

Determinación y análisis de áreas de potencial conflicto en el uso del suelo en el ejido municipal de San Carlos de Bariloche, Río Negro, Patagonia, Argentina, utilizando la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

María Andrea Dzenoletas

Resumen

El objetivo de este trabajo es la identificación y el análisis de las áreas con aptitud potencial para el desarrollo de actividades de producción primaria, expansión del uso urbano y conservación de vegetación nativa, a partir de la obtención de mapas de aptitud continua y posteriormente sus combinaciones tendientes a identificar las localizaciones de las áreas de potencial conflicto entre dichos usos en el ejido de San Carlos de Bariloche.

La metodología propuesta utilizando la Evaluación Multicriterio (EMC) integrada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) proporciona el marco adecuado para la integración de los distintos factores (medio ambiente, economía y sociedad) que intervienen en la aptitud del suelo para cada uso.

La EMC permitió simular correctamente las pautas espaciales de evolución real producida sobre el objeto de estudio, el espacio ambiental urbano a lo largo de la investigación, identificar y valorar cada alternativa, realizar consultas a expertos y volver a reorientar la evaluación, sin alejarse del objetivo propuesto a lo largo del proceso de decisión.

La aplicación del modelo de resolución estandarizada, denominado *Land Use Conflict Identification Strategy (L.U.C.I.S.)* fue propuesto en este trabajo, como un nuevo avance en el análisis espacial y permitió la detección de áreas de potenciales conflictos a partir de un estudio de localización, brindando una imagen anticipada de los cambios del uso del suelo y estimando aquellos futuros conflictos.

Finalmente se demuestra que la combinación de la EMC y el modelo *L.U.C.I.S.* integrados en un SIG se constituyen en interesantes herramientas para el análisis de las complejas situaciones, capaces de asistir en los procesos de planificación territorial, gestión ambiental y en la toma de decisiones en términos de desarrollo sustentable.

Palabras clave: Evaluación multicriterio. SIG. Conflictos. Uso del suelo. Modelo *L.U.C.I.S.*

Abstract

The objective of this thesis is to identify and analyze suitable potential urban areas to develop primary production activities, urban use expansion as well as nature conservation features through continuous mapping of competence which on combination tend to locate possible conflictual areas among the urban activities mentioned in San Carlos de Bariloche City.

The method of Multi-Criteria-Evaluation (MCE) joined to the Geographic Information System (GIS) provides the right framework for integrating environmental, economic and social factors involved in the soil competence for each activity.

The MCE allowed to correctly simulate the spatial patterns of the real evolutionary development on the object of research, urban environment, identifying and assessing each alternative, consulting experts and re-orientating the assessment itself while keeping its aim throughout the decision-making process.

The standard resolution model applied, called *Land Use Conflict Identification Strategy (L.U.C.I.S.)* was proposed in this thesis as a new progress in spatial analysis and it allowed the detection of potential conflictual areas from a study of localization providing and early picture of the changes in the use of land and previewing those possible future conflicts.

Finally, it has been proved that the combination of MCE and the *L.U.C.I.S.* as part of a GIS becomes an interesting tool at complex situational analysis. These methods are functionally useful in regional environmental planning processes management and decision making on terms of sustainable development.

Keywords: Multi-Criteria Evaluation. GIS. Conflicts. Land Use. *L.U.C.I.S.*

María Andrea Dzenoletas (dzendoletasma@comahue-conicet.gob.ar , dzendoletasma@gmail.com). Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA - CONICET). Grupo de Estudios Ambientales, GEA. Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue. Quintral 1250. San Carlos de Bariloche. Río Negro. Argentina.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de San Carlos de Bariloche, como tantas otras ciudades de tamaño intermedio de Argentina y de América Latina tuvo en las últimas décadas un acelerado crecimiento demográfico acompañado por una rápida expansión urbana con ocupación del espacio y construcción de infraestructuras. Este proceso de crecimiento urbano afectó a los ambientes naturales produciendo modificaciones sobre el soporte natural (vegetación) y favoreciendo la fragmentación del hábitat. A partir de esta situación, resulta necesario elaborar estrategias que prioricen el ordenamiento territorial compatibilizando el crecimiento y expansión de la ciudad junto con las demandas de conservación del medio natural y la calidad de vida de sus habitantes.

Conocer y analizar las áreas urbanas a escala municipal que presentan conflictos a futuro, permitiría movilizar mecanismos de toma de conciencia, gestión y planificación que posibiliten tender a una ciudad sustentable.

Los objetivos de este trabajo son: a) Determinar y analizar la distribución espacial de las áreas de potenciales conflictos en el uso del suelo entre los espacios ambiental urbano, de producción primaria y conservación en el ejido municipal de San Carlos de Bariloche y b) Demostrar que la Evaluación Multicriterio (EMC) integrada en un SIG y aplicada al problema local constituye una herramienta de gran importancia y utilidad para la planificación y la gestión ambiental. Esta herramienta permite trabajar con la complejidad que presenta el ambiente, determinado por la intervención de múltiples variables que actúan simultáneamente junto con las acciones humanas y en respuesta a ellas. La EMC integrada en un SIG permite la realización de los objetivos propuestos en este trabajo, mediante la identificación y el análisis de las áreas con aptitud para el desarrollo de actividades de producción, conservación y uso urbano con la obtención de mapas continuos de aptitud, y posteriormente la localización de las áreas de potencial conflicto entre dichos usos.

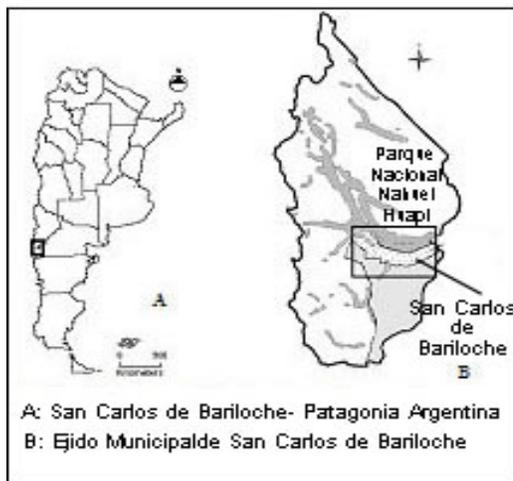
Se utilizará el modelo de resolución estandarizada, denominado Land Use Conflict Identification Strategy (*L.U.C.I.S.*) desarrollado por Carr y Zwick (2007), que permite la identificación empírica de áreas potenciales de conflicto entre los diferentes usos del suelo. Las fases de aplicación de esta metodología se realizan siguiendo la sistematización desarrollada por Buzai y Baxendale (2007 y 2008) basadas en las técnicas de EMC con SIG.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio comprende el ejido municipal de San Carlos de Bariloche, que se extiende en una faja de ancho variable a lo largo de la margen sur del lago Nahuel Huapi, provincia de Río Negro, noroeste de la Patagonia Argentina, entre los 71° 35'40" W, 41° 01'40" S y 71° 07'41" W, 41° 13'12" S. (Figura 1). La extensión del ejido alcanza 45 km. de longitud en el sentido oeste-este y 9 km. de ancho máximo norte-sur, con una superficie de 22652 ha. y se encuentra enmarcado dentro del Parque Nacional Nahuel Huapi. Presenta un relieve de colinas y planicies, con orientación norte-noreste, con una cota promedio que apenas supera en 78 m el nivel medio del lago (765 m.s.n.m.) y pendientes medias de 4 a 6°.

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio



Análisis de Evaluación Multicriterio (EMC)

El análisis de EMC se desarrolla a partir de la información básica compuesta por las variables en formato cartográfico que sirven de criterios para realizar los procedimientos de evaluación, estos son de dos tipos: los que presentan valores continuos de aptitud en cada variable para asignar el uso del suelo que se intenta ubicar, llamados *factores*; y las capas temáticas que actúan con el propósito de limitar los resultados en un sector específico del área de estudio, denominadas *res-*

tricciones. Cómo se caracteriza o valora un criterio es de trascendental importancia, ya que de él dependerá el resultado final del proceso de evaluación.

A partir de la selección de variables se elaboran los criterios y restricciones que a través de distintas formas de combinación, permitirán alcanzar los resultados. Se trata de la decisión entre diferentes alternativas o posibilidades de selección. La combinación de variables en factores se produce dentro de la “regla de decisión”, que es parte esencial de la investigación, siendo indispensable un conocimiento preciso de las características del área de trabajo y del objeto de estudio, el *espacio ambiental urbano*, sobre el cual se realiza la evaluación.

La decisión locacional

A partir de la utilización de capas–criterio para el apoyo a la resolución de problemas de localización espacial de actividades, el tipo de evaluación a desarrollar en este trabajo, será **uniobjetivo y multicriterio** y se planteará una alternativa, por ejemplo: “determinar las áreas con mayor aptitud para conservación” (uniobjetivo) y varias capas-criterios (multicriterio). Esta técnica permite encontrar la mejor solución de asignación ante la posibilidad de varias alternativas de naturaleza complementaria o conflictiva en relación con el uso del suelo.

El propósito de la aplicación de las técnicas EMC dentro del SIG es alcanzar, por este procedimiento, una valoración sobre la capacidad del territorio en relación con ciertas funciones o actividades, que se seleccionan como objetivos concretos de la evaluación. Además, se basa en otros conceptos ampliamente experimentados en la evaluación y ordenación espacial: el de *aptitud* (que resume el grado de adaptación del medio a los requerimientos del objeto para el que es evaluado) y el de *restricciones* (*los factores que son incompatibles con el objeto*).

La EMC es un proceso en el cual la decisión (elección de variables y su valoración), se va construyendo a través de una progresiva delimitación y clasificación de los criterios, las bases de los “juicios de valor” aplicados y del análisis en función de ellos y de las alternativas reales. Las ventajas de este tipo de EMC en un SIG se basan en poder resolver la interrelación de las diversas variables del territorio utilizadas simultáneamente (Gómez y Barredo, 2006).

Modelo de resolución

1. Definición de los objetivos:

Se considera que cada localización puede tener tres posibilidades potenciales de ocupación de usos del suelo, las cuales pueden estar dedicadas a actividades urbanas, de conservación o producción. Cada una de estas tiene como meta la maximización de oportunidades, el uso urbano considera la expansión residencial, el uso agrícola o forestal¹ para la expansión de plantaciones y el uso de conservación, en este caso entendido como protección de las áreas con bosques nativos.

2. Recopilación y confección la base de datos geográfica:

Se realizó la recopilación de la información a partir de antecedentes y trabajos en el área de estudio. Para la confección de la base de datos, se seleccionó el trabajo de Pereyra *et al.* (2005) que presenta cartografía actualizada en formato digital. Las unidades de vegetación se elaboraron siguiendo los trabajos de Mermoz y Martín (1987) y de Dzendoletas *et al* (2006). El análisis de aptitud agroforestal se realizó de acuerdo a López *et al* (2002). La base de datos se estructuró a partir del análisis de la imagen satelital ASTER del área Bariloche, con combinación de bandas en una sub escena RGB (Rojo, Verde, Azul): 3 2 1 pertenecientes al subsistema VNIR, que posibilitó la clasificación y la diferenciación de las principales fisonomías presentes en el área de estudio, como base topográfica y de su Modelo Digital del Terreno (MDT) a escala 1:50.000. El sistema de referencia corresponde a la proyección UTM, zona 19 S y resolución espacial de 15 metros.

Mapas base

A partir del MDT se obtuvieron las capas: pendientes del terreno y orientación de laderas, en formato raster y la capa curvas de nivel en formato vectorial. Los mapas seleccionados (Pereyra *et al* 2005), fueron modificados de acuerdo al área de estudio. La base de datos inicial se estructuró a partir de las capas temáticas (layers) vectoriales: 1. urbano, 2. rutas, 3. suelos, 4. vegetación, 5. usos del suelo, 6. ríos, 7. lagos 8. curvas de nivel. Estas capas fueron convertidas a formato raster en el SIG IDRISI K². Todas presentan los siguientes parámetros: columnas:

¹ Se realiza el análisis de aptitud agroforestal como aplicación del modelo de resolución estandarizada L.U.C.I.S. La actividad forestal se desarrolla fuera del ejido de S. C. de Bariloche en jurisdicción provincial. La actividad agrícola es escasa y se centra en el cultivo de lavanda, fruta fina y hortalizas.

² Agradecemos el uso de la licencia IDRISI al Dr. Pablo Vigliano de la Universidad Nacional del Comahue.

2576, y filas: 1285. Cada capa se considera un tema diferente en el nivel cartográfico.

Análisis de aptitud

En este punto se conforma la regla de decisión, que se realiza de acuerdo a los objetivos enunciados y se desarrolla la metodología a través de la superposición de las capas temáticas en forma de *criterios* para la determinación de áreas con aptitud para uso *urbano, conservación y productivo (agro-forestal)* en el ejido municipal de San Carlos de Bariloche.

Cada capa temática representa un criterio que se transforma en un *factor* de aptitud al momento de reclasificar sus categorías de acuerdo al objetivo. Un mismo criterio utilizado para cada uno de los tres diferentes objetivos generará tres diferentes factores con valores de aptitud para la expansión del determinado uso del suelo. Los objetivos para determinar las diferentes áreas con aptitud se consideran como objetivos parciales de localización, necesarios para alcanzar la determinación de áreas de conflicto entre los distintos usos. Acorde con el método *L.U.C.I.S.* se considera una estandarización de aptitud continua (*ac*) en números enteros en el siguiente rango: $1 \leq ac \leq 9$. Se utilizan nueve valores para ponderar las categorías con el método de ranking recíproco (RRWM) de Malczewski (1999).

Aplicación de la evaluación multicriterio al caso de estudio

A partir de la base de datos inicial, se seleccionan las capas temáticas en formato raster que se consideran como criterios y de estos, derivaran los factores y restricciones. En este trabajo se presentará en forma conjunta la creación de factores para cada una de las tres EMC, necesarias para determinar las áreas de potencial conflictos en el uso del suelo.

Aptitud urbana, conservación y producción agro-forestal

Creación de factores

1. Altitud

Se considera que las “áreas con menor altitud del terreno tienen mayor aptitud para urbanización y para producción”. Se aplica estandarización continua *fuzzy* (255-0) lineal decreciente hasta 1000 metros. Para conservación, se considera que las “áreas con mayor altitud deben conservarse” se aplica estandarización continua *fuzzy* (0.255) lineal creciente de 750 a 2100 metros. Criterios: “Altitud de terreno”.

Tabla: 1

Criterio: 1				
ALTITUD DEL TERRENO				
		Aptitud para		
		Urbanización	Conservación	Producción
Categoría	Rango (m)	Valores		
1	750-800	9	7	9
2	800-850	8	8	9
3	850-900	7	8	8
4	900-950	5	8	7
5	950-1000	3	9	5
6	> 1000	0	9	0

2. Pendientes

Se considera que las áreas con “bajas pendientes tienen mayor aptitud para urbanización”. Se aplica estandarización continua *fuzzy* (0-255), lineal decreciente entre 0 y 48%, para producción las áreas con “bajas pendientes son las más aptas”. Para conservación se aplica estandarización continua *fuzzy* (0-255) lineal creciente, en “áreas con pendientes mayores de 15%”.

Tabla:2

Criterio: 2				
PENDIENTE DEL TERRENO				
		Aptitud para		
		Urbanización	Conservación	Producción
Categoría	Rango (%)	Valores		
1	0-5	9	4	9
2	5 a 10	8	5	8
3	10 a 15	7	6	2
4	15 a 20	6	7	0
5	20 a 25	3	8	0
6	> 25	0	9	0

3. Distancia a rutas

Se considera que las “áreas más aptas para urbanización están cerca de rutas principales” hasta 2.500 metros. Se aplica cálculo de distancia, estandarización continua *fuzzy* (255-0) lineal decreciente de 0 a 2.500. Para producción se favorecen las “áreas entre 500 y 2500 metros de las rutas”. Para conservación las “áreas más alejadas de rutas”. Se aplica la estandarización continua *fuzzy* (255-0) lineal creciente de 0 a 4000 metros. Reclasificación directa. *Criterios*: “distancia a rutas”.

Tabla: 3

Criterios: 3		DISTANCIA A LAS RUTAS		
Categoría	Rango (m)	Aptitud para		
		Urbanización	Conservación	Producción
		Valores		
1	< 500	8	2	6
2	500 a 1000	7	3	8
3	1000 a 1500	6	4	8
4	1500 a 2000	5	6	6
5	2000 a 2500	4	7	4
6	> 2500	3	8	0

4. Expansión urbana

Las “áreas contiguas al sector urbano son las más probables de ser urbanizadas”. Cálculo de distancia y estandarización continua *fuzzy* lineal decreciente hasta 3000 metros. Reclasificación directa de 9 a 1. Para aptitud producción y conservación, se consideran las “áreas alejadas de la zona urbana tendrán mayor valor”, cálculo de distancia, estandarización continua *fuzzy* lineal creciente de 0 a 3000 metros. Reclasificación de 1 a 9. (Tabla 4) *Criterios*: “expansión urbana”.

Tabla: 4

Tabla: 4

Criterios: 4		EXPANSIÓN DEL USO URBANO		
Categoría	Distancia (m)	Aptitud para		
		Urbanización	Conservación	Producción
		Valores		
1	0	9	1	1
2	↓	8	2	2
3		7	3	3
4		6	4	4
5		5	5	5
6		4	6	6
7		3	7	7
8		2	8	8
9	3000	1	9	9

5. Suelos

Se consideraron las características de los suelos para cada aptitud en estudio. Reclasificación directa. (Tabla 5). *Criterios*: “suelos”.

Tabla: 5

Criterio: 5		SUELOS		
		Aptitud para		
		Urbanización	Conservación	Producción
Categoría	Tipos de Suelos	Valores		
1	de Altas divisorias	1	9	0
2	de laterales de valle	1	8	2
3	de ambiente serrano subandino	3	5	8
4	de amb. Erosivo-deposit glaciario	7	6	6
5	de rocas aborregadas	2	8	1
6	de Morenas accidentales	6	7	4
7	de Morenas orientales	8	4	8
8	de Terrazas glacifluv. y glacial. Occidentales	8	3	9
9	de Terrazas glacifluv. y glacial. Orientales	9	5	9
10	de Terrazas fluv y abanicos occidentales	6	8	1
11	de Terrazas fluv y abanicos orientales	2	8	1
12	de Mallines y bajos	5	7	9

6. Vegetación

Se consideraron las “áreas vegetadas más urbanizables y de producción” según el valor fisonómico-florístico de los bosques nativos. Para conservación se ponderó por el “valor ecológico de la formación”. Reclasificación directa entre 0 y 9.

Tabla: 6

Criterio: 6		VEGETACION		
		Aptitud para		
		Urbanización	Conservación	Producción
Categoría	Formaciones	Valores		
1	Bosque de Lengua	1	9	1
2	Bosque Mixto de coihue y	5	8	4
3	Bosque de Ciprés	4	8	1
4	Bosque ribereño	1	7	5
5	Matorral	7	7	7
6	Estepa	8	4	9
7	Especies exóticas	9	2	7
8	Vegetación de Mallín	6	6	8
9	Forestaciones	8	3	7
10	Semidesierto de Altura	1	7	1
11	Lago	R	R	R
12	Afloramiento rocoso	R	R	R

7. Usos del suelo

Se consideran las “áreas de usos del suelo con mejor aptitud para cada uno de los objetivos. Reclasificación directa entre 0 y 9. (Tabla: 7) “Criterios: usos del suelo”.

Tabla:7

Criterio: 7	USOS DEL SUELO			
		Urbanización	Conservación	Producción
Categoría	Uso	Valores		
1	Aeropuerto	R	R	R
2	Afloramiento rocoso	R	R	R
3	Agrícola	7	6	9
4	Agrícola- forestal	8	6	9
5	Area Natural protegida	0	0	0
6	Bosque nativo	5	1	3
7	Bosque ribereño	1	1	6
8	Cantera	R	R	R
9	Espacio verde	0	1	0
10	Estepa	8	1	8
11	Forestal	6	6	8
12	Industrial	0	0	0
13	Mallin	4	1	8
14	Matorral	7	1	7
15	Parque urbano	0	0	0
16	Turístico	2	8	5
17	Urbano actual	0	0	1
18	Urbano recreativo	0	0	0

8. Ríos

Este criterio se elaboró sólo para aptitud para conservación, se evaluaron las márgenes de arroyos y ríos, aplicando una protección de 50 metros. Reclasificación directa con valor 8. *Criterio:* “conservación ríos y arroyos”.

9. Exposición de laderas

Este criterio se elaboró sólo para la aptitud para producción, se preferencia las orientaciones de laderas más favorables para el desarrollo de plantaciones forestales. Categorías: Plano, NNE, NEE, ESE, ESS, SSO, SOO, ONO, NON. Reclasificación: 9, 0, 0, 9, 9, 8, 0, 0, 0 *Criterio:* “exposición de laderas”.

10. Restricciones: Los factores limitantes o restricciones, se aplicaron en la EMC incorporados como máscaras booleanas (0-1).

3. Determinación de preferencias – ponderación de los factores

A partir de los factores obtenidos, se establece la importancia de cada uno en relación con el objetivo planteado. Se realiza la *toma de decisión* y se evalúan las ponderaciones a través de la matriz de comparación por pares de Saaty (1990), método de ponderación, dentro del método de jerarquías analíticas (AHP *Analytical Hierarchy Process*) que permite establecer la importancia relativa de los factores que intervienen en los procedimientos de la EMC. El procedimiento utiliza

una técnica apareada de comparación que permite generar un conjunto de pesos de factores que sumarán 1 y una razón de consistencia (cr.).

Los pesos asignados a los factores para obtener la **Aptitud urbana**, en orden de importancia son: pendientes: 0.3526, altitud: 0.2149, expansión urbana: 0.1602, distancia a rutas: 0.1115, suelos: 0.0739, vegetación: 0.0566, usos del suelo: 0.0298. cr.: 0.02.

Para **Aptitud para conservación**: los pesos son: vegetación: 0.3207, suelos: 0.2109, altitud: 0.1412, pendientes: 0.1314, ríos: 0.0805, expansión urbana: 0.0547, usos del suelo: 0.0360, distancia a rutas: 0.0245. cr.: 0.02 y para **Aptitud producción agro-forestal** los pesos son: suelos: 0.2878, pendientes: 0.1789, altitud, 0.1789, orientación 0.1073, usos del suelo 0.1073, vegetación: 0.0666, expansión urbana: 0.0436, distancia a rutas: 0.0295. cr.: 0.01

4. Aplicación de la regla de decisión y reclasificación de los resultados

Se realiza la EMC a partir de los pesos obtenidos, estos se asignan a los criterios elaborados en el paso anterior con el procedimiento de *Combinación Lineal Ponderada (CLP)* obteniéndose un valor síntesis para cada localización en base a la definición de factores y los correspondientes valores de ponderación para cada uno de ellos. El resultado es un mapa continuo que contiene la información de las áreas con **aptitud** de la localización para cada uno de los tres objetivos. Cada imagen de **aptitud** continua resultante es multiplicada por las restricciones. Cada imagen final de aptitud obtenida se reclasifica en tres categorías: $1 \leq ac \leq 3$ (alta, media y baja) que posteriormente se combinará con los otros mapas de aptitud. Los resultados son tres mapas: *Aptitud Urbana* (Figura 2), *Aptitud para Conservación* (Figura 3) y *Aptitud para Producción Agro-forestal* (Figura 4).

Figura 2: Mapa con Aptitud Urbana con restricciones en San Carlos de Bariloche

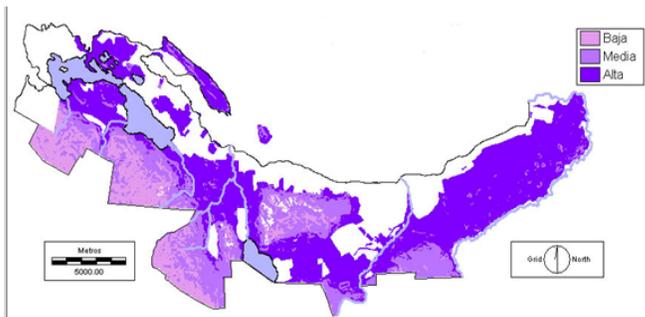


Figura 3: Mapa de Aptitud para conservación con restricciones en San Carlos de Bariloche

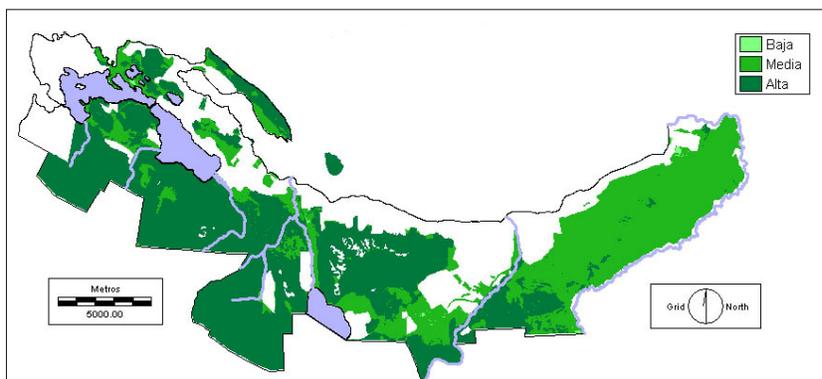
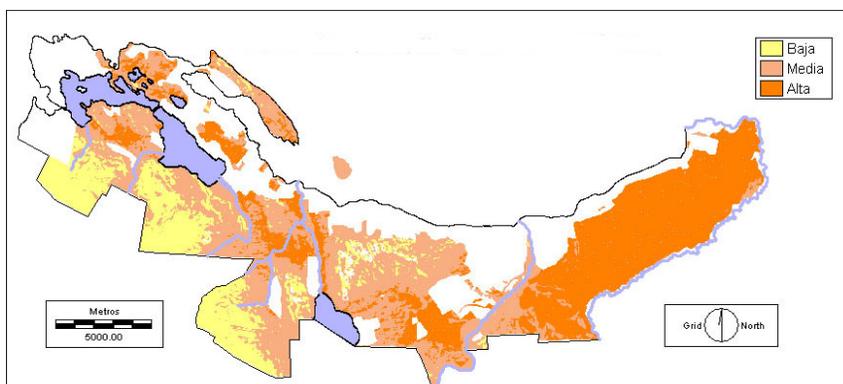


Figura 3: Mapa de Aptitud para conservación con restricciones en San Carlos de Bariloche



IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE POTENCIAL CONFLICTO EN EL USO DEL SUELO: APLICACIÓN DEL MÉTODO L.U.C.I.S.

A partir de los mapas de *Aptitud* obtenidos y reclasificados en tres categorías se realiza la superposición de los mismos para determinar las áreas de conflicto entre los diferentes usos del suelo (Buzai y Baxendale, 2008). El resultado del total de combinaciones producidas por cada objetivo 1. Baja, 2. Media y 3. Alta, para las tres categorías de aptitud (urbano, agro-forestal y conservación) genera una combinatoria de veintisiete posibilidades, de las cuales doce son potencialmente conflictivas y quince sin conflicto (Tabla 8.).

Tabla 8: Combinación de 27 posibilidades de potencial conflicto entre los medios.

Tabla 8: Combinación de 27 posibilidades de potencial conflicto entre los medios

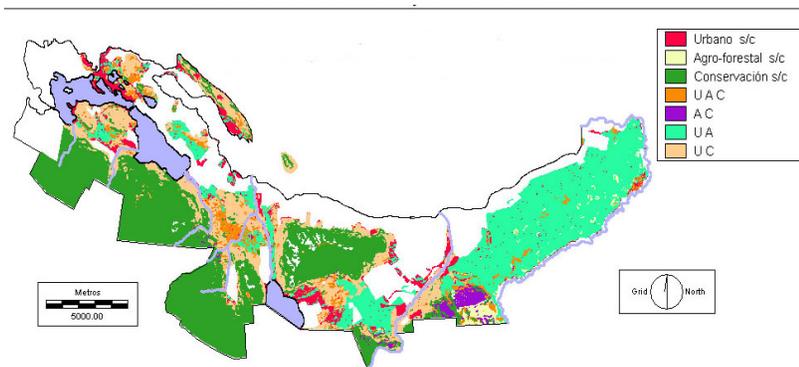
Urbano, Productivo y Conservación					
12 Áreas con conflicto			15 Áreas sin conflicto		
Código	Combinación	Descripción	Código	Combinación	Descripción
BBB	111	Todos conflicto BAJO UAC	BBM	112	Preferencia MEDIA C
MMM	222	Todos conflicto MEDIO UAC	BBA	113	Preferencia ALTA C
AAA	333	Todos conflicto ALTO UAC	BMB	121	Preferencia MEDIA A
BMM	122	Conflicto Medio AC	BMA	123	Preferencia ALTA C
BAA	133	Conflicto ALTO AC	BAM	132	Preferencia ALTA A
MBM	212	Conflicto Medio UC	BAB	131	Preferencia ALTA A
MMB	221	Conflicto MEDIO UA	MBB	211	Preferencia MEDIA U
MAA	233	Conflicto ALTO AC	MBA	213	Preferencia ALTA C
ABA	313	Conflicto ALTO UC	MMA	223	Preferencia ALTA C
AMA	323	Conflicto ALTO UC	MAB	231	Preferencia ALTA A
AAB	331	Conflicto ALTO UA	MAM	232	Preferencia ALTA A
AAM	332	Conflicto ALTO UA	ABB	311	Preferencia ALTA U
			ABM	312	Preferencia ALTA U
			AMB	321	Preferencia ALTA U
			AMM	322	Preferencia ALTA U

Código	Combinación
1- Bajo	Centenas - Urbano. (U)
2- Medio	Decenas - Agroforestal (A)
3- Alto	Unidades - Conservación (C)

Elaboración propia

Para identificar las áreas de potencial conflictos, el Mapa de aptitud urbana se reclasifica en centenas, el Mapa de aptitud agro-forestal se reclasifica en decenas y el Mapa de aptitud para conservación, mantiene los valores originales. Por reclasificación y suma de los tres mapas de aptitud obtenidos, se genera el Mapa de aptitud final (Figura 5) que presenta quince combinaciones sin conflicto agrupadas según las tres categorías de aptitud (urbana, agro-forestal y conservación) y doce combinaciones conflictivas según los usos del suelo: tres combinaciones entre UAC, tres entre AC, 3 entre UA y 3 entre UC (Dzendoletas, 2012).

Figura 5: Mapa de Aptitud final. 15 Combinaciones sin Conflictos y 12 potenciales conflictos



RESULTADOS

El mapa de **Aptitud final** con las áreas de potencial conflicto en San Carlos de Bariloche presenta una superficie con zonas de potencial conflicto del 56% del área de estudio. Los conflictos entre el uso urbano y de producción agro-forestal (U-A) representan el 35%, en el este del ejido. El conflicto entre el uso urbano y de conservación (U-C) de 16 % ocurre en zonas de contacto entre las áreas de bosque en el oeste y en centro del ejido, donde existe presión por expansión por urbanización. El conflicto entre los tres usos (U-A-C) se presenta en zonas puntuales de contacto a lo largo del área de estudio (3%). El conflicto potencial entre producción y conservación (A-C) es de 2% y queda restringido a un sector sudeste que es apto para forestación y actualmente conserva elementos del bosque nativo.

CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió alcanzar los objetivos propuestos, determinando las áreas de aptitud para los usos de suelo y conocer las áreas de potencial conflictos entre las diferentes localizaciones con aptitud para el uso urbano, de conservación y producción agro-forestal.

La EMC integrada en un SIG permitió la identificación y el análisis de las áreas con Aptitud para el desarrollo de actividades de producción, conservación y uso urbano. La metodología LUCIS permitió la detección de áreas de potenciales conflictos a partir de un estudio de localización, brindando una imagen anticipada de los cambios del uso del suelo y estimando aquellos futuros conflictos, constituyéndose como una herramienta para la planificación territorial de gran aptitud para el apoyo del proceso de toma de decisiones enmarcado en los aportes de la ciencia aplicada.

BIBLIOGRAFÍA

- Buzai, G. D. y Baxendale, C. (2007). "Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo: identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Primera parte: descripción metodológica)". *Fronteras*. 6(6):45-49.
- Buzai, G. D. y Baxendale, C. (2008). "Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo: identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Segunda parte: Aplicación)". *Fronteras*. 7(7):33-39.

- Carr, M. H.; Zwick, P. (2007). *Smart Land-Use Analysis*. Redlands: ESRI Press.
- Dzendoletas M.A., Cavallaro S., Crivelli E., y Pereyra, F. (2006). "Mapa de vegetación del ejido municipal de San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina". *Ecología*, 20:65-88. Madrid.
- Dzendoletas, M.A. (2012) "Determinación y análisis de áreas de potencial conflicto en el uso del suelo en el ejido municipal de San Carlos de Bariloche utilizando la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica". Tesis de Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. Argentina. Inédita. 184pp.
- Gómez Delgado M. y Barredo Cano, J. I. (2006). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. México. D. F.: Alfaomega- Ra-Ma.
- Lopez, C., Bran, D. y Ayea J. (2005). Evaluación de aptitud forestal de las tierras en la región andino patagónica. *IDIA*. XXI (8).
- Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- Pereyra F, Albertoni. J, Bréard. C, Cavallaro. S, Cocía. Crivelli. E, Ducós, E., Dzendoletas, M. A, Fookes. (2005). "Estudio geo científico aplicado al ordenamiento territorial en San Carlos de Bariloche. Río Negro". *Anales* N° 42. 181 pp. Cooperación Argentino-Alemania. Instituto de Geociencias de Alemania (BGR - IGRM) y Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR).
- Saaty, T.L. (1990). "How to make a decision: The analytic hierarchy process". *European Journal of Operational Research*. 84(1):9-26.