

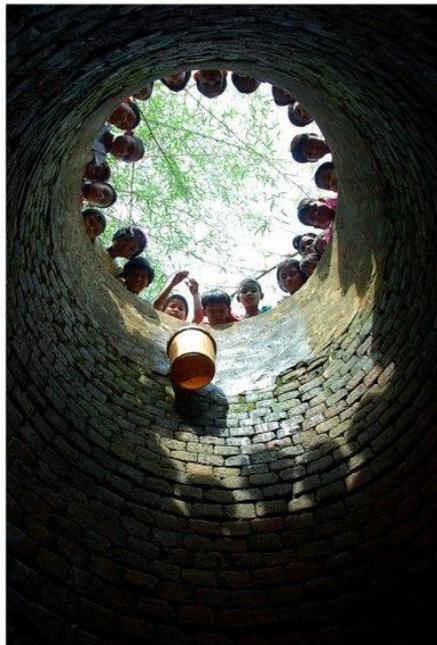
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS



MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS



TESIS

“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO PARA PREVENIR LOS PROCESOS  
DE DESERTIFICACIÓN EN LA CUENCA DEL PUANGUE, CHILE”

Que para obtener el grado de  
MAESTRA EN CIENCIAS

Presenta

ANA ISABEL HUAICO MALHUE  
ENSENADA B.C., AGOSTO del 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS**

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO PARA PREVENIR LOS PROCESOS DE  
DESERTIFICACIÓN EN LA CUENCA DEL PUANGUE, CHILE”**

TESIS

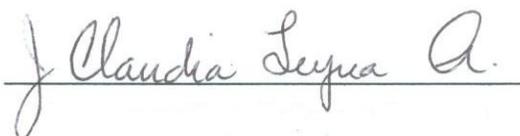
Que para obtener el grado de

MAESTRA EN CIENCIAS

Presenta

ANA ISABEL HUAICO MALHUE

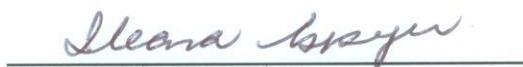
Aprobado por



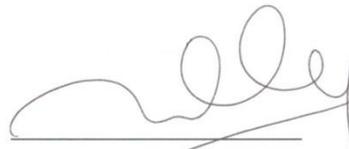
Dra. Juana Claudia Leyva Aguilera  
Directora



Dra. María del Pilar Cereceda Troncoso  
Codirectora



Dra. Martha Ileana Espejel Carbajal  
Sinodal



Dra. Nelly Calderón de la Barca  
Sinodal

*“El gran libro, siempre abierto y que tenemos  
que hacer un esfuerzo para leer, es el de la naturaleza...”*

***Antoni Gaudí***

*En memoria de los Doctores Gladys Armijo y Sergio Gimpel...*

# Agradecimientos

A la Organización de los Estados Americanos, por la confianza que depositaron en mi al otorgarme una de sus prestigiosas becas.

A la Universidad Autónoma del Estado de Baja California, por acogerme bien desde el primer contacto que tuve con el posgrado, que sin lugar a dudas ha sido muy importante para lograr satisfactoriamente el término de mi maestría.

Al Centro de Estudios del Desierto de Atacama de la Pontificia Universidad Católica de Chile, por su apoyo, colaboración y confianza en la realización de esta tesis.

A mi directora de tesis Dra. Claudia Leyva Aguilera, por su confianza, apoyo, preocupación y por su forma de enseñar que ha sido importantísima en mi formación.

A mi codirectora Dra. Pilar Cereceda, que desde tan lejos estuvo apoyando el desarrollo de mi tesis, por su optimismo, apoyo, y sus consejos que siempre fueron apropiados y decisivos.

A mi sinodal Dra. Ileana Espejel, por su visión, por lo valiosa que han sido para mi sus conversaciones, nuestras discusiones y su manera de sentir, ver e interpretar las cosas, creo que el compartir eso conmigo fue realmente enriquecedor.

A mi sinodal Dra. Nelly Calderón, por su paciencia, alegría y entusiasmo, muy importante para lograr encariñarme aún más con las ciencias sociales.

A mis padres Carlos e Isabel, por todo su apoyo, preocupación y amor que siempre me han dado, por los valores que me han entregado, por enseñarme a respetar, querer y valorar a la naturaleza.

A mis hermanos Carlos y Margarita, por su alegría, por estar siempre en contacto conmigo en estos dos años que he estado acá, porque nunca me han dejado sola.

A mis amigos y compañeros de la maestría, todo hubiese sido distinto sin ellos...Adri, Ale, Alejo, Ani, Erika, Leo, Miriam, Nena, Niño y Viole; también a todos los compañeros de otras generaciones...muchas gracias por todo.

Quiero agradecer especialmente a todos mis amigos que desde Chile apoyaron con información esta tesis, a Erika Romero, Verónica Balboa, Carlos Acevedo, Pilar Zúñiga, mi hermana Margarita y mi compadre José y a mi fotógrafo preferido mi papá.

A quienes me otorgaron las entrevistas, a José Carreño quien me ayudó con las encuestas, al Liceo Municipal Polivalente, muchas gracias.

Agradecer a todas las lindas personas que he conocido en Ensenada, a mi querida amiga Karina, su familia, la familia de Nena, mis renteros, a mis vecinos en especial a Eduardo, por su compañerismo y amistad, a todos muchas gracias!!

A los que me acompañan en espíritu, porque ya no están en este mundo y de seguro me protegen: a mis abuelitos German y Anita; a mis profesores Doctores Gladys Armijo y Sergio Gimpel quienes me motivaron a continuar mis estudios, ellos seguro están muy felices...a ellos les dedico mi tesis.

## **Resumen**

La presente tesis consiste en la propuesta de un plan de manejo para la prevención de los procesos de desertificación en la cuenca del Puangue ubicada en el semiárido de Chile central. El diagnóstico de la peligrosidad ambiental a la desertificación se construye considerando el índice de sensibilidad ambiental a la desertificación (vulnerabilidad de la tierra frente a una acentuación de la degradación y de la desertificación) y el índice de presión (describe la presión ejercida por las actividades humanas sobre el medio ambiente y los recursos naturales); a lo anterior se le unió el análisis de las relaciones del sistema humano ambiental, lo que permitió definir los mayores conflictos y preocupaciones a nivel local con respecto a la degradación/desertificación de suelos en una zona rural vulnerable a sufrir procesos de desertificación. Entre los lineamientos estratégicos está la necesidad de realizar estudios del estado de los recursos naturales, innovar en tecnologías de riego, mejorar la gestión del agua, incluir criterios de peligrosidad a la desertificación en temas de ordenamiento territorial, mejorar los canales actuales de difusión ambiental, fortalecer las agrupaciones de pequeños productores e incluir esta problemática en la educación ambiental formal e informal.

## **Abstract**

The present thesis is a proposal of a management plan to prevent the desertification processes in the basin of Puangue, located in the semiarid central area in Chile. The diagnosis of the environmental danger by desertification is built considering the environmental sensitivity index to desertification and the pressure index; to the above was joined by the analysis of the environmental relationships of the human system, allowing to define the major conflicts and local concerns regarding the degradation / desertification of soils in a rural area vulnerable to desertification processes. Among the strategic guidelines is the necessity of investigate the condition of natural resources, the innovation in irrigation technologies, the improving in water management, to include hazard criteria to the desertification on land use issues, to improve environmental diffusion current channels, to fortify small farmers' groups and to include this problematic in the formal and informal environmental education.

## INDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	.....	1
<b>II.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	.....	6
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	.....	6
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b>	.....	9
<b>1.</b>	<b>Artículo</b>	.....	9
	Evaluación de las áreas vulnerables a los procesos de desertificación en la cuenca del Valle del Puangue, Región Metropolitana de Santiago de Chile. Ponencia y Enviado en extenso al Congreso Internacional de Ordenamiento Ecológico y Territorial, Morelia México, Noviembre 2009.		
<b>2.</b>	<b>Artículo</b>	.....	34
	Escenarios para la gestión preventiva de la desertificación: El caso de la cuenca del Puangue en el semiárido de Chile Central. Para ser enviado a Revista de informaciones geográficas de la UNAM.		
<b>3.</b>	<b>Artículo</b>	.....	57
	El sistema humano ambiental y su relación con los procesos de desertificación en la cuenca del Puangue en Chile. Para ser enviado a Revista Interciencias.		
<b>4.</b>	<b>Informe Técnico</b>	.....	81
	Propuesta de medidas de manejo para prevenir los procesos de desertificación. Para entregar en Gobernación de Melipilla, Municipios.		
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	.....	110
<b>VI.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	.....	114
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS</b>	.....	123

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>INTRODUCCIÓN - METODOLOGÍA</b>	
Figura 1: Ubicación del área de estudio	4
Figura 2: Modelo Presión, Estado, Respuesta	7
Figura 3: Construcción del Índice de peligro a la desertificación. Adaptado de Abraham, 2007	111
<b>RESULTADOS</b>	
<b>Artículo I</b>	
Figura 1: Ubicación de la cuenca del Puangue, Chile, principales centros poblados	12
Figura 2: Provincia de Melipilla y comunas, Chile	14
Figura 3: Diagrama adaptado de Leyva (2009)	16
Figura 4: Cuenca del Valle del Puangue, Chile. Porcentaje de superficie de suelo según calidad y ubicación	22
Figura 5: Cuenca del Valle del Puangue, Chile. Porcentaje de superficie según calidad climática y ubicación espacial	22
Figura 6: Cuenca del Valle del Puangue, Chile. Porcentaje de superficie según calidad vegetal y ubicación espacial	23
Figura 7: Cuenca del Valle del Puangue, porcentaje de superficie según gestión y ubicación	24
Figura 8: Áreas sensibles o en peligro a desertificarse	25
Figura 9: Subdivisión predial y áreas vulnerables a la desertificación en algunas localidades de la comuna de María Pinto, Chile	26
Figura 10: Cuenca del Valle del Puangue, Chile y subdivisión predial	27
Figura 11: Hectáreas irrigadas en las comunas de María Pinto y Curacaví, Chile según tecnología de riego	28
<b>Artículo II</b>	
Figura 1: Ubicación del área en estudio	37
Figura 2: Plantaciones industriales de la cuenca	38
Figura 3: Construcción del Índice de peligro a la desertificación. Adaptado de Abraham, 2007	39
Figura 4: Construcción del índice de peligrosidad	44
Figura 5: El escenario actual	48
Figura 6: Fotografía de la dinámica espacial ante un evento de lluvia en la localidad de Ranchillo, un sector del Municipio de María Pinto. Fotografía año 2002	49
Figura 7: El escenario tendencial	50
Figura 8: Escenario estratégico o de concertación	51

### **Artículo III**

Figura 1: Ubicación del área de estudio	60
Figura 2: Disponibilidad de agua para riego.72	66
Figura 3: Porcentaje de superficie irrigada según tipo de riego por municipio.73	67
Figura 4: Cambios en el paisaje en el área de estudio entre 1980 al 2009. <i>Fotografías: Carlos Huaico.</i>	68
Figura 4: Gráfico acerca del porcentaje de pequeños agricultores asociados	74

### **Propuesta de Plan de Manejo**

Figura 1: Ubicación del área en estudio	83
Figura 2: Plantaciones industriales en la cuenca. Fotografía 2009. C. Huaico, 2009	84
Figura 3: Modelo Presión, Estado, Respuesta	86
Figura 4. El escenario actual	88
Figura 5. Fotografía de la dinámica espacial ante un evento de lluvia en la localidad de Ranchillo, un sector del Municipio de María Pinto. Fotografía año 2002 por A. Huaico	89
Figura 6: El escenario tendencial	90
Figura 7: Escenario estratégico o de concertación	91
Figura 8: Árbol de problemas en la cuenca del Puangue causas-efectos de la peligrosidad ambiental a la desertificación	95
Figura 9: Zonificación de las unidades ambientales	99
Figura 10: Unidades de gestión para la prevención	101

## **INDICE DE TABLAS**

### **INTRODUCCIÓN - METODOLOGÍA**

Tabla1: Datos demográficos y sociales del área de estudio. Datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas (2009) y de la Encuesta CASEN (2006)	5
--	---

## **RESULTADOS**

### **Artículo I**

Tabla1: Datos demográficos y sociales del área de estudio. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, 2009	13
Tabla 2: Variables, Indicadores e Índices para evaluar AAS	18
Tabla 3: Tipos de áreas sensibles y subtipos, MEDALUS	20

## **Artículo II**

Tabla 1: Indicadores e Índices de calidad (Adaptado de Kosmas et al.,1999)	40
Tabla 2: Tipos de áreas sensibles y subtipos, MEDALUS	41
Tabla 3: Indicadores de presión	43
Tabla 4: Tipos de presión e índice	44
Tabla 5: Índice de Peligrosidad	45
Tabla 6: Municipios e indicadores	47

## **Artículo III**

Tabla 1: Datos demográficos y sociales del área de estudio. Datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas (2009) y de la Encuesta CASEN (2006)	61
Tabla 2: Percepción de los pequeños propietarios de cómo será el área en estudio en 10 años más. ¿Como ve el lugar donde vive en 10 años más?	71
Tabla 3: ¿Cuál cree usted que es la mejor forma de enterarse de las noticias, programas y proyectos de gobierno?	72

## **Propuesta de Plan de Manejo**

Tabla 1: Problemas identificados y efectos sobre los indicadores	96
Tabla 2: Problemas identificados por los actores	97
Tabla 3: Zonificación y características de las unidades ambientales	98
Tabla 5: Estrategias	100
Tabla 4: Lineamientos estratégicos por unidades de gestión	102

## I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio es una propuesta de plan de manejo para prevenir los procesos de desertificación, en una zona con clima mediterráneo en la Región Metropolitana de Chile Central, ya que esta área como otros lugares en el mundo, es altamente vulnerable a que estos procesos se desencadenen.

La desertificación se define como un proceso complejo que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado de las variaciones climáticas y a las acciones humanas adversas (UNCED, 1992).

Entre las causas que dan origen a la desertificación se encuentran la gestión del agua, como lo ha sido el aumento de su consumo, la intensificación agraria y los acelerados procesos de expansión urbana. Esta problemática se asocia a su vez al abandono rural y a la consiguiente desaparición de las actividades agrarias tradicionales, al cambio del paisaje mediterráneo y a la insostenibilidad de las actividades de producción agrícola (Díaz Pineda, 2006).

Además Martín de Santa Olalla *et al.* (2001) menciona que los sistemas agrarios derivan de la influencia sobre la actividad agraria de una serie de factores que sistemáticamente se asocian, en este sentido dice que el factor social tiene influencia en el correcto diseño de rotaciones y alternativas de cultivos que permite el desarrollo de sistemas agrícolas que, además de reducir los riesgos, empleen mejor los factores productivos de carácter social, tales como la mano de obra disponible y la cualificación profesional de la misma, entre otros condicionantes sociales.

A lo anterior se le unen antecedentes derivados del Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2007) donde se indicó que el aumento de la temperatura traerá impactos negativos complejos y localizados sobre los pequeños propietarios agricultores, además indica que los ecosistemas mediterráneos se verán afectados por una disminución de las lluvias y la vegetación semiárida sería progresivamente sustituida por vegetación de tierras áridas, con lo que aumentan las probabilidades de que éstas áreas sean afectadas por los procesos de desertificación.

- **La desertificación en América Latina y en Chile.**

Según la CEPAL (2005), América Latina y el Caribe posee una superficie de 20.18 millones de km<sup>2</sup>, de los cuales un 25% corresponde a tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas. De este total, el 75%, unos 378 millones de hectáreas, presenta serios problemas de degradación. A estos se suman otros ecosistemas afectados por el mismo tipo de problemas, con distinto grado de intensidad.

El mismo informe de la CEPAL menciona que en Argentina, México y Paraguay, más de la mitad del territorio se encuentra afectado por problemas vinculados a la degradación y desertificación. En Brasil, en la región del nordeste, donde vive una parte significativa de su población, también el territorio padece de problemas similares. A su vez en Bolivia, Chile, Ecuador y Perú se estima que entre un 27% y un 43% del territorio sufre problemas de desertificación, lo que afecta a una parte muy importante de su población. El caso más grave es el de Bolivia, donde seis millones de personas, el 77% de la población del país, viven en áreas afectadas.

De acuerdo con la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 2006) los impactos socioeconómicos de la desertificación afectan a cerca de 1.300.000 habitantes. En las comunas más gravemente afectadas por desertificación la pobreza alcanza hasta 60.2% de la población y se constata además un creciente rol de las mujeres, que en áreas desertificadas están a cargo de hasta el 46% de las unidades productivas. Asimismo, la migración desde las áreas rurales amenazadas por desertificación alcanza tasas de 3% anual en las situaciones más extremas. Este mismo informe dice que las causas profundas del fenómeno de la desertificación en Chile son resultado en parte de actividades arraigadas culturalmente en la zona rural chilena como la deforestación de los terrenos forestales para el uso agropecuario, los incendios forestales, el sobre-pastoreo, el uso agropecuario de terrenos forestales, el uso inapropiado del riego, entre otras; siendo la deforestación la mayor causa de desertificación en Chile por su impacto en el balance energético regional a través de la modificación del albedo de la superficie terrestre y la consecuente alteración de los patrones de precipitación en las tierras secas.

- **Justificación del estudio**

La intensificación de las actividades productivas y el crecimiento poblacional en la zona mediterránea semiárida de la Región Metropolitana de Santiago en Chile, ha llevado a la generación de una serie de impactos que no han sido evaluados y que se han traducido en la transformación del territorio y la amenaza o peligro a que se produzcan procesos de desertificación, ya que durante muchos años se manejaron sistemas de explotación altamente intensivos sin ningún tipo de regulación, unido a la falta de instrumentos de planificación territorial en las zonas rurales.

Según CONAF (2007), todos los municipios rurales en la Región Metropolitana de Santiago de Chile poseen algún grado de desertificación, ya sea de carácter grave, moderada o leve; esto cobra mayor relevancia si se considera que esta zona abastece de productos agrícolas a la ciudad de Santiago, la ciudad más poblada del país, es así como los resultados del Censo Agropecuario (2007), mencionan que del uso de suelo destinado a cultivos en la región, un 73,84% son de cultivos anuales y permanentes.

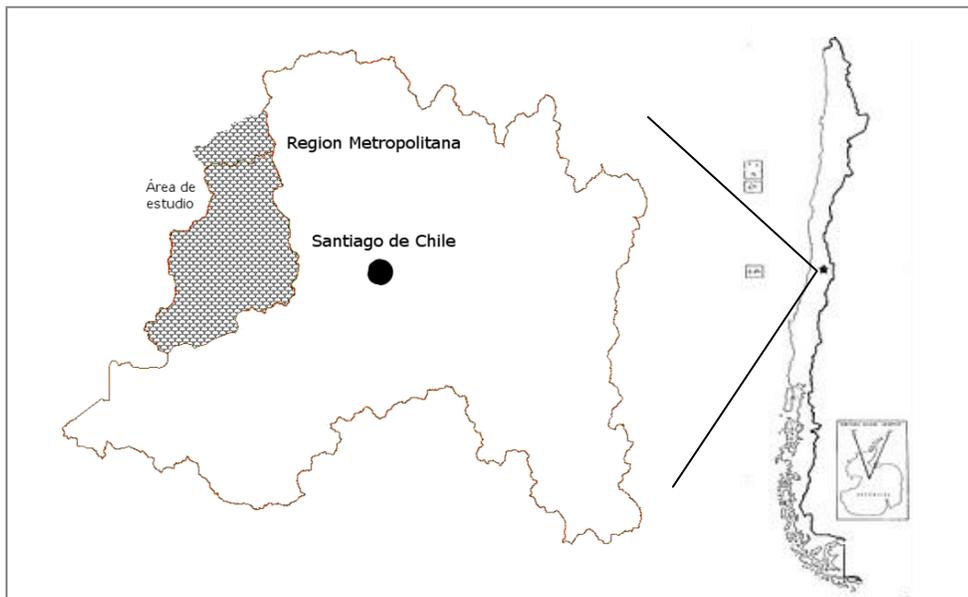
Estudios realizados por la Universidad de Chile (1997) mencionan que la degradación de los recursos del área mediterránea árida y semiárida de Chile es un proceso continuo y sostenido que conduce a estados de deterioro cada vez más agudos. De ahí nace la inquietud por evaluar y prevenir estos procesos ya que es parte de varios tratados suscritos por Chile, y esta tesis se fundamenta plenamente por lo mencionado en el Principio 15 de la Declaración de Río: “Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente”.

Hoy es urgente y necesario un diagnóstico del estado actual de la peligrosidad a la desertificación a nivel de cuenca hidrográfica y a un nivel más local en conjunto con una propuesta de medidas de manejo; ya que tal como lo plantea Martín de Santa Olalla *et. al* (2001), se pretende alcanzar una calidad de vida socialmente deseable, económicamente viable y ecológicamente sostenible, ya que esta zona se ha convertido en una zona agroexportadora y principal generadora de empleos en la provincia de Melipilla.

- **El área de estudio**

La Región Metropolitana de Chile, ocupa una posición mediterránea definida por los cordones montañosos que rodean la cuenca central que refuerza la acción dominante del anticiclón del pacífico y marca las diferencias estacionales, con veranos cálidos y secos e inviernos fríos con lluvias esporádicas que mantienen la condición de semiaridez dentro de esta área transicional.

La cuenca del Valle del Puangue, se localiza en las estribaciones de la cordillera de la costa de Chile central en la Región Metropolitana y teniendo como dren principal el Estero Puangue.



**Figura 1:** Ubicación del área de estudio.

El área de estudio se ubica dentro de los tres subsectores climáticos que separan la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa (CIREN-CORFO, 1990), más seca y calurosa que la occidental presente en la V región, debido a su propia sombra pluviométrica y al abrigo de la moderación térmica costera. Este subsector recibe la influencia costera, pero fundamentalmente desarrolla condiciones climáticas semiáridas reforzadas por la cordillera de la costa, con importantes oscilaciones térmicas.

La cuenca del Valle del Puangue posee una historia de poblamiento que se remonta al siglo X, por lo que Durán (1977) menciona: “Esta población fue al parecer eminentemente

agrícola, con un desarrollo agroalfarero de gran continuidad en la zona, donde cimentará sus bases la avanzada inca y posteriormente, la hispánica”.

Esta zona actualmente posee una población que asciende a los 41.000 habitantes comprendida por el territorio de las comunas de Curacaví, María Pinto y el norte de la comuna de Melipilla cuyos poblados principales son Mallarauco y Bollenar,

Los datos demográficos y sociales se aprecian en la tabla 1, en donde se destaca el municipio de María Pinto en donde el porcentaje de población indigente y pobre supera el promedio provincial.

**Tabla1:** Datos demográficos y sociales del área de estudio. Datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas (2009) y de la Encuesta CASEN (2006).

Datos/ Comunas	Comunas con territorio en la cuenca			Provincia
	Melipilla	Curacaví	María Pinto	
Población 2002	94540	24208	10343	141165
Crecimiento Demográfico (1992-2002)	1.64	2.43	1.69	1.576
Rural 2002 %	35.6	35.6	84	59.4
Población indigente (2006)	0.4	1	3.9	2.04
Población pobre % (2006)	9.8	8.6	12.7	10.32

Con respecto a la tabla anterior, la pobreza no tiene una definición única y su medición es compleja. La utilizada y disponible en el Ministerio de Planificación de Chile es la línea de pobreza, la cual se calcula con base al ingreso per cápita total del hogar, si ese ingreso no alcanza el valor de una canasta básica de alimentos, las personas que componen ese hogar son indigentes. Por otra parte si ese ingreso se encuentra entre una y dos canastas, las personas de ese hogar son pobres no indigentes, por lo que para Julio del 2006 se tiene que el ingreso para zonas rurales en dólares al mes para que una persona se considere indigente es de USD 33.7 y para pobre no indigente es de USD 59 (MIDEPLAN, 2010).

## **II. OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO**

### **a) Objetivo general**

- Realizar una propuesta de plan de manejo para prevenir los procesos de desertificación en la cuenca del Puangue en Chile.

### **b) Objetivos específicos**

- Aplicar la metodología desarrollada por la Comisión Europea para evaluar la sensibilidad a la desertificación en zonas mediterráneas (Kosmas *et al.*, 1999).
- Identificar áreas con mayor peligrosidad a los procesos de desertificación.
- Construir escenarios para la gestión preventiva de la desertificación en la cuenca.
- Analizar las relaciones del sistema humano-ambiental

## **III. METODOLOGÍA**

La metodología de trabajo que se utilizó consistió en la aplicación de técnicas cuantitativas y cualitativas a fin de conocer tanto los aspectos físicos-biológicos como aquellos que tienen que ver con los aspectos sociales; de esta forma se identifican las presiones que posee el sistema a través del modelo Presión, Estado, Respuesta (OECD, 2003), y se analiza su estado actual a través de la aplicación de la metodología para la evaluación de áreas sensibles a la desertificación en zonas mediterráneas planteada por la Comisión Europea (Kosmas *et al.*, 1999), evaluándose la calidad de suelo, clima, vegetación, uso del suelo y gestión, asimismo se identificaron los indicadores de presión, para posteriormente generar las estrategias de manejo, como respuesta.

El esquema Presión-Estado-Respuesta (PER) es una herramienta analítica que trata de categorizar o clasificar la información sobre los recursos naturales y ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas, se basa en el conjunto de interrelaciones de la presión de las actividades humanas sobre el ambiente, modificando con ello la cantidad y calidad, es decir, el estado (E) de los recursos naturales; la sociedad responde (R) a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales

(tanto ambientales como socioeconómicas), las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas (Fig.3).

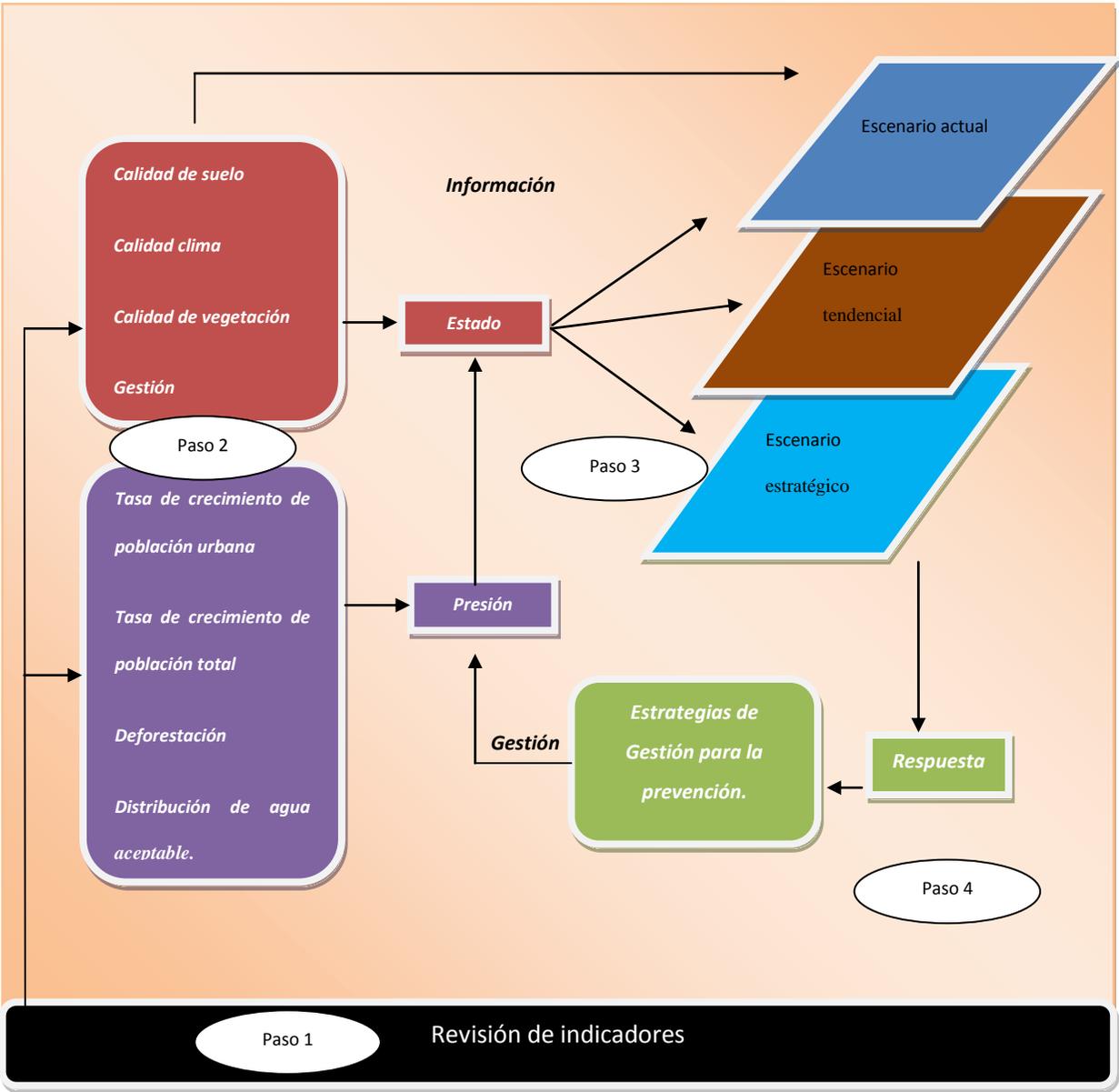


Figura 2: Modelo Presión- Estado- Respuesta, (OECD, 2003).

- **Descripción de los pasos metodológicos**

**Paso uno:** Revisión de indicadores y aplicación de la metodología de la sensibilidad ambiental a la desertificación.

Se analizó la mayoría de los indicadores de desertificación que existen, en especial aquellos contruidos para las zonas mediterráneas. Se adaptaron y complementaron los indicadores de sensibilidad ambiental a la desertificación concluyéndose que este índice por si solo no era suficiente para poder realizar un plan de manejo, obteniéndose el artículo 1 de la tesis llamado: **“Evaluación de las áreas vulnerables a los procesos de desertificación en la cuenca del Valle del Puangue, Región Metropolitana de Santiago de Chile”**.

**Paso dos:** Construcción del sistema de indicadores para evaluar la peligrosidad ambiental a la desertificación.

Se elaboró un sistema de indicadores combinados de estado y de presión generándose el índice de peligrosidad ambiental a la desertificación, definiéndose los escenarios para la gestión preventiva de la desertificación, obteniéndose el artículo:

**“Escenarios para la gestión preventiva de la desertificación: El caso de la cuenca del Puangue en el semiárido de Chile Central”**.

**Paso tres:** Análisis de las relaciones del sistema humano ambiental en el análisis de la desertificación.

Se realizan 4 entrevistas a informantes claves y 200 encuestas a los pequeños productores de la zona para identificar los mayores problemas identificados en el área de estudio con respecto a temas como el agua, arraigo, acceso a la información e intensidad en el uso de suelo, obteniéndose el artículo: **“El sistema humano ambiental y su relación con los procesos de desertificación en la cuenca del Puangue en Chile”**.

**Paso cuatro:** Elaboración del plan de manejo.

Se analizan y se priorizan los problemas, se generan las medidas de manejo para la cuenca, obteniéndose el informe técnico llamado: **“PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN EN LA CUENCA DEL PUANGUE”**.

## **IV. RESULTADOS**

### **1. Artículo**

#### **“Evaluación de las áreas vulnerables a los procesos de desertificación en la cuenca del Valle del Puangue, Región Metropolitana de Santiago de Chile”.**

*Ana Huaico; Claudia Leyva e Ileana Espejel*

Universidad Autónoma de Baja California

Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada 22800 Ensenada, Baja California, México

[anahuaico@uabc.mx](mailto:anahuaico@uabc.mx), [celyva@uabc.mx](mailto:celyva@uabc.mx); [iespejel@uabc.mx](mailto:iespejel@uabc.mx)

**Resumen:** Se evalúan las áreas vulnerables a los procesos de desertificación en la cuenca mediterránea del Valle del Puangue en las proximidades de Santiago de Chile, se utiliza como base metodológica lo planteado por la Unión Europea para la evaluación de la sensibilidad ambiental a la desertificación en zonas mediterráneas, se ajustan al modelo ciertas consideraciones que han permitido obtener una visión más cercana a la realidad socioambiental de la región, ya que si bien es cierto que las zonas mediterráneas poseen similitud climática, las interacciones entre los procesos naturales, la sociedad y sus actividades productivas varían según la distribución y manejo de los recursos naturales. Se proponen una serie de recomendaciones tanto metodológicas como de medidas de manejo para la cuenca, que permitan enfrentar los desafíos que plantean la escasez del recurso hídrico, la pérdida de la capacidad agrológica de los suelos, el avance tecnológico y las demandas agroalimentarias.

**Palabras claves:** desertificación, vulnerabilidad, zonas mediterráneas, agricultura.

## **Introducción**

La desertificación se define como un proceso complejo que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado de las variaciones climáticas y a las acciones humanas adversas (UNCED, 1992).

Martín de Santa Olalla (2001), menciona que la mayor causa de la desertificación es la degradación de los geosistemas por el impacto del hombre, por lo que tal como lo menciona Abraham (2007), es un proceso grave que afecta la base productiva y a la sociedad de prácticamente todos los países con situaciones específicas de índole natural, socioeconómica y política.

De acuerdo con López (2001) después de los bosques tropicales, las tierras mediterráneas son las más frágiles del planeta, tanto por sus condiciones naturales como por la historia de intervención humana a los procesos de desertificación. En este contexto menciona que programas y proyectos estiman que durante los próximos 40 a 50 años, gran parte de las áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas mediterráneas pueden registrar un aumento de las temperaturas y del albedo y una significativa disminución de las precipitaciones y acentuación de la aridez y las sequías, que pueden incrementar la fragilidad de los ecosistemas y acentuar los procesos de desertificación,

Las zonas mediterráneas corresponden a un tipo de clima caracterizado por veranos cálidos y secos e inviernos húmedos; se extiende tanto por el hemisferio norte como por el sur y el conjunto de las tierras que ocupan está afectado por el llamado macrobioclima mediterráneo, que se extiende entre los 23° y los 52° de latitud norte y sur y presenta un claro contraste térmico estacional, que se acentúa con la continentalidad, con una irregularidad pluvial y un período de aridez estival (Costa 2007).

Zoido (2007), menciona que por lo reducido del espacio geográfico de las zonas mediterráneas en el mundo, estas están actualmente en retroceso y disminución de sus procesos biológicos principalmente por las pérdidas debido a la erosión de los suelos poco desarrollados de colinas y laderas montañosas. A esta escasa extensión se suma una dinámica tendencial de disminución por evolución hacia situaciones degradadas que pueden calificarse de subdesérticas. En este contexto se prevee que las zonas mediterráneas

continuarán siendo presionadas por los cambios de uso de suelo y la tendencia es que aumente la superficie desertificada.

Entre los aspectos que han desencadenado procesos adversos como lo es el caso en estudio, se asocia la gestión del agua, como lo ha sido el aumento de su consumo, la intensificación agraria y los acelerados procesos de expansión urbana. La problemática se asocia a su vez al abandono rural y la consiguiente desaparición de las actividades agrarias tradicionales, cambiando el paisaje mediterráneo y haciendo cada vez más insostenibles las actividades de producción agrícola (Díaz Pineda, 2006).

En este contexto, Torres *et al.* (2007), indica que se entiende que si bien el sobrepastoreo, la deforestación y la agricultura no sustentable son prácticas vinculadas a la desertificación, se trata de efectos visibles tras los cuales, otras causas, no visibles o que han quedado invisibilizadas, actúan en la raíz de los problemas. Profundas situaciones de inequidad traducidas en desiguales accesos a recursos naturales, económicos, políticos y sociales; y la integración de zonas a condición de su subalternización y marginalidad determinan, dentro de un eje causal estructural, que algunos grupos sociales “puedan” desarrollar prácticas sustentables, mientras otros se ven obligados a recrear condiciones de degradación y pobreza.

El concepto de sensibilidad ambiental a la desertificación se refiere a la vulnerabilidad de la tierra frente a una acentuación de la degradación y de la desertificación, dependiendo de sus características de suelo, socioeconómicas y de gestión. La estimación es un prerrequisito para cualquier sistema de alerta temprana (Brandt, 2009).

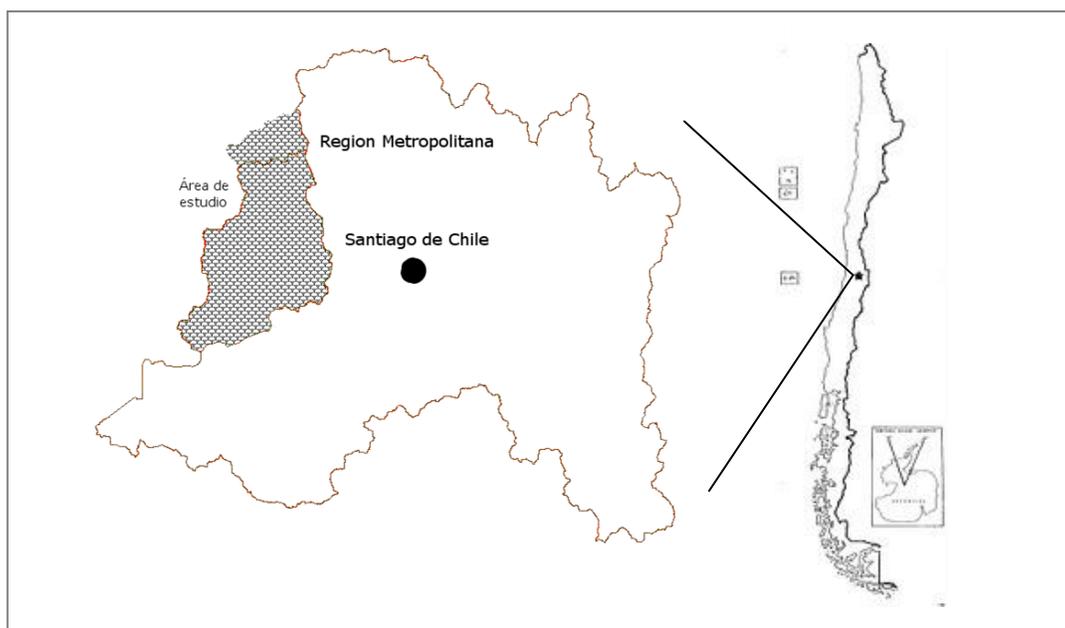
Según CONAF (2007), todos los municipios rurales en la Región Metropolitana poseen algún grado de desertificación, ya sea de carácter grave, moderada o leve; esto es relevante debido a que esta zona abastece de productos agrícolas a la ciudad de Santiago, la ciudad más poblada del país; datos del Censo Agropecuario (2007) demuestran que del uso de suelo destinado a cultivos en la región, un 73,84% son de cultivos anuales y permanentes.

La falta de estudios en la materia a nivel de cuenca hidrográfica hace muy difícil la toma de decisiones debido al desconocimiento del escenario ambiental, por lo que este trabajo es una primera aproximación metodológica para generar las bases técnicas para el manejo y ordenamiento de los recursos naturales en la zona y un ejemplo replicable para otras zonas mediterráneas.

### Descripción del Área de estudio

La Región Metropolitana de Chile, ocupa una posición mediterránea definida por los cordones montañosos que rodean la cuenca central que refuerza la acción dominante del anticiclón del Pacífico y marca las diferencias estacionales, con veranos cálidos y secos e inviernos fríos con lluvias esporádicas que mantienen la condición de semiaridez dentro de esta área transicional.

La cuenca del Valle del Puangue, se localiza en las estribaciones de la cordillera de la costa de Chile central en la Región Metropolitana, con una superficie aprox. a los 1.841 kilómetros cuadrados, teniendo como dren principal el Estero Puangue (Figura 1).



**Figura 1:** Ubicación de la cuenca del Puangue, Chile, principales centros poblados.

El área de estudio se ubica dentro de los tres subsectores climáticos que separan la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa (CIREN-CORFO, 1990), más seca y calurosa que la occidental presente en la Región de Valparaíso, debido a su propia sombra pluviométrica y al abrigo de la moderación térmica costera. Este subsector recibe la influencia costera, pero

fundamentalmente desarrolla condiciones climáticas semiáridas reforzadas por la cordillera de la costa.

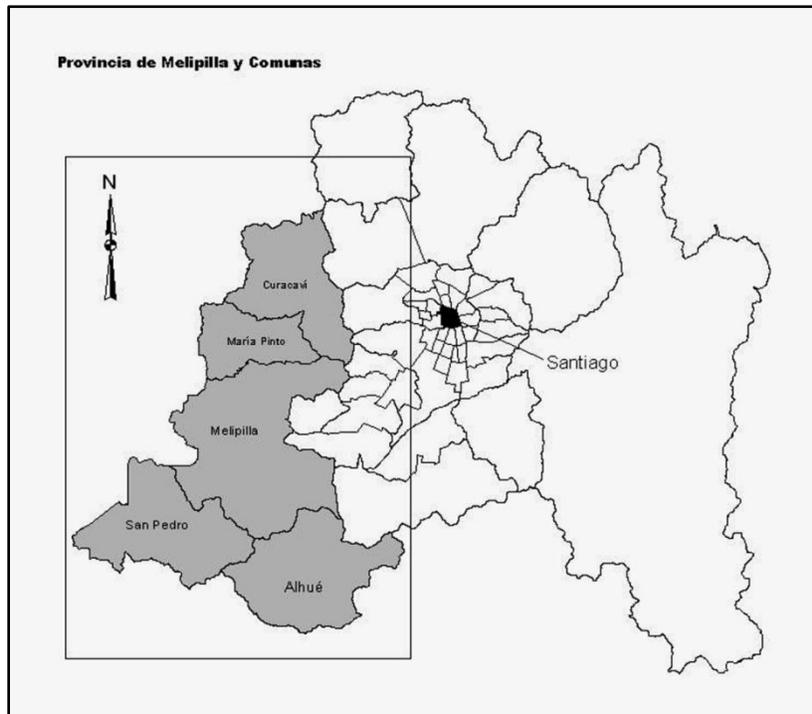
La cuenca del Valle del Puangue posee una historia de poblamiento que se remonta al siglo X, por lo que Durán (1977) menciona: “Esta población fue al parecer eminentemente agrícola, con un desarrollo agroalfarero de gran continuidad en la zona, donde cimentará sus bases la avanzada inca y posteriormente, la hispánica”.

Esta zona actualmente posee una población que asciende a los 41.000 habitantes comprendida por el territorio de las comunas de Curacaví, María Pinto y el norte de la comuna de Melipilla cuyos poblados principales son Mallarauco y Bollenar (Figura 2).

Los datos demográficos y sociales se aprecian en la Tabla 1, en donde se destaca que la comuna de María Pinto, el porcentaje de población indigente y pobre supera el promedio provincial.

**Tabla1:** Datos demográficos y sociales del área de estudio. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, 2009.

Datos/ Comunas	Comunas con territorio en la cuenca			Provincia
	Melipilla	Curacaví	María Pinto	
Población 2002	94540	24208	10343	141165
Crecimiento Demográfico (1992-2002)	1.64	2.43	1.69	1.576
Rural 2002 %	35.6	35.6	84	59.4
Población indigente (2006)	0.4	1	3.9	2.04
Población pobre % (2006)	9.8	8.6	12.7	10.32



**Figura 2:** Provincia de Melipilla y comunas, Chile.

Estudios realizados por la Universidad de Chile (1997) mencionan que la degradación de los recursos del área mediterránea árida y semiárida de Chile es un proceso continuo y sostenido que conduce a estados de deterioro cada vez más agudos que conducen a la desertificación. En este sentido Millán *et al.* (2005) menciona que entre las causas de este deterioro se encuentran los procesos migratorios, la sobreexplotación de los recursos y la pérdida de vegetación nativa producto de los cambios de uso de suelo; siendo estos últimos los principales desencadenantes de estos procesos. Numerosos son los estudios acerca de esta temática como lo son los desarrollados por Rönnback, P. (1999) ,Martín de Santa Olalla *et al.* (2001), Geeson *et al.* (2002), Araus (2004), y Ridolfi *et al.* (2008) entre otros.

## **Objetivos**

El objetivo general de este trabajo es la evaluación de las áreas vulnerables a los procesos de desertificación en la cuenca del Valle del Puangue, en las proximidades de la zona metropolitana de Santiago de Chile. Para ello se aplica la metodología desarrollada por la Unión Europea para evaluar zonas mediterráneas (1999), que se complementa con la componente subdivisión predial y tenencia, identificándose de esta forma las áreas con mayor vulnerabilidad al proceso de desertificación.

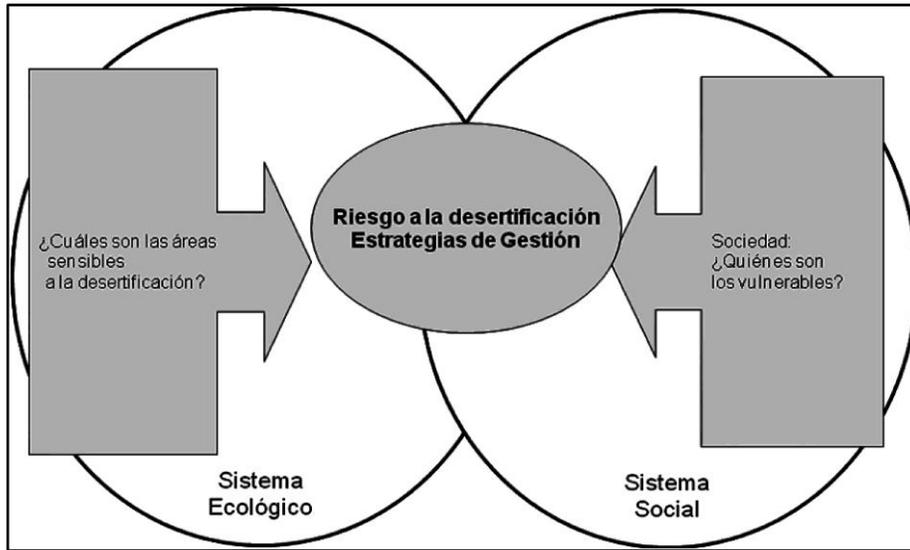
## **Materiales y Métodos**

Para el caso en estudio los datos han sido obtenidos de la base cartográfica 1:50.000 del Proyecto OTAS (Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable del Gobierno Regional Metropolitano, 2009) y los datos climáticos han sido obtenidos de fuentes de información secundaria como son el Atlas agroclimático de Chile e información de diferentes tesis de grados (González, 1971; Huaico, 2004).

El tratamiento de la información se ha hecho básicamente a través de un sistema de información geográfica ARC GIS.

Para realizar el estudio se parte con base en el siguiente diagrama metodológico (Figura 3): De esta forma se aplican métodos que permitan responder a las dos preguntas de la Fig. 3 para finalmente realizar un análisis integrado de la problemática de la zona.

De esta forma se aplican métodos que permitan responder a las dos preguntas de la Figura 3 para finalmente realizar un análisis integrado de la problemática de la zona.



**Figura 3:** Diagrama adaptado de Leyva (2009),

### **Definición de áreas ambientalmente sensibles a la desertificación**

La Unión Europea (1999) ha generado un sistema de indicadores ambientales que evalúa los siguientes aspectos para estudiar la sensibilidad ambiental a la desertificación cuyo fundamento se basa en (Tabla 2):

Calidad de suelo: En las zonas semi-áridas y subhúmedas, la desertificación puede ser irreversible cuando la profundidad del suelo no es capaz de mantener un mínimo de cobertura vegetal. Hay casos en que procede la desertificación en suelos profundos, cuando su balance de agua es incapaz de satisfacer las necesidades de las plantas. Los indicadores de calidad de suelo para ser cartografiados pueden estar relacionados con (a) la disponibilidad de agua (b) la resistencia a la erosión. Estas cualidades pueden evaluarse mediante el uso de las propiedades del suelo o de las características que figuran en los informes periódicos del suelo, tales como la profundidad del suelo, la textura del suelo, drenaje, material parental, el grado de pendiente, pedregosidad, etc.

Calidad de clima: La desigual distribución anual e interanual de las precipitaciones, los fenómenos extremos y los resultados de la fase vegetativa y de temporadas de lluvias en las zonas semi-áridas y áridas del Mediterráneo son las principales características climáticas que contribuyen a la degradación de la tierra. El suelo en estas dos zonas climáticas es

inestable y los procesos de desertificación se activan sólo si los demás componentes de la tierra sobrepasan los umbrales específicos. El cambio climático mundial espera ampliar la actual geografía de las zonas vulnerables en las zonas Mediterráneas. En una serie de años, las condiciones climáticas imperantes durante el período de crecimiento de los cultivos anuales pueden ser muy negativos. Cualquier pérdida de volumen de estas tierras marginales reduce las posibilidades de la producción de biomasa, en última instancia conduce a la desertificación.

Calidad de vegetación: La cubierta vegetal es muy crucial para la generación de escorrentía y puede ser fácilmente modificada a lo largo de las zonas con clima mediterráneo y en las zonas montañosas, según las condiciones climáticas. En las áreas con precipitación anual inferior a 300 mm y con una alta tasa de evapotranspiración, el agua disponible en el suelo para las plantas se reduce drásticamente. Los principales indicadores de la desertificación en relación con la vegetación natural y el uso agrícola puede ser considerada en relación a: (a) el riesgo de incendios y capacidad de recuperación, (b) protección que se ofrece a la erosión del suelo, (c) resistencia a la sequía, y (d) porcentaje la cubierta vegetal.

Calidad de la Gestión: La definición de las áreas sensibles a la desertificación exige el conocimiento de los indicadores claves del medio ambiente y el estrés inducido por el hombre. Un área del territorio se caracteriza por un uso particular. Este uso se asocia con una determinada actividad y bajo la influencia del medio ambiente y a los factores tecnológicos y políticos. Dependiendo del tipo, los recursos están sujetos a un determinado grado de estrés.

### **Combinación de los resultados**

Los resultados de cada uno de los índices tanto del entorno físico y de gestión, se multiplican para la elaboración del índice de áreas ambientalmente sensibles a la desertificación de la siguiente manera:

$$\text{Áreas ambientalmente sensibles (AAS)} = (\text{CS} * \text{CC} * \text{CV} * \text{CG})^{1/4}$$

Luego de obtener cada uno de los índices según las variables se realizó la superposición y combinación de datos a través de un sistema de información geográfica.

**Tabla 2:** Variables, Indicadores e Índices para evaluar AAS.

Variable	Elemento	Indicador	Índice de Calidad	
Suelo	Textura	Descripción		$CS = (\text{textura} * \text{Pendiente} * \text{Fragmento de roca} * \text{Profundidad de suelo} * \text{Drenaje}) \%$  Alta calidad < 1.13 Moderada calidad 1.14 a 1.45 Baja calidad > 1.46
		(Arena, limo, arcilla)	Indicador	
		Bueno	1	
		Moderado	1.2	
		Poroso	1.6	
	Muy poroso	2		
	Pendientes	Indicador		
		(%)	Indicador	
		Muy suave a plano < 6	1	
		Suave 6 a 18	1.2	
		Empinado 18 a 35	1.5	
	Muy empinado > 35	2		
Fragmento de roca	Cobertura			
	%	Indicador		
	Muy pedregoso > 60	1		
	Pedregoso 20 - 60	1.3		
Profundidad de suelo	Indicador			
	cm	Indicador		
	Profundo > 75	1		
	Moderado 75 - 30	2		
Somero 15 - 30	3			
Muy somero < 15	4			
Drenaje	Según Drenaje			
	Indicador			
	Bien drenado	1		
	Imperfectamente drenado	1.2		
Mal drenado	2			
Clima	Precipitación	milímetros		$CC = (\text{Precipitación} * \text{Aridez} * \text{Orientación})$  Alta calidad < 1.15 Moderada calidad 1.16 a 1.81 Baja calidad > 1.81
		> 650	1	
		280- 650	2	
	<280	4		
	Aridez	BGI rango		
		Indicador		
		<50	1	
		50 -75	1.1	
		75 - 100	1.2	
		100 - 125	1.4	
125 - 150	1.8			
> 150	2			
Orientación	Exposición			
	Indicador			
	SW y SE	1		
NW y NE	2			

**Tabla 2:** Variables, Indicadores e Índices para evaluar AAS.

Variable	Elemento	Indicador	Indicador	Índice de Calidad
Vegetación	Riesgo de Incendio	Tipo de vegetación	Indicador	$CV: (\text{Riesgo incendio} * \text{Protección a la erosión} * \text{resistencia a la sequía} * \text{cobertura})/4$  Alto : 1 a 1.6 Moderado: 1.7 a 3.7 Bajo: > 3.8 a 16
		Tierra desnuda	1	
		Cultivos agrícolas anuales	1.3	
		Matorral y praderas	1.6	
		Matorral arborescente, matorral de suculentas, bosque nativo	2	
	Protección a la erosión	Tipo de vegetación	Indicador	
		Bosque nativo, matorral arborescente, matorral de suculentas	1	
		Matorral y Praderas	1.3	
		Cultivos agrícolas	1.6	
	Resistencia a la sequía	Tierra desnuda	2	
		Tipo de vegetación	Indicador	
		Matorral, matorral de suculentas, Matorral arborescente, bosque nativo	1	
	Cobertura	Terrenos agrícolas	1.6	
Praderas		1.8		
Cobertura vegetal		Indicador		
> 40	1			
10 a 40	1.8			
< 10	2			
Gestión	Intensidad en el uso de la tierra	Uso	Indicador	$CG: (\text{Intensidad en el uso de la tierra} * \text{Políticas de protección})/2$  Alto : 1 a 1.25 Moderado: 1.26 a 1.15 Bajo: > 1.51
		Áreas naturales	1	
		Zonas de recreo	1.2	
		Tierras agrícolas de uso extensivo	1.5	
		Tierras agrícolas de uso intensivo	1.8	
		Minería	2	
	Zonas Urbanas	2		
	Políticas	Grado de regulación	Indicador	
		Completo: > 75% del área bajo protección	1	
		Parcial: 25 al 75% del área bajo protección	1.5	
incompleto: < al 25% del área bajo protección		2		

Cada indicador de ASS es definido en el siguiente cuadro, utilizando los tipos de áreas propuestas por el proyecto MEDALUS (Unión Europea, 1999, Tabla 3):

**Tabla 3:** Tipos de áreas sensibles y subtipos, MEDALUS.

<b>Tipo</b>	<b>Subtipo</b>	<b>Rango de Sensibilidad</b>
<b>Crítica</b>	C3	>1.53
<b>Crítica</b>	C2	1.42 - 1.53
<b>Crítica</b>	C1	1.38 - 1.41
<b>Frágil</b>	F3	1.33 - 1.37
<b>Frágil</b>	F2	1.27 - 1.32
<b>Frágil</b>	F1	1.23 - 1.26
<b>Potencial</b>	P	1.17 - 1.22
<b>No afectada</b>	N	<1.17

#### **Indicador de la estructura predial y tenencia de la tierra del área de estudio.**

Debido a que principalmente la metodología del proyecto MEDALUS no contempla aspectos sociales asociados a identificar qué sectores de la sociedad serían los más afectados para la toma de decisiones, se superpuso a la cartografía de áreas ambientalmente sensibles, la estructura de la red predial de la cuenca, haciéndose un análisis del tamaño de las propiedades y de esta manera se realiza una aproximación con respecto de quienes son los más vulnerables a los procesos de desertificación en la zona en el contexto agrario, ya que gran parte de la zona es eminentemente de uso agrícola.

Para complementar esta información se revisó la información del Censo Agropecuario (2007).

## **Resultados**

### **Definición de áreas ambientalmente sensibles.**

#### **Calidad del suelo en la cuenca**

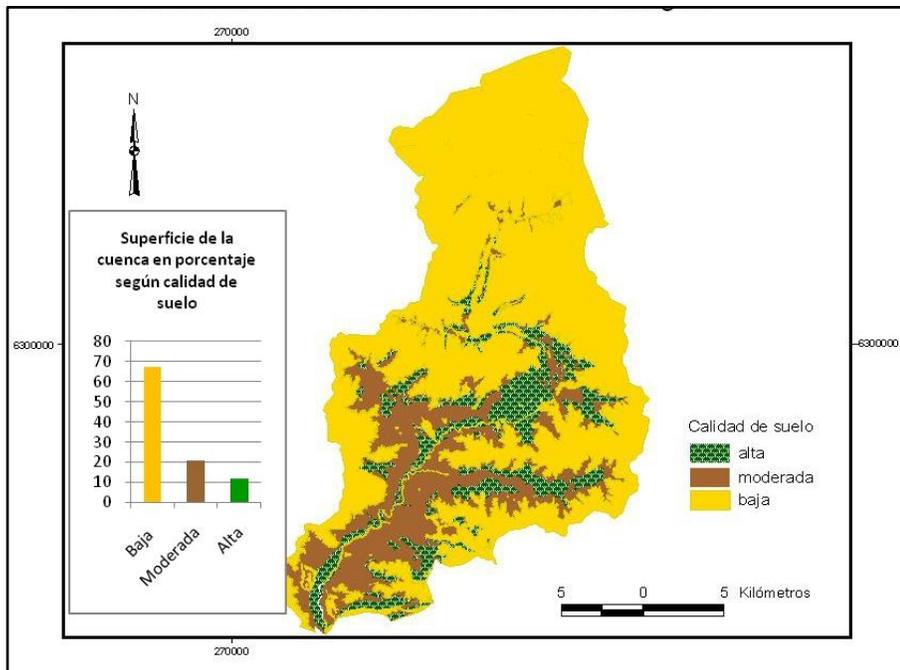
Los resultados obtenidos reflejan que un 67% de los 1841 kilómetros de la cuenca, poseen una muy baja calidad, y corresponden principalmente a superficies de laderas de cerros del cordón montañoso, en donde los suelos se presentan escasamente desarrollados (Figura 4).

Los suelos de moderada calidad corresponden al 21 % y se ubican principalmente aguas abajo de la cuenca en donde el valle se angosta, presentándose principalmente en posición de terrazas de cineritas y glacís coluviales; la primera tiene su origen en episodios de depositación volcánica, lo que la hace poseer restricciones de drenaje por la presencia de duripan a unos 50 centímetros de profundidad. Los suelos en posición de glacís coluviales tienen su origen en la termoclastía, por lo que son suelos con restricciones por su pedregosidad, inclinación y dificultades de drenaje (Huaico, 2004).

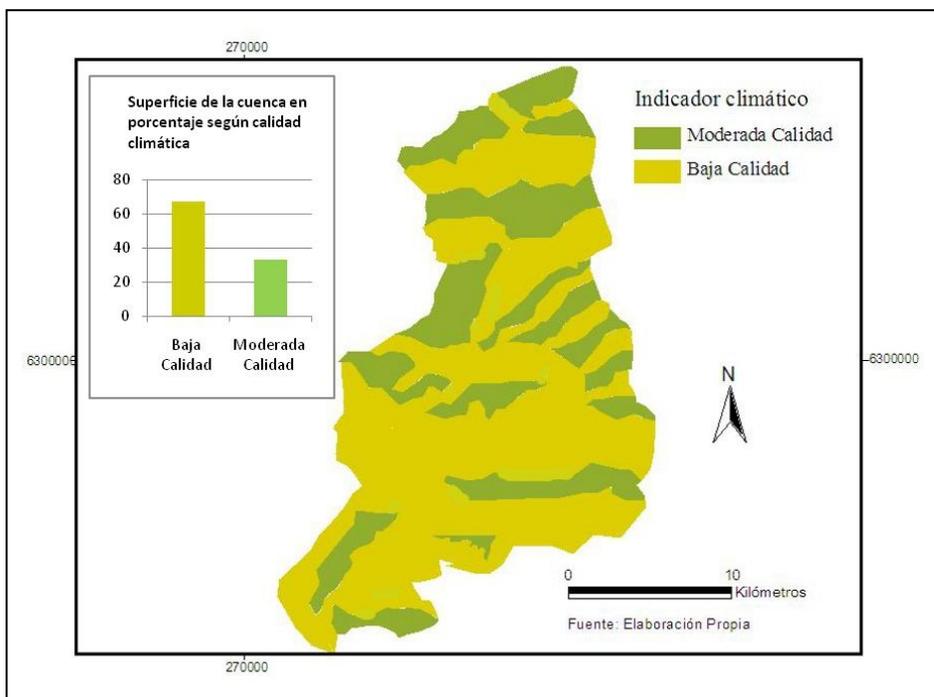
Los suelos de alta calidad se encuentran ubicados principalmente en el fondo de valle correspondiente a las terrazas fluviales del río, son suelos profundos, principalmente francos, planos y de buen drenaje, corresponden al 12% de los suelos equivalentes a aproximadamente 218 kilómetros cuadrados.

#### **Calidad climática**

Este índice se basa principalmente en tres indicadores, precipitaciones, índice de aridez y exposición norte sur. El índice desde el punto de vista espacial está altamente definido por la exposición de las laderas tal como lo muestra la Figura 5, en donde además a los terrenos planos se les ha dado también un indicador semejante al de exposición norte, debido al estrés hídrico al que está sometido, de esta forma se tiene que gran parte del área en estudio tiene una baja calidad climática, mientras que solamente un 33% posee un índice moderado. Por lo que la ubicación y orientación de la cuenca juega un papel fundamental a la hora de evaluar su calidad climática para definir las áreas sensibles a la desertificación.



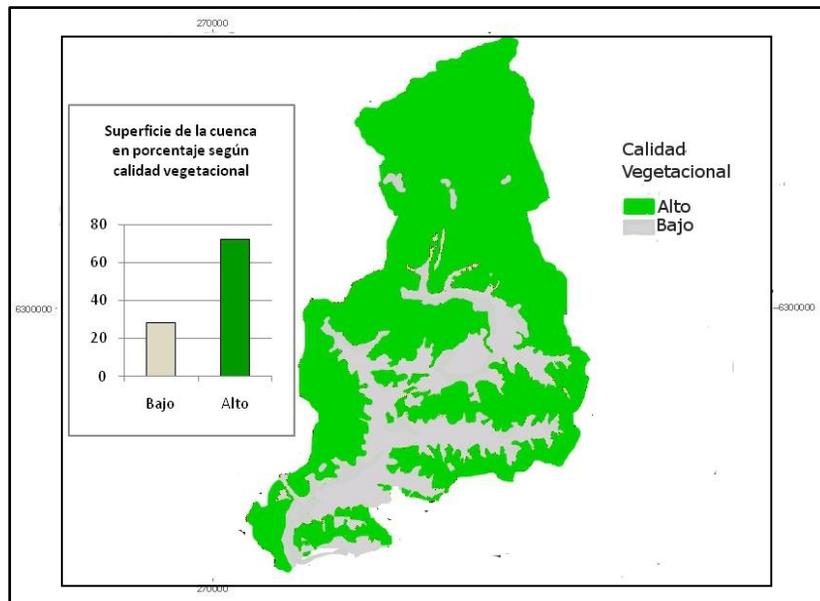
**Figura 4:** Cuenca del Valle del Puangue, Chile. Porcentaje de superficie de suelo según calidad y ubicación



**Figura 5:** Cuenca del Valle del Puangue, Chile. Porcentaje de superficie según calidad climática y ubicación espacial.

## Calidad vegetacional

Según el índice de calidad vegetacional, la cuenca posee un 78% de su territorio con vegetación de buena calidad y un 22% de moderada, esto debido a que gran parte de la vegetación se encuentra ubicada en el sector de montaña, la que ocupa gran cantidad de superficie de la cuenca, mientras que principalmente los terrenos de uso agrícola tienen un indicador de moderada calidad (Figura 6).

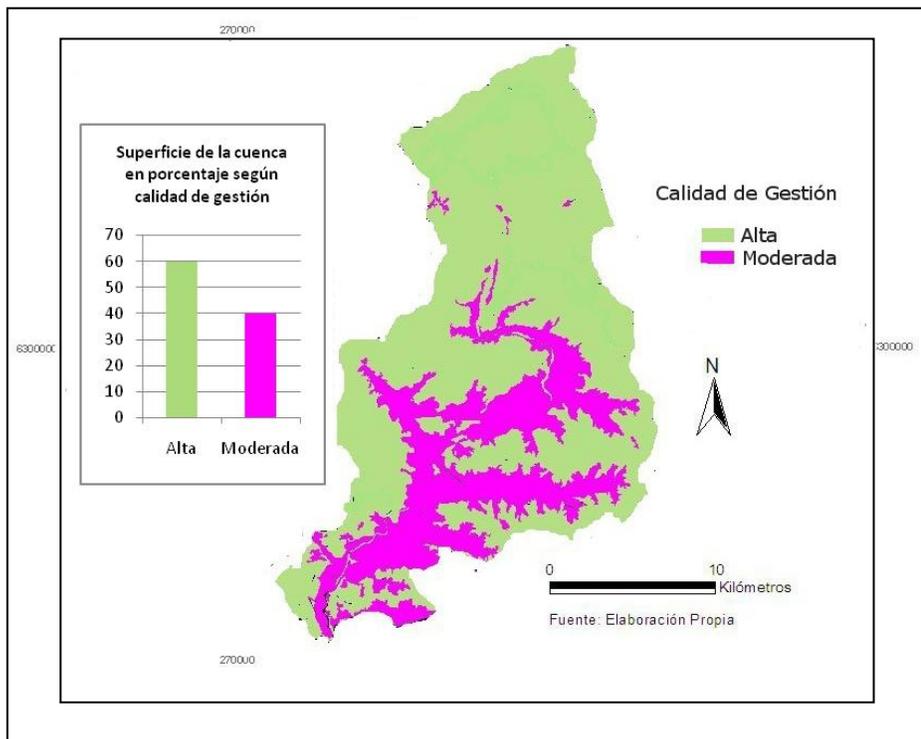


**Figura 6:** Cuenca del Valle del Puangue, Chile. Porcentaje de superficie según calidad vegetacional y ubicación espacial.

## Calidad de Gestión

La calidad de gestión se evalúa básicamente por dos indicadores: uso actual de suelo y la presencia de políticas de ordenamiento territorial en la zona.

La cuenca en este contexto posee un instrumento de ordenamiento como lo es el Plan regulador intercomunal Melipilla - Talagante que regula los usos de suelo a escala de cuenca hidrográfica, lo que ha hecho que el indicador de gestión otorgue como resultado un índice de moderado a alto, por lo que el 59,85% del territorio posee buena gestión y un 40,15 moderada, este último producto del uso agrícola del área.



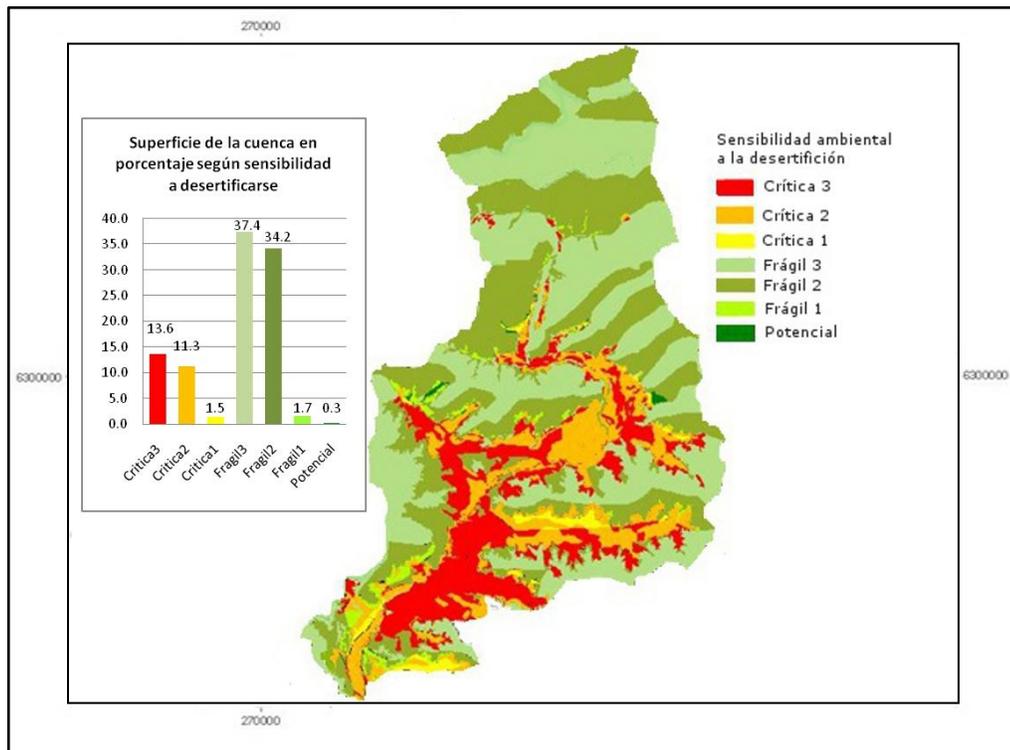
**Figura 7:** Cuenca del Valle del Puangue, porcentaje de superficie según gestión y ubicación.

### Combinación de datos y cartografía de áreas sensibles.

Como resultado final se ha obtenido el siguiente producto cartográfico (Figura 8) y una descripción de las áreas ambientalmente sensibles de la desertificación.

**Potencial:** Las zonas potenciales se encuentran ubicadas en pequeñas áreas de piedemonte del sector cordillerano constituyendo en ocasiones una especie de transición hacia la zona montañosa que presenta sensibilidad crítica C3. Principalmente posee suelos de alta calidad, en suelos con uso vegetación nativa, matorral, matorral arborescente y matorral de suculentas.

**Frágil F1:** Se ubican en posición muy similar al área potencial, en suelos de moderada calidad con restricciones principalmente de drenaje y pendientes, en suelos con uso vegetación nativa, matorral, matorral arborescente y matorral de suculentas.



**Figura 8:** Áreas sensibles a desertificarse

**Frágil F2:** Las zonas con fragilidad F2, corresponden a áreas con vegetación nativa o matorral con baja calidad climática dado principalmente por su exposición norte con suelos de alta calidad, predominantemente.

**Frágil F3:** Corresponde principalmente a matorral y plantación de bosque con baja calidad climática y moderada calidad de suelo.

**Crítica C1:** Corresponde a terrenos agrícolas con buen clima y alta calidad en sus suelos.

**Crítica C2:** Es posible distinguir dos zonas que presentan este índice, el sector montañoso y terrenos agrícolas. En el primero se presenta en superficies de bosque nativo con baja calidad climática y de suelos así como también en matorral con alta calidad climática y baja calidad climática principalmente por restricciones de pendientes. En terrenos agrícolas, se presenta en zonas con suelos principalmente de moderada a alta calidad y de baja calidad climática.

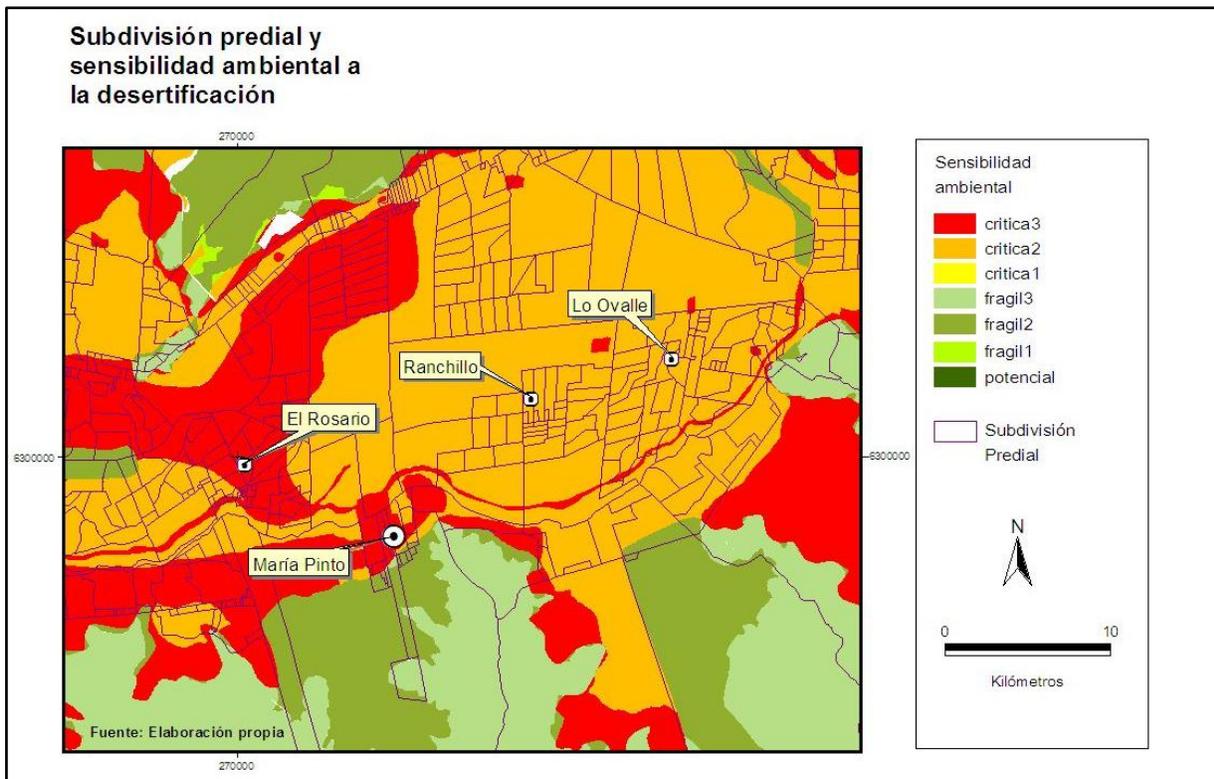
**Crítica C3:** Corresponde a áreas con uso urbano, suelos desnudos y terrenos agrícolas con baja calidad climática, y baja calidad en sus suelos. A este tipo también corresponde a matorral de exposición norte en suelos escasamente desarrollados.

### Indicador de la estructura predial y tenencia de la tierra del área de estudio.

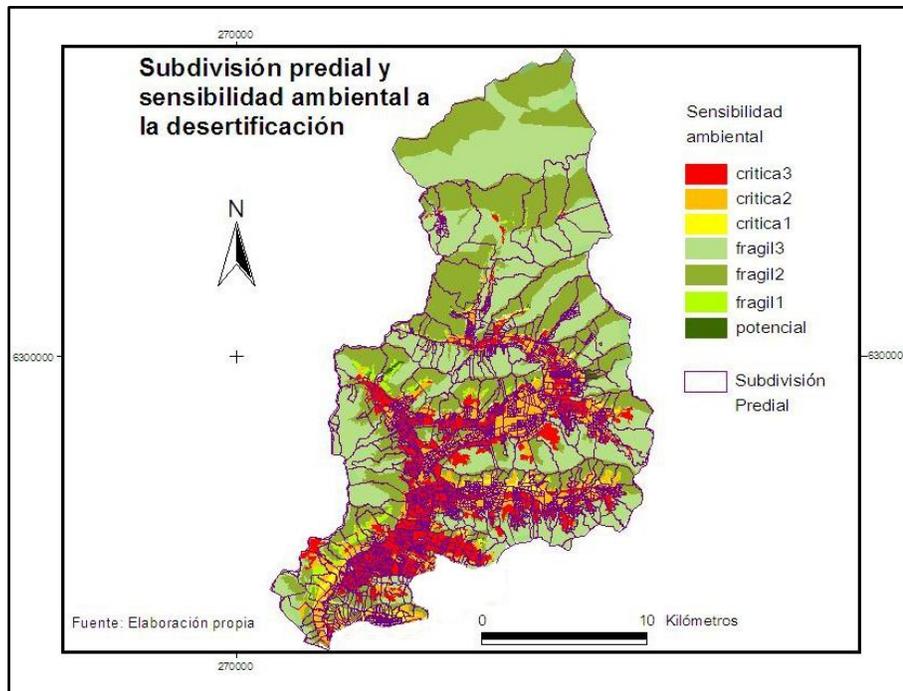
Con base en la información obtenida de la subdivisión predial del proyecto OTAS, ha sido posible distinguir que en la cuenca predominan los propietarios con menos de 20 hectáreas (1516 explotaciones, Censo Agropecuario, 2007) y éstos se ubican principalmente en áreas sensibles críticas tipo C2, que son suelos agrícolas con baja calidad climática, por lo que el estrés al que están sometidos los cultivos es más alto en comparación a aquellos ubicados en sectores en donde la insolación es menor.

En este sentido los predios con grandes extensiones se ubican en sectores del cordón montañoso con uso de bosque nativo, matorral, matorral arborescente y de suculentas, en suelos de baja calidad y baja calidad climática principalmente y son los que presentan la mayor sensibilidad ambiental a la desertificación, según el índice obtenido a través de la metodología para este estudio.

Un ejemplo de los predios de pequeños propietarios ubicados en sectores críticos tipo C2 es lo que ocurre en el Municipio de María Pinto y las localidades de El Rosario, Lo Ovalle, Ranchillo e Isla de Rojas (Figura 9).

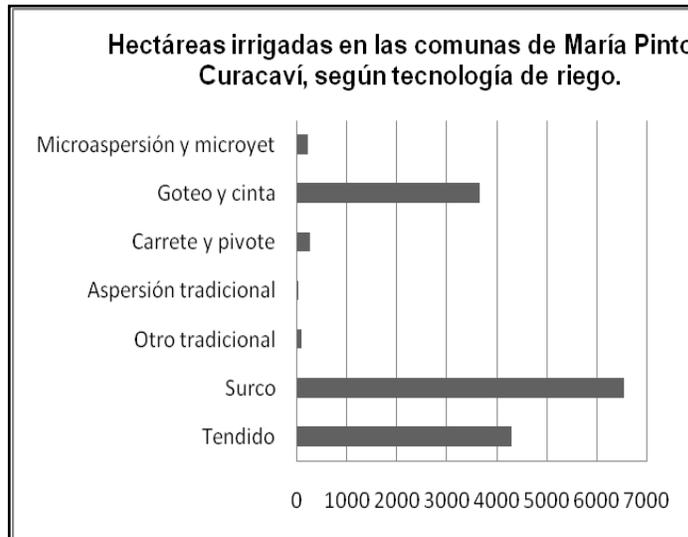


**Figura 9:** Subdivisión predial y áreas vulnerables a la desertificación en algunas localidades de la comuna de María Pinto, Chile



**Figura 10:** Cuenca del Valle del Puangue, Chile y subdivisión predial.

Los cultivos predominantes en la cuenca son los frutales con 4188,5 hectáreas de estos cultivos en las comunas de Curacaví y María Pinto, seguido de los cereales y las hortalizas, estas últimas características de las pequeñas explotaciones agrícolas (Censo Agropecuario, 2007). Datos del censo agropecuario (2007), también entregan interesantes datos con respecto a las tecnologías de riego de la zona en donde se aprecia que alrededor a las 10940 hectáreas aún continúan siendo irrigadas con sistemas de riego gravitacional como lo es el surco o el tendido, aunque se observa cierta tendencia a usar tecnologías de microriego como lo es el riego a goteo (Figura 11).



**Figura 11:** Hectáreas irrigadas en las comunas de María Pinto y Curacaví, Chile según tecnología de riego

### Conclusiones

La metodología para evaluar la sensibilidad ambiental a la desertificación para zonas mediterráneas del proyecto MEDALUS, es una herramienta útil para identificar áreas dentro del territorio propensas a sufrir desertificación, desde un punto de vista físico natural, sin embargo, el modelo no contempla algunos aspectos importantes para el manejo de los recursos naturales como lo es el perfil de los habitantes de la zona, ya que la componente sociocultural y sobre todo de la estructura predial y tenencia de la tierra es un elemento fundamental para proponer medidas de gestión social, económica y política en el contexto de la degradación de la tierra y cambio climático.

Los índices contenidos en la metodología solamente permiten visualizar el estado actual de las áreas sensibles a desertificarse, pero no permite visualizar los componentes de índole histórico que han ejercido presión sobre el territorio. En este contexto la falta de información histórica es una de las mayores dificultades para realizar este tipo de análisis.

El contexto social, histórico y cultural, no puede ser un elemento aislado o complementario al modelo; ya que si bien es cierto la desertificación es la degradación y pérdida de un recurso natural como lo es el suelo, la vulnerabilidad que presenta un área puede verse acentuada por las ineficientes prácticas de laboreo, la falta de tecnología para hacer una buena utilización de

los recursos y la falta de gestiones que minimicen los impactos que las actividades productivas provocan sobre la naturaleza.

El manejo sustentable de los recursos naturales en zonas rurales, supone un desafío aún mayor, lograr entender las relaciones que causan los profundos problemas sociales y por otro lado hacer sostenible la explotación de estos recursos en un contexto dinámico de cambio ambiental y avance tecnológico.

Los problemas asociados a la degradación ambiental, han traído una serie de impactos en la sociedad de toda índole ya sea social, económico y cultural, por lo que las medidas de manejo para zonas degradadas o sensibles a los procesos de desertificación se basan fundamentalmente en la propuesta de soluciones que mejoren las relaciones hombre-medio.

Si bien es cierto actualmente existen programas orientados al apoyo de la agricultura en la zona, de acuerdo con los datos obtenidos de este estudio y debido a la gran sensibilidad de la cuenca, se hace necesario aumentar la capacitación y la inversión en tecnologías de riego, a través de un programa de prevención para la desertificación que contemple proyectos de inversión y asesorías, debido a que según el Instituto de Desarrollo Agropecuario actualmente existe un programa para suelos degradados, sin embargo muchos agricultores no pueden acceder a él, porque no han llegado a ese nivel de degradación o porque no cumplen con todos los requisitos del programa.

Por su ubicación las zonas potenciales debieran de generar una zona de amortiguamiento en el piedemonte, con usos con restricciones, debido a que son zonas de transición hacia las zonas más críticas dentro de este escenario y compatibilizar éstos usos con los del Plan Regulador Intercomunal Melipilla-Talagante.

Las zonas frágiles con bosques, matorral, matorral arborescente y matorral de suculentas debieran de ser zonas prioritarias para realizar programas de manejo forestal.

Para las zonas críticas en terrenos agrícolas C1 y C2, se propone que sean zonas prioritarias para la inversión de los programas de gobierno, tales como apoyo a proyectos de innovación y tecnologías de riego.

Las zonas críticas C3 de uso con terrenos agrícolas al igual que las zonas críticas C1 y C2 debieran de ser prioritarias para la inversión agrícola, sin embargo se sugiere que estas áreas como también incluyen en casos a las áreas urbanas y sus alrededores, puedan ser incorporada a los planes de desarrollo urbano como lo es el Plan Regulador Comunal, a fin de tenerlas en

consideración cuando se tomen las decisiones con respecto a los criterios para definir las zonas de expansión urbana.

Las zonas críticas en el sector cordillerano C3 también debieran de considerarse para la toma de decisiones, ya que las autorizaciones que se dan para otorgar permisos de cambio de uso de suelo debieran de considerar esta condición del sector cordillerano, ya que muchas zonas críticas C3, no aparecen con restricción en el Plan Regulador Intercomunal Melipilla-Talagante.

### **Referencias bibliográficas**

Abraham, E. (30 al 03 de Julio-Agosto de 2007). Desertificación en ecosistemas de tierras secas en América Latina. Ponencia en "Jornadas Iberoamericanas sobre desertificación y uso sustentable del agua en tierras secas". Cartagena de Indias, Colombia.

Abraham, E. Desertificación: bases conceptuales y metodológicas para la planificación y gestión. Aportes a la toma de decisión. Lima: Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, N° 7 , 19:68.

Alrababah, M., Alhamad, M., & Suwaileh, A. &.-G. (2007). Biodiversity of semi-arid Mediterranean grasslands: Impact of grazing and afforestation. *Applied Vegetation Science* , 257-264.

Araus, J. (2004). The problems of sustainable water use in Mediterranean and research requirements for agriculture. *Ann. appl. Biol.* , 144; 259-272.

Blondel, J. (2006). The design of Mediterranean Landscapes: A millennial story of humans and ecological systems during the historic period. *Human Ecol.* , Vol. 34; 713-729.

Bojorquez-Tapia, E. E. (1998). Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of Environmental Management* .

Calvao T., J. M. (2004). Mapping Mediterranean scrub with satellite imagery: biomass. *INT. J. REMOTE SENSING* , 3113–3126.

Censo Agropecuario. (2007). Recuperado el 15 de Febrero de 2009, de Sitio web del Censo Agropecuario: <http://www.censoagropecuario.cl>

CIREN-CORFO. (1990). Atlas agroclimático de Chile. Regiones IV a la IX, publicación N° 87. Santiago: CIREN.

CONAF, C. n. (26 de Junio de 2007). Mapa preliminar de la desertificación en Chile. Recuperado el 15 de Febrero de 2009, de Sitio web Corporación Nacional Forestal CONAF: <http://www.conaf.cl>

Costa, M. (2007). Diversidad paisajística y vegetacional en el mediterráneo en "El paisaje mediterráneo" en Cuadernos de sostenibilidad y Patrimonio Natural. España : Fundación Santander.

Díaz-Pineda, F. (2006). Contexto social y ecológico de la desertificación en "Desertificación" , Cuadernos de sostenibilidad y Patrimonio Natural. España.

Durán, E. (1977). El yacimiento de María Pinto, sus correlaciones y ubicación cultural. Actas del VII Congreso de Arqueología Chilena, Altos de Vilches, vol. 1.

Geeson N.A., C. B. (2002). Mediterranean Desertification: A Mosaic of Processes and Responses. GEESON N.A., C.J. BRANDRT & J.B.THORNES, 2002. Mediterranean Desertification: A Mosaic of ProChichester, West Sussex PO19 8SQ, England.: John Wiley & Sons.

Gobierno Regional Metropolitano. Recuperado el 24 de Marzo de 2009, de Sistema de información territorial: <http://otas.gorerm.cl/gore/home.aspx>

González, H. (1971). Recursos de agua subterráneas en el valle del río Puangue. Tesis de ingeniería. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Gray de Cerdán, N. (1998). Evaluación y reducción de la vulnerabilidad: Una visión indispensable para la gestión territorial. Estudios Geográficos tomo LVIV, n° 230 , Enero Marzo

Health Disaster Management. (2002). Conceptual model: hazard, risk, vulnerability and damage. HEALTH DISASTER MANAGEMENT , 17(Suppl 3):56–68.

Huaico, A. (16 de Marzo de 2004). Estudio y definición de las áreas de inundaciones recurrentes del Estero Puangue y caracterización de las áreas vulnerables en María Pinto. Tesis de geografía, Santiago, Chile: Universidad de Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Recuperado el 13 de Marzo de 2009, de Sitio web del Instituto Nacional de Estadísticas: <http://www.ine.cl>

Brand J.. DIS4ME. Recuperado el 10 de Agosto de 2009, de Sistema de Indicadores sobre Desertificación para la Europa Mediterránea: [http://www.unibas.it/desertnet/dis4me/land\\_uses/land\\_uses\\_list\\_es.htm](http://www.unibas.it/desertnet/dis4me/land_uses/land_uses_list_es.htm)

Leyva C. (2009). Estrategia para la gestión urbana de espacios de vegetación nativa con fines multifuncionales: caso de estudio Centro de Población de Ensenada, B.C. Ensenada, México: Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Baja California.

López F. (2001). El riesgo de desertificación. En M. d. Olalla, Agricultura y desertificación (pág. 341). Madrid: Mundi Prensa.

Lynne Caughlan, K. L. (2001). Cost considerations for long-term ecological monitoring. *Ecological Indicators* , 123–134.

Martín de Santa Olalla, F. (2001). Agricultura y desertificación. Madrid: Mundi-Prensa.

Millán, M., Estrella, M., Sanz, M., Mantilla, E., Martín, M., Pastor, F., y otros. (2005). Climatic Feedbacks and Desertification: The Mediterranean Model. *Journal of climate* , 684-701.

OCDE. (2003). Publications & Development. Recuperado el 01 de 03 de 2009, de Sitio web OECD: <http://www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf>

Ridolfi, L. L. (2008). Fertility Island Formation and Evolution in Dryland Ecosystems. . *Ecology and Society* , 13(1): 5.

Rönnback, P. (1999). The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystem. *Ecological Economics* , 235-252.

Stroosnijder, M. F. (2008). Beyond the Desertification Narrative:A Framework for Agricultural Drought. *Royal Swedish Academy of Sciences* , 372-380.

Torres L., E. Montaña & Abraham. Las dimensiones socioeconómicas de la desertificación: avances en la utilización de indicadores. Un ensayo en el caso de Mendoza, Argentina. En: Morales, Carlos y Soledad Parada (Ed.), Pobreza y subdesarrollo productivo: la desertificación y degradación de tierras. Santiago de Chile, CEPAL.

UNCED. (1992). UN Department of Economic and social affairs, Division for Sustainable Development. Recuperado el Marzo de 2009, de sitio web UN Department of Economic and social affairs, Division for Sustainable Development: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21spchapter12>

Unión Europea. (1999). EUROPEAN The Medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Luxembourg: Official Publications of the European Communities.

United Nations to combat desertification . Recuperado el Abril de 2009, de <http://www.unccd.int/>: [ttp://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD\(spa\).pdf](http://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD(spa).pdf)

Universidad de Chile. (1997). Diagnóstico de la desertificación en Chile. Santiago.

Zoido, F. (2007). Paisaje y ordenación territorial en ámbitos mediterráneos en "El paisaje mediterráneo" . Cuadernos de sostenibilidad y patrimonio natural. Fundación Santander.

## 2. Artículo

### Escenarios para la gestión preventiva de la desertificación: El caso de la cuenca del Puangue en el semiárido de Chile Central

Ana Huaico<sup>1</sup> ([anahuaico@uabc.edu.mx](mailto:anahuaico@uabc.edu.mx)), Claudia Leyva, ([cleyva@uabc.edu.mx](mailto:cleyva@uabc.edu.mx)), Nelly Calderón de la Barca ([alchemiazul@gmail.com](mailto:alchemiazul@gmail.com)), Ileana Espejel ([ileana@uabc.edu.mx](mailto:ileana@uabc.edu.mx)), Pilar Cereceda<sup>2</sup>

A enviarse a: Revista de informaciones geográficas de la UNAM.

#### Resumen

El presente trabajo es un ejercicio metodológico que propone la construcción de escenarios para la toma de decisiones con el fin de prevenir los procesos de desertificación; lo cual se realiza con base en metodologías disciplinarias preexistentes y en función de la disponibilidad de información a una escala municipal. En este contexto estas metodologías se fusionan, tal es el caso de las metodologías del estudio de la sensibilidad ambiental a la desertificación (Kosmas *et al.*, 1999) y los indicadores de presión (Abraham, 2007), dando lugar al índice de peligrosidad ambiental, por lo que este documento se convierte en una aproximación para el conocimiento integrado a escala local en la gestión preventiva de las zonas con peligro a desertificarse.

Palabras claves: prevención, desertificación, escenarios, gestión.

---

<sup>1</sup> Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana-Ensenada km 106 apdo. postal 1880, Ensenada 22860 BC Mexico

<sup>2</sup> Centro de Estudios del Desierto de Atacama, Pontificia Universidad Católica de Chile, Avenida Vicuña Mackenna 4860, Santiago, Chile.

## Introducción

El presente trabajo muestra los posibles escenarios para la gestión preventiva de la desertificación en la cuenca del Puangue, una zona rural en la Región Metropolitana de Santiago de Chile; La Corporación Nacional Forestal (CONAF, 2007) menciona que a escala regional la zona es altamente vulnerable, sin embargo la cuenca actualmente no se encuentra con áreas desertificadas, aunque este trabajo demuestra que tiene altos índices de peligrosidad ambiental a la desertificación a escala local, por lo que se hace necesario llevar a cabo un plan de manejo preventivo. El diagnóstico se logra a partir de la confección de un índice de desertificación a escala local que cuenta con indicadores de sensibilidad ambiental y de presión, lo que es una herramienta útil para la toma de decisiones.

La desertificación se define como un proceso complejo que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado de las variaciones climáticas y a las acciones humanas adversas (UNCED, 1992). Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Morales *et al.*, 2005), América Latina y el Caribe posee una superficie de 20.18 millones de km<sup>2</sup>, de los cuales un 25% corresponde a tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas. De este total, a su vez, el 75%, es decir, alrededor de 378 millones de hectáreas, presenta serios problemas de degradación. A estos se suman otros ecosistemas afectados por el mismo tipo de problemas, con distinto grado de “intensidad”.

De acuerdo con la Morales *et al.*, (2005) en Chile al año 2000 la desertificación afectaba a 19 mil 286 unidades productivas correspondientes a 48.3 millones de hectáreas, impactando a 1.3 millones de personas que equivalen al 22.1% del total de la población del país. De acuerdo con la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 2007), las causas profundas del fenómeno de la desertificación en el país son el resultado en parte de actividades arraigadas culturalmente en la zona rural chilena como la deforestación de los terrenos forestales para el uso agropecuario, los incendios forestales, el sobre-pastoreo, el uso agropecuario de terrenos forestales, el uso inapropiado del riego, entre otras; siendo la deforestación la mayor causa de desertificación.

En Chile, como en el resto de América Latina los estudios y las medidas de gestión de los procesos de desertificación se han centrado en medidas más bien correctivas que preventivas, por lo que dada a la gran presión en el uso de suelo y el crecimiento poblacional, cada vez es más necesario atender aquellas zonas que son sensibles y en peligro a desertificarse; Por lo anterior, que se propone una metodología de trabajo que va orientada a la gestión integrada para la prevención de los procesos de desertificación; Con base en un escenario actual se generan escenarios tendenciales y estratégicos para la toma de decisiones a escala municipal en la cuenca del Puangue en la región mediterránea de Chile central.

Algunos estudios e informes acerca de la desertificación, sus indicadores, su metodología y dimensiones que sirven de base para este trabajo son los que se encuentran en los trabajos de Kosmas *et al.* (1999), Millán *et al.* (2002), Morales *et al.*, (2005), Reynolds *et al.* (2005), Maestre *et al.* (2006), Farajzadeh M. *et al.* (2007), Abraham (2007) y Reynolds (2007).

Con respecto a la construcción de escenarios, numerosas propuestas metodológicas la muestran como una herramienta válida para la toma de decisiones. En temas de desarrollo y medio ambiente los planteamientos de Gómez Orea (2001), la European Environment Agency (EEA, 2001) y el Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), sirven de referencia para la construcción de los escenarios para la gestión preventiva de los procesos de desertificación en la cuenca del Puangue. Por otro lado la Ley 19300 de Bases Generales del Medio Ambiente, promulgada en 1994 por el Congreso Nacional de Chile, menciona que la prevención se encuentra dentro del Art. 2, que define a la “Protección del Medio Ambiente” como el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinados a mejorar el medio ambiente y a prevenir y controlar su deterioro.

## Área de Estudio

La cuenca del Valle del Puangue se localiza en las estribaciones de la cordillera de la costa de Chile central en la Región Metropolitana, con una superficie aproximada a los 1841 kilómetros cuadrados, teniendo como dren principal el Estero Puangue (Figura 1), siendo los municipios en estudio Curacaví, María Pinto y el sector de Mallarauco de la comuna de Melipilla.

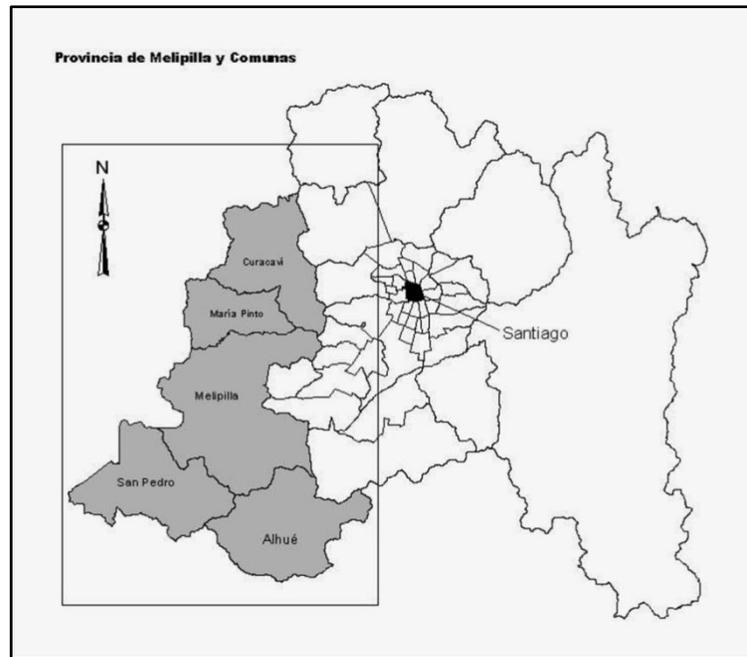


Figura 1. Ubicación del área en estudio

El área de estudio se ubica dentro de los tres subsectores climáticos que separan la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa (CIREN-CORFO, 1990), más seca y calurosa que la occidental presente en la Región de Valparaíso, debido a su propia sombra pluviométrica y al abrigo de la moderación térmica costera. Este subsector recibe la influencia costera, pero fundamentalmente desarrolla condiciones climáticas semiáridas reforzadas por la cordillera de la costa.

En el área el promedio de precipitaciones en la cuenca media (María Pinto) no supera los 450 mm, lo que hace posible un paisaje semiárido en donde predomina principalmente la vegetación de matorral y matorral arborescente. En los últimos años la zona ha desarrollado un gran despliegue de actividades agrícolas, sobre todo en cultivos industriales (25.82%, Censo Agropecuario, 2007), lo que ha demandado mayor cantidad de recursos

naturales (suelo y agua especialmente), con el tiempo existe una creciente preocupación pública y privada por determinar qué tanto esto ha repercutido o puede repercutir en la disponibilidad futura de estos recursos y que tan cercano es que en la zona exista una degradación/desertificación de sus suelos (Figura 2).

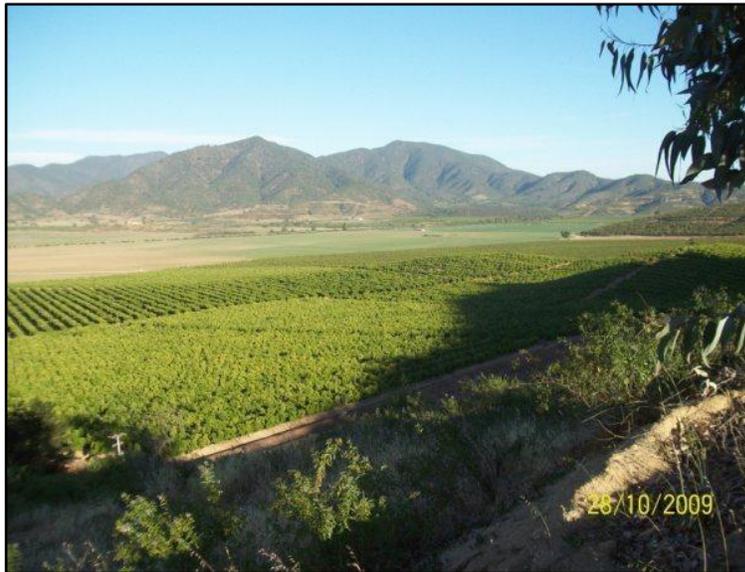


Figura 2. Plantaciones industriales en la cuenca. Fotografía: C. Huaico, Octubre, 2009.

### **Metodología**

Los indicadores fueron escogidos tras la revisión bibliográfica y con base en la observación de campo de los procesos de desertificación en la cuenca del Puangue, lo que permitió generar como primer paso metodológico el índice de peligrosidad ambiental a la desertificación. La escala de trabajo, la disponibilidad de información y las características locales del área no permitieron la aplicación directa de alguno de los métodos revisados en la bibliografía, por lo que se elaboró un índice combinado de peligrosidad ambiental (Figura 3), que considera aspectos tales como, el índice de sensibilidad ambiental a la desertificación (Kosmas *et al.*, 1999) y los indicadores de presión (Abraham, 2007), con lo que se obtuvo la cartografía de peligro a la desertificación del área de estudio.

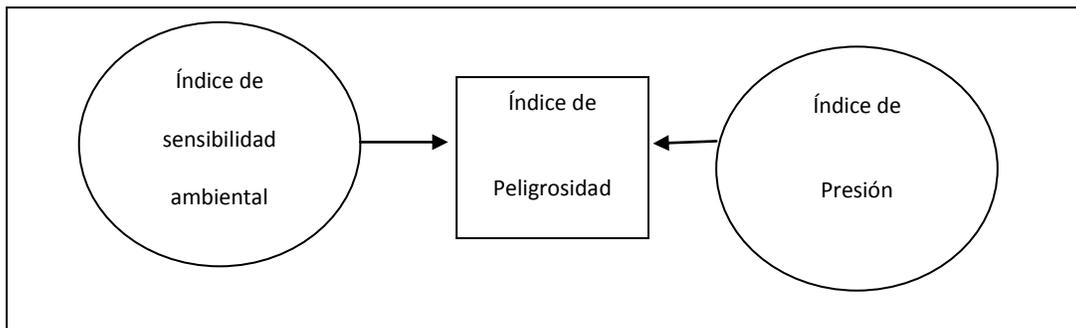


Figura 3. Construcción del Índice de peligro a la desertificación. Adaptado de Abraham, 2007.

### **Sensibilidad ambiental a la desertificación**

La sensibilidad ambiental es definida como el resultado de las interacciones entre los factores elementales (capas de información) vinculados directa o indirectamente al fenómeno de degradación o desertificación (DIS4ME, 2009). El índice utilizado en este trabajo tiene como base la metodología planteada en el proyecto MEDALUS (Kosmas *et al.*,1999), que es un índice combinado con indicadores biofísicos y de gestión, que incluye los indicadores presentados en la Tabla 1:

Tabla 1. Indicadores e Índices de calidad (Adaptado de Kosmas et al.,1999)

Variable	Elemento	Indicador	Índice de Calidad		
Suelo	Textura	Descripción (Arena, limo, arcilla)	Indicador		
		Bueno	1		
		Moderado	1.2		
		Poroso	1.6		
		Muy poroso	2		
	Pendientes	(%)	Indicador		
	Muy suave a plano < 6	1	$CS = (\text{textura} * \text{Pendiente} * \text{Fragmento de roca} * \text{Profundidad de suelo} * \text{Drenaje}) \%$  Alta calidad < 1.13 Moderada calidad 1.14 a 1.45 Baja calidad > 1.46		
	Suave 6 a 18	1.2			
	Empinado 18 a 35	1.5			
	Muy empinado > 35	2			
Fragmento de roca	Cobertura %	Muy pedregoso > 60		Indicador 1	
		Pedregoso 20 - 60		1.3	
		Desnudo a poco pedregoso < 20		2	
		Profundidad de suelo		cm	Indicador
	Profundo > 75	1			
	Moderado 75 - 30	2			
	Somero 15 - 30	3			
	Muy somero < 15	4			
Drenaje	Según Drenaje	Bien drenado		Indicador 1	
		Imperfectamente drenado		1.2	
		Mal drenado		2	
Clima	Precipitación	milímetros		Indicador	
		> 650		1	
		280- 650		2	
		<280	4	$CC = (\text{Precipitación} * \text{Aridez} * \text{Orientación})$  Alta calidad < 1.15 Moderada calidad 1.16 a 1.81 Baja calidad > 1.81	
	Aridez	BGI rango	<50		Indicador 1
			50 -75		1.1
			75 - 100		1.2
			100 - 125		1.4
			125 - 150		1.8
> 150			2		
Orientación	Exposición	SW y SE	Indicador 1		
		NW y NE	2		
Gestión	Intensidad en el uso de la tierra	Uso	Indicador		
		Áreas naturales	1		
		Zonas de recreo	1.2		
		Tierras agrícolas de uso extensivo	1.5		
		Tierras agrícolas de uso intensivo	1.8		
		Minería	2		
	Zonas Urbanas	2			
	Políticas	Grado de regulación	Completo: > 75% del área bajo protección	Indicador 1	
			Parcial: 25 al 75% del área bajo protección	1.5	
			incompleto: < al 25% del área bajo protección	2	
			$CG = (\text{Intensidad en el uso de la tierra} * \text{Políticas de protección}) \%$  Alto : 1 a 1.25 Moderado: 1.26 a 1.15 Bajo: > 1.51		

Variable	Elemento	Indicador	Índice de Calidad
Vegetación	Riesgo de Incendio	Tipo de vegetación	Indicador
		Tierra desnuda	1
		Cultivos agrícolas anuales	1.3
		Matorral y praderas	1.6
		Matorral arborescente, matorral de suculentas, bosque nativo	2
	Protección a la erosión	Tipo de vegetación	Indicador
		Bosque nativo, matorral arborescente, matorral de suculentas	1
		Matorral y Praderas	1.3
		Cultivos agrícolas	1.6
		Tierra desnuda	2
	Resistencia a la sequía	Tipo de vegetación	
		Matorral, matorral de suculentas, Matorral arborescente, bosque nativo	1
		Terrenos agrícolas	1.6
	Cobertura	Praderas	1.8
		Cobertura vegetal	
		> 40	1
10 a 40		1.8	
		< 10	2
			CV: $(\text{Riesgo incendio} * \text{Protección a la erosión} * \text{resistencia a la sequía} * \text{cobertura})^{1/4}$  Alto : 1 a 1.6 Moderado: 1.7 a 3.7 Bajo: > 3.8 a 16

Cada indicador permite la definición de las áreas medioambientalmente sensibles (AMS), utilizando los tipos de áreas propuestas por el proyecto MEDALUS (Kosmas *et al.*, 1999, Tabla 2):

Tabla 2. Tipos de áreas sensibles y subtipos, Kosmas *et al.*, 1999.

Tipo	Subtipo	Rango de Sensibilidad
<b>Critica</b>	C3	>1.53
<b>Critica</b>	C2	1.42 - 1.53
<b>Critica</b>	C1	1.38 - 1.41
<b>Frágil</b>	F3	1.33 - 1.37
<b>Frágil</b>	F2	1.27 - 1.32
<b>Frágil</b>	F1	1.23 - 1.26
<b>Potencial</b>	P	1.17 - 1.22
<b>No afectada</b>	N	<1.17

## Indicadores de presión

Según el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI, 2006), estos indicadores describen la presión ejercida por las actividades humanas sobre el medio ambiente y los recursos naturales; reflejando intensidades de uso de recursos naturales y emisiones al ambiente, por lo que con base en los diversos trabajos en la materia se elabora un sistema de indicadores de presión

En este contexto se considera la información más reciente entre los años 2000-2010, contrastable en su caso con datos censales de los años 1960 e información cartográfica del año 1955 para el cálculo de las tasas de deforestación y que contiene los siguientes elementos: 1) Déficit de distribución de agua aceptable (Escala Municipal, obtenida de la encuesta de Caracterización Socioeconómica del Gobierno de Chile, CASEN, 2006), 2) Porcentaje de pobreza (Escala Municipal, obtenida de la encuesta CASEN, 2006), 3) Tasa de crecimiento intercensal de población total 1960-2002 y 4) Tasa de crecimiento intercensal de población urbana ( Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Censo 1960- Censo 2002), cabe señalar que hubo una modificación administrativa entre los años 1960-2002, por lo que se redistribuyeron las localidades, ajustándolas a la actual distribución administrativa del área en estudio). La tasa de crecimiento intercensal de población se obtiene al relacionar una población en dos momentos, asumiendo un modelo de comportamiento, en este caso geométrico de la forma:

$$r = [ (N_x / N_0)^{1/t} - 1 ]$$

Donde:

r = Tasa de crecimiento intercensal

N<sub>0</sub> = Población en el año 0

N<sub>x</sub> = Población en el año X

t = Tiempo transcurrido en el periodo (0-X)

La tasa de deforestación fue calculada a escala local, con base en el proyecto del Gobierno Regional (OTAS, 1999) , llamado "Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable" y

con las ortofotos rectificadas del año 1955 (Ortofoto SAF, 1956) a través de la siguiente fórmula (Guerra *et al.*,2006)

$$r: 1 - [ 1 - (A1 - A 2 / A1) ]^{1/t}$$

A1: Superficie forestal en el año 1

A2: Superficie forestal en el año 2

t: número de años entre las dos fechas

Ante la falta de información acerca del tema de los indicadores locales fueron contrastados con la información nacional, asignándole diferentes valores si estaban sobre o bajo los 0.5 grados porcentuales de los promedios nacionales, como lo muestra la Tabla 3.

Tabla 3. Indicadores de presión

Distribución de Agua Aceptable (DDA)	
Mayor o igual a 0.5 grados porcentuales al promedio nacional	1
0.49 grados porcentuales superior o inferior al promedio nacional	2
Bajo o igual al 0.5 grados porcentuales al promedio nacional	3
Porcentaje de pobreza (P)	
Mayor o igual a 0.5 grados porcentuales al promedio nacional	1
0.49 grados porcentuales superior o inferior al promedio nacional	2
Bajo o igual al 0.5 grados porcentuales al promedio nacional	3
Tasa de Crecimiento de Población Total (TCPT)	
Mayor o igual a 0.5 grados porcentuales a la tasa nacional	3
0.49 grados porcentuales superior o inferior a la tasa nacional	2
Bajo o igual al 0.5 grados porcentuales a la tasa nacional	1
Tasa de Crecimiento de Población Urbana (TCPU)	
Mayor o igual a 0.5 grados porcentuales a la tasa nacional	3
0.49 grados porcentuales superior o inferior a la tasa nacional	2
Bajo o igual al 0.5 grados porcentuales a la tasa nacional	1
Tasa de Deforestación (TD)	
Mayor o igual a 0.5 grados porcentuales a la tasa nacional	3
0.49 grados porcentuales superior o inferior a la tasa nacional	2
Bajo o igual al 0.5 grados porcentuales a la tasa nacional	1

Es así como se obtiene el índice de presión a través de la siguiente fórmula:

$$IP= (DAA+P+TCPT+TCPU+TD)^{1/5}$$

Con lo que a nivel local es posible obtener municipios con diferentes tipos de presión (Tabla 4):

Tabla 4. Tipos de presión e índice

Tipos de presión	Índice
Presión alta	$\geq 1.67$
Presión Media	$\geq 1.48 - < 1.66$
Presión Baja	$\leq 1.47$

### Índice de peligrosidad ambiental

Peligrosidad ambiental se refiere a todos los posibles riesgos que enfrenta la sociedad humana por los acontecimientos que se originan y transmiten a través del medio ambiente (Smith *et al.*, 2008); Este índice fue obtenido a partir de la suma del peso de la sensibilidad ambiental de la zona (AMS), y el peso otorgado a la unidad territorial según el índice de presión (IP) presentado por el municipio al cual pertenece la unidad AMS; luego el resultado de la suma de los dos primeros (AMS y IP), se multiplica por un valor de 3 si es de tipo crítica, 2 si es frágil y 1 si es de tipo potencial, dándole una mayor ponderación al tipo de sensibilidad ambiental que presenta (Figura 4).

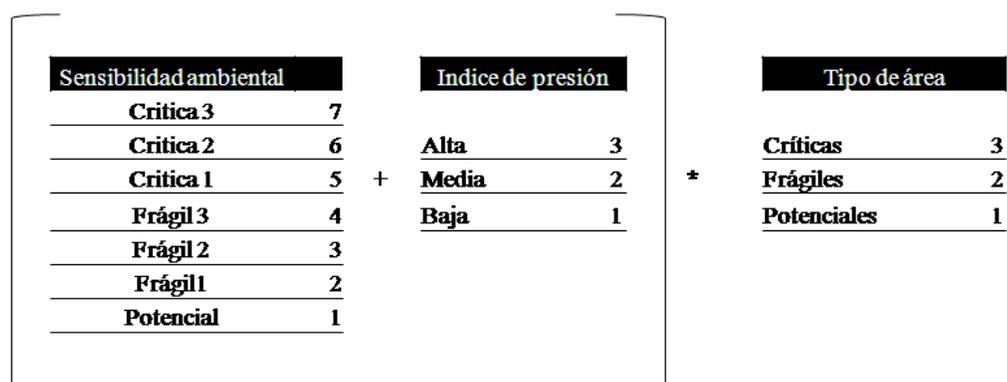


Figura 4. Construcción del índice de peligrosidad ambiental

Finalmente de todas las posibles combinaciones de resultados se toma el valor más alto y el más bajo, y se divide por el número de categorías de peligrosidad que se quiere obtener, que en este caso son 5:

Tabla 5: Índice de Peligrosidad ambiental

Peligrosidad	Índice
Muy alta	>25 - ≤ 30
Alta	>19 - ≤ 24
Media	>13 - ≤ 18
Baja	>6 - ≤ 12
Muy baja	≤ 6

A fin de sistematizar la información se crea una tabla dinámica en una planilla de cálculo que proporciona automáticamente dependiendo del tipo de sensibilidad ambiental de la unidad territorial y la presión, el tipo de peligrosidad a la desertificación que presenta el municipio.

#### **Definición de los escenarios**

De acuerdo con Gómez Orea (2001) se denomina escenario a la descripción de una situación y el encadenamiento coherente de sucesos que partiendo de la situación actual llega a la futura. En este estudio se trabaja con base en tres escenarios: *el actual* que es la situación existente en el área de estudio, *el tendencial* que describe el escenario probable si no se efectúa ninguna intervención, en el que se fía el futuro al libre juego de la dinámica actual del plan y el *estratégico o de concertación*, que es la situación más viable considerando las circunstancias que concurren en el sistema (Gómez Orea, 2001).

La situación tendencial contempla el futuro sin medidas de manejo, bajo la hipótesis de que continuarán las actuales tendencias de los indicadores de la zona y que la temperatura aumentará 0,2 °C por decenio (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007) ; de tal forma que utilizando la metodología anterior (Indicadores AMS e IP) se estima la situación futura y se obtiene el escenario tendencial según el modelo antes descrito para 50 años, tal como lo plantea la European Environment Agency (EEA, 2001) que dice que "los escenarios científicos" examinan el posible comportamiento de largo alcance de los sistemas biofísicos perturbados por la influencia humana, conociendo los aspectos actuales y del pasado.

El escenario estratégico o de concertación, se elabora bajo el supuesto que con un manejo adecuado se atenúan en un grado el peligro, disminuyendo así la tendencia a desertificarse.

Sin embargo, cabe señalar que en este escenario se prevé que las zonas bajas y muy bajas se mantengan bajo el escenario actual.

## **Resultados**

### *Los escenarios para la toma de decisiones*

*El escenario actual* es el reflejo de la historia de ocupación del valle, que en los últimos años ha sido altamente intervenido producto de las actividades agrícolas por lo que la tasa de deforestación es alta en la cuenca en comparación a las tasas nacionales, es así como en el año 1955 la zona poseía solamente una superficie de 24027 hectáreas de suelo con uso agrícola, al año 2002 esta cifra se duplicó, es decir fue de 51907 hectáreas aproximadamente.

Los datos de crecimiento poblacional también son un reflejo de los procesos migratorios desde las áreas rurales, por lo que la población se ha concentrado en las zonas urbanas, lo anterior también es un reflejo de la aplicación de los instrumentos de planificación territorial como lo son los planes reguladores (DDU 227, respecto de la formulación y ámbito de acción de planes reguladores comunales), que han tendido a concentrar las viviendas sociales en las zonas urbanas principalmente por la factibilidad de dotar de servicios básicos, por lo que no es extraño que la zona posea altos índices de población con distribución de agua aceptable y pese a que la tendencia es a la concentración de la población esto no necesariamente indica un cambio en el desarrollo de las actividades productivas de la zona hacia actividades terciarias, sino que sigue siendo la actividad primaria agrícola la mayor fuerza de trabajo.

La situación de pobreza en el área en dos de los municipios estudiados es menor que el promedio nacional, sin embargo el municipio de María Pinto es el que se presenta con población más pobre, lo que repercute en la forma de relacionarse con su medio, ya que este tipo de indicador se vincula con una alta demanda de recursos energéticos provenientes de la vegetación nativa, ya que esta última es utilizada como combustible.

Tabla 6. Municipios e indicadores. Encuesta CASEN, 2006, Instituto Nacional de Estadísticas.

Municipios	Curacaví	María Pinto	Melipilla	Región/país
<b>Indicadores</b>				
Sin distribución del agua aceptable (%)	1.8	1.4	3.7	1.7
Porcentaje de población pobre (%)	8.6	12.7	9.8	10.6
Tasa de crecimiento de población	2.93	1.5	2.8	2.3
Tasa de crecimiento de población urbana	6.08	6.46	5.6	3.5
Deforestación	1.5	1.48	1.47	0.4

Por otro lado la cuenca posee 33 mil 975 hectáreas altamente sensibles a desertificarse, sobre todo aquellas que se encuentran en las terrazas del Estero Puangue y que han sido ocupadas durante décadas por uso de suelo agrícola, a lo anterior se le une la alta deforestación de las laderas de los cerros que han sido plantadas con cultivos especialmente cítricos, aguacates (paltas) y viñedos y que muchas veces no cuentan con el manejo adecuado para evitar procesos erosivos, que son los que repercuten aguas abajo depositando sedimentos en los suelos de mejor calidad que se encuentran en las terrazas del Puangue (Figura 6).

Las zonas de peligro medio y alto son áreas de más reciente ocupación agrícola, donde juegan un papel fundamental factores como la calidad de suelo que indica suelos de buena calidad y profundidad, mientras que las zonas de peligrosidad bajas a muy bajas corresponden a suelos principalmente con vegetación de matorral cuya mayor sensibilidad radica en el riesgo a que se produzcan incendios y a las características climáticas de la cuenca que la hace poseer un alto estrés hídrico.

La Figura 5, refleja como la cuenca aún no posee aparentemente áreas desertificadas, pero si altamente sensibles, con zonas con un muy alto peligro a desertificarse.

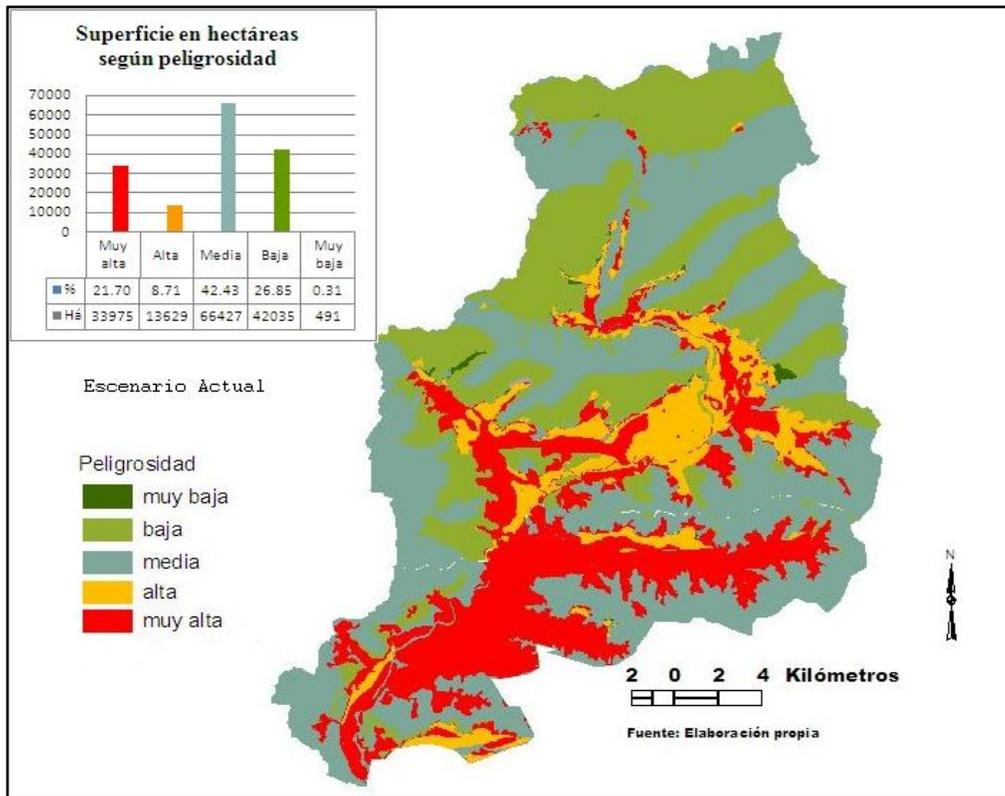


Figura 5: El escenario actual de la cuenca del Puangue.

*El escenario tendencial* construido en el contexto de las presiones que actualmente posee la cuenca, entre ellos el crecimiento poblacional, la intensificación cada vez más perceptible de las actividades agrícolas, la deforestación y la alta demanda de recursos hídricos que conlleva la realización de actividades agrícolas industriales. A lo anterior se le suma el contexto de cambio climático que supone una disminución de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas, lo que podría indicar que el grado de peligrosidad aumentará con el paso de los años. La pregunta es ¿como se verá el área de estudio considerando el escenario actual con procesos como lo que muestra la Figura 5?.

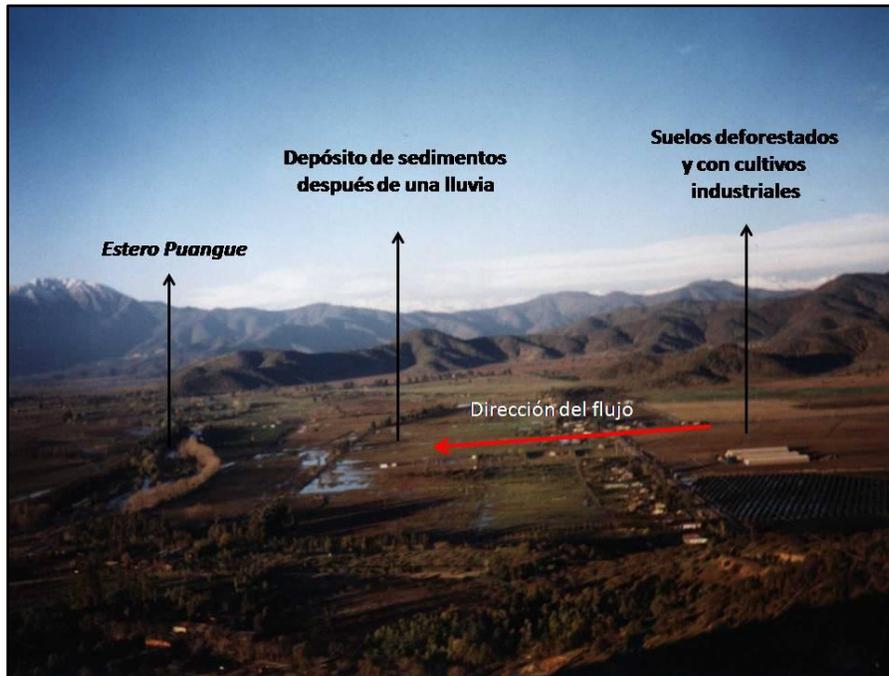


Figura 6: Fotografía de la dinámica espacial ante un evento de lluvia en la localidad de Ranchillo, un sector del Municipio de María Pinto. Fotografía año 2002 por A. Huaico.

Actualmente los planes y políticas de desarrollo no contemplan el peligro de los procesos de desertificación, especialmente en el otorgamiento de los cambios de uso de suelo y la deforestación; por lo que se vislumbra que, si la situación de gestión de la cuenca continúa con su ritmo actual esta podría tender a degradarse lo que resultaría en un escenario con una mayor superficie en peligro a desertificarse como lo muestra la Figura 7:

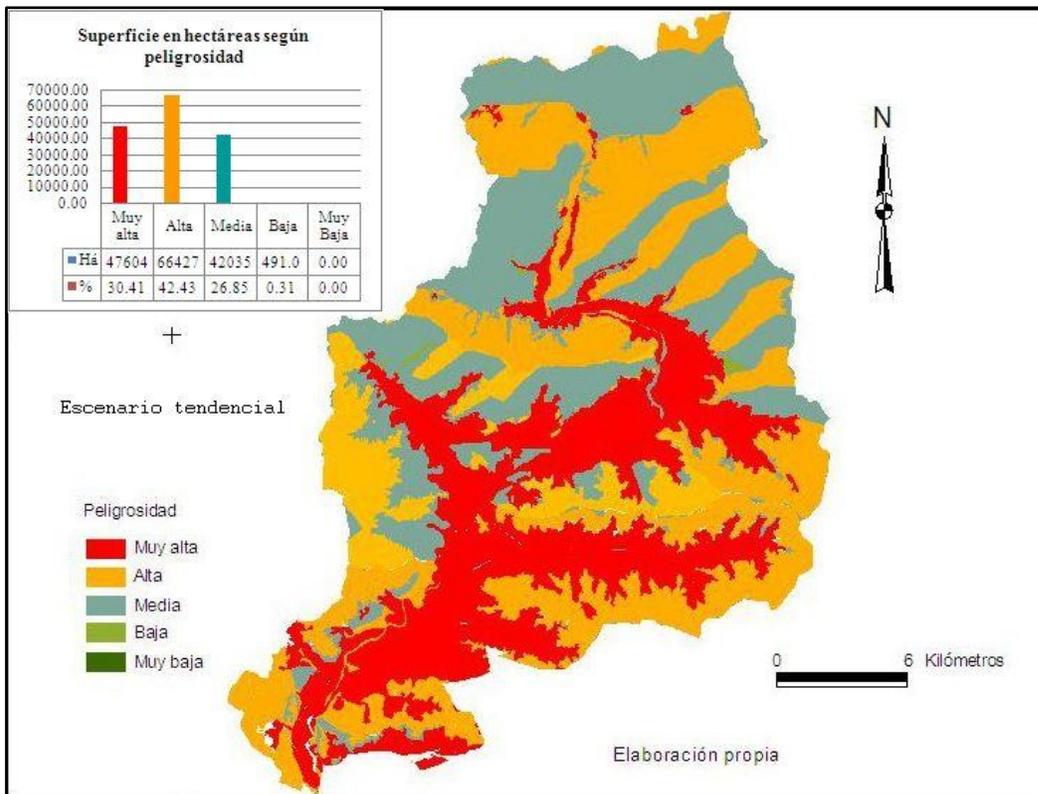


Figura 7. El escenario tendencial de la cuenca del Puangué.

Lo anterior indica que la cuenca tendría un 72.8% de su superficie con un alto a muy alto peligro a desertificarse por el aumento de la temperatura, disminución de las precipitaciones y con las actuales tendencias de los indicadores; como producto de la presión, unida a la falta de planificación de la cuenca, ya que la tendencia es continuar cambiando el uso de suelo en laderas, sin previsión de las consecuencias de los procesos erosivos por un lado y la alta demanda de recursos hídricos que conlleva el transformar un paisaje de vegetación principalmente de matorral por cultivos industriales.

El diagnóstico es preocupante e indica la necesidad de gestionar el uso y manejo de los recursos naturales en la cuenca a nivel local, ya que la degradación de suelos repercute no solo en la calidad de los recursos naturales, sino que tiene un alto impacto en la economía y desarrollo de la zona.

El escenario estratégico o de concertación es aquel que se aspira si se toman las medidas preventivas para que el escenario tendencial no se origine, en este caso se propone reducir la peligrosidad disminuyéndola en sus diferentes grados de peligrosidad, por lo que para

lograr esto, se requiere que los indicadores de estado y de presión que se presentan más altos como por ejemplo la tasa de deforestación disminuyan a través de la gestión y manejo de los recursos. El modelo estratégico que muestra la Figura 8, busca que el 69.28% de la superficie estudiada tenga un bajo peligro a la desertificación, disminuyendo los porcentajes de peligrosidad muy alta y manteniendo las medidas precautorias para las zonas con alta peligrosidad.

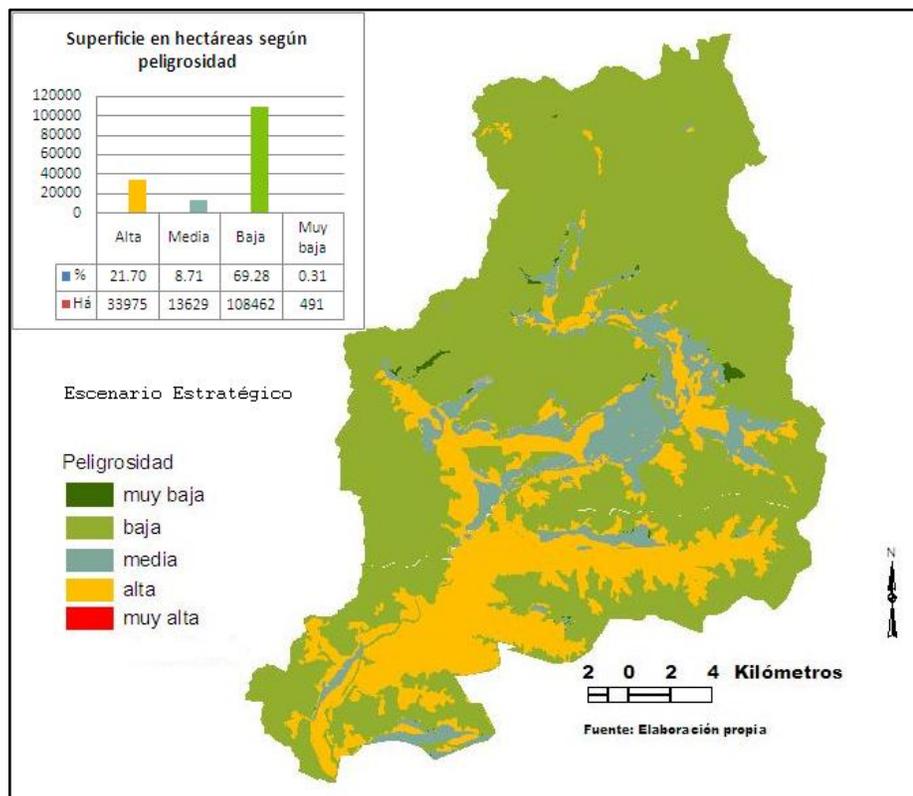


Figura 8: Escenario estratégico o de concertación de la cuenca del Puangue.

Frente a ello se sugiere la implementación de un plan de manejo que incluya la disminución de los indicadores tales como los que tienen que ver con la gestión territorial de la cuenca, la mejora de las condiciones de pobreza especialmente en el municipio de María Pinto, mejorar las prácticas de laboreo, hacer un diagnóstico actualizado de las propiedades agrológicas de los suelos, así como también realizar un estudio acabado de la gestión del agua y contemplar la disponibilidad de agua en el otorgamiento de permisos de cambio de uso de suelo.

## Discusión

Con respecto al concepto de desertificación ha sido difícil llegar a un consenso con respecto a su definición y metodologías de diagnóstico, esto principalmente por la complejidad de los procesos que le dan origen, es así como Maestre *et al.* (2006) menciona que por la multiplicidad de agentes que lo causan, es focalizarse en las “variables críticas” orientadas a entender las causas más que los efectos de la desertificación.

El presente trabajo es un ejemplo de lo anterior, ya que a partir de las propuestas de diversos proyectos y autores, y en función de los antecedentes provenientes de la observación de campo (como un trabajo previo al desarrollo de los indicadores) se eligieron aquellos más relevantes para el área de estudio y que reflejaban causas directas o indirectas considerando además la disponibilidad de la información.

En este sentido es relevante mencionar que aún no se ha logrado generar una metodología sólida con respecto al tema a nivel local, nacional y más para América Latina y hoy se cuenta con el gran desafío de unir todos los aspectos, ya sean biofísicos, socioeconómicos, de gestión y culturales que propician el fenómeno. Las investigaciones realizadas por Kosmas *et al.* (1999), Millán *et al.* (2002), Morales *et al.*, (2005), Reynolds *et al.* (2005), Maestre *et al.* (2006), Farajzadeh *et al.* (2007), Abraham (2007), son ejercicios importantísimos en el avance del tema, sin embargo muchos de estos trabajos han sido realizados a diferentes escalas, dirigidos con énfasis en algunas de las causas y en áreas geográficas muy diversas, por lo que para el caso en estudio, fue necesario crear un propio índice de peligrosidad para el área considerando la información disponible y la escala de trabajo a nivel de cuenca hidrográfica.

A nivel local los indicadores requieren de adecuarse a las necesidades de la problemática observada y percibida por la propia comunidad o por el investigador, por lo que se plantea la necesidad de un trabajo de campo previo a la aplicación de los métodos de diagnóstico.

Con respecto a la construcción de escenarios se logró estimar en un horizonte de tiempo (50 años) cuanto aumentarán en superficies las zonas en peligro a desertificarse, por lo que la construcción de escenarios como metodología y tal como lo menciona la EEA (2001), son muy útiles, porque ofrecen un panorama de los futuros estados alternativos del medio

ambiente en la ausencia de políticas ambientales adicionales (a partir de los escenarios de referencia).

### **Conclusiones**

Fue necesario realizar un trabajo previo de campo para determinar las “variables críticas” o indicadores y elaborar el índice de peligrosidad ambiental a la desertificación y en función de la disponibilidad de información del área en estudio; ya que no fue posible a nivel local aplicar alguna de las metodologías preexistentes para el diagnóstico debido a la multiplicidad de causas que originan la desertificación. Las “variables críticas” deben de representar en lo posible directa o indirectamente las situaciones culturales y socioeconómicas del área, sin embargo se hace necesario un estudio más acabado de las relaciones del sistema humano-ambiental para la realización del plan de manejo.

Si hoy no se aplican medidas de manejo en la cuenca para prevenir los procesos de desertificación en los próximos años, se tendrán 114 mil 031 hectáreas en peligro a desertificarse y otras 42035 hectáreas con peligrosidad media.

Debido a la falta de estudios en la materia, no fue posible llegar a determinar en cuanto tiempo llegaría a manifestar la cuenca evidencia de zonas desertificadas, por lo mismo se hace necesario prevenir, aunque si es posible determinar cuál es la superficie en peligro a desertificarse y los escenarios futuros de la peligrosidad.

La definición de escenarios es una herramienta muy útil para la toma de decisiones, ya que desde un punto referencial, se definen las posibles situaciones ambientales en situaciones críticas y estratégicas, por lo que se convierte en una herramienta fundamental para la gestión y la visualización espacial de la problemática.

## **Bibliografía**

Abraham, E. (30 al 03 de Julio-Agosto de 2007). Desertificación en ecosistemas de tierras secas en América Latina. Ponencia en "Jornadas Iberoamericanas sobre desertificación y uso sustentable del agua en tierras secas". Cartagena de Indias, Colombia.

CASEN, 2006. Encuesta de caracterización socioeconómica nacional. Ministerio de Planificación del Gobierno de Chile. <http://www.mideplan.cl/casen/index.html>

CIREN-CORFO, 1990. Atlas agroclimático de Chile. Regiones IV a la IX, publicación Nº 87. Santiago: CIREN.

CONAF, C. n. ,2007. Mapa preliminar de la desertificación en Chile. Recuperado el 15 de Febrero de 2009, de Sitio web Corporación Nacional Forestal CONAF: <http://www.conaf.cl>

Congreso Nacional de Chile, 1994. Ley 19.300: Bases Generales del Medio Ambiente. Promulgada el 1º de marzo de 1994, por el Presidente de la República Patricio Aylwin Azocar y publicada en el Diario Oficial el día 9 de marzo de 1994.

DDU 227, 2009. Circulares División de Desarrollo Urbano, DDU. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. [http://www.minvu.cl/opensite\\_20070321144346.aspx#20070321151546](http://www.minvu.cl/opensite_20070321144346.aspx#20070321151546)

DIS4ME, 2009. Recuperado el 10 de Agosto de 2009, de Sistema de Indicadores sobre Desertificación para la Europa Mediterránea: [http://www.unibas.it/desertnet/dis4me/land\\_uses/land\\_uses\\_list\\_es.htm](http://www.unibas.it/desertnet/dis4me/land_uses/land_uses_list_es.htm)

European Environment Agency (EEA), 2001: Scenarios as Tools for International Environmental Assessments. Environmental Issue Report No 24. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. Disponible en <http://www.eea.eu.int>.

Farajzadeh M. and Nik Egbal M., 2007. Evaluation of MEDALUS model for desertification hazard zonation using GIS; Study area: Iyzad Khast Plain, Iran. Pakistan Journal of Biological Science 10 (16): 2622-2630. Asian Network for Scientific Information.

Gómez Orea, D., 2001. Ordenación Territorial. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Guerra V., S. Ochoa, 2006. Evaluación espacio-temporal de la vegetación y uso del suelo en la reserva de la biósfera pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000). Investigaciones Geográficas, abril, número 059, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Intergovernmental Panel on climate change, IPCC, 2007. (s.f.). [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf) .Recuperado el 13 de Enero de 2010.

INEGI, 2006. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. MODELO DE PRESIÓN - ESTADO - RESPUESTA (PER) (OCDE - 2003) . web: <http://www2.inegi.gob.mx/estestint/ficha.asp?id=559>

Instituto Nacional de Estadísticas. 1960. Censo Población, 1960. XIII Censo de población (29 de noviembre de 1960). Serie B: Provincias. Santiago: Dirección de Estadística y Censos, 1964-65. 25 v.

Instituto Nacional de Estadísticas. 2002. Censo Población, 2002. Instituto Nacional de Estadística, Santiago de Chile. 2003. 2 v.

Kosmas, C., M.,Krikby and N. Geeson,1999. Manual on key indicator of desertification and mapping environmentally sensitive areas for desertification, European Commission.

Maestre F., J.Reynolds, Huber-Sannwald E.,J.Herricks and Stafford M., 2006. Understanding global desertification biophysical and socioeconomic dimensions of hidrology. Páginas 315-332 en D´Odorico and A Porporato, editors, Dryland Ecohidrology. Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005). Ecosystems Services and Human Well-being, Volume 2, Scenarios. World Resources Institute, Washington DC.

Millán M., M.J. Estrella, Sanz M.J., E. Mantilla, Martín M, F. Pastor, Salvador R. ,R. Vallejo, Alonso L., G. Gangoiiti, Ilardia J.L., M. Navazo, Albizuri A., B. Artiñano, Ciccioli P., G. Kallos, Carvalho R. A., D. Andrés, Hoff A., Werhahn J., G. Seufert and Versino B.,2005. Climatic Feedbacks and Desertification: The Mediterranean Model. Journal of climate. American Meteorological Society.

Morales C., S. Parada, 2005. Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales. CEPAL, Santiago de Chile, Publicaciones de Naciones Unidas.

OTAS, 1999. Gobierno Regional Metropolitano. Recuperado el 24 de Marzo de 2009, de Sistema de información territorial: <http://otas.gorerm.cl/gore/home.aspx>

Ortofoto SAF, 1955. Proyecto Aerofotogramétrico de la OEA en Chile.

Smith K., D. Petley, 2008. Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster. Taylor & Francis- e Library. New York.

Reynolds J.F. , F.T. Maestre, Huber-Sannwalds E., J.Herrick, Kemps P.R. 2005. Aspectos socioeconómicos y biofísicos de la desertificación. Ecosistemas 14 (3): 3-21.

Reynolds, JF, DM Stafford Smith, EF Lambin, BL Turner, II, M Mortimore, SPJ Batterbury, TE Downing, H Dowlatabadi, RJ Fernandez, JE Herrick, E Huber-Sannwald, H Jiang, R Leemans, T Lynam, FT Maestre, M Ayarza & B Walker (2007) Global desertification: Building a science for dryland development. Science 316, 847-851.

UNCED. (1992). UN Department of Economic and social affairs, Division for Sustainable Development. Recuperado el Marzo de 2009, de sitio web UN Department of Economic and social affairs, Division for Sustainable Development: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21spchapter12>

### 3. Artículo

#### **El sistema humano ambiental y su relación con los procesos de desertificación en la cuenca del Puangue en Chile.**

Ana Huaico<sup>3</sup> ([anahuaico@uabc.edu.mx](mailto:anahuaico@uabc.edu.mx)), Claudia Leyva, ([cleyva@uabc.edu.mx](mailto:cleyva@uabc.edu.mx)), Nelly Calderón de la Barca (([alchemiazul@gmail.com](mailto:alchemiazul@gmail.com)), Ileana Espejel ([ileana@uabc.edu.mx](mailto:ileana@uabc.edu.mx)), Pilar Cereceda<sup>4</sup>

#### **Resumen**

El presente es un trabajo exploratorio del sistema humano ambiental, entendiendo por este al conjunto de relaciones entre las variables socioeconómicas y biofísicas, tomando como objeto de estudio la cuenca del Puangue, una zona rural en las inmediaciones de Santiago de Chile. Se relacionan aspectos tales como el recurso hídrico, la intensificación de las actividades agrícolas, el arraigo, la organización social y el acceso a la información ambiental con la peligrosidad de la cuenca a experimentar procesos de desertificación, identificándose los mayores problemas del área en estudio.

---

<sup>3</sup> Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana-Ensenada km 106 apdo. postal 1880, Ensenada 22860 BC Mexico

<sup>4</sup> Centro de Estudios del Desierto de Atacama, Pontificia Universidad Católica de Chile, Avenida Vicuña Mackenna 4860, Santiago, Chile.

## **Introducción**

El presente texto es el resultado de un trabajo de carácter exploratorio que analizó las relaciones del sistema humano ambiental en una zona vulnerable a los procesos de desertificación en el Valle del Puangue en la Región Metropolitana de Santiago de Chile (CONAF, 2007). Desde una perspectiva sociocultural se aborda la problemática de la degradación/desertificación de suelo, identificando los desafíos actuales y futuros con respecto al acceso al recurso hídrico, la intensificación de las actividades agrícolas, el arraigo, el acceso a la información y la organización social, que son relevantes a la hora de gestionar estas zonas y de acuerdo con los autores Kosmas *et al.* (1999), Martín de Santa Olalla (2001), Millán *et al.* (2002), Morales *et al.*, (2005), Reynolds *et al.* (2005), Maestre *et al.* (2006), Abraham (2007) y Reynolds (2007); lo anterior se desarrolló a cabo con antecedentes de origen secundario como lo es la información del Censo Agropecuario (2007) e información de fuentes primarias, como lo fueron las entrevistas en profundidad y la aplicación de encuestas a los pequeños propietarios agricultores de la zona.

El conocimiento de los aspectos locales de desarrollo, la comunicación entre los diferentes actores, ya sean políticos, técnicos, de la sociedad civil y de los propios productores, se considera fundamental para aproximarse a una realidad que corresponde a un tipo de manejo incluyendo tipos de gestión, administración y aspectos culturales que atenúan o aumentan la peligrosidad a la desertificación en las zonas agrícolas de los climas mediterráneos. Esto de acuerdo con el paradigma para el desarrollo de las zonas secas planteada por Reynolds *et al.* (2007), que expresa que los problemas de las zonas áridas semiáridas y subhúmedas secas provienen de un conjunto de aspectos biofísicos y socioeconómicos que en forma conjunta constituyen el síndrome de las zonas secas “drylands syndrome”, responsables por el hecho de que las poblaciones de las zonas secas estén entre las más marginadas de la tierra desde el punto de vista ecológico, social y político.

En este trabajo se aborda el problema a una escala local, ya que como lo plantea Olsson (2004), el reconocimiento de la heterogeneidad a una escala más fina de conocimiento y prácticas de gestión asociados a una zona determinada, es crucial para el diseño de prácticas de gestión basadas en los vínculos complejos entre el conocimiento, las prácticas y el contexto institucional.

### **La desertificación y el paradigma de desarrollo para zonas secas (DDP en inglés).**

Numerosos estudios han abordado diferentes enfoques para estudiar el fenómeno de desertificación, desde aquellas que se centran en los aspectos físicos biológicos hasta las que se orientan hacia los aspectos socioeconómicos. Por otro lado suele haber problemas con respecto al manejo de las escalas y lo anterior se dificulta aún más con la falta de información territorial en diferentes lugares en el mundo; Una definición útil que une estos dos aspectos es la que plantea la Convención para combatir la desertificación de Naciones Unidas (1992) la cual define la desertificación como: “la degradación de las áreas áridas, semi-áridas y sub-húmedas secas como resultado de varios factores, incluyendo las variaciones climáticas y las actividades humanas”.

Por su parte Reynolds *et al.* (2007), plantea que en el paradigma de desarrollo (DDP), las investigaciones deben centrarse en los medios de vida de las poblaciones que habitan las zonas secas y en su dependencia de estos ecosistemas, a través del estudio de los Sistemas Humanos-Ambientales (H-A), ya que siempre se deben de incluir variables socioeconómicas y biofísicas en cualquier plan de supervisión o intervención. En este contexto, Gunderson *et al.* (2002), Walker *et al.* (2002), Olsson *et al.* (2003) en Davidson-Hunt *et al.* (2003) mencionan que las relaciones de sostenibilidad entre los seres humanos y la naturaleza dependen en parte, de la capacidad para enfrentar los cambios y de ahí a la necesidad de profundizar en estas relaciones.

De acuerdo con Reynolds *op. cit.* (2007), el DDP responde a las recientes tendencias de la investigación y de la política, las cuales conectan el manejo del ecosistema con las estrategias de vida humana con el fin de apoyar la creciente y rápida expansión de la población residente en estas regiones. El DDP representa una convergencia de puntos de vista y avances claves de la investigación en temas de desertificación, vulnerabilidad, alivio de la pobreza y desarrollo comunitario.

El Paradigma propone cinco principios y en este estudio se trabajará sobre el principio número cinco que subraya de la importancia de generar conocimientos a escala local y menciona que “la clave para mantener la coadaptación funcional de los sistemas acoplados Humano-Ambientales es el mantenimiento actualizado de sistemas híbridos de conocimiento ambiental que integra el manejo local y la experiencia política con el conocimiento científico, lo cual debe ser mediado a través de un marco institucional” (Reynolds *et al.*, 2008). Se parte bajo

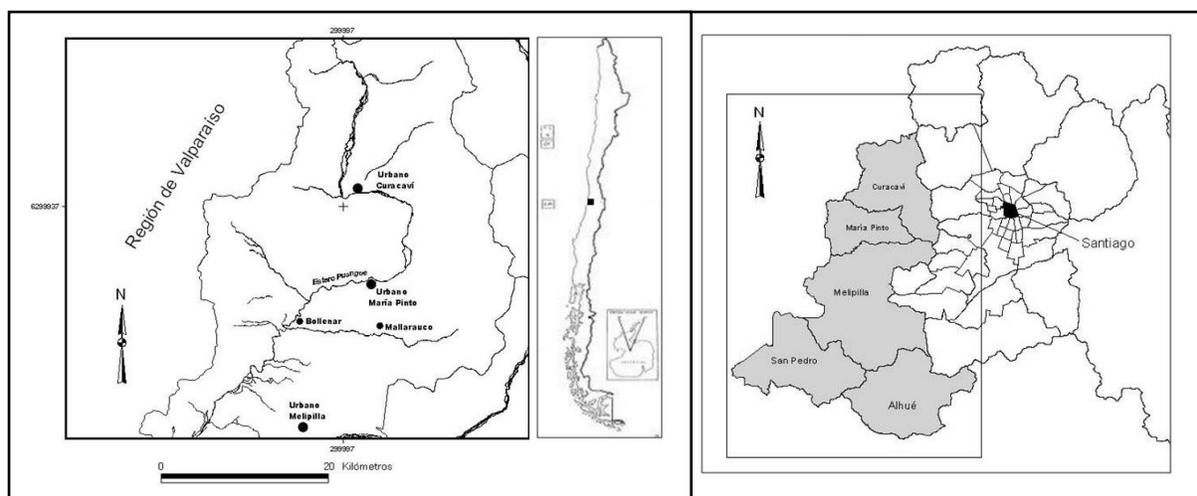
este principio, sin lugar a dudas necesario para gestionar en el presente las zonas semiáridas de la región de Chile Central.

## El área de estudio

### Ubicación

La Región Metropolitana de Chile, ocupa una posición mediterránea definida por los cordones montañosos que rodean la cuenca central que refuerza la acción dominante del anticiclón del pacífico y marca las diferencias estacionales, con veranos cálidos y secos e inviernos fríos con lluvias esporádicas que mantienen la condición de semiaridez dentro de esta área transicional.

La cuenca del Valle del Puangue, se localiza en las estribaciones de la cordillera de la costa de Chile central en la Región Metropolitana y tiene como dren principal el Estero Puangue (Fig.1).



**Figura 1:** Ubicación del área de estudio

El área de estudio se ubica dentro de los tres subsectores climáticos que separan la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa (CIREN-CORFO, 1990), más seca y calurosa que la occidental presente en la V región, debido a su propia sombra pluviométrica y al abrigo de la moderación térmica costera. Este subsector recibe la influencia costera, pero fundamentalmente desarrolla condiciones climáticas semiáridas reforzadas por la cordillera de la costa, con importantes oscilaciones térmicas.

La cuenca del Valle del Puangue posee una historia de poblamiento que se remonta al siglo X, por lo que Durán (1977) menciona: “Esta población fue al parecer eminentemente agrícola, con un desarrollo agroalfarero de gran continuidad en la zona, donde cimentará sus bases la avanzada inca y posteriormente, la hispánica”.

Esta zona actualmente posee una población que asciende a los 41,000 habitantes comprendida por el territorio de las comunas de Curacaví, María Pinto y el norte del municipio de Melipilla cuyos poblados principales son Mallarauco y Bollenar.

Los datos demográficos y sociales se aprecian en la Tabla 1, en donde se destaca que la comuna de María Pinto, el porcentaje de población indigente y pobre supera el promedio provincial.

**Tabla1:** Datos demográficos y sociales del área de estudio. Datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas (2009) y de la Encuesta CASEN (2006).

Datos/ Comunas	Comunas con territorio en la cuenca			Provincia
	Melipilla	Curacaví	María Pinto	
Población 2002	94540	24208	10343	141165
Crecimiento Demográfico (1992-2002)	1.64	2.43	1.69	1.576
Rural 2002 %	35.6	35.6	84	59.4
Población indigente (2006)	0.4	1	3.9	2.04
Población pobre % (2006)	9.8	8.6	12.7	10.32

Con respecto a la tabla anterior, la pobreza no tiene una definición única y su medición es compleja. La utilizada y disponible en el Ministerio de Planificación de Chile, es la línea de pobreza, la cual se calcula con base al ingreso per cápita total del hogar. Si ese ingreso no alcanza el valor de una canasta básica de alimentos, las personas que componen ese hogar son indigentes. Por otra parte si ese ingreso se encuentra entre una y dos canastas, las personas de ese hogar son pobres no indigentes, por lo que para Julio del 2006 se tiene que el ingreso para zonas rurales en dólares al mes para que una persona se considere indigente es de USD 33.7 y para pobre no indigente es de USD 59 (MIDEPLAN, 2010)

## **Los aspectos del estudio**

Los aspectos a considerar dentro del estudio de la desertificación parten de las propuestas de Martín de Santa Olalla *et al.* (2002) que son ¿Cuál es el perfil de los pequeños productores de la zona?, ¿Cuáles son las mayores dificultades percibidas por los políticos, técnicos, ONG's, los grandes empresarios, y los pequeños productores con respecto al agua?, ¿Cuál es el nivel de intensificación agraria?, ¿Existe arraigo en la zona?, ¿Cuál es la percepción de futuro de la población?, ¿Cuál es la percepción de las personas con respecto a la información ambiental y cómo acceden a ella? ¿Cómo estos aspectos se relacionan con la peligrosidad a la desertificación?.

El trabajo comienza con una revisión bibliográfica y con el diseño de dos instrumentos de investigación social: entrevistas en profundidad y encuestas con preguntas abiertas y cerradas. El universo de la muestra a encuestar se definió como el 10% del total de pequeños productores, entendiéndose por estos aquellos que tenían menos de 20 hectáreas de riego básico en el área en estudio y que corresponde a 200 unidades productivas.

El tiempo en que se realizó el trabajo de campo fue entre el 15 y el 25 de julio del 2009, se entrevistó a los actores claves y se capacitó a los encuestadores, quienes aplicaron las encuestas entre agosto y septiembre del mismo año. Posteriormente se procesaron las entrevistas y se tabularon las encuestas para su análisis con el programa SPSS 10.0 para Windows.

## **Perfil de los actores claves entrevistados y pequeños propietarios**

### **✓ Actores claves**

Las personas que fueron entrevistadas corresponden a líderes en diferentes ámbitos relacionados con el área productiva, el medio ambiente y la política; por lo que fueron consultados un representante de las ONG's, un político (en este caso un alcalde), un funcionario del Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario y un dirigente de los agricultores de la zona, para quienes han sido guardadas sus identidades.

### ✓ **Los encuestados**

Los 200 pequeños propietarios encuestados poseen una edad promedio de 51 años, siendo un 66% hombres y un 34% mujeres, además su nivel educacional se concentra principalmente en la educación básica completa (43%) y educación básica incompleta (38%), sólo el 7% de los encuestados no asistió al colegio, por otro lado las actividades productivas desarrolladas por el grupo encuestado son el cultivo de hortalizas (35%), seguido de los frutales (26%) y la ganadería (25%).

## **Resultados**

### **Acceso al recurso hídrico**

De acuerdo con Hernández *et al.* (2000), la disminución de la productividad agrícola puede producir desertificación por la pérdida de nutrientes en el suelo, por otro lado el mal manejo del agua favorece el anegamiento y la salinización de suelos, en este sentido Abraham (2008) menciona que el agua es un bien indispensable, por lo que su manejo se constituye en un aspecto fundamental de la lucha contra la desertificación, que empieza con el conocimiento del recurso que compone la oferta, su regulación y la demanda.

El Código de aguas (Diario Oficial de Chile, 1981), cuerpo legal que regula el agua en Chile indica que: “Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas”, este sistema de privatización existente en el país es controversial, ya que para algunos funciona adecuadamente, lo que ha permitido un uso eficiente del recurso hídrico (ILADES, 1994), mientras que para otros el sistema tiene múltiples falencias Donoso *et al.* (2004), por lo que en este apartado se analizará si en esta área de estudio el acceso al recurso hídrico funciona adecuadamente y cómo esto se relaciona con la problemática de la desertificación, ya que de acuerdo con Martín de Santa Olalla *et al.* (2001), el agua es un factor de producción y como tal tiene un valor económico; al mismo tiempo cumple otras muchas funciones, relacionadas o no con el proceso productivo agrícola que tienen que ver entre otros, con valores sociales, políticos, estéticos o emocionales.

Donoso *op. cit.* (2004), señala que el sistema de privatización en Chile es poco eficiente por el limitado número de transacciones y entre los principales obstáculos se encuentra el legal-administrativo tal como que el sistema registral de inscripción y actualización de los títulos de dominio es disperso y mal coordinado, esto es corroborado por las entrevistas realizadas en el

área en estudio, ya que los actores claves aluden que el principal problema identificado es la falta de regulación de los derechos de agua y las consecuencias del dominio y su aprovechamiento establecidos por esta ley.

En este contexto, el representante de la sociedad civil se refiere a que *“Cuando un país pierde la tenencia del recurso hídrico, que es el tesoro más grande que puede tener el planeta, las políticas públicas van en mal camino, a Chile le está pasando la cuenta el no haberse preocupado antes”*, no solamente haciendo referencia al sistema privado hoy presente en el país, sino que a la falta de prevención de los problemas que ha traído la privatización. Por otro lado el representante del campo político indica su preocupación por el manejo del sistema del agua en Chile y sobre todo que su regulación y vigilancia está en manos de capitales extranjeros: *“Vemos como todo el manejo, supervisión y su vigilancia está en manos de un sistema público entre comillas, porque quien resguarda y respalda eso es una empresa privada de capitales españoles”*.

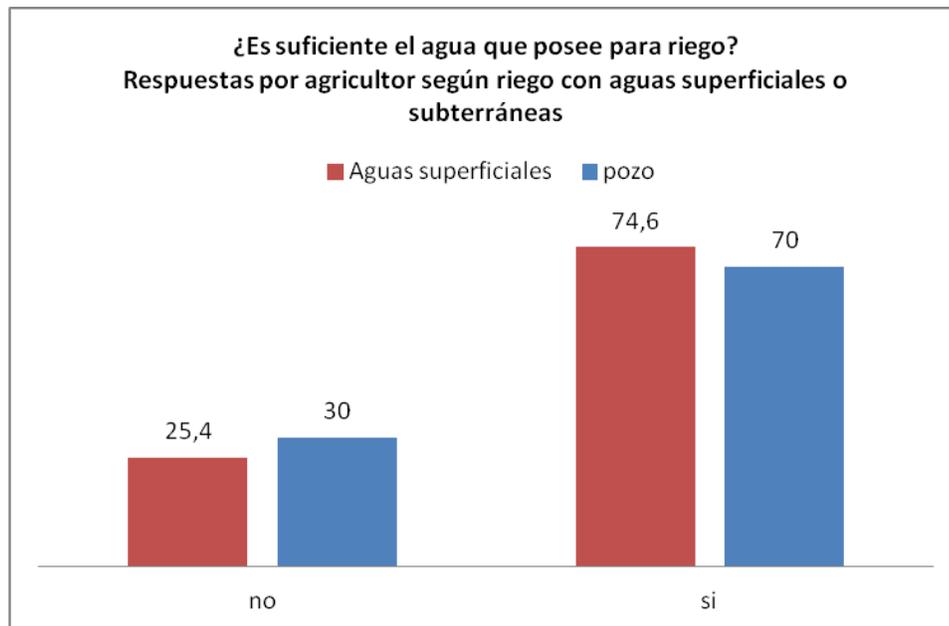
La opinión derivada del mundo técnico, se relaciona con lo señalado tanto por el representantes de las ONG’s como por el político, pero agrega que existe falta de información en la materia para los campesinos, lo que es una de las grandes dificultades en la zona y que ha desencadenado escasez del recurso: *“Tenemos problemas de disponibilidad de agua, pero por falta de información con respecto a la regulación de los derechos de agua de los agricultores en algunos sectores, ya que no está bien normado por lo que ellos no tienen las escrituras de las aguas”*. Lo anterior según Donoso *et al.* (2004), se encuentra dentro de los problemas dependientes del sistema de mercado ya que no hay una información adecuada y oportuna sobre la tenencia de los derechos de aprovechamiento o los mismos no se encuentran completos en su descripción. En este contexto es necesario mencionar que ha existido el intento por regularizar los derechos de agua de los agricultores desde el año 2005 por el Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario, 2009).

Siguiendo con las problemáticas asociadas al agua, la opinión del representante de los empresarios agrícolas difiere, ya que no visualiza la regularización de los derechos del agua como la preocupación principal, sino que se refiere a la escasez del agua y su sobreexplotación, por lo que expresa que: *“prácticamente en la zona está prohibido hacer pozos profundos, porque las aguas subterráneas están al límite, en lugares como Ibacache y*

*Chorombo los pozos disminuyeron hasta en un 30%*". Esta disminución del recurso es algo que ha sido observado en otros lugares con climas semiáridos en el mundo y que principalmente se vincula a la sobreexplotación, ya que la presión sobre los recursos hídricos en zonas áridas ha aumentado considerablemente, tanto por la utilización de tecnologías más eficientes en la extracción de los recursos hídricos, como por el aumento de los consumos tanto en el abastecimiento humano como en la agricultura (Martínez, 2006).

Los pequeños productores lo perciben del mismo modo que el representante de los empresarios agrícolas, ya que al preguntarles con respecto a los problemas relacionados con el acceso y gestión del agua se puede observar una leve diferenciación entre los que riegan con pozo y los que lo hacen con las aguas superficiales (Fig.2). Los que riegan con pozo encuentran en mayor porcentaje (30%), que el agua para riego no es suficiente, lo anterior es preocupante ya que el 46% de los encuestados que riegan con aguas subterráneas mencionan que su mayor problema es que los pozos que tienen son poco profundos y un 63% de ellos afirma que el nivel de los pozos ha bajado.

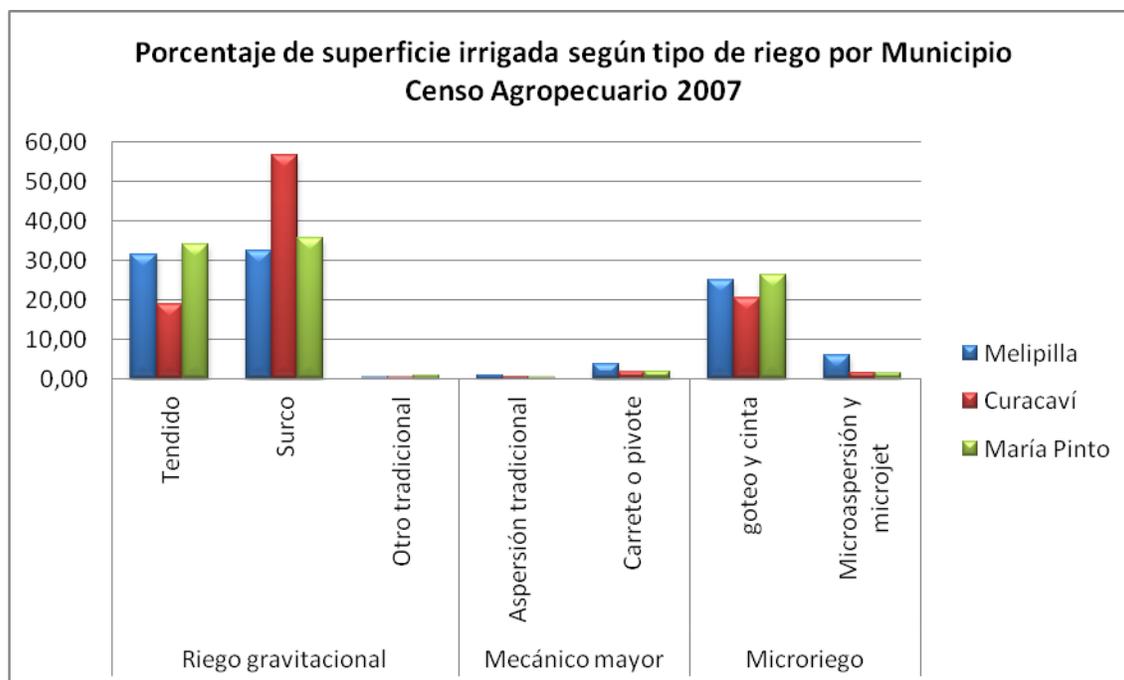
Martínez (2006) menciona que los efectos ambientales y territoriales derivados de la presión excesiva sobre los recursos hídricos se agudizan cuando en sistemas áridos y semi-áridos se instalan modelos de desarrollo muy intensivos en recursos hídricos, como el regadío, ligados a cambios tecnológicos y a una nueva subvención en términos energéticos impensable hasta tiempos recientes, capaz de movilizar recursos históricamente difícilmente disponibles, como las reservas almacenadas en acuíferos o los obtenibles a partir de la importación de recursos desde otros sistemas áridos a través de trasvases. Lo anterior también se observa en el área en estudio ya que gran porcentaje del agua superficial para riego es traído por un acueducto a través del Canal de las Mercedes, como un trasvase proveniente de aguas arriba de la cuenca del Maipo, por lo que en este sentido los encuestados aluden a que no es la escasez del recurso un problema cuando se habla de aguas superficiales, sino que son los turnos para riego refiriéndose más bien a un tema organizacional y de gestión.



**Figura 2:** Disponibilidad de agua para riego.

### **Tecnologías de riego**

Los antiguos sistemas de riego tendido o por surcos buscan humedecer unos 50 cm de suelo, de ellos, los 10 cm superiores se evaporan rápidamente por capilaridad y los 40 cm inferiores abastecen al cultivo por una o dos semanas hasta el riego siguiente. Estos sistemas de aplicación manual presentan el defecto de una muy mala aplicación durante las horas de la noche, con importantes pérdidas de agua, mientras que los actuales sistemas de riego tecnificado entregan poca agua al suelo en forma casi continua, por lo que la aplicación del agua es eficiente (Astaburuaga, 2004). Uno de los aspectos que llama la atención con respecto al riego utilizado en la zona, es la información entregada por el Censo Agropecuario (2007), en la cual es posible apreciar que la mayor superficie de la cuenca aún continúa siendo irrigada con riego gravitacional, asociada con prácticas de laboreo tradicional con escaso desarrollo tecnológico, que denota una deficiente utilización del recurso.



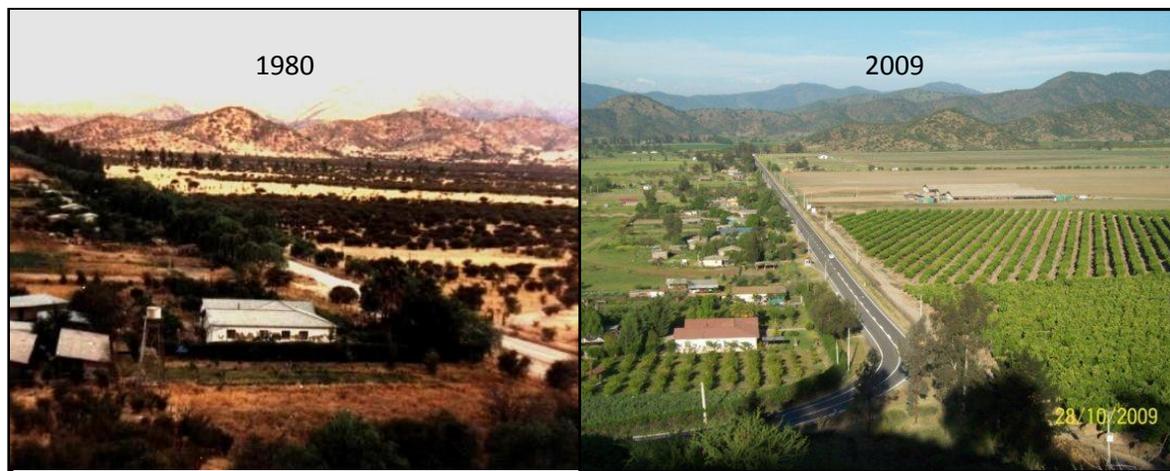
**Figura 3:** Porcentaje de superficie irrigada según tipo de riego por municipio.

### Intensidad en el uso del suelo.

De acuerdo con los datos del Censo Agropecuario (2007) la cuenca posee predominantemente uso de cultivos industriales (25.82%), según el promedio de grupos de cultivos de los tres municipios, seguido de las plantas forrajeras (21.47%) y las flores (15.67%). Lo anterior permite realizar un acercamiento a la demanda, tanto de agua en la zona, como de los productos químicos utilizados como fertilizantes, ya que la presencia de cultivos industriales y plantas forrajeras en zonas semiáridas, como en el área en estudio son una de las primeras alertas con respecto a la demanda de recursos naturales, especialmente el hídrico y plantean la necesidad de hacer un uso racional y adecuado.

En las zonas áridas y semiáridas de Chile casi toda la evapotranspiración se produce en un período sin lluvias suficientes, por lo que necesariamente requieren de riego artificial. La tasa de riego tecnificado usual en Chile es de 0,5 l/seg/ha durante 6 meses, equivalentes a 780 mm al año, para riego menos tecnificado, empastadas y jardines, esta tasa puede llegar al doble (Astaburuaga, 2004). Se estima entonces que aproximadamente en los últimos 50 años se ha doblado los requerimientos hídricos en la zona, ya que para el año 1955 el área poseía 24027 hectáreas de uso agrícola y al 2002 esta pasó a 51907 (Huaico *et al.*2010), este cambio de uso

de suelo está asociado a la transformación de los suelos de secano a suelo agrícola, como lo muestra la Figura 4.



**Figura 4:** Cambios en el paisaje en el área de estudio entre 1980 al 2009. *Fotografías: Carlos Huaico.*

En este sentido Abraham (2008), dice que asistimos a acelerados procesos de cambio en los usos del suelo que, sobrepasando a cualquier intento de planificación y ordenamiento, responden a intereses sectoriales y marginan del proceso de toma de decisiones a los grupos más vulnerables. En este contexto, destaca dentro de las entrevistas la preocupación por la transformación de tierras sin cultivos a tierras agrícolas por parte del representantes de las ONG's que dice que: *“hay agricultores que están obteniendo agua para terrenos que en el pasado no tenían derechos al agua y así zonas de secano han sido transformadas en zonas de riego”*, también mencionan que existe una correlación entre la intensificación de las actividades agrícolas y el tipo de cultivo: *“en este sector la actividad agrícola es muy variada las grandes extensiones tienen frutales y las pequeñas parcelas las cultivan con maíz coliflor y verduras en general”*.

Existe una gran diferenciación en el tipo de explotación de las nuevas empresas agrícolas y las explotaciones campesinas presentes en el área de estudio y que se correlaciona con otras investigaciones acerca de la desertificación, ya que éstos estudios mencionan que muchas veces no se tiene en cuenta la complejidad y múltiples relaciones causa – efecto en este tema y sobre todo no consideran que los pobladores de las tierras secas son su mayor recurso. Ellos

conocen sus problemas y sus potencialidades y han desarrollado conocimientos, tecnologías y habilidades para producir en condiciones restrictivas. Sin embargo, no sólo han sido ignorados, sino que se les ha culpado de generar la desertificación. Con frecuencia los métodos tradicionales de utilización de la tierra se abandonaron y se cambiaron por soluciones foráneas que en muchos casos sólo lograron exacerbar la pobreza (Abraham, 2008).

Una preocupación manifestado por los entrevistados es la transformación de suelo agrícola a uso urbano (Representante de las ONG's y empresarios agrícolas): *“utilizan nuestros suelos que son de primera categoría para expandir el desarrollo urbano hacia la periferia que somos nosotros y esto tiene que ver con la mala visión de las políticas públicas respecto a proteger la agricultura de nuestro país”, “están pavimentando las tierras de cultivo”*.

### **Utilización de fertilizantes por los agricultores**

Díaz *et al.* (2008) hacen referencia a que el uso incorrecto del agua y los fertilizantes tienen un impacto negativo en los ecosistemas, debido a la contaminación de los cuerpos de aguas superficiales y subterráneos, y por consiguiente las áreas agrícolas irrigadas son más susceptibles a la contaminación de las aguas subterráneas, porque los cultivos pueden ser abundantemente fertilizados e irrigados en exceso, por lo que es de suma importancia el incremento de la innovación a través del riego.

Resulta muy interesante el resultado de las encuestas aplicadas a los productores con menos de 20 hectáreas de riego básico, ya que al preguntarles si utilizaban algún tipo de producto orgánico para fertilizar su tierra el 57.5% dice que sí, sin embargo al preguntarles cuál de los dos (químico u orgánico) utilizan en mayor proporción un 59.7% dice que químicos y un 34.6% productos orgánicos, este último dato es relevante ya que también hay un porcentaje menor (5.6%) que declara que ocupa ambos en iguales cantidades, tal vez es necesario estudiar en un futuro si este fenómeno es un paso a sistemas de producción más limpias o si el uso de productos orgánicos corresponde a antiguas costumbres de la tradición cultural de la zona.

Martín de Santa Olalla *et al.* (2001), hace referencia a que la agricultura no tiene que ser necesariamente enemiga del medio ambiente, siempre y cuando las prácticas estén bien desarrolladas y se realiza un esfuerzo por acercarse a las relaciones entre los recursos y su manejo, principalmente a través del conocimiento del tipo de cultivos predominantes en la zona y el uso de fertilizantes, a fin de contrastar su situación de demanda de radiación, agua y

suelo, que ya sabemos que por ser una zona semi-árida debe de ser determinante en la planificación agraria para conseguir un buen aprovechamiento de dichos recursos.

Con respecto a la percepción de los actores claves ellos mencionan que en la zona existen empresas que *“utilizan tecnologías limpias como por ejemplo para la fumigación, que la hacen por aspersion, que se preocupan de sus trabajadores, y que se preocupan de su entorno, que no fumigan en forma aérea”*, y también comentan que esta apreciación está recién comenzando, pero no por la preocupación del recurso suelo, sino que los cursos de manejo es *“para que ellos no se enfermen y no sufran de intoxicaciones, porque ellos no tenían ningún cuidado para hacer las aplicaciones”*.

### **Perspectivas de futuro y arraigo**

De acuerdo con De Lima *et al.* (2006) y Abraham (2008), las principales causas de la desertificación son a nivel general las mismas, la deforestación, la industrialización de las actividades agrícolas y la migración de los habitantes de zonas secas que siempre han habitado estos lugares, perdiéndose así el conocimiento tradicional de los campesinos, dando paso a un nuevo tipo de agricultura más intensiva. Por ello el presente apartado otorga una prospección con respecto a la disposición de los pequeños productores para abandonar el campo e iniciar procesos migratorios.

Como resultado de las encuestas aplicadas a los agricultores a la primera pregunta: ¿Le gustaría vender su tierra? Un 88% mencionó que no y un 12% mencionó que si, lo que es una fortaleza si las expectativas para la zona es que la pequeña agricultura tradicional permanezca. Otra pregunta que les fue formulada es si ellos pensaban que sus hijos continuarían trabajando la tierra, a lo que un 72% respondió que no, en contraste al 28% que afirmó que si y la respuesta de los que respondieron ¿por qué?, fue que es debido a que el trabajo del campo es un trabajo muy esforzado y mal pagado. Este es un dato interesante ya que el 40% de los encuestados respondió que no venderían la tierra, pero que ellos creen que sus hijos en el futuro tampoco la trabajarán.

A la pregunta ¿Cómo ve el lugar en donde vive en unos 10 años más?, un 63.8% de los encuestados contestó que veía el lugar produciendo con un mayor grado de tecnología, mientras que un 25% contestó que tal como está y un 8.6 % contestó que con casas y edificios. Lo anterior es relevante, ya que cerca de un 88.8% de la población encuestada no imagina el

lugar con grandes cambios en cuanto a la actividad productiva actual, más bien espera que la zona continúe produciendo, pero con mayor grado de tecnología (Tabla 2).

Por otro lado los entrevistados (ONG's y Político) mencionan que se han hecho esfuerzos para mejorar la agricultura del área y la necesidad de no perder esta vocación y dicen que la forma de hacerlo es a través de la educación, así indican que: *“la única forma para superar la pobreza es entregar las herramientas educacionales para que se proyecte en el futuro, porque por ejemplo, el liceo agrícola fue algo muy importante y nuestros jóvenes lo necesitan, sobre todos aquellos que tienen la intención de continuar la historia de sus padres que son parceleros, por lo que el tema educacional es la clave en el tema agrícola para que no pierda el tesoro más grande que es ser la zona agrícola más importante de la región”*(Político). Sin embargo, uno de los entrevistados menciona que la zona ha pasado por cuatro etapas y la última es la *“vuelta al latifundio, donde la propiedad se concentra en pocos dueños”*; *“creo que la gente que tiene cultivos muy rústicos pequeños parceleros, van a vender a gente con mayor poder de compra y van a terminar todas estas zonas plantadas de frutales”*(Empresario agrícola).

**Tabla 2:** Percepción de los pequeños propietarios de cómo será el área en estudio en 10 años más. ¿Como ve el lugar donde vive en 10 años más?

		Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos*</b>	Tal como está	23.8	25	25
	Produciendo con mayor grado de tecnología	60.6	63.8	88.8
	Con casas y edificios	8.1	8.6	97.4
	Otro	2.5	2.6	100
	Total	95	100	
<b>Perdidos**</b>	Perdido	1.3		
	Sistema	3.8		
	Total	5		
<b>Total</b>		<b>100</b>		

\*Porcentaje Válido: El porcentaje valido hace referencia al porcentaje de los valores validos y en algunas ocasiones este valor puede variar respecto al valor del porcentaje si llegan a existir valores perdidos.

\*\*Valor perdido: Los valores perdidos son razones por las cuales no obtenemos una respuesta coherente del encuestado.

### Acceso a la información

Según Gallego (2009) el acceso a la información ambiental contribuye a mayor concienciación ambiental, al intercambio libre de puntos de vista, a la participación del público en la toma de decisiones medioambientales y, en definitiva, a la mejora del medio ambiente. Algunos instrumentos internacionales como la *Declaración de la Conferencia de la ONU sobre el Medio Humano* de Suecia (1972) y la *Declaración de la Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Rio de Janeiro* (1992), hablan de la necesidad del acceso a la información ambiental de modo de que la ciudadanía se mantenga informada con respecto a los temas ambientales y su importancia para la gestión local.

Con respecto a las formas de informarse en el área de estudio las personas mencionan que la mejor forma es a través de las juntas de vecinos (47.8%), seguido de las oficinas municipales (23.3%) y la radio local (16.4%). Lo anterior demuestra la importancia de los canales de comunicación que para la gente le son más efectivos en vista de mejorar la gestión en el uso de suelos y agua en el área (Tabla 3).

Con respecto a este tema los entrevistados mencionan que una de las acciones más importantes en los últimos años ha sido la creación de las oficinas de fomento productivo, que informan a las organizaciones sociales, así como también manifiestan que los medios de comunicación formal como las radios comunitarias de carácter local son muy importantes.

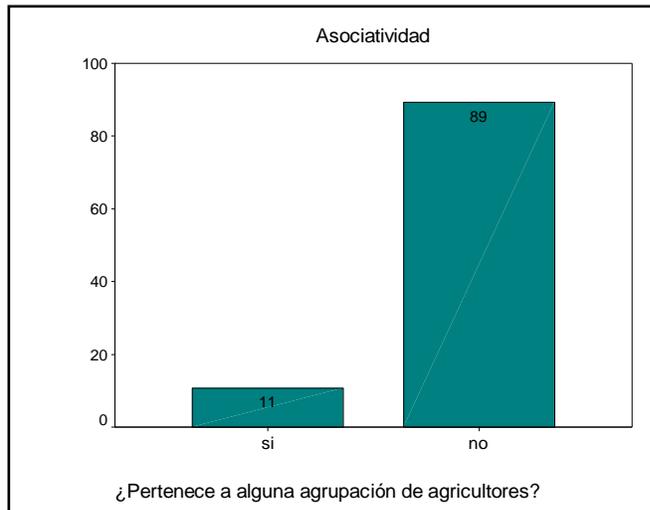
**Tabla 3:** ¿Cuál cree usted que es la mejor forma de enterarse de las noticias, programas y proyectos de gobierno?

		Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	Por las J.J.V.V	47.5	47.8	47.8
	Oficinas del municipio y gobierno	23.1	23.3	71.1
	Radio	16.3	16.4	87.4
	televisión	7.5	7.5	95
	Por el diario	4.4	4.4	99.4
	Otra	0.6	0.6	100
	Total	99.4	100	
<b>Perdidos</b>	Sistema	0.6		
<b>Total</b>		<b>100</b>		

## **Organización social**

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1994), identifica una serie de capítulos dentro de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) que se relacionan con la potencialidad de la participación campesina para el desarrollo de una agricultura sostenible; en este sentido destaca la necesidad del fortalecimiento del papel de los agricultores promoviendo la descentralización en la toma de decisiones en favor de las organizaciones locales, ya que es fundamental para lograr el bienestar de la población y la ejecución de estrategias de agricultura sostenible. Entre los objetivos está la de animar el proceso de toma de decisiones descentralizadamente mediante la creación y fortalecimiento de organizaciones locales y de aldeas que podrían delegar facultades y responsabilidades en los usuarios de los recursos naturales; aumentar la participación de los agricultores (hombres y mujeres) en el diseño y ejecución de las políticas respectivas a través de sus organizaciones representativas. Entre la serie de beneficios y ventajas que pueden derivarse de la acción organizada de los campesinos, está el mejor aprovechamiento de la infraestructura, la inversión de obras de riego, la construcción de bodegas, silos, con aporte en trabajo o en dinero, Así mismo, las inversiones públicas logran un mayor impacto en la medida en que exista una acción coordinada de los beneficiarios a fin de hacer más eficiente su utilización.

En este sentido el resultado de las encuestas para el área en estudio arrojaron que los agricultores en un 89% no pertenecen a ninguna agrupación, lo que demuestra el bajo grado de organización social en la zona; por otro lado a la pregunta si se enteran de los programas y proyectos que existen para los agricultores un 57.9% dice que si, mientras que un 42.1% afirma que no (Fig.4).



**Figura 4:** Gráfico acerca del porcentaje de pequeños agricultores asociados.

### Comentarios finales

La peligrosidad ambiental definida como todos los posibles riesgos que enfrenta la sociedad humana por los acontecimientos que se originan y transmiten a través del medio ambiente (Smith *et al.*,2008), tiene a su vez una connotación sociocultural, ya que los problemas asociados a la degradación ambiental, han traído una serie de impactos en la sociedad de toda índole ya sea social, económico y cultural, por lo que las propuestas de prevención deben ir fundamentalmente dirigidas a mejorar las relaciones hombre-medio.

Díaz-Pineda (2006), que menciona que los problemas del agua y la desertificación se deben al aumento de su consumo, la intensificación agraria y los acelerados procesos de expansión urbana, todo lo anterior han sido observados en el caso de estudio; a esto se le suma el hecho de que la oferta y demanda del recurso se inserta dentro del mercado del agua que tiene múltiples falencias en cuanto a la forma legal-administrativa y de la información, por lo que la carencia de conocimiento de la demanda real-oferta real hace necesaria la creación de un catastro actualizado, real y público de los dueños de los derechos de agua.

La intensificación en el uso de la tierra, se ha traducido en el área de estudio a industrializar la agricultura, pero esta no ha ido necesariamente vinculada a un mejoramiento en las tecnologías de riego en el área de estudio, y esto lo describe Santa Olalla et al (2001), como nueva agricultura llamada industrial o química que requiere de mayores cantidades de agua, una fuerte mecanización y que utiliza productos agroquímicos y que se traduce en un aumento

de la presión que la actividad agrícola ejerce sobre el medio ambiente en general y sobre el suelo en particular, por lo que es urgente la innovación tecnológica del campo y la capacitación de los campesinos en tecnologías de riego, para hacer un uso más eficiente del agua.

Díaz-Pineda (2006) a su vez menciona, que la problemática de la desertificación se asocia al abandono rural y la consiguiente desaparición de las actividades agrarias tradicionales, cambiando el paisaje mediterráneo y haciendo cada vez más insostenibles las actividades de producción agrícola. En la zona podemos apreciar que efectivamente las actividades tradicionales han tendido a ser sobrepasadas en superficie por las actividades agrícolas industriales, aunque aparentemente los encuestados no tienen la intención de vender sus terrenos, la percepción de la comunidad es que las actividades tradicionales no suponen un mejoramiento de su calidad de vida, producto de las bajas remuneraciones, por lo que no desean en su mayoría que sus hijos continúen desarrollando esta actividad, por lo que es necesario repensar las oportunidades que tienen estos campesinos de desarrollo y competitividad en el área, vinculándolos a otras actividades como el turismo o la generación de nuevos mercados locales.

En este contexto, Morales *et al.* (2005), menciona que se entiende que si bien el sobrepastoreo, la deforestación y la agricultura no sustentable son prácticas vinculadas a la desertificación, se trata de efectos visibles tras los cuales, otras causas, no visibles o que han quedado ocultas, actúan en la raíz de los problemas, entre estas están las profundas situaciones de inequidad traducidas en el desigual acceso a los recursos naturales, diferencias económicas, políticas y sociales. La integración de zonas a condición de su y marginalidad determinan dentro de un eje causal estructural, que algunos grupos sociales “puedan” desarrollar prácticas sustentables, mientras otros se ven obligados a recrear condiciones de degradación y pobreza. Esta inequidad también puede ser causada por la diferenciación del acceso a la información, ya que los pequeños productores se enteran principalmente de los programas, proyectos y temas ambientales a través de las “ Juntas de Vecinos”, y luego por las Oficinas Municipales y medios de comunicación local, por lo que más bien la tradición es la transmisión oral de la información, por lo que otros medios de comunicación masivos como Internet, el periódico, o la televisión están alejados de ser en el área aparentemente el principal medio de comunicación, por lo que es una fortaleza contar con una radio comunitaria.

Martín de Santa Olalla *et al.* (2001) señala que los sistemas agrarios derivan de la influencia sobre la actividad agraria y que el factor social tiene influencia en el correcto diseño de rotaciones y alternativas de cultivos que permite el desarrollo de sistemas agrícolas que, además de reducir los riesgos, empleen mejor los factores productivos de carácter social, tales como la mano de obra disponible y la certificación profesional de la misma, entre otros condicionantes sociales. En este sentido cobra relevancia la presencia de asociaciones de pequeños productores, ya que está probado que esta clase de organizaciones fomentan la participación y es una buena forma de canalizar las demandas, y la oferta productiva de los pequeños productores, sin embargo esta no es la tendencia en el área de estudio, ya que los productores en su mayoría no se encuentran organizados.

## **Conclusiones**

El manejo sustentable de los recursos naturales en el contexto agrario, supone un desafío aún mayor, lograr entender las relaciones que causan los profundos problemas sociales y por otro lado hacer sostenible la explotación de estos recursos en un contexto dinámico de cambio ambiental y avance tecnológico que se asocia a prácticas de laboreo y explotación.

Se estima que la cuenca posee una alta peligrosidad de sufrir procesos de desertificación por lo que se está a tiempo de actuar para prevenir como una de las formas para hacer sostenible en el futuro las actividades productivas, es por esto que la forma en cómo la comunidad local se relacionan entre ellos mismos y con los entes administrativos gubernamentales e investigar cómo acceden a la información se hace fundamental.

El problema del agua es altamente discutido, debido a que para algunos existe la preocupación por la falta de regularización de los derechos de agua, para otros es la escasez del recurso lo importante, y otros informantes piensan que la cuenca si tiene suficiente agua y que es un recurso ilimitado; lo cierto es que el trasvase desde la cuenca del Mapocho hace que tal vez no se perciba la escasez, por lo que sería bueno reflexionar acerca de la necesidad de hacer la diferencia entre las aguas superficiales y subterráneas y pensar en su gestión hacia el futuro.

La encuesta ha arrojado que la población se informa principalmente vía oral y en persona acudiendo a las oficinas municipales y de gobierno principalmente, y como principal medio de comunicación formal es la radio comunitaria local, mas no otros medios como el periódico, la televisión o el internet, por lo que habría que fortalecer estos canales de comunicación que la

comunidad local considera son efectivos. En este mismo sentido, aspectos como la asociatividad se vuelve fundamental si es que la visión es resguardar la pequeña agricultura tradicional, principalmente se debiera de informar los beneficios que tiene el asociarse.

## **Bibliografía**

ABRAHAM, E. (30 al 03 de Julio-Agosto de 2007). Desertificación en ecosistemas de tierras secas en América Latina. Ponencia en "Jornadas Iberoamericanas sobre desertificación y uso sustentable del agua en tierras secas". Cartagena de Indias, Colombia.

ABRAHAM E., 2008. Tierras secas, desertificación y recursos hídricos. Ecosistemas, Vol.17, número 001. Asociación española de ecología terrestre, Alicante, España.

ASTABURUAGA R., 2004. El agua en las zonas áridas de Chile. Revista ARQ. Pontificia Universidad Católica de Chile.

BALLESTEROS M., E. BROWN, JOURAYLEY A., U. KÜFFNER, ZEGARRA E.,2005. Administración del agua en América Latina: situación actual y perspectivas. Serie recursos naturales e infraestructura. CEPAL.

BATTERBURY, TE DOWNING, H DOWLATABADI, RJ FERNANDEZ, JE HERRICK, E HUBER-SANNWALD, H JIANG, R LEEMANS, T LYNAM, FT MAESTRE, M AYARZA & B WALKER (2007) Global desertification: Building a science for dryland development. Science 316, 847-851.

Berkes, F. and D. Jolly. 2001. Adapting to climate change: social-ecological resilience in a Canadian western Arctic community. Conservation Ecology 5(2): 18. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss2/art18>

CASEN, 2006. Encuesta de caracterización socioeconómica nacional. Ministerio de Planificación del Gobierno de Chile. <http://www.mideplan.cl/casen/index.html>

CENSO AGROPECUARIO. (2007). Recuperado el 15 de Febrero de 2009, de Sitio web del Censo Agropecuario: <http://www.censoagropecuario.cl>

CENSO POBLACIÓN, 2002. Instituto Nacional de Estadística, Santiago de Chile. 2003. 2 v.

CIREN-CORFO, 1990. Atlas agroclimático de Chile. Regiones IV a la IX, publicación N° 87. Santiago: CIREN.

CONAF, C. n. (26 de Junio de 2007). Mapa preliminar de la desertificación en Chile. Recuperado el 15 de Febrero de 2009, de Sitio web Corporación Nacional Forestal CONAF: <http://www.conaf.cl>

CONTRERAS R., 2000. Empoderamiento campesino y desarrollo local. Revista Austral de Ciencias Sociales, Número 004. Universidad Austral de Chile.

DAVIDSON-HUNT, I. AND F. BERKES. 2003. Learning as you journey: Anishinaabe perception of social-ecological environments and adaptive learning. Conservation Ecology 8(1): 5. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol8/iss1/art5>

DE LIMA D.,J. CORTÉS ZORRILLA, SORIANO R., R. BEZERRA, BARROS R., 2006. Condiciones y restricciones al desarrollo económicosocial de áreas rurales en proceso de desertificación. Avances en Investigación Agropecuaria. Universidad de Colima.

DIARIO OFICIAL DE CHILE, 1981. Código de Aguas, Decreto con fuerza de Ley Número 1.122.Publicado en el diario oficial de Chile el 29.10.1981.

DÍAZ T., N. WILFREDO, LÓPEZ A., L.PARTIDAS, SUÁREZ Y.2008. Manejo sostenible del agua en zonas semiáridas: Evaluación de dos técnicas de riego y fertilización nitrogenada en Sinaloa, México. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, año/vol.17, número 001. Universidad Agraria de La Habana.

DÍAZ-PINEDA, F. (2006). Contexto social y ecológico de la desertificación en "Desertificación" , Cuadernos de sostenibilidad y Patrimonio Natural. España.

DONOSO G.,2003. Mercados de Agua. Estudio de caso del Código de Aguas de Chile de 1981. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Economía Agraria. [http://www.uc.cl/agronomia/e\\_publicaciones/Documentosderabajo/documento4.pdf](http://www.uc.cl/agronomia/e_publicaciones/Documentosderabajo/documento4.pdf)

DONOSO G.,A. JOURAVLEV, PEÑA H.,E. ZEGARRA. 2004. Mercados (de derechos) de agua: experiencias y propuestas en América del Sur. Series recursos naturales e infraestructura. CEPAL. <http://www.dga.cl/otros/publicacioneslinea/archivos/9.pdf>

DURÁN, E. (1977). El yacimiento de María Pinto, sus correlaciones y ubicación cultural. Actas del VII Congreso de Arqueología Chilena, Altos de Vilches, vol. 1.

GALLEGO M.2009. El acceso a la información en materia de medio ambiente e indicadores ambientales. Acceso a la información en la Comunidad de Madrid. VII Curso sobre Políticas e Instrumentos de Gestión Ambiental.Universidad San Pablo CEU. Madrid. Inédito.

GUNDERSON, L. H., C. S. HOLLING. 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, D.C., USA.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). Recuperado el 13 de Marzo de 2009, de Sitio web del Instituto Nacional de Estadísticas: <http://www.ine.cl>

HERNÁNDEZ E., LÓPEZ F., A ROMERO, BELMONTE F. Estudio comparativo de un indicador de desertificación para zonas agrícolas semi-áridas, cuenca del Guadalentín, Sureste de España. *Papeles de Geografía*, enero-junio, número 031, Universidad de Murcia, España. pp 91-98.

ILADES, 1994. El mercado de aguas en Chile. Trabajo de Asesoría Económica al Congreso Nacional de Chile. <http://www.dga.cl/otros/publicacioneslinea/archivos/1.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO. (19 de Enero de 2009). <http://www.indap.gob.cl/content/view/4449/147/>. Recuperado el 2010, de [www.indap.gob.cl](http://www.indap.gob.cl)

MAESTRE F., J. REYNOLDS, HUBER-SANNWALD E., J. HERRICKS AND STAFFORD M., 2006. Understanding global desertification biophysical and socioeconomic dimensions of hydrology. Páginas 315-332 en D'Odorico and A Porporato, editors, *Dryland Ecohydrology*.

MARTÍN DE SANTA OLALLA, F., 2001. *Agricultura y desertificación*. Madrid: Mundi-Prensa.

MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J., 2006. Agua y Sostenibilidad: Algunas claves desde los sistemas áridos. *Revista Polis*, vol.5, número 014. Universidad Bolivariana.

MIDEPLAN, 2010. Encuesta de caracterización socioeconómica nacional, CASEN. [http://www.mideplan.cl/casen/preguntas\\_frecuentes.html](http://www.mideplan.cl/casen/preguntas_frecuentes.html)

MILLÁN, M., ESTRELLA, M., SANZ, M., MANTILLA, E., MARTÍN, M., PASTOR, F., Y OTROS. (2005). Climatic Feedbacks and Desertification: The Mediterranean Model. *Journal of climate*, 684-701.

MORALES C., S. PARADA, 2005. Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales. CEPAL, Santiago de Chile, Publicaciones de Naciones Unidas.

OLSSON, P., C. FOLKE, AND T. HAHN. 2004. Social-ecological transformation for ecosystem management: the development of adaptive co-management of a wetland landscape in southern Sweden. *Ecology and Society* 9(4): 2. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss4/art2>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO), 1994. Participación Campesina para una Agricultura Sostenible en Países de América Latina. <http://www.fao.org/docrep/003/t3666s/t3666s00.htm#Contents>

PETERSON, AND R. PRITCHARD. 2002. Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology* 6(1): 14. [online] URL:<http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>

REYNOLDS, J. F. HUBER-SANNWALD, E.; HERRICK, J.; KEMP, P. R.; MAESTRE, F. T.. 2005. Aspectos socioeconómicos y biofísicos de la desertificación. *Ecosistemas*, septiembre-diciembre, año vol XIV, número 003, Asociación Española de Ecología Terrestre, Alicante, España.

REYNOLDS, JF, DM STAFFORD SMITH, EF LAMBIN, BL TURNER, II, M MORTIMORE, SPJ BATTERBURY, TE DOWNING, H DOWLATABADI, RJ FERNANDEZ, JE HERRICK, E HUBER-SANNWALD, H JIANG, R LEEMANS, T LYNAM, FT MAESTRE, M AYARZA & B WALKER (2007) Global desertification: Building a science for dryland development. *Science* 316, 847-851.

REYNOLDS, JF, DM STAFFORD SMITH, EF LAMBIN, BL TURNER, II, M MORTIMORE, SPJ WALKER, B., S. CARPENTER, J. ANDERIES, N. ABEL, G. CUMMING, M. JANSSEN, L. LEBEL, J. NORBERG, G.D.

SMITH K., D. PETLEY, 2008. Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster. Taylor & Francis- e Library. New York.

WALKER, B. H., S. R. CARPENTER, J. M. ANDERIES, N. ABEL, G. S. CUMMING, M. A. JANSSEN, L. LEBEL, J. NORBERG, G. D. PETERSON, AND R. PRITCHARD. 2002. Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology* 6(1): 14. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>.

#### **4. INFORME TÉCNICO**

## **Propuesta de medidas de manejo para prevenir los procesos de desertificación.**

**A entregar en: Gobernación de Melipilla, Municipios.**

**Responsable Técnico: Geógrafa, Ana Isabel Huaico.**

## **1. INTRODUCCIÓN**

La presente propuesta contiene una serie de estrategias orientadas a prevenir el avance de los procesos de desertificación en la cuenca del Valle del Puange, en las proximidades de la ciudad de Santiago de Chile, utilizando como base metodológica lo planteado por la Unión Europea para la evaluación de los procesos de desertificación en zonas mediterráneas e indicadores de presión sobre el recurso suelo; de esta forma se generó un diagnóstico integral del sistema que permitió proponer medidas, con el fin de mantener los procesos de explotación de los recursos en el área de manera sostenible.

## **2. ANTECEDENTES**

### ***2.1 Justificación de la propuesta***

La intensificación de las actividades productivas y el crecimiento poblacional en la zona mediterránea semiárida de la Región Metropolitana de Santiago en Chile, ha llevado a la generación de una serie de impactos que no han sido evaluados, y que se han traducido en la transformación del territorio y la amenaza o peligro a que se produzcan procesos de desertificación, ya que durante muchos años se manejaron sistemas de explotación altamente intensivos sin ningún tipo de regulación, unido a la inexistencia de instrumentos de planificación territorial en las zonas rurales. Hoy es urgente y necesario la realización de un diagnóstico del estado actual de la desertificación y una propuesta de medidas de manejo a nivel de cuenca hidrográfica; ya que tal como lo plantea Martín de Santa Olalla *et al.* (2001), se pretende alcanzar una calidad de vida socialmente deseable, económicamente viable y ecológicamente sostenible, ya que esta zona se ha convertido en una zona agroexportadora y principal generadora de empleos en la provincia de Melipilla. Según CONAF (2007), todos los municipios rurales en la Región Metropolitana de Santiago de Chile poseen algún grado de desertificación, ya sea de carácter grave, moderada o leve; esto cobra mayor relevancia si se considera que esta zona abastece de productos agrícolas a la ciudad de Santiago, la ciudad más poblada del país, es así como los resultados del Censo

Agropecuario ( 2007), mencionan que del uso de suelo destinado a cultivos en la región, un 73,84% son de cultivos anuales y permanentes.

En este contexto, estudios realizados por la Universidad de Chile (1997) mencionan que la degradación de los recursos del área mediterránea árida y semiárida de Chile es un proceso continuo y sostenido que conduce a estados de deterioro cada vez más agudos. En este sentido Millán *et al.* (2005) menciona que entre las causas de este deterioro se encuentran los procesos migratorios, la sobreexplotación de los recursos y la pérdida de vegetación nativa producto de los cambios de uso de suelo; siendo estos últimos los principales desencadenantes de estos procesos.

## **2.2 Área de Estudio**

La cuenca del Valle del Puangue, se localiza en las estribaciones de la cordillera de la costa de Chile central en la Región Metropolitana, con una superficie aprox. a los 1.841 kilómetros cuadrados, teniendo como dren principal el Estero Puangue (Figura 1), siendo los municipios en estudio Curacaví, María Pinto y el sector de Mallarauco de la comuna de Melipilla.

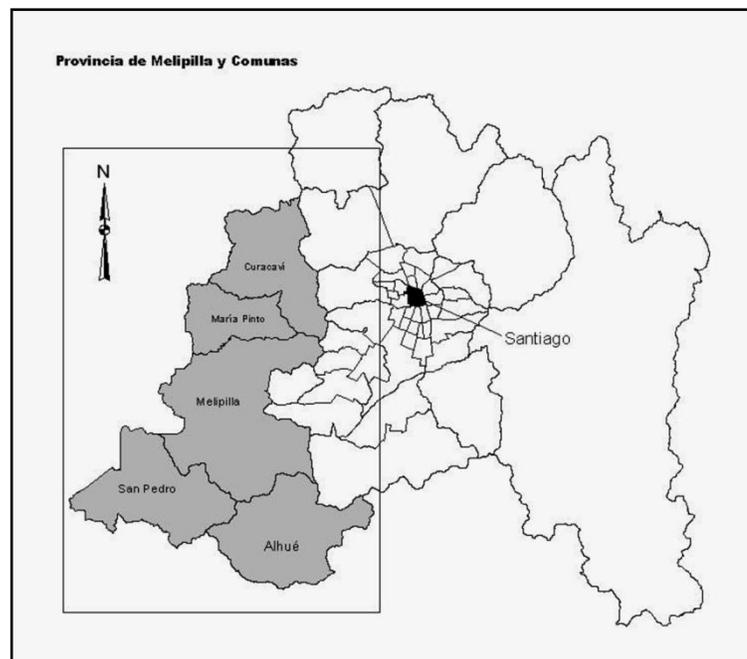


Figura 1: Ubicación del área en estudio

El área de estudio se ubica dentro de los tres subsectores climáticos que separan la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa (CIREN-CORFO, 1990), más seca y calurosa que la occidental presente en la Región de Valparaíso, debido a su propia sombra pluviométrica y al abrigo de la moderación térmica costera. Este subsector recibe la influencia costera, pero fundamentalmente desarrolla condiciones climáticas semiáridas reforzadas por la cordillera de la costa.

En el área el promedio de precipitaciones en la cuenca media (María Pinto) no supera los 450 milímetros, lo que hace posible un paisaje semiárido en donde predomina principalmente la vegetación de matorral y matorral arborescente. En los últimos años la zona ha desarrollado un gran despliegue de actividades agrícolas, sobre todo en cultivos industriales (25.82%, Censo Agropecuario, 2007), lo que ha demandado mayor cantidad de recursos naturales (suelo y agua especialmente), con el tiempo existe una creciente preocupación pública y privada por determinar qué tanto esto ha repercutido o puede repercutir en la disponibilidad futura de estos recursos y que tan cercano es que en la zona exista una degradación/desertificación de sus suelos, agregándole a lo anterior el escenario de cambio climático que vislumbra una disminución de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas en la zona (Figura 2).

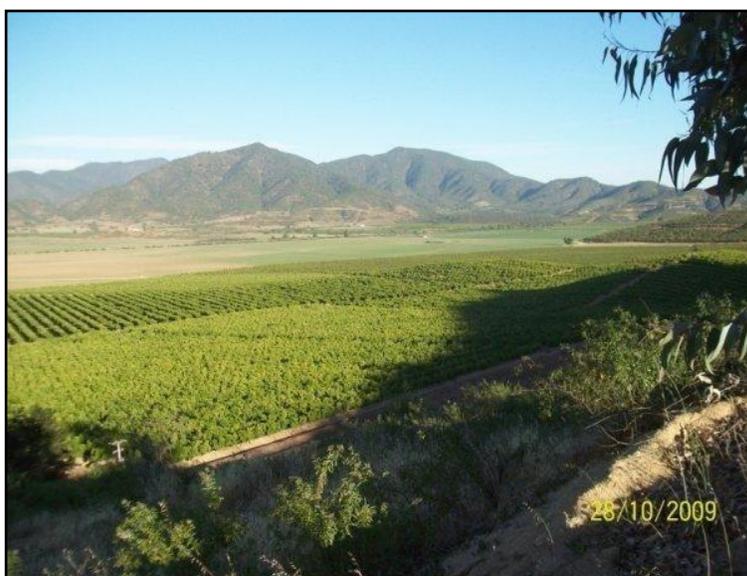


Figura 2: Plantaciones industriales en la cuenca. Fotografía 2009. C. Huaico, 2009.

## **OBJETIVOS DE LA PROPUESTA**

“Prevenir el avance de la desertificación en la cuenca del Puangue, a través de medidas de manejo de las actividades productivas y de desarrollo, con base en los aspectos territoriales, sociales y ambientales de la zona a nivel local y con los recursos e instituciones existentes”

### **3. METODOLOGÍA**

La metodología de trabajo consiste principalmente en la aplicación de técnicas cuantitativas y cualitativas a fin de conocer tanto los aspectos físicos-biológicos como aquellos que tienen que ver con los aspectos sociales; de esta forma se identifican las presiones que posee el sistema, a través del modelo Presión, Estado, Respuesta (PER, OECD, 2003), y se analiza su estado actual a través de la aplicación de la metodología para la evaluación de áreas sensibles a la desertificación en zonas mediterráneas planteada por la Comisión Europea (Kosmes *et al.*, 1999), evaluándose la calidad de: suelo, clima, vegetación, uso del suelo y gestión, asimismo se identificaron los indicadores de presión, para posteriormente generar las estrategias de manejo, como respuesta.

El esquema PER es una herramienta analítica que trata de categorizar o clasificar la información sobre los recursos naturales y ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Se basa en el conjunto de interrelaciones siguientes: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello la cantidad y calidad, es decir, el estado (E) de los recursos naturales; la sociedad responde (R) a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales (tanto ambientales como socioeconómicas), las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas (Fig.3).

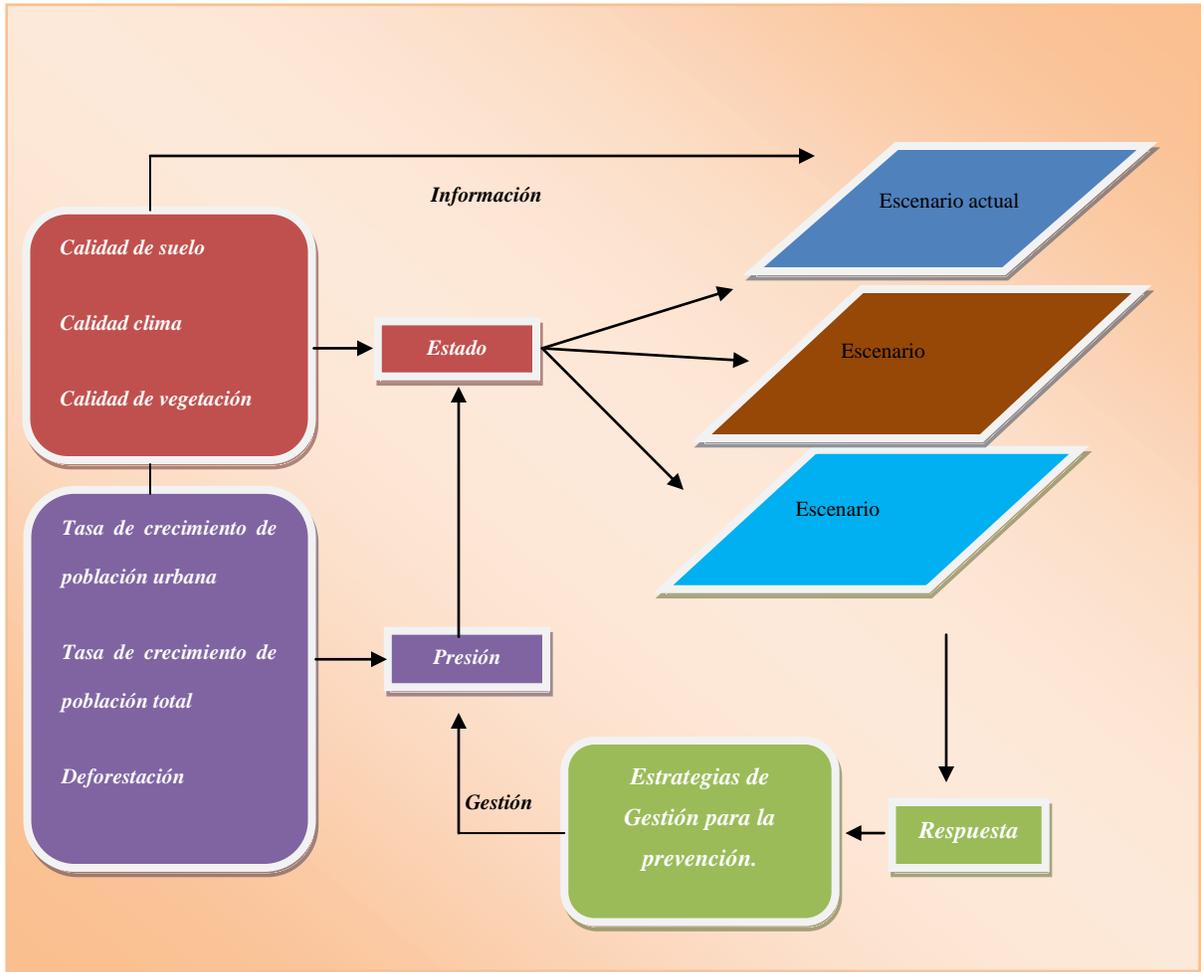


Figura 3: Modelo Presión- Estado- Respuesta, OECD, 2003.

#### 4. DIAGNÓSTICO

- **Los escenarios para la toma de decisiones** (Huaico et al.,2010)

*El escenario actual* es el reflejo de la historia de ocupación del valle, siendo los últimos años altamente intervenido producto de las actividades agrícolas por lo que la tasa de deforestación es alta en la cuenca en comparación a las tasas nacionales, es así como en el año 1955 la zona poseía solamente una superficie de 24027 hectáreas de suelo con uso agrícola, al año 2002 esta cifra fue de 51907 hectáreas aproximadamente.

Los datos de crecimiento poblacional también son un reflejo de los procesos migratorios desde las áreas rurales, por lo que la población se ha concentrado en las zonas urbanas, lo anterior también es un reflejo de la aplicación de los instrumentos de planificación territorial como lo son los planes reguladores ( DDU 227, respecto de la formulación y ámbito de acción de planes reguladores comunales), que han tendido a concentrar las viviendas sociales en las zonas urbanas principalmente por la factibilidad de dotar de servicios básicos, por lo que no es extraño que la zona posea altos índices de población con distribución de agua aceptable y pese a que la tendencia es a la concentración de la población esto no necesariamente indica un cambio en el desarrollo de las actividades productivas de la zona hacia actividades terciarias, sino que sigue siendo la actividad primaria agrícola la mayor fuerza de trabajo.

La situación de pobreza en el área en dos de los municipios estudiados es menor que el promedio nacional, sin embargo el municipio de María Pinto es el que se presenta con población más pobre, lo que repercute en la forma de relacionarse con su medio, ya que este tipo de indicador se vincula con una alta demanda de recursos energéticos provenientes de la vegetación nativa, ya que esta última es utilizada como combustible.

Por otro lado la cuenca posee 33975 hectáreas altamente sensibles a desertificarse, sobre todo aquellas que se encuentran en las terrazas del Estero Puangue y que han sido ocupadas durante décadas por uso de suelo agrícola, a lo anterior se le une la alta deforestación de las laderas de los cerros que han sido plantadas con cultivos especialmente cítricos, aguacates (paltas) y viñedos y que muchas veces no cuentan con el manejo adecuado para evitar procesos erosivos, que son los que repercuten aguas abajo depositando sedimentos en los suelos de mejor calidad que se encuentran en las terrazas del Puangue (Figura 5).

Las zonas de peligro medio y alto son áreas de más reciente ocupación agrícola, en la cual factores como la calidad de suelo que indica suelos de buena calidad y profundidad principalmente juegan un papel fundamental para que el índice no fuese superior, mientras que las zonas de peligrosidad bajas a muy bajas corresponden a suelos principalmente con vegetación de matorral cuya mayor sensibilidad radica en el riesgo a que se produzcan incendios y a las características climáticas de la cuenca que la hace poseer un alto estrés hídrico.

La Figura 4, refleja como la cuenca aún no posee aparentemente áreas desertificadas, pero si altamente sensibles, con zonas con un muy alto peligro a desertificarse.

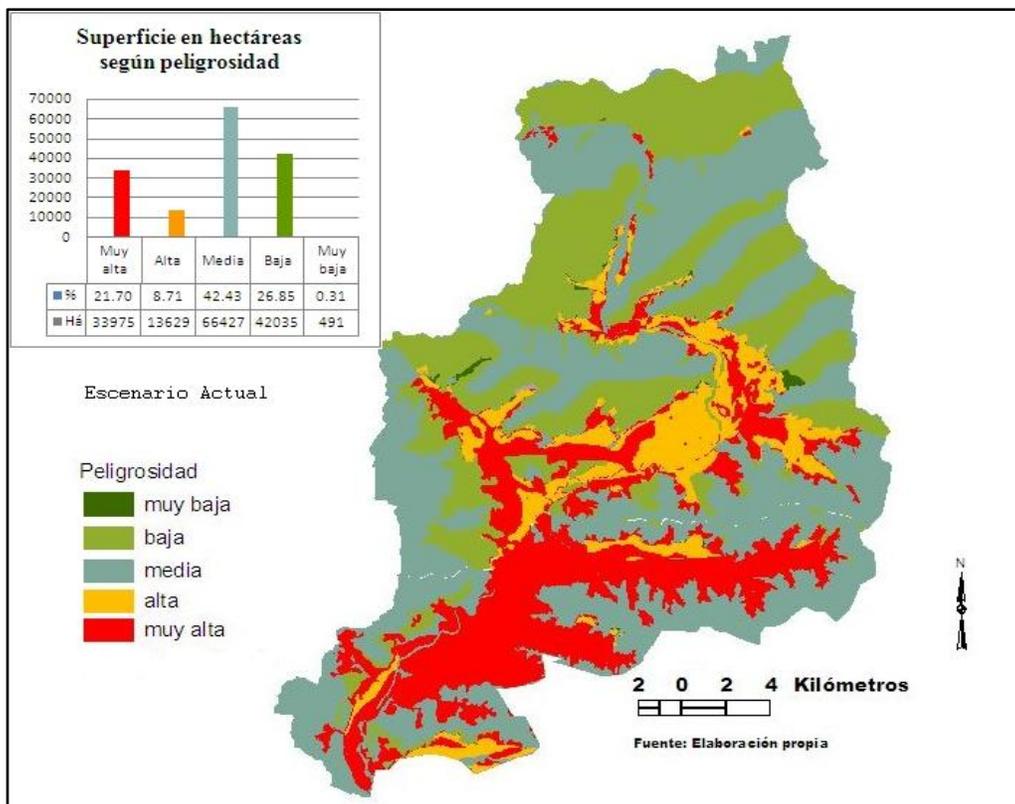


Figura 4: El escenario actual

*El escenario tendencial* fue construido en el contexto de las presiones que actualmente posee la cuenca, entre ellos el crecimiento poblacional, la intensificación cada vez más perceptible de las actividades agrícolas, la deforestación y la alta demanda de recursos hídricos a la que conlleva la realización de actividades agrícolas industriales, a lo anterior se le suma el

contexto de cambio climático que supone una disminución de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas, que hacen presumir que el grado de peligrosidad aumentará en los diferentes grados con el paso de los años. La pregunta es ¿cómo se verá el área de estudio considerando el escenario actual con procesos como lo que muestra la Figura 5?

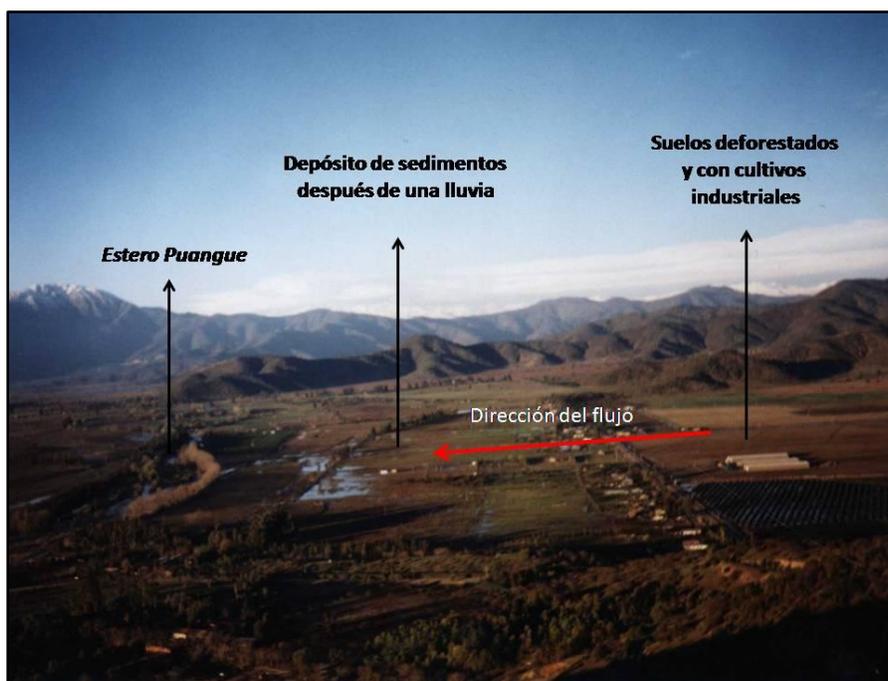


Figura 5: Fotografía de la dinámica espacial ante un evento de lluvia en la localidad de Ranchillo, un sector del Municipio de María Pinto. Fotografía año 2002 por A. Huaico.

Actualmente los planes y políticas de desarrollo no contemplan el peligro a los procesos de desertificación especialmente en los cambios de uso de suelo y la deforestación, por lo que bajo este escenario es posible vislumbrar de que si la situación de gestión de la cuenca continúa con su actual ritmo y no se invierte en mejorar su gestión que incluye modificar los actuales planes y políticas de desarrollo en el área, esta tienda a degradarse, lo anterior da como resultado un escenario con una mayor superficie en peligro a desertificarse como lo muestra la Figura 6:

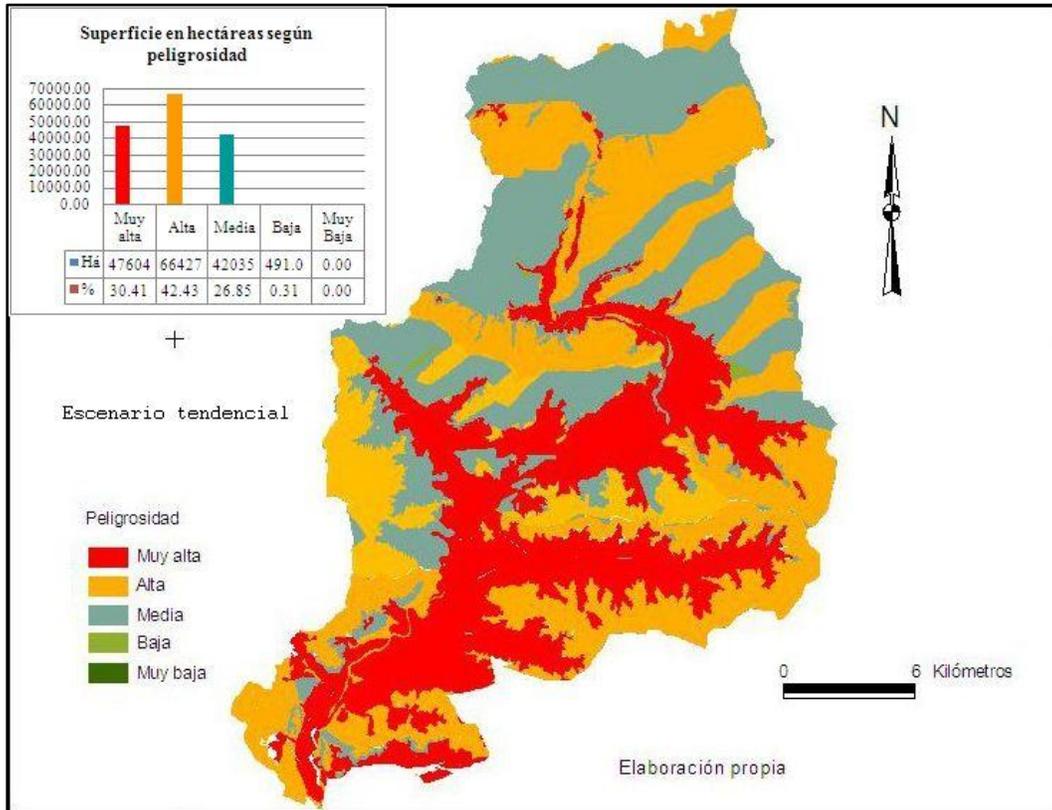


Figura 6: El escenario tendencial

Lo anterior indica que la cuenca tendría un 72.8% de su superficie con un alto a muy alto peligro a desertificarse debido al aumento de la temperatura, disminución de las precipitaciones y las tendencias de los actuales indicadores. Lo anterior como producto de la presión, unida a la falta de planificación de la cuenca, ya que la tendencia es continuar cambiando el uso de suelo en laderas, sin previsión de las consecuencias de los procesos erosivos por un lado y la alta demanda de recursos hídricos que conlleva el transformar un paisaje de vegetación principalmente de matorral por cultivos industriales.

El diagnóstico es preocupante e indica la necesidad de gestionar el uso y manejo de los recursos naturales en la cuenca a nivel local, ya que la degradación de suelos repercute no tan solamente en la calidad de los recursos naturales, sino que tiene un alto impacto en la economía y desarrollo para de la zona.

El escenario estratégico o de concertación es aquel que se aspira si se toman las medidas preventivas para que el escenario tendencial no se origine, en este caso se plantea que se

reduzca la peligrosidad disminuyendo los grados de peligrosidad y para lograr esto, se necesita que los indicadores que son posibles disminuyan a través de la gestión y manejo de los recursos. El modelo estratégico que muestra la Figura 7, busca que el 69.28% de la superficie estudiada tenga un bajo peligro a la desertificación, disminuyendo los porcentajes de peligrosidad muy alta y manteniendo las medidas precautorias para las zonas con alta peligrosidad.

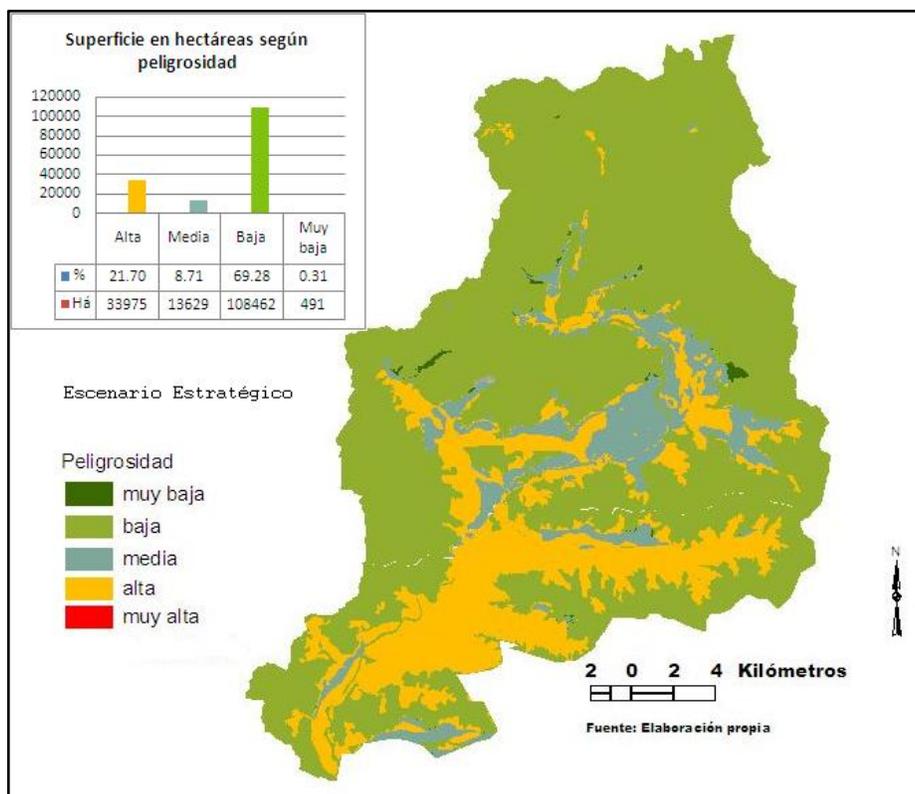


Figura 7: Escenario estratégico o de concertación

Lo anterior hace necesaria la implementación de un plan de manejo que incluya la disminución de los indicadores tales como los que tienen que ver con la gestión territorial de la cuenca, la mejora de las condiciones de pobreza especialmente en el municipio de María Pinto, mejorar las prácticas de laboreo, hacer un diagnóstico actualizado de las propiedades agrológicas de los suelos, así como también realizar un estudio acabado de la gestión del agua y contemplar la disponibilidad de agua en el otorgamiento de permisos de cambio de uso de suelo.

## 5.1 Diagnóstico integrado

A partir de los análisis socioambiental se tiene que en la cuenca se identifican un total de 17 causas que tienen efectos que se manifiestan a su vez en problemas de deforestación, conflictos en el uso de los recursos naturales, abandono de los cultivos tradicionales, disponibilidad y escasez del agua, deficiente gestión, y presión de las actividades humanas sobre el recurso suelo, lo que a su vez puede originar problemas de desertificación en el área de estudio.

El árbol de problemas pone de manifiesto las relaciones verticales de causa-efecto entre los diferentes niveles por lo que en su base se observan las causas que originan los problemas que producen finalmente los procesos de desertificación, por ejemplo los problemas asociados a los cambios en el uso de suelo de matorral a uso agrícola y la expansión urbana, causan deforestación y con ello la desertificación (Fig.8).

Lo relevante de este árbol de problemas es que la fuente de información han sido tanto las entrevistas y encuestas como el diagnóstico territorial. El estudio contó con información de los propios habitantes de la zona, entre ellos 200 pequeños productores agrícolas, políticos, representantes de las ONG's y técnicos que trabajan con los pequeños productores y un representante de las empresas de la zona, por lo que se considera una muestra bastante representativa de las problemáticas que son visualizadas a nivel local y que se correlacionan con problemas ya estudiados en otros lugares en el mundo y en Chile (Huaico *et al.*,2010).

En el análisis vertical de la tabla 2 es posible identificar que los problemas más urgentes a solucionar son aquellos que tienen que ver con la falta de continuidad de las políticas ambientales a nivel local, esta a su vez se relaciona principalmente con los cambios de gobierno, ya que los períodos alcaldicios duran solo 4 años por lo que la imagen objetivo del municipio de un líder local a otro posterior puede ser muy diferente, lo que se manifiesta posteriormente en la gestión sobre los recursos naturales, por lo que esto puede afectar principalmente las políticas de uso del recurso suelo, como por ejemplo al fomentar la plantación de cultivos industriales se tala el bosque de matorral, lo que unido a la falta de planificación se convierte en una combinación bastante peligrosa.

Los indicadores dicen que en la zona si existe un plan regulador intercomunal, sin embargo se hace necesario investigar y evaluar la efectividad del plan, esto último se hace fundamental debido a que al contrastar dicho indicador con el análisis social de las encuestas y entrevistas, estas dicen que aunque existe el plan estos criterios de sustentabilidad en la planificación no se ven reflejados en la percepción que tiene la gente.

Por otro lado profundos problemas se manifiestan en cuanto a la regularización de los derechos de agua y que requiere un mejoramiento de la gestión en temas de inscripción de derechos, debido a que se manifiesta la falta de cobertura del programa de inscripción, lo que ha afectado principalmente a los pequeños propietarios que muchas veces no cuentan con la información, ni con los recursos para inscribir sus derechos, finalmente lo anterior conlleva a una desigualdad en el acceso al recurso, que es posible solucionar en el corto plazo mejorando la difusión de los programas de gobierno para que la gente se informe.

Otro problema urgente es el que tiene que ver con la falta de innovación tecnológica en la agricultura, ya que llama la atención que aún existiendo los programas para mejorar la infraestructura de riego esto no se manifieste en los datos censales lo que involucra que éstos recursos son insuficientes.

En otro contexto, la cuenca cuenta con una historia de ocupación agraria de décadas, aunque claramente la intensificación de la agricultura ha aumentado en los últimos 50 años de manera paulatina, y sin una regulación en cuanto a la expansión de la frontera agropecuaria.

La actual política de planificación territorial es reciente, así como también algunas leyes como la ley 19.300 sobre Bases del Medio Ambiente que fue publicada en 1994, por lo que, anterior a los años 90 como en la mayoría de los países de América Latina, en Chile no existía un solo cuerpo legal que regulara las cuestiones ambientales. Este problema histórico de ocupación y aprovechamiento no regulado de los recursos naturales en el valle hace posible que hoy en día solamente sea posible mitigar a través de la solución de otros problemas observados como lo es la falta de visión de la cuenca como un todo, la falta de un buen manejo de los recursos naturales y la falta de políticas que regulen directamente a la

agricultura, a lo anterior otras dinámicas tienden a transformar el paisaje como lo es la expansión urbana y las migraciones a las zonas urbanas.

Por otro lado la traída de agua de otra cuenca al valle hace dependientes a los agricultores de la disponibilidad del recurso fuera de la cuenca, por lo que a mediano plazo en los futuros planes y programas es necesario contemplar y concientizar que en la zona y en forma natural el agua es un recurso escaso, por lo que la educación ambiental con todas sus aristas y a todo nivel se hace fundamental.

Entre los problemas importantes está la falta de asociatividad y organización de los productores, la carencia de mercados a nivel local y su poca competitividad según los entrevistados, lo que conlleva a su vez a que con el tiempo las personas abandonen la actividad productiva.

En el análisis horizontal los indicadores prioritarios para disminuir la peligrosidad son los de gestión, calidad de suelo, uso de suelo (ordenación del territorio) y los indicadores de calidad de la vegetación, que corresponden a indicadores del estado que son los urgentes a trabajar, luego los indicadores de presión como la pobreza, la tasa de deforestación y la carencia de infraestructura, que son los indicadores cuyos lineamientos estratégicos debieran pensarse en el mediano plazo.

La Tabla 1, muestra las relaciones entre los problemas identificados y los indicadores de peligrosidad ambiental a la desertificación con el que se construyeron los escenarios para la gestión, de esta forma se tiene que los problemas identificados afectan los indicadores de calidad de suelo y gestión principalmente, seguido del uso del suelo, por lo que los primeros lineamientos estratégicos debieran de estar orientados a disminuir las causas que originan los bajos indicadores de calidad presentados y en el caso de la gestión revisar cuales son las debilidades del indicador, porque este en la cuenca se presenta alto.

Los cuatro mayores problemas identificados que afectan a todos los indicadores son los relacionados con la falta de manejo de los recursos naturales, la desigualdad en el acceso a los recursos del estado, la falta de planificación, la falta de continuidad en las políticas a nivel local y la falta de una visión de la cuenca como un todo. En este sentido la Tabla 2, muestra la tipología de problemas, los organismos y niveles de solución.

Figura 8: Árbol de problemas en la cuenca del Puangue causas-efectos de la peligrosidad ambiental a la desertificación.

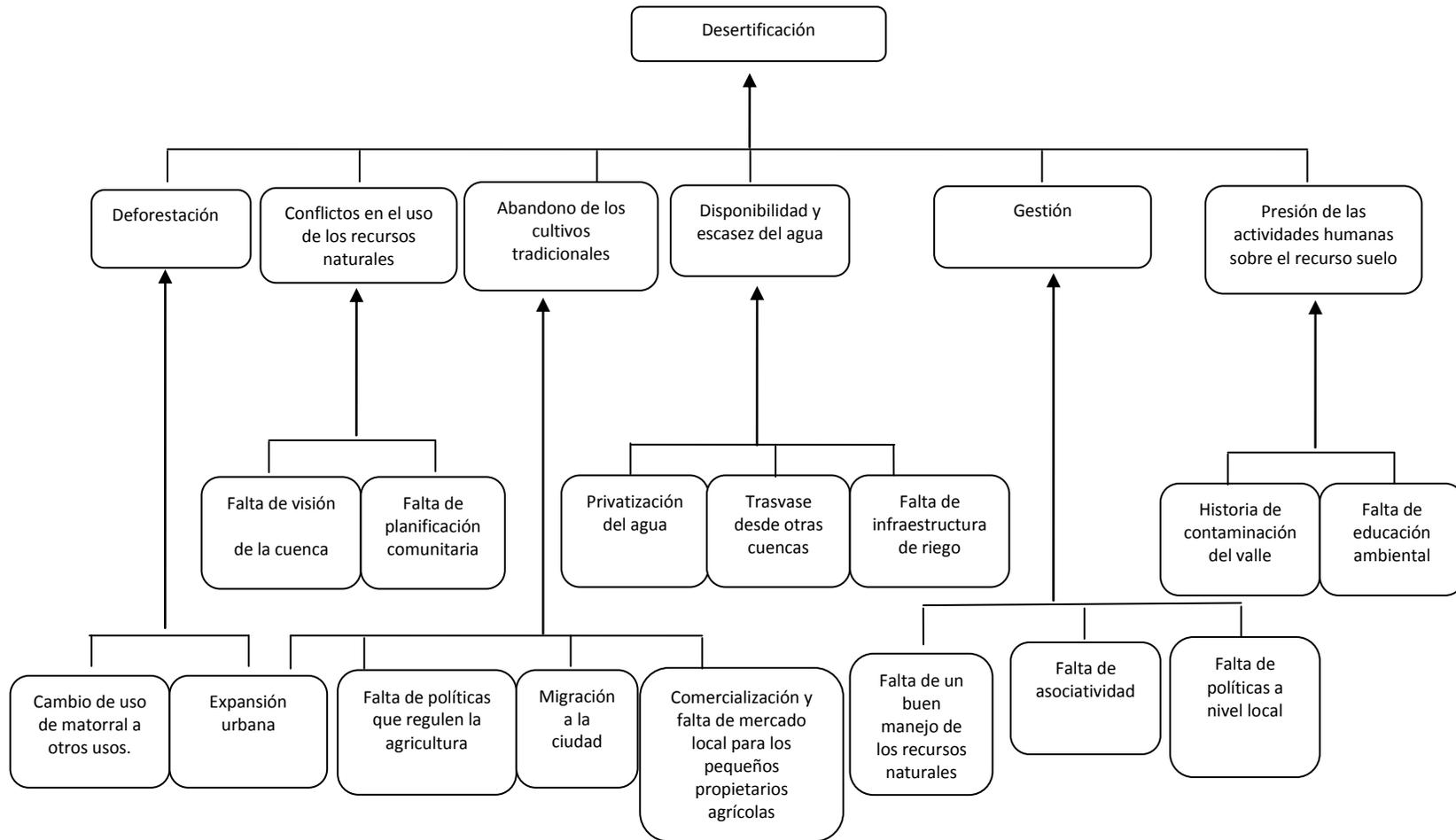


Tabla 1: Problemas identificados y efectos sobre los indicadores

Problemas/ Indicadores de peligrosidad a la desertificación	Gestión	Suelo	Uso de suelo	Vegetación	Clima	Pobreza	Infraestructura	Tasa de deforestación	Tasa de crecimiento de población urbana	Número de indicadores que afecta	Tipos de medidas de solución
Falta de continuidad en las políticas a nivel local	X	x	x	x	X	x	x	X	x	9	Urgente
Desigualdad en el acceso a los recursos del gobierno	X	x	x	x	X	x	x	X	x	9	Urgente
Cambio de uso de suelo de matorral a otros usos	X	x	x	x	X	x	x	X	x	8	Urgente
Privatización del agua	X	x	x	x		x	x	X	x	8	Urgente
Falta de planificación	X	x	x	x	X	x		X	x	8	Urgente
Falta de infraestructura de riego	X	x	x	x	X	x	x	X		8	Urgente
Falta de visión de la cuenca como sistema	X	x	x	x	X		x	X		7	Urgente - Importante
Migración a la ciudad	X	x	x	x		x	x		x	7	Urgente - Importante
Expansión urbana	X	x	x	x	X	x	x	X		7	Urgente - Importante
Trasbase desde otras cuencas	X	x	x	x		x	x	X	x	7	Urgente - Importante
Falta de un buen manejo de los recursos naturales	X	x	x	x	X			X		6	Urgente - Importante
Falta de políticas que regulen la agricultura	X	x	x	x	X			X		6	Urgente - Importante
Historia de contaminación del valle	X	x	x	x	X	x				6	Urgente - Importante
Falta de educación ambiental	X	x	x	x	X			X		6	Urgente - Importante
Comercialización y falta de mercado local para los pequeños propietarios agrícolas	X	x	x	x			x			5	Importante
Falta de asociatividad	X	x				x	x			4	Importante
Número de problemas que lo afectan	16	16	15	15	11	11	11	12	6		
Tipos de medidas de solución	Urgente	Urgente	Urgente	Urgente	Urgente-Importante	Urgente-Importante	Urgente-Importante	Urgente-Importante	Importante		

Tabla 2: Problemas identificados por los actores

Problema	Político	Técnico	Sociedad civil	Agricultores	Campesinos	Tipo de problema	Escala de Solución	Organismos involucrados
Falta de regulación de los derechos de agua	x	x	X	x		Legislativo	Nacional	Congreso Nacional
Cambio de uso de suelo, de zonas de secano a agrícolas	x		X	x		Ordenamiento territorial	Regional,provincial, comunal	GORE, Gobernación,Municipio
Sistema privado que controla el agua	x	x	X	x		Legislativo	Nacional	Congreso Nacional
Falta de continuidad de las políticas a nivel local	x		X			Legislativo	Regional,provincial, comunal	GORE, Gobernación,Municipio
Historia de contaminación en el valle			X	x		Histórico	Regional,provincial, comunal	GORE, Gobernación,Municipio
Falta de fiscalización	x	x	X	x		Gestión	Regional,provincial, comunal	GORE, Gobernación,Municipio
Falta de legislación	x	x	X	x		Legislativo	Nacional	Congreso Nacional
Problemas de infraestructura		x	X	x		Económico	Regional,provincial, comunal	GORE, Gobernación,Municipio
Falta de educación ambiental	x	x	X	x		Cultural	Regional,provincial, comunal	GORE, Gobernación,Municipio
Comercialización		x				Económico	Regional,provincial, comunal	GORE, Gobernación,Municipio
Falta de mercado local		x				Económico	Comunal	Municipio
Desigualdad en el acceso a los recursos	x	x	X	x		Histórico	Nacional	Congreso Nacional
Falta de planificación	x	x	X	x		Ordenamiento territorial	Regional,provincial, comunal	GORE, Gobernación,Municipio
Falta de manejo de los recursos naturales	x	x	X	x		Cultural, económico	Regional,provincial, comunal	GORE, Gobernación,Municipio
Escasez de agua					x	Gestión	Regional,provincial, comunal	GORE, Gobernación,Municipio

## 6. UNIDADES AMBIENTALES PARA LA GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN

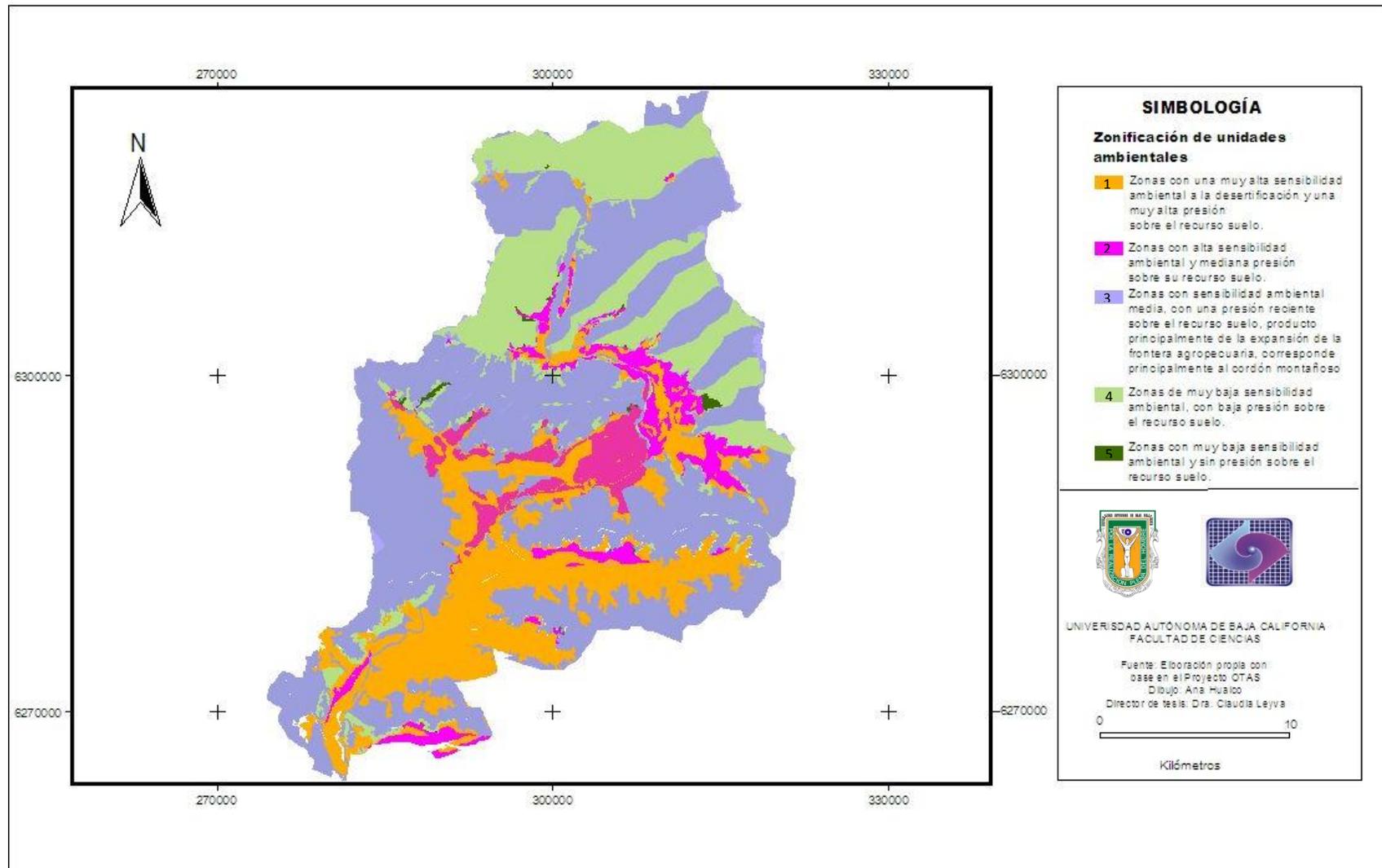
### 6.1 Unidades ambientales integradas

Se definieron cinco unidades ambientales para la gestión, cuyas características indica la Tabla 4, según el indicador de sensibilidad ambiental a la desertificación y a los indicadores de presión (Fig. 9).

Tabla 3: Zonificación y características de las unidades ambientales.

Zonificación	Tipo de zona
Unidad 1	Zonas con una muy alta sensibilidad ambiental a la desertificación y una muy alta presión sobre el recurso suelo.
Unidad 2	Zonas con alta sensibilidad ambiental a la desertificación y con mediana presión sobre el recurso suelo.
Unidad 3	Zonas con sensibilidad ambiental media a la desertificación, con una presión reciente sobre el recurso suelo, producto principalmente de la expansión de la frontera agropecuaria, corresponde principalmente al cordón montañoso.
Unidad 4	Zonas de muy baja sensibilidad ambiental a la desertificación, con baja presión sobre el recurso suelo.
Unidad 5	Zonas de muy baja sensibilidad ambiental a la desertificación, sin presión sobre el recurso suelo.

Figura 9: Zonificación de las unidades ambientales



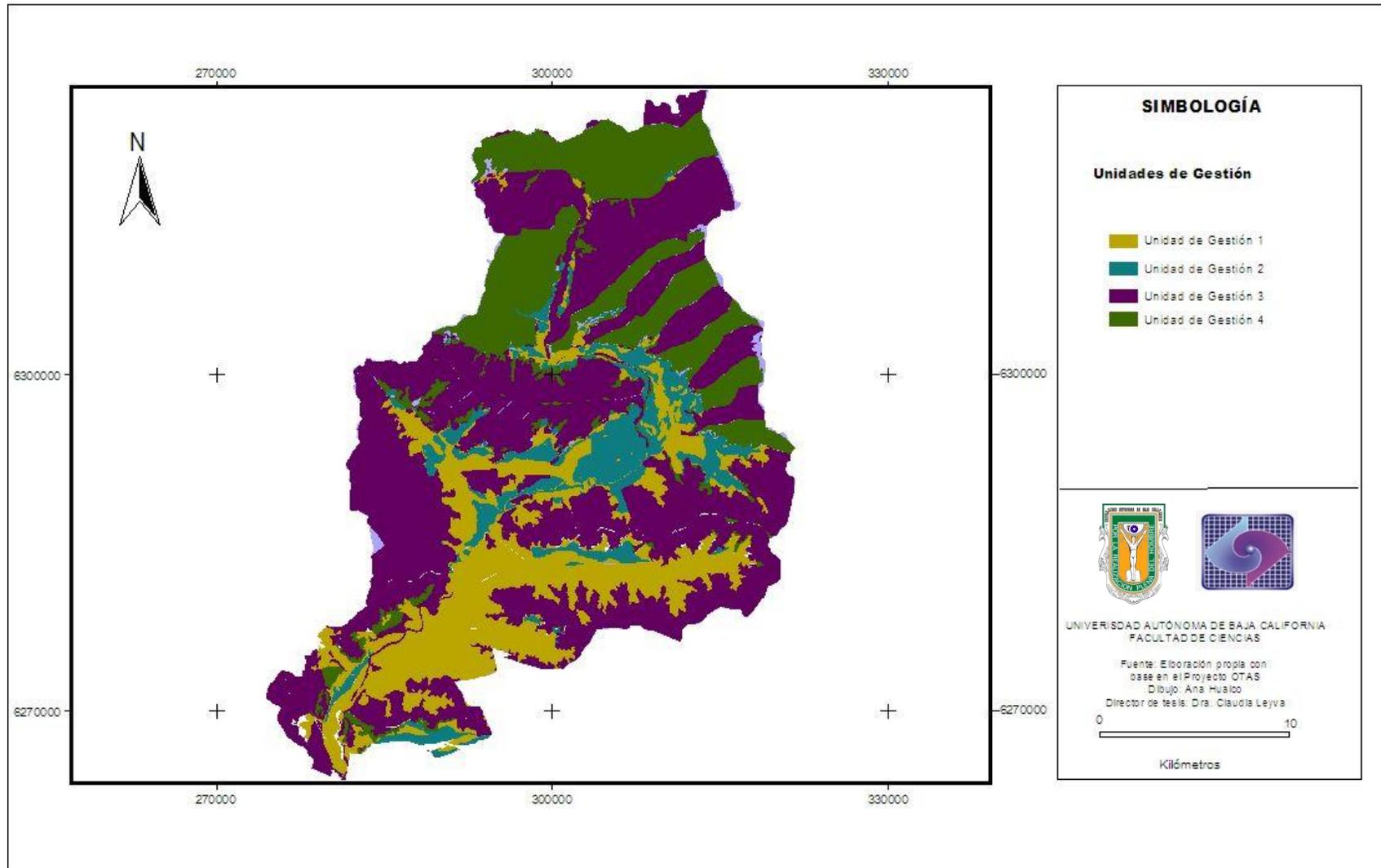
## 6.2 Unidades de gestión y lineamientos estratégicos

En la tabla 9 y la Figura 10, se muestran los lineamientos estratégicos y su ubicación espacial.

Tabla 4: Lineamientos estratégicos por unidades de gestión.

Unidad de gestión	Nombre de la unidad de gestión	Lineamientos estratégicos
1	Zona de uso de suelo agrícola exclusivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener activamente la explotación y “uso tradicional del suelo agrícola”.</li> </ul> <p>Deben de evitarse todas aquellas actividades que supongan un cambio en el uso de suelo, en especial la ubicación de segundas residencias, localización industrial, y los vertederos de todo tipo.</p> <p>Orientar todos los recursos para mejorar la infraestructura de riego hacia estos sectores.</p>
2	Zona de usos mixtos agrícola y de desarrollo urbano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar el desarrollo mixto</li> </ul> <p>En estas zonas se recomienda en lo posible no cambiar las actuales actividades agrícolas, sin embargo se sugiere que el desarrollo urbano se oriente hacia estas áreas, siempre resguardado bajo los estudios de impacto ambiental pertinentes.</p>
3	Zona de protección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener la actual frontera agropecuaria en el sector cordillerano.</li> </ul> <p>No otorgar nuevos cambios de uso de suelo a agrícola en estas áreas.</p>
4	Zonas de conservación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar los componentes ambientales</li> </ul> <p>Uso y aprovechamiento racionales o la reparación, en su caso, de los componentes del medio ambiente, especialmente aquellos propios que sean únicos, escasos o representativos, con el objeto de asegurar su permanencia y su capacidad de regeneración.</p>

Figura 10: Unidades de gestión para la prevención.



## 8. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN PARA LA PREVENCIÓN

Tabla 6: Estrategias.

Estrategia de prevención	Objetivo	Líneas Estratégicas	Proyecto/Programa/Acción	Responsables	Oficinas	Número de indicadores que afecta	Participantes	Tiempo		
								C	M	L
1. Renovar los estudios de base de los recursos naturales en la zona	1.1 Actualizar los estudios de la actual calidad de los recursos naturales	1.1.1. Generar información actualizada con respecto a los recursos naturales	1.1.1.a Realizar estudios explotarios de la calidad del recurso suelo a través de convenios con universidades	MUNICIPIOS	SECPLAC	9	Municipios, Universidades, Agricultores.	X		
			1.1.1.b Proyecto: Estudio agrológico cuenca del Puangue.	CIREN CORFO	Unidad Gestión del conocimiento	9	CIREN-CORFO		X	
			1.2.1.a Proyecto: Estudio de oferta y demanda de recursos hídricos para la agricultura en la cuenca del Puangue	DGA	División de estudios y planificación	9	DGA, Gobernación de Melipilla.		X	
2. Evaluar el estado de la regularización de derechos de aguas	2.1. Realizar un diagnóstico de los pozos y norias en la zona.	2.1.1 Catastrar los pozos y norias inscritos y no inscritos	2.1.1.a Proyecto de catastro de pozos y norias inscritos y no inscritos	INDAP-MELIPILLA	Oficina Indap-Melipilla	8	Indap, Municipios, Agricultores			X
3. Mejorar la infraestructura de riego	3.1 Optimizar el recurso hídrico en la agricultura	3.1.1. Aumentar los fondos destinados a innovación tecnológica para la agricultura en la zona	3.1.1.a Proyecto de fomento al riego tecnificado	INDAP-MELIPILLA	Oficina Indap-Melipilla	8	INDAP-MUNICIPIOS-GOBERNACIÓN-AGRICULTORES			X
			3.1.1.b Aumentar las capacitaciones en sistemas de riego tecnificado	SENCE-OMIL	OMIL	8	SENCE-OMIL-Agricultores	X		
4. Preparación para la adaptación al cambio climático	4.1 Instruir acerca de las medidas de adaptación al cambio climático	4.1.1. Educación ambiental	4.1.1.a. Programa de fortalecimiento para las escuelas certificadas ambientalmente.	CONAMA-MUNICIPIO	Encargados de medio ambiente municipios	6	Escuelas, Municipios, CONAMA	X		
			4.1.1.b. Programa de certificación ambiental para las escuelas no certificadas.	CONAMA-MUNICIPIO	Encargados de medio ambiente municipios	6	Escuelas, Municipios, CONAMA			X
			4.1.1.c. Programa provincial de difusión de proyectos ambientales	GOBERNACIÓN DE MELIPILLA	Asesor de Prensa	6	Gobernación-CONAMA-Oficina provincial de la seremi de salud, Municipios	X		

Estrategia de prevención	Objetivo	Líneas Estratégicas	Proyecto/Programa/Acción	Responsables	Oficinas	Número de indicadores que afecta	Participantes	Tiempo		
								C	M	L
5. Reforzar la difusión de los programas de gobierno.	5.1 Optimizar la coordinación de la información de las instituciones de gobierno y los gobiernos locales	5.1.1. Fortalecer a las radios comunitarias locales y a las oficinas municipales de medio ambiente y fomento productivo	5.1.1.a Programa de Fortalecimiento de la información a nivel local	MUNICIPIO (RADIOS LOCALES).	Departamentos de cultura y/o Secretarías de Planificación	9	MUNICIPIOS-CONAMA-INDAP-INIA-SAG-CONAF	X		
6. Dar continuidad a las políticas a nivel local	6.1 Generar líneas de trabajo a corto-mediano-largo plazo con una visión de la cuenca como un todo	6.1.1. Incorporar la línea de gestión ambiental con acciones a corto plazo en el PLADECO	6.1.1.a Actualización del PLADECO	MUNICIPIO	SECPLAC	9	Municipio-Comunidad (Organizaciones sociales)		X	
	6.2 Incorporar la problemática de la desertificación en los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial.	6.1.2. Realizar un plan de desarrollo a nivel de cuenca hidrográfica a mediano y largo plazo	6.1.2.a Plan de desarrollo cuenca del Puangue	GOBERNACIÓN	Área de gestión de proyectos gobernación	9	Asociación de regantes-gobernación (SECPLA)-Municipios-Organizaciones sociales			X
7. Hacer sostenible la actual actividad productiva	7.1 Revisar la normativa actual con respecto a la factibilidad de la cuenca a los cambios de uso de suelo a agrícola.	7.1.1. Actualizar la normativa con respecto a los cambios de uso de suelo a agrícola considerando el uso del recurso hídrico	7.1.1.a Incluir nuevos requisitos para el otorgamiento de los cambios de uso de suelo	Servicio Agrícola y ganadero SAG.	Servicio Agrícola y ganadero SAG.	9	SAG, CONAF, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.		X	
	7.2 Reforzar el uso de las Buenas Prácticas Agrícolas	7.2.1 Capacitación	7.2.1.a Capacitación en B.P.A.	SENCE-OMIL	OMIL	9	SENCE-OMIL-Agricultores	X		
8. Fomentar la comercialización de los pequeños productores	8.1 Promover el consumo interno	8.1.1 Fortalecer la línea de desarrollo agropecuario en el programa RUTAS DEL SOL	8.1.1.a Abrir un capital semilla para los microempresarios agrícolas	SERCOTEC	SERCOTEC-Región Metropolitana-Territorios de Rutas del Sol	5	SERCOTEC-Fomento Productivos-agricultores.		X	
			8.1.1b Fortalecimiento de las Oficinas Municipales de fomento productivo	Municipios	ODEL	5	Municipios, agricultores		X	

## 9. RECOMENDACIONES:

Como conclusión se presentan las 8 estrategias de prevención:

### 1. Fomentar los estudios de base de los recursos naturales en la zona

**1.1 Objetivo:** Actualizar los estudios de la calidad de los recursos naturales

**1.1.1. Generar información actualizada con respecto a los recursos naturales.**

#### Acción a nivel de Municipios

1.1.1.a: Realizar estudios exploratorios de la calidad del recurso suelo a través de convenios con universidades.

Con el objetivo de tener una aproximación del estado actual del recurso a nivel local, se plantea que sea coordinada por la SECPLA (Secretaría de Planificación Comunal) de los municipios y las Universidades presentes en la zona.

Esta medida es **urgente**, y posible de hacer en el **corto plazo (1 año)**.

Participantes: Municipios, Universidades, Agricultores.

#### Proyectos a nivel de instituciones

1.1.1.b: Proyecto: Estudio agrológico cuenca del Puangue.

Este proyecto debiera de ser propuesto por el Centro de Estudios de Recursos Naturales (Unidad Gestión del conocimiento), se sugiere una escala 1:50.000, en el **mediano plazo (5 años)**.

1.2.1.c: Proyecto: Estudio de oferta y demanda de recursos hídricos para la agricultura en la cuenca del Puangue.

Este estudio es fundamental para ver la cantidad de agua disponible para el otorgamiento de nuevos cambios de uso de suelo de matorral a uso agrícola. Se propone que debe de realizarlo la Dirección General de Aguas (División de estudios y planificación), en el **mediano plazo (5 años)**.

Participantes: DGA, Gobernación de Melipilla.

## **2. Regularización de derechos de aguas de los pequeños propietarios.**

**2.1 Objetivo:** Realizar un diagnóstico de los pozos y norias en la zona regularizados y no regularizados.

2.1.1 Catastrar los pozos y norias inscritos y no inscritos

### **Proyecto**

2.1.1.a: Proyecto de catastro de pozos y norias inscritos y no inscritos.

Se sugiere que este proyecto sea coordinado por la Oficina del Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP, Melipilla; Sin embargo es relevante que sea también realizado en conjunto con los municipios de la zona. Se plantea que este proyecto debiera realizarse en el **mediano plazo (5 años)**.

Participantes: Indap, Municipios, Agricultores.

## **3. Infraestructura de riego**

### **3.1 Objetivo: Optimizar el recurso hídrico en la agricultura**

3.1.1. Aumentar los recursos destinados a innovación tecnológica para la pequeña agricultura en la zona.

### **Acción**

3.1.1.a: Aumentar los recursos para proyectos de fomento al riego tecnificado.

Actualmente INDAP financia proyectos de fomento al riego tecnificado, sin embargo se estima que los recursos son insuficientes para la cantidad de pequeños propietarios y hectáreas que todavía se siguen irrigando con sistemas de riego gravitacionales según los datos del censo agropecuario, se sugiere doblar el presupuesto y hacer que los proyectos aumenten el porcentaje de contribución del agricultor previa evaluación económica, de manera de apoyar a la mayor cantidad de pequeños agricultores. Se sugiere en un **mediano plazo (5 años)**.

Participantes: INDAP Melipilla, Municipios, Agricultores.

3.1.1.b: Aumentar las capacitaciones en sistemas de riego tecnificado.

El Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE), posee las becas MYPE cuyo objetivo es contribuir a través de la capacitación al incremento de la productividad y

competitividad de las microempresas del país, en concordancia con las necesidades y estrategias de desarrollo de las distintas regiones, por lo que se sugiere que a través de las Oficinas Municipales de Inserción Laboral (OMIL), se soliciten cursos en esta materia tales como: “Instalación operación y mantenimiento de equipos de riego tecnificado” o “Manejo de riego”. Esta medida se sugiere a **corto plazo (1 año)**.

Participantes: SENCE, OMIL, Agricultores.

#### **4. Adaptación al cambio climático**

**4.1 Objetivo:** Instruir acerca de las medidas de adaptación al cambio climático

##### 4.1.1 Educación Ambiental

Proyectos de educación ambiental formal

El Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos (SNCAE), desarrolla líneas de acción complementarias para fortalecer la educación ambiental, el cuidado y protección del medio ambiente y la generación de redes asociativas para la gestión ambiental local

Responsables: SNCAE R.M.

Participantes: Establecimientos educacionales, corporaciones de educación y CONAMA.

##### Educación formal

4.1.1.a. Programa de fortalecimiento para las escuelas certificadas ambientalmente.

Lograr el nivel de certificación de excelencia en el mediano plazo (5 años)

4.1.1.b. Programa de certificación ambiental para las escuelas no certificadas.

Lograr certificar al 75% de los establecimientos educacionales presentes en la cuenca del Puangue.

##### Educación Informal

4.1.2.a. Programa provincial de difusión de proyectos ambientales

Proyecto de difusión. **Corto plazo (1 año)**

Responsables: Asesor de prensa Gobernación Provincial

Participantes: Municipios, Gobernación Provincial.

## **5. Difusión de los programas de gobierno.**

### **5.1 Optimizar la coordinación de la información de las instituciones de gobierno y los gobiernos locales**

#### **5.1.1. Gestión de la información a nivel local**

5.1.1.a Fortalecer a las radios comunitarias locales y a las oficinas municipales de medio ambiente y fomento productivo en torno al acceso y difusión de la información ambiental y dotarla de medios y recursos.

Se sugiere que quien coordine esta iniciativa sean los Departamentos de cultura y/o Secretarías de Planificación en el **corto plazo**, ya que estas instituciones cuentan con el material para realizar labores de prevención.

Participantes: Radios comunitarias, SECPLA, CONAMA, INDAP, CONAF, INIA, SAG.

## **6. Continuidad a las políticas a nivel local**

### **6.1 Objetivo: Generar líneas de trabajo a corto-mediano-largo plazo-con una visión de la cuenca como un todo**

6.1.1. Incorporar la línea de gestión ambiental con acciones a corto plazo en el PLADECO

6.1.1.a Actualización del PLADECO.

Por Ley todas los municipios deben de contar con un plan de desarrollo comunal cuya actualización debe de ser cada 5 años (**Mediano plazo**)

Responsables: SECPLA, Comunidad.

### **6.2 Objetivo: Incorporar la problemática de la desertificación en los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial.**

6.2.1. Realizar un plan de desarrollo a nivel de cuenca hidrográfica a mediano y largo plazo

6.1.1.a: Proyecto: Plan de desarrollo cuenca del Puangue.

Se sugiere que este plan se realice en el mediano y largo plazo.

Responsable: Gobernación

Participantes: Asociación de regantes-gobernación (SECPLA)-Municipios-Organizaciones sociales.

## **7. Sostenibilidad la actual actividad productiva**

### **7.1 Incorporar nuevos criterios a la normatividad en cuanto a los cambios de uso de suelo.**

7.1.1. Actualizar la normativa con respecto a los cambios de uso de suelo a agrícola considerando el uso del recurso hídrico.

7.1.1.a Incluir nuevos requisitos para el otorgamiento de los cambios de uso de suelo

Se sugiere que esta revisión se realice en el mediano plazo (5 años).

Responsable : Servicio Agrícola y ganadero SAG.

Participantes: SAG, CONAF, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

### **7.2 Reforzar el uso de las Buenas Prácticas Agrícolas.**

#### 7.2.1 Capacitación

El Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE), posee las becas MYPE cuyo objetivo es contribuir a través de la capacitación al incremento de la productividad y competitividad de las microempresas del país, en concordancia con las necesidades y estrategias de desarrollo de las distintas regiones, por lo que se sugiere que a través de las Oficinas Municipales de Inserción Laboral (OMIL), se soliciten cursos en esta materia. Esta medida se sugiere a **corto plazo (1 año)**.

Participantes: SENCE, OMIL, Agricultores.

## **8. Comercialización de los productos de los pequeños productores**

### **8.1 Promover el consumo interno.**

8.1.1 Fortalecer la línea de desarrollo agropecuario en el programa RUTAS DEL SOL

Rutas del Sol tiene como objetivo materializar una plataforma comercial y promocional de la oferta de productos y servicios turísticos y comerciales (agroproductores y artesanos asociados a la actividad del turismo).

Esto se encuentra dentro de las acciones de “Chile emprende”, cuyo organismo técnico es SERCOTEC.

8.1.1.a Financiamiento directo del capital semilla para los microempresarios agrícolas

Destinar dentro de los fondos anuales uno exclusivo para las empresas agrícolas, en el corto plazo **(1 año)**.

Responsable: SERCOTEC

Participantes: Comunidad, Oficinas de Fomento Productivo, SERCOTEC.

8.1.1b Fortalecimiento de las Oficinas Municipales de fomento productivo

Actuar como eje primordial en el fomento de la organización de los productores en el mediano plazo **(5 años)**.

Responsables: Municipios

### **BIBLIOGRAFÍA**

Censo Agropecuario. (2007). Recuperado el 15 de Febrero de 2009, de Sitio web del Censo Agropecuario: <http://www.censoagropecuario.cl>

CIREN-CORFO. (1990). Atlas agroclimático de Chile. Regiones IV a la IX, publicación N° 87. Santiago: CIREN.

CONAF, C. n. (26 de Junio de 2007). Mapa preliminar de la desertificación en Chile. Recuperado el 15 de Febrero de 2009, de Sitio web Corporación Nacional Forestal CONAF: <http://www.conaf.cl>

DDU 227, 2009. Circulares División de Desarrollo Urbano, DDU. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. [http://www.minvu.cl/opensite\\_20070321144346.aspx#20070321151546](http://www.minvu.cl/opensite_20070321144346.aspx#20070321151546)

Huaico A.,C.Leyva, Espejel I.,P. Cereceda, Calderón Nelly, 2010. Escenarios para la gestión preventiva de la desertificación: El caso de la cuenca del Puangue en el semiárido de Chile Central. Universidad Autónoma de Baja California, Inédito.

Huaico A.,C.Leyva, Espejel I.,P. Cereceda, Calderón Nelly, 2010. El sistema humano ambiental y su relación con los procesos de desertificación en la cuenca del Puangue en Chile. Universidad Autónoma de Baja California, Inédito.

OECD, 2003. Environmental indicators, development, measurement and use. Organisation for economic co-operation and development. <http://www.oecd.org/env/>

Universidad de Chile, 1997. Diagnóstico de la Desertificación en Chile, Ministerio de Agricultura.

## **V. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES GENERALES**

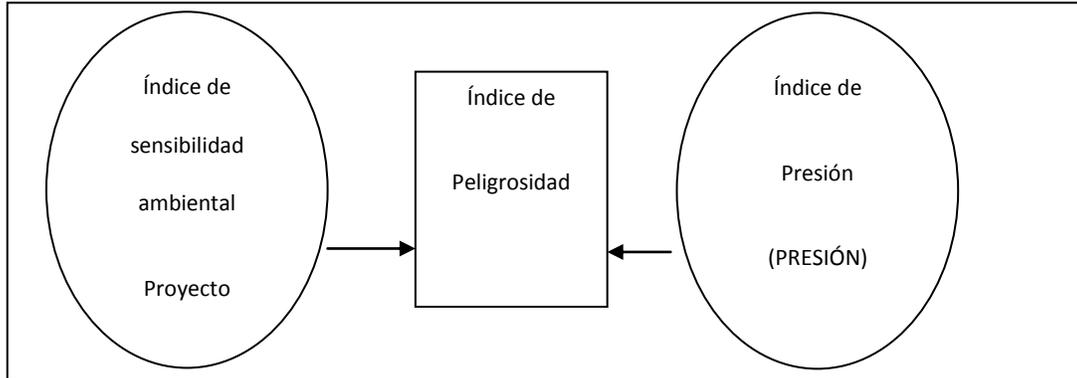
La metodología para evaluar la sensibilidad ambiental a la desertificación para zonas mediterráneas del proyecto MEDALUS, es una herramienta útil para identificar áreas dentro del territorio propensas a sufrir desertificación, desde un punto de vista físico natural evaluando solamente el estado más bien del sistema, por lo que el modelo no contempla algunos aspectos importantes para el manejo de los recursos naturales como lo son las presiones que se están ejerciendo sobre el sistema.

En este contexto y para entender mejor las interrelaciones entre las variables naturales, socioculturales y económicas es que se utiliza la metodología de Presión-Estado-Respuesta (PER). Este modelo fue desarrollado por la OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y aunque existen modelos más complejos como el FPEIR (Fuerzas Motrices – Presión – Estado – Impacto – Respuesta) en este caso de estudio no fue necesario ya que tal como lo plantea INEGI (2000), la utilización de un tipo de modelo más complejo depende mucho del propósito que se le asigne a la investigación.

Con base en lo anterior se construyó un índice de la peligrosidad ambiental a la desertificación (Fig.3) en la cual al índice de sensibilidad ambiental se le agrega el índice de presión, por lo que los índices se construyen a partir de:

Estado: Se construye con lo planteado en el proyecto MEDALUS (Kosmes et al., 1999).

Presión: Se construye a partir de los indicadores propuestos en el trabajo de Morales et al. (2005).



**Figura 3:** Construcción del Índice de peligro a la desertificación. Adaptado de Abraham, 2007.

El índice de la peligrosidad de la cuenca dio como resultado que el escenario actual es el reflejo de la historia de ocupación del valle, siendo los últimos años altamente intervenido producto de las actividades agrícolas por lo que la tasa de deforestación es alta en la cuenca en comparación a las tasas nacionales, es así como en el año 1955 la zona poseía solamente una superficie de 24027 hectáreas de suelo con uso agrícola, al año 2002 esta cifra fue de 51907 hectáreas aproximadamente.

Los datos de crecimiento poblacional también son un reflejo de los procesos migratorios desde las áreas rurales, por lo que la población se ha concentrado en las zonas urbanas, lo anterior también es un reflejo de la aplicación de los instrumentos de planificación territorial como lo son los planes reguladores ( DDU 227, respecto de la formulación y ámbito de acción de planes reguladores comunales), que han tendido a concentrar las viviendas sociales en las zonas urbanas principalmente por la factibilidad de dotar de servicios básicos, por lo que no es extraño que la zona posea altos índices de población con distribución de agua aceptable y pese a que la tendencia es a la concentración de la población esto no necesariamente indica un cambio en el desarrollo de las actividades productivas de la zona hacia actividades terciarias, sino que sigue siendo la actividad primaria agrícola la mayor fuerza de trabajo.

La situación de pobreza en el área en dos de los municipios estudiados es menor que el promedio nacional, sin embargo el municipio de María Pinto es el que se presenta con

población más pobre, lo que repercute en la forma de relacionarse con su medio, ya que este tipo de indicador se vincula con una alta demanda de recursos energéticos provenientes de la vegetación nativa, ya que esta última es utilizada como combustible.

Por otro lado la cuenca posee 33975 hectáreas altamente sensibles a desertificarse, sobre todo aquellas que se encuentran en las terrazas del Estero Puangue y que han sido ocupadas durante décadas por uso de suelo agrícola, a lo anterior se le une la alta deforestación de las laderas de los cerros que han sido plantadas con cultivos especialmente cítricos, aguacates (paltas) y viñedos y que muchas veces no cuentan con el manejo adecuado para evitar procesos erosivos, que son los que repercuten aguas abajo depositando sedimentos en los suelos de mejor calidad que se encuentran en las terrazas del Estero Puangue.

Las zonas de peligro medio y alto son áreas de más reciente ocupación agrícola, en la cual factores como la calidad de suelo (que indica suelos de buena calidad y profundidad principalmente), juegan un papel fundamental para que el índice no fuese superior, mientras que las zonas de peligrosidad bajas a muy bajas corresponden a suelos principalmente con vegetación de matorral cuya mayor sensibilidad radica en el riesgo a que se produzcan incendios y a las características climáticas de la cuenca que la hace poseer un alto estrés hídrico.

Del análisis integrado del sistema socioambiental se tiene que los aspectos más relevantes son:

- El tema de mayor importancia y que requiere de una urgente gestión es el que tiene que ver con la actualización de los estudios del estado de los recursos naturales, especialmente el recurso suelo y agua.
- La mayor problemática que afecta actualmente a la disponibilidad del recurso hídrico es el que tiene que ver con la regularización de los derechos de aguas de los pequeños agricultores.
- La percepción de los pequeños agricultores es que el recurso agua en sus predios ha ido disminuyendo.

- Se hace necesario el involucramiento de los actores sociales y un mayor acceso a la información ambiental.
- La zona requiere urgentemente de innovación tecnológica en riego.
- La zona ha visto duplicado el uso de suelo agrícola en un lapsus de 50 años, pasando a su vez de una agricultura extensiva a una intensiva, lo que está ejerciendo una alta presión sobre los recursos naturales, por lo que se hace necesaria una mayor fiscalización en el otorgamiento de los cambios de uso de suelo que incluya factibilidad de recurso hídrico.
- Se hace necesario optimizar los actuales planes y programas de fomento productivo para el área en estudio, a fin de abrir nuevas oportunidades de comercialización para los pequeños agricultores.

De esta forma se sugieren las siguientes ocho estrategias a realizarse en el corto, mediano y largo plazo:

**1. Fomentar los estudios de base de los recursos naturales en la zona**

1.1 Objetivo: Actualizar los estudios de la calidad de los recursos naturales

**2. Regularización de derechos de aguas de los pequeños propietarios.**

2.1 Objetivo: Realizar un diagnóstico de los pozos y norias en la zona regularizados y no regularizados.

**3. Infraestructura de riego**

3.1 Objetivo: Optimizar el recurso hídrico en la agricultura

**4. Adaptación al cambio climático**

4.1 Objetivo: Instruir acerca de las medidas de adaptación al cambio climático

**5. Difusión de los programas de gobierno.**

5.1 Optimizar la coordinación de la información de las instituciones de gobierno y los gobiernos locales.

**6. Continuidad a las políticas a nivel local**

6.1 Objetivo: Generar líneas de trabajo a corto-mediano-largo plazo-con una visión de la cuenca como un todo

6.2 Objetivo: Incorporar la problemática de la desertificación en los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial.

### **7. Sostenibilidad de la actual actividad productiva**

7.1 Incorporar nuevos criterios a la normatividad en cuanto a los cambios de uso de suelo.

7.2 Reforzar el uso de las Buenas Prácticas Agrícolas.

### **8. Comercialización de los productos de los pequeños productores**

8.1 Promover el consumo interno.

## **VI. BIBLIOGRAFÍA**

- ABRAHAM, E. (30 al 03 de Julio-Agosto de 2007). Desertificación en ecosistemas de tierras secas en América Latina. Ponencia en "Jornadas Iberoamericanas sobre desertificación y uso sustentable del agua en tierras secas". Cartagena de Indias, Colombia.
- ABRAHAM E., 2008. Tierras secas, desertificación y recursos hídricos. Ecosistemas, Vol.17, número 001. Asociación española de ecología terrestre, Alicante, España.
- Alrababah, M., Alhamad, M., & Suwaileh, A. &.-G. (2007). Biodiversity of semi-arid Mediterranean grasslands: Impact of grazing and afforestation. Applied Vegetation Science , 257-264.
- ARAUS, J. (2004). The problems of sustainable water use in Mediterranean and research requirements for agriculture. Ann. appl. Biol. , 144; 259-272.
- ASTABURUAGA R., 2004. El agua en las zonas áridas de Chile. Revista ARQ. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- AYARZA & B WALKER (2007) Global desertification: Building a science for dryland development. Science 316, 847-851.
- BALLESTEROS M., E. BROWN, JOURAYLEY A., U. KÜFFNER, ZEGARRA E.,2005. Administración del agua en América Latina: situación actual y perspectivas. Serie recursos naturales e infraestructura. CEPAL.
- BATTERBURY, TE DOWNING, H DOWLATABADI, RJ FERNANDEZ, JE HERRICK, E HUBER-SANNWALD, H JIANG, R LEEMANS, T LYNAM, FT MAESTRE, M.,2001.

Adapting to climate change: social-ecological resilience in a Canadian western Arctic community. *Conservation Ecology* 5(2): 18. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss2/art18>

- BLONDEL, J. (2006). The design of Mediterranean Landscapes: A millennial story of humans and ecological systems during the historic period. *Human Ecol.* , Vol. 34; 713-729.
- BOJORQUEZ-TAPIA, E. E. (1998). Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of Environmental Management* .
- CALVAO T., J. M. (2004). Mapping Mediterranean scrub with satellite imagery: biomass. *INT. J. REMOTE SENSING* , 3113–3126.
- CASEN, 2006. Encuesta de caracterización socioeconómica nacional. Ministerio de Planificación del Gobierno de Chile. <http://www.mideplan.cl/casen/index.html>
- CENSO AGROPECUARIO. (2007). Recuperado el 15 de Febrero de 2009, de Sitio web del Censo Agropecuario: <http://www.censoagropecuario.cl>
- CENSO POBLACIÓN, 2002. Instituto Nacional de Estadística, Santiago de Chile. 2003. 2 v.
- CIREN-CORFO, 1990. Atlas agroclimático de Chile. Regiones IV a la IX, publicación Nº 87. Santiago: CIREN.
- 
- CONAF, 2006. Tercer informe nacional, Implementación en Chile de la Convención de Naciones Unidas de la Lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en Particular en África. [http://otros.conaf.cl/shop\\_image/CFFCN/Nueva%20carpeta%20Enjun%202006/INFONAC%202006%20CHILE%2031-05-2006.pdf](http://otros.conaf.cl/shop_image/CFFCN/Nueva%20carpeta%20Enjun%202006/INFONAC%202006%20CHILE%2031-05-2006.pdf)
- CONAF, C. n. (26 de Junio de 2007). Mapa preliminar de la desertificación en Chile. Recuperado el 15 de Febrero de 2009, de Sitio web Corporación Nacional Forestal CONAF: <http://www.conaf.cl>

- CONGRESO NACIONAL DE CHILE, 1994. Ley 19.300: Bases Generales del Medio Ambiente. Promulgada el 1º de marzo de 1994, por el Presidente de la República Patricio Aylwin Azocar y publicada en el Diario Oficial el día 9 de marzo de 1994.
- COSTA, M. (2007). Diversidad paisajística y vegetacional en el mediterráneo en "El paisaje mediterráneo" en Cuadernos de sostenibilidad y Patrimonio Natural. España : Fundación Santander.
- CONTRERAS R., 2000. Empoderamiento campesino y desarrollo local. Revista Austral de Ciencias Sociales, Número 004. Universidad Austral de Chile.
- DAVIDSON-HUNT, I. AND F. BERKES. 2003. Learning as you journey: Anishinaabe perception of social-ecological environments and adaptive learning. Conservation Ecology 8(1): 5. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol8/iss1/art5>
- DDU 227, 2009. Circulares División de Desarrollo Urbano, DDU. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. [http://www.minvu.cl/opensite\\_20070321144346.aspx#20070321151546](http://www.minvu.cl/opensite_20070321144346.aspx#20070321151546)
- DE LIMA D.,J. CORTÉS ZORRILLA, SORIANO R., R. BEZERRA, BARROS R., 2006. Condiciones y restricciones al desarrollo económicosocial de áreas rurales en proceso de desertificación. Avances en Investigación Agropecuaria. Universidad de Colima.
- DIARIO OFICIAL DE CHILE, 1981. Código de Aguas, Decreto con fuerza de Ley Número 1.122.Publicado en el diario oficial de Chile el 29.10.1981.
- DÍAZ-PINEDA, F. (2006). Contexto social y ecológico de la desertificación en "Desertificación" , Cuadernos de sostenibilidad y Patrimonio Natural. España.
- DÍAZ T., N. WILFREDO, LÓPEZ A., L.PARTIDAS, SUÁREZ Y.2008. Manejo sostenible del agua en zonas semiáridas: Evaluación de dos técnicas de riego y fertilización nitrogenada en Sinaloa, México. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, año/vol.17, número 001. Universidad Agraria de La Habana.
- DIS4ME, 2009. Recuperado el 10 de Agosto de 2009, de Sistema de Indicadores sobre Desertificación para la Europa Mediterránea: [http://www.unibas.it/desertnet/dis4me/land\\_uses/land\\_uses\\_list\\_es.htm](http://www.unibas.it/desertnet/dis4me/land_uses/land_uses_list_es.htm)

- DONOSO G.,2003. Mercados de Agua. Estudio de caso del Código de Aguas de Chile de 1981. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Economía Agraria. [http://www.uc.cl/agronomia/e\\_publicaciones/Documentosderabajo/documento4.pdf](http://www.uc.cl/agronomia/e_publicaciones/Documentosderabajo/documento4.pdf)
- DONOSO G.,A. JOURAVLEV, PEÑA H.,E. ZEGARRA. 2004. Mercados (de derechos) de agua: experiencias y propuestas en América del Sur. Series recursos naturales e infraestructura. CEPAL. <http://www.dga.cl/otros/publicacioneslinea/archivos/9.pdf>
- DURÁN, E. (1977). El yacimiento de María Pinto, sus correlaciones y ubicación cultural. Actas del VII Congreso de Arqueología Chilena, Altos de Vilches, vol. 1.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA), 2001: Scenarios as Tools for International Environmental Assessments. Environmental Issue Report No 24. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. Disponible en <http://www.eea.eu.int>.
- FARAJZADEH M. AND NIK EGBAL M., 2007. Evaluation of MEDALUS model for desertification hazard zonation using GIS; Study area: Iyzad Khast Plain, Iran. Pakistan Journal of Biological Science 10 (16): 2622-2630. Asian Network for Scientific Information.
- GALLEGO M.2009. El acceso a la información en materia de medio ambiente e indicadores ambientales. Acceso a la información en la Comunidad de Madrid. VII Curso sobre Políticas e Instrumentos de Gestión Ambiental.Universidad San Pablo CEU. Madrid. Inédito.
- GEESON N.A., C. B. (2002). Mediterranean Desertification: A Mosaic of Processes and Responses. GEESON N.A., C.J. BRANDRT & J.B.THORNES, 2002. Mediterranean Desertification: A Mosaic of ProChichester, West Sussex PO19 8SQ, England.: John Wiley & Sons.
- Gobierno Regional Metropolitano. Recuperado el 24 de Marzo de 2009, de Sistema de información territorial: <http://otas.gorerm.cl/gore/home.aspx>
- GÓMEZ OREA, D., 2001.Ordenación Territorial.Ediciones Mundi-Prensa.España.

- GONZÁLEZ, H. (1971). Recursos de agua subterráneas en el valle del río Puangue. Tesis de ingeniería. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- GRAY DE CERDÁN, N. (1998). Evaluación y reducción de la vulnerabilidad: Una visión indispensable para la gestión territorial. Estudios Geográficos tomo LVIV, nº 230, Enero Marzo
- GUERRA V., S. OCHOA, 2006. Evaluación espacio-temporal de la vegetación y uso del suelo en la reserva de la biósfera pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000). Investigaciones Geográficas, abril, número 059, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- GUNDERSON, L. H., C. S. HOLLING. 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- HEALTH DISASTER MANAGEMENT. (2002). Conceptual model: hazard, risk, vulnerability and damage. HEALTH DISASTER MANAGEMENT, 17(Suppl 3):56-68.
- HERNÁNDEZ E., LÓPEZ F., A ROMERO, BELMONTE F. Estudio comparativo de un indicador de desertificación para zonas agrícolas semi-áridas, cuenca del Guadalentín, Sureste de España. Papeles de Geografía, enero-junio, número 031, Universidad de Murcia, España. pp 91-98.
- HUAICO, A. (16 de Marzo de 2004). Estudio y definición de las áreas de inundaciones recurrentes del Estero Puangue y caracterización de las áreas vulnerables en María Pinto. Tesis de geografía, Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- ILADES, 1994. El mercado de aguas en Chile. Trabajo de Asesoría Económica al Congreso Nacional de Chile.  
<http://www.dga.cl/otros/publicacioneslinea/archivos/1.pdf>
- INEGI, 2006. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. MODELO DE PRESIÓN - ESTADO - RESPUESTA (PER) (OCDE - 2003). web:  
<http://www2.inegi.gob.mx/estestint/ficha.asp?idf=559>

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). 1960. Censo Población, 1960. XIII Censo de población (29 de noviembre de 1960). Serie B: Provincias. Santiago: Dirección de Estadística y Censos, 1964-65. 25 v.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). 2002. Censo Población, 2002. Instituto Nacional de Estadística, Santiago de Chile. 2003. 2 v.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). Recuperado el 13 de Marzo de 2009, de Sitio web del Instituto Nacional de Estadísticas: <http://www.ine.cl>
- INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO. (19 de Enero de 2009). <http://www.indap.gob.cl/content/view/4449/147/>. Recuperado el 2010, de [www.indap.gob.cl](http://www.indap.gob.cl)
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, IPCC, 2007. (s.f.). [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf) .Recuperado el 13 de Enero de 2010.
- Kosmas, C., M.,Krikby and N. Geeson,1999. Manual on key indicator of desertification and mapping environmentally sensitive areas for desertification, European Commission.
- LEYVA C. (2009). Estrategia para la gestión urbana de espacios de vegetación nativa con fines multifuncionales: caso de estudio Centro de Población de Ensenada, B.C. Ensenada, México: Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Baja California.
- LÓPEZ F. (2001). El riesgo de desertificación. En M. d. Olalla, Agricultura y desertificación (pág. 341). Madrid: Mundi Prensa.
- LYNNE CAUGHLAN, K. L. (2001). Cost considerations for long-term ecological monitoring. *Ecological Indicators* , 123–134.
- MAESTRE F., J.REYNOLDS, HUBER-SANNWALD E.,J.HERRICKS AND STAFFORD M., 2006. Understanding global desertification biophysical and socioeconomic dimensions of hidrology. Páginas 315-332 en D´Odorico and A Porporato, editors, *Dryland Ecohidrology*.

- MARTÍN DE SANTA OLALLA, F., 2001. Agricultura y desertificación. Madrid: Mundi-Prensa.
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J., 2006. Agua y Sostenibilidad: Algunas claves desde los sistemas áridos. Revista Polis, vol.5, número 014. Universidad Bolivariana.
- MIDEPLAN, 2010. Encuesta de caracterización socioeconómica nacional, CASEN. [http://www.mideplan.cl/casen/preguntas\\_frecuentes.html](http://www.mideplan.cl/casen/preguntas_frecuentes.html)
- MILLÁN, M., ESTRELLA, M., SANZ, M., MANTILLA, E., MARTÍN, M., PASTOR, F., Y OTROS. (2005). Climatic Feedbacks and Desertification: The Mediterranean Model. Journal of climate , 684-701.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA) (2005). Ecosystems Services and Human Well-being, Volume 2, Scenarios. World Resources Institute, Washington DC.
- MORALES C., S. PARADA, 2005. Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales. CEPAL, Santiago de Chile, Publicaciones de Naciones Unidas.
- OECD, 2003. Environmental indicators, development, measurement and use. Organisation for economic co-operation and development. <http://www.oecd.org/env/>
- OLSSON, P., C. FOLKE, AND T. HAHN. 2004. Social-ecological transformation for ecosystem management: the development of adaptive co-management of a wetland landscape in southern Sweden. Ecology and Society 9(4): 2. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss4/art2>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO), 1994. Participación Campesina para una Agricultura Sostenible en Países de América Latina. <http://www.fao.org/docrep/003/t3666s/t3666s00.htm#Contents>
- ORTOFOTO SAF, 1955. Proyecto Aerofotogramétrico de la OEA en Chile
- PETERSON, AND R. PRITCHARD. 2002. Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. Conservation Ecology 6(1): 14. [online] URL:<http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>

- REYNOLDS, J. F. HUBER-SANNWALD, E.; HERRICK, J.; KEMP, P. R.; MAESTRE, F. T.. 2005. Aspectos socioeconómicos y biofísicos de la desertificación. Ecosistemas, septiembre-diciembre , año vol XIV, número 003, Asociación Española de Ecología Terrestre, Alicante, España.
- REYNOLDS, JF, DM STAFFORD SMITH, EF LAMBIN, BL TURNER, II, M MORTIMORE, SPJ BATTERBURY, TE DOWNING, H DOWLATABADI, RJ FERNANDEZ, JE HERRICK, E HUBER-SANNWALD, H JIANG, R LEEMANS, T LYNAM, FT MAESTRE, M AYARZA & B WALKER (2007) Global desertification: Building a science for dryland development. Science 316, 847-851.
- Reynolds J.F. , F.T. Maestre, Huber-Sannwalds E., J.Herrick, Kems P.R. 2005. Aspectos socioeconómicos y biofísicos de la desertificación. Ecosistemas 14 (3): 3-21.
- Reynolds, JF, DM Stafford Smith, EF Lambin, BL Turner, II, M Mortimore, SPJ Batterbury, TE Downing, H Dowlatabadi, RJ Fernandez, JE Herrick, E Huber-Sannwald, H Jiang, R Leemans, T Lynam, FT Maestre, M Ayarza & B Walker (2007) Global desertification: Building a science for dryland development. Science 316, 847-851.
- RIDOLFI, L. L. (2008). Fertility Island Formation and Evolution in Dryland Ecosystems. . Ecology and Society , 13(1): 5.
- RÖNNBACK, P. (1999). The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystem. Ecological Economics , 235-252.
- SMITH K., D. PETLEY, 2008. Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster. Taylor & Francis- e Library. New York.
- STROOSNIJDER, M. F. (2008). Beyond the Desertification Narrative: A Framework for Agricultural Drought. Royal Swedish Academy of Sciences , 372-380.
- UNCED. (1992). UN Department of Economic and social affairs, Division for Sustainable Development. Recuperado el Marzo de 2009, de sitio web UN Department of Economic and social affairs, Division for Sustainable Development:

<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21spchapter12>

- UNIVERSIDAD DE CHILE, 1997. Diagnóstico de la Desertificación en Chile, Ministerio de Agricultura.
- UNITED NATIONS TO COMBAT DESERTIFICATION . Recuperado el Abril de 2009, de <http://www.unccd.int/>:  
[http://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD\(spa\).pdf](http://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD(spa).pdf)
- UNIVERSIDAD DE CHILE. (1997). Diagnóstico de la desertificación en Chile. Santiago.
- WALKER, B. H., S. R. CARPENTER, J. M. ANDERIES, N. ABEL, G. S. CUMMING, M. A. JANSSEN, L. LEBEL, J. NORBERG, G. D. PETERSON, AND R. PRITCHARD. 2002. Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology* 6(1): 14. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>.
- ZOIDO, F. (2007). Paisaje y ordenación territorial en ámbitos mediterráneos en "El paisaje mediterráneo" . Cuadernos de sostenibilidad y patrimonio natural. Fundación Santander.

## VII. ANEXOS

### ANEXO I

#### INSTRUMENTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DE POLÍTICA AMBIENTAL

La Tabla está tomada de un estudio realizado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y la Pontificia Universidad Católica de Chile (1999), en donde se presenta una tipología de instrumentos tanto directos como indirectos (instrumentos jurídicos), que tienen influencia en el ordenamiento territorial en el país, identificando, en cada caso, su ámbito de aplicación, propiedad y naturaleza, estos instrumentos continúan vigentes en la legislación.

Tabla : Tipología de instrumentos

<b>Instrumentos directos</b>	<b>Ámbito de aplicación</b>	<b>Propiedades</b> (Normativas o indicativas)	<b>Naturaleza</b> (Sectorial o transversal)
Ley Gral. de Urbanismo y Construcciones	<b>Mixto</b>	Normativas	Sectorial
Plan Regional de Desarrollo Urbano	<b>Mixto</b>	Indicativas	Sectorial
Planes Reguladores Intercomunales o Metropolitanos	<b>Mixto</b>	Mixtas	Sectorial
Plan Regulador Comunal	Urbano	Normativas	Sectorial
Planes Seccionales	Urbano	Normativas	Sectorial
Limite Urbano	Urbano	Normativas	Sectorial

<b>Instrumentos indirectos</b>			
Estrategia de Desarrollo Regional	<b>Mixto</b>	Indicativas	Transversal
Ley de Bases del Medio Ambiente	<b>Mixto</b>	Indicativa, normativa	Transversal
Subdivisión de Predios Rústicos DL 3.516.	<b>Rural</b>	Normativas	Sectorial
Concesiones de tierras fiscales	<b>Rural</b>	Normativas	Sectorial
Protección de la agricultura Decreto Ley 3557	<b>Rural</b>	Normativas	Sectorial
Distritos de Conservación de suelos, bosques y aguas Ley 18.378.	<b>Rural</b>	Normativas	Sectorial
Legislación Comunidades Agrícolas, DFL 5.	<b>Mixto</b>	Normativas	Sectorial
Ley de Bosques, Decreto 4363.	<b>Rural</b>	Normativas	Sectorial
SNASPE	<b>Rural</b>	Indicativa	Sectorial
Planes de Inversión Vial	<b>Mixto</b>		Sectorial
Código de aguas	<b>Rural</b>	Normativa	Sectorial
Zonas Saturadas y D.S. 185. Planes de Descontaminación	<b>Mixto</b>	Normativas	

De acuerdo con la bibliografía el mayor conflicto identificado en el ordenamiento territorial de las áreas rurales nace de que la mayoría de los instrumentos de ordenamiento territorial son aplicables casi exclusivamente a las áreas urbanas del país. Para los territorios rurales el marco regulatorio es más confuso, debido a que distintos instrumentos sectoriales, tales como, Ley General de Urbanismo y Construcciones, Subdivisión de Predios Rústicos DL 3.516, Áreas de Desarrollo Indígena (ADI), Protección de la agricultura Decreto Ley 3557 y Distritos de Conservación de suelos, bosques y aguas Ley 18.378, plantean situaciones contradictorias (Pontifica Universidad Católica – CONAMA, 1999), sin embargo cabe destacar que hoy en día en la zona el Plan regulador intercomunal Talagante–Melipilla ha permitido regular a una escala provincial el uso de suelo que incluye las zonas rurales, lo que se convierte en una gran oportunidad de planificación.

## ANEXO 2

### MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

**PROYECTO DE TESIS DE MAESTRÍA:** “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO PARA PREVENIR LOS PROCESOS DE DESERTIFICACIÓN EN LA CUENCA DEL PUANGUE, CHILE”.

#### 1. ANTECEDENTES GENERALES:

**NOTA:** *Todos los encuestados deben de ser dueños y los predios no deben superar las 20 hectáreas de riego básico.*

**1.1 Localización del predio** (Localidad) .....

**1.2 Principal actividad desarrollada en el predio:**

a) Chacras b) Hortalizas c) Frutales d) Ganadería e) Otro ¿Cuál?

#### 2. ACCESO AL RECURSO HÍDRICO

**2.1. ¿De dónde obtiene el agua para riego?** a) Pozo b) Canal

**2. 2 ¿El agua con la que cuenta para riego es suficiente?**

a) Si b) No 2.2.1 ¿Porqué? .....

.....

**2.3 ¿Cuál es su mayor problema con el agua?**

a) Pozo poco profundo b) Los turnos para el riego c) Ninguno

d) Otro ¿Cuál?.....

**2.4 ¿Posee riego tecnificado?** a) Si b) No

**2.5 ¿Ha bajado el nivel de su pozo?** a) Si **¿Cuántos metros más o menos?.....** b) No

#### IV. INTENSIDAD EN EL USO DE LA TIERRA

**4.1 ¿Utiliza productos orgánicos para fertilizar su tierra?** a) Si b) No

**4.2 Utiliza en mayor cantidad:** a) Fertilizantes b) Productos orgánicos

**V. ARRAIGO**

**5.1 ¿Le gustaría vender su tierra?** a) Si b) No

**5.2 ¿Porqué?**.....

**5.3 ¿Cree que sus hijos trabajarán la tierra?** a) Si b) No

**5.4 ¿Porqué?** .....

**5.5 ¿Cómo ve el lugar donde vive en 10 años más?**

a) Tal como está b) Produciendo con mayor grado de tecnología c) Con casas

d) Otros .....

**5.6 ¿Desde cuándo es dueño de su tierra?**.....

**5.7 ¿Cuántos son los integrantes de su familia?**.....

**5.8 ¿Cuántos trabajan la tierra?** .....

**5.8**

**¿Porqué?** .....

**6. GESTIÓN Y ACCESO A LA INFORMACIÓN**

**6.1 ¿Ha recibido algún tipo de beneficio estatal para sus cosechas o actividades productivas?**

a) Si b) No

**6.2 ¿Cuál?** .....

**6.3 Cuando surge algún problema en sus actividades agrícolas ¿Cómo lo resuelve?**

.....

**6.4 Pertenece a alguna agrupación de agricultores?** a) Si b) No

**6 ¿Se entera de los programas y proyectos que existen para los agricultores?**

a) Si b) No

**6.7 ¿Cuál cree usted que es la mejor forma de saber de enterarse de los programas y proyectos?**

a) Por las juntas de vecinos o agrupaciones b) Oficinas municipales y de Gobierno

b) Por las radios comunales y provinciales c) Por la televisión

d) Por el diario e) Otra.....

## Publicación in extenso

The screenshot shows a Gmail interface in Internet Explorer. The browser's address bar displays the URL: <https://mail.google.com/mail/?hl=es&shva=1#inbox/123b9cb9e8727b5a>. The page title is "Gmail - Aviso de recepción de trabajo in extenso - tesis.ana.huaico@gmail.com".

The left sidebar contains navigation options: Redactor, Recibidos (9), Buzz, Enviados, Borradores (4), Personal, Viaje, 7 más, Contactos, Tareas, Chat, and Invitar a un amigo.

The main content area displays an email from [ciot2009@igg.unam.mx](mailto:ciot2009@igg.unam.mx) received on 14/09/09. The subject is "Aviso de recepción de trabajo in extenso". The email body contains the following text:

México, D. F., a 7 de septiembre de 2009

Huaico Malhue, Ana Isabel  
Leyva Aguilera, Claudia  
PRESENTE(S)

Estimado(s) colega(s):

Por este medio le(s) informamos que hemos recibido la versión in extenso de su trabajo titulado:

"Evaluación de las áreas vulnerables a los procesos de desertificación en la cuenca del Valle del Puangue en la Región Metropolitana de Santiago de Chile"

con clave: 116-D-14-15

Asimismo, le confirmamos que la presentación de dicho trabajo fue incluida de la siguiente manera en el programa del congreso:

Jueves 26 de noviembre de 2009  
SESIÓN 11. RIESGOS Y DESASTRES Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL I  
Auditorio  
Horario: 12:20 a 14:20 horas

13:00-13:20  
11.3 Evaluación de las áreas vulnerables a los procesos de desertificación en la cuenca del Valle del Puangue en la Región Metropolitana de Santiago de Chile.

Ana Isabel Huaico Malhue, Claudia Leyva Aguilera  
Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California.  
Ensenada, Baja California. México.

ATENTAMENTE:

COMITÉ ORGANIZADOR  
V CONGRESO INTERNACIONAL DE ORDENAMIENTO

The right sidebar of the email view includes options: Ventana nueva, Imprimir todo, Mostrar todos, Reenviar todo, and Más información sobre (Carta, Solicitud Ejemplos, Solicitudes Empleo, Carta De Recomendación).