

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD DEL CATASTRO
VEGETACIONAL CON RESPECTO A UNA CARTOGRAFÍA
PREDIAL CONADI, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.**

Trabajo de Título presentado a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Forestal.

CATEDRIN ANDREA SAVARIA VALDEBENITO

TEMUCO – CHILE

2013

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD DEL CATASTRO
VEGETACIONAL CON RESPECTO A UNA CARTOGRAFÍA
PREDIAL CONADI, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.**

Trabajo de Título presentado a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Forestal.

CATEDRIN ANDREA SAVARIA VALDEBENITO

PROFESOR GUIA: CLAUDIA BASSABER ESCARATE

TEMUCO – CHILE

2013

**EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD DEL CATASTRO
VEGETACIONAL CON RESPECTO A UNA CARTOGRAFÍA
PREDIAL CONADI, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.**

PROFESOR GUIA :

Claudia Bassaber Escarate

Ingeniero Forestal

Depto. de Ciencias Forestales

Universidad de la Frontera

Nota: _____

PROFESORES CONSEJEROS :

Mauricio Reyes Schenke

Ingeniero Forestal

Depto. de Ciencias Forestales

Universidad de La Frontera

Nota: _____

Francoise Pincheira Fuentes

Ingeniero Forestal

Depto. Fiscalización y Monitoreo

CONAF Oficina Central, Santiago

Nota: _____

CALIFICACIÓN PROMEDIO TESIS:

*Dedicada a Valentina y Gonzalo
mis grandes amores, por su paciencia, apoyo,
por todo el amor que me entregan día a día.*

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quisiera agradecer a todas esas personas que aportaron en este trabajo, que me motivaron a seguir adelante y finiquitar esta etapa, a mis profesores, Claudia y Mauricio, que sin su apoyo no hubiese conseguido terminar este trabajo, primordiales fueron las conversaciones y toda la paciencia.

A mi hija Valentina por ser una niña maravillosa, alegre, cariñosa, la mejor hija, eres la motivación que permitió que cumpliera este gran sueño de terminar la universidad, costo pero lo logramos.

A Gonzalo, por su paciencia, apoyo incondicional, por todos los consejos entregados, por ser el amor de mi vida, por hacer que esto fuera un poco más fácil para mí, crecimos juntos y eres parte fundamental de este logro, eres junto a nuestra hija lo más importante en mi vida.

A mi amiga maravillosa Fran, un día estuvimos distanciadas pero ahora más unidas que nunca, eres parte fundamental en esta etapa, por esos retos cuando yo quería bajar la guardia, cuando sentía cansancio, ahí estuviste dándome ánimo y consejos para que siguiera y por fin terminara con esto, junto a Jaime son muy importantes en el fin de esta historia.

Gracias infinitas a todos.

INDICE DE MATERIAS

| CAPÍTULO | PÁGINA |
|---|--------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1. Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. | 4 |
| 2.2. Sistema de clasificación de uso actual del suelo en el Proyecto Catastro | 6 |
| 2.3. Uso actual del suelo de Chile | 7 |
| 2.4. Uso actual del suelo, Región de La Araucanía | 9 |
| 2.5. Herramientas utilizadas para el catastro | 11 |
| 2.6. Confiabilidad en la cartografía elaborada de Uso del Suelo | 12 |
| 2.6.1 Matriz de confusión | 13 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODO | 14 |
| 3.1. Materiales | 14 |
| 3.1.1. Área de Estudio | 14 |
| 3.1.2. Material Cartográfico y Sistema de Información Geográfico | 15 |
| 3.2. Métodos | 16 |
| 3.2.1. Manejo de cartografía digital | 16 |
| 3.3. Análisis estadístico | 17 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 19 |
| 4.1. Homogenización de capas cartográficas y clasificación datos para JMP 8. | 19 |
| 4.2. Análisis Bivariado. | 20 |
| 4.3. Distribución de superficies. | 22 |
| 4.3.1. Categoría de Uso Terrenos Agrícolas | 23 |
| 4.3.2. Categoría de Uso Bosque Nativo Adulto-renoval | 24 |
| 4.3.3. Categoría de Uso Plantación | 25 |
| 4.3.4. Categoría de Uso Praderas y Matorrales | 27 |
| 4.3.5. Categoría de Uso Renoval | 28 |
| 4.3.6. Categoría de Uso Bosque Nativo Adulto | 30 |
| 4.4. Comparación de Cartografías | 31 |
| 5. CONCLUSIÓN | 39 |
| 6. RESUMEN | 41 |
| 7. SUMMARY | 42 |
| 8. LITERATURA CITADA | 43 |
| 9. ANEXOS | 46 |

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, debido al constante cambio de uso del suelo que afecta a los ecosistemas forestales, se ha incrementado la necesidad y preocupación por saber la cantidad de recursos vegetacionales que posee el país, en especial la superficie que presenta el Bosque Nativo, el cual ha sido de interés transversal, tanto para el sector forestal, tomadores de decisión como para toda la ciudadanía.

Con el objetivo de conocer más de los recursos vegetacionales nativos, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), con el apoyo del Banco Mundial, contribuyeron con el proyecto “Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile” (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999a), destinado a obtener un mayor conocimiento del patrimonio natural. Han transcurrido más de 18 años desde que CONAF diera inicio a este proyecto; la información proporcionada por el Catastro es periódicamente actualizada por ésta entidad, según lo indicado en la Ley 20.283, “La Corporación mantendrá un catastro forestal de carácter permanente, en el que deberá identificar y establecer, a lo menos cartográficamente, los tipos forestales existentes en cada región del país, su estado y aquellas áreas donde existan ecosistemas con presencia de bosques nativos de interés especial para la conservación o preservación”.¹

De esta forma el Catastro y sus actualizaciones se han convertido en un soporte cartográfico digital que ha permitido contar con información sobre la localización, distribución, tamaño, estructura y estado de las comunidades vegetales, especialmente las boscosas pertenecientes a los diferentes ecosistemas forestales de Chile (CONAF, 2011b),

¹ Título I, Art. 4°. Ley N° 20.283, Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal.

facilitando la detección de las formaciones vegetales nativas de conservación, contar con datos básicos para la gestión gubernamental en materias forestales, ambientales o de políticas de manejo, incentivo y conservación de estos recursos siendo parte esencial para el manejo sustentable de los recursos forestales del país.

Un aspecto relevante de la actualización del Catastro correspondiente al periodo 1997-2011 es que demostró lo aseverado en el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), donde señala que Chile es uno de los tres países Latinoamericanos que en los últimos años ha aumentado su cobertura de bosques. En el año 1997, la superficie de bosque era de 15.637.233 ha, y en 2011 esa cifra aumentó a 16.676.875 ha (CONAF, 2011a).

Estas cifras provocaron gran discusión de algunas organizaciones académicas, civiles y agrupaciones de profesionales ligados al área de los recursos naturales, debido principalmente que durante los últimos 40 años el país enfrenta un constante cambio de uso del suelo impactando significativamente en la disminución y degradación de los bosques naturales; según reportes, la pérdida se ha traducido en 65.604 ha de bosque nativo adulto, que corresponderían a los bosques nativos que presentan la mayor biodiversidad del país (AIFBN, 2011).

Toda base de datos geográfica presenta un grado de incertidumbre que depende, principalmente, de la calidad de los insumos y de la metodología adoptada para su elaboración. Se pueden producir diversos errores en las diferentes etapas del proceso de elaboración de un mapa, tales como: la corrección geométrica de las imágenes, el análisis de las imágenes (que depende de la experiencia del intérprete), de la calidad de los insumos utilizados (fotografías aéreas, imágenes de satélite, observaciones de campo) y del sistema clasificatorio; la captura (digitalización), y la representación de los datos en el mapa (François *et al.*, 2003). Es por ello, que es relevante evaluar el método utilizado para la clasificación de usos de la tierra en el catastro, permitiendo validar la exactitud con diferentes métodos estadísticos.

Considerando lo anterior, este estudio evalúa la exactitud del método de clasificación de las categorías de uso del suelo y vegetación del “Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” realizado en el año 2007. En particular, se analizó la exactitud de las clasificaciones a nivel de uso del suelo, de la vegetación y de sus cambios, evaluándolo respecto a un estudio a escala predial año 2011.

Hipótesis

- Es posible evaluar la exactitud del método de clasificación de las categorías de uso de suelo del “Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile”; mediante comparación con una cartografía predial y análisis de datos a través de la verificación de la georreferenciación y ajuste espacial de bases cartográficas.

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar la exactitud del método de clasificación de las categorías de uso del suelo y vegetación del “Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile”.

Objetivos Específicos

- Verificar la georreferenciación y ajuste espacial de las bases cartográficas.
- Analizar exploratoriamente las superficies por categorías de uso, para correlaciones bivariadas.
- Evidenciar cambios en categorías de usos de suelos mediante imágenes utilizadas en ambas cartografías.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile

En septiembre de 1997 el Ministerio de Agricultura, por intermedio de CONAF, dio a conocer a la opinión pública los resultados del proyecto “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile”. A partir del año 1998 fue el primer proyecto de monitoreo y actualización del Catastro de la vegetación chilena realizado en las regiones del Biobío y Los Lagos.

Después del Catastro no ha habido estudios sistemáticos a escala regional que entreguen el área, características actualizadas, y las cifras oficiales de bosques a nivel nacional. No obstante, después de 1999 CONAF ha continuado con monitoreos para diferentes regiones y periodos que estiman la pérdida de bosque nativo por diferentes causas. Estos estudios hacen referencia a los cambios y deterioro de los bosques nativos (U. de Chile, 2010). Existen instituciones que realizan estudios que aportan a CONAF con cifras actualizadas de plantaciones forestales; tal es el caso del Instituto Forestal (INFOR) que en el año 2012 finalizó la etapa anual del inventario forestal de las plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios, con cifras que alcanzan unas 900 mil hectáreas. Además, se agrega la información de las grandes empresas del sector, que corresponde a unos 1,5 millones de hectáreas. Esto permite la obtención de las superficies totales para el país y las existencias volumétricas para el segmento de los pequeños y medianos propietarios. Respecto de los bosques nativos, el inventario se realiza en etapas anuales que cubren unos 3 millones de hectáreas, de modo tal que cada 4 años se completa el ciclo; para este caso el año 2012 correspondió el inventario de las Regiones de Maule, Bio Bio, La Araucanía, Los Ríos y parte de Aysén (INFOR, 2013).

Cabe destacar que con el pasar del tiempo se ha hecho necesaria la actualización de la información del catastro; en el Cuadro 1, se presenta la evolución temporal de las actualizaciones por región pudiéndose constatar que existen, por un lado, regiones que

presentan una mayor dinámica de cambios desde el punto de vista silvoagropecuario en las cuales se han efectuado dos actualizaciones y, por otro, regiones que sólo cuentan con los datos del año base, o bien, con actualizaciones referidas a Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad, definidos por la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), como ocurre en algunas de las regiones del norte del país.

Cuadro 1. Años de actualización del Catastro por región.

| Regiones | Año Base | Año 1° Actualización | Año 2° Actualización |
|--------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Arica y Parinacota | 1997 | | |
| Tarapacá | | | |
| Antofagasta | | 2009 * ¹ | |
| Atacama | | 2008 * | |
| Coquimbo | | 2003 | 2008 * |
| Valparaíso | | 2001 | |
| Metropolitana | | 2001 | |
| L.G.B. O'Higgins | | 2001 | 2005 |
| Maule | | 1999 | 2009 |
| Biobío | | 1998 | 2008 |
| La Araucanía | | 2007 | |
| Los Ríos | | 1998 | 2006 |
| Los Lagos | | 1998 | 2006 |
| Aisén | | 2010 | 2011 |
| Magallanes | | 2005 | |

Fuente: CONAF, 2011b.

La variación de superficie que experimentan los diferentes sub-usos de bosque entre lo señalado en el Catastro original con base año 1997 y las actualizaciones regionales, no necesariamente corresponden a un aumento o disminución real de dicha superficie. Esta variación en los usos se explica principalmente por una mejora sustancial en la obtención y procesamiento de los materiales cartográficos digitales (fotografías aéreas, imágenes satelitales), lo que ha permitido, a través de los monitoreos realizados, disminuir la unidad

²*: Actualización desarrollada sólo a nivel de Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad.

mínima cartografiable de 6,25 y 125 ha en algunas zonas, a 4 y 6,25 ha, respectivamente, mejorando la fotointerpretación por el nivel de detalle.

2.2 Sistema de clasificación de uso actual del suelo en el Proyecto Catastro

Para representar la vegetación en el Proyecto Catastro Forestal de Chile, se usó como base la metodología desarrollada por el Centro de Estudios Fitosociológicos y Ecológicos L. Emberger (CEPE de Montpellier), conocida como Carta de Ocupación de Tierras (COT); ésta metodología permite una representación objetiva de la vegetación, facilitando su uso y administración en Sistemas de Información Geográfico (SIG).

Etienne y Prado (1982), señalan que la idea central de este método es proporcionar una representación de la vegetación en su estado actual, expresada en términos de unidades cartográficas homogéneas en cuanto a la estructura de la vegetación y sus especies dominantes.

Los objetivos principales de ésta metodología son contribuir al conocimiento de los ecosistemas dando el marco de referencia vegetal, determinar y delimitar unidades de vegetación, conocer su estructura composición y artificialización, utilizar la vegetación como elemento que integra los factores del medio e indica las diversidades ecológicas y conocer la dinámica de la vegetación, para facilitar el control de los procesos de degradación (Cruz, 2010).

El estado de la vegetación se describe mediante el uso de los siguientes atributos: uso actual del suelo, formación vegetal, estructura poblacional (origen de la población), densidad, altura, especies dominantes (hasta 6). Para el uso actual del suelo se determinaron las siguientes categorías:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1. Áreas urbanas e industriales | 3. Praderas y matorrales |
| 2. Terrenos agrícolas | 4. Bosques |

- | | |
|--------------|-------------------------|
| 5. Humedales | 8. Cuerpos de agua |
| 6. Desiertos | 9. Áreas no reconocidas |
| 7. Nieves | |

La determinación de estos usos del suelo, así como de los otros atributos, se basó en conceptos ecosistémicos, a diferencia del tradicional concepto de uso. Por ejemplo, en el concepto tradicional, una pradera es el lugar que el campesino o el agricultor usa para pastar animales; para el Catastro, pradera es el lugar que, careciendo de árboles y arbustos, se caracteriza por la presencia dominante de pastos o hierbas. Bosques, por lo tanto, es el lugar o ecosistema que se caracteriza por la dominancia de los árboles, o sea, donde la densidad o cobertura de copa de los árboles es de más de 25% para zonas favorables y sobre el 10% para zonas áridas y semiáridas. (U. Austral de Chile, 2012).

2.3 Uso actual del suelo de Chile

La superficie nacional correspondía a un total de 75.662.560,5 ha distribuidas en 13 regiones (CONAF, 1999a). La cifra determinada por la actualización del Catastro al año 2011 es de 75.633.601 ha, existiendo una diferencia entre ambas cifras de 28.959,8 ha, equivalente a 0,038% respecto de la cifra de año base del Catastro (CONAF, 2011b).

El Catastro publicado en marzo 1999 hace referencia a las categorías de uso con mayor relevancia (Cuadro 2). Al realizarse la última actualización el panorama era casi similar en cuanto a las categorías de uso consideradas de mayor relevancia, Áreas Desprovistas de Vegetación y Praderas y Matorrales, con 32,8% y 26,4%, respectivamente.

El uso Bosques ocupa 16.676.875 ha lo que representa el 22% del territorio de Chile continental, siendo el tercer uso más predominante del país (CONAF, 2011b). El bosque nativo al año 2011 (Cuadro 3) corresponde a 13.599.610 ha lo que representa el 81,6% de

los recursos forestales del país y 18% de la superficie de Chile continental. El tipo de bosque nativo más abundante es el Adulto (5.912.235 ha) representando 43,5% del bosque nativo y 35,5% de total de los recursos arbóreos existentes.

Cuadro 2. Comparación de superficie nacional de usos de la tierra, en hectáreas (ha) y en porcentaje (%). Catastro 1997 y actualización 2011.

| Usos de Suelo | Superficie (ha) Año 1997 | % | Superficie (ha) Año 2011 | % |
|----------------------------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| Áreas Urbanas e Industriales | 182.184,2 | 0,2 | 248.003,0 | 0,3 |
| Terrenos Agrícolas | 3.814.362,6 | 5,0 | 3.414.510,0 | 4,5 |
| Praderas y Matorrales | 20.529.673,1 | 27,1 | 19.983.588,0 | 26,4 |
| Bosques | 15.637.232,5 | 20,7 | 16.676.875,0 | 22,0 |
| Humedales | 4.498.060,7 | 5,9 | 4.632.362,0 | 6,1 |
| Áreas Desprovistas de Vegetación | 24.727.789,5 | 32,7 | 24.776.377,0 | 32,8 |
| Nieves y Glaciares | 4.646.659,9 | 6,1 | 4.293.894,0 | 5,7 |
| Aguas Continentales | 1.226.828,9 | 1,6 | 1.266.618,0 | 1,7 |
| Áreas No Reconocidas | 399.769,4 | 0,5 | 341.374,0 | 0,5 |
| TOTALES | 75.662.560,8 | 100 | 75.633.601,0 | 100 |

Fuente: CONAF, 1999 – CONAF, 2011.

Cuadro 3. Superficie nacional por tipo de bosques al año base (1997) y al año de actualización (2011), en hectáreas (ha) y en porcentaje (%).

| Tipos de Bosques | Catastro Año 1997 (ha) | % | Actualizado Año 2011 (ha) | % |
|--|---------------------------|--------------|------------------------------|-------------|
| Bosque Nativo | 13.430.602 | 85,8 | 13.599.610 | 81,6 |
| Bosque Adulto | 5.977.839 | 38,2 | 5.912.235 | 35,5 |
| Renoval | 3.585.746 | 22,9 | 3.808.769 | 22,8 |
| Bosque Adulto – Renoval | 861.925 | 5,5 | 892.822 | 5,4 |
| Bosque Achaparrado | 3.005.092 | 19,2 | 2.985.784 | 17,9 |
| Plantación Forestal | 2.119.005 | 13,6 | 2.875.007 | 17,2 |
| Bosques Mixtos | 87.626 | 0,6 | 123.756 | 0,7 |
| Subuso Protección ^{*3} | 0 | 0,0 | 81.502 | 0,5 |
| Total Bosques | 15.637.233 | 100,0 | 16.679.875 | 100 |

Fuente: CONAF, 2011b.

³ *: En el uso Bosques se generó el subuso Protección para la actualización de las regiones de La Araucanía (10.485 ha), Los Ríos (57.803 ha) y Los Lagos, Provincia de Osorno (13.214 ha).

La variación de superficie más significativa en el período correspondió a la plantación forestal con 753.002 ha cambiando su participación sobre la totalidad de los recursos boscosos a 17,2% respecto del 13,6% que poseía en 1997. Cabe indicar que por los errores de comisión y omisión de la cartografía del Catastro, correspondientes principalmente a quebradas y caminos incluidos como plantaciones, la superficie de plantaciones forestales país se rectifica a 2.620.486 ha cifra que resulta del análisis sobre 13 distritos.

2. 4 Uso actual del suelo, Región de La Araucanía

Según CONAF (1999), la superficie de la región de La Araucanía corresponde a un total de 3.182.731,5 ha distribuida en dos provincias, Malleco con 1.343.972,4 ha y Cautín con 1.838.759,1 ha.

La categoría de uso del suelo que cubre una mayor superficie es la de Bosques, con 1.287.481,4 ha que corresponden a un 40,5% del total, seguida de Terrenos agrícolas con 955.080,4 ha y Praderas y Matorrales con 711.212,1 ha, que representan un 30,0% y 22,4% del total respectivamente.

De la superficie regional de bosques, 908.501,1 ha (70,6%) corresponden a bosque nativo, 359.906,2 ha (28,0%) son plantaciones y 19.074,1 ha (1,5%) son bosques mixtos. Los bosques con mayor potencial productivo están representados por los bosques adulto y adulto-renoval mayores a 20 m y por los renovales mayores a 12 m, los cuales abarcan 359.224,3 ha y representan un 39,5% del total (CONAF, 1999).

Con el fin de corregir la información obtenida en el Catastro de Vegetación, detectar los cambios del uso del suelo ocurridos en el período de medición, y actualizar la información cartográfica digital en el Sistema de Información Forestal Institucional (SIT-CONAF), se

ha realizado una actualización del uso de suelo de la región de La Araucanía (CONAF, 2009).

Se observa que los mayores cambios porcentuales respecto a la misma clase de uso entre el año 1999 y año 2007, ocurrieron en el uso de suelo de Terrenos Agrícolas disminuyendo de 30% a 25,4%; así también las Praderas y Matorrales, la nieve y glaciares han ido en disminución (CONAF, 1999).

Cuadro 4. Comparación porcentual uso del suelo Región de La Araucanía 1993 - 2007.

| Usos del Suelo | Catastro 1993 (%) | Act. Catastro 2007 (%) |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Áreas Urbanas e Industriales | 0,4 | 0,4 |
| Terrenos Agrícolas | 29,1 | 25,4 |
| Praderas y Matorrales | 21,2 | 19,2 |
| Bosques | 43,0 | 48,7 |
| Humedales | 0,9 | 0,8 |
| Áreas Desprovistas de Veg. | 2,5 | 2,5 |
| Nieve y Glaciares | 1,0 | 1,0 |
| Cuerpos de Agua | 1,7 | 1,8 |
| Áreas No Reconocidas | 0,0 | 0,0 |

Fuente. CONAF/MINAGRI/CONAMA, 2009.

2.5 Herramientas utilizadas para el catastro

Sandoval *et al.* (2002), señalan que el material cartográfico sobre el cual se desarrolló el sistema de información geográfico institucional CONAF, correspondió a 800 cartas forestales, que cubren la totalidad del territorio nacional. La escala de la cartografía de uso actual chilena varía entre 1:50.000 y 1:250.000.

Para la construcción del SIG-CONAF se efectuó, en una primera fase, un análisis intensivo de los datos gráficos y alfanuméricos provenientes del Proyecto Catastro. Las herramientas de análisis y descripción de datos utilizados en esta tarea correspondieron a los esquemas normalmente aplicados a estos procesos, como el diagrama de entidad-relación y diagrama de flujo de datos. Posteriormente se identificaron las necesidades de información, que debieran dar cumplimiento con los objetivos estratégicos del Servicio Forestal Chileno, y finalmente se determinaron los requerimientos cartográficos y alfanuméricos necesarios para responder las diferentes consultas técnicas, previamente definidas por la contraparte técnica del Proyecto.

El sistema fue desarrollado en ambiente Windows 95 y NT, en PC. En esta plataforma se cargó la información de la porción geográfica correspondiente a país, región, provincia y/o comuna. Los usuarios ingresan al sistema en donde realizan consultas que son respondidas con reportes alfanuméricos y/o gráficos simples. El software que se utilizó para la actualización y administración de la información gráfica es Arc-Info 7.01, Arc-View 3.0a como software de consulta gráfica y Delphi 3.0, como interface gráfica de la consulta Alfanumérica y reportes (Sandoval *et al.*, 2002).

2.6 Confiabilidad en la Cartografía elaborada de Uso del Suelo

La superficie de la Región de La Araucanía corresponde a 3.181.424,2 ha. La superficie actualizada y/o corregida (cambios) en la región fue de 746.764,1 ha, distribuida de la siguiente manera; 433.736,3 ha (n=14.530 polígonos), correspondiente a información capturada en terreno y 313.027,8 ha (n=14.120 polígonos), correspondiente a superficie extrapolada.

Se realizó un control sobre una muestra de 534 polígonos extrapolados, distribuidos en 15 cartas IGM. Es necesario destacar que, además de los polígonos visitados en terreno

durante el proceso de actualización, existe aproximadamente un 30% de los polígonos de catastro con control de terreno. De esta manera se presenta la información, como se observa en el cuadro resumen (Cuadro 5).

Para los polígonos extrapolados en el año 2007 se observa un grado de aceptación global de un 9,4 % (3,6% de error). Sin embargo, un error confiable con fundamentos estadísticos, corresponde al definido como el coeficiente de kappa, el cual entrega un error máximo en el proceso de extrapolación de 12% al año 2007. Se puede inferir que considerando el origen de los polígonos indicados en la matriz de confusión, el error estimado para la cartografía elaborada el año 2007 es inferior al 8% (Anexo 1).

Cuadro 5. Definición de polígonos según categoría: extrapolado o visitado.

| Definición de Polígono o áreas homogéneas en la cartografía elaborada en el año 2007 | Nº | % | Error % |
|---|---------------|------------|----------------|
| Actualizados y/o corregidos con observación de terreno en año 2007 | 14.530 | 22,0 | 0 |
| Actualizados y/o corregidos extrapolados en año 2007 | 14.120 | 21,4 | 12* |
| Catastro con observación de terreno en año 1993 | 13.183 | 19,9 | Desconocido |
| Catastro - extrapolados en año 1993 | 24.086 | 36,7 | Desconocido |
| Total Región | 65.919 | 100 | |

(*) El error de 12% en los polígonos extrapolados para la cartografía elaborada al año 2007 en la Región de La Araucanía, se determinó según el Índice de Kappa.

Martín y Cabrero (2008) indican que el coeficiente de Kappa proporciona una medida del grado de acuerdo existente entre dos observadores o jueces al evaluar una serie de sujetos u objetos. El valor de Kappa toma valores entre 0 (no acuerdo) y 1 (acuerdo máximo).

2.6.1 Matriz de confusión

Al realizar un muestreo se tendrán disponibles un conjunto de puntos para los cuales se conocen tanto la clase a la que han sido asignados por el proceso clasificatorio, como la clase real a la que pertenecen. Una forma usual de disponer de toda la información de una

forma útil es representarla en una matriz bidimensional cuadrada donde cada columna representa una categoría resultado de la clasificación y cada fila hace referencia a una clase real. A esta matriz se le llama *matriz de confusión*.

La posición a_{ij} de la matriz de confusión hace referencia al número de puntos que han sido asignados a la clase i y pertenecen a la clase j ; por tanto los elementos de la diagonal se refieren a la cantidad de puntos de cada clase que han sido correctamente clasificados y el resto de elementos indican no sólo la cantidad de puntos incorrectamente clasificados, sino también a que clases han sido incorrectamente asignados. Concretamente los elementos de una misma fila, exceptuando lógicamente al de la diagonal, indican el número de puntos que, perteneciendo a una misma clase, fueron asignados a clases diferentes, el llamado *error de omisión*; por otro lado, los elementos de una misma columna, exceptuando al de la diagonal, reflejan el número de puntos que fueron asignados a una clase cuando en realidad pertenecen a otras clases, el llamado *error de comisión* (Sobrino, 2000). Es fácil observar que la matriz de confusión desglosa la información relativa los puntos mal clasificados, mostrando cuales son las clases más propensas a ser confundidas. Chuvieco (1995), indica que el interés de estas tablas de confusión procede de su capacidad para plasmar conflictos entre categorías. La diagonal de ésta matriz expresa el número de puntos de verificación en donde se produce acuerdo entre las dos fuentes (mapa y realidad), mientras los marginales suponen errores de asignación. La relación entre el número de puntos correctamente asignados y el total expresa la fiabilidad global del mapa.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Área de Estudio

El estudio se enfocó en comunidades indígenas situadas en la Región de la Araucanía, el área de estudio cubre una superficie aproximada 22.584 ha con particular énfasis en la comuna de Purén; para un análisis más preciso se consideró 5 comunidades con una superficie total de 513 ha.

La Región de La Araucanía se ubica entre los 37° 35' y 39° 37' de latitud Sur y desde los 70° 50' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico. La capital regional es la ciudad de Temuco, localizada a 38° 44' de latitud Sur y 72° 35' de longitud Oeste, dentro de la Depresión Intermedia (INE, 2007). De acuerdo a mediciones efectuadas por el Instituto Nacional de Estadísticas, sobre cartas 1:50.000, ésta región cuenta con una superficie de 31.842,3 km², lo que representa el 4,2% del territorio de Chile Americano e Insular (Figura 1).

De acuerdo a los datos censales del año 2002 (Instituto Nacional de Estadísticas, 2007), la Región de la Araucanía posee una población de 869.535 habitantes; la población indígena presente en la región es de 204.125 habitantes, cifra que representa el 23,5% de la población total de la región.

Predomina un clima templado lluvioso con influencia mediterránea, cuya característica principal es que las precipitaciones se hacen presentes en todos los meses del año, concentrándose principalmente en el período invernal, siendo enero y febrero meses

secos. Las precipitaciones anuales varían entre los 900 y 2.500 mm; la mayor concentración de precipitaciones se produce en el sector cordillerano y al sur de la región, mientras la zona central presenta mayor continentalidad por su lejanía al mar, con precipitaciones que alcanzan valores sobre los 1.500 mm anuales; la zona costera registra valores inferiores a los 1.500 mm (Dirección Meteorológica de Chile, 2001).

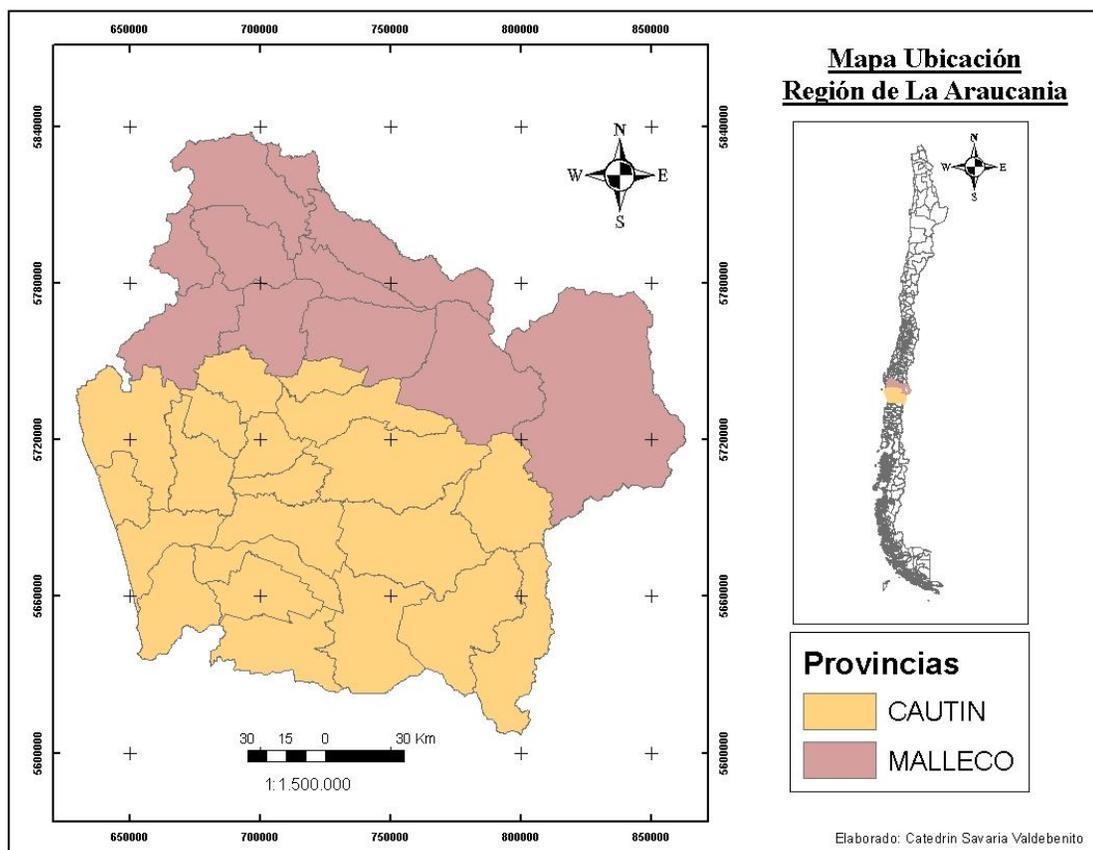


Figura 1. Mapa Ubicación de la Región de La Araucanía.

3.1.2 Material Cartográfico y Sistema de Información Geográfico

La fuente de información básica se obtuvo del “*Catastro de uso de suelo y vegetación, período 1993-2007. Monitoreo y actualización región de La Araucanía*” (CONAF, 2009), del cual se utilizaron las coberturas de uso actual del suelo. Además, ésta

información se complementó con cartografía predial del Proyecto CONADI “*Estudio evaluación socio – productivo de tierras adquiridas por el fondo de tierras y aguas CONADI*” (CONADI- UFRO, 2011)⁴.

De esta forma se generó la cartografía digital y su base de datos georreferenciada, lo que permitió almacenar, analizar y representar la información cartográfica temática correspondiente a uso actual de suelo del área de estudio. El proceso, manejo y análisis de la cartografía digital se efectuó utilizando el software ArcGis versión 9.3.

3.2 Métodos

3.2.1 Manejo de cartografía digital

Se utilizó como base la información digital de CONADI, posteriormente se agrega la información del Catastro. Con la finalidad de uniformar el sistema de referencia para un adecuado procesamiento, ambas bases fueron llevadas al sistema de coordenadas WGS 1984 UTM 18 Sur.

Para generar una cubierta conteniendo la intersección de las bases CONADI y Catastro, se utilizó la herramienta Intersect (ArcToolBox – Analysis Tools – Overlay - Intersect), que permite obtener un archivo nuevo a partir de dos que solapan. El nuevo fichero sintetizará los datos espaciales del área intersectada; en su tabla de atributos almacenará los campos de ambos archivos correspondientes a cada área de intersección. En el caso de la intersección de dos archivos de polígonos, los polígonos del archivo de entrada serán recortados según los límites de los polígonos del archivo de intersección cuando éstos no coincidan (Vicente *et al.*, 2008).

⁴ Comunicación personal.

3.3 Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis bivariado para determinar el grado de correlación entre las dos clasificaciones, utilizando el software de análisis estadístico JMP 8⁵.

Las variables a analizar fueron Uso Actual Catastro (B) y Uso Actual CONADI (C). El análisis bivariado enfrenta a cada una de las variables independientes con la dependiente, por separado, por lo tanto, para ingresar pares de datos en el programa se optó por el comando “*Fit Y by X*” que está incorporado en la opción *Analyze* en la barra de herramientas; como variable independiente se utilizó la clasificación CONADI y como variable dependiente la clasificación descrita por el Catastro. En primera instancia se analizaron los grupos con clasificaciones generales tales como: Terrenos agrícolas (200), Praderas y Matorrales (300), Bosques (400), Humedales (500) y Cuerpos de Agua (800).

Posterior a la realización del análisis bivariado, se procedió a calcular el coeficiente de determinación (r^2), el cual muestra el porcentaje de la variabilidad de los datos que se explica por la asociación entre las dos variables. La correlación elevada y estadísticamente significativa no tiene que asociarse a causalidad. Cuando objetivamente se define que dos variables están correlacionadas, diversas razones pueden ser la causa de dicha correlación:

- a) Puede que X influencie o cause Y.
- b) Puede que Y influencie o cause X.
- c) X e Y pueden estar influenciadas por terceras variables que hacen que se modifiquen ambas a la vez.

⁵ Software estadístico SAS.

Se debe considerar que este coeficiente mide el grado de asociación entre dos cantidades, pero no mira el nivel de acuerdo o concordancia. Si los instrumentos de medida miden sistemáticamente cantidades diferentes uno del otro, la correlación puede ser 1 y su concordancia ser nula (Pita y Pértega, 2001).

Martínez (2005) señala que considerar únicamente R^2 para medir el grado de ajuste cuando se trabaja con muestras pequeñas conduce a errores graves al aceptar la dependencia lineal entre las variables X e Y, cuando realmente mantienen una relación bien distinta.

Además, se elaboran gráficos de distribución de superficies, utilizando la base de datos obtenida de los procesos anteriores, realizando una comparación de datos para observar coincidencias en las clasificaciones y superficies. Finalizando con la comparación visual de imágenes utilizadas en la realización de ambas cartografías.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Homogenización de capas cartográficas y clasificación datos para JMP 8

Para la obtención de información que permitiera comparar las cartografías utilizadas en el estudio, fue esencial el ajuste cartográfico. Esto se realizó mediante el ajuste de la superficie utilizada, entre la base del catastro y la cartografía predial; para conseguir este resultado, se fusionaron los polígonos cuyos valores eran iguales en la base de datos, e.g: uso actual de suelo; además, se realizó un corte de la capa de información del catastro según el perímetro definido por el contorno de la capa de CONADI, logrando la homogenización de ambas capas cartográficas con las que finalmente se pudo obtener los resultados.

Como producto de la intersección de las coberturas del Catastro (B) y CONADI (C) se obtuvo una nueva tabla de atributos, como se observa en la Figura 2, la cual posee información de superficie y clasificación por parte de los dos evaluadores.

| B411 | B4222 | B4223 | B422 | C411 | C4222 | C4223 | C4224 | C422 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10,50 | | 10,50 | | 10,03 | 0,46 | | 12,29 |
| 0,19 | | | | 0,02 | | | | |
| | | | | | | 0,36 | | 0,36 |
| | | | | 0,13 | | | | |
| | | | | | | 1,21 | | 1,21 |
| 1,14 | | 2,06 | 2,06 | 0,51 | 0,22 | 0,24 | | 0,46 |
| | | | | | | | | |
| 70,37 | | | | 0,58 | 1,02 | | | 1,02 |
| 5,43 | | | | | 0,08 | 0,36 | | 0,44 |
| 8,62 | 4,95 | | 4,95 | 56,54 | 0,44 | 1,50 | | 1,94 |
| 18,80 | 21,77 | | 21,77 | | 13,31 | 6,94 | | 20,25 |

Figura 2. Clasificación de los datos para JMP 8.

4.2 Análisis Bivariado

De acuerdo a lo planteado en la metodología, los pares de datos analizados fueron los siguientes: Terrenos agrícolas (200), Rotación cultivo-pradera (220), Praderas y matorrales (300), Bosque (400), Plantación (410), Bosque Nativo (420).

Cuadro 6. Resumen estadístico de análisis bivariado realizado con JMP 8.

| Usos de Suelos | Clasificación | R ² | R ² Ajustado | Mín | Media | Máx |
|------------------------------|---------------|----------------|-------------------------|------|-------|--------|
| Terrenos agrícolas | B200-C200 | 0,71 | 0,71 | 0,00 | 32,50 | 651,49 |
| Terrenos de uso agrícola | B210-C210 | 0,58 | 0,44 | 0,00 | 36,00 | 651,49 |
| Rotación cultivo pradera | B220-C220 | 0,43 | 0,43 | 0,00 | 35,24 | 651,49 |
| Praderas y matorrales | B300-C300 | 0,33 | 0,32 | 0,00 | 23,21 | 404,77 |
| Bosques | B400-C400 | 0,75 | 0,74 | 0,00 | 21,14 | 394,71 |
| Plantación | B410-C410 | 0,57 | 0,57 | 0,00 | 22,00 | 290,85 |
| Bosque nativo | B420-C420 | 0,90 | 0,89 | 0,00 | 20,97 | 391,39 |
| Humedales | B500-C500 | 0,01 | -0,08 | 0,00 | 19,86 | 220,32 |
| Cuerpos de agua | B800-C800 | 0,23 | 0,12 | 0,00 | 19,26 | 147,33 |

El Cuadro 6 muestra el resumen estadístico de las clasificaciones utilizadas para el análisis bivariado y el coeficiente de determinación (R^2), el cual muestra qué tanto se ajusta la línea de regresión a los datos. Se puede destacar la relación de las variables en la clasificación de uso de suelo Bosque Nativo, que presenta un $R^2 = 0,90$, indicando que el modelo lineal es adecuado para describir la relación que existe entre estas variables.

Este coeficiente de determinación explica que el 90% de la variación de B420 (Catastro) esta explicada por C420 (CONADI), tal como se puede apreciar en la figura 3.

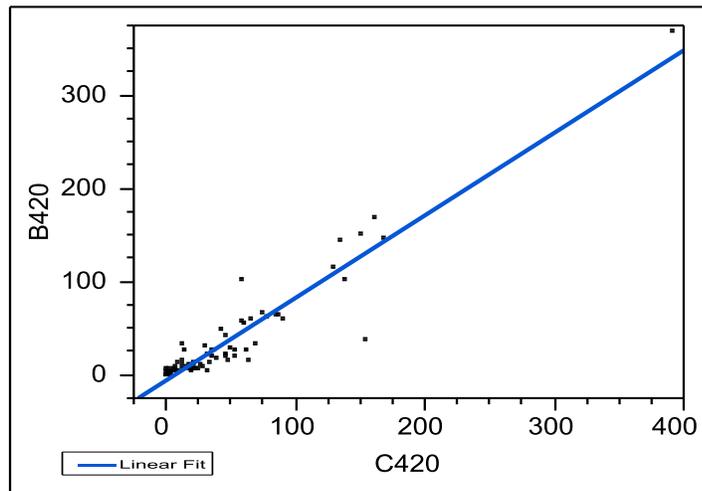


Figura 3. Análisis bivariado para la clase B420 – C420, Bosque nativo.

Además, se destaca la clasificación Bosque que presenta un $R^2 = 0,75$ representado gráficamente en la Figura 4; esto significa que un 75% de la variabilidad de los datos es explicada por la asociación entre las variables B400 y C400, demostrando que existe una buena correlación entre ambas variables.

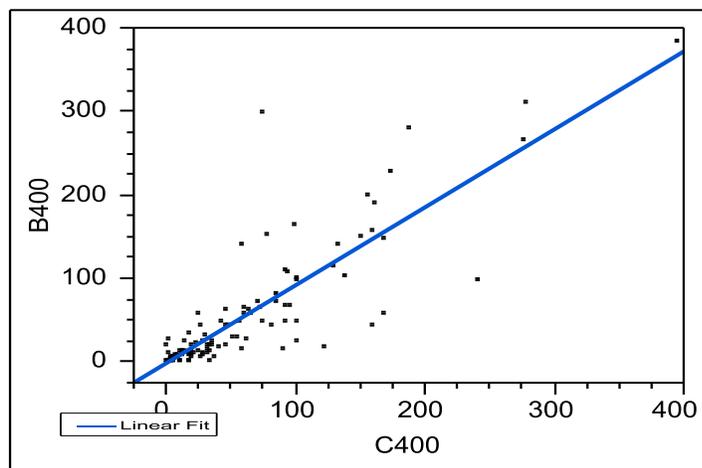


Figura 4. Análisis bivariado para la clase B400 – C400, Bosque.

Otra categoría que mostró una buena correlación es Terrenos agrícolas con un $R^2 = 0,71$ (Figura 5), indicando que existe una buena asociación lineal entre las variables, por lo tanto la variable C200 puede usarse para predecir B200.

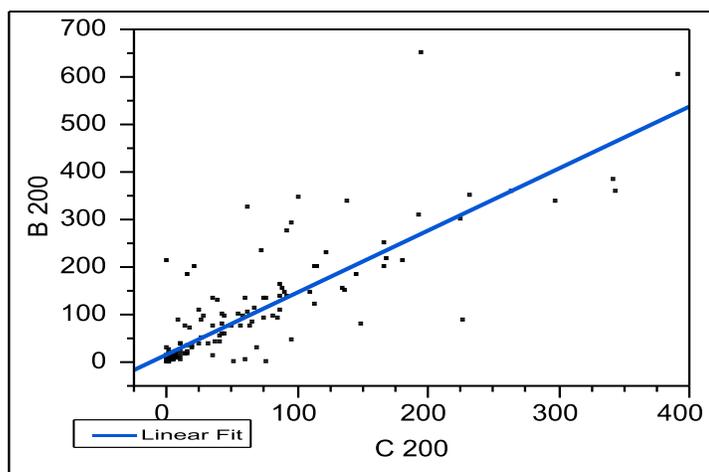


Figura 5. Análisis bivariado para la clase B200 – C200, Terrenos agrícolas.

4.3 Distribución de superficies

Para realizar una comparación de superficies por cada categoría de uso de suelo, se optó por las categorías con mayor representatividad en relación al área de estudio total de 22.584 ha.

Cuadro 7. Superficies totales por categoría de uso de suelo.

| Usos de Suelos | Sup. (ha) |
|------------------------------|-----------------|
| Bosque Nativo Adulto | 31,8 |
| Bosque Nativo Adulto-Renoval | 246,2 |
| Renoval | 2.293,4 |
| Praderas y Matorral | 3.018,3 |
| Plantación | 3.263,1 |
| Terrenos Agrícolas | 13.731,6 |
| Superficie Total | 22.584,4 |

4.3.1 Categoría de Uso Terrenos Agrícolas

La Figura 6 muestra la distribución de superficies correspondientes a la clasificación “Terrenos Agrícolas” de la actualización del catastro vegetacional del año 2007; además, muestra la codificación asignada por el estudio de evaluación socio-productiva de CONADI del año 2011.

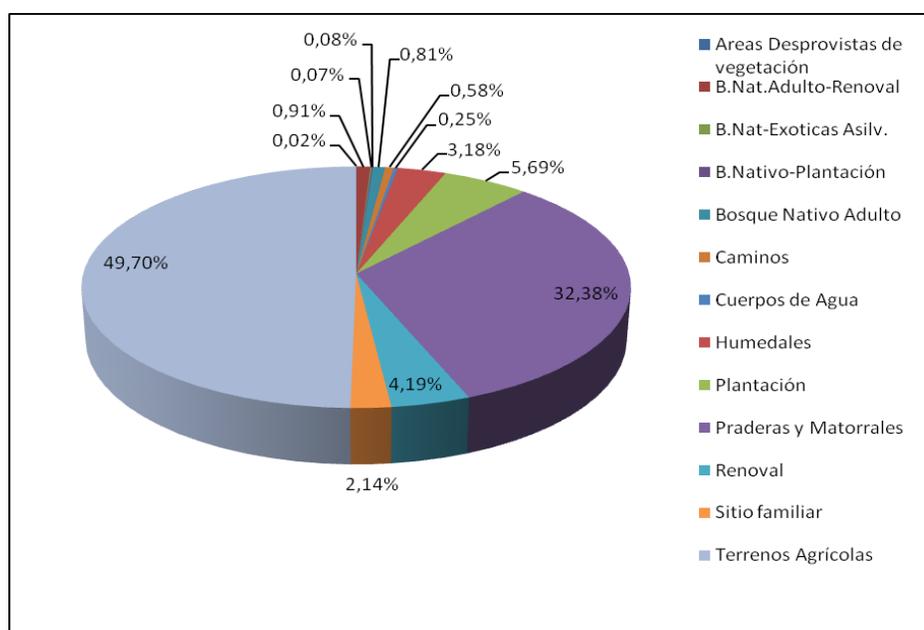


Figura 6. Distribución de superficies, Terrenos agrícolas, en relación al área de estudio total de 22.584 ha

Este gráfico permite inferir que de una superficie de 13.731,6 ha, correspondientes al uso de suelo antes mencionado, al comparar las dos cartografías, como se observa en el Cuadro 8, ambas coinciden en un 49,7% (6.824,98 ha); esta discordancia estaría explicada por el cambio de uso realizado por los propietarios en el tiempo, además de un porcentaje atribuible a los errores de fotointerpretación y problemas de límites cartográficos.

Se puede apreciar que el uso de suelo que presenta un mayor porcentaje de cambio está asociado a Pradera y Matorrales, con un 32,38%, lo que implica que probablemente estos terrenos utilizados para la agricultura han sido abandonados dando paso a formaciones de matorrales; además, en un porcentaje menor (5,69%) podemos observar cómo terrenos para uso agrícola son habilitados para plantaciones forestales.

Cuadro 8. Cambios uso de suelos en la clasificación Terrenos Agrícolas.

| Catastro 2007 | Sup. (ha) | % | CONADI 2011 | Sup. (ha) | % |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|---|----------------------|------------|
| Terrenos Agrícolas | | | Áreas Desprovistas de vegetación | 2,42 | 0,02 |
| | | | Bosque Nativo – Exóticas Asilvestradas | 10,19 | 0,07 |
| | | | Bosque Nativo-Plantación | 10,58 | 0,08 |
| | | | Cuerpos de Agua | 34,33 | 0,25 |
| | | | Caminos | 79,62 | 0,58 |
| | | | Bosque Nativo Adulto | 111,28 | 0,81 |
| | 13731,61 | 100 | Bosque Nativo Adulto-Renoval | 125,30 | 0,91 |
| | | | Sitio familiar | 293,31 | 2,14 |
| | | | Humedales | 436,91 | 3,18 |
| | | | Renoval | 575,44 | 4,19 |
| | | | Plantación | 780,90 | 5,69 |
| | | | Praderas y Matorrales | 4446,35 | 32,38 |
| | | Terrenos Agrícolas | 6824,98 | 49,7 | |
| Totales | 13731,61 | 100 | | 13731,61 | 100 |

4.3.2 Categoría de Uso Bosque Nativo Adulto-Renoval

Para la clasificación de uso actual Bosque Nativo Adulto – Renoval (Figura 7), con una superficie total de 246, 16 ha, los resultados señalan sólo un 1,05% (2,59 ha) de coincidencia entre las dos clasificaciones realizadas.

Los cambios presentes en esta clasificación están resumidos en el cuadro 9, donde se identifica que el mayor cambio se asocia al uso de suelo Renoval con 74,89%.

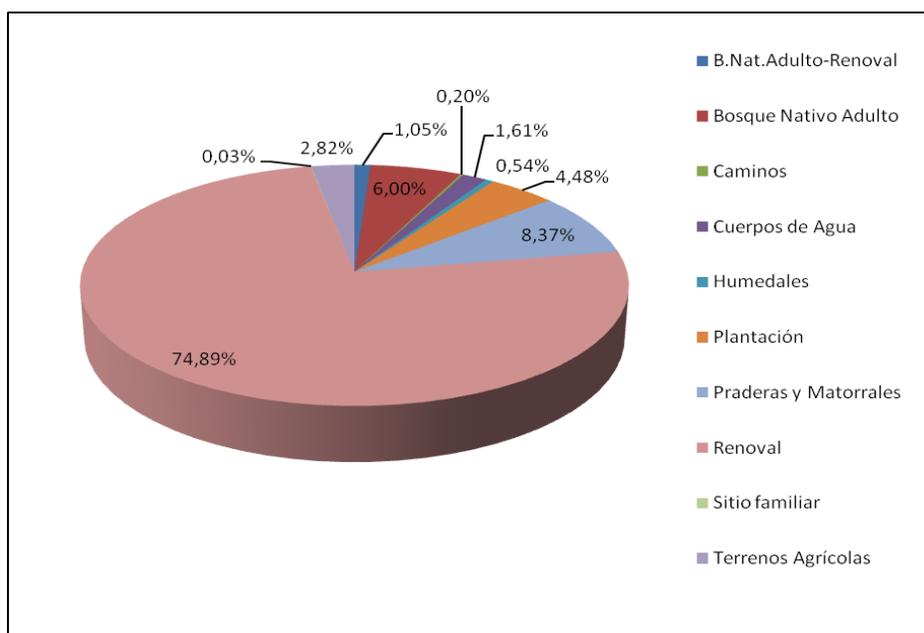


Figura 7. Distribución de superficies, Bosque Nativo Adulto – Renoval, en relación al área de estudio total de 22.584 ha

Cuadro 9. Cambios uso de suelos en la clasificación, Bosque Nativo Adulto - Renoval.

| Catastro 2007 | Sup. (ha) | % | CONADI 2011 | Sup. (ha) | % |
|-------------------------------------|---------------|------------|------------------------------|---------------|------------|
| Bosque Nativo Adulto-Renoval | | | Sitio familiar | 0,08 | 0,03 |
| | | | Caminos | 0,50 | 0,20 |
| | | | Humedales | 1,32 | 0,54 |
| | | | Bosque Nativo Adulto-Renoval | 2,59 | 1,05 |
| | | | Cuerpos de Agua | 3,97 | 1,61 |
| | 246,16 | 100 | Terrenos Agrícolas | 6,95 | 2,82 |
| | | | Plantación | 11,02 | 4,48 |
| | | | Bosque Nativo Adulto | 14,77 | 6,00 |
| | | | Praderas y Matorrales | 20,61 | 8,37 |
| | | | Renoval | 184,34 | 74,89 |
| Totales | 246,16 | 100 | | 246,16 | 100 |

Este tipo de cambio puede deberse a que ésta clasificación está compuesta de formaciones muy heterogéneas donde existen la mezcla de rodales de bosque adulto y renewal que no se pueden representar cartográficamente en forma independiente debido a la escala de trabajo empleada en el Catastro, por lo tanto una cartografía a escala predial entrega mayor diferenciación entre los rodales existentes.

4.3.3 Categoría de Uso Plantación

En la categoría Plantación (Figura 8) se puede observar que de una superficie total de 3.263 ha el 53,64% (1.750,22 ha) corresponde a la misma clasificación en ambas cartografías.

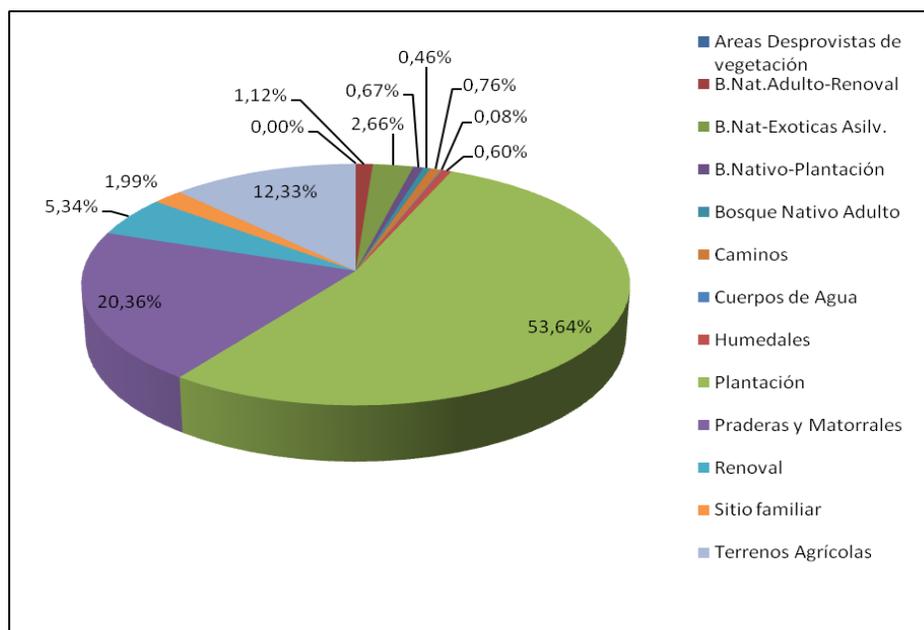


Figura 8. Distribución de superficies, Plantación, en relación al área de estudio total de 22.584 ha

En el Cuadro 10 podemos observar el detalle de los cambios presentes en este uso de suelo; se destaca Praderas y Matorrales con un 20,36% (664,42 ha), además de Terrenos Agrícolas con un 12,33% (402,28 ha).

Cuadro 10. Cambios uso de suelos en la clasificación Plantación.

| Catastro 2007 | Sup. (ha) | % | CONADI 2011 | Sup. (ha) | % |
|--------------------------|----------------------|------------|--------------------------------------|----------------------|------------|
| Plantación | | | Áreas Desprovistas de vegetación | 0,02 | 0,00 |
| | | | Cuerpos de Agua | 2,59 | 0,08 |
| | | | Bosque Nativo Adulto | 14,88 | 0,46 |
| | | | Humedales | 19,59 | 0,60 |
| | | | Bosque Nativo -Plantación | 21,73 | 0,67 |
| | | | Caminos | 24,74 | 0,76 |
| | 3263,07 | 100 | Bosque Nativo Adulto -Renoval | 36,38 | 1,12 |
| | | | Sitio familiar | 65,04 | 1,99 |
| | | | Bosque Nativo Exóticas Asilvestradas | 86,87 | 2,66 |
| | | | Renoval | 174,31 | 5,34 |
| | | | Terrenos Agrícolas | 402,28 | 12,33 |
| | | | Praderas y Matorrales | 664,42 | 20,36 |
| | | | Plantación | 1750,22 | 53,64 |
| Totales | 3263,07 | 100 | | 3263,07 | 100 |

Esto difiere de lo expresado por el catastro, posiblemente debido a la diferencia de tiempo en el que realizaron ambos estudios, interfiriendo la estacionalidad de los usos de suelos o que las plantaciones estaban definidas para esos años como plantaciones jóvenes o recién cosechadas.

4.3.4 Categoría de Uso Praderas y Matorrales

La Figura 9 muestra que, de un total de 3.018,30 ha equivalente a un 100%, sólo el 54,14% (1.633,97 ha) coincide en la clasificación Praderas y Matorrales en ambas cartografías.

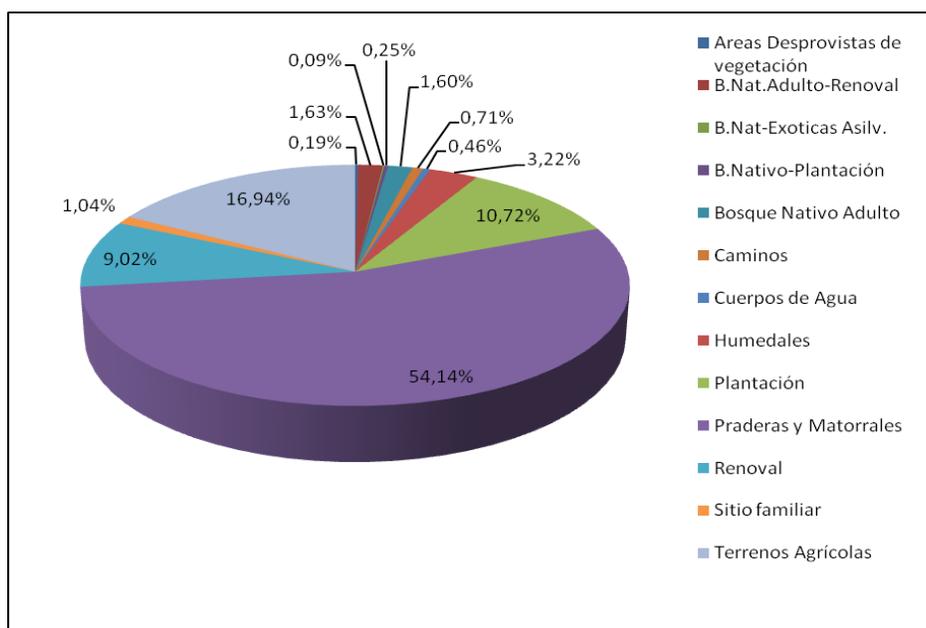


Figura 9. Distribución de superficies, Praderas y matorrales, en relación al área de estudio total de 22.584 ha

Los cambios en esta categoría se resumen en el Cuadro 11, donde la variación más significativa es en el uso Terrenos agrícolas con un 16,94% equivalente a 511, 41 ha. El cambio de praderas y matorrales a terrenos de uso agrícola se debe a la habilitación de estos terrenos para cultivos de cereales o chacras; es importante considerar los incentivos estatales que permiten mejoramiento de la calidad de la tierra utilizando diferentes técnicas agrícolas.

En el caso del cambio de esta categoría a Plantación, con 323,52 ha (10,72%) se debería a lo estipulado en el Decreto Ley 701⁶, el cual incentiva la forestación por parte de pequeños propietarios forestales para la prevención de la degradación, protección y recuperación de los suelos del territorio nacional.

Cuadro 11. Cambios uso de suelos en la clasificación Praderas y Matorrales.

| Catastro 2007 | Sup. (ha) | % | CONADI 2011 | Sup. (ha) | % |
|------------------------------|------------------|------------|--------------------------------------|------------------|--------------|
| Praderas y Matorrales | | | Bosque Nativo Exóticas Asilvestradas | 2,74 | 0,09 |
| | | | Áreas Desprovistas de vegetación | 5,79 | 0,19 |
| | | | Bosque Nativo - Plantación | 7,40 | 0,25 |
| | | | Cuerpos de Agua | 13,98 | 0,46 |
| | | | Caminos | 21,38 | 0,71 |
| | | | Sitio familiar | 31,30 | 1,04 |
| | 3018,3 | 100 | Bosque Nativo Adulto | 48,40 | 1,60 |
| | | | Bosque Nativo Adulto-Renoval | 49,25 | 1,63 |
| | | | Humedales | 97,04 | 3,22 |
| | | | Renoval | 272,12 | 9,02 |
| | | | Plantación | 323,52 | 10,72 |
| | | | Terrenos Agrícolas | 511,41 | 16,94 |
| | | | Praderas y Matorrales | 1633,97 | 54,14 |
| Totales | 3018,3 | 100 | | 3018,3 | 100,0 |

4.3.5 Categoría de Uso Renoval

En la Figura 10 se muestra que, con una superficie total de 2.293 ha que equivale al 100% un 45,94% (1.053 ha) coincide con las clasificaciones realizadas en las dos cartografías.

⁶(Art.1 D. L 701)

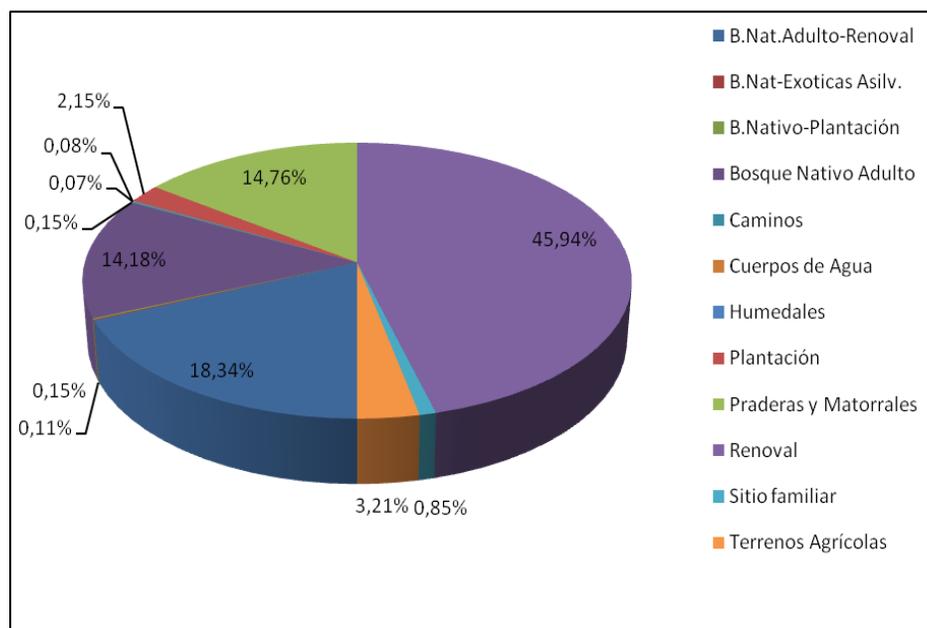


Figura 10. Distribución de superficies, Renoval, en relación al área de estudio total de 22.584 ha

Cuadro 12. Cambios uso de suelos en la clasificación Renoval.

| Catastro 2007 | Sup. (ha) | % | CONADI 2011 | Sup. (ha) | % |
|----------------|---------------|------------|---------------------------------------|---------------|------------|
| Renoval | | | Cuerpos de Agua | 1,72 | 0,07 |
| | | | Humedales | 1,87 | 0,08 |
| | | | Bosque Nativo -Exóticas Asilvestradas | 2,57 | 0,11 |
| | | | B. Nativo-Plantación | 3,43 | 0,15 |
| | | | Caminos | 3,50 | 0,15 |
| | | | Sitio familiar | 19,56 | 0,85 |
| | 2293,4 | 100 | Plantación | 49,23 | 2,15 |
| | | | Terrenos Agrícolas | 73,61 | 3,21 |
| | | | Bosque Nativo Adulto | 325,30 | 14,18 |
| | | | Praderas y Matorrales | 338,42 | 14,76 |
| | | | Bosque Nativo Adulto-Renoval | 420,60 | 18,34 |
| | | | Renoval | 1053,63 | 45,94 |
| Totales | 2293,4 | 100 | | 2293,4 | 100 |

Los cambios se pueden observar en el Cuadro 12, el cual indica que la clasificación Bosque Nativo Adulto - Renoval presenta un 18,34% correspondiente a 420,60 ha lo cual difiere con lo que se estipula en el catastro.

4.3.6 Categoría de Uso Bosque Nativo Adulto

En la clasificación Bosque nativo adulto, de una superficie total de 31,82 ha (100%), hubo una coincidencia de 38,22% (12,16 ha) entre ambas cartografías, representado gráficamente en la Figura 11.

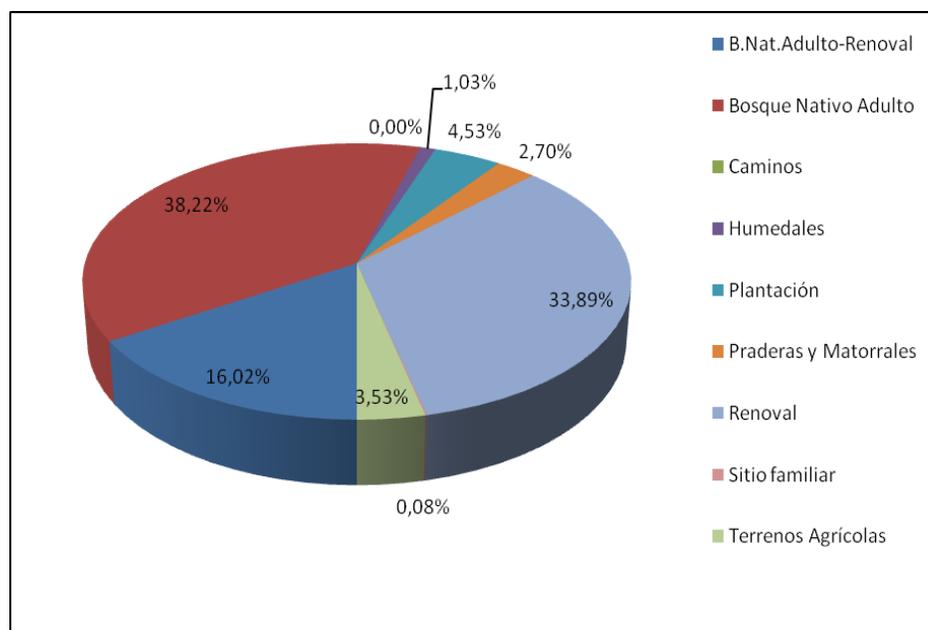


Figura 11. Distribución de superficies, Bosque nativo adulto, en relación al área de estudio total de 22.584 ha

Se puede observar en el Cuadro 13 el resumen de los cambios presentes en ésta categoría. Se destaca los cambios a las clasificaciones Bosque Nativo Adulto- Renoval y Renoval; estas diferencias se pueden producir debido a la superficie mínima cartografiada

utilizada en ambas cartografías: el catastro utiliza superficies sobre 4 ha, por lo que rodales menores a este parámetro son determinadas por la clasificación con mayor cobertura.

Cuadro 13. Cambios uso de suelos en la clasificación Bosque Nativo Adulto.

| Catastro 2007 | Sup. (ha) | % | CONADI 2011 | Sup. (ha) | % |
|---------------------------------|----------------------|------------|------------------------------|----------------------|------------|
| Bosque Nativo Adulto | | | Caminos | 0,00 | 0,00 |
| | | | Sitio familiar | 0,02 | 0,08 |
| | | | Humedales | 0,33 | 1,03 |
| | | | Praderas y Matorrales | 0,86 | 2,70 |
| | 31,8 | 100 | Terrenos Agrícolas | 1,12 | 3,53 |
| | | | Plantación | 1,44 | 4,53 |
| | | | Bosque Nativo Adulto-Renoval | 5,10 | 16,02 |
| | | | Renoval | 10,78 | 33,89 |
| | | | Bosque Nativo Adulto | 12,16 | 38,22 |
| Totales | 31,8 | 100 | | 31,8 | 100 |

4.4 Comparación de Cartografías

Como producto de los ajustes espaciales e intersección de coberturas, se obtuvo los mapas que a continuación se presentan. De una superficie total de 22.584 ha, se optó por presentar la comuna de Purén, sobre la base del mayor número de comunidades que abarcó la imagen de estudio; para visualizar de forma gráfica el detalle que posee la cartografía predial, información desarrollada en el “*Estudio evaluación socio – productivo de tierras adquiridas por el fondo de tierras y aguas CONADI*” (CONADI-UFRO, 2011)⁷ y contrastar la información con respecto a la proporcionada por el Catastro de Recursos Vegetacionales de la Región de La Araucanía

⁷ Comunicación personal

El Cuadro 14 reseña la información de las comunidades incluidas en la comparación detallada que se muestra.

Cuadro 14. Detalle de propietarios y superficies, sector sur de la Comuna de Purén.

| Comuna | Propietarios | Superficie (ha) |
|---------------|---------------------|------------------------|
| Purén | Rosa Huenupu | 7 |
| Purén | Isabel Colipi | 8 |
| Purén | Antonio Ancamilla | 93 |
| Purén | Jose Demuleo | 119 |
| Purén | Pascual Huenupi | 285 |
| Total | | 513 |

Las Figuras 12 y 13 muestran la información de uso actual presente en el sector sur de la comuna de Purén, seleccionando un área de 513 ha, representando a 5 comunidades. Se puede apreciar la diferencia entre los dos mapas, evidenciando el detalle al que es posible llegar con una cartografía predial, no así la cartografía realizada a nivel regional, que podría estar afectada a errores típicos de fotointerpretación.

Esta diferencia se debe en mayor parte a las unidades mínimas cartografiadas que fueron utilizadas en ambas cartografías, además de los posibles errores por extrapolación, considerando que en el catastro la superficie que realmente fue controlada es inferior al 50%, en tanto para la cartografía realizada para CONADI se controló en terreno un porcentaje muy cercano al 100% de los predios y sus polígonos, entregando mayor exactitud debido al detalle presente en esta.

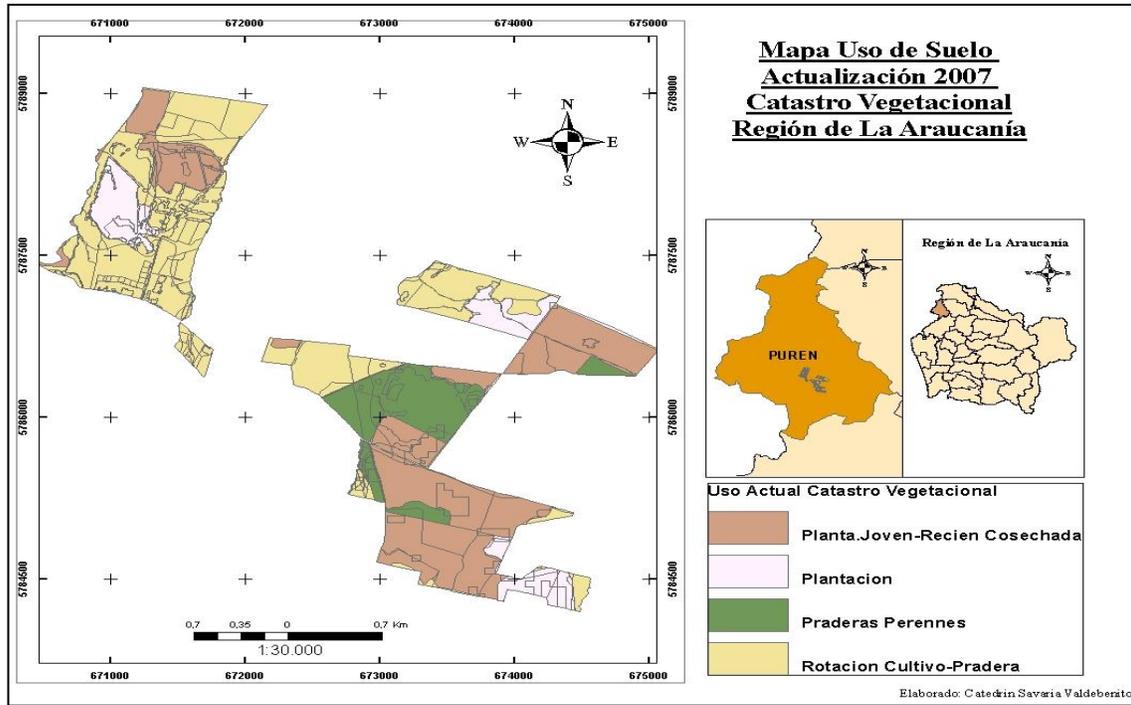


Figura 12. Mapa de uso de suelo, actualización 2007 catastro vegetacional para la comuna de Purén, Región de La Araucanía. Elaboración propia.

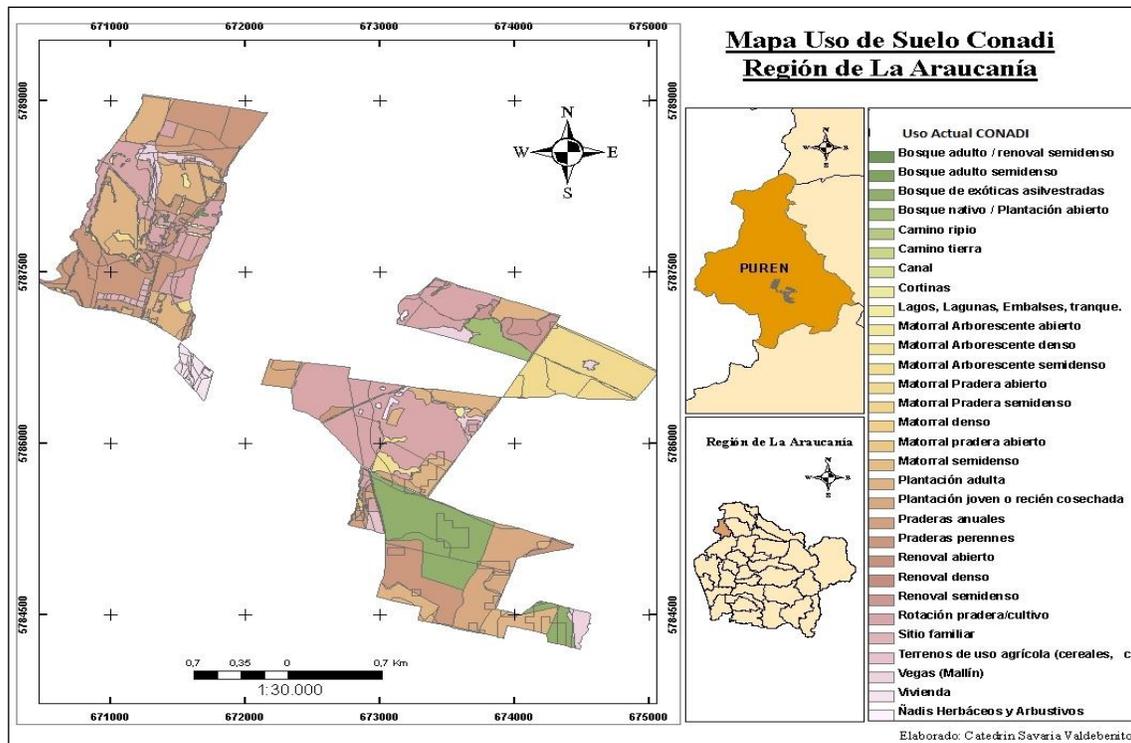


Figura 13. Mapa de uso actual comunidades CONADI, comuna de Purén, Región de La Araucanía. Elaboración propia.

A modo de ejemplo se presentan en la figura 14 dos imágenes cartográficas que fueron utilizadas en ambos estudios, correspondiente a una fotografía aérea perteneciente a la carta IGM G046 del año 2007 y la otra imagen de igual resolución proporcionada por Google Earth del año 2010. Es posible observar que la diferencia visual de ambas imágenes es muy sutil, fundamentalmente dada por los usos del suelo que poseen mayor dinámica, como son los suelos de uso agrícola y plantaciones forestales con especies exóticas.



Figura 14. Imágenes utilizadas en la actualización del catastro (izquierda) y en la cartografía CONADI (derecha).

En la imagen utilizada para la actualización del catastro 2007 las categorías de uso asignadas fueron: Plantaciones, Plantaciones jóvenes o recién cosechadas y Rotación cultivo pradera. En cambio, en la imagen utilizada para la cartografía de CONADI, se incluyen otros usos como Matorrales, Sitios de uso familiar y Praderas perennes. Estas diferencias se deben al pasar de los años y al crecimiento de masas naturales en el transcurso del tiempo.

Esta comparación permite evidenciar el nivel de detalle presente en la clasificación proporcionada en la cartografía predial, la cual incluye las superficies menores a 4 ha; esto se puede constatar observando la imagen del 2010, en la que aparece una formación de matorral dentro de plantaciones adultas, optando por clasificar en dos usos diferentes; por el contrario si esta situación se presenta en el catastro, el criterio utilizado es que la superficie de matorral sea parte del uso de suelo plantación, aumentando este uso su superficie, debido a que corresponde a una superficie inferior a la unidad mínima cartografiable.

La representación de superficies en porcentajes de las comunidades antes mencionadas pertenecientes a la comuna de Purén, se pueden observar en la figura 15. Nos permite evidenciar que ambas cartografías presentan pequeñas diferencias de superficie en el mismo uso, en este caso terrenos agrícolas, estos cambios pueden ser debido a que estas tierras se podrían haber habilitado para plantaciones forestales, además de cambios desde un cultivo agrícola a plantación.

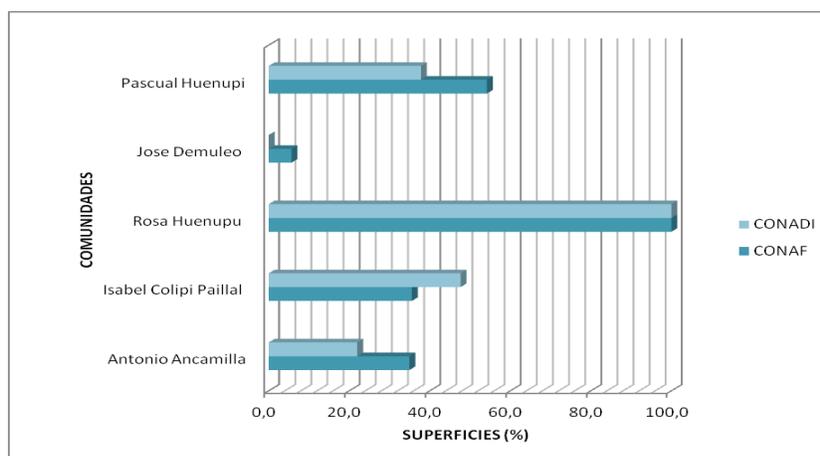


Figura 15. Comparación de superficies (%) para el uso de suelo Terrenos Agrícolas.

Como se aprecia en el cuadro 15, la categoría Terrenos agrícolas no presenta cambios significativos; las diferencias que se presentan entre las superficies de ambas

cartografías van desde 13% hasta un 16% como máximo. Estas diferencias se podrían deber a cambios en los límites cartográficos, además de considerar los cambios producidos por la habilitación de estos terrenos para plantaciones forestales.

Cuadro 15. Resumen de superficies por propietarios en el uso de suelo Terrenos agrícolas.

| Comunidades | CONAF Sup. ha | % | CONADI Sup. Ha | % |
|-----------------------|------------------|-------|-------------------|-------|
| Isabel Colipi Paillal | 2,8 | 35,6 | 3,8 | 47,7 |
| Rosa Huenupu | 6,6 | 100,0 | 6,6 | 100,0 |
| Jose Demuleo | 6,8 | 5,7 | 0,0 | 0,0 |
| Antonio Ancamilla | 32,7 | 35,0 | 20,5 | 22,0 |
| Pascual Huenupi | 154,6 | 54,2 | 107,9 | 37,8 |

En el caso de la categoría Praderas y Matorrales, las superficies porcentuales están representadas en la Figura 16. Se puede observar que existen diferencias entre las superficies; algunos factores que pueden explicar estas variaciones son el posible aumento de masas naturales como también la disminución de vegetación debido a incendios forestales o quemas legales realizadas en la zona.

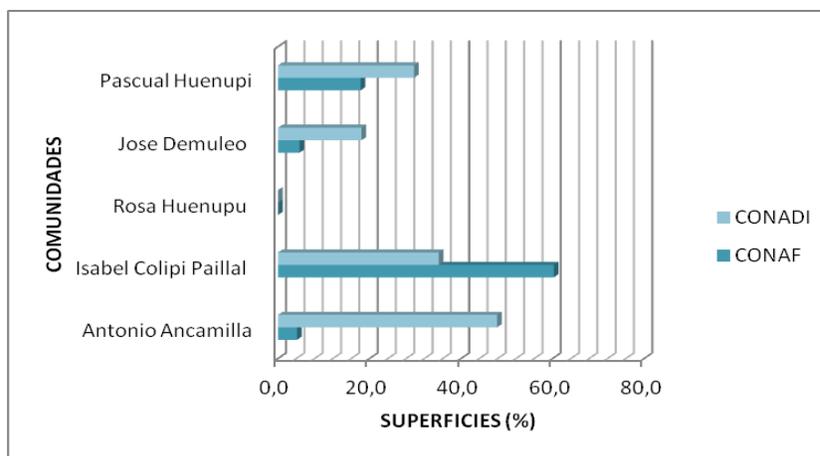


Figura 16. Comparación de superficies (%) para el uso de suelo Praderas y Matorrales.

En el Cuadro 16 se presenta el resumen de superficies por propietario para el uso de suelo Praderas y matorrales, en el caso de las comunidades: Antonio Ancamilla, José Demuleo y Pascual Huenupi, se observa un aumento de superficie de un 43,7 %, 13,6 % y 11,6% respectivamente. Esto puede deberse al aumento de vegetación de forma natural producido por el abandono de algunos terrenos dejando que avancen las formaciones de matorrales. En caso de la comunidad Isabel Colipi se evidencia una disminución de un 25,2% en superficie, lo que podría deberse a eliminación de vegetación por incendios, quemas forestales, habilitación de terrenos para uso agrícola o forestal.

Cuadro 16. Resumen de superficies por propietarios en el uso de suelo Praderas y Matorrales.

| Comunidades | CONAF Sup. ha | % | CONADI Sup. Ha | % |
|-----------------------|--------------------------|----------|---------------------------|----------|
| Rosa Huenupu | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Antonio Ancamilla | 3,9 | 4,2 | 44,7 | 47,9 |
| Isabel Colipi Paillal | 4,8 | 60,3 | 2,8 | 35,1 |
| Jose Demuleo | 5,6 | 4,7 | 21,8 | 18,3 |
| Pascual Huenupi | 51,5 | 18,1 | 84,8 | 29,7 |

En la figura 17 se presentan las superficies en porcentaje por cada comunidad en la categoría Bosque, mostrando que se produce tanto disminución como aumento de superficies en este uso de suelo. La variabilidad de estas cifras se debería a los cambios ocurridos en el tiempo, considerando que los bosques presentan una dinámica que puede ser modificada por factores naturales o artificiales.

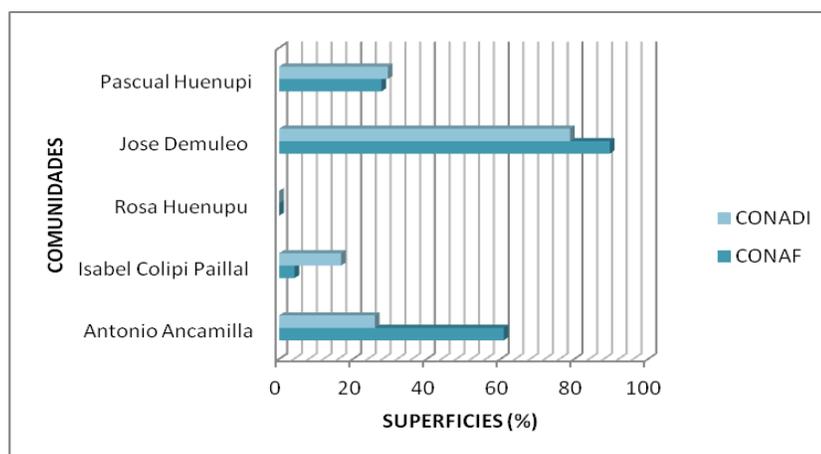


Figura 17. Comparación de superficies (%) para el uso de suelo Bosque.

En el cuadro resumen (Cuadro 17) se puede ver claramente las diferencias porcentuales que muestra la categoría de uso de suelo Bosque, puesto que las comunidades Antonio Ancamilla y José Demuleo presentan una disminución de 35% y 10,8% respectivamente; por el contrario, las comunidades Isabel Colipi y Pascual Huenupi muestran un aumento de 12,6% y de 1,7%. Se puede conjeturar que el aumento de superficie en la clasificación bosque podría deberse a los incentivos que el estado proporciona a pequeños propietarios para la forestación, además de los manejos silvícolas realizados en bosque nativo. Es posible destacar que las diferencias que existen son principalmente debido a que las cartografías fueron realizadas en diferentes escalas, además de la variación de años y estacionalidad.

Cuadro 17. Resumen de superficies por propietarios en el uso de suelo Bosque.

| Comunidades | CONAF Sup. ha | % | CONADI Sup. Ha | % |
|-----------------------|------------------|------|-------------------|------|
| Rosa Huenupu | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Isabel Colipi Paillal | 0,3 | 4,2 | 1,3 | 16,8 |
| Antonio Ancamilla | 56,9 | 60,9 | 24,2 | 25,9 |
| Pascual Huenupi | 79,2 | 27,8 | 84,1 | 29,5 |
| Jose Demuleo | 107,0 | 89,6 | 94,1 | 78,8 |

5. CONCLUSIONES

La metodología de este estudio sirvió para constatar que la información aportada por el “Catastro de uso de suelo y vegetación, período 1993-2007. Monitoreo y actualización región de La Araucanía”, al ser comparada con cartografía a escala predial de mayor grado de detalle, como es la realizada para el “Estudio evaluación socio – productivo de tierras adquiridas por el fondo de tierras y aguas CONADI”, presenta importantes similitudes con énfasis en categorías como Bosque Nativo; a pesar de la diferencias en los años en los cuales fueron realizados ambos estudios, las clasificaciones realizadas presentan una buena correlación.

Cabe destacar la importancia del ajuste cartográfico para la obtención de los resultados permitiendo una comparación de ambas cartografías, según los datos de uso actual de suelo y superficie, para así identificar las similitudes y los cambios presentes en las categorías de uso de suelo en el periodo 2007-2011. Este proceso de homogenización de capas cartográficas se realizó mediante la utilización de herramientas proporcionadas por el software ArcGIS 9.3.

Este estudio, además, reflejó algunos de los errores que comúnmente se cometen al realizar una cartografía, tales como: errores introducidos durante el procesamiento de datos (digitalización), discrepancias en la clasificación debido a efectos temporales (incendio, pastoreo), estación del año (primavera, otoño) y variabilidad estacional (sequía, heladas). En este caso podemos identificar que las diferencias que existieron se deben principalmente a la diferencia de años en los que fueron realizados los estudios (2007-2011), además de los cambios de usos ocurridos debido a la habilitación de terrenos agrícolas para plantaciones forestales, crecimiento de masas naturales, crecimiento de plantación joven a adulta e intervenciones silvícolas en bosque nativo, propio de la dinámica espacio-temporal de los diferentes usos del suelo en un periodo de cinco años.

Dentro de los factores relevantes que se aprecia en esta comparación es que las cartografías son a nivel regional (CONAF) y predial (CONADI), por lo tanto, las unidades mínimas varían entre ambos estudios: para el catastro es de 4 ha, en cambio la cartografía predial consideró todos los polígonos menores a 4 ha obteniendo mayor detalle en la clasificación; aun así la coincidencia a simple vista es mayor de lo que se podría esperar, corroborando que la información del catastro es confiable y que al compararla con estudios recientes aún sigue manteniendo una mínima diferencia en superficies y clasificaciones.

Al realizar el análisis de las superficies por categorías de uso de suelo utilizando análisis bivariado, se demostró que la categoría que presentó la mejor correlación es Bosque Nativo, que muestra un $R^2 = 0,90$; esto significa que el modelo lineal es apropiado para referirse a la relación entre las variables, en este caso las variables Catastro y CONADI, indicando que las diferencias en cuanto a clasificación y superficies son mínimas. La clasificación realizada en la cartografía predial de CONADI se ejecutó con un control en terreno de casi un 100% y con imágenes actualizadas al año 2010, entregando información detallada de los usos de suelo en la actualidad; estos datos presentan una gran coincidencia con lo establecido por el “Catastro de uso de suelo y vegetación, período 1993-2007. Monitoreo y actualización región de La Araucanía”, validando aun más la información entregada por el catastro.

6. RESUMEN

Con el fin de obtener un mayor conocimiento del patrimonio natural, en el año 1997 la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) con el apoyo del Banco Mundial, contribuyeron con el proyecto “Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile”. La información proporcionada por el Catastro es periódicamente actualizada por CONAF, según lo indicado en la Ley 20.283. Con el propósito de evaluar la exactitud de la clasificación elaborada para la actualización del catastro del año 2007, se comparó con la cartografía actualizada al año 2010 perteneciente al “Estudio evaluación socio – productivo de tierras adquiridas por el fondo de tierras y aguas CONADI”; dichas cartografías se presentan a diferente escala, una regional y otra predial, por lo tanto con distintas unidades mínimas cartografiadas. Para la comparación y evaluación de la exactitud se necesitó crear una cubierta que incluía la intersección de las bases CONADI y Catastro; el nuevo archivo fue procesado en el software de análisis estadístico JMP 8 y como resultado se obtuvo un análisis bivariado por cada uso de suelo; además, el archivo se empleó en las comparaciones de distribución de superficies por uso de suelo, finalizando con la comparación visual de imágenes utilizadas para la elaboración de la actualización del catastro y de la cartografía para CONADI. Los resultados indicaron que ambas cartografías presentaron una buena correlación entre las variables analizadas, principalmente en la categoría de bosque nativo, con un $R^2 = 0,90$, lo que indica que ambas cartografías presentan similitudes a pesar de la diferencia de estacionalidad y años en que fueron realizadas.

7. SUMMARY

For better understanding the natural patrimony, in 1997 the Forest National Service (CONAF) and National Committee of Environment (CONAMA), with the World Bank' support, contributed to the project "Cadastral and evaluation of native vegetal resources of Chile". The information provided by Cadastral is periodically updated by CONAF, according to the law N° 20.283. To evaluate the accuracy of the classification made in the context of the cadastral update in 2007, it was compared with a 2010's updated cartography, which belongs to a CONADI research, both being in different scale, a regional one and a predial one, having different minimum mappable units. A cover including the intersection of the Cadastral and CONADI basis was used to compare and evaluate of the accuracy; this new file was processed with statistical software JMP8 and as result a bivariated analysis was obtained for each land use category, concluding with a visual comparison of the images used to the elaboration of the updated cartography of the Cadastral and CONADI research. The outcomes indicates that both cartographies presented a good correlation between the analyzed variables, mainly in the native forest category, with a $R^2 = 0.90$, wich indicates that both Cadastral and CONADI cartographies show similarities despite the difference of seasonality and the time elapsed between the preparation of both.

8. LITERATURA CITADA

Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo (AIFBN). Inquietud por conclusiones de catastro de recursos vegetacionales nativos. Agosto, 2011. http://www.bosquenativo.cl/index.php?option=com_k2&view=item&id=696:inquietud-por-conclusiones-de-catastro-de-recursos-vegetacionales-nativos-entregados-por-el-gobierno&Itemid=51

CONAF. 2011a. Aumentan Bosques en Chile, revela Catastro Vegetacional. Chile Forestal (Chile). 356(1): 6-9.

CONAF. 2011b. Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Monitoreo de cambios y actualizaciones periodo 1997-2011. Santiago, Chile. 30 p.

CONAF/CONAMA/BIRF. 1999a. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. Santiago, Chile. 8 p.

CONAF/CONAMA/BIRF. 1999b. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe regional novena región. Santiago, Chile. 88 p.

CONAF/MINAGRI/CONAMA. 2009. Catastro de uso de suelo y vegetación, período 1993-2007. Monitoreo y actualización región de La Araucanía. Santiago, Chile. 30 p.

Congalton, R. 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. Remote Sens. Environ (EE.UU). 37:35-46.

Chuvieco, E. 1995. Fundamentos de teledetección espacial. Segunda edición. Ediciones Rialp S.A. Madrid. 451 p.

Cruz, G. 2010. Cartografía de la Vegetación como base de Planificación. Planificación de Uso y Conservación de Ecosistemas Naturales. Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de postgrado. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 63 p.

Dirección Meteorológica de Chile. 2001. Climatología Regional. Departamento de Climatología Conservación de Ecosistemas Naturales. Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de postgrado. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 63 p.y Meteorología. Santiago, Chile. 45 p.

Etienne, M., Prado, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Universidad de Chile, Ciencias Agrícolas N° 10. 120 p.

François, J., Reyes, J., Pérez, A. 2003. Evaluación de la confiabilidad temática de mapas o de imágenes clasificadas: una revisión. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM (México). 51: 53-72.

Instituto Forestal (INFOR). 2013. Memoria 2012, Instituto Forestal. Santiago, Chile. 53 p.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2007. División Político Administrativa y Censal. Temuco, Chile. 24 p.

Martín, Q., Cabero, M. 2008. Tratamiento estadístico de datos con SPSS. Thomson Editores. Madrid, España. 596 p.

Martinez, E. 2005. Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. Anuario Jurídico y Económico Escurialense. San Lorenzo del Escorial, España. ISSN: 1133-3677: 315-332.

Pita S., Pértega S. 2001. Relación entre variables cuantitativas. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Juan Canalejo. Coruña (España). 4: 141-144.

Sandoval, V., Real, P., Vergara, G y Trincado, G. 2002. Desarrollo de un Sistema de Información Geográfico Forestal en Chile. Bosque (Chile.). 23(1): 91-99.

Sobrino, J. 2000. Teledetección. Primera edición. Universitaria de Valencia. Valencia España. 467 p.

Universidad Austral de Chile. 2012. Superficie de bosque natural sustituida por plantaciones industriales, post año 1994 al 2011, en el patrimonio ubicado en las regiones XIV de Los Ríos y X De Los Lagos Empresa MASISA S.A. Laboratorio de Geomática.

Universidad de Chile. 2010. Informe País, Estado del medio ambiente en Chile 2008. Geo Chile. Edición y corrección, Centro de Análisis de Políticas Públicas. Santiago de Chile.

Vicente, J., Behm, V. 2008. Consulta, Edición y Análisis Espacial Con ArcGis 9.2. Tomo I: Teoría. Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente. Valladolid, España. 110 p.

9. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Confusión para Polígonos extrapolados durante el proceso de actualización 2007.

| Uso de Suelo | Uso de Suelo | | | | | | | | | | | | | T. Fila | P. Usuario | E. Comisión |
|---------------------|--------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|------------|------------|-------------|
| | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 4.1.1 | 4.1.2 | 4.2.1 | 4.2.2 | 4.2.3 | 4.3.1 | 4.2.4 | 5.0 | 6.0 | | | |
| 3.1 | 33 | 2 | | | | 1 | | | | | | 1 | | 37 | 89 | 11 |
| 3.2 | | 6 | | | | | | 1 | | | | | | 7 | 83 | 16 |
| 3.3 | | | 22 | | | 1 | | | | | | | | 23 | 95 | 4,5 |
| 3.4 | | | 1 | 23 | | | | 1 | | 1 | | | | 26 | 87 | 13 |
| 4.1.1 | | | | | 186 | | | 1 | | 3 | | | | 190 | 98 | 2 |
| 4.1.2 | 1 | 1 | | | | 70 | | | | | | | | 72 | 96 | 4 |
| 4.2.1 | | | | | | | 11 | | | | | | | 11 | 100 | 0 |
| 4.2.2 | | | | | | 1 | | 111 | | 1 | | | | 113 | 99 | 1 |
| 4.2.3 | | | | | | | | | 7 | | | | | 7 | 100 | 1 |
| 4.3.1 | | | | | | | | 1 | | 16 | | | | 17 | 94 | 6 |
| 4.2.4 | | | | | | | | | | | 23 | 1 | | 24 | 96 | 4 |
| 5.0 | | | | | | | | | | | | 3 | | 3 | 100 | 0 |
| 6.0 | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 | 100 | 0 |
| T. Columna | 34 | 9 | 23 | 23 | 186 | 73 | 11 | 115 | 7 | 21 | 23 | 5 | 4 | 534 | | |
| P. Productor | 98 | 50 | 96 | 100 | 100 | 96 | 100 | 97 | 100 | 69 | 100 | 33 | 100 | | | |
| E. Omisión | 2 | 50 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 31 | 0 | 66 | 0 | | | |
| E. Global | 0,964 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C. Kappa | 0,88 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Monitoreo y actualización región de La Araucanía CONAF, 2009.

1 Pradera

3.2 Matorral Pradera

3.3 Matorral

3.4 Matorral Arborescente

4.1.1 Plantación

4.1.2 Plantación joven o recién cosechada

4.2.1 Bosque Adulto

4.2.2 Renoval

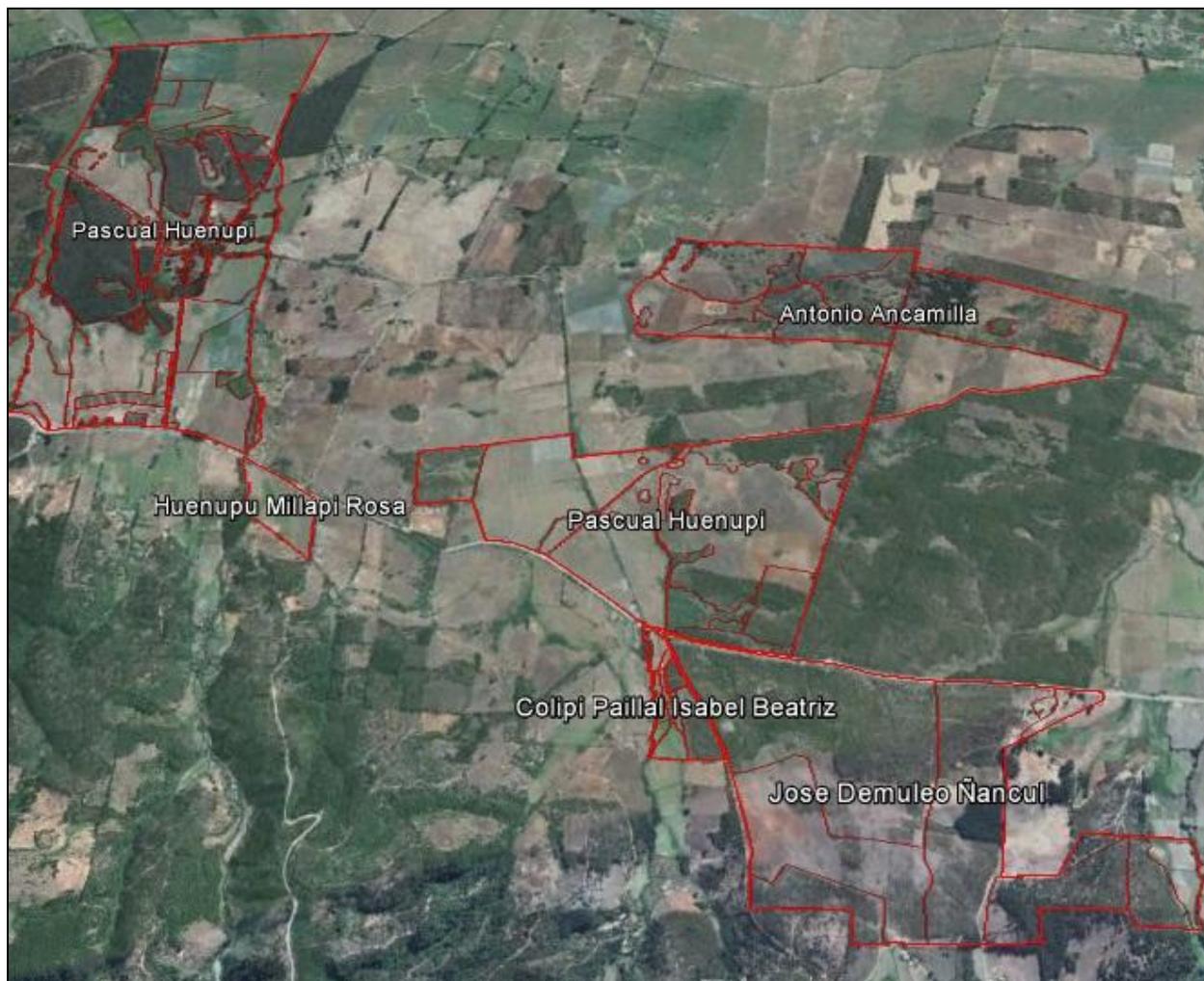
4.2.3 Bosque Adulto-Renoval

4.2.4 Bosque Achaparrado

4.3.1 Bosque Nativo-Plantación

5.0 Humedales

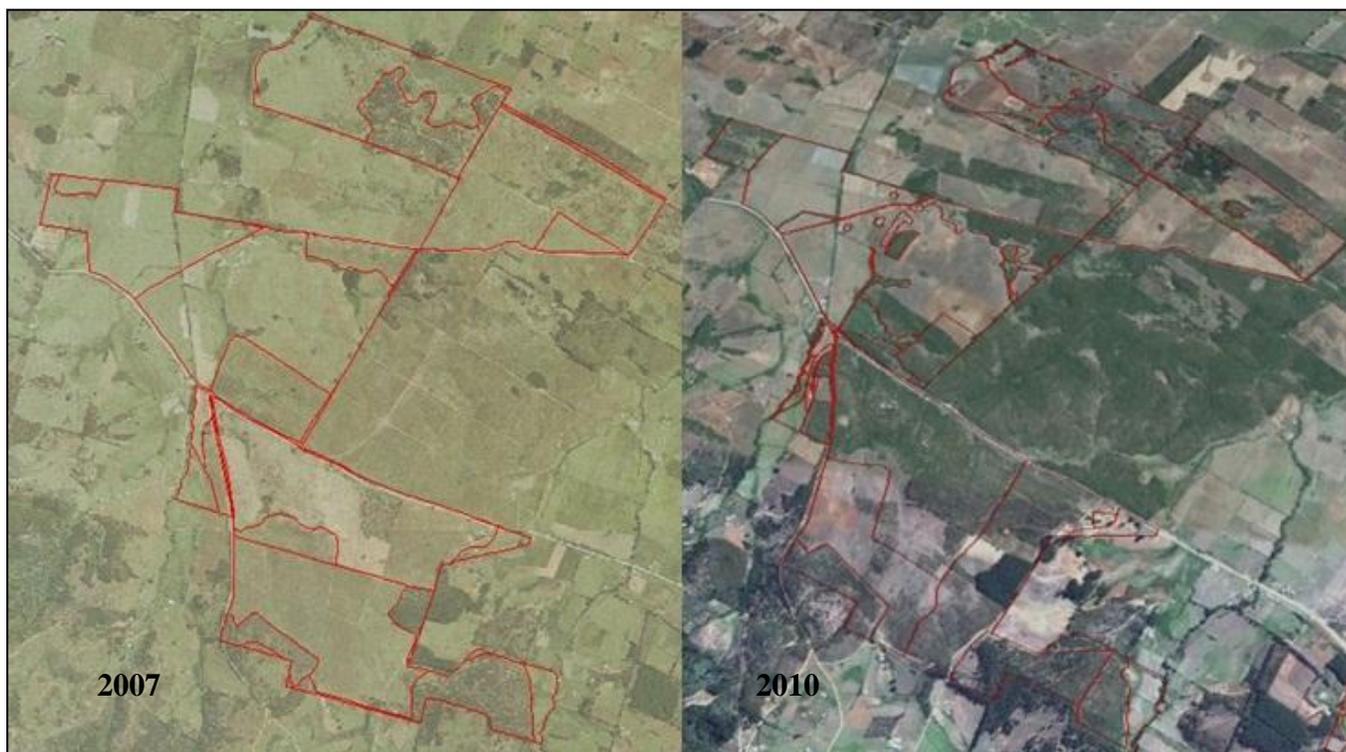
6.0 Áreas Desprovistas de Vegetación



Anexo 2. Ubicación de predios de las comunidades analizadas en la comuna de Purén.
Fuente: Google Earth 2013.



Anexo 3. Imagen carta IGM G046 utilizada para la elaboración de la actualización catastro 2007 para la comuna de Purén, Región de La Araucanía. Fuente: Actualización catastro 2007, Región de La Araucanía



Anexo 4. Imágenes utilizadas en la actualización del catastro año 2007 y para la elaboración de cartografía para CONADI año 2010.