



CHILE:  
LOS COSTOS DE INACCIÓN DE LA  
DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN  
DE LAS TIERRAS  
RESULTADOS DE UN ESTUDIO



UNION EUROPEA



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

---

CHILE:  
LOS COSTOS DE INACCIÓN DE LA  
DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN  
DE LAS TIERRAS

RESULTADOS DE UN ESTUDIO

---

Chile, febrero de 2016

En el marco de las acciones conjuntas que el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Unión Europea (UE) desarrollan en Chile para combatir la desertificación, se realizó un estudio orientado a medir cuánto pierde económicamente el país debido a la desertificación y la degradación de los suelos. En otras palabras, cuáles son los costos de la inacción ante el problema, todo ello con el objetivo de poner la información generada a disposición de las autoridades nacionales y regionales con responsabilidades en los procesos de toma de decisiones y asignación de recursos. El estudio fue encargado a un grupo de consultores de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), dada la experiencia de esta organización en la materia, y abarcó las regiones de Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins, Maule y Metropolitana, es decir, la macrozona más afectada por la desertificación. La presente publicación da a conocer el informe que fue preparado con los resultados del estudio, denominado "Los costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras en las regiones IV de Coquimbo a VII del Maule".

Autoría: César Morales, Jacob Acevedo, Zoraida Aranibar y Guillermo Dascal.

Edición: Nelson González Loguerco.

Coordinación y supervisión técnica: Alejandra Alarcón y Luis Ibaceta.

Diseño, diagramación e impresión: Ediciones e Impresiones Copygraph.

ISBN: 978-956-7469-72-7

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) autoriza la reproducción total o parcial de esta publicación, a condición de que se mencione la fuente del documento y se envíe al PNUD un ejemplar del material reproducido.

La información, las denominaciones y los puntos de vista que aparecen en el presente documento son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y no constituyen la expresión de ningún tipo de opinión de parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo  
Dag Hammarskjöld 3241. Vitacura. Santiago. 7630412. Chile.  
Teléfono Central: +56 (2) 2654 1000. FAX Central: +56 (2) 265 41099.  
[www.pnud.cl](http://www.pnud.cl)

## ÍNDICE

Resumen ejecutivo.....	9
Reconocimientos.....	13
<b>1. Introducción</b> .....	<b>15</b>
<b>2. Antecedentes</b> .....	<b>17</b>
<b>3. El estudio</b> .....	<b>19</b>
3.1. Objetivos.....	19
3.2. Productos previstos.....	19
<b>4. Conceptos básicos</b> .....	<b>21</b>
<b>5. Metodología</b> .....	<b>23</b>
5.1. Antecedentes.....	23
5.2. Los métodos utilizados.....	24
5.2.1. Los primeros trabajos.....	24
5.2.2. La situación en América Latina y el Caribe y en Chile.....	27
5.3. Los métodos seleccionados.....	28
5.3.1. Antecedentes.....	28
5.3.2. Los métodos utilizados en el presente estudio.....	29
<b>6. Los resultados</b> .....	<b>33</b>
6.1. Región de Coquimbo.....	33
6.1.1. Antecedentes.....	33
6.1.2. Erosión en la Región de Coquimbo.....	34
6.1.3. Desertificación en la Región de Coquimbo.....	37
6.1.4. Erosión potencial en la Región de Coquimbo.....	39
6.1.5. Los costos de inacción.....	42
6.1.6. Principales provincias y comunas afectadas.....	43
6.1.7. Principales productos.....	45
6.2. Región de Valparaíso.....	45
6.2.1. Antecedentes.....	45
6.2.2. Erosión en la Región de Valparaíso.....	47
6.2.3. Desertificación en la Región de Valparaíso.....	51
6.2.4. Erosión potencial en la Región de Valparaíso.....	53
6.2.5. Los costos de inacción.....	56
6.2.6. Principales provincias y comunas afectadas.....	58
6.2.7. Principales productos.....	61

6.3. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.....	62
6.3.1. Antecedentes .....	62
6.3.2. Erosión en la Región de O'Higgins .....	64
6.3.3. Desertificación en la Región de O'Higgins.....	67
6.3.4. Erosión potencial en la Región de O'Higgins .....	69
6.3.5. Los Costos de inacción.....	73
6.3.6. Principales provincias y comunas afectadas.....	74
6.3.7. Principales productos .....	76
6.4. Región del Maule.....	76
6.4.1. Antecedentes .....	76
6.4.2. Erosión en la Región del Maule .....	79
6.4.3. Desertificación en la Región del Maule .....	82
6.4.4. Erosión potencial en la Región del Maule .....	84
6.4.5. Los costos de inacción .....	87
6.4.6. Principales provincias y comunas afectadas.....	89
6.4.7. Principales productos .....	91
6.5. Región Metropolitana de Santiago .....	91
6.5.1. Antecedentes.....	91
6.5.2. Erosión en la Región Metropolitana.....	93
6.5.3. Desertificación en la Región Metropolitana .....	96
6.5.4. Erosión potencial en la Región Metropolitana .....	98
6.5.5. Los Costos de inacción .....	101
6.5.6. Principales provincias y comunas afectadas.....	103
6.5.7. Principales productos.....	105
<b>7. Validación de los resultados preliminares del estudio.....</b>	<b>107</b>
7.1. Taller en la Región de Coquimbo .....	107
7.2. Taller en la Región de O'Higgins.....	108
7.3. Taller en la Región del Maule.....	109
7.4. Taller en las regiones Metropolitana y de Valparaíso.....	109

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Causas, consecuencias, impactos y métodos de estimación de los costos .....	26
de la desertificación y degradación de las tierras.....	26
Cuadro 2. Costos de la degradación de tierras en países de América Latina y el Caribe.....	27
Cuadro 3. Criterios y pruebas para establecer la bondad de las estimaciones .....	31
Cuadro 4. Región de Coquimbo: superficie erosionada (ha).....	36
Cuadro 5. La erosión en la Región de Coquimbo, por comunas (ha) .....	36
Cuadro 6. Ranking de comunas por superficie con erosión severa y muy severa (%) .....	37
Cuadro 7. Región de Coquimbo: superficie afectada por la desertificación, en porcentaje.....	37
Cuadro 8. Región de Coquimbo: ranking de comunas por niveles de desertificación.....	37
Cuadro 9. Ranking de comunas de la Región de Coquimbo afectadas por erosión potencial severa y muy severa.....	39
Cuadro 10. Región de Coquimbo: costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras por provincias, comunas y productos, según el método de costos de reemplazo. Cifras en millones de pesos corrientes .....	42

Cuadro 11.	Región de Coquimbo: costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras según el método de pérdidas por erosión a nivel de provincia. Cifras en millones de pesos.....	43
Cuadro 12.	Contribución por rubros a las pérdidas de VBP de cada provincia.....	45
Cuadro 13.	Región de Valparaíso: superficie erosionada (ha).....	48
Cuadro 14.	Erosión en la Región de Valparaíso, por comunas (ha).....	50
Cuadro 15.	Región de Valparaíso: ranking de comunas por superficie con erosión severa y muy severa (%).....	51
Cuadro 16.	Región de Valparaíso: superficie afectada por la desertificación (%).....	51
Cuadro 17.	Región de Valparaíso: ranking de comunas por niveles de desertificación.....	53
Cuadro 18.	Ranking de comunas afectadas por erosión potencial severa y muy severa.....	55
Cuadro 19.	Región de Valparaíso: costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras por rubros principales y por provincia y comunas.....	57
Cuadro 20.	Región de Valparaíso: costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras según el método de pérdidas por erosión a nivel de provincia. Cifras en millones de pesos.....	58
Cuadro 21.	Región de Valparaíso: participación de los principales rubros por provincias en las pérdidas de VBP por la degradación. Cifras en porcentos.....	62
Cuadro 22.	Región de O'Higgins: superficie erosionada (ha).....	65
Cuadro 23.	Erosión en la Región de O'Higgins, por comunas (ha).....	66
Cuadro 24.	Región de O'Higgins: ranking de comunas por superficie con erosión severa y muy severa (%).....	67
Cuadro 25.	Región de O'Higgins: superficie afectada por la desertificación, en porcentaje.....	67
Cuadro 26.	Región de O'Higgins: ranking de comunas por niveles de desertificación.....	69
Cuadro 27.	Región de O'Higgins: ranking de comunas afectadas por erosión potencial severa y muy severa.....	71
Cuadro 28.	Región de O'Higgins: costos de inacción estimados por costos de reemplazo a nivel de rubros principales, por provincia y por comunas. Cifras en millones de pesos corrientes.....	73
Cuadro 29.	Región de O'Higgins: costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras según el método de pérdidas por erosión a nivel de provincia. Cifras en millones de pesos.....	74
Cuadro 30.	Región del Maule: superficie erosionada (ha).....	79
Cuadro 31.	Región del Maule: erosión por comuna (ha).....	81
Cuadro 32.	Región del Maule: ranking de comunas por superficie con erosión severa y muy severa (%).....	82
Cuadro 33.	Región del Maule: superficie afectada por la desertificación, en porcentaje.....	83
Cuadro 34.	Región del Maule: ranking de comunas por nivel de desertificación.....	83
Cuadro 35.	Región del Maule: ranking de comunas por superficie afectada por erosión potencial severa y muy severa.....	85
Cuadro 36.	Región del Maule: costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras por rubros principales y por provincias y comunas, estimados mediante el método de costos de reemplazo. Cifras en millones de pesos.....	88
Cuadro 37.	Región del Maule: costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras según el método de pérdidas por erosión a nivel de provincia. Cifras en millones de pesos.....	89
Cuadro 38.	Región Metropolitana: superficie erosionada (ha).....	93
Cuadro 39.	Región Metropolitana: erosión en la Región Metropolitana, por comunas (ha).....	95
Cuadro 40.	Región Metropolitana: ranking de comunas por superficie con erosión severa y muy severa (%).....	96
Cuadro 41.	Región Metropolitana: superficie afectada por la desertificación, en porcentaje.....	96
Cuadro 42.	Región Metropolitana: ranking de comunas por niveles de desertificación.....	98

Cuadro 43.	Región Metropolitana: ranking de comunas por superficie afectada por erosión potencial severa y muy severa.....	100
Cuadro 44.	Región Metropolitana: costos de inacción medidos según costos de reemplazo para los productos principales, por provincias y comunas. Cifras en millones de pesos de 2012.....	102
Cuadro 45.	Región Metropolitana. Costos de inacción por provincias, medidos por el método de pérdidas por erosión y otras pérdidas asociadas. Cifras en millones de pesos anuales del año 2012.....	105

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Factores que contribuyen a la degradación de las tierras en América del Sur.....	17
Gráfico 2.	Región de Coquimbo: superficie erosionada (%).....	34
Gráfico 3.	Región de Coquimbo: participación de las provincias en las pérdidas de VBP por la degradación.....	43
Gráfico 4.	Provincia de Elqui: participación de las comunas en las pérdidas de VBP por la degradación.....	44
Gráfico 5.	Provincia de Choapa: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	44
Gráfico 6.	Provincia de Limarí: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	44
Gráfico 7.	Contribución por rubros a las pérdidas de VBP de cada provincia.....	45
Gráfico 8.	Región de Valparaíso: superficie erosionada (%).....	47
Gráfico 9.	Región de Valparaíso: participación de las provincias en las pérdidas de VBP por la degradación de las tierras. Cifras en millones de pesos corrientes.....	59
Gráfico 10.	Provincia de Valparaíso: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	59
Gráfico 11.	Provincia de Los Andes: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	60
Gráfico 12.	Provincia de Petorca: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	60
Gráfico 13.	Provincia de Quillota: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	60
Gráfico 14.	Provincia de San Antonio: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	61
Gráfico 15.	Provincia de San Felipe: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	61
Gráfico 16.	Región de Valparaíso: participación de los principales rubros por provincias en las pérdidas de VBP por la degradación. Cifras en porcentos.....	62
Gráfico 17.	Región de O'Higgins: superficie erosionada (%).....	64
Gráfico 18.	Región de O'Higgins: participación de las provincias en las pérdidas de VBP por la degradación.....	74
Gráfico 19.	Provincia de Cachapoal: participación de las provincias en las pérdidas de VBP por la degradación.....	75
Gráfico 20.	Provincia de Cardenal Caro: participación de las provincias en las pérdidas de VBP por la degradación.....	75
Gráfico 21.	Provincia de Colchagua: participación de las provincias en las pérdidas de VBP por la degradación.....	76
Gráfico 22.	Región de O'Higgins: participación de los rubros principales en las pérdidas de VBP por la degradación.....	76
Gráfico 23.	Región del Maule: superficie erosionada (%).....	79
Gráfico 24.	Región del Maule: participación de las provincias en el VBP perdido por la degradación.....	89
Gráfico 25.	Provincia de Talca: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	90
Gráfico 26.	Provincia de Cauquenes: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	90
Gráfico 27.	Provincia de Curicó: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	90
Gráfico 28.	Provincia de Linares: participación de las comunas en el VBP perdido por la degradación.....	91

Gráfico 29.	Región del Maule: participación de los principales rubros en las pérdidas de VBP por la degradación .....	91
Gráfico 30.	Región Metropolitana: superficie erosionada (%).....	93
Gráfico 31.	Región Metropolitana: Costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras por provincias y rubros principales. Cifras en millones de pesos del 2012 .....	103
Gráfico 32.	Comunas de la Región Metropolitana de Santiago: costos de inacción por desertificación y degradación de las tierras. Cifras en millones de pesos de 2012 .....	104
Gráfico 33.	Región Metropolitana: participación por productos en el VBP perdido por degradación.....	105
Gráfico 34.	Región Metropolitana: costos de inacción por provincias medidos por el método de pérdidas por erosión y otras pérdidas asociadas .....	106

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1	Región de Coquimbo: superficie con erosión severa y muy severa por comunas (%).....	35
Mapa 2.	Región de Coquimbo: desertificación a nivel comunal.....	38
Mapa 3.	Región de Coquimbo: comunas afectadas por riesgo de erosión potencial severa y muy severa .....	40
Mapa 4.	Región de Coquimbo: comunas con superficie afectada por riesgo de erosión potencial severa y muy severa y por la desertificación.....	41
Mapa 5.	Región de Valparaíso: superficie con erosión severa y muy severa por comunas (%).....	49
Mapa 6.	Región de Valparaíso: desertificación a nivel comunal.....	52
Mapa 7.	Comunas afectadas por riesgo de erosión potencial severa y muy severa (ha) .....	54
Mapa 8.	Región de Valparaíso: comunas con superficie afectada por riesgo de erosión potencial severa y muy severa y por la desertificación.....	56
Mapa 9.	Región de O'Higgins: erosión severa y muy severa por comunas (%) .....	65
Mapa 10.	Región de O'Higgins: desertificación a nivel comunal.....	68
Mapa 11.	Región de O'Higgins: comunas afectadas por riesgo de erosión potencial severa y muy severa .....	70
Mapa 12.	Región de O'Higgins: comunas afectadas por riesgo de erosión potencial severa y muy severa y por la desertificación .....	72
Mapa 13.	Región del Maule: superficie con erosión severa y muy severa por comunas (%) .....	80
Mapa 14.	Región del Maule: la desertificación a nivel comunal.....	84
Mapa 15.	Región del Maule: comunas con superficie afectada por riesgo de erosión potencial severa y muy severa (CONAF).....	86
Mapa 16.	Región del Maule: comunas con superficie afectada por riesgo de erosión potencial severa y muy severa y por la desertificación.....	87
Mapa 17.	Región Metropolitana: superficie con erosión severa y muy severa por comunas (%).....	94
Mapa 18.	Región Metropolitana: la desertificación a nivel comunal .....	97
Mapa 19.	Región Metropolitana: comunas con superficie afectada por riesgo de erosión potencial severa y muy severa .....	99
Mapa 20.	Región Metropolitana: comunas con superficie afectada por riesgo de erosión potencial severa y muy severa y por la desertificación.....	101



## RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio se enmarca en las actividades que el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Chile lleva a cabo con el apoyo de la Unión Europea para el combate a la desertificación. Con estos fines, ha convocado a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), dada su experiencia en la materia, para que desarrolle un estudio orientado a medir los costos de la inacción de la desertificación y la degradación de tierras en el sector comprendido entre la Región de Coquimbo y la Región del Maule.

La desertificación es un grave problema a nivel mundial, a tal punto que Naciones Unidas ha constituido por encargo de los países la Convención de Lucha contra la Desertificación (UNCCD, en sus siglas en inglés), al que han suscrito 194 naciones. La UNCCD ha definido la desertificación como la degradación de tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas.

Chile no escapa a esta problemática. Por el contrario, los estudios que ha desarrollado la Corporación Nacional Forestal (CONAF), en 1998 y otros en años más recientes, muestran que cerca del 62% del territorio nacional está afectado por algún grado de desertificación. Chile ha sido uno de los primeros países que adhirieron a la Convención. Más allá del estudio citado y sucesivas adaptaciones, ha encarado una reciente investigación sobre los procesos erosivos actuales y potenciales en todo el país. No obstante, salvo algunos estudios parciales realizados por CEPAL hace ya algunos años, el país no cuenta con información acerca de cuánto le cuesta la desertificación y la degradación de tierras. Este es el objetivo principal del presente trabajo.

Estimar la valoración de los costos de inacción frente a esta problemática no es tarea fácil. Por un lado, no existe una masa significativa de estudios realizados que permitan comparar resultados y validar metodologías, más aún en América Latina y el Caribe. Pero por otra parte, la data necesaria para llevar a cabo las investigaciones en ocasiones no es suficiente, no está actualizada o no corresponde precisamente a lo requerido.

En este contexto, un primer aspecto a considerar en este tipo de estudios es que la metodología a aplicar debe ser escogida en función de la información disponible. Por otra parte, los resultados preliminares deben ser validados en terreno, con especialistas, expertos locales y de ser posible con los propios productores afectados. Esta validación permite afinar procedimientos, interpretar más acuciosamente los resultados y así obtener conclusiones más valiosas y aplicables con fines de política pública.

En el caso del presente estudio, este ha sido el camino adoptado. En primer lugar, se recogió la información disponible no solo acerca de la desertificación, la degradación de tierras y la erosión, sino también información estadística y económica, proveniente de los censos nacionales agropecuarios y también de las estimaciones y estudios generados desde los sectores productivos y de las agencias de Gobierno vinculadas a estos temas. Por último, se validaron resultados preliminares en las regiones estudiadas.

La Corporación Nacional Forestal proporcionó sus trabajos acerca de desertificación y degradación de tierras y el Centro de Información de Recursos Naturales CIREN facilitó los principales resultados de los estudios de erosión llevados a cabo por encargo del Servicio Agrícola Ganadero y otras instituciones públicas de Chile. Con esta información se elaboró la cartografía y las tablas que ilustran el presente documento y que han servido de insumo para las estimaciones económicas.

La data estadística y económica disponible, básicamente los censos nacionales agropecuarios, series estadísticas acerca de información productiva e información sobre el uso de fertilizantes de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura y de la Comisión Nacional de Riego permitió aplicar tres métodos de análisis.

Por un lado, se han estimado los costos de reemplazo, que se relacionan con los costos en fertilizantes necesarios para recuperar la productividad de las tierras afectadas por la degradación. Por otra parte, se han obtenido los costos de erosión y otros asociados aplicando modelos desarrollados en el país referidos a la escala territorial provincial.

Por último, se han realizado estimaciones econométricas de las funciones de producción y rendimientos, basándose en información del Censo Nacional Agropecuario de 2007 y del análisis de series estadísticas productivas para el periodo 1980-2014. Dichas estimaciones han permitido medir la productividad total de factores y el valor bruto de producción. A partir de ello, ha sido posible reconocer la diferencia existente entre lo efectivamente producido y lo que pudiere haberse logrado de no verse afectadas las tierras por procesos de degradación.

La lógica de aplicar diversas metodologías sobre un mismo objeto de estudio ya fue desarrollada con éxito por CEPAL en otros países de la región. Su aplicación ha permitido entregar datos más robustos para la toma de decisiones. En el presente estudio, se ha podido apreciar la convergencia de los resultados alcanzados utilizando las tres metodologías mencionadas precedentemente.

Respecto de los resultados alcanzados, los costos de inacción son mayores en la Región de Coquimbo, en valores porcentuales, aplicando la metodología de costos de reemplazo, alcanzando los 32.635,31 millones de pesos anuales, cifra que corresponde al 23,4% del PIB agropecuario.

La estimación de pérdidas utilizando el método de costos por erosión, alcanza en dicha región a los 31.705,27 millones de pesos anuales, cifra muy similar a la obtenida por el método de costos de reemplazo. Esta cifra, sin embargo, puede llegar a duplicarse debido a eventos extremos como, por ejemplo, la prolongada sequía experimentada por esta región y la erosión causada por las lluvias que la suceden, al encontrarse el suelo desprotegido de vegetación.

Por último, las estimaciones basadas en la producción y el rendimiento agrícola determinan que la provincia de Limarí representa un 48% de las pérdidas asociadas a desertificación y degradación de

tierras, siendo la más afectada por dichos procesos. En términos de rubros, las praderas naturales son las que más contribuyen a las pérdidas totales, especialmente en la provincia de Choapa.

En la Región de Valparaíso, los costos de inacción, medidos según la producción y rendimientos de los principales rubros, ascienden anualmente a 25.421,94 millones de pesos corrientes, lo que es equivalente a casi el 11% del PIB agropecuario. Estimados los costos de inacción a través del método de pérdidas por erosión, la cifra se eleva los 31.287,28 millones de pesos anuales, cifra que sería equivalente al 12,3%.

La provincia de Petorca es la más afectada por la desertificación y degradación de las tierras, y las pérdidas de valor bruto de producción VBP que registra superan los 8.466 millones de pesos anuales. Dentro de esta provincia, las comunas de Cabildo, Petorca y La Ligua son las que registran las mayores pérdidas de VBP por concepto de costos de inacción. Al igual que lo señalado para la Región de Coquimbo, las pérdidas pueden aumentar significativamente luego de una sequía prolongada, como la que sufren actualmente varias comunas de la Región de Valparaíso, especialmente Petorca y La Ligua.

En la provincia de Valparaíso, la comuna de Casablanca es la que presenta las pérdidas más elevadas, mientras que en la provincia de Los Andes, esta posición la ocupa la comuna de San Esteban. En el resto de las provincias, las comunas más afectadas son Quillota e Hijuelas en la provincia de Quillota; Santo Domingo y San Antonio en la provincia de San Antonio y, finalmente, San Felipe y Llaillay en la provincia de San Felipe. En las provincias de Los Andes, Quillota y San Felipe, las mayores pérdidas ocurren en las praderas.

En la Región de O'Higgins, las pérdidas alcanzan un monto anual equivalente al 9% del PIB agropecuario, de acuerdo al método de costo de reemplazo. Estimado el costo por el método de pérdidas por erosión, el monto alcanza el 12,9% del PIB agropecuario.

La provincia de Cachapoal es la que más aporta a las pérdidas totales de VBP, con un 55% aproximadamente. Por su parte, la provincia Cardenal Caro, aun cuando aporta solo un 5% del total de las pérdidas, es la que experimenta los procesos de degradación más agudos.

A nivel de provincias, las comunas de Rengo, Pichidegua y Requínoa, son la que más aportan a las pérdidas en Cachapoal. Por su parte, Marchihue concentra casi un 40% de las pérdidas de VBP de la provincia de Cardenal Caro; y Chépica y Chimbarongo, en la provincia de Colchagua, contribuyen con cerca del 20% de las pérdidas cada una.

De acuerdo a la información disponible, los cereales, tubérculos y leguminosas constituyen el grupo más importante en cuanto a aporte a las pérdidas de VBP por la desertificación y degradación de las tierras.

En la Región del Maule, las estimaciones realizadas de acuerdo al método de los costos de reemplazo, dan cuenta de que se pierden anualmente 54.779,96 millones pesos, lo que equivale al 11,7% del PIB agropecuario. Por su parte, el método de pérdidas erosión muestra un monto muy similar: 55.524,55 millones de pesos.

La provincia de Linares concentra más de la mitad de las pérdidas de VBP debido a la degradación. Dentro de la provincia de Talca, la comuna de San Clemente es la más importante en cuanto a costos de la degradación y desertificación. En la provincia de Cauquenes, la comuna del mismo nombre contribuye con el 70% de las pérdidas de VBP. La comuna de Curicó, con el 35%, es la más importante en

la provincia del mismo nombre; mientras que en la provincia de Linares, la mayor contribución a las pérdidas corresponde a la comuna de Longaví.

La Región Metropolitana presenta el monto relativo más bajo de todas las regiones analizadas. En efecto, las pérdidas de VBP alcanzan a los 32.918,1 millones de pesos del año 2012 anualmente, lo que equivale al 9,36% del PIB agropecuario regional. Las estimaciones basadas en las pérdidas por erosión arrojan una cifra muy similar: 31.133,8 millones de pesos anuales.

Medidos los costos de acuerdo al método de costos de reemplazo, las provincias de Melipilla y del Maipo son las que más contribuyen a las pérdidas de VBP en la región. En cuanto a las pérdidas a nivel comunal, Melipilla, Paine, San Pedro y Buin son las que más aportan en sus respectivas provincias. Los frutales y las hortalizas, a su vez, son los que más contribuyen a las pérdidas de VBP por la degradación de las tierras en la Región Metropolitana.

De acuerdo a la metodología de pérdidas por erosión y otras pérdidas asociadas, la Provincia de Cordillera es responsable de poco más de la mitad de los costos de inacción, lo cual estaría reflejando la importancia de la erosión en las praderas naturales que ocupan una superficie importante del total.

Estos últimos resultados, así como los de la Región de Coquimbo, ponen en evidencia qué metodologías pueden ser complementarias ya que miden algunas dimensiones que pueden ser subvaluadas en una de ellas, como es por ejemplo el caso de las pérdidas por erosión recién mencionadas. Por ello, cuando los procesos erosivos son de larga data, las pérdidas por este factor dan cuenta de un “stock” en cuanto que las pérdidas medidas por costos de reemplazo y por funciones econométricas de producción y de rendimientos pueden capturar más el “flujo” de pérdidas.

En el caso de algunos territorios, cuando la erosión ha sido muy intensa, las estimaciones de pérdidas de productividad mediante los métodos basados en funciones de producción y de rendimientos, así como a través de costos de reemplazo, subestiman fuertemente las pérdidas reales. En estricto rigor, dado que la pérdida de suelo es difícilmente recuperable y conlleva períodos de tiempo muy prolongados, las estimaciones deberían adicionar las pérdidas de productividad propiamente tales y las pérdidas de suelo por erosión severa. Esto ocurre en algunas situaciones extremas como, por ejemplo, en varias comunas de la Región de Coquimbo y algunas comunas del secano costero del resto de las regiones. Este es el caso, por ejemplo, de la Región de O'Higgins, en las comunas de la Provincia Cardenal Caro.

Por lo anteriormente señalado, es importante aclarar que estas estimaciones dan cuenta tan solo de valores “de piso” los que deben ser complementados con otros componentes, como es el caso entre otros factores, de la erosión severa y prolongada, es decir considerando debidamente las situaciones particulares de cada territorio.

## RECONOCIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo del equipo del PNUD, Alejandra Alarcón y Luis Ibaceta, y de José Javier Gómez y José Luis Samaniego de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamiento Humanos de la CEPAL.

Cabe mencionar también el apoyo permanente del subsecretario del Ministerio de Desarrollo Social, Juan Eduardo Faúndez y de las personas que a continuación se mencionan, las que fueron clave para la organización y realización de los talleres regionales de validación;

### REGIÓN DE COQUIMBO

Sr. Eduardo Lara, secretario Regional Ministerial, Ministerio de Desarrollo Social.  
Sr. Francisco Encina.

### REGIÓN DE VALPARAÍSO Y REGIÓN METROPOLITANA

Sr. Claudio Canales, jefe División de Medio Ambiente del Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP.

### REGIÓN DE O'HIGGINS

Sra. Morín Contreras, intendenta de la región.  
Sra. Claudia Díaz, secretaria Regional Ministerial, Ministerio de Desarrollo Social.

### REGIÓN DEL MAULE

Sr. Eduardo Pizarro, director del Centro de Tecnología Hidrológica de la Universidad de Talca

Finalmente, es importante reconocer el aporte del Joint Research Centre (JRC), de la Unión Europea, que proporcionó información geográfica y dio un permanente apoyo, así como también el aporte de la Iniciativa Economics of Land Degradation (ELD), con la cual se han discutido y analizado detalladamente las metodologías utilizadas.



## 1. INTRODUCCIÓN

Se estima que aproximadamente alrededor del 40% de las tierras del planeta se encuentran afectadas por algún nivel de degradación y que unos 2 mil millones de habitantes, en su mayoría campesinos pobres y extremadamente pobres, vive en ellas.

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación, la Degradación de las Tierras y los efectos de la Sequía (UNCCD por su sigla en inglés) es una de las tres Convenciones nacidas como resultado de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en 1990. Ellas dan cuenta de problemas globales que afectan a todos los países del planeta y que tienen profundas interrelaciones.

Una de las primeras tareas emprendidas por la UNCCD fue organizar y preparar con los países signatarios planes y programas de lucha contra la desertificación, degradación de las tierras y los efectos de la sequía, además de una estrategia acordada globalmente pero con expresión fuertemente regional y nacional. Cumplida esta tarea, la UNCCD, a solicitud de los países y partes miembros, dedicó grandes esfuerzos a establecer un sistema de monitoreo de la marcha de los planes y programas, sus logros y dificultades.

Quedaba pendiente el desafío de establecer la magnitud de los costos derivados de estos procesos para los países. Ello ha sido abordado más recientemente con el fin de apoyar la toma de decisiones informadas por parte de las autoridades económicas nacionales, regionales y locales, así como de las comunidades involucradas en los procesos de asignación de recursos.

En este contexto, se organizó y realizó en abril del 2013 en Bonn, Alemania, la 2ª Conferencia Científica Internacional de la UNCCD, la que estuvo dedicada primordialmente a este tema. Poco después, en septiembre del mismo año, la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña de Ciencia y Tecnología, ILACTT, organizó y llevó a cabo gracias al apoyo del Gobierno del Brasil y del Gobierno del estado de Ceará y del municipio de Sobral, la 2ª Conferencia Científica de la ILACCT sobre el valor de las tierras secas, evento que convocó a más de 300 científicos de América Latina y Caribe y de agencias especializadas de todo el mundo.

La experiencia ha mostrado que la estimación de los costos de la desertificación, degradación de las tierras y la sequía no es algo sencillo pues su abordaje dependerá principalmente de la información disponible en cada lugar. Con todo, se han desarrollado diversos trabajos en distintos lugares del mundo, incluida la región de América Latina y el Caribe, los que han permitido ir poniendo a punto y perfeccionando las metodologías aplicadas.

En América Latina y el Caribe se han realizado estudios de estimaciones de los costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras en Costa Rica, Ecuador, Paraguay y más recientemente para la Región de Piura, Perú, más algunas estimaciones generales para los países centroamericanos.

Sobre los efectos de la sequía se ha trabajado menos debido a que se trata de un fenómeno estrechamente relacionado a la desertificación y degradación de las tierras, pero que es diferente conceptualmente, y más complejo de medir.

Algunos de los estudios realizados han tomado en cuenta también los posibles efectos del cambio climático, para lo cual han considerado los escenarios A2 y B2 definidos por el Panel Inter Gubernamental de la Convención de Cambio Climático.

La realización de estos estudios fue posible gracias al valioso apoyo de la División de Desarrollo Sostenible y de Asentamientos Humanos de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe, CEPAL, de la Agencia Alemana de Cooperación, GIZ, de los Gobiernos nacionales y locales de los países donde se realizaron estos trabajos, como es por ejemplo el caso de la Región de Piura en el norte del Perú, el de Ecuador y Costa Rica realizados con el apoyo de FAO e inicialmente los primeros trabajos sobre el tema elaborados con la ayuda del Mecanismo Mundial de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación, UNCCD.

Este trabajo recoge la experiencia de los anteriores, y ha contado con el apoyo económico y logístico tanto del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, como de la CEPAL.

Por último, el desarrollo de estos trabajos se ha beneficiado también del apoyo del Joint Research Centre (JRC), de la Unión Europea, de la Iniciativa The Economics of Land Degradation (ELD), de la que forman parte, entre otras instituciones, la Agencia de Cooperación de Alemania, GIZ, la Universidad de Naciones Unidas y The Stockholm Environment Institute.

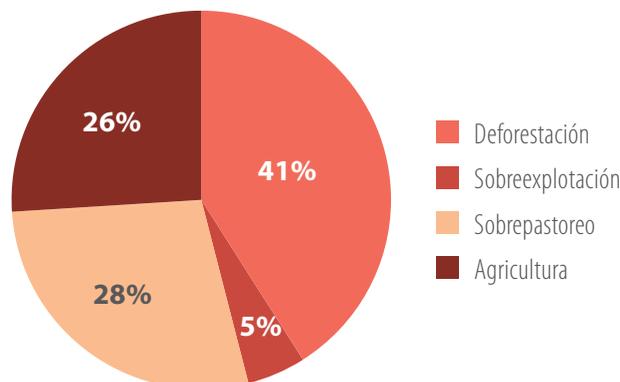
## 2. ANTECEDENTES

La desertificación es un fenómeno que ocurre en todos los continentes, excepto en la Antártica, y que afecta los medios de vida de millones de personas, gran parte de las cuales son pobres que viven en las llamadas tierras secas. Estas corresponden a su vez a cerca de la mitad de las tierras del mundo y una proporción importante de ellas, 75%, están afectadas en algún grado por procesos de desertificación y degradación. Un tercio de la humanidad, es decir unos 2.000 millones de habitantes, vive en estas áreas constituidas por ecosistemas más frágiles y que, por tanto, presentan una gran vulnerabilidad a la escasez de agua y a las presiones poblacionales por aumentar la producción agropecuaria.

Respecto de esto último, cabe destacar que cerca del 44% de todas las tierras cultivadas en el mundo están localizadas dentro de las tierras secas, en especial en las que caen dentro de la categoría de subhúmedas secas. Todos estos hechos permiten sostener que la desertificación y degradación de las tierras es potencialmente el cambio ecosistémico más amenazante y que afecta las condiciones y medios de vida de las poblaciones más pobres (Millennium Ecosystem Assessment, Desertification, Synthesis Report, 2005).

Entre las principales causas de estos procesos están la deforestación, el sobrepastoreo y la extracción de madera para leña. En América del sur, el principal factor lo constituye la deforestación, tal como lo muestra el siguiente gráfico.

**GRÁFICO 1** FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS EN AMÉRICA DEL SUR



Fuente: World Resources Institute, 2014.

En el caso de Chile, la desertificación ha sido catalogada como uno de los problemas socioambientales más agudos. Los territorios (áridos, semiáridos y subhúmedos secos) afectados por estos procesos superan el 60% del territorio nacional, donde se concentran los mayores daños a los suelos, a la biodiversidad y a la productividad silvoagropecuaria en general. Esto convierte a Chile en uno de los países más afectados por este flagelo en el mundo, situación que se agrava por el cambio climático y por los recurrentes episodios de sequías que experimenta el país.

Por esta razón, la población rural inserta en estos ambientes sufre directamente sus consecuencias, registrando altos índices de pobreza, falta de oportunidades y fuertes tasas de migración.

El fenómeno se expresa con mayor magnitud en las macrozonas agroecológicas: la precordillera de las regiones I y II, la faja costera de las regiones I a la IV, las áreas ocupadas por las comunidades agrícolas de las regiones III a la IV, el secano costero de las regiones V a la VIII, la precordillera andina de las regiones VI a la VIII y las zonas degradadas de las regiones XI a la XII.

Según antecedentes del Mapa Preliminar de la Desertificación en Chile (CONAF, 1999), donde se analizaron 290 comunas, el 93% de estas se encontrarían afectadas en diferentes grados por procesos de desertificación; el resto (7%) no muestra signos activos.

Más allá de este mapa y del estudio de la erosión en Chile, realizado recientemente, no existen nuevos antecedentes al respecto, desconociéndose con precisión las áreas afectadas, su extensión, la magnitud de su impacto ambiental, económico y social, y menos aún cuánto le cuesta al país este flagelo.

### 3. EL ESTUDIO

Aparte de algunos estudios preliminares realizados por CEPAL en algunas regiones del país, no se cuenta con información que permita sensibilizar al tomador de decisiones acerca de cuánto pierde económicamente el país debido a la degradación de sus suelos. Este es el punto central del presente estudio. Se estima que los principales impactos económicos y sociales de la desertificación y degradación de las tierras se producen en la zona comprendida entre las regiones IV a VII. Por este motivo se considera necesario iniciar este trabajo a partir de las regiones antes mencionadas.

El estudio se beneficiará de la experiencia desarrollada por CEPAL en la materia. En dicha institución se ha generado una metodología y procedimientos tanto para identificar áreas degradadas y desertificadas como para medir los costos de la inacción frente a la degradación de las tierras. Una serie de publicaciones de CEPAL avalan la experticia alcanzada en este tema.

De otra parte, este tema hace parte también del programa de trabajo de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de CEPAL, por lo cual se estima que este proyecto contribuirá a fortalecer esta línea de trabajo.

#### 3.1. Objetivos

Los objetivos principales son dos:

- Estimar los costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras en las regiones IV a VIII.
- Capacitar a los técnicos y especialistas relacionados al tema en las metodologías necesarias para actualizar periódicamente las estimaciones de costos de inacción debido a la desertificación y degradación de las tierras.

#### 3.2. Productos previstos

En el contexto del proyecto acordado entre el PNUD y la CEPAL, se estableció generar los siguientes productos:

- a. Un informe sobre los costos de inacción en las regiones IV a VIII con una propuesta de Mapa de la Desertificación para esas regiones.
- b. Un resumen ejecutivo para las autoridades nacionales y regionales con responsabilidades en los procesos de toma de decisiones y asignación de recursos a la lucha contra la desertificación y degradación de las tierras.
- c. Dos cursos de capacitación a funcionarios de agencias regionales y nacionales vinculados a la temática de la desertificación y degradación de las tierras.

Este documento corresponde al primero de los productos indicados.

#### 4. CONCEPTOS BÁSICOS

Dada las diferentes acepciones que se asignan a los conceptos “desertificación”, “degradación de tierras” y “zonas áridas”, se optó por remitirse a las definiciones que establece el Artículo 1 de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, que señala lo siguiente:

- Por “desertificación se entiende la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”.
- Por “degradación de las tierras se entiende la reducción o la pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada, en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento, tales como: (i) la erosión del suelo causada por el viento o el agua, (ii) el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo, y (iii) la pérdida duradera de vegetación natural.
- Por “zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas se entiende aquellas zonas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0,05 y 0,65, excluidas las regiones polares y subpolares”.



## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. Antecedentes

La estimación de los costos que implica la desertificación y la degradación de las tierras, y más precisamente de los costos de la inacción, o los costos derivados de no actuar ante el problema, es un tema cada vez más prioritario para los países debido a la magnitud del fenómeno y sus consecuencias. Por ello es también un tema relevante y recurrente en las reuniones internacionales especializadas sobre las regiones afectadas por la desertificación y degradación de las tierras.

En el año 2005, la OCDE puso de relieve, como tema relevante para la toma de decisiones y para los procesos de asignación de recursos relacionados con la lucha contra la desertificación y degradación de las tierras, el concepto de los costos de la inacción. Posteriormente, en abril del 2013, la UNCCD organizó la II Conferencia Científica destinada principalmente al tema de los costos de la desertificación y degradación de las tierras y para analizar, discutir y sistematizar las experiencias, trabajos de investigación y metodologías aplicadas en distintos contextos y lugares del mundo.

Poco después, en septiembre del mismo año, la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña de Ciencia y Tecnología para la implementación de la Convención de Lucha contra la Desertificación, ILACCT, organizó en Sobral, Estado de Ceará, Brasil, la 2ª Conferencia Científica dedicada al tema “El valor de las tierras secas”, en la que participaron más de 300 científicos de la región y del resto del mundo.

Ambas conferencias permitieron poner al día el conocimiento del estado del arte en la materia. Se trata de un asunto importante, ya que hay escasos estudios sobre los costos de la desertificación y degradación de las tierras, y de ellos, a su vez, pocos son comparables debido a las distintas metodologías que utilizan y a que muchas veces miden elementos diferentes del proceso analizado. Adicionalmente, gran parte de estas investigaciones y estudios están poco referenciados en las publicaciones científicas y persiste una gran asimetría regional al respecto.

## 5.2. Los métodos utilizados

### 5.2.1. Los primeros trabajos

Entre los primeros trabajos realizados para medir los costos de la desertificación y degradación de las tierras, se pueden destacar los realizados por Ciriacy - Wantrup, en 1938, y Bunce, en 1942 y 1946. Bunce sostiene que cualquier estimación debe considerar al menos el mantenimiento del nivel actual de productividad para las generaciones venideras, dado el grado de conocimientos existentes. Ello implica entregar las tierras tal como fueron recibidas originalmente, lo cual implica restricciones al uso de los recursos para mantener su nivel de productividad.

Esta visión difiere de la neoclásica, ya que no admite un Trade-Off entre pérdida del suelo y rentabilidad a largo plazo (Van Kooten, 1993). En esa línea, Ciriacy-Wantrup señalan que más que devolver la tierra con el mismo nivel de productividad con la que se ha recibido, lo importante es considerar distintos usos alternativos futuros para optar por el mejor de ellos en términos de erosión o degradación causada.

El uso de modelos para estimar costos de la degradación de las tierras es relativamente reciente. Ello se debe a que se trata de un fenómeno complejo en que intervienen numerosas variables de orden físico, biológico y socioeconómico. La historia de la modelación de la degradación de las tierras es breve y gran parte de los avances realizados se debe a los estudios llevados a cabo en países en desarrollo donde los problemas de erosión y otras formas de degradación son más intensos.

Burt (1981), Walker (1982) y posteriormente Mc Connell (1983) realizaron estimaciones mediante la utilización de modelos de control óptimo con funciones de pérdidas debido a la erosión. Estos modelos se basaban en el análisis de las decisiones de los productores para maximizar sus ganancias. De este modo, el problema del agricultor consiste esencialmente en encontrar la tasa óptima de uso de suelo de calidad (o de pérdidas), acorde con ese objetivo.

A nivel nacional y regional, la medición de los impactos económicos y sociales es bastante más compleja. Entre las primeras experiencias desarrolladas en este campo, pueden mencionarse los trabajos de Ribaudo (Ribaudo *et al.*, 1989) quien estimó el valor de los daños *Off Site* causados por la erosión hídrica en los EE.UU., en 1981, en USD 3.500 millones.

Una investigación no publicada del Banco Mundial estimó el costo de la desertificación y degradación de las tierras en alrededor de 1 al 4% del PIB para los países en desarrollo. Estimaciones en diferentes países muestran rangos de variación más amplios los que van desde 8% para Costa Rica (TSC/WRI, 1991), 17% para Nigeria y 9% para Burkina Faso (Barbier and Bishop, 1995).

En Mali, África, un estudio realizado por Bishop Allen (Bishop Allen, 1989, citado por Bojo, 1996) utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos<sup>1</sup>, para cuantificar la pérdida media por hectárea de cultivo. Para ello aplicó coeficientes de pérdidas de nutrientes calculados para Níger, los que permitieron pasar de pérdidas de suelo a pérdidas de nutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio). Los resultados fueron

---

1 USLE, por su sigla en inglés (Universal Soil Loss Equation).

extrapolados a nivel nacional obteniéndose las pérdidas de nutrientes que posteriormente fueron valoradas monetariamente. Los resultados obtenidos dan cuenta de un rango bastante amplio de pérdidas anuales que varían entre USD 2,6 millones a USD 11 millones.

Este mismo método aplicado a Zimbabwe en 1986 situó las pérdidas anuales en alrededor de USD 117 millones. Estos resultados corresponden a la pérdida de nutrientes del suelo de los dos principales tipos de suelo en el país y los cuatro principales sistemas de producción agrícolas a los que se asignaron diferentes tasas de erosión (Stocking, 1986, citado por Bojo, 1996).

Investigaciones realizadas posteriormente han asociado la pérdida de nutrientes con la disminución de los rendimientos. Un estudio hecho para Etiopía considera la variación de rendimientos de los dos principales cultivos, trigo y maíz, estableciendo el valor de dichas pérdidas por hectárea (Sertsu, 1999, citado por Berry y Olson, 2003).

Otros modelos se han enfocado a establecer las relaciones entre agua, suelos y producción agrícola, a fin de estimar los costos de la degradación de las tierras. Un modelo desarrollado por FAO en Etiopía para estimar las variaciones de rendimientos considera las demandas de agua de los cultivos, los valores mensuales de pluviosidad, la capacidad de retención de agua del suelo y la evapotranspiración (Faw, 1986, citado por Bojo, 1996). En Zimbabwe otro modelo aplicó modelos de crecimiento de las plantas a nivel de distrito a fin de medir el impacto de la erosión sobre el rendimiento de seis cultivos distintos (Grohs, 1994, citado por Bojo, 1996).

Los modelos de erosión de los suelos se han ido sofisticando y en la actualidad incluyen simultáneamente los efectos de la lluvia y el viento en la erosión del suelo y variables como la profundidad del suelo, pérdida de materia orgánica y de agua, organismos del suelo y otros, para obtener la tasa de disminución en los rendimientos de los cultivos o forrajeras (Pimentel *et al.*, 1995).

Varios modelos parciales suelen acompañarse para sustentar el componente de erosión junto con enfoques más finos y completos del crecimiento y desarrollo de las plantas (por ejemplo, en Malawi, el Banco Mundial, 1992, citado por Bojo, 1996). Mediante la cartografía de la erosión y el uso de la tierra en todo el país utilizando GIS, los resultados obtenidos a nivel local se pueden extrapolar a niveles territoriales superiores.

La mayor parte de estos modelos solo consideran los efectos de la desertificación y degradación de las tierras sobre los cultivos, excluyendo los impactos sobre la producción forestal afectada por estos procesos. Son pocos los estudios publicados a este respecto y los que existen se limitan por lo general al valor de mercado de la producción forestal diferente a la leña. Una dificultad importante para ello son las diferentes definiciones de bosque y superficie forestal, por lo cual las estimaciones pueden variar hasta en un 100% (Berry, Olson, 2003 a).

Entre los trabajos que han contribuido de manera importante a contextualizar el análisis de los costos de la desertificación y degradación de las tierras, cabe destacar los realizados por Barbier, E., entre ellos principalmente *The economics of soil erosion; Theory, Methodology and Examples* (1996) y *The economics determinants of land degradation in developing countries* (1997).

De otro lado cabe también mencionar las contribuciones de El Millennium Ecosystem Assessment (MEA), que ha implementado un enfoque que considera los servicios de los ecosistemas en las zonas áridas, entre los cuales se encuentran el suministro de alimentos y madera, la regulación de la biodiversidad, los ciclos de nutrientes, la calidad del aire y el clima, la salud humana, la desintoxicación, los servicios culturales y turísticos (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2003). Muchas instituciones, como el Banco Mundial y el PNUMA, están trabajando para implementar este enfoque utilizando métodos convencionales o económicos.

Un trabajo realizado en el año 2006 por Requier Desjardins, The Economics costs of desertification; A first survey of same cases in Africa, seguido por otro trabajo de la misma autora junto a M. B. Adhikari y Sperlich, S., en el 2011, analiza los alcances y limitaciones de los métodos utilizados para estimar los costos de la desertificación y degradación de las tierras.

**CUADRO 1 CAUSAS, CONSECUENCIAS, IMPACTOS Y MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE LA DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS**

	Causas de la desertificación, degradación y sequía (Directas, D; Asociadas, A)	Consecuencias	On-Off Site	Impactos	Costos Directos (D), Indirectos (I)	Métodos de evaluación
Socioeconómicas	Pobreza (D)	Sobreexplotación de recursos vulnerables	On/Off Site	Pérdida de productividad	D	Funciones de producción y de rendimientos, índices de productividad, costos de la migración
	Tenencia y propiedad de la tierra (D)	Cambios en la productividad del predio		Pobreza	D/I	
	Factores demográficos (D/A)	Migraciones		Migraciones	I	
Físicas	Topografía (D)	Erosión	On Site	Pérdida de productividad	D	Funciones de producción y rendimientos, costos de reemplazo
	Erodabilidad (D)	Erosión	On Site	Pérdida de productividad	D	Costos de reemplazo
	Mal drenaje (D)	Salinización, anegamientos	On/Off Site	Pérdida de productividad	D	Costos de desalinización, costos de reemplazo
	Clima D/A)	Degradación del suelo	On Site			
Económicas	Deforestación (D), Pérdida de cobertura vegetal (D)	Degradación Pérdida de productividad	On Site	Pérdida de fertilidad por erosión	D/I	Costos de reemplazo de insumos, como fertilizantes
	Manejo no sostenible (D)			Degradación por contaminación		Funciones de producción, costos de reemplazo, costos de descontaminar
	Intensificación de la agricultura (D/A)				Costo de días de trabajo perdidos	
	Cambio de uso del suelo		On/Off Site			
	Desarrollo de infraestructura (P)	Pérdida de tierras agropecuarias	On Site/Off Site			Costo de tierras perdidas

Fuente: Elaboración propia sobre la base de: Valuation toolbox: the costs of land degradation (or avoided costs). Background document. The Economics of Desertification, Land Degradation and Drought: Methodologies and Analysis for Decision-Making.

En el año 2010, Nkonya E. y un grupo de investigadores realizaron una completa compilación y un exhaustivo análisis de diferentes trabajos hechos hasta la fecha, cuyos resultados aparecen en la publicación *The economics of land degradation; Toward an integrated global assesment*.

Entre las iniciativas más recientes en la materia, es importante mencionar a *The Economics of Land Degradation, ELD*, la que es encabezada por la Agencia Alemana de Cooperación, GIZ. En este contexto, Richard Thomas y Mark Schauer han recogido y sistematizado el resultado de las discusiones y análisis realizados en este foro, planteando un enfoque más global e inclusivo denominado *Total Economic Value of Land and Land Based Services*, el que comprende tanto Valores de Uso como de No Uso.

### 5.2.2. La situación en América Latina y el Caribe y en Chile

En América Latina y el Caribe, los trabajos de medición de los costos de la desertificación y degradación de las tierras son escasos. Entre los primeros estudios realizados destacan los trabajos pioneros de Matallo a fines de los años ochenta, de Solórzano *et al.* (1991) continuados después por McIntire y Santibáñez, hasta los más recientes de Leiva, en el 2011, y Morales C., Dascal, y Aranibar en el 2012.

En el caso de Chile, se pueden mencionar el trabajo de Santibáñez para el caso de algunos cultivos de la Región de Coquimbo y, más recientemente, el estudio realizado por la Unidad de Diagnóstico Parlamentario de la Cámara de Diputados, hecho el 2012. Este estudio estima los costos de la desertificación sobre la base del estudio sobre la Erosión en Chile elaborado por el Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN, del 2010.

El cuadro que sigue se refiere a los trabajos de estos autores, los países en que se hicieron las evaluaciones, los costos y su relación con el Producto Interno Bruto Global y Sectorial.

**CUADRO 2** COSTOS DE LA DEGRADACIÓN DE TIERRAS EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Autor	País	Costo como % del PIB	Costo como % PIB agropecuario	Notas
Matallo,	Varios países de A. Latina y Caribe	Entre 0,5 y 1,4	Entre 1,6 y 28,1	11 países de A. Latina. Valor de las pérdidas de suelo, agua y biodiversidad por erosión
Matallo, 1999	Brasil, Semiárido Nordeste			Valor de las pérdidas de suelo, agua y biodiversidad por erosión
Solórzano <i>et al.</i> 1991	Costa Rica		5–13 de VAA anual	
McIntire, 1994	México		2,7–12,3	Tasa de descuento 10%
Santibáñez, 2003	Chile			
Leiva, 2011	Guatemala			Valor suelo perdido por erosión
Morales, C., Dascal G., Aranibar Z.	Varios países de América Latina		Entre 6,6 y 14,4	7 países de A. Latina. Estimación por funciones de producción
INIA, Claudio Pérez y Jorge González, 1999	Chile		Menos del 1 del PIB silvoagropecuario	Se estimaron las pérdidas de Nitrógeno, Potasio y Fósforo, en 9.426 millones de pesos del año 2000
Unidad de Diagnóstico Parlamentario de la Cámara de Diputados de Chile, 2012	Chile			Se estiman pérdidas por USD 120 millones

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. Los métodos seleccionados

#### 5.3.1. Antecedentes

De acuerdo a la experiencia internacional, los principales métodos utilizados para estimar los costos de la desertificación y degradación a nivel nacional son el método de costos de reemplazo y el método de las pérdidas de producción (White Paper I, Scientific Conference, UNCCD, 2013). Las variantes en la metodología aplicada, así como la profundidad, detalle y nivel de desagregación de las estimaciones, dependerán, como es obvio, de la información disponible y de su calidad.

Los costos de reemplazo corresponden, como su nombre lo indica, a los costos de reemplazar un servicio por la alternativa menos costosa (Adhikari and Nadella, 2011; Nkonya *et al.*, 2011; Requier-Desjardins *et al.*, 2011). Para su determinación se debe estimar la pérdida monetaria del capital natural (suelo) y lo que implicaría reemplazarlo por capital artificial (fertilizantes, nutrientes del suelo), a fin de mantener a un nivel adecuado las funciones del mismo. Como todos los métodos aplicados, este puede tener algunas limitaciones que deben ser consideradas.

De acuerdo a algunos expertos, las estimaciones resultan en ocasiones subvaluadas o sobrevaloradas, lo cual refuerza la idea de la validación por expertos calificados, tal como con cualquier método. Una de las críticas al método es que este utiliza como patrón de referencia un estado de degradación cero, cuestión que nunca ocurre en la realidad (Barbier, 1998). Otro problema, como se dijo, puede ser la subestimación de las pérdidas ya que la escasez o el exceso de precipitaciones pueden agravar la pérdida de nutrientes por no incorporación al suelo (Craswell *et al.*, 2004., Pagiola *et al.*, 2004), o bien puede ocurrir un exceso de lixiviación. Finalmente, debe considerarse que en ocasiones las lluvias pueden ser por sí solas un factor limitante tanto o más importante que la propia pérdida de nutrientes. (Bojö, 1996).

Entre los estudios nacionales realizados que aplicaron esta metodología, se puede destacar el trabajo de Pimentel *et al.* (2003), el cual estima para los Estados Unidos de Norteamérica una pérdida anual de 4.000 millones de toneladas de tierra debido a los procesos de erosión de las 160 millones de hectáreas bajo cultivo; el reemplazo de los nutrientes asociados a estos suelos implica a su vez una pérdida de unos 20 billones de dólares anualmente, a lo que es necesario agregar el agua asociada, lo que eleva el total a 27 billones.

Por su parte, el método de las pérdidas de producción compara la reducción de los rendimientos de los cultivos en las áreas afectadas con la situación de las áreas no afectadas. Para las estimaciones de estas diferencias se utilizan frecuentemente funciones de producción y/o de rendimientos.

Otro procedimiento consiste en estimar la cantidad de suelo perdido cada año debido a la erosión y relacionar dichas pérdidas con la reducción de producción o con el valor de dicho suelo. Reddy, 2003, estimó las pérdidas en India debido a la degradación a través de este método.

En esta línea, se pueden mencionar los trabajos pioneros de Matallo, H., en Brasil, quien ha enfocado su análisis en la medición de los costos de la desertificación y degradación de las tierras a través de la valoración de la erosión, uno de los principales agentes de estos procesos. Un enfoque similar puede encontrarse en un trabajo realizado por R. Estrada, E. Girón y X. Pernnet, del Consorcio para el Desarro-

llo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), en el cual se presenta un método similar basado en las tasas de erosión por tipos de cultivos en ambientes diferentes.

### **5.3.2. Los métodos utilizados en el presente estudio**

De acuerdo a lo señalado en los párrafos precedentes y de acuerdo a la información a la cual fue posible acceder, se trabajó con los siguientes métodos:

- a. Costos de reemplazo
- d. Costos de la erosión y otros asociados
- c. Estimaciones econométricas de funciones de producción y rendimientos

Los resultados preliminares obtenidos fueron presentados en Talleres de Validación realizados para cada una de las regiones cubiertas por el estudio, en las que participaron autoridades regionales vinculadas al tema, especialistas de las distintas instituciones y agencias, académicos de las universidades regionales y representantes de organizaciones de productores.

Como resultado de lo anterior, se hicieron algunos ajustes a los resultados obtenidos, se consideraron algunos aspectos estimados como relevantes y se precisaron algunos indicadores que fueron considerados de utilidad para la toma de decisiones.

#### **a) Los costos de reemplazo**

A partir de la información del Censo Agropecuario del 2007, se obtuvieron las superficies cultivadas a nivel de comunas de cada una de las regiones estudiadas. Los fertilizantes por cultivo se obtuvieron a partir de las fichas de costos de producción elaboradas por el Ministerio de Agricultura y ODEPA y para un estudio encargado por la Comisión Nacional de Riego, CNR, hecho a nivel regional y por áreas homogéneas, las que agrupan las comunas con características similares. Esta información fue confirmada con especialistas e informantes calificados consultados en los Talleres de Validación realizados en regiones.

#### **b) Las estimaciones econométricas con funciones de producción y de rendimientos**

La especificación de un modelo formal basado en funciones de producción requiere en primer término de un modelo explicativo de la desertificación y degradación de las tierras. Ello se hizo a partir de la constatación y confirmación del estrecho vínculo entre pobreza y degradación de las tierras y de la alta proporción de población rural en situación de pobreza e indigencia en las áreas afectadas.

Como marco teórico, se utilizaron las teorías de la producción familiar campesina formuladas por Alexander Chayanov en la primera mitad del siglo pasado, las que han sido remozadas por diversos especialistas para analizar los fenómenos de degradación de las tierras (ver por ejemplo Perring y otros, 2002).

El planteamiento central es que, a diferencia de los empresarios agrícolas que buscan maximizar sus utilidades, los campesinos tienen como objetivo central asegurar la sobrevivencia de su grupo familiar. Para ello implementan estrategias coherentes con este objetivo, entre ellas las de maximizar el uso de los recursos abundantes (trabajo del grupo familiar y contratado eventualmente) y minimizar el uso de los recursos escasos (tierra y capital) y los riesgos.

Lo anterior implica a su vez maximizar el volumen de producción en el contexto de las restricciones existentes, destinar parte de la producción al autoconsumo, generar ingresos complementarios a través de la venta de trabajo fuera de la unidad productiva campesina (UPC) y de la producción de artesanías y productos elaborados, como mermeladas y otros.

En este caso, la variable de ajuste es la migración y la autoexplotación de la propia fuerza de trabajo de que dispone la UPC, esto es, la subvaloración del trabajo familiar a niveles inferiores a los salarios medios pagados por actividades similares en otras unidades productivas. En términos de Chayanov, están dispuesto a autoexplotarse.

La formalización del modelo básico es la siguiente;

$$Y_t = f(VBP) + OI$$

Donde OI = otros ingresos

$Y_t$  = Consumo Familiar

A su vez,

$$VBP = f(T, K, L) \text{ (VBP: Valor bruto de la producción)}$$

Donde,

T = Tierra

K = Capital

L = Trabajo

La función escogida por su simplicidad, flexibilidad y potencia explicativa, es una función de producción translogarítmica que tiene la siguiente expresión:

$$VBP = \alpha + \beta_1 T + \beta_2 K + \beta_3 T + \beta_4 T^2 + \beta_5 K^2 + \beta_6 L^2 + \beta_7 TK + \beta_8 TL + \beta_9 KL + \varepsilon$$

Donde:

$\alpha$  = Coeficiente de posición

$\beta_1$  a  $\beta_9$  = Coeficientes de las variables T, K, L

$\varepsilon$  = Término de error

Para el presente estudio y dada la disponibilidad de la información, se trabajó con los microdatos del Censo Agropecuario del 2007 desagregado a nivel de comunas y con series temporales a nivel regional de 1980 a 2014. En el primer caso, se especificaron funciones de producción translogarítmicas y luego su expresión reducida, Cobb - Douglas, y en el segundo caso se trabajó con funciones de rendimientos especificadas con variables climáticas atendida la fenología de los cultivos existentes en las áreas afectadas.

Para las funciones de producción las variables explicativas fueron los factores de producción, es decir, tierra, capital y trabajo utilizados. Para las funciones de rendimientos, se consideraron como variables explicativas, las variables climáticas relevantes para los cultivos del área, según su fenología.

Estos modelos de tipo ricardiano han sido utilizados en muchos otros estudios, entre los que pueden mencionarse La Economía del Cambio Climático en México (Galindo, L. M., 2010). En dicho estudio se destaca que la hipótesis básica es que el valor de la tierra se asocia a su contribución a la productividad, señalándose que "este modelo determina la productividad neta agrícola como función de variables climáticas, económicas y de calidad del suelo".

Las funciones de rendimientos se estimaron para áreas degradadas y no degradadas con base a la información de series temporales provistas por el Ministerio de Agricultura a través de ODEPA y por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). A través de la estimación de los rendimientos, se calculó el Valor Bruto de Producción, y por diferencia entre estos valores en áreas no degradadas y degradadas, las pérdidas por concepto de degradación. Para controlar la incidencia de otras variables, se ha chequeado con los especialistas nacionales que las áreas degradadas sean homogéneas en cuanto a tipo de unidades productivas afectadas por este proceso. Dado que se contó con series históricas a nivel regional solamente, los resultados obtenidos están referidos a esa unidad territorial.

La selección de los modelos se hizo considerando las características y restricciones biológicas en cuanto a las variables climáticas y que presentaran los mejores resultados frente a las pruebas o test a que fueron sometidos y que se detallan más adelante. Los modelos seleccionados son entonces los que reproducen de mejor forma lo ocurrido en el período cubierto con información histórica. Ello se puede apreciar en los gráficos respectivos que se acompañan y que muestran los rendimientos históricos y los valores estimados por cada modelo seleccionado.

El método empleado ha sido de Mínimos Cuadrados Ordinarios. El cuadro que sigue indica los criterios generales y las pruebas seguidas para la selección de los modelos.

Se especificó un gran número de modelos para cada región y cada cultivo y de estos se seleccionaron los que cumplían de mejor forma con los requisitos derivados de las distintas pruebas y test antes mencionados, y que desde luego fueran consistentes con la biología de los cultivos analizados.

**CUADRO 3** CRITERIOS Y PRUEBAS PARA ESTABLECER LA BONDAD DE LAS ESTIMACIONES

Criterios generales	Pruebas
Modelo coherente con los datos	Coefficiente de determinación
	Autocorrelación
	Heterocedasticidad
Modelo admisible con los datos	Normalidad
	Cambio estructural
	Estabilidad de parámetros
Teoría económica	Consistencia de los valores de los coeficientes
Biología de los cultivos seleccionados	Fenología

Fuente: Adaptado de Luis Miguel Galindo en Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigación Económica. Seminario-taller tópicos de econometría aplicada parte II. Basado en las presentaciones del Dr. Luis Miguel Galindo, Proyecto CEPAL-CMCA, 2008.

### *Las pruebas realizadas*

De acuerdo a lo antes señalado, se realizaron las siguientes pruebas específicas para cada una de las funciones especificadas, seleccionándose aquellas que pasaron todas las pruebas antes indicadas.

### *Análisis de las regresiones*

- Signos de los coeficientes.

- Errores estándar (Std.Error), error estándar de la regresión (S.E of regression), suma de los errores al cuadrado (Sum squared resid).
- Test de significancia individual: T-statistic.
- $R^2$
- $R^2$  ajustado.
- Akaike info Criterion y Schwarz criterion
- Prueba F statistic.

### ***Análisis de la parte sistemática de los modelos***

#### Multicolinealidad

- Prueba VIF (Variance Inflation Factors)

#### Especificación

- Test de Ramsey
- Test de Chow

#### Estimaciones recursivas

- Residuos recursivos
- CUSUM Test
- CUSUM of Squares Test

### ***Análisis de la parte aleatoria de los modelos***

- Autocorrelación  
Las pruebas aplicadas fueron las siguientes:
  - Prueba de Durbin-Watson
  - Correlograma de los residuos, prueba de la Q de Ljung-Box
  - Prueba LM de Breusch-Godfrey para correlación serial
- Detección de posibles problemas de heterocedasticidad
  - Test de White
  - Correlograma de los residuos al cuadrado se utiliza principalmente para detectar la presencia de una heteroscedasticidad condicional autorregresiva (ARCH) en los residuos
- Estacionariedad de los errores. Presencia de Raíz Unitaria
  - Prueba de Dickey- Fuller Aumentado (DFA)
- Normalidad de la distribución
  - Test de Jarque-Bera
  - Gráficos de distribución Cuantil-Cuantil de los residuos

### ***Prueba de significancia general de la regresión muestral***

- Test de Wald

### ***Estabilidad del modelo***

- Test de Chow
- Test de Ramsey
- Estimaciones recursivas; CUSUM y CUSUM<sup>2</sup>

## 6. LOS RESULTADOS

### 6.1. Región de Coquimbo

#### 6.1.1. Antecedentes

La Región de Coquimbo ocupa un territorio de poco menos de 41 mil kilómetros cuadrados con una población de 708 mil habitantes, lo que representa una variación intercensal de 17,3% (Censo 2012).

Es una zona de transición climática, entre las condiciones de aridez propias del desierto y la abundante humedad y vegetación que se presenta más al sur. Así, durante el invierno existen precipitaciones que, si bien son escasas, permiten el desarrollo de nuevas asociaciones vegetales y la existencia de una agricultura de gran importancia económica para la región. Se aprecian tres variedades climáticas de importancia, pero con particulares características: el desierto, la estepa y la tundra de alta montaña.

Existen tres grandes sistemas de producción: agricultura moderna bajo riego (del orden del 3% de la superficie), haciendas tradicionales y comunidades agrícolas. Las tierras agropecuarias presentan graves problemas de degradación. Las mayores presiones se observan en las tierras comunales, allí la pobreza y la degradación de la tierra se combinan. La crianza de caprinos es la actividad pecuaria principal, mientras el trigo es el principal cultivo en términos del área que ocupa. En las tierras bajo riego también se observan procesos de deterioro, como el uso insostenible del agua y la salinización.

Sequía y desertificación son fenómenos diferentes que, sin embargo, interactúan exacerbándose mutuamente, más aún con la mayor incidencia de eventos climáticos extremos, afectando particularmente a la agricultura campesina e induciendo emigraciones hacia otras zonas del país y hacia otros sectores de la economía, como la pequeña y mediana minería. Consciente de esta situación y temiendo que la mayor frecuencia y duración de los episodios de sequía afecte los esfuerzos orientados a reducir la desigualdad en la región, en abril del año 2014 el Gobierno creó la Comisión Regional para la Sequía. El objetivo inmediato de la Comisión es prevenir y/o mitigar los efectos del déficit hídrico en la región.

La agricultura regional es responsable del 5% del producto interno bruto regional y emplea, como promedio anual, 47.000 trabajadores. Existen poco más de 15.000 roles agrícolas registrados, 2.700 agricultores asociados en cooperativas pisqueras, 80 grandes empresas agrícolas en operación y 2.500 pequeñas y medianas empresas agrícolas. Adicionalmente, existen seis mil crianceros con una dotación ganadera de poco más de 400 mil cabezas.

La superficie cultivada asciende a 100 mil hectáreas, 30 mil de las cuales corresponden a frutales, 10,2 mil a uva pisquera, 2,4 mil a uva vinífera y 18 mil a hortalizas y, la diferencia, a otros rubros. La superficie bajo riego, donde se desarrolla una agricultura más intensiva, descansa en embalses con una capacidad máxima de 1,4 mil millones de metros cúbicos. Por otra parte, la superficie bajo riego tecnificado se ha incrementado en 53% gracias a la Ley 18.450 de Fomento al Riego.

El sector riego, sin embargo, se está enfrentando a mayores costos de energía, otros insumos y mano de obra, así como a reales riesgos agroclimáticos, asociados a heladas y sequías, con impactos negativos en la producción agropecuaria.

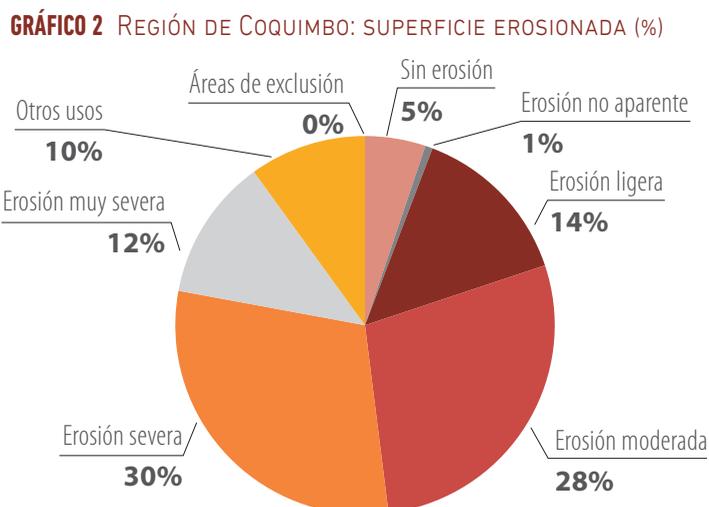
Con relación a la disponibilidad hídrica regional, cabe destacar que se han concedido casi 84 mil derechos de aprovechamiento de aguas superficiales para usos consuntivos de carácter permanente y continuo asociados a los distintos cursos de agua que abastecen las áreas de riego. Además, se han concedido casi cuatro mil derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas.

Ambos tipos de derechos de aprovechamiento se han visto afectados por la sequía y por la menor recarga de los acuíferos. Efectivamente, la región de Coquimbo está sufriendo un 56% de déficit hídrico, respecto a un año normal, al 30 de junio del 2014, déficit que corresponde al promedio de precipitaciones registradas en el período en referencia en las cuencas de los ríos Elqui, Limarí y Choapa. Por otra parte, al 30 de abril de 2014, el déficit promedio de agua embalsada observado en los embalses regionales, respecto a su capacidad máxima se elevaba a 95%.

Los déficits anteriores se han traducido en 30% de pérdidas estimadas en la producción agrícola regional esta temporada y en 30% de mortandad de caprinos por escasez de forraje y agua de bebida.

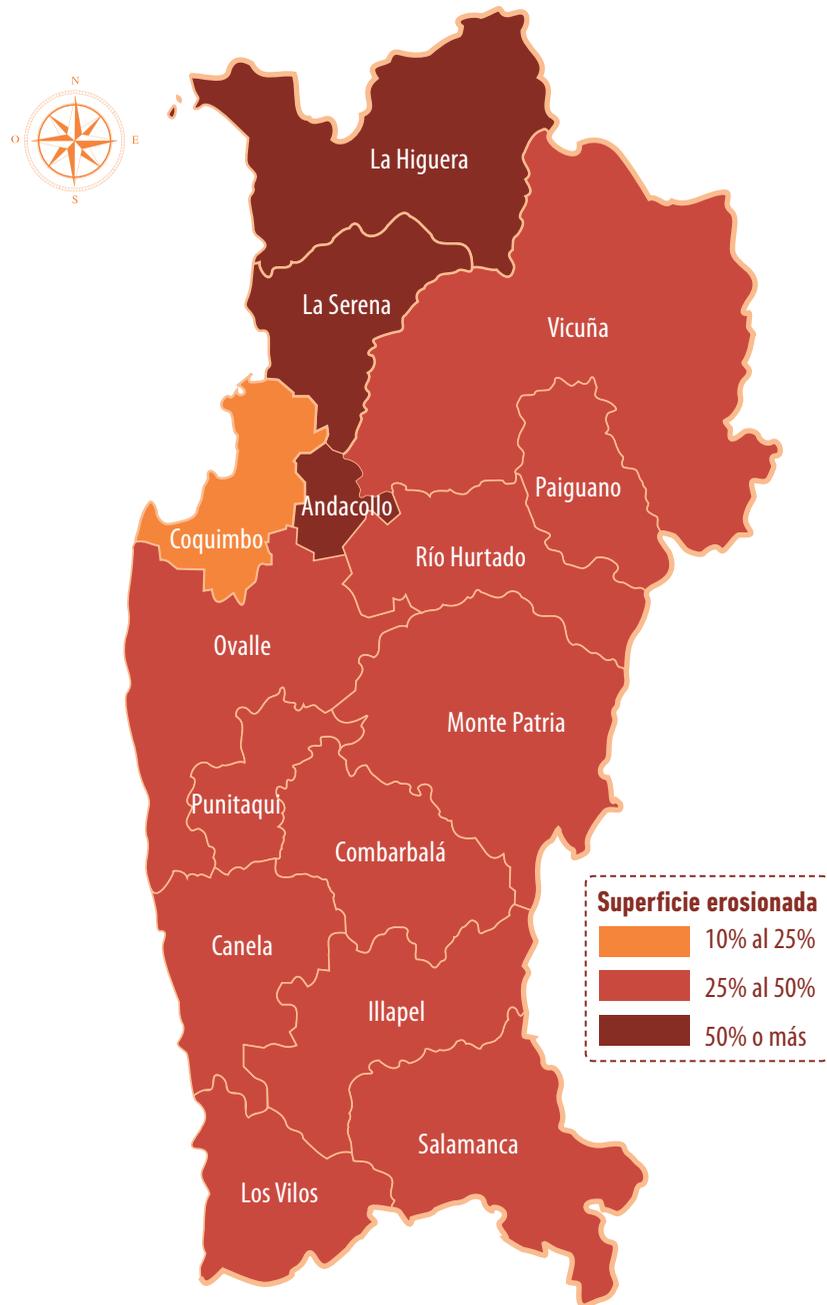
### 6.1.2. Erosión en la Región de Coquimbo

Mientras que solo un 6% de su superficie se encuentra sin erosión o sin erosión aparente, un 42% de la misma está afectada por erosión severa y muy severa, como se puede apreciar en las figuras y mapas que se entregan a continuación. Este fenómeno es especialmente grave en las comunas costeras nortinas.



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de CIREN.

**MAPA 1** REGIÓN DE COQUIMBO: SUPERFICIE CON EROSIÓN SEVERA Y MUY SEVERA POR COMUNAS (%)



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

**CUADRO 4** REGIÓN DE COQUIMBO: SUPERFICIE EROSIONADA (HA)

Niveles de erosión	Sup. ha	%
Área de exclusión	48,96	0,00
Sin erosión	209613,45	5,16
Erosión no aparente	25502,39	0,63
Erosión ligera	571643,65	14,08
Erosión moderada	1142374,02	28,14
Erosión severa	1213860,88	29,90
Erosión muy severa	492363,78	12,13
Otros usos	404106,81	9,95
Total	4059513,95	100,00

Fuente: elaboración propia en base a CIREN, 2010. Nota: los cálculos de superficie realizados utilizando ArcGIS pueden tener una diferencia con las cifras oficiales de hasta +/-10% aproximadamente.

**CUADRO 5** LA EROSIÓN EN LA REGIÓN DE COQUIMBO, POR COMUNAS (HA)

Comuna	Erosión						Otros usos	Total parcial
	Sin erosión	Aparente	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa		
Andacollo	207	439	2.696	8.978	7.227	9.714	1.765	31.027
Canela	8.455	913	50.100	73.950	69.904	12.566	4.359	220.247
Combarbalá	7.948	450	43.750	76.667	43.613	5.894	11.265	189.589
Coquimbo	14.288	8.621	66.252	31.665	14.218	4.433	4.128	143.606
Illapel	19.277	128	49.810	74.320	86.626	15.639	16.748	262.549
La Higuera	3.074		28.494	66.103	114.738	185.646	18.519	416.622
La Serena	12.773	295	27.553	49.005	54.138	41.447	4.457	189.668
Los Vilos	6.772	5.554	37.699	76.919	49.228	8.026	2.025	186.223
Monte Patria	28.379	427	30.363	119.442	183.056	18.264	56.081	436.013
Ovalle	53.742	4.692	95.753	115.907	91.133	18.024	5.788	385.040
Paihuano	4.483	87	8.723	44.189	32.711	15.231	44.057	149.480
Punitaqui	7.082	81	35.641	40.475	39.811	9.657	1.177	133.925
Río Hurtado	5.365	3.190	20.932	67.216	74.719	14.695	25.113	211.230
Salamanca	24.461	344	42.003	108.592	105.133	11.732	51.526	343.790
Vicuña	13.306	281	31.873	188.946	247.606	121.396	157.097	760.506
<b>Total</b>	<b>209.613</b>	<b>25.502</b>	<b>571.644</b>	<b>1.142.374</b>	<b>1.213.861</b>	<b>492.364</b>	<b>404.107</b>	<b>4.059.514</b>

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

Nota: Los cálculos de superficie realizados utilizando ArcGIS pueden tener una diferencia con las cifras oficiales de hasta +/-10% aproximadamente.

A continuación se presenta en detalle el porcentaje de la superficie de las comunas de la región que se encuentran expuestas a erosión severa y muy severa, ordenadas de mayor a menor.

**CUADRO 6** RANKING DE COMUNAS POR SUPERFICIE CON EROSIÓN SEVERA Y MUY SEVERA (%)

Comuna	Erosión %	Nivel	Comuna	Erosión %	Nivel
La Higuera	72,10	4	Punitaqui	36,94	3
Andacollo	54,60	4	Salamanca	33,99	3
La Serena	50,40	4	Paihuano	32,07	3
Vicuña	48,52	3	Los Vilos	30,74	3
Monte Patria	46,17	3	Ovalle	28,35	3
Río Hurtado	42,33	3	Combarbalá	26,11	3
Illapel	38,95	3	Coquimbo	12,99	2
Canela	37,44	3	<b>Total</b>	<b>42,03</b>	

Fuente: Elaboración propia en base a Mapa de Erosión Actual (CIREN), aplicando ArcGis.

### 6.1.3. Desertificación en la Región de Coquimbo

Considerando el estudio desarrollado por CONAF en 1999, un 96,32 % de la superficie regional se encuentra afectada por la desertificación, en niveles grave y moderado.

**CUADRO 7** REGIÓN DE COQUIMBO: SUPERFICIE AFECTADA POR LA DESERTIFICACIÓN, EN PORCENTAJE

Nivel	%
Grave	44,42
Moderado	51,90
Leve	3,68
Sin desertificación	0,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>

En la siguiente tabla se presentan las comunas de la Región de Coquimbo ordenadas según sus niveles de degradación de tierras.

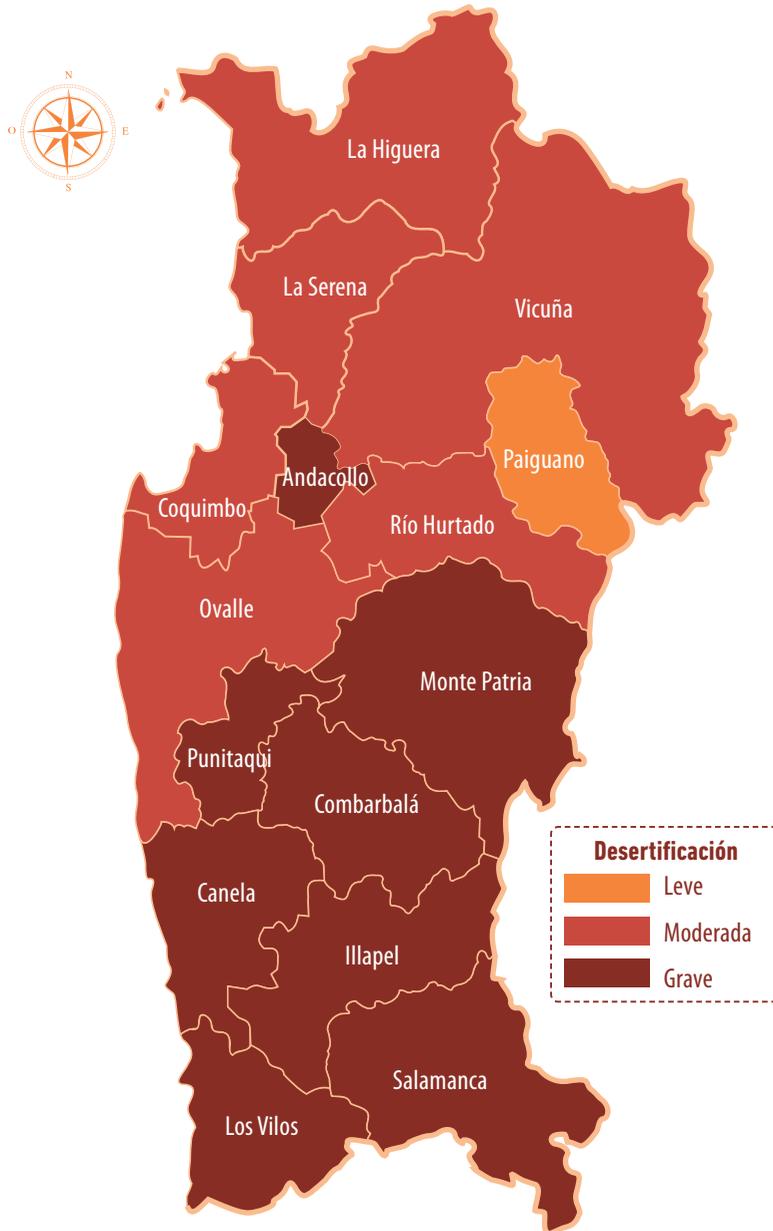
**CUADRO 8** REGIÓN DE COQUIMBO: RANKING DE COMUNAS POR NIVELES DE DESERTIFICACIÓN

Comuna	Nivel	Comuna	Nivel
Andacollo	Grave	La Serena	Moderado
Illapel	Grave	Coquimbo	Moderado
Canela	Grave	La Higuera	Moderado
Los Vilos	Grave	Vicuña	Moderado
Salamanca	Grave	Ovalle	Moderado
Combarbalá	Grave	Río Hurtado	Moderado
Monte Patria	Grave	Paihuano	Leve
Punitaqui	Grave		

Fuente: Mapa Preliminar de la Desertificación de Chile (CONAF, 1999).

A continuación, se presenta el Mapa Preliminar de la Desertificación para la Región de Coquimbo, donde se puede apreciar que los niveles de degradación son mayores en el centro y sur de la región. Prácticamente la totalidad de la región se encuentra afectada por la desertificación en forma importante. Cabe mencionar que esta información corresponde a 1999.

**MAPA 2** REGIÓN DE COQUIMBO: DESERTIFICACIÓN A NIVEL COMUNAL



Fuente: Elaboración propia en base a CONAF, 1999.

#### 6.1.4. Erosión potencial en la Región de Coquimbo

En el reciente trabajo citado, desarrollado por CIREN, se ha medido el riesgo de erosión potencial identificando áreas homogéneas, las que se han agrupado a nivel comunal con fines operacionales asociados al presente estudio. A continuación, se presenta un listado de las comunas ordenadas de mayor a menor en función de la proporción de sus tierras que se encuentran en riesgo de erosión potencial severa y muy severa.

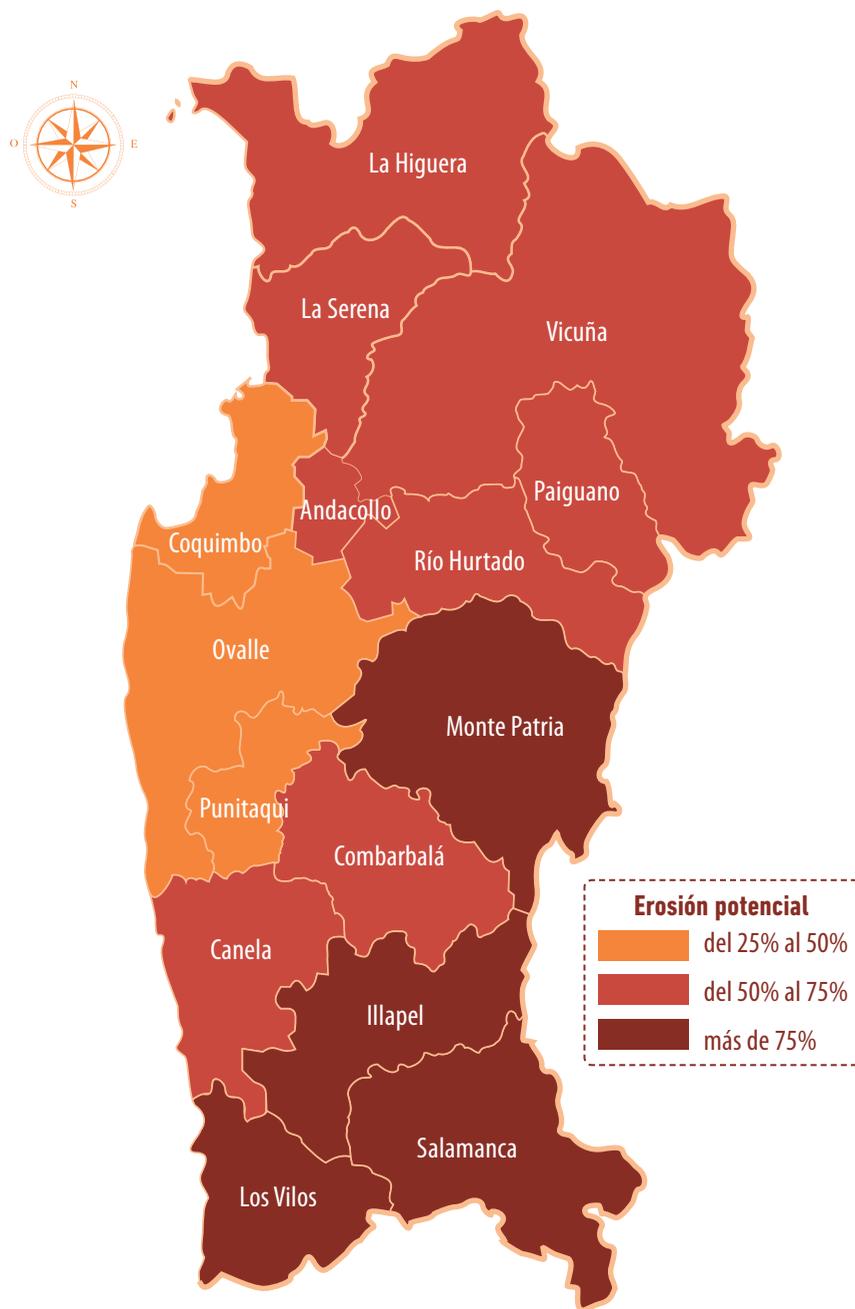
**CUADRO 9** RANKING DE COMUNAS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO AFECTADAS POR EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA

Comuna	%	Nivel
Los Vilos	78,41	4
Salamanca	77,69	4
Illapel	77,48	4
Monte Patria	76,32	4
Río Hurtado	73,80	3
Vicuña	72,04	3
Paihuano	65,90	3
La Higuera	65,72	3
Canela	62,64	3
Andacollo	60,39	3
Combarbalá	58,83	3
La Serena	57,13	3
Punitaqui	45,39	2
Ovalle	34,70	2
Coquimbo	24,48	2

Fuente: Elaboración propia en base a Mapa de Erosión Potencial (CIREN), aplicando ArcGis.

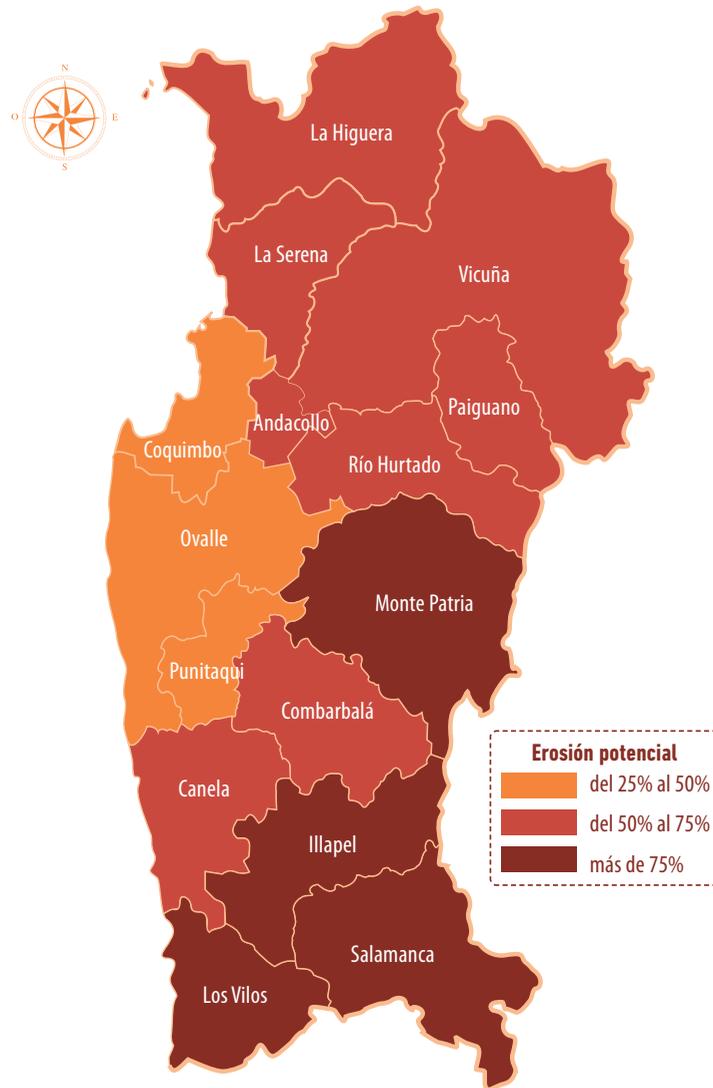
El mapa 3 presenta una interesante correspondencia con el mapa de desertificación, como se puede apreciar en la siguiente figura.

**MAPA 3** REGIÓN DE COQUIMBO: COMUNAS AFECTADAS POR RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

**MAPA 4** REGIÓN DE COQUIMBO: COMUNAS CON SUPERFICIE AFECTADA POR RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA Y POR LA DESERTIFICACIÓN



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

Si bien estos mapas presentan fenómenos diferentes, medidos de manera diversa y en momentos distintos, la comparación permite reconocer que existen sectores, tales como el sur de la región, donde a la grave desertificación se le adiciona un potencial de erosión severa y muy severa que afecta más del 50% en algunas comunas y en otras más del 75% de las superficies. De ser confirmada esta situación, a través de la aplicación de otras mediciones y/o por medio de talleres y visitas en terreno, el sector mencionado sería un área prioritaria de atención para la política pública.

### 6.1.5. Los costos de inacción

#### Costos de reemplazo

Medidos de acuerdo al método de costos de reemplazo, los costos de la desertificación y degradación de las tierras en la Región de Coquimbo, alcanzan a los 32.635,31 millones de pesos anuales, cifra que corresponde al 23,4% del PIB agropecuario. El cuadro que sigue muestra la situación global, por provincias y por comunas, según los principales rubros productivos.

**CUADRO 10** REGIÓN DE COQUIMBO: COSTOS DE INACCIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS POR PROVINCIAS, COMUNAS Y PRODUCTOS, SEGÚN EL MÉTODO DE COSTOS DE REEMPLAZO. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS CORRIENTES

	Frutales	Viñas	Cereales, tubérculos y leguminosas	Hortalizas	Industriales	Praderas	Total parcial
<b>Elqui</b>	<b>1.505,64</b>	<b>1.174,45</b>	<b>471,65</b>	<b>874,73</b>	<b>12,04</b>	<b>6.371,04</b>	<b>10.409,56</b>
La Serena	126,98	294,99	216,38	373,77	9,54	721,72	1.743,38
Coquimbo	191,48	0,00	248,12	435,09	3,47	500,94	1.379,09
Andacollo	6,95	0,00	0,09	0,66	6,00	182,81	196,51
La Higuera	40,81	10,02	0,05	0,66		1.912,39	1.963,93
Paiguano	243,45	230,66	0,14	0,07	0,01	562,16	1.036,48
Vicuña	895,97	638,78	7,08	62,50		2.491,03	4.095,36
<b>Choapa</b>	<b>526,53</b>	<b>1.243,91</b>	<b>64,01</b>	<b>119,49</b>		<b>4.575,26</b>	<b>6.529,20</b>
Illapel	193,90	438,49	28,90	49,68		1.081,70	1.792,67
Canela	32,64	40,60	17,47	21,78		1.221,95	1.334,45
Los Vilos	43,87	0,00	2,67	2,16		850,67	899,36
Salamanca	254,54	764,82	14,97	52,90		1.420,93	2.508,16
<b>Limarí</b>	<b>4.037,72</b>	<b>5.482,32</b>	<b>170,54</b>	<b>947,50</b>	<b>0,43</b>	<b>5.057,99</b>	<b>15.696,49</b>
Ovalle	1.262,23	3.288,84	144,37	807,56	0,41	1.385,80	6.889,21
Combarbalá	366,83	781,76	3,77	5,94		730,19	1.888,48
Montepatria	1.918,60	554,77	5,83	97,76	0,36	1.689,59	4.266,92
Punitaqui	210,81	570,19	10,77	31,69	0,02	458,80	1.282,27
Río Hurtado	75,79	286,75	5,42	4,79	0,03	793,61	1.166,40
<b>Total</b>	<b>6.069,89</b>	<b>7.900,68</b>	<b>706,20</b>	<b>1941,72</b>	<b>12,53</b>	<b>16.004,30</b>	<b>32.635,31</b>

#### Método de pérdidas por erosión

De acuerdo a este método, las pérdidas de la región por concepto de costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras, alcanzan a los 31.705,27 millones de pesos anuales, cifra muy similar a la obtenida por el método de costos de reemplazo. En este caso solo y dada la información disponible, ha sido posible estimar los costos a nivel de las provincias. El cuadro que sigue muestra los antecedentes al respecto.

**CUADRO 11** REGIÓN DE COQUIMBO: COSTOS DE INACCIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS SEGÚN EL MÉTODO DE PÉRDIDAS POR EROSIÓN A NIVEL DE PROVINCIA. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS

Región/ provincia	Elqui	Limarí	Choapa	Total
Erosión neta (ton/ha)	2,8	3,32	2,25	
Área	1,64	1,34	1,02	
Pérdidas de suelo (ton)	4,59	4,43	2,29	11,31
Costo suelo: USD 5/ton = 2.800 \$/ton	25.700,93	24.831,70	12.797,14	31.664,89
Pérdida de agua (ton)	0,92	0,89	0,46	
Costo \$/m <sup>3</sup> (11,2 \$/m <sup>3</sup> = 0,02 USD/ton)	10,28	9,93	5,12	25,33
Costo de suelo + agua (Mill. \$)	25.711,21	24.841,64	12.802,26	31.705,27

### Estimaciones econométricas del VBP

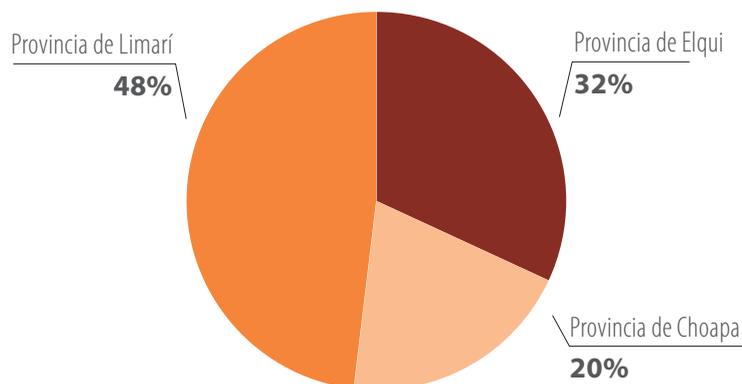
Estimadas las pérdidas o costos de inacción de la desertificación a través de las funciones de producción, estas resultan muy elevadas. En efecto, la diferencia entre el VBP de las áreas afectadas y las no afectadas alcanza en promedio al 62%, pero en este caso, a diferencia de las estimaciones de las pérdidas anuales (es decir, el “flujo” de pérdidas), se trata del “stock” de desertificación.

Es importante también indicar que el acceso al agua es el factor determinante en el VBP posible de generar. Incluso en suelos degradados en los que ha sido posible viabilizar el acceso a suficiente agua para cultivos de mayor valor, es posible generar niveles considerables de producción aprovechando los factores climáticos favorables a esta.

#### 6.1.6. Principales provincias y comunas afectadas

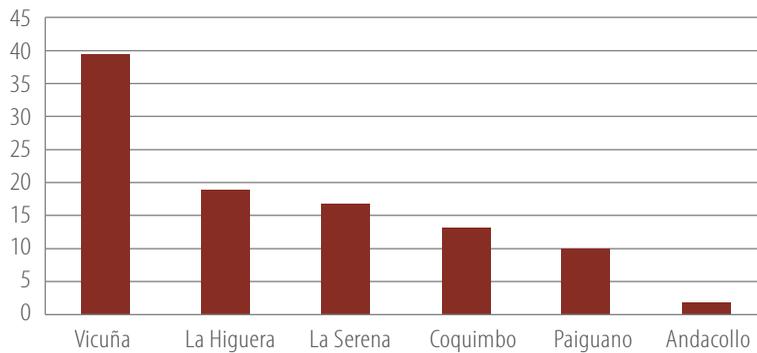
Dada la disponibilidad de datos y resultados a nivel regional, provincial y comunal, este análisis se hace en base al método de costos de reemplazo tanto para esta región, como para el resto de ellas.

Tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico, la provincia de Limarí es la que más aporta con un 48% a las pérdidas totales por degradación en la Región de Coquimbo.

**GRÁFICO 3** REGIÓN DE COQUIMBO: PARTICIPACIÓN DE LAS PROVINCIAS EN LAS PÉRDIDAS DE BVP POR LA DEGRADACIÓN

Los gráficos que siguen muestran la participación de cada comuna al interior de cada provincia, en las pérdidas de VBP por concepto de desertificación y degradación. Así, por ejemplo, en la provincia de Elqui, la comuna de Vicuña aporta con casi el 40% del total de VBP perdido por desertificación y degradación de las tierras. En la provincia de Choapa, la comuna de Illapel contribuye con una proporción similar a las pérdidas totales, mientras que en la provincia de Limarí, la comuna de Ovalle llega a casi el 43% de las pérdidas de VBP provincial.

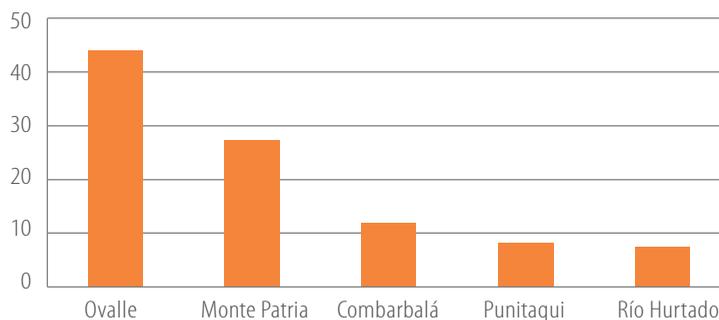
**GRÁFICO 4** PROVINCIA DE ELQUI: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN LAS PÉRDIDAS DE VBP POR LA DEGRADACIÓN



**GRÁFICO 5** PROVINCIA DE CHOAPA: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



**GRÁFICO 6** PROVINCIA DE LIMARÍ: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



### 6.1.7. Principales productos

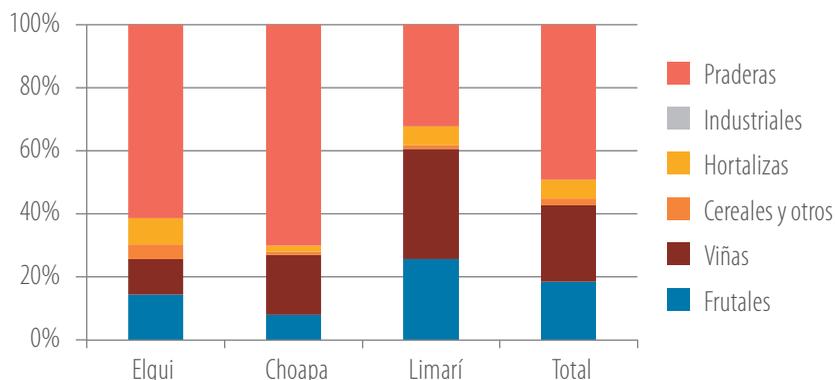
Dada la disponibilidad de datos y resultados a nivel regional, provincial y comunal, este análisis se hace en base al método de costos de reemplazo, tanto para esta región, como para el resto.

En términos de rubros, las praderas naturales son las que más contribuyen a las pérdidas totales, especialmente en la provincia de Choapa, tal como se puede apreciar en el cuadro y gráfico que siguen a continuación.

**CUADRO 12** CONTRIBUCIÓN POR RUBROS A LAS PÉRDIDAS DE VBP DE CADA PROVINCIA

Rubros	Elqui	Choapa	Limarí	Total
Frutales	14,5	8,1	25,7	18,6
Viñas	11,3	19,1	34,9	24,2
Cereales y otros	4,5	1,0	1,1	2,2
Hortalizas	8,4	1,8	6,0	5,9
Industriales	0,1	0,0	0,0	0,0
Praderas	61,2	70,1	32,2	49,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

**GRÁFICO 7** CONTRIBUCIÓN POR RUBROS A LAS PÉRDIDAS DE VBP DE CADA PROVINCIA



## 6.2. Región de Valparaíso

### 6.2.1. Antecedentes

#### Relieve, clima y vegetación

La Región de Valparaíso tiene un territorio de 16,4 mil kilómetros cuadrados y una población de poco más de 1,7 millones de habitantes (censo 2012).

Su relieve está caracterizado por la presencia de la cordillera de los Andes, la depresión intermedia, donde se observan los últimos valles transversales, representados por las cuencas de los ríos Petorca, La Ligua y Aconcagua. Esta última está separada de la cuenca de Santiago por el cordón de Chacabu-

co, a partir del cual comienza el llano central chileno. Al sur de la desembocadura del río Aconcagua reaparece la cordillera de la Costa recobrando su aspecto macizo. Finalmente, se observan pequeñas planicies litorales donde se han asentado la ciudad de Valparaíso y otras ciudades.

En cuanto al clima, en el sector norte de la región domina el clima estepario, con suaves temperaturas y escasas precipitaciones en invierno, mientras, en la parte sur de la región se observa un clima templado mediterráneo, con una larga estación seca que alcanza de 6 a 8 meses, y microclimas en algunas zonas como Quillota y La Cruz, que posibilitan una agricultura muy productiva.

El río más importante es el Aconcagua, con un régimen de alimentación mixto en el que recién comienza a ser predominante la nieve y crecidas en las épocas de primavera y verano. Sus aguas se utilizan intensamente en la agricultura, en industrias y en el consumo humano. Los ríos Petorca y La Ligua, en cambio, son de escaso caudal.

El paisaje, desde el río Aconcagua, es de tipo mediterráneo. Dominan arbustos bajos, más tupidos que en la estepa. Comienza a aparecer vegetación arbórea esclerófila conformada por litre, peumo, boldo y quillay. En Ocoa y Cocalán está presente la palma chilena. Al interior dominan los matorrales espinosos como el algarrobo y el espino.

### ***Agricultura***

El clima y la calidad de los suelos convierten los campos de la región en los más fértiles del país, y se dispone de suficiente agua de riego en el área de influencia del Aconcagua, la que se distribuye a través de una importante red de canales y embalses. Sin embargo, en los valles de La Ligua y Petorca el agua es escasa y, particularmente, en este último, lo que ha dado lugar a conflictos entre usuarios.

Son importantes los cultivos de frutas, legumbres, hortalizas y cereales. De las diversas especies frutícolas producidas en esta región se destacan duraznos, naranjas, uva de mesa, membrillos, ciruelas y kiwis.

La actividad forestal, basada en pino insigne y eucaliptus, también tiene alguna importancia en la región.

### ***Industria y minería***

La región es la tercera en importancia industrial en el país, después de Santiago y Concepción. Genera el 20% del PIB y emplea el 12% de la población económicamente activa.

La refinería de Concón, ubicada en la desembocadura del río Aconcagua, refina el petróleo crudo importado y distribuye los subproductos a gran parte de la región central del país. Al norte de Quintero está la planta procesadora de cobre de Ventanas, que cuenta con una central térmica para su funcionamiento.

En el sector del valle de Aconcagua, la ciudad de Quillota tiene importantes industrias alimenticias, textiles y de plástico. Asimismo, está unida a la rica zona de producción agrícola de La Cruz y La Calera, donde también se desarrolla una importante industria de cemento. Llaillay tiene una industria química y de alimentos, la que se ve favorecida por su posición de encrucijada caminera sobre algunas de las principales rutas del país.

Las ciudades de San Felipe y Los Andes, además de su tradicional industria conservera y de fibras duras (cáñamo), han desarrollado una agroindustria relacionada con el aumento significativo que ha tenido la fruta de exportación en la región, creando empresas afines como emparadoras, bodegas frigorizadas y conserveras, entre otras.

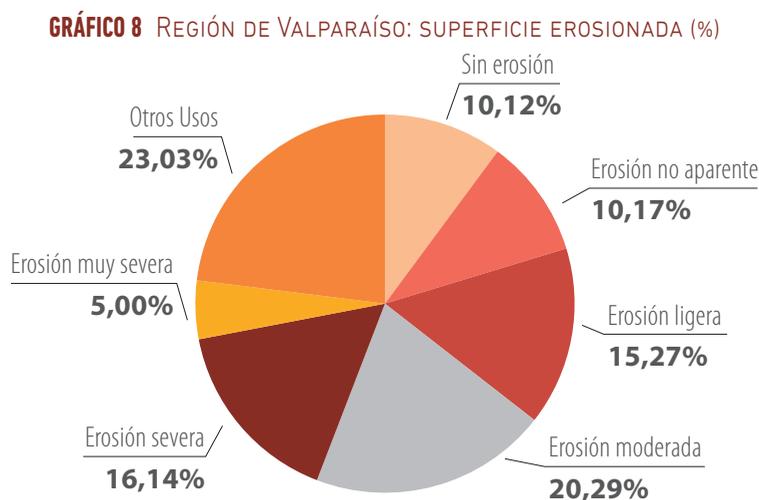
En el norte de la región se destaca la industria de tejidos de punto de La Ligua y en la parte meridional de la región, en el puerto San Antonio (segundo puerto más importante del país), se destaca la actividad pesquera. Además, es el punto de salida de los concentrados de cobre del mineral El Teniente. En general, la región es una zona minero-agrícola e industrial.

### *Territorios insulares*

Las islas San Félix y San Ambrosio, la isla Salas y Gómez, la Isla de Pascua y el Archipiélago Juan Fernández pertenecen a la Región de Valparaíso.

### **6.2.2. Erosión en la Región de Valparaíso**

Un 20% de su superficie se encuentra sin erosión o con erosión no aparente, mientras que un 21% de la misma está afectada por erosión severa y muy severa, como se puede apreciar en las figuras y mapas que se entregan a continuación. Las comunas con mayor superficie afectada por erosión severa y muy severa se encuentran en las proximidades de la precordillera de los Andes, en el norte de la región, además de la comuna de Concón.



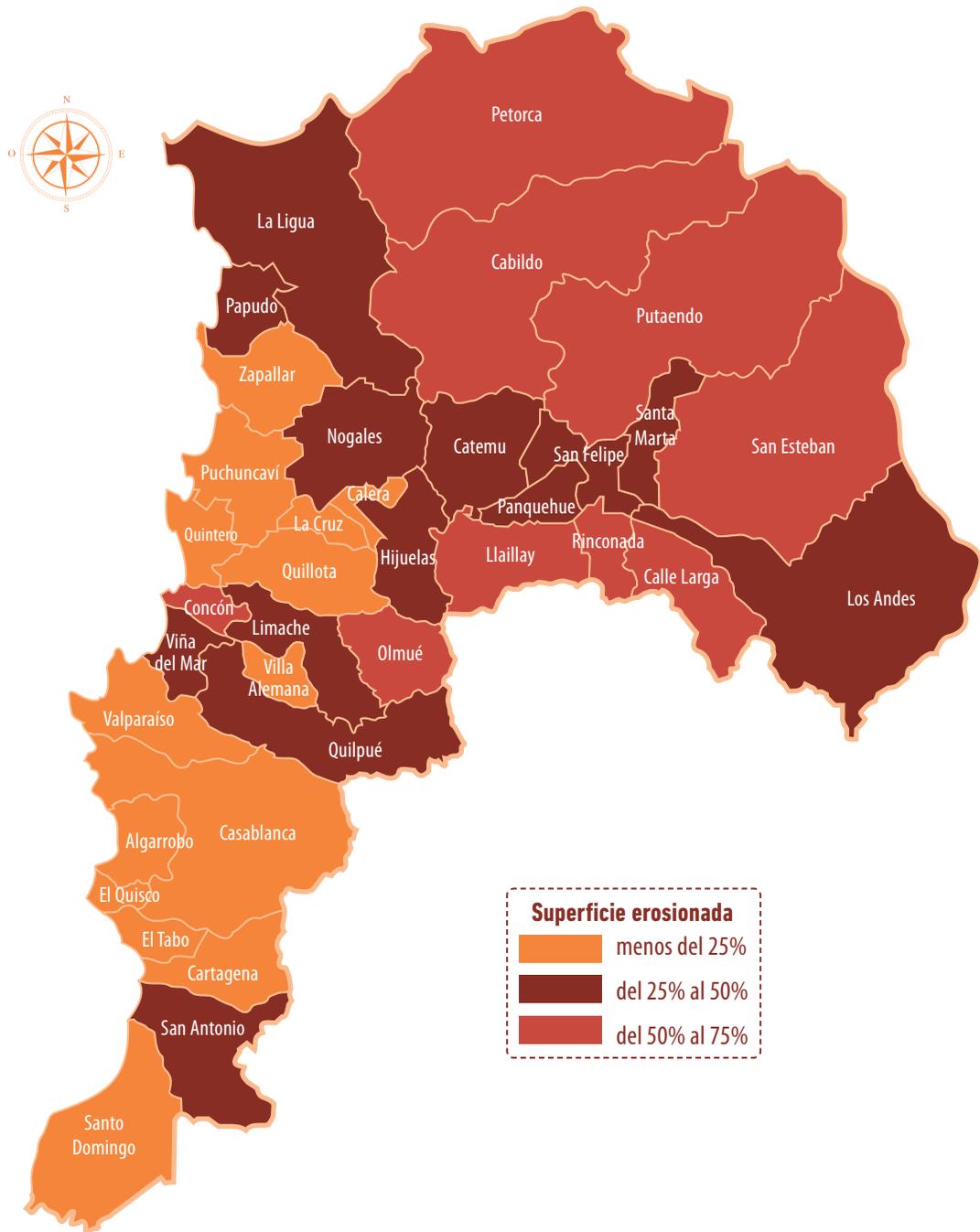
**CUADRO 13** REGIÓN DE VALPARAÍSO: SUPERFICIE EROSIONADA (HA)

Nivel de erosión	Superficie (ha)	%
Sin erosión	161.955,49	10,12
Erosión no aparente	162.636,94	10,17
Erosión ligera	244.248,80	15,27
Erosión moderada	324.560,55	20,29
Erosión severa	258.167,94	16,14
Erosión muy severa	79.965,81	5,00
Otros usos	368.428,53	23,03
Total	1.599.964,04	100,00

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

Nota: Los cálculos de superficie, realizados utilizando ArcGIS, pueden tener una diferencia con las cifras oficiales de hasta +-10% aproximadamente.

**MAPA 5** REGIÓN DE VALPARAÍSO: SUPERFICIE CON EROSIÓN SEVERA Y MUY SEVERA POR COMUNAS (%)



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN. 2010.

**CUADRO 14** EROSIÓN EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, POR COMUNAS (HA)

Comuna	Nivel de erosión						Otros usos	Total parcial
	Sin erosión	Aparente	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa		
Algarrobo	76,78	3.933,17	8.627,23	2.181,82	796,69		2.000,70	17.616,39
Cabildo	11.539,40	4.369,71	26.597,40	32.403,66	35.801,52	5.877,40	28.779,09	145.368,19
Calera	1.558,85	1.038,07	712,76	1.009,25	418,27	61,16	1.080,48	5.878,85
Calle Larga	5.124,12	178,79	3.174,94	8.305,25	8.209,42	3.934,52	3.446,88	32.373,92
Cartagena	3.123,46	4.605,05	4.943,62	8.909,58	2.112,38		853,72	24.547,82
Casablanca	21.356,93	29.510,04	19.671,81	17.370,09	6.895,61	390,27	353,09	95.547,84
Catemu	6.857,64	1.265,53	5.878,79	10.479,79	7.727,91	1.202,44	2.883,93	36.296,01
Concón	229,18	417,39	1.185,34	476,44	1.719,53	7,42	1.397,36	5.432,65
El Quisco	57,23	1.098,49	1.645,70	718,79			1.595,10	5.115,31
El Tabo	761,04	3.162,29	2.244,24	2.113,39	510,17	406,18	802,89	10.000,22
Hijuelas	6.670,68	4.220,52	3.814,40	5.912,80	4.714,70	967,59	581,03	26.881,71
La Cruz	2.964,30	1.884,99	930,76	1.557,89	187,97	53,81	245,17	7.824,89
La Ligua	10.789,69	22.023,07	19.767,48	32.217,26	23.927,22	1.001,53	6.950,10	116.676,36
Limache	5.670,67	4.801,83	5.644,54	9.423,28	4.031,83	703,31	1.461,25	31.736,71
Llailay	5.982,76	1.012,97	7.154,97	7.995,96	7.492,11	4.434,95	841,42	34.915,13
Los Andes	2.143,87	246,71	2.250,09	13.536,29	17.992,46	9.238,24	79.154,21	124.561,87
Nogales	6.787,19	6.889,15	6.285,20	9.466,71	4.751,76	3.416,42	2.916,54	40.512,98
Olmué	2.230,14	6.223,25	2.540,29	5.157,93	5.052,85	989,47	874,22	23.068,14
Panquehue	4.844,26	8,43	2.188,36	2.862,59	1.429,73	523,57	206,24	12.063,17
Papudo	1.510,24	2.412,58	6.073,55	3.964,44	1.998,22	41,64	660,08	16.660,75
Petorca	6.238,67	1.229,69	10.758,13	32.821,31	33.224,84	15.341,53	52.446,02	152.060,19
Puchuncaví	1.815,78	6.391,43	11.236,47	7.341,34	1.461,00		1.889,66	30.135,67
Putendo	6.437,07	599,09	9.757,58	18.376,79	27.392,71	11.761,44	72.749,39	147.074,06
Quillota	9.119,29	5.723,64	4.977,94	6.737,47	1.808,49	296,16	1.635,45	30.298,43
Quilpué	3.360,58	13.456,87	8.965,15	11.589,20	9.476,24	2.471,88	4.175,87	53.495,78
Quintero	893,76	1.081,06	6.708,08	3.339,17	212,18		2.762,20	14.996,45
Rinconada	3.299,87	307,87	848,87	4.222,78	3.054,60	490,97	45,27	12.270,23
San Antonio	3.748,38	2.132,19	15.697,71	10.676,06	5.157,52	357,80	2.047,13	39.816,79
San Esteban	5.687,15	1.507,12	3.475,60	15.303,75	28.145,47	14.039,24	68.116,33	136.274,66
San Felipe	8.097,70	408,88	2.300,13	3.671,10	1.579,81	554,11	1.993,46	18.605,18
Santa María	5.693,77	126,24	1.695,03	2.757,98	2.293,96	744,83	3.487,17	16.798,99
Santo Domingo	3.363,91	9.355,19	20.637,14	12.218,07	2.642,10	209,63	4.982,10	53.408,14
Valparaíso	1.347,45	12.165,88	3.586,45	6.317,14	1.705,48	431,18	5.575,62	31.129,21
Villa Alemana	422,87	1.890,17	1.012,64	3.021,34	868,52		2.364,45	9.579,99
Viña del Mar		1.746,49	795,95	1.861,68	1.782,29		5.923,21	12.109,63
Zapallar		5.213,11	10.464,43	8.242,14	1.592,38	17,12	1.151,72	28.831,73
<b>Total</b>		<b>162.636,93</b>	<b>244.248,79</b>	<b>324.560,54</b>	<b>258.167,94</b>	<b>79.965,80</b>	<b>368.428,52</b>	<b>1.599.964,04</b>

Nota: Los cálculos de superficie realizados, utilizando ArcGIS, pueden tener una diferencia con las cifras oficiales de hasta +-10%, aproximadamente.

A continuación, se presenta en detalle el porcentaje de la superficie de las comunas de la región que se encuentran expuestas a erosión severa y muy severa, ordenadas de mayor a menor.

**CUADRO 15** REGIÓN DE VALPARAÍSO: RANKING DE COMUNAS POR SUPERFICIE CON EROSIÓN SEVERA Y MUY SEVERA (%)

Comuna	Erosión %	Nivel	Comuna	Erosión %	Nivel
Calle Larga	37,51	3	San Antonio	13,85	2
Llailay	34,16	3	Papudo	12,24	2
Petorca	31,94	3	San Felipe	11,47	2
Concón	31,79	3	El Tabo	9,16	1
San Esteban	30,96	3	Villa Alemana	9,07	1
Rinconada	28,90	3	Cartagena	8,61	1
Cabildo	28,67	3	Calera	8,16	1
Putendo	26,62	3	Casablanca	7,63	1
Olmué	26,19	3	Quillota	6,95	1
Catemu	24,60	2	Valparaíso	6,86	1
Quilpué	22,33	2	Zapallar	5,58	1
Los Andes	21,86	2	Santo Domingo	5,34	1
La Ligua	21,37	2	Puchuncaví	4,85	1
Hijuelas	21,14	2	Algarrobo	4,52	1
Nogales	20,16	2	La Cruz	3,09	1
Santa María	18,09	2	Quintero	1,41	1
Panquehue	16,19	2	El Quisco	0,00	1
Limache	14,92	2	<b>Total</b>	<b>21,13</b>	
Viña Del Mar	14,72	2			

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

### 6.2.3. Desertificación en la Región de Valparaíso

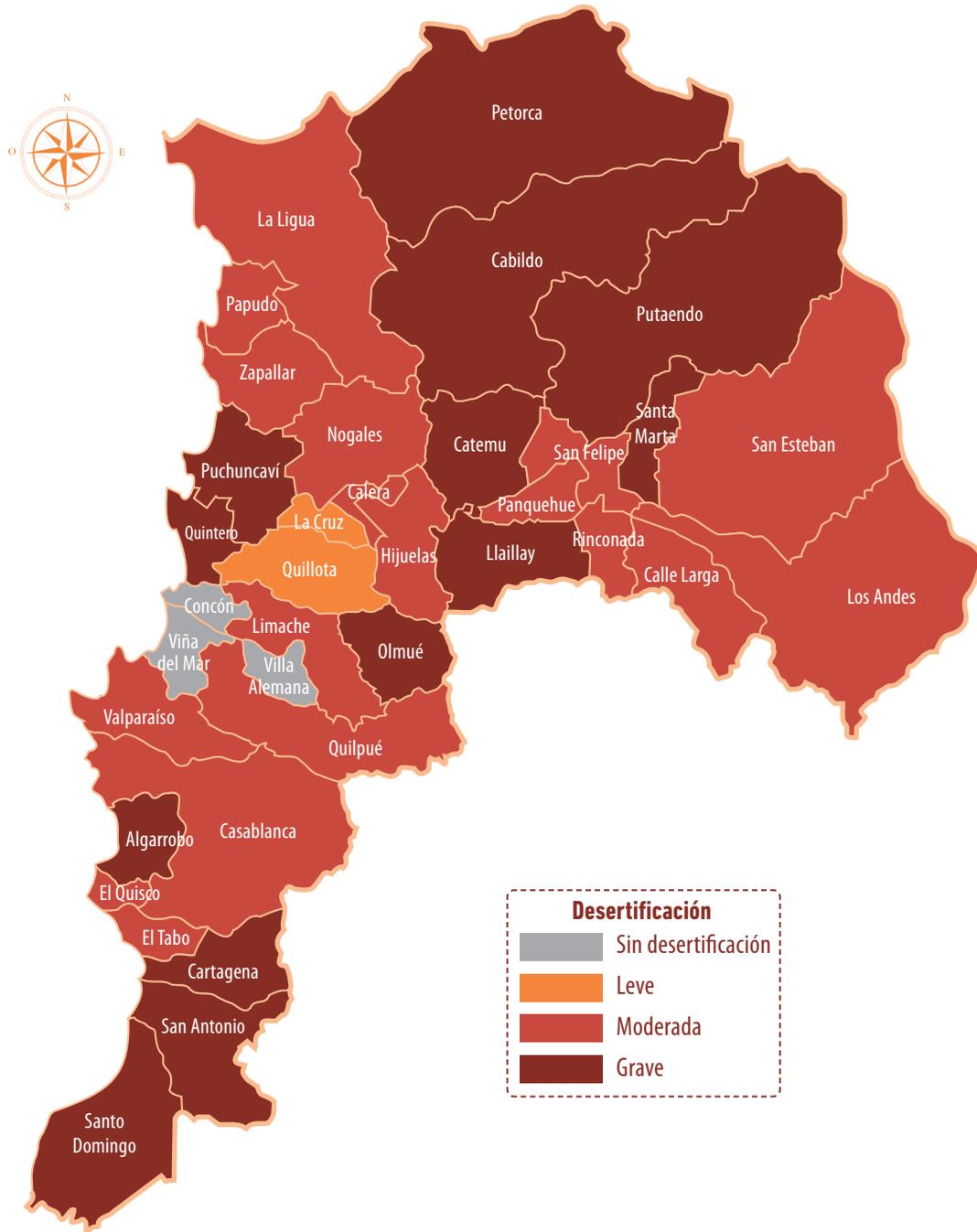
Considerando el estudio desarrollado por CONAF en 1999, un 95,92% de su superficie se encuentra afectada por la desertificación, en niveles grave y moderado.

**CUADRO 16** REGIÓN DE VALPARAÍSO: SUPERFICIE AFECTADA POR LA DESERTIFICACIÓN (%)

Nivel	%
Grave	46,00
Moderado	49,92
Leve	2,38
Sin desertificación.	1,70
Total	100,00

A continuación, se presenta el Mapa Preliminar de la Desertificación para la Región de Valparaíso, donde se puede apreciar que la casi totalidad de su territorio se encuentra desertificado. Cabe mencionar que esta información corresponde a 1999.

**MAPA 6** REGIÓN DE VALPARAÍSO: DESERTIFICACIÓN A NIVEL COMUNAL



Fuente: Elaboración propia en base a CONAF, 1999.

En el siguiente cuadro se presentan las comunas de la Región de Valparaíso ordenadas según sus niveles de degradación de tierras.

**CUADRO 17** REGIÓN DE VALPARAÍSO: RANKING DE COMUNAS POR NIVELES DE DESERTIFICACIÓN

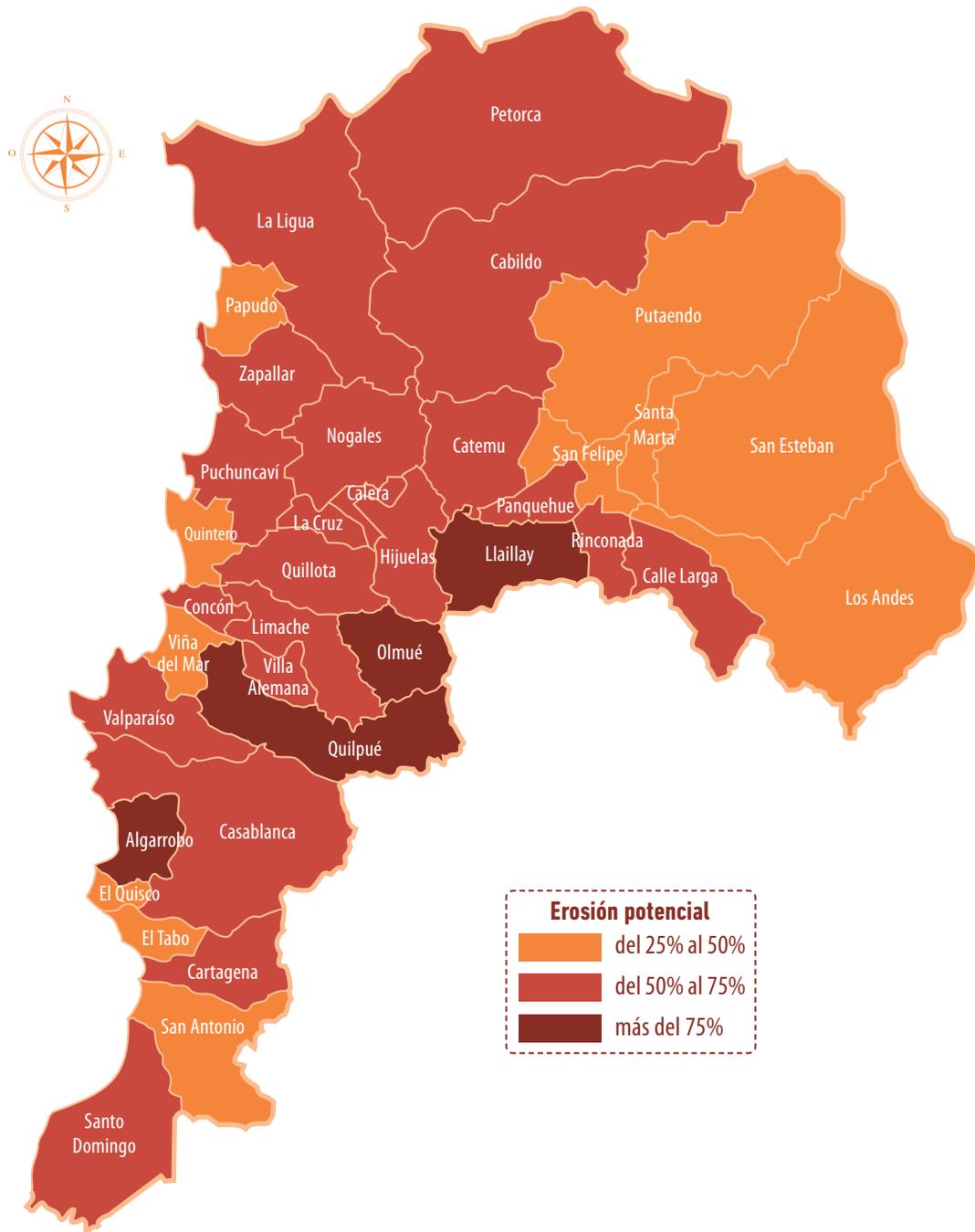
Comuna	Nivel	Comuna	Nivel
Petorca	Grave	Calle Larga	Moderado
Cabildo	Grave	Rinconada	Moderado
Putendo	Grave	San Felipe	Moderado
Santa María	Grave	Panquehue	Moderado
Llaillay	Grave	Calera	Moderado
Catemu	Grave	Nogales	Moderado
Olmué	Grave	Hijuelas	Moderado
Quintero	Grave	Limache	Moderado
Puchuncaví	Grave	Valparaíso	Moderado
San Antonio	Grave	Quilpué	Moderado
Cartagena	Grave	Casablanca	Moderado
Algarrobo	Grave	El Tabo	Moderado
Santo Domingo	Grave	El Quisco	Moderado
La Ligua	Moderado	Quillota	Leve
Zapallar	Moderado	La Cruz	Leve
Papudo	Moderado	Viña del Mar	Sin desertificación
Los Andes	Moderado	Villa Alemana	Sin desertificación
San Esteban	Moderado	Concón	Sin desertificación

Fuente: Mapa Preliminar de la Desertificación de Chile (CONAF, 1999).

#### 6.2.4. Erosión potencial en la Región de Valparaíso

En el trabajo desarrollado por CIREN se midió el riesgo de erosión potencial identificando áreas homogéneas, las que se han agrupado a nivel comunal. A continuación, se presenta un mapa y un ranking de las comunas según la proporción de sus tierras afectadas por riesgo de erosión potencial severo y muy severo.

**MAPA 7** COMUNAS AFECTADAS POR RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA (HA).



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

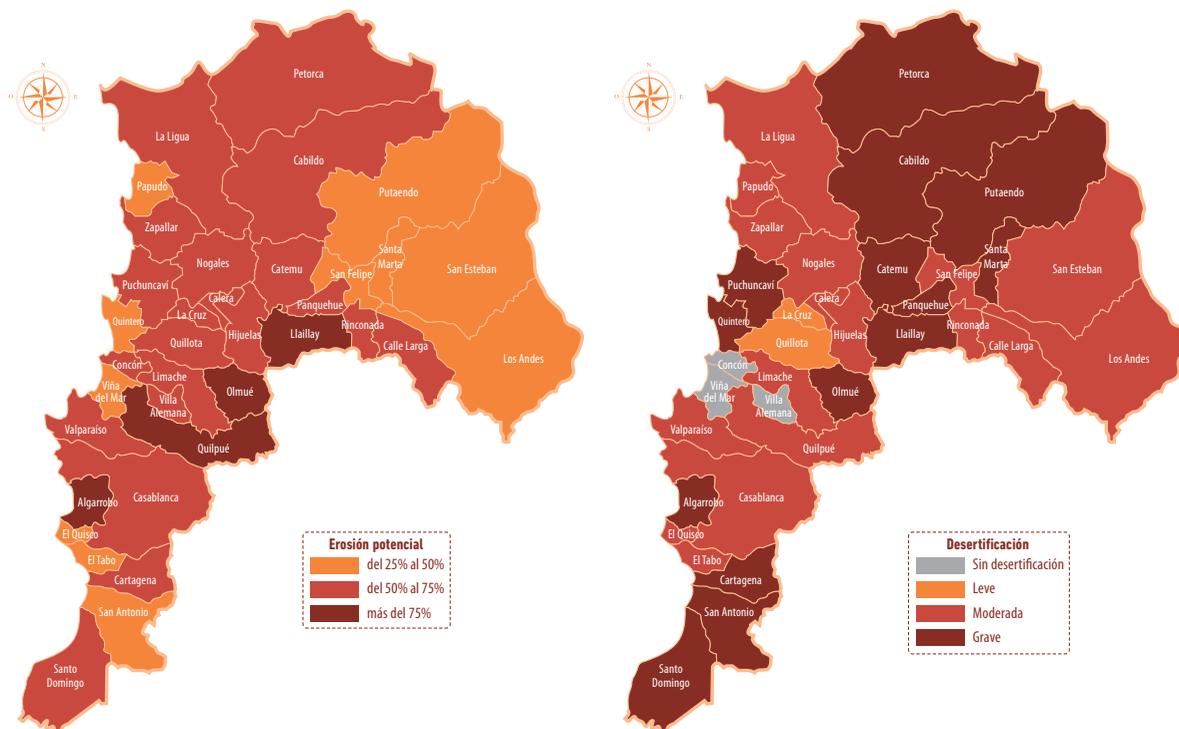
La comparación entre el mapa de desertificación y el mapa de erosión potencial permite analizar posibles correspondencias.

**CUADRO 18** RANKING DE COMUNAS AFECTADAS POR EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA

Comuna	Erosión %	Nivel
Olmué	87,15	4
Quilpué	85,20	4
Llaillay	76,67	4
Algarrobo	75,89	4
Hijuelas	73,69	3
Calle Larga	73,02	3
Catemu	72,40	3
Nogales	71,83	3
Limache	71,68	3
La Ligua	71,17	3
Cabildo	68,64	3
Quillota	66,94	3
Rinconada	66,91	3
Villa Alemana	66,45	3
Puchuncaví	66,09	3
Casablanca	66,08	3
Valparaíso	64,97	3
La Cruz	62,54	3
Zapallar	59,38	3
Calera	57,12	3
Panquehue	56,52	3
Cartagena	55,21	3
Petorca	53,99	3
Santo Domingo	53,79	3
Concón	53,32	3
El Quisco	48,83	2
Viña del Mar	48,03	2
Papudo	47,91	2
San Esteban	44,42	2
Quintero	43,74	2
San Antonio	40,65	2
Putendo	40,12	2
El Tabo	36,69	2
Santa María	34,86	2
San Felipe	34,84	2
Los Andes	34,83	2
<b>Total</b>	<b>57,86</b>	

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

**MAPA 8** REGIÓN DE VALPARAÍSO: COMUNAS CON SUPERFICIE AFECTADA POR RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA Y POR LA DESERTIFICACIÓN.



Fuente: Elaboración propia en base a CONAF, 1999.

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

Estos mapas presentan fenómenos diferentes, medidos de manera diversa y en momentos distintos. La comparación permite reconocer que la situación más compleja corresponde a las comunas de Llaillay y Olmué, así como también la de Algarrobo, donde a la grave desertificación se le adiciona un potencial de erosión severo y muy severo que afecta a más del 75% de las superficies. De ser confirmada dicha situación, a través de la aplicación de otras mediciones y/o por medio de talleres y visitas en terreno, el sector mencionado sería un área prioritaria de atención para la política pública.

### 6.2.5 Los costos de inacción

#### *Medición con el método de costos de reemplazo, pérdidas por erosión y estimaciones econométricas.*

El cuadro que sigue muestra los costos de inacción por rubros relevantes, según el Censo Agropecuario del 2007, y por provincias y comunas. Como se puede apreciar en el cuadro que sigue, alcanzan anualmente a una cifra de 25.421,94 millones de pesos corrientes, lo que equivale a casi el 11% del PIB agropecuario.

Estimados los costos de inacción a través del método de pérdidas por erosión, la cifra se eleva a 31.287,28 millones de pesos anuales, cifra que sería equivalente al 12,3%.

En cuanto a las estimaciones econométricas y los cambios de VBP entre áreas afectadas y no afectadas por la desertificación, el *stock* acumulado de costos de la desertificación y degradación de tierras alcanza al 36,1% aproximadamente.

**CUADRO 19** REGIÓN DE VALPARAÍSO: COSTOS DE INACCIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS POR RUBROS PRINCIPALES Y POR PROVINCIA Y COMUNAS

	Cereales y otros	Hortalizas	Frutales	Viñas	Industriales	Praderas	Total parcial
<b>Prov. Valparaíso</b>	<b>29,96</b>	<b>192,59</b>	<b>889,41</b>	<b>6275,11</b>	<b>17,98</b>	<b>2012,28</b>	<b>9417,33</b>
Valparaíso	0,40	0,36	3,90	0,04	0,04	6,33	11,07
Casablanca	12,59	18,17	72,73	1.034,21	1,26	150,08	1.289,05
Concón	12,59	0,00	3,20	0,00	1,26	12,85	29,90
Juan Fernández	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Puchuncaví	1,97	7,14	21,41	0,00	0,20	64,41	95,13
Quilpué	0,83	1,36	31,57	2,86	0,08	36,02	72,71
Quintero	1,57	3,29	9,28	0,00	0,16	47,63	61,93
Villa Alemana	0,00	1,77	6,15	8,74	0,00	14,49	31,15
Viña del Mar	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	3,58	3,59
<b>Prov. Isla de Pascua</b>	<b>2,75</b>	<b>14,89</b>	<b>0,84</b>	<b>469,52</b>	<b>0,27</b>	<b>26,84</b>	<b>515,12</b>
Isla de Pascua	2,75	15,22	0,75	469,52	0,27	26,84	515,35
<b>Prov. Los Andes</b>	<b>55,30</b>	<b>19,57</b>	<b>2.401,41</b>	<b>32,13</b>	<b>5,53</b>	<b>225,85</b>	<b>2.739,79</b>
Los Andes	7,78	4,67	296,84	0,00	0,78	21,70	331,77
Calle Larga	29,21	7,46	596,63	7,91	2,92	13,22	657,35
Rinconada	9,07	0,37	503,53	0,00	0,91	6,47	520,35
San Esteban	9,25	6,01	997,30	24,22	0,92	184,47	1.222,16
<b>Prov. Petorca</b>	<b>242,16</b>	<b>112,49</b>	<b>1.987,13</b>	<b>4,40</b>	<b>24,22</b>	<b>812,25</b>	<b>3.182,65</b>
La Ligua	60,86	66,51	464,43	0,00	6,09	178,32	776,21
Cabildo	162,16	33,29	946,28	0,00	16,22	173,01	1.330,96
Papudo	7,39	12,59	0,82	0,00	0,74	31,11	52,65
Petorca	8,40	2,43	561,05	0,86	0,84	342,85	916,42
Zapallar	1,29	0,04	12,70	3,54	0,13	86,96	104,67
<b>Prov. Quillota</b>	<b>123,93</b>	<b>1.046,21</b>	<b>2.286,91</b>	<b>61,43</b>	<b>12,39</b>	<b>190,37</b>	<b>3.721,26</b>
Quillota	0,16	332,33	630,21	32,19	0,02	49,35	1.044,24
Calera	7,96	39,05	95,46	0,00	0,80	0,58	143,85
Hijuelas	40,18	145,35	457,12	23,50	4,02	5,37	675,54
La Cruz	0,01	93,94	470,25	0,00	0,00	2,61	566,81
Limache	0,01	166,41	155,11	0,07	0,00	97,18	418,78
Nogales	74,89	152,81	280,81	0,21	7,49	30,38	546,59
Olmué	0,60	34,64	116,07	5,46	0,06	4,91	161,75
<b>Prov. San Antonio</b>	<b>280,64</b>	<b>116,63</b>	<b>173,71</b>	<b>249,49</b>	<b>28,06</b>	<b>298,21</b>	<b>1.146,74</b>
San Antonio	8,53	26,99	89,47	187,73	0,85	114,39	427,98
Algarrobo	18,49	1,94	6,35	0,53	1,85	31,08	60,24
Cartagena	11,31	63,78	23,45	49,25	1,13	20,55	169,47
El Quisco	0,28	0,05	0,04	0,42	0,03	3,11	3,93
El Tabo	0,15	0,38	0,20	0,00	0,02	6,18	6,92
Santo Domingo	241,88	12,03	54,19	11,56	24,19	122,90	466,74

	Cereales y otros	Hortalizas	Frutales	Víñas	Industriales	Praderas	Total parcial
Prov. San Felipe de Aconcagua	191,49	403,25	3.882,36	122,07	19,15	80,74	4.699,06
San Felipe	28,14	40,58	1.124,54	31,30	2,81	13,84	1.241,22
Catemu	54,39	252,07	133,43	13,62	5,44	12,09	471,03
Llaillay	15,48	456,82	486,23	15,60	1,55	8,30	983,97
Panquehue	60,75	41,84	538,00	46,91	6,07	7,64	701,21
Putendo	28,11	29,26	371,00	0,88	2,81	28,43	460,48
Santa María	6,98	3,23	1.018,68	13,75	0,70	10,45	1.053,78
<b>Total</b>	<b>926,24</b>	<b>1.905,63</b>	<b>11.621,77</b>	<b>7.214,16</b>	<b>107,60</b>	<b>3.646,54</b>	<b>25.421,94</b>

**CUADRO 20** REGIÓN DE VALPARAÍSO: COSTOS DE INACCIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS SEGÚN EL MÉTODO DE PÉRDIDAS POR EROSIÓN A NIVEL DE PROVINCIA. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS

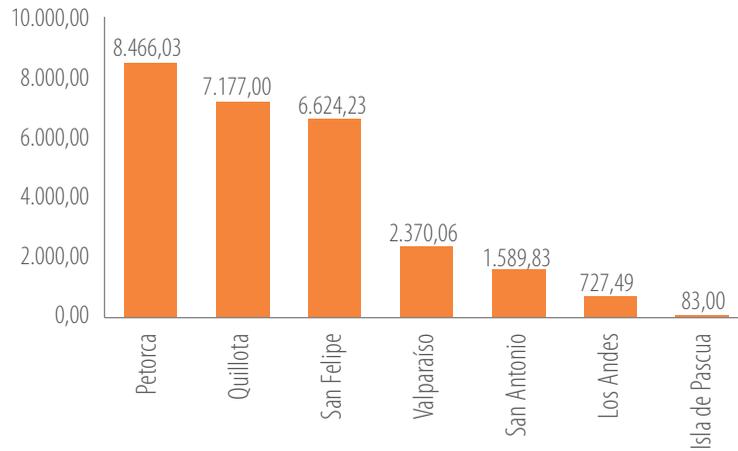
	Valparaíso	I. de Pascua	Los Andes	Petorca	Quillota	San Antonio	San Felipe	Total
Erosión neta (ton/ha)	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
Área	153.864,76	5.803,90	203.650,16	330.026,96	48.448,21	98.597,28	157.090,48	997.481,75
Pérdidas de suelo (ton)	430.821,328	16.250,92	570.220,448	924.075,488	135.654,988	276.072,384	439.853,344	2.792.948,90
Costo de suelo: USD 20/ton = 2.800 \$/ton	4.825.198,874	182.010,304	6.386.469,018	10.349.645,466	1.519.335,866	3.092.010,701	4.926.357,453	31.281.027,680,00
Pérdida de agua (ton)	86.164,27	3.250,18	114.044,09	184.815,10	27.131,00	55.214,48	87.970,67	558.589,78
Costo \$/m <sup>3</sup> (11,2 \$/m <sup>3</sup> = 0,02 USD/ton)	965.039,7747	36.402,0608	1.277.293,804	2.069.929,093	303.867,1731	618.402,1402	985.271,4906	6.256.205,54
Costo de suelo + agua (Mill. \$)	4.826,16	182,05	6.387,75	10.351,72	1.519,64	3.092,63	4.927,34	31.287,28

### 6.2.6. Principales provincias y comunas afectadas

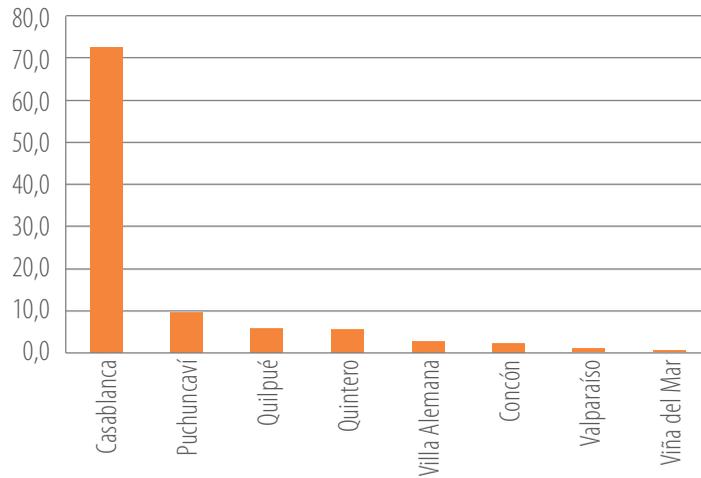
Tal como se puede apreciar en el gráfico que sigue, la provincia de Petorca es la más afectada por la desertificación y degradación de las tierras y las pérdidas de VBP que registra, las que superan los 8.466 millones de pesos anuales. Dentro de esta provincia y tal como se puede ver en el gráfico correspondiente, las comunas de Cabildo, Petorca y La Ligua son las que registran las mayores pérdidas de VBP por concepto de costos de inacción.

En la provincia de Valparaíso, la comuna de Casablanca es que la presenta las pérdidas más elevadas, mientras que en la provincia de Los Andes, esta posición la ocupa la comuna de San Esteban. En el resto de las provincias, las comunas más afectadas son Quillota e Hijuelas en la provincia de Quillota, Santo Domingo y San Antonio en la provincia de San Antonio y, finalmente, San Felipe y Llaillay en la provincia de San Felipe.

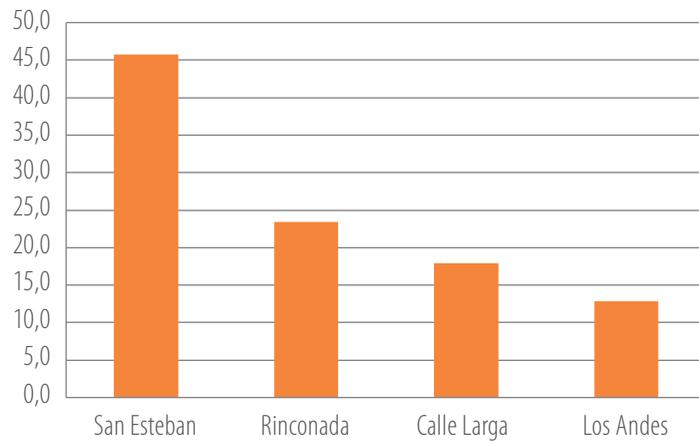
**GRÁFICO 9** REGIÓN DE VALPARAÍSO: PARTICIPACIÓN DE LAS PROVINCIAS EN LAS PÉRDIDAS DE VBP POR LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS CORRIENTES



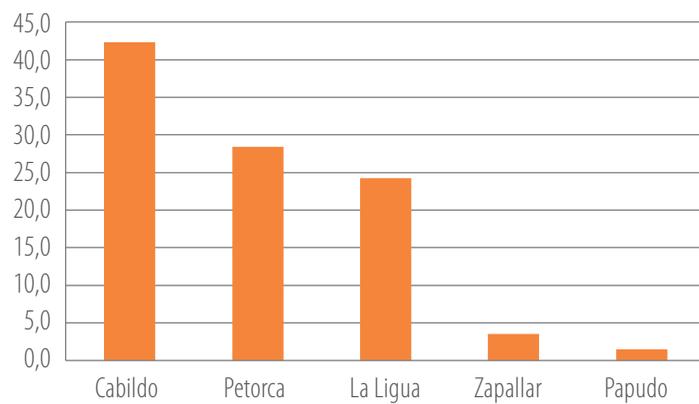
**GRÁFICO 10** PROVINCIA DE VALPARAÍSO: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



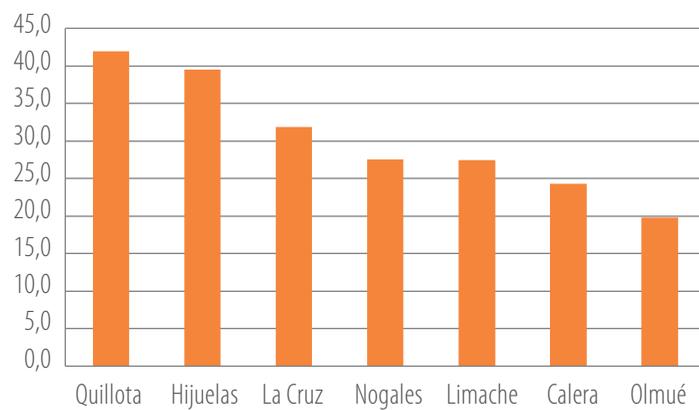
**GRÁFICO 11** PROVINCIA DE LOS ANDES: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



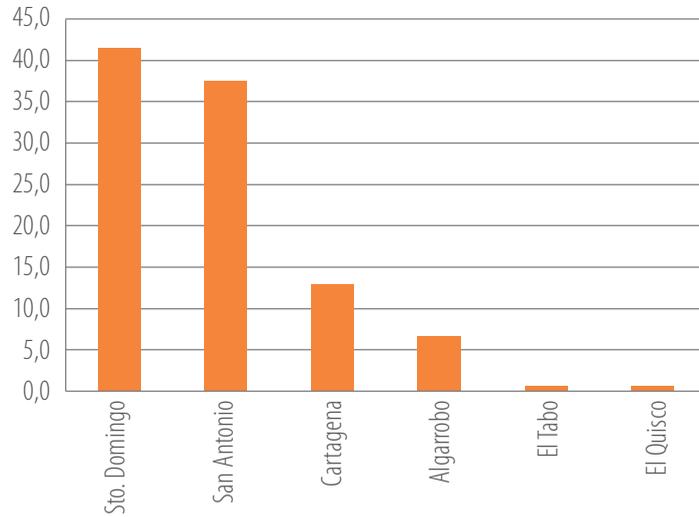
**GRÁFICO 12** PROVINCIA DE PETORCA: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



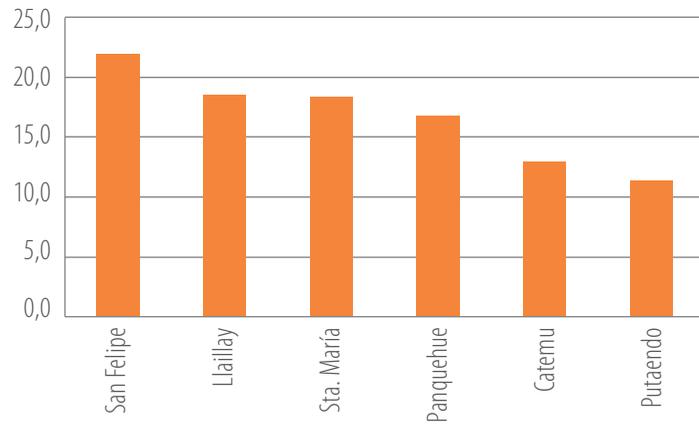
**GRÁFICO 13** PROVINCIA DE QUILLOTA: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



**GRÁFICO 14** PROVINCIA DE SAN ANTONIO: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



**GRÁFICO 15** PROVINCIA DE SAN FELIPE: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



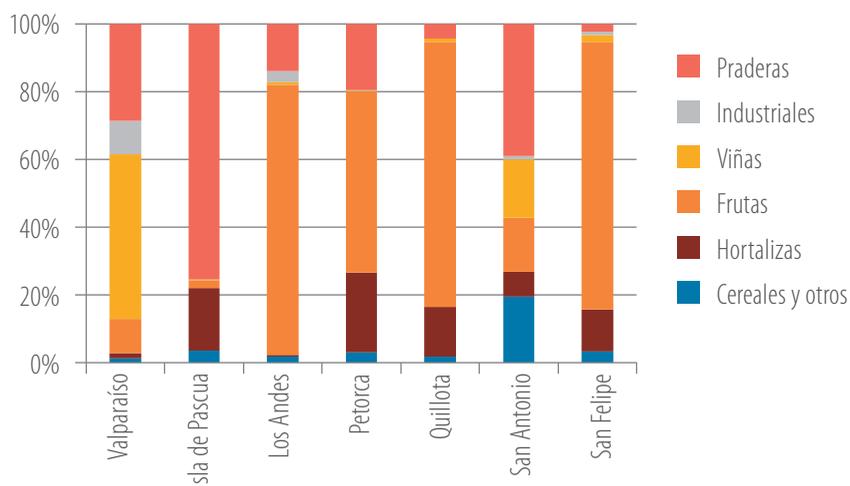
### 6.2.7. Principales productos

El cuadro y el gráfico que siguen muestran la situación de las pérdidas de VBP ordenadas por productos y por provincias. Como puede verse, en las comunas de Los Andes, Quillota y San Felipe las mayores pérdidas ocurren en las praderas.

**CUADRO 21** REGIÓN DE VALPARAÍSO: PARTICIPACIÓN DE LOS PRINCIPALES RUBROS POR PROVINCIAS EN LAS PÉRDIDAS DE VBP POR LA DEGRADACIÓN. CIFRAS EN PORCIENTOS

Rubros	Valparaíso	I. de Pascua	Los Andes	Petorca	Quillota	S. Antonio	S. Felipe
Cereales y otros	1,39	3,64	1,70	3,15	1,90	19,42	3,18
Hortalizas	1,35	18,34	0,55	23,47	14,58	7,34	12,44
Frutas	10,15	2,43	79,70	53,56	78,35	16,12	79,05
Viñas	48,69	0,14	0,99	0,06	0,94	17,26	2,03
Industriales	9,96	0,00	3,29	0,29	0,04	0,80	1,18
Praderas	28,46	75,45	13,77	19,49	4,18	39,07	2,13
<b>Total</b>	<b>100,00</b>						

**GRÁFICO 16** REGIÓN DE VALPARAÍSO: PARTICIPACIÓN DE LOS PRINCIPALES RUBROS POR PROVINCIAS EN LAS PÉRDIDAS DE VBP POR LA DEGRADACIÓN. CIFRAS EN PORCIENTOS



### 6.3. Región del Libertador General Bernardo O’Higgins

#### 6.3.1. Antecedentes

El territorio de la Región de O’Higgins (provincias de Cachapoal, Cardenal Caro y Colchagua) cubre una superficie de 16,4 mil kilómetros cuadrados y tiene una población de 877,8 mil habitantes (Censo 2012<sup>2</sup>).

#### Relieve<sup>3</sup>

Las características del relieve más importantes son la presencia de cuatro fajas longitudinales: cordillera de los Andes, depresión intermedia, cordillera de la Costa y planicies costeras.

2 Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Resultados finales, Censo de 2012. Consultado el 2 de abril de 2013. Citado en [http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Regiones\\_de\\_Chile\\_por\\_poblaci%C3%B3n#cite\\_note-c2012-1](http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Regiones_de_Chile_por_poblaci%C3%B3n#cite_note-c2012-1).

3 Fuente: [http://www.profesorenlinea.cl/Web\\_12/08/2014](http://www.profesorenlinea.cl/Web_12/08/2014).

La cordillera de los Andes tiene en esta región una altitud que varía entre los 3.000 a 4.000 metros sobre el nivel del mar (msnm) y un ancho aproximado de 50 kilómetros.

La depresión intermedia se presenta con formas planas generadas por el acarreo de materiales, principalmente de origen glacio-fluvio-volcánico, destacando al norte de la región la cuenca de Rancagua, que se extiende desde Angostura del Paine hasta Angostura de Pelequén, por el sur, alcanzando una longitud de 60 kilómetros y un ancho aproximado de 25 kilómetros. Es atravesada por el estero Codegua, el río Cachapoal y el río Claro en Rengo; al sur, la depresión intermedia se abre hacia la provincia de Colchagua.

La cordillera de la Costa se presenta baja y de formas redondeadas que no alcanza los 2.000 msnm. Se abre paso por el valle de Peumo-Codao-Coltauco, para luego, al sur de San Vicente de Taguatagua, frente a la ciudad de San Fernando, volver a retomar altura.

Las planicies litorales presentan gran extensión en el litoral al sur del estero Yali, en las cercanías del río Rapel, donde la costa es baja y permite el desarrollo de dunas y playas. Lo mismo sucede en Bucalemu y Pichilemu, donde se presentan hasta tres niveles de terrazas. El contacto con la cordillera de la Costa se hace por medio de diferentes cursos de agua que penetran hasta 25 km hacia el interior.

El principal sistema hidrográfico de la región lo constituye el río Rapel, el cual, a través de sus tributarios, colecta las aguas de la cordillera de los Andes y de la parte norte de la Cordillera de la Costa. Este río se forma de la unión de los ríos Cachapoal y Tinguiririca.

### ***Clima e hidrografía<sup>4</sup>***

En la región predomina el clima mediterráneo con estación seca prolongada, aunque las precipitaciones son mayores que en Santiago y aumentan en el sector cordillerano. El relieve actúa también como factor del clima en el sector costero, como en el resto del país. En el sector del centro, donde no alcanza a llegar la influencia del mar, se producen grandes contrastes de temperatura diaria y anual. En los sectores andinos la temperatura desciende por efecto del aumento de la altura.

Los ríos son de régimen mixto (nivoso-pluvial). En efecto, las lluvias de invierno generan un aumento del caudal con desbordes que provocan inundaciones. Los ríos Cachapoal y Tinguiririca forman juntos el Rapel.

### ***Paisaje***

Por ser una zona muy cultivada en los últimos 450 años, la flora y la fauna nativas han sido prácticamente diezmadas, al igual que el bosque nativo. Especialmente los robles, que han sido reemplazados por especies foráneas como pino insigne, eucaliptus, álamos, nogales, castaños, sauces y zarzamora.

En la cordillera de la Costa y en las planicies litorales existen especies nativas, como boldos, peumos, quillayes, maitenes y litres. En la precordillera de los Andes entre los 600 y 1.500 metros de altura existen especies arbóreas como el roble, el roble maulino, coigüe, hualo, olivillos, ciprés de la cordillera y lingue.

<sup>4</sup> Fuente: Geografía Regional de Chile, [www.educarchile.cl](http://www.educarchile.cl). Web 12/08/2014.

### Actividad silvoagropecuaria

Junto a la Región Metropolitana, la Región de O'Higgins posee los mejores suelos de cultivo de todo el país. Su producción se orienta a los cultivos tradicionales como maíz, tabaco, garbanzos, arroz, trigo, porotos, maravilla y arvejas. Actualmente, la explotación frutícola ha adquirido una gran importancia.

En el sector forestal, la actividad más importante la constituyen las plantaciones de álamos y de pino insigne. Este último se cultiva principalmente en la cordillera de la Costa.

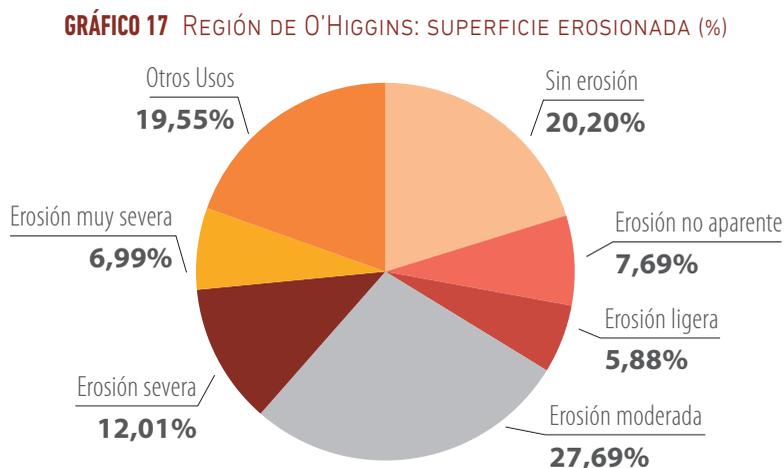
La ganadería es significativa, por los excelentes suelos de pastoreo que existen en los valles cordilleros. Entre las variedades de ganado de la zona se destacan (en orden de cantidad de cabezas): porcinos (786.014), ovinos (181.835), bovinos (132.827) y caballares (28.931). Las cifras corresponden a 1997.

La avicultura muestra también un crecimiento importante. La producción de huevos en el año 2001 alcanzó a más de 264 millones de unidades, de las cuales un gran porcentaje se distribuye en la zona central.

La actividad agroindustrial y de alimentos es significativa. Existen plantas secadoras de maíz y plantas almacenadoras de alimentos y molinos. En Graneros está la empresa Chiprodal que elabora productos lácteos, culinarios y bebidas instantáneas. Las industrias conserveras se ubican en Malloa, Rengo y San Fernando.

### 6.3.2. Erosión en la Región de O'Higgins

Un 28% de su superficie se encuentra sin erosión o con erosión no aparente, mientras que un 19% está afectada por erosión severa y muy severa, como se puede apreciar en las figuras y mapas que se presentan a continuación. Las comunas con mayor superficie afectada por erosión severa y muy severa se encuentran en la cordillera y precordillera de los Andes y en menor medida en la zona costera.



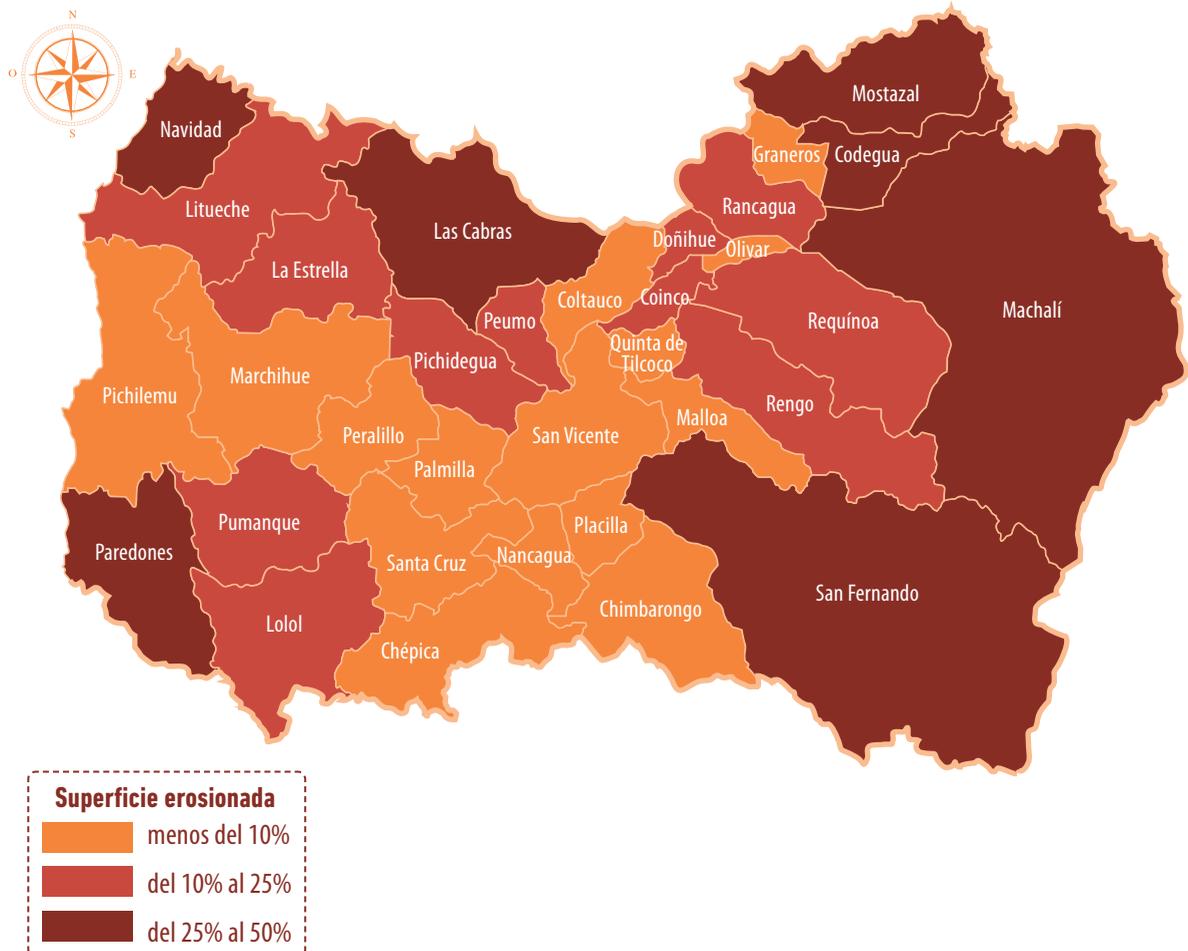
**CUADRO 22** REGIÓN DE O´HIGGINS: SUPERFICIE EROSIONADA (HA)

Nivel de erosión	Superficie (ha)	%
Sin erosión	330.874,30	20,20
Erosión no aparente	126.032,50	7,69
Erosión ligera	96.292,58	5,88
Erosión moderada	453.592,88	27,69
Erosión severa	196.768,91	12,01
Erosión muy severa	114.528,62	6,99
Otros usos	320.246,00	19,55
Total	1.638.335,79	100,00

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

Nota: Los cálculos de superficie realizados, utilizando ArcGIS, pueden tener una diferencia con las cifras oficiales de hasta +-10% aproximadamente.

**MAPA 9** REGIÓN DE O´HIGGINS: EROSIÓN SEVERA Y MUY SEVERA POR COMUNAS (%).



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

**CUADRO 23** EROSIÓN EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS, POR COMUNAS (HA)

Comuna	Erosión						Otros usos	Total parcial
	Sin erosión	Aparente	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa		
Chépica	15.613,36	1.818,49	689,66	28.241,25	2.285,43	205,40	392,89	49.246,48
Chimbarongo	29.291,63	6.635,44	4.671,73	6.678,33	1.225,65	291,89	1.973,07	50.767,74
Codegua	9.327,48	8,22	1.953,93	3.554,64	3.864,24	3.687,89	6.217,77	28.614,17
Coinco	5.210,73		173,29	2.505,90	1.204,87	168,16	681,54	9.944,50
Coltauco	9.804,85	3.593,59	820,17	5.516,79	959,40	146,71	1.117,85	21.959,36
Doñihue	3.211,39		1.124,40	1.867,10	1.060,08	53,79	573,40	7.890,15
Graneros	7.826,49	31,88	924,19	1.299,02	850,58	98,38	273,34	11.303,89
La Estrella	535,49	232,61	5.169,27	28.096,35	8.065,17	17,58	1.368,34	43.484,81
Las Cabras	21.329,41	5.845,98	1.340,68	23.209,23	14.630,16	4.146,97	4.441,78	74.944,21
Litueche	2.986,28	8.144,05	6.980,24	32.031,53	9.362,94	1.587,68	709,03	61.801,75
Lolol	3.627,55	5.006,32	4.649,28	37.848,82	7.164,87	1.213,68	154,44	59.664,96
Machalí	5.068,93	1.099,38	7.654,10	22.242,95	29.041,91	38.708,08	155.577,17	259.392,50
Malloa	7.430,32		602,24	2.893,57	268,03		190,97	11.385,12
Marchihue	8.980,19	7.036,93	4.634,78	39.770,48	5.226,62	10,30	485,29	66.144,59
Mostazal	10.594,50	224,28	5.310,55	6.770,62	8.808,49	12.461,82	8.361,71	52.531,97
Nancagua	5.017,73	1.835,77	65,87	2.529,63	775,05	285,90	643,46	11.153,42
Navidad	1.272,25	3.323,66	1.397,13	9.942,85	13.036,92	548,34	631,79	30.152,94
Olivar	3.494,51			49,16	61,48		790,04	4.395,19
Palmilla	15.762,06	1.885,78	224,31	4.672,82	548,98	95,67	606,22	23.795,85
Paredones	635,57	15.121,02	1.592,90	15.574,70	16.755,40	4.116,79	184,15	53.980,53
Peralillo	15.532,67	324,89	520,50	9.677,08	1.332,71	325,94	489,49	28.203,28
Peumo	7.512,44	2.608,47	157,63	2.731,70	1.366,72	476,99	807,79	15.661,75
Pichidegua	17.495,13	487,38	500,99	6.549,75	5.153,99	327,14	1.529,13	32.043,50
Pichilemu	2.100,80	31.082,57	7.737,47	27.542,78	5.414,97		1.326,93	75.205,53
Placilla	6.700,68	1.304,11	536,51	4.887,76	184,00	6,17	1.005,77	14.625,00
Pumanque	204,45	4.152,23	2.606,66	30.498,35	6.027,10	630,64	38,74	44.158,18
Q. de Tilcoco	7.327,80	11,08	224,19	1.365,90	249,11	9,75	243,26	9.431,09
Rancagua	14.534,03	490,41	1.372,86	3.900,39	2.684,89		3.163,36	26.145,95
Rengo	19.699,79		4.462,06	10.126,88	7.578,29	3.445,99	13.630,44	58.943,44
Requinoa	15.274,42	380,94	9.139,98	18.148,22	5.865,22	6.452,93	11.716,81	66.978,52
San Fernando	18.996,52	18.278,59	16.427,20	27.239,47	31.989,17	33.157,01	98.829,75	244.917,72
San Vicente	22.884,95	3.486,68	1.559,78	15.535,51	2.477,19	886,26	812,33	47.642,69
Santa Cruz	15.589,88	1.581,75	1.068,01	20.093,35	1.249,30	964,77	1.277,96	41.825,02
Total	330.874,30	126.032,50	96.292,58	453.592,88	196.768,91	114.528,62	320.246,00	1.638.335,79

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

Nota: los cálculos de superficie realizados, utilizando ArcGIS, pueden tener una diferencia con las cifras oficiales de hasta +-10%, aproximadamente.

A continuación, se presenta en detalle el porcentaje de la superficie de las comunas de la región que se encuentran expuestas a erosión severa y muy severa, ordenadas de mayor a menor.

**CUADRO 24** REGIÓN DE O´HIGGINS: RANKING DE COMUNAS POR SUPERFICIE CON EROSIÓN SEVERA Y MUY SEVERA (%)

Comuna	Erosión %	Nivel	Comuna	Erosión %	Nivel
Navidad	45,05	3	Rancagua	10,27	2
Mostazal	40,49	3	Nancagua	9,51	1
Paredones	38,67	3	Graneros	8,39	1
San Fernando	26,60	3	Marchihue	7,92	1
Codegua	26,39	3	Pichilemu	7,20	1
Machalí	26,12	3	San Vicente	7,06	1
Las Cabras	25,05	3	Peralillo	5,88	1
Rengo	18,70	2	Santa Cruz	5,29	1
La Estrella	18,59	2	Chépica	5,06	1
Requínoa	18,39	2	Coltauco	5,04	1
Litueche	17,72	2	Chimbarongo	2,99	1
Pichidegua	17,11	2	Quinta de Tilcoco	2,74	1
Pumanque	15,08	2	Palmilla	2,71	1
Doñihue	14,12	2	Malloa	2,35	1
Lolol	14,04	2	Olivar	1,40	1
Coinco	13,81	2	Placilla	1,30	1
Peumo	11,77	2			

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

### 6.3.3. Desertificación en la Región de O'Higgins

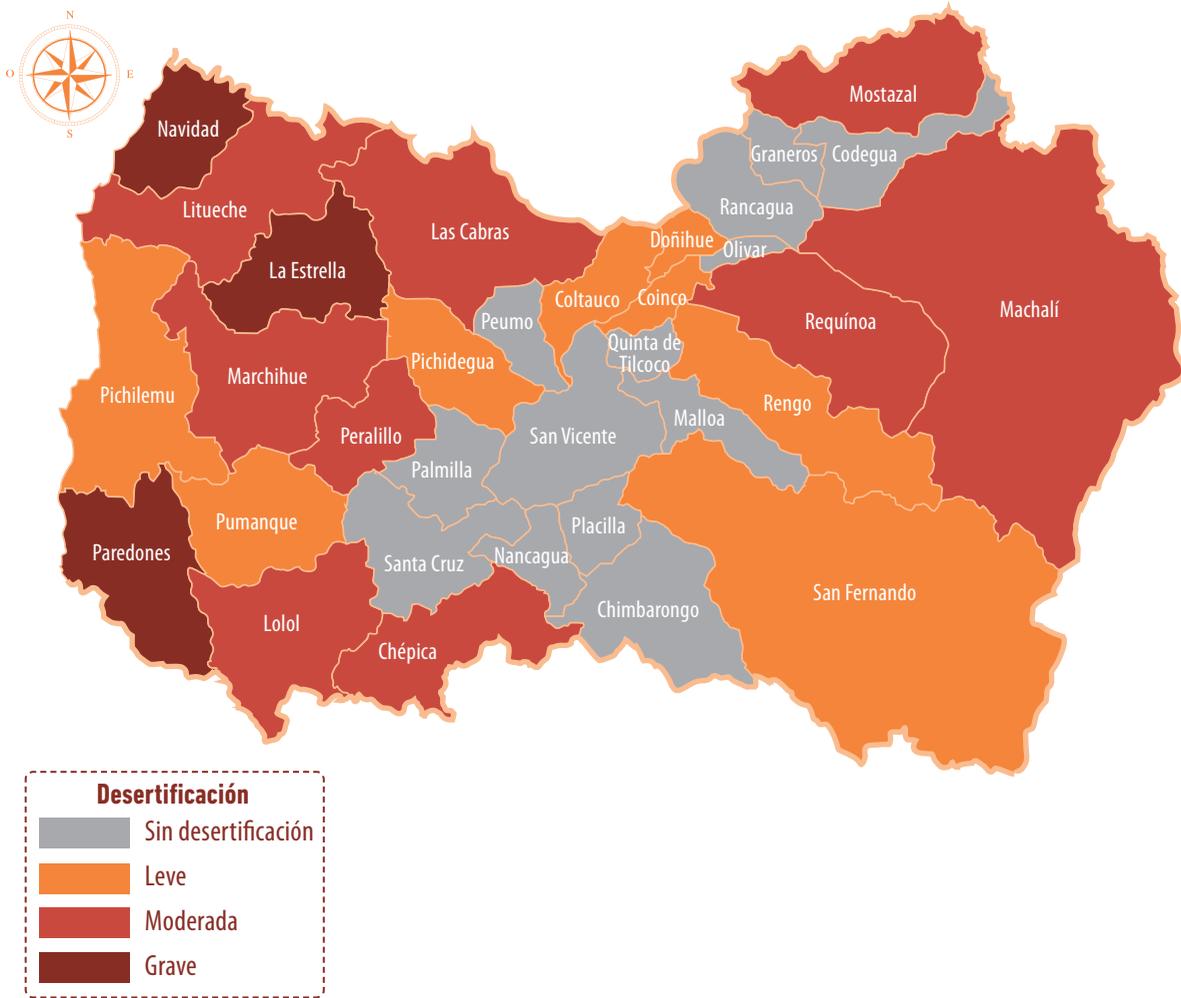
Considerando el estudio desarrollado por CONAF en 1999, un 51,67% de la superficie regional se encuentra afectada por la desertificación, en niveles grave y moderado.

**CUADRO 25** REGIÓN DE O´HIGGINS: SUPERFICIE AFECTADA POR LA DESERTIFICACIÓN, EN PORCENTAJE

Nivel	%
Grave	7,79
Moderado	43,88
Leve	30,22
Sin desertificación	18,11
Total	100,00

A continuación, se presenta el Mapa Preliminar de la Desertificación para la Región de O'Higgins, donde se puede apreciar que los niveles de degradación son mayores hacia la costa. Cabe mencionar que esta información corresponde a 1999.

**MAPA 10** REGIÓN DE O´HIGGINS: DESERTIFICACIÓN A NIVEL COMUNAL



Fuente: Elaboración propia en base a CONAF, 1999.

En la siguiente tabla se presentan las comunas de la Región de O'Higgins ordenadas según sus niveles de degradación de tierras.

**CUADRO 26** REGIÓN DE O´HIGGINS: RANKING DE COMUNAS POR NIVELES DE DESERTIFICACIÓN

Comuna	Nivel
La Estrella	Grave
Navidad	Grave
Paredones	Grave
Chépica	Moderado
Las Cabras	Moderado
Litueche	Moderado
Lolol	Moderado
Machalí	Moderado
Marchihue	Moderado
Mostazal	Moderado
Peralillo	Moderado
Requínoa	Moderado
Coinco	Leve
Coltauco	Leve
Doñihue	Leve
Pichidegua	Leve
Pichilemu	Leve
Pumanque	Leve
Rengo	Leve
San Fernando	Leve
Chimbarongo	Sin desertificación
Codegua	Sin desertificación
Graneros	Sin desertificación
Malloa	Sin desertificación
Nancagua	Sin desertificación
Olivar	Sin desertificación
Palmilla	Sin desertificación
Peumo	Sin desertificación
Placilla	Sin desertificación
Quinta de Tilcoco	Sin desertificación
Rancagua	Sin desertificación
San Vicente	Sin desertificación
Santa Cruz	Sin desertificación

Fuente: Mapa Preliminar de la Desertificación de Chile (CONAF, 1999).

#### 6.3.4. Erosión potencial en la Región de O'Higgins

En el reciente trabajo citado, desarrollado por CIREN, se ha medido el riesgo de erosión potencial identificando áreas homogéneas, las que se han agrupado a nivel comunal con fines operacionales asociados al presente estudio. A continuación, se presenta un listado de las comunas ordenadas de mayor a menor según la proporción de sus tierras que se encuentra con riesgo potencial de erosión severa y muy severa.

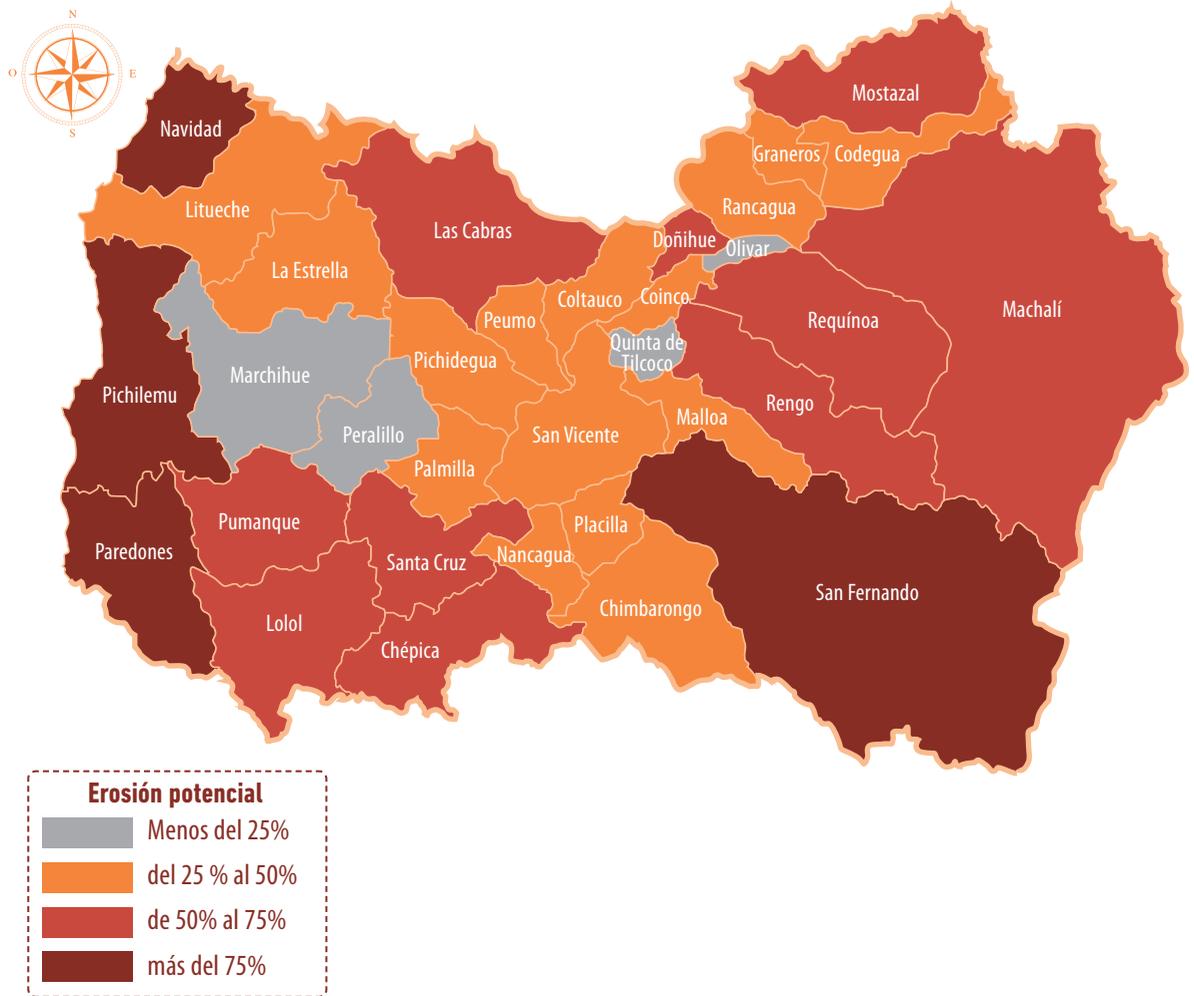
**CUADRO 27** REGIÓN DE O´HIGGINS: RANKING DE COMUNAS AFECTADAS POR EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA

Comuna	% de superficie afectada por erosión	Nivel
Navidad	79,94	4
San Fernando	79,53	4
Paredones	79,17	4
Pichilemu	77,63	4
Requínoa	73,38	3
Lolol	65,13	3
Rengo	64,30	3
Mostazal	64,12	3
Chépica	60,12	3
Las Cabras	59,76	3
Machalí	59,45	3
Pumanque	53,53	3
Doñihue	53,27	3
Santa Cruz	52,24	3
Coltauco	49,71	2
Peumo	48,64	2
Codegua	47,74	2
Placilla	47,38	2
San Vicente	47,37	2
Litueche	44,67	2
Nancagua	44,19	2
Coinco	38,86	2
Chimbarongo	37,91	2
La Estrella	37,73	2
Rancagua	36,40	2
Pichidegua	33,84	2
Malloa	33,80	2
Palmilla	29,03	2
Graneros	28,73	2
Marchihue	23,25	1
Quinta de Tilcoco	19,52	1
Peralillo	18,35	1
Olivar	2,38	1

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

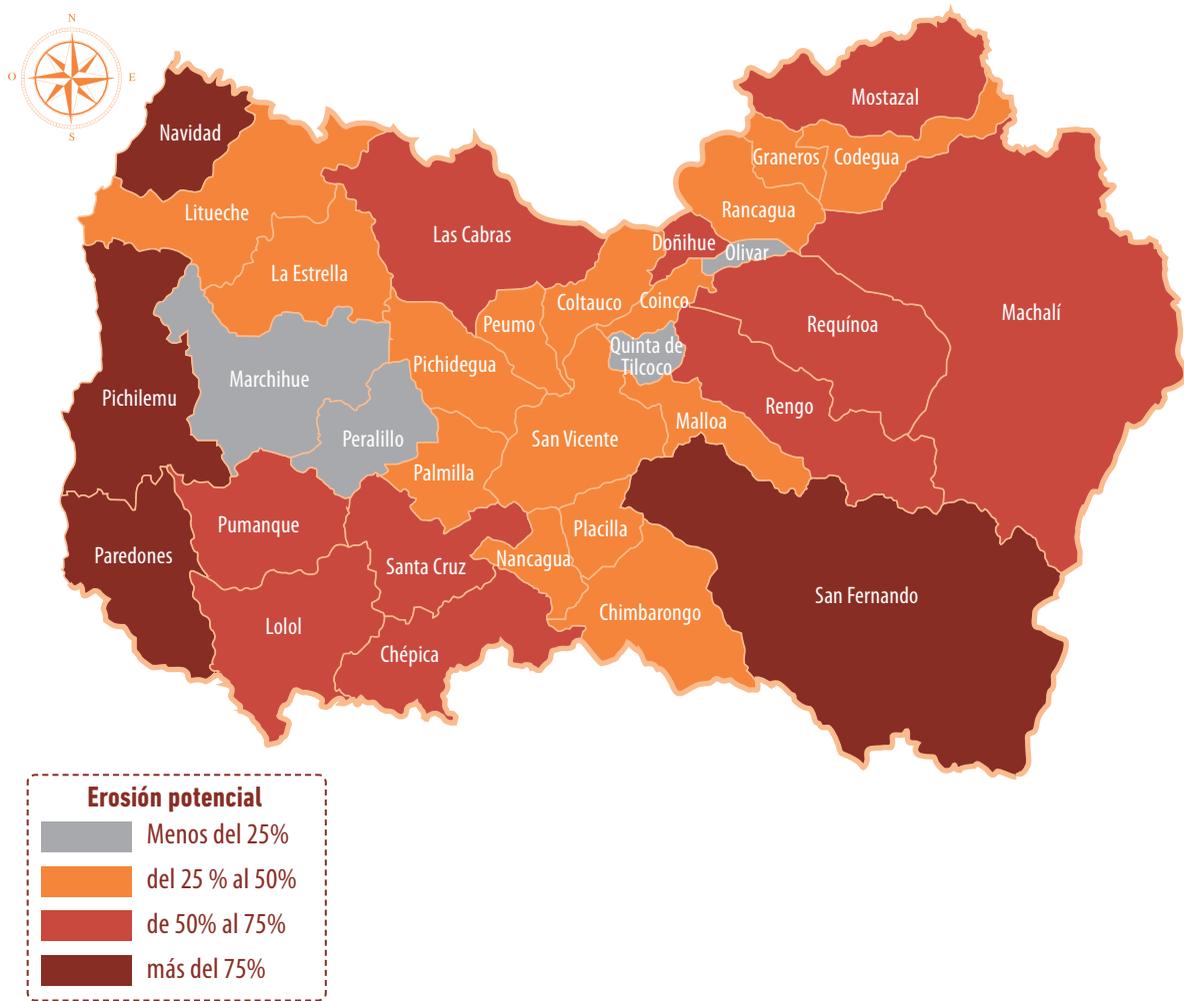
Resulta interesante contrastar el mapa de erosión potencial con el mapa de desertificación con el fin de analizar una eventual correspondencia.

**MAPA 11** REGIÓN DE O'HIGGINS: COMUNAS AFECTADAS POR RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

**MAPA 12** REGIÓN DE O´HIGGINS: COMUNAS AFECTADAS POR RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA Y POR LA DESERTIFICACIÓN



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

Si bien estos mapas presentan fenómenos diferentes, medidos de manera diversa y en momentos distintos, la comparación permite reconocer que algunas comunas, tales como Paredones y Navidad, donde a la grave desertificación se le adiciona un potencial de erosión severa y muy severa que afecta a más del 75% de las superficies. De ser confirmada dicha situación, a través de la aplicación de otras mediciones y/o por medio de talleres y visitas en terreno, el sector mencionado sería un área prioritaria de atención para la política pública.

### 6.3.5. Los Costos de inacción

### Costos de reemplazo y costos de erosión

La estimación por este método indica que las pérdidas de la región alcanzan un monto anual equivalente al 9% del PIB agropecuario. El cuadro que sigue da cuenta de las pérdidas por provincias y comunas, según rubros relevantes definidos por el Censo Agropecuario del 2007.

Estimado el costo por el método de pérdidas por erosión, el monto alcanza el 12,9% del PIB agropecuario.

Por su parte, las estimaciones econométricas permitieron verificar que las pérdidas medidas por las diferencias de VBP de áreas afectadas versus áreas no afectadas, dan cuenta de un “stock” de desertificación que se refleja en pérdidas de VBP de entre el 29% al 33%.

**CUADRO 28** REGIÓN DE O’HIGGINS: COSTOS DE INACCIÓN ESTIMADOS POR COSTOS DE REEMPLAZO A NIVEL DE RUBROS PRINCIPALES, POR PROVINCIA Y POR COMUNAS. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS CORRIENTES

	Frutales	Hortalizas	Cereales	Industriales	Viñas	Praderas	Total
<b>Prov. Cachapoal</b>	<b>10.739,65</b>	<b>2.377,87</b>	<b>8.865,04</b>	<b>51,83</b>	<b>1.644,21</b>	<b>606,51</b>	<b>24.285,11</b>
Rancagua	780,05	36,98	360,84	41,41	147,08	14,16	1.380,52
Codegua	877,43	7,60	64,64	0,45	48,18	14,08	1.012,38
Coinco	89,00	89,74	308,81	1,32		10,05	498,92
Coltauco	673,38	85,73	485,61	1,55	18,41	19,38	1.284,05
Doñihue	79,08	50,20	50,65	0,01	1,55	20,52	201,99
Graneros	601,77	20,22	195,92	2,26	46,16	9,09	875,42
Las Cabras	1.062,52	131,94		4,23	203,38	36,51	1.438,58
Machalí	197,19	11,99	79,67		10,42	354,03	653,30
Malloa	262,74	286,72	943,22	7,55	38,08	4,69	1.542,99
Mostazal	389,69	22,39	259,66	0,58	87,05	22,11	781,47
Olivar	425,24	3,90	0,29	0,24	1,52	2,04	433,22
Peumo	507,30	29,14	142,67	1,59	254,40	1,25	936,35
Pichidegua	398,89	304,64	2058,21	10,02	177,35	37,16	2.986,29
Quinta de Tilcoco	167,97	595,01	686,48	4,41	62,93	0,72	1.517,51
Rengo	1.492,07	208,48	1.288,92	19,38	171,55	15,66	3.196,05
Requínoa	1.355,86	23,95	165,65	4,10	279,07	31,01	1.859,63
San Vicente	1.379,46	469,24	1773,80	40,27	97,08	14,09	3.773,94
<b>Prov. Cardenal Caro</b>	<b>359,34</b>	<b>102,66</b>	<b>581,13</b>	<b>4,68</b>	<b>565,54</b>	<b>744,76</b>	<b>2.358,11</b>
Pichilemu	12,14	6,06	87,94		0,27	56,27	162,68
La Estrella	150,67	0,30	111,86	0,04	16,26	165,82	444,96
Litueche	15,98	5,10	110,86		23,23	207,48	362,64
Marchihue	129,07	12,22	117,06	4,64	500,76	160,17	923,91
Navidad	43,63	34,95	99,43	0,01	8,42	77,07	263,51
Paredones	7,85	44,05	53,98		16,58	77,95	200,42
<b>Prov. Colchagua</b>	<b>3.953,30</b>	<b>692,03</b>	<b>8.112,84</b>	<b>945,67</b>	<b>3.190,57</b>	<b>738,82</b>	<b>17.633,24</b>
San Fernando	779,04	52,26	595,40	2,43	284,94	308,26	2.022,33
Chépica	261,32	285,56	2.673,13	31,44	227,98	76,69	3.556,13
Chimbarongo	704,46	189,31	1.447,61	789,65	243,64	46,38	3.421,05
Lolol	358,98	4,09	136,53	24,03	252,75	76,02	852,40
Nancagua	573,36	25,21	482,24	8,51	345,44	2,71	1.437,46

	Frutales	Hortalizas	Cereales	Industriales	Viñas	Praderas	Total
Palmilla	255,41	43,43	1.230,55	32,25	576,35	26,82	2.164,82
Peralillo	158,51	9,38		10,44	646,02	58,09	882,45
Placilla	488,65	11,00	433,87	9,59	152,62	17,78	1.113,51
Pumanque	64,65	2,40	90,02	10,47	39,57	75,01	282,13
Santa Cruz	308,92	69,38	1.023,50	26,86	421,27	51,07	1.900,98
<b>Total</b>	<b>15.052,29</b>	<b>3.172,55</b>	<b>17.559,01</b>	<b>1.002,19</b>	<b>5.400,32</b>	<b>2.090,10</b>	<b>44.276,46</b>

**CUADRO 29** REGIÓN DE O´HIGGINS: COSTOS DE INACCIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS SEGÚN EL MÉTODO DE PÉRDIDAS POR EROSIÓN A NIVEL DE PROVINCIA. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS

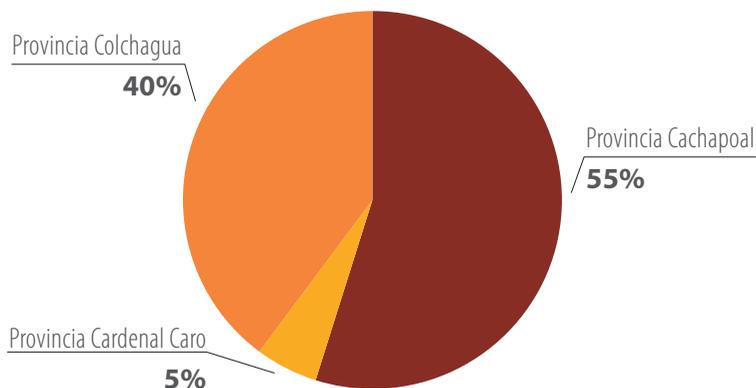
	Cachapoal	Cardenal Caro	Colchagua	Total
Erosión neta (ton/ha)	7	5	8	2,8
Área	282.887,89	227.233,72	367.132,87	877.254,48
Pérdidas suelo (ton)	1.980.215,23	1.363.402,3	2.937.063	6.280.680,51
Costo de suelo; USD 20/ton = 11.200 \$/ton	22.178.410,576	1,527E+10	3,29E+10	70.343.621.712
Pérdida de agua (ton)	396.043,05	272.680,46	587.412,59	1.256.136,10
Costo \$/m <sup>3</sup> (11,2 \$/m <sup>3</sup> = 0,02 USD/ton)	4.435.682,11	3.054.021,2	6.579.021	14.068.724,34
Costo de suelo + agua (Mill. \$)	22.182,84	15.273,16	32.901,684	70.357,69

### 6.3.6. Principales provincias y comunas afectadas

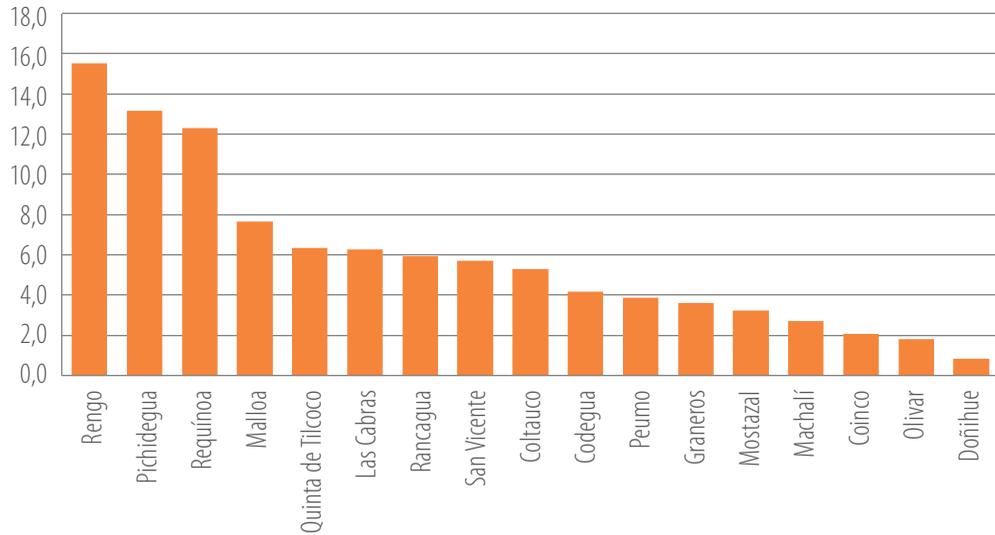
La provincia de Cachapoal es la que más aporta a las pérdidas totales de VBP, con un 55%, aproximadamente. La provincia Cardenal Caro, aun cuando aporta solo un 5% del total de las pérdidas, es la que experimenta los procesos de degradación más agudos.

A nivel de provincias, las comunas de Rengo, Pichidegua y Requínoa son la que más aportan a las pérdidas en Cachapoal. Marchihue concentra casi un 40% de las pérdidas de VBP de la provincia de Cardenal Caro, y Chépica y Chimbarongo, en la provincia de Colchagua, contribuyen con cerca del 20% de las pérdidas cada una.

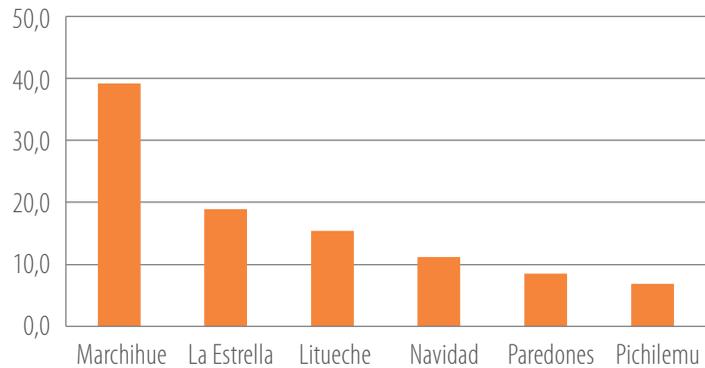
**GRÁFICO 18** REGIÓN DE O´HIGGINS: PARTICIPACIÓN DE LAS PROVINCIAS EN LAS PÉRDIDAS DE VBP POR LA DEGRADACIÓN



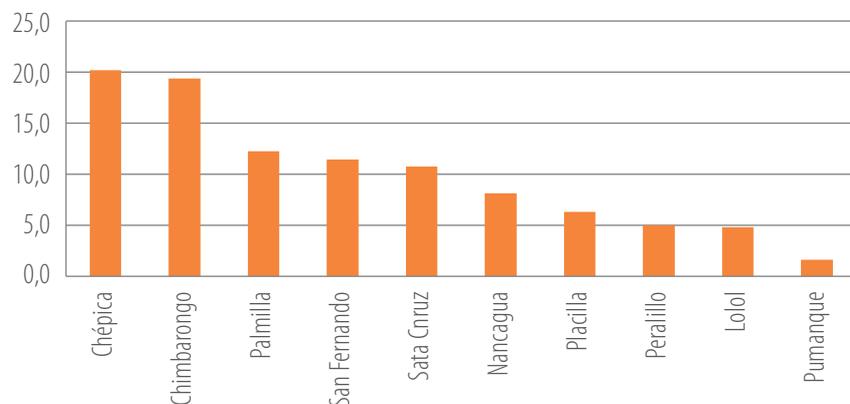
**GRÁFICO 19** PROVINCIA DE CACHAPOAL: PARTICIPACIÓN DE LAS PROVINCIAS EN LAS PÉRDIDAS DE VBP POR LA DEGRADACIÓN



**GRÁFICO 20** PROVINCIA DE CARDENAL CARO: PARTICIPACIÓN DE LAS PROVINCIAS EN LAS PÉRDIDAS DE VBP POR LA DEGRADACIÓN



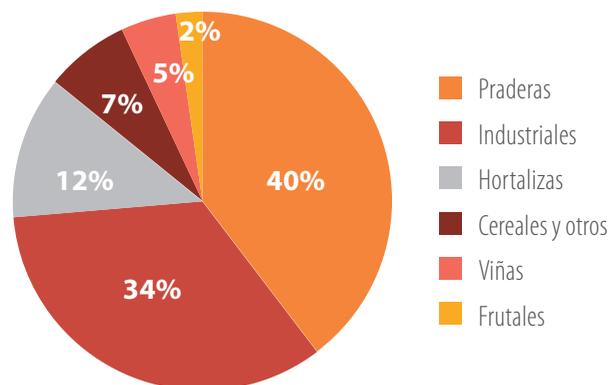
**GRÁFICO 21** PROVINCIA DE COLCHAGUA: PARTICIPACIÓN DE LAS PROVINCIAS EN LAS PÉRDIDAS DE VBP POR LA DEGRADACIÓN



### 6.3.7. Principales productos

De acuerdo a la información disponible, los cereales, tubérculos y leguminosas constituyen el grupo más importante en cuanto a aporte a las pérdidas de VBP por la desertificación y degradación de las tierras, tal como se puede apreciar en el gráfico que sigue.

**GRÁFICO 22** REGIÓN DE O'HIGGINS: PARTICIPACIÓN DE LOS RUBROS PRINCIPALES EN LAS PÉRDIDAS DE VBP POR LA DEGRADACIÓN



## 6.4. Región del Maule

### 6.4.1. Antecedentes

La Región del Maule, conformada por las provincias de Curicó, Talca, Cauquenes y Linares, tiene una superficie de 30,3 kilómetros cuadrados y una población de 968,3 mil habitantes (Censo 2012<sup>5</sup>).

5 Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE). «Resultados finales – Censo de 2012». Consultado el 2 de abril de 2013. Citado en [http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Regiones\\_de\\_Chile\\_por\\_poblaci%C3%B3n#cite\\_note-c2012-1](http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Regiones_de_Chile_por_poblaci%C3%B3n#cite_note-c2012-1)

### **Relieve**

La región presenta las cuatro unidades de relieve características de la mayor parte del país: cordillera de los Andes, depresión intermedia, cordillera de la Costa y planicies litorales.

La cordillera de los Andes se caracteriza por un volcanismo que genera alturas que van reduciéndose en relación a las regiones de más al norte. La actividad volcánica y la acción glaciaria han generado lagunas cordilleranas como las lagunas de Teno, del Maule y las lagunas Invernada y Dial.

Entre la precordillera y la cordillera de la Costa se presenta el Valle Longitudinal, alcanzando un ancho de 40 km frente a Linares con una extensión de 170 km. Presenta un relieve plano solo interrumpido por los numerosos ríos que lo atraviesan en sentido este-oeste; sin embargo, hacia la parte central y sur de la región aparece, entre la depresión intermedia y la cordillera de los Andes, un relieve precordillerano de alturas inferiores a mil metros sobre el nivel del mar (msnm) que se conoce como “La Montaña”.

La cordillera de la Costa se presenta baja con colinas suaves que originan cuencas y valles. Está dividida en dos cordones, especialmente entre los ríos Maule e Itata originando las cuencas de Cauquenes (al sur de la región) y Quirihue, caracterizadas por condiciones microclimáticas. Las principales alturas no sobrepasan los 900 msnm.

Las planicies litorales tienen un amplio desarrollo con terrazas que alcanzan los 200 metros y un ancho aproximado de 5 kilómetros, interrumpidas por ríos que desembocan en el mar. Las playas se presentan extensas como es el caso de Constitución. La presencia de dunas se da especialmente en Putú, Chanco y Curanipe, que alternan la costa.

### **Clima**

El clima de la región varía según la proximidad o alejamiento del mar y en relación con la altitud. De tipo mediterráneo, con temperaturas suaves (13-15°C de promedio anual) y precipitaciones escasas e irregulares, es el clima característico de la costa, que adquiere matices continentales en la depresión intermedia.

En la costa predomina el clima templado mediterráneo costero, con temperaturas moderadas todo el año. En el valle longitudinal se da un clima templado mediterráneo cálido que cambia a un clima templado mediterráneo de altura en la precordillera hasta aproximadamente los 2.000 metros, presentando un descenso en temperaturas y aumento de precipitaciones.

Esta condición climática determina una estación seca de seis meses en el norte, a cuatro meses en el sur. La temperatura media es de 19°C y con extremas de 30°C, durante el período de verano; en cambio en invierno las temperaturas mínimas medias son de 7°C. Las amplitudes térmicas son notables (por ejemplo, Linares tiene una temperatura media de 6°C en julio y de 22°C en enero).

En las laderas andinas el clima es frío y muy húmedo (en la laguna de Maule se superan los 2.000 mm anuales).

La vegetación se corresponde con las distintas variedades climáticas, aunque la intervención humana ha llevado a talar importantes extensiones de bosque y matorral para dedicarlas a la agricultura.

### ***Hidrografía y riego***

La Región del Maule cuenta con dos sistemas hidrográficos: el río Mataquito al norte y el río Maule en el centro. El río Maule, que da nombre a la región, es el más destacado curso fluvial de la zona central, y su elevado caudal permite que sea remontado por barcas y lanchas. El río Claro es su principal afluente.

El río Maule es uno de los más importantes en el país, su hoya hidrográfica abarca una superficie de 20.300 km<sup>2</sup> y posee un caudal medio de 467 m<sup>3</sup>/segundo. Nace en la cordillera de los Andes y, con los aportes de varios tributarios, desemboca en el mar, en Constitución, con un ancho de 200 metros. Las aguas del Maule son utilizadas para el riego de los terrenos agrícolas, pero su importancia mayor está dada por su aprovechamiento en la producción de energía hidroeléctrica. Además, hay que destacar el embalse Colbún, cuya central hidroeléctrica de Colbún-Machicura aumenta significativamente la superficie de riego en la región.

El río Mataquito es de régimen mixto y sus afluentes son el Teno y el Lontué. Tiene una hoya hidrográfica de 6.200 km<sup>2</sup> y un caudal medio de 153 m<sup>3</sup>/segundo; desemboca en el mar. Sus aguas son utilizadas para el regadío de cultivos en el valle, abarcando una superficie de regadío de 100.000 hectáreas.

### ***Agricultura y ganadería***

La principal actividad económica de la Región del Maule es la agricultura, que a su vez genera una notable actividad agroindustrial. La actividad silvoagropecuaria de la región está fuertemente marcada por el régimen de transición del clima mediterráneo al oceánico. Así, la ganadería bovina se beneficia de la abundancia de las praderas naturales, y la masa forestal, plantada y natural, comienza a ser muy extensa.

La actividad agrícola propiamente dicha, desde la década de 1990, ha experimentado una reducción continuada de las siembras anuales, excepto en el caso del trigo. La maravilla registra un descenso muy marcado; en cambio, se ha producido un fuerte aumento de los frutales.

Desde comienzos de la década de 1990, la región concentra gran parte de la producción de manzanas, cerezas, peras y kiwis del país. También se hizo notoria la producción vitivinícola, concentrando más de la tercera parte de las vides a nivel nacional.

En el rubro de la ganadería, los bovinos superaban las 300.000 cabezas, cifra inferior a la de las regiones meridionales, pero ampliamente superior a las de las restantes del núcleo central.

La principal actividad industrial se vincula a la agricultura (vino, alimentos, tabaco, procesamiento de remolacha, arroz, trigo y aceite) y a la explotación forestal.

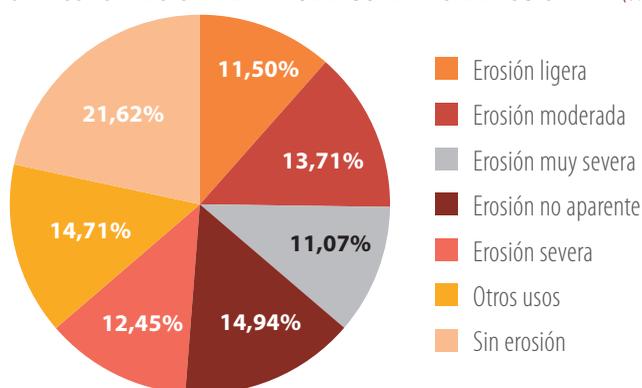
La mayor concentración de la industria agroalimentaria se produce en torno a Talca, la capital regional, donde existen también algunas plantas menores de fabricación de fósforos, calzado y cuero. En la actividad industrial derivada de la explotación forestal destaca la fábrica de pulpa de madera de la

empresa Celco, en Constitución, una de las mayores plantas industriales de la región. En Constitución también se fabrican cajas de embalaje para la exportación de frutas. En Talca y Copihue, hay fábricas de fósforos que utilizan las plantaciones de álamos.

#### 6.4.2. Erosión en la Región del Maule

Un poco más de un tercio de la superficie regional se encuentra sin erosión o sin erosión aparente, mientras que casi un 25% está afectada por erosión severa y muy severa, como se puede apreciar en las figuras y mapas que se entregan a continuación.

**GRÁFICO 23** REGIÓN DEL MAULE: SUPERFICIE EROSIONADA (%)

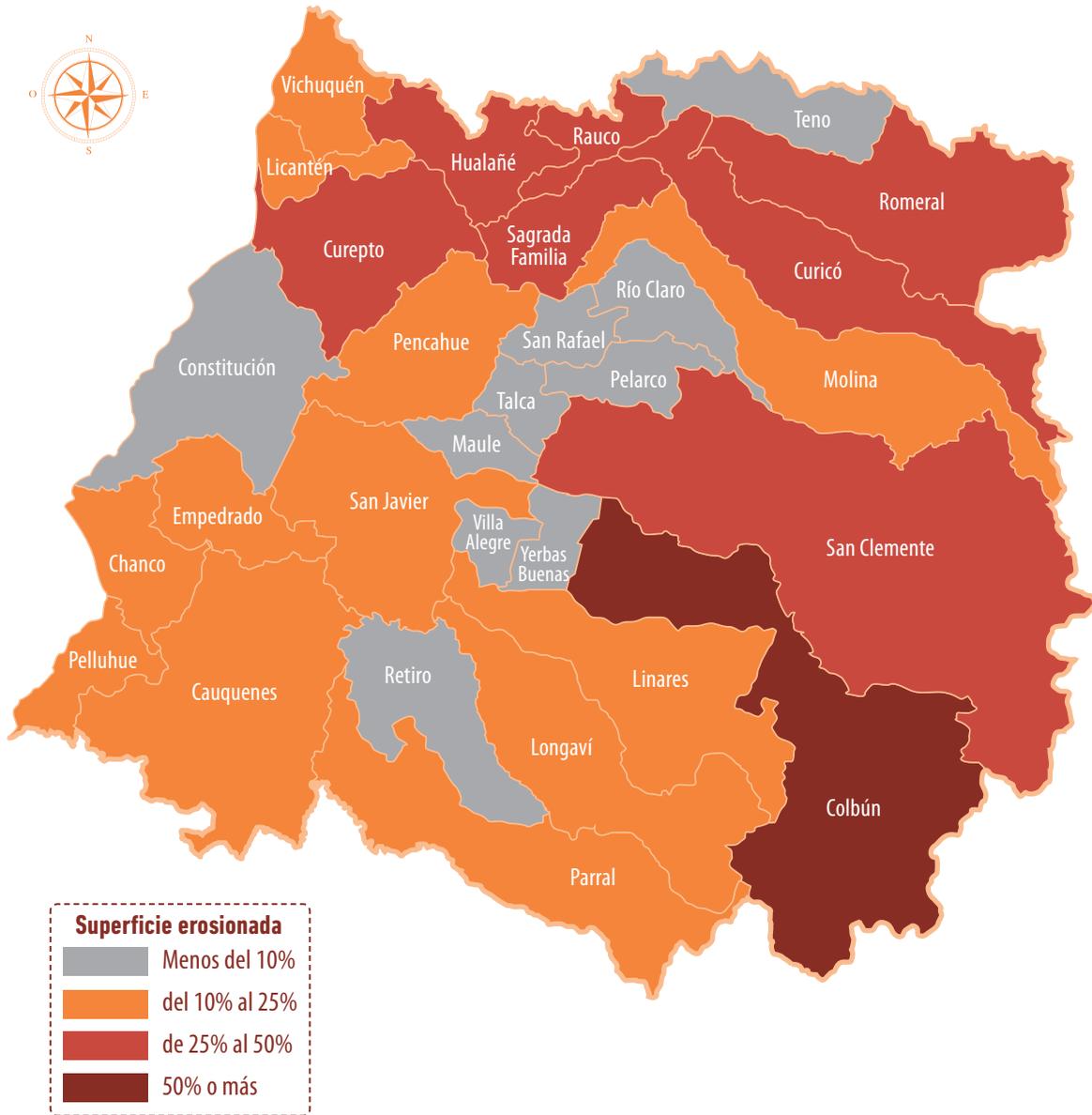


**CUADRO 30** REGIÓN DEL MAULE: SUPERFICIE EROSIONADA (HA)

Nivel de erosión	Superficie (ha)	%
Sin erosión	655.858,82	21,62
Erosión no aparente	453.270,46	14,94
Erosión ligera	348.999,66	11,50
Erosión moderada	416.094,84	13,71
Erosión severa	377.754,77	12,45
Erosión muy severa	335.798,27	11,07
Otros usos	446.251,04	14,71
<b>Total</b>	<b>3.034.027,87</b>	<b>100,00</b>

Nota: Los cálculos de superficie, realizados utilizando ArcGIS, pueden tener una diferencia con las cifras oficiales de hasta +-10%, aproximadamente.

**MAPA 13** REGIÓN DEL MAULE: SUPERFICIE CON EROSIÓN SEVERA Y MUY SEVERA POR COMUNAS (%)



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

**CUADRO 31** REGIÓN DEL MAULE: EROSIÓN POR COMUNA (HA)

Comuna	Erosión					Otros usos	Sin erosión	Total parcial
	Ligera	Moderada	Muy severa	No aparente	Severa			
Cauquenes	56.078	72.669	3.249	26.510	46.919	1.497	6.561	213.483
Chanco	12.552	14.470	33	12.944	7.147	2.773	2.968	52.888
Colbún	13.308	26.040	107.606	21.199	47.107	53.723	19.085	288.068
Constitución	37.176	22.571	845	53.923	9.321	7.275	3.663	134.775
Curepto	23.984	26.756	4.688	17.584	25.527	2.943	5.940	107.421
Curicó	8.597	11.987	16.585	20.836	17.190	32.556	25.887	133.638
Empedrado	16.942	8.106	500	21.635	7.880	80	976	56.120
Hualañé	11.114	19.372	4.605	3.957	16.183	939	6.868	63.039
Licantén	7.309	3.468	896	6.891	4.766	1.130	2.919	27.379
Linares	16.383	13.416	15.313	34.335	9.440	25.087	33.808	147.783
Longaví	9.755	9.892	12.001	36.021	11.909	8.292	57.436	145.305
Maule	2.178	5.057	654	642	211	1.757	13.503	24.002
Molina	11.928	10.364	15.950	21.695	12.150	56.520	25.744	154.350
Parral	11.786	12.830	11.607	45.629	7.646	4.416	70.899	164.814
Pelarco	1.477	3.181	603	4.036	2.481	308	20.970	33.056
Pelluhue	8.598	8.390	25	14.155	4.529	1.395	215	37.307
Pencahue	14.643	28.469	5.905	9.909	17.931	528	18.180	95.564
Rauco	1.741	12.380	719	333	7.218	1.140	6.901	30.433
Retiro	13.759	1.071		851		709	66.252	82.643
Río Claro	809	1.625	628	3.275	1.178	593	34.781	42.889
Romeral	11.354	8.369	31.842	12.186	23.749	57.992	13.892	159.383
Sag. Familia	2.850	14.651	3.333	468	12.207	1.713	20.152	55.373
San Clemente	17.295	19.481	89.692	56.399	46.422	169.010	52.813	451.111
San Javier	16.362	40.481	5.016	11.666	24.590	3.040	30.247	131.402
San Rafael	521	1.779		22	1.264	431	22.346	26.362
Talca	158	973	50		1.114	3.623	17.268	23.185
Teno	4.977	8.020	2.552	8.322	3.028	3.677	31.599	62.175
Vichuquén	15.364	10.065	894	7.846	7.807	2.123	1.139	45.239
Villa Alegre		98			591	425	17.940	19.054
Yerbas Buenas		65	7		250	556	24.907	25.786
<b>Total</b>	<b>349.000</b>	<b>416.095</b>	<b>335.798</b>	<b>453.270</b>	<b>377.755</b>	<b>446.251</b>	<b>655.859</b>	<b>3.034.028</b>

A continuación se presenta en detalle el porcentaje de la superficie de las comunas de la región que se encuentran expuestas a erosión severa y muy severa, ordenadas de mayor a menor.

**CUADRO 32** REGIÓN DEL MAULE: RANKING DE COMUNAS POR SUPERFICIE CON EROSIÓN SEVERA Y MUY SEVERA (%)

Comuna	Erosión %	Nivel
Colbún	53,71	4
Romeral	34,88	3
Hualañé	32,98	3
San Clemente	30,17	3
Curepto	28,13	3
Sagrada Familia	28,06	3
Rauco	26,08	3
Curicó	25,27	3
Pencahue	24,94	2
Cauquenes	23,50	2
San Javier	22,53	2
Licantén	20,68	2
Vichuquén	19,23	2
Molina	18,21	2
Linares	16,75	2
Longaví	16,45	2
Empedrado	14,93	2
Chanco	13,58	2
Pelluhue	12,21	2
Parral	11,68	2
Pelarco	9,33	1
Teno	8,97	1
Constitución	7,54	1
Talca	5,02	1
San Rafael	4,79	1
Río Claro	4,21	1
Maule	3,60	1
Villa Alegre	3,10	1
Yerbas Buenas	1,00	1
Retiro	0,00	1
<b>Total</b>	<b>23,52</b>	

Fuente: Elaboración propia en base a Mapa de Erosión Actual (CIREN), aplicando ArcGis.

#### 6.4.3. Desertificación en la Región del Maule

Considerando el estudio desarrollado por CONAF en 1999, un 32,32% de la superficie regional se encuentra afectada por la desertificación, en niveles grave y moderado.

**CUADRO 33** REGIÓN DEL MAULE: SUPERFICIE AFECTADA POR LA DESERTIFICACIÓN, EN PORCENTAJE

Nivel	%
Grave	14,74
Moderado	17,58
Leve	62,61
Sin desertificación	5,07
<b>Total</b>	<b>100,00</b>

En la siguiente tabla se presentan las comunas de la Región del Maule ordenadas según sus niveles de degradación de tierras.

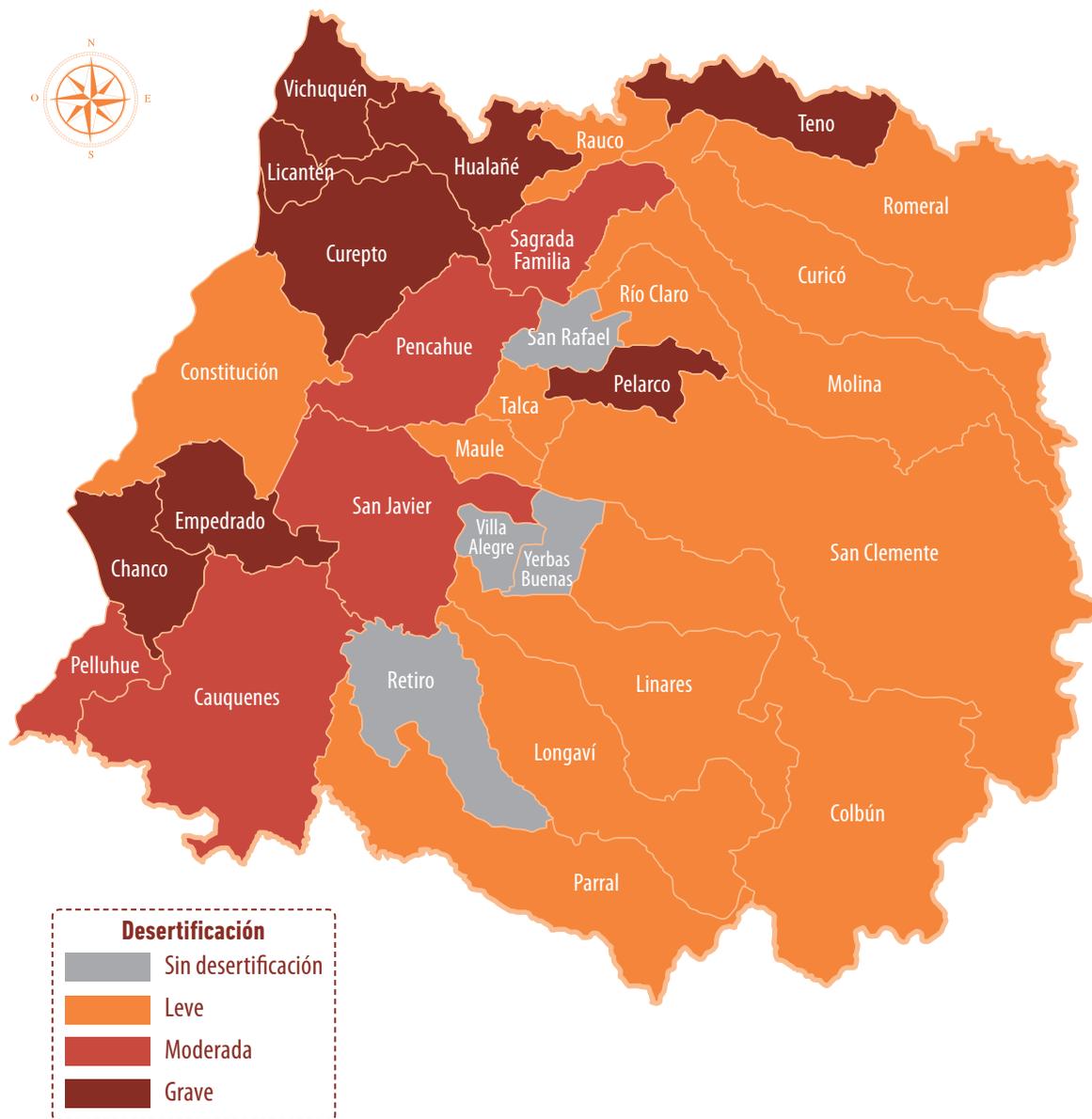
**CUADRO 34** REGIÓN DEL MAULE: RANKING DE COMUNAS POR NIVEL DE DESERTIFICACIÓN

Comuna	Nivel	Comuna	Nivel
Curepto	Grave	Maule	Leve
Empedrado	Grave	Río Claro	Leve
Pelarco	Grave	San Clemente	Leve
Chanco	Grave	Curicó	Leve
Hualañé	Grave	Molina	Leve
Licantén	Grave	Rauco	Leve
Teno	Grave	Romeral	Leve
Vichuquén	Grave	Linares	Leve
Pencahue	Moderado	Colbún	Leve
Cauquenes	Moderado	Longaví	Leve
Pelluhue	Moderado	Parral	Leve
Sagrada Familia	Moderado	San Rafael	Sin desertificación
San Javier	Moderado	Retiro	Sin desertificación
Talca	Leve	Villa Alegre	Sin desertificación
Constitución	Leve	Yerbas Buenas	Sin desertificación

Fuente: Mapa Preliminar de la Desertificación de Chile (CONAF, 1999).

A continuación, se presenta el Mapa Preliminar de la Desertificación para la Región del Maule, donde se puede apreciar que los niveles de degradación se expresan territorialmente a modo de fajas longitudinales correspondiendo a las comunas costeras los mayores niveles de desertificación, mientras que los que representan menores niveles se localizan mayoritariamente en el valle central. Cabe mencionar que esta información corresponde a 1999.

**MAPA 14** REGIÓN DEL MAULE: LA DESERTIFICACIÓN A NIVEL COMUNAL



Fuente: Elaboración propia en base a CONAF, 1999.

#### 6.4.4. Erosión potencial en la Región del Maule

En el reciente trabajo citado, desarrollado por CIREN, se ha medido el riesgo de erosión potencial identificando áreas homogéneas, las que se han agrupado a nivel comunal con fines operacionales asociados al presente estudio. A continuación, se presenta un listado de las comunas ordenadas de

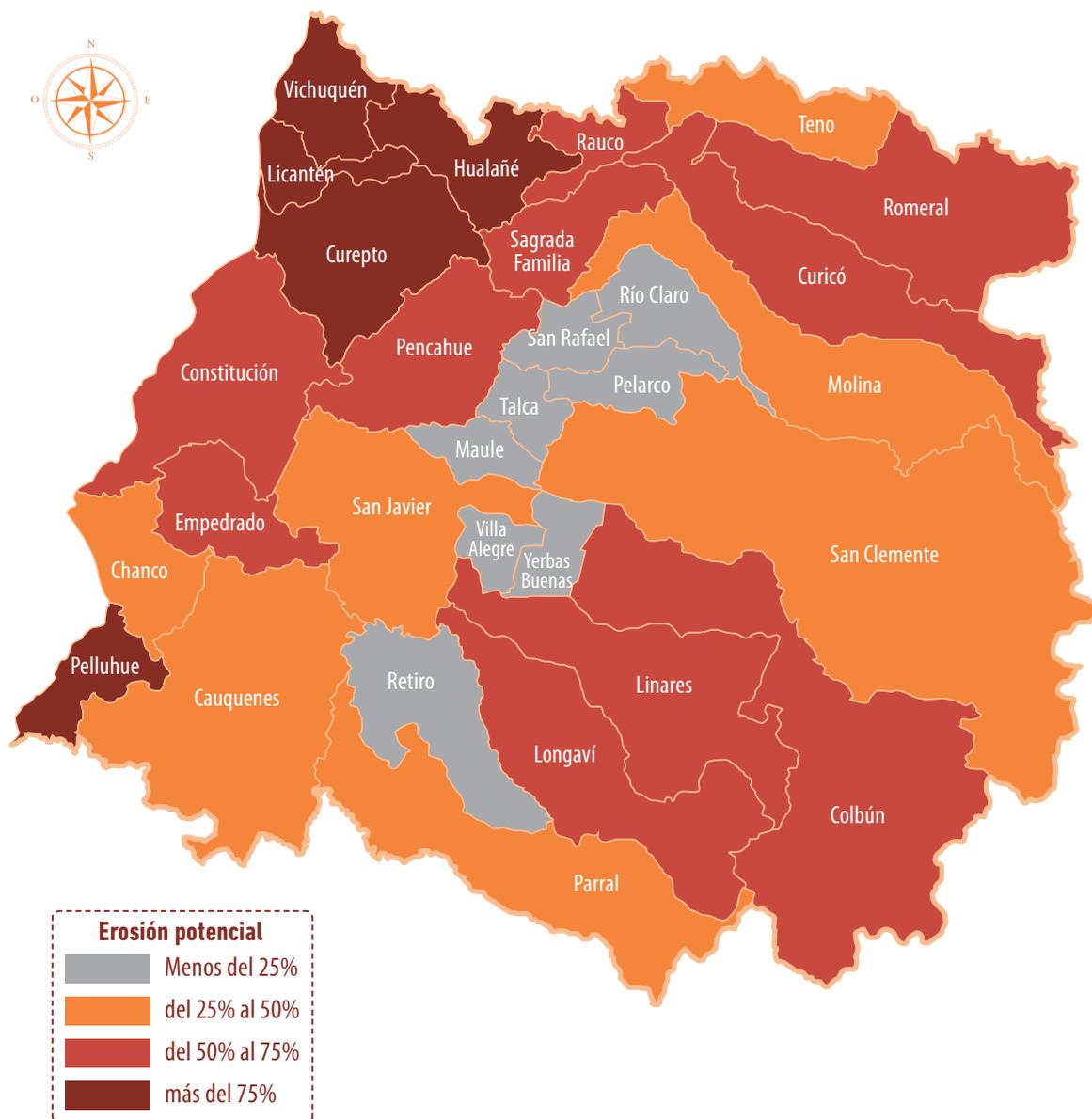
mayor a menor según la proporción de sus tierras que se encuentra afectada al riesgo potencial de erosión severa y muy severa.

**CUADRO 35** REGIÓN DEL MAULE: RANKING DE COMUNAS POR SUPERFICIE AFECTADA POR EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA

Comunas	%	Nivel
Pelluhue	90,64	4
Vichuquén	81,39	4
Licantén	81,32	4
Hualañé	76,14	4
Curepto	76,03	4
Colbún	74,07	3
Constitución	71,25	3
Rauco	67,30	3
Romeral	63,37	3
Empedrado	61,70	3
Linares	56,39	3
Pencahue	56,30	3
Curicó	54,74	3
Sagrada Familia	52,83	3
Longaví	51,68	3
San Clemente	49,93	2
Molina	45,46	2
Chanco	44,96	2
Teno	43,33	2
Parral	41,97	2
San Javier	34,47	2
Cauquenes	25,84	2
Maule	20,62	1
Pelarco	13,13	1
Río Claro	11,71	1
San Rafael	4,10	1
Talca	3,19	1
Villa Alegre	0,84	1
Yerbas Buenas	0,34	1
Retiro	0,28	1

Fuente: Elaboración propia en base a Mapa de Erosión Potencial (CIREN), aplicando ArcGis.

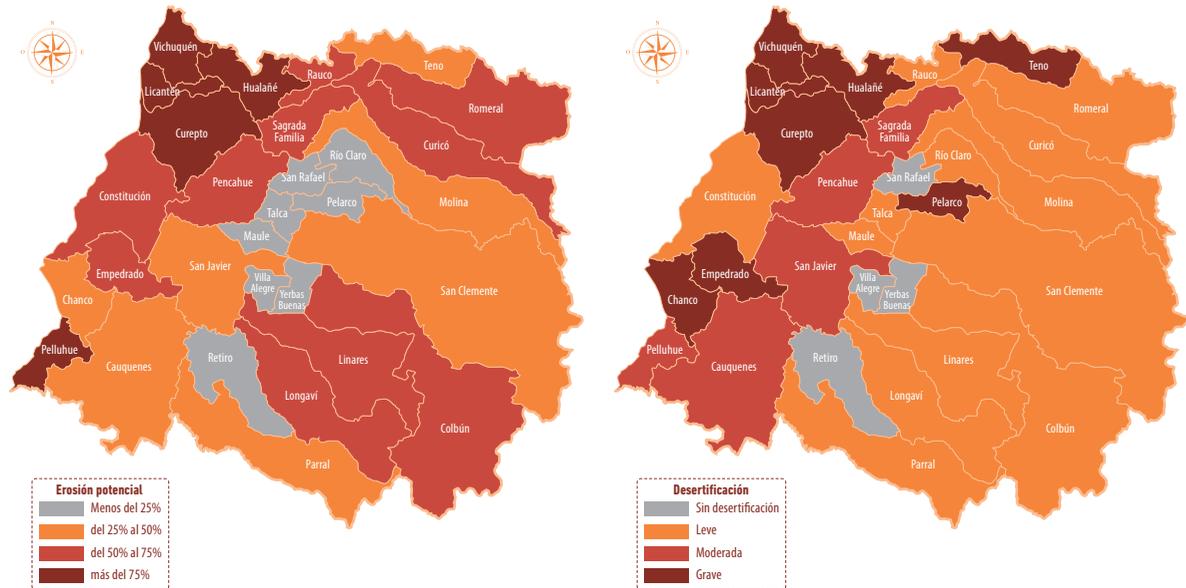
**MAPA 15** REGIÓN DEL MAULE: COMUNAS CON SUPERFICIE AFECTADA POR RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA (CONAF).



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

Este mapa presenta una interesante correspondencia con el mapa de desertificación, como se puede apreciar en la siguiente figura.

**MAPA 16** REGIÓN DEL MAULE: COMUNAS CON SUPERFICIE AFECTADA POR RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA Y POR LA DESERTIFICACIÓN



Si bien estos mapas presentan fenómenos diferentes, medidos de manera diversa y en momentos distintos, la comparación permite reconocer que existen sectores, tales como el seco costero norte, donde a la grave desertificación se le adiciona un potencial de erosión severo y muy severo que afecta más del 75% de las superficies de las comunas. De ser confirmada dicha situación, a través de la aplicación de otras mediciones y/o por medio de talleres y visitas en terreno, el sector mencionado sería un área prioritaria de atención para la política pública.

#### 6.4.5. Los costos de inacción

##### *Medición con el método de costos de reemplazo, pérdidas por erosión y estimaciones econométricas.*

Las estimaciones realizadas de acuerdo al método de costos de reemplazo dan cuenta de que se pierden anualmente 54.779,96 millones de pesos, lo que equivale al 11,7% del PIB agropecuario. Por su parte, el método de pérdidas por erosión muestra un monto muy similar: 55.524,55 millones de pesos. Por último, las mediciones del *stock* de desertificación realizado mediante estimaciones de funciones de producción, da cuenta de pérdidas de VBP de entre 46% a 53%, aproximadamente

**CUADRO 36** REGIÓN DEL MAULE: COSTOS DE INACCIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS POR RUBROS PRINCIPALES Y POR PROVINCIAS Y COMUNAS, ESTIMADOS MEDIANTE EL MÉTODO DE COSTOS DE REEMPLAZO. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS

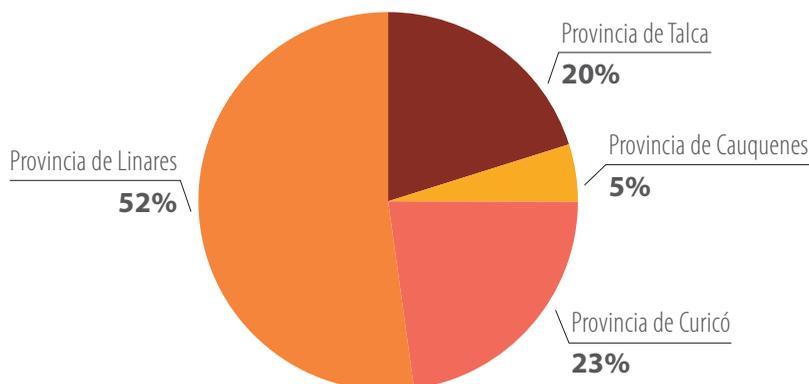
	Cereales	Frutales	Hortalizas	Industriales	Viñas	Praderas	Total
<b>Talca</b>	<b>3.574,96</b>	<b>1.175,61</b>	<b>1.055,04</b>	<b>693,39</b>	<b>2.053,61</b>	<b>1.554,00</b>	<b>10.106,62</b>
Talca	274,19	160,32	209,46	43,70	351,98	38,17	1.077,82
Constitución	33,01	0,65	0,00		6,32	40,86	80,84
Curepto	221,69	796,07	14,52	8,79	82,80	67,85	1.191,72
Empedrado	26,17	0,00	0,01	30,89	23,18	47,22	127,47
Maule	26,17	77,42	346,46	162,60	221,21	59,08	892,95
Pelarco	470,12	12,94	150,83	26,38	15,62	144,44	820,33
Pencahue	407,60	37,98	89,84	119,10	615,77	169,13	1.439,41
Río Claro	514,34	25,51	6,08	282,36	287,16	145,60	1.261,05
San Clemente	1.242,59	64,28	145,66	19,56	322,95	758,89	2.553,94
San Rafael	359,08	0,43	92,18		126,65	82,76	661,09
<b>Cauquenes</b>	<b>726,86</b>	<b>466,11</b>	<b>8,33</b>		<b>714,96</b>	<b>547,82</b>	<b>2.464,09</b>
Cauquenes	426,86	116,90	8,30		714,96	483,04	1.750,06
Chanco	246,55	0,62	0,03			54,86	302,06
Pelluhue	53,45	348,60	0,00			9,92	411,97
<b>Curicó</b>	<b>2.146,71</b>	<b>4.497,72</b>	<b>479,55</b>	<b>387,24</b>	<b>2.302,70</b>	<b>1.615,08</b>	<b>11.429,00</b>
Curicó	256,77	2.899,58	169,82	2,89	370,05	452,66	4.151,78
Licantén	262,56	51,00	13,97	0,53	0,36	113,22	441,63
Hualañé	84,43	7,05	1,65	24,16	52,56	23,53	193,38
Molina	225,50	835,28	32,63	12,27	765,49	321,89	2.193,07
Rauco	194,61	34,93	76,48	12,52	174,35	46,28	539,16
Romeral	39,78	186,67		32,67	80,43	419,28	758,83
Sagrada Familia	326,38	175,29	100,15	108,01	691,14	82,34	1.483,30
Teno	732,23	279,79	84,61	194,20	162,56	124,64	1.578,03
Vichuquén	24,45	28,12	0,26		5,76	31,24	89,83
<b>Linares</b>	<b>16.447,19</b>	<b>2.449,88</b>	<b>700,58</b>	<b>2.665,77</b>	<b>1.755,87</b>	<b>2.177,51</b>	<b>26.196,81</b>
Linares	1.684,60	32,64	125,76	103,52	53,96	233,63	2.234,11
Colbún	876,42	1.204,74	84,31	367,60	5,90	759,22	3.298,19
Longaví	2.283,53	390,24	193,34	503,42	15,21	267,73	3.653,47
Parral	3.599,65	35,84	30,69	422,54	31,23	292,22	4.412,18
Retiro	3.132,47	325,57	118,13	595,77	112,89	247,73	4.532,56
San Javier	3.132,47	270,21	60,34	5,89	1.099,14	243,62	4.811,67
Villa Alegre	660,26	91,11	38,97	18,03	346,85	47,26	1.202,47
Yerbas Buenas	1.077,80	99,53	49,04	649,00	90,71	86,09	2.052,16

**CUADRO 37** REGIÓN DEL MAULE: COSTOS DE INACCIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS SEGÚN EL MÉTODO DE PÉRDIDAS POR EROSIÓN A NIVEL DE PROVINCIA. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS

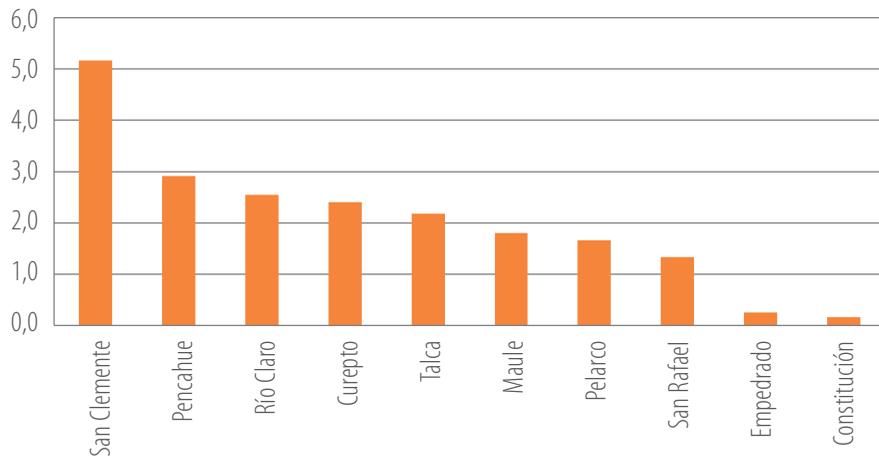
	Talca	Cauquenes	Curicó	Linares	Total
Erosión neta (ton/ha)	7	6	6	6	
Área	452.767,88	141.892,14	409.554,75	572.179,48	1.576.394,25
Pérdidas de suelo (ton)	3.169.375,16	851.352,84	2.457.328,5	3.433.076,88	9.911.133,38
Costo de suelo: USD 10/ton = 5600 \$/Ton	17.748.500.896	4,768E+09	1,376E+10	19.225.230.528	55.502.346.928
Pérdida de agua (ton)	633.875,03	170.270,57	491.465,70	686.615,38	1.982.226,68
Costo \$/m <sup>3</sup> (11,2 \$/m <sup>3</sup> = 0,02 USD/ton)	7.099.400,358	1.907.030,4	5.504.415,8	7.690.092,211	22.200.938,77
Costo de suelo + agua (Mill. \$)	17.755,60	4.769,4829	13.766,54	19.232,92	55.524,54

#### 6.4.6. Principales provincias y comunas afectadas

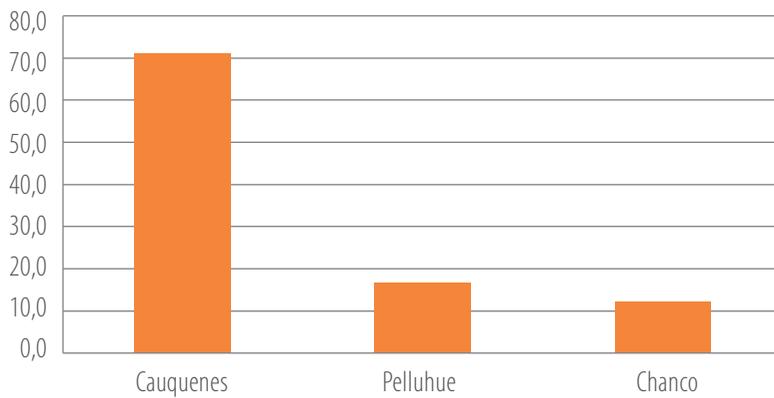
La provincia de Linares concentra más de la mitad de las pérdidas de VBP debido a la degradación, tal como se puede ver en el gráfico a continuación. Dentro de la provincia de Talca, la comuna de San Clemente es la más importante en cuanto a costos de la degradación y desertificación. En la provincia de Cauquenes, la comuna del mismo nombre contribuye con el 70% de las pérdidas de VBP. La comuna de Curicó, con el 35%, es la más importante en la provincia del mismo nombre. En la provincia de Linares, la mayor contribución a las pérdidas corresponde a la comuna de Longaví.

**GRÁFICO 24** REGIÓN DEL MAULE: PARTICIPACIÓN DE LAS PROVINCIAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN

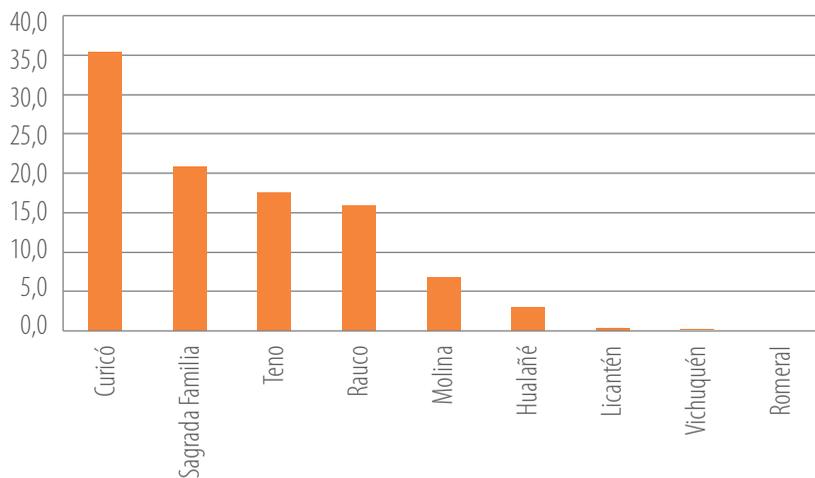
**GRÁFICO 25** PROVINCIA DE TALCA: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



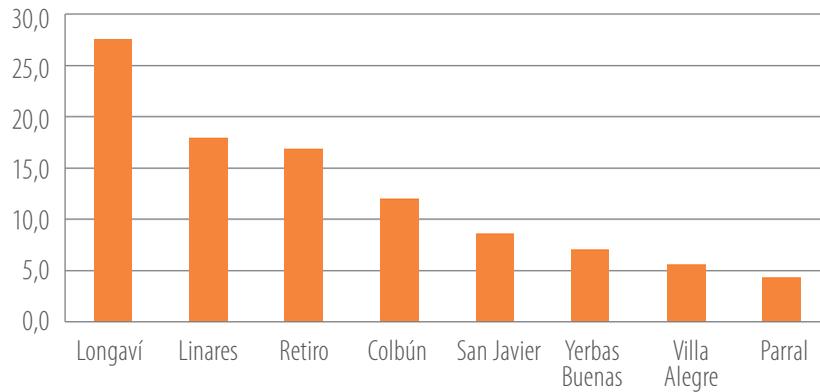
**GRÁFICO 26** PROVINCIA DE CAUQUENES: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



**GRÁFICO 27** PROVINCIA DE CURICÓ: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



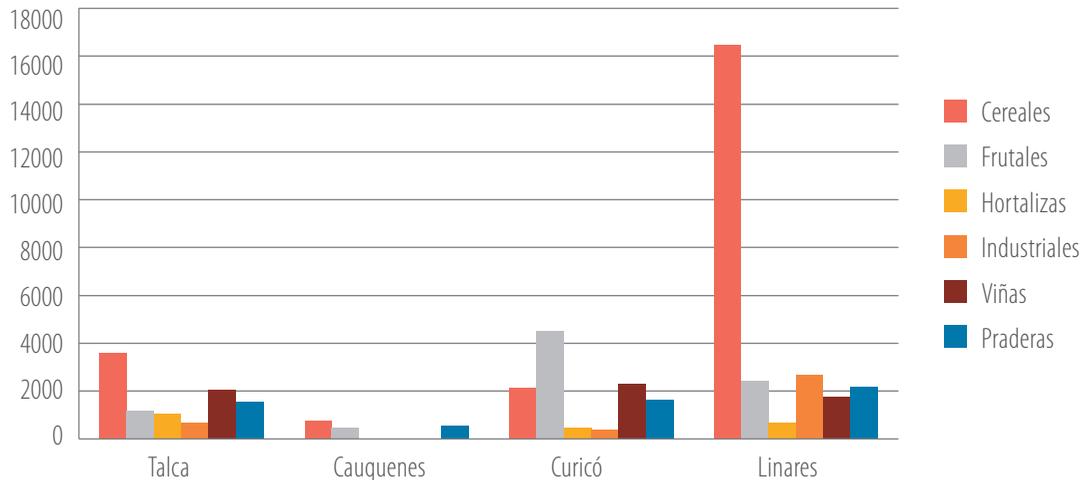
**GRÁFICO 28** PROVINCIA DE LINARES: PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNAS EN EL VBP PERDIDO POR LA DEGRADACIÓN



### 6.4.7. Principales productos

En cuanto a productos, los cereales concentran la mayor parte de las pérdidas, en especial en la provincia de Linares.

**GRÁFICO 29** REGIÓN DEL MAULE: PARTICIPACIÓN DE LOS PRINCIPALES RUBROS EN LAS PÉRDIDAS DE VBP POR LA DEGRADACIÓN



## 6.5. Región Metropolitana de Santiago

### 6.5.1. Antecedentes

La Región Metropolitana, con sus provincias de Chacabuco, Santiago, Cordillera, Melipilla, Talagante y Maipo, tiene un territorio de poco más de 15 mil kilómetros cuadrados y una población de 6,7 millones de habitantes.

### ***Relieve, clima, paisaje***

A partir del cordón de Chacabuco, el relieve está representado por la cordillera de los Andes, la depresión intermedia y la cordillera de la Costa.

La cordillera de los Andes, frente a Santiago, es alta y volcánica. La ciudad de Santiago se encuentra emplazada en una cuenca encerrada entre los Andes al este, el cordón de Chacabuco por el norte, la cordillera de la Costa por el oeste y al sur por un conjunto de montañas cortadas por el estero de Angostura de Paine. En este sector, la cordillera de los Andes casi se une con la cordillera de la Costa.

La depresión intermedia, donde se ubica la cuenca de Santiago, es una de las más fértiles del país, con una superficie de más de 3.000 kilómetros cuadrados. Muestra algunos cerros-islas que la interrumpen. La cordillera de la Costa emerge al sur del río Aconcagua, alta y bifurcada por cordones que dejan cuencas intermontanas apropiadas para los cultivos.

El clima de Santiago es mediterráneo con estación seca prolongada y rasgos de continentalidad en el interior de la cuenca, debido a la altura de la cadena costera que actúa como "biombo climático" frente a la influencia del mar. Esto explica la mayor amplitud térmica (12°C) estacional y la menor pluviosidad. La temperatura media anual es de 14°C.

Las condiciones climáticas, con lluvias concentradas en invierno y veranos cálidos, dan lugar al escurrimiento normal de los ríos, con dos crecidas al año. La región es drenada por la cuenca del Maipo.

El paisaje natural corresponde a arbustos desarrollados siendo el espino el más importante. También hay presencia de bosque esclerófilo. En las zonas precordilleranas la vegetación es de matorrales más pequeños. Existen vestigios de bosques antiguos en el valle del río Clarillo y relictos de bosques de robles en Altos de Cantillana.

### ***Industria y minería***

Santiago es el núcleo administrativo, industrial, comercial, financiero y cultural que concentra la mayor actividad del quehacer nacional, aportando el 41,5% del producto geográfico bruto.

La importancia de la minería es muy limitada; no obstante, existen importantes operaciones mineras en la cordillera de los Andes y empresas pequeñas. Predominan los yacimientos de cobre, pero también se explotan caliza, mármol, yeso, tierra de color y puzolana.

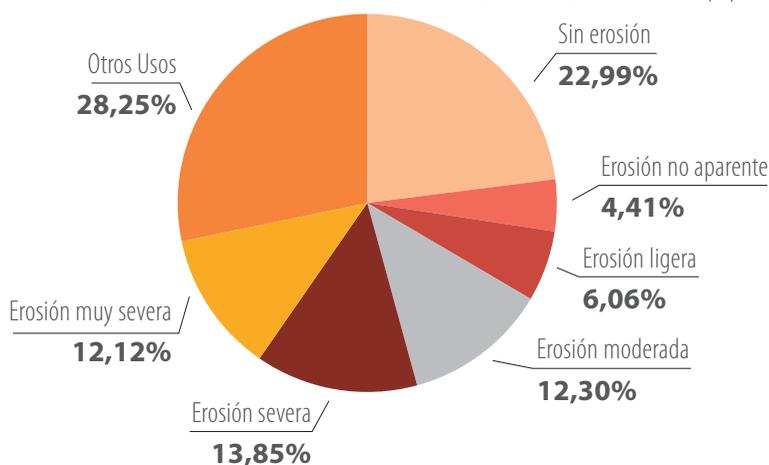
### ***Agricultura***

El gran Santiago está rodeado por un cinturón hortícola que abastece de verduras y frutas frescas a la población. Sin embargo, áreas agrícolas como las de Colina, Lampa, Maipú, Quilicura, Talagante, Malloco y otras han ido cediendo paulatinamente sus terrenos de cultivo para dar paso a desarrollos inmobiliarios.

### 6.5.2. Erosión en la Región Metropolitana

Un 28% de su superficie se encuentra sin erosión o con erosión no aparente, mientras que un 26% está afectada por erosión severa y muy severa, como se puede apreciar en las figuras y mapas que se entregan a continuación. Las comunas con mayor superficie afectada por erosión severa y muy severa se encuentran en las proximidades de la precordillera de los Andes y en menor medida en la zona costera.

**GRÁFICO 30** REGIÓN METROPOLITANA: SUPERFICIE EROSIONADA (%)



**CUADRO 38** REGIÓN METROPOLITANA: SUPERFICIE EROSIONADA (HA)

Nivel de erosión	Superficie (ha)	%
Sin erosión	354.241,15	22,99
Erosión no aparente	68.015,38	4,41
Erosión ligera	93.359,46	6,06
Erosión moderada	189.452,83	12,30
Erosión severa	213.449,65	13,85
Erosión muy severa	186.785,32	12,12
Otros usos	435.293,28	28,25
Total	1.540.597,06	100,00

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

Nota: Los cálculos de superficie, realizados utilizando ArcGIS, pueden tener una diferencia con las cifras oficiales de hasta +/-10%, aproximadamente.



**CUADRO 39** REGIÓN METROPOLITANA: EROSIÓN EN LA REGIÓN METROPOLITANA, POR COMUNAS (HA)

Comuna	Erosión						Otros usos	Total
	Sin erosión	Aparente	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa		
Alhué	9.317,27	12.235,90	10.025,79	28.868,71	15.002,96	5.425,46	3.741,48	84.617,58
Buín	17.038,26	133,54	556,30	557,25	1.586,88		1.680,29	21.552,52
Calera de Tango	6.518,05			14,98	456,20		306,13	7.295,35
Cerro Navia	235,96						876,02	1.111,98
Colina	24.424,89	977,94	3.163,16	14.877,68	26.490,90	20.064,50	7.097,33	97.096,40
Curacaví	13.722,07	10.344,48	9.645,98	19.196,04	13.453,17	894,12	2.211,78	69.467,64
El Bosque	79,00						1.326,04	1.405,04
El Monte	7.138,53	933,28	382,97	1.926,97	26,20	87,30	1.030,04	11.525,30
Huechuraba	915,17	18,33	500,97	175,49	1.448,03	352,21	1.129,97	4.540,17
Isla de Maipo	10.750,69	198,13	1.695,64	2.976,25	1.552,69		1.728,66	18.902,06
La Florida	372,86	359,28	484,08	787,09	457,50	656,46	3.945,39	7.062,67
La Granja	139,45						863,36	1.002,81
La Pintana	2149,49						925,22	3.074,71
La Reina				146,42	399,85	24,69	1.762,28	2.333,24
Lampa	23.163,05	1.273,14	4.725,98	6.604,03	5.320,03	3.058,44	872,29	45.016,96
Las Condes			316,15	2.382,42	1.243,30	1.386,38	4.608,03	9.936,29
Lo Barnechea		663,70	5.037,09	10.306,78	29.361,24	23.175,86	33.823,01	102.367,68
Maipú	7.533,37	82,13	178,90	1.437,90	216,98	388,81	3.457,01	13.295,09
María Pinto	20.016,61	5.425,46	5.146,93	7.375,94	920,56	248,66	333,77	39.467,94
Melipilla	66.406,34	10.190,47	18.938,59	21.159,07	13.878,52	1.297,82	3.482,71	135.353,50
Padre Hurtado	5.083,68	35,49	412,82	138,14	96,53	993,10	1.277,13	8.036,90
Paine	26.818,88	8.323,23	7.678,00	11.640,14	6.143,43	3.567,48	3.634,81	67.805,97
Peñaflor	4.336,90		101,75	66,68	7,29	887,98	1.575,40	6.976,01
Peñalolén		90,40	18,69	491,52	401,52	324,73	4.065,24	5.392,10
Pirque	13.445,07	7.603,67	4.315,85	5.026,94	5.529,60	5.118,91	3.429,51	44.469,54
Pudahuel	11.951,39	333,34	1.068,19	2.008,18	1.857,34	666,55	1.912,42	19.797,40
Puente Alto	5.369,04	319,91	203,03	119,28	486,12	16,53	2.314,85	8.828,76
Quilicura	2.130,62		30,74	19,36	733,74		2.806,06	5.720,52
Renca	858,49			23,14	262,39		1.195,17	2.339,18
San Bernardo	9.728,12		71,19	97,30	1.079,11		4.442,33	15.418,04
S. José de Maipo	3.220,43	3.153,73	6.757,32	25.162,37	52.685,80	101.146,22	306.640,16	498.766,04
San Pedro	33.480,51	2.910,81	7.175,87	10.764,22	12.855,47	11.428,86	124,78	78.740,51
Talagante	9.191,04		84,58		2.041,08	125,77	1.278,85	12.721,31
Tiltil	18.704,22	2.409,03	3.685,46	15.060,41	17.437,46	5.353,44	2.883,08	65.533,10
Vitacura			530,73	42,16	17,77	95,02	2.143,85	2.829,53

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

A continuación se presenta con detalle el porcentaje de la superficie de las comunas de la región que se encuentran expuestas a erosión severa y muy severa, ordenadas de mayor a menor.

**CUADRO 40** REGIÓN METROPOLITANA: RANKING DE COMUNAS POR SUPERFICIE CON EROSIÓN SEVERA Y MUY SEVERA (%)

Comuna	Erosión %	Nivel	Comuna	Erosión %	Nivel
Lo Barnechea	51,32	4	Quilicura	12,83	2
Colina	47,95	3	Pudahuel	12,75	2
Huechuraba	39,65	3	Renca	11,22	2
Tiltil	34,78	3	Melipilla	11,21	2
San José de Maipo	30,84	3	Isla de Maipo	8,21	1
San Pedro	30,84	3	Buín	7,36	1
Las Condes	26,47	3	San Bernardo	7,00	1
Alhué	24,14	2	Calera de Tango	6,25	1
Pirque	23,95	2	Puente Alto	5,69	1
Curacaví	20,65	2	Maipú	4,56	1
Lampa	18,61	2	Vitacura	3,99	1
La Reina	18,20	2	María Pinto	2,96	1
Talagante	17,03	2	El Monte	0,98	1
La Florida	15,77	2	Cerro Navia	0,00	1
Paine	14,32	2	El Bosque	0,00	1
Padre Hurtado	13,56	2	La Granja	0,00	1
Peñalolén	13,47	2	<b>Total</b>	<b>25,98</b>	
Peñaflor	12,83	2			

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

### 6.5.3. Desertificación en la Región Metropolitana

Considerando el estudio desarrollado por CONAF en 1999, un 24,08% de la superficie regional se encuentra afectada por la desertificación, en niveles grave y moderado.

**CUADRO 41** REGIÓN METROPOLITANA: SUPERFICIE AFECTADA POR LA DESERTIFICACIÓN, EN PORCENTAJE.

Nivel	%
Grave	14,85
Moderado	9,23
Leve	15,85
Sin desertificación	60,07
<b>Total</b>	<b>100,00</b>

A continuación, se presenta el Mapa Preliminar de la Desertificación para la Región Metropolitana, donde se puede apreciar que los niveles de degradación son mayores hacia la cordillera de la Costa. Cabe mencionar que esta información corresponde a 1999.



En el siguiente cuadro se presentan las comunas de la Región Metropolitana ordenadas según sus niveles de degradación de tierras.

**CUADRO 42** REGIÓN METROPOLITANA: RANKING DE COMUNAS POR NIVELES DE DESERTIFICACIÓN.

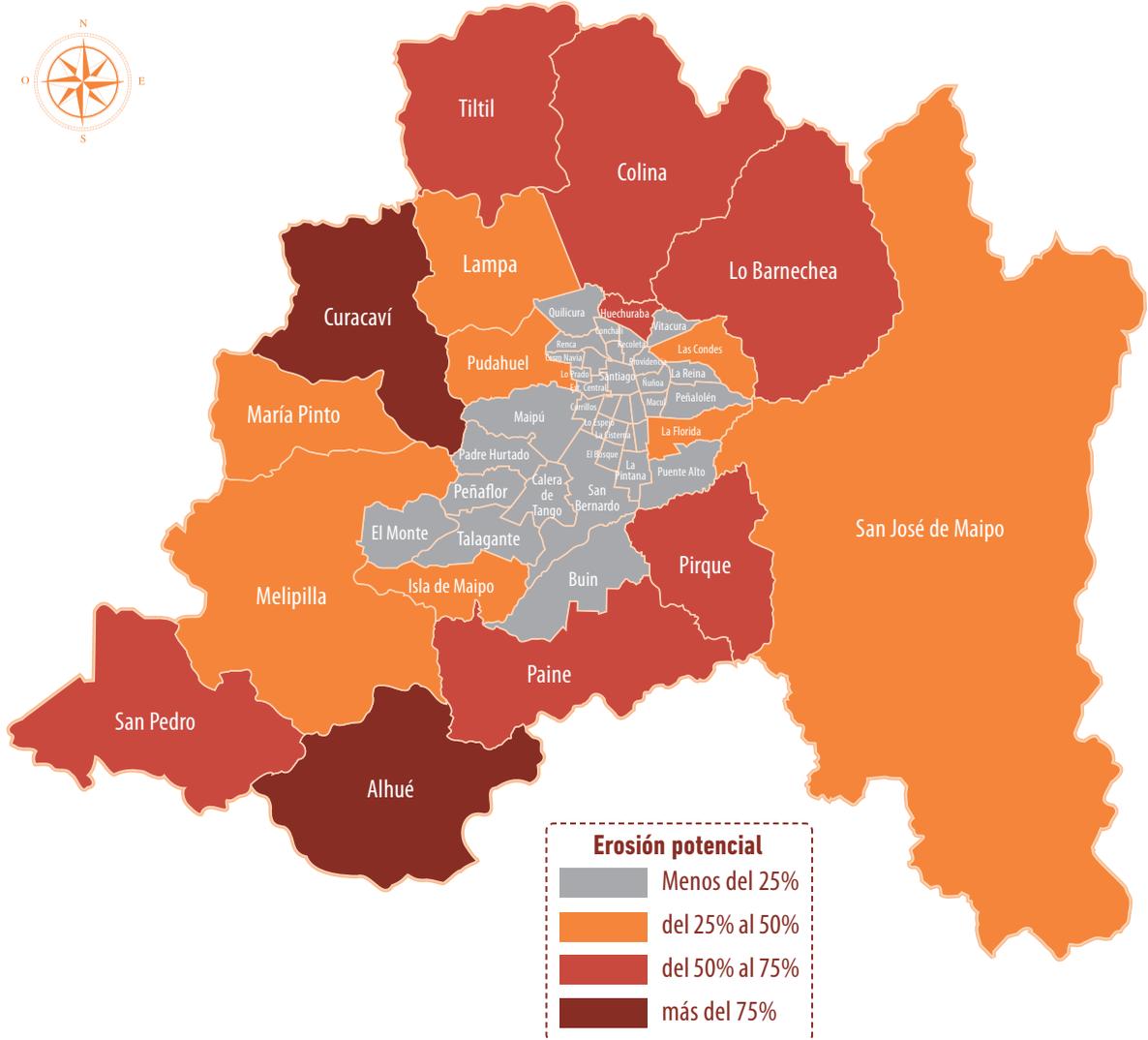
Comuna	Nivel
Tiltil	Grave
Alhué	Grave
San Pedro	Grave
Colina	Moderado
Lampa	Moderado
Melipilla	Leve
María Pinto	Leve
Curacaví	Leve
Santiago, Independencia, Conchalí, Huechuraba, Recoleta, Providencia, Vitacura, Lo Barnechea, Las Condes, Ñuñoa, La Reina, Macul, Peñalolén, La Florida, San Joaquín, La Granja, La Pintana, San Ramón, San Miguel, La Cisterna, El Bosque, Pedro Aguirre Cerda, Lo Espejo, Calera de Tango, Talagante, Peñaflores, Isla de Maipo, El Monte, Padre Hurtado	Sin desertificación

Fuente: Mapa Preliminar de la Desertificación de Chile (CONAF, 1999).

#### 6.5.4. Erosión potencial en la Región Metropolitana

En el reciente trabajo citado, desarrollado por CIREN, se ha medido el riesgo de erosión potencial identificando áreas homogéneas, las que se han agrupado a nivel comunal con fines operacionales asociados al presente estudio. A continuación, se presenta un mapa y un listado de las comunas ordenadas de mayor a menor según la proporción de sus tierras que se encuentra afectada al riesgo potencial de erosión severa y muy severa.

**MAPA 19** REGIÓN METROPOLITANA: COMUNAS CON SUPERFICIE AFECTADA POR RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

**CUADRO 43** REGIÓN METROPOLITANA: RANKING DE COMUNAS POR SUPERFICIE AFECTADA POR EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA

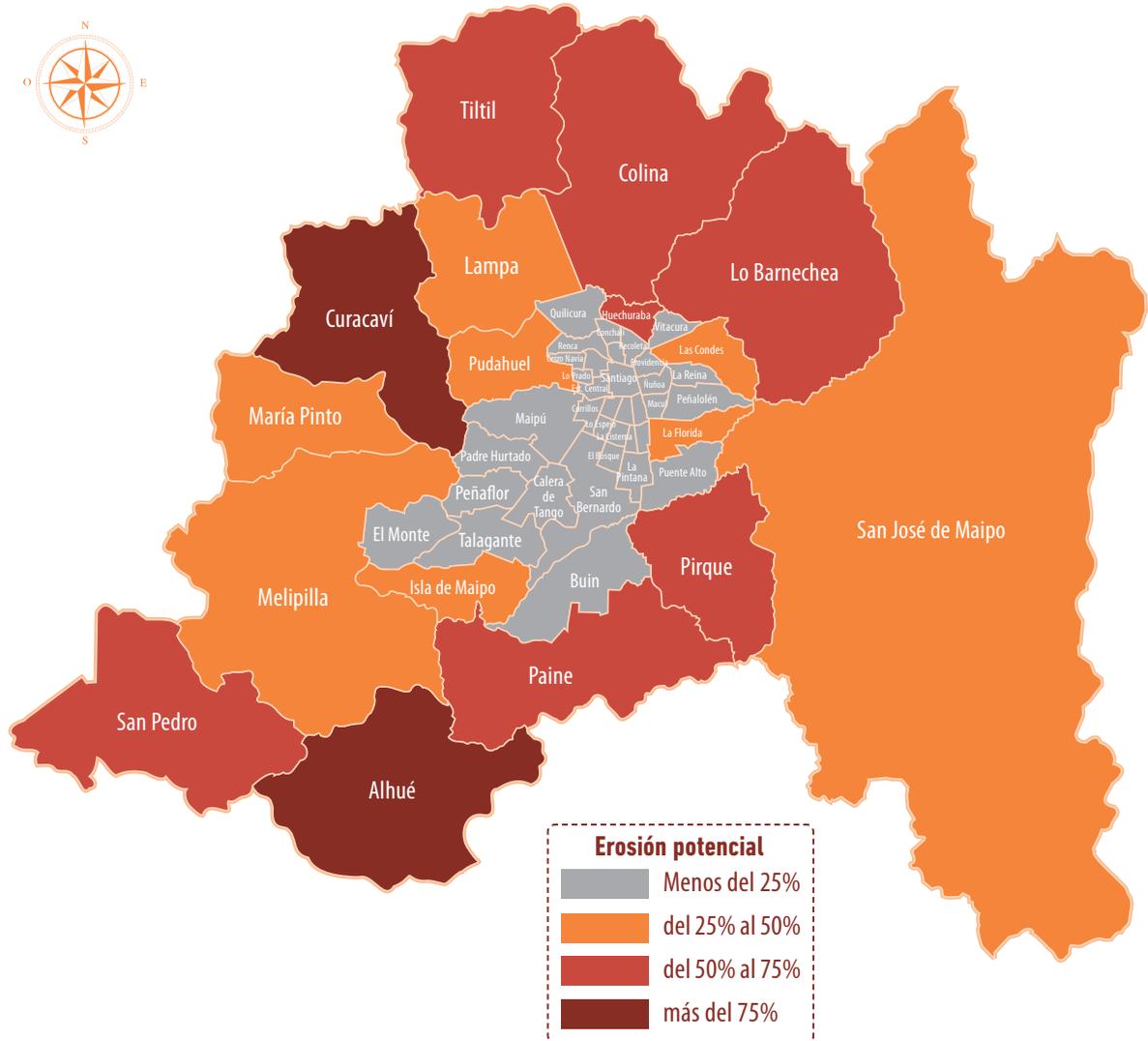
Comuna	Erosión %	Nivel	Comuna	Erosión %	Nivel
Alhué	86,43	4	El Monte	23,70	1
Curacaví	78,86	4	Peñalolén	23,20	1
Pirque	66,27	3	La Reina	21,47	1
Lo Barnechea	65,83	3	Vitacura	21,14	1
San Pedro	60,83	3	Puente Alto	18,87	1
Paine	59,56	3	Padre Hurtado	17,66	1
Colina	56,75	3	Talagante	16,57	1
Tiltil	52,51	3	Maipu	15,51	1
Huechuraba	51,88	3	Buín	13,98	1
Las Condes	47,25	2	Recoleta	11,80	1
Melipilla	45,85	2	Peñaflor	11,67	1
María Pinto	39,20	2	Renca	8,30	1
Isla de Maipo	38,76	2	San Bernardo	8,02	1
Lampa	38,56	2	Quilicura	7,21	1
San José de Maipo	38,07	2	Calera de Tango	6,81	1
La Florida	34,26	2	Providencia	6,40	1
Pudahuel	26,68	2	<b>Total</b>	<b>47,27</b>	

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

Resulta interesante contrastar el mapa de desertificación con el mapa de erosión potencial con el fin de analizar una eventual correspondencia.

Estos mapas presentan fenómenos diferentes, medidos de manera diversa y en momentos distintos. La comparación permite reconocer que la situación más compleja corresponde a la comuna de Alhué, donde a la grave desertificación se le adiciona un potencial de erosión severa y muy severa que afecta a más del 75% de la superficie de la misma. De ser confirmada esta situación, a través de la aplicación de otras mediciones y/o por medio de talleres y visitas en terreno, el sector mencionado sería un área prioritaria de atención para la política pública.

**MAPA 20** REGIÓN METROPOLITANA: COMUNAS CON SUPERFICIE AFECTADA POR LA DESERTIFICACIÓN Y POR RIESGO DE EROSIÓN POTENCIAL SEVERA Y MUY SEVERA



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 2010.

### 6.5.5. Los Costos de inacción

#### Métodos de costos de reemplazo y de pérdidas por erosión

Dada sus características y en especial la alta densidad poblacional en comparación con las otras regiones del país, la Región Metropolitana presenta el monto relativo más bajo de todas las regiones analizadas. En efecto, las pérdidas de VBP alcanzan a los 32.918,1 millones de pesos del año 2012 anualmente, lo que equivale al 9,36% del PIB agropecuario regional. Las estimaciones basadas en las pérdidas por erosión arrojan una cifra muy similar: 31.133,8 millones de pesos anuales.

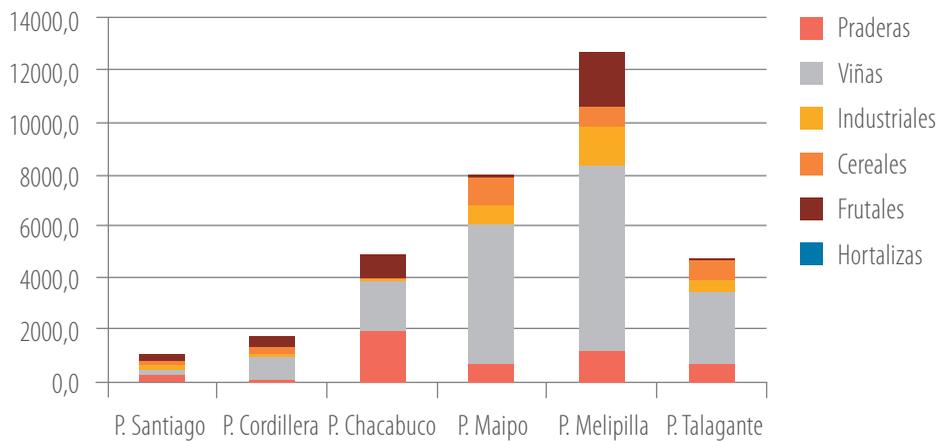
**CUADRO 44** REGIÓN METROPOLITANA: COSTOS DE INACCIÓN MEDIDOS SEGÚN COSTOS DE REEMPLAZO PARA LOS PRODUCTOS PRINCIPALES, POR PROVINCIAS Y COMUNAS. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS DE 2012

	Hortalizas	Frutales	Cereales	Industriales	Viñas	Praderas	Total
<b>R. Metropolitana</b>	<b>4.846,4</b>	<b>18.042,2</b>	<b>2.896,2</b>	<b>32,9</b>	<b>3.135,7</b>	<b>3.964,7</b>	<b>32.918,1</b>
<b>Prov. Santiago</b>	<b>251,2</b>	<b>170,5</b>	<b>73,8</b>	<b>0,1</b>	<b>88,3</b>	<b>325,5</b>	<b>909,4</b>
Cerrillos	0,8		18,6		0,2		19,6
El Bosque	0,0						0,0
Cerro Navia		2,0	1,7			2,9	6,6
Huechuraba	0,3	0,4	1,7			4,8	7,2
La Florida	18,5	0,4				2,5	21,4
La Pintana	0,3	7,0	35,5	0,1	46,0	5,9	94,8
Lo Barnechea	26,1	15,2		0,0		185,9	227,2
Maipú	130,7	60,6	6,8	0,1	3,1	41,2	242,5
Peñalolén	0,2	4,9			30,7	3,5	39,3
Pudahuel	50,9	79,8	9,1		0,8	52,8	193,4
Quilicura	14,4	0,2	0,2	0,0	0,3	22,9	38,0
Renca	9,0		0,2		7,2	3,1	19,5
<b>Prov. Cordillera</b>	<b>91,3</b>	<b>798,2</b>	<b>111,4</b>	<b>0,0</b>	<b>322,5</b>	<b>387,8</b>	<b>1.711,2</b>
Puente Alto	24,8	13,2	6,5		92,8	4,4	141,6
Pirque	65,3	615,0	102,5	0,0	228,4	43,2	1.054,4
San José de Maipo	1,1	170,0	2,4		1,3	340,3	515,2
<b>Prov. Chacabuco</b>	<b>1.946,0</b>	<b>1.848,3</b>	<b>70,1</b>	<b>14,4</b>	<b>114,8</b>	<b>898,2</b>	<b>4.891,8</b>
Colina	721,8	1.123,2	10,0	13,5	43,7	390,5	2.302,8
Lampa	985,3	127,2	35,3	0,5	43,1	246,8	1.438,2
Tiltil	238,9	597,9	24,7	0,5	28,0	261,0	1.150,9
<b>Prov. Maipo</b>	<b>675,6</b>	<b>5.389,3</b>	<b>694,4</b>	<b>11,4</b>	<b>992,1</b>	<b>196,4</b>	<b>7.959,2</b>
San Bernardo	91,4	750,2	101,8	0,0	160,1	18,8	1.122,2
Buín	176,3	1.512,5	205,1		408,0	4,7	2.306,6
Calera de Tango	53,8	484,4	48,5	1,0	30,4	14,3	632,4
Paine	354,5	2.642,2	339,1	10,3	393,5	158,6	3.898,3
<b>Prov. Melipilla</b>	<b>1.166,6</b>	<b>7.123,7</b>	<b>1.500,1</b>	<b>2,8</b>	<b>804,6</b>	<b>2.103,2</b>	<b>12.701,0</b>
Melipilla	729,1	4.072,9	880,2	1,9	345,7	753,4	6.783,2
Alhué	24,5	27,5	68,2		125,1	78,7	324,0
Curacaví	160,0	537,2	377,4		6,8	293,7	1.375,2
María Pinto	244,6	838,6	34,6	0,0	67,3	210,0	1.395,2
San Pedro	8,4	1.647,5	139,7	0,8	259,6	767,4	2.823,4
<b>Prov. Talagante</b>	<b>715,7</b>	<b>2.712,2</b>	<b>446,4</b>	<b>4,2</b>	<b>813,4</b>	<b>53,6</b>	<b>4.745,5</b>
Talagante	191,5	1.027,7	140,1		248,8	12,7	1.620,9
El Monte	214,5	183,2	135,1		63,8	12,2	608,8
Isla de Maipo	57,0	1.102,0	63,2		458,7	7,5	1.688,3
Padre Hurtado	191,0	149,6	38,2	4,2	32,6	16,3	431,8
Peñaflor	61,8	249,7	69,8		9,5	4,8	395,7

### 6.5.6. Principales provincias y comunas afectadas

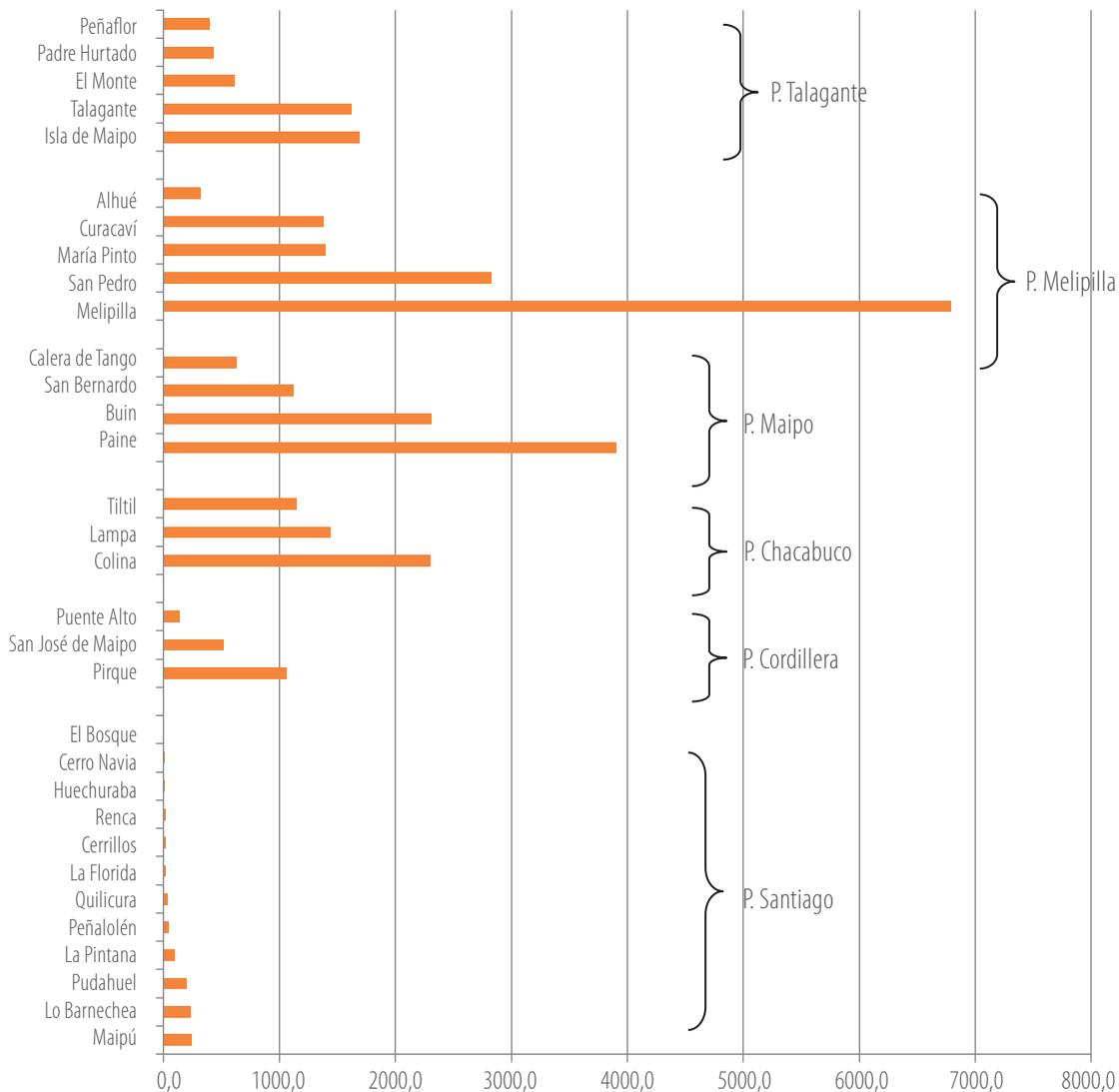
Las provincias de Melipilla y del Maipo son las que más contribuyen a las pérdidas de VBP en la región, tal como se puede apreciar en el Gráfico 31. En cuanto a las pérdidas por comunas, Melipilla, Paine, San Pedro y Buin son las que más aportan a las pérdidas por desertificación y degradación de las tierras en sus respectivas provincias, tal como muestran el Gráfico 32 que siguen. En términos de los rubros principales, los frutales son de lejos quienes más contribuyen al total.

**GRÁFICO 31** REGIÓN METROPOLITANA: COSTOS DE INACCIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS POR PROVINCIAS Y RUBROS PRINCIPALES. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS DEL 2012



Fuente: Elaboración propia.

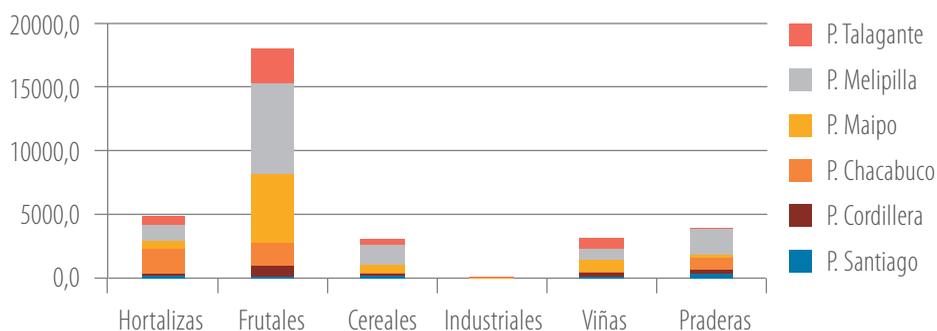
**GRÁFICO 32** COMUNAS DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO: COSTOS DE INACCIÓN POR DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS DE 2012



### 6.5.7. Principales productos

Los frutales y las hortalizas son los rubros que más contribuyen a las pérdidas de VBP por la degradación de las tierras en la Región Metropolitana, tal como se puede apreciar en el Gráfico 33, a continuación.

**GRÁFICO 33** REGIÓN METROPOLITANA: PARTICIPACIÓN POR PRODUCTOS EN EL VBP PERDIDO POR DEGRADACIÓN



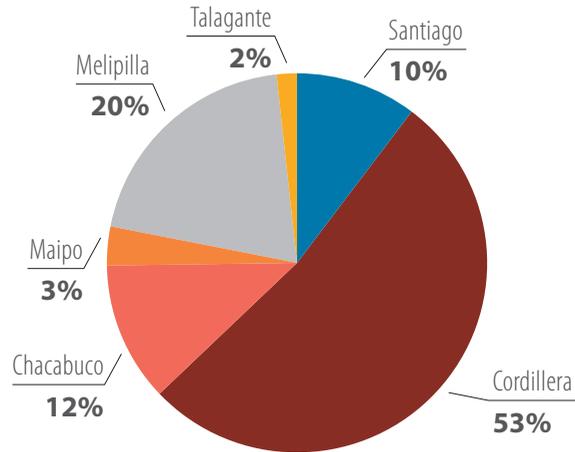
Aplicando el método de pérdidas por erosión y otras pérdidas asociadas, el Cuadro 45, que sigue a continuación, arroja valores muy cercanos a los obtenidos con el método de costos de reemplazo

**CUADRO 45** REGIÓN METROPOLITANA. COSTOS DE INACCIÓN POR PROVINCIAS, MEDIDOS POR EL MÉTODO DE PÉRDIDAS POR EROSIÓN Y OTRAS PÉRDIDAS ASOCIADAS. CIFRAS EN MILLONES DE PESOS ANUALES DEL AÑO 2012

	Santiago	Cordillera	Chacabuco	Maipo	Melipilla	Talagante	Total
<b>Erosión neta (ton/ha)</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
Área (ha)	102.207,4	456.362,6	137.841,9	32.825,6	233.677,4	19.953,0	982.867,9
Pérdidas de suelo (ton)	7.154,5	31.945,4	8.270,5	2.297,8	14.020,6	1.197,2	64.886,0
Costo de suelo; USD 8/ton = 3920 \$/ton	3.205,2	16.356,0	3.705,2	1.029,4	6.281,2	536,3	31.113,4
Pérdida de agua 5% (ton)	357,7	1.597,3	413,5	114,9	701,0	59,9	3.244,3
Costo \$/m <sup>3</sup> (11,2 \$/m <sup>3</sup> , 6720 \$/ton)	2,2	10,0	2,6	0,7	4,4	0,4	20,3
Costo suelo + agua (Mill. \$)	3.207,5	16.366,1	3.707,8	1.030,1	6.285,6	536,7	31.133,8

El Gráfico 34, por su parte, muestra la contribución de cada provincia de la RM a las pérdidas de VBP.

**GRÁFICO 34** REGIÓN METROPOLITANA: COSTOS DE INACCIÓN POR PROVINCIAS MEDIDOS POR EL MÉTODO DE PÉRDIDAS POR EROSIÓN Y OTRAS PÉRDIDAS ASOCIADAS



## 7. VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO

La metodología aplicada para la estimación de los costos de inacción y la degradación de tierras y los resultados preliminares del estudio realizado en las regiones comprendidas entre Coquimbo y el Maule fueron presentados y validados en una serie de talleres regionales realizados en las ciudades de La Serena, Rancagua, Talca y Santiago, en junio y julio de 2014. Estos talleres contaron con la participación de representantes de diversos organismos nacionales y regionales, sector privado, organizaciones de la sociedad civil, productores y técnicos.

Los talleres incluyeron una sesión de trabajo en la que los participantes realizaron comentarios acerca de los resultados del estudio sobre los costos de inacción e identificaron los usos potenciales de éstos en la formulación de políticas y en la planificación del uso de recursos en su región.

A continuación se presenta un resumen de los comentarios y aportes entregados por los participantes en los diferentes talleres regionales.

### 7.1. Taller en la Región de Coquimbo

#### *Comentarios de los participantes:*

- a) El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental tiene competencias limitadas en las actividades agrícolas; por lo tanto, deberían existir medidas de mitigación específicas.
- b) En la región se utilizan suelos de tipo VI (que no son aptos), bajo la argumentación de que se trata de suelos de tipo IV (suelos aptos). Por lo tanto, debe ponerse especial atención en el uso actual y futuro de los suelos agrícolas.
- c) El estudio de costos de la desertificación podría incorporar otros costos, como por ejemplo los costos asociados a la sedimentación, mantenimiento y limpieza de canales, etc.
- d) En cuanto a los instrumentos de gestión de recursos, existe la necesidad de considerar el Plan Maestro de Infraestructura y Recursos Hídricos de la Región de Coquimbo, así como la información asociada al mismo, además de la información procedente de las 17 estaciones pluviométricas, que en el 2015 pasarán a ser 30 estaciones.
- e) Incorporar otros cultivos, considerando los cultivos que van de sur a norte en la región (desde la provincia de Choapa).

- f) Los costos de entregar agua potable en comunidades rurales mediante camiones cisterna deberían ser incorporados al estudio de costos de la desertificación.
- g) Sería importante considerar el efecto de las plantaciones forestales realizadas en el marco del Decreto Ley 701 con especies y técnicas no adecuadas para las zonas afectadas por degradación o desertificación.
- h) Respecto a las actividades mineras en la Región de Coquimbo, se llama la atención sobre el impacto de la extracción de agua en los ecosistemas. Se destaca la importancia de que la información sobre estas actividades llegue a la ciudadanía.
- i) En cuanto a las infraestructuras de almacenamiento de agua en la Región de Coquimbo, se señala que el embalse de Valle Hermoso es un ejemplo de buenas prácticas de responsabilidad social corporativa para el uso eficiente de los recursos naturales.
- j) En cuanto a los instrumentos locales de planificación y uso de recursos, se menciona el proceso de reformulación de los PLADECO como una gran oportunidad de incorporar los temas de degradación de la tierra y sequía. Además, dentro del Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (PIRDT) podrían existir oportunidades de financiamiento para estudios como el de costos de la desertificación.

## 7.2. Taller en la Región de O´Higgins

### *Comentarios de los participantes:*

- a) Los Ministerios de Agricultura y de Vivienda y Urbanismo tienen competencias en el uso de suelo rural. Sin embargo, se ha observado que el uso de suelo rural obedece principalmente a intereses privados.
- b) Existe una fuerte presión por parte de las ciudades sobre las zonas rurales. Para lograr un proceso de crecimiento ordenado y sustentable, es necesario un sistema de ordenamiento territorial fuerte con un sustento legal adecuado, incluido el actual Código del Agua y sus implicancias en materia de ordenamiento del uso de los recursos naturales.
- c) Se destacan los trabajos del SEREMI de Medio Ambiente con la Universidad Federico María en la biorremediación para la recuperación de suelos degradados, así como el Plan de Descontaminación de Suelos de la Región de O´Higgins, que cuenta con elementos importantes de educación ambiental.
- d) En cuanto a los instrumentos locales, se destaca que los PLADECO son poco vinculantes, a diferencia de los PRC o PRI. Además, los PLADECO no están sometidos obligatoriamente a Evaluación Ambiental Estratégica y el proceso de formulación de los mismos cuenta con una participación muy baja, especialmente en la zona del secano costero.
- e) Se releva la importancia de que los Consejos Regionales (CORE) participen en los procesos de planificación, ordenamiento y asignación de recursos, ya que son los responsables de aprobar los temas relacionados con inversiones a nivel regional.
- f) Se señala la importancia de mejorar el conocimiento del costo/beneficio de transformar las zonas agrícolas, por ejemplo, mediante el cambio de uso de suelo hacia actividades urbanísticas o industriales.
- g) Se expresa la necesidad de abordar los temas de degradación de suelos y desertificación separando las zonas donde existe riego y las zonas de secano, con especial consideración a la función de las praderas. Para esto, es necesario coordinar los esfuerzos entre el Ministerio de Agricultura y los servicios presentes en la región (INIA, INDAP, CONAF, etc.).

- h) Se destaca que la pequeña agricultura de la región está afectada por el envejecimiento de las personas que viven en las zonas rurales.
- i) Se apunta a la necesidad de contar con Oficinas de Fomento Agrícola y Medio Ambiente en varias comunas, para lo cual es fundamental sensibilizar a los CORE y a los Consejos Comunales.
- j) Se identifica el problema de las quemas en relación a los procesos de contaminación de suelos, para lo cual debería considerarse la prohibición de las quemas.
- k) Se destaca el Programa de Redes desarrollado por el INIA para articular proyectos agrícolas basados en la participación de actores locales y en las necesidades específicas de la región.
- l) En cuanto a la educación y sensibilización de productores sobre los temas de desertificación, degradación de tierras y sequía se señala la importancia de diferenciar la pequeña agricultura de los grandes productores, que enfrentan problemas muy diferentes.
- m) Se reafirma la necesidad de apoyar a los pequeños productores del secano costero para contribuir a evitar la emigración desde esa zona.
- n) Se destacan los nuevos instrumentos desarrollados por la CONAF que consideran los problemas de desertificación, degradación de tierras y cambio climático.

### **7.3. Taller en la Región del Maule**

#### **Comentarios de los participantes:**

- a) El estudio no ha considerado los costos de reemplazo asociados a otros sistemas de fertilización distintos a los industriales. Por lo tanto, se podría estar omitiendo los costos de reemplazo en el ámbito de los pequeños productores. Además, se señala la necesidad de analizar los costos de reemplazo por producto además de por comuna.
- b) El costo del agua potable en las zonas rurales supone un costo importante en la Región de Maule.
- c) Algunos instrumentos de planificación como los Planes Reguladores Comunales (PRC) y los Planes Reguladores Intercomunales (PCI) presentan limitaciones en cuanto a su efectividad para el ordenamiento territorial. Para mejorar la aplicación de estos instrumentos y para una zonificación efectiva es necesario realizar cambios legales que modifiquen el ámbito de competencias de dichos instrumentos.
- d) Los municipios cuentan con capacidades limitadas para las actividades de planificación del uso de recursos. Esta situación tiene efectos negativos en lo referente a equilibrar los usos urbanos y rurales. Para revertir esta situación, se sugieren actividades de creación de capacidades y sensibilización de los consejeros regionales (CORE) en materia de ordenamiento y uso sostenible de los recursos naturales y su importancia en los procesos de toma de decisiones.
- e) Algunas magnitudes sociales podrían ser incorporadas al estudio.

### **7.4. Taller en las regiones Metropolitana y de Valparaíso**

#### **Comentarios de los participantes:**

- a) Dificultad para obtener datos climatológicos, ante lo cual se destaca el trabajo de la Universidad de Talca.
- b) Necesidad de actualizar el mapa de la desertificación de Chile, de 1999, basado en gran medida en el juicio de expertos en la materia.
- c) Existe un vacío jurídico importante a la hora de aplicar los PRC, PRI y PRM, lo que determina que estas herramientas se implementen con un nivel de participación muy limitado de otros actores, como por ejemplo los vinculados a la agricultura.

- d) Es necesario mejorar las capacidades del Ministerio de Agricultura en materia de sostenibilidad ambiental, así como en cuanto a conocimientos específicos sobre desertificación, degradación de la tierra y sequía.
- e) Existe un vacío en las atribuciones legales del Ministerio de Agricultura y Ganadería, que en la actualidad no tiene competencias para la elaboración de planes de manejo y conservación de recursos naturales en el ámbito silvoagropecuario.
- f) El modelo sectorial aplicado a la planificación ambiental tiene serias limitaciones. Las instituciones con competencias en el uso sostenible de la tierra operan, en general, con criterios exclusivamente productivos. Para tener impacto, es necesario incorporar de manera transversal los temas de desertificación en el trabajo desarrollado por todos los ministerios competentes. Para ello se requiere fortalecer la coordinación interinstitucional.
- g) Se requiere asumir los retos de la lucha contra la desertificación, la degradación de tierras y la sequía, para lo cual, la información generada en el estudio de costos de la inacción será de gran utilidad.
- h) Se plantea replicar el taller sobre los costos de inacción de la desertificación en instancias vinculadas a la toma de decisiones, por ejemplo en el Congreso Nacional.
- i) Los temas de desertificación se pueden introducir en los instrumentos de ordenamiento local a través de los estudios de riesgos, ya que estos tienen carácter vinculante conforme a la legislación vigente. Se mencionan los Planes de Mejoramiento de la Gestión (PMG) como instrumentos adecuados para la transversalización de los temas relacionados con la gestión ambiental y en particular la problemática de la desertificación.
- j) Se ve la necesidad de generar instrumentos de planificación alternativos, con un fuerte enfoque de abajo hacia arriba, teniendo en cuenta que la desertificación es un proceso no lineal, complejo, con multitud de variables e interrelaciones con otros procesos naturales y humanos. Este instrumento podría ser planteado desde las regiones, aprovechando las experiencias exitosas.
- k) Se requiere realizar estudios adicionales y establecer instrumentos más apropiados para los temas de desertificación, sin perder de vista que el eje articulador de la lucha contra la desertificación es el ser humano y su bienestar. Los estudios deberían arrojar luz sobre la relación que existe entre los instrumentos actuales y la mejora de las condiciones de vida de los pequeños productores, así como su relación con los problemas de desigualdad y brechas.

ISBN: 978-956-7469-72-7



9 789567 469727

¿Cuánto le cuesta al país la desertificación? ¿Cuánto le cuesta la erosión, la pérdida de productividad de las tierras? ¿Cuánto le cuesta la inacción frente al problema? Este libro presenta los resultados de un estudio que estimó dichos costos en las regiones entre Coquimbo y el Maule. El propósito es aportar información que ayude a tomar decisiones de política pública y a establecer prioridades en favor de la lucha contra la desertificación.

