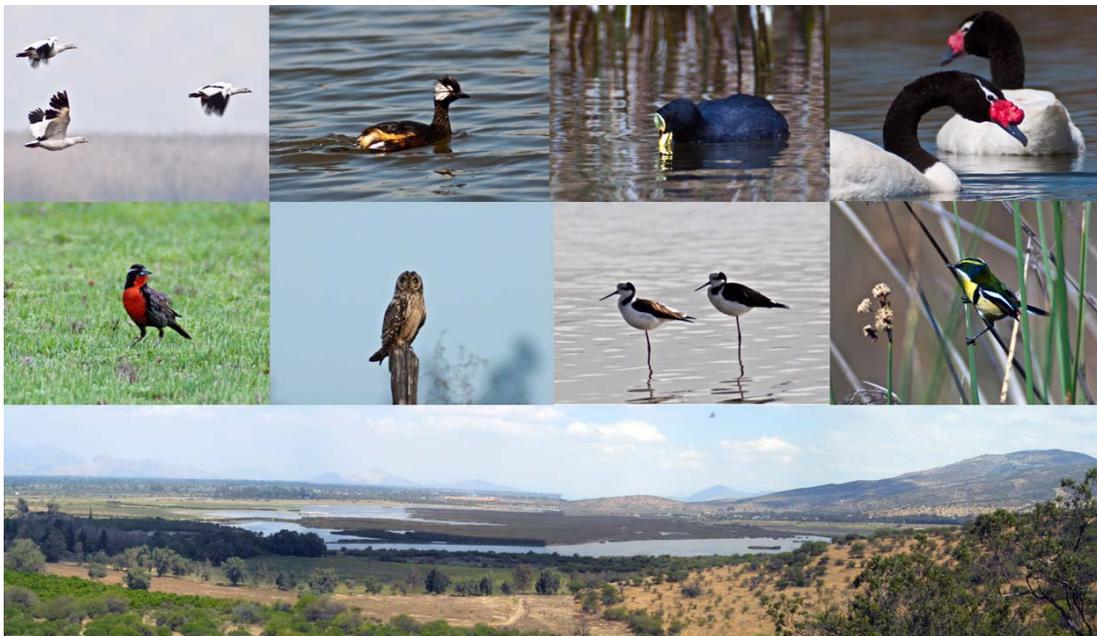




PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LA LAGUNA DE BATUCO

INFORME FINAL



Proyecto Presentado a XII Fondo de Protección Ambiental
2009 de CONAMA



Santiago, enero 2010

ÍNDICE

1.	Introducción.....	5
2.	Objetivos.....	7
2.1.	Objetivos General del Proyecto.....	7
2.2.	Objetivos Específicos.....	7
3.	Metodología de Planificación.....	8
3.1.	Área de Estudio.....	8
3.2.	Marco Teórico.....	10
3.2.1.	Integración entre EMC y SIG.....	10
3.2.2.	EMC Multicriterio y Multiobjetivo en el Entorno SIG.....	11
3.2.2.1	Combinación Lineal Ponderada.....	11
3.2.2.2	Procesos de Análisis Jerárquicos (AHP).....	11
3.2.2.3	Evaluaciones Multiobjetivo.....	12
3.2.2.4	Objetivos Complementarios.....	13
3.2.2.5	Objetivos Conflictivos.....	13
3.3.	Definición de objetivos del modelo de planificación.....	13
3.3.1.	Determinar Áreas Idóneas para la Conservación de la Biodiversidad.....	14
3.3.2.	Determinar Áreas Idóneas para la Restauración Ecológica.....	14
3.3.3.	Determinación de Áreas Idóneas para la Actividad Económica.....	15
3.4.	Identificación de Criterios.....	15
3.5.	Integración entre EMC y SIG.....	15
3.5.1.	Recopilación, revisión y normalización cartográfica.....	16
3.5.1.1	Creación Cartográfica.....	16
3.5.1.2	Información Digitalizada.....	18
3.5.1.3	Información Levantada.....	19
3.6.	Estandarización de Criterios.....	22
3.6.1.	Objetivo Conservación.....	23
3.6.1.1	Factores.....	23
3.6.2.	Objetivo Restauración.....	26
3.6.2.1	Factores.....	26
3.6.3.	Objetivo Actividades Productivas.....	27
3.6.3.1	Factores.....	27
3.6.4.	Limitantes.....	29
3.7.	Ponderación de Factores a Través del AHP.....	29
3.7.1.	Objetivo Conservación.....	30
3.7.2.	Objetivo Restauración.....	30
3.7.3.	Objetivo Producción.....	31
3.8.	Generación de Mapa de Aptitud por Objetivo.....	31
3.9.	Macrozonificación.....	32
3.9.1.	Integración de Mapas de Aptitud Conservación y Restauración.....	33
3.9.2.	Integración de Mapas de Aptitud Conservación-Restauración y Producción.....	33
3.9.2.1	Determinación de superficies en conflicto.....	34
3.9.3.	Determinación de Macrozonas.....	34
3.10.	Microzonificación.....	34
3.10.1.	Determinación de Prioridades de Manejo.....	34
3.11.	Propuestas de Programas de Manejo.....	35

4. Resultados	35
4.1. Cartografía de Criterios.....	35
4.1.1. Factores.....	36
4.1.1.1. Objetivo Conservación.....	36
4.1.1.2. Objetivo Restauración.....	40
4.1.1.3. Objetivo Actividades Productivas.....	42
4.1.2. Limitantes.....	44
4.2. Ponderación de Factores.....	45
4.2.1. Objetivo Conservación.....	45
4.2.2. Objetivo Restauración.....	46
4.2.3. Objetivo Producción.....	46
4.3. Generación de Mapas de Aptitud.....	47
4.3.1. Objetivo Conservación.....	47
4.3.2. Objetivo Restauración.....	48
4.3.3. Objetivo Producción.....	50
4.4. Macrozonificación.....	51
4.4.1. Integración de Mapas de Aptitud Conservación y Restauración.....	51
4.4.2. Integración de Mapas de Aptitud Conservación-Restauración y Producción.....	52
4.4.2.1. Análisis de áreas en conflicto.....	53
4.4.3. Determinación de macrozonas.....	54
4.5. Microzonificación.....	55
4.5.1. Determinación de Prioridades de Manejo.....	55
4.6. Propuestas de Programas de Manejo.....	57
4.6.1. Programa de Protección.....	57
4.6.1.1. Definición del Programa de Protección.....	57
4.6.1.2. Objetivos del Programa de Protección.....	57
4.6.1.3. Prioridades del Programa de Protección.....	57
4.6.2. Programa de Ecoturismo y Recreación.....	58
4.6.2.1. Definición del Programa de Ecoturismo y Recreación.....	58
4.6.2.2. Objetivos del Programa de Ecoturismo y Recreación.....	59
4.6.2.3. Prioridades del Programa de Ecoturismo y Recreación.....	59
4.6.3. Programa de Educación Ambiental.....	60
4.6.3.1. Definición del Programa de Educación Ambiental.....	60
4.6.3.2. Objetivos del Programa de Educación Ambiental e Interpretación.....	61
4.6.3.3. Prioridades del Programa de Educación Ambiental e Interpretación.....	61
4.6.4. Programa de Investigación.....	62
4.6.4.1. Definición del Programa de Investigación.....	62
4.6.4.2. Objetivos del Programa de Investigación.....	63
4.6.4.3. Prioridades del Programa de Investigación.....	63
4.6.5. Programa de Manejo de Recursos y Uso Sustentable.....	64
4.6.5.1. Definición del Programa de Manejo de Recursos y Uso Sustentable.....	64
4.6.5.2. Objetivos del Programa de Manejo de Recursos y Uso Sustentable.....	64
4.6.5.3. Prioridades del Programa de Manejo de Recursos y Uso Sustentable.....	64
4.6.6. Programa de Administración.....	64
4.6.6.1. Definición del Programa de Administración.....	65
4.6.6.2. Objetivos del Programa de Administración.....	65
4.6.6.3. Prioridades del Programa de Administración.....	65
4.6.7. Determinación de Programas Específicos para cada Microzona.....	66

5.	Discusión y Conclusión.....	68
6.	Bibliografía.....	69
7.	Anexos.....	72
7.1.	Proceso de Construcción de Coberturas Cartográficas.....	72
7.2.	Grilla Utilizada en la Campaña de Terreno.....	79
7.3.	Tabla Resumen de Análisis Geoestadístico.....	80
7.3.1.	Tabla semivariograma.....	80
7.3.2.	Tabla resumen de resultados de kigreado.....	80
7.4.	Análisis Preliminar de Avifauna.....	81
7.5.	Anexo Fotográfico.....	85

1. Introducción.

Los humedales son considerados dentro de los ecosistemas más importantes del planeta (Mitsch & Gosselink, 2000), por cuanto el 25% de la productividad económica del hombre depende de ellos, juegan un rol primordial en el mantenimiento y regulación hídrica de las cuencas hidrográficas, estuarios y las aguas costeras, proveen de hábitats para el refugio y reproducción de aves, considerados reservorios de biodiversidad amenazada o en vías de extinción, y desarrollan, entre otras funciones, la absorción de contaminantes, retención de sedimentos, mitigación de impactos por inundaciones y recarga de acuíferos.

En la actualidad estos ecosistemas, han sido afectados y en algunos casos destruidos por diferentes factores entre los que se encuentran actividades antrópicas, mala planificación, técnicas de manejo inadecuadas, políticas de desarrollo sectorial inconsistentes y desarticuladas. En este sentido, y ante la creciente pérdida de humedales, han surgido diferentes iniciativas a nivel mundial encaminadas a detener estos procesos; es así como en 1971, la adopción de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR), cuyo fin primordial es la conservación y preservación *“Hábitat de Aves Acuáticas”*, y su subsecuente ratificación por parte de 159 países y en la actualidad, representa un reconocimiento mundial sobre la importancia y los beneficios que ofrecen estos ecosistemas acuáticos. Dentro de este marco los humedales pueden conservarse mediante un uso racional, definido como la utilización sostenible que otorga beneficios a la humanidad de una manera compatible con el mantenimiento de las propiedades naturales del ecosistema (RAMSAR, 2010).

La convención RAMSAR define a los humedales como *“extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficiales cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanente o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”*, en la cual se reconoce la interdependencia del hombre y su medio ambiente, estos ecosistemas constituyen un recurso de gran valor económico, cultural, científico y recreativo, cuya pérdida sería irreparable.

Chile como parte de esta Convención RAMSAR (siendo aprobada como Ley de la República en septiembre de 1980 y promulgada como tal a través del Decreto Supremo N° 771 de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores), compromete su participación y asume responsabilidades en torno a la protección de los humedales, y precisamente en este sentido, la elaboración de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de Humedales aprobada año 2005 por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), constituye una de las acciones fundamentales de este compromiso. Específicamente, la estrategia permitirá incrementar el conocimiento sobre los humedales, implementar un marco de acción legal e institucional (Comité Nacional de Humedales) para lograr su conservación y uso sostenible, y desarrollar instrumentos de planificación y gestión participativa.

El hecho de que la gran mayoría, o incluso la totalidad, de los ecosistemas del planeta se encuentran bajo la influencia humana nos obliga a reconsiderar los modelos para el manejo y planificación adecuada de los mismos, es así, con el surgimiento del paradigma *“Desarrollo Sustentable”* a finales de los años ochenta, se perfiló a nivel mundial como una visión integral sobre el desarrollo socioeconómico y su compatibilidad con el medio ambiente, brindando con esto nuevas perspectivas para realizar análisis temporales de largo plazo de los fenómenos territoriales, considerando para ello las complejas interrelaciones existentes entre los elementos físico-biológicos, sociales, culturales, económicos y políticos dentro de determinados espacios geográficos.

Desde esta perspectiva, se han desarrollado proyectos en donde el Ordenamiento Territorial surge como una estrategia básica para lograr el desarrollo sustentable del territorio, entendiendo el ordenamiento en términos de planificación físico-espacial, el cual tiene como fin último atender el uso adecuado de los recursos naturales,

la localización apropiada de las actividades productivas, la infraestructura, el equipamiento y los servicios, con el propósito de alcanzar una equidad en el desarrollo local, comunal, regional y nacional (cita)

Las estrategias o políticas de ordenamiento territorial implican necesariamente prever con antelación los impactos en el ambiente que ocasionan las actividades antrópicas, algunas de las cuales pueden provocar serios deterioros y que en algunos casos pueden ser de carácter irreversible, de manera que se puedan tomar medidas de mitigación o evitar antes que estas se produzcan.

Frente a esta problemática el presente informe, tiene como objetivo principal entregar un instrumento de “*Ordenamiento Territorial*”, que permita direccionar el uso del suelo y las actividades que se desarrollan en la Laguna de Batuco y su área de influencia inmediata, con el fin de lograr la protección, conservación, y restauración del medio ambiente, y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de tendencias de deterioro y de las potencialidades de aprovechamiento de los recursos que presenta la laguna. Es un proceso de planificación dirigido a evaluar, programar y gestionar el uso de suelo y el manejo adecuado de los recursos naturales, así como promover el desarrollo sustentable de las actividades productivas en congruencia con la vocación natural del sector.

En consecuencia el presente instrumento de planificación territorial, considera la división del territorio en zonas homogéneas en base a los fundamentos primordiales de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (CONAMA, 2003), cuyas directrices se sustentan en la “*preservación, conservación, restauración y desarrollo sustentable a partir de la diversidad biológica*”. Por otra parte, se incluyen los objetivos de la estrategia nacional de humedales (CONAMA 2005) y más específicamente el del plan de acción del humedal de Batuco (CONAMA 2005).

El modelo zonificación propuesto, es producto de una síntesis espacial de los diagnósticos biofísico, sociocultural y económico y, a la vez, se constituye en la base para una propuesta de gestión sostenible a corto, mediano o largo plazo, esto es de un manejo diferenciado de las intervenciones y acciones que se recomienden. A su vez busca, a través de la optimización de los usos del territorio en unidades específicas, garantizar una oferta adecuada de bienes y servicios ambientales que respondan a los objetivos de preservación y conservación de la biodiversidad.

2. Objetivos.

2.1. Objetivos General del Proyecto.

Elaborar un Plan de Ordenamiento Territorial para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica en la Laguna de Batuco, basado en los criterios de la estrategia nacional de biodiversidad.

2.2. Objetivos Específicos.

- Establecer objetivos de uso de la laguna de Batuco y su entorno inmediato, que permita la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica en la Laguna de Batuco
- Determinar, en base a los objetivos de planificación, macrozonas de uso en la Laguna de Batuco y su entorno inmediato.
- Jerarquizar áreas prioritarias de acción para cada objetivo de planificación.
- Proponer una asignación de funciones territoriales, estableciendo propósitos específicos de uso para cada una de las zonas definidas por el modelo de planificación.

3. Metodología de Planificación.

3.1. Área de Estudio.

El área de estudio se sitúa en la zona norponiente de la Región Metropolitana de Santiago, Provincia de Chacabuco, Comuna de Lampa, Localidad de Batuco. Comprende un conjunto de predios privados de aproximadamente 939 hectáreas, todos ellos insertos en el Sitio Prioritario Humedal de Batuco, determinado por la Estrategia Regional de la Biodiversidad (CONAMA 2005). Los límites utilizados para la ejecución del presente estudio se muestran gráficamente en la Figura N° 1 y fueron definidos en función de los siguientes criterios:

- Límite Norte: Coincide con el límite del Sitio Prioritario N° 6 “Humedal de Batuco”.
- Límite Este: Coincide con el límite del área de protección ecológica del PRMS.
- Límite Sur: Coincide con el límite del área de protección ecológica del PRMS.
- Límite Oeste: Coincide con el límite del área de protección ecológica del PRMS y la línea férrea.



Figura 1. Límites del Área de Estudio del proyecto “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”. Fuente: Elaboración propia.

Po otra parte y en relación a los instrumentos de protección legal, el sitio de estudio se encuentra tipificado por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), como un área de preservación ecológica y área de protección ecológica con desarrollo controlado (Figura 2). Además corresponde a una zona prohibida de caza, según el Decreto Supremo N° 23 del año 1995, del Ministerio de Agricultura; y recientemente fue declarada Zona de Interés Turístico (ZOIT) por Resolución Exenta N° 342 del año 2009, ya que ofrece un marco de posibilidades para el desarrollo del turismo local, especialmente el ecoturismo.

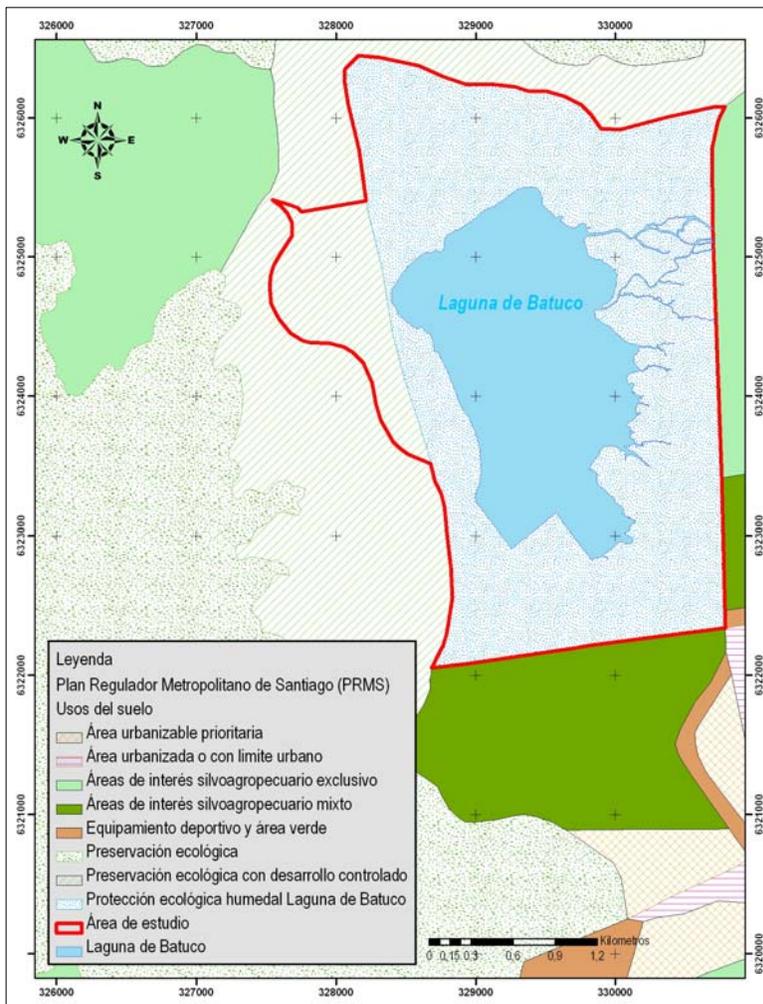


Figura 2. Límites del Área de Estudio según PRMS del proyecto “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”. Fuente: Elaboración propia.

3.2. Marco Teórico.

La Evaluación Multicriterio (EMC) se define en términos generales como un conjunto de procedimientos orientados a asistir a procesos de toma de decisiones (Barredo, 1996). Su finalidad se basa en que la actividad objeto de estudio va a venir definida por una serie de factores o variables, que pueden influir de manera positiva (Aptitud) o negativa (Impacto) sobre la actividad objeto de decisión, entregando como resultado un conjunto de soluciones de compromiso y jerarquizaciones de las alternativas de acuerdos a distintos grados de atracción.

Dicha metodología es utilizada en la selección y toma de decisiones en múltiples campos del quehacer humano, con el objeto de dar solución a diversos problemas, los cuales se caracterizan porque la toma de decisiones viene condicionada por un conjunto de varios factores a la vez.

De acuerdo con Chakhar (2003), la mayoría de las técnicas de EMC consideran en una primera etapa, el diseño de una matriz con los criterios y las alternativas definidos; posteriormente la siguiente etapa consiste en la agregación de las distintas puntuaciones de los criterios, con el uso de algún procedimiento de agregación (la aplicación de alguna técnica de EMC) específico, tomando en cuenta la preferencia de los decisores expresada en término de pesos que se asignan a los diferentes criterios. Este procedimiento o técnica permite al decisor comparar entre las diferentes alternativas con base a los pesos asignados. La EMC puede basarse en uno o varios objetivos, pudiendo ser simples o múltiples, y dentro de estos últimos pueden ser complementarios o conflictivos (Tabla 1)

	Criterio Simple	Criterio Múltiple
Objetivo Simple	A	B
Objetivo Múltiple	C	D

Tablas 1. Criterios y Objetivos en la EMC. Fuente: SIG y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio. Fuente: Barredo & Gómez, 1996.

3.2.1. Integración entre EMC y SIG

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una importante herramienta en las tareas de planificación y ordenamiento territorial. Con ellos es posible resolver con más facilidad complejos problemas de asignación asignación/localización de actividades en el territorio, considerando para ello tanto su aptitud intrínseca, como el posible impacto ambiental de la localización, en ese punto del territorio, de una concreta actividad, pudiendo asistir de manera eficaz a los procesos de planificación a escala nacional, regional, provincial, comunal y local. Un importante elemento auxiliar en esta tarea, son las técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) que, unidas a los SIG, forman una potente herramienta de gran utilidad y validez. Así, la integración de estos elementos (SIG y EMC) permiten llevar a cabo, de manera simultánea, análisis en los componentes del dato geográfico, espacial y temático, proporcionando soluciones a problemas espaciales complejos (Barredo, 1996).

El propósito de la aplicación de las técnicas de evaluación multicriterio dentro de los SIG, es alcanzar por este procedimiento, una valoración sobre la *capacidad del territorio* en relación con ciertas funciones o actividades, que se seleccionan como objetivos concretos de la evaluación. El concepto de capacidad, se basa a su vez en otros conceptos básicos (Gómez Orea, 1994) ampliamente experimentados en la evaluación multicriterio y ordenación espacial: el de *aptitud* (que resume el grado de adaptación del medio a los requerimientos del objeto para el que es evaluado), el de *restricciones* (los factores que son incompatibles con el objeto) y el de *impacto* (los efectos negativos que pueden derivarse de su implantación).

La estructura metodológica del presente estudio se organiza en torno a estos conceptos. El procedimiento consiste en definir secuencialmente los criterios de restricción, y los que definen aptitud e impacto. Decidir, igualmente, los factores por los que se miden estos criterios, y en determinar las variables territoriales adecuadas para medir y ponderar los factores y criterios.

La combinación de variables en factores, o la de éstos en criterios, se produce dentro de lo que en la terminología de evaluación multicriterio se denominan “reglas de decisión”, o “juicios de valor”, que son parte esencial de esta investigación, pues suponen un conocimiento preciso de las características territoriales y del objeto con relación al cual se pretende establecer la evaluación.

3.2.2. EMC Multicriterio y Multiobjetivo en el Entorno SIG.

La toma de decisiones multicriterio en el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se logra comúnmente a través de dos procedimientos diferentes. El primero implica una *supercapa booleana* por la cual todos los criterios son reducidos a declaraciones lógicas de adecuación y luego combinados por medio de uno o más operadores lógicos, tales como la intersección (AND) y la unión (OR). El segundo procedimiento, que corresponde al utilizado en el presente estudio se conoce como *combinación lineal ponderada* (WLC) donde los criterios continuos (*factores*) son estandarizados en un rango numérico común, y luego combinados por medio de un promedio ponderado. El resultado es un mapa de aptitud continuo que luego puede ser enmascarado por una o más restricciones booleanas para dar lugar a los criterios cualitativos, logrando imponer un umbral para producir una decisión final. (IDRISI®, 2004).

3.2.2.1 Combinación Lineal Ponderada.

La ponderación lineal es un método que permite abordar situaciones de incertidumbre o con pocos niveles de información. En este método se construye una función de valor para cada una de las alternativas que puede resultar dependiente y manipulable en la asignación de pesos a los criterios o en la escala de medida de las evaluaciones. Con una combinación lineal ponderada, los factores son combinados aplicando un peso a cada uno ellos, seguido por una sumatoria de los resultados para producir un mapa de adecuación, es decir:

$$S = \sum w_i x_i$$

Donde:

S = adecuación.

w_i = peso del *iésimo* factor.

x_i = valor del *iésimo* criterio de factor.

3.2.2.2 Procesos de Análisis Jerárquicos (AHP).

Una de las técnicas de ponderación de criterios más citada es el Proceso de Análisis Jerárquico (conocido por su sigla en inglés AHP), el cual fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty (1998), y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico. Este modelo permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y finalmente sintetizar.

El AHP “se trata de desintegrar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión” (Saaty 1998).

El AHP se fundamenta en:

- La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante).
- Identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas.
- Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- Comparaciones binarias entre los elementos.
- Evaluación de los elementos mediante asignación de pesos.
- Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados.
- Síntesis.
- Análisis de Sensibilidad.

El AHP hace posible la toma de decisiones grupal mediante el agregado de opiniones, de tal manera que satisfaga la relación recíproca al comparar dos elementos. Luego toma el promedio geométrico de las opiniones. Cuando el grupo consiste en expertos, cada uno elabora su propia jerarquía, y el AHP combina los resultados por el promedio geométrico” (Saaty 1998).

El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty (1977), que va desde uno hasta nueve Tabla 2.

ESCALA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
1,0	Ambos elementos son de igual importancia.	Ambos elementos contribuyen con la propiedad en igual forma.
3,0	Moderada importancia de un elemento sobre otro.	La experiencia y el juicio favorece a un elemento por sobre el otro.
5,0	Fuerte importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es fuertemente favorecido.
7,0	Muy fuerte importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es muy fuertemente dominante.
9,0	Extrema importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es favorecido, por lo menos con un orden de magnitud.
2,0 - 4,0 - 6,0 - 8,0	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes.	Usados como valores de consenso entre dos juicios.
Incrementos de 0,1	Valores intermedios en la graduación más fina de 0.1	Usados para graduaciones más finas de los juicios.

Tabla 2: Escala numérica de asignación de juicios de valor. Fuente: Barredo 2005.

3.2.2.3 Evaluaciones Multiobjetivo.

A pesar de que muchas de las decisiones que tomamos son impulsadas por un solo objetivo, también sucede que necesitamos tomar decisiones que cumplan con varios objetivos. Un problema Multiobjetivo se presenta siempre que tenemos dos grupos candidatos (es decir, grupos de entidades) que comparten miembros. Estos objetivos pueden ser de naturaleza complementaria o conflictiva (Carver 1991).

Según Gómez & Barredo (2005) podemos apreciar tres enfoques distintos para la resolución de problemas de decisión con múltiples objetivos y múltiples criterios además de considerar la posibilidad, o no, de establecer jerarquías o niveles de importancia y, por consiguiente, pesos a los objetivos. Los procedimientos son: extensión jerárquica, solución priorizada y solución compromiso, los cuales actúan con una estructura definida, siendo independientes de las reglas de decisión empleadas.

3.2.2.4 Objetivos Complementarios

Cuando se plantea un problema de decisión con objetivos complementarios, las alternativas (por ejemplo un píxel en un modelo raster) pueden satisfacer más de un objetivo, o bien, satisfacer a todos los objetivos propuestos. Así las “áreas deseables pueden ser aquellas que satisfacen a los objetivos al mismo tiempo, de alguna manera específica” (Eastman *et al.* 1993), por otra parte en los casos de objetivos complementarios, las decisiones multiobjetivo a menudo pueden ser solucionadas a través de una *extensión jerárquica* del proceso de evaluación multicriterio (Voogd 1983).

3.2.2.5 Objetivos Conflictivos

Cuando uno se encuentra frente a objetivos en conflicto, se presenta la competencia por el terreno disponible, ya que éste puede utilizarse para uno u otro objetivo, no para ambos, dado que compiten exactamente por la misma superficie de terreno (píxel) y la decisión final de cual priorizará sobre el otro dependerá de la naturaleza de la regla de decisión desarrollada.

Existen dos maneras de abordar esta problemática de objetivos conflictivos, a veces es posible ordenarlos de acuerdo al rango y alcanzar una *solución priorizada* (Rosenthal, 1985). En estos casos, las necesidades de objetivos de rangos más elevados se cubren antes de que se traten las necesidades de aquellos objetivos de rangos menores. No obstante, a menudo esto no es posible, y la solución más común para los objetivos conflictivos es el desarrollo de una *solución compromiso* (Fiering 1986). Estos procedimientos se basan en el análisis de la distancia al punto ideal (ver Zeleny 1982).

3.3. Definición de objetivos del modelo de planificación.

El primer paso para la ejecución de la EMC es la determinación de objetivos, los que se definen como funciones susceptibles de desarrollar en el territorio, por lo tanto indica la estructuración de la regla de decisión (Barredo 2006).

En el presente estudio, los objetivos de planificación fueron en primera instancia propuestos por el equipo técnico, para posteriormente ser sensibilizados y consensuados con profesionales de la Comisión del Medio Ambiente de la Región Metropolitana en calidad de institución mandante y responsable de la coordinación de acciones y políticas tendientes a la conservación y uso sustentable de los humedales y de la Ilustre Municipalidad de Lampa dado su calidad de institución asociada. En esta instancia fueron incorporadas las apreciaciones de la comunidad a través de talleres participativos y las respuestas recopiladas a partir de la encuesta en línea disponible en el sitio oficial del proyecto.

Como resultado de este proceso se establecieron tres objetivos de planificación: a) Determinar Áreas Idóneas para la Conservación de la Biodiversidad; b) Determinar Áreas Idóneas para la Restauración Ecológica y c) Determinación de Áreas Idóneas para la Actividad Económica. A continuación se detalla los argumentos que fundamentan esta decisión.

3.3.1. Determinar Áreas Idóneas para la Conservación de la Biodiversidad.

La estrategia regional para la conservación de la biodiversidad (CONAMA RM 2004), aprobada mediante resolución exenta N° 184/05, consideró al Humedal de Batuco y su área de influencia como un sitio prioritario para efectos de proteger la biodiversidad existente en dicha área. De este modo, investigaciones de carácter científico y técnico anteriores y posteriores a esta declaratoria, fundamentan la relevancia del Humedal de Batuco para la conservación de la biodiversidad. Específicamente, en su área de influencia es posible encontrar 125 especies de plantas vasculares, 2 de las cuales son vulnerables y tres de ellas endémicas (Del Campo 2000) y de manera análoga se han registrado 148 especies de vertebrados, de los cuales el 78% corresponde a aves; 10% mamíferos; 5% reptiles y 3% a anfibios y peces, 4 de ellos están en peligro de extinción y 12 especies en categoría vulnerable (Universidad de Chile 2007). Estos antecedentes argumentan de manera contundente que una de las vocaciones más relevantes del territorio analizado en el presente estudio, es la conservación de la diversidad biológica local.

3.3.2. Determinar Áreas Idóneas para la Restauración Ecológica.

La estrategia regional para la conservación de la biodiversidad regional (CONAMA RM 2004) ha definido seis líneas estratégicas tendientes al cumplimiento de sus objetivos, una de ellas denominada conservación *in situ*, apunta “a la conservación y restauración de los componentes de la diversidad biológica en su estado natural a través de la generación y aplicación de normativas, programas y acuerdos público-privados”; explicitando el objetivo específico de “promover la conservación y/o restauración de los ecosistemas de montaña, ecosistemas de bosques, *ecosistemas acuáticos y humedales de la Región*, a través de mecanismos de protección legal y/o la generación de acuerdos público-privados orientados a la implementación de planes de manejo que aseguren la sustentabilidad de dichos sistemas y que permitan disminuir la fragmentación de hábitat”. Finalmente, el plan de acción del humedal de Batuco (CONAMA RM 2005) tiene por objetivo “Promover la protección de especies, así como la conservación y/o restauración del humedal de Batuco, a través de mecanismos de protección legal y/o generación de acuerdos público - privados”

La restauración como objetivo de planificación cumple con las directrices planteadas en el plan de acción del Humedal de Batuco ya que se han registrado impactos de diversa naturaleza que perjudican la integridad de este sitio prioritario. Por ejemplo, este humedal es el sitio prioritario más intervenido por impactos relacionados con la construcción y utilización de obras viales. Dentro de este sitio existen vías de alto y medio impacto que coinciden con zonas de alto y medio valor de conservación. Potencialmente esto se constituye en una barrera para especies de flora y fauna, provocando fragmentación de hábitat, el atropello de individuos y cambios de conductas (Universidad de Chile, 2007). Por otra parte, destacan como críticos actividades de forrajeo de ganados en sitios con bosque Espinoso y Humedal, la rotación cultivo pradera y los cultivos de riego cuyos efectos más inmediatos se relacionan con la paulatina y sistemática erosión del suelo, producido principalmente por el sobre-pastoreo caprino, el que causa compactación y destrucción de biomasa, y un posible avance del proceso de desertificación, característico de la zona central de Chile. Adicionalmente, existe pastoreo bovino en las zonas bajas de vegas y humedal, siendo especialmente importante en los alrededores del espejo de agua de la Laguna de Batuco. Allí se produce una pérdida potencial de sitios de nidificación de avifauna y destrucción directa de nidos con huevos o crías en las praderas alledañas. También se reducen los hábitat disponibles para diferentes especies de aves, reptiles y micromamíferos (Universidad de Chile, 2006).

3.3.3. Determinación de Áreas Idóneas para la Actividad Económica.

En el área de influencia de la Laguna de Batuco es posible determinar numerosas actividades productivas de naturaleza industrial, agropecuaria, inmobiliaria y recreativas. De estas la más relevante se relaciona con las actividades productivas agropecuarias, sin embargo coexisten con estas otras actividades productivas reales de menor escala o con potencial productivo, detectadas en el marco de la presente investigación, las cuales se listan a continuación:

- Extracción de totora.
- Extracción de hongos comestibles.
- Extracción de berros.
- Extracción de leña.
- Turismo de intereses especiales.
- Actividades recreativas.

Estos hechos fundamentan la alta capacidad productiva del área bajo análisis, por ello es indudable que este objetivo debe ser incluido en el modelo de planificación territorial.

3.4. Identificación de Criterios

En el contexto de la EMC los criterios pueden ser definidos como la base para la toma de una decisión que puede ser cuantificada y evaluada, donde se constituye como la evidencia fundamental sobre la cual se basa una decisión. Dado su relevancia, la forma en que puede ser medido o caracterizado el criterio es un aspecto de trascendental importancia, ya que de ello depende gran parte el resultado final del proceso de evaluación.

Los criterios pueden ser de dos tipos: “factores” y “limitantes”. Un factor es un criterio que realza o detracta la capacidad de asentamiento de una alternativa específica para la actividad en consideración, este por lo tanto debe ser medido en una escala continua. Por otra parte, el criterio de tipo limitante restringe la disponibilidad de algunas alternativas según la actividad evaluada; con este tipo de criterio se excluyen varias categorías de la capa analizada para la evaluación; es decir, se genera una capa binaria en la cual un código representa las alternativas susceptibles de ser elegidas para la actividad, y otro, la no disponibilidad para la actividad. (Barredo 2006).

Los criterios utilizados para cada objetivo del presente estudio fueron discutidos y consensuados por el equipo de proyecto, en cada caso se privilegió aquellos criterios que dispusieran de información atinente para su construcción, o que su levantamiento a partir de la campaña de terreno fuera costo – eficiente, sin perjuicio de lo anterior, su selección fue sensibilizada en dos talleres realizados en 31 de octubre y 14 de noviembre en los que participaron representantes de los servicios públicos, profesionales de la Municipalidad de Lampa, representantes de ONGs, juntas de vecinos y personas naturales interesadas. Tanto los criterios como el origen de su generación se resumen en la Tabla 2.

3.5. Integración entre EMC y SIG.

La primera etapa para la integración de la EMC en el entorno de los SIG corresponde a la generación de la cartografía para cada uno de los criterios que serán utilizados en el modelo de planificación. Para la ejecución de dicho objetivo, los antecedentes básicos que fueron utilizados en las posteriores etapas del presente estudio, comprendieron a la recopilación y normalización de la información; creación y digitalización de nuevas

capas temáticas, y finalmente el levantamiento de información como insumo básico para la confección de nuevas coberturas.

3.5.1. Recopilación, revisión y normalización cartográfica.

El proceso de recopilación de la información se llevó a cabo a través de la información base entregada por la Ilustre Municipalidad de Lampa y CONAMA RM, con respecto a diversos estudios realizados en el área de estudio a escala 1:50.000.

El proceso de revisión de la información entregada por las fuentes anteriormente mencionadas, se realizó en la plataforma de ArcGis 9.3.1®, de acuerdo a su formato de almacenamiento, sea este raster o vectorial. La revisión de la información, se realizó desde un punto de vista geométrico y temático de acuerdo a los parámetros cartográficos establecidos a nivel nacional.

Una vez recopilada y revisada la información, se procedió a la normalización de los datos de acuerdo a los parámetros geodésicos (WGS84) y cartográficos (UTM Huso 19 S) vigentes en el territorio nacional, mediante la utilización de las herramientas respectivas del software ArcGis 9.3.1®, manteniendo el formato original SHP de la información y obteniendo como resultado un archivo de proyección (.prj) para cada una de las coberturas con las cuales se alimentó el estudio, permitiendo con ello trabajar la información en las plataformas ArcGis 9.3.1® e IDRISI Andes® posteriormente.

3.5.1.1 Creación Cartográfica

Las capas temáticas que serán utilizadas en los análisis posteriores, se construyeron en base a la interpretación y digitalización de imágenes satelitales y fotografías aéreas e interpolación de datos en terreno. La confección de cada una de las coberturas se detalla en la Tabla 3, en función de los objetivos del estudio, procedimiento para la construcción de las coberturas y la escala de salida de la información generada.

La confección de cada una de las capas temáticas se realizó mediante la utilización de las herramientas Editor y ArcScan de ArcMap de la plataforma ArcGis 9.3.1®.

OBJETIVOS	CRITERIOS	COBERTURA DE ORIGEN	MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN
Determinar Áreas Idóneas para la Conservación.	Áreas de diversidad de aves nativas	Datos de terreno	Interpolación de datos espaciales
	Áreas de abundancia de aves nativas	Datos de terreno	Interpolación de datos espaciales
	Áreas de riqueza de aves nativas	Datos de terreno	Interpolación de datos espaciales
	Áreas de concentración de avifauna en categoría de conservación	Datos de terreno	Interpolación de datos espaciales

OBJETIVOS	CRITERIOS	COBERTURA DE ORIGEN	MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN
	Distancia a zonas de inundación	Zona de inundación	Fotointerpretación y digitalización
	Accesibilidad	Red caminera	Fotointerpretación y digitalización
	Asociaciones vegetacionales	Datos de terreno	Fotointerpretación y digitalización
	Uso de suelo	Uso de suelo	Fotointerpretación y digitalización
	Distancias a zonas agrícolas	Uso de suelo	Fotointerpretación y digitalización
	Distancia a zonas industriales	Uso de suelo	Fotointerpretación y digitalización
	Distancia al cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Fotointerpretación y digitalización
Determinar Áreas Idóneas para la Restauración Ecológica	Distancia a zonas de industriales	Uso de suelo	Fotointerpretación y digitalización
	Distancia a micro basurales ilegales	Datos de terreno	Fotointerpretación y digitalización
	Zonas aptas para la reforestación	Asociaciones vegetales	Fotointerpretación y digitalización
	Accesibilidad	Red caminera	Fotointerpretación y digitalización
	Distancia a zonas urbanas	Uso de suelo	Digitalización de imágenes de satélite
	Distancia al cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Fotointerpretación y digitalización
Determinación de Áreas Idóneas para la Actividad Económica.	Distancia a zonas urbanas	Uso de suelo	Digitalización de imágenes de satélite

OBJETIVOS	CRITERIOS	COBERTURA DE ORIGEN	MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN
	Uso de suelo	Uso de suelo	Fotointerpretación y digitalización
	Distancia a zonas de industriales	Uso de suelo	Fotointerpretación y digitalización
	Áreas de acceso histórico al cuerpo de agua	Datos de terreno	Fotointerpretación y digitalización
	Accesibilidad	Red caminera	Fotointerpretación y digitalización
	Capacidad de uso agrícola	Capacidad de uso agrícola	Ortofotos digitales del CIREN
	Distancia al cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Fotointerpretación y digitalización

Tabla 3: Confección de Coberturas cartográficas realizadas en el marco del estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”. Se incorpora el origen de la información recopilada. Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.2 Información Digitalizada.

La digitalización de la información a partir de fotografías aéreas e imágenes de satélite, se realizó mediante la utilización de las herramientas Editor y ArcScan de ArcMap de la plataforma de ArcGis 9.3.1®.

Los insumos utilizados para realizar el proceso de digitalización, se obtuvieron de las siguientes fuentes:

a) Fotografías aéreas:

- Escala 1:20.000, año 2005, del Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile (SAF).
- Escala 1:30.000, año 1980, del Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile (SAF).

b) Imagen de satélite:

- Imagen satelital SPOTMaps, resolución 2,5 metros, año 2008, de Spot Image Francia.

El proceso de digitalización de cada una de las capas temáticas y sus respectivos atributos, se explica con mayor detalle en el Anexo 7.1 Construcción de las coberturas cartográficas.

3.5.1.3 Información Levantada.

El proceso EMC amerita que tanto los criterios como los limitantes utilizados estén adecuadamente territorializados. Esta particular condicionante no representa mayores problemáticas para criterios de naturaleza física, sin embargo los criterios de naturaleza biótica frecuentemente poseen alta incerteza (error espacial) dado que las coberturas habitualmente utilizadas son de carácter potencial, como en el caso de las formaciones vegetacionales, o bien de característica puntual como a menudo se representa cartográficamente los componentes faunísticos de un área determinada.

Otra solución utilizada en este tipo de estudios es describir los elementos faunísticos a partir de la fuerte asociación que ellos presentan con ciertas unidades vegetacionales, sin embargo este acercamiento no considera las capacidades migratorias locales de la fauna, hecho que se intensifica en especies altamente móviles como en el caso de ciertos mamíferos y aves.

La territorialización efectiva de elementos faunísticos altamente móviles amerita un esfuerzo de muestreo sistemático que en lo posible abarque todo el sitio bajo estudio, para ellos la literatura especializada recomienda que los muestreos sean realizados en un diseño de grilla, estos consisten en dividir el sitio de estudio en cuadrantes o celdas a partir del cual se puede registrar las variables de interés. Este acercamiento metodológico permite con baja impredecibilidad, la determinación de áreas espacialmente discretas a partir de técnicas geostatísticas que permiten la determinación de patrones espaciales y la interpolación de valores a partir de los registros efectuados en aquellos lugares en donde no hubo registros.

El presente estudio determinó áreas relevantes para la conservación a partir de un levantamiento sistemático de la estructura y composición espacial de la avifauna de la Laguna de Batuco, específicamente, el área bajo análisis fue dividida en una grilla constituida de 121 cuadrantes de 900 m² (Anexo 7.2), en cada uno de ellos se efectuó un muestreo a partir del punto central, considerando un radio de detección de 150 m, la cual es la distancia óptima determinada para la identificación fidedigna de cada especie dado los elementos ópticos disponibles. Cada cuadrante fue muestreado durante 15 minutos con un período previo de aclimatación de 5 minutos en dos ocasiones (una en temporada no – reproductiva y la segunda en temporada reproductiva), sumando 11 visitas de tres equipos conformados por dos personas, un experto ornitólogo y un especialista en GPS y teledetección desde el 20 de Julio al 03 de noviembre de 2009. Para cada individuo o grupo de individuos detectados se registraron las variables especificadas en la Tabla 4

Para determinar la especie de ave observada, se usaron binoculares marca Soligor, 10 x 50 “Savage” y EagleOptics de 7 x 35. La distancia al observador, además de la pendiente fueron determinadas usando 3 telémetros de rayos láser, marca Bushnell, modelo “Pinseeker 1500” (Slope Edition), de capacidad 7 x 26, con inclinómetro incorporado. Sobre cada uno de ellos se adhirió una brújula para estimar el acimut. También se registraron las coordenadas de cada punto de muestreo mediante GPS (Geoposicionador Satelital) marca Garmin, modelo 60 CSx. Todos estos datos permitieron determinar a partir de técnicas telemétricas la ubicación geográfica de cada individuo o grupo de individuos tomado como punto de referencia el centro de cada cuadrante. Además, se marcó la posición de todos los puntos en los que se observó actividad de nidificación de aves, tanto acuáticas como terrestres y otros datos relevantes como los sitios con presencia importante de basura, presencia de perdigones y rastros de fogatas.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Especie	Se refiere a la identificación taxonómica actualizada de cada individuo o grupo de individuos detectado.
Abundancia relativa	Especifica el número de individuos por especie detectada durante el muestreo.
Comportamiento	Para cada caso se registró y categorizó la actividad principalmente desarrollada en: <ul style="list-style-type: none"> a) Actividades reproductivas: Se refiere a cualquier comportamiento que evidencie el proceso reproductivo en cualquiera de sus etapas, como por ejemplo cortejo, copula, construcción de nidos y presencia de polluelos o volantones. b) Forrajeo: se refiere a cualquier comportamiento que denote explotación trófica de recursos. c) Acicalamiento: Se refiere comportamiento de cuidado de plumas.
Distancia de Observación	Se registró la distancia del o los individuos a partir del punto de observación.
Pendiente	Se registró la pendiente de cada registro, con la finalidad de ponderar la distancia registrada.
Acimut	Es el ángulo de una dirección contado en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte geográfico

Tabla 4: Variables levantadas en terreno en el contexto de la generación de criterios del objetivo de conservación en el contexto del estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”. Fuente: Elaboración propia

Para cada registro obtenido a partir de la campaña de terreno se calculó su posición geográfica puntual en coordenada UTM y Datum WGS84 para posteriormente ser especializado a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante el software ArcGis 9.3.1® .1®. A partir de la capa vectorial resultante se crearon coberturas raster por especie (N = 86) mediante el módulo Spatial Analysis de la misma plataforma.

Una vez estandarizados los datos, y en el marco del objetivo de conservación del presente estudio, se procedió a la generación de coberturas de los siguientes criterios (o variables):

1. Distribución espacial de riqueza de aves.
2. Distribución espacial de abundancia de aves.
3. Distribución espacial de la diversidad de aves.
4. Distribución espacial de aves en categoría de conservación.

Para la determinación de potenciales patrones de distribución por criterio, se procedió al desarrollo de modelos geoestadísticos que toman en cuenta la autocorrelación espacial de los datos territorializados, estos modelos en conjunto son conocidos como Kigreado. Estos son métodos de interpolación espacial que dependen de la noción de autocorrelación como una función de la distancia (h). La información sobre las ubicaciones espaciales permite computar distancias entre las observaciones y el modelo de autocorrelación como una

función de la distancia. Los modelos de Kigreado asumen que los términos expresados en la fórmula matemática $Z(s) = \mu(s) + \varepsilon(s)$, donde $Z(s)$ es la variable de interés a una ubicación “s”, descompuesto dentro de un tendencia determinística $\mu(s)$, y un error aleatorio autocorrelacionado $\varepsilon(s)$. Algunos supuestos son hechos a partir de $\varepsilon(s)$: se espera que el promedio sea 0 y la autocorrelación entre $\varepsilon(s)$ y $\varepsilon(s + h)$ no depende de la ubicación actual de s, sino sólo de la distancia h. La tendencia determinística μ puede ser una constante desconocida (Kigreado Ordinario), una constante conocida (promedio de los pesos de los valores observados; Krigreado Simple), o una tendencia de superficie polinomial (Kigreado Universal) (Cressie 1993).

Los modelos de Kigreado usan variogramas, estos son formas matemáticas que expresan autocorrelación como una función de la distancia, en el caso del presente estudio se utilizaron los modelos de ajuste exponencial, esférico y circular. Tanto la exploración de las autocorrelaciones espaciales a partir del variograma como los modelos de Kigreado fueron desarrollados a partir del módulos Geostatistical Analyst del software ArcGis 9.3.1®.

3.6. Estandarización de Criterios.

Debido a las diferentes escalas sobre las cuales se miden los criterios, es necesario estandarizar los factores antes de combinarlos usando las fórmulas que permiten su futura transformación, de manera tal que todos los mapas de factores se correlacionen positivamente con la adecuación. Voogd (1983) resume una variedad de procedimientos para la estandarización, usualmente por medio de los valores mínimos y máximos como puntos de escala. El más simple es una escala lineal como:

$$xi = (Ri - Rmin) / (Rmax - Rmin) * rango_estandarizado$$

Donde:

xi: valor estandarizado.

Ri: el *iésimo* valor del píxel de un factor determinado.

Rmin: es el menor registro de valor bruto de cada píxel de un factor determinado.

Rango_Estandarizado: intervalo de valores píxel por factor entre 0 a 255.

R: Valor de píxel bruto de un factor determinado.

No obstante, si reconocemos que los factores continuos son en realidad grupos difusos. En IDRISI®, el módulo llamado FUZZY (difuso) sirve para la estandarización de factores usando un rango completo de funciones de pertenencia de grupos difusos. Este modulo provee la opción de estandarizar factores en una escala de byte de 0 – 255, en donde el valor más alto de la escala estandarizada debe representar el caso de mayor probabilidad de pertenencia al grupo de decisiones. La herramienta FUZZY de IDRISI® permite el ajuste de las escalas de valores brutos de cada criterio a tres funciones: a) sigmoial; b) en “J” y c) lineal, en donde cada una de ellas, dependiente de la naturaleza de cada factor, puede comportarse de manera creciente, decreciente, simétrico o asimétrico. En el presente estudio, todos los factores utilizados fueron categorizados con la función lineal, esta decisión radica en que el comportamiento de las variables (factores) en una pequeña escala territorial no justifica la utilización de otros modelos funcionales (Tabla 5).

OBJETIVOS	FACTORES	ESCALA	RANGO	FUNCION	TENDENCIA
Determinar Áreas Óptimas para la Conservación.	Distribución espacial de aves en categoría de conservación.	Continua	2 a 13,87	Lineal	Creciente
	Distribución espacial de riqueza de aves.	Continua	1 a 6,1	Lineal	Creciente
	Distribución espacial de abundancia de aves.	Continua	0 a 164	Lineal	Creciente
	Distribución espacial de la diversidad de aves.	Continua	1 a 28,87	Lineal	Decreciente
	Distancia a zonas de inundación.	Continua	0 a 240	Lineal	Decreciente
	Accesibilidad.	Continua	233,51 a 32962,42	Lineal	Creciente
	Asociaciones vegetacionales.	Discreta	1 a 6	Lineal	Creciente
	Uso de suelo.	Discreta	1 a 5	Lineal	Decreciente
	Distancias a zonas agrícolas.	Continua	0 a 1796,44	Lineal	Creciente
	Distancia al cuerpo de agua	Continua	0 a 1888,31	Lineal	Decreciente
Determinar Áreas	Distancia a zonas industriales	Continua	0 a 3871, 14	Lineal	Creciente
	Distancia a zonas industriales.	Continua	0 a 3871, 14	Lineal	Decreciente

OBJETIVOS	FACTORES	ESCALA	RANGO	FUNCION	TENDENCIA
Óptimas para la Restauración.	Distancia a micro basurales ilegales.	Continua	0 a 3663,44	Lineal	Decreciente
	Zonas aptas para la reforestación.	Continua	0 a 1246,8	Lineal	Creciente
	Accesibilidad.	Continua	233,51 a 32962,42	Lineal	Creciente
	Distancia al cuerpo de agua	Continua	0 a 1888,31	Lineal	Creciente
	Distancia a zonas urbanas.	Continua	20 a 4689,23	Lineal	Decreciente
Determinar Áreas Aptas para la Actividad Económica.	Accesibilidad.	Continua	233,51 a 32962,42	Lineal	Creciente
	Distancia a zonas urbanas	Continua	20 a 4689,23	Lineal	Decreciente
	Uso actual del suelo	Discreta	1 a 5	Lineal	Decreciente
	Capacidad de uso agrícola.	Discreta	1 a 5	Lineal	Decreciente
	Distancia a accesos históricos.	Discreta	1 a 4	Lineal	Decreciente
	Distancia al cuerpo de agua.	Continua	0 a 1888,31	Lineal	Creciente
	Distancia a zonas industriales.	Continua	0 a 3871, 14	Lineal	Decreciente

Tabla 5: Descripción de escala, rango, función y tendencia utilizada en la generación de factores utilizados en el modelos de planificación del estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”. Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan los argumentos que justifican la tendencia (creciente o decreciente) de cada factor.

3.6.1. Objetivo Conservación.

3.6.1.1 Factores.

- Distribución espacial de aves en categoría de conservación: El criterio utilizado radica en que las zonas más aptas para la conservación son aquellas que concentren el mayor número especies de aves que se encuentren en alguna de las categorías de conservación especificados en el reglamento de la Ley de Caza, ponderado por el factor que representa la categoría en la que se encuentra cada especie en peligro (Tabla 6). El cálculo del valor de cada píxel fue calculado a partir de la siguiente fórmula:

$$R_i = nP_i *(5) + nV_i *(4) + nR_i *(3) + nI_i *(2) + nFP_i *(1)$$

Donde:

R_i : valor del *iésimo* píxel

nP_i : número de especies en peligro de extinción del *iésimo* píxel

nR_i : número de especies vulnerable a la extinción del *iésimo* píxel

nI_i : número de especies inadecuadamente conocida del *iésimo* píxel

nFP_i : número de especies fuera de peligro de extinción del *iésimo* píxel

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTADO DE CONSERVACIÓN	FACTOR PONDERADOR
<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne Coscoroba	P	5
<i>Cygnus melanocoryphus</i>	Cisne Cuello Negro	V	4
<i>Ardea cocoi</i>	Garza Cuca	R	3
<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	R	3
<i>Anas bahamensis</i>	Pato Gargantillo	R	3
<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato Rinconero	R	3
<i>Chloephaga melanoptera</i>	Piuquén	R	3
<i>Asio flammeus</i>	Nuco	I	2
<i>Anas platalea</i>	Pato Cuchara	I	2

Tabla 6: Especies en categoría de conservación registradas durante el estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”. El estado de conservación respeta las directrices de la ley de caza y se especifica el ponderador ordinal y jerárquico utilizado en la construcción de la cartografía utilizada en el modelo de planificación del objetivo “determinación de áreas óptimas para la conservación”. Fuente: Elaboración propia

- Distribución espacial de riqueza de aves: Las zonas con mayor aptitud para la conservación son aquellas que concentren mayor número de especies de aves.
- Distribución espacial de abundancia de aves: De manera análoga a los factores anteriores, aquellas áreas que concentren mayor número de individuos de aves (indistinta sea su especie) son zonas con mayor aptitud para la conservación.
- Distribución espacial de la diversidad de aves. Los índices de diversidad ponderan la riqueza y equitatividad. En el presente estudio la diversidad fue estimada a partir del Índice de Diversidad de Simpson. Específicamente, en este caso los valores menores obtenidos representan las zonas con mayor aptitud para la conservación dado la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

Donde:

S= número de especies

N = número total de organismos presentes

n_i = número e individuos de la *iésima* especie.

- Distancia a zonas de inundación: Los humedales son reconocidos como los ecosistemas más productivos y dinámicos desde la perspectiva espacial y temporal. Estas características son profusamente descritas en la literatura especializada como determinantes en el aumento de la biodiversidad local (Primack 2002; 2004; Van Dyke 2003), repercutiendo en la complejización de la composición y estructura de la comunidad subyacente. En este sentido es lógico argumentar que mientras se esté en la zona en inundación, la estructura y composición del ensamble de aves es máxima y decrece de manera paulatina y lineal (dado la extensión del sitio de estudio) a medida que nos alejamos de estas zonas, disminuyendo congruentemente su aptitud para la conservación.

- **Accesibilidad:** La conservación a diferencia de la preservación, amerita el control investigación y manejo de los ecosistemas *in situ*, por ello el presente estudio reconoce que los sectores con mayor accesibilidad poseen mayor aptitud para conservar.
- **Asociaciones vegetacionales:** Las asociaciones vegetacionales son categorizaciones discretas basadas en la estructura y composición de la vegetación en un sitio determinado, y su relevancia desde la perspectiva de la conservación biológica, puede ser categorizada por su unicidad, nivel de protección oficial en el sistema de áreas silvestres protegidas del estado y porque uno o más de sus componentes principales se encuentran en alguna categoría de conservación. En el sitio que comprende este estudio se reconocieron 7 asociaciones naturales y 1 artificial (Tabla 7). El área con mayor aptitud para la conservación corresponde a las zonas en donde se desarrolla la asociación *Prosopis chilensis - Acacia caven - Porlieria chilensis*, dado que dos de sus especies principales están en categoría de conservación vulnerable y no se encuentra representado en el SNASPE; seguido de la asociación *Prosopis chilensis - Acacia caven* con solo una especie en categoría de conservación; la asociación espinal denso de *Acacia caven* y vegetación palustre, cuya importancia radica en que son relevantes en la generación de hábitat para fauna, espinal semidenso de *Acacia caven* y pradera salina por las mismas razones antes descritas con la salvedad de que son estructuralmente más pobres; en penúltimo lugar se encuentra el espinal abierto de *Acacia caven* que a pesar de ser una formación dominada por una especie nativa, actualmente se encuentra altamente perturbada; finalmente se incluyen las plantaciones de especies exóticas con el valor más bajo desde la perspectiva de la conservación.

CATEGORÍAS	IMPORTANCIA
<i>Prosopis chilensis – Acacia caven - Porlieria chilensis</i>	6
<i>Prosopis chilensis - Acacia caven</i>	5
Espinal denso de <i>Acacia caven</i>	4
Vegetación palustre	4
Espinal semidenso de <i>Acacia caven</i>	3
Pradera salina	3
Espinal abierto de <i>Acacia caven</i>	2
Plantación	1

Tabla 7: Asociaciones vegetacionales utilizadas en el estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”. Se especifica el ponderador ordinal y jerárquico utilizado en la construcción de la cartografía utilizada en el modelo de planificación del objetivo “determinación de áreas óptimas para la conservación”. Fuente: Elaboración propia

- **Uso de suelo:** En líneas generales, la mayor aptitud para la conservación corresponde a formaciones vegetacionales nativas, seguido de plantaciones y cultivos, y los menores valores corresponden a zonas artificializadas (Tabla 8), bajo el argumento que mientras mayor sea la naturalidad sostiene mayor riqueza, abundancia y diversidad de especies nativas.

USOS	IMPORTANCIA
Pradera permanente	1
Espinal	2
Tranque	3
Cultivos	4
Frutales	4
Asentamiento menor	5
Infraestructura fundo	5
Otro usos	5
Uso industrial	5

Tabla 8: Uso de Suelo utilizadas en el estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”. Se especifica el ponderador ordinal y jerárquico utilizado en la construcción de la cartografía utilizada en el modelo de planificación del objetivo “determinación de áreas óptimas para la conservación”. Fuente: Elaboración propia

- Distancias a zonas agrícolas: Las zonas agrícolas se pueden entender como ecosistemas funcionales subsidiados por el hombre, estas características favorecen la presencia de especies de particular utilidad, por ello no pueden sostener altos niveles de diversidad biológica, y concomitantemente, mientras más alejada la zona de área agrícola mayor su aptitud para la conservación.
- Distancia al cuerpo de agua: Como se argumentó anteriormente, los humedales son considerados como los ecosistemas más productivos del mundo, por ello sostienen una gran biodiversidad y por lo tanto existe una relación decreciente entre la diversidad y la lejanía a los cuerpos de agua.
- Distancia a zonas industriales: Las zonas industriales son áreas altamente artificializadas que provocan perturbaciones sistemáticas en su medio inmediato, es por este motivo que el presente estudio considera que a medida que aumenta la distancia desde las zonas industriales aumenta progresivamente la aptitud para la conservación.

3.6.2. Objetivo Restauración

3.6.2.1 Factores.

- Distancia a zonas industriales: Las zonas cercanas las actividades industriales que se encuentran al interior del área de estudio son más susceptibles a la realización de actividades relacionadas con la restauración ecológica, estas actividades pueden constituirse como futuras zonas de amortiguación de las perturbaciones propias de las labores que allí se desarrollan. Congruentemente, a medida que aumenta la distancia a estas zonas, disminuye la aptitud para este objetivo.
- Distancia a micro basurales ilegales: Durante la ejecución de la campaña de terreno, se detectaron zonas que consistentemente son utilizados como microbasurales ilegales, sus efectos negativos son máximos en estas áreas y decrecen gradualmente a medida que aumenta la distancia desde ellas. Concomitantemente, las zonas de mayor aptitud de restauración es máxima en las zonas de perturbación directa, decreciendo gradualmente a medida que aumenta la distancia desde estas áreas específicas.
- Zonas aptas para la reforestación: Una de las actividades restaurativas más utilizadas es la reforestación, dado que sienta las bases para aumentar la complejidad estructural, composicional y

funcional de los ecosistemas. Por ello las zonas con mayor aptitud para reforestar son óptimas para la restauración ecológica.

- **Accesibilidad:** La restauración amerita el manejo directo del ecosistema mediante actividades específicas que eliminen o mitiguen las perturbación que afectan los sistemas naturales, por ello el presente estudio reconoce que los sectores con mayor accesibilidad poseen mayor aptitud para restaurar, dado que facilita el transporte de recursos humanos y materiales necesarios para la concreción de dichas actividades.
- **Distancia al cuerpo de agua:** Las actividades restaurativas más factibles de desarrollar en el área de estudio, tales como reforestación, control de la erosión o exclusión, se concentran en zonas alejadas del cuerpo de la laguna, sin perjuicio de que existan medidas en o cerca de la Laguna de Batuco. Por ello, el presente estudios plantea que las zonas con mayor aptitud para la restauración es máxima a mayor distancia del cuerpo de agua y decrece de manera lineal y paulatina mientras más cerca se esté de ella.
- **Distancia a zonas urbanas:** Las actividades restaurativas ameritan de materiales e insumos específicos que se encuentran con mayor probabilidad en áreas urbanas, por ello este estudio considera que la aptitud de restauración aumenta mientras se esté más cerca de áreas urbanas y de manera contraria decrece lineal y paulatinamente a medida que aumente la distancia.

3.6.3. Objetivo Actividades Productivas

3.6.3.1 Factores

- **Accesibilidad:** El presente estudio reconoce que los sectores con mayor accesibilidad poseen mayor aptitud para el desarrollo de actividades productivas, dado que facilita el transporte de recursos humanos y materiales necesarios para la concreción de dichas actividades.
- **Distancia a zonas urbanas:** Las actividades productivas ameritan de materiales e insumos específicos que se encuentran con mayor probabilidad en áreas urbanas, por ello este estudio considera que la aptitud productiva aumenta mientras se esté más cerca de áreas urbanas y de manera contraria decrece lineal y paulatinamente a medida que aumenta la distancia a partir de ellas.
- **Uso actual del suelo:** El presente estudio considera que la mayor aptitud para la producción corresponden al uso “asentamientos menores”, ya que su sola presencia evidencia que existen condiciones apropiadas para el desarrollo de este tipo de actividades; en segundo orden de importancia fueron categorizados los usos de suelo “cultivo”, “frutales” y “pradera permanente”, esto se debe a que estas tres categorías ya presentan actividades productivas con capacidades reales de crecimiento u optimización; en tercer lugar el uso “espinal” puede ser utilizado productivamente, sin embargo su manejo o reemplazo amerita actividades adicionales que merman su aptitud productiva. Finalmente las áreas menos aptas corresponden a las categorías de uso “zonas industriales”, “tranque” y “otros usos” (Tabla 9).

USOS	IMPORTANCIA
Asentamiento menor	1
Cultivos	2
Frutales	2
Pradera permanente	2
Espinal	3
Infraestructura fundo	4
Otro usos	5
Tranque	5
Uso industrial	5

Tabla 9: Uso de Suelo utilizadas en el estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”. Se especifica el ponderador ordinal y jerárquico utilizado en la construcción de la cartografía utilizada en el modelo de planificación del objetivo “determinación de áreas óptimas para la actividad económica”. Fuente: Elaboración propia

- Capacidad de uso agrícola. En general, el área de estudio posee una fuerte vocación agrícola hecho que se refleja en que gran parte de de sus superficie está destinada a este tipo de actividades o pueden llegar a serlo. Las capacidades de usos agrícola de CIREN ya están categorizadas, por ello el valor de importancia dada en el presente modelo de planificación respeta estrictamente estas recomendaciones (Tabla 10). Específicamente, la aptitud del territorio para el establecimiento de actividades agrícolas decrece a medida que aumenta el valor ordinal asignado.

CAPACIDAD AGRÍCOLA	IMPORTANCIA
II	1
III	2
IV	3
VI	4
VII	5

Tabla 10: Categorización de capacidades de usos de suelo utilizadas en el estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”. Se especifica el ponderador ordinal y jerárquico utilizado en la construcción de la cartografía utilizada en el modelo de planificación del objetivo “determinación de áreas óptimas para la actividad económica”. Fuente: Elaboración propia

- Distancia a accesos históricos: Este factor se refiere a aquellos puntos de acceso reconocidos históricamente por la comunidad, ellos son relevantes desde la perspectiva de la producción ya que en cualquier actividad que se relacione con la utilización de recursos tangibles e intangibles de la Laguna de Batuco, estas áreas serán prioritarias para el establecimiento de infraestructura atingente. Por ello el modelo de planificación considera que la distancia desde el centro de estos puntos posee mayor aptitud para este objetivo decreciendo de manera paulatina y lineal a medida que aumenta la distancia.

- Distancia al cuerpo de agua: El criterio utilizado plantea que las zonas con mayor aptitud para la producción es máxima a mayor distancia del cuerpo de agua y decrece de manera lineal y paulatina mientras más cerca se esté de ella, dado que las zonas cercanas al cuerpo de la laguna no reúne las condiciones para el desarrollo óptimo de actividades productivas, dado la estabilidad del terreno y el riesgo de perturbación de la calidad del agua, y claramente estas amenazas disminuyen de manera lineal y paulatina a medida que dichas actividades son desarrolladas en zonas más distantes.
- Distancia a zonas industriales: Las zonas cercanas a las actividades industriales que se encuentran al interior del área de estudio, son más susceptibles a la realización de actividades relacionadas con actividades productivas, por ejemplo ante una posible ampliación de faenas.

3.6.4. Limitantes

- La decisión de incluir infraestructura e instalaciones industriales como limitantes fue realizada con la finalidad de excluir las áreas involucradas de la cobertura final del proceso de planificación. Esta decisión se fundamenta en que ambas coberturas no pueden ser destinadas a usos de conservación o restauración en el mediano y largo plazo. Por otra parte, y específicamente en el objetivo de producción, las áreas de inundación fueron consideradas como limitantes para el desarrollo de actividades relacionadas con este objetivo.

3.7. Ponderación de Factores a Través del AHP

Una vez determinado los criterios en el territorio (cobertura), se procedió a la generación de la matriz de juicios. En su construcción fue incorporado de manera explícita los juicios provenientes de la comunidad, mediante la participación activa de servicios públicos, profesionales independientes, juntas de vecinos de Batuco y personas naturales interesadas.

Específicamente, los aportes de los juicios de la comunidad fueron canalizados mediante dos vías; la primera consistió en la jerarquización de percepciones que la comunidad tiene acerca de la Laguna de Batuco a partir de la aplicación de una encuesta vía online disponible en la página oficial del proyecto www.lagunadebatuco.cl y la segunda fue la ejecución de dos talleres participativos abiertos a la comunidad, en donde los participantes, basándose en la escala verbal, completaron la matriz de pares para cada objetivo del proyecto.

La matriz de juicios aplicada, es de tamaño $n \times n$, siendo n el número de factores disponibles. Cada celda de la matriz de juicios contiene un valor a_{ij} , que representa el tamaño relativo de la entidad a respecto del de la entidad b . Si la entidad a es a_{ij} veces mayor (o menor) que la entidad b , entonces la entidad b es $1/a_{ij}$ veces menor (o mayor) que la entidad a_{ij} .

Cabe destacar que en este procedimiento la matriz que se produce es recíproca, es decir, los valores asignados a ambos lados de la diagonal son inversos; siendo esto lógico, considerando por ejemplo que si el factor accesibilidad es n veces más importante que asociaciones vegetales, entonces las asociaciones vegetales serán en este caso $1/n$ veces menos importante que la accesibilidad. Con lo cual la asignación de juicios de valor en esta matriz se reduce a la diagonal y a la mitad inferior izquierda.

Los elementos de la matriz se que se definieron y aplicaron para cada objetivo del estudio, se muestran en las Tablas 11, 12 y 13.

3.7.1. Objetivo Conservación.

	Áreas de diversidad de aves nativas	Áreas de abundancia de aves nativas	Áreas de riqueza de aves nativas	Áreas de concentración de avifauna en categoría de conservación	Distancia a zonas de inundación	Accesibilidad	Asociaciones vegetales	Uso del suelo	Distancia a zonas agrícolas	Distancia a zonas de industriales	Distancia al cuerpo de agua
Áreas de diversidad de aves nativas	1	a _{ab}	a _{ac}	a _{ad}	a _{ae}	a _{af}	a _{ag}	a _{ah}	a _{ai}	a _{aj}	a _{ak}
Áreas de abundancia de aves nativas	1/a _{ab}	1	a _{bc}	a _{bd}	a _{be}	a _{bf}	a _{bg}	a _{bh}	a _{bi}	a _{bj}	a _{bk}
Áreas de riqueza de aves nativas	....	....	1	a _{cd}	a _{ce}	a _{cf}	a _{cg}	a _{ch}	a _{ci}	a _{cj}	a _{ck}
Áreas de concentración de avifauna en categoría de conservación	....	....	....	1	a _{de}	a _{df}	a _{dg}	a _{dh}	a _{di}	a _{dj}	a _{dk}
Distancia a zonas de inundación	....	....	....	....	1	a _{ef}	a _{eg}	a _{eh}	a _{ei}	a _{ej}	a _{ek}
Accesibilidad	....	....	....	....	....	1	a _{fg}	a _{fh}	a _{fi}	a _{fj}	a _{fk}
Asociaciones vegetales	....	....	....	....	....	....	1	a _{gh}	a _{gi}	a _{gj}	a _{gk}
Uso del suelo	....	....	....	....	....	....	....	1	a _{hi}	a _{hj}	a _{hk}
Distancia a zonas agrícolas	....	....	....	....	....	....	....	....	1	a _{ij}	a _{ik}
Distancia a zonas de industriales	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	a _{jk}
Distancia al cuerpo de agua	1/a _{aj}	....	....	....	....	....	....	....	1	1/a _{ni}	1

Tabla 11. Matriz de juicio de Conservación. Fuente: Elaboración propia

3.7.2. Objetivo Restauración

	Distancias a zonas industriales	Distancia a micro basurales ilegales	Zonas aptas para la reforestación	Distancia a caminos	Distancia a zonas urbanas	Distancia al cuerpo de agua
Distancia a zonas industriales	1	a _{ab}	a _{ac}	a _{ad}	a _{ae}	a _{af}
Distancia a micro basurales ilegales	1/a _{ab}	1	a _{bc}	a _{bd}	a _{be}	a _{bf}
Zonas aptas para la reforestación	....	....	1	a _{cd}	a _{ce}	a _{cf}
Accesibilidad	....	....	....	1	a _{de}	a _{df}
Distancia a zonas urbanas	....	....	....	....	1	a _{ef}
Distancia al cuerpo de agua	1/a _{aj}	....	....	....	1/a _{hi}	1

Tabla 12. Matriz de juicio de Restauración. Fuente: Elaboración propia

3.7.3. Objetivo Producción.

	Distancia a zonas urbanas	Uso del suelo	Distancia a zonas industriales	Áreas de acceso históricos	Accesibilidad	Capacidad de uso agrícola	Distancia al cuerpo de agua
Distancia a zonas urbanas	1	a_{ab}	a_{ac}	a_{ad}	a_{ae}	a_{af}	a_{ag}
Uso del suelo	$1/a_{ab}$	1	a_{bc}	a_{bd}	a_{be}	a_{bf}	a_{bg}
Distancia a zonas industriales	....	....	1	a_{cd}	a_{ce}	a_{cf}	a_{cg}
Áreas de acceso históricos	....	....	....	1	a_{de}	a_{df}	a_{dg}
Accesibilidad	....	....	....	....	1	a_{ef}	a_{eg}
Capacidad de uso agrícola	....	....	....	....	....	1	a_{fg}
Distancia al cuerpo de agua	$1/a_{aj}$	....	....	....	....	$1/a_{hi}$	1

Tabla 13. Matriz de juicio de Producción. Fuente: Elaboración propia

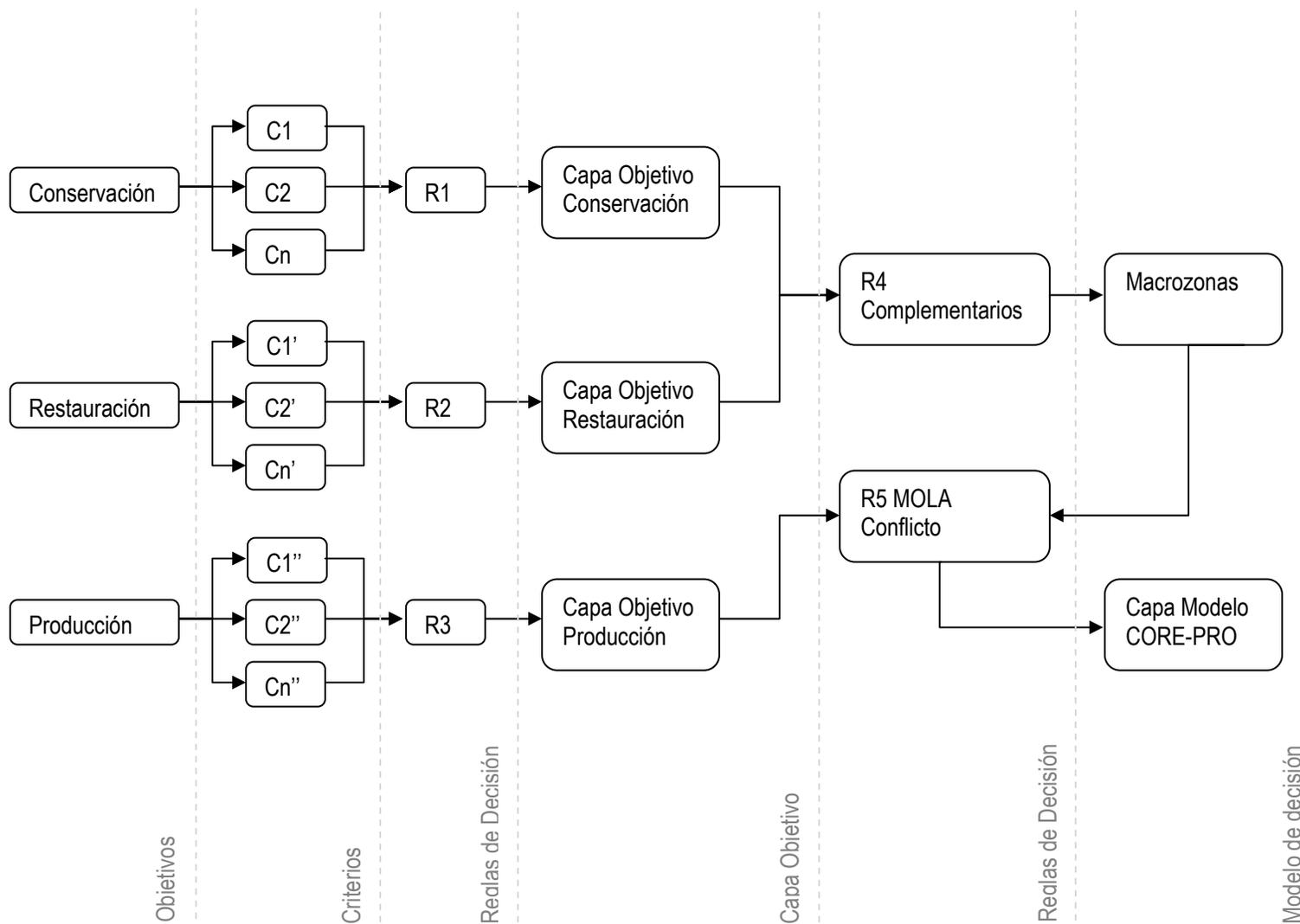
3.8. Generación de Mapa de Aptitud por Objetivo.

Una vez asignadas las ponderaciones para cada píxel, se llevó a cabo la etapa de evaluación para combinar la información de los factores y los limitantes, la que fue realizada a través del proceso conocido como combinación lineal ponderada (WLC por su sigla en inglés *weighted linear combination*). Este método consiste en la multiplicación de cada factor estandarizado (es decir, cada celda de la capa raster), por el peso de asignado en el proceso AHP anteriormente detallado, para finalmente generar la sumatoria ponderada especificada en el acápite 3.2.2.1.

Debido a que el grupo de pesos de cada factor para una evaluación debe sumar 1 (uno), el mapa de adecuación resultante puede tener como máximo el valor de los mapas de factores estandarizados (para nuestro estudio corresponde al valor 255). Este resultado luego se multiplicó por cada una de las restricciones para descartar áreas no adecuadas.

3.9. Macrozonificación.

Figura 3: Modelo EMC utilizado para la determinación de Macrozonas.



3.9.1. Integración de Mapas de Aptitud Conservación y Restauración.

Como se observa en la Figura 3, los objetivos “Determinación de Áreas Óptimas para la Conservación” (de aquí en adelante “conservación”) y “Determinación de Áreas Óptimas para la Restauración” (de aquí en adelante “restauración”), son considerados complementarios ya que ambos persiguen fines comunes. En estos casos las decisiones multiobjetivo a menudo pueden ser solucionadas a través de una extensión jerárquica del proceso de evaluación multicriterio. De este modo, es posible asignar un peso a cada uno de los objetivos y usarlos, en conjunto con los mapas de aptitud respectivos de cada objetivo complementario, para combinarlos en un solo mapa de aptitud integrado. Este nuevo mapa, indica el grado en el cuál las áreas cumplen todos los objetivos considerados (Voogd, 1983).

La naturaleza discreta de los factores utilizados en el objetivo restauración, tienden a sobrerrepresentar en la función de estandarización los valores mínimos y máximos arrojados por el modelo, a diferencia de la naturaleza continua de los factores más relevantes del objetivo conservación, por ello el equipo de proyecto decidió otorgar una mayor preponderancia a la cobertura de aptitud de conservación que a la de restauración, obteniendo un mapa de aptitud integrado (de ahora en adelante “mapa de aptitud Conservación – Restauración”) en donde cada píxel pondera los valores de conservación en un 70% y el de restauración en un 30%.

3.9.2. Integración de Mapas de Aptitud Conservación-Restauración y Producción.

Como ya se mencionó en el acápite 3.2.2.4, la integración de los objetivos en conflicto Conservación – Restauración y Producción se llevó a cabo mediante la herramienta MOLA (Eastman *et al.*, 1993), la que se basa en la asignación de pesos relativos para los objetivos, y la cantidad de área que se asignará a cada uno, determinando una solución de compromiso que intenta maximizar la idoneidad de la superficie de cada objetivo. Esta herramienta amerita la jerarquización (*rank*, ver manual IDRISI®) de los valores de cada píxel de cada uno de los objetivos en conflicto, ello implica la asignación de un valor único por píxel y por cada objetivo en conflicto, con la finalidad de decidir para cada píxel, cuál de los objetivos en conflicto es más idóneo.

En el caso de objetivos complementarios, la aplicación de jerarquía tiene un mismo sentido, esto implica que para ambas coberturas de aptitud, se deben ordenar los valores de cada uno de sus píxeles de manera ascendente o descendente. En cambio en los objetivos en conflicto la escala de valores generada por este proceso debe ser opuesta. Específicamente, en el presente estudio considera la generación de jerarquías opuestas para los objetivos Conservación – Restauración y Producción con el mismo factor de ponderación, lo que asegura que la coberturas resultante es insesgada. Finalmente, la herramienta MOLA permite la asignación de magnitudes de superficies por objetivo en conflicto, esta aplicación nos permite la generación de los escenarios descritos en la Tabla 14.

COBERTURAS EN CONFLICTO	ESCENARIOS (SUPERFICIE EN %)		
	A	B	C
CONSERVACIÓN - RESTAURACIÓN	60	70	80
PRODUCCIÓN	40	30	20

Tabla 14: Propuesta de superficies asignadas por cada objetivo en conflicto en el marco del estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco. Fuente: Elaboración propia.

Para todos los efectos posteriores, la alternativa B (Tabla 14) será utilizada para la ejecución de las etapas posteriores. Esta decisión se basa fundamentalmente en que la cobertura que abarca el 70% de la superficie del área de estudio (Conservación – Restauración), está constituida de dos de los tres objetivos planteados en el modelo de planificación, y en el caso de asignar valores menores sobrerrepresentaría, desde la perspectiva espacial, la superficie destinada a Producción y de manera contraria, al asignar valores mayores al 70% subrepresenta las superficies asignadas a este objetivo.

3.9.2.1 Determinación de superficies en conflicto.

Las áreas en conflicto fueron obtenidas a partir de la selección del 70% de los mejores valores del mapa de aptitud de Conservación – Restauración y el 30% de los mejores valores del mapa de aptitud de Producción. Finalmente, estas coberturas fueron cruzadas con el mapa integrado Conservación – Restauración y Producción obtenido según lo descrito en el acápite 3.9.2

3.9.3. Determinación de Macrozonas.

Esta etapa consiste en la definición de zonas por objetivo mediante la herramienta MOLA de IDRISI® para objetivos complementarios. Para su construcción inicialmente se generó la jerarquización en sentido descendente de los mapas de aptitud de Conservación y Restauración, posteriormente se asignó la misma ponderación y superficie para ambos objetivos. A partir de estos procesos se obtiene una cobertura dicotómica que muestra las superficies de Conservación y Restauración, la cual finalmente fue vinculada con la cobertura desarrollada en el acápite 3.9.2 para obtener el mapa de macrozonificación.

3.10. Microzonificación

Con la finalidad de optimizar el proceso de gestión territorial del área de estudio, es necesario categorizar las microzonas en función de su prioridad de acción en el marco del propósito del predio, para ello se proponen tres niveles jerárquicos de prioridad, como herramienta indicativa al momento de decidir el mecanismo de financiamiento y gestión de recursos humanos y materiales, al momento de la ejecución de planes y programas específicos previamente determinados para el predio. Específicamente, la cobertura de macrozonas descrita en el acápite 3.9.3, fue multiplicada con cada uno de los mapas de aptitud (conservación, restauración y producción) obteniendo de esta manera, el rango de valores de cada capa de aptitud correspondiente a cada macrozona.

Una vez obtenido el rango de valores de aptitud por macrozona, fueron clasificados mediante el método de clasificación Natural Breaks (Jenks) de ArcGis 9.3.1®. Este consiste en el agrupamiento natural inherente en los datos, este identifica puntos de inflexión mediante la selección de “clases de inflexión”, con la finalidad de definir el mejor grupo de valores por similitud a la vez que maximiza las diferencias entre clases. La cobertura resultante es dividida dentro de clases cuyos límites son ubicados donde existen grandes saltos relativos en los valores de los datos.

3.10.1. Determinación de Prioridades de Manejo.

Prioridad 1.

Corresponde a aquellas microzonas en las que se recomienda ejecutar a la brevedad los planes y programas específicos a favor de la conservación y usos sustentables de la biodiversidad allí presente. Estas áreas fueron determinadas a partir de los más altos valores de las variables físicas y biológicas analizadas dentro del modelo de planificación, relevantes para los objetivos propuestos para este sitio prioritario.

Prioridad 2.

Corresponde a aquellas microzonas en la que se recomienda dar mediana urgencia a los planes y programas específicos propuestos para cada macrozona, dado que obtuvieron los valores intermedios en el modelo algebraico para la conjunción de variables físicas y biológicas utilizadas.

Prioridad 3.

Corresponde a aquellas microzonas que posee menor urgencia en la aplicación de planes y programas específicos, dado que concentran los menores valores del modelo algebraico utilizado. Cabe destacar que esta priorización es de carácter indicativa, por lo tanto no es excluyente la aplicación, en paralelo, de actividades tendientes a satisfacer el propósito consensuado en esta área de alto valor natural.

3.11. Propuestas de Programas de Manejo.

Para efectos del presente informe se considerarán los siguientes programas, objetivos y actividades de manejo sugeridos por Oltermari & Thelen (2003) y las directrices señaladas en la estrategia nacional de biodiversidad nacional y regional, así como también la estrategia nacional de humedales de CONAMA, los cuales se listan a continuación:

- Protección.
- Ecoturismo y Recreación.
- Educación Ambiental e Interpretación.
- Investigación.
- Manejo de Recursos y Uso Sustentable
- Administración.

4. Resultados.

4.1. Cartografía de Criterios.

A continuación se presenta la secuencia de los procesos de transformación, en sentido horizontal, desde la cobertura cruda hasta la generación del factor estandarizado para cada objetivo, y también se agregan los limitantes utilizados para el proceso de planificación.

4.1.1. Factores.

4.1.1.1 Objetivo Conservación.

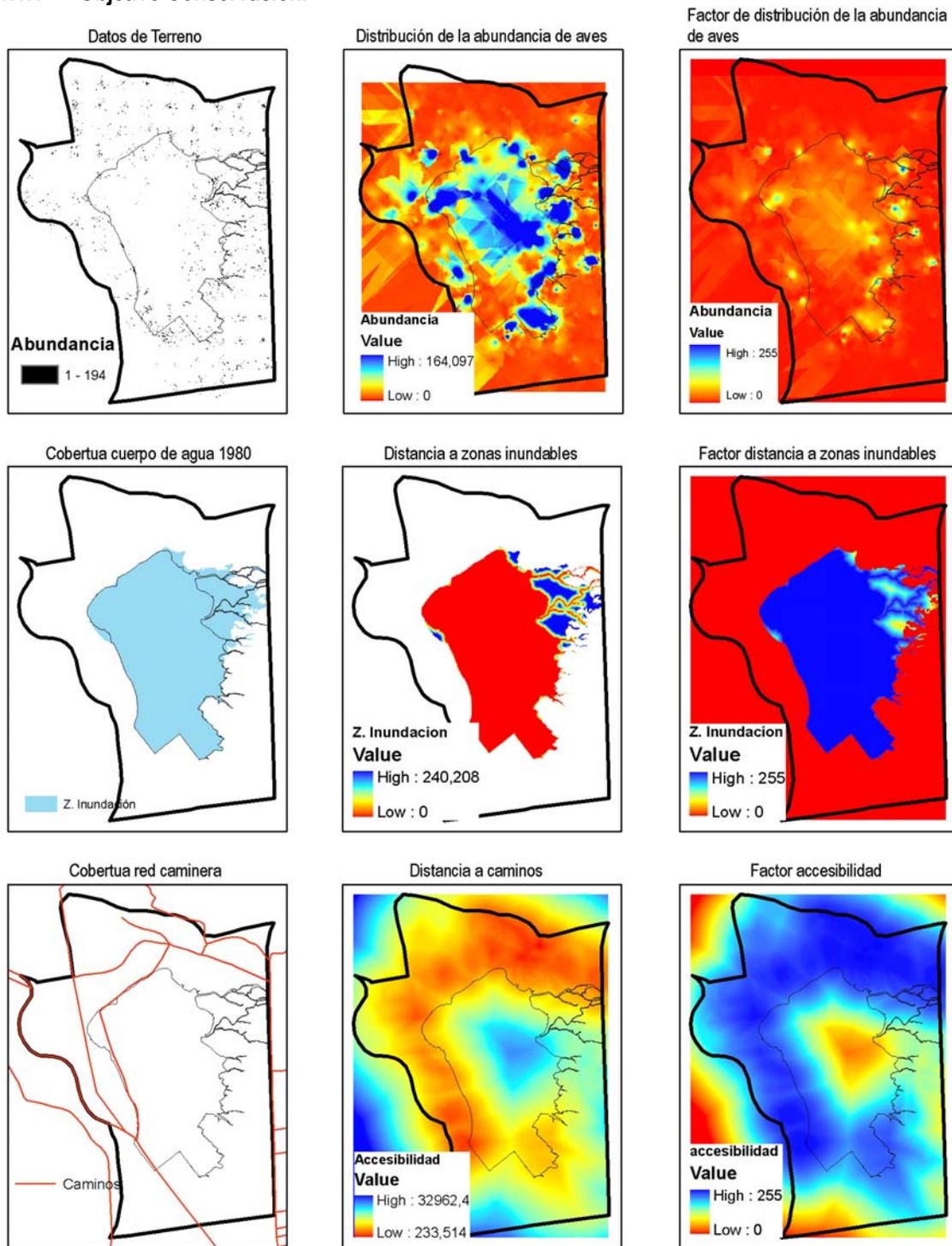


Figura 4: Procesos de estandarización de factores de distribución de abundancia, distancia a zonas inundables y accesibilidad para el objetivo de conservación. Fuente: Elaboración propia.

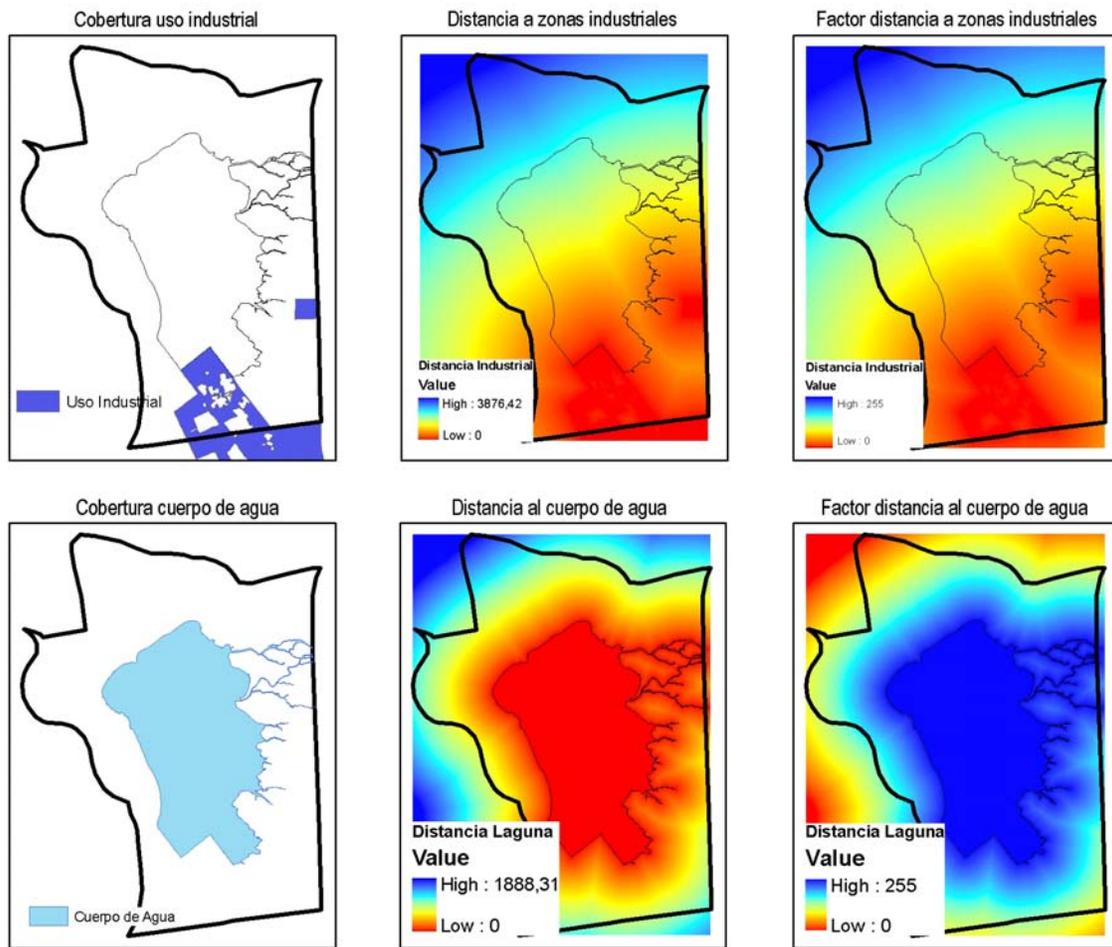
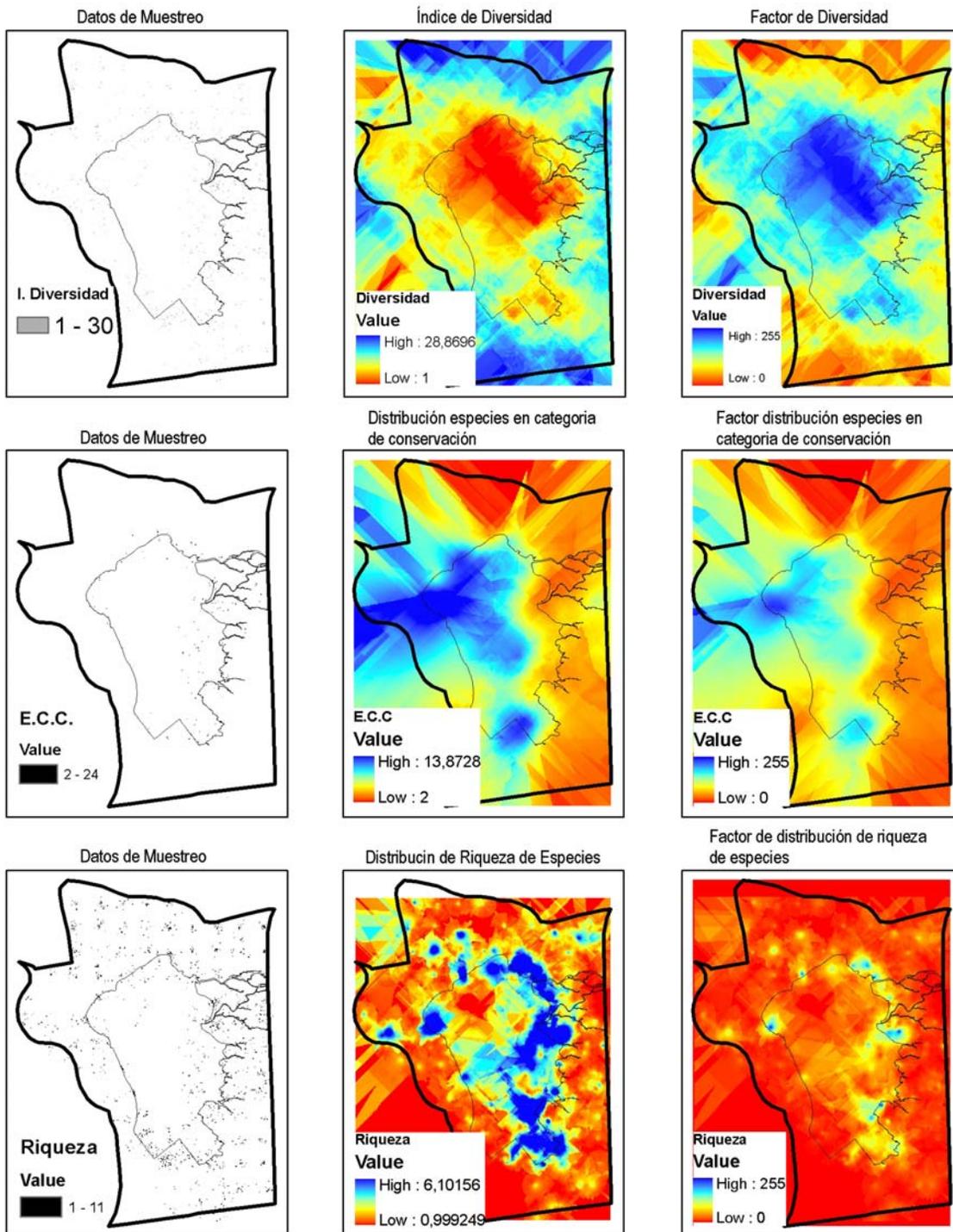


Figura 5: Procesos de estandarización de factores de distancia a zonas industriales y distancia a cuerpo de agua para el objetivo de conservación. Fuente: Elaboración propia.



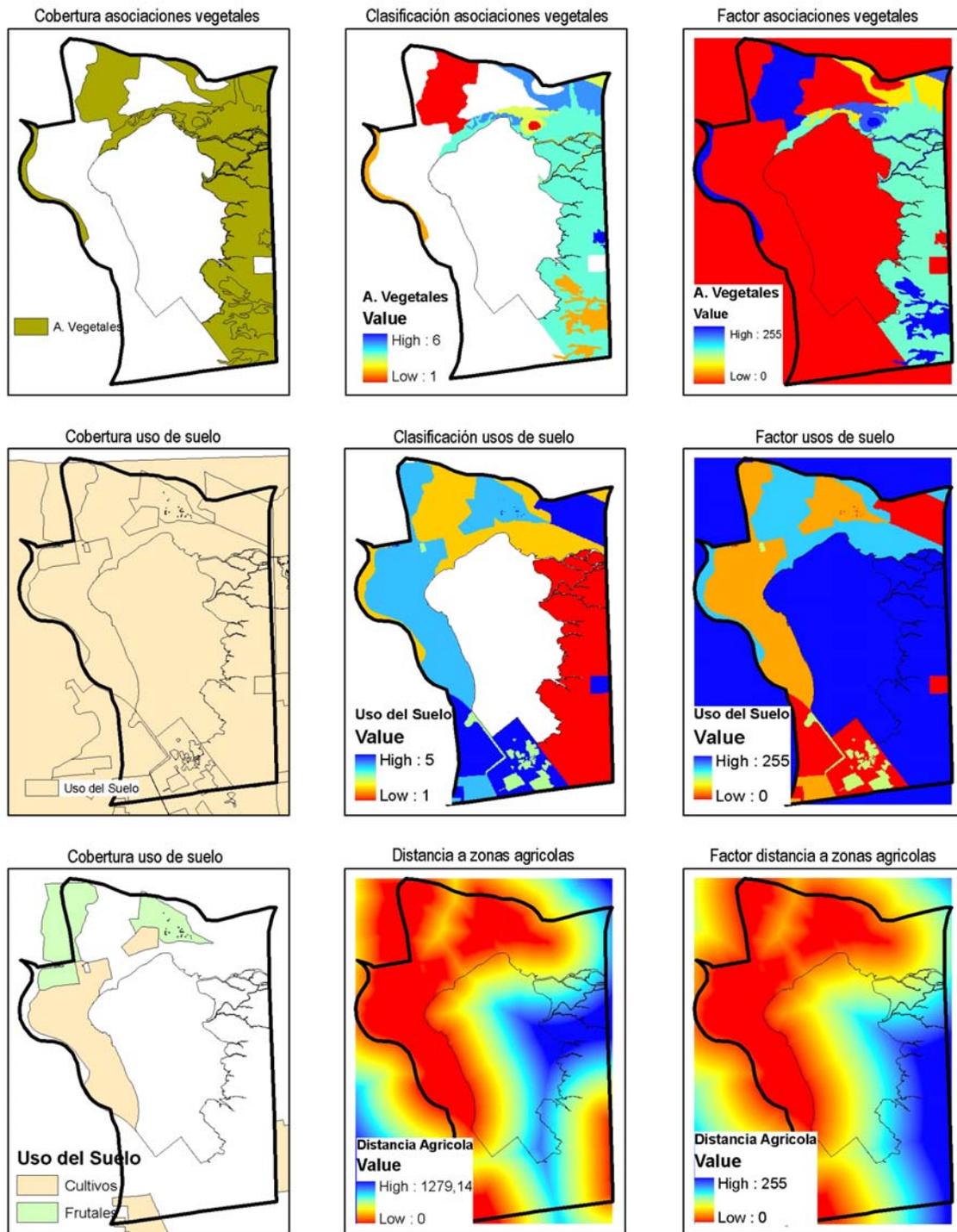


Figura 6: Procesos de estandarización de factores de Asociaciones vegetales, uso de suelo y distancia a zonas agrícolas para el objetivo de conservación. Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.2 Objetivo Restauración.

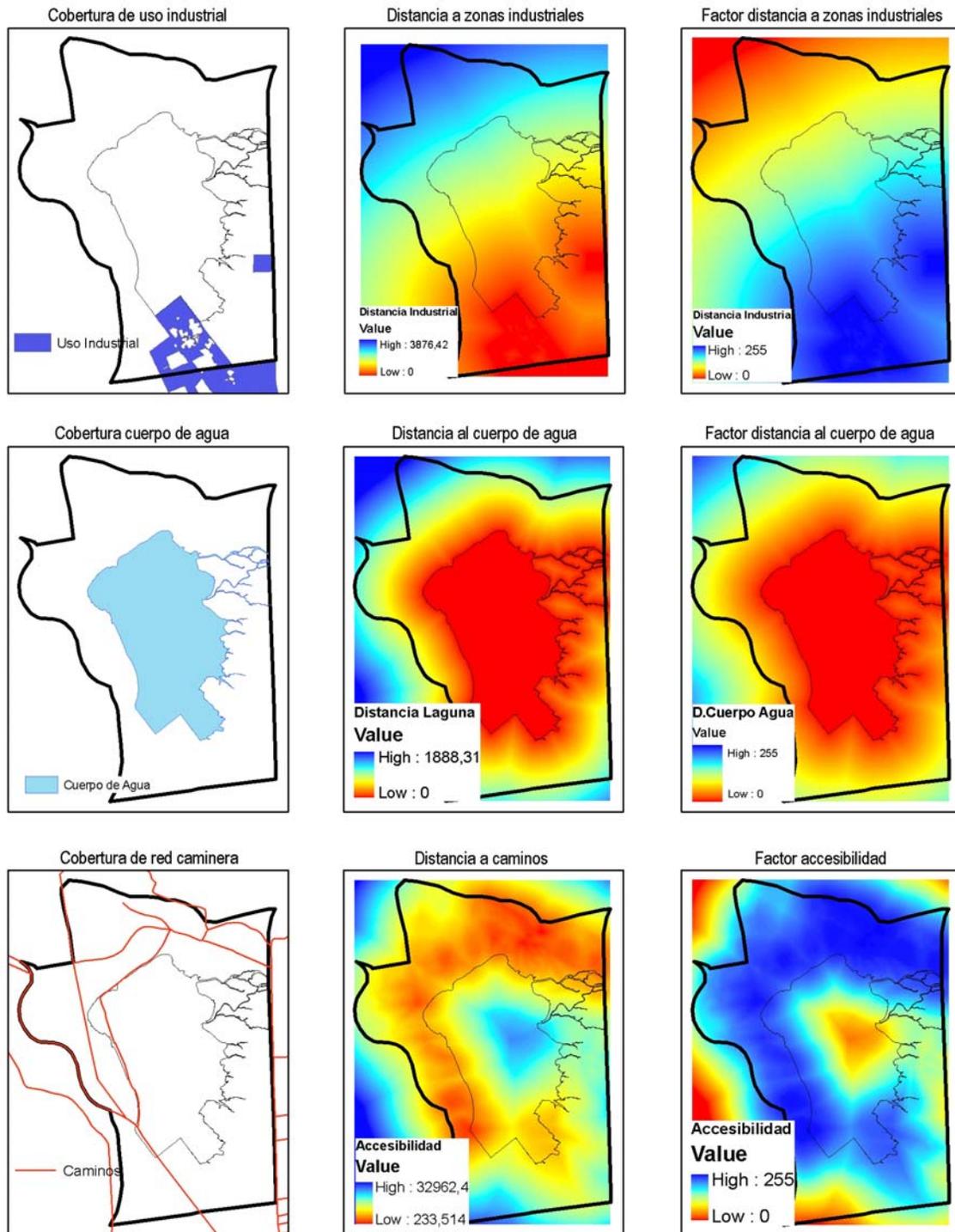


Figura 7: Procesos de estandarización de factores de distancia a zonas industriales, distancia al cuerpo de agua y accesibilidad para el objetivo de restauración. Fuente: Elaboración propia.

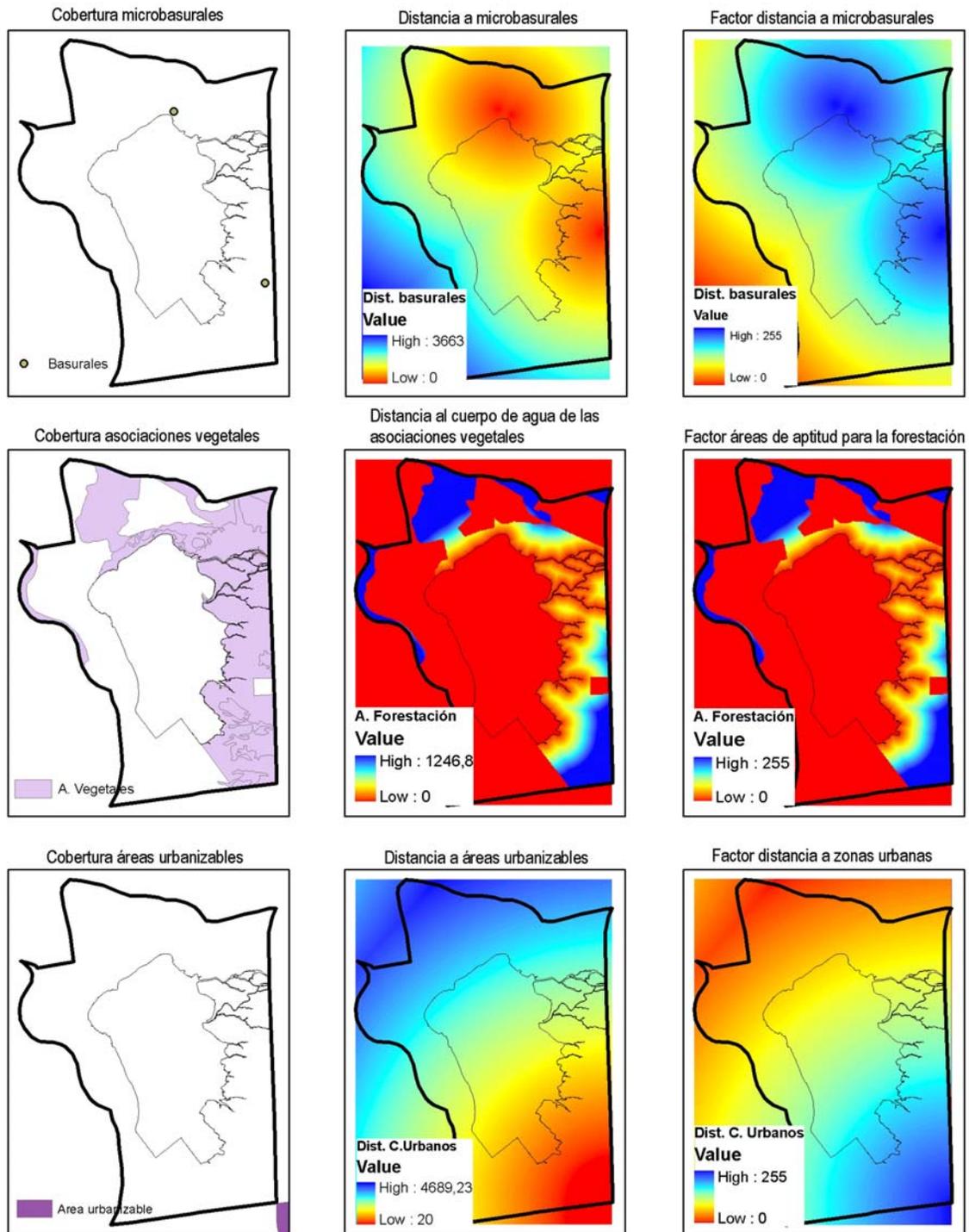


Figura 8: Procesos de estandarización de factores de distancia a microbasurales, áreas de aptitud para la forestación y distancia a zonas urbanas para el objetivo de restauración. Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.3 Objetivo Actividades Productivas.

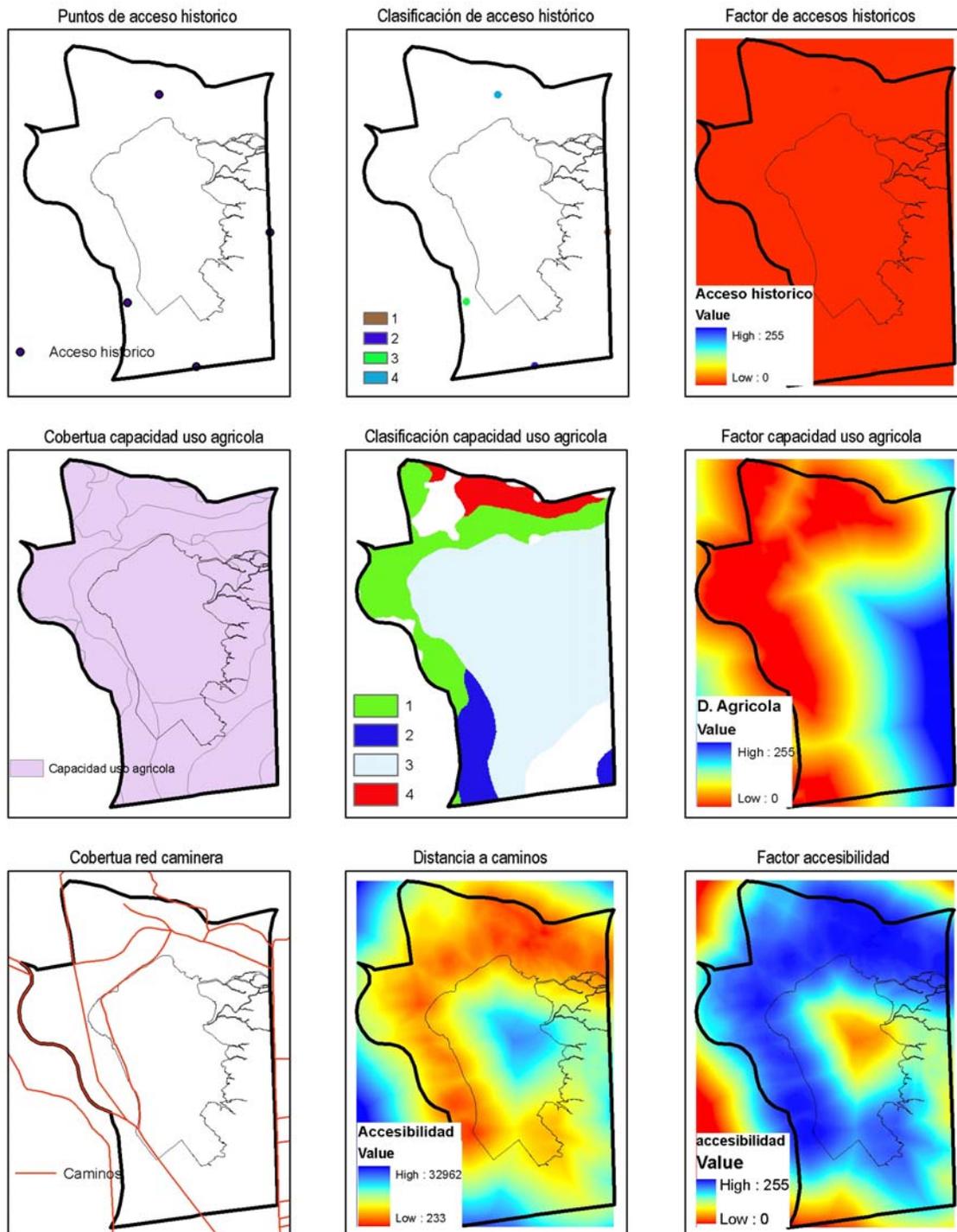


Figura 9: Procesos de estandarización de factores accesos históricos, distancia a zonas agrícolas y accesibilidad para el objetivo de producción. Fuente: Elaboración propia.

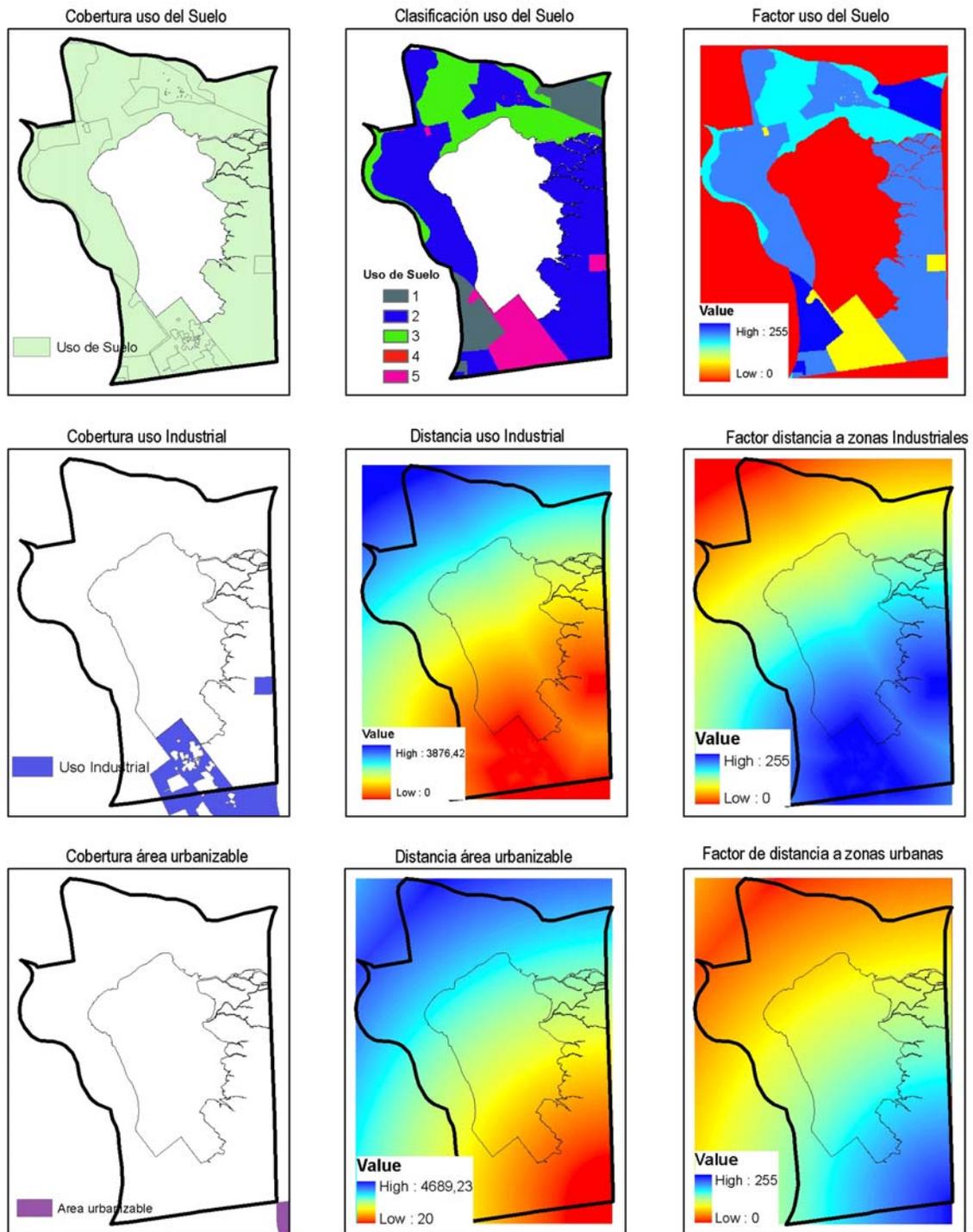


Figura 10: Procesos de estandarización de factores uso de suelo, distancia a zonas industriales y distancia a zonas urbanas para el objetivo de producción. Fuente: Elaboración propia.

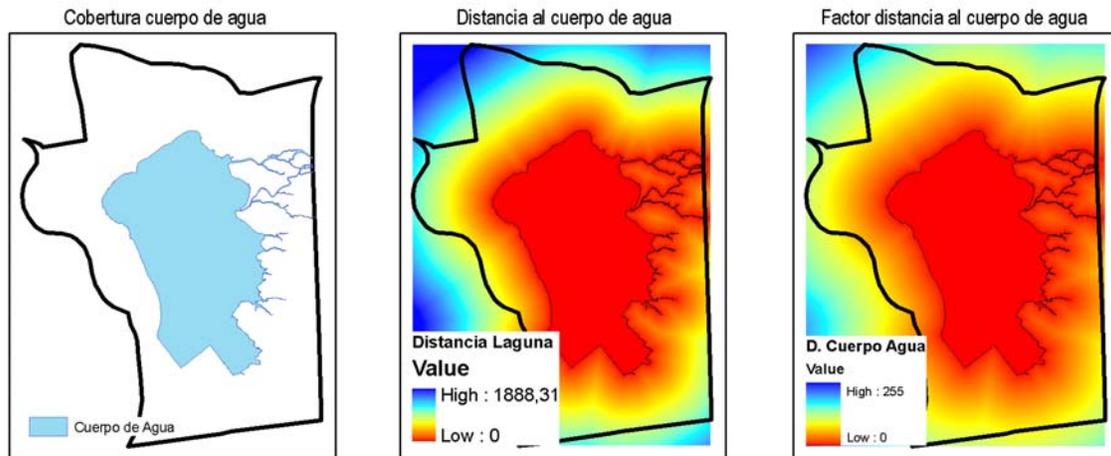


Figura 11: Procesos de estandarización de factor distancia al cuerpo de agua para el objetivo de producción.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Limitantes.

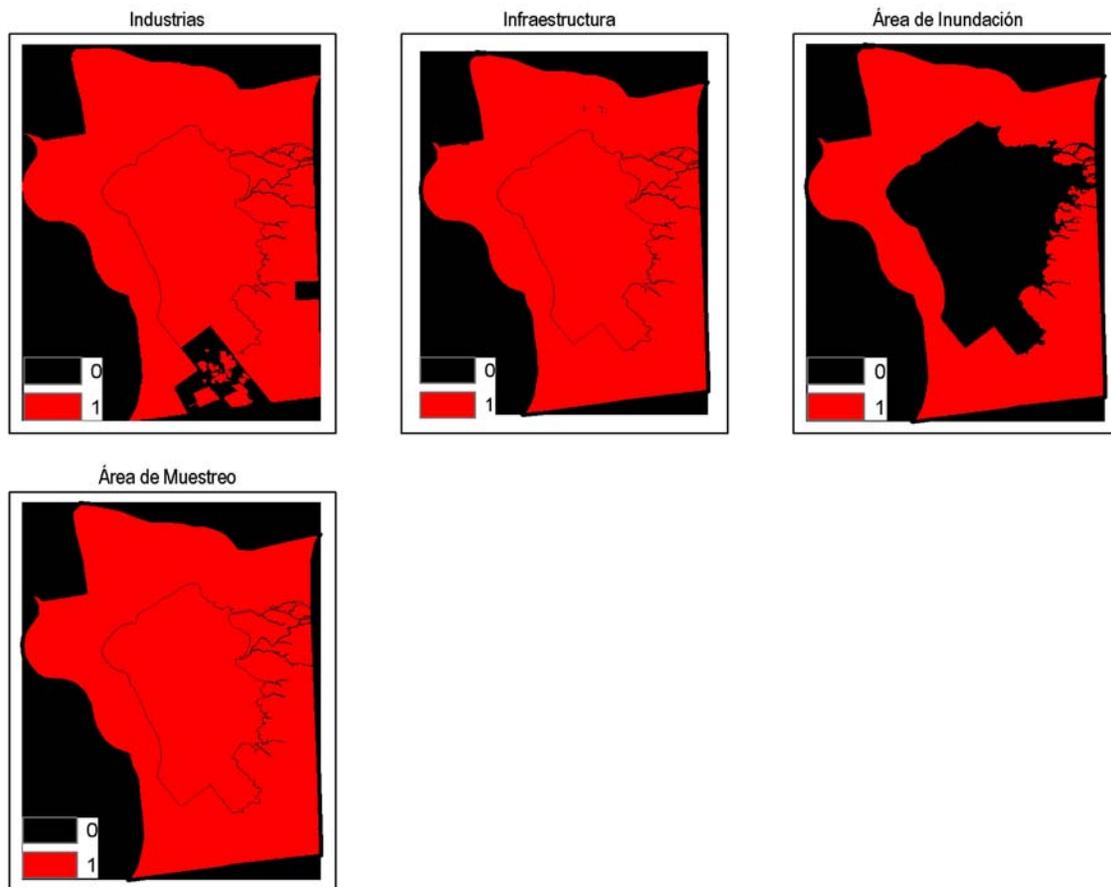


Figura 12: Limitantes utilizados en el proceso de planificación. Fuente: Elaboración propia.

4.2. Ponderación de Factores

4.2.1. Objetivo Conservación.

En el objetivo de conservación 4 factores concentran el 59% del peso de la ponderación obtenida a partir del modelo AHP, siendo el factor más relevante las áreas de concentración de de avifauna en categorías de conservación, seguido de áreas de concentración de diversidad de aves nativas, áreas de abundancia absoluta de aves y finalmente áreas de concentración de riqueza de aves respectivamente (Tabla 15).

La generación de actividades tendientes a la protección de las especies amenazadas de extinción son uno de los pilares de la conservación biológica, de manera secundaria la protección de ensambles representativos de la diversidad biológica es una de las medidas de conservación *in situ* más utilizadas a nivel mundial, lo que se concreta usualmente con la instauración de áreas silvestres protegidas, en este sentido la diversidad de especies pondera la riqueza y la equitativita de de los organismos bajo análisis, por ello su consideración desde la perspectiva territorial, maximiza la protección de una fracción significativa de la estructura de la comunidad,

La abundancia y la riqueza de aves son factores que se relacionan positivamente con la calidad y heterogeneidad de hábitat, sin embargo no necesariamente se correlacionan espacialmente, de este modo pueden existir lugares con alta abundancia y muy baja riqueza, lo que es característico de sectores monopolizado por pocas poblaciones altamente gregarias, por otra parte es posible encontrar lugares de alta riqueza y muy baja abundancia relativa, y su consideración maximiza la inclusión de taxas infrecuentes.

FACTOR	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN
Áreas de concentración de avifauna en categoría de conservación	0.2517
Áreas de diversidad de aves nativas	0.1702
Áreas de abundancia de Aves nativas	0.1646
Áreas de riqueza de aves nativas	0.1427
Asociaciones vegetacionales	0.0768
Distancia a zonas de inundación	0.0752
Distancia al Cuerpo de Agua	0.0451
Uso de suelo	0.0241
Accesibilidad	0.0217
Distancias a zonas agrícolas	0.0168
Distancia a zonas industriales	0.0111

Tabla 15: Coeficientes de ponderación de factores del objetivo de conservación, obtenidos a partir del modelo AHP. Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Objetivo Restauración.

En el objetivo de restauración 3 factores concentran el 85% del peso de la ponderación obtenida a partir del modelo AHP, siendo el factor más relevante las Zonas aptas para la reforestación, seguido de Distancia a micro basurales ilegales y finalmente Accesibilidad (Tabla 16).

La restauración ecológica es una disciplina que integra la investigación científica con acciones de intervención explícita en los sistemas naturales con la finalidad ideal de volver a sus estado natural un ecosistema degradado. Específicamente, en el área de influencia de la laguna de Batuco aún existen asociaciones vegetacionales remanentes representativas del bosque espinoso de *Prosopis chilensis* - *Acacia caven*, que en períodos prehispánica predominó en vastas zonas de la depresión intermedia entre la IV y VI región de Chile. En este sentido la restitución de esta asociación tendría efectos muy positivos para el ecosistema, ya que la complejización de la estructura vertical de la vegetación redundaría inequívocamente en el aumento de la diversidad, abundancia y riqueza de la fauna nativa.

FACTOR	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN
Zonas aptas para la reforestación	0.4324
Distancia a micro basurales ilegales	0.2396
Accesibilidad	0.1776
Distancia a zonas industriales	0.0867
Distancia a zonas urbanas	0.0352
Distancia al Cuerpo de Agua	0.0284

Tabla 16: Coeficientes de ponderación de factores del objetivo de restauración, obtenidos a partir del modelo AHP. Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Objetivo Producción.

En el objetivo de conservación 3 factores concentran el 77% del peso de la ponderación obtenida a partir del modelo AHP, siendo el factor más relevante la capacidad de uso del suelo, seguido de uso actual del suelo, y finalmente accesibilidad (Tabla 17).

FACTOR	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN
Capacidad de Uso del Suelo	0.4213
Uso actual del suelo	0.2048
Accesibilidad	0.1468
Distancia a zonas industriales	0.077
Acceso histórico	0.0576
Distancia a zonas urbanas	0.056
Distancia al Cuerpo de Agua	0.0365

Tabla 17: Coeficientes de ponderación de factores del objetivo de producción, obtenidos a partir del modelo AHP. Fuente: Elaboración propia

4.3. Generación de Mapas de Aptitud.

Los mapas de aptitud que se muestran a continuación corresponden a la combinación lineal ponderada de cada uno de los factores por los coeficientes de ponderación antes mencionados (Tablas 15; 16 y 17).

4.3.1. Objetivo Conservación

Los valores máximos observados en este mapa de aptitud, claramente se distribuyen en la zona de borde de la laguna en entidades discretas desde la perspectiva espacial, este patrón queda claramente expresado en la zona noroeste de la laguna, en donde se encuentran los mayores valores de aptitud que van desde el 180 al 191. Esta particular distribución responde a que en estas zonas son ecosistemas de borde espacio temporalmente dinámicas, y la literatura especializada explicita que estos sistemas heterogéneos sostienen mayor diversidad biológica. Por otro lado, se puede apreciar 3 máximas de frecuencia de datos que se encuentran en los valores 62, 68 y 82 respectivamente, estos corresponden a las áreas que rodean el límite interno del área de estudio. El interior del cuerpo de agua presenta una clara zona homogénea cuyos valores fluctúan entre los valores 128 – 130. En términos generales se puede considerar que la zona con mayor aptitud para realizar actividades de conservación corresponde al cuerpo de agua y su rivera.

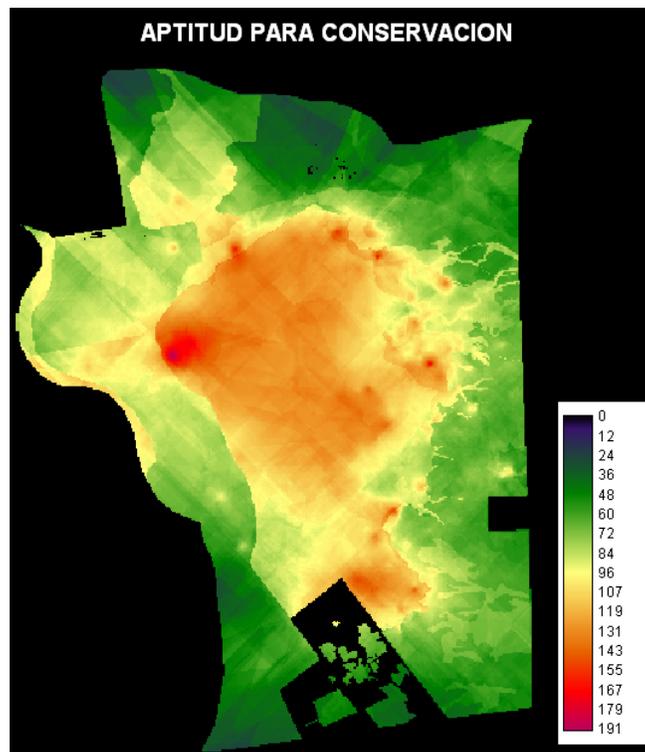


Figura 13: Mapa de aptitud de conservación. Fuente: Elaboración propia.

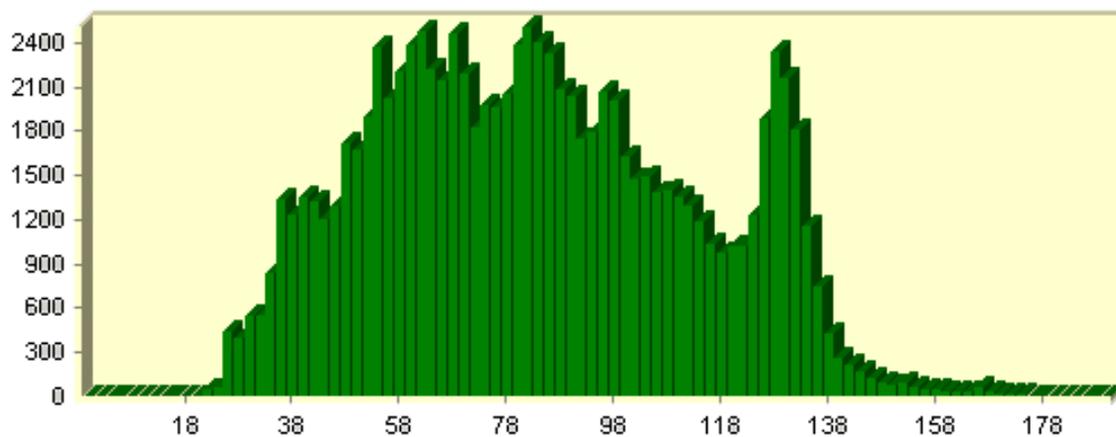


Figura 14: Histograma de aptitud de conservación. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Objetivo Restauración

Las áreas que poseen mayor aptitud para su restauración se encuentran distribuidas de manera fragmentada en los extremos del área de estudio (N y SE), este patrón espacial responde fuertemente a la distribución espacial de las asociaciones vegetales consideradas para el desarrollo de esta mapa de aptitud. En específico, los altos valores obtenidos en la zona SE del área de estudio, responden al argumento antes señalado complementado por la cercanía a los centros urbanos. Concomitantemente, el área que alberga los

valores más altos arrojados por el modelo (140 -192), corresponde a la asociación vegetal *Porlieria chilensis* - *Prosopis chilensis* - *Acacia caven*. El valor 102 es el más frecuente y se encuentra distribuido en el interior de la laguna y el sector oeste del área de estudio.

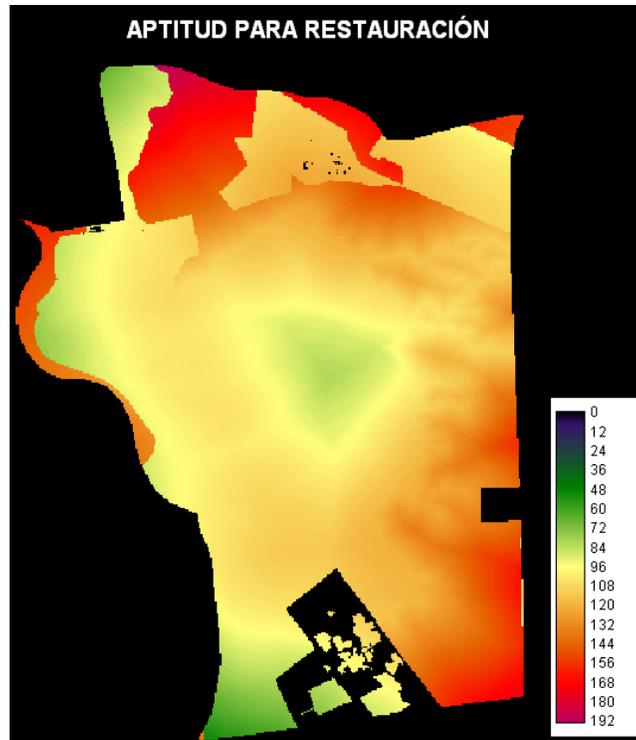


Figura 15: Mapa de aptitud de restauración. Fuente: Elaboración propia.

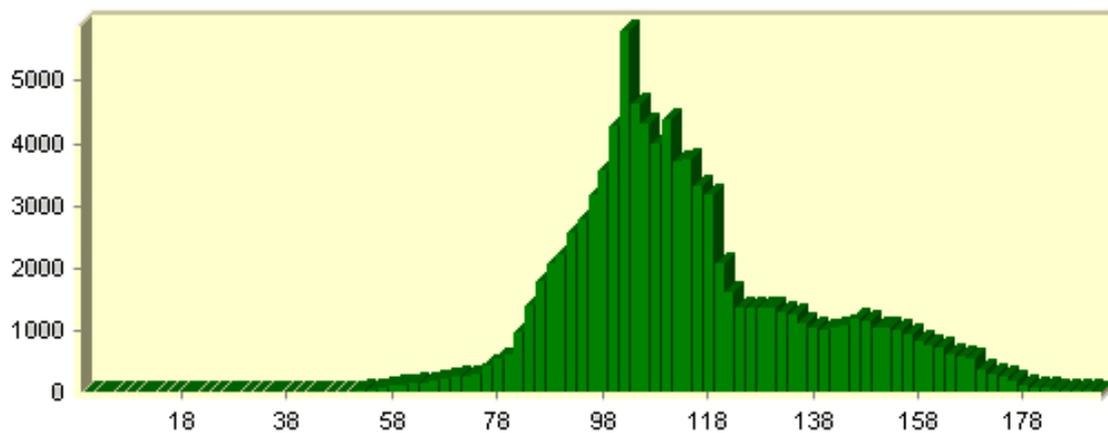


Figura 16: Histograma de aptitud de restauración. Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Objetivo Producción

El modelo demuestra que en general el área de estudio posee una fuerte aptitud productiva, esta afirmación queda demostrada en el hecho que prácticamente no existen valores de celdas bajo el valor 68. Por otra parte las áreas de mayor aptitud para la producción, se concentran de manera homogénea en la zona oeste y norte del cuerpo de agua, en donde los valores obtenidos por el modelo fluctúan entre 184 y 210, mientras que los valores medios obtenidos por el modelo (entre 140 y 170) se concentran principalmente, desde la perspectiva espacial, en la zona este de la laguna y en menor medida en la zona noroeste. Cabe destacar que la distribución de la superficie obtenida se relaciona cercanamente con la distribución de las actividades agrícolas que actualmente se desarrollan en el área de estudio, hecho que confirma que la vocación agropecuaria del territorio. Finalmente la distribución espacial de los valores obtenidos están fuertemente determinados por el hecho que los factores más relevantes son de naturaleza discreta.

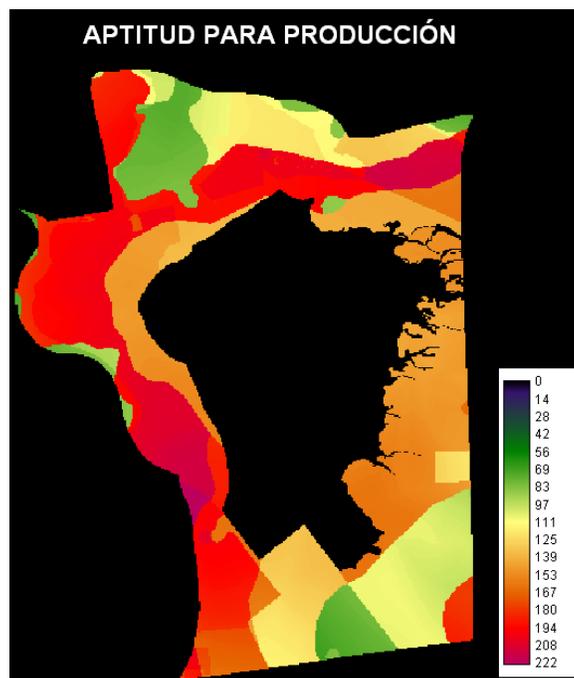


Figura 17: Mapa de aptitud de producción. Fuente: Elaboración propia.

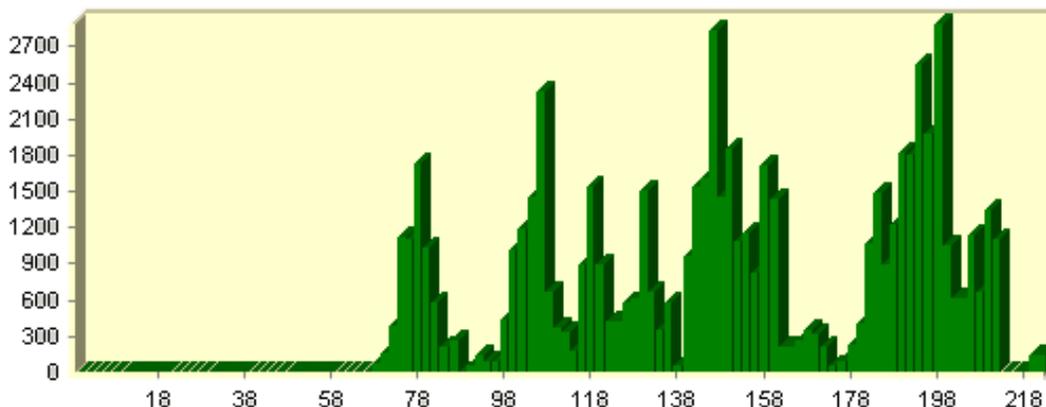


Figura 18: Histograma de aptitud de producción. Fuente: Elaboración propia.

4.4. Macrozonificación.

4.4.1. Integración de Mapas de Aptitud Conservación y Restauración.

Para realizar la combinación de los mapas de aptitud de conservación y restauración, se consideró una ponderación de 0,7 para el mapa de aptitud de conservación y 0,3 para el mapa de aptitud de restauración, esto con la finalidad de obtener un mapa aptitud que combinó ambos objetivos. El mapa de aptitud resultante denominado “conservación - restauración”, presenta valores que fluctúan entre 0 y 164.6.

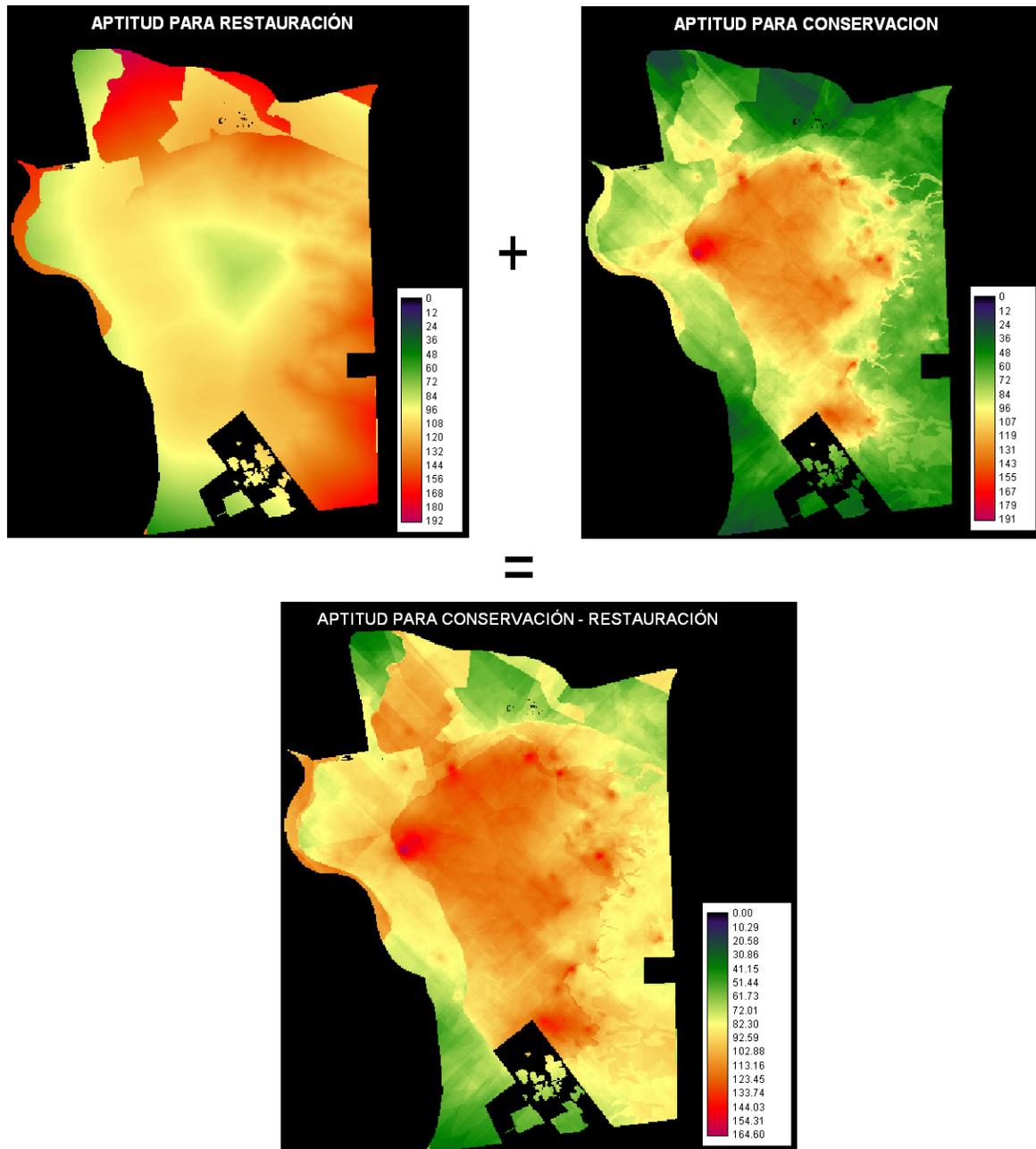


Figura 19: Proceso de agregación de mapa de aptitud conservación-restauración Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Integración de Mapas de Aptitud Conservación-Restauración y Producción.

Para la integración de los mapas de aptitud de los objetivos en conflicto se considero una ponderación de 0,5 para cada cobertura, esta decisión implica dar la misma importancia para cada factor al momento de la ejecución del MOLA (para más antecedentes ver acápite 3.2.2.4), minimizando la influencia de juicios de valor en la toma de decisiones. A partir de este procedimiento, se determinaron tres escenarios basados en la superficie máxima utilizable para el objetivo conservación – Restauración y Producción (Tabla 18) y sus resultados se observan en la Figura 20

	CONSERVACIÓN - RESTAURACIÓN		PRODUCCIÓN	
	%	Ha	%	Ha
Escenario 1	60	563	40	375
Escenario 2	70	656	30	283
Escenario 3	80	750	20	188

Tabla 18: Alternativas de superficies máximas utilizables para los objetivos antagónicos conservación – restauración y producción. Los valores de superficie se encuentran expresados en porcentaje y hectáreas. Fuente: Elaboración propia

En general los tres escenarios son conservadores con respecto a la distribución espacial de los objetivos señalados, a pesar de ello, es posible detectar un claro patrón al momento de modificar las superficies máximas utilizables para cada objetivo. De este modo es posible observar que cuando se aumenta progresivamente la superficie destinada a conservación – restauración, las superficies seleccionadas por el modelo se ubican de manera preferente en la zona Este del cuerpo de la laguna (Figura 20).

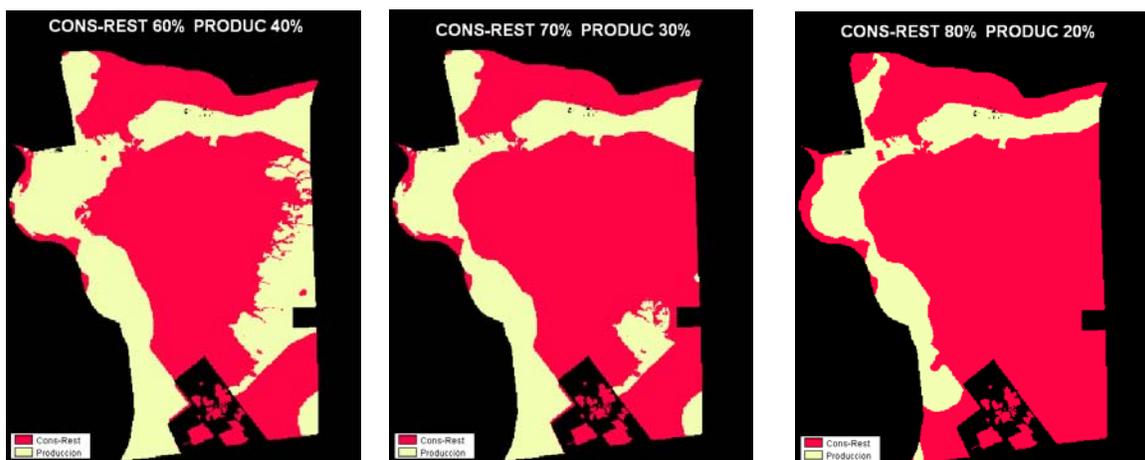


Figura 20: Escenarios resultantes del proceso MOLA de objetivos en conflicto. Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.1 Análisis de áreas en conflicto.

Como se explica en el acápite 3.9.2 se escogió el escenario B especificado en la Tabla 14. A partir de esta distribución de superficies se determinó las áreas en conflicto para los objetivos conservación – restauración y producción y la superficies involucradas se detallan en la Tabla 19.

OBJETIVO	SUPERFICIE EN CONFLICTO		SUPERFICIE SIN CONFLICTO		TOTAL	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Producción	132	90	151	19	283	30
Conservación - Restauración	14	10	642	81	656	70
Total	146	100	793	100	939	100

Tabla 19: Análisis de superficie por objetivos antagonistas. Fuente: Elaboración propia

Del total de la superficie en conflicto, el 90% corresponde a áreas en conflicto con el objetivo de producción, sin embargo esta superficie fue asignada por el modelo (Escenario B) a este mismo objetivo. Por otra parte en el análisis de superficies conflicto, determinó que 97 hectáreas no fueran asignadas a ninguno de los dos objetivos bajo estudio, posteriormente el modelo en el escenario B, asignó esa superficie íntegramente al objetivo de conservación – restauración, el cual finalmente sumó 642 hectáreas (Tabla 19).

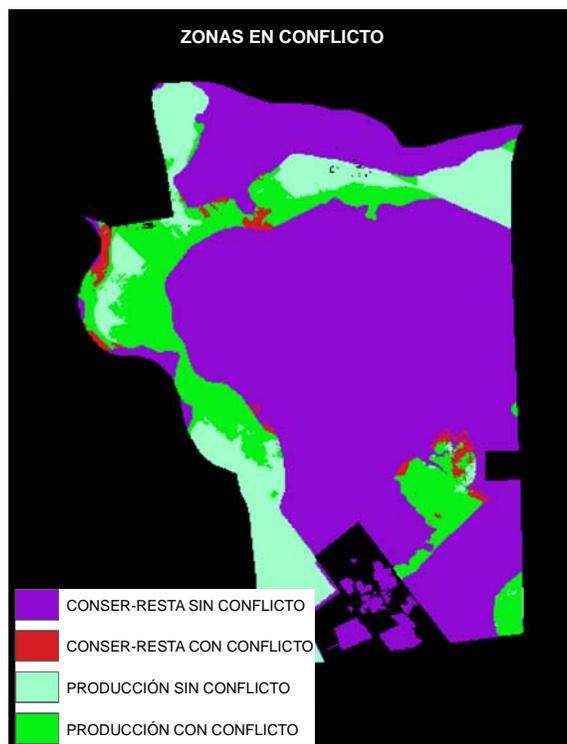


Figura 21: Mapa de análisis de superficies en conflicto de los objetivos considerados en el presente estudio. Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Determinación de macrozonas.

En la última etapa correspondiente a la generación de las macrozonas, podemos apreciar que ninguna macrozona posee una predominio importante sobre otra en términos de porcentaje de superficie, otorgándole la mayoría a la zona de conservación con un 39%, seguido por la zona de restauración con un 31% y finalmente la zona de producción con un 30% de la superficie total. Es importante destacar que en la decisión final del modelo tendiente a independizar las áreas correspondientes a conservación y restauración, resolvió que el cuerpo de agua en su totalidad incluido sus alrededores corresponden exclusivamente al uso de conservación y para las zonas a ser restauradas definió principalmente las áreas correspondientes al sector Este y Norte del área de estudio.

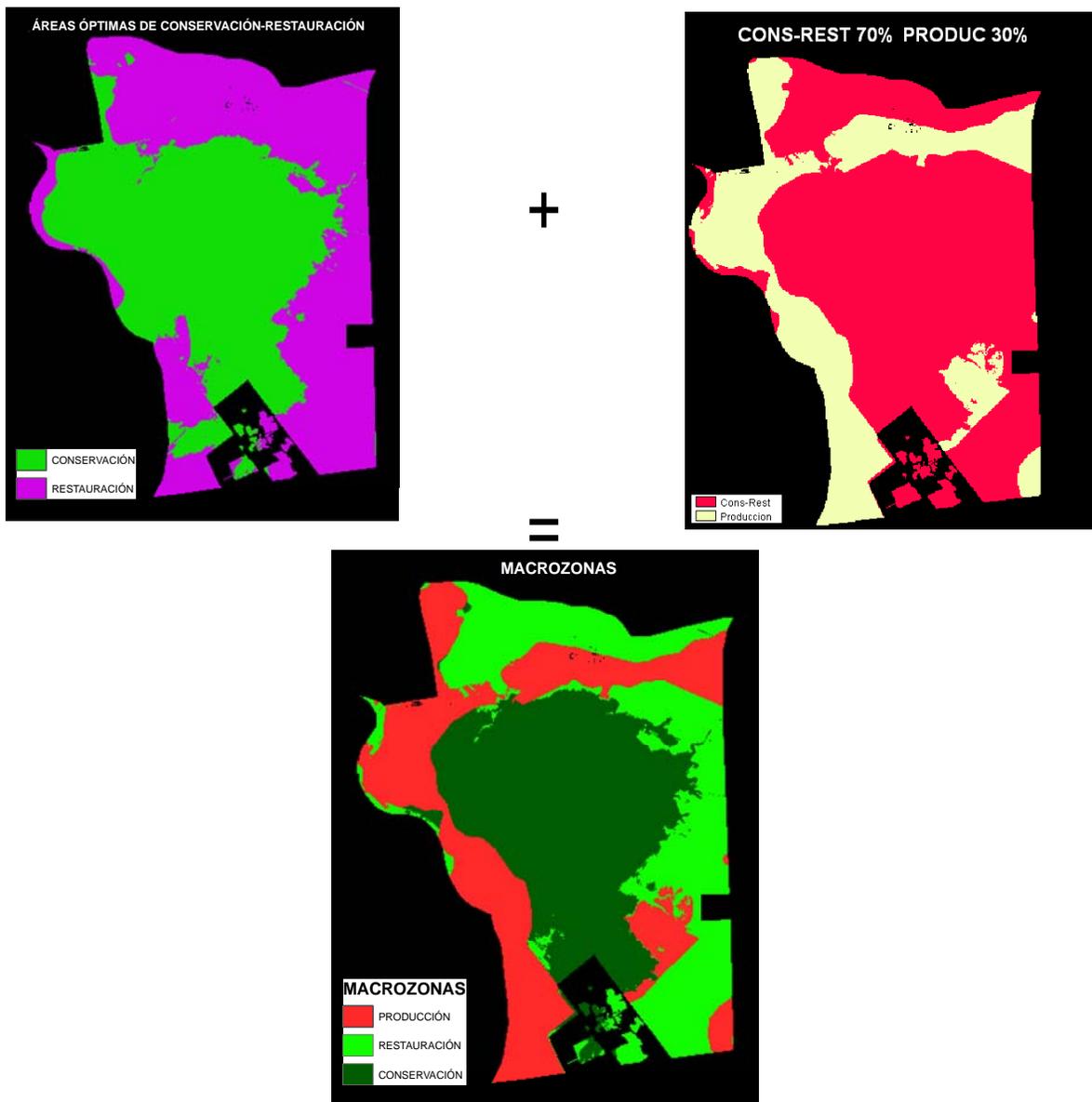


Figura 22: Proceso de construcción del mapa de macrozonas. Fuente: Elaboración propia.

OBJETIVO	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
Conservación	364	39
Restauración	292	31
Producción	283	30

Tabla 20: Análisis de superficie por objetivos finales. Fuente: Elaboración propia

4.5. Microzonificación

4.5.1. Determinación de Prioridades de Manejo

La zona de conservación presenta un orden decreciente en términos de superficie, asignándole el 42% a la primera prioridad seguido con un 35% para la segunda y un 23% para la prioridad menos urgente. Este porcentaje se expresa en el territorio de manera clara, otorgándole la primera prioridad a la zona central y noroeste del cuerpo de agua, seguido por una banda relativamente continua que la rodea y que se le asigna la segunda prioridad y en general una distribución en los sectores más alejados del cuerpo de agua para la tercera prioridad (Tabla 21).

En el caso de las zonas correspondientes a las actividades de restauración nos encontramos con que la distribución de superficies es opuesta a la de conservación, asignándole la mayor superficie (hectáreas) a las zonas que no ameritan de actividades prioritarias. De manera contraria, las áreas que requieren una mayor urgencia de acción son notablemente menores. La primera prioridad de acción se divide principalmente en dos áreas, una de ellas en el extremo Norte y la otra en el Sureste del área de estudio, estas zonas corresponden a las formaciones de *Prosopis chilensis* - *Acacia caven* - *Portieria chilensis* y *Prosopis chilensis* - *Acacia caven* respectivamente. Por otro lado las zonas correspondientes a la red de canales y sus alrededores ubicada al noreste del cuerpo de agua son las que ameritan una menor urgencia para ser restauradas.

El modelo asigna un 30% de la superficie destinada a la producción como la más prioritaria a la hora de realizar actividades productivas, estas se encuentran ubicadas mayoritariamente en las actuales zonas de cultivo del sector oeste y norte del área de estudio. Las zonas que deben ser tratadas con mediana prioridad ocupan casi la mitad de la superficie productiva (Tabla 21) y se sitúan en su mayoría en el extremo Nor y Suroeste del área de estudio. Por último los sectores menos prioritarios para desarrollar actividades productivas se distribuyen en pequeños manchones en donde el más importante corresponde a la zona ubicada al oeste de la fábrica de carbón y que se extiende hasta el borde de la zona de inundación.

OBJETIVO	PRIORIDAD	VALOR		SUPERFICIE HA	%
		INFERIOR	SUPERIOR		
Conservación	1	119	191	151,79	42
	2	97	119	129,11	35
	3	46	97	83,47	23
Restauración	1	148	192	85,14	29
	2	124	148	92,75	32
	3	66	124	114,19	39
Producción	1	227	255	84,78	30
	2	202	227	138,63	49
	3	178	202	57,93	21

Tabla 21: Microzonas por objetivo y prioridad, se observan los valores arrojados por el modelo de planificación y su superficie. Fuente: Elaboración propia.

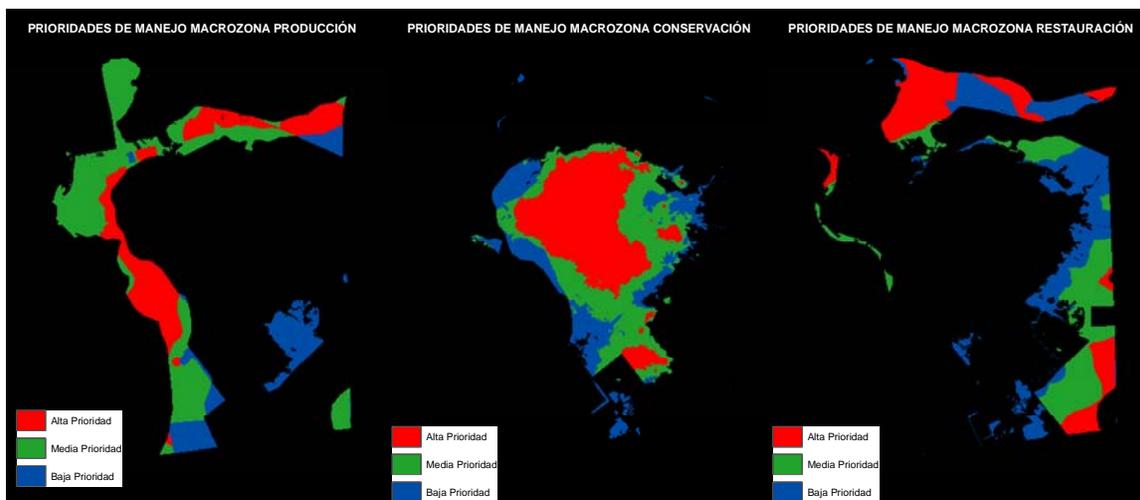


Figura 23: Mapa de prioridades por macrozona. Fuente: Elaboración propia.

4.6. Propuestas de Programas de Manejo.

Los alcances, objetivos y componentes de cada uno de estos programas se describen a continuación:

4.6.1. Programa de Protección

4.6.1.1 Definición del Programa de Protección

El Programa de Protección se refiere a dos elementos del manejo del área. Por una parte están todas las actividades necesarias para proteger los recursos y valores que justifican el Sitio Prioritario. Por otra parte, si existe o existirá uso público en el área, el Programa de Protección debe contemplar todas las medidas de prevención de accidentes y las acciones a seguir en caso que éstos se produzcan.

La protección es usualmente el grupo de actividades más características y más frecuentes del personal a cargo del manejo y administración de un área protegida, y es un programa muy vinculado a las amenazas externas que existen sobre los recursos naturales y valores del área (por ejemplo caza furtiva, extracción de leña, riesgo de incendios, entre otros). También tiene directa relación con la envergadura de los otros programas de manejo (por ejemplo ecoturismo intensivo, actividades recreativas riesgosas respecto a accidentes, estudios que demandan recolección de especies, etc.).

4.6.1.2 Objetivos del Programa de Protección

Consecuente con lo anterior, los objetivos del Programa de Protección son los siguientes:

- Garantizar la integridad del área protegida, sus recursos naturales y sus valores de las influencias externas y del uso interno.
- Minimizar el riesgo y prevenir accidentes por las actividades realizadas dentro del área protegida a través de medidas específicas de seguridad.
- Definir una estrategia, y disponer de los elementos para aplicar, en el caso de que ocurra algún siniestro o situación que ponga en peligro los recursos del área o a los visitantes (incendios, accidentes, actividades furtivas, entre otras).

4.6.1.3 Prioridades del Programa de Protección

El Programa de Protección podrá incluir las siguientes actividades:

- Definición y necesidades de demarcación en terreno de los límites del área.
- Patrullaje de los límites del área.
- Vigilancia y control en sectores con influencias externas o con concentración de actividades de uso público.
- Prevención, presupresión* y combate de incendios.
- Prevención de accidentes y seguridad de los visitantes.
- Primeros auxilios.
- Búsqueda, rescate y salvamento de personal y de eventuales visitantes.
- Acciones frente a emergencias ambientales.

* Se entiende por presupresión a la preparación de recursos humanos y materiales para la detección y combate de los incendios. Fuente: www.conaf.cl

- Identificación y cuantificación de las necesidades de personal, construcciones, equipos y servicios para posibilitar las propuestas del Programa de Protección.

4.6.2. Programa de Ecoturismo y Recreación

4.6.2.1 Definición del Programa de Ecoturismo y Recreación

El Programa de Ecoturismo y Recreación identifica y localiza las actividades de esparcimiento en sistemas naturales posibles de realizar en el área determinada, y las instalaciones necesarias para facilitar y permitir este tipo de uso por parte de visitantes al área y por parte de sus propietarios.

La zonificación proporciona los elementos generales para decidir el sitio de uso, así como también orienta de manera general los delineamientos de la infraestructura necesaria para llevar a cabo este programa, referidos a su ubicación y envergadura. El ecoturismo y la recreación en un área de alto valor de biodiversidad tienen características particulares, que los diferencian del turismo tradicional. Ecoturismo y recreación, que en muchos casos pueden considerarse sinónimos, se definen como "viajar a áreas relativamente poco alteradas o poco contaminadas con el objetivo específico de admirar, estudiar y disfrutar del paisaje y sus plantas y animales, así como de cualquier rasgo cultural encontrado en estas áreas". Son actividades que tienen características únicas que requieren de medidas especiales de manejo para que los visitantes disfruten su estadía, mientras que al mismo tiempo se mantienen las características naturales del ambiente.

Los principales conceptos de manejo que se deben tener en cuenta al desarrollar un programa de esta naturaleza, son los siguientes:

- El entorno debe ser lo más natural posible
- Las actividades deben causar poco impacto ambiental. Para ello se deben seleccionar actividades que no dañen el ambiente, concentrándose en lugares apropiados respecto a su resistencia al uso público. También debe existir un manejo de los visitantes, controlando su número y distribución en el área, proporcionándoles las instalaciones y servicios requeridos para el desarrollo de las actividades planificadas. El diseño de estas instalaciones debe estar acorde con las características naturales del ambiente, a fin de evitar impactos visuales.
- Las actividades ecoturísticas y recreativas deben estar asociadas a Programas de Educación Ambiental e Interpretación, pues precisamente marca la diferencia con el turismo tradicional.
- Al considerar posibilidades de empleo para los diversos servicios asociados a estas actividades debiera tenderse a privilegiar a las comunidades aledañas. Esta estrategia tiene la virtud de generar aliados en la gente local respecto a la conservación del área protegida, junto con contribuir al mejoramiento económico y social de sectores normalmente marginados.

Una de las decisiones más importantes en el Programa de Ecoturismo y Recreación se refiere al tipo de actividades a realizar en el área protegida, y a su localización dentro del área. Los siguientes criterios pueden ser utilizados para este fin:

- Privilegiar los sectores con presencia de recursos atractivos.
- Oportunidades para la visualización de la fauna.
- Presencia de especies animales o vegetales raras o escasas.
- Diversidad de la flora y fauna.
- Presencia de ecosistemas únicos.
- Presencia de atributos físicos únicos.
- Existencia de paisajes únicos.
- Presencia de recursos hídricos sobresalientes.

- Valores culturales e históricos asociados al ambiente natural.
- Evitar los sectores con susceptibilidad a los impactos ambientales.
- Favorecer los sectores con amplias oportunidades para el desarrollo de Programas de Educación Ambiental y de Interpretación del medio ambiente.
- Privilegiar aquellos lugares con diversidad de oportunidades ecoturísticas o recreativas.
- Compatibilizar el ecoturismo y la recreación con los otros objetivos de manejo del área protegida.

4.6.2.2 Objetivos del Programa de Ecoturismo y Recreación

Los objetivos del Programa de Ecoturismo y Recreación son los siguientes:

- Establecer lineamientos para adecuar sectores al ecoturismo y a la recreación en ambiente natural, garantizando el disfrute de esas actividades por parte de los visitantes y de los propietarios del área.
- Identificar los sectores específicos con aptitud para el uso ecoturístico y recreativo, las actividades específicas que se proponen, y los requerimientos y diseño de las construcciones y servicios que se estimen necesarios.
- Compatibilizar el uso ecoturístico y recreativo con los fines de conservación ambiental del área protegida y con sus otros objetivos de manejo.
- Analizar la capacidad de soporte, o límite de cambio aceptable, de los sectores específicos con aptitudes para el ecoturismo y la recreación.
- Diseñar los medios e instalaciones para mitigar el impacto ambiental del uso público y de las obras civiles destinadas al ecoturismo y recreación.

4.6.2.3 Prioridades del Programa de Ecoturismo y Recreación

El Programa de Ecoturismo y Recreación podrá considerar las siguientes actividades, incluyendo el diseño de las construcciones y servicios y la cuantificación de sus requerimientos, cuando proceda:

- Determinación del o los potenciales segmentos de mercado y las expectativas para este tipo de producto específico (análisis de la demanda actual y potencial).
- Determinación de los servicios turísticos o recreativos que serán prestados al interior del área propendiendo al empleo de sistemas de certificación de calidad.
- Construcción o mejoramiento de los accesos y estacionamientos para vehículos motorizados en sectores de particular interés.
- Definición de acciones previas al uso público, como el mejoramiento de la calidad ambiental y la recuperación de sectores alterados por actividades antrópicas.
- Construcción o mejoramiento de una red de senderos interiores peatonales del área protegida y de miradores en sectores de particular interés.
- Construcción de cabañas habitacionales para la utilización por parte de los propietarios, en el caso de las áreas protegidas privadas.
- Construcción de cabañas, casas de huéspedes, hosterías o refugios para uso por parte de visitantes.
- Habilitación de sectores para ser utilizados en actividades de acampar y picnic, incluyendo las instalaciones requeridas para los sitios (mesones, fogones, refugios para condiciones climáticas adversas, lugares para localizar carpas).
- Construcción de servicios sanitarios que se requieran.
- Provisión de servicios para la recolección de desperdicios (basuras), para la captación, almacenamiento y distribución de agua potable, y para la colección y distribución de leña y energía eléctrica, si procede.

- Identificación y cuantificación de las necesidades de personal, construcciones, mantención, equipos y servicios para posibilitar las propuestas del Programa de Ecoturismo y Recreación.
- Evaluación del impacto ambiental de las obras de edificación según la legislación del país (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental).

4.6.3. Programa de Educación Ambiental

4.6.3.1 Definición del Programa de Educación Ambiental

El Programa de Educación Ambiental e Interpretación, dentro del contexto del plan de ordenación, tiene el propósito general de entregar oportunidades a los visitantes para apreciar y comprender mejor los recursos y valores del área que visitan. La educación ambiental es una actividad orientada a revelar a los visitantes el significado, la importancia y las relaciones de la flora, la fauna, el suelo, el agua, los ecosistemas, el paisaje, y los valores culturales asociados, a través de medios ilustrativos. Se considera que esta forma de educación es más que simplemente entregar información, sino que es revelar por qué los recursos y valores están presentes en el área, cuál es el significado de la presencia de estos recursos y valores, por qué son importantes, qué es lo que no se sabe sobre ellos, de una forma atractiva y motivadora.

Para cumplir estos postulados, las actividades de educación ambiental e interpretación se basan en los siguientes principios:

- Relacionar lo que se enseña o interpreta con la experiencia previa de los visitantes. Ello significa adaptar el mensaje de forma de asociarlo a lo que el visitante ya sabe.
- La educación ambiental es revelar: explica el porqué y lo desconocido de los recursos y valores del área, y no sólo se concentra en lo obvio y lo que es fácil de percibir, sino también en aquellos elementos que no son tan aparentes.
- Considerar a la educación ambiental como el arte de la comunicación, usando el máximo de sentidos para que el mensaje sea captado de una manera íntegra y eficiente.
- La educación ambiental y la interpretación debe incentivar a conocer más sobre los recursos y valores del área. Por ello el mensaje debe ser presentado en tal forma que motive a los visitantes a profundizar más sobre los temas presentados, a propia iniciativa de quienes captan el mensaje.
- La educación ambiental no es una simple instrucción, sino que debe permitir la comprensión de cómo los recursos se relacionan entre sí.
- Debe tenerse muy en cuenta las diferentes audiencias que visitan o visitarán el área, y en lo posible desarrollar actividades o medios para cubrir estas distintas demandas por educación ambiental e interpretación. Por ejemplo, la necesidad de adaptar programas y actividades para grupos escolares, para adultos con educación superior, u otros grupos diferenciados.

Los beneficios de la educación ambiental y la interpretación en un área protegida privada son muy variados y cabe destacar los siguientes:

- Contribuye a enriquecer la experiencia de los visitantes y de sus propietarios
- Permite valorar los recursos del área protegida y comprender sus complejidades.
- Amplía los horizontes del conocimiento más allá de los propios recursos del área.
- Contribuye a fortalecer la sensibilidad ambiental.
- Reduce los daños a la propiedad y a sus instalaciones.
- Protege a sectores frágiles concentrando el uso público en los lugares deseados.
- Crea una buena imagen pública del propietario.
- Promueve el ecoturismo y otros usos deseados en el área protegida.

4.6.3.2 Objetivos del Programa de Educación Ambiental e Interpretación

Los objetivos del Programa de Educación Ambiental e Interpretación son los siguientes:

- Contribuir a incrementar el aprecio por la biodiversidad.
- Diversificar las actividades de los visitantes.
- Lograr otros objetivos de manejo, en el sentido de que visitantes con mayor sensibilidad ambiental causarán menor impacto ambiental en el área protegida.
- Promover el apoyo de la comunidad a materias ambientales y a novedosas formas de conservación.

4.6.3.3 Prioridades del Programa de Educación Ambiental e Interpretación

El Programa de Educación Ambiental e Interpretación podrá considerar las siguientes actividades, incluyendo el diseño de las instalaciones y la cuantificación de sus requerimientos, cuando proceda:

- Inventario y localización de los elementos naturales y culturales significativos, que sean susceptibles de incorporar en el programa.
- Análisis de las oportunidades de educación ambiental e interpretación en el área, seleccionando los temas más idóneos. Estos temas pueden estar relacionados con la ecología del área, con elementos histórico/culturales o antropológicos, con recursos geológicos, con flora y fauna silvestre, entre otros.
- Identificación de las opciones a través de las cuales desarrollar los Programas de Educación Ambiental e Interpretación. Estos medios interpretativos pueden incluir los siguientes:
 - ✓ Contacto directo del personal a cargo de la administración y manejo del área protegida. Este contacto puede ser informal, cuando el personal se reúne donde se concentran visitantes, o bien formal, a través de charlas programadas, viajes guiados, o casetas de informaciones. La ventaja de este medio es que es el personal puede fácilmente adaptar el mensaje educativo a las características de los visitantes. La desventaja es que requiere personal capacitado respecto a los recursos y valores del área y también que este personal posea habilidades de comunicación.
 - ✓ Materiales escritos. Estos medios pueden tener la forma de letreros interpretativos, folletos de orientación, y publicaciones detalladas sobre los recursos y valores del área protegida. La ventaja de este medio es que es relativamente permanente y de menor costo de inversión inicial por visitante. Otra ventaja es que las publicaciones pueden venderse, generando ingresos al área protegida. Algunos de estos medios, como los letreros interpretativos, tienen la desventaja de ser poco útiles para mensajes largos y son más caros de mantener.
 - ✓ Senderos peatonales autoguiados. Los senderos educativos autoguiados ponen al visitante en contacto directo con los recursos y valores del área protegida, en un sitio de fácil acceso y recorrido. Preferiblemente tienen la forma de circuito de una vía de circulación, para evitar que el visitante pase más de una vez por el mismo punto, y para evitar congestión en la circulación que interfiere la experiencia recreativa y educacional. Su longitud no debiera sobrepasar los 2.000 metros, con topografía relativamente plana, a fin de que pueda ser utilizado por todo tipo de visitantes. La educación ambiental se desarrolla en determinados puntos de interés en el sendero, localizados cada 20-30 metros, que son interpretados a través de letreros, o bien a través de un folleto, que se refiere a cada punto debidamente señalado en el terreno. La ventaja de este medio es que no requiere de personal permanente, y que, además del propósito educativo que tiene, constituye una experiencia

- recreativa. Sus desventajas se refieren más bien al mal uso por parte de los visitantes o a una mala administración. Por ejemplo congestión de visitantes, actos vandálicos sobre la vegetación, uso de vehículos livianos, entre otros.
- ✓ Exhibiciones exteriores. Este medio educativo e interpretativo utiliza un panel que normalmente combina diversos elementos, tales como leyendas escritas, objetos, gráficos y fotografías. Estos paneles, a veces recubiertos con vidrio u otro material para evitar su deterioro, se localizan en sitios de particular atracción en el área protegida, en lo posible en un lugar con adecuada visibilidad a los recursos o valores que son el tema central del mensaje. La ventaja de este medio es que está localizado en el lugar mismo que se desea interpretar. Su desventaja puede ser el costo, dependiendo de los materiales a usar y la necesidad de mantención y protección contra un mal uso.
 - ✓ Centros de educación ambiental. Este medio normalmente es el que permite concentrar una gran proporción del programa, a través de diversas formas de educación ambiental e interpretación. Usualmente es una edificación que puede contener una sala de proyecciones (videos, diapositivas), una sala con exhibiciones, un lugar donde el visitante recibe informaciones generales sobre el área protegida, un área de descanso, con sanitarios, oficinas para el personal, entre otros. Su localización es muy importante para sacar provecho de sectores accesibles con alta calidad escénica, pero siempre manteniendo el principio de evitar el impacto visual y ambiental. Tiene diversas ventajas, como el concentrar y reunir a los visitantes, y posibilitar su interacción con otros visitantes y con el personal del área, aunque sin duda constituye una importante inversión.
- Selección, diseño y localización de los medios más apropiados para la educación ambiental. En la selección de las distintas formas posibles de educación ambiental intervienen tres elementos:
 - ✓ El presupuesto que se desea destinar a tales actividades.
 - ✓ Las características de los visitantes: ¿Qué es lo que esperan encontrar los visitantes en el área protegida? ¿Cuál es su nivel de educación formal? ¿Cuál es su edad promedio?
 - ✓ Las características de la visita: ¿Cuánto tiempo en promedio gastan o están dispuestos a gastar los visitantes en el área protegida? ¿Cuáles son las actividades que realizan? ¿Pernoctan en el área protegida?

4.6.4. Programa de Investigación

4.6.4.1 Definición del Programa de Investigación

Laguna de Batuco, posee un importante potencial para investigaciones sobre sus recursos y valores. De esta forma, el Programa de Investigación dentro del contexto del Plan de Ordenación está orientado a identificar aquellos estudios que se consideren prioritarios y a definir, localizar y diseñar las instalaciones y servicios que permitan el desarrollo de las actividades propuestas.

Es usual que todas las áreas de alto valor ambiental posean un importante potencial para la investigación a través de instituciones académicas o de investigación especializadas, que tengan intereses en los recursos y valores de estas áreas. Con ellas se pueden establecer convenios y acuerdos para desarrollar estudios y experiencias bajo normativas claras respecto al uso del área y recolección de especies o elementos. Los resultados de estos estudios serán de alto valor para enriquecer otros programas de manejo, como el de educación ambiental e interpretación, generando una importante fuente y base de datos sobre el área protegida.

Del mismo modo, y dependiente de las características y complejidad del área, también existen estudios que resultan atractivos para quienes las administran, particularmente aquéllos orientados a mejorar el manejo del

área protegida. Por ejemplo si existe uso directo tradicional de recursos, es de interés monitorear el grado de sustentabilidad de esas actividades, y cuantificar en forma periódica su impacto ambiental sobre otros recursos y valores del área. De igual forma, si existe uso ecoturístico, recreacional y educativo en el área, resulta de interés conocer el perfil de los visitantes, así como sus requerimientos y expectativas.

Una forma de garantizar de que el plan de manejo sea efectivo en el tiempo, es por medio de un continuo proceso de acumulación de nueva información y de monitoreo respecto a la utilización del área. Así, los estudios sobre el área protegida permitirán realizar a través del tiempo los ajustes que se consideren necesarios a la planificación propuesta.

Para motivar estas actividades se pueden plantear variadas estrategias, que incluyen, por ejemplo, posibilitar el acceso a sectores de particular interés, la provisión de servicios por parte del personal del área, el apoyo logística, e inclusive la disponibilidad de instalaciones específicas o equipos para estos propósitos.

4.6.4.2 Objetivos del Programa de Investigación

Sobre la base de lo señalado con anterioridad, los objetivos del Programa de Investigación son los siguientes:

- Definir las acciones y estrategias para fomentar la investigación sobre los recursos y valores del área, así como respecto a la valorización económica del uso público.
- Identificar las investigaciones y estudios necesarios para mejorar el manejo del área protegida.
- Establecer la normativa sobre el uso del área para la investigación, reglamentando el acceso, la recolección de recursos y elementos, y el uso de la información generada.
- Identificar, localizar y diseñar eventuales instalaciones y servicios destinados a fomentar la investigación; así como los requerimientos de personal.

4.6.4.3 Prioridades del Programa de Investigación

El Programa de Investigación podrá considerar el siguiente tipo de actividades, cuando proceda:

- Identificación y priorización de las investigaciones y estudios necesarios para incrementar el conocimiento sobre los recursos y valores del área protegida, a fin de enriquecer los Programas de Educación Ambiental. Estas investigaciones pueden referirse a temas como los siguientes:
 - ✓ Evaluaciones de riqueza y diversidad de especies nativas
 - ✓ Dinámica poblacional de formaciones vegetacionales de interés
 - ✓ Análisis a escala ecosistémicas
 - ✓ Análisis a escala de paisaje
 - ✓ Autoecología de especies de aves nativas.
 - ✓ Estudios microclimáticos.
 - ✓ Monitoreo de poblaciones y especies de fauna silvestre amenazadas.
 - ✓ Perfil de los potenciales del área protegida y evaluación de los beneficios económicos del ecoturismo.
- Identificar los beneficios económicos del área destinada a la protección de sus recursos y valores.
- Desarrollo de estrategias para motivar a posibles interesados en desarrollar estudios en el área protegida, y definir los mecanismos para formalizar acuerdos de investigación.
- Formulación de los elementos para una normativa del uso del área en actividades de investigación, que defina los requisitos de dichos estudios respecto a colección de materiales y alteraciones ambientales, así como la disponibilidad permanente de la información generada.

- Selección, diseño y localización de eventuales instalaciones destinadas a facilitar las investigaciones en el área protegida.
- Identificación y cuantificación de las necesidades de personal, mantención, equipos y servicios para posibilitar las propuestas del Programa de Investigación.

4.6.5. Programa de Manejo de Recursos y Uso Sustentable

4.6.5.1 Definición del Programa de Manejo de Recursos y Uso Sustentable

El Programa de Manejo de Recursos se refiere a todas aquellas actividades de producción directa y tradicional susceptibles de realizar en el área protegida, incluyendo uso sustentable de la biodiversidad, restauración ecológica, rehabilitación y mejoramiento de recursos.

El manejo de recursos en las áreas protegidas privadas se concibe como un objetivo secundario, supeditado a no degradar ni alterar los recursos y valores que justifican catalogar un área protegida como tal. En consecuencia, este uso debe ser de carácter extensivo, incluyendo también acciones tendientes a restaurar o mejorar ambientes degradados; o asegurar el desarrollo normal de los procesos naturales.

El Programa de Manejo de Recursos y Uso Sustentable, definido de esta forma, traza las directrices para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento y mejoramiento de las formaciones vegetales y el manejo de los hábitats de la fauna nativa.

4.6.5.2 Objetivos del Programa de Manejo de Recursos y Uso Sustentable

- Identificar los lineamientos para el manejo y aprovechamiento directo de recursos naturales del área protegida.
- Definir la intensidad y los sectores donde se realizarán actividades extractivas, con especial referencia a la mitigación de impactos ambientales.
- Determinar las acciones necesarias para la restauración de terrenos degradados y el uso futuro de dichos sectores del área protegida.

4.6.5.3 Prioridades del Programa de Manejo de Recursos y Uso Sustentable

El Programa de Manejo de Recursos podrá considerar el siguiente tipo de actividades, cuando proceda:

- Manejo de la vegetación para favorecer especies y ambientes deseados.
- Aprovechamiento agrícola tradicional en sectores seleccionados.
- Producción pecuaria tradicional de baja escala.
- Aprovechamiento forestal sustentable, con un fuerte componente de experimentación.
- Extracción sustentable de productos forestales no maderables.
- Cría, manejo y aprovechamiento de la fauna silvestre en cautiverio, semi-cautiverio, o en estado natural.
- Aprovechamiento de recursos hidrobiológicos.
- Restauración de terrenos degradados (plantaciones forestales con especies nativas).
- Recuperación o rehabilitación de especies de fauna silvestre amenazadas.
- Regulación, control, o erradicación de especies de flora y fauna introducidas.

4.6.6. Programa de Administración

4.6.6.1 Definición del Programa de Administración

El Programa de Administración, dentro del contexto de un plan de ordenación, tiene el propósito de definir la estructura administrativa que se empleará para administrar el área, y en función de ello las necesidades específicas de personal, y las instalaciones, equipos y otros insumos requeridos.

La envergadura y complejidad de los programas específicos de manejo es una de las variables más importantes para la definición de responsabilidades, funciones y relaciones jerárquicas del personal.

4.6.6.2 Objetivos del Programa de Administración

Conforme a lo anterior, los objetivos del Programa de Administración son los siguientes:

- Definir los requerimientos de personal, y su organización a fin de administrar y manejar adecuadamente el área protegida.
- Identificar las necesidades de equipos, e instalaciones para la administración del área.

Como se puede visualizar el Programa de Administración integra todas las necesidades administrativas del resto de los programas. Detalla el diagrama organizativo del área, el número y tipo de personal necesario, y los requerimientos de instalaciones, contratos, servicios, materiales, mantención, equipos y otros insumos para la implementación del manejo y desarrollo del área.

4.6.6.3 Prioridades del Programa de Administración

El Programa de Administración podrá considerar el siguiente tipo de actividades, cuando proceda:

- Definición de responsabilidades y funciones del personal respecto a las actividades propuestas en los Programas de Protección, Ecoturismo y Recreación, Educación Ambiental, Investigación, y Manejo de Recursos y Uso Sustentable.
- Distribución de las relaciones jerárquicas del personal y elaboración del organigrama con rangos y funciones para la administración del área protegida. El organigrama jerárquico identifica los canales de autoridad, mientras que el organigrama funcional describe la distribución de tareas y responsabilidades respecto a los programas de manejo.
- Necesidades de capacitación o desarrollo de habilidades particulares para el personal.
- Necesidades de instalaciones específicamente destinadas a la administración del área, muchas de las cuales pueden estar vinculadas también a otros programas.
- Necesidades de acceso y diseño en la construcción de caminos para vehículos motorizados y senderos peatonales.
- Necesidades de equipos y materiales, incluyendo transporte del personal y sistemas de comunicación interna y externa.
- Necesidades de mantenimiento de los equipos y de las instalaciones administrativas.
- Estrategias para la cooperación institucional, definiendo sistemas de acuerdos o contratos con terceros para labores de administración del área.
- Definición de sistemas administrativos y de gestión financiera, incluyendo registro de ingresos y egresos y otros sistemas contables.
- Definición de las necesidades de señalización, diseño y necesidades de mantención de estas instalaciones.

4.6.7. Determinación de Programas Específicos para cada Microzona.

La Tabla 22 presenta una síntesis de la asignación de programas de manejo por microzona, las actividades específicas susceptibles de ser desarrolladas en cada uno de los programas sugeridos, son detalladas en el Acápito 4.6

Programa	Objetivos específicos	Áreas asignadas
Protección	<ul style="list-style-type: none"> · Garantizar la integridad del área protegida, sus recursos naturales y sus valores de las influencias externas y del uso interno. · Minimizar el riesgo y prevenir accidentes por las actividades realizadas dentro del área a través de medidas específicas de seguridad. · Definir una estrategia, y disponer de los elementos para aplicar, en el caso de que ocurra algún siniestro o situación que ponga en peligro los recursos del área o a los visitantes. 	C₁₂₃ y R₁₂₃
Ecoturismo y Recreación	<ul style="list-style-type: none"> · Establecer lineamientos para adecuar sectores al ecoturismo y recreación. · Identificar los sectores específicos con aptitud para el uso ecoturístico y recreativo. · Compatibilizar el uso ecoturístico y recreativo con los fines de conservación ambiental del área y con otros objetivos de manejo. · Analizar la capacidad de soporte de los sectores específicos con aptitudes para el ecoturismo y la recreación. · Diseñar los medios e instalaciones para mitigar el impacto ambiental del uso público y de las obras civiles destinadas al ecoturismo y recreación. 	P₁₂₃
Educación Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> · Contribuir a incrementar el aprecio por la biodiversidad. · Diversificar las actividades de los visitantes. · Lograr otros objetivos de manejo, en el sentido de que visitantes con mayor sensibilidad ambiental causarán menor impacto ambiental en el área. · Promover el apoyo de la comunidad a materias ambientales y a novedosas formas de conservación. 	R₁₂₃ y P₁₂₃
Investigación	<ul style="list-style-type: none"> · Definir las acciones y estrategias para fomentar la investigación sobre los recursos y valores del área. · Identificar las investigaciones y estudios necesarios para mejorar el manejo del área protegida. · Establecer la normativa sobre el uso del área para la investigación, reglamentando el acceso, la recolección de recursos y elementos, y el uso de la información generada. · Identificar, localizar y diseñar eventuales instalaciones y servicios destinados a fomentar la investigación; así como los requerimientos de personal. 	C₁₂₃ y R₁₂₃
Manejo de Recursos y Uso Sustentable	<ul style="list-style-type: none"> · Identificar los lineamientos para el manejo y aprovechamiento directo de recursos naturales del área. · Definir la intensidad y los sectores donde se realizarán actividades extractivas, con especial referencia a la mitigación de impactos ambientales. 	R₁₂₃ y P₁₂₃

Programa	Objetivos específicos	Áreas asignadas
	· Determinar las acciones necesarias para la restauración de terrenos degradados y el uso futuro de dichos sectores del área protegida.	
Administración	· Definir los requerimientos de personal, y su organización a fin de administrar y manejar adecuadamente el área protegida. · Identificar las necesidades de equipos, e instalaciones para la administración del área.	P ₁₂₃

Tabla 22: Asignación de programas de manejo por microzona, los subíndices indican el nivel de prioridad de acción al momento de la ejecución de actividades específicas. Fuente: Elaboración propia.

5. Mapa Final de Prioridades por Macrozona.

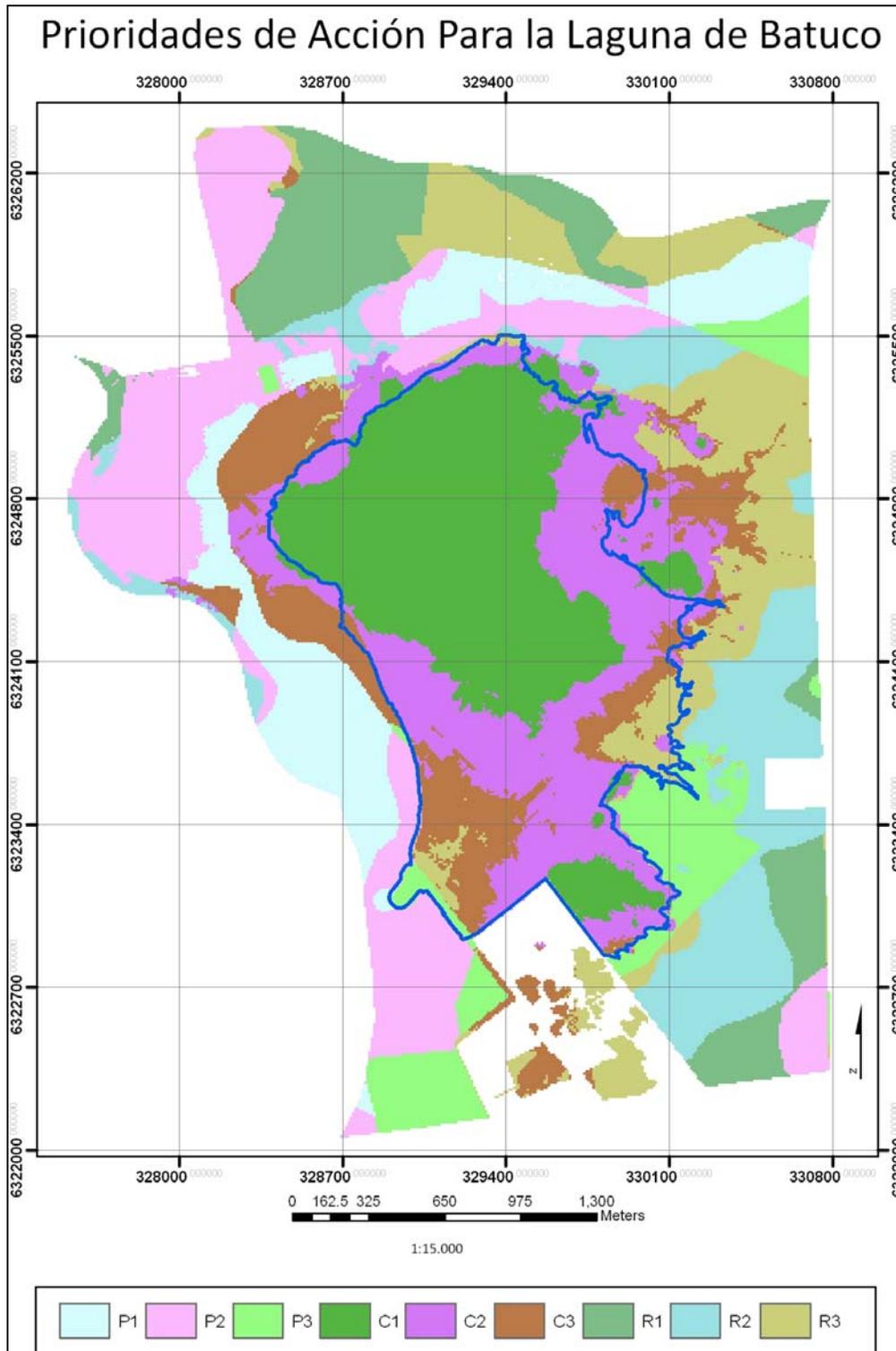


Figura 24: Mapa final de prioridades por macrozona. Fuente: Elaboración propia.

6. Bibliografía

- Araya, B. & Millie, G. (1991). Guía de Campo de las Aves de Chile.
- Barredo, J. (1996). Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. 1a. ed. Madrid, RA-MA. 264 p.
- Becerra, B.; Castro. M. & Cataldo D. (2007). Plan de manejo de los recursos naturales renovables “humedal de Batuco”. CAM – 542. Gestión de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad de las Américas.
- Benoit, I. (1989). Red list of Chilean Terrestrial Flora. Corporación Nacional Forestal. 157 pp.
- Carver, S. (1991). Integrating multi – criteria evaluation with geographical information systems. International journal of geographical information system- 5(3); 321 - 329
- Chakhar, S & Martel, JM. (2003). Enhancing geographical information systems capabilities with multicriteria evaluation functions. Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 7(2):47-71
- CONAMA RM. (2004). Estrategia regional para la conservación de la biodiversidad. Región Metropolitana.
- CONAMA. (2005). Estrategia nacional para la conservación y uso racional de los humedales en Chile.
- CONAMA RM. (2005). Plan de Acción Humedal de Batuco 2005 – 2010 para la implementación de la estrategia para la conservación de la biodiversidad en la región metropolitana de Santiago.
- Cortez, AM. (2007). Gestión ambiental del Municipio de Lampa respecto al sitio Prioritario N°6, Humedal de Batuco. Informe de práctica profesional. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.
- Cressie, N. (1993), Statistic for Spatial Data, John Wiley & Sons, New York.
- Del Campo, P; Luebert, F & Teillier S. (2005). Asociaciones vegetales de la laguna de Batuco. Región Metropolitana. Chile. Chloris Chile: Año 8 N° 1. URL: <http://www.chlorischile.cl>
- Eastman JR, Kyem PAK; Toledano, J & Jin, W. (1993). GIS and decision making. The United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). Ginebra
- Estades, C. (2004). Estrategia Nacional para la Conservación de Aves. Universidad de Chile. Programa Interdisciplinario de Estudios en Biodiversidad.
- Fiering, B. (1986). Linear programming: An introduction. Qualitative applications in the social sciences. 60 pp. SAGE. Londres.

- Giraldo, R. (2002). Introducción a la Gesoestadística. Teoría y aplicación. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, departamento de estadística.
- Glade, A. (1993). Libro rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile.
- Gómez, M. & Barredo, J. (2005). Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Ed. Alfaomega Ra – Ma. 280 pp. España.
- Gómez Orea, D. (1994). Planificación Rural. Madrid. Agrícola española.
- González, G. & Martínez, D. (2004). Las Aves de Chile. Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista.
- Hoffmann, A. (1978). Flora silvestre de Chile, zona central. Cuarta Edición. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile. 254 pp.
- Jaramillo, A. (2005). Aves de Chile. Lynx Ediciones.
- Luebert, F & Plissock, P (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, 316pp.
- Malczewski, J. (2006). GIS – based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International journal of geographical information science. Vol. 20, N° 7. Pp. 703 – 726
- Marín, M. (2004). Lista Comentada de las Aves de Chile. Lynx Editions.
- Matteucci, S.; Herrera, P.; Miñarro, F.; Adámoli, J.; Torrela, S. & Ginzburg R. (2007) Herramientas de toma de decisiones en la zonificación para el uso sustentable en los humedales del sudeste de la región Chaqueña. En: Memorias XII Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica. Sociedad Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (SIBSIG)-Universidad Nacional de Luján, Luján. Trabajo completo.
- Mellado, C. (2008). Caracterización Hídrica y Gestión Ambiental del Humedal de Batuco. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Profesor guía Carlos Espinoza. Departamento de Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile.
- Mitsch W.J. & Gosselink J.G. (2000) Wetlands. John Wiley & Sons, Inc, New York, Third Edition
- Oltremari, J. & Thelen, K. (2003). Planificación de Áreas Silvestres Protegidas. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Santiago de Chile. 169 p.
- Rodríguez, I. Canales, P. & Ignacio, I. (2005). Establecimiento de un método para el monitoreo de la calidad del humedal de Batuco. Documento técnico. Primera etapa

- Rodríguez, I. & San Martín, A (2006). Monitoreo de abundancias de peces nativos (Pocha: *Cheirodon pisciculus*) y determinación de contaminantes en peces exóticos (Carpa común: *Cyprinus carpio*) en la laguna de Batuco. Documento técnico.
- Rosenthal, R. (1985). Concepts, theory and techniques: principals of multiobjetive optimization. Decision sciences. 16: 133 – 152 pp.
- Primack, R.; Rozzi, R.; Feinsinger, P.; Dirzo, R.; Massardo, F. (2001). Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de la cultura económica, México. 799 pp.
- Primack, R. (2002). Essentials of conservation biology. Boston University ;Sinauer Associates Inc. 670 pp.
- Primack, R. (2002). A primer of conservation biology. Boston University ;Sinauer Associates Inc. 321 pp.
- Saaty, T. (1998). Método Analítico Jerárquico (AHP): Principios Básicos. EN: Evaluación y decisión multicriterio. Reflexiones y experiencias. Santiago, Chile, Universidad de Santiago, pp.: 17-45.
- Saaty, T. (1977). A scaling method for priorities in hierarquical structure. Journal of mathematical psychology. 15: 234 – 281.
- SAG (2001). Cartilla de Caza.
- San Martín, A. & Rodríguez I. (2007). Monitoreo de riqueza y abundancia de peces y estudios de compuestos xenobiótico en el humedal de Batuco. Estudio técnico en el marco del proyecto FPA “Tres Grandes Iniciativas para la Conservación del Humedal de Batuco”.
- Universidad de Chile (2006). Consultoría para establecer una línea base y zonificación para la conservación de la biodiversidad en el sitio prioritario N° 6, humedal de Batuco, de la región Metropolitana de Santiago. Informe Final. CONAMA RM – Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
- Universidad de Chile. (2007). Plan indicativo para el sitio prioritario N° 6, Humedal de Batuco. CONAMA RM – Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
- Van Dyke, F. (2003). Conservation biology. Foundation, concepts, application. Wheaton college. MacGraw – Hill Higher Education. 413 pp.
- Voogd, H. (1983). Multicriteria evaluation for urban an regional planning. Pion. Londres.
- Zeleny, M. (1982). Multiple criteria decision making. Nueva York. Mc Graw Hill.

7. Anexos.

7.1. Proceso de Construcción de Coberturas Cartográficas.

Una vez recopilada, revisada y normalizada la información, se procedió a la confección de las distintas coberturas digitales en formato shape (SHP), con el objeto de ser visualizadas y manipuladas en los softwares ArcGis 9.3.1® e IDRISI Andes®.

El proceso de confección digital de las distintas capas temáticas, se realizó mediante el desarrollo del siguiente procedimiento:

Fotointerpretación y digitalización: Este proceso se llevó a cabo a partir de la interpretación de fotografías aéreas y posterior digitalización de la información en la plataforma ArcGis 9.3.1®, mediante la utilización de las herramientas Start Editing y Create New Feature, del módulo Editor de ArcMap.

La foto digitalización llevada a cabo, permitió la construcción de las coberturas de camino, uso del suelo, zonas aptas para la forestación, zonas agrícolas, zonas industriales, asociaciones vegetacionales, micro basurales, accesos históricos, infraestructura y laguna de Batuco.

Complementariamente a este proceso, la cobertura digital de inundación se confeccionó a partir de los siguientes criterios:

- Como marco general, el promedio de la precipitación anual de Santiago, es de 312,5 milímetros, por lo cual durante el pasado siglo, de los 18 eventos del fenómeno “El Niño” ocurridos en Chile (período conocido por abundantes e intensas precipitaciones), en 5 de ellos la precipitación anual fue deficitaria; en 3 de ellos la precipitación fue en promedio 33% inferior a lo normal (1911, 1925 y 1976) y en los otros 2 años fue ligeramente inferior (1957 y 1986). En los otros 13 años, la precipitación caída fue mayor a lo normal, hasta en un 127% durante el año 1997. El promedio de los totales anuales de precipitación de los años con episodio El Niño es de 453.6 mm, 45% superior al promedio anual (Dirección Meteorológica de Chile, 2009).
- En virtud de los antecedentes expuestos el equipo de proyecto resolvió obtener una fotografía aérea del sector correspondiente al mayor evento de precipitación ocurrido en el siglo pasado (1997) y otra correspondiente a la actualidad (2009), con el objeto de realizar una comparación y determinar con ello la zona de inundación cercana a la Laguna de Batuco. En este contexto sólo fue posible obtener fotografías del año 1980 y 2005, a partir de las cuales se obtuvo la zona de mayor probabilidad de inundación, ocurrida durante los últimos 25 años en el sector.

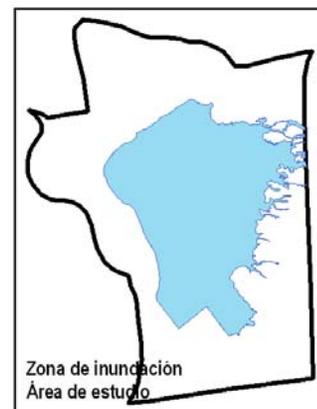
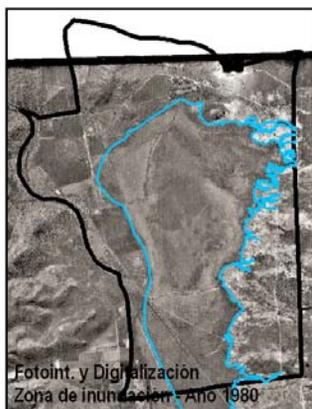
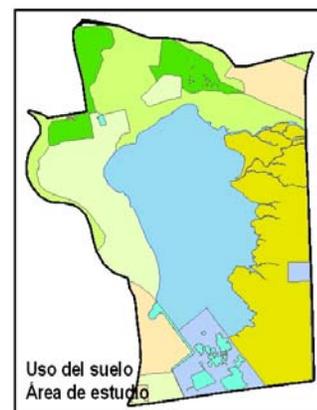
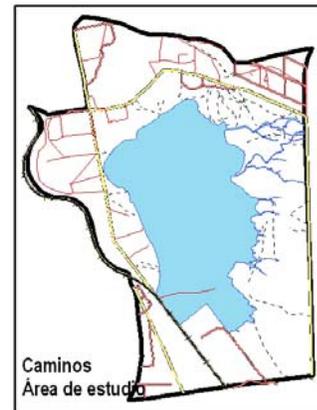
Digitalización de imágenes de satélite: Este proceso se llevo a cabo a partir de la manipulación e interpretación de una imagen satelital en la plataforma ArcGis 9.3.1®, que mediante la utilización de las herramientas Start Editing y Create New Feature, del módulo Editor de ArcMap, se construyó la respectiva cobertura digital.

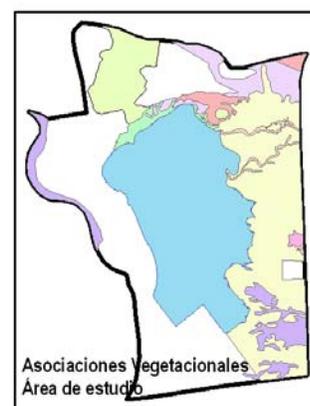
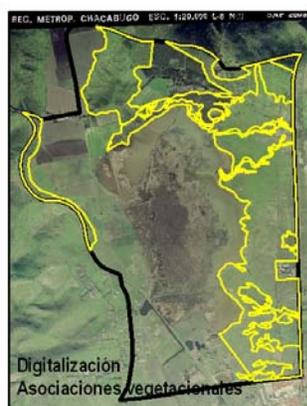
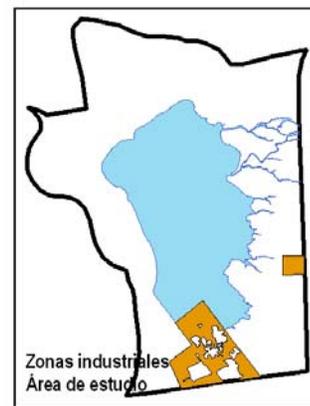
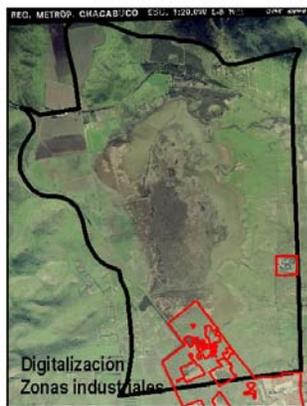
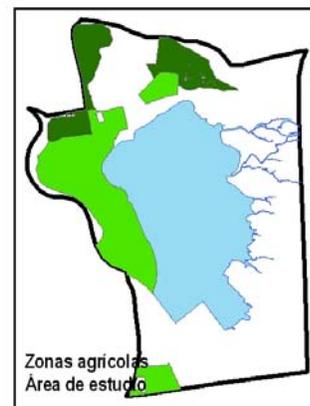
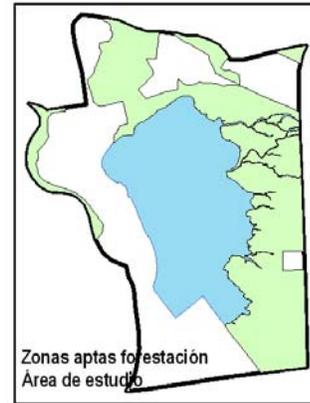
Este procedimiento permitió obtener la cobertura de zonas urbanas cercanas al área de estudio.

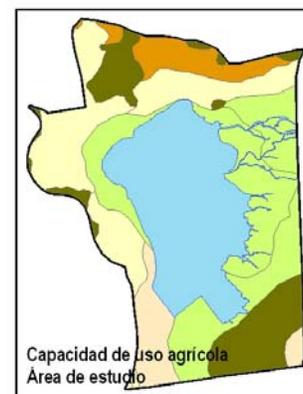
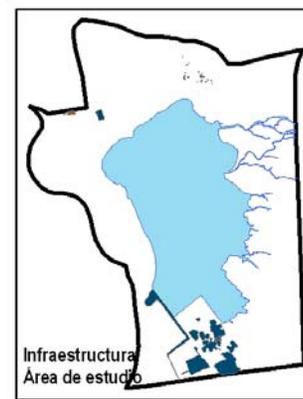
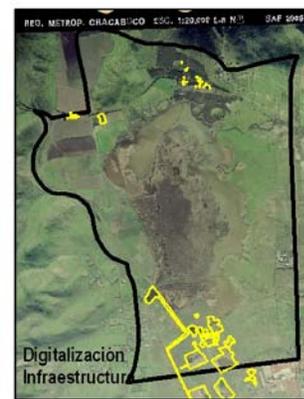
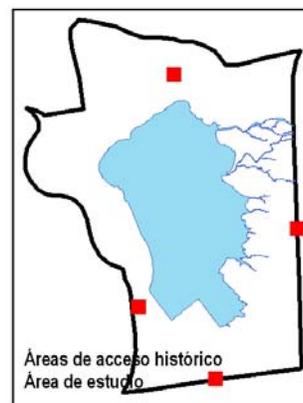
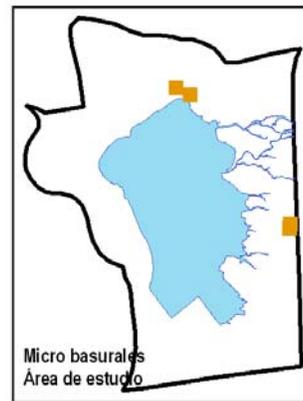
Ortofotos digitales: A partir de la recopilación de las ortofotos digitales de la capacidad de uso agrícola, se realizó primeramente la normalización de los parámetros cartográficos (PASD56 a WGS84), mediante la utilización de la herramienta Projections and transformations, del módulo AcrToolbox de AcrMap. Posteriormente se procedió a cortar la ortofoto digital por el límite del área de estudio, mediante la utilización

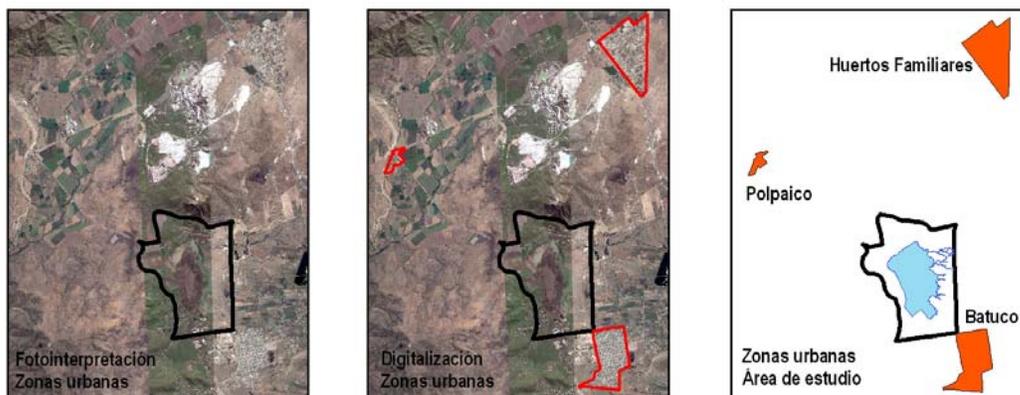
de la herramienta Analysis Tools, del módulo AcrToolbox de AcrMap, obteniendo como resultado la respectiva cobertura de capacidad de uso agrícola.

El procedimiento de confección de cada una de las coberturas digitales en formato vectorial (shape), se explica de manera gráfica, en las siguientes imágenes:









Una vez construidas las respectivas coberturas geográficas, se procedió a la confección de las tablas de atributos de dichas coberturas, a través de la herramienta Options de la tabla de atributo de cada layers.

La información digital que se entrega en conjunto con el presente informe, se estructura de acuerdo al siguiente esquema:

Tabla 1. Tabla de Atributos de Coberturas Cartográficas.

Cobertura	Geometría	Escala	Atributos	Significado Atributos
<u>Camino</u> s	Línea (shape)	1:20.000	Tipo	Categorías de caminos: - Camino principal. - Camino secundario. - Huella. - Sendero. - Línea férrea.
<u>Uso del suelo</u>	Polígono (shape)	1:20.000	Usos	Tipos de usos de suelo: - Asentamiento menor. - Cultivos. - Espinal. - Frutales. - Infraestructura fundo. - Laguna. - Pradera permanente. - Tranque. - Uso industrial. - Otros usos.
<u>Zona inundación</u>	Polígono (shape)	1:20.000	Tipo	Zona de inundación
			Hectáreas	Superficie en hectáreas

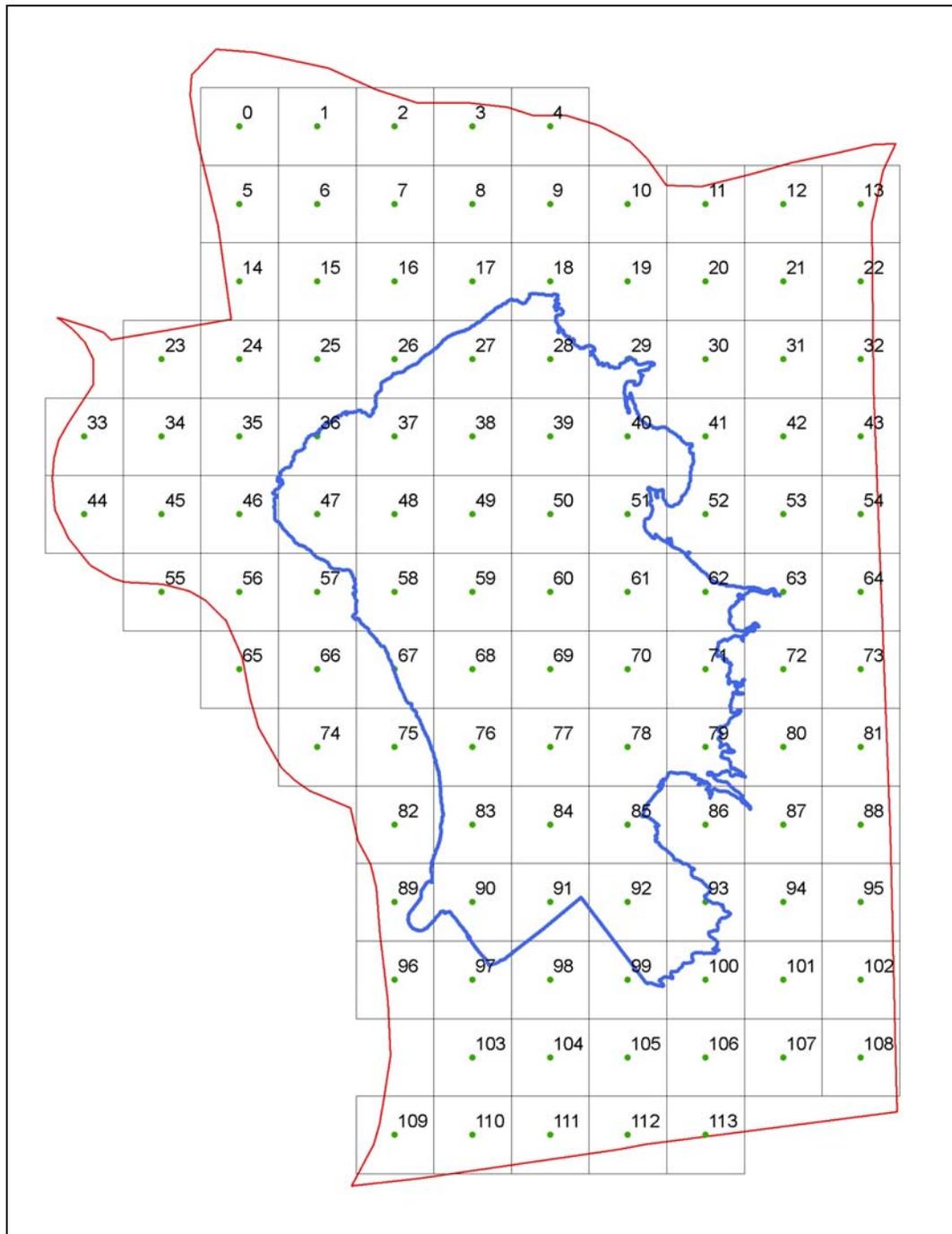
Cobertura	Geometría	Escala	Atributos	Significado Atributos
<u>Zona aptas forestación</u>	Polígono (shape)	1:20.000	Usos	Tipos de usos del suelo aptos para la forestación
			Hectáreas	Superficie en hectáreas
<u>Zonas agrícolas</u>	Polígono (shape)	1:20.000	Tipo	Tipo de cultivo
			Hectáreas	Superficie en hectáreas
<u>Zona industriales</u>	Polígono (shape)	1:20.000	Tipo	Tipo de uso
			Hectáreas	Superficie en hectáreas
<u>Asociaciones vegetacionales</u>	Polígono (shape)	1:20.000	Asociación	Tipo de asociación vegetal: <ul style="list-style-type: none"> - Espinal abierto, acacia caven. - Espinal denso, acacia caven. - Espinal semidenso, acacia caven. - Plantación eucaliptus. - Pradera salina. - Algarrobo – espino. - Algarrobo – espino – guayacán. - Juncal – espinal.
			Hectáreas	Superficie en hectáreas
<u>Micro basurales</u>	Punto (shape)	1:20.000	Nombre	Micro basurales ilegales
<u>Accesos históricos</u>	Punto (shape)	1:20.000	Tipo	Lugares de acceso histórico a la Laguna de Batuco
<u>Infraestructura</u>	Polígono (shape)	1:20.000	Tipo	Tipo de infraestructura: <ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura del Fundo La Laguna. - Tranques.
			Hectáreas	Superficie en hectáreas
<u>Capacidad uso agrícola</u>	Polígono (shape)	1:20.000	Serie_Suel	Tipos de series de suelo: <ul style="list-style-type: none"> - Batuco (BTC). - Misceláneo Cerro (CE) - Quilamuta (QLT) - Rungue (RNG).

Cobertura	Geometría	Escala	Atributos	Significado Atributos
			Capacidad	Clases de usos del suelo: - Clase II - Clase III - Clase IV - Clase VI - Clase VII
			Hectáreas	Superficie en hectáreas
<u>Zonas urbanas</u>	Polígono (shape)	1:20.000	Nombre	Nombre del centro urbano
			Hectáreas	Superficie en hectáreas
<u>Laguna</u>	Polígono (shape)	1:20.000	Nombre	Nombre del cuerpo de agua
			Hectáreas	Superficie en hectáreas

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información obtenida de fotografías aéreas e imágenes de satélite, se procedió finalmente a transferir la información digitalizada al formato raster del software IDRISI Andes (Sistema de Información Geográfica), para su posterior procesamiento y análisis digital.

7.2. Grilla Utilizada en la Campaña de Terreno.



7.3. Tabla Resumen de Análisis Geoestadístico.

7.3.1. Tabla semivariograma.

VARIABLE	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO (M)
Distribución espacial de riqueza de aves	Exponencial	0,410	0,825	166,576
Distribución espacial de abundancia de aves	Exponencial	26,420	538,784	191,276
Distribución espacial de la diversidad de aves	Esférico	33,601	139,432	3572,918
Distribución espacial de aves en categoría de conservación	Circular	10,757	21,357	2020,440

7.3.2. Tabla resumen de resultados de kigreado.

VARIABLE	MEDIA	RAÍZ DE CUADRADOS MEDIOS	PROMEDIO DEL ERROR ESTÁNDAR	MEDIA ESTANDARIZADA	RAÍZ DE CUADRADOS MEDIOS ESTANDARIZADA	N
Distribución espacial de riqueza de aves	0,004	1,005	0,961	0,002	1,045	1403,000
Distribución espacial de abundancia de aves	0,315	19,850	16,220	0,010	1,208	1403,000
Distribución espacial de la diversidad de aves	0,007	11,720	12,190	0,001	0,982	765,000
Distribución espacial de aves en categoría de conservación	0,033	4,608	3,858	0,008	1,175	128,000

7.4. Análisis Preliminar de Avifauna.

En el marco del estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”, Región Metropolitana, se registró un total de 83 especies de aves. Estas se pueden agrupar, según su origen, como sigue:

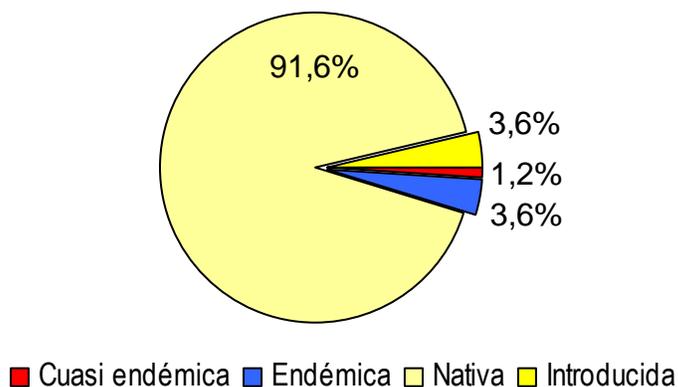
Endémica: Especie cuya distribución se restringe al interior del límite del territorio chileno. En el caso de la Laguna de Batuco y su entorno, se encuentran la Perdiz (*Nothoprocta predicaria*), la Tenca (*Mimus thenca*) y, la Turca (*Pterotochos megapodius*).

Cuasi Endémica: Especie en que la mayoría de su población se encuentra en Chile, pero con registros en algún país limítrofe como Argentina, Bolivia o Perú. En esta categoría sólo se encontró al Canastero (*Asthenes humicola*) (Marín, M., 2004) en la zona de análisis.

Nativas: Especie de carácter autóctono, pero se puede encontrar fuera de los límites del país. En el área de estudio se pueden destacar al Pato Rana (*Oxyura sp.*), el que figura En Peligro de Extinción, la Tagua Chica (*Fulica leucoptera*) catalogada como Rara, el Tijeral (*Leptasthenura aegithaloides*) con Densidades Poblacionales Reducidas y, el Huairavillo (*Ixobrychus involucris*), también clasificado como especie Rara.

Introducida: Especie alóctona, transportada voluntaria o involuntariamente por el hombre, la que se ha asilvestrado, invadiendo sistemas naturales nativos. En este estudio, destacan la Codorniz (*Callipepla californica*), el Gorrión (*Passer domesticus*) y el Mirlo (*Molothrus bonariensis*), cuya presencia en el área de estudio tiene efectos desconocidos.

En el siguiente gráfico se muestra la proporción de especies encontradas en la Laguna de Batuco, según los criterios anteriores:

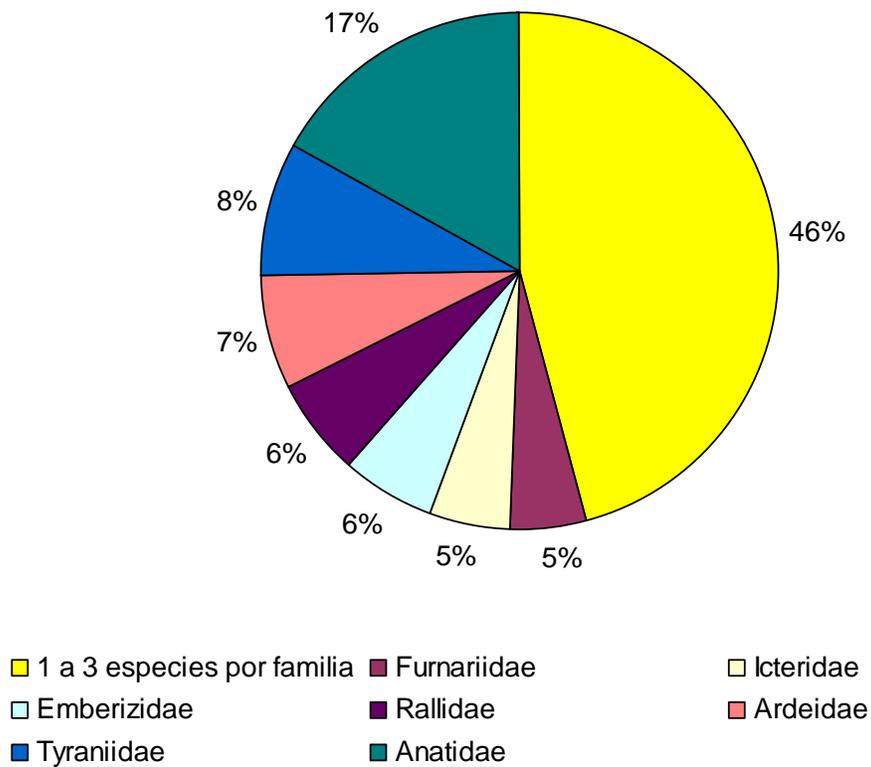


Porcentaje de especies según origen, prospectadas en el marco de del “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”, Región Metropolitana, 2009.

Del las 83 especies encontradas, un 1,2% es Cuasi endémica de Chile, el 3,6% corresponde tanto a especies Endémicas como Introducidas y, el 91,6% corresponde a Nativas.

Por otra parte, las 83 especies se distribuyen en 31 familias de Aves, entre las cuales se encuentran, representadas por un mayor número de especies, Anatidae, Ardeidae y Tyraniidae, constituyendo en conjunto

el 32,5 % de las especies prospectadas. Además, se observa que el 45,8% de las Familias prospectadas están representadas por entre 1 y 3 especies de aves.



Porcentaje de representatividad de las Familias de Aves presentes en el Sitio Prioritario Laguna de Batuco, Región Metropolitana, 2009.

Tabla Preliminar de Riqueza de Aves: Riqueza de especies de aves prospectadas en la Laguna de Batuco, incluida dentro del Sitio Prioritario Humedal de Batuco, Región Metropolitana, realizada entre los meses de Julio y Noviembre, del año 2009, en el marco del “Plan de Ordenamiento Territorial para la Conservación y Uso Sustentable de la Laguna de Batuco”, Región Metropolitana. Aquellas especies tipificadas en algún estado de conservación, fueron clasificadas según las propuestas de Glade (1987), Estades (2001) y Reglamento de la Ley de Caza (2001). (**Fuente:** Elaboración propia).

Orden	Familia	Nºespecies por familia	Especie	Nombre común	Origen	Estado de Conservación			
						SAG (2001)	Glade (1993)	Estades (2001)	Reglamento Ley de caza (2001)
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne Coscoroba	Nativa	B, E			
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Cygnus melanocoryphus</i>	Cisne Cuello Negro	Nativa	B, E			
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Anas versicolor</i>	Pato Capuchino	Nativa	B			
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato Colorado	Nativa	B,S			
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Anas platalea</i>	Pato Cuchara	Nativa	B, E			
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Anas bahamensis</i>	Pato Gargantillo	Nativa	B, E			
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Anas flavirostris</i>	Pato Jergon Chico	Nativa	B			
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Anas georgica</i>	Pato Jergon Grande	Nativa				
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Netta peposaca</i>	Pato Negro	Nativa	B,S			
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Oxyura sp.</i>	Pato Rana	Nativa	B			
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Oxyura vittata</i>	Pato Rana Pico Delgado	Nativa	P	P		P
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato Real	Nativa	P	V		V
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato Rinconero	Nativa				
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Chloephaga melanoptera</i>	Piuquen	Nativa	B, E			
Apodiformes	Trochilidae	1	<i>Sephanoides sephanoides</i> (ó <i>S. galeritus</i>)	Picaflores Chico	Nativa				
Charadriiformes	Charadriidae	2	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de Collar	Nativa	FP	R		R
Charadriiformes	Charadriidae	2	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Nativa	B			
Charadriiformes	Laridae	3	<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota Cahuil	Nativa				
Charadriiformes	Laridae	3	<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Nativa				
Charadriiformes	Laridae	3	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Dominicana	Nativa	R	R	V	R
Charadriiformes	Recurvirostridae	1	<i>Himantopus melanurus</i>	Perrito	Nativa				
Charadriiformes	Scolopacidae	3	<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy Chico	Nativa				
Charadriiformes	Scolopacidae	3	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	Nativa				
Charadriiformes	Scolopacidae	3	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de baird	Nativa	S			
Charadriiformes	Thinocoridae	1	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Perdicita Chica	Nativa	B			
Ciconiiformes	Ardeidae	6	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Boyera	Nativa				
Ciconiiformes	Ardeidae	6	<i>Egretta thula</i>	Garza Chica	Nativa	B,E			
Ciconiiformes	Ardeidae	6	<i>Ardea cocoi</i>	Garza Cuca	Nativa	B,E			
Ciconiiformes	Ardeidae	6	<i>Ardea alba</i>	Garza Grande	Nativa	B,E			
Ciconiiformes	Ardeidae	6	<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	Nativa	R		FP	
Ciconiiformes	Ardeidae	6	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nativa	B			
Columbiformes	Columbidae	2	<i>Colombina picui</i>	Torolita cuyana	Nativa	B			
Columbiformes	Columbidae	2	<i>Zenaida auriculata</i>	Tortola	Nativa	B			
Falconiformes	Accipitridae	3	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguila	Nativa				
Falconiformes	Accipitridae	3	<i>Elanus leucurus</i>	Bailarin	Nativa	B, E			
Falconiformes	Accipitridae	3	<i>Circus cinereus</i>	Vari	Nativa	B, E			

Orden	Familia	Nºespecies por familia	Especie	Nombre común	Origen	Estado de Conservación			
						SAG (2001)	Glade (1993)	Estades (2001)	Reglamento Ley de caza (2001)
Falconiformes	Falconidae	3	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	Nativa	E			
Falconiformes	Falconidae	3	<i>Falco femoralis</i>	Halcon Perdiguero	Nativa	E			
Falconiformes	Falconidae	3	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	Nativa				
Galliformes	Odontophoridae	1	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	Introducida				
Gruiformes	Rallidae	5	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Piden	Nativa	B, S			
Gruiformes	Rallidae	5	<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	Nativa	R		IC	R
Gruiformes	Rallidae	5	<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	Nativa				
Gruiformes	Rallidae	5	<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua Frente Roja	Nativa	B			
Gruiformes	Rallidae	5	<i>Gallinula (Porphyriops) melanops</i>	Tagüita	Nativa	B, E			
Passeriformes	Cotingidae	1	<i>Phytotoma rara</i>	Rara	Nativa	E			
Passeriformes	Emberizidae	5	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativa	B,E			
Passeriformes	Emberizidae	5	<i>Sicalis luteola</i>	Chirigue	Nativa	B,E			
Passeriformes	Emberizidae	5	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	Nativa				
Passeriformes	Emberizidae	5	<i>Phrygilus alaudinus</i>	Platero	Nativa	V		IC	
Passeriformes	Emberizidae	5	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	Nativa	IC	R		R
Passeriformes	Passeridae	2	<i>Carduelis barbata</i>	Jilguero	Nativa				
Passeriformes	Furnariidae	4	<i>Asthenes humicola</i>	Canastero	Cuasi endémica (*)				
Passeriformes	Furnariidae	4	<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete Acanelado	Nativa	IC	I	IC	I
Passeriformes	Furnariidae	4	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Nativa	Densidades			
Passeriformes	Furnariidae	4	<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	Nativa				
Passeriformes	Hirundinidae	2	<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina Chilena	Nativa	IC	I		I
Passeriformes	Hirundinidae	2	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Dorso Negro	Nativa	R	R	FP	R
Passeriformes	Icteridae	4	<i>Stumella loyca</i>	Loica	Nativa				
Passeriformes	Icteridae	4	<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	Introducida				
Passeriformes	Icteridae	4	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	Nativa	S			
Passeriformes	Icteridae	4	<i>Agelaius thilius</i>	Trile	Nativa	S			
Passeriformes	Mimidae	1	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	Endémica	B,E			
Passeriformes	Motacillidae	1	<i>Anthus correndera</i>	Bailarin Chico	Nativa	S			
Passeriformes	Passeridae	2	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion	Introducida	B			
Passeriformes	Rhinocryptidae	1	<i>Pteroptochos megapodius</i>	Turca	Endémica	B, E			
Passeriformes	Troglodytidae	1	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Nativa	E			
Passeriformes	Turdidae	1	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	Nativa				
Passeriformes	Tyraniidae	7	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	Nativa	B			
Passeriformes	Tyraniidae	7	<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	Nativa				
Passeriformes	Tyraniidae	7	<i>Xolmis pyrope</i>	Diucon	Nativa	B			
Passeriformes	Tyraniidae	7	<i>Muscisaxicola maclovianus</i>	Dormilona tontita	Nativa	B, E			
Passeriformes	Tyraniidae	7	<i>Elaenia albiceps</i>	Fio-fio	Nativa	B, E			
Passeriformes	Tyraniidae	7	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete Colores	Nativa				
Passeriformes	Tyraniidae	7	<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita	Nativa				
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	1	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Nativa	B, E			
Piciformes	Picidae	1	<i>Picoides lignarius</i>	Carpinterito	Nativa	S, E			
Podicipediformes	Podicipedidae	3	<i>Podiceps (Podiceps) major</i>	Huala	Nativa	B			
Podicipediformes	Podicipedidae	3	<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	Nativa	E			
Podicipediformes	Podicipedidae	3	<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	Nativa	B, S			
Strigiformes	Strigidae	2	<i>Asio flammeus</i>	Nuco	Nativa	S			
Strigiformes	Strigidae	2	<i>Athene cunicularia</i>	Pequen	Nativa	B			
Tinamiformes	Tinamidae	1	<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdiz Chilena	Endémica	B, E			

(*) Especie en que la mayoría de su población se encuentra en Chile, pero con registros en algún país limítrofe como Argentina, Bolivia o Perú (Marín, M., 2004)

7.5. Anexo Fotográfico

1. Vista panorámica del área de estudio, Noviembre 2009.



2. Vistas de algunos ambientes incluidos dentro del área de estudio.





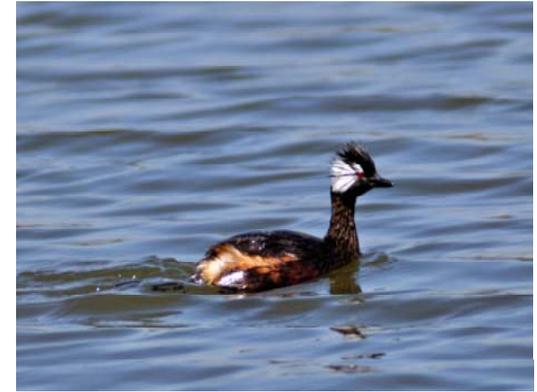
3. Fauna encontrada en el área de estudio.



Asio flammeus



Anas platatea



Rollandia rolland



Bandada de Agelaius thilius



Anthus correndera



Tachuris rubigaster



Athene cunicularia



Oxyura sp.



Tringa solitaria



Chloephaga melanoptera



Cygnus melancoryphus con polluelos



Fulica armillata con polluelos



Gallinula melanops



Ardea alba



Himantopus melanurus

4. Presencia de basura en el área de estudio.



5. Presentación y discusión del proyecto con la comunidad local en el Liceo de Batuco.

