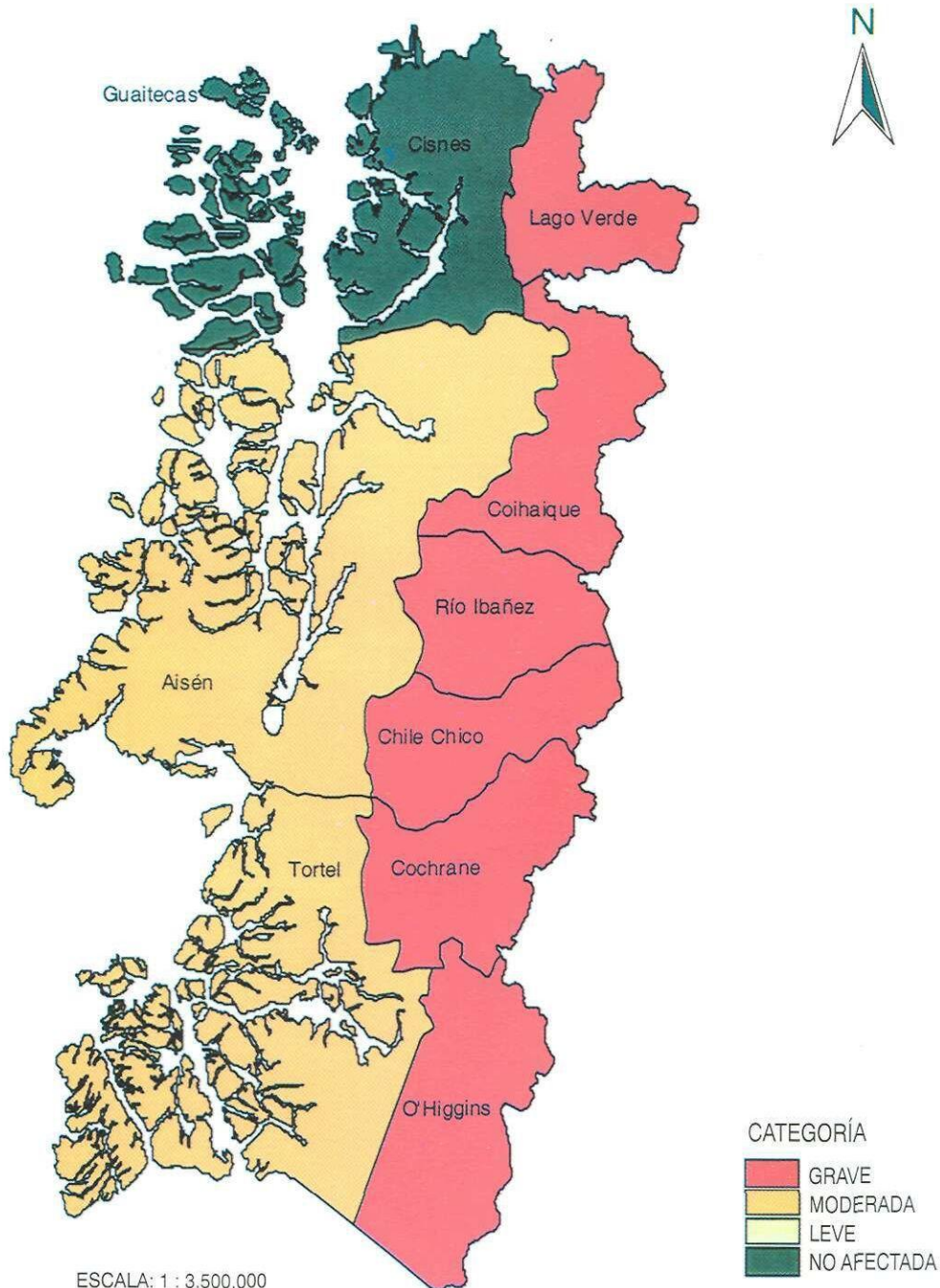


CATEGORÍA



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

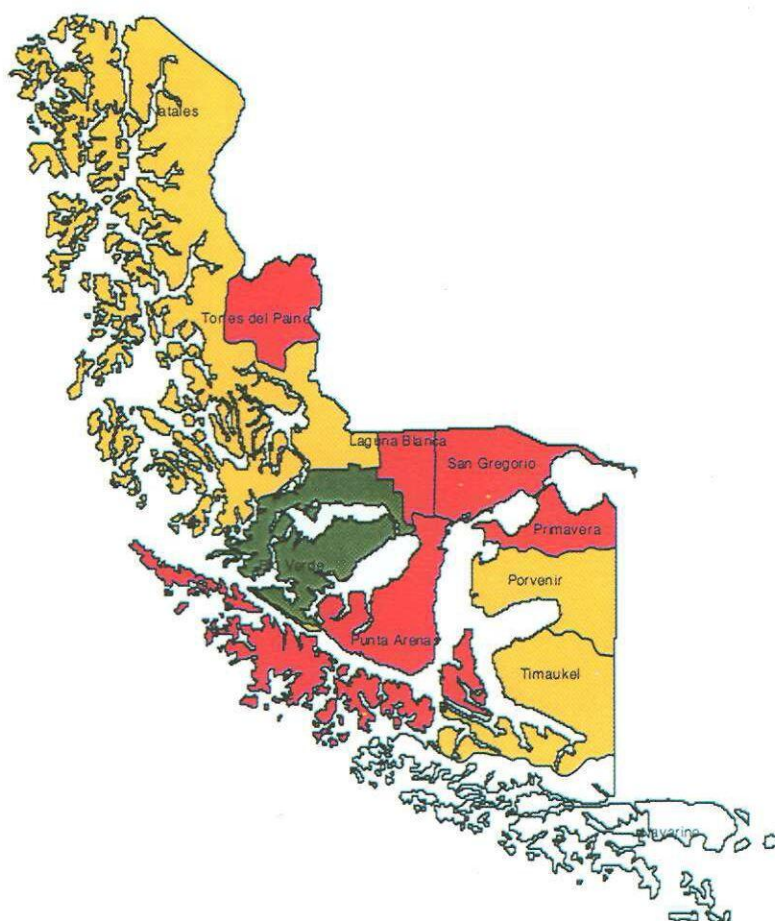
MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE
 REGIÓN DE AISEN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO
 ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



90 0 90 180 Kilómetros

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



ESCALA: 1 : 6.000.000

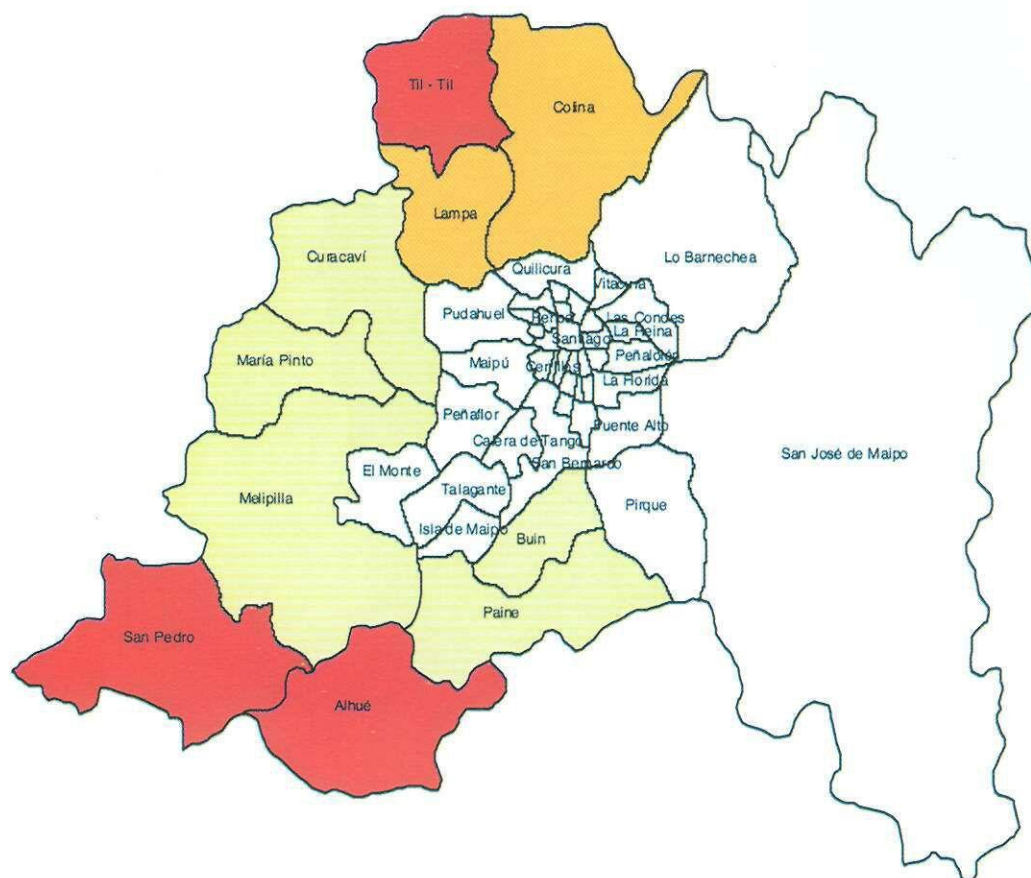


CATEGORÍA

- GRAVE
- MODERADA
- LEVE
- NO AFECTADA
- SIN INFORMACIÓN

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPA PRELIMINAR DE LA DESERTIFICACIÓN DE CHILE REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO ESTADO DE LA DESERTIFICACIÓN POR COMUNAS



ESCALA: 1 : 1.250.000

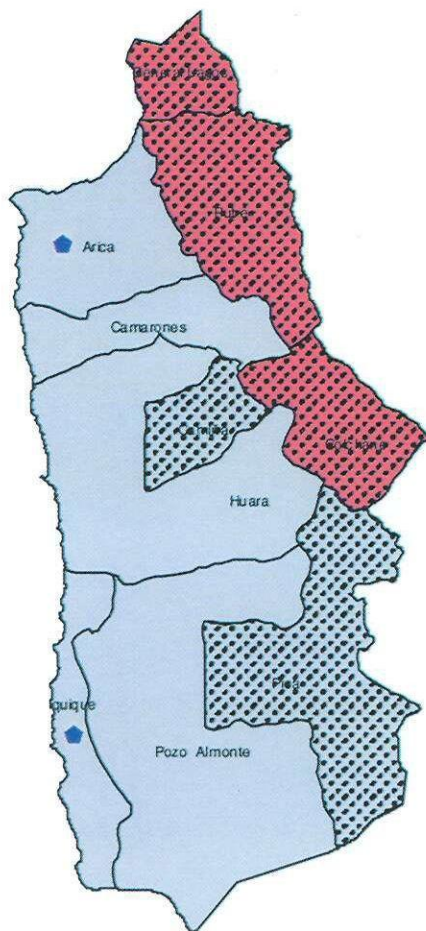


CATEGORÍA

- GRAVE
- MODERADA
- LEVE
- NO AFECTADA
- SIN INFORMACIÓN

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS REGIÓN DE TARAPACÁ



LEYENDA

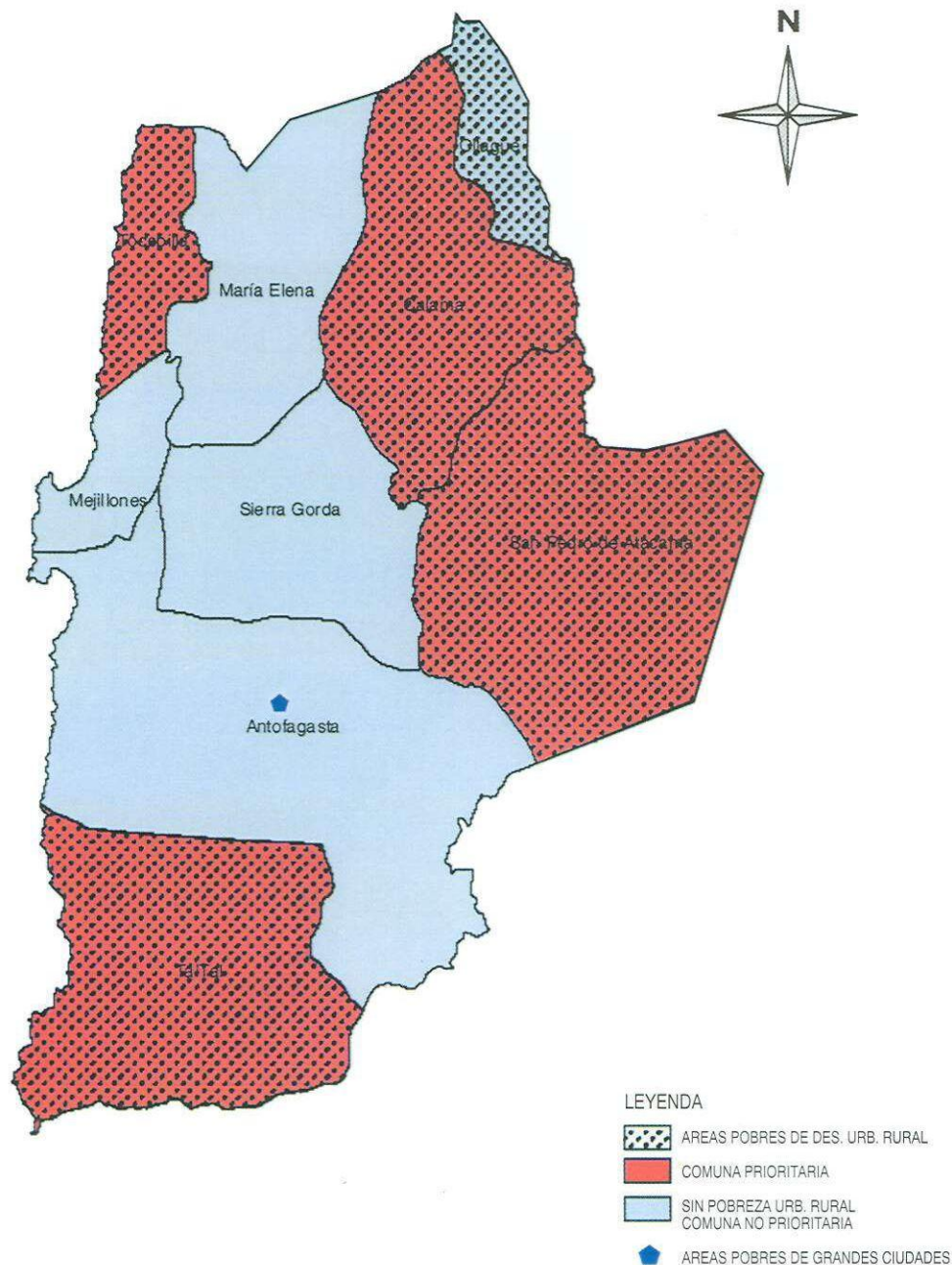
-  ÁREAS POBRES DE DES. URB. RURAL
-  COMUNA PRIORITARIA
-  SIN POBREZA URB. RURAL
COMUNA NO PRIORITARIA
-  ÁREAS POBRES DE GRANDES CIUDADES

ESCALA: 1 : 3.500.000



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS REGIÓN DE ANTOFAGASTA

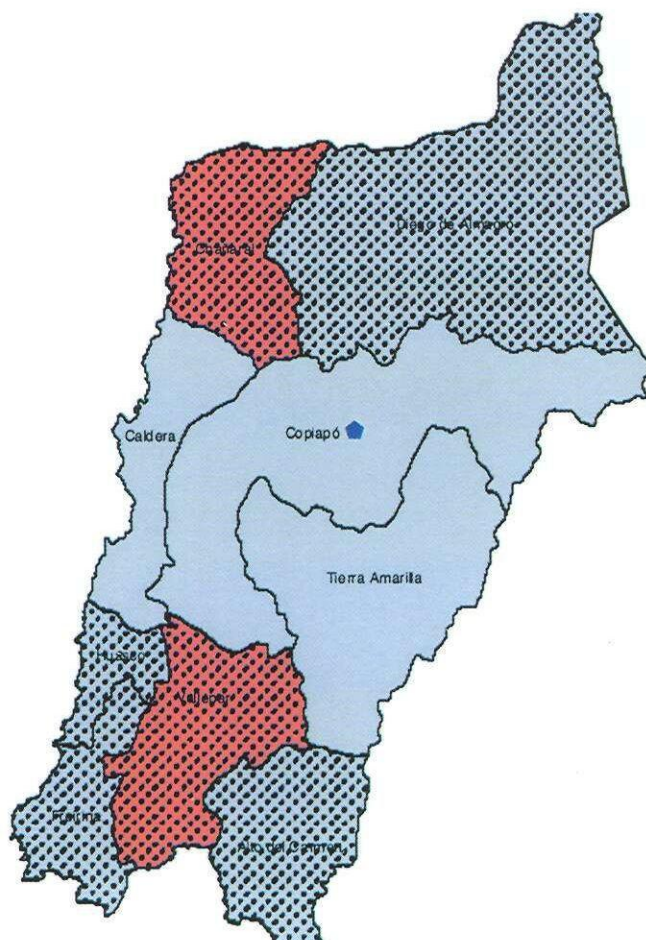


ESCALA: 1 : 3.500.000



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN
ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS
REGIÓN DE ATACAMA



LEYENDA

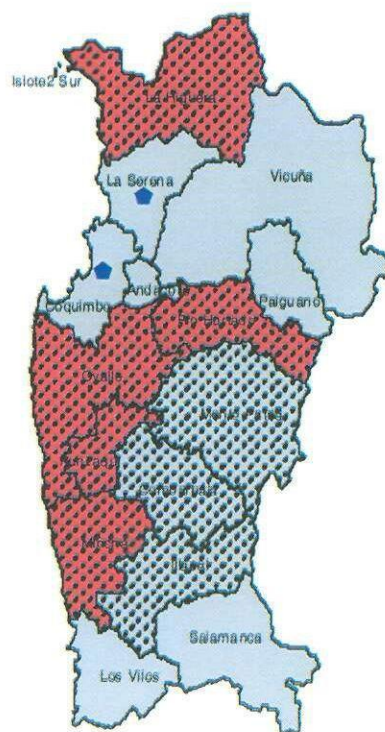
-  AREAS POBRES DE DES. URB. RURAL
 COMUNA PRIORITARIA
 SIN POBREZA URB. RURAL
 COMUNA NO PRIORITARIA
 AREAS POBRES DE GRANDES CIUDADES

ESCALA: 1 : 3.500.000



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN
ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS
REGIÓN DE COQUIMBO



LEYENDA

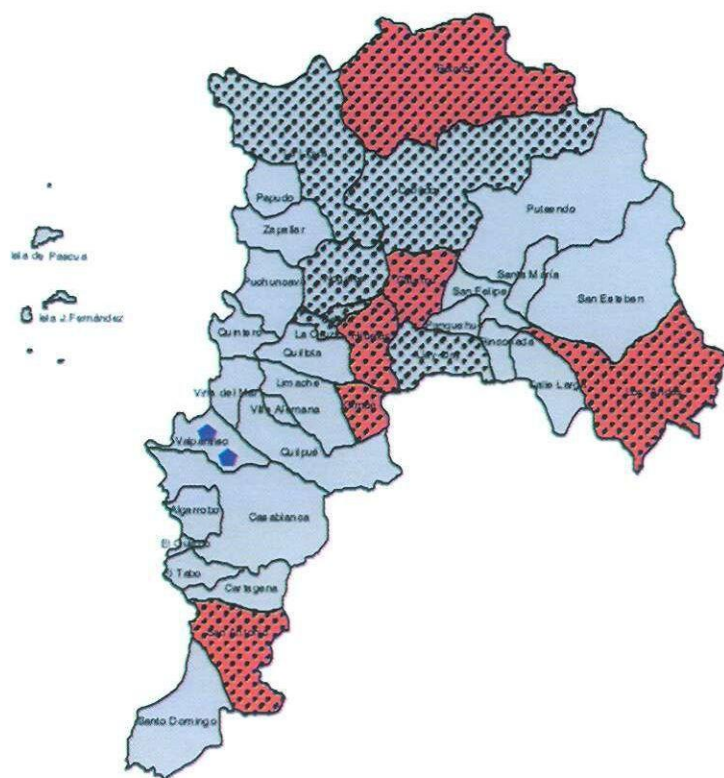
-  AREAS POBRES DE DES. URB. RURAL
 COMUNA PRIORITARIA
 SIN POBREZA URB. RURAL
 COMUNA NO PRIORITARIA
 AREAS POBRES DE GRANDES CIUDADES

ESCALA: 1 : 3.500.000



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS REGIÓN DE VALPARAÍSO



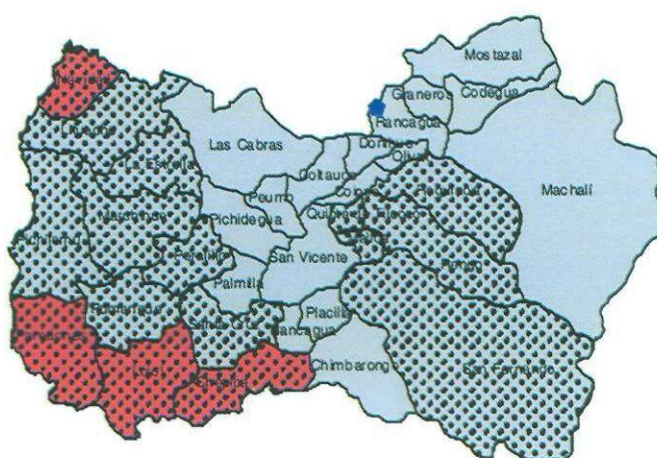
LEYENDA

-  ÁREAS POBRES DE DES. URB. RURAL
-  COMUNA PRIORITARIA
-  SIN POBREZA URB. RURAL
COMUNA NO PRIORITARIA
-  ÁREAS POBRES DE GRANDES CIUDADES

ESCALA: 1 : 2.000.000



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997



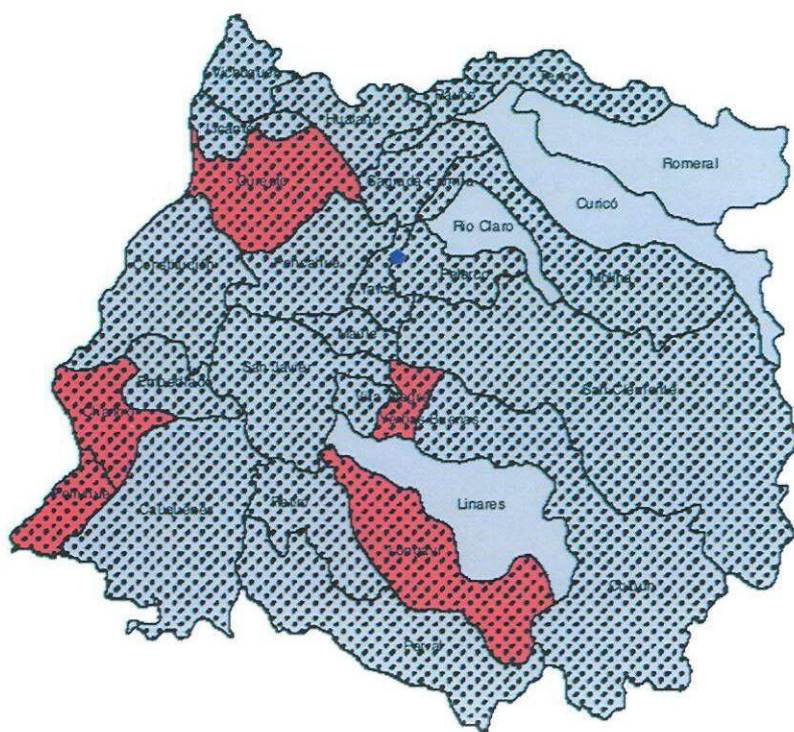
 AREAS POBRES DE DES. URB. RURAL
 COMUNA PRIORITARIA
 SIN POBREZA URB. RURAL
 COMUNA NO PRIORITARIA
 AREAS POBRES DE GRANDES CIUDADES

Diagnóstico sobre el estado de degradación del recurso suelo en el país. 17

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN

ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS

REGIÓN DEL MAULE



LEYENDA

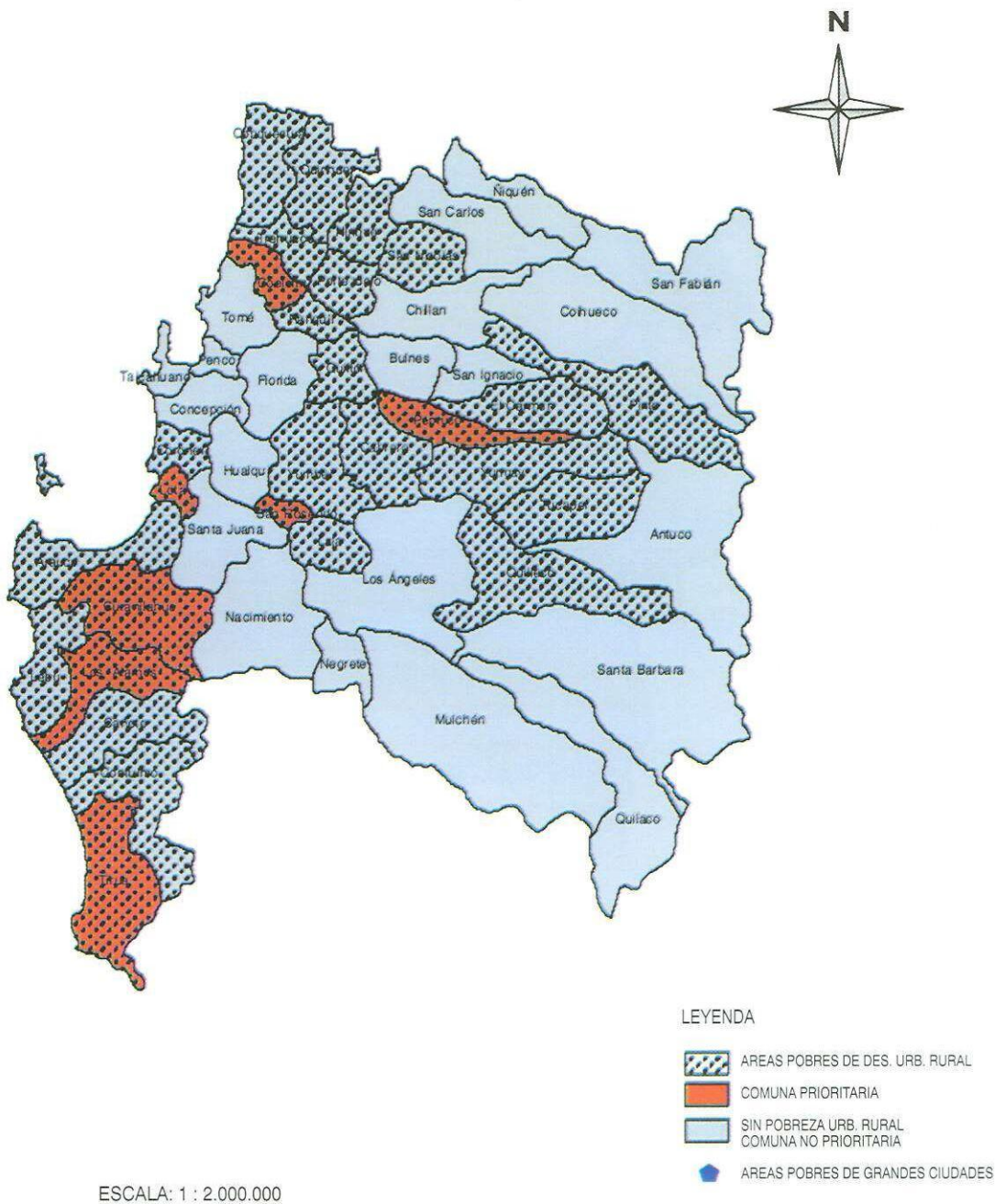
-  ÁREAS POBRES DE DES. URB. RURAL
-  COMUNA PRIORITARIA
-  SIN POBREZA URB. RURAL
COMUNA NO PRIORITARIA
-  ÁREAS POBRES DE GRANDES CIUDADES

ESCALA: 1 : 2.000.000



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN
ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS
REGIÓN DEL BÍO-BÍO

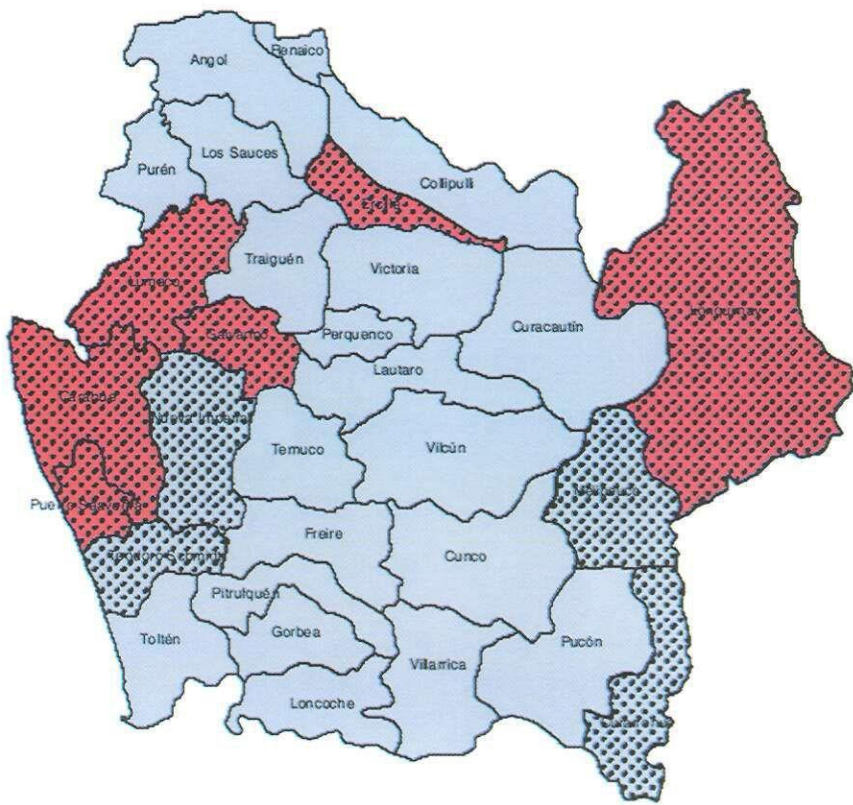


ESCALA: 1 : 2.000.000



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS REGIÓN DE LA ARAUCANÍA



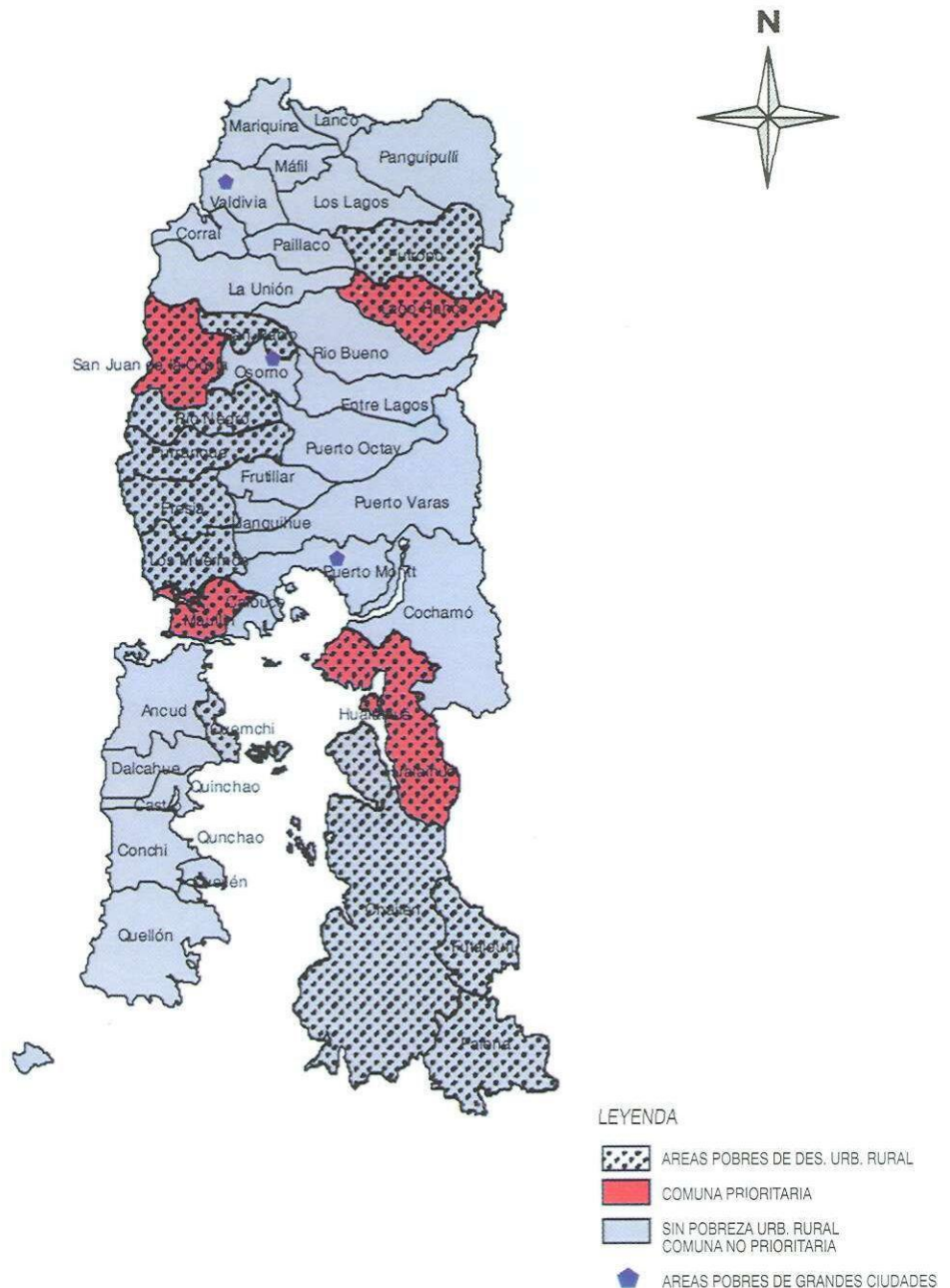
- LEYENDA
- ÁREAS POBRES DE DES. URB. RURAL
 - COMUNA PRIORITARIA
 - SIN POBREZA URB. RURAL
COMUNA NO PRIORITARIA
 - ÁREAS POBRES DE GRANDES CIUDADES

ESCALA: 1 : 2.000.000



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
 PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
 UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS REGIÓN DE LOS LAGOS

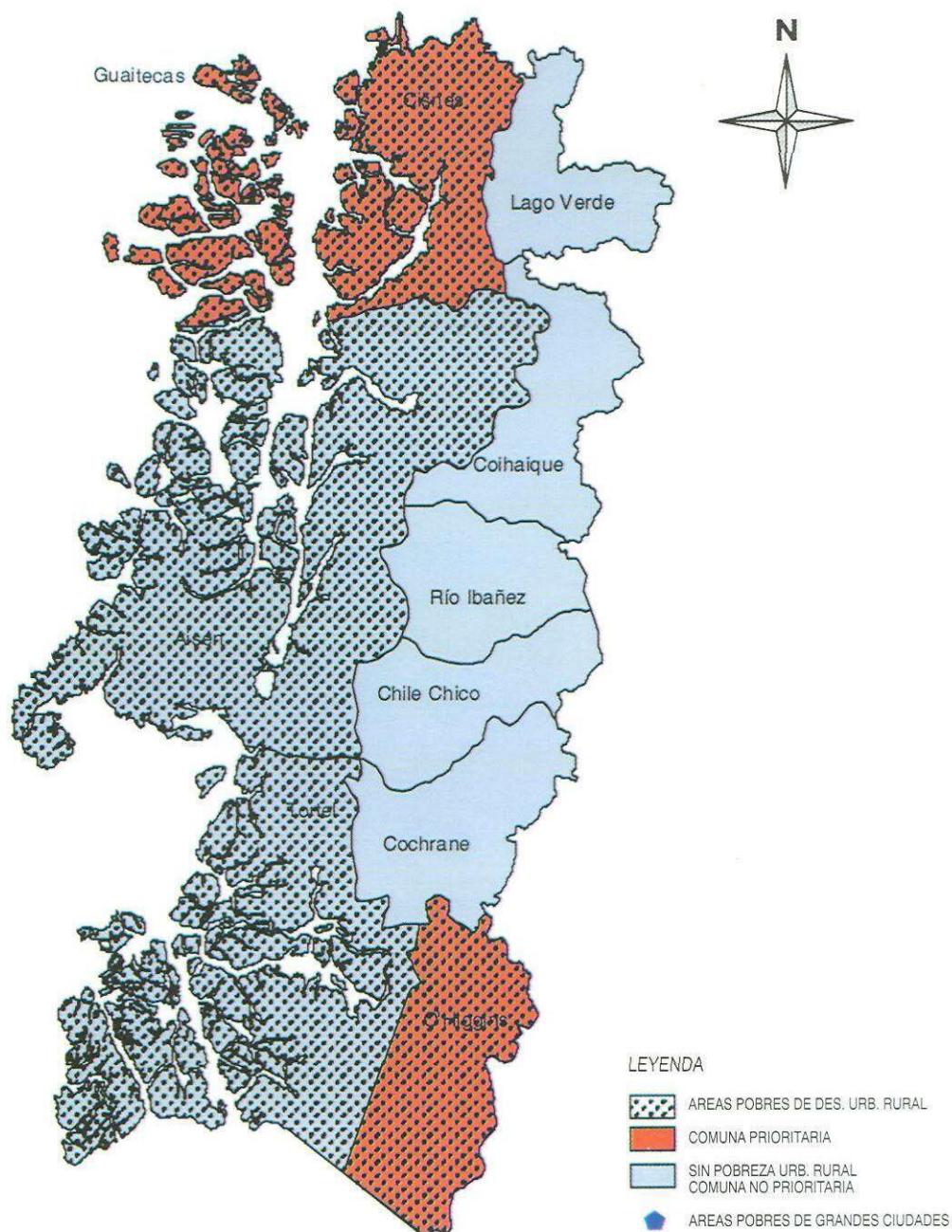


ESCALA: 1 : 3.500.000

90 0 90 180 Kilómetros

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN
 ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS
 REGIÓN DE AISÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO



ESCALA: 1 : 3.500.000



LEYENDA

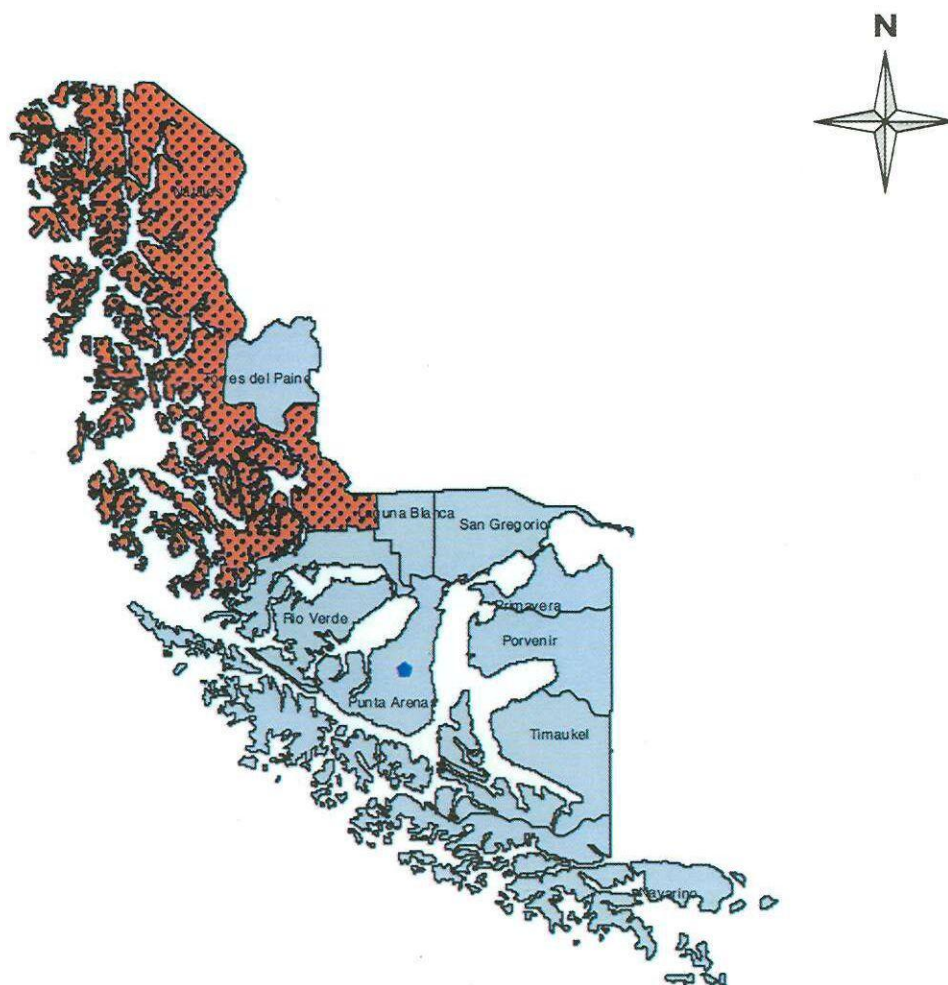
- AREAS POBRES DE DES. URB. RURAL
- COMUNA PRIORITARIA
- SIN POBREZA URB. RURAL
COMUNA NO PRIORITARIA
- AREAS POBRES DE GRANDES CIUDADES

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
 CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
 PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
 UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN

ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS

REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA



ESCALA: 1 : 6.000.000

100 0 100 200 300 400 Kilómetros

LEYENDA

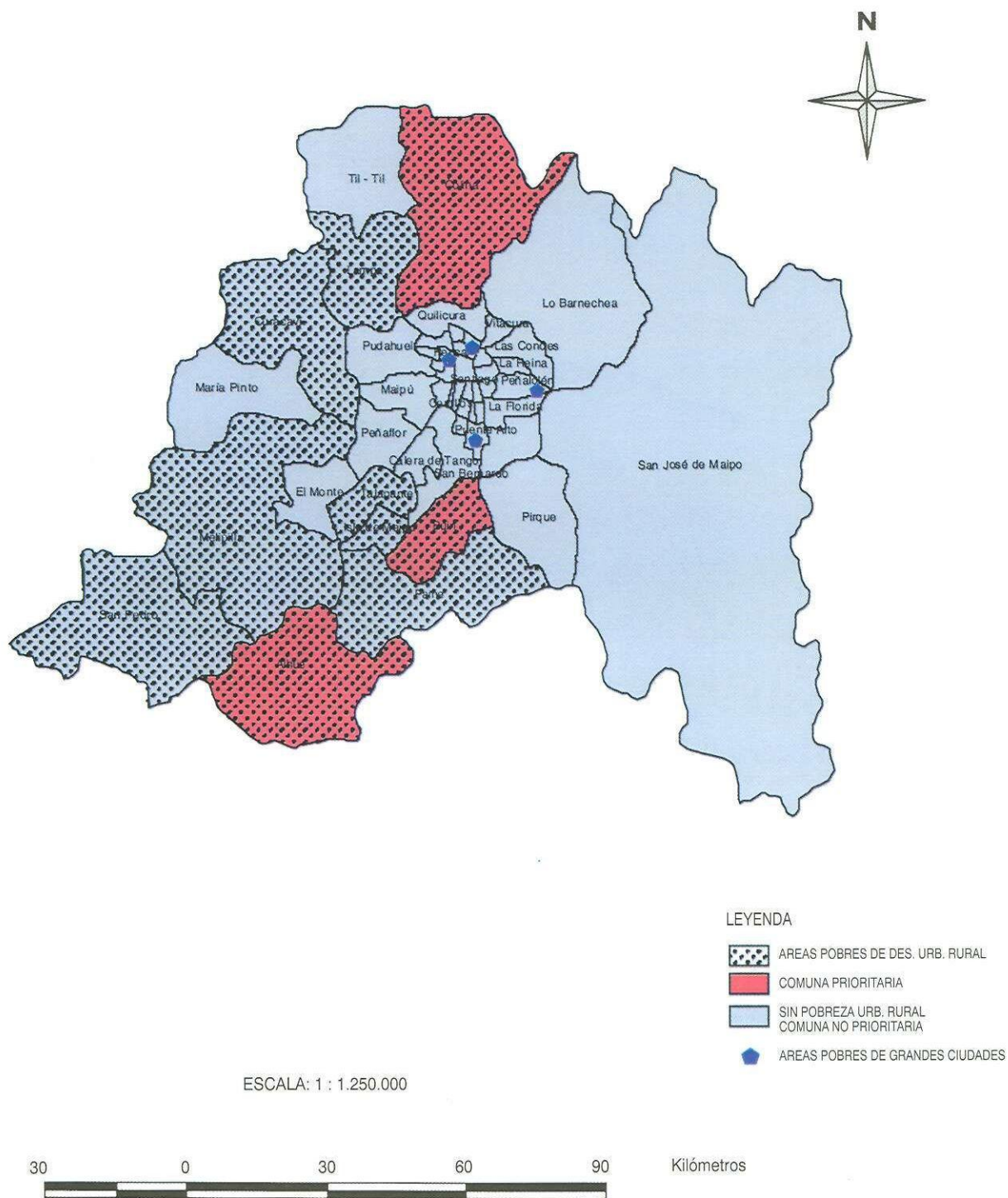
-  ÁREAS POBRES DE DES. URB. RURAL
-  COMUNA PRIORITARIA
-  SIN POBREZA URB. RURAL
COMUNA NO PRIORITARIA
-  ÁREAS POBRES DE GRANDES CIUDADES

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

MAPAS TERRITORIALES DE LA POBREZA POR REGIÓN

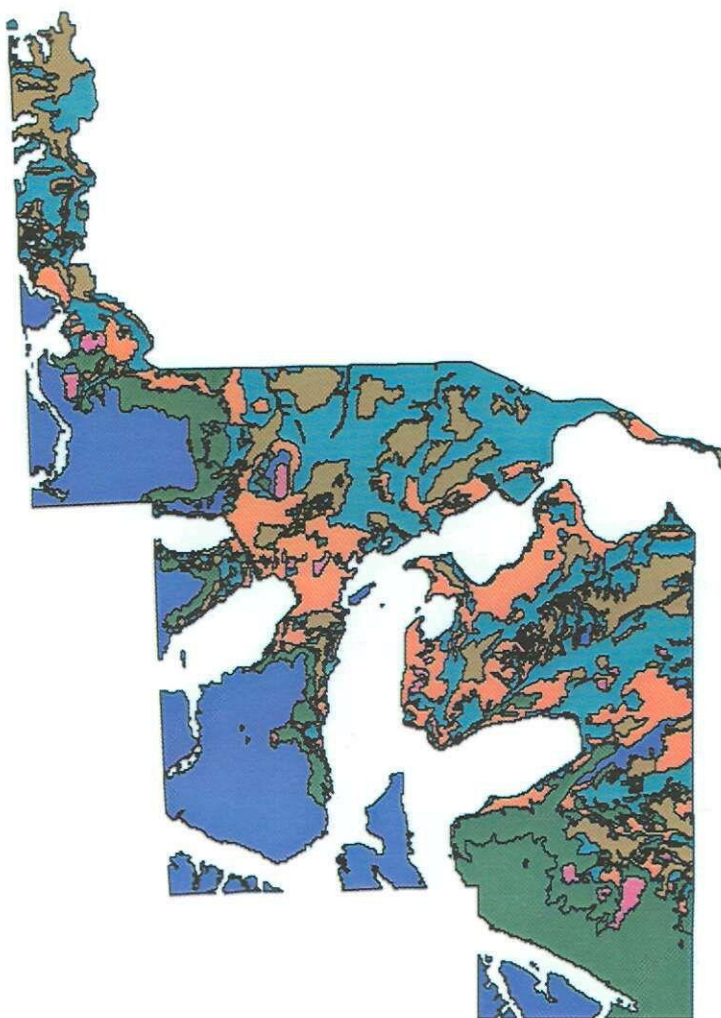
ÁREAS POBRES Y COMUNAS PRIORITARIAS

REGIÓN METROPOLITANA



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA FAO/PNUMA - DE DESERTIFICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE - 1997

ESTUDIO DE EROSIÓN REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA "GRADO DE EROSIÓN"



ESCALA: 1 : 3.000.000

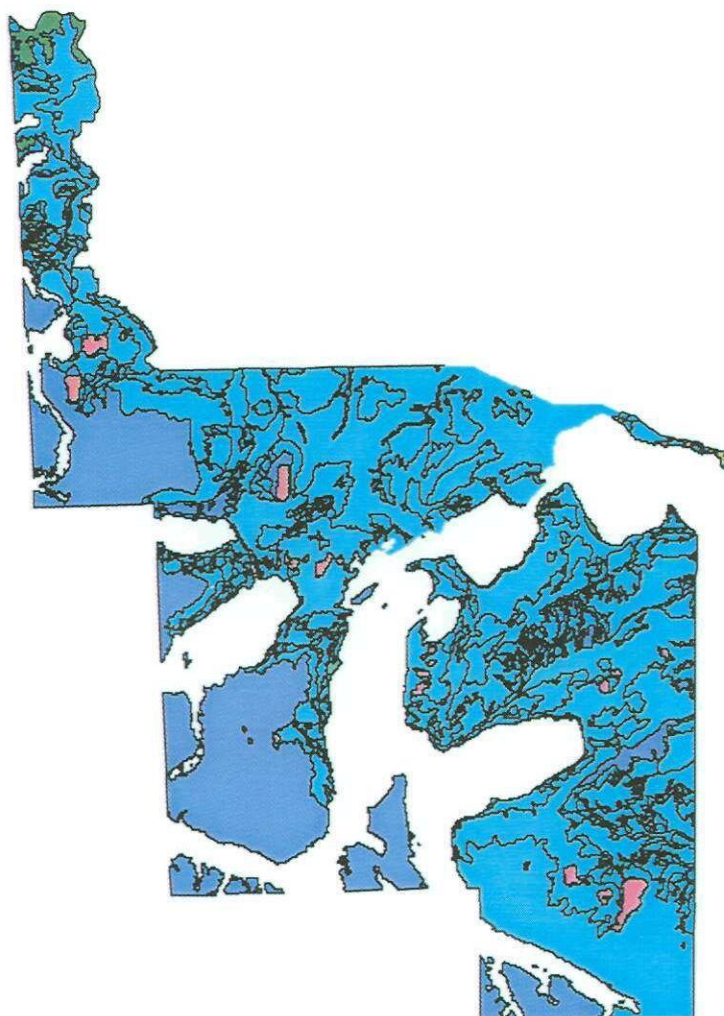


LEYENDA

- DENUDACIÓN
- DUNAS ACTIVAS
- DUNAS ESTABILIZADAS
- DUNAS SEMIACTIVAS
- E. LIGERA
- E. MODERADA
- E. SEVERA
- E. MUY SEVERA
- E. NO APARENTE
- SIN INFORMACIÓN
- AGUAS CONTINENTALES
- ÁREAS URBANAS

FUENTE: PROYECTO «SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA LA GESTIÓN REGIONAL Y LOCAL»
SIG REL. 1998.
INTENDENCIA XII REGIÓN

ESTUDIO DE EROSIÓN REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA "GRADO DE LA EROSIÓN"



ESCALA: 1 : 3.000.000



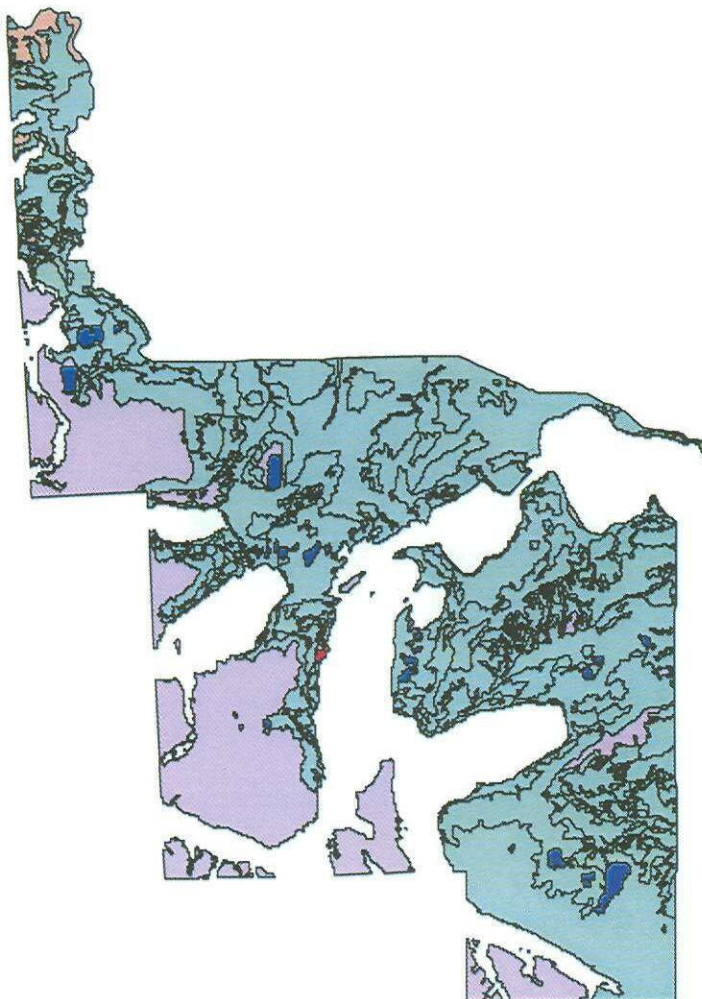
Kilómetros

LEYENDA

- PRODUCIDA EN FORMA NATURAL POR LA ACCIÓN DEL VIENTO.
- PRODUCIDA POR FENÓMENOS NATURALES DE REMOCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL SUELO, OCASIONADA POR NIEVE Y GLACIARES, POR ACCIÓN DE AGUAS MARINAS COSTERAS Y POR DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS.
- PRODUCIDA POR LA ACCIÓN DEL HOMBRE AL REALIZAR UN USO INADECUADO DE LOS SUELOS, DEFORESTACIÓN, ALTERACIÓN SOBRE CAUSAS DE AGUA ETC., LO QUE INDUCIRÍA A LA EROSIÓN EOLICA E HIDRICA.
- SIN INFORMACIÓN.
- AGUAS CONTINENTALES.
- ÁREAS URBANAS.

FUENTE: PROYECTO «SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA LA GESTIÓN REGIONAL Y LOCAL»
SIG REL. 1998.
INTENDENCIA XII REGIÓN

ESTUDIO DE EROSIÓN REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA "TIPO DE EROSIÓN"



ESCALA: 1 : 3.000.000

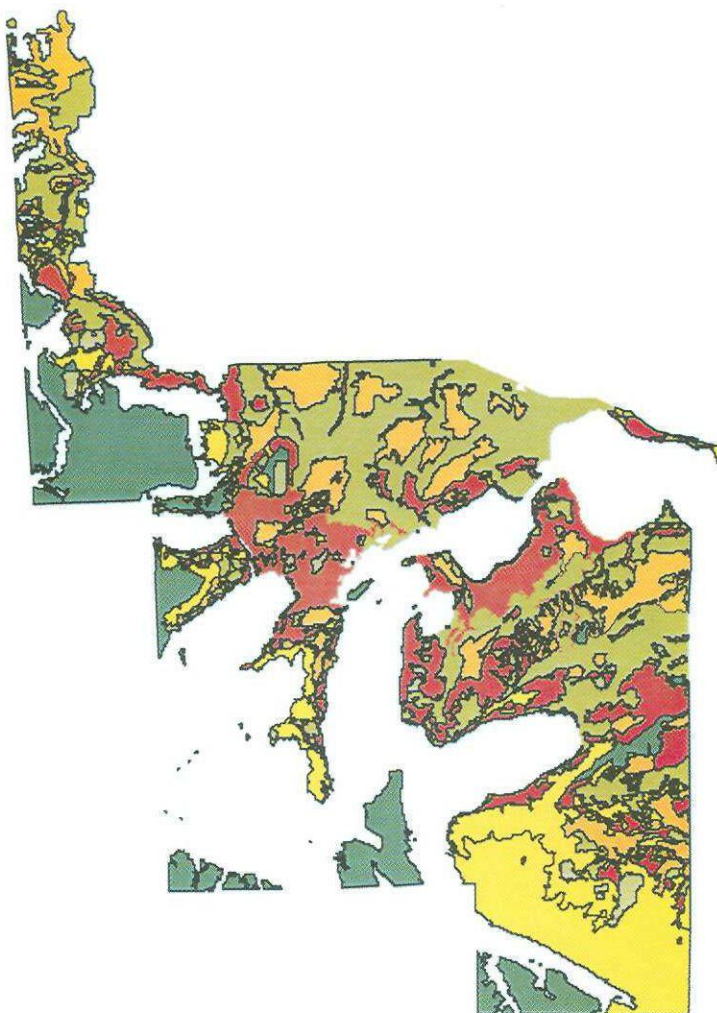


LEYENDA

- E. ANTROPOGÉNICA
- E. EÓLICA
- E. GEOLÓGICA
- SIN INFORMACIÓN
- AGUAS CONTINENTALES
- ÁREAS URBANAS

FUENTE: PROYECTO «SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA LA GESTIÓN REGIONAL Y LOCAL»
SIG REL. 1998.
INTENDENCIA XII REGIÓN

ESTUDIO DE EROSIÓN REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA "PÉRDIDA DE SUELO"



ESCALA: 1 : 3.000.000



LEYENDA

- 10% DE SUELO DESNUDO.
- 10-20% DE SUELOS DESNUDOS.
- 20-40% DE SUELOS DESNUDOS.
- 40-60% DE SUELOS DESNUDOS.
- MAYOR A 60% DE SUELOS DESNUDOS.
- CASI LA TOTALIDAD DEL TERRENO SE HA ELIMINADO POR ACCIÓN DEL VIENTO, SOLO QUEDA MATERIAL SUBYACENTE.
- CUERPO ESTABILIZADO POR LA ACUMULACIÓN DE PARTÍCULAS
- LUGARES DONDE SE ACUMULAN PARTÍCULAS ARRASTRADAS POR EL VIENTO EN PROCESO ACTIVO DE OCURRENCIA
- LUGARES DONDE SE ACUMULAN PARTÍCULAS ARRASTRADAS POR EL VIENTO EN PROCESO SEMIACTIVO DE OCURRENCIA
- SIN INFORMACIÓN
- AGUAS CONTINENTALES
- ÁREAS URBANAS

FUENTE: PROYECTO «SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA LA GESTIÓN REGIONAL Y LOCAL»
SIG REL. 1998.
INTENDENCIA XII REGIÓN