



*Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Nacional de La Plata*

*Maestría en Ciencias del Territorio*

*Tesis para optar por el título de Máster en Ciencias del  
Territorio*

***DEFORESTACIÓN Y FRAGMENTACIÓN DE LA  
SELVA MISIONERA: ESTRATEGIAS Y  
HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO DEL  
PAISAJE***

*Caso de estudio Colonia Andresito*

Alumno: Guerrero Borges Verónica  
Director de Tesis: Dr. Sarandon Ramiro

2012

TITULO

***DEFORESTACIÓN Y FRAGMENTACIÓN DE LA SELVA  
MISIONERA. ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTA PARA EL  
DISEÑO DEL PAISAJE.  
CASO DE ESTUDIO COLONIA ANDRESITO***

**PALABRAS CLAVES:** Deforestación, ecología, conservación ecológica, cobertura y usos del suelo, ordenamiento territorial, planificación participativa, sistemas soporte para la decisión.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a la Fundación Vida Silvestre Argentina, y en especial al Coordinador del Programa Selva Paranaense Guillermo Placci, por todo el apoyo recibido sin el que no hubiese sido posible desarrollar este trabajo. A la World Wildlife Fond (WWF) por el otorgamiento de la Beca “Russell E. Train for Nature” para el desarrollo de la Tesis. A Manuel Jaramillo y todo el personal de la FVSA por su apoyo en la organización de los talleres, la facilitación y acompañamiento en las tareas de campo. A las autoridades de la Municipalidad de Colonia Andresito y a toda su comunidad por la participación y apoyo en los talleres participativos llevados a cabo durante el proyecto. A la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) por el suministro de las Imágenes Satelitales. Al Lic Julio Cotti Alegre por la colaboración en el procesamiento de las imágenes satelitales. A mi Director de tesis Dr. Ramiro Sarandon, por su apoyo, guía, comprensión y lectura crítica del manuscrito. A todos aquellos que me acompañaron en esta tarea. Y por supuesto a mi familia por impulsarme a continuar.

*A MIS PADRES*

## RESUMEN

Esta tesis tiene como objetivo general estudiar el efecto de la transformación del paisaje, a través de los procesos poblacionales, productivos y la deforestación asociada a ellos, sobre los patrones estructurales del paisaje y proponer herramientas para la incorporación del enfoque ecológico en la planificación territorial.

La deforestación es uno de los principales problemas ecológicos que enfrenta la humanidad, que causa la transformación de los territorios boscosos como producto del accionar del hombre. Una de de las principales causas de la deforestación es el avance de la frontera agropecuaria. Esta transformación afecta la dinámica natural de los ecosistemas a diferentes escalas tanto locales como globales, afectando de forma directa e indirecta la calidad de vida del hombre.

En los últimos años en la Argentina, el avance de la frontera agrícola está reemplazando grandes extensiones de bosque nativo, siendo las regiones Parque Chaqueño, Selva Misionera y Selva Tucumano Boliviana las más afectadas. Además de los cultivos agrícolas, las plantaciones forestales también han aumentado su superficie principalmente en las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Misiones.

Las instancias de gestión en estos ambientes, deberá plantear el manejo de los recursos tanto naturales como culturales de forma integral, y en este contexto la planificación participativa juega un rol preponderante como estrategia de acción local y regional.

La *ecología del paisaje* es una disciplina joven que enfatiza la interacción de los patrones espaciales y los procesos ecológicos, es decir, las causas y consecuencias de la heterogeneidad espacial a diferentes escalas, situando al hombre como uno de los factores que actúa creando y respondiendo a la heterogeneidad espacial. La posición central que ocupa el espacio en la ecología del paisaje lo convierte en un campo privilegiado para la definición de los principios de **ordenación territorial**. El presente trabajo estudia algunas causas y efectos de la transformación del paisaje (especialmente por deforestación) sobre los patrones ecológicos del paisaje y proponer herramientas para la incorporación del enfoque ecológico en la planificación territorial.

El área de estudio pertenece al municipio comúnmente conocido como “Colonia Andresito” ubicado al NE de la provincia de Misiones. Desde el punto de vista ecológico regional, el área pertenece a la ecoregión del Bosque Atlántico del Alto

Paraná. El municipio limita con la República del Brasil en su área Norte y Este, y dentro de la R. Argentina limita con los Parques Nacionales Iguazú al Oeste y el Parque Provincial Urugua-í al Sur. Esto le confiere una importancia territorial ya que está rodeado de Aéreas Protegidas dentro de la R. Argentina y Brasil con el Parque Iguazú, además de ser uno de los municipios más jóvenes de la Provincia cuya colonización se dio a fines de los años 1970-principios de los 80. La transformación del paisaje con la paulatina transformación de la cobertura boscosa a tierras de cultivo, comenzó mayormente a partir de la colonización de pobladores por migración interna desde el sur de Misiones. Principalmente por productores de yerba mate, actividad que se fue diversificando con el tiempo, apareciendo la ganadería como segunda actividad después de la producción de yerba mate. Andresito presenta una economía en gran medida de subsistencia y un aumento en la subdivisión de la tierra. Si bien actualmente, en comparación con otros municipios, muestra una mayor cobertura de bosque nativo debido a una alta proporción de bosque bajo estatus de protección, se observa una tendencia a la pérdida de bosque progresiva.

Del análisis del patrón de uso de la tierra, se ha observado que el patrón de subdivisión del suelo es uno de los factores determinantes de la fragmentación ecológica del paisaje, si bien este factor no es independiente de otros de índole socio-culturales y económica.

América Latina presenta varios ejemplos de ordenamiento territorial, sin embargo la mayoría no integra aspectos a nivel del paisaje ya que una misma región ecológica bajo diferentes procesos de colonización con diferentes modos de apropiación y explotación de la tierra, con una implementación de diversos sistemas productivos y normativas de uso del territorio diferentes, estructura de forma diferencial los patrones espaciales de deforestación y en consecuencia de fragmentación, dando como resultado distintas matrices a nivel del paisaje. Teniendo en cuenta estos aspectos, el paisaje podría ser planificado de forma tal de minimizar los impactos de las actividades humanas sobre el mismo, estructurándolo de manera estratégica para avanzar hacia un desarrollo sostenible y tendiente a conservar los beneficios que prestan estos ecosistemas a largo plazo. En el presente trabajo se plantea una metodología y herramienta para incorporar los aspectos de la ecología del paisaje en la planificación del uso del suelo como modelos conceptuales del ordenamiento territorial, principalmente en los aspectos de ordenamiento espacial del territorio, qué, dónde y cómo desarrollar las actividades de manera de lograr minimizar los impactos sobre el medioambiente y de esta manera tender a un desarrollo ambiental y socialmente sostenible.

**TABLA DE CONTENIDOS**

**TITULO.....I**  
**PALABRAS CLAVES: Deforestación, ecología, conservación ecológica, cobertura y usos del suelo, ordenamiento territorial, planificación participativa, sistemas soporte para la decisión.....I**  
**AGRADECIMIENTOS ..... II**  
**RESUMEN .....IV**  
**LISTA DE TABLAS Y FIGURAS..... VIII**  
 TABLAS..... VIII  
 FIGURAS ..... VIII

**I. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN ..... 1**  
 I.1 LA DEFORESTACION ..... 3  
 I.2 LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE ..... 9  
 I.3 OBJETIVOS E HIPOTESIS ..... 12  
     I.3.1 Objetivo general ..... 12  
     I.3.2 Objetivos Particulares ..... 13  
     I.3.3 Hipótesis ..... 13

**II. CAPITULO II: DIAGNÓSTICO INTEGRAL DEL AREA DE ESTUDIO14**  
 II.1 CONTEXTO REGIONAL: BOSQUE ATLÁNTICO DEL ALTO PARANÁ14  
 II.2 COLONIA ANDRESITO ..... 18  
     II.2.1 Ubicación Geográfica ..... 18  
     II.2.2 Elección del área ..... 19  
     II.2.3 Análisis Ambiental del Municipio..... 19  
         II.2.3.1 Metodología ..... 19  
         II.2.3.2 La ocupación del territorio ..... 22  
         II.2.3.3 Características socio-productiva del municipio ..... 25  
         II.2.3.4 Tenencia de la tierra ..... 28  
         II.2.3.5 Redes de comunicación vial ..... 30  
         II.2.3.6 Características ambientales y de los recursos naturales ..... 32  
         II.2.3.7 Marco Normativo ..... 37  
 II.3 CONCLUSIONES ..... 45

**III. CAPITULO III: ANÁLISIS DEL PATRÓN DE USO DEL TERRITORIO ..... 47**  
 III.1 Análisis de la cobertura y uso del suelo en el Municipio de Andresito a través de la interpretación de Imágenes Satelitales ..... 47  
     III.1.1 Introducción..... 47  
     III.1.2 Metodología..... 48  
     III.1.3 Resultados..... 52  
 III.2 Patrón de uso de la tierra en Colonia Andresito ..... 65  
     III.2.1 Introducción..... 65  
     III.2.2 Métodos ..... 66  
     III.2.3 Resultados..... 67  
     III.2.4 Conclusiones..... 71

<b>IV. CAPITULO IV: ESTRATEGIA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO (Ordenamiento territorial).....</b>	<b>74</b>
IV.1 INTRODUCCIÓN.....	74
IV.2 EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL.....	75
IV.2.1 Concepciones teóricas.....	75
IV.2.2 Contexto latinoamericano.....	77
IV.2.2.1 Antecedentes de ordenamiento territorial en Argentina.....	78
IV.2.2.2 Antecedentes de Ordenamiento Territorial en Misiones.....	80
IV.2.2.3 Antecedentes de Ordenamiento Territorial Ecoregional.....	83
✓ Visión de Biodiversidad del Bosque Atlántico del Alto Paraná.....	83
IV.3 DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE PLANIFICACION TERRITORIAL PARA ANDRESITO. LA ZONIFICACION.....	87
IV.3.1 Introducción.....	87
IV.3.2 Estrategia para el desarrollo del modelo.....	90
IV.3.2.1 Desarrollo del proceso participativo en Colonia Andresito.....	92
IV.3.2.1.1 Identificación de los objetivos y la visión para el Desarrollo de Andresito 92	
✓ Identificación y análisis de los actores sociales de Andresito y sus relaciones.....	94
✓ Percepción histórica de Andresito.....	96
✓ Definición de la Visión de Andresito.....	99
✓ Identificación de los principales problemas y potencialidades en la realidad local-regional.....	100
Problemas.....	100
Potencialidades.....	102
IV.3.2.2 Desarrollo de la estrategia metodológica para la planificación espacial del uso del suelo para Andresito.....	102
✓ Desarrollo de un Sistema de Soporte de Decisiones.....	102
✓ <i>Atributos medibles para el objetivo de conservación</i> .....	105
✓ <i>Atributos medibles para el objetivo de producción</i> .....	108
IV.3.2.3 Planificación territorial participativa.....	110
IV.3.3 Propuesta de zonificación del uso del suelo para la planificación del municipio.....	116
<b>V. CAPITULO V: CONCLUSIONES.....</b>	<b>124</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>130</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>i</b>
ANEXO I: MAPAS.....	i
ANEXO II: ANÁLISIS DE IMAGENES.....	i
ANEXO III: DESARROLLO DE UN SISTEMA SOPORTE PARA LA DECISIÓN PARA EL MUNICIPIO DE ANDRESITO.....	VII-1

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

Tabla 1: Tasa Anual de Deforestación (r) para distintas regiones del mundo y algunas provincias argentinas. (FAO 2001). .....	5
Tabla 2: capas de información generadas en la etapa de diagnóstico del Municipio de Colonia Andresito (ver Anexo II).....	21
Tabla 3: Superficie total en hectáreas de Andresito representadas por Áreas protegidas en sus diferentes categorías y status de conservación (Fuente evaluación propia de superficies). .....	40
Tabla 4: Análisis de correlación entre bandas. Los valores en rojo son altamente significativos ( $P < 0,01$ ). .....	56
Tabla 5: Varianza explicada y porcentaje de variación explicada por cada componente y contribución de cada banda al Componente 1 y 2.....	57
Tabla 6: Superficie en hectáreas y porcentaje de cada cobertura del suelo por categorías. ....	63
Tabla 7: Intervalos de tamaños de las parcelas para la totalidad del municipio, porcentaje de uso promedio en cada categoría y número de parcelas total y acumulada en cada categoría. ....	68
Tabla 8: porcentajes de las diferentes categorías de usos del suelo por intervalo de tamaño de la parcela.....	70
Tabla 9: Actores sociales de Andresito .....	95
Tabla 10: Importancia relativa de las actividades en cada periodo .....	98
Tabla 11: Porcentaje de importancia de cada uno de los atributos entregadas a los participantes.....	110
Tabla 12: Categorías, clases y subclases de uso del suelo del área rural del Municipio de “Andresito”.....	117
Tabla 13: Caracterización de las etapas de colonización en función del tamaño de las parcelas, tipo de producción, tasa de deforestación e impacto en el paisaje. ....	128

### FIGURAS

Figura 1: Elementos básicos de una estructura del paisaje.....	11
Figura 2: Bosque Atlántico (fuente: Di Bitetti et al, 2003) Ecoregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná. Verde oscuro remanentes forestales y verde claro extensión original del Bosque Atlántico del Alto Paraná. ....	17
Figura 3: Ubicación del Área de Estudio “Colonia Andresito”, Provincia de Misiones, Argentina y países limítrofes.....	18
Figura 4: Variación relativa porcentual de la cantidad de habitantes por departamento, para la Provincia de Misiones. (INDEC, 2001).....	24
Figura 5: Crecimiento poblacional para el departamento de G. M. Belgrano y la provincia de Misiones para el periodo 1980-2001. (Fuente: INDEC) .....	24
Figura 6: Variación temporal de la superficie en hectáreas de bosque nativo del municipio de “Colonia Andresito” (izquierda) y el incremento poblacional (derecha) para el Departamento de G. M. Belgrano (Fuente: INDEC).....	25
Figura 7: Variación de las hectáreas de Yerba Mate para Colonia Andresito, respecto al total del Departamento. (INDEC, 2001, y datos propios) .....	27
Figura 8: Tamaño de las distintas propiedades de Andresito (Fuente: elaboración propia).....	29

Figura 9: Red de comunicación Vial. (Fuente: elaboración propia).....	31
Figura 10: Áreas Naturales Protegidas. (Fuente: elaboración propia).....	33
Figura 11: Modelo de elevación del terreno (msnm) (Fuente: elaboración propia).....	35
Figura 12: Hidrografía y cuencas hidrográficas(Fuente: elaboración propia).....	36
Figura 13: Área del Corredor Verde de Misiones (en color verde). Área de Andresito.	41
Figura 14: Imagen Satelital Landsat ETM+ año 2004 del Área de Andresito. ....	49
Figura 15: Flujo metodológico empleado para la obtención de los mapas de usos/coberturas del municipio de Colonia Andresito a partir del análisis de imágenes satelitales y datos de campo. Elaboración propia.....	52
Figura 16: Imágenes satelitales 1986 (arriba) y el mismo sector en el 2002 (abajo), mostrando los cambios del uso del suelo. Fuente: Imágenes satelitales Landsat.....	53
Figura 17: fotos aéreas del sobrevuelo sobre Andresito de las diferentes coberturas y usos del suelo. Fotografías propias y cedidas por FVSA .....	56
Figura 18: Diagrama de separación de las bandas en función de los componentes 1 y 2del ACP. ....	57
Figura 19: Separación de las coberturas en función de las bandas 3 y 5 resultado del análisis de agrupamiento. ....	59
Figura 20: Separación de las coberturas en función de las bandas 3 y 4 resultado del análisis de agrupamiento. ....	59
Figura 21: Superficie en hectáreas de cada cobertura del suelo. ....	63
Figura 22: Mapa de coberturas y usos del suelo resultado del análisis de imágenes satelitales del Municipio de Andresito. Fuente: elaboración propia .....	64
Figura 23 Análisis de la Varianza, densidad de borde como variable dependiente, en relación a la densidad de borde.....	69
Figura 24: Proporciones de usos del suelo en función de los tamaños de las parcelas. PZ Pastizales; CA Cultivo anual; CP Cultivo perenne; BN Bosque nativo; BI Bosque implantado o plantaciones; SD Suelo desnudo; OU Otros usos.....	70
Figura 25: Mapa de la provincia de Misiones mostrando el área del Corredor Verde...	81
Figura 26: Visión de Biodiversidad del BAAP mostrando el área de Andresito. ....	86
Figura 27: Esquema conceptual del Sistema de Soporte de Decisiones .....	104
Figura 29: Valor promedio individual de los participantes sobre las variables del objetivo conservación. ....	112
Figura 30: Valor promedio individual de los participantes sobre las variables del objetivo producción. ....	112
Figura 31: Valoración grupal sobre variables para definir objetivo de conservación..	113
Figura 32: Valoración grupal sobre variables para definir objetivo de producción ....	114
Figura 33: Salida graficas de las corridas del modelo en el SIG.....	115
Figura 34: Mapa de diseño del paisaje de conservación de la Colonia Andresito resultante del proceso del proceso de planificación participativa .....	118

## I. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Esta tesis aborda la problemática de la deforestación y la fragmentación de formaciones boscosas desde una perspectiva ecológica y territorial en la ecorregión de los bosques subtropicales del noreste de la Argentina. El área de estudio es el municipio Andrés Guacurá, conocido comúnmente como “Colonia Andresito”, situado al NE de la provincia de Misiones (R. Argentina). Esta región es un paradigma de diversidad biológica y cultural, así como un escenario de conflicto entre desarrollo y conservación debido a las condiciones socioeconómicas imperantes en la misma.

El caso de estudio de Colonia Andresito presenta algunas particularidades que han fundamentado su elección como área, su alta naturalidad, la vinculación con un área de alto valor para la conservación, tres Áreas Naturales Protegidas, además de presentar un proceso tardío de colonización a principios de los años ochenta que lo posiciona como modelo para el estudio de los cambios del paisaje.

En esta tesis se analiza la transformación del territorio en el cual el principal proceso de transformación es la deforestación, que produjo y aún produce la fragmentación de “la Selva Misionera”

Analiza la fragmentación del paisaje como consecuencia del avance de la frontera agrícola y urbana durante la colonización del municipio. Por un lado se describe el proceso de colonización y avance de la frontera agropecuaria y los cambios en el uso y cobertura del suelo durante el mismo. A su vez analiza las consecuencias de dicha fragmentación sobre la estructura del paisaje, particularmente a nivel del patrón estructural del mismo, y de la disponibilidad de hábitat para la conservación de la biodiversidad. Por último aporta una metodología para la incorporación del enfoque de la ecología del paisaje en el diseño y planificación territorial.

La tesis está estructurada en cinco capítulos. El capítulo I introduce al lector en la problemática central de los territorios boscosos: la deforestación. Se hace una breve introducción a los principios de la ecología del paisaje como disciplina importante para

la planificación de los territorios y por último se plantean los objetivos y las hipótesis de trabajo.

El segundo capítulo describe el contexto regional y local del área de estudio. Desarrolla un diagnóstico inicial del territorio desde sus diferentes dimensiones, natural, social, económica productiva y legal. Analiza la ubicación geográfica estratégica del municipio como uno de los rasgos distintivos, el contexto histórico de conformación del municipio y los primeros pasos hacia la colonización del territorio. Se analizan las características socio-productivas desde sus inicios, la subdivisión de la tierra y los aspectos naturales, además del marco normativo regulador de las políticas territoriales, en especial en lo referente al ordenamiento territorial.

El tercer capítulo analiza los usos y cambios de uso del suelo durante el proceso de colonización y expansión de la frontera agropecuaria. Analiza las relaciones de dichos cambios de la estructura y patrones del paisaje, y se discuten sus efectos sobre la conservación y la fragmentación del territorio. Además se identifican y evalúan algunos de los factores causales indirectos de la fragmentación y degradación del ecosistema y sus impactos ambientales en el municipio.

El cuarto capítulo identifica los principales conflictos y potencialidades del Municipio a escala local y se plantea una visión a futuro a partir de una metodología de talleres participativos. Se incorporan los conceptos de la ecología del paisaje y de los talleres participativos, en una propuesta metodológica como herramienta para el ordenamiento del territorio, la cual desarrolla un Sistema Soporte para la Decisión (SSD), utilizando herramientas y métodos como los sistemas de información geográfica y modelos multi-criterio.

El quinto capítulo presenta conclusiones y discusiones generales de la tesis.

Adicionalmente a los cinco capítulos de la tesis se presentan tres anexos, el Anexo I contempla aspectos teóricos del análisis de imágenes satelitales y describe en detalle el procedimiento de análisis de las mismas. El Anexo II contiene los mapas desarrollados en el contexto de este trabajo, a partir de la implementación y desarrollo de un Sistema de Información Geográfico, y utilizados en el diagnóstico y comprensión de las

dimensiones espaciales del área de estudio, y las variables utilizadas como factores en el desarrollo del modelo multicriterio. El Anexo III es la descripción detallada del desarrollo del Modelo del Sistema Soporte para las Decisiones (SSD) implementado en un SIG, para la planificación espacial del territorio. Esta metodología se nutre del diagnóstico del área de estudio y de los talleres participativos llevados a cabo en la Municipalidad de Andresito.

## I.1 LA DEFORESTACION

La deforestación, entendida como la pérdida de la cobertura de bosque, es uno de los principales problemas ecológicos que enfrenta la humanidad a escala global. La deforestación es el proceso que lleva a la pérdida y reducción de las masas boscosas como producto del accionar del hombre. Esto último es importante para comprender que existen causas naturales como los incendios, huracanes, aludes, etc, que producen la pérdida y fragmentación de los ecosistemas de bosque. Pero son las causas antrópicas las que producen los cambios más importantes en cuanto a magnitud tanto espacial como temporal, los cuales se vienen produciendo desde los comienzos de la humanidad (Houghton 1994, Meyer & Turner 1994, Achard et al. 2002, FAO 2005).

Cuando hablamos de deforestación es importante tener en claro la definición de bosque y de plantaciones forestales, puesto que en su definición pueden haber confusiones a la hora de medir o evaluar las tasas de deforestación o pérdida de ecosistemas de bosque.

La FAO (FRA 2000), define al **bosque** como la superficie de tierra con una cubierta de copa (o su grado equivalente de espesura) de más del 10 por ciento del área y una superficie superior a 0,5 hectáreas (ha). Con árboles de una altura mínima de 5 metros (m) a su madurez in situ. Puede consistir ya sea en formaciones forestales cerradas, donde árboles de diversos tamaños y sotobosque cubren gran parte del terreno; o formaciones forestales abiertas, con una cubierta de vegetación continua donde la cubierta de copa sobrepasa el 10 por ciento. Dentro de la categoría de bosque la FAO incluye todos los rodales naturales jóvenes y todas las plantaciones establecidas para fines forestales, que todavía tienen que crecer hasta alcanzar una densidad de copa del 10 por ciento o una altura de 5 m. También se incluyen en ella las áreas que

normalmente forman parte del bosque, pero que están temporalmente desarboladas, a consecuencia de la intervención del hombre o por causas naturales, pero que eventualmente volverán a convertirse en bosque. Y define como otras tierras boscosas, ya sea tierras donde la cubierta de copa (o su grado de espesura equivalente) tiene entre 5 y 10 por ciento de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 m a su madurez in situ; o tierras con una cubierta de copa de más del 10 por ciento (o su grado de espesura equivalente) en la que los árboles no son capaces de alcanzar una altura de 5 m a su madurez in situ (por ej. árboles enanos o achicados); o aquellas donde la cubierta arbustiva abarca más del 10 por ciento.

Si bien esta definición podría ser útil en términos de cuantificar la cobertura arbórea o en estudios sobre biomasa o secuestro de carbono o producción forestal, desde la visión ecológica y de conservación de biodiversidad preferimos distinguir los conceptos de plantaciones del de bosque natural o nativo:

- **Plantaciones** se las define como los rodales forestales establecidos mediante la plantación y/o siembra durante el proceso de forestación o reforestación. Pueden estar formados ya sea de especies introducidas (todos rodales plantados), o de rodales de especies nativas sometidos a manejo intensivo, que cumplen todos los requisitos siguientes: una o dos especies al momento de la plantación, clase etaria pareja y espaciamiento regular.
- **Bosques naturales o nativos**, son bosques compuestos por árboles autóctonos, no plantados por el hombre. En otras palabras, son bosques que excluyen las plantaciones; y que se los clasifica a su vez según la formación boscosa (o tipo): cerrada/abierta, el grado de intervención humana y la composición de las especies.

La superficie forestal es uno de los principales indicadores de la importancia relativa de los bosques en un país o región, mientras que las estimaciones de cambio en el tiempo de esta área dan una indicación de la demanda de tierras para la silvicultura y otros usos del suelo. Los datos sobre la situación y las tendencias en el área de bosques son cruciales para la toma de decisiones en las políticas de ordenación y asignación de recursos.

A escala mundial, la pérdida y degradación de las tierras de bosque presentó durante la década del 90, una tasa anual de 9.4 millones de hectáreas y una degradación, que si bien no presenta una estimación precisa, es consensuado que sería aún mayor. Hoy en día los bosques cubren algo menos que 4000 millones de hectáreas, el equivalente a un 30% de la superficie terrestre. De esta superficie total, cerca de 2000 millones de hectáreas se encuentran repartidas en países en vías de desarrollo, principalmente en regiones tropicales y subtropicales (FAO 2005). La tasa anual de deforestación mundial se ha estimado en -0.23 para el período 1990-2000 (Puyravaud 2003), siendo el país con mayor tasa de deforestación Haití con -5,85. (FAO 2001). En la tabla 1 se muestra las tasas de deforestación calculadas según la función 1 (Puyravaud 2003) para diferentes regiones y alguna de las provincias Argentinas.

*Tabla 1: Tasa Anual de Deforestación (r) para distintas regiones del mundo y algunas provincias argentinas. (FAO 2001).*

Lugar	Período	r (% anual)
El mundo (Puyravaud, 2003)	1990-2000	-0.23
África (Puyravaud, 2003)	1990-2000	-0.78
Tierras Bajas, Bolivia (Steininger et al., 2001)	1975-1998	-2.81
Selva Lacandona (Mendoza y Dirso, 1999)	1974-1991	-1.57
Provincia del Chaco (UMSEF, 2003)	1998-2002	-0.57
Provincia de Salta (UMSEF, 2004c)	1998-2002	-0.69
Parque Chaqueño (Provincia de Salta) (UMSEF, 2004c)	1998-2002	-0.81
Provincia de Tucumán (UMSEF, 2004e)	1998-2002	-0.68
Parque Chaqueño (Provincia de Tucumán) (UMSEF, 2004e)	1998-2002	-1.97
Provincia de Jujuy (UMSEF, 2004b)	1998-2002	-0.16
Parque Chaqueño (Provincia de Jujuy) (UMSEF, 2004b)	1998-2002	-0.46
Provincia de Córdoba (UMSEF, 2004a)	1998-2002	-2.93
Provincia de Santiago del Estero (UMSEF, 2004d)	1998-2002	-1.18
Provincia de Formosa	1998-2002	-0.16

El Banco Mundial calculó recientemente que los medios de subsistencia de una cuarta parte de la población pobre del mundo dependen directa o indirectamente de los bosques, motivo suficiente para crear planteamientos integrados a fin de reducir la pobreza mediante la gestión sostenible de los bosques.

Los cambios rápidos y no planificados en el uso del territorio, el crecimiento poblacional, la expansión de la frontera agropecuaria, la incorporación de nuevas áreas residenciales, industriales y de servicios, los incrementos de los usos forestales en detrimento de áreas naturales, son algunas de las causas más importantes de la deforestación.

En los últimos años en la Argentina, el avance de la frontera agrícola está reemplazando grandes extensiones de bosque nativo, siendo las regiones Parque Chaqueño, Selva Misionera y Selva Tucumano Boliviana las más afectadas. Además de los cultivos agrícolas, las plantaciones forestales también han aumentado su superficie principalmente en las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Misiones (SAGPyA 2000).

Para comprender la naturaleza del problema y direccionar políticas de conservación y manejo sustentable de los bosques, es necesario entender cuáles son las principales causas de la deforestación y las consecuencias ecológicas de la reducción de dicha cobertura.

Dentro de las causas más frecuentes, el avance de la frontera agrícola aparece como la principal. Si bien en las diferentes regiones del mundo podríamos profundizar cuáles son las causas directas e indirectas más relevantes, todas ellas tienen un factor común que es la transformación de los bosques a otros usos del suelo.

La pérdida de los bosques ocurre de forma histórica, por el avance de las explotaciones ganaderas, forestales, agrícolas y silviculturales, sufriendo la presión de la expansión de la frontera agropecuaria y demográfica, que frecuentemente conllevan a su conversión o degradación a estados insostenibles de uso de la tierra. Cuando se pierden los bosques o se les degrada de forma irreparable, se pierde también su capacidad como reguladores del ecosistema, provocando un aumento de las probabilidades de inundaciones y erosión, reduciendo la fertilidad del suelo y contribuyendo a la pérdida de plantas y

animales. De esta manera, el suministro de bienes y servicios del bosque se ve en peligro (FAO 2001).

La razón básica de esta situación es el potencial de uso múltiple de las tierras boscosas. El 65% de las tierras de bosques nativos tienen uso potencial agrícola; 85% de los bosques nativos tienen uso potencial y actual ganadero. Actualmente los desmontes y talas van avanzando sobre terrenos cada vez más marginales, morfogénicamente inestables, en ecotonos pedemontanos y faldeos de alta energía, donde el valor del bosque como protector es muy alto y donde es impensable una recuperación del sistema natural, por el rápido deterioro de la base geofísica al eliminar la cobertura vegetal (Morello y Matteucci 2000).

Los procesos de globalización están contribuyendo a la sustitución gradual de los bosques y selvas naturales por sistemas artificiales. La redistribución de roles económicos está teniendo un impacto importante en la industria forestal a todos los niveles. Algunos países, que eran productores tradicionales de maderas están retirándose de la escena internacional, mientras otros que no eran productores están aumentando sus exportaciones.

El bosque además de suministrar directamente bienes maderables y no maderables (madera, industrias papeleras, frutos, medicinas, etc.), también provee de servicios ecosistémicos o ambientales como la regulación del ciclo hidrológico, la conservación de la cantidad y calidad de agua, biodiversidad, secuestradores de carbono, en el control de la erosión del suelo, etc. Si bien la pérdida de bosque presenta una amenaza para la conservación de la biodiversidad por pérdida de su hábitat, también representa costos sociales y económicos directos sobre la humanidad como consecuencia del rol que cumple en la regulación del ciclo hidrológico y el clima. La pérdida y degradación de los ecosistemas de bosque impacta seriamente sobre la extinción de muchas especies por pérdida directa de su hábitat. Todo esto sumado a posibles escenarios de cambio climático, podría poner en peligro poblaciones humanas por escasez de alimentos (fundamentalmente las comunidades más pobres que hacen uso de los recursos del bosque como forma de subsistencia) y agua en ciertos sectores del planeta. En muchas partes el manejo y protección de los remanentes forestales es insuficiente para asegurar

el mantenimiento de las funciones reguladoras del bosque (Dudley, Mansourian and Vallauri 2005).

Una consecuencia importante de la deforestación es la fragmentación del ecosistema de bosque. Desde una visión ecológica la fragmentación produce la disminución del hábitat, el aumento del efecto borde, la pérdida de conectividad estructural y funcional del ecosistema y el aumento de la heterogeneidad del paisaje por aparición de nuevas coberturas relacionadas a actividades humanas.

Puede afirmarse que, en la actualidad, existe un consenso unánime sobre la necesidad de conservar los bosques nativos como sistemas proveedores de bienes y servicios, así como de recursos indispensables para el bien de la humanidad. A pesar del consenso mundial de estas necesidades, poco se define públicamente sobre qué bosques, cómo y cuánto conservar de ellos. Criterios básicos de la conservación establecen que debe preservarse al menos una parte de cada tipo de bosque natural que exista, puesto que cada bosque contiene una diversidad de especies de plantas y animales diferentes, con sus propias interacciones, lo que es fundamental para la conservación de la biodiversidad regional (Burkart 1999). La estrategia mundial Cuidar la Tierra (UICN/PNUMA/WWF 1991; 1994) sugiere, como acción prioritaria “establecer en todos los países un patrimonio permanente de bosques naturales y modificados definiendo a los primeros como aquellos prístinos, sin explotar, y a los segundos como los naturales bajo explotación, para salvaguardar el patrimonio natural a largo plazo.

Si bien la estrategia de conservación de áreas protegidas estrictas a escala mundial puede ser de gran utilidad para preservar gran parte de la biodiversidad del planeta, no parece ser suficiente si no se contemplan estrategias de conservación en territorios ocupados por poblaciones humanas. Las acciones estratégicas implementadas deberán ser social, a la vez que ecológicamente sustentable y deberán transcurrir en un mosaico de diferentes usos del suelo que no sólo conserva la naturaleza, sino que también permite la supervivencia del hombre (Sanderson et al 2002). En este marco, las instancias de gestión integral de los recursos y la planificación territorial participativa juegan un rol preponderante como estrategia de acción local y regional.

## I.2 LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE

*El paisaje*, desde el punto de vista de la ecología, son áreas espacialmente heterogéneas, al menos en un factor de interés, típicamente con una extensión de unos pocos kilómetros cuadrados (Turner et al 1989a; 1989b; Forman 1995). En su acepción geográfica o espacial, se lo puede definir como el conjunto de elementos de un territorio ligados por relaciones de interdependencia (Bernárdez 1981). El resultado de esas interacciones se manifiesta, de forma más o menos directa, en la estructura del patrón espacial que muestran esos elementos; existiendo diferentes clases de heterogeneidad<sup>1</sup> que pueden ser reconocidas en el paisaje, dependiendo de los objetivos y de la escala de estudio. ZONEVELD (1979) define al paisaje, desde un punto de vista ecológico, como “...parte del espacio sobre la superficie terrestre, constituido por un complejo de sistemas, formados por las actividad del suelo, agua, aire, vegetación, fauna y el hombre, constituyendo su fisonomía una entidad reconocible”.

La *ecología del paisaje* enfatiza la interacción de los patrones espaciales y los procesos ecológicos, es decir, las causas y consecuencias de la heterogeneidad espacial a diferentes escalas.

Los ecólogos, en general, presentan cierta tendencia a separar las influencias “culturales” de las “naturales” en la relación entre los organismos y el ambiente. La ecología del paisaje puede contribuir a darle sentido a esta compleja situación ofreciendo una perspectiva interdisciplinaria para integrar los aspectos biológicos, económicos y geográficos de los problemas ecológicos (Naveh and Lieberman 1984) (Zavala and Burkey 1997). Cuando emergió la ecología del paisaje en los años '80, el objeto de estudio de los ecólogos se alejó del ecosistema al tomar en cuenta las actividades humanas en su dinámica y en la aparición de los problemas ambientales. El paisaje es el resultado de la confrontación continua entre sociedad y su medio. Los seres humanos tienen una influencia dominante sobre el patrón del paisaje a nivel local, regional y global. En algunos casos se lo considera un componente importante en la definición de ecología del paisaje. Según Crumley y Marquard (1987): “... *el paisaje es la manifestación espacial de las relaciones entre el hombre y el ambiente*”. Estas

---

<sup>1</sup> Heterogeneidad: carácter de los territorios compuesto por elementos diferentes, ya sea en su forma, tamaño o naturaleza. En ecología del paisaje, la heterogeneidad integra la diversidad de elementos y su disposición espacial.

relaciones entre ambiente y sociedad crean estructuras cambiantes en el espacio y el tiempo.

La ecología del paisaje se aproxima desde varias disciplinas, muchas de las cuales tienen raíces en las ciencias sociales, incluyendo la geografía, la arquitectura del paisaje, la planificación regional, la economía, la ecología de la conservación.

En muchas regiones (ej: China, Europa, la región Mediterránea), la actividad del hombre es probablemente el factor central en la ecología del paisaje. En tal sentido, la ecología del paisaje es una ciencia interdisciplinaria que estudia la interrelación entre la sociedad humana y el espacio donde habita (Naveh and Lieberman 1984).

La contribución científica de la ecología del paisaje es esencial para el manejo del territorio y la planificación del uso del suelo. Sin embargo, según Turner, Gardener y O'Nelly (20??): "...no es necesario incluir explícitamente al componente humano en la definición de ecología del paisaje, porque el hombre es uno de los factores que actúa creando y respondiendo a la heterogeneidad espacial"

La consideración del espacio, las relaciones espaciales y la heterogeneidad ha conducido a la ecología del paisaje, al establecimiento de una nomenclatura de los tipos de elementos presentes en los paisajes, así como a la proposición de medidas relativas al espacio. Los elementos que componen un paisaje son la *matriz* que es el elemento dominante, englobante; en su seno se encuentran los *parches o manchas* (bosque, viviendas, pastizales, humedales, etc) y los *corredores* o elementos lineales que conectan los parches. El conjunto de los parches determinan un *mosaico* y el conjunto de los corredores una *red*. En el caso de los parches (y los corredores) se puede distinguir un *borde*, que interacciona con la matriz o los parches vecinos, y un *medio interior*, donde las interacciones son más débiles o nulas. Cuanto más alargados son los parches, mayor es la proporción borde/ interior. La disposición espacial del mosaico y las redes constituye el patrón paisajístico, pudiendo servir para diferenciar o comparar paisajes desde el punto de vista estructural (Forman and Godron 1986) (Figura 1).

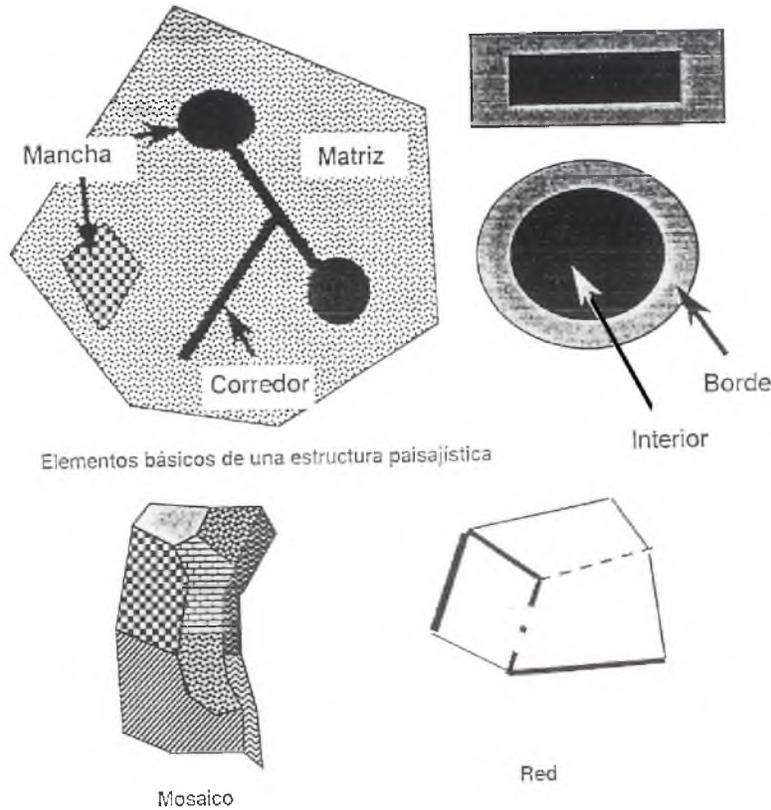


Figura 1: Elementos básicos de una estructura del paisaje

La aplicación práctica de la ecología del paisaje se presenta actualmente como un campo en rápida expansión, lo cual requiere de la integración y síntesis de diferentes aspectos de la disciplina. En el manejo de un paisaje en particular, las consideraciones deben hacerse en base a la comprensión de la configuración del mosaico del paisaje y de los cambios a través del tiempo, los regímenes de disturbio y sus consecuencias sobre los patrones y procesos, la respuesta de diferentes especies que operan a diferentes escalas de análisis, y los cambios funcionales de los ecosistemas.

La posición central que ocupa el espacio en la ecología del paisaje lo convierte en un campo privilegiado para la definición de los principios de **ordenación territorial**. Los conceptos y métodos utilizados en la ecología del paisaje resaltan la importancia de las estructuras espaciales, pero también es necesario relacionar estas estructuras con fenómenos o procesos particulares, tales como el desplazamiento de animales o la circulación del agua. Asimismo, los diversos elementos y estructuras discernibles en un paisaje dependen estrechamente de procesos de organización y de evolución que no son

necesariamente espaciales. En el contexto de la ordenación, necesariamente están presentes grupos sociales antagónicos o copartícipes. Es necesario, por lo tanto, tener en cuenta las dimensiones económica y cultural. En este sentido, la ecología del paisaje ofrece una perspectiva adecuada y las herramientas necesarias para su desarrollo. Algunos ejemplos de aplicación de conceptos de la ecología del paisaje a la ordenación territorial, podría ser el de corredor, ampliamente utilizado en la planificación de reservas; el del barreras en la construcción de infraestructura viarias, la ordenación de paisaje rurales, entre otros.

Los paisajes actuales, son el resultado de variedad de procesos históricos naturales e intervenciones humanas. Los paisajes pueden cambiar y evolucionar, incluso si están pocos transformados por el hombre, bajo el efecto de factores naturales (tempestades, incendios, inundaciones, etc.). Los trabajos realizados sobre estas perturbaciones naturales (Pickett y White 1985) han demostrado la dinámica interna y la inestabilidad de los paisajes. Otros factores de cambio son los producidos por el hombre. El crecimiento de la población, así como las transformaciones tecnológicas, han conducido y conducirán de forma acelerada a profundas transformaciones en la ocupación y el uso del suelo a escala planetaria. Estos cambios en la ocupación del suelo no son homogéneos ni en el espacio ni en el tiempo. Partiendo de un mismo paisaje su evolución dependerá de los factores de cambio que actúen sobre él. Estos factores se podrían agrupar en cinco grandes categorías dependiendo de su naturaleza: socioeconómicos, políticos, tecnológicos, naturales y culturales.

### **I.3 OBJETIVOS E HIPOTESIS**

#### **I.3.1 Objetivo general**

Esta tesis tiene como objetivo general evaluar el efecto de la transformación del paisaje, a través de los procesos productivos, poblacionales, y la deforestación asociada a ellos, sobre los patrones estructurales del paisaje y proponer herramientas para la incorporación del enfoque ecológico en la planificación territorial

### **I.3.2 Objetivos Particulares**

- 1) Analizar el proceso de deforestación y fragmentación durante la etapa de colonización del municipio de “Colonia Andresito”, representativo de la provincia de Misiones, considerando factores poblacionales, productivos y legales.
- 2) Evaluar las consecuencias de estos cambios sobre los patrones espaciales del paisaje y discutir sus posibles consecuencias ecológicas.
- 3) Incorporar los conocimientos aprendidos en la planificación y el ordenamiento territorial a través de una propuesta de estrategia metodológica.

### **I.3.3 Hipótesis**

Las actividades humanas, como el establecimiento de colonos, el tamaño de las parcelas, y los tipos de producción asociada, impactan de manera diferencial sobre el territorio dependiendo del accionar de múltiples factores sociales y económicos particulares. Estas actividades definen estructuras y patrones que se evidencian con diferente grado de conectividad y fragmentación del paisaje. Estos patrones espaciales pueden ser estructurados mediante el ordenamiento territorial de forma tal de mitigar los impactos negativos sobre los procesos ecológicos y lograr un desarrollo armónico y equilibrado con el ambiente.

## II. CAPITULO II: DIAGNÓSTICO INTEGRAL DEL AREA DE ESTUDIO

### II.1 CONTEXTO REGIONAL: BOSQUE ATLÁNTICO DEL ALTO PARANÁ

El Bosque Atlántico es actualmente un complejo de 15 regiones que se distribuye por la costa Atlántica de Brasil, se extiende hacia el oeste entrando en la zona este de Paraguay y en el Noreste de la Argentina, desde aproximadamente los 16° Lat S, por la costa Atlántica de Brasil hasta las latitudes subtropicales en la Provincia de Misiones, Argentina (Morello 1995) (Figura 2). También llamada Austrobrasileño, es una de las grandes unidades ecológicas sudamericanas de gran extensión, con 1.091.000 Km<sup>2</sup>.

Esta ecorregión se encuentra entre las zonas de bosques templados más amenazados a nivel mundial si se considera que se conserva actualmente sólo el 7-6% de su extensión original y de forma muy fragmentada (Carlos Galindo et al 2003). A pesar de esto es un área que aún presenta altos valores de biodiversidad y endemismos. En esta región se estima una población mayor a  $1,1 \times 10^{12}$  de personas entre áreas rurales y urbanas, de las cuales un cuarto vive en la pobreza y sustentados por economías de subsistencia a través de la extracción de productos provistos por el propio ecosistema. Las causas de la pérdida del bosque son variadas dependiendo de la ubicación geográfica e histórica, dado que ha experimentado intensos cambios a lo largo de la historia desde su colonización por los Portugueses y Españoles.

Al Sudoeste de la ecorregión se encuentra la región del **Bosque Atlántico del Alto Paraná** conocido en la Argentina como Selva Paranaense o Misionera, dentro de la cual la provincia de Misiones, en Argentina, posee uno de los bloques de bosque continuos más importantes de la ecorregión. Ocupa la Provincia de Misiones casi en su totalidad, con una extensión de 25.000 Km<sup>2</sup>. Es una selva subtropical empobrecida con respecto a la porción Brasileña, por las bajas temperaturas y sequías invernales (Morello 1995). Este bioma constituye, junto con las Yungas, la región natural más rica del país desde el punto de vista de la biodiversidad, con más de 2000 especies conocidas de plantas vasculares y 1000 de especies de vertebrados (Rinas 1993), más de 400 de aves e innumerables insectos, muchos todavía no identificados.

Desde el punto de vista biogeográfico, pertenece a la Provincia Paranaense, encontrándose dentro de la Región Neotropical, Dominio Amazónico. Esta Provincia está caracterizada por su elevada humedad (media relativa entre 75% y 90%) con una precipitación anual entre 1500 y 2400mm y temperatura media entre 15°C junio-julio y 25°C diciembre-enero, con una estación más seca durante el invierno y precipitaciones muy abundantes en verano. La vegetación dominante es la selva subtropical, pero sobre el planalto se encuentra los bosques de *Araucaria* y sabanas serranas, también en las zonas más bajas hay sabanas, unas veces edáficas, otras inducidas por el hombre. La floración de la selva subtropical no está sincronizada con ninguna estación del año, estando distribuida a lo largo de todo el año, teniendo cada especie un momento particular. La selva madura, está constituida por varios estratos desde el suelo hasta una altura de 20 a 30m, con gran cantidad de lianas y enredaderas. No se puede hablar de especies dominantes, ya que comparten el terreno varias especies arbóreas, en densidades que varían de lugar a lugar. Aunque existen especies más abundantes, la gran diversidad se manifiesta en todos los aspectos de la vida en la región. Además la composición de la selva también cambia de norte a sur y con las diferentes altitudes. La fauna de la región es subtropical, con algunos elementos andino-patagónicos. Es muy difícil trazar un límite neto entre ésta y la Chaqueña, del cerrado y la Atlántica. Entre los mamíferos más característicos hay varios marsupiales, monos, varios carnívoros como zorros, aguará guazú, osito lavador, lobito de río, gato eira, ocelote y el Yaguareté o tigre; numerosos roedores además de tuco-tucos, cuisés, osos hormiguero y melero, y algunos armadillos, pecaríes y el tapir. Las aves son muy numerosas, entre los reptiles hay varias tortugas, yacares, serpientes, colúbridos; además de varios géneros de batracios. La fauna de peces es muy rica e incluye todas las especies de la cuenca del Paraná-Paraguay, variedad de moluscos y una alta diversidad de insectos (Cabrera 1980).

Los suelos son lateríticos provenientes de la disgregación de antiguas rocas eruptivas, ricas en óxido de hierro e hidróxido de aluminio, carentes de materia orgánica, puesto que en las condiciones de humedad y calor, la descomposición bacteriana es tan rápida que no da tiempo a la formación de humus y las fuertes lluvias barren las sales orgánicas y minerales, por lo que las plantas, en lugar de depender de nutrientes que pueden extraer del suelo, lo reciclan directamente de las hojas y otros desechos acumulados en el suelo, manteniendo sus raíces cerca de la superficie. Esta situación

facilita los procesos de erosión del suelo cuando se producen modificaciones, a partir de la remoción de la cubierta vegetal por desmonte o incendio, a la que sumada una topografía ondulada, un régimen de lluvias torrenciales y un desconocimiento de las técnicas de labranza en la dirección de las pendientes, exponen al suelo a situaciones de extrema fragilidad.

El territorio está atravesado por el borde meridional del macizo Brasilia, el cual divide a las cuencas del Paraná y del Uruguay. A lo largo de distintos ciclos erosivos, la acción de altas temperaturas y las abundantes precipitaciones han influido en la modelación de un relieve confiriéndole la forma de serranías. Esta serranías están conformadas por un sistema longitudinal Suroeste-Noreste, con una cota máxima de 800m sobre el nivel del mar y un sistema menor, que corre en sentido perpendicular a la anterior, extendiéndose aproximadamente desde puerto Iguazú hasta Bernardo de Irigoyen, en el extremo norte del territorio (sistema Victoria).

Esta región está atravesada por una gran cantidad de ríos y arroyos con cursos meandrosos, que con su poder erosivo, han labrado cursos abarrancados y sinuosos, interrumpidos frecuentemente por saltos y cascadas, donde afloran las rocas duras del subsuelo.

### ***El Bosque Atlántico en Argentina***

La porción Argentina del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAP), está situada al NE de la República Argentina en la Provincia de Misiones. El clima es templado-húmedo y subtropical con precipitaciones anuales entre 1700 y 2400mm distribuidos uniformemente durante todo el año, la temperatura media del mes más cálido es de 25-26° pudiendo alcanzar una temperatura de 39°C, la media anual del mes más frío oscila entre 14 y 16°C La amplitud térmica varía de acuerdo con la cercanía a los grandes ríos (Burgos 1970).

Está conformada por cinco regiones geomorfológicas, la Región serrana, Región Costera del Paraná, Región Costera de Uruguay, Región de la Planicie Sur y Región de la Planicie Norte (Chipulina 1987). Es posible establecer una correspondencia entre estas regiones y las siguientes unidades fitogeográficas:

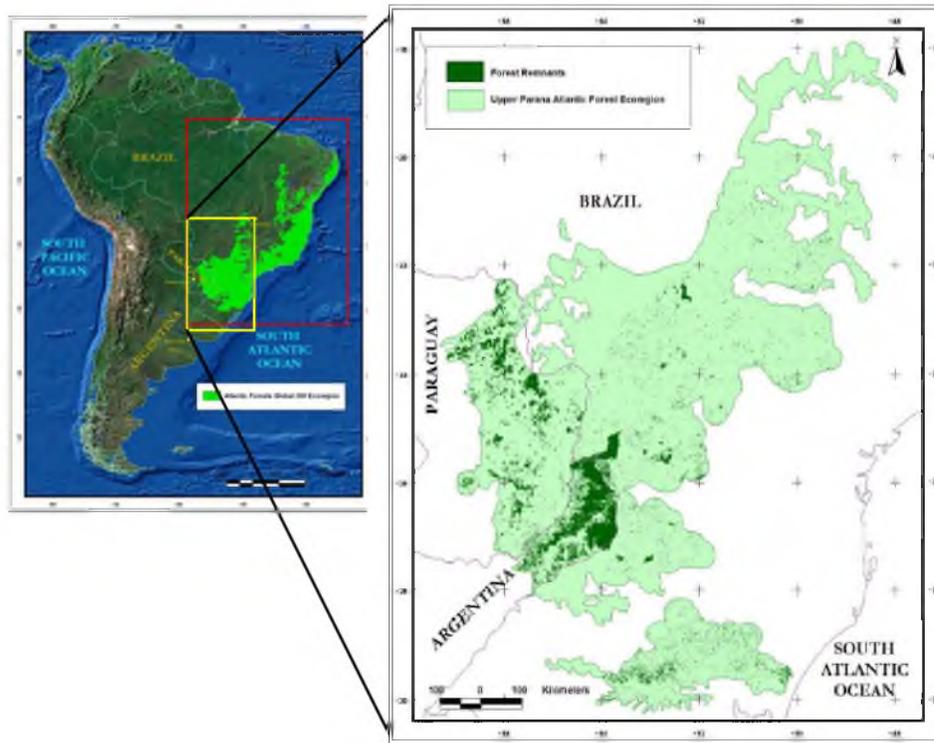


Figura 2: Bosque Atlántico (fuente: Di Bitetti et al, 2003) Ecoregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná. Verde oscuro remanentes forestales y verde claro extensión original del Bosque Atlántico del Alto Paraná.

*Distrito de las Selvas Mixtas*, la cual ocupa casi toda la provincia además de las comunidades ribereñas, distinguiéndose cuatro comunidades, *la selva de laurel o guatambú* que representa la asociación clímax de la mayor parte del distrito, *la selva de laurel, guatambú y palo rosa*, restringida según Cabrera (1980) al extremo Norte de Misiones, *La selva de laurel, guatambú y pino*, ocupando el extremo nor-oriental de Misiones en la región de mayor altitud y con clima más frío, *la selva con Urunday* formando una faja irregular al sur de Misiones, entre la las *selvas de laurel y guatambú* y el distrito de de los Campos, y las *selvas marginales*, que comprende la vegetación de las riberas de los ríos Paraná y Uruguay y sus afluentes. Cuando la selva desaparece, ya sea mediante desmonte (cortado) o el rosado (quemado), al poco tiempo estas áreas comienzan a cubrirse de una vegetación característica la cual es denominada popularmente en misiones como “Capuera”, por último el *Distrito de los Campos* se extienden por el sur de Misiones que representan comunidades herbáceas

## II.2 COLONIA ANDRESITO

### II.2.1 Ubicación Geográfica

El Municipio de Andrés Guacurá, conocido comúnmente como “Colonia Andresito”, pertenece al departamento de General Belgrano ubicado al NE de la Provincia de Misiones, sus coordenadas geográficas son 25°43'29,49" Latitud Sur, 53°55'6,00" Longitud Oeste (Figura 3).

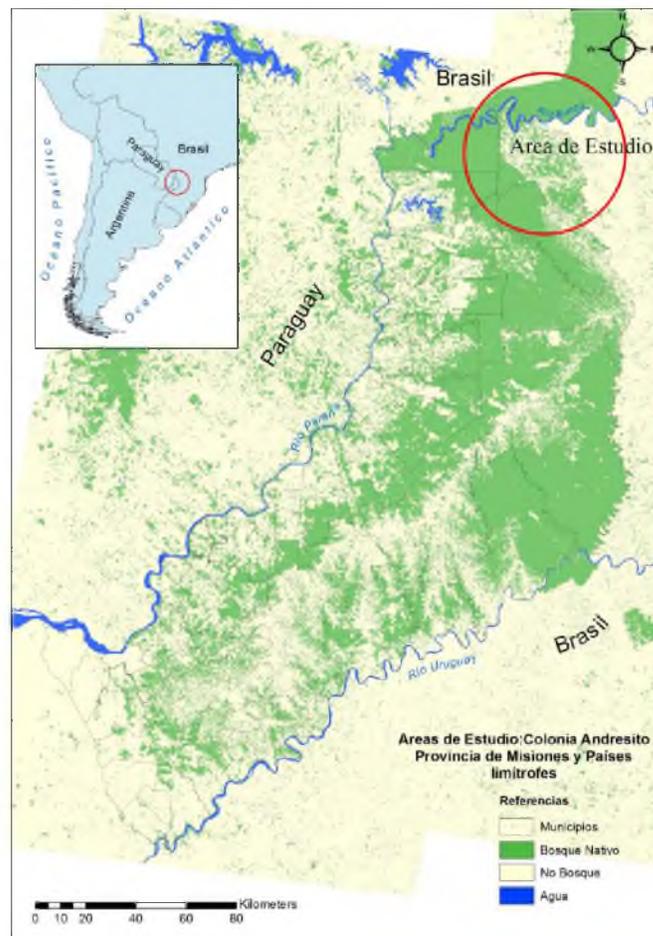


Figura 3: Ubicación del Área de Estudio “Colonia Andresito”, Provincia de Misiones, Argentina y países limítrofes

Limita al Norte y Este con la República Federativa del Brasil, constituyendo los ríos Iguazú y San Antonio límites geográficos naturales respectivos. Al Sur limita con el

Parque Provincial Uruguay y el municipio de San Antonio; y al Oeste con el Parque Nacional Iguazú.

## **II.2.2 Elección del área**

Las razones que motivaron la elección de este municipio fueron, por un lado, su alta naturalidad, y por otro, el proceso tardío de colonización a fines de los años 70's y principios de los 80's. Por tal motivo, es un área que nos brinda la posibilidad de contar con un modelo para el estudio y análisis de las transformaciones de los patrones estructurales del territorio, y las causas más importantes en dichos cambios. Nos referimos como territorios "naturales" a aquellos que si bien han tenido algún tipo de intervención antrópica, son ecosistemas que no han experimentado cambios muy drásticos en su estructura, dinámica y función ecológica.

Además, Andresito forma parte de un zona de amortiguamiento<sup>2</sup>, desde el punto de vista ecológico, ya que se encuentra rodeada por tres de las áreas protegidas de mayor importancia para la conservación del BAAP, el Parque Nacional Iguazú al este, el Parque Nacional do Iguacu en Brasil al norte y el Parque Provincial Uruguay al suroeste.

## **II.2.3 Análisis Ambiental del Municipio**

### ***II.2.3.1 Metodología***

Para la caracterización de los aspectos naturales y socioeconómicos del municipio, se utilizaron diferentes fuentes de información primaria y secundaria, las mismas fueron provistas por las distintas instituciones entre las que se encuentran, ONG's, reparticiones de la provincia de Misiones, como la Dirección de Geodesia, el Ministerio de Ecología y la Municipalidad de Andresito.

---

1. <sup>2</sup> Área de amortiguamiento: sector circundante a las áreas protegidas dentro de las cuales deberían implementarse medidas mitigadoras de los impactos sobre las áreas protegidas,

La caracterización social y productiva del Municipio, surgió tanto del análisis de información secundaria, como de información primaria generada en este estudio, a partir de muestreos en el campo, entrevistas con la comunidad y principalmente de los talleres participativos desarrollados en el transcurso de los dos años de duración del proyecto (Capítulo IV).

Toda la información espacial recabada de los aspectos territoriales que pudieron ser cartografiados, se volcaron e implementaron en un sistema de información geográfico (SIG), el cual facilitó la interpretación de la información y el análisis espacial de las múltiples variables disponibles. Las diferentes capas de información implementadas en el SIG, se digitalizaron desde las fuentes analógicas (papel) a digitales. Las capas fueron proyectadas a coordenadas Gauss Kruger Faja 7 y parámetros definidos por el Instituto Geográfico Militar Argentino. Además, fueron generadas nuevas capas de información base derivadas, como el modelo digital de elevación del terreno (MDT), delimitación de las sub-cuencas, pendientes del terreno y su exposición, red hidrográfica ajustada a partir de la utilización de las cartas edafológicas y topográficas de la provincia de Misiones e imágenes satelitales y relevamientos de campo, además se contó con la digitalización de la división catastral la que fue ajustada y actualizada con la información provista por el Municipio.

Todas las capas de información se detallan en la Tabla 2 y en el Anexo II (Mapas). Toda la información inédita elaborada durante el presente estudio se ha puesto a disposición del Municipio, el que incorporará el sistema en su gestión.

Tabla 2: capas de información generada en la etapa de diagnóstico del Municipio de Colonia Andresito (ver Anexo II).

<i>Nombre</i>	<i>Nº mapa o Figura</i>	<i>Características</i>
<i>Mapa hidrológico</i>	1	Red hidrográfica con ríos principales y secundarios. Análisis de imágenes satelitales y mapas topográficos de la Provincia de Misiones
<i>Mapa de cuencas hidrográficas</i>	2	Delimitación de las cuencas hidrográficas de los ríos principales a partir de modelación de flujos.
<i>Mapa topográfico-modelo digital Del terreno (MDT)</i>	3	Modelo digital de elevación del terreno a partir de la interpolación de puntos acotados y curvas de nivel provistas por las cartas topográficas de la provincia de Misiones.
<i>Mapa de pendientes</i>	4	Mapa derivado del MDT
<i>Mapa de Aspecto y exposición</i>	5	Mapa derivado del MDT
<i>Mapa de suelos</i>	6	Mapa digitalizado a partir de las cartas edafológicas de la provincia de Misiones.
<i>Mapa de unidades geomorfológicas</i>	7	Provisto por la FVSA
<i>Mapa de Remanentes forestales (años 1986-1997-2002-2004)</i>	8	Análisis e interpretación digital de imágenes satelitales para las diferentes fechas
<i>Mapa de uso/cobertura del suelo 2002</i>	Figura 22	Interpretación digital y relevamientos de campo
<i>Mapa de áreas protegidas y corredor verde</i>	Figura 10 y 13	Delimitación de las áreas protegidas provistas por APN y la FVSA
<i>Mapa de rutas, caminos urbano</i>	Figura 9	Interpretación de imágenes satelitales, recorridas en el campo y relevamiento traks de GPS
<i>Mapa catastral</i>	9	Digitalización, ajuste y actualización del mapa de catastro del Municipio

### **II.2.3.2 La ocupación del territorio**

La cantidad aproximada de habitantes de la colonia, sumados área rural y urbana es de 18.000 personas, con una superficie de 93.000 has (información facilitada por Municipio Andrés Guacurari), lo cual representa una densidad baja.

La historia de ocupación del territorio de Misiones es una historia de olas migratorias externas e internas, por una parte y de ciclos productivos por el otro. En ambos procesos y en el complejo marco de acciones estatales y culturales, la figura del colono<sup>3</sup> y la pequeña explotación familiar se constituyeron en los actores dominantes de la economía agraria. La colonización es concebida como la estrategia de ocupación de la frontera en Misiones en general y de Andresito en particular.

Tomaremos la definición de frontera de Jorge Pyke, “la frontera es definida al mismo tiempo como una construcción ideológica, cultural y con un conjunto de fenómenos concretos y diversos donde la presencia del Estado se encuentra en todos los niveles”. (Jorge Pyke 2000)

El desarrollo del Municipio “Colonia Andresito”, fue impulsada por el gobierno nacional entre los años 1979 y 1983 no solo poniendo a disposición tierras fiscales para el desarrollo rural sino también con el objetivo de poblar las fronteras internacionales, como parte de una estrategia política-militar. Este proceso fue impulsado como respuesta a la problemática de la frontera que cobrara vigencia durante la década del 60, la cual se convirtió en un elemento significativo de los estados nacionales, representando la posibilidad de consolidación en su posición internacional y en su poder en el orden interno.

A comienzos del año 1979, el gobierno de Misiones sanciona la Ley que declaraba de “interés prioritario provincial” la realización del Plan de Colonización de Andresito. Dicho emprendimiento estatal suponía la ocupación de un espacio de más de 60.000 hectáreas en el Norte del Departamento Gral. Manuel Belgrano, al nordeste de la

---

<sup>3</sup> Leopoldo Bartolomé (1975) sostiene que en Misiones el término “colono” denota además de un tipo social agrario predominante, una serie de referentes propios de la región. El colono misionero es un productor agrícola familiar de origen inmigratorio europeo relativamente reciente.

provincia de Misiones, en el límite con el Brasil. Los objetivos principales que fijaba dicha ley de creación eran los de afincar pobladores en la zona e incorporar al proceso productivo las tierras fiscales, evitando de esta forma, el ingreso de pobladores provenientes del Brasil como estrategia de defensa del territorio nacional sobre la presión extranjera. Los primeros asentamientos por parte de colonos provenientes, en su mayoría del sur y centro-sur de la misma provincia de Misiones, fueron registrados en los primeros años de la década del 80, donde comienza un proceso de cambio a través de actividades de desmonte de la selva para su transformación a cultivo, principalmente de yerba mate.

El criterio de distribución de las tierras del llamado Plan de colonización se basó en un sistema de puntajes y el proceso de obtención de la titularidad de la tierra se iniciaba con el otorgamiento de un permiso de ocupación y desmonte de tierras fiscales. Los primeros pobladores seleccionados por el Estado para la ocupación de este espacio, fueron esencialmente agricultores argentinos con cierto nivel de educación, capacidad económica (maquinarias, herramientas) y la suficiente experiencia para llevar adelante la explotación de los recursos que ofrecía la zona. Este proceso impulsó la formación de una frontera de carácter planificada resultado de la organización previa de la distribución y uso de la tierra. En sus comienzos la unidad económica destinada a cada grupo familiar fue fijada en una superficie de entre 120 y 150 has. Actualmente hay pequeñas propiedades menores de 25 has. El 25% de la parcela se debía preservar como monte nativo, mientras que el resto podía ser deforestado y transformado a tierra de cultivo. Además el Ministerio de Asuntos Agrarios podía destinar parcelas de hasta 500 ha para su utilización pecuaria u otros fines especiales. Las razones que motivaron a la colonización de nuevas tierras por parte de los colonos se fundamentaron en la necesidad de obtener más tierras para cultivar, teniendo en cuenta el agotamiento que presentaban sus chacras originales.

El proceso migratorio de población hacia el municipio de Colonia Andresito, queda evidenciado si evaluamos la comparación entre departamentos de la variación relativa porcentual de la cantidad de habitantes (INDEC 2001) entre los periodos 1980-1991 y 1991-2001 con valores de 104,8% y 30% respectivamente (Figura 4). La variación relativa porcentual para la localidad de “Colonia Andresito” o Almirante Brown en el periodo 1991-2001 fue de 67,8% respecto a 50% para Bernardo de Irigoyen y de 53,9%

para San Antonio. Estos valores expresan la contribución de cada localidad al incremento poblacional del departamento para este periodo. La Figura 5 muestra el crecimiento poblacional desde el año 1980 hasta el 2001, para la provincia de Misiones. Comparado al crecimiento del Departamento de G. M. Belgrano, se puede observar el aumento de la cantidad de habitantes resultado del flujo de inmigrantes a “Colonia Andresito” luego de la implementación del plan de colonización.

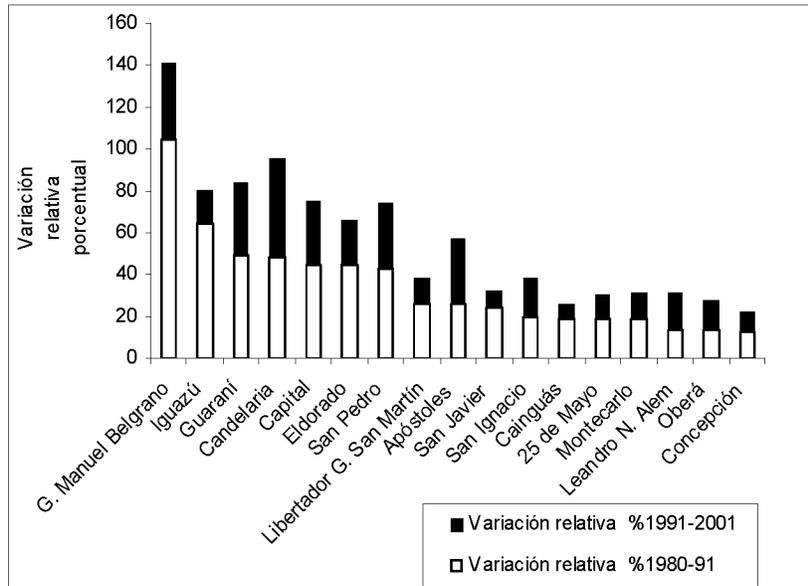


Figura 4: Variación relativa porcentual de la cantidad de habitantes por departamento, para la Provincia de Misiones. (INDEC. 2001).

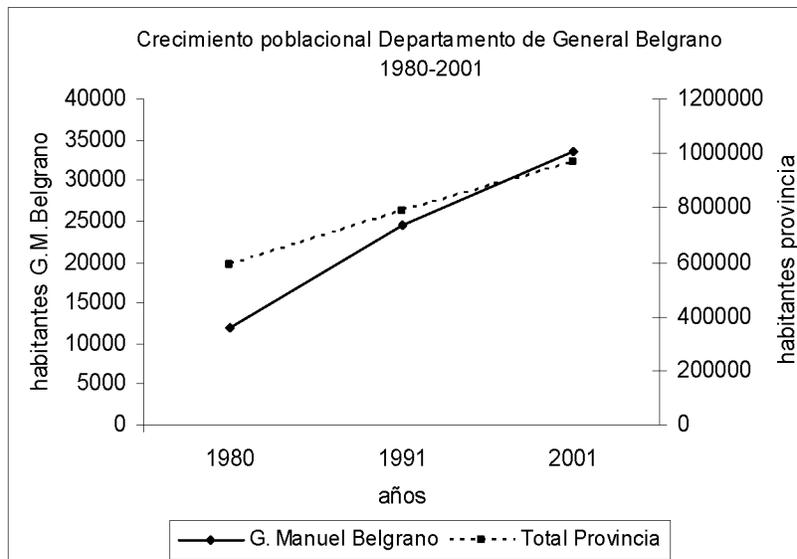


Figura 5: Crecimiento poblacional para el departamento de G. M. Belgrano y la provincia de Misiones para el periodo 1980-2001. (Fuente: INDEC)

Este rápido crecimiento poblacional, fue acompañado por la pérdida de cobertura de bosque nativo a través de actividades de desmonte. La Figura 6 muestra el decrecimiento de la cobertura forestal en relación al incremento de la cantidad de habitantes, desde los comienzos del plan de colonización hasta el 2005.

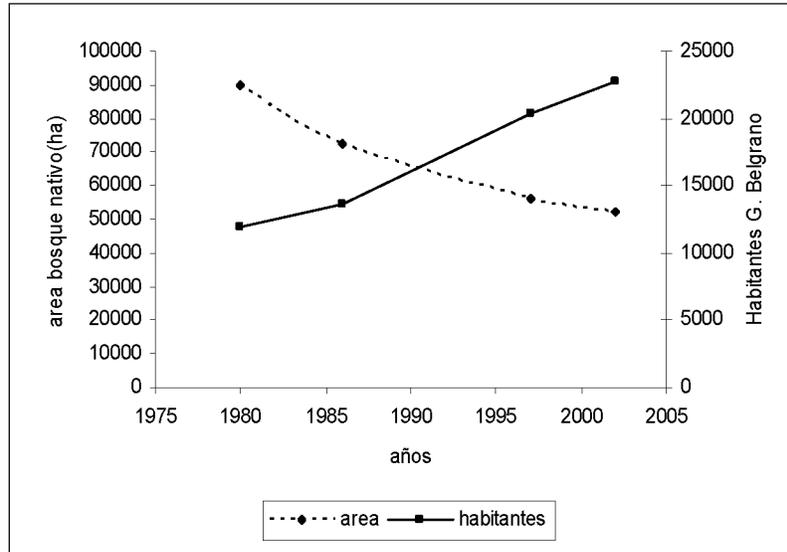


Figura 6: Variación temporal de la superficie en hectáreas de bosque nativo del municipio de "Colonia Andresito" (izquierda) y el incremento poblacional (derecha) para el Departamento de G. M. Belgrano (Fuente: INDEC)

### II.2.3.3 Características socio-productiva del municipio

La economía de Colonia Andresito desde su inicio, ha estado centrada en la explotación de los recursos forestales nativos para madera y la producción de yerba mate (*Ilex paraguariensis*). Los primeros colonos basaron su actividad productiva, casi exclusivamente, en el cultivo de yerba mate, debido al incentivo por parte del gobierno provincial que, en el año 1984, autorizaba 20.000 hectáreas con nuevos cultivos en zona de colonización del NE de la provincia, ampliándose a 27.000 ha para 1987, dando prioridad en las adjudicaciones a los productores no yerbateros.

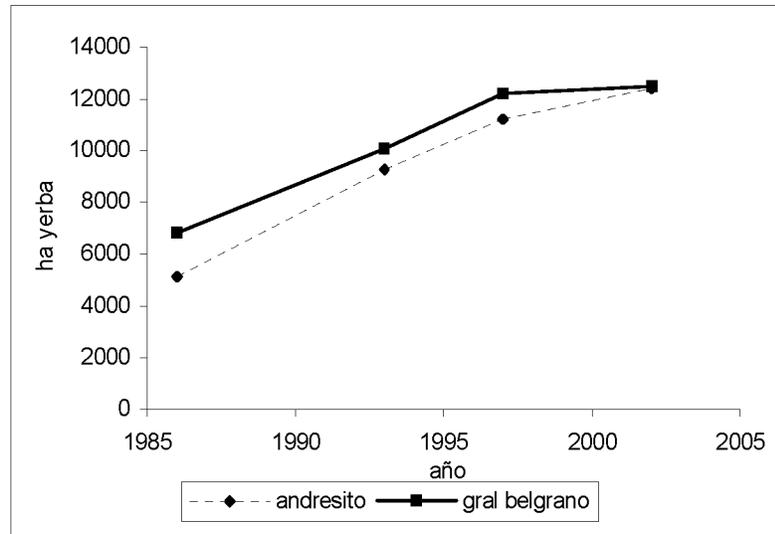
La extracción de palmito (*Euterpe edulis*) de valor comestible ha sido una importante actividad en algunos sectores de la colonia. Las industrias principales son aserraderos, secaderos de yerba, estas últimas ya sean como empresas o cooperativas, y pequeñas envasadoras de productos como palmito, dulces y otras conservas (Cordiviola 1999).

Al igual que en otras áreas de selva subtropical del país, se desarrollan diversas actividades de tipo agrícola-ganaderas y de explotación forestal (extracción o reforestación de especies exóticas), ocasionando la transformación de la cobertura terrestre (desmonte seguido de agricultura y ganadería intensiva) o de impacto parcial del bosque (explotación forestal extractiva) sin destruirlo totalmente (Brown et al 1993). También, aunque menos representados en el municipio, se encuentran cultivos de tung (casi inexistentes en la actualidad), té, cítricos y otros frutales (como mamón, mango y banana), y especies forestales exóticas en pequeñas extensiones como paraíso (*Melia azedrach*), pino (*Pinus eliotti* y *P. taeda*), kiri (*Paulownia fortunei*) cedro australiano o toona (*Cedrella toona*), eucaliptus (*Eucaliptus spp.*), entre otros.

Actualmente la colonia se caracteriza por una población de pequeños productores, sustentada por una economía claramente rural, dinamizada recientemente por una expansión y subdivisión territorial del campesinado minifundista de subsistencia, basada principalmente en el cultivo e industrialización de la yerba mate y secundariamente en la actividad ganadera y en menor medida forestal.

La Figura 7 muestra la evolución del cultivo de yerba mate, expresado en hectáreas, en el periodo 1986-2002. Los datos para el municipio de Colonia Andresito surgen del análisis de las imágenes satelitales para las diferentes fechas (datos propios), mientras que los valores para el departamento de G. Belgrano son datos censales (censo agropecuario 2001).

El municipio de Colonia Andresito (Almirante Brown) es el principal productor de yerba mate (cultivo perenne) del departamento. Del total de la producción departamental, el municipio aporta el 92,48%, con 573 (76%) productores yerbateros (INDEC, 2001). Si Consideramos el total de la producción de yerba al 2001 para la provincia, el municipio contribuye con un 6,66%. Otro cultivo perenne registrado en el municipio a través del análisis de las imágenes satelitales fue el Te, cuya superficie resulto insignificante.



*Figura 7: Variación de las hectáreas de Yerba Mate para Colonia Andresito, respecto al total del Departamento (INDEC, 2001, y datos propios)*

Actualmente la actividad productiva ubicada en segundo lugar, es la ganadera, con un incremento importante en los últimos años. Del análisis de las imágenes satelitales se estimaron las coberturas de pastizales, relacionada con esta actividad. La cobertura de pastizales representó un 4,53% de la superficie total del municipio para el año 1986, aumentando a 11,97% para el 2002.

Hasta el momento la forestación no había formado parte del sistema de producción en la colonia, ya que ésta actividad ha sido más bien evaluada como un sistema de ahorro a utilizar en un determinado momento, a diferencia de los otros cultivos perennes que son de explotación continua (Rozé y Vaccarezza, op. cit). Puede decirse que esta producción sólo se debe a que la legislación vigente obliga a los propietarios a la reforestación del 15% de la superficie otorgada, pero no porque haya sido priorizada por el mediano y pequeño productor.

Al igual que en el resto de Misiones y desde 1998 aproximadamente hasta el 2002, la fuerte crisis yerbatera llevó a Andresito a una profunda depresión económica. A partir del 2003, el creciente precio de la yerba y el mejoramiento general de la situación económica del país ha fomentado la recuperación del Municipio. Poco a poco se percibe un aumento en la diversificación en las actividades productivas locales, en busca de

alternativas que resulten económicamente más rentables. Con esta situación, es de esperar que se produzcan fuertes cambios en el sistema productivo y en el uso de los recursos naturales. En este sentido, algunos emprendimientos de ecoturismo (Refugio de Vida Silvestre Yacutinga, Cabure-í Eco-Lodge y San Sebastián de la Selva), han comenzado a desarrollar diferentes actividades en los últimos años, los que podrían representar fuentes de ingresos para los medianos y pequeños productores (fuente: talleres participativos).

#### ***II.2.3.4 Tenencia de la tierra***

La tenencia de la tierra en Andresito es en su mayoría, de carácter privado, destacándose la falta de titularidad y la apropiación ilegal de las tierras en mucho de los casos (Fuente: talleres), y de carácter público en el caso de las áreas protegidas provinciales que se encuentran dentro del municipio. De las aproximadamente 1287 parcelas en la que está dividido el municipio, actualmente el 36% son menores a 25 ha, 63 % menores a 50 ha, 79 % menores a 75 ha, 86% menores a 100 ha, el resto representan parcelas de más de 100 ha, con un valor máximo de 600 ha para las parcelas de carácter privado, correspondiendo las parcelas mayores a 1000 ha a los parques provinciales. Estos porcentajes expresan una desigualdad en la distribución de la tierra, al considerar que el 73% de la superficie del municipio está en propiedad del 35% de la población con parcelas mayores a las 50 ha, y el 27% de la superficie del territorio está distribuido entre el 65% restante de la población con parcelas menores a las 50 ha.

Si bien en un principio la superficie de las parcelas agrícolas presentaban un tamaño promedio de 100 ha, actualmente este tamaño se ha reducido a un promedio de 53,937ha, hecho que demuestra un proceso de subdivisión de la tierra en los últimos años. Esto trae fuertes implicancias en la re-estructuración y transformación del mosaico del paisaje, donde se observa un aumento en los procesos de fragmentación del mismo. Transformándose en un paisaje característico de la provincia de misiones donde los lotes agrícolas presentan un tamaño promedio de 25ha (Figura 8).

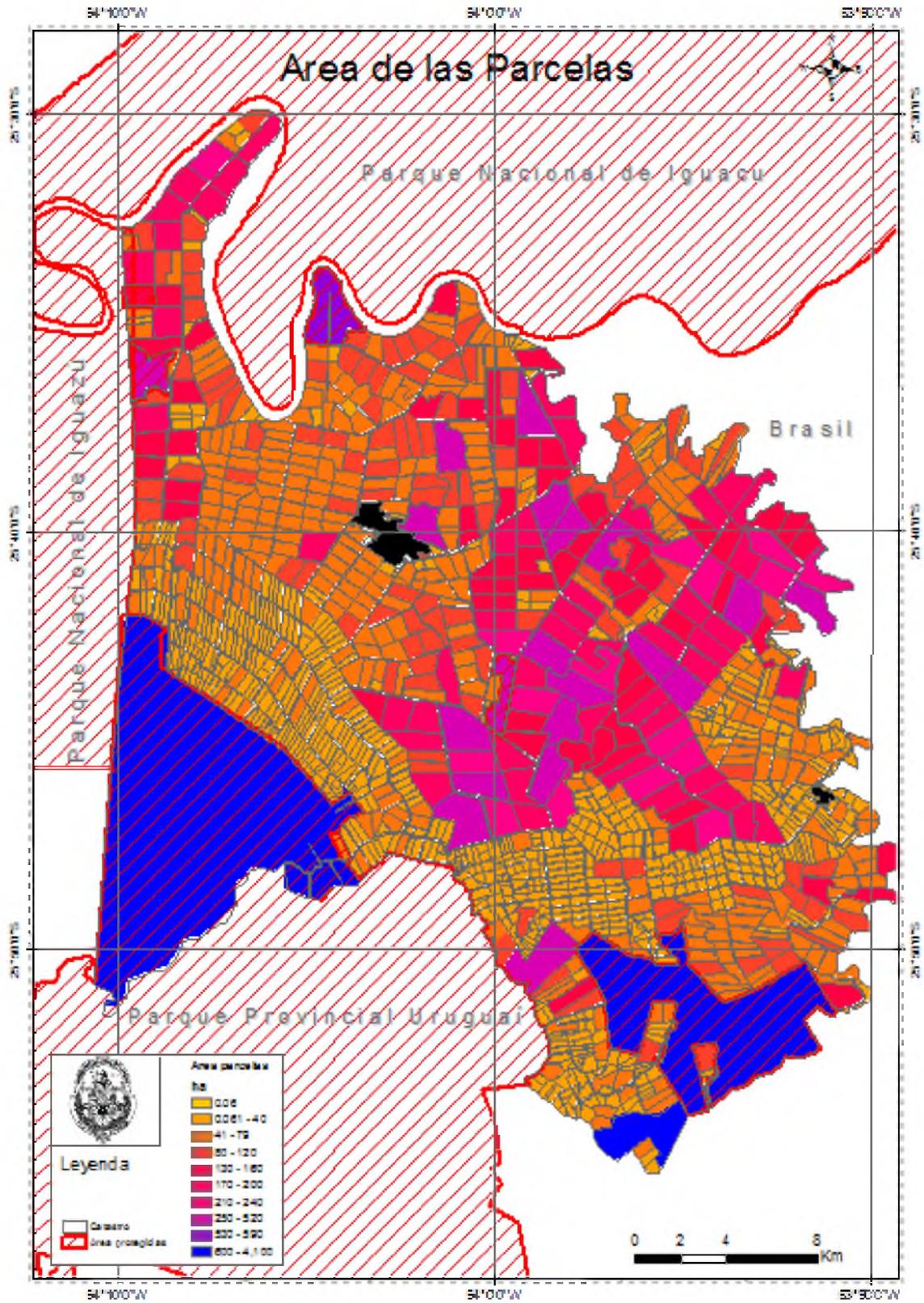


Figura 8: Tamaño de las distintas propiedades de Andresito (Fuente: elaboración propia).

### ***II.2.3.5 Redes de comunicación vial***

El municipio queda comunicado al resto de la provincia por dos vías de transporte mayores o principales, la ruta 101 que lo conecta con el municipio de Iguazú al oeste y bordea al norte al parque Urugua-í en dirección sur hacia el municipio de San Antonio, la ruta 19, que luego de atravesar la reserva de Urugua-í, se dirige hacia la cabecera del municipio, al cual bordea en el sector este y oeste, continuando hacia el norte hasta el puente Internacional Andresito-Capanema (Brasil), representando una vía de comunicación directa entre la provincia de Misiones y el estado de Paraná en Brasil. Otra importante vía de comunicación es la ruta 25 que conecta las comunidades de Cabure-i con Integración. El resto de las vías de comunicación quedan representadas por caminos menores que establecen una red de accesibilidad a casi la totalidad del territorio (Figura 9). Cabe destacar que sólo la ruta 19 presenta pavimento en casi su totalidad a excepción del tramo de acceso a la ciudad, el que actualmente se encuentra en etapa de ejecución, el resto de las vías de comunicación son de tierra, lo que dificulta su tránsito en época de lluvias.

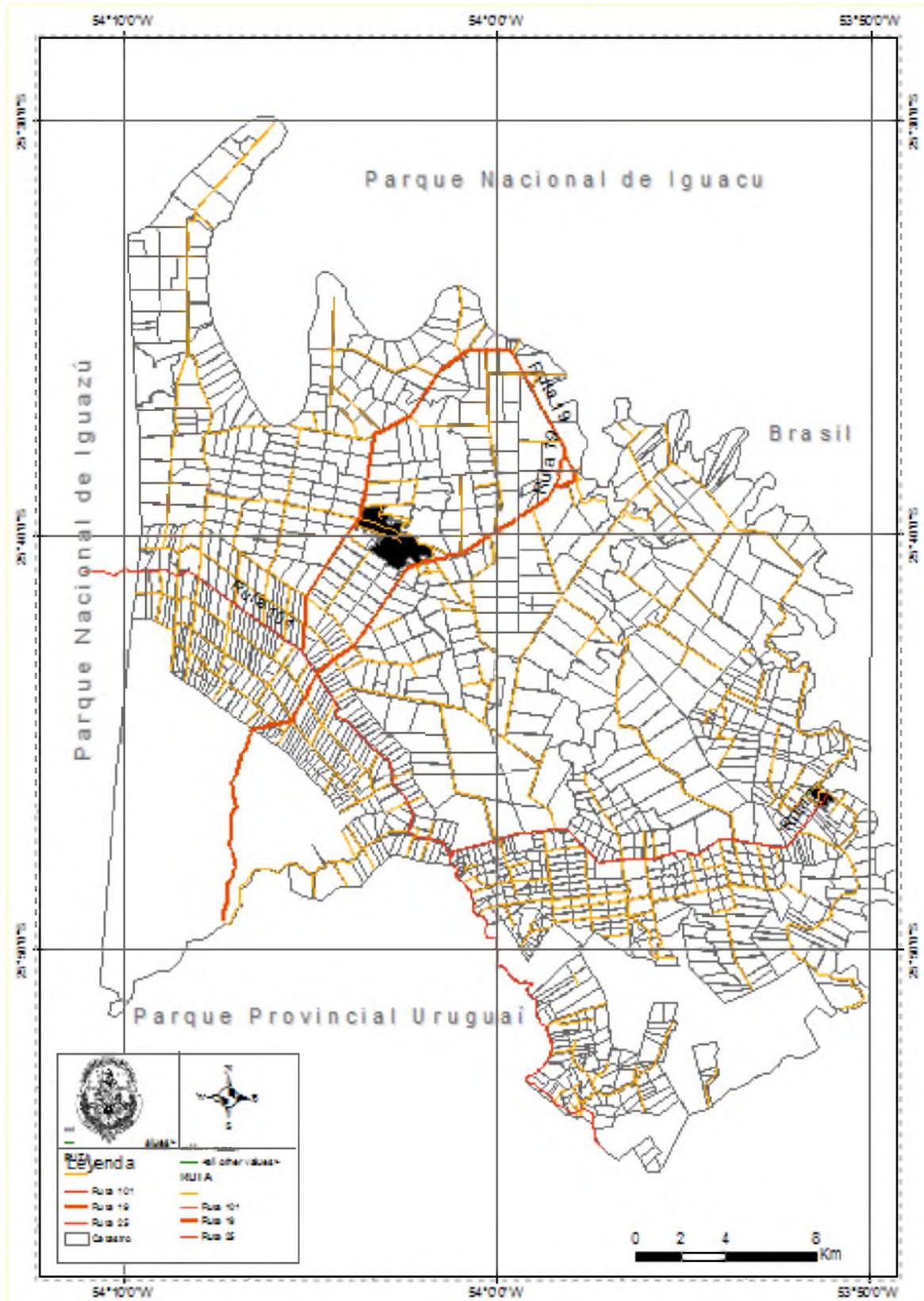
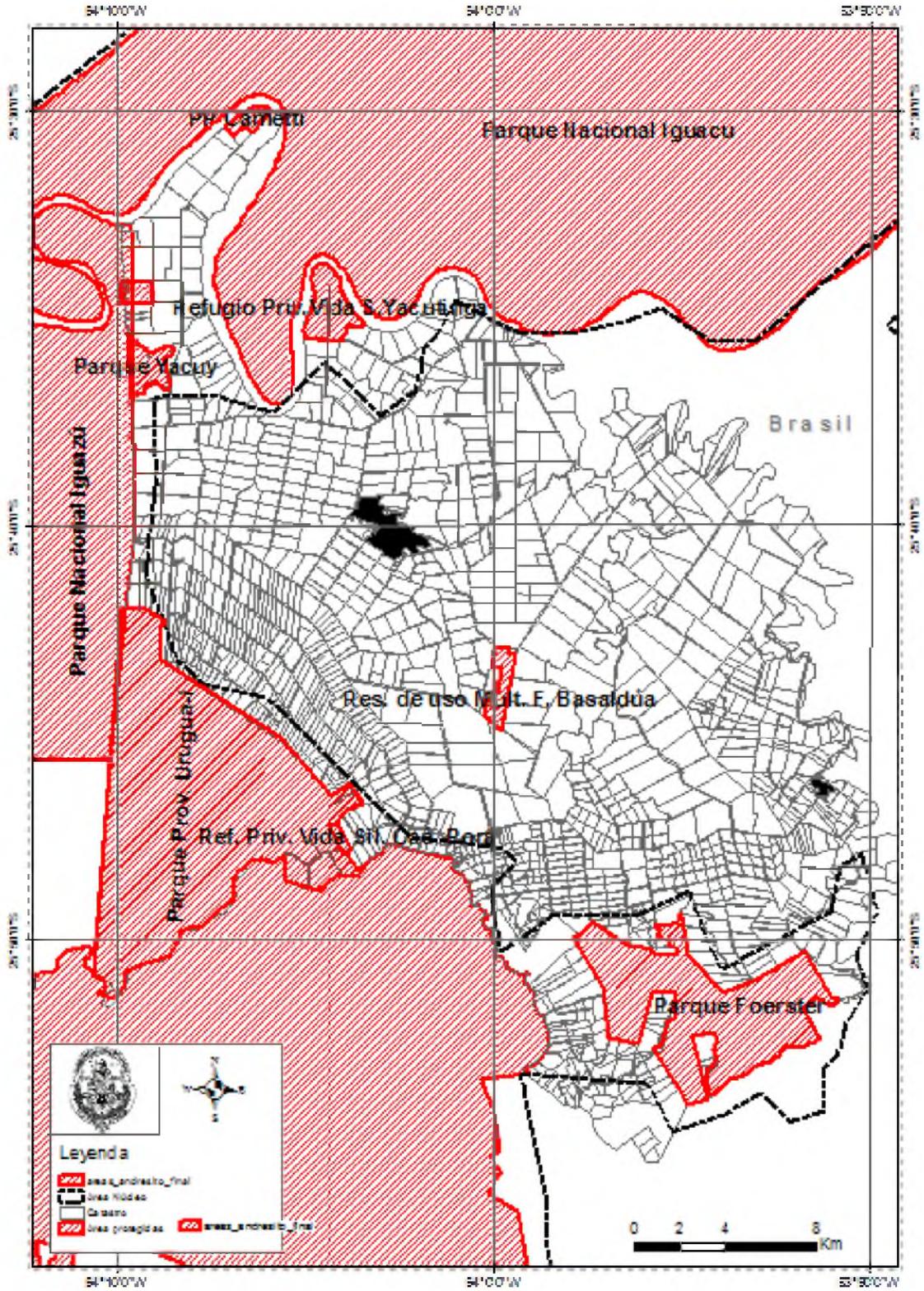


Figura 9: Red de comunicación Vial. (Fuente: elaboración propia).

### **II.2.3.6 Características ambientales y de los recursos naturales**

Colonia Andresito presenta actualmente una gran superficie de su territorio bajo estatus de conservación a través de áreas naturales protegidas provinciales y privadas, las cuales representan el 17,48 % del total del municipio, lo que equivale a 15.598 ha (Figura 10). Al suroeste se encuentra el Parque Provincial Urugua-í, que de sus 84.000 ha, sólo se encuentran dentro del municipio 10.034 ha. Este parque presenta la mayor superficie de Selva Paranaense de la Provincia que, unido al Parque Nacional Iguazú, a la Reserva Nacional y al Parque Nacional do Iguazú en el Estado de Paraná (Brasil), constituyen la mayor reserva de la Selva Paranaense de toda la ecorregión. Al sudeste se encuentra el Parque Horacio Foerster, con 4.309 ha, protege un ambiente en donde se desarrolla el Palmito (*Euterpe edulis*), especie de la cual se ha realizado una explotación sistemática que ha llevado a su disminución. Por otro lado se encuentra protegiendo gran parte de la cabecera de la cuenca del Arroyo Deseado y la zona con mayor pendiente del municipio lo cual garantiza la conservación de suelos fácilmente erosionables. En el Norte y limitando con el parque Nacional Iguazú, se localiza el Parque Provincial Yacuy con una superficie de 347 ha, en un terreno levemente ondulado descendiendo hacia el arroyo del mismo nombre. Fue creado con la finalidad de anexar al parque una superficie lindante al mismo y proteger la cuenca del Arroyo Yacuy. Al norte de la denominada “península de Andresito” y limitando con el río Iguazú, se encuentra el Parque Provincial Cametti con una superficie de 131,6 ha, que ha sido recientemente creado con la finalidad de proteger un ambiente con características ambientales particulares debido a su cercanía al río Iguazú, propicias para el desarrollo del palmito, el que se encuentra en proporciones elevadas en relación al resto del municipio (fuente: relevamientos propios de campo). Otra área protegida privada que comparte estas características es el Refugio de Vida Silvestre Yacutinga (524,08 ha), ubicada al noreste en el límite con el Parque Iguazú.



Andresito presenta una topografía levemente ondulada que desde el río Iguazú en el norte (Figura 11), donde se encuentra la cota más baja de 200msnm, asciende hacia las serranías del sistema victoria al sur, donde se encuentra el punto más elevado del municipio con una cota máxima de 500 msnm. Una gran proporción del Municipio presenta suelos de tipo 6A levemente ondulados y profundos, mientras que los suelos de tipo 6B con pendientes pronunciadas y escasa profundidad se encuentran en menor proporción en los sectores este y sudeste, relacionados al sistema de serranías.

Desde el punto de vista hidrográfico, destaca la intrincada red de ríos y arroyos que surcan de forma sinuosa por el paisaje en dirección sur-norte, todos estos cursos pertenecientes a la cuenca del río Iguazú. La divisoria entre la cuenca del río Uruguay y la del Iguazú marcan el límite sur del municipio. Se destacan cinco sub-cuencas, al este, se encuentra la sub-cuenca del Río San Antonio, el cual configura el límite con el estado del Brasil, en dirección oeste se continúa la cuenca del arroyo Deseado y la cuenca del arroyo San Francisco, cuyo tramo intermedio atraviesa la cabecera urbana del municipio (Almirante Brown). En sentido noroeste la cuenca de los arrotos Yacutingo y Barra Fría y por último la cuenca del Yacuy que limita al oeste con el Parque Nacional Iguazú. Al sur-oeste una pequeña parte del arroyo Uruzú, perteneciente a la cuenca del río Uruguay forma parte del municipio (Figura 12).

Desde el punto de su flora y fauna Andresito comparte las características bióticas de la ecorregion BAAP (Bosque Atlántico del Alto Paraná), y actualmente junto con los sectores menos disturbados de la provincia de Misiones, aún conservan gran parte de su patrimonio natural, aunque muchas de las especies tanto vegetales como animales, se encuentran actualmente en peligro de extinción por pérdida y degradación del hábitat.

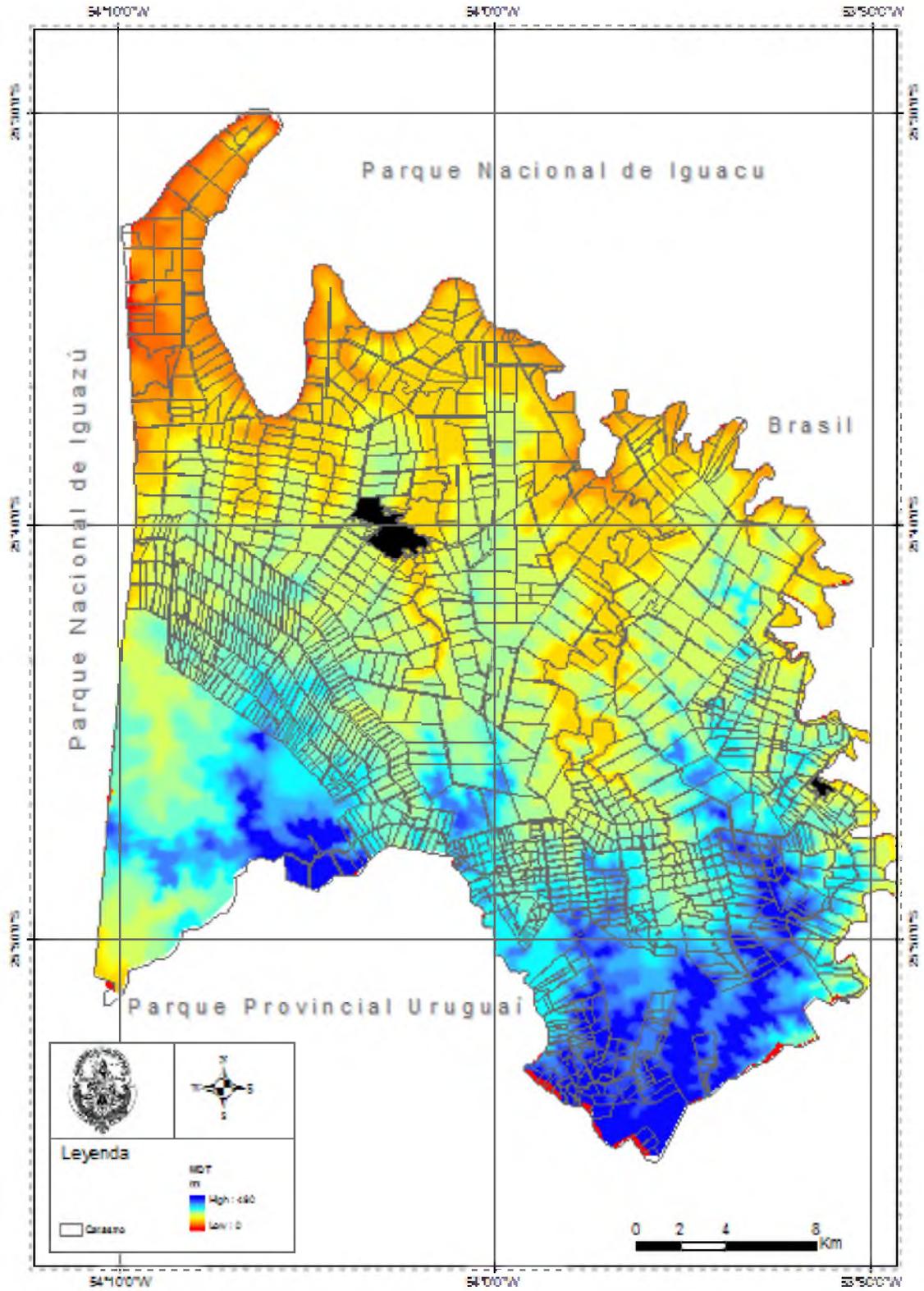


Figura 11: Modelo de elevación del terreno (msnm) (Fuente: elaboración propia).

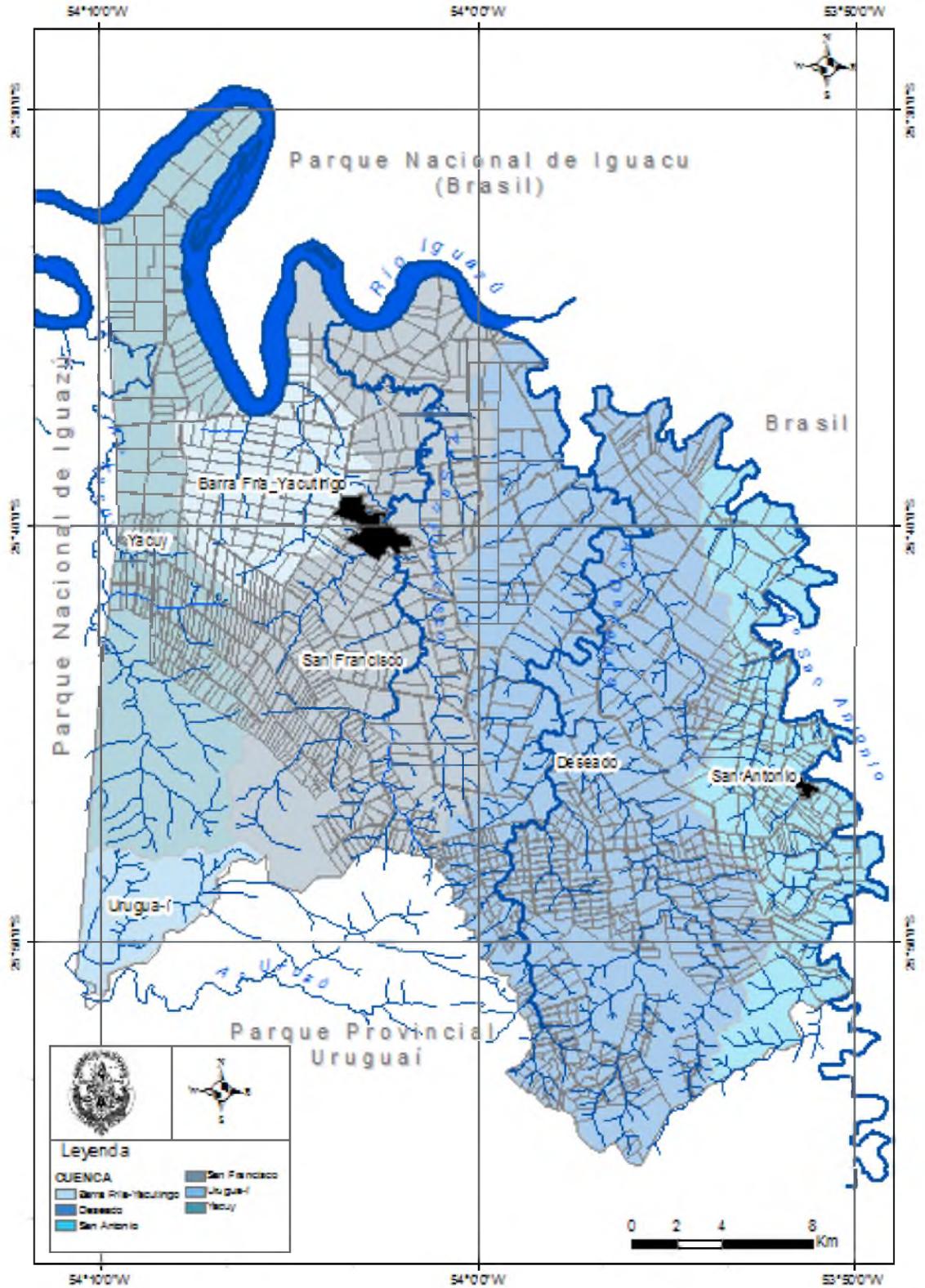


Figura 12: Hidrografía y cuencas hidrográficas (Fuente: elaboración propia).

### **II.2.3.7 Marco Normativo**

- *Antecedentes de Ordenamiento Territorial a nivel nacional*

En Argentina el ordenamiento territorial comenzó hacia los años setenta a través del urbanismo o planificación urbana con normas y planes reguladoras del suelo urbano, asociado a una preocupación por el crecimiento acelerado de las principales ciudades. Este es el caso de la Provincia de Buenos Aires donde en 1977 se promulgo la ley sobre Ordenamiento Territorial y usos del suelo (Decreto Ley 8912), con fuerte énfasis urbanístico. Luego se vinculo la ordenación del territorio con la organización política administrativa y las políticas de descentralización. En el año 2000, a nivel nacional, se formula el proyecto de “Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial”, que se declara de interés nacional y se asocia estrechamente con las políticas de descentralización territorial. También se han desarrollado planes en los ámbitos departamentales y municipales aún cuando no existía una política nacional al respecto.

A nivel nacional, la Ley N° 25.675, Ley General del Ambiente consagra al Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) como uno de los instrumentos de la política y la gestión ambiental. La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable es la Autoridad de Aplicación de la Ley General del Ambiente.

La serie de objetivos que la propia ley explicita

- ✓ asegurar el uso ambientalmente adecuado de los recursos ambientales,
- ✓ posibilitar la máxima producción y utilización de los diferentes ecosistemas,
- ✓ garantizar la mínima degradación y desaprovechamiento y,
- ✓ promover la participación social en las decisiones fundamentales del desarrollo sustentable.

El proceso de OAT tenderá a establecer **pautas para el uso de los recursos ambientales** que deberán plasmarse en planes de uso del suelo y planes de manejo.”

#### Política y Estrategia Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

Fomentada por el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, su objetivo es apoyar y coordinar las acciones vinculadas al Plan Estratégico Territorial. El

objetivo es el reordenamiento del territorio, orientándolo hacia un desarrollo equilibrado, integrado, sustentable y con justicia social, a partir del aprovechamiento de las diferentes ventajas comparativas y del potencial humano de cada región. Se establece la meta de esta Política al año 2016, fecha en que se cumple el Bicentenario de la Independencia Nacional.

Para el 2016 cada habitante de este suelo debe haber logrado:

1. Desarrollar su identidad territorial, cultural y su sentido de pertenencia al territorio nacional.
2. Alcanzar el progreso económico según sus capacidades y proyectos personales sin necesidad de abandonar su región de origen.
3. Alcanzar la sustentabilidad ambiental para garantizar la disponibilidad actual y futura de los recursos.
4. Participar plenamente en la gestión democrática del territorio en todas sus escalas.
5. Acceder a los bienes y servicios esenciales, posibilitando el desarrollo personal y colectivo y una elevada calidad de vida en todos los rincones del país.

Lo interesante de esta iniciativa es que expresa la importancia de una estrategia flexible y participativa para la implementación de esta política que permita ir generando acciones paulatinas y escalonadas, coordinadas entre los diversos actores.

El instrumento de intervención permanente será el Sistema Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (SiNDOT), concebido como un conjunto de actores, instrumentos, planes y proyectos articulados entre sí, orientado al cumplimiento de los objetivos de la Política Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. A través del SiNDOT se pondrá en marcha una metodología de trabajo asentada en tres ejes paralelos:

- ✓ Puesta en marcha y consolidación del Sistema de Información, Vinculación y Asistencia Técnica para el Desarrollo y el Ordenamiento Territorial (SIVAT).
- ✓ Puesta en marcha y consolidación del Plan Estratégico Territorial (PET).
- ✓ Puesta en marcha del proceso de reflexión y diseño de la Ley Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

Estos tres ejes de trabajo no son independientes uno de otro, al contrario se articulan, complementan y condicionan unos a otros en tanto que diversas actividades y componentes de cada uno de ellos constituyen insumos para los otros ejes de trabajo. Esta iniciativa comenzó en el 2005 y se encuentra ya en una etapa avanzada. En la provincia de Misiones ya se realizó el PET identificando las áreas donde es necesario la construcción de infraestructura esencial para el desarrollo de la provincia y otras áreas de producción y protección. Esta iniciativa a escala provincial tiene poco nivel de detalle para enfocar en lugares particulares, como en este caso Andresito.

## *2-Antecedentes de Ordenamiento Territorial a nivel provincial*

### **Leyes de conservación del patrimonio natural**

Pueden entenderse como áreas protegidas, en cualquiera de sus categorías, al instrumento legal-institucional de regulación del uso de la tierra y agua en las cuales los recursos naturales son los componentes más importantes, ya sea que el área se encuentre bajo un uso productivo o no.

La ley forestal Argentina N° 13.273 de 1948, a las que adhieren las provincias, establece que la defensa y mejoramiento de los bosques es de interés público y que su explotación o deforestación para fines agropecuarios, debe ser autorizada por la autoridad competente, en el caso de Misiones es el Ministerio de Ecología y Recursos Naturales. El solicitante de la aprobación tiene que presentar un Plan de trabajo o dasocrático para el área de bosque que pretende explotar. El plan de trabajo pretende evitar la sobreexplotación del bosque (según la existencia aprovechable y el rendimiento del bosque). La ley contiene implícita una restricción al dominio, regulando el usufructo privado de un recurso natural, cabe destacar que no existen restricciones de este tipo en defensa de otros recursos naturales (suelo, fauna, etc.). Este es un intento de internalización de los costos ambientales que tiene la explotación.

También la ley crea la figura de Bosques Protectores y Bosques Permanentes, como áreas de bosque que no sea deforestado en el futuro. En cuanto a los planes de manejo de los bosques, éstos suponen grados de fiscalización y control altos, además de conocimientos técnico muy especializado, con lo cual en la práctica y en el caso de la

provincia de Misiones los planes quedan relegados a una práctica burocrática. A su vez los controles de terreno por parte de la autoridad de aplicación también son insuficientes.

Colonia Andresito presenta actualmente una gran superficie de su territorio bajo conservación estricta a través de áreas naturales protegidas de carácter provincial y privado, dentro de las cuales sólo el uso recreativo y de investigación es permitido. Estas áreas ocupan el 17,48% del total del municipio, lo que equivale a 15.598 ha (Tabla 3). Gran parte de la superficie del municipio se encuentra dentro del denominado “Corredor verde Misionero” (Figura 13), ley provincial que establece un área de uso múltiple la cual promueve el desarrollo de alternativas de mayor sustentabilidad ambiental.

Tabla 3: Superficie total en hectáreas de Andresito representadas por Áreas protegidas en sus diferentes categorías y status de conservación (Fuente evaluación propia de superficies).

<i>NOMBRE</i>	<i>Hectárea</i>	<i>% Andresito</i>
PP Yacuy	324.013	0.36
PP Foerster	4159.84	4.66
PP Cametti	131.602	0.15
Res. de uso Mult. F. Basaldúa	249.264	0.28
PP Urugua-í	10034.442	11.24
Ref. Priv. Vida Sil. Caá Porá	53.185	0.06
Refugio Priv. Vida S. Yacutinga	523.461	0.59
Refugio Priv. Vida S. El Yaguarete	122.234	0.14
<i>Privadas</i>	<i>698.88</i>	<i>0.78</i>
<i>Provinciales</i>	<i>14899.161</i>	<i>16.69</i>
<b><i>Total</i></b>	<b><i>15598.041</i></b>	<b><i>17,48</i></b>

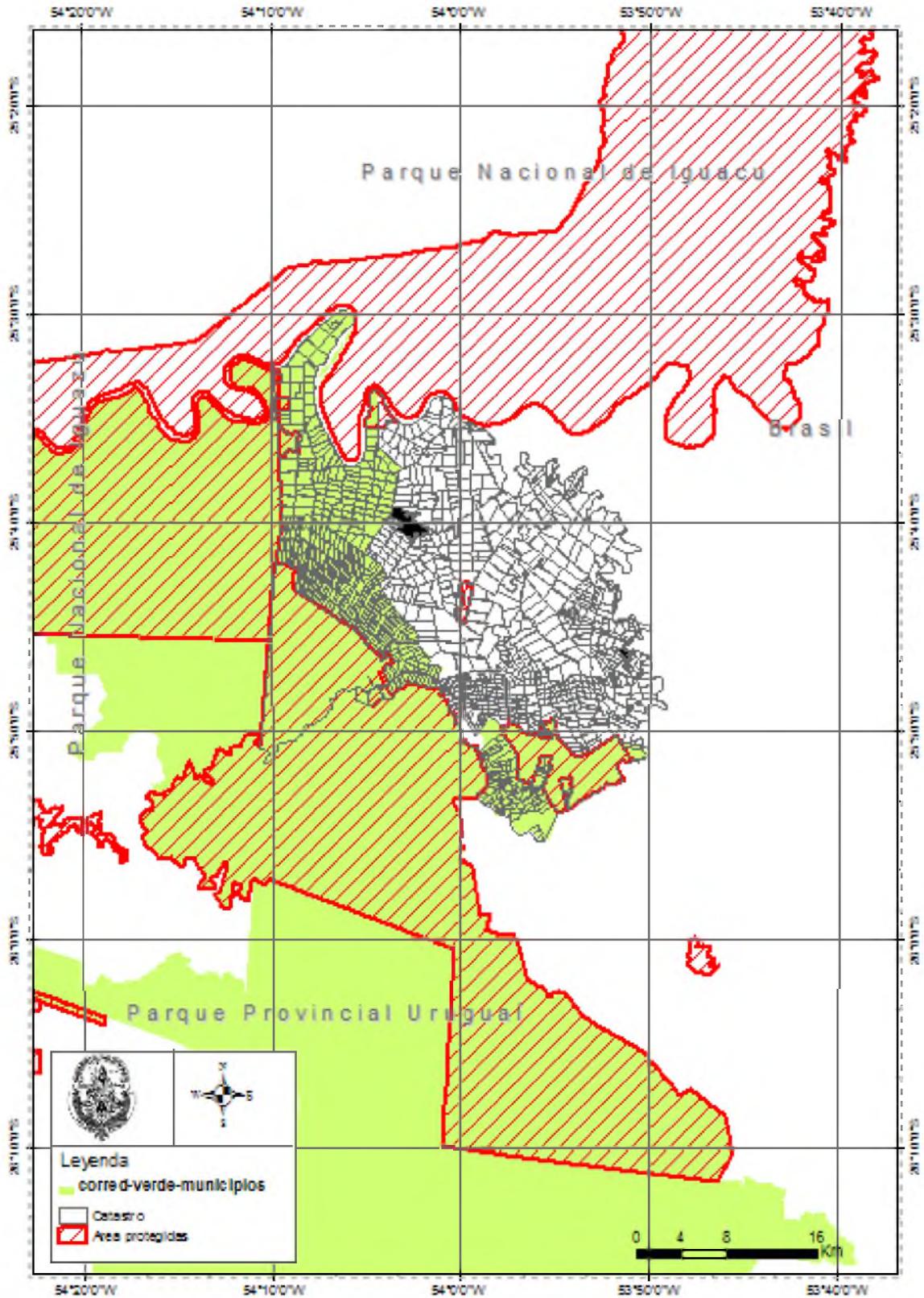


Figura 13: Área del Corredor Verde de Misiones (en color verde). Área de Andresito.

El objetivo central del CVM (Corredor Verde Misionero) es generar las condiciones necesarias favorables para la preservación de las masas selváticas incluidas en él, con el objeto de permitir la conectividad de los tres principales bloques de las Áreas Naturales Protegidas existentes en la Provincia: (1) Núcleo Norte: Parques provinciales Yacui, Uruguái y Foerster, y Parque Nacional Iguazú; (2) Núcleo Central: Reserva de Biosfera Yabotí y los Parques Provinciales Esmeralda y Moconá; y (3) Núcleo Sur: Parques Provinciales Salto Encantado y Cuña Pirú, integrando el corredor con las áreas protegidas fronterizas del Brasil y con Paraguay, conformando un importante corredor biológico tri-nacional. Este corredor pretende lograr tanto la conservación de la biodiversidad como los procesos que regulan la estructura del paisaje.

El CVM (ley N° 3.631, diciembre 1999) representa actualmente el marco normativo vigente más importante en términos de protección de los recursos naturales de la provincia, si bien hasta el presente no presenta un decreto reglamentario por lo que la misma aún no se aplica. La autoridad provincial de aplicación de dicha normativa es el Ministerio de Ecología, Recursos Naturales y Turismo (MERNT), único de sus características en la República Argentina, a través de su Unidad Especial de Gestión para el Corredor Verde (UEGCV). A pesar de los esfuerzos invertidos para el desarrollo participativo de la mencionada Ley hasta la fecha, sus objetivos y herramientas no son conocidos por parte de la sociedad, y cuentan con la oposición de algunos sectores productivos, y también políticos, que han visto limitadas sus capacidades para la generación de recursos económicos por las limitaciones establecidas a la explotación de los recursos forestales.

Dicha ley contempla e incentiva la creación de áreas especiales de restauración y conservación, y a su vez promociona aquellos proyectos económicos que no impliquen la conversión de bosques nativos o afecten la conectividad de las áreas boscosas. Establece como áreas de restauración aquellas zonas identificadas como de interés especial para restablecer la conexión entre las masas forestales nativas en proceso de aislamiento y a las áreas ya contempladas en la ley provincial de bosques protectores, Ley N° 3426 y la Ley provincial de bosques N° 854, áreas de conservación que están representadas por los bosques permanentes (aquellos que conforman las áreas protegidas, contienen especies consideradas de importancia para su conservación, arbolados de caminos, etc.), bosques protectores y fajas ecológicas.

El sector oeste y sur del municipio de Andresito queda comprendido dentro del corredor verde. La zona límite del parque Urugua-í dentro del sector norte del corredor verde, conjuntamente con el área de unión entre los parques Foerster y Urugua-í, se caracteriza por un paisaje altamente fragmentado, con un uso intensivo de la tierra donde se destaca el cultivo de tabaco, que sumado al hecho de que es zona de alta cuenca y divisoria de agua, representa un sector de elevada fragilidad ambiental.

Existen otras leyes provinciales que son esenciales para el ordenamiento territorial:

- a) La ley provincial bosques protectores, N° 3426 se centra en la protección de los bosques protectores y la franjas ecológicas. Los bosques protectores constituyen las masas nativas que cumplen con las características de:
- ✓ bosques que se encuentran en pendientes del terreno igual o mayores al 20%;
  - ✓ bosques que forman galerías de cursos de agua, en un ancho sobre cada margen igual al triple del ancho del mismo;
  - ✓ bosques que cubren vertientes que originan cursos de agua en un radio de 50 m alrededor de las mismas;
  - ✓ los que se encuentran en zonas que por sus características edafológicas están calificados como suelos no aptos para la agricultura y reforestación que protegen cuencas hidrográficas, incluidos los suelos 6 “B”, entre otros.

Por otra parte se consideran fajas ecológicas a las franjas de bosques nativos que interconectan bosques protectores, que deben reunir una serie de características entre las cuales se encuentra:

- ✓ tener un ancho mínimo de 50 a100 m, según el tamaño del predio,
- ✓ bordear superficies de cultivos que no superen las 150 ha,
- ✓ estar interconectados.

La presente ley prohíbe la conversión a tierras para cultivos agrícolas o uso ganadero en las áreas de bosques protectores y en las fajas ecológicas. También regula el tipo de conversión y los requisitos para realizar explotación forestal en otros tipos de bosques de menor valor para la conservación.

b) La ley provincial bosques N° 854, es una adaptación de la ley Nacional No 13.273 y sirve para reglamentar el uso de los bosques nativos e implantados, como así las actividades que son posibles realizar y las actividades de fomento forestal provinciales.

Para esto los bosques se clasifican en:

- ✓ bosques permanentes: aquellos que formen los parques y reservas provinciales o municipales; aquellos en que existieran especies cuya conservación se considere necesaria; aquellos que se reserven para parques o reservas de uso público; o que constituyan el arbolado de los caminos.
- ✓ bosques experimentales: bosques nativos que se destinen para estudios forestales y los implantados destinados a estudios de acomodación, aclimatación, tratamientos silvícolas, elaboración de tablas de producción de especies nativas o exóticas.
- ✓ bosques especiales: aquellos de propiedad privada, creados con miras a la producción u ornamentación de extensiones agrícolas, ganaderas ó mixtas.
- ✓ bosques de producción; aquellos bosques nativos o implantados de los que resulte posible extraer periódicamente productos ó subproductos forestales de valor económico mediante explotaciones racionales.

### **Ley N° 26331 de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos**

Recientemente se ha sancionado por el Senado de la Nación Argentina la ley de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos.

La presente ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos, y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. Asimismo, establece un régimen de fomento y criterios para la distribución de fondos por los servicios ambientales que brindan los bosques nativos.

Son objetivos de la ley:

- a) Promover la conservación mediante el Ordenamiento Territorial<sup>4</sup> de los Bosques Nativos y la regulación de la expansión de la frontera agropecuaria y de cualquier otro cambio de uso del suelo;
- b) Implementar las medidas necesarias para regular y controlar la disminución de la superficie de bosques nativos existentes, tendiendo a lograr una superficie perdurable en el tiempo;
- c) Mejorar y mantener los procesos ecológicos y culturales en los bosques nativos que beneficien a la sociedad;
- d) Hacer prevalecer los principios precautorio y preventivo, manteniendo bosques nativos cuyos beneficios ambientales o los daños ambientales que su ausencia generase, aún no puedan demostrarse con las técnicas disponibles en la actualidad; y
- e) Fomentar las actividades de enriquecimiento, conservación, restauración mejoramiento y manejo sostenible de los bosques nativos.

### **II.3 CONCLUSIONES**

La transformación del territorio en Andresito se dio a partir de la ocupación de fronteras por colonización al igual que el resto de los municipios de Misiones. En el caso particular de Andresito la colonización tardía del municipio se dio por migración interna de pobladores provenientes del sur de la provincia, en busca de nuevas tierras productivas, debido al agotamiento de las tierras de cultivo por sobreexplotación y conducido en un principio por medio de un plan de colonización del Estado. La producción, casi exclusivamente de cultivos de yerba mate en un principio, fue diversificándose a otros cultivos, a uso ganadero y en menor medida forestal, proceso que fue acompañado con una progresiva subdivisión de la tierra. Al igual que otros Municipios de Misiones, Andresito presenta una economía de pequeños agricultores de subsistencia y a diferencia una alta proporción relativa de áreas bajo conservación.

---

<sup>4</sup> A los efectos de la ley se entiende por:

Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos: A la norma que basada en los criterios de sostenibilidad ambiental establecidos en el Anexo de la ley zonifica territorialmente el área de los bosques nativos existentes en cada jurisdicción de acuerdo a las diferentes categorías de conservación.

Es un área que aún conserva gran proporción del paisaje con cobertura de bosque nativo y una estructura peculiar en cuanto a la gran proporción de su área bajo algún estatus de protección. A pesar de esto, Andresito pareciera no escapar a las presiones antrópicas, cambio del uso del suelo con una tendencia creciente a la diversificación de las actividades agropecuarias, y un aumento en la subdivisión de la tierra. Estos procesos podrían ser un riesgo sobre los remanentes de bosque nativo. Dentro de las tendencias al cambio en el uso del suelo, destacamos como potencial del municipio, el creciente interés hacia el uso turístico. Este municipio presenta una vocación turística innata puesto que no solo es un área de amortiguación de tres áreas protegidas principales encontrándose muy cerca de un centro turístico de atractivo internacional, como son las Cataratas del Iguazú, sino que sus propios atractivos paisajísticos y culturales podrían ponerlo en valor y ser una fuerte polo de atracción para la gente.

Por parte del Estado se observa una preocupación e interés creciente en la conservación de los bosques nativos a través de la sanción y tratado de diferentes normativas a nivel provincial y municipal. No obstante estos esfuerzos, habrá que analizar con el tiempo cuáles son los impactos reales de estas políticas sobre el territorio.

### III. CAPITULO III: ANÁLISIS DEL PATRÓN DE USO DEL TERRITORIO

#### III.1 Análisis de la cobertura y uso del suelo en el Municipio de Andresito a través de la interpretación de Imágenes Satelitales

##### III.1.1 Introducción

Los trabajos realizados en el contexto de la organización y evolución de los paisajes, tratan de explicar los estados y las transformaciones de los mismos invocando alternativas al determinismo del medio y las sociedades humanas (Bertrand 1975), generalmente conciernen periodos históricos y grandes territorios. Existen pocos trabajos que traten los mecanismos de cambio a escalas finas o locales. Sin embargo son las modificaciones locales, relativas al nivel de acción individual, las que transforman el paisaje; siendo estas acciones, respuesta a informaciones procedente de niveles englobantes, ya sea en forma de ley, reglamento, innovación técnica o condiciones de mercado.

En el campo de investigación que trata de las interacciones entre el paisaje y el ambiente, necesariamente se tienen que considerar los mecanismos que actúan sobre la dinámica del paisaje, lo cual requiere del conocimiento de las correlaciones entre los cambios y las variables independientes causantes. Los factores de organización y de cambios en los paisajes agrícolas pueden ser de tipo físico (suelo, clima, topografía), social (tipo de trabajo agrícola, organización colectiva), político (incentivos, políticas territoriales, etc.), económico (condiciones de mercado, tipo de renta), técnico (equipamiento, razas animales, variedades vegetales, abonos, pesticidas) y/o culturales (tradición familiar, objetivos personales o colectivos), siendo generalmente una combinación de varios factores que actúan simultáneamente.

Existen evidencias acerca de la importancia del patrón del uso del suelo en relación al patrón estructural del paisaje en territorios donde el hombre forma una parte importante de ellos. Todos los estudios que abordan esta temática evalúan cómo las diferentes modalidades de uso de la tierra modifican los paisajes ya sea, a través del análisis de los

procesos y funciones, que en él se desarrollan (i.e. erosión de los suelos, ciclo de nutrientes, dinámicas poblacionales, flujo génico de metapoblaciones, etc.), así como de las relaciones entre las estructuras espaciales, resultado de diferentes prácticas y políticas relacionadas al uso de los recursos naturales.

En el estudio de la cobertura y uso del suelo es indispensable distinguir entre **cobertura u ocupación del suelo** (“Land Cover”) y **uso del suelo** (“Land Use”). La cobertura describe el estado físico de las tierras, de la superficie del suelo; es el tipo de vegetación, la presencia de agua, rocas, etc. Un cambio en la ocupación del suelo puede consistir en una conversión (paso de bosque a cultivo) o una modificación (densidad de árboles de un bosque). El uso del suelo, describe la forma en que los hombres usan la tierra (los usos, las prácticas), haciendo referencia al tipo de agricultura, pastoreo, etc. (Turner II y Meyer 1994) . Desde el punto de vista de la ecología del paisaje varios usos pueden corresponder a una misma cobertura del suelo, y consecuentemente a condiciones ecológicas locales diferentes, el paisaje se presenta tanto como un conjunto de coberturas del suelo como un conjunto de usos.

A partir de la interpretación y análisis de imágenes de satélite, se puede obtener información de los tipos de coberturas del suelo y relacionar las mismas con diversos usos. A diferencia y de forma complementaria al análisis tradicional de datos censales para la interpretación de los cambios de uso, las imágenes posibilitan el estudio tanto temporal como espacial de la evolución de las diferentes coberturas y usos en el territorio. El objetivo principal de este capítulo es analizar las coberturas y usos del suelo en el Municipio de Colonia Andresito, para luego evaluar las transformaciones temporales y espaciales de los mismos.

### **III.1.2 Metodología**

Para el estudio de la cobertura y uso del suelo en Andresito, se utilizaron imágenes satelitales Landsat Thematic Mapper y ETM provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, Argentina (CONAE) (Figura 14) Se obtuvieron mapas de ocupación y usos del suelo a partir del análisis del comportamiento espectral de las

diferentes elementos de la superficie terrestre, a través de técnicas mixtas de análisis digital de imágenes utilizando los métodos de clasificación supervisado y no supervisado del software ERDAS 8.4 (Erdas 8.4, 1999). En todos los casos se utilizó el algoritmo estadístico de máxima verosimilitud (análisis multivariado de agrupamiento) para la separación de las diferentes categorías espectrales analizadas.

Previo a la clasificaciones se evaluaron las bandas que lograron una mejor separación entre las categorías o clases analizadas a través de un Análisis de Componentes Principales (ACP), las bandas analizadas fueron la 1,2,3,4,5 y 7 del satélite Landsat ETM y TM.

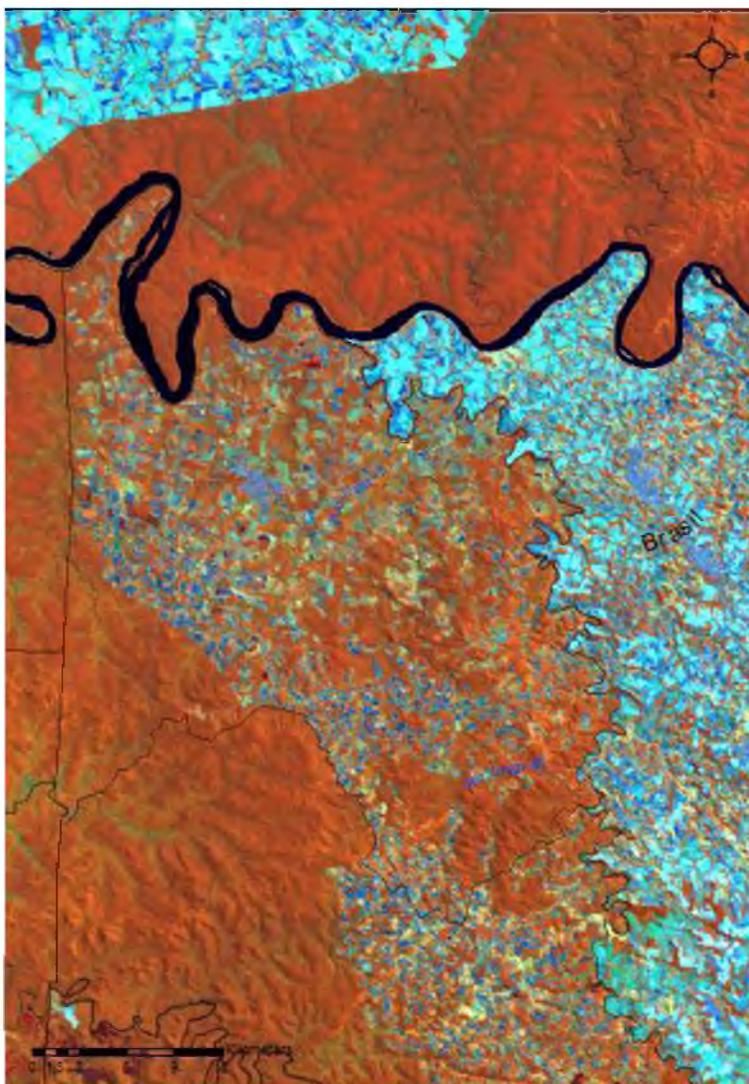


Figura 14: Imagen Satelital Landsat ETM+ año 2004 del Área de Andresito. Las áreas naranjas representan cobertura de bosque

Las clases o categorías fueron validadas a través de relevamientos en el campo donde se seleccionaron sitios de muestreo o entrenamiento en la terminología del sistema, además de relevamiento a partir de sobrevuelos del área. En éste último caso se definieron transectas de vuelo seleccionadas previamente en el gabinete en función de la interpretación preliminar de las imágenes satelitales, a partir de la cual se evaluó el grado de heterogeneidad de las mismas (ver Anexo II). Se realizaron cuatro campañas al área de estudio, donde se seleccionaron los sitios de entrenamiento y se evaluaron las coberturas resultantes de las clasificaciones. Se registro la posición geográfica de cada cobertura muestreada mediante puntos tomados con GPS (Sistema de Posicionamiento Global) en el campo. En cada sitio se registró la cobertura, el uso del suelo, el tipo de cultivo y la extensión en hectáreas (para algunos casos), en el caso de cobertura de bosque se discriminó entre bosque maduro y secundario. En el gabinete se registraron las respuestas espectrales de las coberturas y se analizaron los estadísticos que permitieron separar las categorías a partir de análisis multivariados de tipo exploratorios entre las respuestas espectrales para cada una de las seis bandas de las imágenes utilizadas. Se tomaron diez muestras por cobertura a partir de un polígono de 50 x 50 píxeles para cada una y se trabajó con el promedio.

En los casos que la separación de diferentes clases a partir de su respuesta espectral no fue posible, se apeló a un análisis multitemporal de imágenes, además también se apoyó en información provista por mapas temáticos elaborados en el presente estudio, como mapas topográficos, edafológicos, catastrales, hidrográfico, etc. Esta cartografía, en su mayoría provista en formato analógico, fue transformada a formato digital e implementada en un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS siglas en inglés). Varias capas derivaron de la información primaria a partir de diferentes modelos como: modelo digital de elevación del terreno (MDT), mapa de cuencas hidrográficas, de flujos y acumulación, exposición, pendientes. Toda la información cartográfica fue proyectada a un mismo sistema de coordenadas geográficas y proyección (proyección Gauss Kruger, faja 7), a partir de puntos GPS tomados durante las diferentes campañas y complementadas con puntos acotados relevados de las cartas topográficas nacionales (IGM: Instituto Geográfico Militar). Se trabajó con una escala espacial de detalle de 1:50.000 para la mayoría de los mapas, (si bien se contó con información de más detalle en algunos casos).

Las imágenes satelitales fueron corregidas espacialmente y atmosféricamente, rectificadas y georeferenciadas a un mismo sistemas de referencias, la proyección utilizada fue Gauss Kruger faja 7 (ver abajo parámetros de la proyección) para compatibilizarla con la información cartográfica.

Proyección: Transverse\_Mercator

Falso Este: 7500000

Falso Norte: 0

Meridiano Central: -54

Factor de escala: 1

Latitud de Origen: -90

Unidad Linear: Meter

GCS\_Campo\_Inchauspe

Datum: D\_Campo\_Inchauspe

Las imágenes se corrigieron atmosféricamente y se calcularon los valores de refractaria en longitudes de onda utilizando el modelo TOA.

La elevada heterogeneidad del paisaje actual requirió aumentar la resolución de las imágenes Landsat ETM a 15m, a partir de la banda pancromática (banda 8) provistas por estas imágenes, lo que permitió acercarse a una escala de análisis aproximada de 1:50.000-1:25.000 requerida para la interpretación en algunos sectores del área de estudio. Se trabajo con una resolución espectral de seis bandas en la mayorías de los casos y se calcularon algunos índices de vegetación, como el NDVI, para una mejor interpretación del estado de la vegetación.

En la Figura 15 se muestra un diagrama del flujo metodológico para la interpretación y obtención de los mapas de cobertura del suelo.

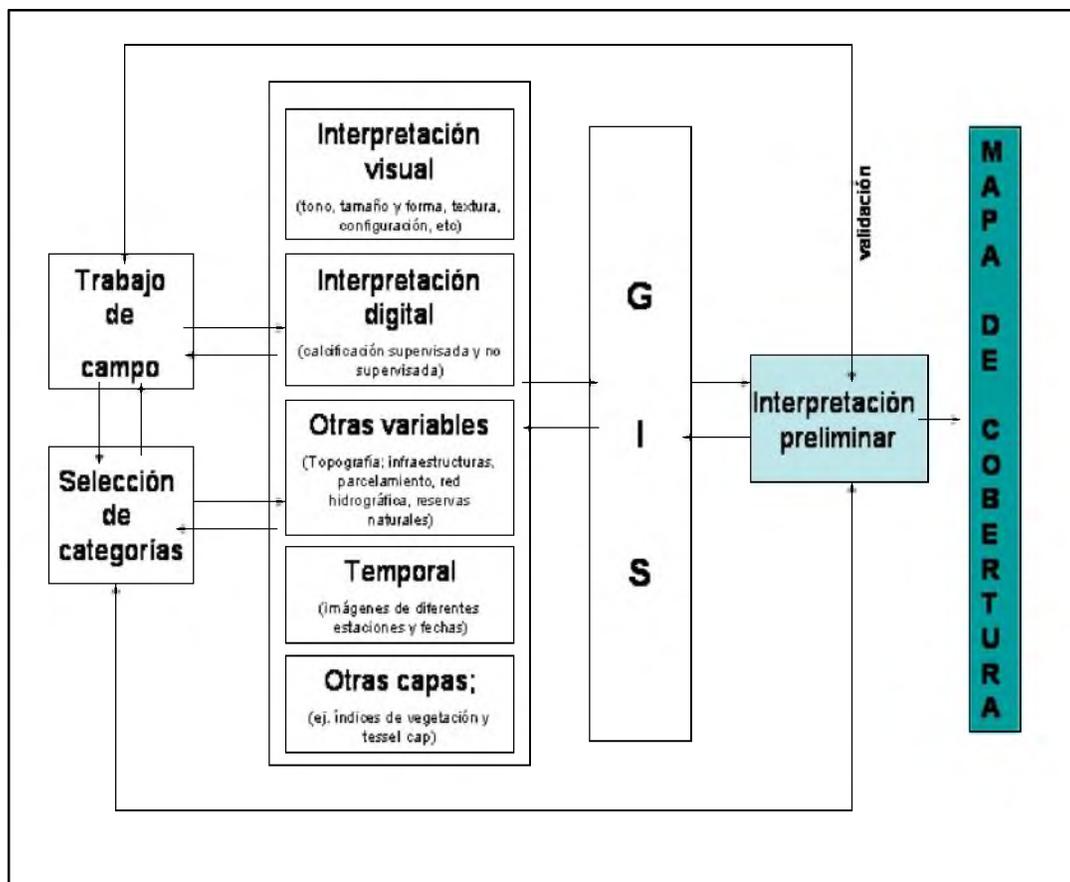


Figura 15: Flujo metodológico empleado para la obtención de los mapas de usos/coberturas del municipio de Colonia Andresito a partir del análisis de imágenes satelitales y datos de campo. Elaboración propia

### III.1.3 Resultados

- Separación espectral de las categorías de usos/coberturas del suelo

Las coberturas analizadas fueron: cultivos perennes de yerba (se separaron los cultivos jóvenes de los maduros) y té, suelos desnudo, cultivos anuales, plantaciones de especies forestales monoespecíficas, bosque secundario, bosque maduro, bosque bajo (cañaverales), pastizal, agua (Figura 16 y 17).

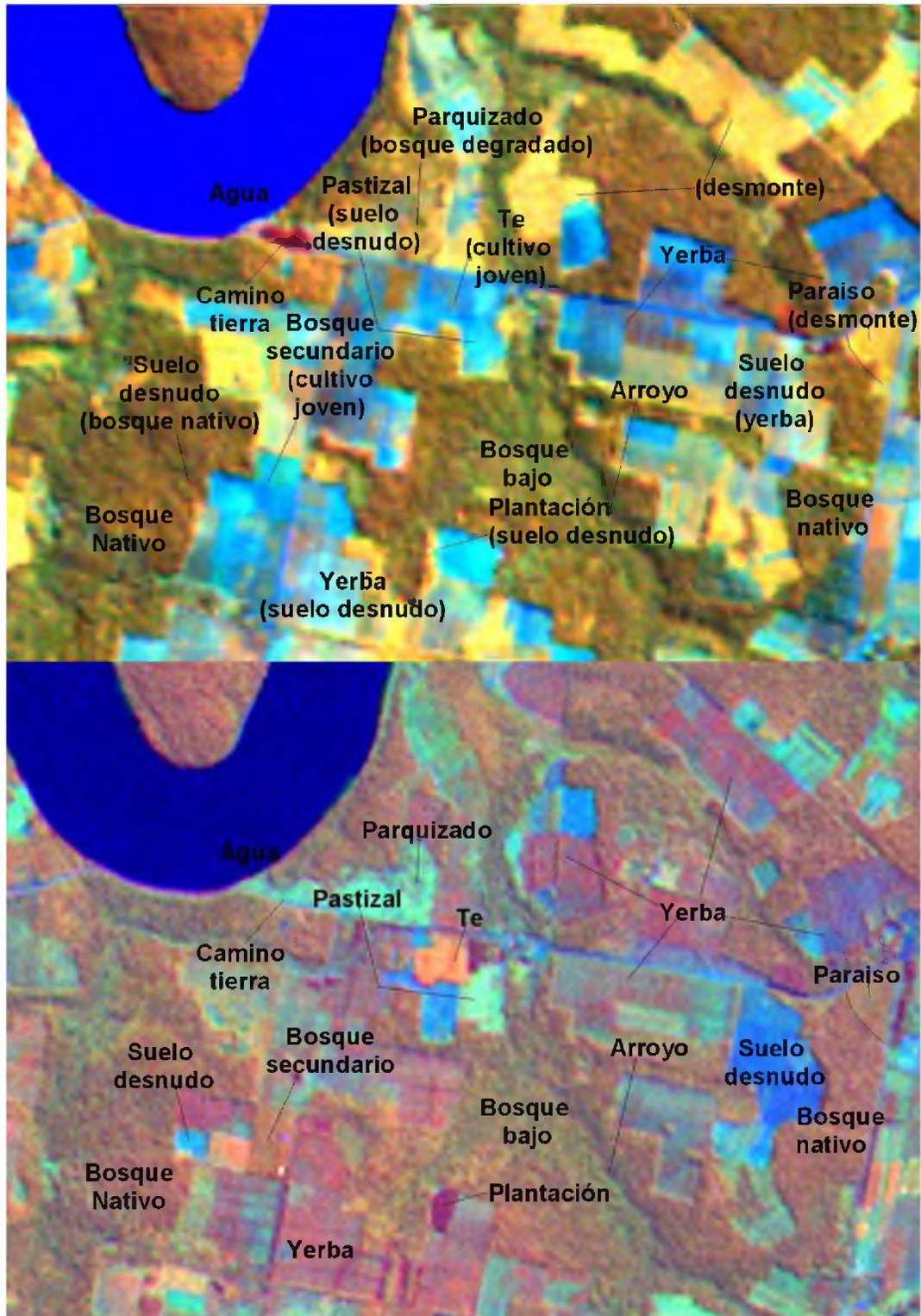


Figura 16: Imágenes satelitales 1986 (arriba) y el mismo sector en el 2002 (abajo), mostrando los cambios del uso del suelo. Fuente: Imágenes satelitales Landsat



Bosque nativo

Pastizal



Áreas de serranías



Río Iguazú



Cultivos anuales



Cultivos de yerba y bosque nativo



Plantaciones y yerba



Plantaciones jóvenes



Cultivo anual en borde de arroyo y pastizal Plantaciones



Áreas desmontadas para cultivos

Parche de pastizal dentro de bosque



Áreas urbana

Área urbana



Arroyo y bosque nativo

Áreas de agricultura mixta

*Figura 17: fotos aéreas del sobrevuelo sobre Andresito de las diferentes coberturas y usos del suelo. Fotografías propias y cedidas por FVSA*

Como resultado del Análisis de Componentes Principales (ACP), las bandas que mostraron mayor variabilidad en los valores de reflectancia, y que permitieron una mejor separación de las clases analizadas fueron las bandas 3, 4 y 5. Las banda 1, 2, 3 y 7 mostraron una alta correlación entre sí, no así las bandas 4 y 5 (Tabla 4).

*Tabla 4: Análisis de correlación entre bandas. Los valores en rojo son altamente significativos ( $P < 0,01$ ).*

	Banda 1	Banda2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 6
Banda 1	1.00	0.96	0.96	-0.35	0.76	0.92
Banda2	0.96	1.00	0.93	-0.19	0.82	0.92
Banda 3	0.96	0.93	1.00	-0.38	0.75	0.94
Banda 4	-0.35	-0.19	-0.38	1.00	0.24	-0.12
Banda 5	0.76	0.82	0.75	0.24	1.00	0.92
Banda 7	0.92	0.92	0.94	-0.12	0.92	1.00

El primer componente explica el 76,61% de la variación y el segundo componente el 20,34%, por lo que ambos componentes explican el 96,9% de la información. Las bandas que más aportan al componente 1 son la 1, 2, 3 y 7 (las cuales a su vez están altamente correlacionadas), siendo para el componente 2 las bandas 4 (-0.967) y la 5 (-0.465) (Tabla 5 y Figura 17). A partir de los resultados de este análisis se seleccionaron las bandas 3, 4 y 5 para los análisis subsiguientes.

Tabla 5: Varianza explicada y porcentaje de variación explicada por cada componente y contribución de cada banda al Componente 1 y 2.

	C 1	C 2
Banda 1	-0.974	0.147
Banda2	-0.971	-0.014
Banda 3	-0.972	0.179
Banda 4	0.221	-0.967
Banda 5	-0.865	-0.465
Banda 7	-0.979	-0.116
<b>Varianza</b>	4.596	1.220
<b>%</b>	0.766	0.203

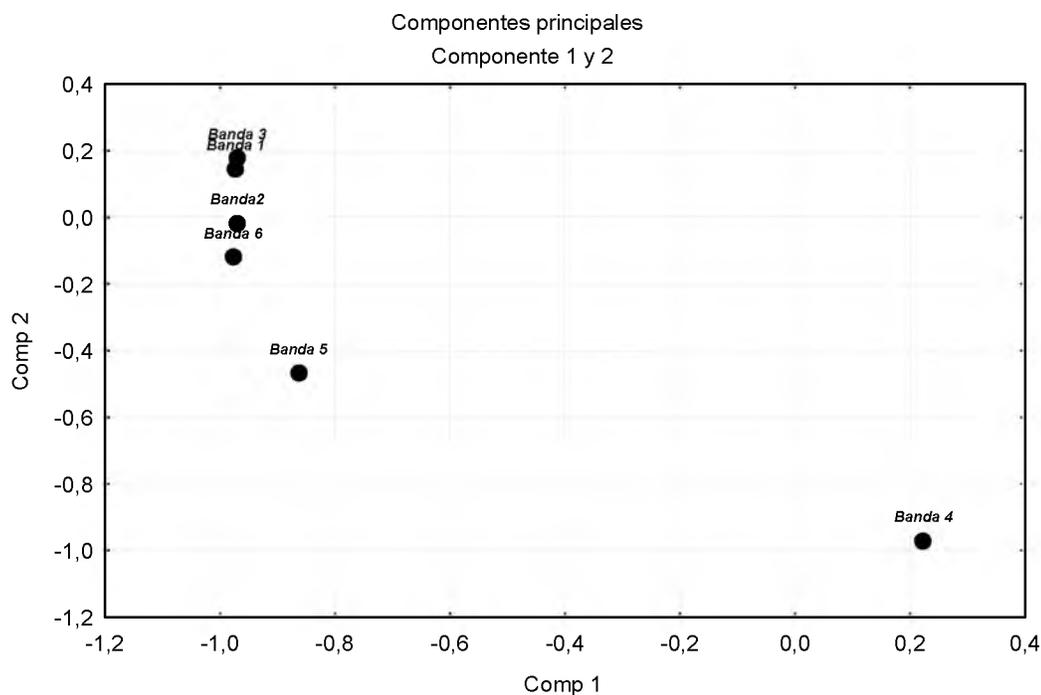


Figura 18: Diagrama de separación de las bandas en función de los componentes 1 y 2 del ACP.

Del análisis de agrupamientos (“Cluster analysis”), utilizando la respuesta espectral de las distintas coberturas del suelo como variable dependientes, las coberturas que mostraron mejor separación fueron los cultivos de yerba mate jóvenes, los cultivos anuales (en parte representados por suelo predominantemente desnudo) y te, el agua, los

pastizales y las plantaciones de pinos maduras, mientras que las clases que presentaron mayor confusión fueron el bosque primario con algunas muestras de bosque secundario en estadios avanzados sucesionales y con algunas muestras de cultivos de yerba mate maduros con abundancia de especies de árboles maduros entre la plantación. Algunas muestras mostraron confusión entre los cañaverales con los bosques secundarios (Figuras 19 y 20).

Algunas coberturas presentaron respuestas espectrales de difícil discriminación, en este caso se apeló al análisis multitemporal y a la interpretación visual de los patrones espaciales de algunos cultivos. Por ejemplo, en el caso de los bosques secundarios en un estadio de la sucesión avanzado, se identificaron los sitios en las imágenes históricas los cuales mostraron otras coberturas diferentes al bosque. Otra herramienta que se utilizó en la interpretación fue el análisis de los patrones visuales para algunas de las coberturas, por ejemplo en el caso de los yerbales bajo cubierta forestal, las plantaciones de cultivos regulares, etc.

La confusión entre bosque secundario y bosques bajos (cañaverales) puede deberse a la presencia de abundantes cantidad de bambúceas en ambas coberturas. No obstante su respuesta espectral esas coberturas se lograron separar en función de la topografía.

Las clases que lograron separarse con el análisis de imágenes multitemporal fueron las de bosque secundario que apareciera como suelo desnudo (áreas deforestadas) en las imágenes de años anteriores. Este análisis superpuso las imágenes de a pares de fechas formando imágenes multispectrales y multitemporales. Las áreas de suelo desnudo, se las ha incluido dentro de la categoría agrícola, puesto que la mayoría representaron áreas labradas y/o aradas para el cultivo o recientemente cultivadas, además de áreas recientemente deforestadas a tala rasa.



- *Descripción de las categorías de coberturas del suelo*

El resultado final del análisis es un mapa de coberturas del suelo (Figura 22). Este resultado se utilizó para facilitar y apoyar la interpretación de los mapas históricos a partir de la evaluación de la cobertura actual.

Las categorías discriminadas resultantes de la interpretación de las imágenes satelitales se describen a continuación Figura 21 y 22 y Tabla 6:

1. **Agrícola:** las áreas agrícolas agruparon a los **cultivos anuales** y a los **perennes**. Los primeros con una alta diversidad y unidades de pequeña extensión, los segundos representado por yerba mate mayoritariamente y algunas plantaciones de té. Estas coberturas están representadas por un 15% del áreas del municipio y representados por 15.194,52 hectáreas. Las **Áreas mixtas** son área altamente fragmentadas, representan unidades de uso heterogéneo con combinación y alternancia de diferentes cultivos entre anuales y perennes, por lo general intensivos, de superficie reducida. Estas áreas fueron testeadas en el campo, quedando caracterizadas por sectores con parcelas menos de 25 hectáreas donde se incluyen viviendas y diferentes prácticas peri-domésticas, con un uso intensivo de cultivos anuales, de los cuales se destaca el tabaco, además de frutales, maíz, mandioca, huerta, etc. Estas coberturas están representadas por un 4% del áreas del municipio y representados por 3.554,19 hectáreas.
2. **Plantación Forestal:** representaron tierras forestadas en su mayoría con especies de coníferas como *Pinus sp* y *Araucaria angustifolia.*, denominados plantaciones. Estas coberturas están representadas por un 1% del áreas del municipio y representados por 634 hectáreas.
3. **Ganadero: Pastizal (potreros) y parqueizado,** dentro de la categoría de uso ganadero, se agruparon los pastizales en áreas desmontadas, comúnmente llamados “potreros”, y las formaciones de “parque” con cobertura continua de pastizales con leñosas dispersas, predominantemente ganadero también.

Estas coberturas están representadas por un 12% del áreas del municipio y representados por 10.847,16 hectáreas.

4. **Área urbana (Infraestructura):** correspondieron a los aglomerados urbanos y suburbanos e infraestructura como rutas y caminos. Estas coberturas están representadas por un 1% del áreas del municipio y representados por hectáreas.
  
5. **Reservas Naturales:** están representadas por las Areas protegidas Nacionales, provinciales, municipales y privadas.
  
6. **Bosque: Bosque nativo:** esta categoría no comprendió las áreas de reservas naturales o **áreas protegidas**, puesto que estas últimas se las ha considerado en una categoría aparte por representar unidades bajo restricción de usos, protegidos por leyes provinciales y nacionales, en su mayoría. El bosque nativo, comúnmente llamado “selva misionera”, esta compuesta por comunidades mixtas de bosque primario, heterogéneas, con varios estratos arbóreos, donde proliferan las lianas y epífitas, con un soto arbustivo, subarbustivo y herbáceo. Predomina la selva perennifolia, con un dosel alto de 25m y emergentes de hasta 40m, tiene hasta seis pisos de vegetación, es rica en palmas y helechos arborescentes; y con una diversidad específica de bambuáceas y palmeras altas, cabe aclarar que dichas áreas no son prístinas ya que la mayor parte de los bosques mixtos (primarios) se encuentran perturbados por la tala selectiva de maderas nobles. Estas coberturas están representadas por un 35% del áreas del municipio y representados por 31.011,21 hectáreas. **Bosque de bajos:** está representada por comunidades vegetales en posiciones topográficamente bajas en relación a ambientes húmedos, sujetas a pulsos rápidos de rejuvenecimiento por inundaciones excepcionales, con árboles de crecimiento rápido de madera blanda y gran variedad de bambúceas. Estas coberturas están representadas por un 8% del áreas del municipio y representados por 7.353,9 hectáreas. **Bosque secundario:** en la provincia de Misiones, el uso de la tierra originó gran cantidad de superficie ocupada por comunidades secundarias conocidas como capueras (Arturi et al. 2003). Esas capueras derivan tanto de la deforestación para el reemplazo de las comunidades nativas con plantaciones

u otros usos, en este caso de asignó la categoría de **bosque secundario o capuera**, y las derivadas de la explotación “minera” del bosque nativo para extracción selectiva de ejemplares arbóreos de especies valiosas, se le asignó la categoría de **bosque degradado**, este accionar va fragmentando la estructura del monte a partir de la apertura de claros, los cuales son invadidos por especies como el tacuarembó (*Chasquea ramosissima*). Estas dos categorías fueron discriminadas además a partir del análisis multitemporal de las imágenes. Ambas formaciones presentan abundantes especies de hierbas, arbustos y árboles de muy rápido crecimiento, diferenciándose en la estructura y composición dependiendo del estadio sucesional en que se encuentre, con abundante presencia de especies de bambuaceas. Estas coberturas están representadas por un 5% del áreas del municipio y representados por 4.360,77 hectáreas.

7. **Otros:** categorías que correspondieron a los cursos de agua permanente y areas no clasificadas Estas coberturas están representadas por un 2% del áreas del municipio y representados por 891,28 hectáreas.

Tabla 6: Superficie en hectáreas y porcentaje de cada cobertura del suelo por categorías.

	Usos/coberturas	Ha	%
Agrícola	Suelo desnudo	1.927,98	2,160
	Cultivo perenne (Te)	172,44	0,193
	Cultivo perenne (Yerba)	12.409,83	13,904
	Cultivo Anual	684,27	0,767
	Áreas mixtas	3.554,19	3,982
Forestal	Pino y araucaria	631,35	0,707
	Paraiso	47,7	0,053
Ganadero	Parquizado	8.027,55	8,994
	Pastizal	2.819,61	3,159
Infraestructura	Urbano y suburbano	521,28	0,584
	Rutas mas importantes	370	0,415
Reservas Naturales	Reserva de uso Múltiple F. Basaldua	302,13	0,339
	Parque Foerster	4.113,63	4,609
	Parque Urugua-í	9.319,41	10,441
	Parque provincial Yacuy	260,55	0,292
Bosque	Bosque nativo	31.011,21	34,745
	Bosque de bajos	7.353,9	8,239
	Bosque secundario	4.360,77	4,886
Otros	Áreas anegables, Agua, otros	1.366,494	1,531
Total		<b>89.254,294</b>	<b>100</b>

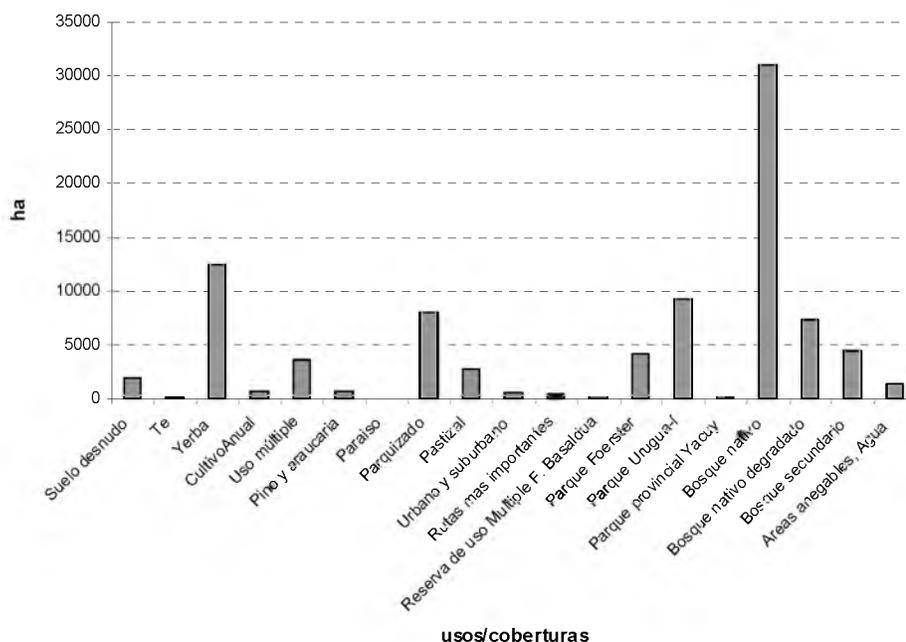


Figura 21: Superficie en hectáreas de cada cobertura del suelo.

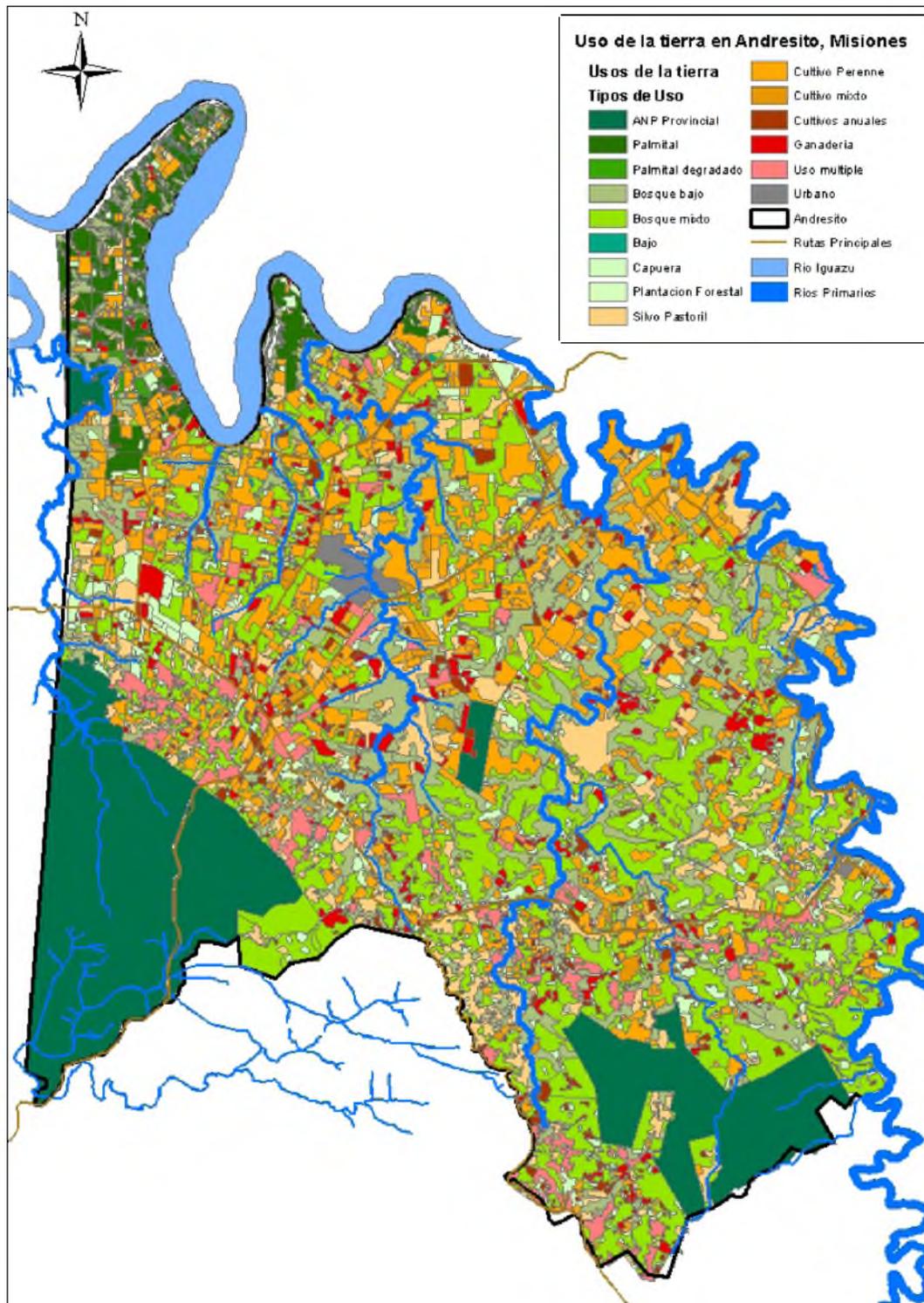


Figura 22: Mapa de coberturas y usos del suelo resultado del análisis de imágenes satelitales del Municipio de Andresito. Fuente: elaboración propia

## **III.2 Patrón de uso de la tierra en Colonia Andresito**

### **III.2.1 Introducción**

El régimen parcelario administrativo en un territorio coadyuva a la configuración espacial del mismo, dado que determina no sólo las posibilidades productivas de una propiedad (superficie económica mínima) sino la capacidad de producción de los miembros de la comunidad cuando esta se trata de pequeños agricultores de subsistencia. Desde el punto de vista funcional la parcela es una unidad importante, ya que es el lugar de acción de los agricultores o de cualquier usuario de la tierra. Es el lugar donde las acciones humanas modifican el medio físico o biológico (Turner II y Meyer 1994). Los agrónomos y los ecólogos tiene una visión diferente de la parcela, para los primeros es una unidad de un sistema utilizado para la producción; para los segundos es un fragmento de mosaico con bordes asociados pudiendo constituir hábitats ecológicos.

Como consecuencia de las diferentes políticas del estado y de los mecanismos de oferta y demanda de los mercados financieros, se producen modificaciones del patrón espacial del territorio. En el análisis de este patrón, los parches correspondientes a las diferentes coberturas del suelo constituyen las unidades básicas de dicho patrón y básicamente, un parche puede ser visualizado, con facilidad, como un atributo estructural del territorio, siendo identificable no necesariamente por propiedades ecosistémicas, sino, más bien, porque es diferente a su entorno circundante (matriz) o a otro parche vecino.

Este puntos de vista constituye el marco de referencia para el análisis de nuestro caso de estudio, a fin de analizar los efectos del tamaño de las parcelas de tierra (factor político-administrativos), sobre los patrones de la estructura del paisaje (específicamente de la cobertura de bosque nativo) y del uso del suelo.

El supuesto que subyace en este análisis es que algunos factores indirectos de índole socio-económicos (uso del suelo, desarrollo de infraestructura) y políticos (subdivisión y tenencia de la tierra, políticas de incentivos productivos), conjuntamente con otros

factores tanto físicos (calidad productiva de los suelos, topografía), como culturales (modo de explotación de la tierra, caza y tala ilegal del bosque), son causantes de la actual configuración y fragmentación del paisaje

### **III.2.2 Métodos**

#### *Cartografía base*

A partir del análisis del mapa catastral del municipio de Colonia Andresito (Mapa 5) se identificaron tres sectores homogéneos en cuanto al tamaño de las propiedades: un sector de parcelas pequeñas: <50 ha), uno de intermedias: de 50 a 100 ha y un sector de parcelas grandes: >100 ha. A fin de simplificar el análisis y la comprensión de los resultados, se tomaron seis unidades maestras de 2.500 hectáreas cada una, totalizando 18 unidades, dentro de las cuales se calcularon los índices para el paisaje global. Esta información se obtuvo del cruzamiento del mapa catastral con el mapa de bosques remanentes obtenidos del análisis de imágenes satelitales Landsat ETM 2004. En cada sector se calculó: el porcentaje de bosque remanente, el tamaño de los parches, el número de parches, el área interior, el efecto borde (100m del borde hacia el interior de cada parche) y la relación perímetro-área ponderada.

Los datos resultantes fueron analizados a partir de análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis (para los datos que no presentaron normalidad) y un análisis de la varianza simple (ANOVA, para los que presentaron normalidad). La hipótesis a contrastar es que existen diferencias entre las medidas de los diferentes patrones de fragmentación del paisaje y el tamaño de las parcelas catastrales. Este análisis fue metodológicamente posible debido al patrón agrupado de los tamaños de las parcelas del municipio, con lo que se disminuyó el efecto de las escalas del análisis y los efectos de tipo borde, lo que hubiese sido imposible, de haber tenido un patrón de distribución del parcelario al azar. Por otro lado, a partir del cruce entre el mapa de catastro y el mapa de coberturas y usos del suelo, derivado del análisis de las imágenes satelitales y en base a 250 puntos relevados en el campo que contribuyeron a la obtención y validación de las clases utilizadas; se evaluaron variables como las proporciones de los diferentes usos del suelo

en cada uno de estos sectores. Se analizó la dependencia del tipo de uso del suelo respecto al tamaño de la parcela, para lo cual se aplicó un análisis de estadística composicional, el cual considera relaciones entre porcentajes de usos. Por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se obtuvieron las proporciones de cada tipo de uso/cobertura en cada sector, categorizadas según su superficie y se realizó un análisis de componentes principales (ACP) a partir de la transformación logcociente centrada (clr)

### **III.2.3 Resultados**

#### *Análisis de la estructura del paisaje boscoso*

El municipio de Andresito esta subdividido en 1.287 parcelas (Tabla 7) cuyos tamaños están distribuidos en un 36% menores a 25 ha, 63 % menores a 50 ha, 79 % menores a 75 ha, 86% menores a 100 ha, el resto representan parcelas de más de 100 ha, con un valor máximo de 600 ha para las parcelas de carácter privado, correspondiendo las parcelas mayores a 1.000 ha a los parque provinciales. Estos porcentajes expresan una desigualdad en la distribución de la tierra.

El reemplazo de las tierras de bosque por otro uso (cobertura diferente al bosque nativo) disminuye en relación al aumento en el tamaño de la parcelas, es decir se observa mayor cantidad de la cobertura de bosque en parcelas mayores. La mayor variabilidad se dá en parcelas entre 75 a 100 ha. El porcentaje de remanentes forestales varió entre los tres sectores identificados para el análisis:

- i) sector parcelas pequeñas (menores a las 50ha);
- ii) sector parcelas intermedias (entre 50 y 100 ha); y
- iii) sector parcelas grandes = mayores a las 100 ha).

La cobertura de bosque presente en cada categoría es de 39,58%, en parcelas pequeñas, de 52,76% en las intermedias y de 74,32% en las grandes (Tabla 7).

Tabla 7: Intervalos de tamaños de las parcelas para la totalidad del municipio, porcentaje de uso promedio en cada categoría y número de parcelas total y acumulada en cada categoría.

	media % uso	Error	Nº de parcelas	% acumulado
>25	57,36	1,09	466	36,21
25_50	53,00	1,32	340	62,63
50-75	51,37	1,73	205	78,55
75-100	45,84	2,41	102	86,48
<100	44,10	1,64	174	100

El tamaño medio de los parches remanentes mostró diferencias entre los sectores de parcela menores a las 50 ha respecto a las mayores a 100 ha, si bien se observa una tendencia al aumento del tamaño medio del parche de las parcelas intermedias, este no presentó diferencia significativa respecto al resto (Kruskal-Wallis test:  $H=12,12$   $p=0,002$ ). Los valores del tamaño medio de los parches fueron de 28,54 ha; 118,56 ha y 316,2 ha para los sectores de parcelas pequeñas, intermedias y grandes respectivamente.

El área interior total varió muy significativamente (Kruskal-Wallis test:  $H=14,19$   $p=0,0008$ ) entre los diferentes sectores, mostrando un valor medio de 256,2 ha, 410,14 y 612,9 para el sector de parcelas pequeñas, intermedias y grandes, respectivamente. El número de parches entre sectores mostró variación, con valores medios de 16,33 (SD=6,35), 5,5 (SD=2,81) y 3,33 (SD=2,25) para parcelas pequeñas, intermedias y grandes respectivamente.

La densidad de borde (Figura 23), que representa la longitud del borde respecto al área total del parche, mostró diferencia significativa como resultado del análisis de la varianza ( $F=16,77$   $p=0,0001$ ), entre los sectores de parcelas menores a 50 ha respecto del resto, no presentando efecto entre las parcelas mayores (Tukey test), si bien se observa una tendencia a la disminución de este efecto en las parcelas intermedias.

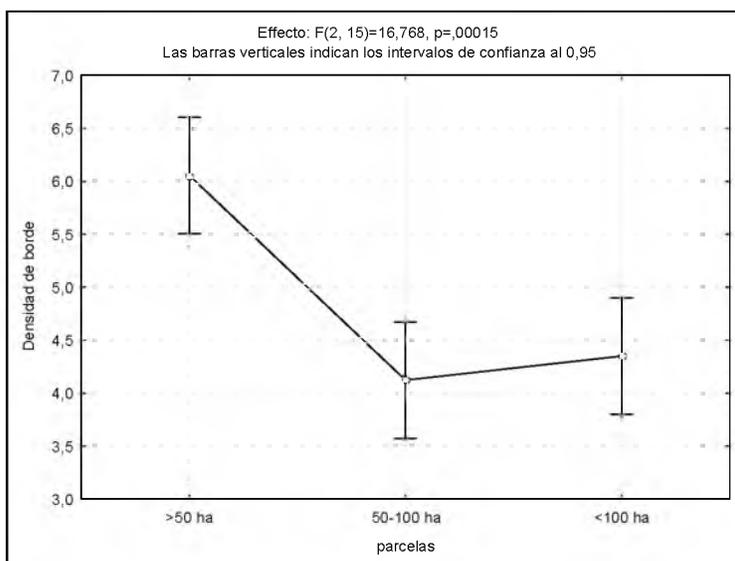


Figura 23 Análisis de la Varianza, densidad de borde como variable dependiente, en relación a la densidad de borde

El efecto borde para el total de los tres sectores (porcentaje de área de borde sobre el total de área de bosque), disminuye desde el sector de parcelas pequeñas (78,2%) a las intermedias (61,6%) y grandes (48,7%).

La relación perímetro área ponderada mostró diferencias significativas (Kruskal-Wallis test:  $H = 13,56124$   $p = 0,0011$ ) entre el sector de parcelas pequeñas (1,63) y aquellos de parcelas intermedias (1,77) y grandes (1,9)

*Análisis composicional de los usos del suelo en función de los tamaños de las parcelas.*

La cobertura de bosque “nativo” (BN) es el que muestra la mayor varianza entre los tamaños de las parcelas. Las relaciones entre suelo desnudo y otros usos, y entre suelo desnudo y pastizal ( $SD/OU = 1,023$ ;  $SD/PZ = 1,88$ ), mostraron ser constantes entre las parcelas.

Tabla 8: porcentajes de las diferentes categorías de usos del suelo por intervalo de tamaño de la parcela

Parcela (ha)	PZ	CA	CP	BN	BI	SD	OU
<5	26,02	12,33	5,95	36,48	0,01	3,09	16,12
5 a 10	21,73	13,43	9,30	47,92	0,23	2,35	5,05
10 a 25	19,07	15,84	13,54	40,20	0,79	3,55	7,01
25 a 50	15,05	7,24	15,18	48,69	2,19	3,50	8,15
50 a 100	13,02	2,67	21,57	51,87	1,01	2,78	7,09
100 a 200	14,13	2,64	18,09	56,27	0,48	2,26	6,14
200 a 500	13,05	1,28	14,48	65,65	0,22	1,09	4,26
>500	1,93	0,71	1,95	94,07	0,14	0,34	0,87
Media Comp	2,19	0,81	2,21	106,80	0,15	0,39	0,99

La relación entre bosque implantado y suelo desnudo, y entre cultivos perennes y suelo desnudo ( $\text{Corr: } \ln(\text{BI}/\text{SD}) - \ln(\text{CP}/\text{BN}) = 0,024$ ;  $\text{Corr: } \ln(\text{BN}/\text{OU}) - \ln(\text{PZ}/\text{SD}) = -0,0172$ ) mostraron independencia respecto a las parcelas.

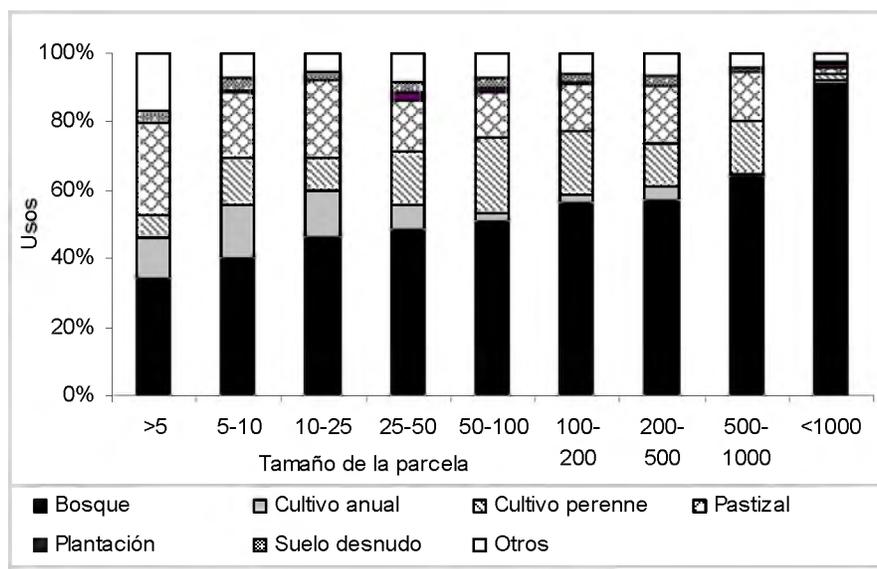


Figura 24: Proporciones de usos del suelo en función de los tamaños de las parcelas. PZ Pastizales; CA Cultivo anual; CP Cultivo perenne; BN Bosque nativo; BI Bosque implantado o plantaciones; SD Suelo desnudo; OU Otros usos

Existe una relación lineal entre el bosque nativo, pastizal y cultivos anuales (BN-PZ-CA), a medida que aumenta el bosque nativo, disminuyen las coberturas de pastizal y cultivos anuales.

En el ACP, el autovector del Primer Componente define la mayor variación en torno a BN. El Segundo Componente permite definir el siguiente log-contraste  $0,25 \ln BN + 0,55 \ln CA - 0,80 \ln PZ = 5,54$ . La proporción de PZ-CA es más estable, mientras que PZ y CA muestran una relación negativa con el tamaño de la parcela, a medida que aumenta el tamaño de las parcelas disminuye esta proporción.

La proporción de cobertura de bosque aumenta con el tamaño de las parcelas encontrándose proporciones mayores al 60% en parcelas de más 200 hectáreas. Las parcelas mayores a las 1000 ha corresponden a los parques Provinciales Horacio Foerster y Urugu-í, donde se observa casi un 100 % de cobertura de bosque nativo. El uso agrícola representado por cultivos anuales y perennes mostraron diferencia entre parcelas, representando mayor proporción de cultivo anual y pastizales respecto a cultivo perenne en parcelas menores a las 25 hectáreas, mientras que la proporción de éste último aumenta respecto al cultivo anual en las parcelas mayores a las 25 hectáreas. La proporción de pastizales permanece casi sin variación en relación a las otras coberturas para todos los tamaños de parcelas, si bien se observa una tendencia a disminuir en parcelas con mayor proporción de yerbatales a tamaños entre 50 y 200 ha. La proporción de bosque implantado es despreciable en todos los casos estos están mejor representados entre parcelas mayores a 25 ha y menores a 100 ha. El suelo desnudo no presenta diferencias entre parcelas, cobertura que estaría estimando un aumento en los usos agrícolas, puesto que son coberturas dedicadas a este uso (suelos arados, recientemente cultivados, etc) (Tabla 8 y Figura 24)

### III.2.4 Conclusiones

Es razonable pensar que el “patrón de subdivisión del suelo” es uno de los factores que producen el “patrón estructural del paisaje actual” Si bien esto se constata en el presente análisis, es interesante resaltar la contribución de este patrón como factor determinante de la *fragmentación* del paisaje boscoso. El estudio de las relaciones “cuantitativas”

(tamaños de las parcelas) entre estos factores puede definir lineamientos para la implementación de políticas que contemplen estas variables en el diseño de paisajes de conservación, además de tener en cuenta otros factores, económicos, culturales, físicos, bióticos, etc., como modeladores de la dinámica de territorios altamente complejos y dinámicos.

Si bien se observa una relación entre la configuración del paisaje y factores de índole política administrativa, como son los patrones de distribución de la tierra, esta no es independiente de otros factores socio-culturales y económicos que accionan sobre el territorio. Los resultados obtenidos en el presente estudio podrían ser comparables en territorios con características similares, donde persisten economías rurales de subsistencia con prácticas o modalidades tradicionales del uso y explotación de los recursos.

Un ejemplo de la importancia de factores socio-económicos en la reestructuración del territorio, lo podemos observar en la franja costera del río Paraná dentro de la provincia de Misiones, donde diferentes objetivos de desarrollo y bagajes tecnológicos contrastantes, como la industria de pulpa de madera y papel, y a la de aserrado, han impuesto un paisaje rural dominado por extensos parches de plantaciones forestales de especies foráneas de crecimiento rápido (pinos y eucaliptos) y nativas (araucaria) intercalados mayormente con plantaciones tradicionales de yerba mate y té, y remanentes de selva subtropical en distinto grado de conservación en los sitios de fuertes pendientes y cercanías de ríos y arroyos, llevando a la casi total extinción de los hábitats naturales, con la consecuente homogeneización del territorio

Aunque todavía existe un alto porcentaje de bosque nativo en Colonia Andresito, éste presenta un alto grado de fragmentación. En los sectores con un patrón de subdivisión pequeño (<50 ha) los efectos de la fragmentación son muy evidentes, con un elevado efecto borde y menos del 30% del área total de bosque nativo remanente efectivamente bajo conservación. No se encontraron diferencias significativas en el tamaño de los parches en sectores con parcelas mayores a 50 hectáreas, si bien se observa una tendencia creciente al aumento del tamaño del parche en estos sectores. Pero al analizar el área interior, esta mostró una clara diferencia significativa entre sectores. En los resultados se observa una pequeña disminución en el efecto de borde en los sectores de

parcelas intermedios, esto podría ser explicado por la forma de los parches, menos complejas en el sector de parcelas intermedias, lo que resultaría coincidente con los valores de las relaciones perímetro área, observándose una mayor complejidad en los parches del sector mayor, debido a una alta proporción de islas o deforestación dentro de los parches.

Si se comparan los datos de proporciones de los usos con lo que sucede a nivel de toda la provincia (C.N.A. 1988) se observa en general tendencias similares. Comparando estos datos con el área de estudio, en cuanto al porcentaje de superficie con bosque nativo, el municipio presenta valores más elevados para tamaños de parcelas pequeñas comparado con igual tamaños en el resto de la provincia, esto indicaría una tendencia a conservar una parte del predio como bosque nativo, por parte de los colonos. Este análisis habría que complementarlo con otros factores importantes en la conservación de los recursos, como es el sistema de tenencia de la tierra, el cual ha demostrado, en muchas partes del mundo, ser un factor fundamental para la conservación de los recursos naturales.

## **IV. CAPITULO IV: ESTRATEGIA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO (Ordenamiento territorial)**

### **IV.1 INTRODUCCIÓN**

La globalización de la economía, la política y la cultura tienen una creciente incidencia en los territorios y sociedades. Como consecuencia aumenta la complejidad de gestión de cada territorio y crece la incertidumbre acerca de su futuro desarrollo.

Los rápidos y no planificados cambios en los usos del suelo son los que originaron la adopción de políticas de ordenamiento del territorio como medidas estatales. El crecimiento poblacional, la incorporación de áreas industriales, residenciales y de servicios, además del incremento de los usos forestales en zonas boscosas, y la disminución de los usos agropecuarios; son algunas de las causas de un desarrollo oportunista y no planificado.

El territorio como eje de un proceso de desarrollo, no se constituye en un espacio pasivo, ni en un simple receptor de actividades económico-productivas. Es el resultado de las formas particulares del movimiento de los fenómenos sociales de ocupación del territorio, en directa relación con las condiciones y características biofísicas, ambientales y de biodiversidad presente en un espacio geográfico y/o territorio que, con el transcurso del tiempo, llegan a estructurar regiones con atributos y equipamiento territorial particulares.

Por lo tanto el posicionamiento relativo de las regiones no será solo resultado de los cambios globales, sino de las acciones y estrategias adoptadas a la hora de consolidar las ventajas comparativas o de compensar la pérdida de ventajas tradicionales. Las acciones de promoción de estrategias y lineamientos orientados al desarrollo regional y local en territorios específicos, deberían reunir condiciones identificadas claramente a través de diagnósticos apoyados en un análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

## **IV.2 EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

### **IV.2.1 Concepciones teóricas**

Hacia finales de los años setenta del siglo XX, se enfrentan nuevos desafíos ligados a los profundos cambios que experimenta el mundo globalizado, los cuales se expresan en nuevas dinámicas territoriales y rupturas epistemológicas en cuanto a la comprensión e interpretación de conceptos básicos como los de territorio, región, organización espacial y planificación territorial. Eran evidentes los fuertes desequilibrios socio-espaciales y ambientales ligados al proceso de industrialización y la explotación intensiva de recursos naturales y al acelerado crecimiento demográfico derivado del modelo económico de sustitución de importaciones.

Las sociedades modernas requieren de elaborados acuerdos para garantizar las bases mínimas de ordenamiento del territorio, conseguir su protección, revertir el deterioro y mejorar su uso en todas las actividades y esferas de la vida. Dentro de este contexto, la política y planes de Ordenamiento Territorial aparecen con una intención manifiesta de dar un tratamiento integral a la problemática espacial y ambiental de los territorios.

Desde el punto de vista teórico puede entenderse que el Ordenamiento Territorial tiene como propósito principal orientar la planeación del desarrollo. Para ello, integra y adecua enfoques, métodos y procedimientos que permiten traducir las políticas de desarrollo en acciones concretas, con el objetivo de resolver las problemáticas específicas que experimenta el territorio. En este sentido, el Ordenamiento Territorial debe ser visto como un instrumento para el fomento del desarrollo de actividades productivas más convenientes, y no como un instrumento de control. En Todo caso, se trata de revertir, recuperar y reorientar el desarrollo más adecuado para el municipio o región (Ester M.M. et al. 2012).

Diversos autores coinciden en comprender el Ordenamiento Territorial como un conjunto de acciones concertadas que permiten dirigir la ocupación y el aprovechamiento de los espacios con el fin de alcanzar el mejor desarrollo posible. Para ello es fundamental tomar

en cuenta tanto los intereses y necesidades de la población como las potencialidades del territorio.

La naturaleza del Ordenamiento Territorial se entiende como: una disciplina científica, una técnica administrativa, un estudio interdisciplinario, una política o conjunto de políticas, un camino, método o búsqueda; un proceso integral, una estrategia de desarrollo, un conjunto de acciones político-administrativas, entre otras. Tal situación evidencia que no existe unidad de criterio frente al tema, llegando, incluso a planteamientos eclécticos como el de la Carta Europea de Ordenación del Territorio para la cual es al mismo tiempo una disciplina científica, una técnica administrativa y una política (CEMAT 1983). En el criterio de Zoido esta definición confunde los resultados con el instrumento al definir la ordenación del territorio como "la expresión espacial de la política económica, social, cultural y ecológica de toda sociedad"; y complica más las cosas al añadir que es "a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política" (Zoido 1998).

La Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, declara que el Ordenamiento Territorial es un: "Camino que conduce a buscar una distribución geográfica de la población y sus actividades, de acuerdo con la integridad y potencialidad de los recursos naturales que conforman el entorno físico y biótico, todo ello en la búsqueda de unas condiciones de vida mejores" (Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe 1990).

En todos los casos queda reflejado, tanto explícita o implícitamente, la idea de regular u organizar el uso, ocupación y transformación del territorio con fines de su aprovechamiento óptimo. Este aprovechamiento se asocia generalmente con el uso racional o sustentable de los recursos naturales (planificación física ambiental), en estrecha correspondencia con patrones adecuados de distribución de asentamientos y de actividades económicas. (Massiris Cabeza, Ángel 2006).

Estos enfoques se muestran convergentes en cuanto a las concepciones acerca del Ordenamiento Territorial, al mismo tiempo que refleja la complejidad del fenómeno.

## IV.2.2 Contexto latinoamericano

Antes del surgimiento de las políticas de ordenamiento territorial, los países latinoamericanos experimentaron diversas opciones de planificación tanto sectoriales como plurisectoriales, en los que se incidía sobre el territorio. Se destacan, en este sentido, la planificación regional, el urbanismo, la planificación económica y la ambiental, las que evolucionaron paulatinamente hacia el ordenamiento territorial.

La planificación regional estaba orientada al área económica, con una visión plurisectorial, aplicada a ciertas áreas con problemas de desarrollo. Se basaban en estrategias e instrumentos que no constituían propiamente una actuación de ordenamiento del territorio, pues, aunque se concebían en términos plurisectoriales, carecían de la visión global que caracteriza al ordenamiento territorial.

En cuanto a la planificación ambiental, el interés por regular el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, empieza a adquirir importancia en los países de América Latina entre las décadas del setenta y ochenta, asociado inicialmente al enfoque del “ecodesarrollo” que luego fue reemplazado por el concepto de desarrollo sustentable impulsado a partir del Informe Brundtland “Acción para un Futuro Común” en 1987. A partir de este documento se realizan diagnósticos de la realidad latinoamericana y se proponen las bases para la construcción de la estrategia de desarrollo sustentable en “Nuestra Propia Agenda sobre Desarrollo y Medio Ambiente” (PNUD y BIC 1990). En esta Agenda, el ordenamiento del territorio constituyó una de las siete líneas maestras en la estrategia de desarrollo sustentable en Latinoamérica. En la segunda mitad de los noventa, los países latinoamericanos intensificaron sus políticas ambientales a partir de la aprobación de leyes ambientales y la creación de ministerios e instituciones encargadas de la gestión ambiental.

Los planteamientos expuestos, manifiestan, por un lado, el surgimiento paulatino de políticas y planes regionales, urbanísticos, económicos y ambientales, todos incidiendo

sobre el territorio desde una óptica sectorial, sin dar respuestas a los complejos problemas territoriales.

Sin embargo, las políticas regionales en materia de descentralización administrativa, los nuevos espacios de participación comunitaria en la gestión del desarrollo y la creciente participación del sector privado en la prestación de los servicios públicos y sociales, están llevando a un replanteamiento de los procesos de planificación, que experimentan una evolución hacia formas más activas, participativas y flexibles, que involucran en un sistema integral y de visión estratégica, a las instituciones y los actores sociales con capacidad de decisión en un territorio.

#### ***IV.2.2.1 Antecedentes de ordenamiento territorial en Argentina***

En Argentina el ordenamiento territorial comenzó hacia los años setenta a través del urbanismo o planificación urbana con normas y planes reguladoras del suelo urbano, asociado a una preocupación por el crecimiento acelerado de las principales ciudades. Es el caso de la provincia de Buenos Aires donde en 1977 se promulgo la ley sobre Ordenamiento Territorial (OT) y usos del suelo (Decreto Ley 8912), con fuerte énfasis urbanístico. Luego se vinculó la ordenación del territorio con la organización política administrativa y las políticas de descentralización. En el año 2000 se formula el proyecto de “Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial”, que se declara de interés nacional y se asocia estrechamente con las políticas de descentralización territorial.

La Ley N° 25.675, Ley General del Ambiente consagra al Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) como uno de los instrumentos de la política y la gestión ambiental. La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable es la Autoridad de Aplicación de la Ley General del Ambiente.

La serie de objetivos que la propia ley explicita son:

- ✓ asegurar el uso ambientalmente adecuado de los recursos ambientales,
- ✓ posibilitar la máxima producción y utilización de los diferentes ecosistemas,

- ✓ garantizar la mínima degradación y desaprovechamiento y,
- ✓ promover la participación social en las decisiones fundamentales del desarrollo sustentable.

El proceso de OAT tenderá a establecer **pautas para el uso de los recursos ambientales** que deberán plasmarse en planes de uso del suelo y planes de manejo.”

### Política y Estrategia Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

Fomentada por el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, su objetivo es apoyar y coordinar las acciones vinculadas al Plan Estratégico Territorial. El objetivo es el reordenamiento del territorio, orientándolo hacia un desarrollo equilibrado, integrado, sustentable y con justicia social, a partir del aprovechamiento de las diferentes ventajas comparativas y del potencial humano de cada región. Se establece la meta de esta Política al año 2016, fecha en que se cumple el Bicentenario de la Independencia Nacional.

Para el 2016 cada habitante de este suelo debe haber logrado:

1. Desarrollar su identidad territorial, cultural y su sentido de pertenencia al territorio nacional.
2. Alcanzar el progreso económico según sus capacidades y proyectos personales sin necesidad de abandonar su región de origen.
3. Alcanzar la sustentabilidad ambiental para garantizar la disponibilidad actual y futura de los recursos.
4. Participar plenamente en la gestión democrática del territorio en todas sus escalas.
5. Acceder a los bienes y servicios esenciales, posibilitando el desarrollo personal y colectivo y una elevada calidad de vida en todos los rincones del país.

Lo interesante de esta iniciativa es que expresa la importancia de una estrategia flexible y participativa para la implementación de esta política que permita ir generando acciones paulatinas y escalonadas, coordinadas entre los diversos actores.

El instrumento de intervención permanente será el Sistema Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (SiNDOT), concebido como un conjunto de actores, instrumentos, planes y proyectos articulados entre sí, orientado al cumplimiento de los objetivos de la Política Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. A través del SiNDOT se pondrá en marcha una metodología de trabajo asentada en tres ejes paralelos:

Puesta en marcha y consolidación del Sistema de Información, Vinculación y Asistencia Técnica para el Desarrollo y el Ordenamiento Territorial (SIVAT).

Puesta en marcha y consolidación del Plan Estratégico Territorial (PET).

Puesta en marcha del proceso de reflexión y diseño de la Ley Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

Estos tres ejes de trabajo no son independientes uno de otro, al contrario se articulan, complementan y condicionan unos a otros en tanto que diversas actividades y componentes de cada uno de ellos constituyen insumos para los otros ejes de trabajo. Esta iniciativa comenzó en el 2005 y se encuentra ya en una etapa avanzada. En la provincia de Misiones ya se realizó el PET identificando las áreas donde es necesario la construcción de infraestructura esencial para el desarrollo de la provincia y otras áreas de producción y protección. Esta iniciativa a escala provincial tiene poco nivel de detalle para enfocar en lugares particulares, como en el caso de Andresito.

#### *IV.2.2.2 Antecedentes de Ordenamiento Territorial en Misiones*

##### **Leyes de conservación del patrimonio natural**

##### **Ley del Corredor Verde**

El Corredor Verde Misionero (ley N° 3.631, diciembre 1999) (Figura 25) representa actualmente el marco normativo vigente más importante en términos de protección de los recursos naturales de la provincia. La autoridad provincial de aplicación de dicha normativa es el Ministerio de Ecología, Recursos Naturales y Turismo (MERNT), único de sus características en la República Argentina, a través de su Unidad Especial de Gestión para el

Figura 25: Mapa de la provincia de Misiones mostrando el área del Corredor Verde.



Corredor Verde (UEGCV). A pesar de los esfuerzos invertidos para el desarrollo participativo de la mencionada Ley hasta la fecha, sus objetivos y herramientas no son conocidos por parte de la sociedad, y cuentan con la oposición de algunos sectores productivos, y también políticos, que han visto limitadas sus capacidades para la generación de recursos económicos por las limitaciones establecidas a la explotación de los recursos forestales.

Dicha ley contempla e incentiva la creación de áreas especiales de restauración y conservación, y a su vez promociona aquellos proyectos económicos que no impliquen la conversión de bosques nativos o afecten la conectividad de las áreas boscosas.

El objetivo central del CV es generar las condiciones necesarias favorables para la preservación de las masas selváticas incluidas en él, con el objeto de permitir la conectividad de los tres principales bloques de las Áreas Naturales Protegidas existentes en la Provincia: (1) Núcleo Norte: Parques provinciales Yacui, Uruguái y Foerster, y Parque Nacional Iguazú. (2) Núcleo Central: Reserva de Biosfera Yabotí y los Parques Provinciales Esmeralda y Moconá. (3) Núcleo Sur: Parques Provinciales Salto Encantado y Cuña Pirú.

El sector oeste y sur del municipio de Andresito queda comprendido dentro del CV. La zona límite del parque Uruguái dentro del sector norte del corredor verde, conjuntamente con el área de unión entre los parques Foerster y Uruguái, se caracteriza por un paisaje altamente fragmentado, con un uso intensivo de la tierra donde se destaca el cultivo de tabaco, que sumado al hecho de que es zona de alta cuenca y divisoria de agua, representa un sector de elevada fragilidad ambiental.

#### **Otras leyes provinciales esenciales para el ordenamiento territorial.**

**La ley provincial bosques protectores, N° 3426** se centra en la protección de los bosques protectores y la franjas ecológicas. Los bosques protectores constituyen las masas nativas que cumplen con las características de:

1. bosques que se encuentran en pendientes del terreno igual o mayores al 20%;
2. bosques que forman galerías de cursos de agua, en un ancho sobre cada margen igual al triple del ancho del mismo;
3. bosques que cubren vertientes que originan cursos de agua en un radio de 50 m alrededor de las mismas;
4. los que se encuentran en zonas que por sus características edafológicas están calificados como suelos no aptos para la agricultura y reforestación que protegen cuencas hidrográficas, incluidos los suelos 6“B”, entre otros

Por otra parte se consideran fajas ecológicas a las franjas de bosques nativos que interconectan bosques protectores, que deben reunir una serie de características entre las cuales se encuentra:

1. tener un ancho mínimo de 50 a 100 m, según el tamaño del predio,
2. bordear superficies de cultivos que no superen las 150 ha,
3. estar interconectados

La presente ley prohíbe la conversión a tierras para cultivos agrícolas o uso ganadero en las áreas de bosques protectores y en las fajas ecológicas. También regula el tipo de conversión y los requisitos para realizar explotación forestal en otros tipos de bosques de menor valor para la conservación.

#### ***IV.2.2.3 Antecedentes de Ordenamiento Territorial Ecoregional***

##### **✓ Visión de Biodiversidad del Bosque Atlántico del Alto Paraná**

En el año 2004 se presentó la *Visión de Biodiversidad del Bosque Atlántico del Alto Paraná*, un trabajo de planificación a gran escala, desarrollado por más de setenta organizaciones de Brasil, Paraguay y Argentina de y coordinado por la FVSA y el Fondo Mundial Para la Naturaleza (WWF). Una ecorregión es una unidad terrestre o acuática relativamente grandes que contienen un conjunto característico de comunidades naturales que comparten una gran mayoría de especies, dinámicas y condiciones ambientales. Como la mayor parte de los procesos ecológicos y evolutivos que sustentan la biodiversidad ocurren a gran escala, el WWF ha determinado que las ecorregiones son las unidades más apropiadas para diseñar y desarrollar acciones de conservación de la biodiversidad. La Visión de Biodiversidad es una herramienta de planificación, generalmente en forma de documento, cuyo propósito es guiar las actividades de conservación de la biodiversidad en la ecorregión.

La Visión de Biodiversidad establece una serie de objetivos de conservación de la biodiversidad basados en los ampliamente aceptados principios de la biología de la conservación, e identifica áreas críticas a ser conservadas, manejadas o restauradas para

lograr estos objetivos. Estas áreas se identifican a través de un proceso de bases científicas, que descansa en los mejores datos disponibles sobre biodiversidad e información socioeconómica. A través de este proceso se construyó un *Paisaje para la Conservación de la Biodiversidad* que es representado por un mapa que ilustra cómo la ecorregión se vería dentro de 50 - 100 años si nuestras acciones de conservación de la biodiversidad resultan exitosas. Este Paisaje para la Conservación de la Biodiversidad es una pieza central de la Visión de Biodiversidad, y su representación en un mapa ayuda a focalizar las actividades de conservación en esas áreas y a establecer metas específicas que produzcan los mejores resultados para la conservación de la biodiversidad.

El Paisaje para la Conservación de la Biodiversidad para el BAAP resultante se compone de **tres tipos principales de áreas** (Figura 26):

A. Las *áreas núcleo* son los bloques de bosque nativo bien conservado lo suficientemente grandes para ser resilientes frente a amenazas que causan pérdida de biodiversidad. Estas son las zonas biológicamente más importantes y más estratégicas para la conservación, tanto públicas como privadas. Cada *área núcleo* debería ser manejada para mantener un área de bosque nativo continuo lo suficientemente grande para asegurar el ciclo de vida de especies con grandes requerimientos de espacio como el jaguar y el pecarí labiado. Las *áreas núcleo* se deberían manejar bajo protección estricta y las actividades humanas en ellas deberían reducirse al mínimo. Las *áreas núcleo* deberían estar conectadas con otras *áreas núcleo* a través de una red de corredores, para alcanzar los objetivos de conservación de la biodiversidad planteados en la Visión.

B. Los *corredores biológicos* representarían áreas de bosque nativo, natural o restaurado, relativamente angostas, que conectan grandes parches de bosque, que pueden ser *áreas núcleo* o *áreas de uso sustentable*. Los *corredores biológicos* deberían permitir el movimiento de las especies silvestres y suficiente intercambio genético entre las *áreas núcleo* para mantener poblaciones viables.

C. Las *áreas de uso sustentable* son grandes áreas que funcionan como amortiguadores y conexiones, que rodean las *áreas núcleo*, otras áreas críticas para la conservación bajo protección estricta, y los corredores biológicos. En ellas se deberían mantener procesos ecológicos sanos y servicios ambientales combinados con actividades económicas compatibles con el medio ambiente.

El trabajo también identifica áreas que son importantes para el desarrollo de programas de manejo y conservación donde es necesario realizar una planificación más detallada del uso de la tierra para crear e implementar de forma adecuada *corredores biológicos*. De esta zonificación se identifica a Andresito como un área de corredor biológico principal ya que está rodeado del Parque Nacional do Iguaçu de Brasil y el Parque Nacional Iguazú de Argentina e incluye áreas protegidas privadas y provinciales.

- **Planificación Ecorregional para la Mesopotamia.**

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) desarrolla desde el 2006 un proceso de planificación Ecorregional donde la provincia de Misiones queda dentro de la región Mesopotámica. En contraposición con la Visión de Biodiversidad este esfuerzo tiene un fuerte componente productivo y el objetivo principal es acordar lineamientos estratégicos para fortalecer la producción sustentable en el ámbito agropecuario armonizado con la preservación del ambiente. Todavía esta iniciativa está en un proceso incipiente y será desarrollada en los próximos años. La complementariedad entre estos dos trabajos será sumamente valiosa para avanzar en el proceso de Ordenamiento territorial.

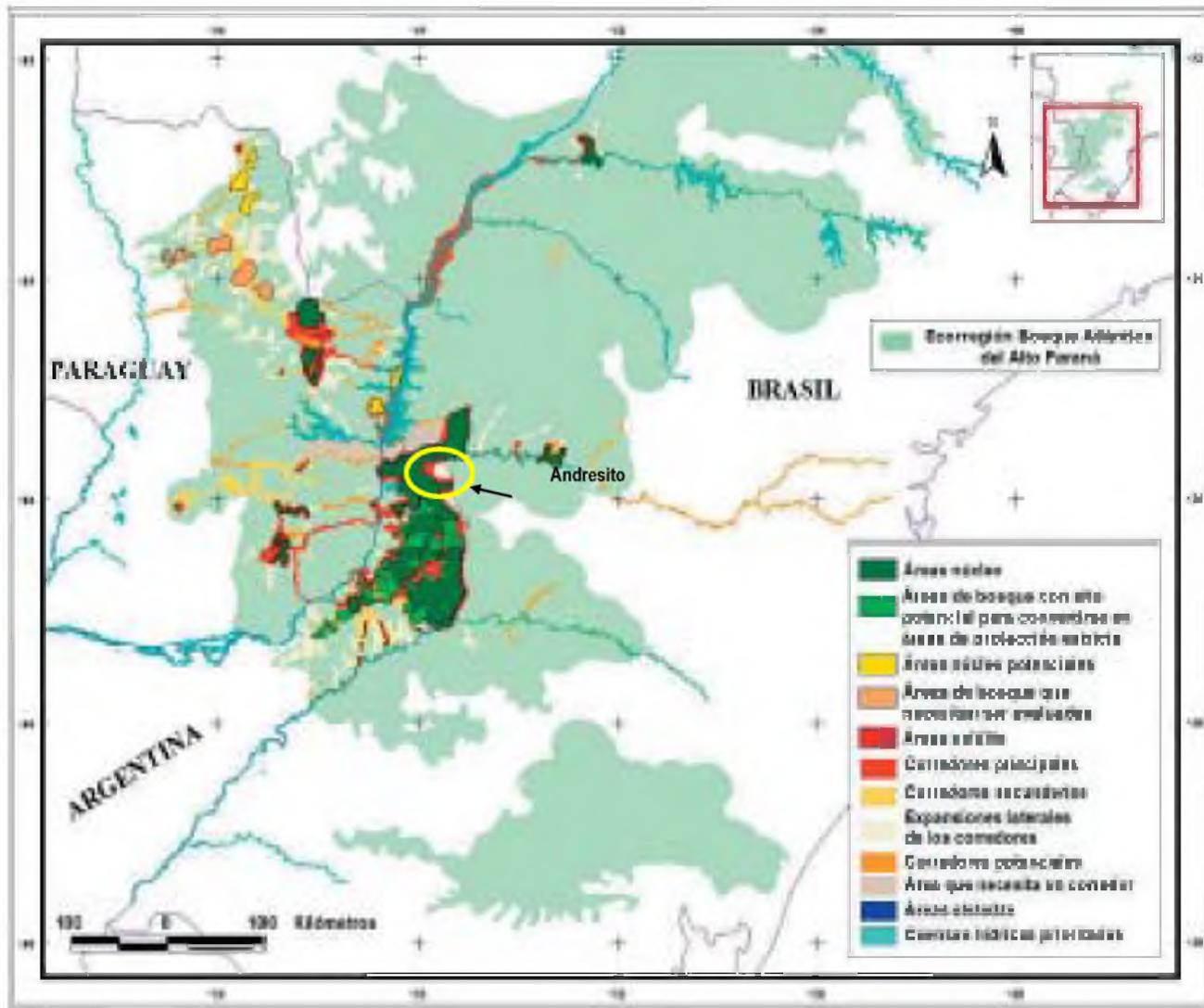


Figura 26: Visión de Biodiversidad del BAAP mostrando el área de Andresito.

## **IV.3 DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE PLANIFICACION TERRITORIAL PARA ANDRESITO. LA ZONIFICACION.**

### **IV.3.1 Introducción**

En el caso particular de territorios sensibles desde el punto de vista ecológico ya que dominan procesos naturales frente a los humanos, y donde la conservación de los mismos, así como de su biodiversidad, es crucial para la sustentabilidad de las comunidades que en ellos habitan, la incorporación de la dimensión natural en la planificación del territorio toma un rol protagónico. Es en este contexto, que la disciplina de la ecología del paisaje aparece como el marco teórico para la comprensión del territorio como nexo entre sus dimensiones naturales y sociales. La teoría y los métodos de la ecología del paisaje tienen fuertes implicancias en el campo de la ciencia aplicada en el manejo de los recursos naturales, especialmente en la conservación de la biodiversidad y la planificación territorial.

Muchas de las aplicaciones en la ecología del paisaje (capítulo I) dependen de relaciones causa-efecto entre los patrones del paisaje y las variables ambientales de interés. Estas relaciones pueden ser utilizadas para la planificación de la configuración espacial del mosaico paisajístico minimizando los impactos adversos, potenciales o reales, sobre los ecosistemas.

En un contexto de desarrollo sustentable, el objetivo de la planificación en este tipo de paisajes apunta a contribuir a la mitigación de los impactos de la fragmentación sobre la biodiversidad, la recuperación de bosques degradados, el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales, la preservación de los bienes y servicios ambientales y la mitigación del cambio climático a la escala planetaria.

Las actividades humanas impactan de manera diferencial sobre los sistemas naturales, contribuyendo cada uno de ellos, con distinto grado al cambio en la estructura y dinámica del sistema ecológico. Dichas actividades están motivadas por diversos intereses sociales y

económicos, entre ellos los cambios en la cobertura y usos del suelo, la implementación de nuevas tecnologías en el uso y explotación de los recursos naturales, nueva infraestructura, las políticas gubernamentales, los desastres naturales, para nombrar sólo algunos. El grado de contribución al cambio de cada factor puede ser aplicable a un área y no a otra, por esto es importante determinar cuáles factores son los que contribuyen significativamente a la transformación de un área específica. Esto permite desarrollar estrategias efectivas para la conservación y la planificación del territorio.

Uno de los principales objetivos en la zonificación en áreas donde dominan procesos “naturales”, es la selección de las áreas prioritarias a ser manejadas, conservadas y/o restauradas a partir de la implementación de diferentes criterios de evaluación (Bibbly 1998). Si el objetivo es conservar el bosque nativo y sus servicios, entonces la planificación será definida como la actividad que evalúa, a partir de ciertos criterios y técnicas apropiados, el área de bosque con mayor aptitud para la conservación a una escala del paisaje, considerándose que la principal meta es la protección de los ecosistemas como un todo y no de una especie o un grupo de especies (Franklin 1993). No obstante, cuando éstas áreas se encuentran densamente pobladas, bajo usos productivos y donde existen múltiples objetivos mutuamente excluyentes en el uso del espacio, se debe contemplar, no sólo la protección del sistema natural, sino también el desarrollo de las comunidades locales inmersos en una matriz de usos múltiples, para lo cual una de las primeras instancias de intervención debiera ser el ordenamiento del territorio que considere los múltiples factores que actúan en este espacio multidimensional.

La planificación integrada requiere de la implementación de estrategias cuyo objetivo sea el de alcanzar el desarrollo humano de manera compatible con la conservación de la biodiversidad y los procesos que regulan la integridad ecológica del ecosistema, la cual plantea la conservación de la biodiversidad y del hábitat, de los servicios y funciones ambientales, la protección del recurso hídrico y del suelo, además de mejorar la calidad de la vida de la población.

Existen varios caminos para resolver esta problemática, especialmente en términos de procesos de asignación del uso del suelo. La naturaleza de uso o aprovechamiento multipropósito (conservación, agricultura, forestal, infraestructura, residencial, etc.), además de los cambios en las condiciones ambientales, económicas y políticas en el territorio que aumentan las fuentes de incertidumbre para la definición de decisiones de manejo futuras, requiere de la evaluación de múltiples atributos a diferentes escalas espaciales y temporales. Con este objetivo, el desarrollo de modelos multi-criterio, implementados en lo que se denomina un sistema soporte, facilita el proceso de toma de decisiones, lo que requiere de estrategias de manejo y planes operacionales para la evaluación de las actividades.

La localización espacial de las diferentes actividades a desarrollar sobre el territorio, como forestación, conservación, recreación, ganadería, agricultura, desarrollo urbano, entre otras, presentan un bajo nivel de planificación jerarquizada. La falta de planificación a largo plazo, conduce al desarrollo de estrategias no sustentables las cuales traen aparejado un inevitable deterioro del ambiente. Las actividades de asignación de diferentes actividades a porciones del territorio, incluyen típicamente aspectos espaciales los cuales pueden aún aumentar las discrepancias en la asignación del uso. Como resultado, el interés de incluir **modelos espacializados en la planificación a largo plazo del uso del suelo** se ha visto incrementado en la últimas décadas (Bettinger and Chung 2004), si bien este desarrollo se produjo de modo sectorizado (actividades forestales, urbanización, agricultura de regadío, conservación, etc.). La inclusión de la variable espacial incrementa la complejidad en la solución dentro de la problemática de la planificación. Dicha problemática necesariamente no sigue un funcionamiento lineal del comportamiento de las variables consideradas.

Mucho de los estudios con un enfoque de modelación espacial, por ejemplo en el ámbito de las actividades forestales, han considerado un valor limitante al tamaño del área deforestada, por ejemplo incluyendo una condicionante a la formulación del modelo (Nelson and Finn 1991; Murray and Church 1995; McDill and Braze 2000; Boston and Bettinger 2001). Una consecuencia de esta aproximación, es el aumento de la fragmentación y en consecuencia la pérdida o disminución de los bosques remanentes en el

paisaje. Si los remanentes forestales son fragmentados en parcelas aisladas proveen de una condición marginal para las especies cuyo hábitat es el interior del bosque. Para mejorar este factor limitante para especies de interior, podría ser mejor conservar menor cantidad de bosque, pero en áreas mayores contiguas en vez de conservar la misma cantidad de remanentes dispersos en el paisaje (Esseen and Renhorn 1998). La fragmentación puede incluirse minimizando la distancia entre los parches de bosque remanente y maximizando la adyacencia entre parcelas seleccionadas como reservas. Varios trabajos han demostrado la posibilidad de incrementar la compactación de áreas de reserva a través de minimizar la longitud del perímetro de la reserva (Fischer and Church 2003). Sin embargo, si bien estas consideraciones son tenidas en cuenta para la planificación de reservas, no se han considerado en la planificación u ordenamiento del uso del suelo de forma integral a diferentes escalas espaciales. Esta situación demanda la necesidad de herramientas de planificación y aproximaciones a la toma de decisiones para aumentar la eficiencia, cuantificación y comprensión hacia la evaluación, planificación e implementación del manejo de los recursos naturales.

### **IV.3.2 Estrategia para el desarrollo del modelo**

En el presente capítulo se presenta una estrategia para el desarrollo de un modelo espacializado de planificación de uso del suelo de un área crítica para la conservación del Bosque Atlántico del Alto Paraná. El resultado es una propuesta de alternativas de zonificación del uso del suelo que minimizan los potenciales impactos ambientales, representando una herramienta válida para la toma de decisiones en el manejo territorial. La implementación de un plan de estas características en un ambiente tan fragmentado como la selva paranaense requiere necesariamente de la restauración de bosques y la implementación de áreas de uso sostenible.

En este contexto, definimos cuatro pasos a seguir para la asignación de uso del espacio a planificar: i) el diagnóstico inicial territorial, ii) definición de los objetivos y visión para la región, iii) la zonificación propiamente dicha y iv) la definición-reglamentación

i) **Diagnóstico inicial territorial.** El uso del territorio en general responde a políticas de colonización que favorecen un desarrollo económico determinado. Muchas veces esas políticas caducan, cambian y se contraponen con otras futuras. Es necesario por esto realizar un diagnóstico actualizado sobre los usos del suelo en la región y los factores que han determinado los patrones que se encuentran. Sobre la base de este diagnóstico es posible potenciar el desarrollo de cada región, maximizando el aprovechamiento sostenible de sus ventajas u oportunidades, reduciendo o minimizando la influencia de condiciones o factores limitantes, corrigiendo los problemas, identificando las tendencias de cambio y definiendo modelos futuros de estructuración y desarrollo territorial sostenible (desarrollo de los capítulos II y III).

ii) **Definición de objetivos y visión.** A través del diagnóstico inicial se deben identificar en forma participativa los **objetivos y la visión** que se desarrolla para una región. En este paso es esencial contar con la participación social que históricamente ha sido débil. Muchas veces prevalecen en los planes la visión del territorio y objetivos de las instituciones del Gobierno responsables de los planes y de los grupos empresariales de interés. El carácter integrador de la ordenación del territorio exige un compromiso con el apoyo a la participación social y la concertación como forma de hacer de la ordenación un proceso de construcción colectiva del uso y ocupación deseada del territorio.

iii) **Zonificación.** El tercer paso es el desarrollo de un modelo espacial de planificación de uso del suelo o zonificación del área de acuerdo a los objetivos planteados. La zonificación es una herramienta de planificación a escala regional y un insumo para el ordenamiento territorial (OT) y el manejo integrado de los recursos naturales. En esta etapa se identifican las áreas con mayor aptitud para cumplir con los objetivos de la región. Es muy probable que existan sitios de conflictos donde varias actividades son posibles y en este caso se debe llegar a un consenso. Es muy difícil que se cuenten con áreas vírgenes para la zonificación, en general las áreas que se evalúan ya están destinadas a diferentes usos: agricultura, ganadería, forestación, conservación,

desarrollo urbano, etc. y es por lo tanto imposible volver a la condición inicial del territorio antes de su transformación. La zonificación tiene que tener en cuenta el tipo de desarrollo del territorio en la región y buscar alternativas espaciales satisfactorias.

iv) **Definición - reglamentación.** El cuarto paso implica la definición y reglamentación de actividades permitidas en cada zona. Una consecuencia de los pasos anteriores es que en las zonas identificadas según los objetivos planteados originariamente se definen las actividades que se pueden desarrollar y se reglamente. En muchos de los casos de OT en Latino América existen casos de ordenamiento territorial sin respaldo legal propio a través de normas específicas reguladoras. Sin esta reglamentación, se generan serios obstáculos para la articulación con otras prácticas de planificación.

#### ***IV.3.2.1 Desarrollo del proceso participativo en Colonia Andresito***

Con el fin de implementar la estrategia se optó por el desarrollo de un proceso participativo que implicó una secuencia de talleres en los que se definieron los objetivos y la visión para el desarrollo de Colonia Andresito, se identificaron los actores claves sus motivaciones y expectativas, se construyó un diagnóstico ambiental y se reconstruyó la historia del municipio, se identificaron los problemas, fortalezas y potencialidades para el desarrollo sustentable de la Colonia.

##### **IV.3.2.1.1 Identificación de los objetivos y la visión para el Desarrollo de Andresito**

En el contexto del presente estudio y con el apoyo de la Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA), se han realizado una serie de talleres participativos, los que han sido un aporte importante para poder definir los objetivos y visión de Andresito ya que planificar el uso del territorio en la selva misionera es una apuesta no sólo para su conservación, sino también para asegurar el presente y futuro de las comunidades que viven en ella. Por eso, desde enero de 2004, la FVSA, con apoyo inicial del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), impulsa el Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable en el municipio de Andresito, área clave del Corredor Verde de Misiones. Su objetivo es diseñar e implementar, junto a la

comunidad, un paisaje que integre armónicamente las características y necesidades ecológicas, sociales y económicas de la región, promoviendo su desarrollo sustentable. Esto implica conjugar áreas aptas para los diferentes usos del suelo propios de la región, que involucra zonas de cultivos perennes y anuales, áreas protegidas, uso sustentable del bosque nativo, plantaciones forestales, áreas de desarrollo urbano e industrial, en beneficio de los habitantes y de la biodiversidad de la región.

Alcanzar estos objetivos requiere que todos los sectores de la comunidad –el gobierno municipal y provincial, productores agropecuarios, educadores, integrantes de comunidades aborígenes, miembros de ONGs, empresarios de turismo y forestales, entre otros-, participen y se comprometan en el proceso de planificación.

A tal fin se realizaron varios talleres y encuentros con actores relevantes y la participación de representantes de diversos sectores. En todos ellos participaron más de 75 personas. Estos talleres se presentaran brevemente a continuación y se mostraran los resultados obtenidos.

**El primer taller** de “Desarrollo local y planificación participativa Municipio de Andresito” se llevó a cabo del 25 al 27 de Agosto del 2004. Durante tres días representantes de organizaciones sociales, instituciones estatales y privadas del Municipio de Andresito trabajaron en forma participativa para analizar la temática del desarrollo local relacionado con una planificación participativa tendiente a un desarrollo humano sustentable de las comunidades del municipio de Andresito. Se conformó una “Comisión de acción local para el desarrollo de Andresito” con representantes de instituciones locales, productores y vecinos en general, que junto a FVSA organizó la convocatoria para el segundo taller.

**El Segundo Taller** se concentró en la temática de la identificación y priorización de potencialidades y problemas. Se llevó a cabo el 6 y 7 de diciembre 2004 con la participación de 40 personas representantes de distintas organizaciones. Puntualmente se identificó una **visión** común para Andresito, se identificaron los problemas y

potencialidades para llegar a esa visión y se priorizaron los problemas además de determinar un cronograma de actividades de la comisión para el año 2005.

Los resultados más relevantes obtenidos fueron:

- ✓ Identificación y análisis de los actores sociales de Andresito y sus relaciones.
  - ✓ Percepción histórica de Andresito.
  - ✓ Visión de Andresito.
  - ✓ Principales problemas y potencialidades en la realidad local-regional
- 
- ✓ *Identificación y análisis de los actores sociales de Andresito y sus relaciones.*

Se realizaron trabajos en grupo utilizando las técnicas de diagrama de Venn y matriz de relaciones institucionales para identificar los actores sociales de Andresito.

Se identificaron un total de 26 actores, entre los cuales la Municipalidad se presentó como el elemento neurálgico, central, el corazón de la comunidad.

Alrededor de la Municipalidad describen primero los actores sociales relacionados a la vida económica de la comunidad.

- 1- *Cooperativa Yerbatera*: es el componente económico de mayor importancia e influyente. Puede regular/defender el precio de la yerba y por lo tanto la economía local.
- 2- *Empresas tabacaleras*: estas empresas trabajan con productores pequeños. Se mencionó el serio problema de salud que conlleva esta actividad por envenenamiento por agroquímicos. Las tabacaleras dan a cambio obra social a los colonos que plantan tabaco.

3- *Productores grandes*: incluyen aquí a secaderos de yerba, aserraderos. Tienen una importancia económica, y además social, porque generan empleo.

4- *Productores pequeños*: es un sector importante porque hace un aporte constante a la economía local

### Actores vinculados a la vida cultural

5- Las *religiones*: inciden e influyen a la población de Andresito.

*ONGs*: Casa de la Mujer, Asociación de Ayuda a Discapacitados, etc. Se relacionan con la Municipalidad, por ejemplo a través del trabajo social: guardería, escuela, etc. Otras ONG de carácter ambiental como Conservación Argentina (CA), FVSA y Selvas Para Siempre son identificadas por la comunidad.

Tabla 9 Actores sociales de Andresito

<b>Gobierno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Municipalidad</li> <li>▪ Consejo Deliberante</li> <li>▪ Delegación de Bosques (gobierno provincial)</li> <li>▪ Delegación de Tierras y Colonización (gobierno provincial)</li> <li>▪ Partidos políticos</li> <li>▪ Servicios de Salud</li> <li>▪ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y su Programa Social Agropecuario</li> <li>▪ Administración de Parques Nacionales</li> <li>▪ Fuerzas de Seguridad (nacional y provincial)</li> <li>▪ Escuelas</li> </ul>
<b>ONGs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservación Argentina</li> <li>FVSA</li> <li>Club de Leones</li> <li>Cáritas</li> <li>Agencia Internacional de cooperación Japonesa</li> </ul>
<b>Cooperativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cooperativa Yerbatera</li> <li>Cooperativa Familiar Agrícola</li> <li>Cooperativa de Agua y Servicios</li> <li>Club Social y Deportivo Almte. Brown</li> <li>Asociación de Taxis y Remises</li> <li>Cooperativa de Agua y Servicios</li> </ul>
<b>Otros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunidad Aborigen</li> <li>Hogar para niños y familias en riesgo</li> <li>Iglesias</li> </ul>

### Comisión Fiesta del Agricultor

6- Actores sociales como *centros de salud, escuelas y Ministerios*: son instituciones que sólo aportan a la comunidad a partir de un apoyo provincial o nacional. No existe un aporte importante desde el Municipio a estas instituciones.

7- En relación a las fuerzas de seguridad, destacan que *Prefectura y Gendarmería* (pertenecen a la Nación) no tiene fuerte relación con la comunidad, pero *Policía* (Provincia) tiene más contacto que las otras fuerzas en el pueblo y es más importante para la comunidad.

✓ Percepción histórica de Andresito:

A través de la técnica de diagrama histórico que se realizó en el primer y segundo taller, se pudieron identificar periodos importantes en el desarrollo de Andresito.

Se consideró como punto de partida el año 1979 cuando se inicia el plan de colonización de Andresito. Este corte se debe a que antes de 1979 la explotación del bosque era para cultivos de subsistencia, a partir de la llegada del colono se produce un incremento en el área y variedad de los cultivos. Así mismo a partir de este año se produce un salto cuantitativo en la población. Para realizar el análisis se consideraron intervalos de 5 años, se establecieron 5 períodos en la historia de Andresito, y se evaluaron 10 factores que consideraron importantes a lo largo del tiempo. Los períodos temporales se definieron de acuerdo a momentos claves de la historia del lugar.

Los períodos que consideraron fueron:

- antes de 1980 (el tiempo previo a la colonización)
- 1981-1983 (el tiempo de la primera colonización y los grandes desmontes)
- 1984-1989 (el auge de la yerba)

- 1990-1994 (decaimiento precio de la yerba- diversificación productiva, 4 Áreas Protegidas AP)
- 1995-2003 (avance de la ganadería, 8AP, auge turismo como alternativa)

Los factores que evaluaron a lo largo del tiempo fueron:

1 - Bosque nativo: diferentes etapas históricas fueron marcando los eventos de desmonte. El bosque nativo se va reduciendo progresivamente. Las leyes forzaron los desmontes durante el período de la primera colonización.

2 - Valor de la madera: el valor se mantuvo estable hasta 1989, pero había mucho desperdicio de madera en esa época. Durante 1990-94 el valor cae. Pero de 1995 en adelante aumenta nuevamente por la escasez del recurso.

3 - Yerba mate: Inicialmente (1980-83) cada colono tenía un permiso (CUPO) de 5 has por productor, que luego se extiende a 20 has. Durante el período de 1984 al 89 se produce el auge de la yerba, aumento de las plantaciones. Lo mismo en el período siguiente. De 1995 al 2003 la colonización de Soberanía agrega superficie plantada, lo que implica mayor producción. Se estiman 14.000 has de yerbales en total. Según el Censo Yerbatero de 2001 Andresito tiene la mayor “concentración de yerbales” de la provincia.

4 - Valor de la yerba: al inicio de la colonia poca producción daba poco ingreso. El período de 1984-89 marca el mejor momento del precio de la yerba. De 1990 a 94 el valor cae.

5 - Ganado: de 1980 al 83: solo ganado de autoconsumo. Entre 1984 y 1989 se intensifica la producción. Desde 1995 en adelante ya es una alternativa fuerte. Se estima que existen 16.000 cabezas de ganado en Andresito.

6 - Áreas protegidas. El número de áreas protegidas ha ido en aumento. En 1984 se crea el PP Uruguai. Entre 1990-94 ya existen 4 áreas protegidas. De 1995-2003: 8 áreas protegidas.

7 - Población: con la sucesión de las distintas etapas de colonización (plan 1, 2, 3 ) iba aumentando la población. Actualmente el Municipio tiene 14.700 habitantes

8 - Escuelas: Se comienza con una escuela secundaria durante la primera colonización. Durante 1990-94 hay 2 escuelas secundarias. Actualmente hay 4 escuelas secundarias. Existen unas 20 escuelas primarias aproximadamente.

9 - Turismo: desde 1995 en adelante aparece el turismo como alternativa. El Programa de Agroecoturismo de la Municipalidad empezó en 1996.

10 - Salud: En el período 1980-81 había 2 médicos en el sector público de salud. Del 95-2003: 3 médicos. Es preocupante que número de médicos se mantiene fijo a pesar del exponencial aumento poblacional.

La percepción grupal de los eventos significativos del periodo analizado se puede reflejar en la Tabla 10 donde la cantidad de + indican la importancia de los mismos.

Tabla 10: Importancia relativa de las actividades en cada periodo

Año Efecto	Antes de 1979	1985	1990	1995	2000	2004
Producción de RN (Madera, Palmito, Agua)	+	+++	++++	+++++	++++	+++
Producción Agrícola (Anuales y Perennes)	-	+	++	+++	++++	+++++
Producción Ganadera	-	+	++	+++	++++	+++++
Bosques (Desforestación)	<b>S D</b>	++++	+++++	+++++	++++	+++
Reforestación	-	-	+	+++	++++	+++++
Área de cultivo	-	+	+++	+++++	+++++	+++++
Contaminación	-	-	++	++++	+++++	+++++
Poblamiento	+	++++	++++	+++++	+++++	+++++
Grupos Sociales	+	+++	++++	++++	++++	+++++
Servicios	+	++++	++++	+++++	+++++	+++++

✓ Definición de la Visión de Andresito

Los participantes del Segundo Taller se dividieron en 6 grupos y aportaron su visión de Andresito contestando a esta pregunta ¿Cómo nos gustaría el futuro de Andresito dentro de 20 años? ¿Cómo imaginamos el paisaje? ¿Cómo imaginamos la vida de los niños? ¿Cómo imaginamos las oportunidades de los jóvenes? ¿Cómo imaginamos la vejez? Se obtuvieron seis ideas:

1. Queremos que Andresito sea una comunidad integrada y solidaria, donde la gente planifica la solución de los problemas actuales y futuros. Con agua limpia y potable para todos, con buenos caminos. Que todos los pobladores tengan acceso a los servicios básicos (salud, educación y comunicación). Donde haya producción y desarrollo y se conserve la naturaleza

Que se produzcan alimentos frescos y accesibles para toda la comunidad. Que no haya “trabajo infantil”. El grupo recalcó la ***necesidad de participación***.

2. “Desarrollo integral del municipio, ordenado territorialmente. Con equidad social y económica, respetando el medio ambiente. Respetar a los grupos marginados o desvalorizados, integrándolos a la sociedad.” Se recalcó la necesidad de generar un desarrollo económico y cultural y resaltar la importancia de la comunicación dentro del municipio y con la provincia. Generar trabajo para los jóvenes para evitar el éxodo de los mismos, y valorizar el trabajo del colono.

3. “El Andresito ideal con una comunidad más participativa, con más asistencia a ancianos, chicos desamparados, con inserción laboral, etc. Mejorar la comunicación entre actores y con el resto del país. Recuperar la cultura socio-humana. Una ciudad con más interacción con la gente de las colonias”

4. Un Andresito con: Acceso a educación, Vías de comunicación (caminos, transporte, TV, TE, internet), Acceso a tecnología de última generación, Acceso a cultura y a la salud ya

que con cultura y educación podemos construir un Andresito mejor. Que los hermanos indígenas dispongan de su hábitat tal cual lo disfrutaban sus ancestros. Que el eco-agroturismo sea la tarjeta de presentación de Andresito. Se recalcó la necesidad de *evitar el trabajo infantil* y de aumentar los canales de acceso a la cultura.

5. Un Andresito con: Organizaciones e instituciones articuladas, unidas, donde se preserve el monte y del agua, con una vocación agropecuaria ecológica y turística y la población comprometida y concienciada en el manejo y uso sostenible del ambiente

6. “Que en el futuro Andresito sea una comunidad ordenada y planificada, y en estrecha armonía con la naturaleza (ej: para otras comunidades) fomentando la industria sin chimeneas, a través de la cual la gente pueda realizarse económicamente mediante el uso sustentable de los recursos naturales, logrando así una visión y trato diferente del resto de la provincia hacia Andresito.”

Como se puede observar, la visión de Andresito que se desarrollo tiene en cuenta factores sociales, económicos y ambientales, indicando una gran necesidad de la población de Andresito para que se respondan a estos temas.

- ✓ Identificación de los principales problemas y potencialidades en la realidad local-regional

Otro de los resultados de los talleres fue la identificación de los problemas y potencialidades. Problema significa las carencias, necesidades, etc, de la comunidad, mientras que las potencialidades son oportunidades, fortalezas, etc.

### ***Problemas***

#### Sociales- culturales

- Diversidad de intereses y culturales
- Sectores y o personas con intereses encontrados que dificultan el trabajo en conjunto

- Aumento de población
- falta de equitabilidad en la distribución de la tierra y el derecho al uso y tenencia de la misma
- Falta de comunicación entre vecinos e instituciones- individualismo
- Sectores con altos niveles de pobreza (rural y urbano)

#### Ambientales

- Falta de conciencia en la comunidad de problemas de contaminación, erosión y tala indiscriminada
- Pérdida del bosque nativo
- La contaminación de los cursos de agua (ríos y arroyos). Principalmente la contaminación en la cuenca del A° San Francisco relacionadas con la actividad urbana (ausencia de sistema de cloacas) y actividades agrícolas intensivas (principalmente tabaco) en el sector de las altas cuencas.
- Presión sobre las áreas protegidas de las propiedades lindantes, y la presión que a su vez las áreas protegidas también ejercen sobre las propiedades
- Plantaciones de pasturas exóticas que invaden y desplazan a la flora nativa cuando se producen desmontes
- Arroyos con aumento de sedimentación en áreas de ganado, y con peces introducidos (carpas, tilapias, bagre africano)
- Riesgos de erosión de los suelos
- La falta de subsidios o apoyo del estado a los propietarios linderos de áreas protegidas
- Falta de subsidios para los bosques nativos privados

#### Productivos

- Falta de diversidad productiva
- Cupos yerbateros
- Alta subdivisión de la tierra
- Suelos compactados de baja productividad, debido a la carga intensiva de animales (aproximadamente 4 vacas por ha)

- Falta de recursos (leña) para secar la yerba mate
- Actividades productivas sin planificación detallada: por ejemplo expansion ganadera
- Dificil acceso del mercado
- Precariedad laboral
- Tenencia precaria de la tierra

#### Gubernamentales

- Falta de planificación de asentamientos urbanos
- Estructura vial deficiente
- Mal estado de los caminos
- No hubo crecimiento en infraestructura. Alto porcentaje de la población sin agua potable
- Escuelas: falta de escuelas terciarias. Escasez de docentes estatales
- Salud
- El aislamiento de la zona por caminos deficientes
- Incumplimiento de las leyes de bosques protectores en torno a los cursos de agua, principalmente en aquellas propiedades pequeñas

#### **Potencialidades**

- Emprendimientos ecoturísticos
- Protección de aguas y áreas de pendientes gracias a la presencia de áreas protegidas (áreas de conservación de bosque nativo)

#### **IV.3.2.2 Desarrollo de la estrategia metodológica para la planificación espacial del uso del suelo para Andresito.**

##### **✓ Desarrollo de un Sistema de Soporte de Decisiones**

Paralelamente al desarrollo de los talleres ya mencionados, se comenzó a desarrollar un Sistema de Soporte de Decisiones (SSD). En su concepto más simple, un SSD es un

sistema computarizado que facilita la toma de decisiones en una forma estructurada a partir de datos y opiniones de los usuarios (para mayor detalle del modelo de SSD ver Anexo III).

Es necesario desarrollar algunos conceptos claves para comprender el mecanismo de un SSD. Una decisión es la elección de una alternativa entre varias posibles de acciones futuras. Las mismas se basan en criterios que pueden ser medidos, evaluados y forman parte de la evidencia sobre la cual se basa la decisión. Los criterios pueden ser de dos tipos, restricciones, que excluye cualquier clase de acción y factores que actúan a favor de una determinada decisión. Los criterios son seleccionados y combinados siguiendo un procedimiento o regla de decisión que permite arribar a una decisión particular. Las reglas de decisión están estructuradas en el contexto de un objetivo específico (Por ejemplo, definir cual área es apta para el desarrollo de una determinada actividad). Para alcanzar el objetivo específico es frecuente la necesidad de evaluar varios criterios, (evaluación multi-criterio).

Los distintos pasos para definir la zonificación de Andresito utilizando el Sistema de Soporte de Decisiones están representados gráficamente en la Figura 27.

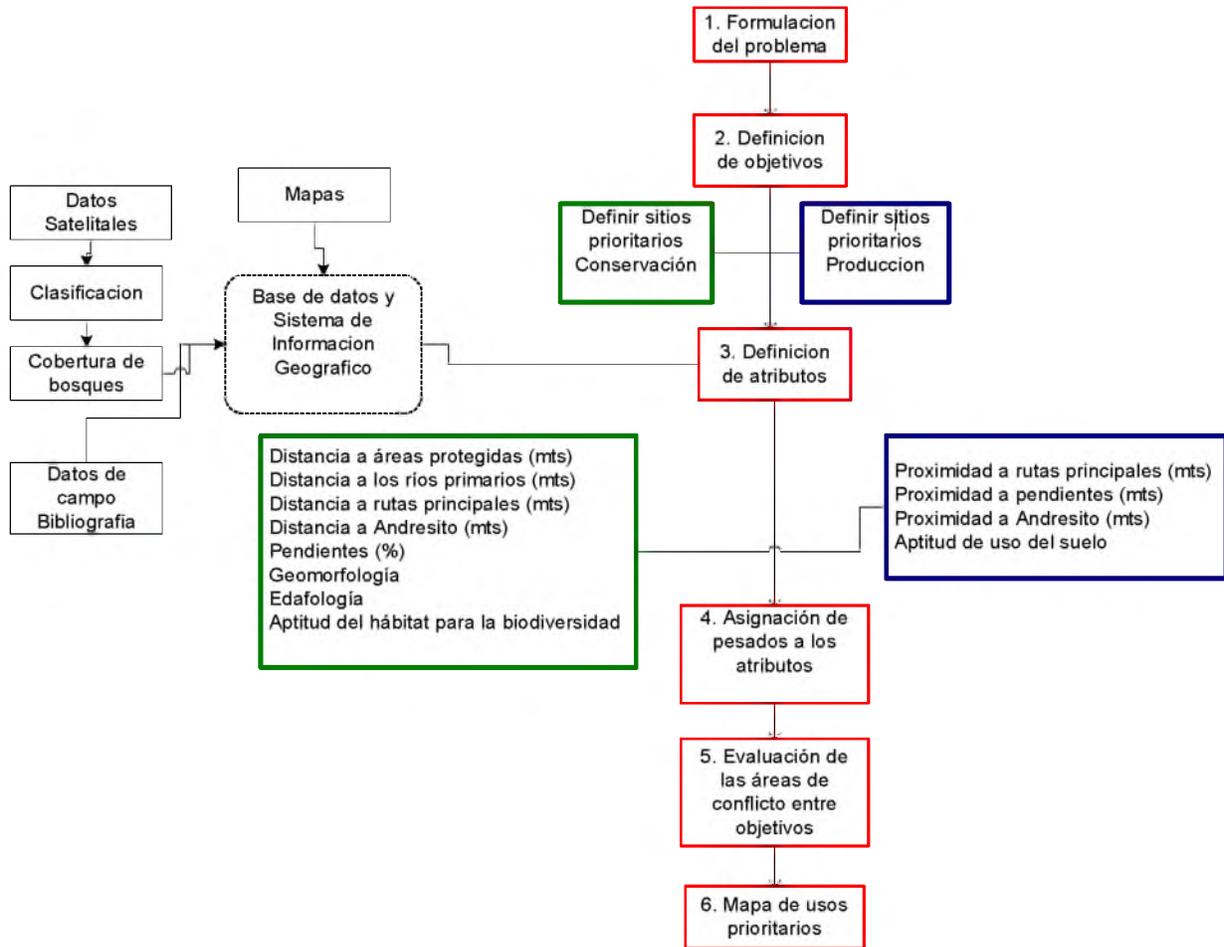


Figura 27: Esquema conceptual del Sistema de Soporte de Decisiones

- 1) El primer paso de un SSD es la definición del problema. En este caso el problema central es la **asignación de zonas de uso del suelo en el Municipio de “Colonia Andresito”** que satisfagan las necesidades de conservación del hábitat y la biodiversidad y la necesidades de las comunidades locales de contar con áreas de desarrollo productivo a largo plazo, de modo de alcanzar un desarrollo ecológico, económico y socialmente sustentable.
- 2) El segundo paso es la **definición de los objetivos que se quieren alcanzar**. Para Andresito el objetivo general apunta a recobrar la integridad ecológica y a mejorar la calidad de vida de las personas que viven en áreas desforestadas o en paisajes degradados. Esto implica la conservación de la biodiversidad y del hábitat, de los

servicios y funciones ambientales, la protección del recurso hídrico y del suelo, además de mejorar la calidad de la vida de la población. Para llevar a cabo este objetivo general se pueden determinar objetivos específicos que son (1) localizar las áreas prioritarias de conservación y/o protección del ambiente y (2) los sitios con aptitud agrícola que garanticen el sustento para la población.

- 3) Luego de la definición de objetivos, el tercer paso es **identificar aquellos atributos medibles que ayudan a identificar las áreas prioritarias**. Estos atributos están representados por variables espacializadas en forma de mapas y generan diferentes capas de información implementadas en un SIG. Estas variables son conjugadas a través de álgebra de mapas siguiendo los criterios establecidos para cada variable (ver anexo III)

Para el ejemplo de Andresito se utilizaron los siguientes atributos, derivados de fuente de distintas de información y pos procesado en el Sistema de Información Geográfica (SIG). Todos los atributos seleccionados representan criterios de importancia para la conservación y uso de los recursos naturales, siguiendo supuestos teóricos abalados científicamente a través de experiencias demostradas empíricamente

✓ *Atributos medibles para el objetivo de conservación*

**1. Distancia a áreas protegidas (mts)**

Para este factor se construyó un mapa de distancia a las áreas protegidas:

Parque Nacional Iguazú, Parque Provincial Uruguay, Parque Provincial H. Foerster, Parque Provincial Cametti y Áreas de Reservas de Vida Silvestre.

Fuente: Ministerio de Ecología, Recursos Naturales y Turismo. Este criterio se sustenta en la importancia de definir áreas de protección alrededor de los parques para evitar los efectos de disturbio, en su mayoría entrópicos, en áreas buffer o zonas aledañas al hábitat protegido (principio de área núcleo y zonas buffer) Fuente: APN y FVSA-pos procesado en el SIG.

**2. Distancia a los ríos primarios (m)**

Para la conservación de la calidad del agua se han considerado como factores a ser incorporadas al sistema a las áreas buffer o riparias. Áreas cercanas a un río principal es una zona prioritaria para la conservación del recurso agua, debido a su importancia en la conservación tanto de la calidad como de su cantidad.

Fuente: Cartografía IGM e imagen satelital LANDSAT. Post procesado en el SIG.

### **3. Distancia a rutas principales (mts)**

Las rutas o caminos también juegan un rol importante en las amenazas facilitando el acceso a las actividades de deforestación. Las áreas que estén más alejadas de las rutas, son más aptas para el cuidado de los recursos naturales.

Fuente: relevamiento a campo – SIG.

### **4. Distancia a Andresito (m)**

El bosque ha sido explotado por el hombre a través de la extracción de especies maderables y la pérdida por conversión a otros usos (agrícolas, ganadero y plantaciones mono-específicas para la industria del papel y la madera). La amenaza de conversión del bosque a otros usos o explotación del mismo, puede ser estimada de forma indirecta a partir de la proximidad a los centros urbanos más importantes, por dos motivos principales, la minimización de los costos de transporte de los productos y la propia expansión urbana.

Fuente: relevamiento a campo – SIG.

### **5. Pendiente (%)**

La pendiente del terreno se construyó a partir del modelo digital de elevación del terreno, utilizando los datos de cartas topográficas, la profundidad del suelo de los mapas edafológicos de la Provincia de Misiones, la geomorfología fue ajustado a la escala de análisis a partir de información de la base de datos SIG para la ecorregión del Programa Selva Paranaense. Aquellos sitios con pendientes mayores al 30% presentan el valor más alto de prioridad para la conservación, este valor decrece a medida que la pendiente decrece. Esta variable está sustentada por los análisis de aumento de erosión del suelo conforme crece la pendiente. Otro proceso importante relacionado a la explotación del bosque en áreas de pendiente, está relacionado directamente con el aumento de sedimentos

en los cuerpos de agua, el cual a su vez afecta directa e indirectamente la calidad del hábitat acuático, también el aumento de la escorrentía y producción de aludes con el consiguiente peligro para las poblaciones.

Fuente: derivado de modelo digital de elevación del terreno (cotas IGM) – SIG.

#### **6. Geomorfología (5 clases)**

Las unidades geomorfológicas son: Lomas y vallecitos, Lomas fuertemente disectadas y vallecitos, Lomas fuertemente disectadas, Meandros antiguos cerrados y Cordones.

Fuente: INTA – SIG.

#### **7. Edafología (5 clases: suelo tipo 9, 3, 7, 6a,6b)**

Las unidades de suelo consideradas son:

Unidad 3: Suelos variadamente evolucionados, generalmente hidromórficos, de medianamente profundos a profundos, ácidos de baja fertilidad, derivados de depósitos de los arroyos principales. Unidad 6: Suelos jóvenes, poco evolucionados o evolucionados, derivado de melafiro alterados y fracturados, hasta profundidades discreta (1-2m), permeables, ligeramente ácidos, fértiles.

Fase 6A: relieve plano a poco inclinado. Escaso peligro de erosión, perfil mas profundo

Fase 6B: relieve fuertemente inclinado. Fuerte peligro de erosión, perfil superficial.

Unidad 7: Suelos hidromórficos, muy evolucionados, lixiviados, derivados de depósitos aluvionales antiguos. Profundos, arcillosos, de baja fertilidad.

Unidad 9: Suelos rojos muy evolucionados, lixiviados, permeables. Ácidos o ligeramente ácidos, medianamente fértiles derivados de melafiros.

Fuente: Mapa edafológico de la provincia de Misiones – SIG.

#### **8. Aptitud del hábitat para la biodiversidad (0 a 2)**

La definición de los indicadores para este criterio se basó en el reconocimiento de la relación entre la persistencia de poblaciones viables y la estructura del paisaje. Partimos de la premisa que la estructura del paisaje afecta la dinámica de las poblaciones a través de dos factores principales: la pérdida y la fragmentación del hábitat. En general, parches de

mayor tamaño, presentan mayor cantidad de especies y frecuentemente un mayor número de individuos que parches pequeños del mismo hábitat además de una mayor diversidad de ambientes, en tanto la forma de los bordes del parche puede influenciar la abundancia relativa de las especies, mientras que la conectividad del hábitat puede restringir la distribución espacial de las especies por la presencia de áreas accesibles y otras inaccesibles e influir en el uso del mismo.

Fuente: Análisis espacial de fragmentos de bosque Imágenes satelitales y SIG.

✓ ***Atributos medibles para el objetivo de producción***

**1. Proximidad a rutas principales (m)**

La distancia a los centros de distribución de los productos y de vías de acceso a los mismos, es un factor limitante de importancia por el supuesto de que los costos de la producción se ven incrementados con el costo de transporte. Se consideró que aquellas tierras más próximas a los centros de comercialización, tendrán menos costo de transporte, así también como aquellos lotes cercanos a las vías principales de acceso a estos centros. Pero contrariamente con la distancia a los bosques, la aptitud del área para el desarrollo de prácticas agrícolas o forestales aumenta con la proximidad a las rutas principales y los centros urbanos Fuente: Imágenes satelitales y SIG.

**2. Proximidad a pendientes (m)**

Cuanto mayor es la pendiente del terreno, mayor el riesgo de erosión, sedimentación y alteración del suelo. En terrenos llanos y con poca pendiente el suelo resulta más apto para el desarrollo de actividades agrícolas, mientras que las áreas de pendiente, con mayor riesgo de erosión, debieran permanecer con cobertura forestal.

Por lo tanto se ha considerado que las áreas con pendientes mayores a 30% no son aptas para prácticas agrícolas. Fuente: derivado del MDT (modelo digital de terreno)- SIG

**3. Proximidad a Andresito (m)**

La distancia a los centros de distribución de los productos y de vías de acceso a los mismos, es un factor limitante de importancia por el supuesto de que los costos de la producción se

ven incrementados con el costo de transporte. Se consideró que aquellas tierras más próximas a los centros de comercialización, tendrán menos costo de transporte, así también como aquellos lotes cercanos a las vías principales de acceso a estos centros. Pero contrariamente con la distancia a los bosques, la aptitud del área para el desarrollo de prácticas agrícolas o forestales aumenta con la proximidad a las rutas principales y los centros urbanos. Fuente: Imágenes y SIG.

#### **4. Aptitud de uso del suelo (Carta edafológica)**

Este factor considera la capacidad de uso del suelo en función de la clasificación de los tipos de suelo, obtenidos a partir de cartas edafológicas elaboradas por la provincia de Misiones y pos procesado en el SIG.

EL SSD por si solo es una herramienta informática para definir zonas de uso dependiendo de los objetivos planteados. Sin embargo, para poder lograr un ordenamiento físico espacial participativo es necesario que distintos sectores realicen una validación y pesado por importancia de cada uno de los atributos para definir su rango de importancia.

- 4) En el cuarto paso se le asigna a los atributos esta importancia, esto se puede realizar de varias formas, la más simple es colocar utilizar porcentajes y que el total de esas variables para ese objetivo sea 100% como se observa en la Tabla 11.
- 5) El quinto paso consiste en la asignación de los pesos relativos para cada variable o atributo, e integrados al SSD para que el sistema combine las variables por objetivos y muestre en un mapa el resultado de las opiniones que se expresan en forma de mapas o salidas gráficas ya que la metodología esta implementada sobre la base de un sistema de información geográfica.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Para mayor detalle de la metodología y el diseño del modelo y del Sistema Soporte de Decisión, consultar el documento “Diseño del paisaje de conservación de Andresito” *Informe Técnico 2003 Fundación Vida Silvestre, Argentina- GUERRERO BORGES VERONICA (ANEXO III)*<sup>5</sup>

Tabla 11: Porcentaje de importancia de cada uno de los atributos entregadas a los participantes.

<b>Sector con el que se identifica:</b>	
Producción.....Conservación.....Gobierno.....Investigación.....Otro.....	
<b>Objetivo 1: identificar áreas prioritarias para el cuidado de los recursos naturales</b>	
<b>Variable</b>	<b>%</b>
Distancia a áreas protegidas (m)	
Distancia a los ríos primarios (m)	
Distancia a rutas principales (m)	
Distancia a Andresito (m)	
Pendientes (%)	
Geomorfología (5 clases)	
Edafología (5 clases: suelo tipo 9, 3, 7, 6a,6b)	
Aptitud del hábitat para la biodiversidad (0 a 2)	
<b>Objetivo 2: identificar áreas prioritarias para el desarrollo de actividades productivas amigables con el ambiente</b>	
<b>actividades productivas amigables con el ambiente</b>	
<b>Variable</b>	<b>%</b>
Proximidad a rutas principales (m)	
Proximidad a pendientes (m)	
Proximidad a Andresito (m)	
Aptitud de uso del suelo (Carta Edafológica)	

### IV.3.2.3 Planificación territorial participativa

El Tercer Taller de Planificación Territorial Participativa del Municipio de Andresito se realizó el 2 de noviembre de 2006, pero en esta ocasión el foco del mismo fue el SSD y su aplicabilidad. El objetivo general fue que a través del SSD, se pueda llegar a un paisaje consensuado de Andresito a partir de objetivos de conservación y producción. En particular:

- Comprender la potencialidad del SSD para el ordenamiento territorial.
- Realizar una valoración de variables para responder a objetivos de conservación y producción.
- Producir un mapa consensado respondiendo a los objetivos de conservación y producción.

Se contó un la participación de 15 representantes de organizaciones intermedias, ONGs, INTA, Municipio, Guardaparques y la Administración de Parques Nacionales. Se desarrolló un trabajo grupal moderado para lograr los objetivos de trabajo.

En este taller se evaluó los atributos ya medibles mencionados anteriormente para los objetivos de conservación y producción. Los participantes valoraron cada una de las variables en forma individual y luego en forma conjunta en porcentajes. Lo interesante de este ejercicio es que individualmente, los participantes tenían una versión diferente del valor de cada variable, así para un guardaparque el valor de la distancia a Áreas Protegidas era mucho mayor que para un productor. Esto refleja que el SSD es sensible a las decisiones particulares y que cada individuo según sus intereses va a categorizar las variables en forma particular.

Tomando un valor medio para cada variable, para el objetivo de conservación las variables más importantes fueron distancia a ríos primarios y aptitud hábitat para la biodiversidad seguido por aptitud de a áreas protegidas y pendientes. Las variables edafología y geomorfología fueron percibidas como repetitivas y solo una de ellas sería suficiente para este ejercicio. Distancia a rutas principales fue la que menos importancia tuvo a nivel individual (Figura 29).

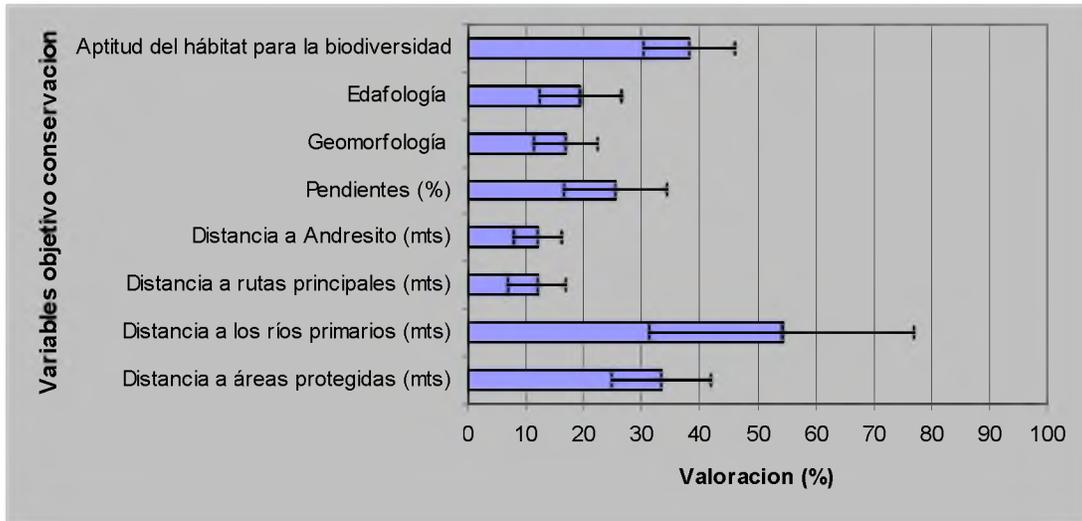


Figura 28: Valor promedio individual de los participantes sobre las variables del objetivo conservación.

Para el objetivo de producción también existieron disparidades individuales la variable con más importancia fue la aptitud de uso del suelo, seguida por proximidad a pendientes y rutas principales (Figura 30).

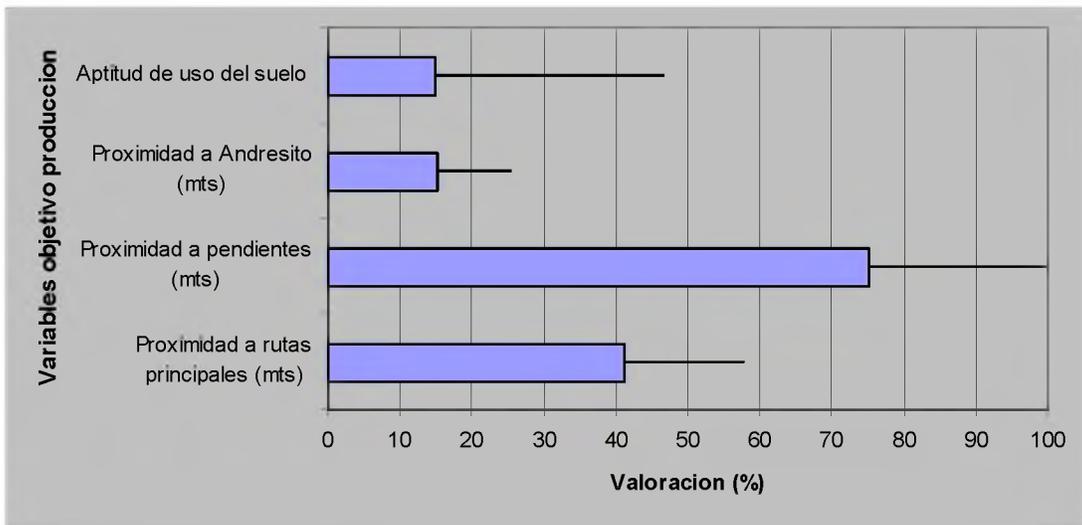


Figura 29: Valor promedio individual de los participantes sobre las variables del objetivo producción.

Luego se inició un proceso de **consenso grupal** sobre la importancia de las distintas variables, que estuvo a cargo de las moderadoras quienes fomentaron la discusión sobre las razones particulares de cada valoración. Esto fue de mucha utilidad ya que los distintos puntos de vista fueron tenidos en cuenta, muchas veces representando distintos intereses.

Con respecto a los resultados grupales, los dos grupos mostraron tendencias similares. Con respecto al objetivo 1, nuevamente la variable distancia a los ríos primarios fue considerada la más importante en el momento de definir áreas prioritarias para la conservación. Pendientes y aptitud del hábitat para la biodiversidad resultaron segundos y terceros alternativamente en cada grupo. Las demás variables resultaron menos importantes (Figura 31).

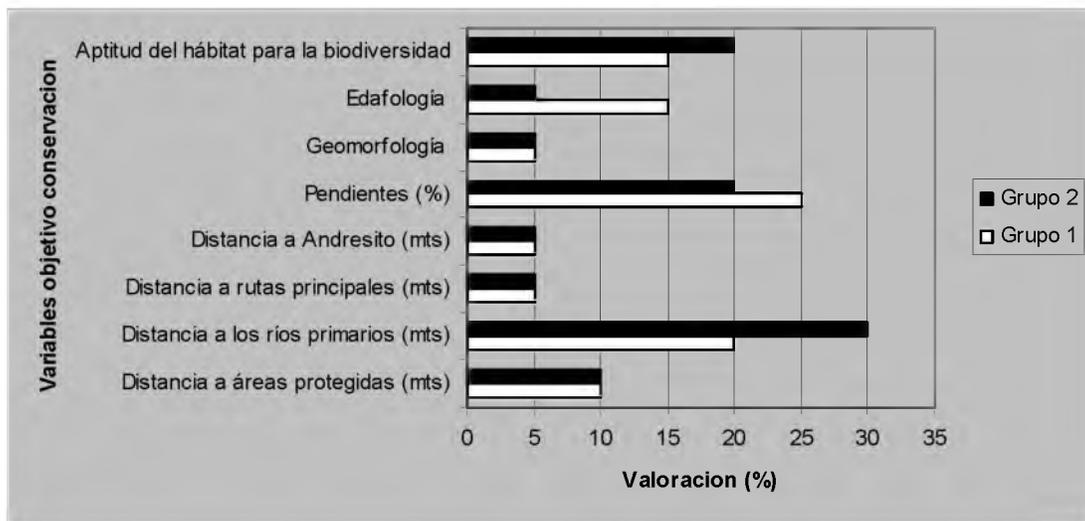


Figura 30: Valoración grupal sobre variables para definir objetivo de conservación

Dentro del objetivo 2, producción, los dos grupos dieron una valoración similar a las variables propuestas. De mayor importancia la aptitud de uso del suelo a la hora de definir áreas prioritarias para la producción, seguido por proximidad a rutas principales, ya que la no disponibilidad de caminos es percibido como una gran condicionante para comercializar los productos (Figura 32).

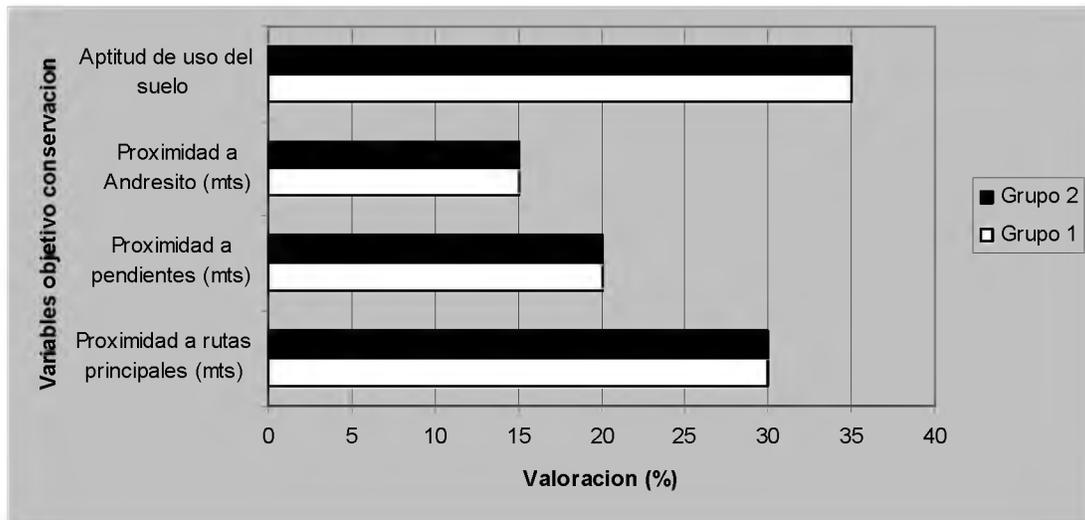


Figura 31: Valoración grupal sobre variables para definir objetivo de producción

Luego del ejercicio de valoración o pesados de las variables, los datos fueron integrados al Sistema de Soporte de Decisiones para poder obtener un mapa final consensuado para cada objetivo. El objetivo de conservación final está compuesto por los mapas del grupo 1 (Figura 33).

Las diferencias entre los mapas (A y B) están relacionadas con la distinta valoración que se le adjudicó a cada variable (Figura 4). Las diferencias más evidentes son en las variables edafología, (5% y 15%), distancia a los ríos primarios (30% y 20%) y en menor medida aptitud del hábitat (20 y 15%) y pendientes (20% y 25%). Las diferencias pueden ser evidentes en los mapas, donde para el grupo 1 existen mayor superficie de áreas altamente prioritarias para la conservación, mientras que en el grupo 2 algunas de estas áreas tienen prioridad media. Un ejemplo son los alrededores de la ciudad de Andresito.

Los mapas muestran que las zonas de alta prioridad para la conservación son Península, las áreas alrededor del Parque Provincial Foerster y las que limitan con el Parque Provincial Urugua-í. Las áreas con prioridad media son aquellas que rodean las altamente prioritarias y especialmente las ubicadas en el extremo Nor-Este y Este que coinciden con las zonas más altas de Andresito y las nacientes de los ríos primarios.

Contrariamente al objetivo de conservación, el mapa de producción muestra en general áreas distintas que sean aptas para la producción. La zona centro y Nor-Oeste tiene la mayor aptitud para la producción y se excluyen las áreas más altas y de nacientes de ríos. Existen zonas de conflicto que son necesarias resolver, especialmente en la zona sur de Andresito, donde áreas tienen una aptitud media para los dos objetivos.

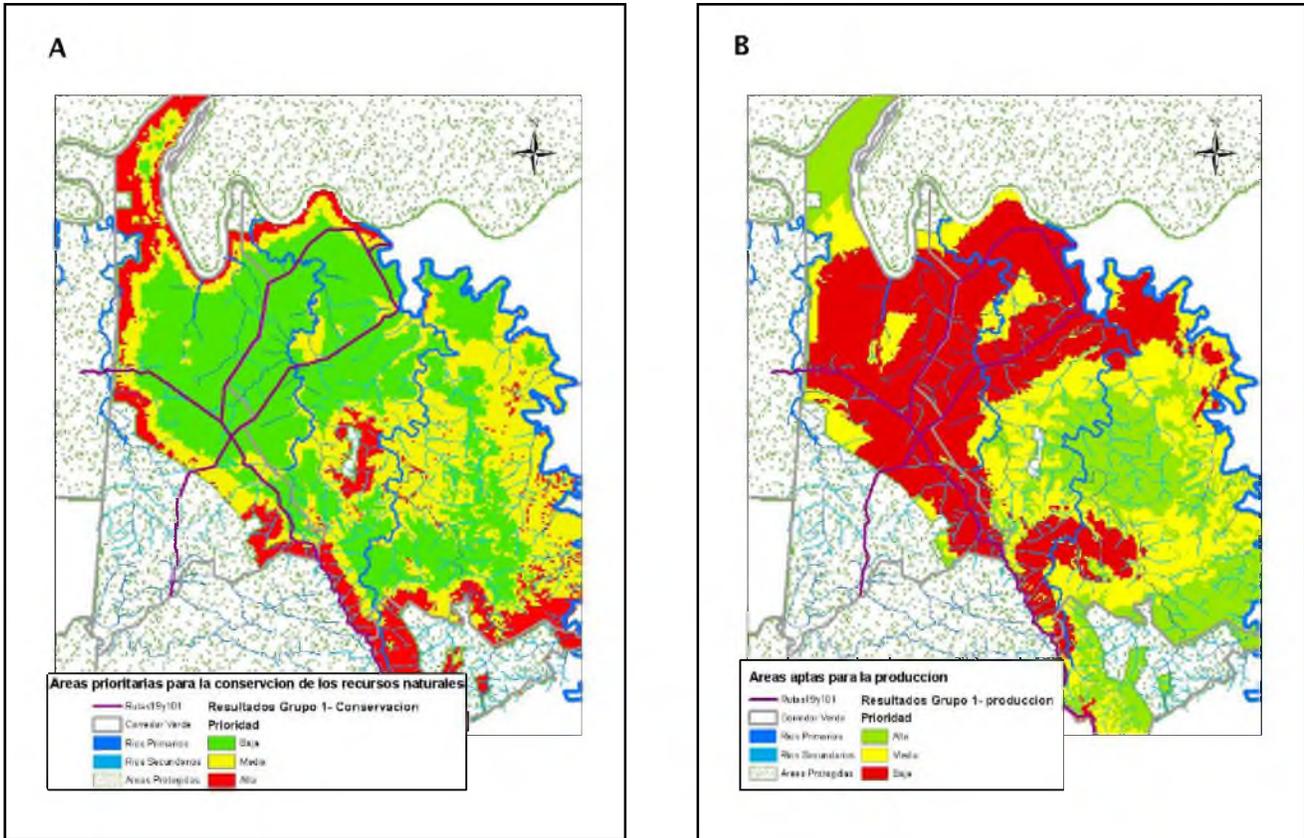


Figura 32: Salida graficas de las corridas del modelo en el SIG

### **IV.3.3 Propuesta de zonificación del uso del suelo para la planificación del municipio**

El resultado final del proceso metodológico es un mapa de zonas que priorizan ciertas actividades sobre otras (Figura 34). A partir del análisis conjunto de los resultados obtenidos en las corridas del modelo de toma de decisiones y las propuestas realizadas en los talleres se llega a un mapa final síntesis, donde se detallan las áreas prioritarias para la conservación del bosque nativo y un gradiente de valorización de áreas de menor a mayor grado de aptitud para la priorización de diferentes actividades de uso del suelo. Según los usos actuales y los usos potenciales se asignará a cada área la actividad a desarrollar en función de los requerimientos de recursos e impactos de dicha actividad sobre el medio.

Las clases de usos propuesta (Tabla 16), es una primera aproximación a la zonificación, la cual cuenta con una etapa de validación, ajuste y consenso. Además esta metodología permite la incorporación de nuevos criterios a ser analizados, a partir de la participación de los distintos actores involucrados en la toma de decisión, los usuarios y la propia comunidad, convirtiéndose esta propuesta en una metodología adaptativa de mejoramiento continuo.

De acuerdo con el modelo implementado y corriendo el sistema de toma de decisiones se podrían generar mapas que mejor ajusten a los requisitos de las políticas territoriales a implementar. Por ejemplo, un escenario posible de gestión podría especificar la cantidad de hectáreas a anexar a las áreas protegidas ya existentes. En la presente propuesta se definieron las áreas potenciales a ser anexadas al parque provincial Foerster que surgieron del análisis de los mapas de la Figura 33. La cantidad de hectáreas a ser anexadas como uso de conservación podrán ser modificadas a partir de la discusión y consenso entre los diferentes actores.

Tabla 12: Categorías, clases y subclases de uso del suelo del área rural del Municipio de “Andresito”.

<i>categoria</i>	<i>Clase de uso</i>	<i>Subclase</i>
Bosque Nativo	Áreas núcleo	Áreas núcleo primarias
		Áreas de expansión
		Áreas satélite
	Áreas de protección	Bosques riparios
		Bosques protectores
	Bosque productores	A definir
	Corredores	Corredores primarios
Corredores secundarios		
Áreas de Conversión	Bosque cultivado (implantado)	Plantaciones
	Áreas agroecológicas o de uso sustentable	A definir
	Áreas urbana	Actuales
		Expansión

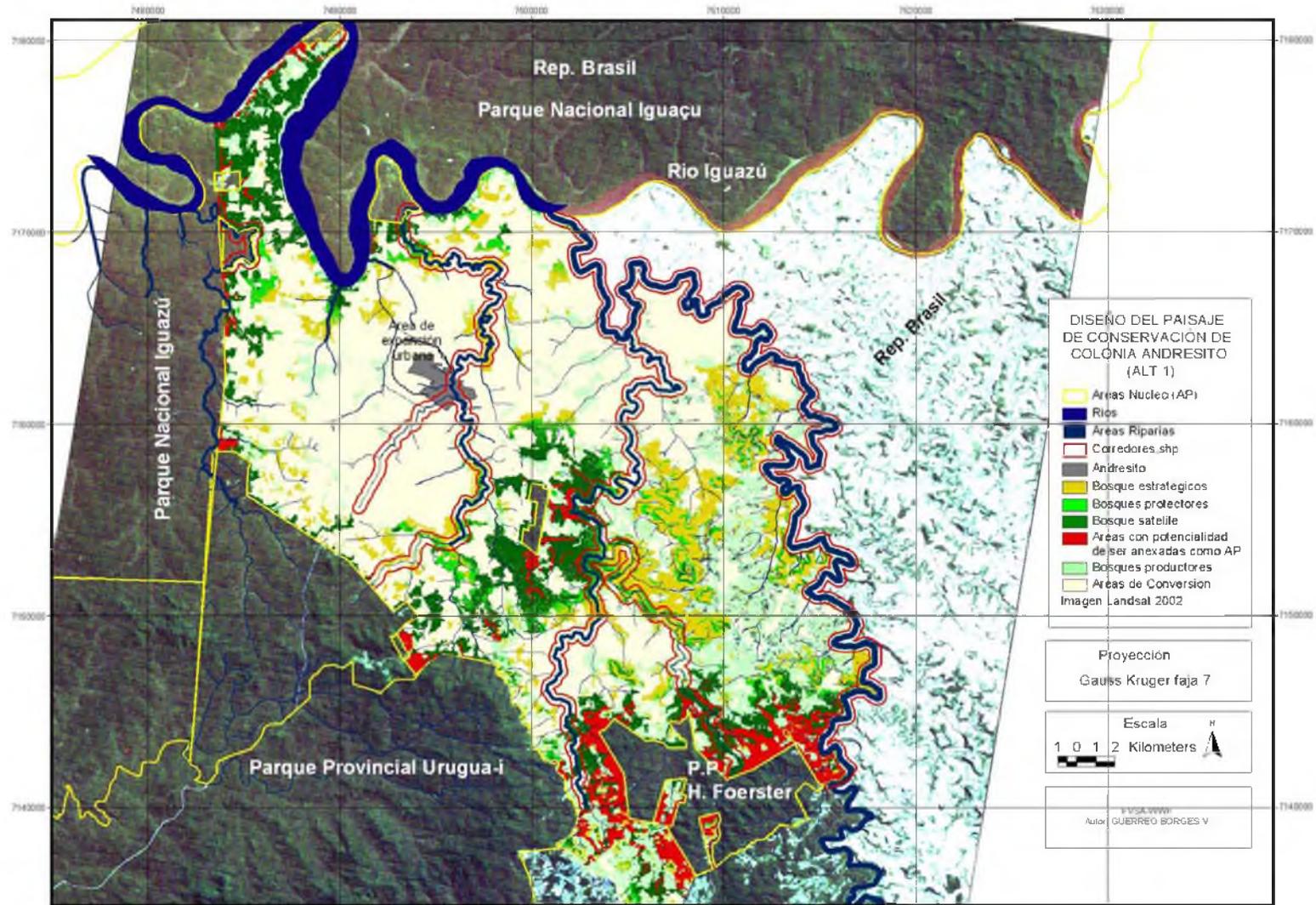


Figura 33: Mapa de diseño del paisaje de conservación de la Colonia Andresito resultante del proceso del proceso de planificación participativa

Las categorías o clases de uso del suelo, definidos utilizando los resultados de los escenarios posibles de gestión, se dividieron en dos grandes categorías (Tabla 9): las áreas de *Conversión* (expansión rural) y las áreas de *Bosque Nativo*. Las primeras contemplan la conversión de la cobertura boscosa actual a otros usos ya sea, uso urbano (sólo en las áreas planificadas para expansión urbana), agrícola, ganadero y bosques cultivados de exóticas o especies nativas de baja diversidad. La segunda son áreas de cobertura boscosa, donde se prohíbe la conversión o extracción del bosque nativo, con potencialidad para el desarrollo de diferentes actividades dependiendo del valor de conservación o protección.

Dentro de las áreas de *Conversión* la función de protección y conservación de los recursos está implícita, puesto que debieran fomentarse sólo actividades agro-ecológicas que minimicen los impactos sobre el ambiente. Esto requerirá del estudio detallado de las prácticas y el manejo adecuado menos agresivas para el ambiente, con bajo insumo de agroquímicos, sobre todo en los cultivos de tabaco y en plantaciones de cítricos, promoción de cultivos de yerba orgánica, prácticas silvo-pastoriles, proyectos de secuestro de carbono, etc.

Dentro de la categoría de áreas de *Bosque Nativo* definimos 4 clases, con subcategorías, algunas de las cuales fueron propuestas por la Visión de la Biodiversidad (WWF) y ajustadas a la escala local. Las Áreas Núcleo, dentro de ellas las áreas núcleo propiamente dichas, representadas por los parques nacionales, provinciales y privados de protección estricta, las áreas con alto potencial a ser anexadas a las áreas núcleo y las áreas satélite. Estas áreas estarían incluidas dentro de los denominados Bosques Permanentes, para la Provincia, ley N° 854; las Áreas de bosques de Protección, dentro de la cual se encuentran las áreas de bosque protectores según ley de bosque de la Provincia, y otras áreas de bosque nativo estratégicas para la conservación; Áreas de Bosque nativo de Producción (categoría que estarían incluida dentro de los bosques de producción en la ley); y por último los Corredores, primarios y secundarios, que conectan bloques de bosque mayores cuya función radica en el aumento de la conectividad del paisaje global.

Las sub-classes de uso se diferencian y están caracterizadas por el tipo de actividad potencial recomendada para cada una (corresponden a la figura 34):

- Las **áreas núcleo primarias**, actuales áreas protegidas (color verde oscuro línea amarilla en el mapa) con una superficie de 15.598,04 ha, son áreas de bosque intangible, donde se permiten actividades de turismo ecológico, recreativas y de investigación, siendo una de las funciones más importantes la de conservación de la biodiversidad.
- Las **áreas de expansión**, en color rojo (relleno) ocupan aproximadamente 5.000 has. representan zonas adyacentes a las áreas núcleo primarias, que por su alto valor de aptitud para la conservación, se proponen como áreas a ser anexadas a las Áreas Protegidas actuales.
- Las **áreas satélite** (verde oscuro), con una superficie aproximada de 24.25,95 has, son parches de bosque con alto valor para la conservación, se encuentran cercanos a las áreas núcleo primarias, en las cuales se proponen actividades turísticas recreativas y de investigación y uso sustentable del bosque, especialmente de recursos no maderables.
- Las **áreas de protección** (verde loro), están representados por zonas de pendiente y suelos erosionables, además de los bosques riparios conformando las zonas buffer de los ríos (azul oscuro), más algunos parches que por su tamaño o por su cercanía a los parques actúan como áreas de amortiguación y contribuyen a la conexión global.
- Las **áreas de bosque estratégico** (marrón) aproximadamente con una extensión de 7.000 has, están constituidas por parches de bosque de tamaño tales que conectados a las áreas satélite conforman grandes bloques capaces de actuar como fuente de recurso y/o sumidero para muchas de las especies locales, y por parches pequeños dentro del área de amortiguamiento del parque Urugua-í, los cuales cumplirían función de retención y filtrado de agroquímicos hacia los cursos de agua, puesto que

esta área se caracteriza por una alta proporción de cultivos de tabaco, anuales y una alta densidad de parcelas de tamaños menores a las 5 ha.

- Por último los bosques **de producción** (verde claro) son áreas con algún tipo de limitante para el desarrollo agrícola, donde se pueden implementar actividades de uso sustentable del bosque, como la explotación de recursos maderables y no maderables, con el requerimiento de un plan de manejo forestal apropiado para cualquier extensión de explotación propuesta, éstas áreas debieran permanecer con cobertura boscosa.

Salvo las áreas núcleo primarias, las de expansión y los bosques riparios comprendidos dentro de la ley N°854<sup>6</sup> Régimen Legal Sobre Bosques y Tierras Forestales, las demás clases pueden presentar a su vez áreas de bosque bajo algún tipo de producción, priorizando el uso de productos no maderables, turísticos, recreativos y educativos. Los parches de menor tamaño dentro de las áreas agrícolas intensivas, podrían ser mantenidos como reservas para su utilización, por ejemplo como fuente de combustible para los hogares de los colonos o para los requerimientos de leña para los secaderos de yerba. Ambos requieren del estudio más detallado de la demanda de este subproducto y la oferta real del recurso.

Los corredores cuya función principal es actuar como ruta de desplazamiento de la fauna entre áreas distantes de hábitat, cumple además con la función de protección si se utilizan a

---

<sup>6</sup> La ley N° 854 define a los Bosques como toda formación leñosa nativa o implantada, que cumpla separada o conjuntamente funciones de producción, protección, experimentación, conservación, recreación y preservación ambiental; a las Tierras forestales, como aquellas áreas del territorio provincial que en función de su uso alternativo muestran una aptitud de su suelo eminentemente forestal; al Bosque nativo, como toda formación leñosa no creada originalmente por la mano del hombre sin sujeción necesaria a fines económicos específicos y al Bosque implantado, como la formación leñosa creada por el hombre con sujeción a fines económicos específicos. Por otra parte clasifica a los bosques en: **Bosques protectores**, a aquellos que por su ubicación y características florísticas sirvan conjunta o separadamente, para: proteger el suelo, caminos, riberas fluviales, orillas de embalses, islas, canales, etc. y prevenir la erosión de los terrenos en declive; proteger cuencas hidrográficas y el régimen de las aguas; asegurar condiciones de salubridad ambiental; defensa contra la acción de los elementos, vientos e inundaciones; a los **Bosques permanentes**, a todos aquellos que por su destino, constitución de su arboleda y/o formación de su suelo deban mantenerse, como ser: los que formen los parques y reservas provinciales o municipales, aquellos en que existieran especies cuya conservación se considere necesario, los que se reserven para parques o reservas de uso público, los que constituyan el arbolado de los caminos; a los **Bosques experimentales**, como los nativos que se destinen para estudios forestales; a los **Bosques implantados** destinados a estudios de acomodación, aclimatación, tratamientos silvícolas, elaboración de tablas de producción de especies nativas ó exóticas, a los **Bosques especiales**, de propiedad privada, creados con miras a la producción u ornamentación de extensiones agrícolas, ganaderas ó mixtas y a los **Bosques de producción**, los nativos ó implantados de los que resulte posible extraer periódicamente productos ó subproductos forestales de valor económico mediante explotaciones racionales.

las áreas riparias como tales, además se encuentran protegidas legalmente, representando una oportunidad para su implementación. A pesar de ello, existen áreas adyacentes a cursos de ríos importantes como el San Antonio o el San Francisco, que aun existiendo la ley, presentan desmontes en sus márgenes, lo cual demuestra la falta de cumplimiento de la misma.

En el diseño del paisaje, se han establecido corredores primarios que unen áreas núcleo entre sí, y corredores secundarios que aumentan la conectividad entre parches más pequeños y áreas núcleo. Estos corredores se definieron con un ancho de 300 m a cada lado de los márgenes de las áreas riparias, teniendo en cuenta la poca efectividad de corredores menores a los 100m debido al efecto borde. Se ha demostrado en otros trabajos en la región y a través del seguimiento temporal de corredores o fajas ecológicas con anchos inferiores a través de imágenes de satélite, que éstos se transforman en líneas de pocos árboles muy degradadas, las cuales dejan de cumplir con la función de protección y/o corredor para lo cual fueron creados.

Las categorías de bosque propuestas podrían ser complementarias a las definidas por la ley de Bosques provincial vigente (N° 854), salvo por la categoría de Bosque de Producción, la cual establece el mismo tratamiento tanto para los bosques implantados como los nativos, a diferencia de lo propuesto en tanto que la categoría de bosques implantados es una clase dentro de la categoría de áreas de conversión. Conceptualmente existe una gran diferencia, porque para la implementación de un bosque implantado, se requiere de la extracción (tala rasa) del bosque nativo lo que implica la sustitución de un sistema de alta diversidad específica, por otra de baja diversidad y la consecuente pérdida de heterogeneidad a escala del paisaje.

Los bosques implantados en Misiones están constituidos principalmente por especies exóticas de rápido crecimiento, coníferas: *Pinus elliotti*, *P. taeda*, *P. caribaea*, *Araucaria angustifolia* (nativa), Latifoliadas: *Eucalyptus dunnii*, *E. saligna*, *E. grandis*, *Melia Azedarach*, *Pawlonia sp.*, *Toona ciliata*, *Grevillea robusta* y en menor medida, especies latifoliadas nativas, Cañafistola (*Peltophorum dubium*), Guatambú (*Balporodendron riedelianum*), Loro Blanco (*Bastardiopsis densiflora*). La superficie implantada se ha incrementado notablemente en el decenio 1992-2000, alcanzándose una dinámica de

forestación de 7.347 hectáreas en 1992 y cerca de 50 mil hectáreas en el año 1999 y continúa en aumento. Esto ha sido el resultado de una política de incentivos a la forestación y a la foresto industria, que se potenció con la promulgación de la Ley 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados que prevé la continuidad de los subsidios para plantaciones hasta el año 2009, además de la estabilidad fiscal de 30 y hasta 50 años para los proyectos foresto-industriales y beneficios impositivos de la jurisdicción nacional, provincial y municipal, lo que garantiza la implementación de una política forestal de las tres jurisdicciones del estado.

Estas políticas forestales podrían aumentar la presión hacia la conversión de tierras si no se establecen mecanismos de compensación que valoren en términos económicos y ecológicos las tierras que conserven el bosque. La implementación de esquemas de pago por servicios ambientales, puede llegar a convertirse en una valiosa estrategia que impulse y promueva un desarrollo sostenible de las zonas rurales, aportando a la conservación de la biodiversidad y la gestión de los recursos naturales.

## V. CAPITULO V: CONCLUSIONES

La deforestación sigue siendo uno de los principales problemas ecológicos del municipio de Andresito, el cual presenta una tasa de deforestación muy elevada, proceso que continúa hasta la actualidad. La transformación del territorio en Andresito se dio a partir de la ocupación de fronteras por colonización al igual que el resto de los municipios de Misiones. En el caso particular de Andresito la colonización tardía del municipio (principio de la década del 80) se dio por migración interna de pobladores, en su mayoría provenientes del sur de la provincia, motivados por el plan de colonización encarado por el gobierno y por el agotamiento de sus tierras por sobreexplotación. Este proceso produjo la pérdida de cobertura de bosque y su reemplazo por uso agrícola-ganadero principalmente, fragmentando la matriz del paisaje original y transformándola a una matriz agrícola con presencia de remanentes forestales con diferente grado de fragmentación y degradación.

Estas transformaciones produjeron consecuencias ecológicas, sociales y económicas para el municipio. Desde lo ecológico la gran fragmentación estructural del ecosistema se presenta como un riesgo para la subsistencia de gran cantidad de especies ya que los tamaños de los remanentes forestales no llegan a los requerimientos de hábitat mínimos para muchos de las especies presentes en la eco-región.

Al analizar el paisaje en su conjunto y teniendo en cuenta los requerimientos territoriales para alguna de las especies claves de la ecoregión, se concluye que actualmente esta área podría funcionar más como áreas sumidero (teoría de fuente-sumidero), de dispersión y conexión de hábitat de tamaños mayores, como las áreas protegidas, que como áreas fuente de recursos (áreas donde el éxito reproductivo de una población es mayor que la mortalidad). Si bien algunos de los parches presentan tamaños aptos para la supervivencia de poblaciones viables de algunas especies con requerimientos territoriales menores o por debajo de las 1000ha, éstas están pobremente representados en el territorio, a lo que se suma un alto efecto de borde. Sin embargo, estos podrían ser remanentes esenciales para la dinámica de las metapoblaciones (Levins, 1970), puesto que posibilitarían el desplazamiento de un área núcleo a otra y funcionarían como fuente de recursos vitales.

Desde la perspectiva social y económica del municipio, las consecuencias de la pérdida de bosque tienen un impacto de manera directa e indirecta, por un lado por la falta o disminución de los recursos naturales de subsistencia ya que las comunidades locales utilizan estos recursos y de forma indirecta a través del deterioro de los servicios ambientales que brinda el bosque como tal (protección de cuencas hidrográficas, cantidad y calidad del agua, erosión de suelos con la consecuente pérdida de productividad, fuentes de alimentos, mitigación de los efectos de cambio climático a escala regional, entre otros). Estas consecuencias no solo producen el deterioro del ecosistema sino también de la calidad de vida de los pobladores.

Un aspecto interesante de resaltar como aporte del estudio y que se discute en el capítulo III, es que la existencia de un patrón de subdivisión del suelo como factor político administrativo (parcelamiento) asociado a un sistema productivo y cultural particular, como es el del “colono”, deja una impronta propia en el territorio afectando y/o modificando los procesos y patrones del paisaje. Esto es importante a la hora de comparar con otros territorios con historias de colonización y sistemas productivos diferentes dentro de la misma ecoregión como es el caso de Brasil y Paraguay.

La pérdida de bosque por conversión a otros usos en la ecoregion se constata en los tres países que comparten el BAAP (Paraguay, Brasil y Argentina). Sin embargo se observa que los patrones estructurales del paisaje son muy diferentes entre los tres países. Estas diferencias podrían explicarse a causa de los diferentes procesos de ocupación del territorio. Haciendo un análisis comparativo de los patrones de deforestación entre la porción Brasileira y Paraguaya respecto a la Argentina, vemos que existe una diferencia significativa en cuanto a la superficie de cobertura de bosque nativo actual, que es mucho mayor en la porción Argentina respecto a los países vecinos. Si bien en la provincia de Misiones existe una tendencia marcada hacia la pérdida de bosque, la diferencia en los mayores valores actuales de cobertura de bosque de Misiones, podría ser explicada por los diferentes procesos históricos de colonización, además del desarrollo de diferentes modelos socio-productivos.

En sus inicios el proceso de deforestación tuvo un origen diferente en los tres países de la ecoregión, dando como resultado patrones espaciales muy diferentes en Brasil, los bosques fueron deforestados para abrir paso a la agricultura de grandes extensiones que se remplazaron por cultivos de algodón, azúcar, y más tarde soja, cultivo predominante

que actualmente ocupa grandes extensiones del sector Brasileiro de esta ecorregión. Desde el punto de vista geográfico, éste proceso se inició en el sector de la costa este y desde allí hacia el interior del país.

En Paraguay el desarrollo y la deforestación comenzaron en Asunción (Ciudad capital), localizada en el borde oeste de la ecorregión, extendiéndose luego al sureste hacia el límite con Argentina. En este caso la pérdida de bosque se produjo a partir de grandes latifundios agrícolas en manos de unos pocos propietarios (terratenientes), muchos de estos campos actualmente se encuentran bajo producción de soja, al igual que en Brasil.

En Argentina el proceso de sojización no tuvo lugar en la provincia de Misiones, y los procesos de deforestación se dieron más tardíamente. La colonización se dio con el objetivo de poblar la provincia y consolidar las fronteras del país. El poblamiento se inició desde el sur de Misiones; inicialmente a través de la explotación de los recursos forestales por tala selectiva y el cultivo de la yerba mate. Estas actividades se fueron diversificando conforme la expansión de los asentamientos humanos hacia el centro, este y norte de la provincia. Actualmente el sistema productivo, según su importancia decreciente, se basa en la ganadería, explotación forestal de bosque implantados, cultivos de yerba mate, te, mandioca, tabaco, poroto negro, citricultura, etc. (Colcombet 2000). Además la existencia de grandes extensiones con alta productividad para las actividades agropecuarias, como es la región Pampeana, retardó el desarrollo de estas actividades en regiones con aptitudes a usos diferentes, como el caso de Misiones con una clara vocación forestal.

De este análisis, podríamos plantear el supuesto que una misma región ecológica, bajo diferentes procesos de colonización con diferentes modos de apropiación y explotación de la tierra, con una implementación de diversos sistemas productivos y normativas de uso del territorio diferentes, estructurará de forma diferencial los patrones espaciales de deforestación y en consecuencia de fragmentación, dando como resultado distintas matrices a nivel del paisaje. Teniendo en cuenta estos aspectos, el paisaje podría ser planificado de forma tal de minimizar los impactos de las actividades humanas sobre el mismo, estructurándolo de manera estratégica para avanzar hacia un desarrollo sostenible y tendiente a conservar los beneficios que prestan estos ecosistemas a largo plazo. Existen metodologías y herramientas de planificación como es la zonificación del

uso del suelo, que **podría incorporar aspectos de la ecología del paisaje en sus modelos conceptuales**. De esta manera se podrían incorporar aspectos integrales de las dimensiones espaciales, ecológica paisajística y territoriales en la planificación.

La transformación del paisaje que se sucedió a partir de la implementación del plan de colonización de “Colonia Andresito” nuestro caso de estudio, produjo dos patrones estructurales diferentes en la configuración del mismo a través del tiempo.

El primero, más tempranamente (década del 80), con asentamientos medianos (mayores a 50ha), una alta tasa de deforestación, de producción no diversificada y asentamientos planificados por el estado. Como consecuencia, se produce la percolación de la matriz de bosque, pero con conectividad entre los grandes bloques boscosos.

El segundo (década del 90), se caracteriza por asentamiento de pequeños productores (aumento de la densidad de habitantes), mayor diversificación de la producción, asentamientos espontáneos y una disminución de la tasa de deforestación pero no de su fragmentación (la disminución en la tasa es producto de la pérdida de bosque), con aumento de la cantidad de parches de bosque y disminución de su tamaño y pérdida de la conectividad global. (Tabla 13).

La pérdida de conectividad del paisaje en nuestro caso de estudio, se constata a partir de un 30% de pérdida de bosque, con un valor máximo de efecto borde al 40% de deforestación.

El estudio de las relaciones “cuantitativas” (ej. tamaños de las parcelas) entre los factores estudiados, puede definir lineamientos para la implementación de políticas de desarrollo sustentables alineadas con la conservación de los ecosistemas. Si bien se observa una relación entre la configuración del paisaje y factores de índole política administrativa, como son los patrones de tenencia y distribución de la tierra, esta no es independiente de otros factores socio-culturales y económicos que accionan sobre el territorio. Los resultados obtenidos en el presente estudio podrían ser comparables en territorios con características similares, donde persisten economías rurales de subsistencia con prácticas o modalidades tradicionales del uso y explotación de los recursos.

*Tabla 13: Cuadro resumen de caracterización de las etapas de colonización en relación al tamaño de las parcelas, tipo de producción, tasa de deforestación, el grado de planificación y el impacto en el paisaje.*

<i>Etapas</i>	<i>Tipo de parcelas de asentamiento en ha</i>	<i>Producción</i>	<i>Tasa de deforestación (proceso)</i>	<i>Planificación estatal</i>	<i>Impacto en paisaje</i>
Década del 80	Medianos de 120 a 150ha	No diversificada (yerba mate)	Tasa alta. Tala y quema	Planificada	Percolación de la matriz, alta conectividad espacial, parches pocos y grandes. Poco heterogéneo
Década del 90	Pequeños (menores a 75ha)	Diversificada (yerba, te, cultivos anuales, ganadería, forestación, tabaco, etc)	Tasa Media. Aumento de procesos sucesionales	No planificada	Fragmentación, pérdida de conectividad espacial, gran cantidad de parches y de tamaño pequeños. Aumento de heterogeneidad del paisaje

Si se comparan los datos de proporciones de los usos con lo que sucede a nivel de toda la provincia (C.N.A, 1988), en relación al tamaño de las parcelas, en Andresito se observan tendencias similares. Este análisis habría que complementarlo con otros factores importantes en la conservación de los recursos, como es el sistema de tenencia de la tierra, el cual ha demostrado, en muchas partes del mundo, ser un factor fundamental para la conservación de los recursos naturales.

A partir de los resultados del estudio y teniendo en cuenta la importancia de los factores ecológicos a la hora de planificar un territorio. Se ha planteado una metodología que incorpora el conocimiento del paisaje ecológico. Los sistemas soporte para la toma de decisiones sobre la planificación del territorio, pueden ser una herramienta útil cuando se cuenta con gran cantidad de información espacial, socioeconómica y conocimiento de los procesos más importantes que operan en la estructuración del paisaje a planificar. Teniendo esto en consideración, esta metodología permite incorporar de manera sencilla

las variables ecológicas y pautas de conservación al ordenamiento territorial, sobre todo en territorios con un alto grado de vulnerabilidad natural y social.

Por último, podemos concluir que el uso de herramientas de toma de decisiones espacializada posibilita la incorporación de aspectos de la estructura del paisaje desde el punto de vista ecológico en el ordenamiento territorial, de forma de desarrollar una zonificación espacial tendiente a disminuir la fragmentación del paisaje y aumentar la conectividad de hábitat, disminuyendo consecuentemente los efectos de las actividades humanas sobre la conservación del Bosque a nivel del paisaje.

La incorporación a la planificación de herramientas de gestión que consideren variables como el tamaño de las parcelas, así como el ordenamiento de los remanentes de los bosques dentro de ellas, genera un impacto altamente positivo sobre la reducción de los valores de fragmentación del paisaje global. Ya que tiende a aumentar la conectividad entre remanentes existentes y propone la generación de nuevos corredores. La propuesta de ordenamiento por otra parte, pone de manifiesto los riesgos de la actual tendencia a la subdivisión de la tierra, intentando disminuir el impacto del parcelamiento en las áreas consideradas de mayor valor para la conservación del bosque. Estas zonas se encuentran en áreas de corredores importantes para un aumento de la conectividad del bosque a la escala regional de la ecoregión (ej. Corredores internacionales y áreas legalmente protegidas).

A su vez, esta metodología posibilita evaluar diferentes aspectos espaciales del territorio en sus diversas dimensiones legal, natural, socioeconómica y política.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Armsworth, P.R., Kendall, B.E., Davis, F.W., 2004. An introduction to biodiversity concepts for environmental economists. *Resour. Energy Econ.* 26, 115–136.
- Baudry J. y H. G. Merriam, 1988. Connectivity and connectedness: functional versus structural patterns in landscape. En K. F. Schreiber *Connectivity in Landscape Ecology. Proc. 2nd IALE seminar. Münstersche Geographische Arbeiten.*
- Bertrand G. 1975. Pour une histoire écologique de la France rurale. En *Histoire de la France Rurale. Le Seuil, París, 1:34-113*
- Belnández F.G. 1981. *Ecología y Paisaje.* Blume, Madrid
- Bettinger, P., Chung, W., 2004. The key literature of, and trends in, forest-level management planning in North America, 1950– 2001. *Int. For. Rev.* 6, 40–50.
- Bettinger, P., Chung, W., 2004. The key literature of, and trends in, forest-level management planning in North America, 1950– 2001. *Int. For. Rev.* 6, 40–50.
- Bibby, C.J., 1998. Selecting areas for conservation. In: Sutherland, W.J. (Ed.), *Conservation and Action.* Blackwell Science, Oxford, pp. 176–201.
- Boston, K., Bettinger, P., 1999. An analysis of Monte Carlo integer programming, simulated annealing and tabu search heuristics for solving spatial harvest scheduling problems. *For. Sci.* 45 (2), 292–301
- Burgos, J. J. 1970. Essai sur les notions d'element et de territoire phytogéographiques. En “Los Bosques nativos misioneros: estado de su conocimiento y perspectivas”. Ed. Artiri, M.F; J. L. Frangi y J. F. Goya.
- Burel F. y J. Baudry. 2002. *Ecología del Paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones.* Ed mundi-Prensa. Madrid.2002
- Burkart, R.; 1999. Conservación de la Biodiversidad en bosques naturales productivos del subtrópico argentino. En: *Biodiversidad y uso de la tierra. Ejemplos en Latinoamérica.* Colección CEA. Pag. 131-173.

- Cabrera, A. L., 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Del boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, Vol. XIV, N° 1-2.
- Cabrera, A. L. y A. Willink, 1980. Biogeografía de América Latina. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, DC. 2da. Edición
- Carlos Galindo-Leal, Isben de Gusmao Cámara. Ed. 2003. The Atlantic Forest of South America. Biodiversity Status, Threats, and Outlook.. The Center for Applied biodiversity science at Conservation International. ISLAND PRESS. Washington.
- Carver S. J., 1991. Integrating Multi-criteria Evaluation with Geographical Information Systems, International Journal of Geographical information System 5(3): 321-339
- Chipulina M.A. 1987. Relevamiento geofísico magnetométrico y radiométrico del área de San Javier- Provincia de Misiones- Secretaría de Estado de Minería. Argentina.
- Clark University. 1992. Programa IDRISI. Graduate School of Geography. Worcester, Massachusetts, 01610, USA.
- C.N.A. 1988. Censo Nacional Agropecuario 1988. Argentina.
- Council of Environmental Quality (CEQ); 1991. Environmental Quality, Twenty-first Annual
- Cozzo, D. 1992. Las pérdidas del primitivo paisaje de bosques, montes y arbustiformes de la Argentina, con especial referencia a sus territorios áridos y húmedos. Academia Nacional de Ciencias. Miscelánea N°90, Córdoba.
- Colcombet L., 2000. Destino de las Tierras Ocupadas por propiedades de la Provincia de Misiones. INTA, EEA Montecarlo, Area de Extensión. Informe Inédito.
- Dale V. H., S. Brown, R. A. Haeuber, N. T. Hobbs, N. Huntly, R. J. Naiman, W. E. Riebsame.
- Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina y el Caribe: una visión evolutiva". Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Agencia

- Española de Cooperación Internacional y Ministerio de Obras Públicas de la Secretaría General del Medio Ambiente. 1990. Trabajo elaborado por el Dr. Fernando Tudela, el Dr. Víctor Manuel Toledo, el Dr. Arsenio Rodríguez y el Dr. Raúl Brañes.
- Di Bitetti, M.S; Placci, G; and Dietz, L.A. 2003. A Biodiversity Vision for the Upper Paraná Atlantic Forest Ecoregion: Designing a Biodiversity Conservation Landscape and Setting Priorities for Conservation Action. Washington, D.C., World Wildlife Fund
- Eastman, J. R., 1996. Uncertainty and Decision Risk in Multi-criteria Evaluation: Implication for GIS Software Design, Proceedings, UN University International Institute for Software Technology Expert Group Workshop on Software Technology for Agenda'21: Decision Support Systems, February 26-March 8.
- Esseen, P.A., Ehnlström, B., Ericson, L., Sjöberg, K., 1992. Boreal forests. The focal habitats of Fennoscandia. In: Hansson, L. (Ed.), Ecological Principles of Nature Conservation. Elsevier Applied Science, London, pp. 252–325
- Esther Marrero , Marin ; Yuvy Martinez , Perez ; Yudy Aguila , Cudeiro ; , Maria del Carmen Azorin Dominguez. (2012). Referentes teóricos del ordenamiento territorial y su impacto en el desarrollo local endógeno. In: Observatorio de la Economía Latinoamericana. 2012: i: 166:13
- Fischer, D.T., Church, R.L., 2003. Clustering and compactness in reserve site selection: an extension of the biodiversity management area selection model. For. Sci. 49, 555–565.
- Naveh Z. and A. S. Lieberman. 1984. Landscape Ecology, Theory and Application. Springer-Verlag, New York, New York, USA
- FAO 2000. FRA 2000 TERMINOS Y DEFINICIONES. Departamento de Montes Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- FAO 2001. Global Forest Resources Assessment 2000 (FRA 2000). FAO. Forestry Paper 140. Rome. Disponible en Internet en: [www.fao.org/forestry/site/fra2000report/en](http://www.fao.org/forestry/site/fra2000report/en)

- Fahrig, L., y Merriam, H. G. 1985. Habitat patch connectivity and population survival. *Ecology*, 66:1762-1768.
- Fernside, P. M. 1982. Deforestation in the Brazilian Amazon: how fast is it occurring? *Interciencia* 7:82-88
- Farr, T. G., et al. (2007), The Shuttle Radar Topography Mission, *Rev. Geophys.*, 45, RG2004, doi:10.1029/2005RG000183
- Forman R. T. T. and M Godron. 1981. Patch and structural components for a landscape ecology. *BioScience* 31:733-740
- Forman R. T. T. and M Godron. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons. New Cork.
- Forman R. T. T. 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology* 10:133-142.
- Franklin, J. F., and R. T. T. Forman, 1987. Creating landscape pattern by forest cutting: ecological consequences and principles. *Landscape ecology* 1:5-18.
- Franklin, J.F., 1993. Preserving biodiversity: species, ecosystems, or landscapes? *Ecol. Applic.* 3, 202–205.
- Galli, A. E., C. F. Leck y R. T. T. Forman. 1976. Avian distribution patterns in forest islands of different sizes in central new Jersey. *Landscape ecology*, 1:356-364.
- Gorry, A. and Scott Morton, M. S. (1971) A frame work for information systems, *Solan Management Review* 13: 55-77
- Guerrero Borges, V. y Sarandón R. 2004 Transformación del paisaje ecológico en el NE de la provincia de Misiones (R. Argentina). *Actas de la II Reunión Binacional de Ecología. XXI Reunión Argentina Ecología. XI Reunión de la Sociedad de Ecología de Chile. "Ecología en tiempos de cambio"*
- Gustafson, E. J., and T. R. Crow. 1996. Simulating the effects of the alternative forest management strategies of landscape structure. *Journal of Environmental Management* 46: 77-94
- Haffter G., J. Morello, S. D. Matteucci, y O. T. Solbrig. 1999. La biodiversidad y el uso de la tierra. Pag.17-27 in Matteucci S. D.; O. T. Solbrig; J. Morello y G.

- Halffter, editores. Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. Eudeba, Colección CEA No. 24; Buenos Aires, 580 pags.
- Hansen A. J., T. A. Spies, F. J. Swanson, and J. L. Ohmann. 1991. Conserving biodiversity in managed forest. *BioScience* 41:382-392.
- Hansson, L., y Angelstam, P. 1991. Landscape ecology as a theoretical basis for nature conservation. *Landscape ecology*. 5:191-201.
- Hermawan Indrabudi, 2002. Forestland: Its dynamics, disorganised uses and planning in South Kalimantan, Indonesia/ Hermawan Indrabudi – [s.l.:s.n.] – III. Thesis Wageningen University, The Netherlands – with ref. – With summaries in English and Dutch.
- Hodge, S. S.; Hering de Queiroz, M. & Reis, A. 1997. Brazil's National Atlantic Forest policy: a challenge for state-level environmental planning. The case of Santa Catarina, Brazil. *Journal of Environmental Planning and Management* 40: 335-348.
- Holz, S.C. & L.G. Placci. 2003. Socioeconomic Roots of Biodiversity Loss in Misiones. In: *State of Hotspots. The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. (Galindo-Leal & Guzman Camara, eds.). Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press. Washington D.C. Pp. 207-227.
- INDEC, 2001. Censo Nacional Poblacional 2001. Instituto Nacional de estadística y Censo.
- Japanese Forestry Agency, 1991. A Survey on Standards and Quantification of Forest Functions Methods. Japanese Forestry Agency, Tokyo.
- Japanese Forestry Agency, 1998. A Survey on Forest Evaluation Methods for Conservation of Environmental functions. Japanese Forestry Agency, Tokyo.
- Lehmkuhl, J. F., L. F. Ruggiero, and P. A. Hall. 1991., Landscape-scale patterns of forest fragmentation and wildlife richness and abundance in the southern Washington Cascade Range. Pages 425-442 in L. F. Ruggiero, K. B. Aubry, A. B. Carey, and M. H. Huff, technical editors. *Wildlife and*

- vegetation of unmanaged Douglas-fir forest. United States Forest Service General Technical Report. PNW-285
- Levins, R. 1970. Extinction. En Some mathematical questions in biology. American Mathematics Society, providence, Rhode Island, 2:77-107.
- Lubchenco, J., L. Olson, B. Brubaker, S. R. Carpenter, M. M. Holland, S. P. Hubell, S. A. Levin, J. A. MacMahon, P. A. Matson, J. M. Molillo, H. A. Peterson, H. R. Pulliam, L. A. Real, P. J. Regal, P. G. Risser. 1991. The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda. *Ecology*, 72 (2): 371-412.
- Malczewski, J., 2000. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley & Sons, Inc. New York, 363 pp.
- Massiris Cabeza Ángel Miguel, 2006. "Geografía y ordenamiento territorial" . En: México Geocalli ISSN: 1665-0875 ed: v.13 fasc. p.9 - 149 ,2006
- Matteucci S. D.; O. T. Solbrig; J. Morello y G. Halffter (Eds.); 1999. Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. Eudeba, Colección CEA No. 24; Buenos Aires, 580 pags.
- McDill, M.E., Braze, J., 2000. Comparing adjacency constraint formulations for randomly generated forest planning problems with four age-class distribution. *For. Sci.* 46, 423–436.
- McIntyre, N 1995. Effects of forest patch size on avian diversity. *Landscape ecology*, 10:85-99
- Merriam, H. G. 1984. Connectivity: a fundamental characteristic of landscape pattern. En J. Brandt y P. Agger. *Methodology in landscape ecological research and planning*. Roskilde University Centre, Denmark, 1:5-15.
- Ministerio de Ecología y R.N.R. Provincia de Misiones, Provincia de Misiones. [www.misiones.gov.ar/ecologia](http://www.misiones.gov.ar/ecologia). Areas naturales protegidas.
- Mladenoff, D. J., M. A. White, J. Pastor, and T. R. Crow. 1993. Comparing spatial patterns in unaltered old-growth and disturbed forest landscapes. *Ecological Applications* 3: 294-306

- Morello, J. 1995. "Grandes ecosistemas de Sudamérica". En: G. C. Gallopín (comp.): El futuro ecológico de un continente. Una visión prospectiva de la América Latina. Editorial
- Morello J. y S. D. Matteucci, 2000. Singularidades territoriales y problemas ambientales de un país asimétrico y terminal. Revista Realidad Económica de Buenos Aires (Argentina) Número 169 enero de 2000 pp.70-96
- Murray, A.T., Church, R.L., 1995. Measuring the efficacy of adjacency constraint structure in forest planning models. Can. J. For. Res. 25, 1416–1424
- Naveh Z. and A. S. Lieberman. 1984. Landscape Ecology, Theory and Application. Springer-Verlag, New York, New York, USA
- Naveh, Z. y Lieberman, A. S. 1984. Landscape ecology. Theory and Application. 2nd edition. Springer-Verlag, New York.
- Nelson, J.D., Finn, S.T., 1991. The influence on cut-block size and adjacency rules on harvest levels and road network. Can. J. For. Res. 21, 595–600.
- Nelson, R., N. Horning and T. A. Stone 1987. Determining the rate of forest conversion in Mato Grosso, Brazil, using Landsat MSS and AVHRR data. International Journal of Remote Sensing 8: 1767-1784
- Nigel Dudley, Stephanie Mansourian, and Daniel Vallauri, 2005. Forest Landscape Restoration in Context. In Beyond Planting Trees. Restoring Forest and their Functions in Landscapes. Ed. Mansourian S., Sringer 2005
- O'Connor, R. J. 1986. Farming and birds. University Press, Cambridge.
- Puyravaud, 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. Forest Ecology and Management 117:593-596.
- Pearson S. M., M. G. Turner, J. B. Drake. 1999. Landscape change and habitat availability in the Southern Appalachian Highlands and Olympic Peninsula. Ecological Application, 9(4), pp.1288-1304.
- Pearson S. M., M. G. Turner, R. H. Gardner, and R. V. O Neill. 1996. An organism-based perspective of habitat fragmentation. Pag 77-95 in R. C. Szaro, editor. Biodiversity in managed landscapes: theory and practice. Oxford University Press, Covelo, California. USA.

- Piccolo G. A., J. F. Goya, J. L. Frangi, M. Arturi, S. Vaccaro, 2002. Materia orgánica y nutrientes en suelos de ecosistemas subtropicales de cultivo anual, foresto-ganadero y bosque secundario. INTA- Estación experimental Agropecuaria Cerro Azul.
- Pyke Jorge, 2000. El Plan Andresito: Perfil y trayectorias de los primeros colonos. En: Estudios Regionales. El Campo del desarrollo rural. Revista de la Secretaría de Investigación y Postgrado, Facultad de humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Misiones. Año 9 Número 11. Noviembre 2000.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 2010. La verdadera riqueza de las naciones: Caminos al desarrollo humano. Informe sobre Desarrollo Humano 2010. Edición del Vigésimo Aniversario.
- Pujadas Roma & Jaume Font. 1998. Ordenación y planificación territorial Editorial Síntesis, S.A. Colección: espacios y Sociedades, Serie Mayor; N°8. Lengua : Castellano. Número de páginas : 400
- Reboratti Carlos E. 1990. FRONTERAS AGRARIAS EN AMÉRICA LATINA (Reproducido de GEO CRITICA, Cuadernos Críticos de Geografía Humana, n° 87, mayo de 1990).
- Reynolds K. M., P. F. Hessburg, 2004. Decision support for integrated landscape evaluation and restoration planning. Forest ecology and management. Article in press.
- Ripple, W. J., G. A. Bradshaw, and T. A. Spies. 1991. Measuring forest landscape pattern in the Cascade range of Oregon, USA. Biological Conservation.
- Ritters, K.H., Wickham, J.D., O'Neill, R.V., Jones, K.B., Smith, E.R., Coulston, J.W., Wade, T.G., Smith, J.H., 2002. Fragmentation of continental United States forests. Ecosystems 5, 815– 822.
- Robert H. MacArthur & Edward O. Wilson. 2001. The Theory of Island Biogeography. One of Princeton University Press's Notable Centenary Titles. 224 pp.
- Rodrigues R. R., Freitas L. F. 2000. Matas Ciliares. Conservação e Recuperação. Ed. Universidade de Sao Paulo- Brazil

- Romme, W. H. 1982. Fire and landscape diversity in subalpine forest of Yellowstone Park. *Ecology Monograph*, 52:199-221
- Rozé Jorge P. y L. Vaccarezza, 1994. Fracciones Agrarias y vivienda rural en Misiones. Ed. Universitaria. Universidad nacional de Misiones. Posadas. 180pg.
- Sachs, D L., Sollins, and W. B. Cohen. 1998. Detecting landscape changes in the interior of British Columbia from 1975-1992 using satellite imagery. *Canadian Journal of Forest Research* 28 2
- Sader, S. A. and A. T. Joyce. 1988. Deforestation rates and trends in Costa Rica, 1943-1988. *Biotropica* 20:11-19.
- Saaty, T. L. (1980) *The Analytical Hierarchy Process*, McGraw Hill, New York
- Samayoa R. P. CAPITULO VIII Elementos no sostenibles para la sociedad. GANADERÍA, AVANCE DE LA FRONTERA AGRÍCOLA Y DESTRUCCIÓN DEL SECTOR FORESTAL. El Recurso Forestal como factor de Desarrollo Humano Sostenible en Honduras.
- Sanderson E. W.; K. H. Redford; Vedder Amy; P. B. Coppolillo; S. E. Ward. 2002. A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements. *Landscape and Urban Planning* 58 (2002) 41-56.
- Schiavoni, G. 1995. Colonos y Ocupantes. Parentesco, reciprocidad y diferenciación social en la frontera agraria de Misiones. Editorial Universitaria, Universidad Nacional de Misiones, Posadas, 226 pp.
- Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2003. Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Escenarios ambientales / 21
- Spies, T. A., W. J. Ripple and G. A. Bradshaw. 1994. Dynamic and pattern of de managed coniferous forest landscape in Oregon. *Ecological Application* 4:555-568.
- Sprague, R.H. and Watson, H.J (1986) *Decision Support Systems: Putting Theory into Practice*. Prentice Hall, New Jersey
- Steininger Marc K., Compton J. Tucker, John R. G. Townshend, Timothy J. Killeen, Arthur Desch, Vivre Bell And Peter Ersts. 2001. Tropical deforestation in the Bolivia Amazon. *Environmental Conservation* 28 (2): 127-134

- Stephen R. J. S., M. Meitner. 2004. Using multi-criteria analysis and visualisation for sustainable forest management planning with stakeholder groups. *Forest ecology and management*. Article in press.
- Stredansky, J., 1994. Vegetation in the landscape. In: Dvorak, J., Novak, L. (Eds.), *Soil Conservation and Silviculture*. Elsevier, Amsterdam, pp. 318–348.
- Turner II. B. L. and W. B. Meyer. 1994. Global land use and land cover change: an overview. En W. B. Meyer y B. L. Turner II. *Changes in land use and land cover: an perspective*. Cambridge University Press, Cambridge: 3-10
- Turner, M. G., D. N. Wear, and R. O. Flamm. 1996. Land ownership and land-cover change in the southern Appalachian Highlands and the Olympic Peninsula. *Ecological Application* 6:1150-1172.
- Turner M. G. 1987. *Landscape heterogeneity and disturbance*. Springer-Verlag, New York.
- Turner, M. G., Dale, V. H. y Gardner , R. H. 1989a. Predicting across scales: theory development and testing. *Landscape ecology*. 3:245-252
- Turner, M. G., O'Neill, R. B., Gardner , R. H., y Milne, B. T. 1989b. Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern. *Landscape ecology*. 3:153-162.
- Turner M. G. and T. J. Valone. 1999. Ecological principles and guidelines for managing the use of land. Ecological Society of America's Committee on Land Use. Report, US Government Printing Office, Washington, DC, pag.: 136-140.
- Turner M. G., R. H. Gardner and R. V. O'Neill, 2001. *Landscape Ecology .In theory and practice. Pattern and Process*. Ed. Springer. New York.
- UICN/PNUMA/WWF. 1991. *Cuidarla Tierra. Estrategia para el futuro de la vida*. Gland (Suiza).
- UICN. 1994. *Directrices para las Categorías de Manejo de Areas Protegidas*. CPNAP con ayuda de WCMC, Gland y Cambridge.
- Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2002. *Cartografía y Superficie de Bosque Nativo de Argentina*. Dirección de Bosques,

- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Desarrollo Social. Buenos Aires, Argentina. 25 pp.
- Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2003. Mapa forestal provincia del Chaco. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud. Buenos Aires, Argentina. 22 pp.
- Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2004a. Mapa forestal provincia de Córdoba. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires, Argentina. 24 pp.
- Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2004b. Mapa forestal provincia de Jujuy. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires, Argentina. 26 pp.
- Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2004c. Mapa forestal provincia de Salta. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud. Buenos Aires, Argentina. 25 pp.
- Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2004d. Mapa forestal provincia de Santiago del Estero. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires, Argentina. 23 pp.
- Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2004e. Mapa forestal provincia de Tucumán. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires, Argentina. 27 pp.
- Verboom, B., y Van Apeldoorn. R. 1990. Effects of habitat fragmentation on the red squirrel, *Sciurus vulgaris* L. *Landscape ecology*, 4:171-176
- Wallin D. O., F. J. Swanson and B. Marks. 1994. Landscape pattern response to changes in pattern generation rules: land-use legacies in forestry. *Ecological application*, 4(3): 569-580

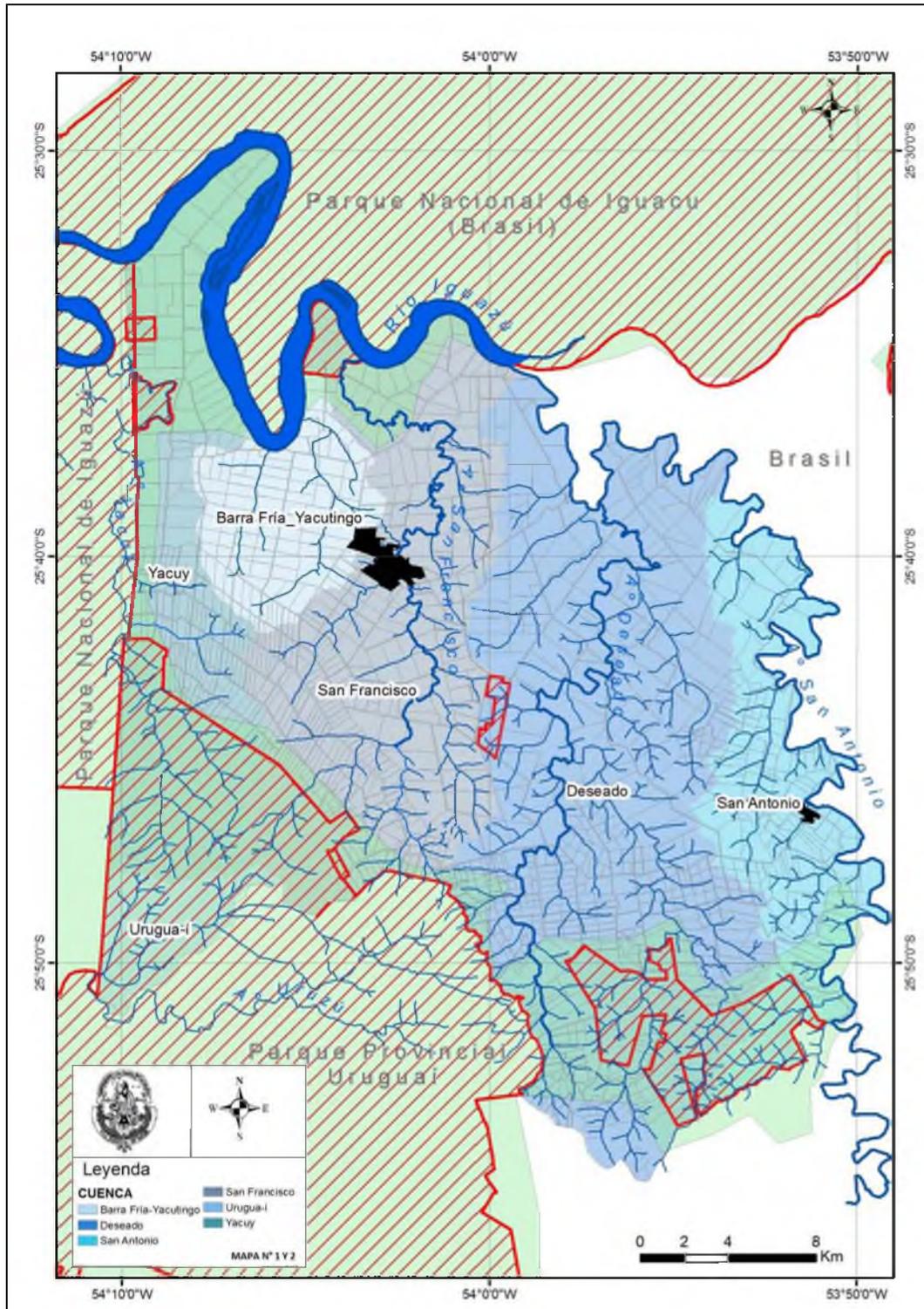
- Wiens, J. A. 1997. Metapopulation dynamics and landscape ecology. En I. Hanski y M. Gilpin. *Metapopulation biology: ecology, genetics and evolution*. Academic Press, San Diego:43-62
- Yoshida, S., Tanaka, K., 2001. Forest landscape biodiversity measurement by land use diversity index. *J. For. Planning* 7, 95-102
- Zavala M. A. and T. V. Burkley. 1997. Application of ecological models to landscape planning: the case of Mediterranean basin. *Landscape and Urban Planning* 38 (1997) 213-227.
- Zheng, D. L., D. O. Wallin, and Z. Q. Hao. 1997. Rates and patterns of landscape change between 1972 and 1988 in the Changbai Mountain area of China and North Korea. *Landscape Ecology* 12:241-254.
- Zonneveld, I. S. 1979. *Land evaluation and landscape science*. ITC Texbook VII-4, Enschede.
- Zoido Naranjo Florencio, 1998. Territorialidad y gobierno del territorio, hacia una nueva cultura política. En *Territorialidad y buen gobierno para el desarrollo sostenible: nuevos principios y nuevas políticas en el espacio europeo* / coord. Por Joaquín Farinós i Dasí, Joan Romero González, 2007, ISBN 978-84-370-6664-6 , págs. 19-48

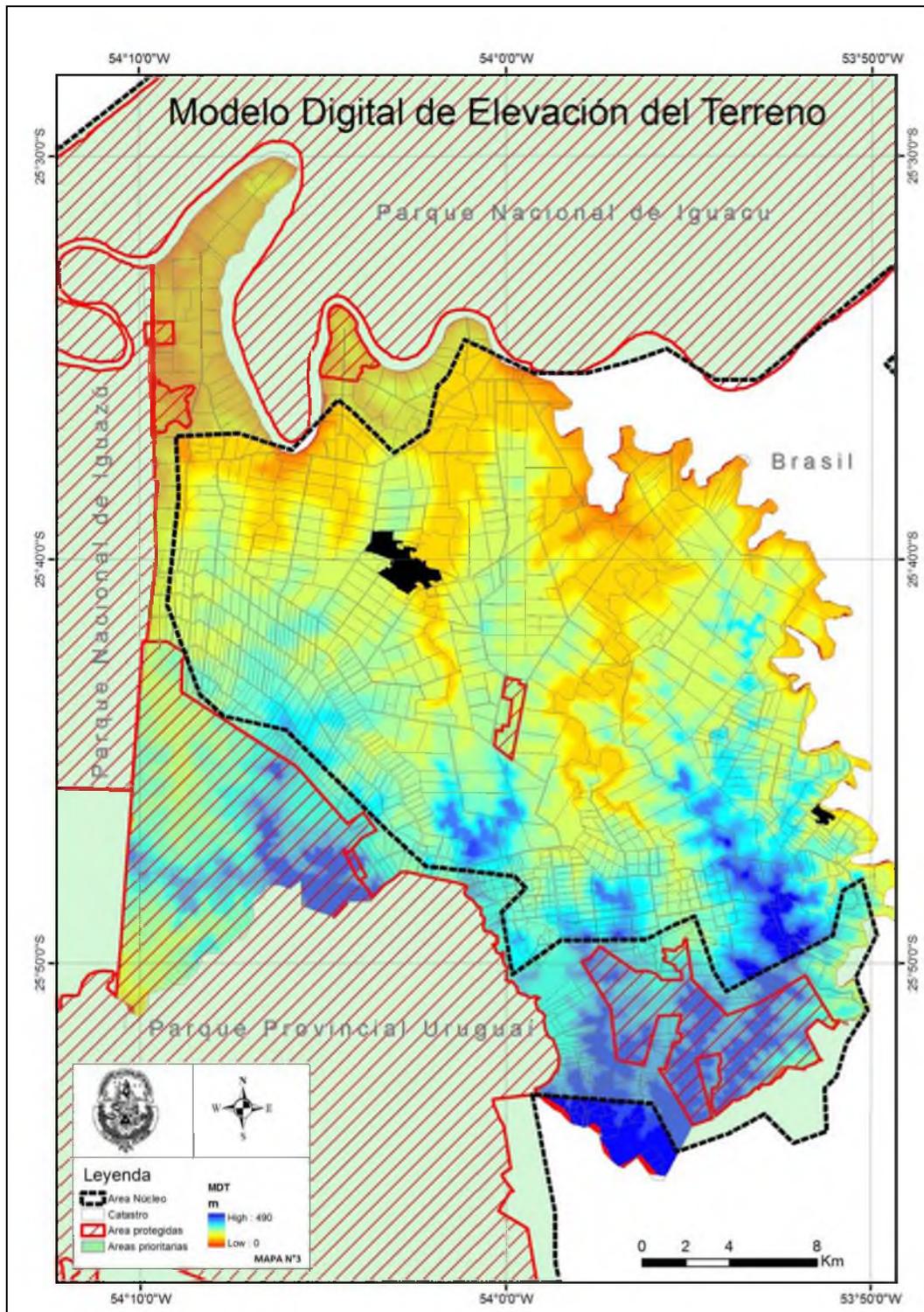
**VII. ANEXOS**

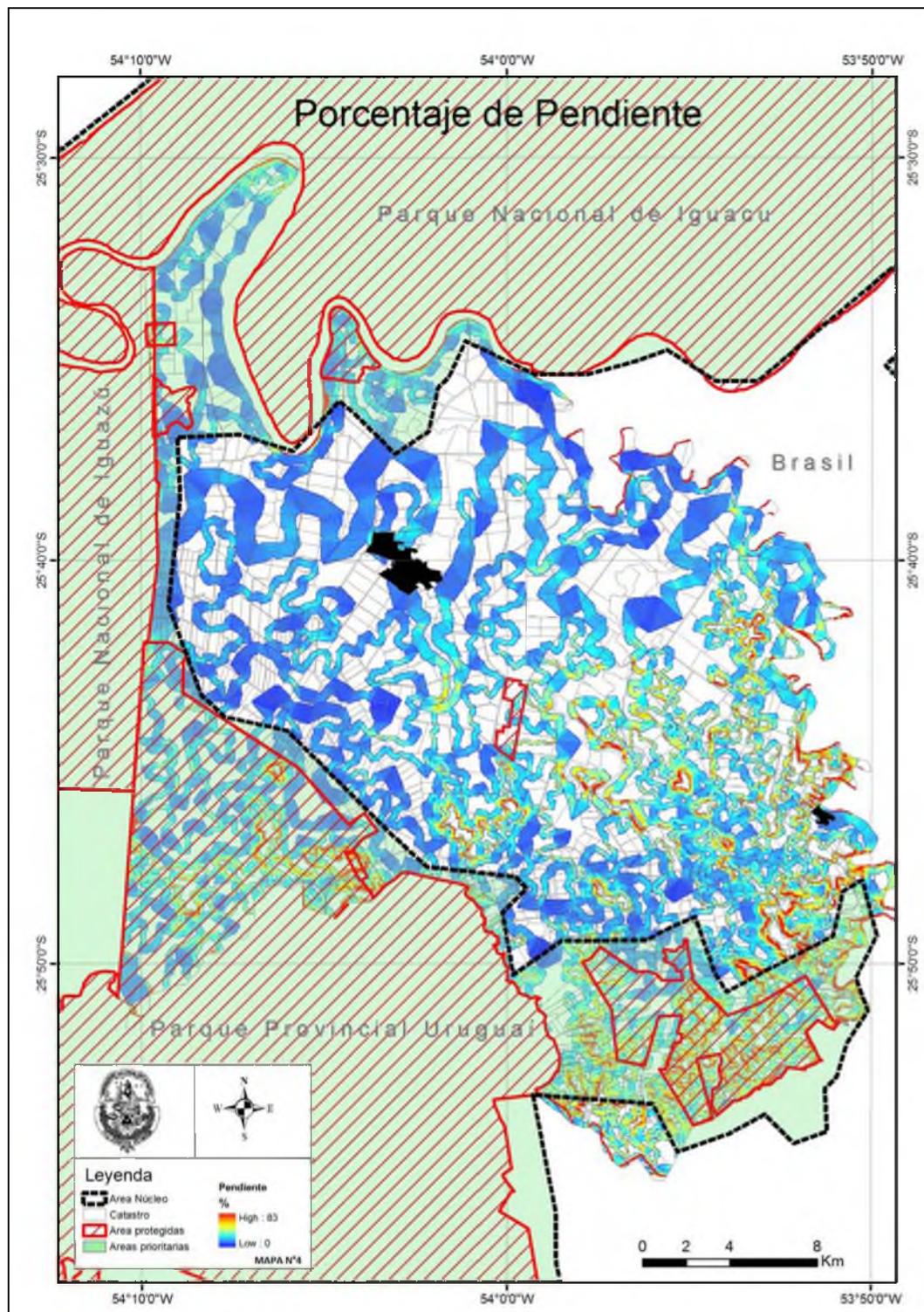
**ANEXO I: MAPAS**

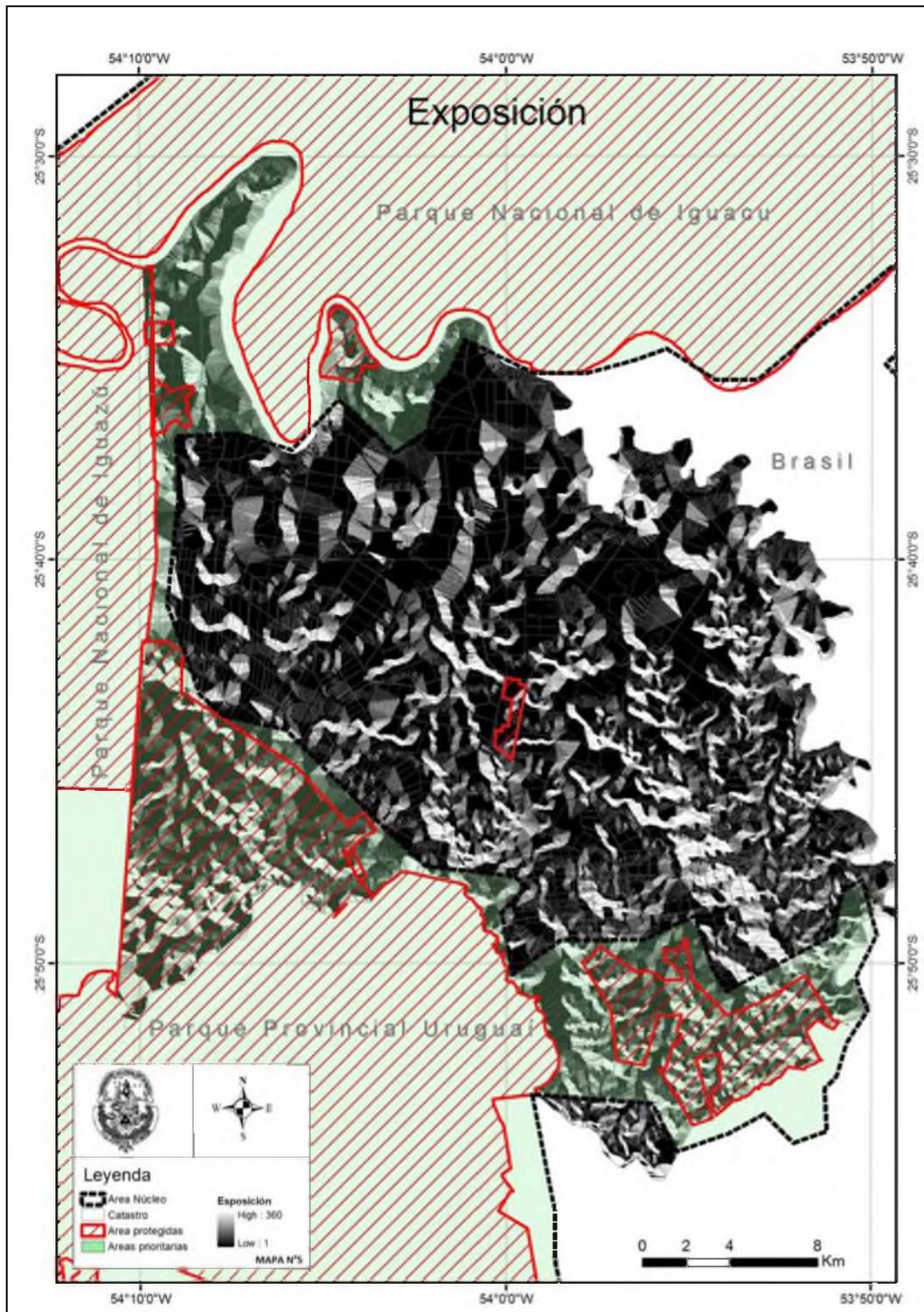
<i>Nombre</i>	<i>Nº mapa</i>	<i>Características</i>
Mapa hidrológico (Fuente: elaboración propia)	1	Red hidrográfica con ríos principales y secundarios. Análisis de imágenes satelitales y mapas topográficos de la Provincia de Misiones
Mapa de cuencas hidrográficas (Fuente: elaboración propia)	2	Delimitación de las cuencas hidrográficas de los ríos principales a partir de modelación de flujos derivado del Modelo Digital del Terrero-MDT)
Mapa topográfico (MDT) (Fuente: elaboración propia)	3	Modelo digital de elevación del terreno (MDT) a partir de la interpolación de puntos acotados y curvas de nivel provistas por las cartas topográficas de la provincia de Misiones.
Mapa de pendientes (Fuente: 4 elaboración propia)	4	Mapa derivado del DEM
Mapa de Aspecto y exposición (Fuente: 5a y 5b elaboración propia)	5a y 5b	Mapa derivado del DEM
Mapa de suelos (Fuente: elaboración 6 propia)	6	Mapa digitalizado a partir de las cartas edafológicas de la provincia de Misiones.
Mapa de unidades geomorfológicas (Fuente: FVSA)	7	Provisto por la FVSA
Mapa de Remanentes foresta (Fuente: 8 elaboración propia)	8	Análisis e interpretación digital de imágenes satelitales para las diferentes fechas
Mapa catastral (Fuente: elaboración 9 propia)	9	Interpretación de imágenes satelitales, recorridas en el campo y relevamiento traks de GPS
IDHP (Índice de diversidad del hábitat potencial)	10	Digitalización, ajuste y actualización del mapa de catastro del Municipio Resultados de algebra de mapas a partir de mapas simples
IPsa (Índice de protección de la 11 calidad del agua y el suelo) (Fuente:	11	IDEM 13

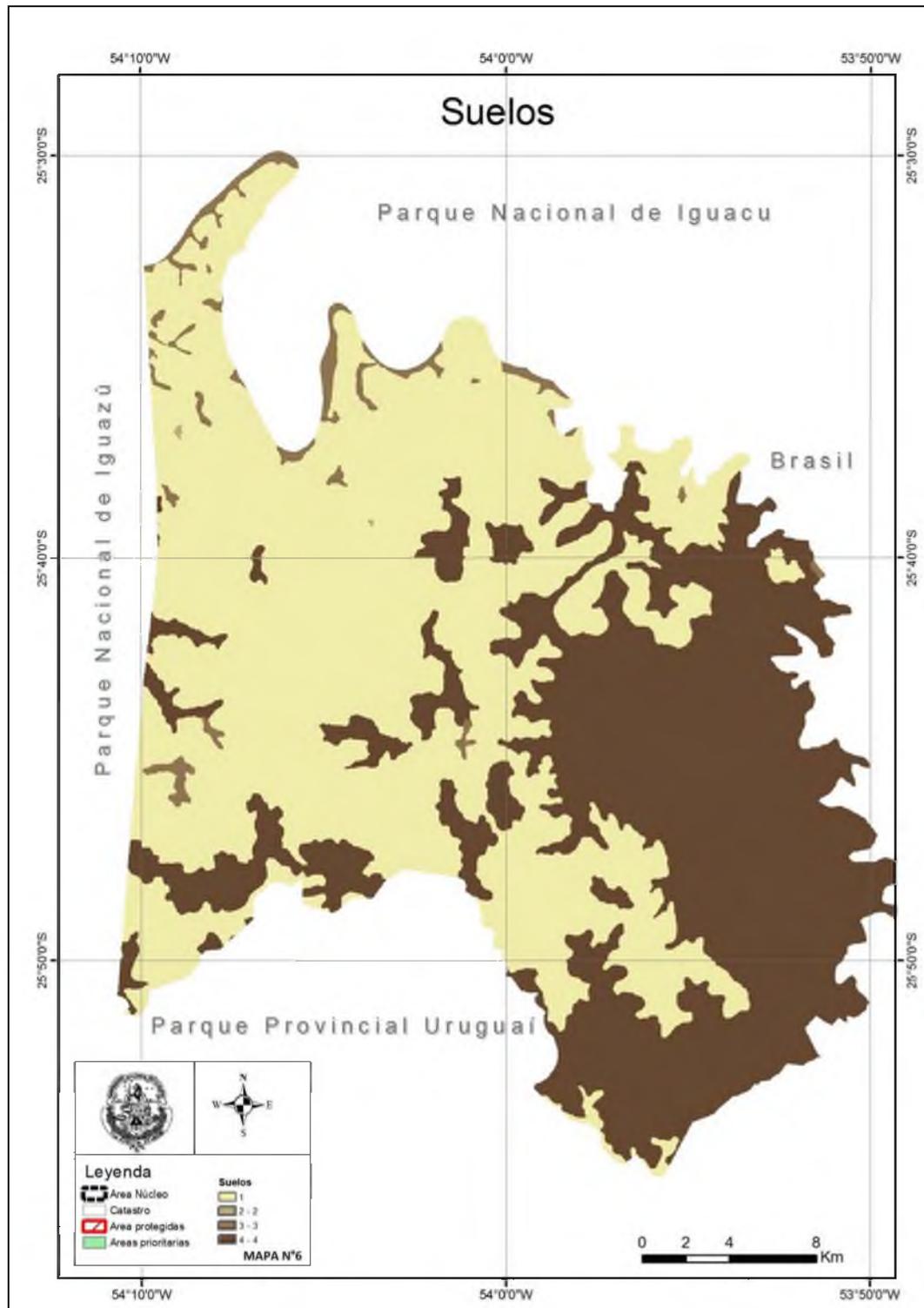
propia)		
Área riparias (Fuente: elaboración propia)	12	Derivado por cálculo de áreas buffer de mapa de hidrografía
RC (Índice Riesgo de conversión) (Fuente : elaboración propia)	13	Resultado de algebra de mapas entre variables simples (anexo III)
Distancia a centros urbanos (Fuente: elaboración propia)	14	Resultado de cálculo de distancias SIG de los centros urbanos
Distancia a las rutas principales (Fuente: elaboración propia)	15	Resultado de cálculo de distancias SIG de las rutas
Distancia a área protegidas (Fuente: elaboración propia)	16	Resultado de cálculo de distancias SIG a áreas protegidas
Mapas de los objetivos 1 y 2 (Fuente: elaboración propia)	17 Y 18	Derivado del modelo multicritero implementado en el SIG
Mapa del análisis de compensación de objetivos (Fuente: elaboración propia)	19	Derivado del modelo multicritero implementado en el SIG

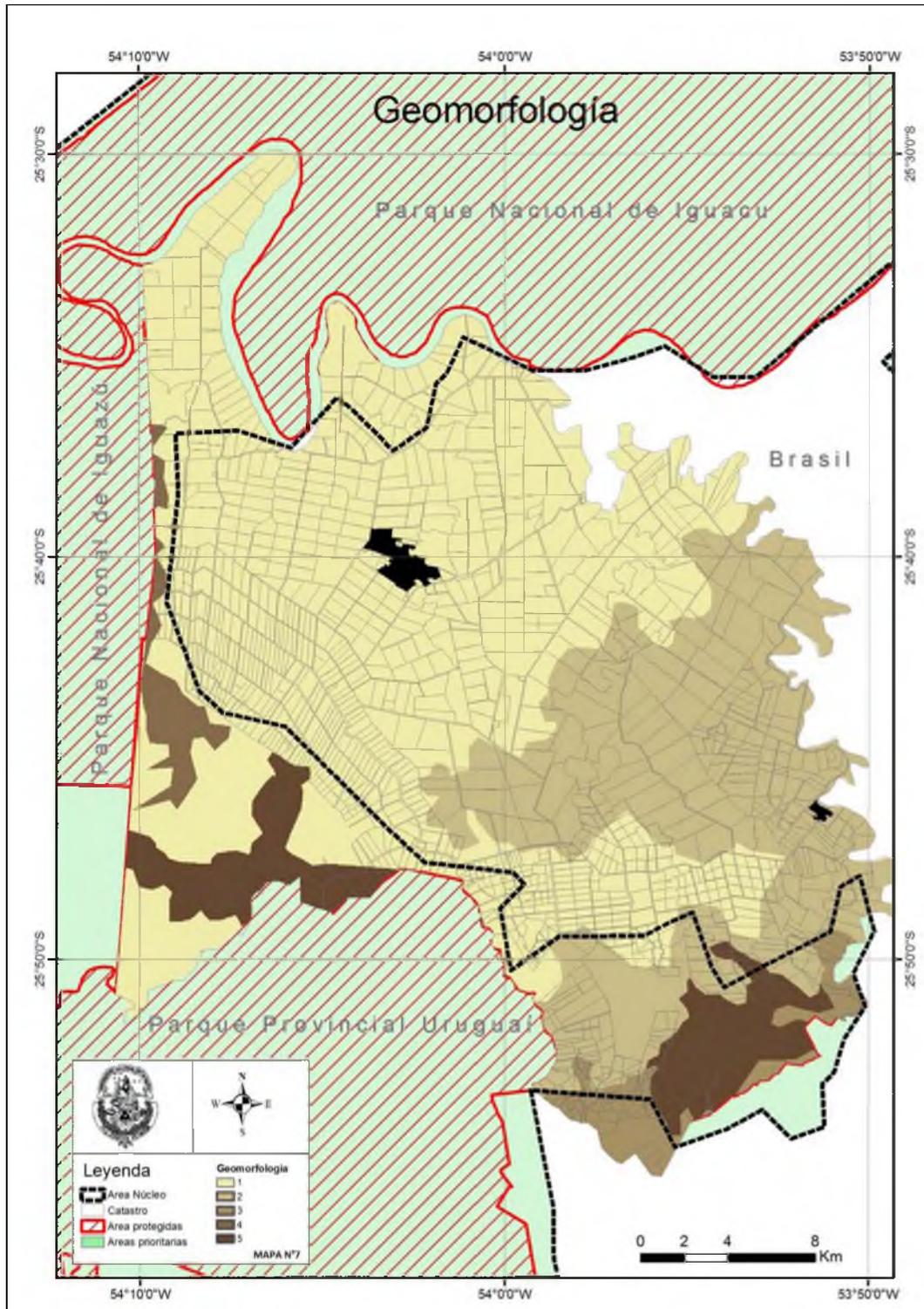


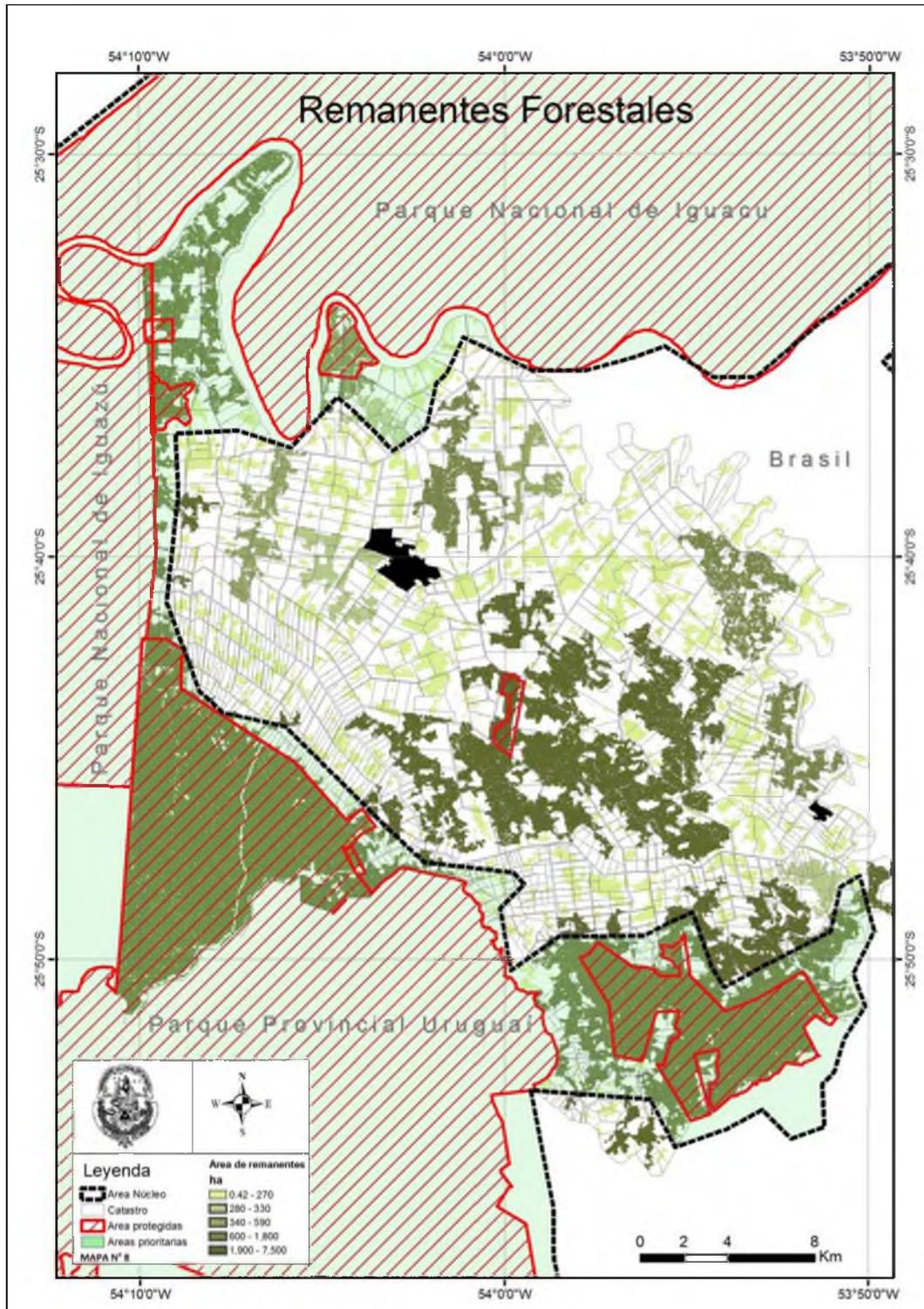


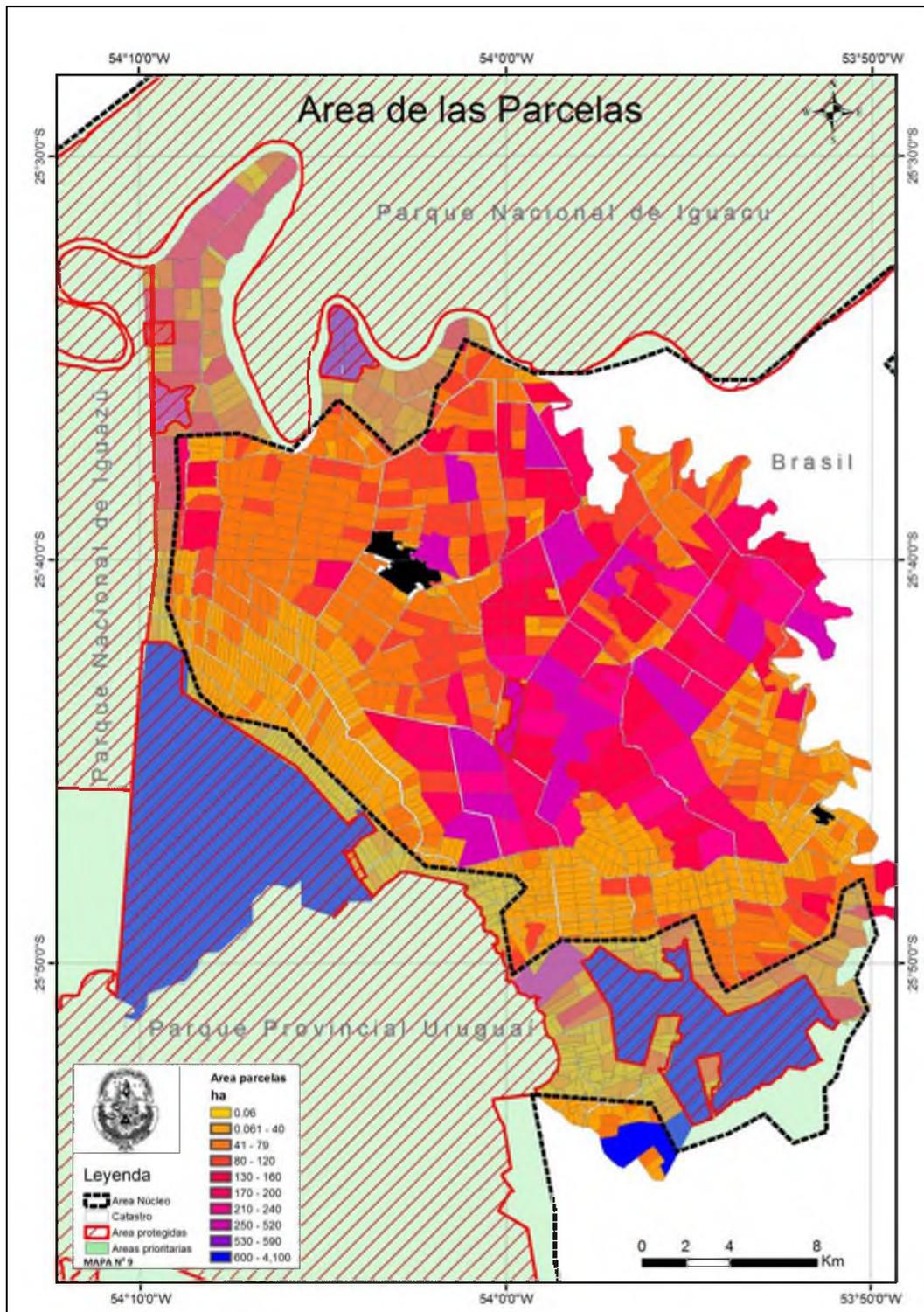


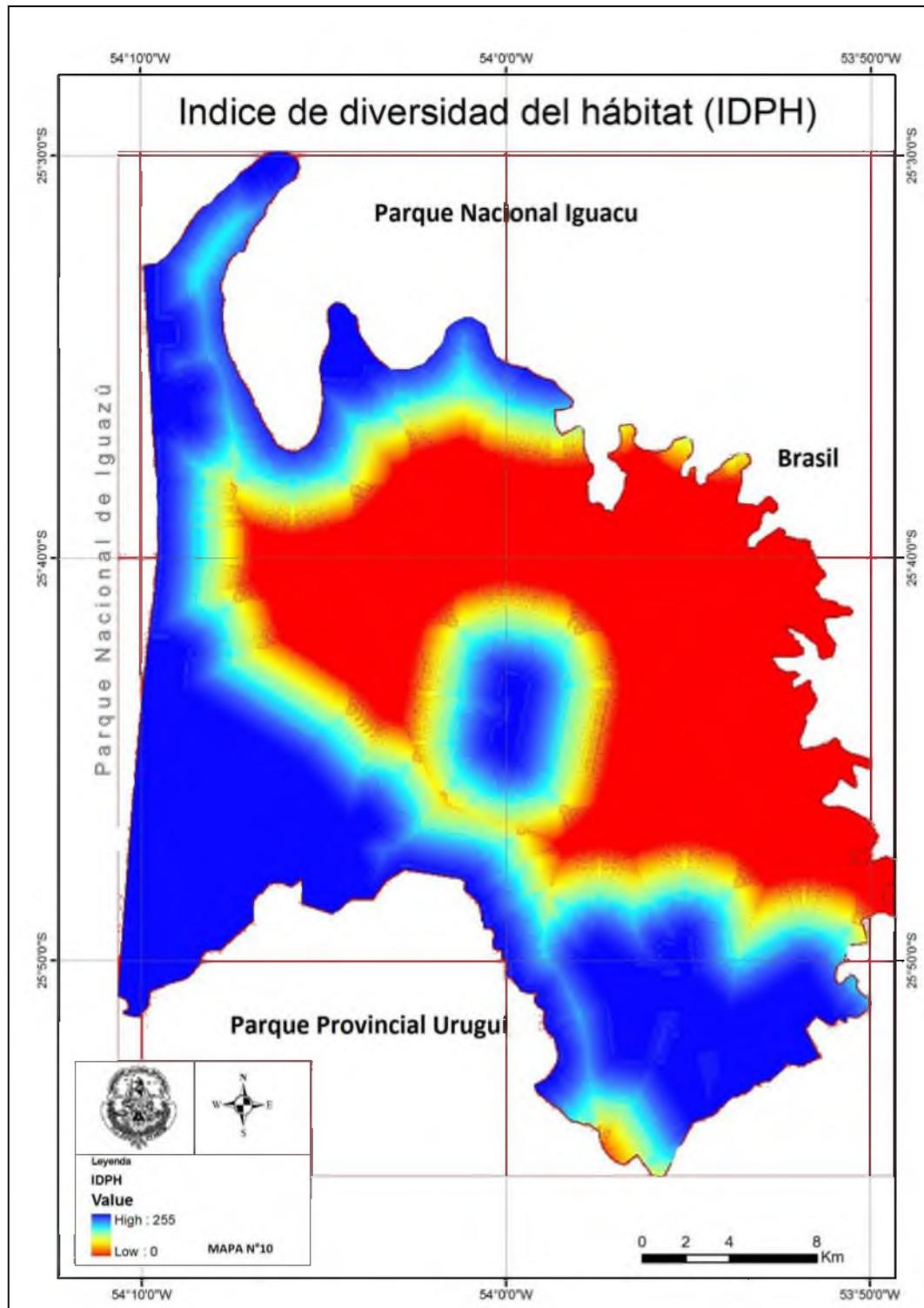


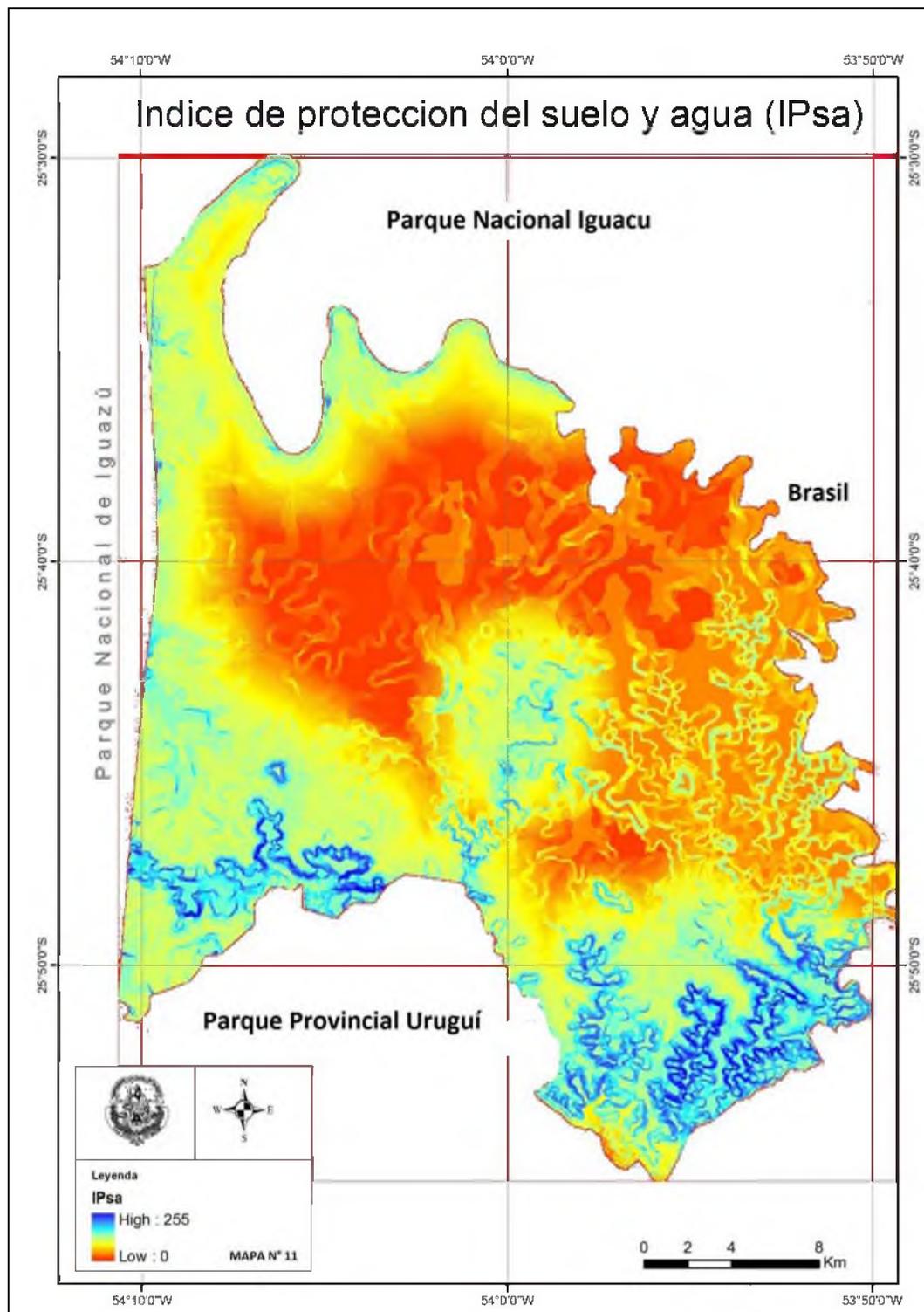


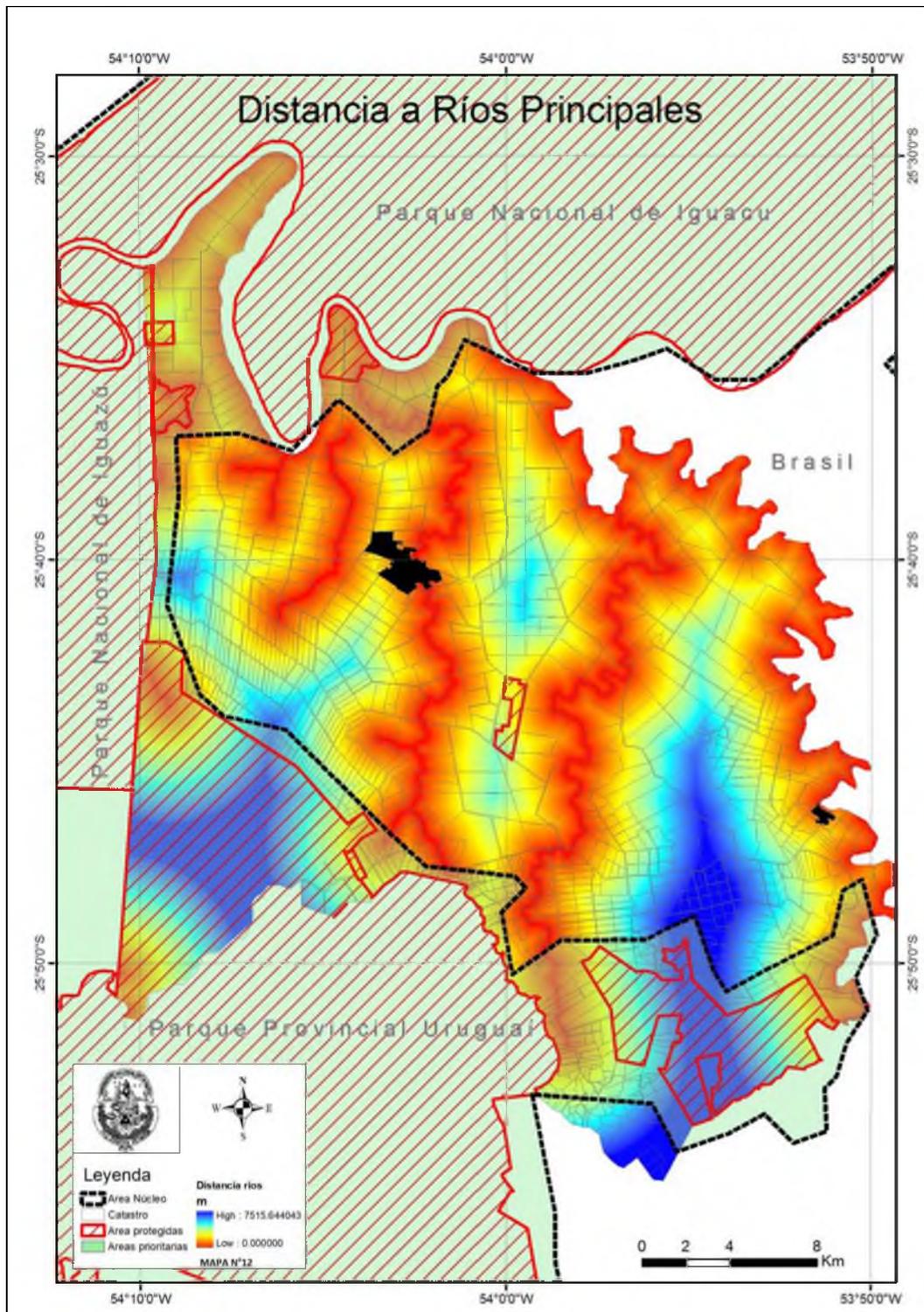


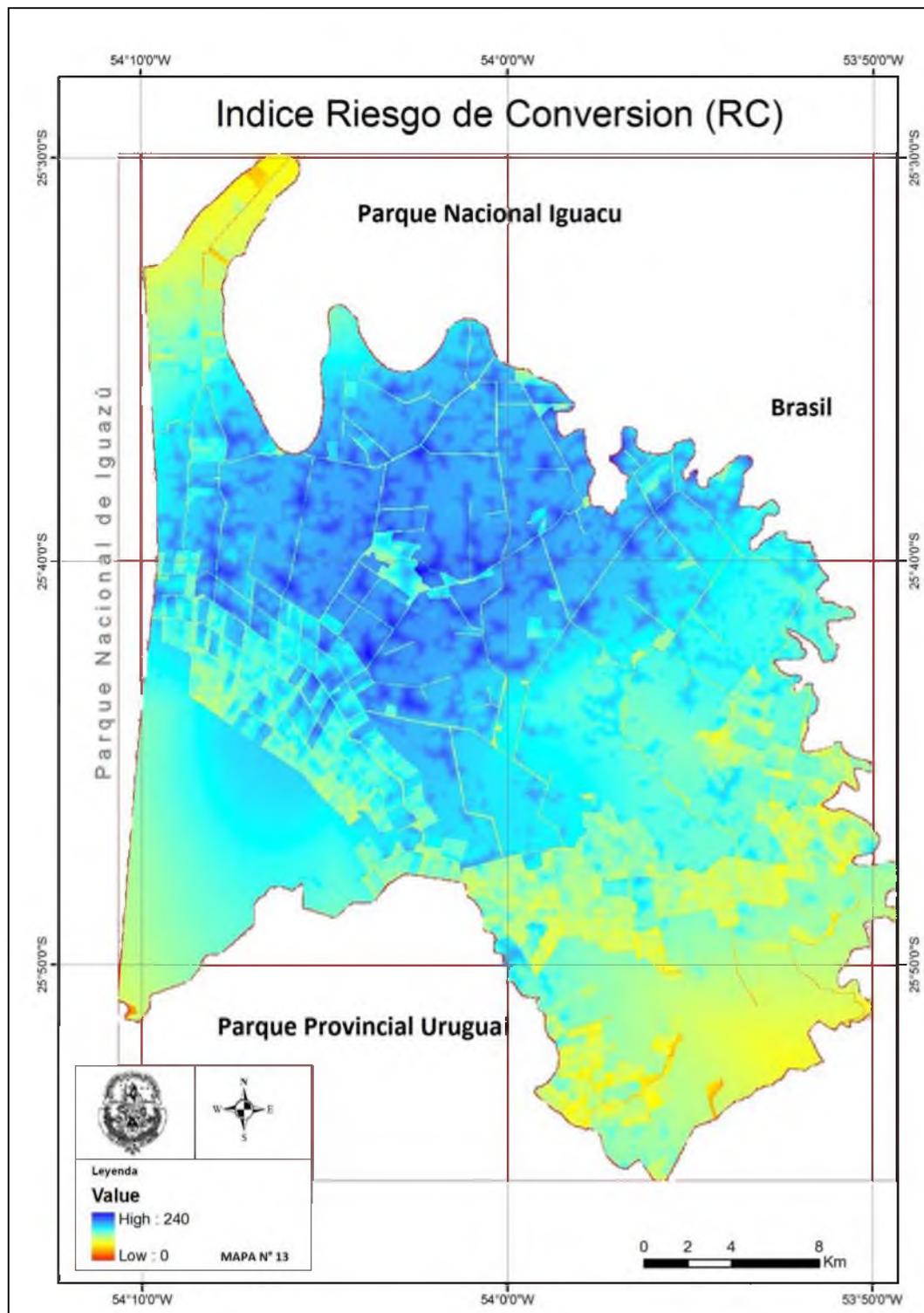


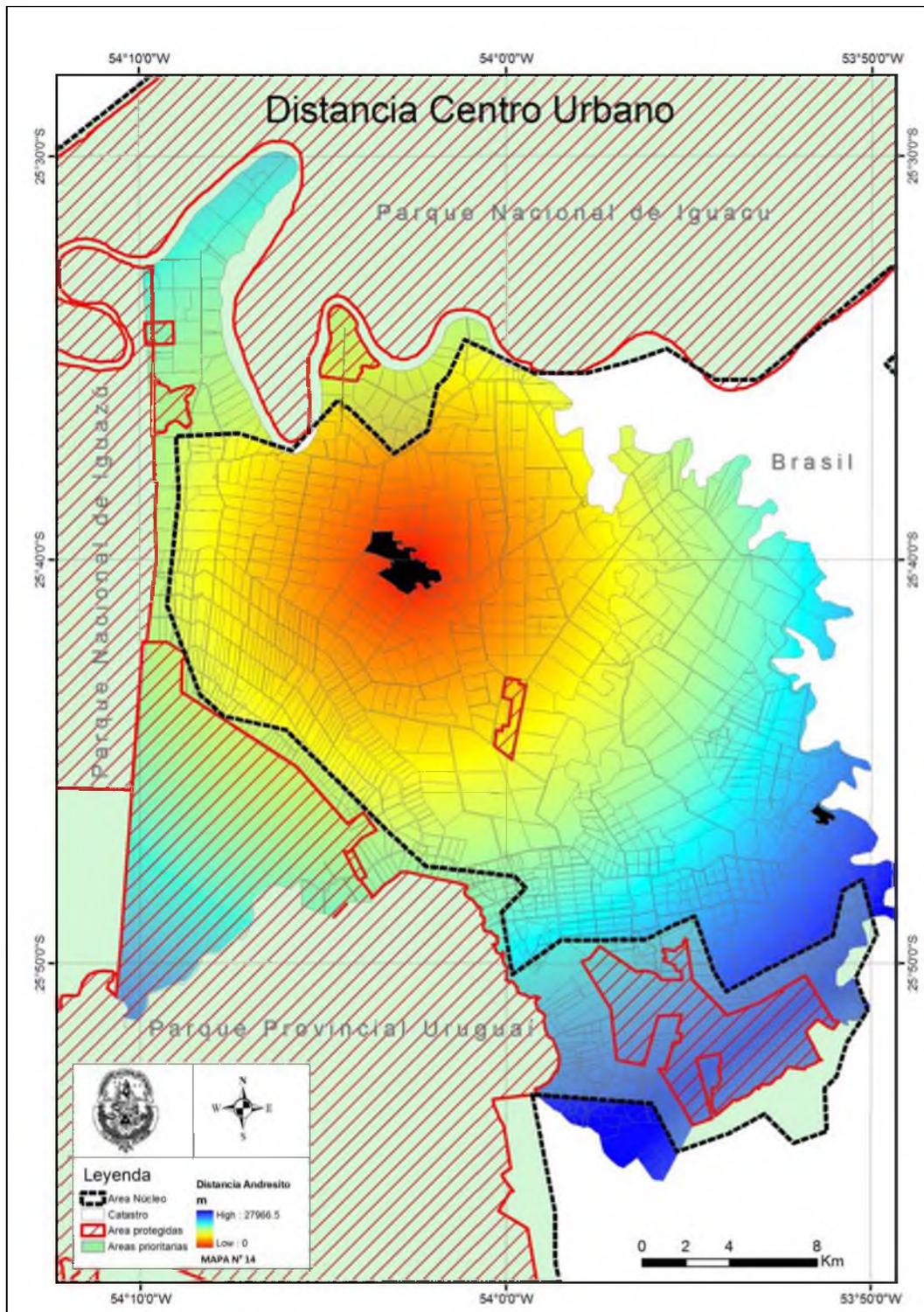


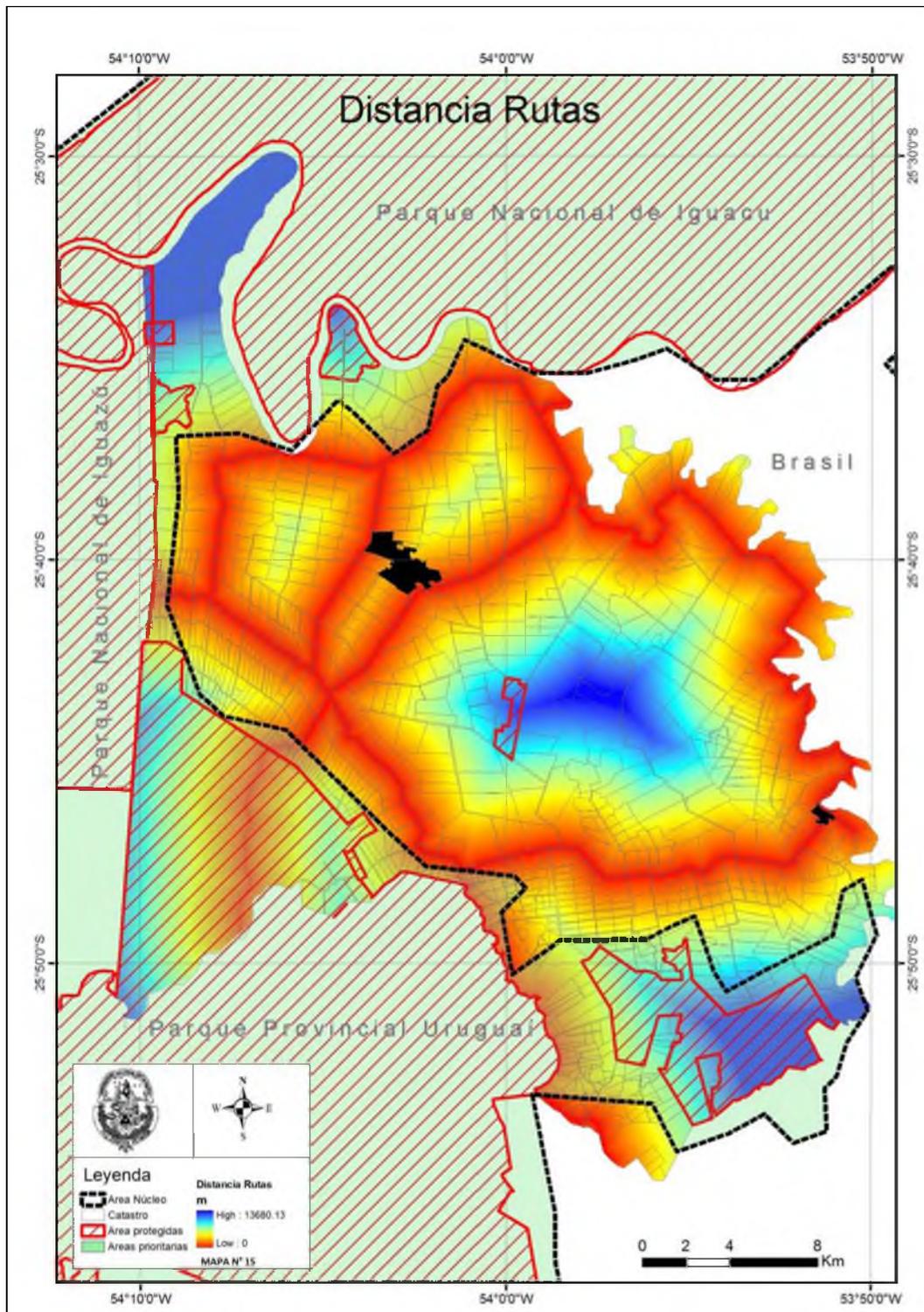


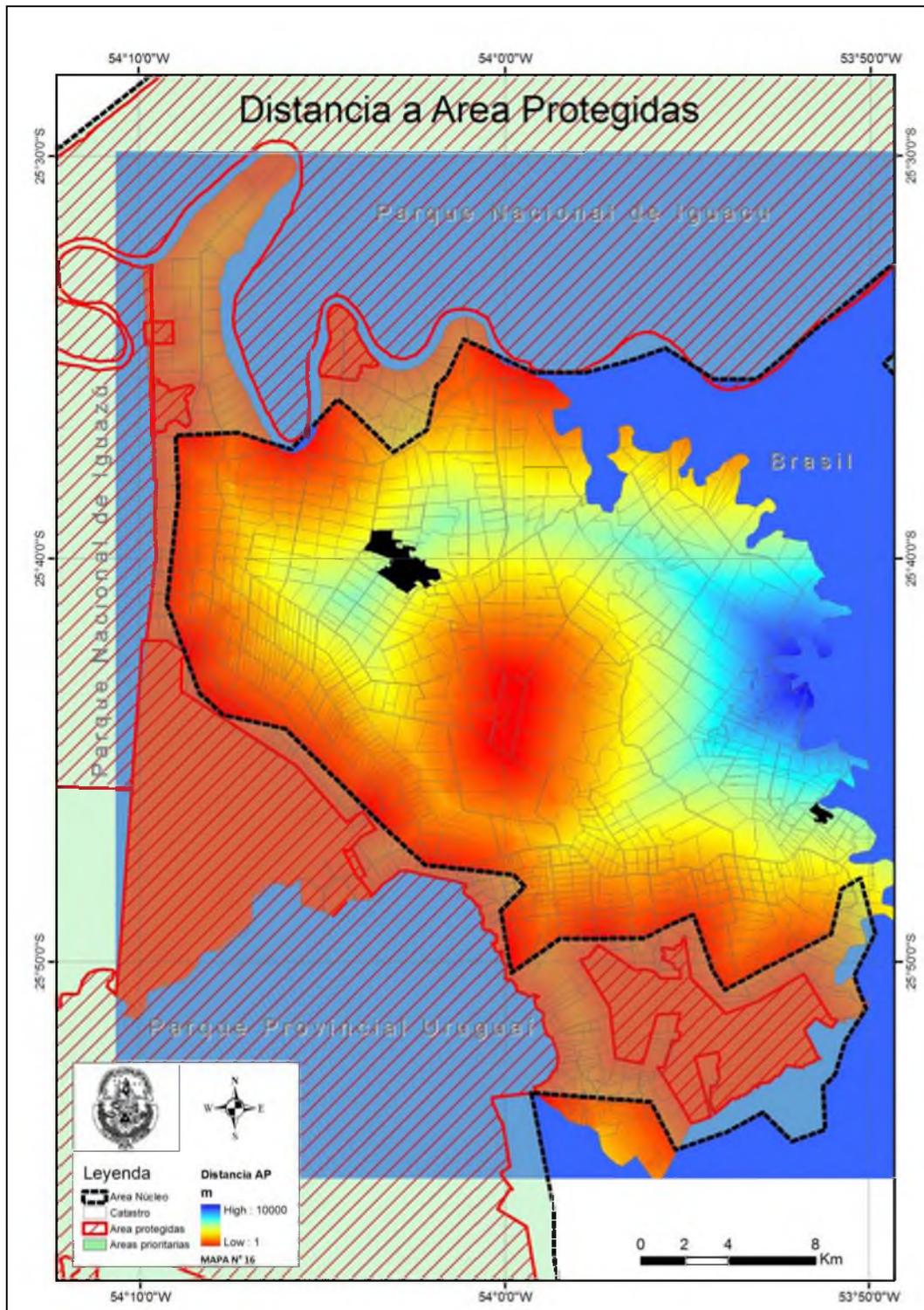


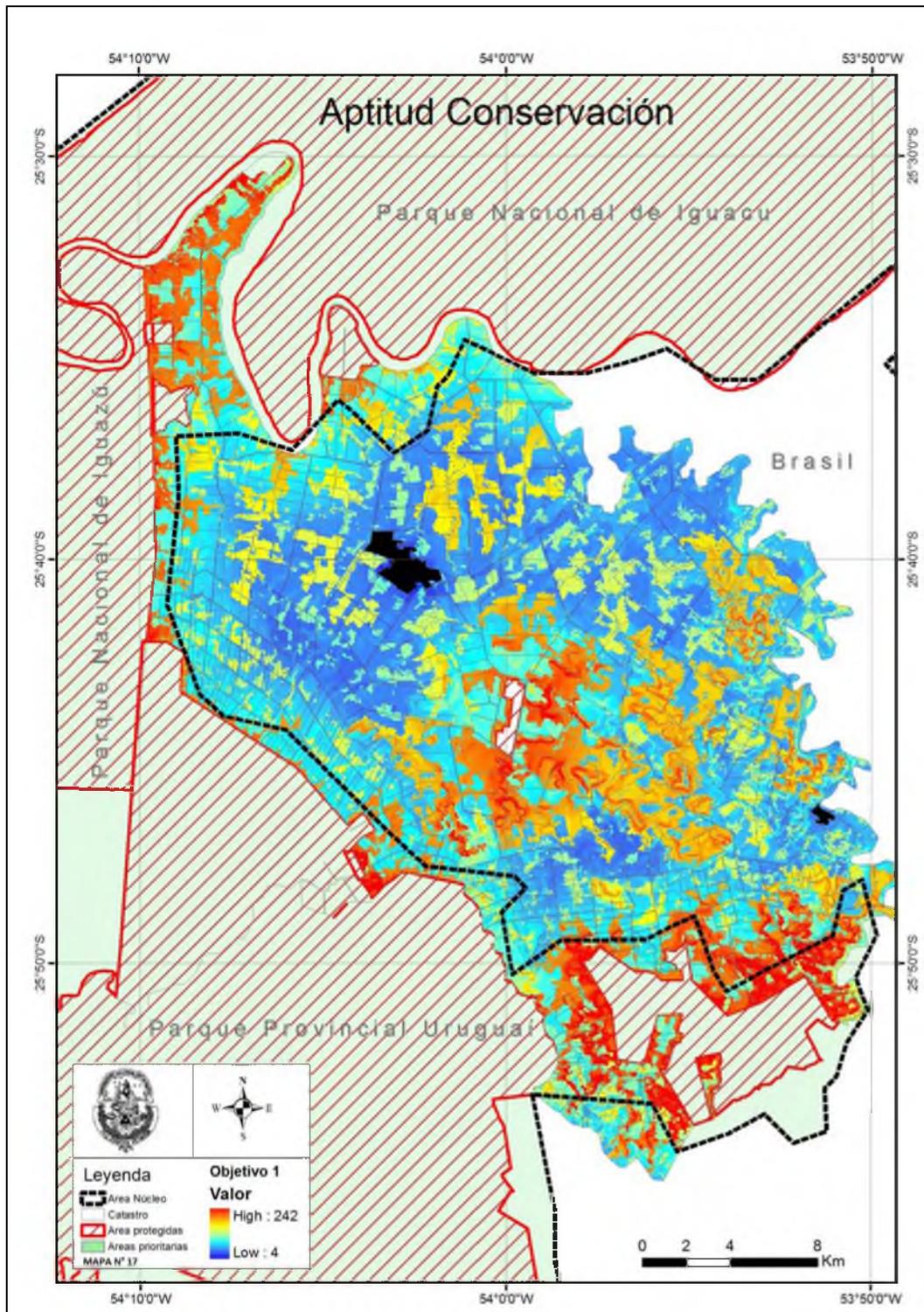


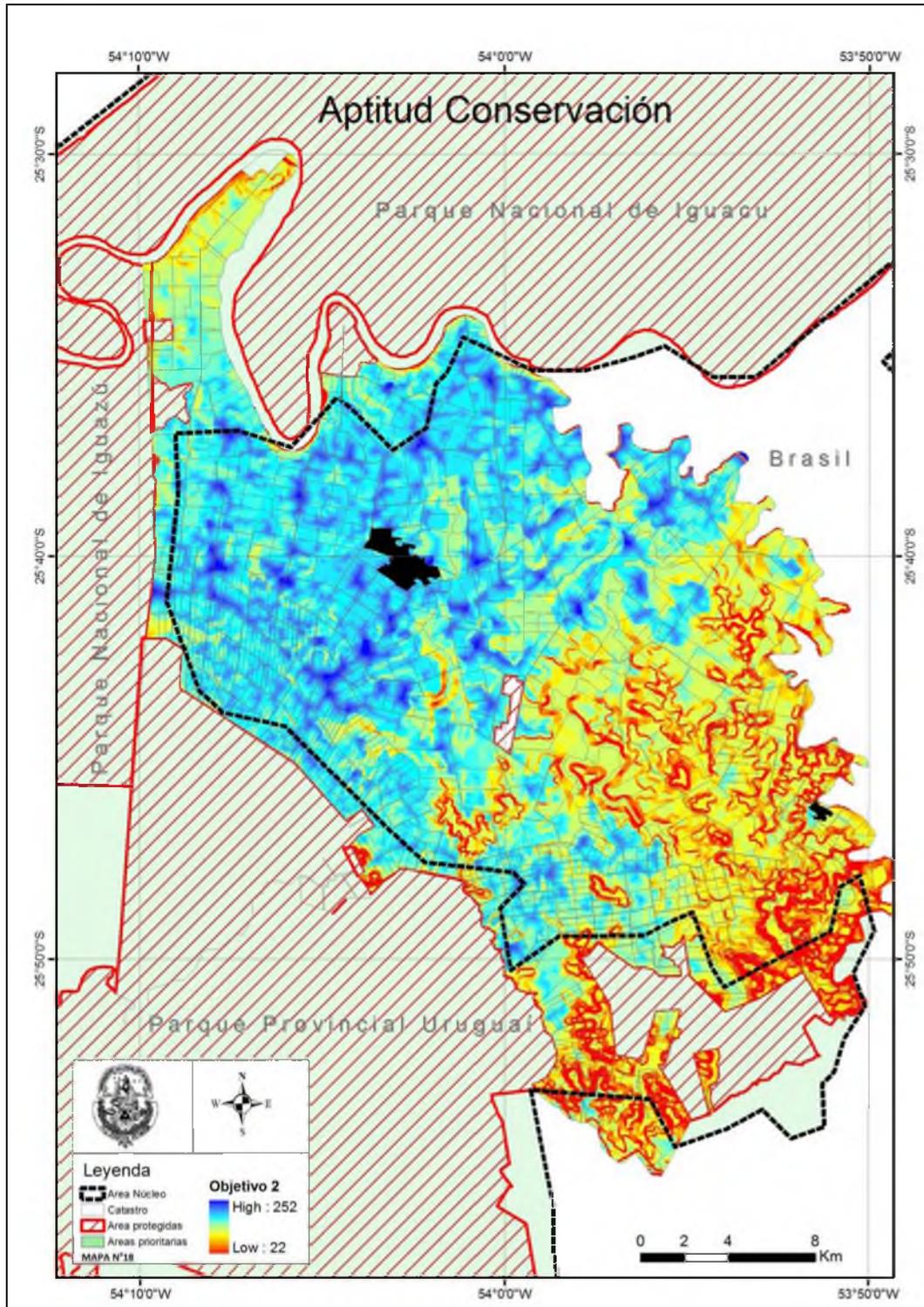


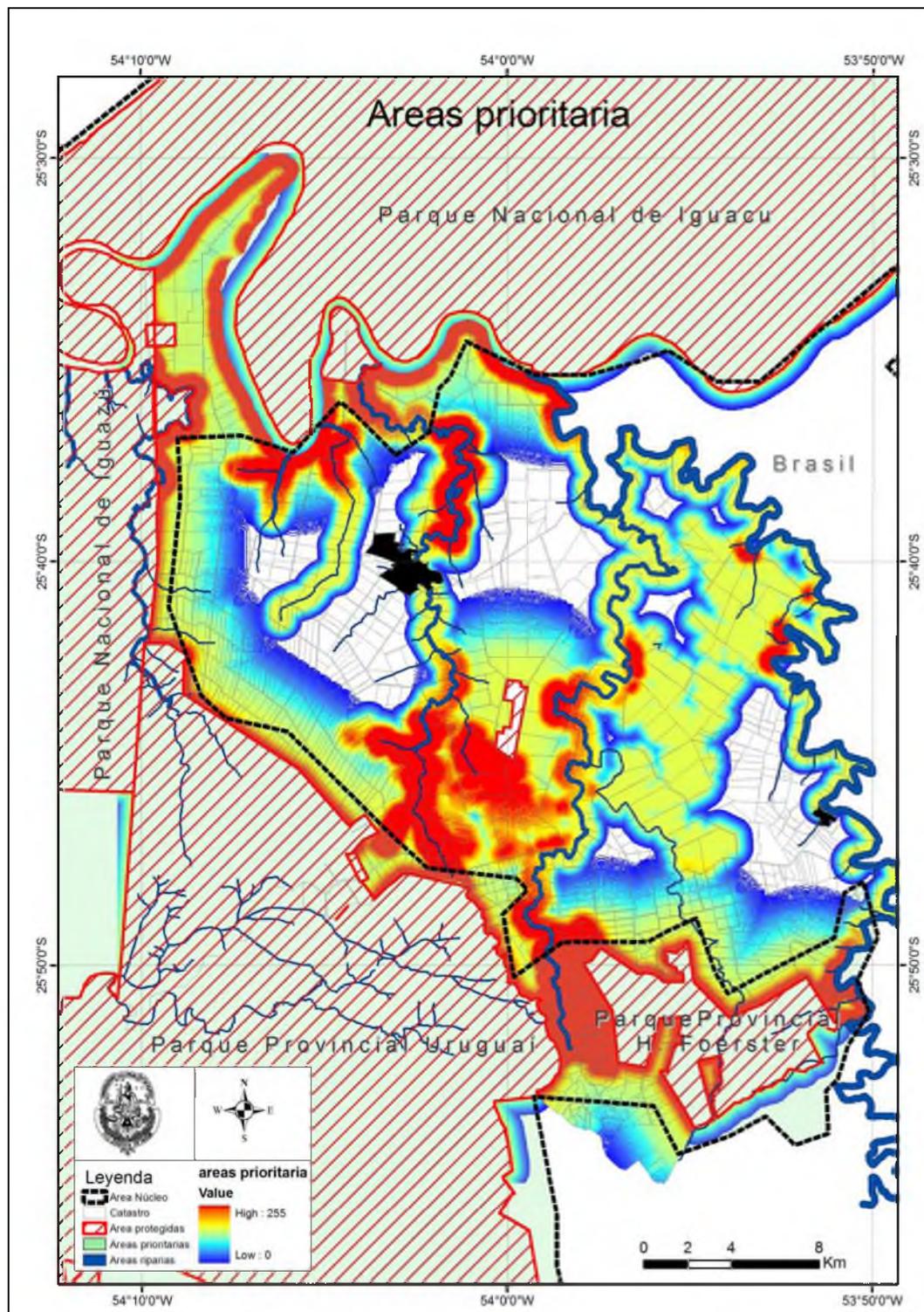












## **ANEXO II: ANÁLISIS DE IMÁGENES**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. Aspectos teóricos.....</b>	<b>iii</b>
<b>2. Procedimiento para el análisis de las imágenes satelitales.....</b>	<b>viii</b>
2.1. Primer Etapa .....	ix
2.1.1. Preparación de datos .....	ix
2.1.2. Georreferenciación .....	x
2.1.3. Validación Visual .....	xi
2.1.4. Archivos multitemporales .....	xi
2.2. Segunda Etapa.....	xi
2.2.1. Clasificación .....	xi
2.2.1.1. Introducción .....	xii
2.2.1.2. Ajuste de Contraste de Imagen.....	xii
2.2.1.3. Selección de sitios de muestreo.....	xii
2.2.1.4. Asignación de clases a las imágenes multitemporales.....	xiii
2.2.1.5. Análisis exploratorio .....	xiii
2.2.1.5.1. Primer Clasificación Supervisada.....	xiii
2.2.1.5.2. Re-muestreo y Re-clasificación.....	xiv
2.3. Tercer Etapa.....	xv
2.3.1. Agrupación de clases .....	xv
2.3.2. Filtrado de píxeles difusos.....	xvi
2.3.3. Generación de información Vectorial.....	xvi
2.3.4. Transformación datos vectoriales a raster .....	xvii
2.3.5. Integración de información; suma de matrices (adición de clases).....	xvii
2.3.6. Validación de las clases .....	xvii
2.4. Procesamiento de la información.....	xviii

## TABLAS Y FIGURAS

<i>Tabla 1: imágenes satelitales utilizadas.....</i>	<i>ix</i>
<i>Tabla 2: Parámetros utilizados de proyección .....</i>	<i>x</i>
<i>Figura 1: Punto de control GCP, intersección entre dos caminos. ....</i>	<i>xi</i>
<i>Figura 2: Selección de muestra (AOI) para realce de contraste .....</i>	<i>xii</i>
<i>Figura 3: Imagen TM, Path 223 - Row 078 de 1987 (izquierda) " linkeada " con la misma imagen de 2004 (derecha). Se puede observar claramente el cambio de cobertura (cambio de uso del suelo). ....</i>	<i>xiii</i>
<i>Figura 4: Imagen multitemporal clasificada. Puede verse en tonos de verde, el bosque nativo que no ha sufrido modificaciones en su cobertura durante el periodo de estudio. En celeste, el suelo desnudo, en azul el agua, en bordeaux y gris las plantaciones de pino y en rojo las zonas de deforestación, por reemplazo con diferentes usos, del bosque nativo. ....</i>	<i>xiv</i>
<i>Figura 5: Buffer sobre vectores (polilíneas) .....</i>	<i>xvii</i>
<i>Figura 6: muestra del procedimiento de validación de coberturas por sobrevuelo. Se observa la transecta de vuelo y el punto acotado de ubicación de la foto. ....</i>	<i>xix</i>

## ANEXO II

### ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES

#### 1. Aspectos teóricos

De forma resumida se exponen alguno de los aspectos teóricos del análisis de imágenes satelitales, que han sido utilizados en la interpretación de las mismas en el presente estudio.

Definición de espectro electromagnético. La interacción entre la materia y los fotones de cualquier energía específica conducen a la absorción, emisión, dispersión y reflexión de la energía electromagnética con la materia. Estos procesos son específicos para cada longitud de onda y composición del material en cuestión, ya que la masa y la energía se conservan, éstas pueden estar en las siguientes formas:

- 1- Absorbida, eliminando su energía en forma de calor
- 2- Emitida por la materia como función de la temperatura y estructura a la misma o diferente longitud de onda
- 3- Dispersada dentro de la atmósfera
- 4- Reflejada al medio nuevamente

Las longitudes de onda de mayor interés en sensores remotos, son las longitudes de onda óptica, que se extienden desde 0.30 hasta 15  $\mu\text{m}$ , y la zona espectral de las microondas entre 0.3 a 100cm.

La región del espectro entre 0.38 y 3.0  $\mu\text{m}$  está referida como porción reflectiva del espectro. La energía percibida en las longitudes de onda es fundamentalmente radiación originada por el sol y reflejada por la Tierra.

La zona reflectiva del espectro se divide en las longitudes de onda del visible y las correspondientes del infrarrojo reflectivo. El intervalo de longitudes de onda entre 0.38 y 0.72  $\mu\text{m}$  corresponden al espectro visible ya que el ojo humano responde a la radiación en esas longitudes de onda. La región entre 0.72 y 3.0  $\mu\text{m}$  corresponde a la región reflectiva infrarroja que a su vez se subdivide en infrarrojo cercano (0.72- 1.3  $\mu\text{m}$ ), e infrarrojo medio (1.3-3.0  $\mu\text{m}$ ). La región espectral (3.0-7.0  $\mu\text{m}$ ) corresponde a la

zona espectral térmica, pero no es utilizada en los diseños de sensores ópticos ya que en esa área del espectro los efectos atmosféricos complican la interpretación de los datos de radiación y limitan la utilidad de estas longitudes de onda para las aplicaciones de los sensores remotos satelitarios. La energía electromagnética en el rango de las longitudes de onda entre 7.0-15  $\mu\text{m}$  es la región del espectro del infrarrojo lejano, llamado también infrarrojo térmico y es la zona espectral utilizada para el diseño de los sensores ópticos.

Los sensores remotos eligen bandas angostas y anchas de la energía electromagnética para la observación de la Tierra y su atmósfera.

La energía electromagnética de la radiación recogida por los sensores remotos está caracterizada por el espectro de la fuente generadora, la atmósfera, a través de la cual se propaga, y la superficie reflectante que la recibe. Los cambios en la fuente de radiación electromagnética debido a las superficies y la atmósfera son fuente de datos, que después del proceso pueden proveer información de cada uno. De este modo, el conocimiento de las propiedades de la radiación electromagnética como función de la longitud de onda, y otras variables, es esencial para el análisis de los datos de sensorias remotos.

Radiación y fuente de radiación: La cantidad de energía emitida por la fuente solar y recibida por la Tierra es fundamental para los estudios meteorológicos y de los recursos naturales. La energía del sol se irradia uniformemente en todas direcciones y casi toda ella desaparece en la inmensidad del espacio; solamente una fracción de la misma es interceptada por la Tierra y su atmósfera.

Influencia del medio atmosférico. En las aplicaciones de sensores remotos que incluyen la adquisición de datos obtenidos desde plataformas aéreas o espaciales, la atmósfera entre el sensor y el blanco y entre la fuente de radiación y el blanco tiene efecto sobre los datos. Se debe enfatizar la importancia de los efectos atmosféricos en la calidad de los datos en percepción remota y en la selección de las bandas espectrales.

La atmósfera puede afectar los datos de la percepción remota mediante la dispersión y/o absorción de energía. Se produce dispersión cuando la radiación es reflejada o refractada por las partículas en la atmósfera que varía de moléculas de gases a partículas de polvo y grandes gotas de agua. La consideración general es que la radiación dispersada ya provenga del sol o sea reflejada de la superficie de la Tierra, no es

atenuada sino orientada en otra dirección que es dependiente de la longitud de onda. La radiación que no es dispersada es absorbida por la atmósfera, también dependiente de la longitud de onda, y la atmósfera es calentada por la radiación absorbida. Las características meteorológicas de la atmósfera afectan los mecanismos de dispersión y absorción.

Existen regiones del espectro donde la radiación atraviesa la atmósfera con poca atenuación, denominadas *ventanas atmosféricas*. La dispersión molecular atmosférica (Rayleigh) y las capas de absorción del ozono atenúan la radiación para longitudes de onda por debajo de 0.3  $\mu\text{m}$ . Esto nos lleva a la identificación de ventanas atmosféricas en las regiones espectrales siguientes:

Ventana 1: 0.3-1.3  $\mu\text{m}$

Ventana 2: 1.5-1.8  $\mu\text{m}$

Ventana 3: 2.0-2.6  $\mu\text{m}$

Ventana 4: 3.0-3.6  $\mu\text{m}$

Ventana 5: 4.2-5.0  $\mu\text{m}$

Ventana 6: 7.0-15.0  $\mu\text{m}$

Las bandas espectrales en las cuales operan los sensores remotos ópticos son elegidas de las ventanas atmosféricas, ya que los efectos reflexivos y de emisión están claramente separados en estas regiones espectrales.

Características espectrales de la cobertura. Para facilitar la interpretación del espectro de reflectancia, absorción y transmitancia, el intervalo de longitud de onda entre 0.5 y 2.5  $\mu\text{m}$  se subdivide en tres características espectrales, inherentes a las propiedades de la vegetación:

- a- el intervalo 0.5-0.75  $\mu\text{m}$ , zona reflectiva del visible, donde predomina la influencia de la pigmentación de las plantas;
- b- la zona espectral 0.75-1.35  $\mu\text{m}$  zona del IR cercano que se caracteriza por la alta reflectancia y baja absorción, afectada considerablemente por la estructura interna de la hoja.

- c- La región espectral 1.35-2.5  $\mu\text{m}$ , influenciada fundamentalmente por la concentración de agua en el tejido.

Las bandas de absorción más importante están en 1.45 y 1.95  $\mu\text{m}$ .

En general, las curvas de transmitancia espectral para todas las hojas maduras y sanas son similares a sus curvas de reflectancia espectral entre 0.5 a 2.5  $\mu\text{m}$ , pero de menor intensidad.

En la zona del espectro visible (0.38-0.72  $\mu\text{m}$ ) uno de los pigmentos de las plantas, la clorofila, absorbe la mayor parte de la energía que llega (70 a 90%) en 0.45 y 0.65  $\mu\text{m}$  aproximadamente y refleja (20%) en la zona del verde 0.55  $\mu\text{m}$ , entre las dos bandas de absorción de la clorofila. En la longitud de onda del visible, la mayor cantidad de energía que llega a la superficie de la hoja verde es absorbida y muy poca cantidad es transmitida.

En la región IR cercano (0.72-1.3  $\mu\text{m}$ ) se observa que la energía es casi totalmente reflejada o transmitida a través de la hoja, sólo pequeñas porciones de energía son absorbidas. El alto nivel de reflectancia es controlado por la estructura interna de la hoja, ya que aproximadamente la mitad de la energía que alcanza la hoja es transmitida y la mitad es reflejada en esta zona espectral. Los efectos de los componentes estructurales de las hojas de las plantas sobre la reflectancia, son variados. Se puede comprobar que el coeficiente de reflexión para un mismo cultivo varía debido a la reflectancia del suelo y a la etapa de maduración del mismo.

En la región espectral de IR medio (1.3-3  $\mu\text{m}$ ), la energía que no es absorbida por las moléculas de agua existentes en la hoja, es reflejada. En este rango de longitud de onda, la cantidad de energía absorbida es función del contenido total de agua existente en la hoja que a su vez, está relacionado con el porcentaje de contenido de humedad y el espesor de la hoja. A medida que la hoja envejece el contenido de humedad del follaje decrece, provocando diferentes aumentos en reflectancia, no sólo en las bandas de absorción de agua, sino también entre ellas.

Se puede concluir que el contenido total de humedad de la vegetación controla la reflectancia en el IR medio, siendo la mayor parte de la energía incidente absorbida por las moléculas de agua presentes en la hoja, siendo el resto de energía incidente reflejada.

Las curvas de reflectancia espectral de los suelos son generalmente menos complejas que las correspondientes a la vegetación. Una de las características sobresalientes de la reflectancia espectral de los suelos, con bajo contenido de humedad, es que generalmente el nivel de reflectancia aumenta con el aumento de la longitud de onda, en el rango 0.4-2  $\mu\text{m}$ , es decir en las zonas espectrales correspondientes al visible e infrarrojo cercano y medio. La energía que llega a la superficie del suelo es absorbida o reflejada y no se necesita tomar en cuenta la energía transmitida a través del material, como en el caso de la vegetación. Pero se debe tomar en cuenta que el suelo es una mezcla compleja de materiales orgánicos e inorgánicos que tienen propiedades físicas y químicas que pueden afectar significativamente la absorción y reflectancia del mismo. Los factores fundamentales que influyen en la respuesta espectral del suelo son:

- a- temporarios que incluyen contenido de humedad y su aspereza;
- b- Permanentes tales como la textura, contenido de materia orgánica y de óxido de hierro.

Un aumento de reflectancia está altamente correlacionado con la disminución de contenido de humedad, rugosidad, tamaño de las partículas, contenido de materias orgánicas y cantidad de óxido de hierro presente en el suelo.

En el caso de los cuerpos de agua, el componente de reflectancia incluye la reflectancia de la superficie de agua, de los materiales existentes en el fondo y de los mismos suspendidos en el cuerpo de agua. Cuando el agua está limpia y poco profunda, la energía reflejada, registrada por el sensor que opera en longitudes de onda corta, es función de la arena, roca o cualquier tipo de sedimento que se encuentre en el fondo. Este efecto físico se debe a que en esta zona del espectro las características de transmisión son altas y las de absorción bajas. El porcentaje de energía solar, que se refleja especularmente en aguas calmas, depende del ángulo de elevación del sol. La energía solar que no es reflejada en la superficie del agua, se transmite en función de la profundidad y comienza a ser afectada por la absorción y dispersión. La energía absorbida por el agua se transforma en calor. En agua pura, la mayor parte de la luz en el IR cercano es absorbida en 0.2m de profundidad, la luz roja dentro de los 2m, solamente las longitudes de onda azul y verde (0.4 a 0.6  $\mu\text{m}$ ) penetran por debajo de los 20m. Si un cuerpo de agua es claro y poco profundo la energía solar se refleja desde el fondo y el satélite registra dicha radiación. La intensidad de la señal medida puede

correlacionarse con la profundidad. Constituyentes disueltos, como cloruro de sodio, no agregan color al agua y no tienen efecto en la absorción y dispersión de la luz, esta es la razón por la que el agua de mar pura tiene la misma respuesta espectral que el agua destilada. Los contaminantes, como los sulfatos, afectan el color, la turbidez o la temperatura del agua y son detectados por los sensores remotos. La turbidez causada por los sedimentos en suspensión es uno de los factores más importantes que afectan la respuesta espectral de los cuerpos de agua. El agua turbia tiene mayor reflectancia que el agua pura y el máximo de reflectancia para agua turbia está desplazado hacia longitudes de onda mayores que el agua pura.

## ***2. Procedimiento para el análisis de las imágenes satelitales***

Las tareas desarrolladas se estructuraron en cuatro etapas, las que contemplaron la preparación de la información a ser procesada, clasificación supervisada uni y multitemporal, ajuste, edición obtención del mapa final y procesamiento de los resultados.

### **1 - Primer Etapa**

- Selección de imágenes
- Selección de Puntos de Control (GCP)
- Proyección de imágenes mediante GCP
- Correcciones atmosféricas
- Corregistro de imágenes
- Armado de archivos de imagen multitemporales

### **2 - Segunda Etapa**

- Ajuste de contraste de imágenes
- Selección de sitios de muestreo o entrenamiento en el campo y espacialización
- Análisis exploratorio de las respuestas espectrales de valores de reflectancia
- Asignación de clases a las imágenes multitemporales
- Primer Clasificación Supervisada

- Re-muestreo y Re-clasificaciones (iteración)

### 3 – Tercer Etapa

- Agrupación de clases
- Filtrado de píxeles difusos (eliminación del “speckle”)
- Preparación de información vectorial
- Transformación datos vectoriales a raster
- Integración de información; suma de matrices (adición de clases)

4 – Cuarta Etapa: procesamiento de la información derivada del análisis del mapa de coberturas final.

## 2.1. Primer Etapa

### 2.1.1. Preparación de datos

#### *Selección de Imágenes*

Las imágenes seleccionadas, fueron obtenidas mediante el sensor TM. Las fechas y las escenas elegidas, fueron las siguientes:

**Tabla 14: imágenes satelitales utilizadas**

<b>Fecha de adquisición</b>	<b>Sensor</b>	<b>Path</b>	<b>Row</b>
14 de Marzo de 1987	TM	223	078
14 de Marzo de 1987	TM	223	079
19 de Abril de 1989	TM	224	078
13 de Mayo de	TM	224	079

2002			
------	--	--	--

### 2.1.2. Georreferenciación

El Software utilizado para el procesamiento de las imágenes fue en todos los casos ERDAS IMAGINE 8.4,y en particular sus herramientas de Fusión de Layers, Corrección geométrica, Modeler builder, Ajuste de contraste, y Clasificación

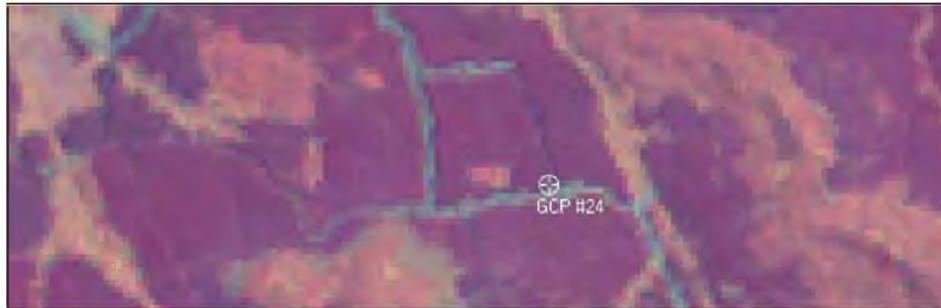
Las imágenes fueron proyectadas según los parámetros utilizados por el Instituto Geográfico Militar Argentino a coordenadas planas Gauss Kruger:

**Tabla 15: Parámetros utilizados de proyección**

<b>Sistema de Referencia</b>	<b>Sistema de Proyección</b>
	<b>Coordenadas Planas Gauss Krüger, Faja 7</b>
<b>Elipsoide:</b> Internacional 1909	<b>Sistema:</b> Transversal Mercator
<b>Datum:</b> Campo Inchauspe	<b>Factor de escala:</b> 1
	<b>Meridiano central:</b> -54°
	<b>Falso Este:</b> 7.500.000
	<b>Falso Norte:</b> 10002283.3 metros

Las imágenes de 1987 fueron corregistradas utilizando la base del año 2002, se utilizó la técnica de selección de puntos de control (Ground Control Points, GCP) (Figura 1), homologando sitios que pudieran ser identificados en la escena de referencia, previamente proyectada (corrección geométrica Image to Image). Para ello, se tomaron, entre 80 a 90 puntos distribuidos homogéneamente. El Error RMS (*Root Mean Squared*; Error Estadístico Medio Cuadrático) indica el grado de correspondencia entre los valores calculados y los valores asignados a los puntos de control GCP mediante la imagen de referencia. Cuánto menor es el valor del Error RMS, mejor es el ajuste entre dos imágenes igualmente georreferenciadas; durante nuestro trabajo se acepto como válido un error menor a la unidad, expresado en píxeles. Los sitios elegidos como puntos de control, fueron, en la mayor cantidad de casos, rasgos antrópicos del paisaje,

tales como cruces de caminos, o líneas divisorias de parcelas. Se aplicó un modelo de corrección de tercer orden por convolución cúbica.



**Figura 34: Punto de control GCP, intersección entre dos caminos.**

### **2.1.3. Validación Visual**

Una vez proyectadas todas las imágenes a coordenadas planas, se realizó una revisión visual de correspondencia de píxeles entre zonas de solapamiento (overlap) de todas las imágenes. Cuando fueron detectados defasajes visualmente consistentes, se procedió a reajustar nuevamente la escena, tomando mayor cantidad de GCP y proyectando nuevamente.

### **2.1.4. Archivos multitemporales**

Una vez aceptada la correspondencia visual entre todas las escenas georreferenciadas, se procedió a compilar las bandas de 2 imágenes de una misma ubicación (mismo, Path y Row) pero de distintas fechas, en un único archivo. El producto de esta operación, conocida, fue un archivo de 12 bandas que incluye las bandas del 1 a 6 correspondientes a la imagen más antigua (1987 o 1989) seguidas por las bandas 7 a 12 de la imagen 2002.

## **2.2. Segunda Etapa**

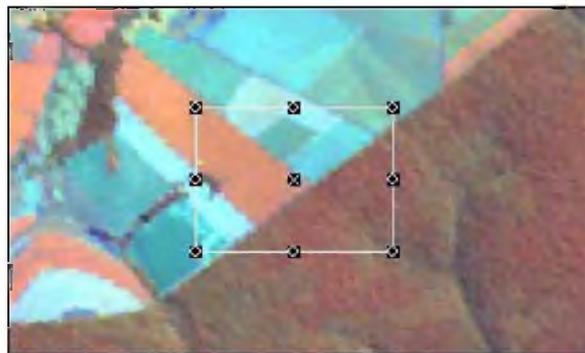
### **2.2.1. Clasificación**

### 2.2.1.1. Introducción

El objetivo en la segunda etapa es lograr construir clases que reúnan conjuntos de píxeles representativos de las unidades del paisaje. Para ello es necesario definir claramente qué es lo que interesa discriminar, analizando visualmente las imágenes y haciendo relaciones con la experiencia de campo previa, identificando así los elementos que puedan discriminarse. Una vez construidas las clases sobre la imagen proyectada en coordenadas planas métricas (e.g. UTM) se podrá calcular la superficie que ocupan.

### 2.2.1.2. Ajuste de Contraste de Imagen

Las imágenes fueron realzadas mediante la técnica de ajuste de contraste utilizando la desviación estándar a través de un polígono de muestra (AOI Erdas Imagine) (Figura 2). Dicha muestra fue tomada en un sitio donde se pueden observar píxeles de valores bien contrastantes (por Ej. Bosque-suelo desnudo). La combinación de Bandas utilizadas fue RGB 11, 10, 9 y RGB 5, 4, 3. El valor tomado para la aplicación del método fue de 2 desviaciones estándar.



**Figura 35: Selección de muestra (AOI) para realce de contraste**

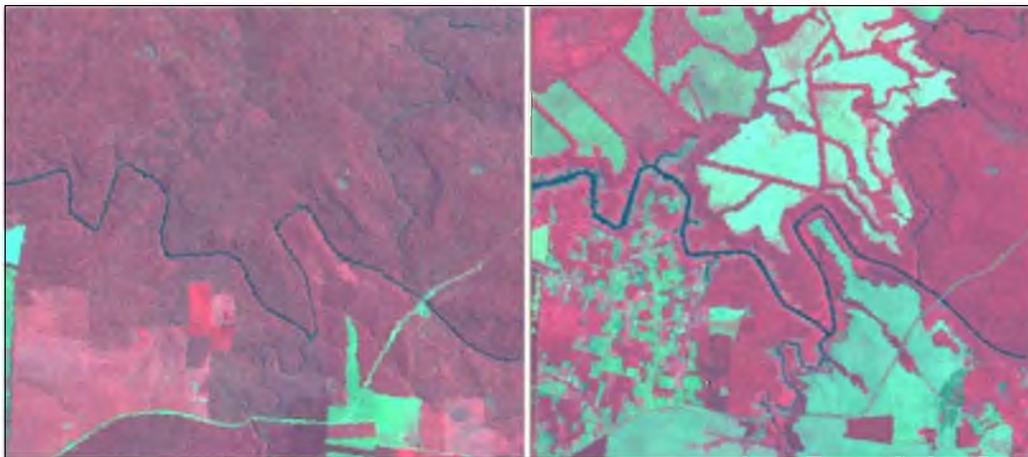
### 2.2.1.3. Selección de sitios de muestreo

Los sitios de muestreo o entrenamiento fueron seleccionados en base a reconocimientos de campo previo, y experiencia en la interpretación de imágenes en el área de estudio. En primera instancia se buscaron patrones fácilmente identificables que permitieron definir áreas, según su respuesta espectral y textura, como unidades del paisaje

definidas. Por ejemplo, se identificaron zonas conocidas con plantaciones de pino, cultivos, urbanizaciones, bosques nativos, cursos de agua, etc.

#### 2.2.1.4. Asignación de clases a las imágenes multitemporales

Dentro de cada una de las subunidades seleccionadas se tomaron muestras mediante la creación de vectores (AOI's, en lenguaje del ERDAS IMAGINE) sobre la imagen. Esto se realizó con las imágenes de 1987 "linkeadas" (vinculadas mediante la georreferencia a través de la ventana de visualización) con las de 2002, de manera que se crearon dos tipos de clases: por un lado clases donde se aprecia un cambio en la cobertura (e. g. bosque nativo a suelo desnudo) y por otro, clases donde se mantiene la misma cobertura en las diferentes fechas (Figura 3).



**Figura 36: Imagen TM, Path 223 - Row 078 de 1987 (izquierda) "linkeada" con la misma imagen de 2004 (derecha). Se puede observar claramente el cambio de cobertura (cambio de uso del suelo).**

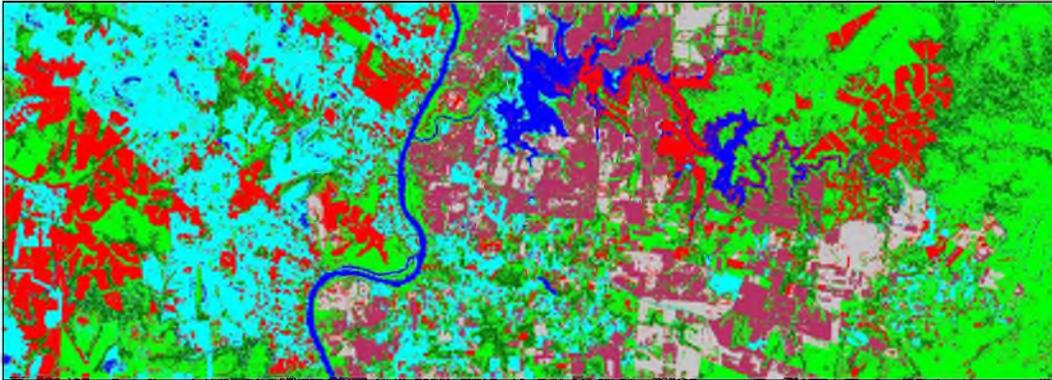
#### 2.2.1.5. Análisis exploratorio

##### 2.2.1.5.1. Primer Clasificación Supervisada

Una vez tomadas las muestras y creadas las clases, representativas de las distintas unidades del paisaje, se continuó con el proceso de Clasificación Digital de la imagen. Esto consiste en asignar cada uno de los píxeles de la imagen, a una clase de las

preestablecidas en la fase “muestreo”, basándose en el valor digital de reflectancia de cada uno de ellos en cada banda, mediante un análisis de agrupamiento aplicando la regla de máxima similitud.

Como resultado de este proceso se genera una nueva imagen, en donde toda la superficie de la escena aparece representada por las clases definidas previamente (Figura 4).



**Figura 37: Imagen multitemporal clasificada. Puede verse en tonos de verde, el bosque nativo que no ha sufrido modificaciones en su cobertura durante el periodo de estudio. En celeste, el suelo desnudo, en azul el agua, en bordeaux y gris las plantaciones de pino y en rojo las zonas de deforestación, por reemplazo con diferentes usos, del bosque nativo.**

#### **2.2.1.5.2. Re-muestreo y Re-clasificación**

Una vez obtenida la imagen clasificada, fue necesario corroborar, mediante un análisis visual, que los píxeles estuviesen bien distribuidos en las clases. Lo que ocurre normalmente, es que la cantidad y la calidad de los muestreos no son suficientes como para que, a través de un análisis estadístico, se asignen correctamente las clases a las superficies adecuadas, debido a la heterogeneidad intrínseca de las imágenes y a la distribución y tamaño de las unidades del paisaje. Por ejemplo, un suceso común, luego de la primera clasificación, es que no se asignen correctamente las zonas urbanas a la Clase correspondiente “Zona Urbana”, y queden distribuidas en otras clases. Esto se corrige tomando mayor cantidad de muestras y submuestras (desagrupar la clase en más clases) y clasificando nuevamente. Esto debe repetirse hasta que existan suficientes clases que representen fielmente las unidades que queremos discriminar. Una vez

terminado el proceso de clasificación, es posible unir clases que estén representando variaciones de una misma unidad del paisaje.

### **2.3. Tercer Etapa**

En la tercera etapa del trabajo, el objetivo fue construir las clases que serán representadas en el mapa final. Esto se logró a partir del conjunto de clases que surgen de la clasificación digital y del agregado de información vectorial, que sirve para poner de manifiesto todas aquellas superficies que puedan ser pobremente representadas en las imágenes de satélite por diversos motivos (pequeño tamaño, efecto de la vegetación, heterogeneidad de respuestas espectrales, etc.). Dichas superficies, pueden no ser correctamente clasificadas debido a que sus respuestas espectrales son muy heterogéneas, como es el caso de las zonas urbanas o de ciertos cultivos, o por quedar ocultas literalmente por la vegetación, como es que caso de los caminos que atraviesan zonas boscosas espesas y quedan bajo la cobertura forestal. Una vez preparada la información en los diferentes formatos, se procede a unirla, quedando finalizado el mapa de coberturas.

#### **2.3.1. Agrupación de clases**

Una vez finalizado el muestreo y clasificación, logrando una representación satisfactoria de las clases sobre los tipos de cobertura identificados, se procedió a unir clases en distintas categorías. Esto tiene por objetivo, que en todas las escenas clasificadas queden representadas por las mismas categorías, pudiendo de esta forma unirlas en un mosaico, conservando una representación homogénea en toda su extensión. Esto no quita que algunas categorías solo puedan estar representadas en algunas escenas y no en otras. Para lograr esto se diferenciaron dos tipos de categorías: las que representaban cambios de cobertura en el tiempo y las que se mantienen sin cambio

Basándose en estas categorías, se agruparon las clases de cada una de las escenas clasificadas, utilizando la herramienta de ERDAS IMAGINE 8.5, GIS Analysis Recode, reasignando los nuevos valores de las categorías a los píxeles de todas las clases.

### 2.3.2. Filtrado de píxeles difusos

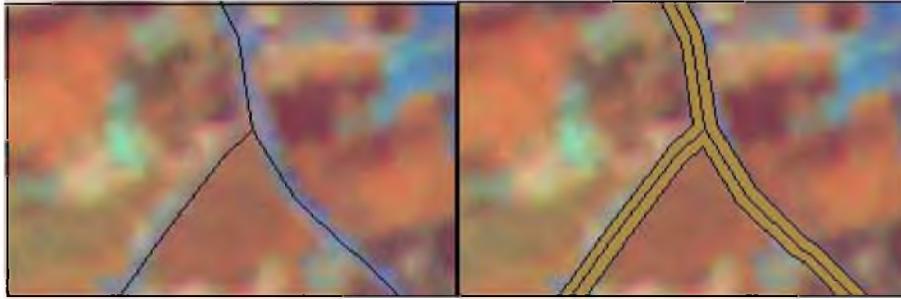
Como producto de las sucesivas clasificaciones, algunos píxeles dispersos o pequeños grupos de ellos, son asignados a categorías erróneas; esto se debe por un lado a la heterogeneidad de la imagen y a los algoritmos estadísticos utilizados. En nuestro análisis, los píxeles aislados, fueron eliminados mediante la aplicación de un filtrado de mayoría, a partir de ventanas móviles de 3 x 3 píxeles. Esto elimina el efecto de salpicado de la imagen ofreciendo una mayor homogeneidad y descartando las pequeñas superficies que generan heterogeneidad y en realidad, no representan superficies considerables.

### 2.3.3. Generación de información Vectorial

Dado que muchas veces, en las imágenes de satélite existen zonas que no logran ser identificadas claramente por los sensores, debido a las características propias de los tipos de cobertura, resolución espacial de la imagen y al efecto “máscara” que muchas veces aportan las coberturas aladañas, es necesario completar las clases de un mapa de coberturas con la ayuda de información vectorial. En nuestro caso, los mayores problemas se observaron fundamentalmente en las coberturas urbanas, los caminos, los ríos de cauces angostos, y ciertas plantaciones donde se mezclan las especies implantadas con especies de bosque nativo.

Para salvar estas clases, se procedió a digitalizar la red de caminos y rutas principales a partir de las imágenes y cartografía actual e histórica disponible, a partir de los últimos se asignaron los atributos de correspondientes a las capas temáticas utilizadas en el análisis (Figura 5).

Tanto para rutas y caminos, como para los ríos, previo a su integración al formato matricial (*raster\_grid*), se aplicó la herramienta *Create Buffer* del ArcView GIS, para atribuirles un ancho transversal. De esta manera se puede ver cómo una ruta principal ajusta a la imagen según el ancho atribuido siendo suficiente para quedar bien representada en el mapa final. Sin duda el ajuste, por bueno que sea, compromete unos pocos píxeles que en la realidad no son propios de esta categoría, pero aún así, sumados no logran aportar valores apreciables en los resultados finales de cálculos de superficies por clases.



**Figura 38: Buffer sobre vectores (polilíneas)**

Como producto de los ajustes de la herramienta Create Buffer, y de la digitalización de Ciudades y Plantaciones problemáticas, se obtienen polígonos.

#### **2.3.4. Transformación datos vectoriales a raster**

Los polígonos obtenidos fueron exportados al formato Grid a fin de poder sumarlos al producto de la clasificación de las imágenes como categorías nuevas. Para lograr esto, se utilizó la herramienta de transformación a Grid de ArcView GIS Convert to Grid, asignándole a los píxeles de la matriz resultante, el mismo valor que tienen los píxeles de las imágenes clasificadas.

#### **2.3.5. Integración de información; suma de matrices (adición de clases)**

*Con el fin de poder adicionar las categorías definidas en base a la información vectorial, al archivo de clases surgido de la clasificación de imágenes, se sumaron las matrices utilizando la herramienta del ArcView GIS, Map Calculation.*

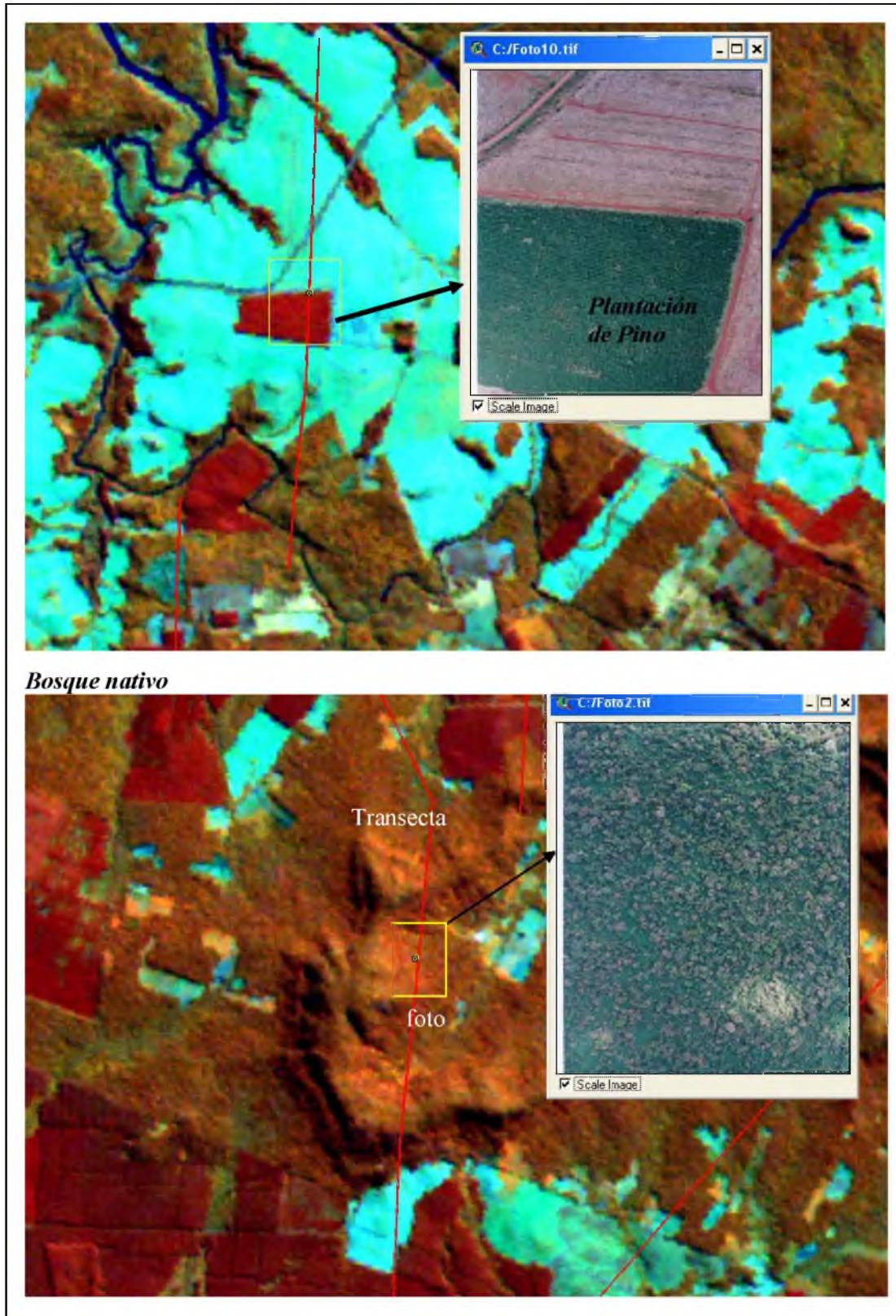
#### **2.3.6. Validación de las clases**

La etapa de validación de los resultados comprendió, recorridas en el campo y dos sobrevuelos en los cuales previamente se definieron puntos acotados en transectas de vuelo, se siguieron las mismas y se sacaron fotos aéreas de cada punto acotado al mismo tiempo que fueron filmados los recorridos. Se complementó con varios viajes de

campo. En la figura 6 se ejemplifica algunas de las fotos aéreas sacadas durante el sobrevuelo y puntos de muestra ubicados en la imagen satelital donde se puede observar la correlación entre las coberturas.

#### ***2.4. Procesamiento de la información***

La información numérica fue analizada a partir de la extracción de la cantidad de píxeles para cada una de las coberturas del mapa resultante y transformado a superficies en hectáreas. Se evaluaron los cambios para las categorías de transformación o cambio de la cobertura de bosque a otros usos, pudiéndose calcular una tasa promedio de deforestación en el periodo analizado. Las calases de usos del suelo sólo se analizaron en función de las grandes categorías debido a la alta heterogeneidad y diversidad paisajística del territorio y se presentan los resultados estadísticos descriptivos para cada categoría.



**Figura 39: muestra del procedimiento de validación de coberturas por sobrevuelo. Se observa la transecta de vuelo y el punto acotado de ubicación de la foto.**



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DESARROLLO DE UN SISTEMA SOPORTE PARA LA DECISIÓN PARA EL MUNICIPIO DE ANDRESITO .....</b>	<b>i</b>
<b>1 Introducción .....</b>	<b>i</b>
<b>2 Objetivo .....</b>	<b>i</b>
<b>3 Metodología: Modelo Multi-criterio .....</b>	<b>i</b>
3.1 Las bases del modelo .....	i
3.2 La estructura del modelo.....	iii
<b>4 Visión y Objetivos para Andresito.....</b>	<b>x</b>
4.1 Visión.....	xi
4.2 Objetivos específicos del modelo .....	xi
4.3 Resolución de la evaluación multi-criterio para los objetivos simples.....	xii
<b>4.3.1 Objetivo 1: criterios para la selección de las áreas prioritarias para la conservación del hábitat y los servicios ambientales.....</b>	<b>xii</b>
4.3.1.1 Selección de los criterios: factores y condicionantes .....	xiv
4.3.1.2 Estimación de pesos para las variables y los factores.....	xxv
4.3.1.3 Estimación de la consistencia.....	xxvii
4.3.1.4 Obtención del mapa de aptitud para el Objetivo 1 .....	xxvii
4.3.1.5 Resultados para el Objetivo 1.....	xxviii
<b>4.3.2 Objetivo 2: criterios para la selección de las áreas de aptitud productiva .....</b>	<b>xxxii</b>
4.3.2.1 Factores limitantes.....	xxxii
4.3.2.2 Obtención del mapa de aptitud para el Objetivo 2 .....	xxxiv
4.3.2.3 Resultados para el Objetivo 2.....	xxxv
4.4 Evaluación de riesgo de decisión.....	xxxv
4.5 Análisis de las áreas de conflicto entre los objetivos.....	xxxvi

## TABLAS Y FIGURAS

<i>Tabla 1: Ranking de valoración de la importancia por comparación entre cada par de factores .....</i>	<i>vi</i>
<i>Tabla 2: Pesos para cada factor derivado del cálculo de eigenvector principal de la matriz de comparación entre factores o de matriz de comparaciones por pares de factores para la asignación de importancia de cinco factores. ....</i>	<i>vi</i>
<i>Tabla 3: Pesado de cada variable .....</i>	<i>vii</i>
<i>Tabla 4: Análisis de los criterios definidos para el manejo sustentable del bosque. ...</i>	<i>xiii</i>
<i>Tabla 5: Requerimientos de hábitat para algunas de las especies de mamíferos de la Eco-región del Bosque Atlántico. Fuente: Di Bitetti et al 2003.....</i>	<i>xvi</i>
<i>Tabla 6: Matriz de comparación de a pares para el índice de protección del suelo y agua (IPsa), se establece a partir de la asignación de un valor de importancia relativa de cada variable utilizada para la construcción del índice. En el modelo utilizado, el ranking debe ser revisado si el valor de consistencia da mayor a 0.10. ....</i>	<i>xxvi</i>
<i>Tabla 7: Aproximación de los pesos de las variables . *datos tomados de la tabla 6.xxvi</i>	<i>xxvi</i>
<i>Tabla 8: Orden de las variables basado en su peso aproximado. ....</i>	<i>xxvi</i>

<i>Tabla 9: Calculo de la suma de los vectores. Para cada variable, el peso (tabla 8) es multiplicado por su ranking (tabla 6) y sumado; luego dividido por el peso de la variable considerada</i> .....	xxvii
<i>Tabla 10: Matriz de comparaciones múltiples de los factores para el objetivo 1 CR=0.02</i> .....	xxviii
<i>Tabla 11: pesos de cada factor para la obtención del mapa para el objetivo 1</i> .....	xxviii
<i>Tabla 12: Matriz de comparaciones múltiples de los factores de para el objetivo 2</i> .....	xxxiv
<i>Tabla 13: pesos de cada factor para la obtención del mapa para el objetivo 1</i> .....	xxxv
<i>Figura 1: estructura del modelo de toma de decisiones multi-criterio (adaptado de H. Indrabudi, 2002)</i> .....	iv
<i>Figura 2: Triangulo de espacio de decisión</i> .....	ix
<i>Figura 3: Evaluación de la compensación entre dos objetivos en un modelo multi-objetivo</i> .....	x
<i>Figura 4: Función lineal de estandarización para IDH (Índice de diversidad del hábitat)</i> .....	xix
<i>Figura 5: Función sigmoideal decreciente, para Ar el valor de a=100m y d=1000m, para Pe a=20% y d=15%</i> .....	xxiii
<i>Figura 6: resultados de las corridas del modelo para el objetivo 1 con diferentes matrices de pesados. M-1 Matriz de consenso, M-2 matriz con pesos equitativos, M-3- mayor valor a índices IDH y DAP, M-4 mayor valor de índice IPsa y Re.</i> .....	xxx
<i>Figura 7: Función utilizada para definir el comportamiento del valor de aptitud para el uso productivo del suelo a diferente valor de pendiente del terreno</i> .....	xxxii
<i>Figura 8: Función de aptitud del área respecto a la distancia a las zonas urbanas y a las rutas principales</i> .....	xxxiii
<i>Figura 9: Mapa Resultado del modelo para el objetivo 2 con los pesados indicados en la matriz de consenso (tabla 12)</i> .....	xxxvi
<i>Figura 10: Escenarios resultado de la evaluación de diferentes pesados de compensación entre factores para el análisis conjunto de los objetivos 1 y 2</i> .....	xxxvii
<i>Figura 11: selección de las áreas con valores de aptitud de conservación más altos, para las mejores 5.000, 10.000, 12.000, 15.000, 20.000 y 25.000 hectárea.</i> .....	xxxviii

---

**ANEXO III**  
**DESARROLLO DE UN SISTEMA SOPORTE PARA LA DECISIÓN PARA EL**  
**MUNICIPIO DE ANDRESITO**

**VIII. Introducción**

En el presente anexo presenta el desarrollo detallado del sistema de soporte para la decisión (SSD) para la asignación del uso del suelo o zonificación de un área crítica para la conservación del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Colonia Andresito. El resultado es una propuesta de alternativas de zonificación del uso del suelo que minimizan los potenciales impactos ambientales, representando una herramienta válida para la toma de decisiones en el manejo territorial. La implementación de un plan de estas características en un ambiente tan fragmentado como la selva paranaense requiere necesariamente de la restauración de bosques y la implementación de áreas de uso sostenible.

**IX. Objetivo**

Proponer una metodología para la zonificación del Municipio de Andresito, a partir de un modelo multicriterio de soporte para la decisión de ordenamiento del territorio integral y participativo, teniendo en cuenta los intereses locales.

**X. Metodología: Modelo Multi-criterio**

**X.1 Las bases del modelo**

Las definiciones de sistemas de soporte de decisiones van desde un “sistema computarizado para la toma de decisiones estructurado a partir de datos y modelos tendientes a la resolución de problemas no estructurales” (Gorry & Morton 1971), hasta “cualquier sistema que contribuye facilitando la toma de una decisión” (Sprague & Watson 1986).

Una decisión es la elección de una alternativa entre varias posibles de acciones futuras, basadas en los criterios establecidos. Un criterio es la base para la decisión que puede ser medido y evaluado. Es la evidencia sobre la cual se basa la decisión. Los criterios pueden ser de dos tipos, restricciones, que excluye cualquier clase de acción y factores que actúan a favor de una determinada decisión. Los criterios son seleccionados y combinados siguiendo un procedimiento o regla de decisión que permite arribar a una decisión particular. Las reglas de decisión están estructuradas en el contexto de un objetivo específico (por ejemplo, definir cuál área es apta para el desarrollo de una determinada actividad). Para alcanzar el objetivo específico es frecuente la necesidad de evaluar varios criterios simultáneamente (lo que se denomina evaluación multi-criterio). La naturaleza del objetivo y como es visto éste por el tomador de la decisión, servirá como la fuerza directriz en el desarrollo de una regla de decisión específica.

La aproximación a la resolución del problema de la asignación del uso del suelo, no involucra una sola respuesta o solución, el resultado del modelo da varias opciones para la selección de alternativas donde cada una de ellas exhibe sus propias ventajas y riesgos.

En el presente estudio, el modelo es espacialmente explícito, en el cual se analizan datos espacializados e incorporados en un SIG. Todos los datos y la información utilizados en el proceso están modelados en forma de mapas georreferenciados, estos mapas son capas de información representados por una matriz de X filas e Y columnas, que pueden ser superpuestos y derivados a nueva información a través de diferentes operaciones de álgebra de mapas.

Existen algunos principios que debemos considerar para el desarrollo de un modelo multi-criterio para la toma de decisiones, estos son:

- El modelo es desarrollado siguiendo los principios de generalización y simplificación de la realidad, este debe ser fácil de entender y simple de comunicar e informar.
- El número de criterios de evaluación deben ser definidos de forma que el modelo describa de la mejor manera posible la problemática, con la menor

cantidad de criterios posibles, cuanto más criterios a ser evaluados son utilizados en el desarrollo del modelo, más complicado se hace el mismo.

- La evaluación de los criterios debe ser explicitada, cuantificable, operacional, no redundante y simple (Malczewski 2000).

## **X.2 La estructura del modelo**

El esquema de la estructura del modelo se detalla en el Figura 1. El proceso en la elección de una decisión comienza cuando se reconoce y define el problema, como una percepción o falta de nexo entre lo deseado y el estado actual del sistema (Eastman 1997). El primer paso en la evaluación implica la definición del objetivo que define el estado deseado de una entidad geográfica o del sistema bajo consideración. Cuando el proceso de elección de la alternativa involucra la resolución de conflictos entre diferentes objetivos hablamos de un modelo multi-objetivo.

Luego de establecer los objetivos claramente, se definen los atributos o criterios a ser evaluados, si el proceso involucra más de un criterio se trata de un modelo multi-criterio. Los criterios de evaluación en el presente trabajo, están asociados con entidades geográficas y las relaciones entre éstas. Cuando los criterios para la planificación son basados en datos espaciales, las capacidades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) pueden ser utilizados para la selección o priorización de áreas potenciales que cumplen con la maximización de los criterios seleccionados.

Existen varios estudios que demuestran la utilidad de la combinación de técnicas SIG y modelos multi-criterio en la planificación territorial, entre los que se encuentran trabajo referidos a la selección de sitios prioritarios para la planificación en el manejo forestal (Stephen and Meitner 2004), para la selección de sitios de restauración (Reynolds and Hessburg 2004), para la deposición de residuos nucleares (Carver 1991), etc.

Los criterios dijimos podían ser de dos tipos, factores o atributos y restricciones o condicionantes. Un factor es el criterio que resalta o minimiza la aptitud de una alternativa específica para la actividad bajo consideración, por ejemplo, las áreas con

pendiente abrupta del terreno, presentan un mayor riesgo de erosión del suelo, por lo tanto no son zonas aptas para la conversión de la cubierta forestal para otros usos, cuanto más plana el área, mayor aptitud para el desarrollo agrícola.

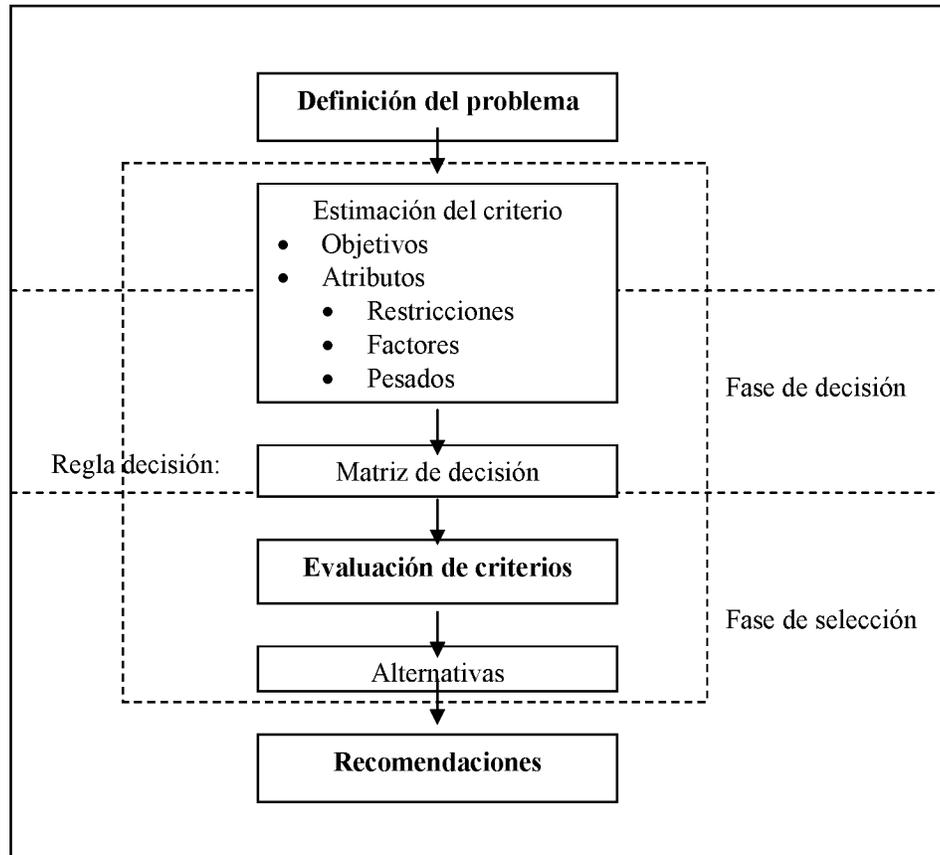


Figura 40: estructura del modelo de toma de decisiones multi-criterio (adaptado de H. Indrabudi, 2002)

Un condicionante o restricción, es un criterio que sirve como límite a la alternativa bajo consideración, un buen ejemplo es la exclusión del análisis de las áreas definidas como reserva de vida silvestre, o la exclusión de las áreas con pendientes mayores al 30% para cualquier tipo de desarrollo. Generalmente los condicionantes se presentan como mapas booleanos (lógicos) codificados con ceros y unos, donde las áreas excluidas del análisis son codificadas con cero y las áreas bajo consideración, con uno. En el análisis de los ecosistemas y en la evaluación de la aptitud del suelo, a las variables de tipo continuas, se las puede considerar como factores limitantes, que a su vez, en ocasiones pueden funcionar como condicionantes.

Valores que puede tomar cada criterio

Debido a las diferentes escalas en que cada criterio es medido, es necesario la estandarización de los factores antes de la combinación donde la fórmula más sencilla es la lineal:

$$x_i = (R_i - R_{\min}) / (R_{\max} - R_{\min}) * \text{el rango de estandarización}$$

donde R = valor de la celda

valor estandar= 0 a 255

Sin embargo no todas las variables se comportan de forma lineal si consideramos que los factores continuos son realmente variables con límites poco claros o difusos, por lo que existen otras funciones de estandarización no lineales. Los valores resultantes de la estandarización se encuentran en el rango de 0 a 1 (escala real) o de 0 a 255 (escala bytes). A valores más cercanos a 1 o 255, mayor el valor de aptitud del factor y de la probabilidad de pertenecer al grupo de decisión. Un punto crucial en la estandarización es la definición del valor crítico al cual el grupo de valores por debajo o por encima de este presenta el valor entre 0 o 1 (0 o y 255).

Pesado del criterio

Existen varias técnicas de pesado de variables. En los casos más sencillos, la asignación de los pesos es la división de 1 entre los criterios, sin embargo cuando la cantidad de criterios es grande, se dificulta la evaluación conjunta. Una de las metodologías es la asignación de los pesos por comparación de a pares de factores, en el cual, para facilitar el proceso de asignación de pesos, se comparan sólo dos criterios a la vez. La comparación de a pares entre criterios tiene la ventaja de proveer una estructura organizada para la discusión entre grupos, promoviendo alcance de consensos.

En el proceso de evaluación multi-criterio utilizando la técnica de combinación lineal con pesados, es necesario que la suma de uno. Utilizando la técnica de Saaty (1980), los pesos de cada factor son derivados tomando el eigenvector principal de la matriz recíproca cuadrada de los pares de comparaciones entre los criterios. La comparación

responde a la importancia relativa de cada par de variables definidas. El ranking se establece en una escala de 9 puntos, (Tabla 1a) Por ejemplo, si uno cree que la proximidad a una ruta es mucho más importante que el gradiente de pendiente en la determinación de la aptitud para el establecimiento de un área industrial, el valor de 7 es asignado a este par. Si fuera a la inversa entonces 1/7 sería el valor indicado, donde cada valor significa un grado de importancia de un factor respecto al otro

**Tabla 16: Ranking de valoración de la importancia por comparación entre cada par de factores**

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
-----	-----	-----	-----	---	---	---	---	---

menos importante  $\longrightarrow$  mas importante

El proceso de asignación de pesos, se puede trabajar individualmente o en grupos de personas. Se consideran todos los pares de variables posibles ranqueadas en orden de importancia. Una vez obtenida la matriz de importancia (Tabla 2) se procede a la obtención del eigenvector principal de los pesos ajustados (Tabla 3). Luego se determina el grado de consistencia en el desarrollo de la matriz, a través de un índice de consistencia, el cual evalúa la probabilidad de que la matriz haya sido obtenida por azar. El valor máximo aceptable del índice de consistencia es 0.10, de lo contrario los pesos deben ser re-evaluados.

**Tabla 17: Pesos para cada factor derivado del cálculo de eigenvector principal de la matriz de comparación entre factores o de matriz de comparaciones por pares de factores para la asignación de importancia de cinco factores.**

	Proximidad a ruta	Proximidad a ciudad	Gradiente de pendiente	Tamaño de la parcela	Distancia al parque
Proximidad a ruta	1				
Proximidad a ciudad	1/3	1			
Gradiente de pendiente	1	4	1		

Tamaño de la parcela	1/7	2	1/7	1	
Distancia al parque	1/2	2	1/2	4	1

**Tabla 18: Pesado de cada variable**

Proximidad a ruta	0.33
Proximidad a ciudad	0.08
Gradiente de pendiente	0.34
Tamaño de la parcela	0.07
Distancia al parque	0.18

### Evaluación de los criterios

Una vez que se establecieron los mapas de los criterios, sigue la etapa de evaluación o agregación que consta de la combinación de los factores y los condicionantes.

Dentro de la etapa de evaluación, se utilizan tres lógicas de agregación de criterios de evaluación que son:

- Intersección Booleana, la solución generalmente es la unión (logical OR) o la intersección (logica AND) de la condición, se utiliza para factores condicionantes.
- Combinación lineal con pesados (CLP), se utiliza para los factores o variables continuas, el cual multiplica a cada factor estandarizado (el píxel de cada mapa) por un peso y luego suma los resultados

$$A = \sum w_i x_i$$

Donde A = Aptitud

$w_i$  = pesado del factor i

$x_i$  = valor del factor i

En el caso de que se aplique un condicionante el procedimiento se modifica por la multiplicación de A por el condicionante.

$$A = \sum w_i x_i \prod c_j$$

Donde  $\prod$  = producto  
 $c_j$  = valor del criterio j

- Media por orden de pesos (MOP), esta evaluación es igual que la CLP, con la excepción que aparece un segundo grupo de pesado, que controlan la manera en que se agregan los factores. Este segundo pesado no se aplica a un factor en especial, sino que son multiplicados sobre la base de píxel a píxel a cada valor que toma el factor, ranqueados en orden creciente. El primer peso es asignado al rango más bajo del valor del indicador para un píxel dado, el segundo peso al siguiente valor, siguiendo el mismo procedimiento para todos los factores. Esta evaluación controla el grado de compensación entre los factores y el riesgo de la toma de una decisión.

Para una mejor comprensión del este proceso debemos analizar el significado de compensación entre factores y riesgo en la toma de una decisión.

#### Compensación o trade-off

Cuando un factor es pesado, se le asigna un grado de importancia relativa respecto de los otros factores, determinando el rol que juega cada factor en la asignación del valor de aptitud. Por ejemplo un factor al cual se le ha asignado un peso alto, compensa a otro factor con valor bajo de aptitud, aunque el valor del factor pesado no sea alto. Al contrario, un factor con un elevado valor de aptitud pero con un peso muy bajo, compensa pobremente a otro factor con bajo valor. Los pesos de cada factor determinan el grado de compensación entre factores, en cambio el orden de los pesados determina el grado de compensación total permitido.

#### Riesgo

Si se establece que sólo cuando todos los valores de los factores evaluados deben ser altos para obtener un resultado alto en la combinación de los mismos, entonces el operador AND es el indicado para la operación, y es descrito como el valor mínimo de riesgo en la toma de decisión, por el contrario el operador booleano OR determina el máximo. La solución AND es de bajo riesgo porque podemos estar seguros que si el valor de aptitud es alto, es porque todos los factores agrandados son altos. Mientras que el uso de OR es de alto riesgo porque el valor de agregación alto, sólo nos dice que al menos uno de los factores tiene valores altos. El resultado de la utilización de la combinación por orden de pesos en la evaluación de los criterios, caerá en algún lugar dentro del triángulo del espacio de decisión, como muestra la Figura 2.



**Figura 41: Triangulo de espacio de decisión**

### Evaluación multi-objetivo

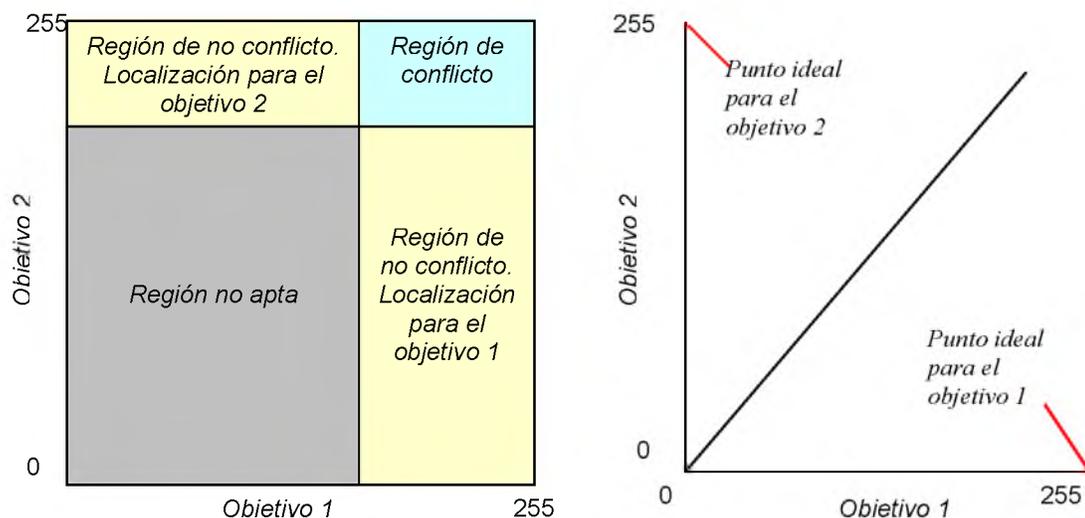
Si el desarrollo del modelo consta de mas de un objetivo y éstos a su vez son conflictivos, entonces debe realizarse un segunda evaluación. Con objetivos conflictivos, la asignación del uso del suelo para un área puede responder a uno de los objetivos considerados.

El procedimiento es una extensión de la asignación de prioridades para un solo objetivo, y consta de la comparación entre los resultados obtenidos de la evaluación de los objetivos simples. Se establece un diagrama multidimensional, según la cantidad de

objetivos establecidos. El gráfico (Figura 3) muestra el diagrama sólo con dos objetivos a modo de ejemplo y para simplificar la comprensión del proceso:

Cada celda en el mapa raster, puede ser localizado en el espacio de decisión que muestra el diagrama según su valor de aptitud para cada objetivo y en donde se define el área de conflicto entre objetivos. Cuando el valor del píxel cae en el áreas de conflicto se puede repartir en dos, aquellas cercanas al objetivo 1 o al objetivo 2, a través de los cálculos de distancias mínimas a estos puntos ideales. Este proceso es iterativo, y requiere de una estandarización previa de los objetivos para su comparación, la cual puede ser lineal o estandarizar por la ecualización no paramétrica del histograma de los valores de aptitud para cada objetivo.

Como resultado se obtiene una matriz de compromiso entre objetivos con la localización de las áreas prioritarias para el alcance de los mismos.



**Figura 42: Evaluación de la compensación entre dos objetivos en un modelo multi-objetivo**

## **XI. Visión y Objetivos para Andresito**

## **XI.1 *Visión***

La visión para Andresito es la de alcanzar un paisaje de conservación con un alto grado de conectividad entre remanentes forestales mayores y del paisaje global, con remanentes que preservan sus rasgos estructurales y florísticos en buen estado de conservación, donde los recursos naturales (agua, suelo, biodiversidad) sean protegidos para las generaciones futuras, a través de proyectos que promuevan al mismo tiempo el desarrollo de la comunidad local y el apoyo de políticas de acción con la comunidad y grupos de gobierno.

**El objetivo general** apunta a recobrar la integridad ecológica de sistema y a mejorar la calidad de vida de las personas que lo habitan. Esto implica la conservación de la biodiversidad y del hábitat, de los servicios y funciones ambientales (como el secuestro de carbono, calidad de los recursos agua, suelo, procesos hidrológicos y ecosistémicos, etc.), la protección del recurso hídrico y del suelo, además de mejorar la calidad de la vida de la población (Holz & Placci 2003) de modo de alcanzar un desarrollo ecológico, económico y socialmente sustentable.

Este objetivo plantea varios interrogantes y problemáticas a considerar, en este trabajo nos enfocaremos en la dimensión espacial de la misma. Cuando se quiere hacer uso de un territorio, lo primero que deberíamos establecer es el qué, dónde, cómo y cuándo realizar cierta actividad dentro del mismo. Cada territorio presenta características físicas, bióticas y sociales propias. El enfoque aquí planteado necesita de una primera fase donde es necesario el conocimiento del ecosistema lo más acabado posible en cuanto a su estructura, dinámica y función.

## **XI.2 *Objetivos específicos del modelo***

- i) localizar las áreas prioritarias para la conservación y/o restauración del hábitat y los servicios ambientales, y
- ii) localizar los sitios con aptitud agrícola que garanticen el sustento y el desarrollo futuro de la población.

Cabe aclarar que no existe una definición de criterios “apropiados” o “únicos” a utilizar, pero es necesario que estos sean explicitados y cuantificados.

El modelo multi-criterio fue estructurado a partir de un proceso jerárquico de análisis y en base a dos objetivos específicos (modelo multi-objetivo), que además son conflictivos por naturaleza, puesto que cada porción del territorio sólo puede recibir una sola clase de uso del suelo.

Una vez obtenidos los mapas a través del análisis por separado de cada objetivo, se estableció una solución de balance o compensación entre ambos.

<b>Criterios</b>	Montreal	Helsinki	Sheppard et al	Reynolds et al	ITTO
------------------	----------	----------	-------------------	-------------------	------

### ***XI.3 Resolución de la evaluación multi-criterio para los objetivos simples***

#### **XI.3.1 Objetivo 1: criterios para la selección de las áreas prioritarias para la conservación del hábitat y los servicios ambientales**

<b>Ecológicos</b>					
Conservación biodiversidad	√	√	√	√	√
Integridad del ecológica	√	√		√	√
Recurso agua y suelo	√	√	√		√
Ciclo de carbono global	√	√			
<b>Económicos</b>					
Productividad bosque	√	√	√	√	√
Productividad suelo	√	√	√	√	√
Beneficios económicos	√	√		√	√
<b>Sociales</b>					
Abastecimiento de agua	√	√	√		√
Recreación/ patrim. cultural	√	√	√		√
Marco legal e institucional	√	√			√

Se han analizado y comparado los criterios definidos para el manejo sustentable en ecosistemas de bosque, utilizados por otras organizaciones involucradas en el manejo de los recursos forestales, como la ITTO (International Tropical Timber Organization), Montreal, Helsinki y otros autores que utilizaron modelos multi-criterio para la toma

**Tabla 19: Análisis de los criterios definidos para el manejo sustentable del bosque.**

de decisión en la planificación para el manejo sustentable del bosque (Tabla 4), la mayoría de los cuales comparte la utilización de criterios de conservación de la biodiversidad y protección de la calidad del suelo y agua. Todos los criterios son evaluados usando técnicas SIG y sensores remotos, excepto por los criterios relacionados a los beneficios culturales, socio- económicos y legales.

En el desarrollo del modelo para Andresito, los criterios y variables utilizados fueron seleccionados en función de la importancia del bosque como: hábitat para las especies a una escala de paisaje, en la regulación de los procesos hídricos y la conservación del suelo y en el incremento de la conectividad entre remanentes forestales y las áreas

protegidas. La comunidad de Andresito percibe al bosque como un recurso prioritario para su conservación.

#### *XI.3.1.1 Selección de los criterios: factores y condicionantes*

Los criterios seleccionados fueron los siguientes:

- A. Índice de Biodiversidad de Hábitat Potencial (IDHP)
- B. Índice de protección de la calidad del agua y el suelo (IPsa)
- C. Índice de Riesgo de conversión (Rc)
- D. Distancia a las áreas protegidas (Dap)
- E. Áreas protegidas (Ap) (factor condicionante, mapa booleano con valores 0 y 1)

A, B y C son factores que a su vez son funciones de variables o indicadores simples que combinados, dieron como resultado un mapas de aptitud de áreas prioritarias de conservación. El criterio D es la distancia a las áreas protegidas, éstas a su vez funcionan en E como factor condicionante o de restricción.

#### A- Conservación de la biodiversidad: índice de diversidad del hábitat potencial (IDHP)

La definición de los indicadores para este criterio se basó en el reconocimiento de la relación entre la persistencia de poblaciones viables y la estructura del paisaje, relacionado con la teoría de islas (MacArthur & Wilson 2001). Las medidas de los patrones espaciales a escalas de paisaje pueden ser consideradas como factores fácilmente utilizables por los planificadores para la toma de decisiones en la planificación considerando modelos con posibilidad de adaptarse a cambios a partir de nuevos conocimientos y/o la adquisición de nueva información.

Partimos de la premisa que la estructura del paisaje afecta la dinámica de las poblaciones a través de dos factores principales: la pérdida y la fragmentación del hábitat. Estos factores no son los únicos que afectan las respuestas de las poblaciones animales, sin embargo, dado nuestro limitado conocimiento sobre los mecanismos

biológicos, la cuantificación de los patrones espaciales del paisaje pueden ser medidas aceptables para resumir los efectos de la estructura del hábitat sobre las comunidades.

Nos referimos a la reducción en la disponibilidad de hábitat cuando hablamos de pérdida del hábitat y a la subdivisión del área en parches aislados o semi-aislados, como fragmentación. Cuán aislado está un fragmento dependerá de las especies consideradas en función de los patrones de dispersión y los requerimientos del hábitat, pudiendo cambiar los valores de la conectividad del paisaje para las diferentes especies. En este contexto se han analizado diferentes requerimientos territoriales para algunas de las especies de la eco-región (Tabla 5) siguiendo los lineamientos de otros estudios en la región (Di Bitetti et al 2003).

Tabla 20: Requerimientos de hábitat para algunas de las especies de mamíferos de la Eco-región del Bosque Atlántico. Fuente: Di Bitetti et al 2003

Especie	densidad	Área por individuo	Área para 50 individuos	Área requerida para garantizar una población viable ( $N_e=50$ ) <sup>1</sup>		Área para garantizar la evolución adaptativa ( $N_e=500$ ) <sup>2</sup>	
				Ha/150 indiv	Ha/500 indiv	Ha/1500 indiv	Ha/5000 indiv
Águila Arpia	0.0002	5	250	750	2,500,000	7,500,000	25,000,000
Jaguar	0.0003	3,5	175	525	1,750,000	5,250,000	17,500,000
Tapir	0.0039	254	12,712	38,136	127,119	381,356	1,271,186
Brocket deer	0.0157	64	3,191	9,574	31,915	95,745	319,149
Black lion tamarin	0.0186	54	2,694	8,082	26,94	80,819	269,397
Coati Sud Americano	0.0408	25	1,227	3,68	12,267	36,801	122,669
Pecarí de Collar	0.0414	24	1,207	3,621	12,071	36,214	120,715
Pecari labiado	0.0561	18	891	2,672	8,907	26,722	89,074
Aguti Azara	0.1019	10	491	1,473	4,908	14,725	49,084
Nine-banded armadillo	0.1275	8	392	1,176	3,922	11,765	39,216
Brown capuchin	0.1366	7	366	1,098	3,661	10,982	36,607
Brown howler monkey	0.1595	6	314	941	3,135	9,406	31,352
Guianan Ardilla	0.1795	5	279	836	2,786	8,357	27,858

Algunos de los efectos de los patrones espaciales sobre los organismos, han sido bien argumentados por varios autores (Turner et al 2001). En general, parches de mayor tamaño, presentan mayor cantidad de especies y frecuentemente un mayor número de individuos que parches pequeños del mismo hábitat además de una mayor diversidad de ambientes, en tanto la forma de los bordes del parche puede influenciar la abundancia relativa de las especies, mientras que la conectividad del hábitat puede restringir la distribución espacial de las especies por la presencia de áreas accesibles y otras inaccesibles e influir en el uso del mismo.

La conectividad del hábitat variará dependiendo de dos factores, la abundancia del hábitat y su arreglo espacial, además de la capacidad de movimiento y dispersión de los organismos. Según varios estudios (Franklin y Forman 1987) existe un umbral a partir del cual se pasa de un paisaje conectado a uno desconectado, este estado dependerá del arreglo espacial de los parches del hábitat. Utilizando modelos neutrales del paisaje, cuando la superficie del territorio ocupada por el hábitat es menor al 60 %, el paisaje presenta parches relativamente pequeños y desconectados, sin embargo, cuando el hábitat ocupa más de 60% de la superficie del paisaje, el hábitat está distribuido en pocos parches, grandes y conectados. Bajo estas condiciones el umbral de conectividad sería aproximadamente 60%. Si el hábitat no se encuentra distribuido al azar, pero tiene un alto grado de agrupamiento, como se observa en la mayoría de los paisajes actuales, el umbral de conectividad por lo general es más bajo, lo que significa que el paisaje presenta conectividad a valores más bajos de superficie ocupada por el hábitat.

Por otra parte, si consideramos las diferentes capacidades de movilidad de los organismos, en paisajes con distribución aleatoria del hábitat y si el organismo tiene una alta capacidad de desplazamiento (en el modelo neutral puede moverse hacia cualquiera de las ocho celdas vecinas, las adyacentes y diagonales), entonces el umbral de conectividad para estos organismos decrece a 40%; pero si el organismo tiene la capacidad de saltar o pasar a través hábitat no aptos hacia otro parche, entonces el umbral de conectividad es aún menor, representando un paisaje con solo el 25% de cobertura de hábitat. La importancia de esta idea es que la conectividad o discontinuidad del hábitat y el cambio entre estos dos estados ocurre a un valor umbral de abundancia de hábitat. Para un organismo esto significa la posibilidad o no de moverse dentro del paisaje y acceder a sitios de reproducción, alimentación, nidificación, etc

El avance de la frontera agrícola sobre tierras de bosque nativo en el municipio de Andresito ha producido la progresiva pérdida de hábitat para la fauna. La superficie de producción agrícola ganadera, especialmente de cultivos de yerba mate, se ha incrementado un 50,61% desde fines de los 80 a principios del 2000. Siendo que la cobertura de bosque remanente en la actualidad es de aproximado el 50% (44.651 ha) aun estaríamos frente a un paisaje en el cual existe conexión estructural. Actualmente, se observa una tendencia hacia el aumento de la producción agrícola, en especial del cultivo de yerba mate, causada por un aumento del precio de mercado en los últimos años. Esta tendencia podría traducirse en la conversión de tierras de bosque a uso agrícola, con la consecuente pérdida de la conectividad para las especies con baja capacidad de dispersión o movilidad y por disminución del hábitat y aumento de la fragmentación del paisaje.

Teniendo en cuenta estos supuestos, se ha desarrollado un índice a escala del paisaje llamado de diversidad de hábitat potencial (IDHP) para la evaluación del criterio de conservación de la biodiversidad, el cual se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$IDHP_i = (IF_j * IA_i)^{\lambda} \sqrt{\text{lineal}}$$

√ Donde IF: es un índice de la forma del parche de bosque, el que tiene en cuenta la relación ponderada entre el área y el perímetro del parche. La formula establece cuánto se aleja el parche de una forma circular (la forma con menor efecto borde) a un área definida.

La formula es  $\lambda - (\lambda - 1) \sqrt{a_i/p_i}$  donde  $a_i$  = área del parche y  $p_i$  = perímetro del parche (en este caso se utiliza el cuadrado como la forma más sencilla, puesto que el paisaje esta representado por una grilla o matriz de X filar por X columnas) (Yoshida and Tanaka 2001).

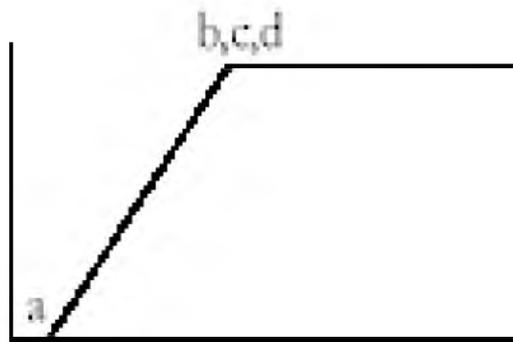
√ IA: es la razón entre el área del parche y el total de áreas de bosque ( $a_i/A$ )

La forma del parche (IF) indica la complejidad ecológica del ecosistema (presencia de borde, ecotonos, especies de interior vs especies de borde) como el grado de desviación de la forma más sencilla del parche de bosque. El índice de área (IA) indica que, áreas

mayores presentan procesos a niveles ecosistémicos más altos que los parches pequeños.

Estos índices, luego de multiplicarlos son estandarizados a valores de rango entre 0 a 255 utilizando una función lineal, donde el valor umbral queda definido en función de la especie o grupo de especies consideradas. Entonces la aptitud del parche de bosque para albergar poblaciones viables, aumentará de forma lineal a medida que aumenta el índice de diversidad del hábitat, desde pequeños parches con un gran efecto de borde, que podrían funcionar como elementos de conexión entre parches mayores, hasta los parches mayores.

Definimos al valor de  $a= 5$ ha (correspondiente a un valor aproximado de 0,6 de IDH), que representa el área requerida por un individuo de la especie Guianan squirrel, una de las especies con bajo requerimiento de área (Figura 4)



**Figura 43: Función lineal de estandarización para IDH (Índice de diversidad del hábitat)**

#### B- Protección del agua y el suelo

La función de protección del agua y suelo se refiere a la prevención de la pérdida de suelo por erosión y aumento de sedimentos en el agua con la consiguiente pérdida de su calidad. La protección del recurso agua se valora como suministro de agua potable para la población (servicio ambiental) y como medio de subsistencia de la diversidad de especies tanto acuáticas como terrestres (hábitat).

Desde un punto de vista antrópico, el suelo es el sustrato sobre el cual las comunidades locales desarrollan diferentes actividades productivas. La falta o pérdida del recurso genera el éxodo de personas a otras áreas que por lo general presentan cobertura boscosa la que es necesario eliminar para la utilización agraria de la tierra (avance de la frontera agrícola). En sistemas de bosques subtropicales la mayor concentración de nutrientes se encuentra en la biomasa vegetal por lo que un mal manejo produce la degradación y pérdida del recurso suelo.

La importancia de la cubierta forestal en la retención del suelo en áreas con alto riesgo de erosión ha sido bien documentada (Japanese Forestry Agency 1991; 1998; Stredansky 1994). La cobertura forestal en las áreas de pendiente y más elevadas del terreno desempeña una acción eficaz de filtro superficial de sedimentos (Píccolo et al. 2002). También disminuye la acción erosiva del impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, a través de la abundante hojarasca y vegetación del sotobosque característica de sistemas de bosque húmedos. La mayor parte de los sedimentos liberados de los ecosistemas terrestres llegan a los cursos de agua a través de su transporte en solución por el escurrimiento superficial, aumentando la cantidad de sedimentos en los mismos, con el consecuente aumento de la turbidez afectando la calidad del agua (servicio) y a la biodiversidad (hábitat).

También la función de los bosques riparios en la retención eficaz de nutrientes por el sistema radicular de los árboles (Rodríguez y Freitas 2000), contribuye a la conservación de la calidad del agua. Por otro lado la recuperación de la vegetación contribuye al aumento de la capacidad de almacenamiento de agua en los cursos a largo plazo y al aumento de agua en los periodos secos. La destrucción de la vegetación en las márgenes puede a mediano y largo plazo, disminuir la capacidad de almacenamiento de la micro-cuenca y consecuentemente su escasez en las épocas de secas.

Existe una interacción funcional directa entre la vegetación, los procesos hidráulicos y geomorfológicos y la biota acuática. Esta interacción ocurre en primer lugar por el papel desempeñado por las raíces en la estabilización de las márgenes de los ríos. Además, la vegetación abastece de material orgánico que funciona como fuente nutricional para la biota acuática. Las rugosidades del las márgenes, producida por la vegetación, favorecen el proceso de retención de la materia orgánica, por obstrucción del flujo de

agua, creando zonas de turbulencia y zonas de velocidad disminuida, favoreciendo consecuentemente el proceso de deposición de partículas y sedimentos y creando microhábitat favorables para algunos organismos. También favorece el equilibrio térmico del agua por la atenuación de la radiación solar, influenciando positivamente la producción primaria de los sistemas lóticos.

El uso de corredores verdes uniendo fragmentos forestales es bastante utilizado en la restauración de paisajes, en función de la importancia en la conexión de poblaciones separadas por fragmentos. La vegetación riparia es estratégica para el establecimiento de corredores.

Basándonos en extensa bibliografía relacionada, las variables utilizadas para definir áreas prioritarias para la protección del agua y el suelo fueron: pendiente, profundidad del suelo, geomorfología y proximidad a los cursos de agua (zonas buffer o riparias). Cada variable es pesada de acuerdo a su importancia y generada como una capa de información en el SIG.

La pendiente del terreno se construyó a partir del modelo digital de elevación del terreno, utilizando los datos de cartas topográficas provistas por el Instituto geográfico Militar, y de los ajustes y validación a campo de las imágenes de radar provistas por el sistema SRTM (Farr et al 2007) profundidad del suelo obtenidas de los mapas edafológicos de la Provincia de Misiones (Ministerio de Ecología y Recursos Naturales), la geomorfología fue ajustado a la escala de análisis a partir de información de la base de datos SIG para la ecorregión del Programa Selva Paranaense (Di Bitetti; Placci and Dietz 2003).

Para la protección de la calidad del agua, al mismo tiempo que la conservación del hábitat para especies acuáticas, se han considerado como factores a ser incorporadas, la superficie de áreas buffer o riparias con cobertura “natural”. La precipitación, se ha tomado como una constante en el análisis debido a la pequeña extensión del área bajo estudio, sin embargo no se descarta la posibilidad de ajustarse con información a nivel microclimático, puesto que se observan fluctuaciones, sobre todo en sitios adyacentes al río Iguazú, donde disminuye la amplitud térmica, la probabilidad de heladas y aumenta

la humedad, con su consecuentemente efecto sobre las comunidades vegetales propias de estos sitios. La siguiente ecuación describe el índice de protección del agua y suelo:

$$IPsa = w_1Pe + w_2Ps + w_3Ge + w_5Ar$$

Donde (IPsa): Índice de protección del suelo y agua

- √ Pe: pendiente
- √ Ps: profundidad del suelo
- √ Ge: geomorfología
- √ Ar: áreas riparias (buffer zone)

Aquellos sitios con pendientes mayores al 20% presentan el valor más alto de prioridad para la protección, este valor desciende a medida que la pendiente decrece. Para la estandarización del factor se utilizó una función sigmoideal decreciente con un valor umbral de 20% (Figura 5). Se consideraron cinco categorías de profundidad<sup>7</sup> del suelo y cinco unidades geomorfológicas<sup>8</sup>. A cada una de ellas se le asignó un valor de conservación en función de su fragilidad, con un valor de 255 para los suelos superficiales con fuerte riesgo de erosión por pendiente, descendiendo a valores de 200, 150, 100 y 50 en función de la profundidad para cada categoría, de la misma forma para las unidades geomorfológicas. Las áreas riparias (función de distancia) tomaron un

<sup>7</sup> Las unidades de suelo consideradas son:

Unidad 3: Suelos variadamente evolucionados, generalmente hidromórficos, de medianamente profundos a profundos, ácidos de baja fertilidad, derivados de depósitos de los arroyos principales. Están asociados a suelos hidromórficos, arcillosos, de medianamente profundos a profundos, ligeramente ácidos, medianamente fértiles, procedentes de melafiro,

Unidad 6: Suelos jóvenes, poco evolucionados o evolucionados, derivado de melafiro alterados y fracturados, hasta profundidades discreta (1-2m), permeables, ligeramente ácidos, fértiles. A veces están asociados a suelos hidromórficos derivados de melafiro, evolucionados, arcillosos, ligeramente ácidos, medianamente fértiles.

Fase 6A: relieve plano a poco inclinado. Escaso peligro de erosión, perfil mas profundo

Fase 6B: relieve fuertemente inclinado. Fuerte peligro de erosión, perfil superficial.

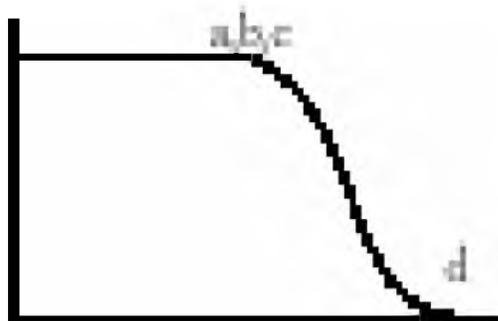
Unidad 7: Suelos hidromórficos, muy evolucionados, lixiviados, derivados de depósitos aluvionales antiguos. Profundos, arcillosos, de baja fertilidad. Pueden estar asociados a suelos derivados de aluviones más recientes de la unidad 3

Unidad 9: Suelos rojos muy evolucionados, lixiviados, permeables. Ácidos o ligeramente ácidos, medianamente fértiles derivados de melafiros. Incluye las fases erosionadas. Pueden encontrarse asociadas pequeñas superficies de las unidades 3 y 6

<sup>8</sup> Las unidades geomorfológicas son: Lomas y vallecitos, Lomas fuertemente disectadas y vallecitos, Lomas fuertemente disectadas, Meandros antiguos cerrados y Cordones. Las lomas y vallecitos corresponden a unidades pertenecientes a la región de Piediplano del Paraná, dominan los suelos Kandiuales ródicos; en las lomas fuertemente disectadas y lomas fuertemente disectadas y vallecitos pertenecientes a la región de Lomeria fluvioerosional, predomina el suelo de tipo Kandiuales ródicos, suborden radiales, diferenciándose las lomas fuertemente disectadas y vallecitos por presentar áreas de pendiente no tan pronunciada; los Meandros antiguos cerrados pertenecen a la región de paleocausas y valles aluvionales donde domina el suelo argiocuoles vérticos, son suelos anegados y de escasa profundidad; los Cordones pertenecen a la región de serranías fluvioerosionadas con afloramiento rocoso y pendiente pronunciada, dominan los suelos hapludoles érticos.

4.

valor máximo hasta una distancia de 100 m del cuerpo de agua, desde donde el valor comienza a descender siguiendo una función sigmoideal decreciente haciéndose mínima a valor de 1000 m.



**Figura 44: Función sigmoideal decreciente, para Ar el valor de a=100m y d=1000m, para Pe a=20% y d=15%**

### C- Riesgo de conversión

El bosque ha sido explotado por el hombre a través de la extracción de especies maderables y la pérdida por conversión a otros usos (agrícolas, ganadero y plantaciones mono-específicas para la industria del papel y la madera). La amenaza de conversión del bosque a otros usos o explotación del mismo, puede ser estimada de forma indirecta a partir de la proximidad a los centros urbanos más importantes, por dos motivos principales, la minimización de los costos de transporte de los productos y la propia expansión urbana. Las rutas o caminos también juegan un rol importante en las amenazas facilitando el acceso a las actividades de deforestación.

Por otro lado, en estudios anteriores (Guerrero Borges y Sarandón 2004), se ha observado que existe una relación entre el tamaño de las parcelas catastrales (subdivisión de la tierra en minifundios), con valores menores a las 25ha, y la capacidad para conservar el bosque dentro de la “chacra”, dado que la superficie de tierra productiva por propietario o grupo familiar, no alcanza a cubrir la unidad económica mínima de producción, por lo que los sectores con un alto grado de subdivisión de la tierra, están sometidos a una mayor presión de conversión por desmonte, que las parcelas mayores donde parte de la misma es conservada como bosque. Esta tendencia presenta un valor máximo por debajo del cual a mayor superficie del predio, la conversión vuelve a ser mayor, puesto que comienzan a actuar los latifundios cuyos

propietarios son por lo general grandes empresas las cuales presentan altos grado de conversión por diferentes monocultivos, en este caso relacionados a la industria del papel y la madera. Hemos considerado que a mayor riesgo de conversión, menor es el valor de oportunidad para la conservación del bosque. Se desarrollo un índice de riesgo de conversión del bosque (RC), a partir de la combinación lineal y pesado de los factores siguientes:

$$RC = w_1P_{cu} + w_2P_c + w_3A_p + w_4P_b$$

- √  $P_{cu}$ : proximidad (m) a los centros urbanos más importantes
- √  $P_c$ : proximidad (m) a los caminos y rutas principales
- √  $A_p$ : Superficie de la parcela

El riesgo de deforestación aumenta con la cercanía a las rutas y a los centros urbanos y con tamaño de parcelas menores a 25 ha. Puesto que en el Municipio no existen los grandes latifundios sólo se han considerado las parcelas menores con riesgo mayor de conversión.

Para la estandarización de las distancias a los centros urbanos y rutas se utilizaron funciones de tipo sigmoïdal, estableciéndose un umbral de 3.000 m para las rutas y para los centros urbanos. En estos casos el valor de aptitud para la conservación aumenta a mayor distancia a las rutas principales y centros urbanos y a tamaños mayores a las 25 ha de la parcela. Cabe aclarar que esta relación no es generalizable para cualquier área geográfica o municipio, ésta dependerá de la realidad socioeconómica del área, de la capacidad económica productiva del colono (capital productivo, maquinaria, acceso a la tecnología, etc) y de la tenencia de la tierra.

#### D- Distancia a las áreas protegidas o áreas núcleo primarias (Dap)

Este índice se ha considerado en función de la importancia de las áreas cercanas a los parques o reservas naturales como zonas de amortiguamiento de los impactos de las actividades antrópicas sobre los sistemas “naturales” protegidos.

Para este factor se construyo un mapa de distancia a las siguientes áreas protegidas:

- Parque Nacional Iguazú
- Parque Povoicial Uruguái
- Parque Povoicial H. Foerster
- Parque Povoicial Cmetti
- Áreas de Reservas de Vida Silvestre.

La estandarización del factor siguió una función sigmoial decreciente con la distancia a los parques donde el valor de  $a=1.000$  m.

#### E- Áreas protegidas

Estas áreas actuaron como factores de restricción al análisis. Los píxeles pertenecientes a la categoría de áreas protegidas se les asignó el valor de cero, y al resto de uno. En la ecuación final de combinación de los factores, éste es multiplicado por la sumatoria de los factores por sus pesos (ver ecuación del objetivo 1), por lo consiguiente todos los sectores del municipio localizados dentro de las áreas protegidas se excluyen del análisis de priorización de áreas de conservación, puesto que éstas áreas ya han sido asignadas a una actividad o uso específico dentro de la legislación vigente.

#### *XI.3.1.2 Estimación de pesos para las variables y los factores*

El desarrollo de la matriz de comparación, la Tabla 6 muestra el ranking de las variables y la Tabla 6 el de los factores finales.

**Cálculo de los pesos para cada variable**, el resultado se muestra en la tabla 7. El orden del ranqueado aproximado para el índice IPsa es el que se muestra en la tabla 8.

**Tabla 21: Matriz de comparación de a pares para el índice de protección del suelo y agua (IPsa), se establece a partir de la asignación de un valor de importancia relativa de cada variable utilizada para la construcción del índice. En el modelo utilizado, el ranking debe ser revisado si el valor de consistencia da mayor a 0.10.**

Variables	Pendiente (Pe)	Profundidad de suelo (Ps)	Geomorfología (Ge)	Distancia cursos agua (Ar)
Pendiente (Pe)	1	3	5	1
Profundidad de suelo (Ps)	1/3	1	3	1/3
Geomorfología (Ge)	1/5	1/3	1	1/5
Distancia cursos agua (Ar)	1	3	5	1

**Tabla 22: Aproximación de los pesos de las variables . \*datos tomados de la tabla 6.**

Variables	Pendiente (Pe)	Profundidad de suelo (Ps)	Geomorfología (Ge)	Distancia cursos agua (Ar)	$\Sigma$	Media
Valor total*	2.533	7.333	14.000	2.533		
Pendiente (Pe)	0.395	0.409	0.357	0.395	1.556	0.389
Profundidad de suelo (Ps)	0.131	0.136	0.214	0.131	0.614	0.153
Geomorfología (Ge)	0.079	0.045	0.071	0.079	0.275	0.069
Distancia cursos agua (Ar)	0.395	0.409	0.357	0.395	1.556	0.389

**Tabla 23: Orden de las variables basado en su peso aproximado.**

Variable	Pesado aproximado
Pendiente (Pe)	0.389
Profundidad de suelo (Ps)	0.153

Geomorfología (Ge)	0.069
Distancia cursos agua (Ar)	0.389

### XI.3.1.3 Estimación de la consistencia

El cálculo de consistencia se detalla en la tabla 9

**Tabla 24: Calculo de la suma de los vectores. Para cada variable, el peso (tabla 8) es multiplicado por su ranking (tabla 6) y sumado; luego dividido por el peso de la variable considerada**

Variable	Multiplicación de pesos	Suma de vectores pesados
Pendiente (Pe)	$0.389*1+0.153*3+0.069*5+0.389*1$	$1.582/0.389=4.066$
Profundidad de suelo (Ps)	$0.389*0.333+0.153*1+0.069*3+0.389*0.333$	$0.619/0.153=4.032$
Geomorfología (Ge)	$0.389*0.2+0.153*0.33+0.069*1+0.389*0.2$	$0.275/0.069=4.009$
Distancia cursos agua (Ar)	$0.389*1+0.153*3+0.069*5+0.389*1$	$1.582/0.389=4.066$
<b>Total</b>		16.173

Donde  $\lambda=39.982/4=4.043$

$C_i=(\lambda-n)/(n-1)=(4.043-4)/(4-1)=0.043/3=0.0144$

$CR=C_i/R_i = 0.0144/1.12=0.0128$  como es menor a 0.1 la matriz es consistente

En el caso del riesgo de conversión (Rc), los pesos fueron equivalentes para cada variable, peso= 0.33.

### XI.3.1.4 Obtención del mapa de aptitud para el Objetivo 1

Para la obtención del mapa final de aptitud del objetivo 1 se combinaron los tres factores según la siguiente ecuación:

$$^1\text{Objetivo 1} = (\text{IDH} \cdot w_1 + \text{IPsa} \cdot w_2 + \text{Rc} \cdot w_3 + \text{Dpa} \cdot w_4) \cdot A_p$$

Los pesos se derivan de la matriz de comparación de pesados siguiente (Tabla 10) (estos pesos pueden variar dependiendo de los diferentes actores involucrados en el procedimiento de asignación de pesos):

Tabla 25: Matriz de comparaciones múltiples de los factores para el objetivo 1  
**CR=0.02**

Variables	IDH	IPsa	Rc	Dpa
IDH	1			
IPsa	1	1		
Rc	1/5	1/5	1	
Dpa	1/3	1/3	3	1

Los pesos para cada factor según el eigenvector se detallan en la tabla 11

Tabla 26: pesos de cada factor para la obtención del mapa para el objetivo  
**1**

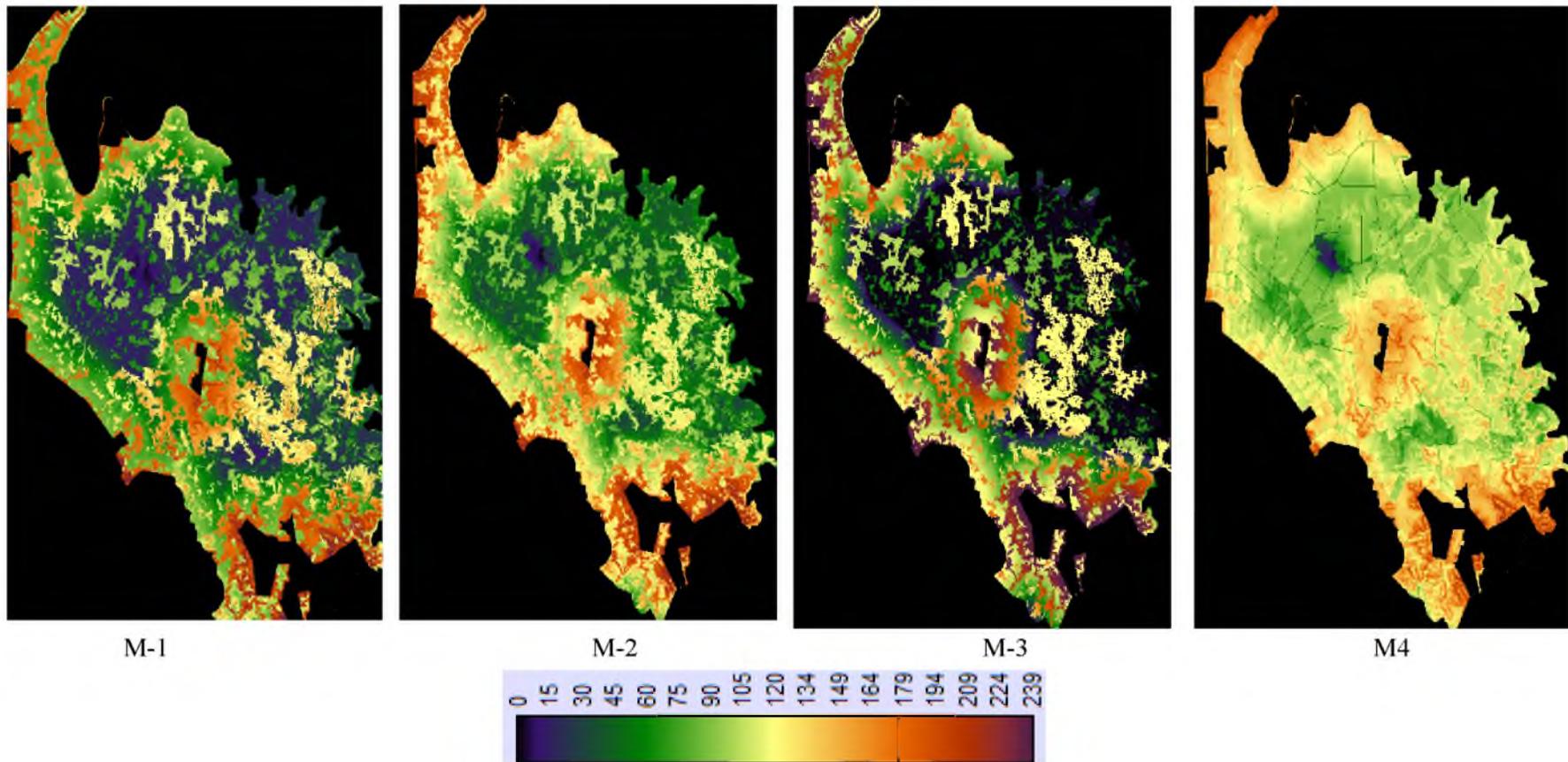
Variable	Pesado
IDH ( $w_{11}$ )	0.3903
IPsa ( $w_{12}$ )	0.3903
Rc ( $w_{13}$ )	0.0679
Dpa ( $w_{14}$ )	0.1515

Esta matriz de pesados es el resultado del consenso entre las diferentes matrices de pesados de los grupos individuales de los talleres participativos. En el mismo cada grupo propuso sus diferentes criterios de pesados. La matriz única se logra a través de la discusión entre grupos y búsquedas de consenso.

#### XI.3.1.5 Resultados para el Objetivo 1

A continuación se muestran los resultados de las corridas de la matriz de consenso y de algunas de las matrices individuales de los diferentes equipos con pesos diferentes. **M-1** Matriz de consenso, **M-2** matriz con pesos equitativos, **M-3**-mayor valor a índices IDH y DAP, **M-4** mayor valor de índices IPsa y RC (Figura 6).

Figura 45: resultados de las corridas del modelo para el objetivo 1 con diferentes matrices de pesos. M-1 Matriz de consenso, M-2 matriz con pesos equitativos, M-3-mayor valor a índices IDH y DAP, M-4 mayor valor de índice IPsa y Rc.



Los valores más altos según la escala de colores (Figura6) corresponde a las áreas con mayor aptitud para el objetivo lo sea áreas prioritarias para la conservación del hábitat y los servicios ambientales. Se puede observar que las áreas buffer o aledañas a los parques nacionales y provinciales representan zonas de mayor valor para la conservación de los recursos naturales, a medida que nos alejamos de esas áreas, los valores decrecen, salvo en algunas zonas de pendientes o de remanentes de bosque bien conservado actualmente. Las zonas negras corresponden a áreas de exclusión del modelo por tratarse de las áreas que actualmente ya tienen un estatus ya sea nacional o provincial, de protección, están representadas por las Áreas Protegidas (AP).

### XI.3.2 Objetivo 2: criterios para la selección de las áreas de aptitud productiva

Teniendo en cuenta que el objetivo final es zonificar un área con vistas a compatibilizar conservación y desarrollo, los factores para el segundo objetivo se trataron como si fueran factores limitantes para el desarrollo agrícola.

Estos factores fueron pesados y combinados siguiendo las bases del modelo y las funciones de estandarización para cada factor se detallan a continuación:

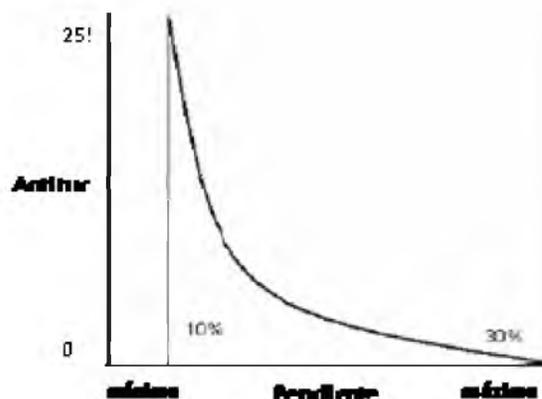
#### *XI.3.2.1 Factores limitantes*

##### (1) Proximidad a gradiente de pendiente (Pp)

Cuanto mayor es la pendiente del terreno, mayor el riesgo de erosión, sedimentación y alteración del suelo. En terrenos llanos y con poca pendiente el suelo resulta más apto para el desarrollo de actividades agrícolas, mientras que las áreas de pendiente, con mayor riesgo de erosión, debieran permanecer con cobertura forestal.

Por lo tanto se ha considerado que las áreas con pendientes mayores a 30% no son aptas para prácticas agrícolas. Estas áreas funcionaron como variables condicionantes para el uso agrícola, pasando a la categoría de áreas prioritarias para la conservación del recurso.

Las áreas por debajo de 30% de pendiente presentan mayor aptitud para la agricultura. Por lo tanto el valor de 30% es considerado como un umbral, a partir del cual la aptitud del suelo para prácticas agrícolas aumenta a medida que disminuye el gradiente de pendiente hasta hacerse máximo en sitios planos. Al gradiente de pendientes entre 0% y 10% se le asignó un mismo valor de máxima aptitud. A partir del punto crítico de 10% el valor de aptitud disminuye siguiendo una función curva en forma de Jota (J) hasta el valor de 30%, que representa el valor más bajo de aptitud agrícola (Figura 7). El factor es estandarizado a partir de esta función (ver grafico) tomando valores en el rango entre 0 a 255. El mapa de pendientes, considerado como el factor limitante, fue derivado del Modelo Digital de Elevación del Terreno, generado en este trabajo.



**Figura 46: Función utilizada para definir el comportamiento del valor de aptitud para el uso productivo del suelo a diferente valor de pendiente del terreno**

(2) Proximidad a los centros urbanos y vías de comunicación principal (Pcu)

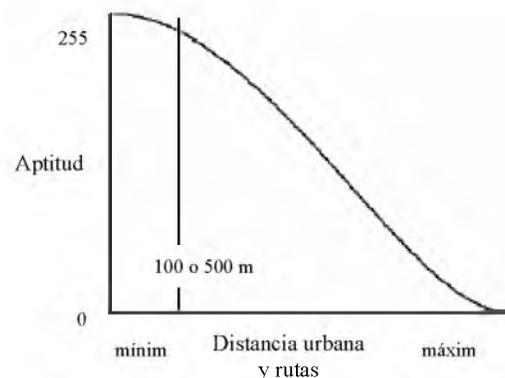
Al igual que en el factor anterior, la aptitud es función de la distancia. La distancia a los centros de distribución de los productos y de vías de acceso a los mismos, es un factor limitante de importancia por el supuesto de que los costos de la producción se ven incrementados con el costo de transporte. Se consideró que aquellas tierras más próximas a los centros de comercialización, tendrán menos costo de transporte, así también como aquellos lotes cercanos a las vías principales de acceso a estos centros. Pero contrariamente con la distancia a los bosques, la aptitud del área para el desarrollo de prácticas agrícolas o forestales aumenta con la proximidad a las rutas principales y

los centros urbanos. Para la estandarización de este factor se utilizó una función sigmoidea decreciente con valores entre de 0 a 255. La distancia entre 0m a 500m a los centros urbanos corresponde al valor máximo de aptitud. Por lo tanto la distancia de **500m** es considerada como el punto crítico a partir del cual comienza a descender la aptitud (Figura 8).

Al igual que el factor anterior se utilizó el mapa de distancias a los centros y las rutas principales calculado en el sistema de información geográfico (SIG).

El análisis de proximidad calcula la distancia de todos los píxeles de la matriz al centro de comercialización más cercano, asignándole un peso más alto a la ciudad de Andresito, al ser el centro poblado de mayor importancia del municipio y a donde se comercializan la mayoría de los productos de la zona.

El punto crítico para la distancia a las vías de comunicación fue de **100m** a partir del cual comienza el descenso del valor de aptitud.



**Figura 47: Función de aptitud del área respecto a la distancia a las zonas urbanas y a las rutas principales**

### (3) Capacidad de uso del suelo (Cu)

Este factor considera la capacidad de uso del suelo en función de la clasificación de los tipos de suelo, obtenidos a partir de cartas edafológicas elaboradas por la provincia de Misiones.

Las categorías asignadas para cada tipo de suelo se estableció en función de las limitantes para cada unidad de suelo en el rango de 0 a 255 de la siguiente manera: el valor de 255 para los suelos con categoría 9, son los típicos suelos rojos de la provincia, cuya única limitante es la erosión hídrica, de 204 para los suelos tipo 6 fase A donde los suelos presentan limitantes de erosión mas pedregosidad y rocosidad de 152 para la categoría 3 que presentan limitantes de anegamiento, son las áreas de planicies de los cursos y albardones y de 51 para las categorías 6B cuya mayor limitante es la fuerte pendiente, además de presencia de roca expuesta y abundante pedregosidad y suelos superficiales.

Para la simplificación del modelo la distribución de las precipitaciones fueron consideradas las mismas para toda el área, siendo en realidad que existen algunas diferencias micro-climáticas sobre todo en el áreas cercana a grandes cuerpos de agua como es el río Iguazú. Actualmente no se cuenta con esta información, sin embargo la flexibilidad del sistema permite la adaptación y actualización a nueva información o conocimiento de la dinámica ambiental, mejorando y disminuyendo el nivel de incertidumbre en la toma de una decisión.

#### XI.3.2.2 Obtención del mapa de aptitud para el Objetivo 2

$$^2\text{Objetivo 2} = (Pp \cdot w_1 + Pcu \cdot w_3 + Cu \cdot w_4) \cdot Ap$$

Los pesos se derivan de la matriz de comparación de pesados siguiente (estos pesos pueden variar dependiendo de los diferentes actores involucrados en el procedimiento) (Tabla 12):

**Tabla 27: .Matriz de comparaciones múltiples de los factores de para el objetivo 2**

Variables	Pp	Pb	Pcu	Cu
Pp	1	2	5	3
Pb	1/2	1	3	2

Pcu	1/5	1/3	1	2
Cu	1/3	1/2	2	1

Los pesos para cada factor según el eigenvector para cada uno (Tabla 13).

**Tabla 28: pesos de cada factor para la obtención del mapa para el objetivo 1**

Variable	Pesado
Pp (w <sub>21</sub> )	0.4388
Pb (w <sub>22</sub> )	0.2509
Pcu (w <sub>23</sub> )	0.0811
Cu (w <sub>24</sub> )	0.0811

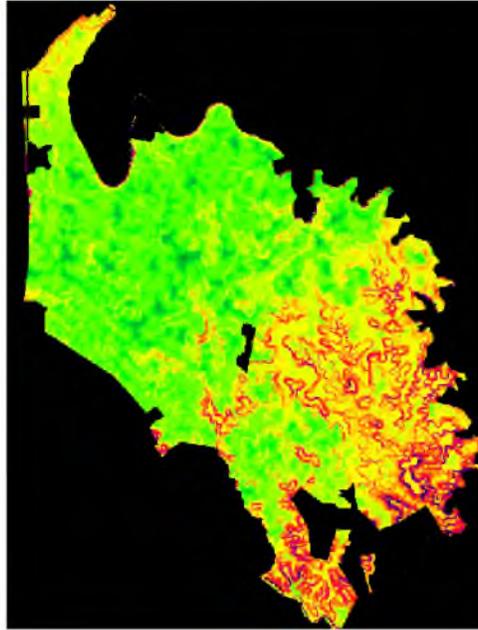
**RC=0.001**

#### *XI.3.2.3 Resultados para el Objetivo 2*

Para este objetivo sólo se corrió el modelo para la matriz de consenso entre los equipos de trabajo del taller. La Figura 9 muestra el mapa de resultado.

#### **XI.4 Evaluación de riesgo de decisión**

Se analizó el riesgo de la toma de decisión utilizando los operadores AND y OR. Se obtuvieron cuatro escenarios posibles en función de los valores de los cuatro criterios evaluados para la priorización de áreas de conservación. El escenario 1 (**Es-1**) resultó el más conservador puesto que las áreas con mayor valor de conservación son aquellas que cumplen con la condición de presentar al menos uno de los valores más alto de los cuatro criterios, el escenario 4 (**Es-4**) es el menos conservador, ya que para que un área sea priorizada debe cumplir con todos los criterios simultáneamente con valores altos. Los escenarios 2 (**Es-2**) y 3 (**Es-3**) representan situaciones intermedias (Figura 10).



**Figura 48: Mapa Resultado del modelo para el objetivo 2 con los pesos indicados en la matriz de consenso (tabla 12)**

### ***XI.5 Análisis de las áreas de conflicto entre los objetivos***

Basándonos en la información de los mapas de aptitud para cada objetivo, el peso relativo para cada uno y la cantidad del área asignada, se llegó a una solución de compromiso que maximiza la aptitud del área, ya sea para el objetivo 1 o 2.

Como en el presente estudio el objetivo definir la prioridad de uso para todo el territorio analizado, las categorías de uso fueron establecidas en función de rango de valor de aptitud, donde en primer lugar se definieron los píxeles pertenecientes a las regiones de no conflicto entre objetivos y en la zona de conflicto se definieron los píxeles de acuerdo a los cálculos de distancias mínimas a los puntos ideales. Una vez obtenida la matriz de resolución de conflicto entre objetivos, se definieron las clases de uso dentro de cada área, en función de los valores de aptitud resultado del modelo simple. A partir de estos resultados se obtuvieron los mapas con las mejores 5.000, 10.000, 12.000, 15.000, 20.000 y 25.000 hectárea, estas últimas representaron los sitios prioritarios para desarrollar actividades de conservación del bosque (Figura 11)

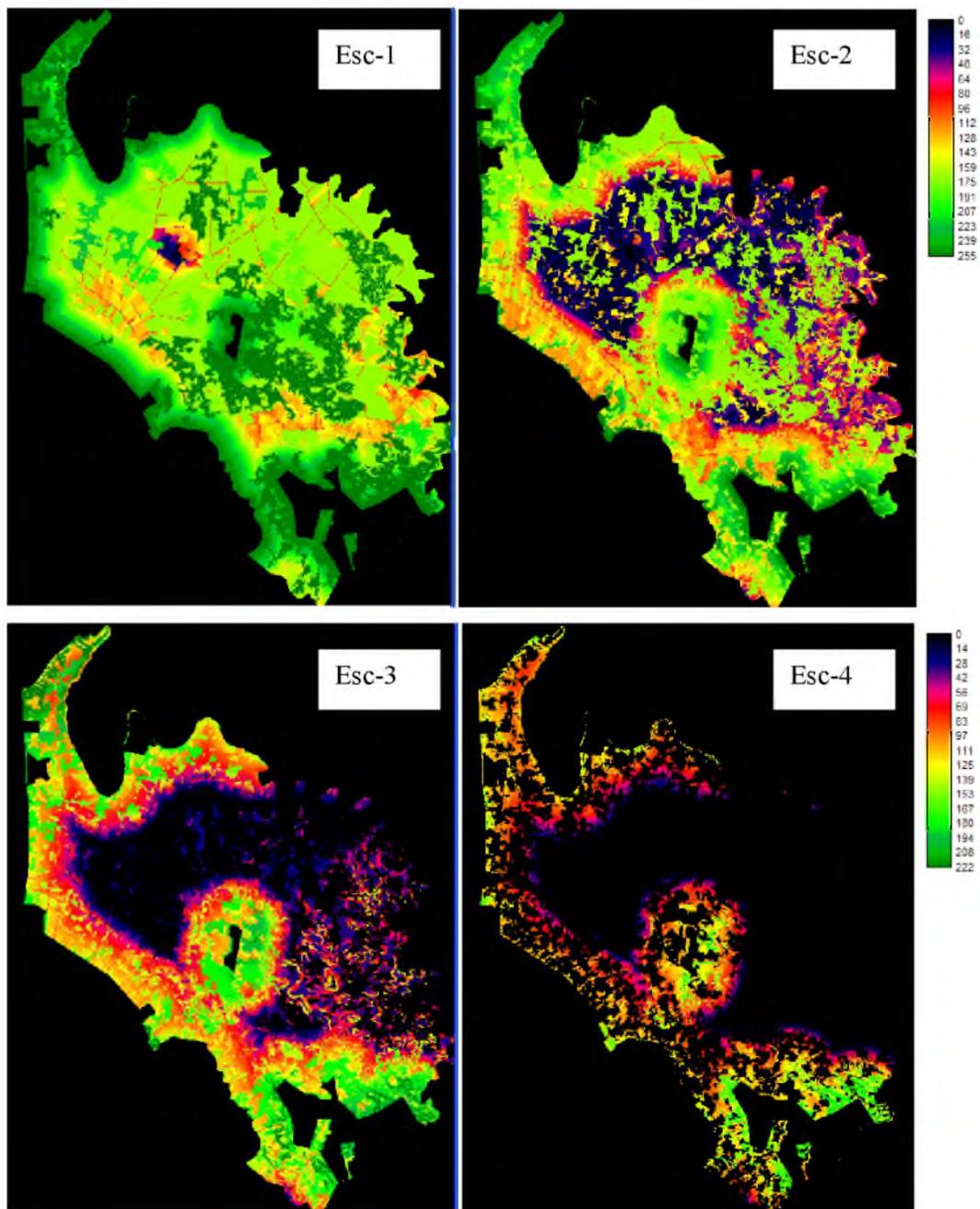
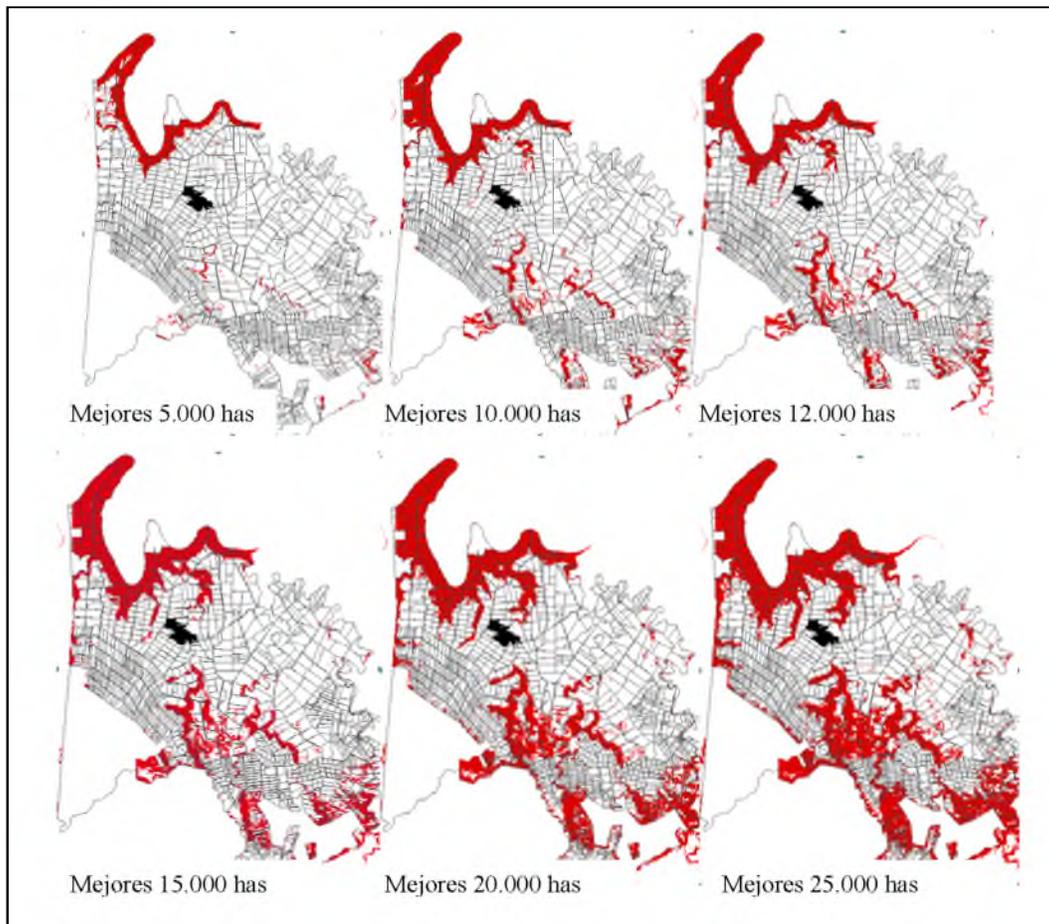


Figura 49: Escenarios resultado de la evaluación de diferentes pesos de compensación entre factores para el análisis conjunto de los objetivos 1 y 2



**Figura 50: selección de las áreas con valores de aptitud de conservación más altos, para las mejores 5.000, 10.000, 12.000, 15.000, 20.000 y 25.000 hectárea.**