

**INFORME DEL JURADO NOMBRADO POR EL CONSEJO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
PARA CONSIDERAR EL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO DE LA
BACHILLER**

ALEJANDRA BETANCOURT RIAL

En Mérida a los 23 días del mes de mayo del año 2013, a las 10:00 a.m. se reunieron los Profesores: Eulogio Chacón Moreno (tutor), Roxibell Pelayo y Anairamiz Aranguren, de la Facultad de Ciencias, miembros del jurado nombrado por el Consejo de la Facultad de Ciencias, para revisar el Trabajo Especial de Grado que sobre el tema: "Corredores ecológicos como estrategia para la conservación de los bosques semi-decíduos de la Reserva Forestal de Caparo, Edo. Barinas, Venezuela", presentó la Bachiller: Betancourt Rial Alejandra, titular de la Cédula de Identidad N° V-19.144.936, para optar al título de:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

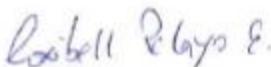
en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes. Acto seguido se procedió a oír la exposición que sobre el tema arriba mencionado realizó la Bachiller: Betancourt Rial Alejandra.

Después del correspondiente interrogatorio, el Jurado procedió a deliberar sobre la calificación del trabajo sometido a su consideración.

Finalmente el Jurado lo declaró **APROBADO** con la Calificación de **VEINTE (20) PUNTOS**, y recomendado para su publicación.



Prof. Eulogio Chacón Moreno
Tutor



Prof. Roxibell Pelayo



Prof. Anairamiz Aranguren

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA



UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

Universidad de los Andes

Facultad de Ciencias

Departamento de Biología

Corredores ecológicos como estrategia para la conservación de los bosques semi-decíduos de la Reserva Forestal de Caparo, Edo. Barinas, Venezuela.

Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Licenciada en Biología

Autor: Alejandra Betancourt Rial

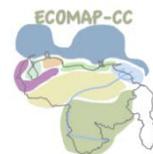
Tutor: Eulogio Chacón Moreno

Mérida, Venezuela Mayo 2013



Corredores ecológicos como estrategia para la conservación de los bosques semi-decíduos de la Reserva Forestal de Caparo, Edo. Barinas, Venezuela.

Este Trabajo Especial de Grado fue financiado por el Proyecto Estratégico Nacional ECOMAP_CC. FONACIT 2011000350 (Ecorregiones, Paisajes y Ecosistemas de Venezuela, Análisis de la transformación de ecosistemas por efecto del cambio climático)



Agradecimientos

A mi hermana, gracias a su apoyo entendimiento y su corazón abierto, hicieron que me encaminara en esta carrera, dejando lo mejor de mí y disfrutándola al máximo.

A mis padres, por que con sus constantes esfuerzos, ocurrencias, apoyo, comprensión y cariño, siempre han estado ahí para iluminarme el mejor camino a seguir y empujándome a dar los primeros pasos en el.

A mi tío Herson, tía Lisbeth, la verito y a toda mi familia, que con su respaldo me han dejado saber, que siempre las personas que más importan son ellos.

A Rubén Bereciartu y su familia, gracias por haber estado conmigo auxiliándome en casi toda mi carrera, por las oportunidades, la ayuda y por haber sido oídos para mis problemas.

A mis amigas de la infancia, que indiscutiblemente siempre han estado conmigo, Vigi, Jenni, Isa, Romina y Vanessa, gracias por toda su protección y ayuda en los mejores y peores momentos.

A mis amigos de la universidad, Xavier gracias a ti soy hoy en día tomate, gracias por tus cariños, regaños y amistad, Mafe (hermana adoptiva), Charlotte, Sabrina (cacahuete), Javier, Adrian y todas aquellas personas que comenzaron conmigo como el clan de nela, pablo, manuel y yoli y demás personas que hicieron de mi carrera la más divertida.

A mama ULA, a todo el personal del ICAE, especialmente a mi tutor Eulogio Chacón, por brindarme de innumerables oportunidades, creer en mí, soportarme y ser tan bromista como yo. A las secretarias que con mucha dulzura te llenan de confianza y cariño hacia ellas. A la profe Julia por soportar mis momentos de estrés y ayudarme con este trabajo.

A Patricia, Yarelis y Martha por compartir conmigo todas las tardes de trabajo.

Al Lic. Hernán Maldonado del Instituto Forestal Latinoamericano, por brindarme información hecha por ellos para la realización de este trabajo.

Resumen

El interés por la protección de la naturaleza en la sociedad contemporánea, ha surgido a medida que esta ha tomado conciencia de la crisis ambiental que enfrenta. La pérdida de las comunidades y especies es lamentable por el valor intrínseco de cada forma de vida. Es necesario entonces enfocar nuestros esfuerzos hacia la promoción del uso racional de los ecosistemas. Los bosques semi-decíduos del país están en peligro crítico y en amenaza debido a su grado de intervención, incluyendo especies tanto animales como vegetales que habitan dichos bosques. Es de interés en este trabajo proponer el mejoramiento del manejo que se mantiene en la Reserva Forestal de Caparo, con la finalidad de conservar los ecosistemas allí presentes. En este Trabajo Especial de Grado se determinó la disposición espacial de los fragmentos de ecosistemas de bosque en la zona de estudio y se definieron estrategias conservacionistas de corredores ecológicos. Mediante el análisis y procesamiento de imágenes satelitales y el uso de sistemas de información geográfica, se definieron seis sistemas ecológicos o ecosistemas y cuatro sistemas intervenidos de uso humano. Además utilizando criterios ecológicos, se plantearon 53 enlaces entre los parches de bosque original. Con esta estrategia estamos un paso más adelante hacia la restauración del bosque en la Reserva, mas biodiverso, de composición y estructura saludable mantenida en el tiempo, en armonía con sus habitantes para las generaciones de hoy y del mañana.

Tabla de contenido:

Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1 Corredores Ecológicos como estrategia para la Conservación de la Diversidad Biológica.....	1
1.2 Estructura del trabajo.....	2
1.3 Hipótesis.....	3
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Generales.....	3
1.4.2 Específicos.....	3
Capítulo 2: Pérdida de Bosques y Estrategias de Conservación.....	4
2.1 Desaparición de los bosques.....	4
2.2 Planificación para la conservación.....	8
2.3 Corredores ecológicos como estrategia para la conservación.....	13
2.4 Los SIG y las imágenes satelitales como herramienta para la conservación.....	21
Capítulo 3: ¿Qué es la Reserva Forestal de Caparo?.....	24
3.1 Ubicación geográfica de la Reserva Forestal de Caparo.....	24
3.2 Clima.....	25
3.3 Hidrografía, Geomorfología y Suelos.....	26
3.4 Vegetación.....	27
3.5 Historia y problemática de la Reserva Forestal de Caparo.....	28
Capítulo 4: Mapa de Ecosistemas de la Reserva Forestal de Caparo.....	34
4.1 Introducción.....	34
4.2 Metodología.....	36
4.2.1 Características de la imagen satelital.....	36
4.2.2 Procesamientos digitales.....	36
4.2.3 Elaboración del Mapa de ecosistemas.....	38
4.2.4 Reconocimiento de campo.....	39

4.3 Resultados y discusión.....	40
4.3.1 Descripción de los sistemas clasificados.....	43
Capítulo 5: Propuesta de Corredores Ecológicos para la RFC	53
5.1 Introducción.....	53
5.2 Metodología.....	54
5.2.1 Criterios.....	54
5.2.2 Corredores Ecológicos.....	54
5.3 Resultados.....	55
5.3.1 Matriz de criterios.....	55
5.3.2 Propuesta de Corredores Ecológicos.....	56
5.4 Discusión de los resultados.....	60
5.4.1 Sobre la justificación y aplicabilidad de Corredores Ecológicos en la RFC.....	60
5.4.2 Matriz de criterios y determinación de cada principio.....	62
5.4.3 Características de los Corredores Ecológicos propuestos.....	67
Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones.....	71
6.1 Conclusiones generales.....	71
6.2 Recomendaciones.....	72
Referencias bibliográficas.....	75

Índice de Figuras

- Figura 2.1 Áreas donde ha desaparecido la cobertura boscosa y remanentes de bosque original para el 2010 (PNUMA, 2010).....	4
- Figura 2.2 Áreas intervenidas y grado de intervención de las formaciones vegetales naturales de Venezuela para el 2010 (Rodríguez <i>et al.</i> , 2010).....	7
- Figura 2.3 Ciclo del manejo de proyectos de los Estándares Abiertos de la CMD Versión 2.0 (CMD, 2007).....	10
- Figura 2.4 Representación de las 10 Reservas Forestales de Venezuela (Modificado de Fundacresf, 2006).....	12
- Figura 2.5 Tipos de bosques en Venezuela y su porcentaje de protección (Bevilacqua <i>et al.</i> , 2002).....	13
-Figura 2.6 Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas y Corredores Biológicos 2001 (Corrales y Ballestena).....	19
-Figura 2.7 Propuesta del corredor entre el PN Yacambu y PN Terepaima (García-Rangel, 2011).....	21
-Figura 3.1 Ubicación relativa nacional y regional de la Reserva Forestal de Caparo (Modificado del IFLA, 2008).....	24
-Figura 3.2 Zona en estudio de la RFC resaltada en azul y aquella en color negro la porción fuera del trabajo.....	25
-Figura 3.3 Climadiagrama de la Reserva Forestal de Caparo realizado entre 1969 y 1974 en la Unidad uno de la Reserva a una altitud de 100 msnm (Silva, 1978).....	26
-Figura 3.4 Situación de amenaza de color rojo al norte del Rio Orinoco de los bosques semi-decíduos en Venezuela (Rodríguez <i>et al.</i> , 2010).....	29
-Figura 3.5 Áreas “hot-spot” de deforestación en Venezuela.....	31
-Figura 3.6 Modelo Conceptual de la Reserva Forestal de Caparo con base en el manejo adaptativo y los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación.....	33
-Figura 4.1 Ejemplo del muestreo de elementos para realizar la clasificación supervisada en el programa SIG.....	38
-Figura 4.2 Ruta seguida en el recorrido en campo representada en color verde, en la zona en estudio de la RFC representada en la figura enmarcada con la línea roja.....	39
-Figura 4.3 Imagen Satelital SPOT 5 (localización 652-335), suministrada por el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI), visualizada en falso color (1, 4, 2).....	40
-Figura 4.4 Detalle de la zona superior izquierda de la Unidad uno experimental.....	41

-Figura 4.5 Detalle de la imagen satelital bajo la clasificación supervisada.....	41
-Figura 4.6 Mapa de ecosistemas de la Reserva Forestal de Caparo (Zona en estudio). Mapa adjunto al trabajo en físico.....	42
-Figura 4.7 Puntos de visualización en la salida de reconocimiento en campo.....	46
-Figura 4.8 Fotografía tomada en Febrero 2013 donde se observa al final de la imagen, la entrada a un parche de Bosque Pluviestacional Húmedo.....	47
-Figura 4.9 Fotografía tomada en Febrero del 2013, donde se aprecia un claro de bosque, observándose elementos deciduos de un parche de Bosque Pluviestacional Sub- Húmedo.....	47
-Figura 4.10 Imagen tomada en Febrero del 2013 de un parches de Bosque Pluviestacional Secundario.....	48
-Figura 4.11 Fotografía tomada en Febrero del 2013 donde se muestra una plantación forestal de saqui-saqui (<i>Pachira quinata</i>) sembrada en 1979.....	49
-Figura 4.12 Figura tomada en Febrero del 2013 de un cultivo Agrícola (Lechosa).....	49
-Figura 4.13 Fotografía tomada en Febrero del 2013 de un parche de Pastizal Pluviestacional Húmedo.....	50
-Figura 4.14 Imagen tomada en Febrero del 2013 de un parche de Pastizal Pluviestacional Sub-Húmedo.....	50
-Figura 4.15 Deforestación en el límite este del bosque de la Unidad uno experimental para febrero del 2013.....	51
-Figura 5.1 Parches de Bosques Pluviestacionales Húmedos y Sub-Húmedos mayores a 2ha, clasificados por tamaño (Imagen representativa).....	57
-Figura 5.2 Propuesta de Corredores Ecológicos para la Reserva Forestal de Caparo (Zona en estudio).....	58
-Figura 5.3 Detalle de las líneas búferes y zonas de intersección.....	59
-Figura 5.4 Modelo de conectividad posible entre las tres Reservas Forestales Occidentales (Modificado de Chacón-Moreno, 2010).....	69

Índice de Tablas

-Tabla 2.1 Cuadro resumen de las ventajas y desventajas de los corredores ecológicos.	18
-Tabla 3.1 Porcentaje de deciduidad de los bosques en la Reserva Forestal de Caparo (Vincent, 1970).	28
-Tabla 4.1 Sistemas ecológicos y Sistemas Intervenidos de la zona en estudio de la RFC (Basados en los sistemas de clasificación usados en el proyecto ECOMAP_CC).	43
-Tabla 4.2 Área y porcentaje de ocupación de los sistemas clasificados en la zona en estudio de la RFC.	51
-Tabla 5.1 Matriz de criterios.	55
-Tabla 5.2 Clases por tamaños de parches de bosque natural.	59

Capítulo 1: Introducción

1.1 Corredores Ecológicos como estrategia para la Conservación de la Diversidad Biológica:

Existen pérdidas de la biodiversidad que han tenido consecuencias muy graves en muchas partes del mundo, esta pérdida ocurre principalmente por la deforestación y desaparición de ecosistemas naturales que albergan incontables especies. Mundialmente se realizan esfuerzos para evitar esta desaparición de hábitats, sin embargo la tasa de deforestación es muy alta y la tasa de regeneración de los ecosistemas boscosos muy bajas, aceptando mundialmente como regla generalizada, que el riesgo mayor y más serio para la conservación de la biodiversidad, lo constituye la fragmentación y la deforestación (Achard *et al.*, 2002).

Han surgido numerosos planes que se encargan de regenerar y conservar ecosistemas fragmentados y degradados basándose en metodologías científicas y sociales, para generar un desarrollo sustentable de los mismos. Una de las metodologías lo constituyen los corredores ecológicos, los cuales funcionan como enlaces encargados de mantener el flujo de las especies en ecosistemas fragmentados como los boscosos, esta inventiva surge como técnica de los principios que expone la teoría de la biogeografía de islas, propuesta por Roberto MacArthur y Edward Wilson y la ecología del paisaje. Esta disciplina que agrupa la geografía y la biología, aporta una visión funcional y estructural del ambiente, tomando en cuenta a los grupos humanos como agentes transformadores de la dinámica físico-ecológica de estos. Al conservar zonas a nivel de paisaje con el uso de corredores ecológicos, se está considerando no solo la diversidad biológica, sino también la existencia del hombre como factor por el cual las estrategias para la conservación deben ajustarse, de esta manera se ayuda a las especies y de igual forma considerar y si es posible, optimizar la calidad de vida de la población que habita la zona a conservar (Altizer *et al.*, 2003; Boletta *et al.*, 2006).

Los corredores ecológicos (a pesar de poseer críticas debido a sus consecuencias resultantes de su principal finalidad) cuya función es la de generar zonas para mantener la conectividad en los ecosistemas, fomentan por este mismo motivo, el aumento o mantenimiento de la riqueza, tamaño poblacional y hábitat de cobertura viable para el desarrollo del ecosistema. Esta estrategia para manejar paisajes modificados se incluye en una integración holística que lo constituye la biología de la conservación, la cual ha añadido en sus formas de acción, técnicas

como la utilización de imágenes satelitales y sistemas de información geográfica (SIG), que permiten facilitar la obtención de información de las zonas necesitadas.

En nuestro país son pocos los estudios que han resultado exitosos sobre corredores ecológicos y del paisaje para su conservación, a pesar de tener en la nación numerosas zonas que necesitan de una urgente protección debido a las altas tasas de deforestación. Una de estas áreas la constituye la Reserva Forestal de Caparo (RFC), ubicada en el estado Barinas, este sistema de manejo ha perdido más de la mitad de su superficie boscosa y desde su establecimiento, pocas han sido las áreas reforestadas. Este trabajo especial de grado (TEG) presenta una propuesta de protección a los ecosistemas boscosos principalmente los bosques semi-decíduos de la RFC, utilizándose imágenes satelitales de la zona, programas SIG y la metodología de los Planes para la Conservación de Áreas (PCA) y Manejo Adaptativo. Estableciendo corredores ecológicos tentativos para el rescate de los flujos de biodiversidad, suponiendo que las consecuencias negativas que pueda tener la mejora de la conectividad en los parches, resultan despreciables por ser un bosque que hace 60 años estaba conectado.

1.2 Estructura del Trabajo Especial de Grado:

El trabajo se divide en 6 capítulos, primero en donde se presenta una introducción al problema en estudio con las hipótesis y objetivos planteados, el segundo describe los fundamentos teóricos tomados en cuenta para la realización del estudio, los cuales se dividen en la problemática de la desaparición de los bosques, la planificación para la conservación, los corredores ecológicos como estrategia para la conservación y finalmente los SIG y las imágenes satelitales como ayuda a las estrategias para este fin. En el capítulo 3 se desarrolla una descripción del área de trabajo, mostrando la ubicación geográfica de la zona en estudio de la RFC, clima, geomorfología, suelo, hidrografía, vegetación, historia y problemática. El 4to capítulo se refiere a la elaboración del mapa de ecosistemas de la zona, exponiendo los pasos para realizar el reconocimiento ecológico y análisis espacial con los diferentes aspectos metodológicos empleados, resultados y discusiones para este paso. El 5to capítulo refiere a la propuesta de corredores ecológicos para la reserva, con igualmente los aspectos metodológicos, resultados y discusiones detallados para este último fin. El 6to y último capítulo posee las conclusiones generales y recomendaciones basadas en las discusiones y resultados de la metodología empleada y los resultados de los enfoques del manejo adaptativo.

1.3 Hipótesis:

- 1- Si se interpretan imágenes actualizadas de la RFC, junto con un reconocimiento en campo de la zona, entonces, se podrían definir y mostrar los patrones de distribución y abundancia de los parches de ecosistemas de bosques en la Reserva.
- 2- Si se toman criterios de la planificación para la conservación de áreas y se usan sistemas de información geográfica, bajo un reconocido estado de la RFC, entonces, se podrían definir y plantear corredores ecológicos, generando un mapa con un sistema de conectividad, para el rescate de los ecosistemas de bosque de la zona en estudio.

1.4Objetivos:

1.4.1 Objetivo General:

Describir y analizar el patrón de disposición espacial de los fragmentos de ecosistemas de bosques en la Reserva Forestal de Caparo, para definir, con base en el estudio de los criterios ecológicos expuestos en la bibliografía, estrategias de corredores ecológicos para la conservación del mismo.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- 1- Revisión bibliográfica y estudio de criterios para la implementación de corredores ecológicos.
- 2- Identificación y reconocimiento detallado a escala 1:50.000 de los ecosistemas, sistemas de uso y del estado de conservación de los bosques en una zona delimitada de la Reserva Forestal de Caparo, con base en la cobertura y extensión de los mismos.
- 3- Análisis espacial de factibilidad de corredores con base en el estudio de criterios.
- 4- Planteamiento de correderos ecológicos y su vinculación en la Reserva Forestal de Caparo, utilizando un enfoque de planificación para la conservación y manejo adaptativo.

Capítulo 2: Pérdida de Bosques y Estrategias de Conservación

2.1 Desaparición de los bosques:

La degradación de ecosistemas, desaparición de hábitat y fragmentación de los mismos, son las principales causas de la pérdida de la biodiversidad global (Terborgh, 1989; Whitcom *et al.*, 1981; Chaves y Arango, 1998; Etter, 1998), esta pérdida provocada por la deforestación está generando una transformación del paisaje que ocurre a tan alta tasa, que hoy en día todos los tipos de ecosistemas están bajo peligro de desaparecer (Chaves y Arango, 1998). La deforestación no solo genera daños hacia la biodiversidad, sino que ésta también provoca una disminución de la infiltración, evapotranspiración y un aumento en la erosión y escorrentía en los ecosistemas (Hamilton y King, 1983).

Particularmente son históricas y contemporáneas las pérdidas de cobertura forestal asociadas a la actividad humana, que ocurren en muchas regiones del mundo específicamente en regiones tropicales (Rudel y Roper, 1997). Para el 2000 se sabía que 22% de la superficie terrestre de todo el planeta, estaba ocupada por área forestal o boscosa, a partir de ese año hasta el 2010, 7% de esta superficie había desaparecido por completo (FAO, 2010). En la figura 2.1 se muestra el proceso de deforestación para toda la Tierra (PNUMA, 2010), en color marrón las zonas donde ha desaparecido casi en su totalidad la cobertura boscosa y en verde oscuro las zonas donde aún permanecen remanentes de bosques originales.

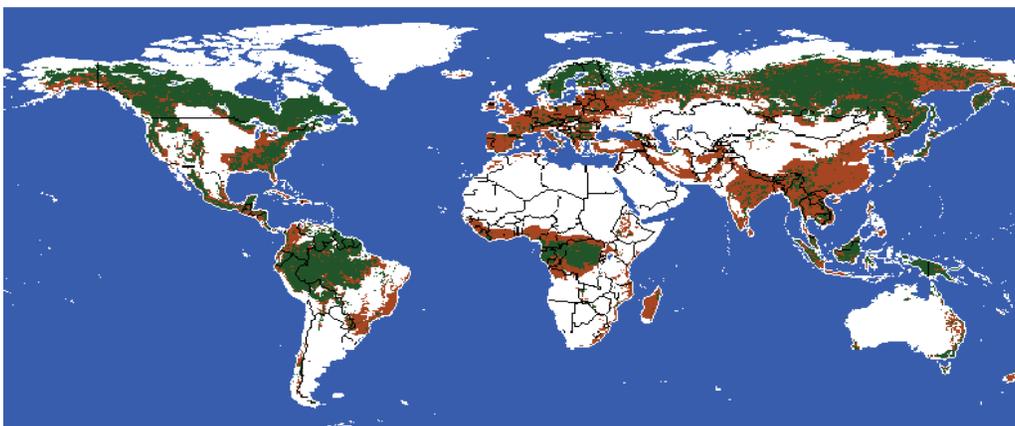


Figura 2.1 Áreas donde ha desaparecido la cobertura boscosa y remanentes de bosque original para el 2010 (PNUMA, 2010)

Según la FAO (2005), la restauración y regeneración de zonas forestales debido a la preocupación mundial, ha tenido gran impulso y como resultado estadísticas globales muestran una declinación en la tasa de bosques perdidos desde 1990 al 2000 y 2000 al 2005, sin embargo para estos años la tasa de deforestación permanece alta con 13 millones de ha/año y las tasas de nuevas áreas forestales incrementan 2,8 millones de ha/año ya sea con propósitos de conservación o producción. Se estima que durante la década 2000-2010 se deforestaron entre 5 y 8 millones de hectáreas anualmente, en su mayoría en la región tropical. Según la FAO (2010) Suramérica y África, experimentaron las mayores pérdidas netas anuales de bosques, con 4 y 3,4 millones de hectáreas, respectivamente durante ese período.

Estas tasas de deforestación generan inquietudes debido a que la razón más que su número, es la conversión de los bosques tropicales en tierras agrícolas y pecuarias (Geist y Lambin, 2002; Rudel *et al.*, 2009; Defries *et al.*, 2010). Los bosques tropicales se caracterizan por albergar el 65% de la riqueza mundial de especies animales (especialmente en aves e invertebrados) y vegetales (WCFSD, 1999), al mismo tiempo contribuyen a la regulación de procesos hidrológicos y climáticos a escala global (Pacheco, 2011). Esta situación de pérdida es alarmante, ya que en estos ecosistemas tropicales se almacena la mayor cantidad de carbono en la vegetación a escala global, con una biomasa aérea cerca de 300 a 600 Mg C/ ha, valores muy superiores a otros bosques en el mundo (Brown, 1997; Malhi *et al.*, 1999), siendo los responsables de funcionar como sumideros de aproximadamente el 15% de las emisiones antrópicas de carbono a escala global (Trumper *et al.*, 2009).

América latina y el Caribe es la región con mayor área forestal del mundo, la tasa más alta de biodiversidad, un alto presupuesto global de carbono y gran cantidad de extensiones protegidas, sin embargo y lamentablemente, constituye una de las zonas donde ocurre mayor deforestación en el planeta. Estos bosques son los más vulnerables a la fragmentación de los hábitats debido a sus características ecológicas tropicales particulares, tales como la alta diversidad biológica, menores densidades poblacionales, mayor nivel de endemismo local y mayor número de interacciones interespecíficas complejas (Yerena, 1994). Los pobladores de localidades pequeñas usualmente campesinos con poca tierra o los grandes propietarios, son actores muy importantes en la deforestación y la expansión de la frontera agrícola en esta región, sin embargo las migraciones a zonas urbanas de algunos de estos personajes al abandonar las tierras, pueden y han promovido la reforestación en el trópico. Sin embargo en la

mayoría de los casos, la tasa de deforestación suele ser mucho mayor que la de reforestación (Eva *et al.*, 2004; Wright, 2005; Houghton, 2007), además aun cuando existen numerosas acciones para la regeneración de los bosques, muchas zonas reforestadas en paisajes afectados por el hombre, no poseen especies ni una composición parecida al ecosistema que antes habitaba la zona, a pesar de esto nuevos estudios están determinando que si a estos nuevos ecosistemas se les permite crecer, pueden llegar a tener el mismo nivel de biodiversidad que el antiguo ecosistema natural (Hobbs *et al.*, 2006).

En América latina la pérdida de superficie forestal ocurre en un 80% en bosques húmedos principalmente, así como en bosques secos y en algunos casos en sabanas y matorrales. Las grandes deforestaciones de bosque seco se le atribuyen a Argentina, Bolivia y Paraguay, debido a los grandes cultivos de soja y pasturas para el ganado. Las pérdidas de bosque seco afecta negativamente a la fauna que alberga, la cual puede llegar a ser tan diversa como la presente en los bosques húmedos tropicales. En nuestro país también ocurren importantes desapariciones de bosque seco especialmente al sur-este del lago del Maracaibo. Venezuela es uno de los diez primeros países tropicales con una de las mayores tasas de deforestación, entre 1975 a 1988 la tasa de deforestación alcanzó 140.000ha/año y en 1990 llegó a ser de 600.000ha/año (Aide *et al.*, En prensa).

Según la FAO (2010) los bosques en Venezuela ocupaban un 50,49% (46.275.000ha) de la superficie del territorio (91.644.500ha), para el 2010 se ubicaba entre los 45 países del mundo donde más del 50% de su territorio, estaba ocupado por superficie forestal, entre los 15 países con más bosque primario y el 5to país de Suramérica con mas bosques en su territorio. Por otro lado, se sitúa en el quinto lugar a nivel mundial, en cuanto a diversidad de especies vegetales, con unas 21.073 especies inventariadas (Aguilera *et al.*, 2003). Sin embargo, Venezuela había poseído mayor superficie de bosque que la señalada en la actualidad, pero los registros y tasas de deforestación resultan inexactos para determinar con certeza el porcentaje de pérdida (Munder, 2003).

Especialmente al norte del río Orinoco han ocurrido las grandes pérdidas y desequilibrios en la superficie boscosa, en comparación con la presente al sur del río (Aguado *et al.*, 2011). La Figura 2.2 muestra el grado de intervención humana sobre los ecosistemas venezolanos. Esta imagen extraída de Rodríguez *et al* (2010), permite apreciar como todos los ecosistemas de los

que se posee información se encuentran intervenidos. La pérdida de parches de bosque generados por la acción humana, crean fragmentación en estos ecosistemas y los efectos generados por esa situación, afecta principalmente a las especies que ocupan los niveles más altos en la cadena alimenticia (tales como los felinos), las especies endémicas o con distribución reducida, especies de gran tamaño, las especies migratorias con requerimientos diversos de hábitat, las que son especialistas y por último pero no menos importante, las que son poco tolerantes y tienen limitada capacidad de adaptación a los cambios del medio (Shaffer, 1987; García, 2002). De igual forma, relaciones como la polinización, dispersión zocórica y depredador–presa resultan afectadas, incluyendo además los procesos de más largo plazo como los evolutivos (Bennett, 2003; Primack *et al.*, 2001; García, 2002).

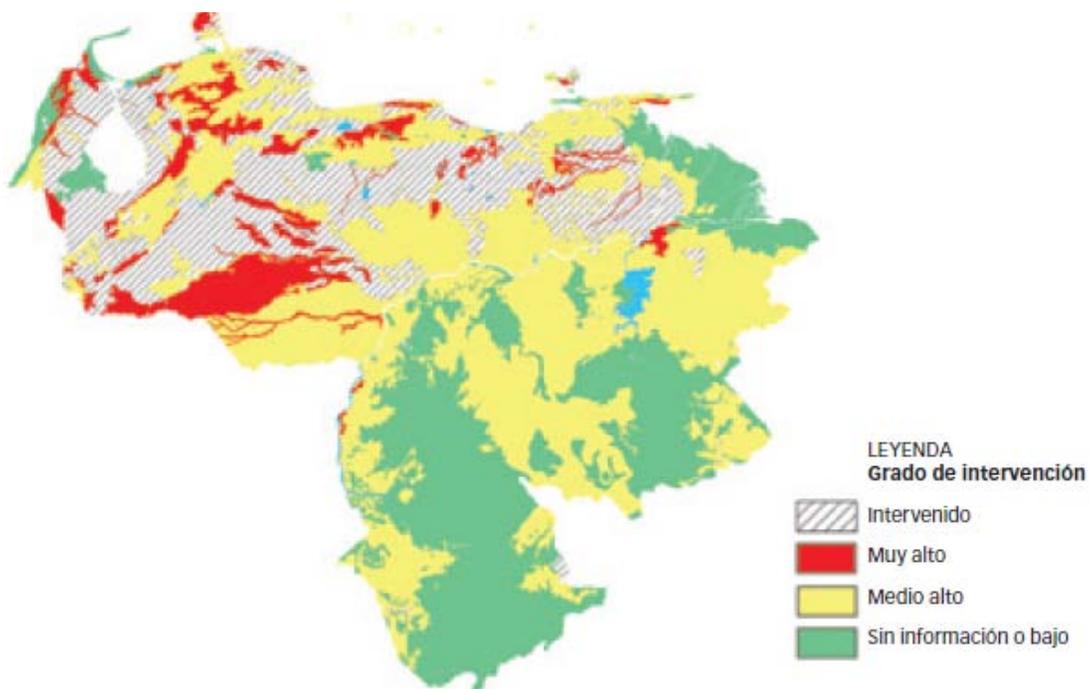


Figura 2.2 Áreas intervenidas y grado de intervención de las formaciones vegetales naturales de Venezuela para el 2010 (Rodríguez *et al.*, 2010).

En Venezuela surge además, un problema de inconsistencia de datos de superficie boscosa en su ubicación y grado de deforestación, la revisión de las estadísticas gubernamentales sobre la cobertura de bosques, revela tres fallas; la primera es la falta de claridad en relación con las fechas de referencia usadas para los cálculos de superficie forestal, lo cual genera dificultades para comparar la información histórica. Falta de transparencia en relación con las metodologías

y las fuentes de información que usan los organismos para generar su producto informativo y finalmente la falta de coherencia en los resultados, producto de las publicaciones realizadas por el gobierno, mapas de vegetación y divulgaciones hechas en base al estudio de imágenes satelitales. Por tanto se necesitan estandarizar y actualizar los datos de superficie boscosa, presente, protegida y en peligro de Venezuela. (Bevilacqua *et al.*, 2002).

La fragmentación del paisaje es la última etapa de un proceso de alteración del hábitat, en el que la disminución de su superficie, el aumento del efecto borde y la subdivisión se hacen mayores, hasta llegar el punto en el que el paisaje pierde su funcionalidad, al quedarse los elementos aislados unos de otros (Martínez *et al.*, 2009). Hobbs (1993) clasifica los hábitat fragmentados en cuatro tipos: *Intacto* cuando el hábitat natural representa más del 90% del paisaje; *Variogado* cuando el hábitat natural cubre entre el 60 y el 90% del paisaje; *Fragmentado* cuando el hábitat natural remanente está entre el 60 y 10%, y por último, el *Relictual* en donde el hábitat natural remanente ha quedado reducido a tan solo un 10% del área original en un paisaje determinado, esta clasificación a permitido determinar donde se pueden generar proyectos para el rescate de los ecosistemas.

Según Cayuela y colaboradores (2006), la pérdida de la conectividad de un bosque y el tamaño reducido de los fragmentos, puede potencialmente a través de medidas de restauración ser reversible; sin embargo, si la pérdida del bosque continua tomando lugar, esta será permanente. Por ello es de extrema urgencia la adopción de sistemas efectivos de conservación de la biodiversidad de la zona necesitada, para el mantenimiento del material genético de los ecosistemas en peligro.

2.2 Planificación para la conservación:

Las grandes pérdidas de bosque nos indican la necesidad de aplicar estrategias de planificación para la conservación de la biodiversidad. Esta gestión es el proceso de localizar, implementar, configurar y mantener áreas que sean manejadas para la persistencia de valores biológicos importantes, evitando o deteniendo la degradación de espacios naturales, intentando reducir la pérdida de biodiversidad global. Para que esta planificación sea efectiva, se debe determinar cuál es el mecanismo más adecuado para restaurar y conservar, tratando de la mejor manera con dos tipos de cambio que suceden en la naturaleza. El primero es que la diversidad biológica

no es estática en tiempo o espacio, pero es la que genera y mantiene los procesos naturales y el segundo es que la influencia antropica afecta el planeta de diversas maneras, en tasas más altas que las naturales (Pressey *et al.*, 2007). Los planes de conservación deben tener en cuenta además, que diferentes organismos pueden experimentar el grado de disturbio en un ecosistema alterado irregularmente, por tanto al trabajar en ecosistemas perturbados y más aun cuando son poco conocidos, existe gran incertidumbre del comportamiento, función y procesos específicos de cada organismo que integra el ecosistema (Haila, 2002; Henle *et al.*, 2004).

En zonas templadas muchas iniciativas de conservación resultan exitosas, cuando se basan en la protección de una sola especie, debido a que tienen información base acerca de la exacta distribución del organismo en un área determinada, en cambio en los trópicos es más difícil generar planes basados en este enfoque, debido al alto número de especies y la falta de conocimiento de sus distribuciones (Armenteras *et al.*, 2003). Gracias a este tipo de casos, existe una tendencia creciente de cambiar la evaluación de un nivel de especies, a nivel de ecosistemas, asumiendo así, que mientras más ecosistemas estén protegidos mayor será el número de las especies conservadas (Schmidt, 1996; Hughes *et al.*, 2000). Harris (1984) propone la estrategia del "mosaico de ecosistemas en los paisajes", según la cual el nivel jerárquico necesario y suficiente para hacer coincidir todos los objetivos de conservación, es el ecosistémico. Sin embargo investigaciones relacionadas con cuestiones de ecosistemas han sido un desafío, debido a las dimensiones espaciales y las complejidades de este sistema *per se* (Schneider, 2001).

Tradicionalmente la conservación se ha trabajado con el manejo de áreas protegidas, las cuales se han establecido y evaluado bajo el análisis de riqueza y vulnerabilidad (Grossman *et al.*, 1994). Han surgido iniciativas muy exitosas como los análisis "Gap" principalmente en las zonas templadas del mundo, este es un análisis para proyectos tanto de conservación como de manejo de diversas empresas, que mide cómo una organización está llevando a cabo su desempeño, con respecto a una serie de criterios establecidos, en base a normas o procedimientos internos. Primero es necesario coleccionar toda la información y determinar el grado en que los elementos de la biodiversidad están representados. El resultado de este análisis establece la diferencia entre el desempeño actual y el esperado (Scott *et al.*, 1989; 1991).

Otros planes para la conservación que han tenido gran auge y han resultado exitosos en diversas partes del mundo, especialmente en Latinoamérica, son aquellos que se basan en la metodología del manejo adaptativo, bajo los criterios de los “Estándares abiertos para la práctica de la conservación”. Esta técnica integra la planificación, el manejo y el monitoreo de proyectos para poner a prueba de una manera sistemática, los supuestos sobre los que se basan las intervenciones a la región a conservar, con el fin de aprender y adaptar los planes para la conservación de diversos ecosistemas. Esta inventiva trabaja bajo 5 pasos (figura 2.3), que constituyen el de conceptualizar el proyecto, generar un plan de acción y de monitoreo, implementar las acciones, analizar, corregir y adaptar el proyecto a nuevas circunstancias y finalmente capturar y compartir el aprendizaje que se produjo en la ejecución del plan de conservación (CMP, 2007).



Figura 2.3 Ciclo del manejo de proyectos de los Estándares Abiertos de la CMP Versión 2.0 (CMP, 2007).

Para atacar el problema de deforestación y desaparición de hábitat, se deben realizar planes para conservar ecosistemas boscosos mediante su regeneración y reforestación, con metodologías como las antes mencionadas, que conozcan el estado inicial del bosque y el grado de degradación que presenta el terreno, el tiempo que se necesita para realizar un plan exitoso y el costo que acarrea el mismo. Estos procesos de restauración deben tener en cuenta la distribución espacial, abundancia y la condición de la vegetación residual, la cual constituye un fuerte indicador del potencial que posee el ecosistema para regenerarse. Además deben reconocer que los procesos de reforestación de un bosque, no resultan fáciles ni cortos en la gran mayoría de los casos (Chazdon, 2008).

En países desarrollados o en vías de desarrollo, han restaurado bosques las mismas comunidades locales, como también el gobierno con programas nacionales. Estos proyectos han provocado una regeneración del bosque promocionando la organización de las comunidades y mejorando las viviendas rurales, algunos de estos países son las Filipinas, España, Perú, Indonesia, China, Vietnam, Brasil y por excelencia Costa Rica (Chokkalingam, 2005). Por ejemplo, comunidades de 12 villas al noroeste de Vietnam se organizaron para restaurar bosques de caliza degradados entre 1960 y 1970, debido a un exceso de extracción de madera para combustible, el procedimiento consistió en plantar especies nativas en las zonas deforestadas y en la actualidad el agua fluye de nuevo a los campos de arroz de tierras bajas, y más de 30 especies de mamíferos típicos de la región, incluyendo algunos endémicos, vuelven a colonizar la zona (Poffenberge, 2006). Otro ejemplo lo constituye la región de Shinyanga en Tanzania en donde numerosas zonas con *Acacia* y Miombo (*Brachystegia sp*) desaparecieron en 1985, transformando el paisaje en un semi-desierto, el programa de conservación HASHI ayudo a la población de 833 villas, a restaurar 350.000ha de estas variedades vegetales en tan solo 18 años (Monela *et al.*, 2004).

Otras formas de recuperación de los ecosistemas y protección de los mismos se vienen dando desde hace más de un siglo. En 1872 se creó la primera Área Protegida (AP) del mundo; el Parque Nacional Yellowstone, localizada en Estados Unidos, el objetivo fundamental de esta AP es proveer recreación y conservar la belleza escénica del sitio (Miller, 1980). Por su parte, la mayor proporción de AP fue establecida entre la década de los 70 y 80, y para inicios de los años 90 estas cubrían el 6% de la superficie terrestre (UICN, 1990; Primack *et al.*, 2001). En el

año 2006 se contabilizaron más de 100.000 AP alrededor del mundo, que cubren aproximadamente el 12% (Finegan *et al.*, 2006).

Venezuela constituye un país pionero en temas de conservación de ecosistemas bajo la figura de Áreas Protegidas, desde 1983 con la creación de la ley para la ordenación del territorio, se consagran y organizan las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), en donde se ordenan 10 Reservas Forestales (RFR), las cuales están constituidas por macizos boscosos que por su ubicación, composición florística o por ser las únicas disponibles en determinada área, constituyen elementos indispensables para el mantenimiento de la industria maderera nacional. En Venezuela las 10 reservas forestales, abarcan una superficie de 11.327.416ha, que equivale al 12,36% del territorio nacional (Figura 2.4). Sin embargo es fácil de notar debido a la situación que presentan hoy en día las Reservas Forestales del País, que la declaración de un AP no garantiza su protección.

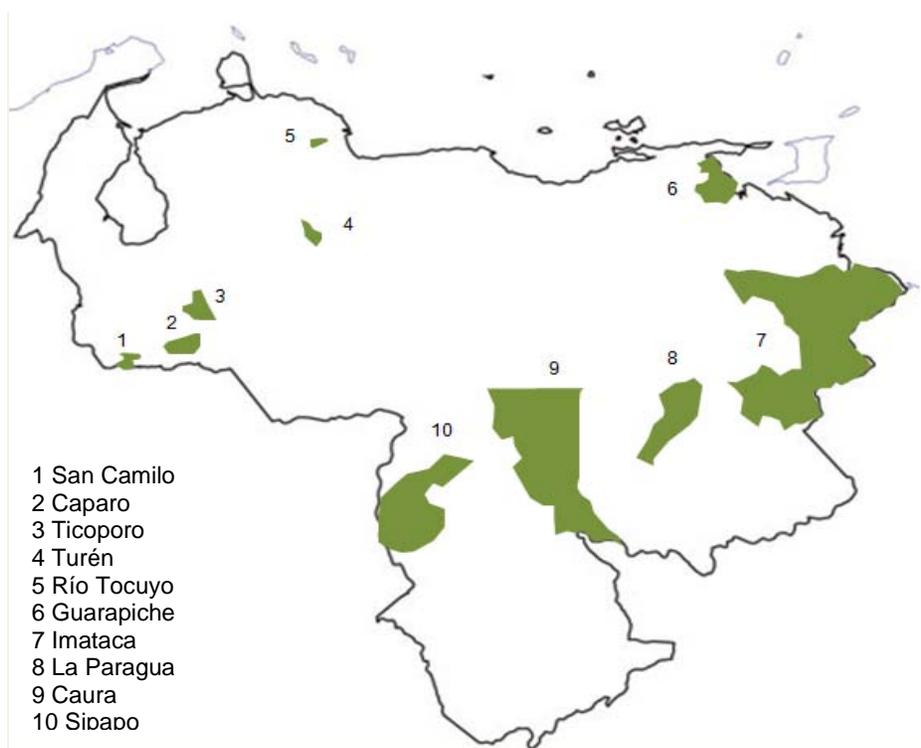


Figura 2.4 Representación de las 10 Reservas Forestales de Venezuela (Modificado de FUNDACRESF, 2006).

Además en Venezuela, el resguardo de los bosques no está equilibrado en función al tipo del ecosistema, lo que resulta en una menor protección de los ecosistemas boscosos tropicales más secos de la nación, como se logra notar en la figura 2.5, donde los bosques de tierras bajas, poseen solo 19,6% de superficie estrictamente protegida, mientras que los bosques montanos presentan un 82,1% bajo resguardo. En esta figura no se excluye el solapamiento entre algunas áreas estrictamente protegidas ni la incertidumbre existente con respecto a los linderos de algunos monumentos naturales (Bevilacqua *et al.*, 2002).

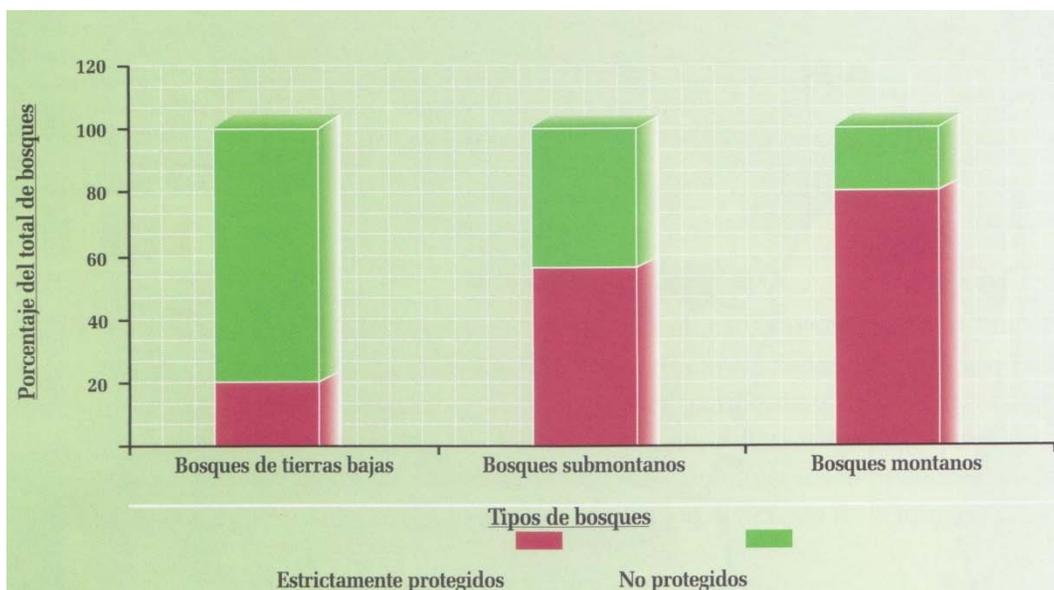


Figura 2.5 Tipos de bosques en Venezuela y su porcentaje de protección (Bevilacqua *et al.*, 2002).

2.3 Corredores ecológicos como estrategia para la conservación:

Cambios en la cobertura de los ecosistemas boscosos son el principal factor que determina la pérdida de la biodiversidad, además mientras más se fragmenten estos bosques, mayor serán las zonas expuestas para el uso de actividades antrópicas, cambiando la naturaleza del paisaje (Armenteras *et al.*, 2003). Por tanto se hace necesario contar con mecanismos de caracterización, monitoreo y planes de conservación actualizados para nuestro país.

Los corredores ecológicos constituyen un plan o estrategia de conservación que genera una solución, alternativa o posible respuesta al problema de fragmentación y pérdida de hábitat en

determinados casos, los cuales están diseñados para proteger el conjunto de especies nativas y cumplir con las funciones básicas de conectividad. Estos actúan aumentando las oportunidades de alimentación, promoviendo la variación genética, permitiendo el paso de especies que requieran ecosistemas diversos, disminuyendo la tasa de extinción y reduciendo los efectos del pequeño tamaño de los relictos de bosque, al tiempo que se maximizan el uso sostenible y los beneficios derivados de los servicios ambientales (Altizer *et al.*, 2003).

El concepto de corredor fue inicialmente usado para explicar la dispersión de las especies entre los continentes. Preston (1962) recomendó establecer corredores entre reservas, con el fin de incrementar el tamaño de poblaciones animales aisladas y en los años 70 se incrementan las recomendaciones orientadas a fortalecer la conectividad, entre hábitat fragmentados (García, 2012). Adicionalmente la UICN en el 2005 clasificó los corredores, según el objetivo con el que fueran propuestos. De esta forma los corredores pueden ser:

*Corredores Biológicos: los cuales buscan mantener el flujo genético, hay una conexión física entre parches y se le da énfasis a la conservación de pocas especies.

*Corredores Ecológicos: Tienen en cuenta aspectos asociados a la ecología del paisaje y buscan la restauración de funciones ecológicas.

*Corredores de conservación: incorporan la planeación birregional y se constituyen en un espacio de territorio seleccionado biológica y estratégicamente, como una unidad para la planificación e implementación de acciones de conservación.

El papel fundamental que cumple un corredor en sí, es la de mantener la conectividad en un ecosistema, entendiéndose por conectividad, el grado del arreglo espacial y calidad de los elementos en el paisaje, que afectan y permiten el movimiento de los organismos entre parches de hábitat. Mientras que la completa pérdida de hábitat es difícilmente solucionable, ya que en muchos casos es consecuencia de demandas territoriales para el crecimiento urbano o la expansión agrícola, el problema de la conectividad entre los parches de bosque es más fácilmente salvable, ya que en ocasiones una solución eficaz, no implica grandes demandas de superficie, sino continuidad y coherencia territorial (Bennett, 2003).

Al trabajar con la conectividad, los corredores poseen un componente estructural que depende del ecosistema y un componente conductual que depende del organismo que transite el

corredor, por lo tanto el efecto del corredor varía para ciertas especies, estos dos componentes son los que determinan la efectividad del mismo (Hong *et al.*, 2012). El componente estructural está determinado por la distribución espacial de los diferentes tipos de hábitat en el paisaje, las dimensiones de las brechas que existen entre uno y otro, y la presencia de senderos o redes alternativas, así la conectividad será dependiente de la estructura física del hábitat (Beier y Noss, 1998; Bennett, 2003). El segundo componente de la conectividad, hace referencia a las diferentes respuestas conductuales por parte de los individuos a la estructura física del paisaje, es decir, la escala en que una especie percibe y es capaz de desplazarse dentro de la matriz, sus requisitos de hábitat y su grado de especialización, su nivel de tolerancia ante los cambios del medio, los tipos de desplazamiento y la respuesta de la especie ante los depredadores y competidores (Bennett, 2003).

Actualmente las especies están siendo forzadas a moverse para encontrar hábitats que concuerden con sus requerimientos, debido a la pérdida de sus zonas procedentes. Este traslado de hábitat está ocurriendo bastante rápido, entre 100 y 500km por siglo, con casi 3 a 14 metros por día (McKenney *et al.*, 2007). Hong y sus colaboradores (2012), realizaron un estudio donde demostraron mediante el uso de vías potenciales de movimiento, que se encuentran más especies de aves en parches conectados, que en aquellos sin conectividad y mucho menos en aquellos que se encontraban urbanizados. Estos mismos autores también mencionan que las aves han resultado ser grandes indicadoras de la efectividad de los corredores y que la ejecución de estas redes para la conectividad ha ganado popularidad, especialmente en zonas urbanizadas ya que para estos investigadores, no requieren mucha información adicional aparte de la geográfica (Hong *et al.*, 2012).

No es importante el área que ocupa el bosque fragmentado, sino el tamaño de las fracciones remanentes, su arreglo espacial y el grado de conectividad que poseen. Pequeños fragmentos son menos efectivos al momento de proteger la biodiversidad y se torna mucho más práctico instalar una serie de corredores (Bennett, 2003; Peterken, 2000), además es una excelente manera para permitir el paso de especies animales, que no cruzan áreas no forestadas (Lamb, 2003).

Los corredores ecológicos surgen de la teoría del equilibrio de la biogeografía de islas, esta sostiene que el número de especies encontrado en una isla (número del equilibrio) es

determinado por dos factores, el efecto de la distancia al continente y el efecto del tamaño de la isla. Éstos afectarían el índice de extinción en las islas y el nivel de inmigración.

El efecto de la distancia vendría dado porque las islas más cercanas al continente, tienen mayor probabilidad de recibir inmigrantes que aquellas que se encuentren más lejos de este. El efecto del tamaño se refleja en la superficie y el número de especies, en islas más pequeñas la probabilidad de extinción es mayor que en islas grandes, así estas últimas pueden tener más especies que las más pequeñas.

MacArthur y Wilson en la década de los 60, describen esta teoría indicando que los factores que influyen a las comunidades en las islas continentales y oceánicas son:

- Grado del aislamiento (distancia al vecino más cercano, y al continente)
- Longitud del aislamiento
- Tamaño de la isla
- Clima y corrientes en relación con el océano (influencias para alimento como pescados, aves y patrones del flujo de semillas)
- Si la composición inicial de plantas y animales proviene previamente de una masa más grande de tierra
- La composición de las especies colonizadoras tempranas
- Actividad humana

Wilson y Willis (1975) originalmente proponen los corredores biológicos basados en esta teoría debido a que esta generó que en ese contexto, una isla, puede ser cualquier área de hábitat rodeado por sitios inadecuados para las especies; pueden ser islas verdaderas rodeadas por el océano, montañas rodeadas por desiertos, lagos encerrados por la tierra firme y/o fragmentos de bosques acorralados por paisajes alterados por los humanos.

Debido a que los corredores ecológicos están planteados como solución a los problemas, que presentan las zonas que se clasifican en peligro dentro de esta teoría, muy grande fue la explosión de interés por estos, incluyendo también críticas y debates sobre sus beneficios o desventajas, las negativas se han concentrado alrededor de 3 preguntas principales:

1) ¿Existe suficiente evidencia científica para demostrar los beneficios potenciales de conservación de los corredores ecológicos?

2) ¿Los efectos negativos de los corredores pueden superar los valores de conservación?

3) ¿Son económicamente los corredores ecológicos la mejor opción de conservación en comparación con otras alternativas?

Son varias las desventajas que se le atribuyen a los corredores (Tabla 2.1), la teoría de la biogeografía de las islas, posee algunos supuestos que no son relevantes en todas las situaciones actuales de aislamientos de áreas, especialmente cuando se trata de fragmentos de bosques. Por ejemplo, la escala de tiempo en el que los humanos inducen la fragmentación de un bosque, varía lo suficiente y suele ser mucho más rápido que el tiempo en que los árboles alcanzan niveles de equilibrio, lo que hace necesario un mantenimiento vigilado de los corredores y monitoreo, lo cual suele ser bastante costoso. Se ha indicado también que numerosos procesos dentro de los fragmentos, pueden ser más importantes para la diversidad de especies, que aquellos que se intentan reproducir conectándolos (Cayuela *et al.*, 2006).

Como es muy alto el valor económico que representa el establecimiento de corredores y su mantenimiento como estrategia de conservación, además de poder permitir el paso a nuevos depredadores y enfermedades a las especies de los fragmentos aislados; los corredores han tenido desde su surgimiento como estrategia una gran lista de cuestionamientos y reprochas, sin embargo muchas de las críticas se basan en un solo tipo de corredor, que constituye aquel que es continuo, no obstante existen diversos tipos de corredores aplicados para múltiples objetos de conservación y a pesar de todas las críticas, muchas de las alternativas de conservación que implementan corredores ecológicos o protegen los existentes, han resultado positivas y ventajosas para la diversidad y su protección (Ruiz *et al.*, 2012).

Los corredores se han transformado en importantes herramientas para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, tomando en cuenta las ventajas y beneficios de estos, muchas iniciativas mundiales existen desde hace varios años para la implementación de corredores ecológicos, como áreas de usos múltiples como determina la unión internacional para la conservación de la naturaleza (UICN). Ejemplo de casos producto de este empuje global lo tiene la WWF (World Wildlife Fund), la cual trabaja en Malasia donde crean corredores a través del río Kinabatangan, para conectar los manglares costeros con los bosques de tierras más altas y así mejorar las comunidades de peces locales, el paso de los elefantes en los bosques y enriquecer a la población con prácticas nuevas de cultivo e ingresos económicos, provenientes del turismo. En Brasil la WWF también posee proyectos de recuperación, en

donde, 20 ha de corredores han unido 3.500 ha de bosque, para la protección del hábitat del mono titi león dorado (*Leontopithecus rosalia*) (Eco, 2002).

Tabla 2.1 Cuadro resumen de las ventajas y desventajas de los corredores ecológicos

<u>Ventajas</u>	<u>Desventajas</u>
Aumentan oportunidades de alimentación	No existe suficiente evidencia científica que demuestre sus beneficios
Permiten el paso de especies	Resultan muy costosos
Promueven variación genética	Permiten el paso a depredadores y enfermedades
Disminuyen la tasa de extinción	Afectan procesos importantes en fragmentos aislados
Reducen el efecto del tamaño de los fragmentos de bosque y el efecto de borde.	
Maximizan el uso sostenible y beneficios derivados de los servicios ambientales	
Minimizan los impactos del uso de la tierra adyacente	
Dan oportunidad a las especies a cambiar de lugar en caso de una catástrofe	
Maximizan la calidad del hábitat existente	

Otro caso es el del Corredor Biológico Mesoamericano, que desde 1997 consiste en un sistema de ordenamiento territorial, integrado por áreas naturales, que además intenta definir enlaces entre áreas protegidas de Centroamérica, desde los cinco estados del sur de México hasta Panamá, incluyendo estos dos países mas Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, proponiendo desarrollos de bajo impacto para mantener los corredores entre ellas (Zúñiga, 2002). La figura 2.6 expone en color verde claro la zona donde el trabajo propone los corredores biológicos, entre las áreas protegidas de color verde oscuro.

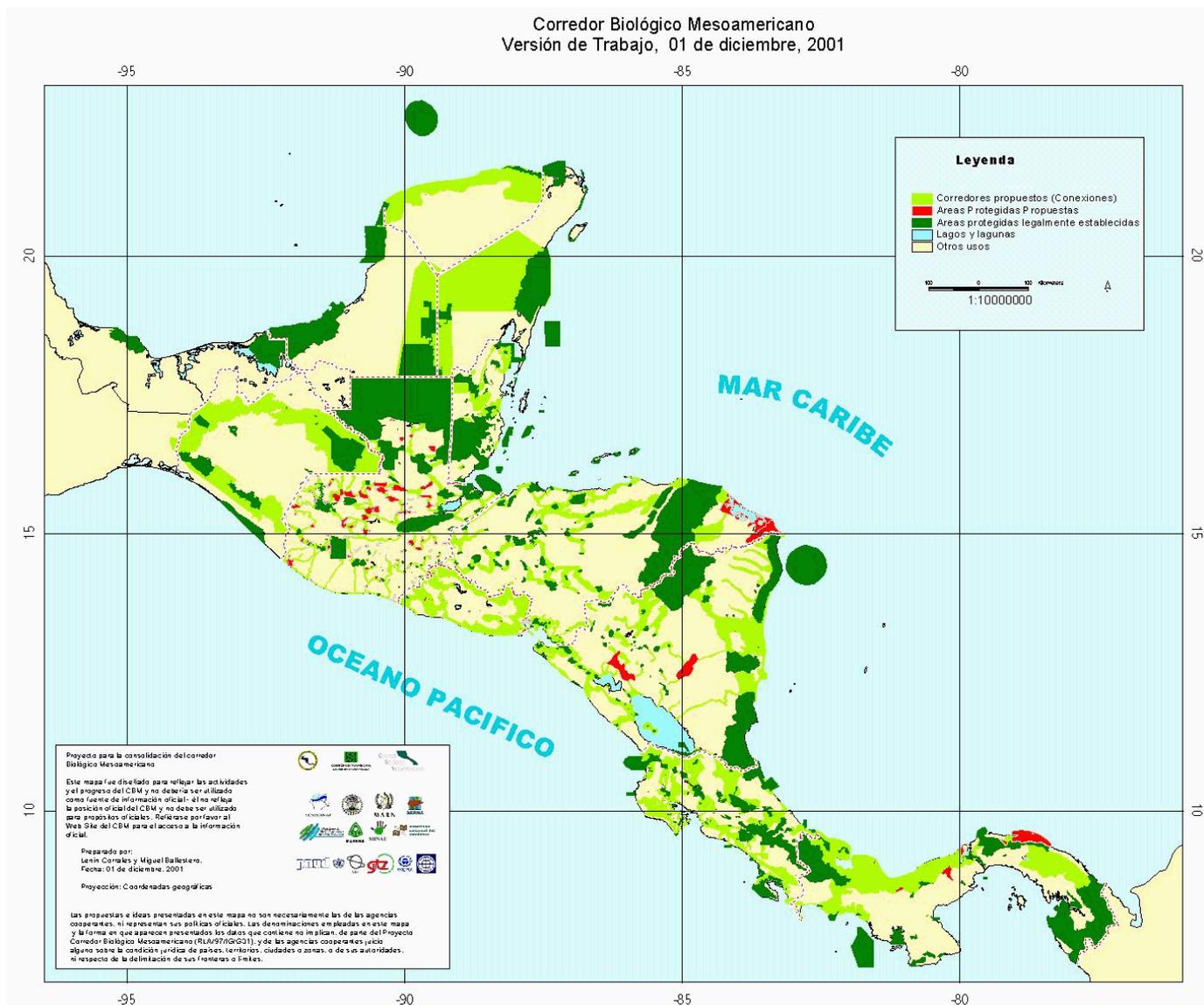


Figura 2.6 Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas y Corredores Biológicos 2001 (Corrales y Ballesteros, 2001).

En nuestro país han sido pocos los empujes para la creación de corredores ecológicos, sin embargo, existe una propuesta denominada El Corredor Ecológico “Islas Caribe Sur”, que constituye una proposición como área protegida transfronteriza, entre el reino de los Países Bajos y Venezuela que aun esta en desarrollo (Delgado *et al.*, 2012). Además existe una iniciativa para los parques nacionales en la Cordillera de los Andes, la región de Guayana y la Serranía Litoral de la Cordillera de la Costa. Conjuntamente trabajos en la Sierra Merideña

tomando como especie clave el Oso Frontino (Yerena *et al.*, 2007) y más recientemente en la Sierra de Portuguesa para la misma especie en peligro (García-Rangel, 2011).

El trabajo para la Cordillera de Mérida se realizó con interpretación de imágenes de percepción remota Landsat TM, chequeos aero-fotográficos y chequeos de campo. Según Yerena (1994) los Parques Nacionales existentes para esa zona abarcan una superficie total de 596.866 ha y los corredores propuestos en su trabajo 205.004 ha, lo que equivale a un 34% de los parques para el sistema interconectado que propuso. Para la Sierra de Portuguesa el trabajo consistió en un modelo para proponer la conexión de los Parques Nacionales presentes en la zona, que son Yacambú y Terepaima (Figura 2.7), los cuales poseen sistemas importantes de biodiversidad, pero ninguno de los es lo suficientemente grande para preservar los ecosistemas montañosos, ni mantener una población viable de grandes mamíferos como es el caso del oso andino, que también constituye la especie de protección en este estudio (García-Rangel, 2011). Estas propuestas de enlaces ecológicos en nuestro país concluyen, que para proteger al oso frontino, la Sierra Nevada Merideña y la Sierra de la Culata, que aun siendo en conjunto los Parques Nacionales más grandes en la zona occidental montañosa de Venezuela, no son capaces de mantener una población viable de osos, por lo que los corredores entre todas las Sierras debe ser considerado, tomando en cuenta hasta la Sierra de Perija.

En Venezuela se mantiene ausente la figura legal de los corredores ecológicos en la legislación ambiental. Estuvo contemplada en la derogada Ley de Diversidad Biológica de la gaceta oficial N°5.468 (24 de mayo del 2000), que dictaba así: "Para facilitar el flujo genético de poblaciones de especies silvestres y conectar hábitats fragmentados, entre las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial, el Ejecutivo Nacional establecerá Corredores Ecológicos o Hábitats de Interconexión", rezaba el artículo 31 del anulado instrumento. Pero la vigente Ley de Gestión de la Diversidad Biológica, promulgada el 1° de diciembre de 2008 en la gaceta oficial N°39.070 no los considera.

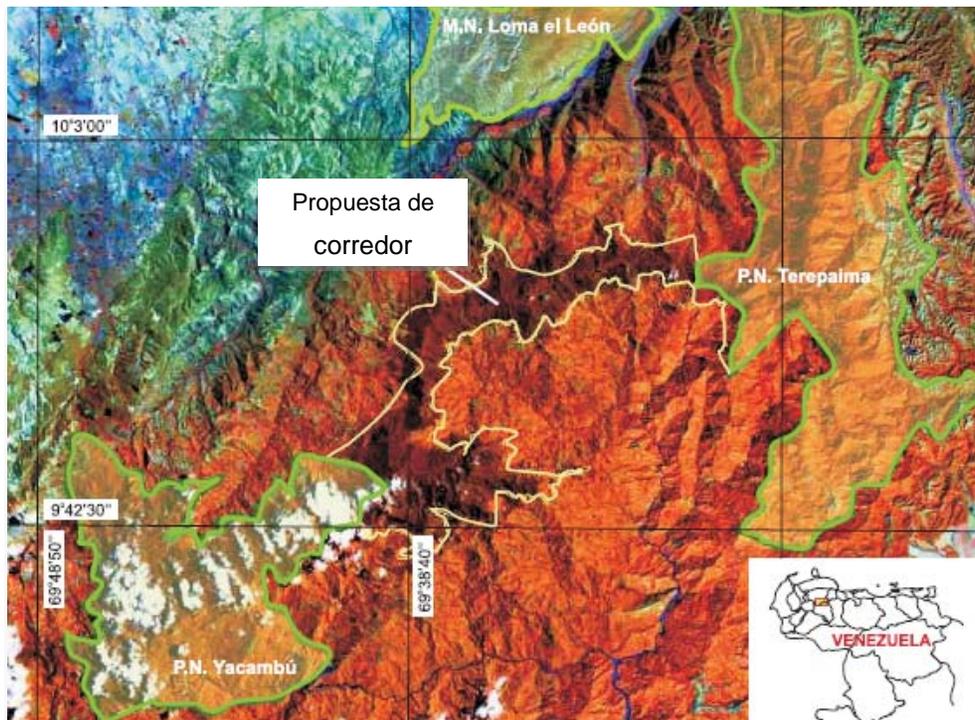


Figura 2.7 Propuesta del corredor entre el PN Yacambu y PN Terepalma (García-Rangel, 2011).

2.4 Los SIG y las imágenes satelitales como ayuda a las estrategias para la conservación:

Debido a la rápida declinación de la cobertura en bosques tropicales como resultado de la deforestación, la información que proveen los sensores remotos y las imágenes satelitales sobre cambios en la cobertura de los bosques, es tal vez el papel ecológico más importante y exitoso que ha tenido esta forma de trabajo con sensores e imágenes (Achard *et al.*, 2002).

Las imágenes satelitales se producen gracias a que los objetos terrestres, iluminados por luz solar o artificial, reflejan ésta luego de modificaciones inducidas por la misma estructura y composición de estos objetos, el fenómeno físico es denominado reflectancia (Hobbs y Mooney, 1989). Estas modificaciones en la radiación de la fuente emisora generan un patrón de respuesta y este patrón o firma espectral es lo que permite interpretar los diferentes estados de la vegetación (Hobbs y Mooney, 1989; Sabins, 1994; Aronoff, 1993; Meijerink *et al.*, 1994).

Gracias a los sensores remotos o sistemas de teledetección que captan la firma espectral, podemos obtener imágenes de la tierra, estos sistemas la recopilan y la colectan los sensores instalados en plataformas espaciales (Chuvieco y Sancho, 1986).

Investigaciones sobre ecosistemas han sido muy desafiantes debido a las dimensiones espaciales y las complejidades que presentan, los métodos con sensores remotos e imágenes satelitales están avanzando rápidamente y expandiendo el portafolio de recursos, los cuales permiten entender con mayor facilidad la estructura y funcionamiento de los ecosistemas boscosos.

Por tanto esta información proporcionada por la teledetección espacial, presenta aplicaciones dominadas al estudio de los bosques tropicales, los cuales demuestran complicaciones mayores que otros ecosistemas pero poseen una alta importancia para la ecología global debido a su alta biodiversidad, rol particular de secuestro de carbono y otros aspectos atmosféricos (Amarnath *et al.*, 2003; Burnett *et al.*, 2003).

Actualmente se poseen avances para nuevos sensores y técnicas de procesamientos de imágenes, estas inventivas se basan en el uso de softwares especializados para modelar e interpretar estas imágenes, que con la integración de trabajos de campo se pueden solucionar muchos problemas que conllevan el estudio de los ecosistemas tropicales.

Estas metodologías han dado la posibilidad en bosques de estimar la calidad del suelo, evaluaciones de nutrientes, contenido de agua del dosel, tasas de mortalidad, respuestas al nivel de las hojas a condiciones de sequía, determinar la estructura de un bosque a una escala de individuos en grandes áreas y evaluar el impacto del cambio climático. Además se han podido desarrollar modelos en base a los programas que las manejan, proporcionando una manera más comprensiva de ver los procesos de los ecosistemas, no solo en escalas regionales sino también globales (Chambers *et al.*, 2007).

Las imágenes satelitales han permitido realizar estudios donde es económicamente difícil llegar y no existe vía de acceso para experimentar en esas áreas, han sido usadas para la clasificación de la cubierta de la tierra, para el monitoreo del uso de la superficie y apreciar los procesos de desertificación (Chuvienco y Sancho, 1986). La información de los sensores puede igualmente ser usada para monitorear los incendios forestales y las zonas afectadas por ellos, optimizar estrategias de explotación forestal, determinar el número y condición de fragmentos de bosques, estudiar su posibilidad de conexión y hasta cuantificar usando índices de

vegetación en las imágenes, los impactos del fenómeno El Niño en eventos fenológicos de la vegetación tropical en Suramérica, como lo han descrito Vina y Henebry (2005).

Para interpretar y tratar estas imágenes satelitales y obtener resultados como los ya mencionados, se necesitan de softwares especializados en los que se pueda programar, modelar y manejar la información de las imágenes de distintas formas. Los sistemas de información geográfica (SIG) han permitido por ejemplo el diseño y planificación de estrategias para el desarrollo de cuencas y áreas de interés con fines sociales y económicos (López, 1996). Existen SIG que han permitido hasta evaluar el feedback entre la biomasa que atraviesa procesos de quema y la productividad neta de los bosques, usando modelos del transporte de humo en la atmosfera bajo la observación de fuegos activos, han podido evaluar la tasa de avance o retroceso forestal en zonas prístinas así como el aumento del nivel del mar. También han permitido detectar efectos del cambio climático en bosques tropicales, bajo el estudio de la diferencia del área foliar con la medición de los cambios en las copas de los arboles, (Chambers *et al.*, 2007).

Los archivos generados a través de un SIG, quedaran disponibles para su actualización con relativa facilidad, lo cual hace bastante rápido el proceso de actualización de los mapas y estudios multitemporales. Además toda esta data satelital que se pueda obtener, es válida para formular políticas para conservar la vegetación nativa y reducir los procesos de desertificación a un nivel regional. Igualmente estos sistemas con el uso de imágenes satelitales, han moldeado de la mejor forma la producción de mapas de ecosistemas o de cobertura de la tierra de una determinada región (Boletta *et al.*, 2006).

Capítulo 3: ¿Que es la Reserva Forestal de Caparo?

3.1 Ubicación geográfica de la Reserva Forestal de Caparo:

La Reserva Forestal de Caparo se encuentra ubicada en una de las ecorregiones representativas del ecosistema sabana más grandes de Suramérica. El área en estudio se presenta dividida en tres unidades de manejo (Anexo 1) y está ubicada en el municipio Andrés Eloy Blanco y Pedraza al sur-oeste del Edo Barinas en los llanos occidentales de Venezuela (Anexo 2). Abarca tres parroquias; El Cantón, Santa Cruz de Guacas e Ignacio Briseño. Encuadrada desde los 7° 26´ hasta los 7° 36´ de latitud norte y 70° 40´ a 71° 02´ de longitud oeste (Figura 3.1).

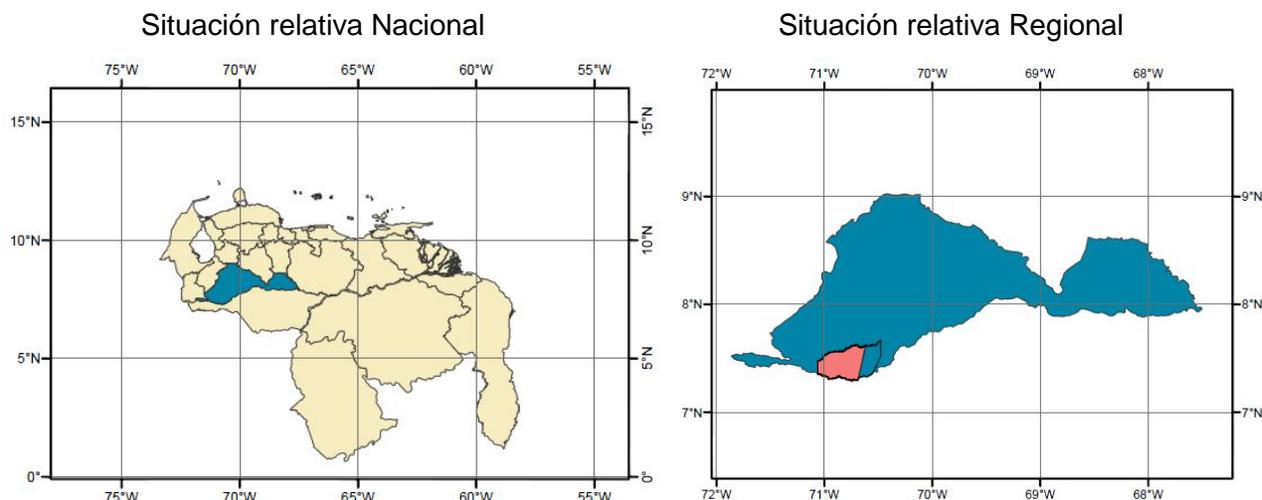


Figura 3.1 Ubicación relativa nacional y regional de la Reserva Forestal de Caparo (Modificado del IFLA, 2008).

Tiene una superficie aproximada según las referencias bibliográficas de 174.284 ha, sin embargo un estudio de catastro realizado en la reserva forestal por el IFLA (Instituto Forestal Latino-Americano) en el 2008, determinan que la reserva posee realmente una superficie de 175.184,44 ha. La zona de la reserva bajo la cual el trabajo se efectúa abarca 123.833,14 ha bajo la superficie determinada por el IFLA (Figura 3.2), debido a que la imagen satelital que se utiliza en este trabajo solo ocupa esta área.

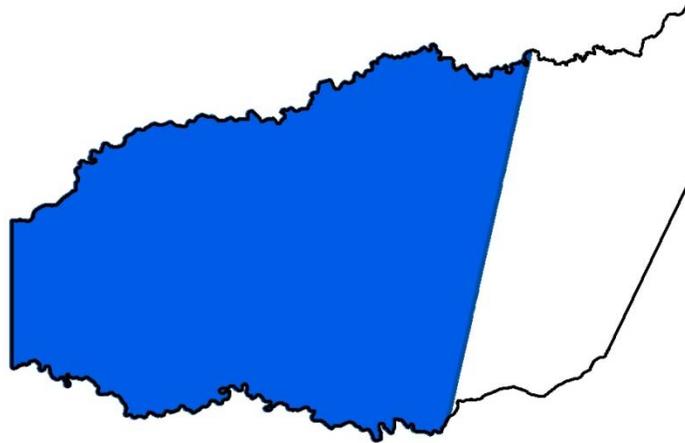


Figura 3.2 Zona en estudio de la RFC resaltada en azul y aquella en color negro la porción fuera del trabajo.

3.2 Clima:

En relación con la precipitación se tiene una estacionalidad muy marcada debido a su ubicación geográfica, las precipitaciones varían entre 1606 y 1750 mm anuales y presenta dos estaciones, la época de sequía que va desde diciembre a marzo o abril, en donde el mes más seco lo constituye enero o febrero y la época húmeda desde Mayo a Noviembre, el mes más húmedo es Junio (Figura 3.3). La estacionalidad del clima determina un exceso de agua en la época de lluvias, con inundaciones parciales en la zona y deficiencia de agua durante la sequía. Se presenta una temperatura media anual de 24,6°C, la amplitud del mes más frío y el mes más cálido es de 3,1°C, las variaciones diarias son más fuertes en la época de sequía entre 12 y 15°C que en la época de lluvia, que son entre 4 y 10°C (Ibarra, 1995).

La dirección de los vientos predominantes es nor-este, este y sur-este, se reportó una velocidad de 0,7 a 0,9 m/seg en la unidad experimental de la RFC, en un claro de 1ha. La humedad relativa del aire (media mensual) oscila entre 59% (Enero) y 89% (Junio). Durante el día se presentan los valores mínimos entre la una y dos de la tarde y los máximos entre las cinco y seis de la mañana, antes de la formación del rocío. La ubicación de la reserva según el sistema de clasificación climática de Koppen es Aw, como un clima tropical de sabana húmeda con una estación de sequía (Pozzobon, 1995).

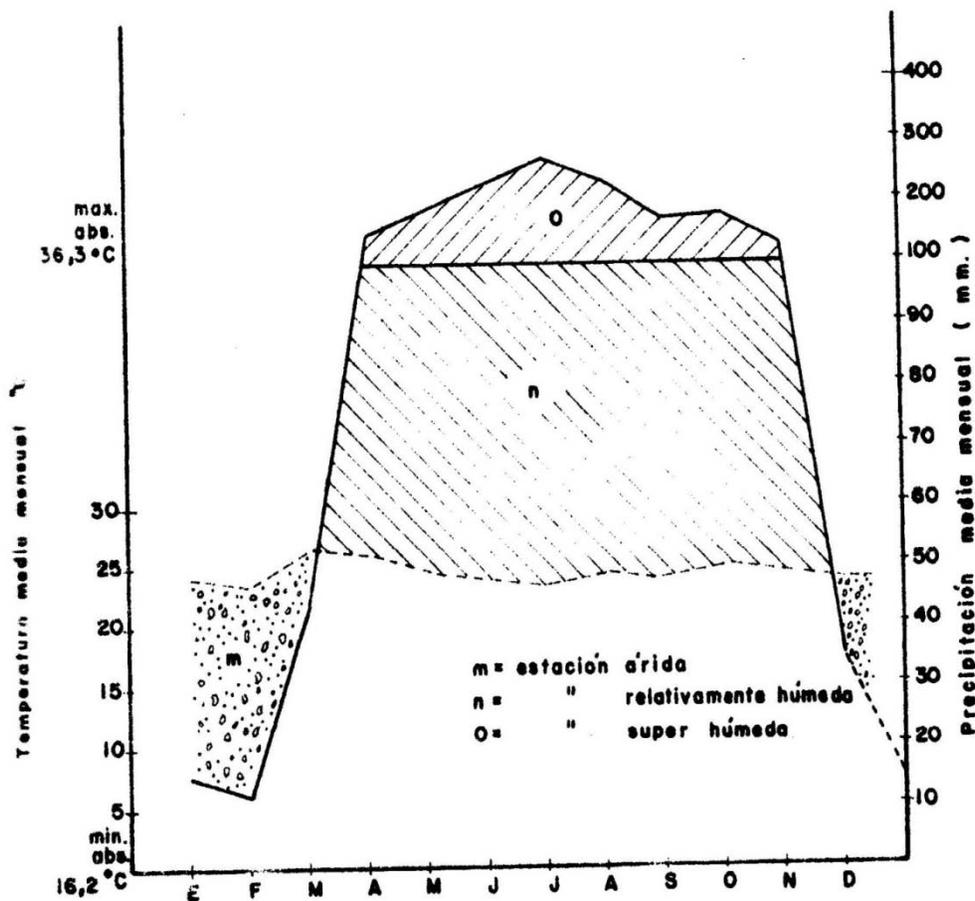


Figura 3.3 Climadiagrama de la Reserva Forestal de Caparo, realizado entre 1969 y 1974 en la Unidad uno de la Reserva a una altitud de 100msnm (Silva, 1978).

3.3 Hidrografía, Geomorfología y Suelos:

El área de estudio se encuentra situada en la cuenca de río Apure dentro de una llanura aluvial de desborde, cuya formación se originó en el período Pleistoceno-Holoceno con material sedimentario proveniente de los Andes. Presenta ríos andinos en dirección Este hacía el río Orinoco, con una red hidrográfica integrada principalmente por el río Caparo ubicado al norte, el río Uribante al sur, los cuales resultan en parte limitantes de la Reserva y el caño Anarú que la atraviesa en su parte media dirección oeste-este. Existe un gran número de caños con origen estacional que surcan la Reserva formando la red hidrológica compleja y amplia (Franco, 1982).

La RFC posee entre 120 y 150 msnm, con una leve inclinación del terreno hacia el este. Por la misma dinámica fluvial ha ocurrido un proceso de deposición de los sedimentos (aparte de los provenientes de los andes), característico de las llanuras aluviales de desborde, generando las típicas unidades geomorfológicas; diques, napas de desborde y cubetas de decantación (diques, bancos, bajíos y esteros) (Anexo 3). En la época lluviosa prácticamente toda el área se inunda, los diques y los bancos arenosos drenan con relativa rapidez (Pernía, 1993). Descrito esto, los suelos entonces son de origen aluvial reciente, con serias limitaciones de aireación, la mayoría de los estudios han sido en la Unidad uno experimental de la RFC y se clasifican en tres unidades básicas; los franco-arenosos en las partes más altas, los suelos con drenaje pobre, inundables en la época lluviosa y ricos en arcillas en relieves bajos y finalmente, suelos franco-limosos a franco-arcillosos en relieves medios (Arias, 2004).

3.4 Vegetación:

La vegetación es bastante diversa, en 1972 se determinó que existían 45 especies/ ha en la unidad experimental y en 1995 se reveló que en la Unidad uno existían 27,54% de las familias vegetales del mundo y 46,51% de las familias reportadas para Venezuela (Pozzobon, 1995).

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge la vegetación se clasifica en transición, con sistemas boscosos secos tropicales y bosques húmedos (Lopez, 1996). La flora presenta una alta heterogeneidad de especies y variabilidad estructural. Los bosques van desde siempre verde a deciduo, los cuales son dependientes de la marcada estacionalidad climática, en donde su desarrollo está determinado por la duración y profundidad de la inundación, provocada por las lluvias en la estación húmeda y la capacidad de reserva de agua que posean los suelos. Este sistema hidrológico de sequía e inundación es, todavía, uno de los menos afectados en términos ecológicos y aun generan una gran diversidad biológica. En la medida en la que la profundidad y/o la duración de la inundación aumenta, se van produciendo variaciones significativas en la estructura y composición del bosque, cuando la inundación se hace continua por periodos de dos a tres meses y con profundidades de 10 a 20 cm, se presenta un bosque bajo y generalmente ralo, este bosque da paso al estero herbáceo cuando la inundación es superior a los 50 cm y se prolonga por seis meses o más (Vincent, 1970).

Vincent (1970), clasificó los bosques de la Reserva según la caducifoliedad, presentando los siguientes ecosistemas (Tabla 3.1):

Tabla 3.1 Porcentaje de deciduidad de los bosques en la Reserva Forestal de Caparo (Vincent, 1970).

<u>Ecosistemas</u>	<u>Porcentaje de deciduidad</u>
Siempre verde	0-10
Sub-siempre verde	10-33
Sub-decuidos	33-66
Decuidos	66-100

Los porcentajes están referidos a la cantidad de arboles del dosel de la Reserva que pierden sus hojas al año en la época seca.

En la RFC se ubican ecosistemas con grandes procesos de transformación, fragmentación y remplazo constituyendo como hemos visto un caso prioritario para elaborar proyectos de conservación. Los bosques que peligran en su interior lo constituyen los semi-decuidos, pluviestacionales y ribereños. Los bosques semi-decuidos poseen especies arbóreas dominantes que pierden entre 25% y 75% de su follaje durante la época de sequía, según el libro rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela (Rodríguez *et al*, 2010). En la Figura 3.4 se puede observar la distribución de estos bosques en el país, la imagen exhibe claramente que los bosques semi-decuidos ubicados dentro la RFC se encuentran amenazados. Según Castillo y Loaiza (2004) la ubicación de los bosques semi-decuidos en la Reserva se presenta en zonas de sub-banco y bajo con 30 y 60% de caducidad.

3.5 Historia y Problemática de la Reserva Forestal de Caparo:

La Reserva Forestal fue fundada el 2 de Febrero de 1961, según Gaceta Oficial N° 26.479, con 176.434 ha, luego en 1994 pierde por decreto 2150ha permaneciendo con 174.284ha y dividida en tres unidades de manejo. Sin embargo según el IFLA (2008) La RFC posee 175.184,44 ha (Anexo 1).

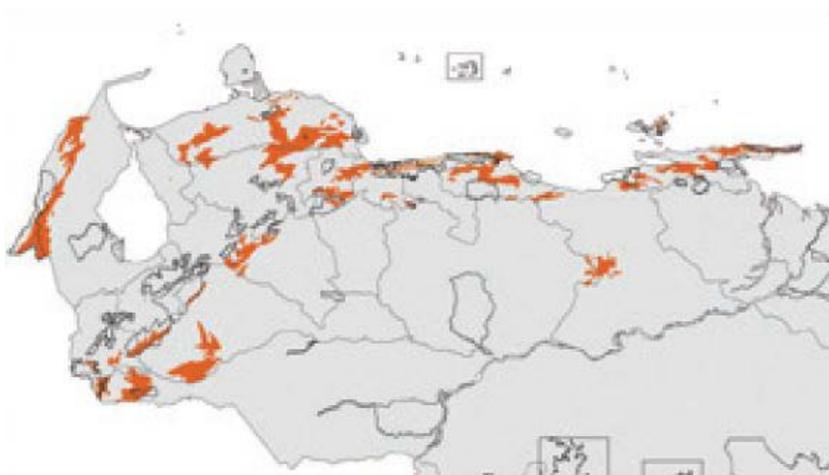


Figura 3.4 Situación de amenaza de color rojo al norte del Río Orinoco de los bosques semi-decíduos en Venezuela (Rodríguez *et al.*, 2010).

El bosque de la Reserva Forestal estuvo habitado en un principio por los indios Capanaparos, luego entre 1600 y 1700 llegan los primeros colonos y se conoce con certeza que en 1943, comienza la explotación de madera del bosque, asimismo las vías de penetración aumentaron introduciendo cazadores a la zona. Para 1960 y 1970 se decomisan pieles de tigres, cunagueros, perros de agua, babas y caimanes que eran asesinados para la comercialización de sus pieles y carnes. En el año 1961 se declara como Reserva Forestal y dos años después el Ministerio de Agricultura y Cría toma el control del bosque dividiéndola en tres unidades de manejo, en donde la Unidad uno en 1970 es objeto para la creación de un convenio con la Universidad de los Andes y manejada por la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de esta Universidad, transformándose en la Unidad Experimental de la RFC (Escobari, 1989).

En 1971 comienzan ensayos bajo cubierta de plantaciones de teca (*Tectona grandis*) y *Gmelina sp*, entre 1975-1978 continúan las plantaciones y empiezan numerosos trabajos de campo realizados por estudiantes de la Universidad de los Andes. Entre marzo de 1981 hasta agosto de 1983 se hacen numerosos trabajos de mantenimiento y pasantías, hasta que en septiembre de ese año el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables, junto con la Universidad de los Andes, suscriben un contrato de COMODATO, convenio que canalizaría las investigaciones y realizaría las necesarias cuando se requiera. En 1985 se realizan explotaciones a escala comercial en donde se deforestan 1700 ha y 1000 ha más al año siguiente. A partir de estos últimos años continua y se intensifica el proceso de degradación y

fragmentación del bosque, debido a la deforestación ilegal para la explotación de madera, así como por invasiones y ocupaciones ilegales del territorio de la Reserva, lo que genera que las concesionarias no tuvieran oportunidad de implementar programas de reforestación en los lugares deforestados, así finalmente se genera el establecimiento de una comunidad con diferentes familias y fincas con producción de ganado y cultivos para su alimentación (Escobari, 1989).

Esta Reserva no es la única que presenta estas situaciones de pérdida de bosque; de las 12,8 millones de hectáreas sometidas al régimen especial de Reservas Forestales y Lotes Boscosos, mas de 3.8 millones de estas hectáreas son consideradas no productivas, restando unos nueve millones de hectáreas catalogadas como supuestos bosques productivos. Por tanto es bastante conocido que las Reservas Forestales han vivido y viven una permanente situación de incertidumbre, con respecto a su integridad nacional (Pozzobon, 1995; Gómez, 1995; Veillon, 1977).

En el caso de los Llanos Altos Occidentales, se constata que el 70% de su superficie ha sido transformada en usos agropecuarios, a través de diferentes modos de organización de la colonización agraria, encontrándose aquí las más altas pérdidas del bosque en las últimas dos décadas en el país, en razón de ello, las funciones ecológicas y productivas de lo que queda de estos bosques se encuentran en peligro de extinción. Para 1988 Centeno (citado por Pozzobon, 1995), reportó que de las 840.000ha de bosques que originalmente pertenecían a las Reservas Forestales de Occidente, solo quedaban 300.000ha, el 64% de su superficie original había sido destruido o convertido a zonas de uso agropecuario.

La tres Reservas Forestales presentes en los Llanos Occidentales son Caparo, San Camilo y Ticoporo, la RFC es la que presenta, entre las tres para el año 2000 la mejor situación, en donde existe un 42% de la vegetación original; con solo 7000ha aproximadamente de bosque continuo ubicado en la unidad experimental. La RFC para el año 1987 según lo reportado, contaba con una superficie boscosa de 140.220 ha, la cual representaba el 80,45% de la superficie total de la reserva (174.284 ha), para 1994 la superficie de bosque había disminuido a 124.454 ha representado el 71,4% (Rodriguez, 2000).

Los programas de más de 40 años para la recuperación empleados en estas Reservas, principalmente en la de Caparo y San Camilo, han estado sesgados a solo la protección de especies de valor comercial, como la caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela sp*), saquisaqui (*Pachira quinata*) y pardillo (*Cordia sp*), dado que la verdadera finalidad de las investigaciones y métodos de uso que se emplearon en estas Reservas, no fue un sistema integrado con la sustentabilidad del bosque, sino únicamente para el mantenimiento de la productividad y sostenibilidad económica. La mayoría de los estudios de los bosques en la RFC se han realizado en parcelas donde existían especies de producción comercial, de tal manera que para generar ensayos de regeneración de estas especies, generaron planes que incluían tala, quema y envenenamiento de las especies no comerciales (Jerez *et al.*, 2008).

Esta degradación es de gran peso ya que las Reservas Forestales occidentales poseen bosques semi-decíduos en su interior, especialmente Caparo. En Venezuela los bosques semi-decíduos ocupaban 5.669.100ha, pero en el 2010 se determinó que un 83% de esta superficie presentaba un grado de intervención y 14% había desaparecido, lo cual indica el grave peligro de exterminio de estos ecosistemas. El problema de degradación de los ecosistemas boscosos llegó a ser tan grave que Caparo está considerada una zona hot-spot en deforestación (Figura 3.5) (Pacheco, 2011).

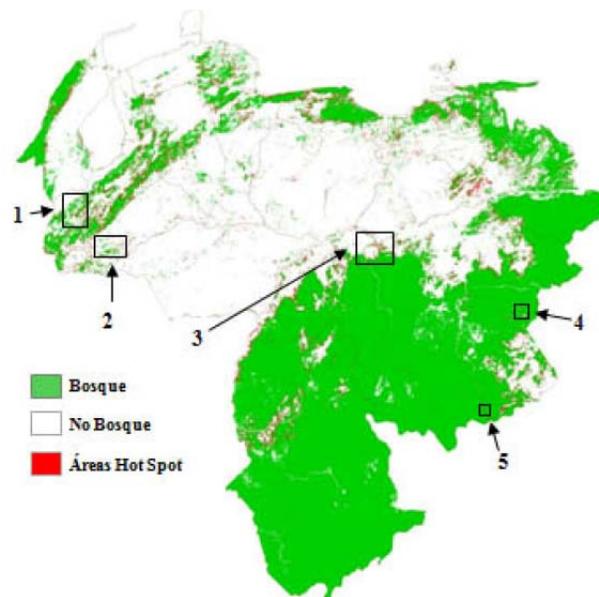


Figura 3.5 Áreas “hot spot” de deforestación en Venezuela

Con base en el análisis situacional de las amenazas a las que está siendo objeto la RFC y utilizando las herramientas conceptuales y de planificación de conservación, se puede determinar el modelo conceptual para esta (Figura 3.6). Según el manejo adaptativo y los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación, la problemática de la RFC se puede estudiar mediante un diagrama y modelo conceptual, exponiendo las razones y consecuencias de la situación de degradación reportada en la bibliografía (CMP, 2007)

La imagen muestra esquemáticamente el objeto de conservación enmarcado en un ovalo de color verde, que constituyen los bosques semi-decuidos en este trabajo, ubicados dentro de los ecosistemas boscosos naturales de la zona, a este objeto le apuntan varias flechas que constituyen las amenazas, enmarcadas dentro de cuadros de color rosado, todas estas amenazas constituyen en resumen la opinión de varios autores como Pacheco (2011), Arias (2004), Castillo y Loaiza (2004), Arellano (1996), Pozzobon (1995) y Rojas (1990). Todos estos peligros generan una presión en los bosques de la Reserva representadas en el diagrama dentro de los rectángulos violeta, los que conllevan a finalmente la desaparición del objeto de conservación.

Anexo a este trabajo (Anexo 4 y 5) se presentan dos mapas suministrados por el Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA, 2008), estos exhiben que las amenazas a los bosques están bastante presentes y muy organizadas, enunciando a una población de habitantes grande dentro de la reserva, con escuelas, ambulatorios, bodegas, iglesias, cooperativas, centros de recreación, embarcaderos y hasta una pista de aterrizaje. Además se conoce que existen 1.200 fincas con principalmente fines ganaderos y una población estimada para el 2011 de 15.000 personas, de las cuales la mitad habita la zona permanentemente.

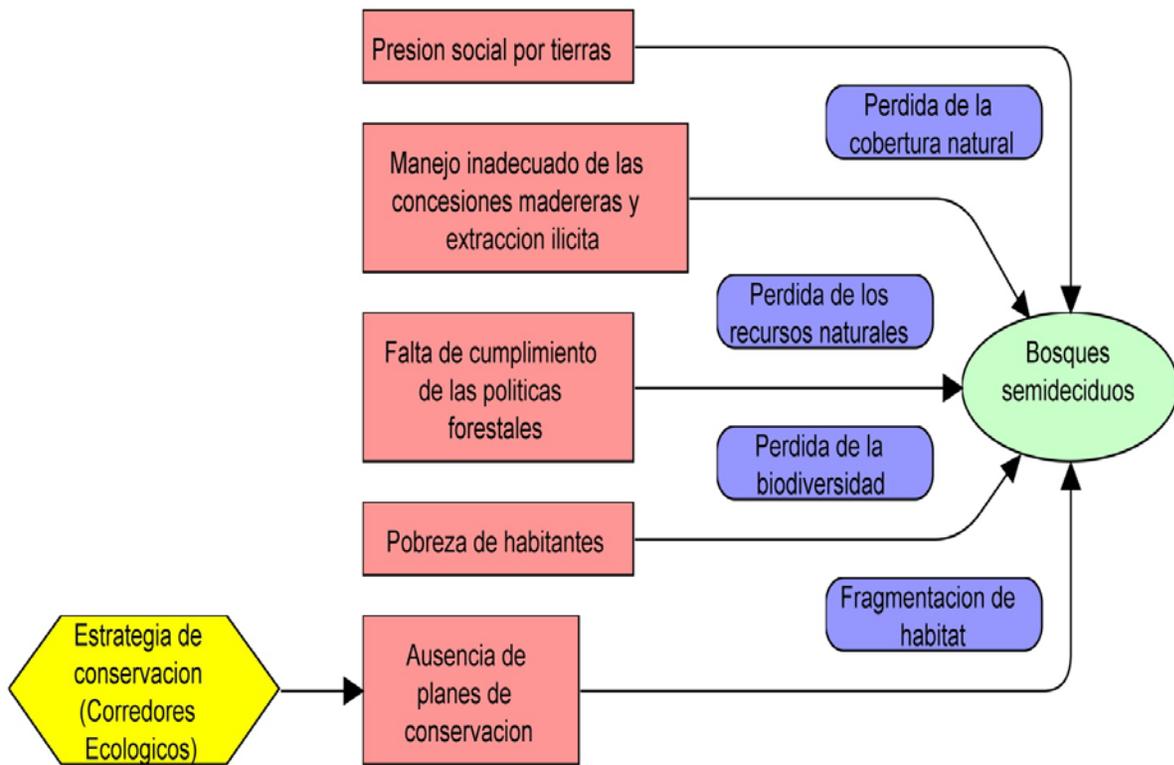


Figura 3.6 Modelo Conceptual de la Reserva Forestal de Caparo con base en el manejo adaptativo y los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación.

Capítulo 4: Mapa de Ecosistemas de la Reserva Forestal de Caparo

4.1 Introducción:

Para la determinación de corredores ecológicos en un área determinada, es indispensable y necesario conocer que ecosistemas se presentan en esa zona, para esto se debe tener o realizar un mapa que documente que sistemas ecológicos y que posiciones ocupan en la zona en estudio.

En Venezuela es poca la información espacial sobre ecosistemas y sistemas de uso que se encuentre actualizada a nivel de país y que pueda servir como base para la evaluación, planificación, gestión de la conservación y desarrollo sostenible de nuestro ambiente, aun cuando el filtro grueso de esta gestión lo constituyen los ecosistemas y/o aquellos sistemas generados por la intervención humana, estos son los elementos principales espaciales del paisaje. Venezuela cuenta con el mapa de vegetación del ministerio del ambiente del año 1982 y el mapa de vegetación de Huber y Alarcon (1988), este último ha sido el mapa más utilizado para referirnos a la vegetación de nuestro país, desde su publicación hasta la actualidad. A nivel local se han realizado aportes importantes para mapear los ecosistemas y paisajes de los Llanos Occidentales y Llanos Centrales. En los Andes es importante el mapa de unidades ecológicas del estado Mérida de Ataroff y Sarmiento (2003).

La metodología y la leyenda en el mapa de sistemas ecológicos e intervenidos de este trabajo, para una zona de la RFC, se realiza bajo los fundamentos planteados en el proyecto ECOMAP_CC (Ecorregiones, paisajes y ecosistemas de Venezuela. Análisis de la transformación de ecosistemas por efecto del Cambio Climático) (Chacón-Moreno *et al.*, 20011), el cual posee el enfoque metodológico que se utilizó y tiene como antecedentes, la elaboración del mapa de ecosistemas de los Andes del Norte, que incluye a las regiones andinas en los países de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Josse *et al.*, 2003; Josse *et al.*, 2009; Chacón-Moreno *et al.*, 2011).

Para la definición de las unidades espaciales se siguió la metodología, concepto y definiciones de Sistemas Ecológicos de NatureServe (Josse *et al.*, 2003), el sistema de clasificación bioclimática de Rivas-Martínez, 2004 y para el caso de los sistemas intervenidos, se utiliza

igualmente una definición con base en su funcionamiento como agroecosistema, homologada a clasificaciones existentes (Chacón-Moreno, 2010). Este sistema ha permitido, con algunas variantes, hacer el mapa de Sistemas Ecológicos de la cuenca amazónica de Perú y Bolivia (Navarro y Ferreira, 2007), el mapa de sistemas ecológicos del Ecuador continental y el mapa de Ecosistemas de los Andes Venezolanos.

Para la elaboración del mapa de ecosistemas se requieren dos herramientas metodológicas muy importantes; el reconocimiento ecológico y en conjunto el análisis espacial de imágenes. El reconocimiento ecológico se basa en interpretar y definir los elementos que forman parte de la cobertura y condiciones físicas de una zona detallada y localizada. Teniendo en cuenta las formas de relieve resultantes de procesos de modelado, así como las comunidades vegetales que las recubren, se pueden reconocer ecorregiones, paisajes y ecosistemas de manera jerárquica, lo que brinda una delimitación geográfica, una tipificación general de la zona y un reconocimiento de cobertura que permite caracterizar y catalogar el área (Chacon, 2007). La clasificación de estos espacios es una excelente herramienta para futuras ordenaciones y análisis, ya que de antemano se podrán conocer las características que posee la zona, donde se pretenda realizar una determinada actuación, así como elegir el enclave idóneo o menos vulnerable para ciertas intervenciones (MAGRAMA, 2009).

Debido a este propósito de análisis de la situación de la RFC, la mejor manera para detallar el escenario, fue apoyándose en la información que pudieran brindar imágenes satelitales de la zona en estudio, mostrando una perspectiva diferente de la circunstancias y observando con mayor detalle y facilidad, la ubicación, tamaño, tipo de ecosistema, entre otras cualidades de los fragmentos del bosque. En este trabajo se utilizó una imagen satelital en donde se analizaron características como el brillo, contraste, escala, textura y firma espectral de cada pixel que la conforma, el detalle de estas características se realizó utilizando los programas SIG, especializados para el procesamiento digital de imágenes (ERDAS, ILWIS) indicando y definiendo las cualidades de la zona.

Estas imágenes satelitales con el uso de los SIG han permitido realizar procesos generales de clasificación digital, para una zona de trabajo, los cuales pueden ser la clasificación orientada al pixel u orientada al objeto, en este estudio se trabaja con una clasificación orientada al pixel, la cual conlleva la generación de un conjunto de clases y sus respuestas espectrales

características y la adjudicación de todos los píxeles a alguna de las clases producto. Este tipo de clasificación puede ser supervisada o no supervisada; la no supervisada no establece ninguna clase a priori, aunque es necesario determinar el número de clases a establecer. La clasificación supervisada parte de una serie de clases previamente definidas, por lo que se realiza un muestreo de píxeles inicialmente, seleccionando las unidades a clasificar, pero finalmente todos los píxeles se definen en una clase, gracias a procedimientos automáticos del SIG, lo que permite generar una interpretación de la imagen con el producto de un mapa de unidades (Bolstad, 2005). Este paso es muy común cuando se trabaja a nivel de paisaje, debido a que este mapa se puede transformar en clases de cobertura del suelo, produciendo una representación categórica y cuantitativa del área de estudio (Lillesand y Kiefer, 1994).

4.2 Metodología:

4.2.1 Características de la imagen satelital:

La imagen Satelital es una SPOT 5, tomada el 8/diciembre/2007 a las 10:30 am, en época seca en la RFC, con un ángulo de orientación de 12.549452 grados, de latitud norte 7° 30' 49", suministrada por el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI), la cual consta de 4 bandas espectrales en las longitudes de onda del verde (banda3), rojo (banda2), infrarrojo cercano (banda1) e infrarrojo medio (banda4), con una resolución espacial de 10m.

La imagen satelital ocupa solo un área de 123.833,14 ha del total de la RFC (175.184,44 ha), que constituyó por tanto la zona en estudio del trabajo, debido a no poseer la imagen conjunta que contiene las 51.351,3 ha faltantes (Figura 3.2).

4.2.2 Procesamientos digitales:

- Falso color y clasificación supervisada:

La imagen satelital fue procesada con el programa ERDAS para generar una imagen en falso color (FCC), lo cual es una manera de visualizarla, en donde, se le atribuye al canal del color rojo del computador, la banda espectral número uno, que corresponde a la longitud de onda del infrarrojo cercano. El color verde de la computadora se le asignó a la banda número cuatro de la

imagen, que corresponde al infrarrojo medio. Finalmente el color azul de la computadora se le asignó a la banda número dos, que es la longitud de onda del rojo del espectro electromagnético. Esta composición de colores de FCC 1,4,2, permite observar con mayor facilidad las diferentes unidades de vegetación principalmente, logrando detallar las áreas con respuesta espectral débil de tonos oscuros y aquellas con respuesta fuerte de tonos luminosos, así los colores rojizos de una imagen satelital de una zona como la de estudio, donde se observa una textura rugosa, puede corresponder a zonas boscosas o de abundante vegetación, mientras el color es más intenso más productiva es. Las tonalidades verdes y amarillas se relacionan dependiendo de la forma y la textura a pastizales o sabanas, secas o inundadas. Las tonalidades moradas o fucsias intensas, representan áreas con vegetación muy asociada al agua. El color blanco siempre en este FCC representa a las nubes, al igual que el azul intenso los ríos y el color negro las sombras de las nubes. Toda esta interpretación de colores y texturas resulta en la posibilidad de clasificar la imagen y generar el mapa de unidades ecológicas y sistemas de uso.

Posteriormente de visualizar la imagen en falso color, se realizó una clasificación supervisada utilizando estadística paramétrica (máxima probabilidad), esta se genera evaluando en pantalla las diferentes clases, observando la correspondencia con la imagen satelital y determinando posibles errores (ERDAS, 2001), como se observa en la figura 4.1.

- Filtrado y edición de nubes:

Al obtener una clasificación de cobertura, el siguiente paso constituyo en el filtrado de la imagen, optando 6,25 ha como unidad mínima cartografiable, para realizar los mapas finales a una escala de 1:50.000, debido a que este criterio proviene de la estandarización de métodos de clasificación y representatividad del mapa de ecosistemas del proyecto ECOMAP_CC. El filtrado se realizó bajo herramientas de ERDAS y permitió con un paso siguiente de edición, eliminar las nubes y su sombra de la imagen satelital.

Muchos autores como Boletta (2006), realizan una máscara para las nubes y su sombra antes de realizar la clasificación, sin embargo en este trabajo se editaron mediante el programa ArcGIS, asignándoles a las zonas bajo estas, las clases que poseían más cercanamente ó aquellas unidades que se podían visualizar en la misma zona, en una imagen Landsat del 2012,

tomada en enero (también en época seca), suministrada por el profesor Carlos Pacheco de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (Universidad de los Andes, Mérida).

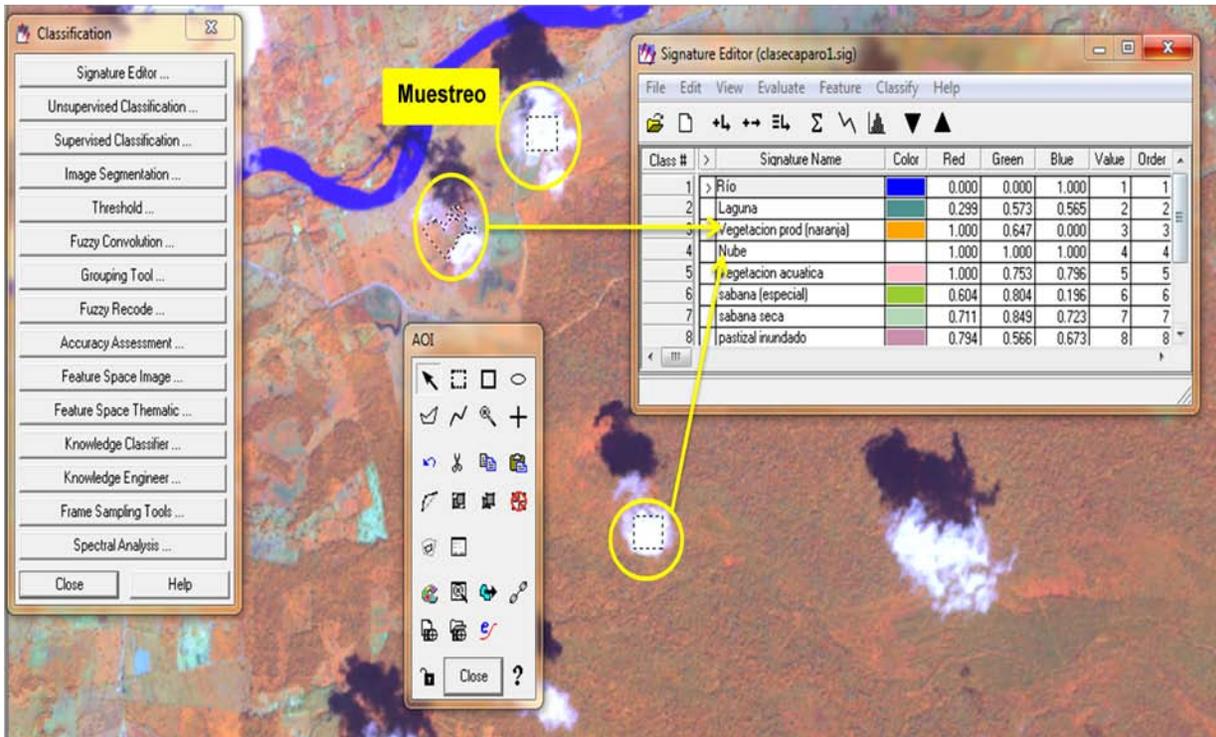


Figura 4.1 Ejemplo del muestreo de elementos para realizar la clasificación supervisada en el programa SIG

4.2.3 Elaboración del Mapa de ecosistemas:

Asentándonos en estas metodologías y a través de la interpretación de la imagen satelital, se elaboró un mapa detallado de ecosistemas o sistemas ecológicos y sistemas intervenidos de una zona en estudio de la RFC, basándose en la clasificación supervisada obtenida de la imagen, donde se identificaron por medio de los diferentes tipos de clases los determinados ecosistemas de bosques de la reserva, incluyendo aquellos fragmentos secundarios que pudieran estar en proceso de regeneración natural. Igualmente se pueden distinguir los ecosistemas de sabana y los pastizales destinados principalmente a la ganadería o a la agricultura. El resultado del mapa se confirmó y verificó con un proceso de reconocimiento en campo, que permitió corregir los errores o malas interpretaciones en la clasificación, para luego generar un mapa mejorado.

4.2.4 Reconocimiento de campo:

El reconocimiento en campo consistió en una visita de tres días a la zona en estudio de la RFC, en febrero del 2013, para esta se realizó una impresión del mapa preliminar con los sistemas determinados inicialmente, bajo este mapa se seleccionaron las rutas posibles (Figura 4.2), para ir verificando a simple vista si coincidían los sistemas realmente con los análisis digitales, las rutas se seleccionaron para que en la medida posible recorrieran la mayor cantidad de ecosistemas determinados preliminarmente. La observación de cada área de muestreo se ejecutó mediante un recorrido en carro, logrando detallar en lo posible las unidades alrededor, a las cuales se les realizó un registro fotográfico.

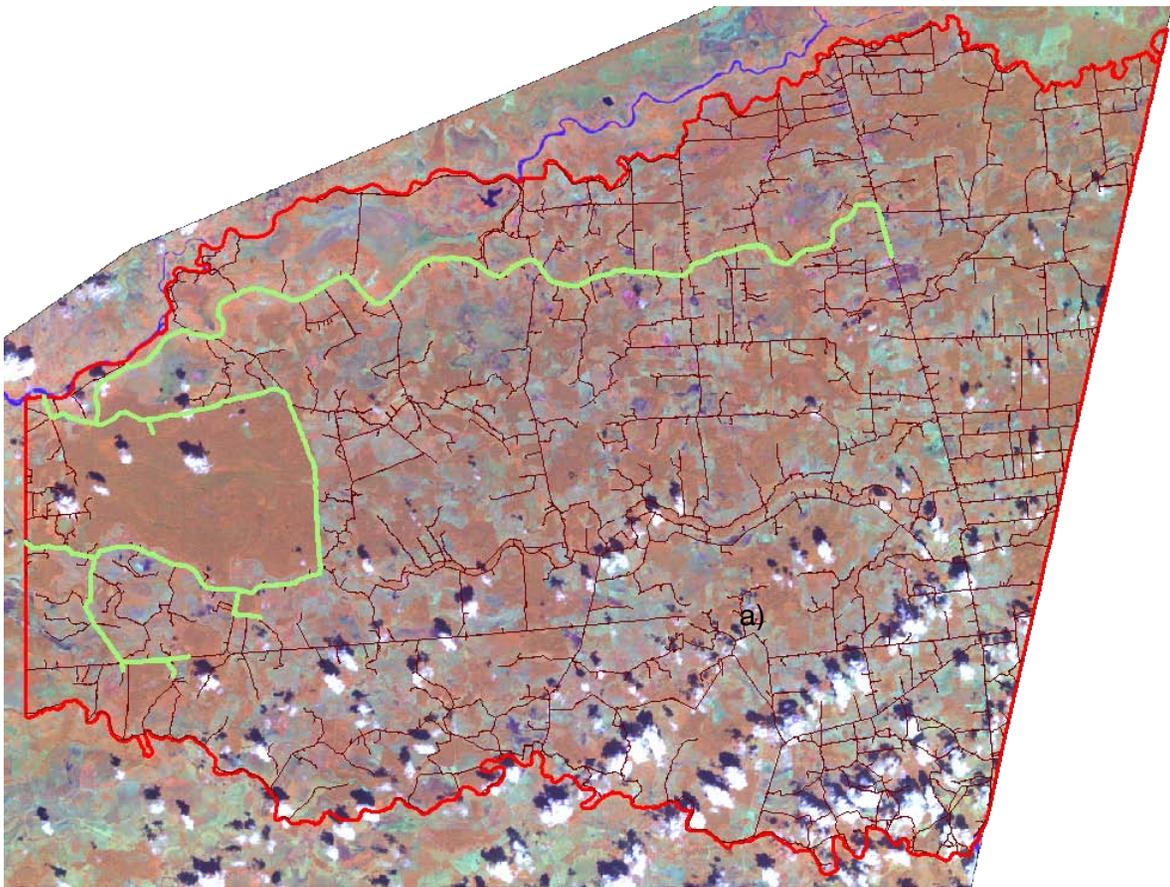


Figura 4.2 Ruta seguida en el recorrido en campo representada en color verde, en la zona en estudio de la RFC representada en la figura enmarcada con la línea roja.

4.3 Resultados y Discusiones:

A continuación se presentan una serie de figuras que resultan de todos los procesamientos digitales. En la imagen satelital visualizada en FCC (Figura 4.3), se pueden observar los fragmentos de ecosistemas en una incompleta zona de la RFC, con gran facilidad se expone la matriz de un bosque continuo ubicado dentro de la Unidad Experimental, que se logra detallar en la zona central e inferior de la imagen. Las tonalidades y texturas de la misma (Figura 4.4), permitieron que los resultados de la clasificación (Figura 4.5), generaran sistemas ecológicos preliminares, los cuales se verificaron en campo (Figura 4.2) teniendo como resultado el Mapa de Ecosistemas de la Reserva Forestal de Caparo (Zona en estudio), el cual se presenta adjunto a este trabajo a escala 1:50.000 y se muestra en la Figura 4.6.

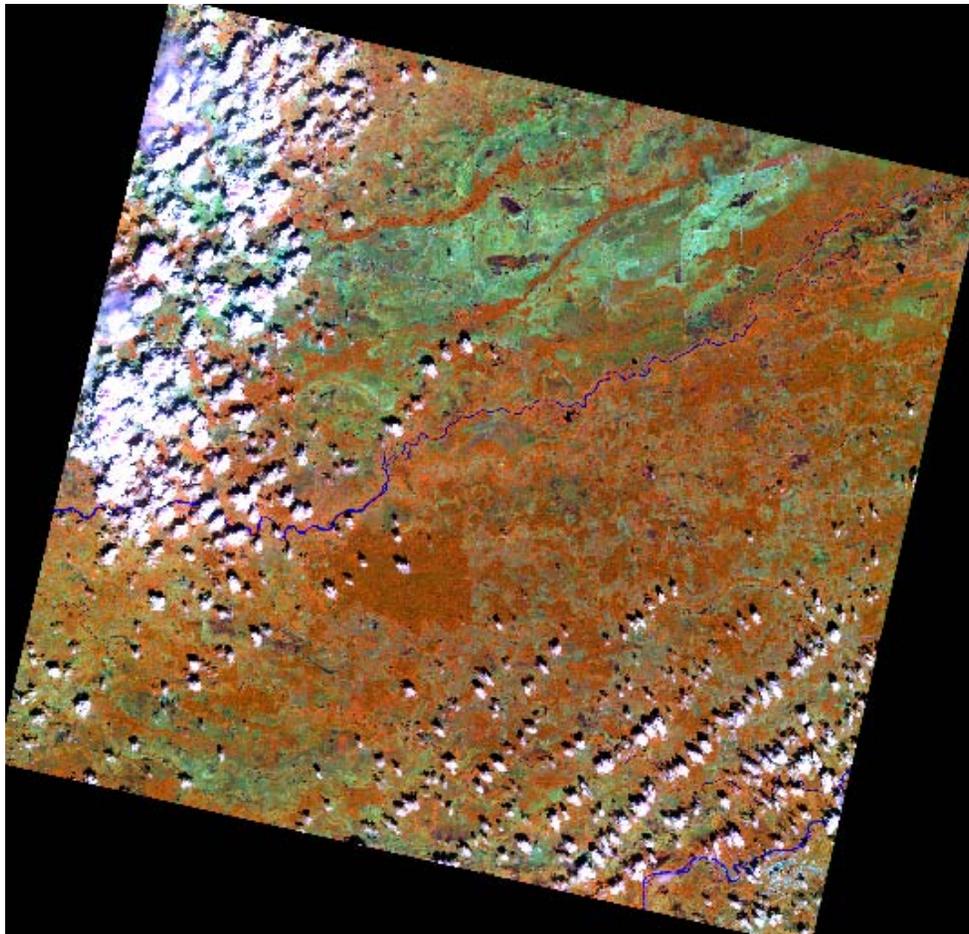


Figura 4.3 Imagen satelital SPOT 5 (localización 652-335), suministrada por el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI), visualizada en falso color (1, 4, 2).

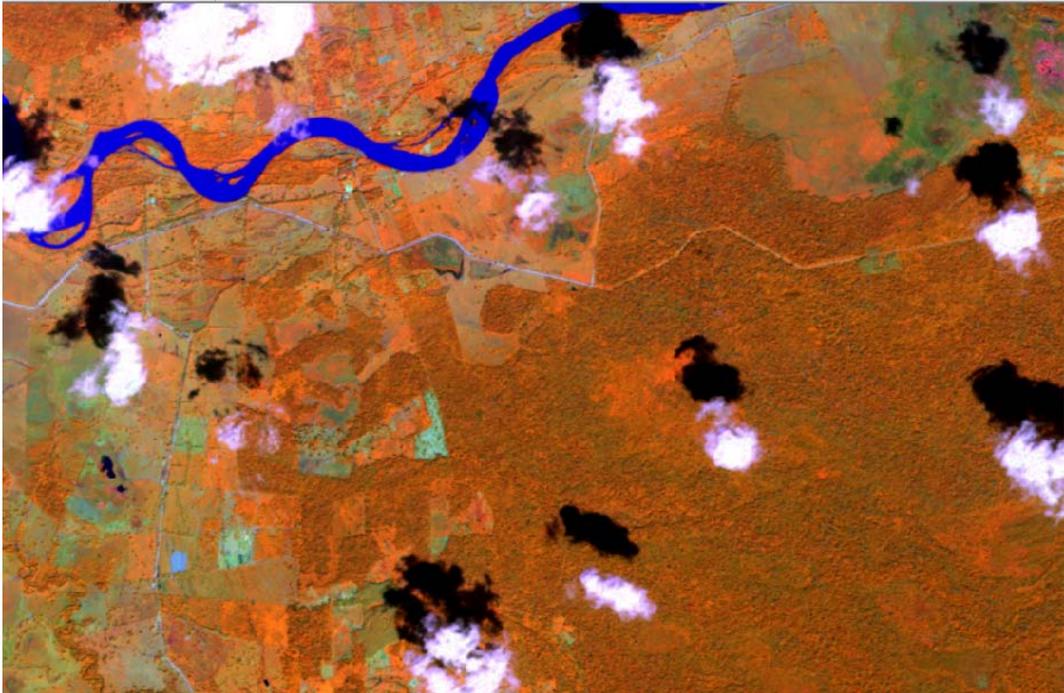


Figura 4.4 Detalle de la zona superior izquierda de la Unidad uno experimental.

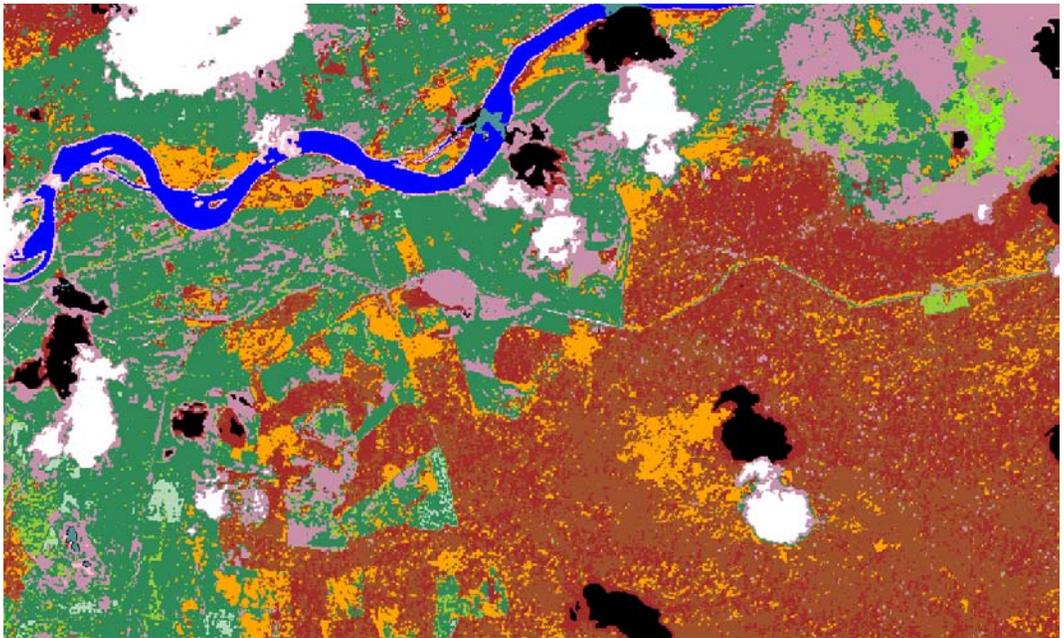


Figura 4.5 Detalle de la imagen satelital bajo la clasificación supervisada

Mapa de Ecosistemas de la Reserva Forestal de Caparo (Zona en estudio)

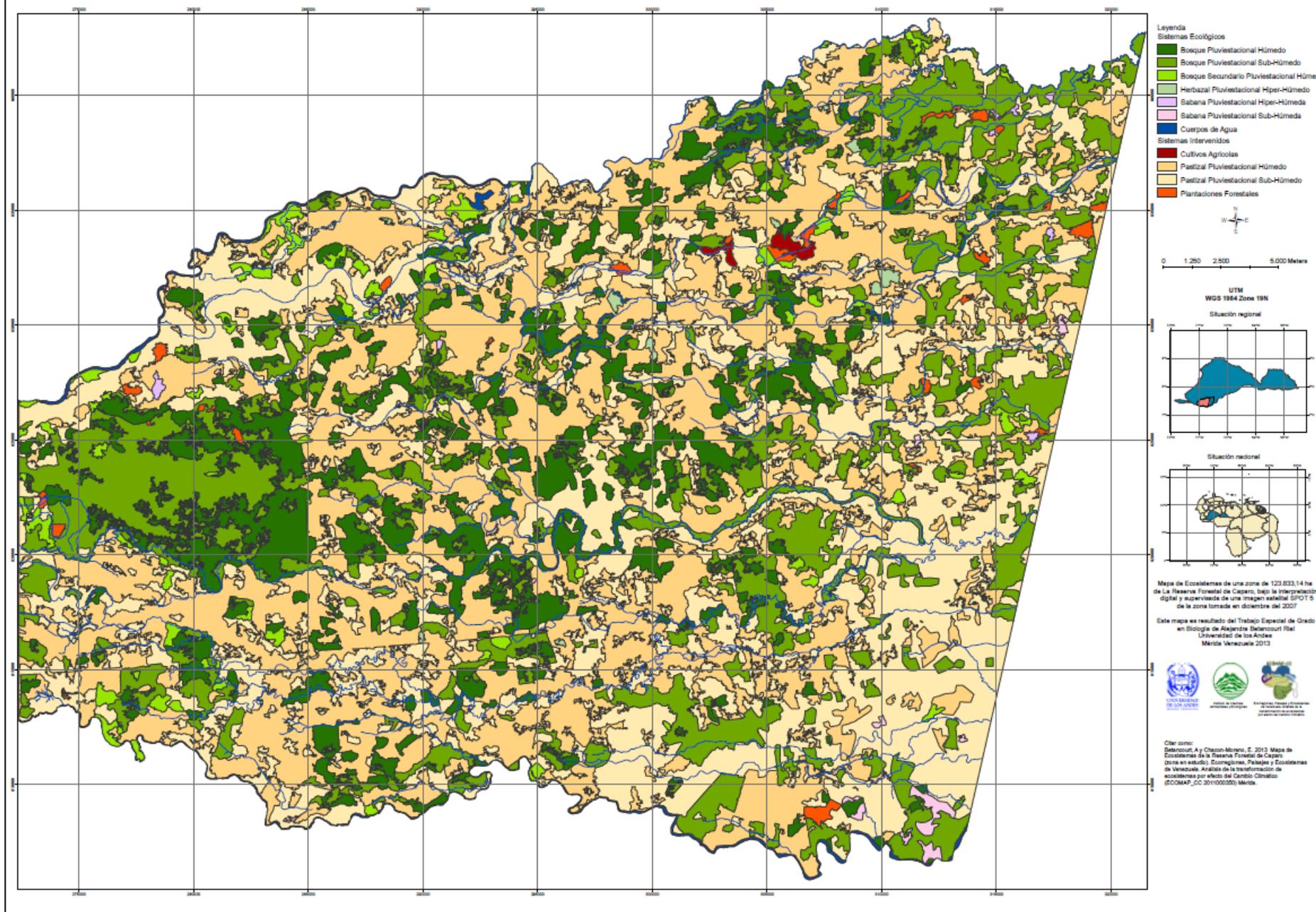


Figura 4.6 Mapa de Ecosistemas de la Reserva Forestal de Caparo (Zona en estudio). Mapa adjunto al trabajo en físico.

4.3.1 Descripción de los sistemas clasificados:

Hasta que no exista un convenio mundial en los mapas ecológicos de todas las diferentes zonas del planeta, el conjunto de criterios para elaborar una leyenda que mejor discrimine las comunidades, va a variar según el paisaje de cada zona en estudio. La leyenda utilizada en este trabajo fue el resultado de una integración, donde se definen a los ecosistemas en sistemas ecológicos, siendo estos más integrados delimitándose espacialmente, completando con la funcionalidad y descripción en el nombre que se le determina, permitiendo definir los procesos que fijan el funcionamiento de este ecosistema en un contexto ecorregional y paisajístico. Este es el enfoque fundamental que se está utilizando para la elaboración del mapa de ecosistemas de Venezuela, dentro del proyecto ECOMAP_CC, del cual este trabajo forma parte.

Tabla 4.1 Sistemas ecológicos y sistemas intervenidos de la zona en estudio de la RFC (Basados en los sistemas de clasificación usados en el proyecto ECOMAP_CC)

<u>Ecoregión</u>	<u>Paisaje</u>	<u>Ecosistema</u>
Los llanos	Planicies aluviales de desborde altas	Bosque Pluviestacional Húmedo
		Bosque Pluviestacional Sub- Húmedo
		Bosque secundario Pluviestacional Húmedo
		Herbazal Pluviestacional Híper-Húmedo
		Sabana Pluviestacional Híper-Húmeda
		Sabana Pluviestacional Sub-Húmeda
		Cultivos Agrícolas
		Pastizal Pluviestacional Húmedo
		Pastizal Pluviestacional Sub-húmedo
		Plantaciones Forestales

El primer sistema en general de ubicación determinado, lo constituyo la ecorregión de los Llanos, definiéndose a una ecorregión como un área extensa de la tierra o del agua, que contiene un conjunto ensamblado de comunidades naturales geográficamente distintivo, que comparten una gran mayoría de especies y una dinámica ecológica, interviniendo en esta

condiciones ambientales similares, que interactúan ecológicamente de manera crítica para su persistencia a largo plazo (Chacon *et al.*, 2011). El siguiente nivel de clasificación lo constituye el paisaje ecológico de planicies aluviales de desborde altas, este determinante indica la situación más importante en la zona, que es la topográfica de inundaciones y factores geomorfológicos que en esta región actúan, definiendo al paisaje como una parte de la superficie terrestre, que en su acción conjunta de los fenómenos que lo constituyen, presenta caracteres similares y una unidad espacial básica. Los elementos que representan la estructura y funcionamiento de éste, son definidos como unidades del mismo, las cuales caracterizan un arreglo definido y procesos ecológicos espacialmente analizables, estas constituyen el último nivel de clasificación descrito en este trabajo y son los sistemas ecológicos. También se presentan sistemas intervenidos, que constituyen una porción de la superficie que existen gracias al hombre y poseen una finalidad para su existencia, siendo un ecosistema no “natural” u originario de la zona (Chacón-Moreno, 2007; Chacón-Moreno, 2010; Tovar, 2013).

Al realizarse un reconocimiento ecológico de una zona en específico, se está determinando inicialmente su cobertura, por lo cual generalmente los primeros resultados de este tipo de trabajos, lo constituye siempre un mapa de cobertura del suelo, luego dependiendo de la finalidad de la obra, se detalla más en cada sistema que cubre la zona, indicando si es natural o intervenido, este nivel de precisión es el necesario en el presente trabajo, donde se definen los sistemas ecológicos como cobertura natural de la zona y sistemas intervenidos como aquellos presentes con y para una finalidad humana. En este estudio todos los sistemas naturales se pueden describir relacionándolos a ecosistemas vegetales, excluyendo los cuerpos de agua. Las unidades espaciales caracterizadas en este trabajo resultaron ser 11, de las cuales seis constituyen a ecosistemas terrestres, cuatro son sistemas intervenidos y uno corresponde a una clase de cobertura en la zona, que serían los cuerpos de agua (ecosistema acuático), incluyendo aquí los ríos permanentes o estacionales y lagunas, determinando que existen entonces en total, siete sistemas ecológicos naturales y 4 sistemas intervenidos.

La terminología y definiciones bioclimáticas están basadas en el sistema de clasificación de Rivas-Martínez (2004), los cuales han sido aplicados y modificados en diversos trabajos (Josse *et al*, 2009; Josse *et al*, 2003; Suárez y Chacón-Moreno *et al*, 2011, Tovar, 2013). El nombre y definición del ecosistema y los sistemas intervenidos, viene dado por la composición de nombres que hacen referencia a la cobertura, estructura y funcionamiento del sistema. El primer

término en los nombres ya sea bosque, sabana, herbazal o pastizal, se refiere a la fisionomía de la unidad en estudio. El segundo término que corresponde a pluviestacional en todos los sistemas ecológicos representados, hace referencia al bioclima predominante como carácter discriminante del ecosistema, debido a que la zona presenta una contrastada estacionalidad climática, la cual está marcada por una época de sequía y otra húmeda. El tercer término, hace referencia a la disponibilidad de agua en el sistema, esta constituye un factor determinante de la vegetación, debido a las inundaciones presentes en el sitio provocadas por las abundantes lluvias en la época húmeda, el desbordamiento de los cauces de los ríos y las características del suelo (alto contenido de arcillas) que impiden su drenaje. Esto se ve reflejado en cada sistema con los términos de humedad; un ecosistema húmedo se refiere a que en la época de lluvias, se inundan los suelos y en la época de sequía se presenta una mínima deficiencia de agua, el término híper- húmedo indica que nunca se presenta déficit de agua, al contrario de sub-húmedo, en donde durante la época de sequía existe un déficit de agua en los suelos sobre los que se sustenta la vegetación. Estos dos últimos términos definen el funcionamiento de los sistemas.

La comprobación en campo se efectúa en febrero del 2013, en época seca de la región, bordeando el área manejada por la ULA y culminando más de 45km al este en la Reserva, con la finalidad de realizar una validación de los sistemas determinados en los procesamientos digitales. Todos los bosques clasificados en este trabajo coincidieron con los vistos en los puntos tomados en la salida de campo (Figura 4.7), los Bosques Pluviestacionales Húmedos (Figura 4.8) a simple vista se distinguieron como bosques de dosel alto (de más de 20-25m), abundantes en vegetación, con elementos no deciduos y observándose como los bosques más húmedos presentes en el área. Los Bosques Pluviestacionales Sub-Húmedos (Figura 4.9) presentaron también un dosel alto, no tan densos como los bosques anteriormente mencionados, con cuantiosos elementos deciduos y mostrándose como bosques más secos que los demás presentes en la zona observada. Los Bosques Pluviestacionales Secundarios Húmedos (Figura 4.10) o los llamados rastrojos por demás autores, demostraron ser bosques en regeneración con un dosel visualmente no mayor de 20m y presentaban pocos elementos deciduos, otros autores como Lugo o Hobbs y sus colaboradores (2006), pueden considerarlos como ecosistemas Noveles.

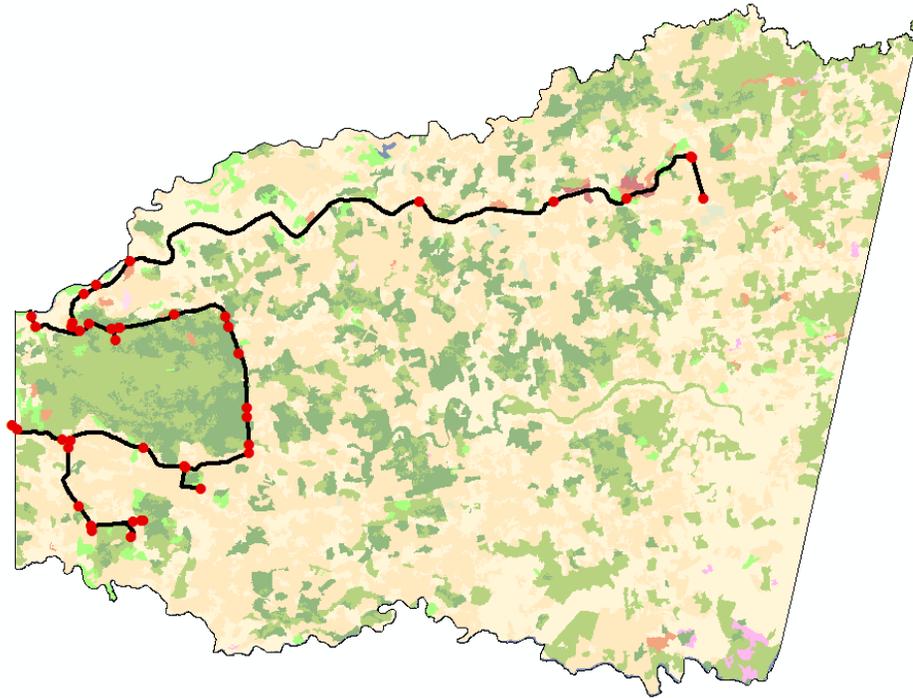


Figura 4.7 Puntos de visualización en la salida de reconocimiento en campo.

La Sabana Pluviestacional Sub-Húmeda e Híper-Húmeda junto con el Herbazal Pluviestacional Híper-Húmedo, no se lograron observar en la salida de campo, sin embargo están reflejadas en el mapa como resultado de la interpretación de la imagen satelital. Suponemos que el Herbazal Pluviestacional Híper-Húmedo posee vegetación altamente relacionada con el agua y que la Sabana Pluviestacional Sub-Húmeda, está asociada a zonas de sub-banco y la Híper-Húmeda a zonas de esteros.

Zonas que se observaron cómo vegetación en la imagen satelital con una firma espectral dudosa, resultó en el reconocimiento en campo ser plantaciones de árboles madereros (Figura 4.11) como saqui-saqui (*Pachira quinata*) o teca (*Tectona grandis*), que lucieron con muy pocas hojas y en estadios juveniles, solo una de las plantaciones forestales observadas, presentaba arboles más viejos. De igual manera se observaron diversos parches clasificados como una inexacta vegetación no boscosa, que resultaron ser cultivos agrícolas (Figura 4.12), los observados fueron de lechosa (*Carica papaya*), aunque se sabe con certeza que existen de más vegetales y hortalizas.



Figura 4.8 Fotografía tomada en Febrero del 2013 donde se observa al final de la imagen, la entrada a un parche de Bosque Pluviestacional Húmedo.

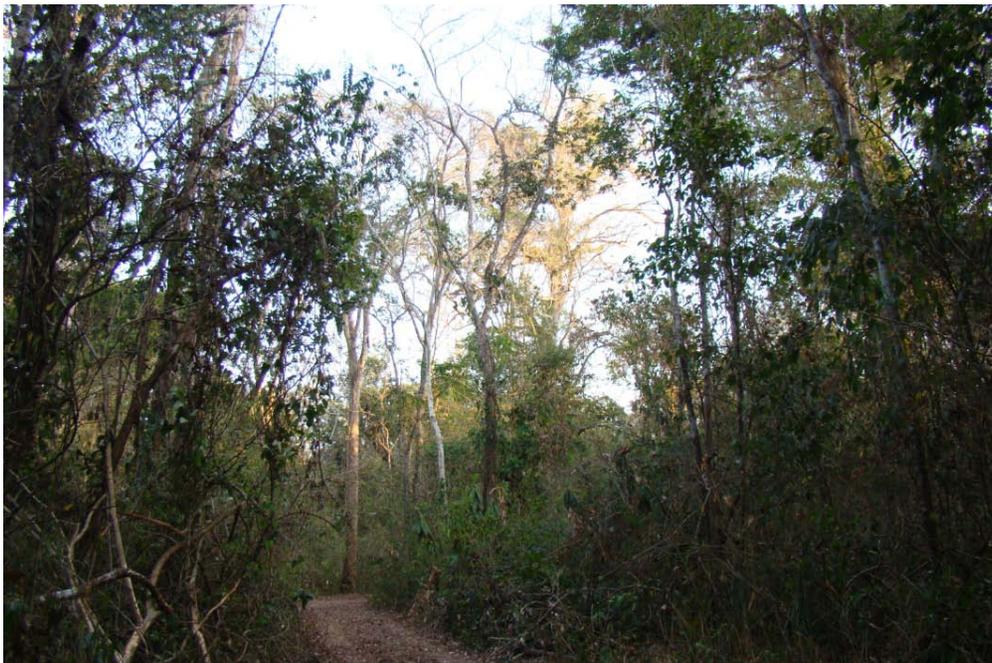


Figura 4.9 Fotografía tomada en Febrero del 2013 donde se aprecia un claro de bosque, observándose los elementos deciduos de un parche de Bosque Pluviestacional Sub-Húmedo



Figura 4.10 Imagen tomada en Febrero del 2013 de un parche de Bosque Pluviestacional Secundario

Los Pastizales Pluviestacionales tanto Húmedos como Sub-Húmedos, constituyen aquellas zonas donde ocurrió la deforestación y actualmente ambos son sistemas transformados en pasturas estando dominados por pastos sembrados para la alimentación de ganado vacuno. Estos sistemas presentaron diversas palmas y arboles dispersos por todo el terreno que se logró visualizar en la salida, de igual forma las palmas estaban presentes en mayor cantidad en pastizales húmedos (Figura 4.13), así como *Thalia geniculata*, reflejando que son zonas más inundables con mayor cantidad de agua que los Pastizales Pluviestacionales Sub-Húmedos (Figura 4.14).

En el reconocimiento en campo se notaron nuevas zonas de quema y deforestación (Figura 4.15), adentrándose al parche matriz de bosque en la Unidad uno de la Reserva.

Bajo la realización de la clasificación supervisada y la determinación de los sistemas ecológicos e intervenidos de la Reserva; esta zona en estudio de 123.833,14 ha se clasifica como un hábitat *Fragmentado*, según la clasificación de Hobbs (1993) descrita anteriormente en este trabajo, por presentar 31,86% de bosques que constituyen el ecosistema natural de la zona (Sumatoria de los Bosques Pluviestacionales Sub- Húmedos y Húmedos).



Figura 4.11 Fotografía tomada en Febrero del 2013 donde se muestra una plantación forestal de saqui-saqui (*Pachira quinata*) sembrada en 1979



Figura 4.12 Figura tomada en Febrero del 2013 de un Cultivo Agrícola (Lechosa)



Figura 4.13 Fotografía tomada en Febrero del 2013 de un parche de Pastizal Pluviestacional Húmedo



Figura 4.14 Imagen tomada en Febrero del 2013 de un parche de Pastizal Pluviestacional Sub-Húmedo.



Figura 4.15 Deforestación en el límite este del bosque de la Unidad uno experimental para febrero del 2013.

En la Tabla 4.2 se presentan los valores calculados a partir de la métrica del paisaje, donde se exponen los diferentes porcentajes que ocupa cada ecosistema, en los 123.833,14ha de la zona en estudio de la Reserva Forestal de Caparo.

Tabla4.2 Área y porcentaje de ocupación de los sistemas clasificados en la zona en estudio de la RFC.

<u>Sistema</u>	<u>Área (ha)</u>	<u>Porcentaje que ocupa en la zona en estudio</u>
Bosque Pluviestacional Húmedo	14.928,51	12,06
Bosque Pluviestacional Sub- Húmedo	24.512,93	19,80
Bosque Secundario Pluviestacional Húmedo	2.234,69	1,80
Herbazal Pluviestacional Híper-Húmedo	270,34	0,22
Sabana Pluviestacional Híper-Húmeda	115,13	0,09
Sabana Pluviestacional Sub-Húmeda	329,26	0,27
Cultivos Agrícolas	181,97	0,15
Pastizal Pluviestacional Húmedo	42.982,06	34,70
Pastizal Pluviestacional Sub-Húmedo	37.020,84	29,90
Plantaciones Forestales	723,16	0,58

Los valores faltantes constituyen a los cuerpos de agua como ríos y lagunas permanentes o estacionales, que suman en total 534,25 ha representado un 0,43% de la zona de estudio, no obstante esta superficie puede hasta triplicarse en la época húmeda de la zona.

Luego de obtener este mapa de sistemas y de qué manera están distribuidos los bosques en la Reserva, se pudo determinar la presencia de un gran parche ubicado dentro de la Unidad experimental, que constituyo en este estudio el área matriz a conectar.

La elaboración de este mapa y la definición del patrón espacial de los parches bosque en la RFC, nos permiten continuar en la propuesta de corredores ecológicos, para proteger y conservar a este ecosistema. Igualmente los resultados aquí obtenidos nos permiten comprobar la primera de las hipótesis, indicando que bajo esta metodología se puede clasificar en sistemas ecológicos e intervenidos una zona determinada en estudio.

Capítulo 5: Propuesta de Corredores Ecológicos para la RFC

5.1 Introducción:

Las áreas silvestres protegidas rodeadas por hábitats intervenidos tienen una clara semejanza con la situación de comunidades insulares, en tales casos la dinámica de las comunidades aisladas depende fundamentalmente del equilibrio entre los procesos de inmigración y de extinción que, a su vez, dependen del grado de aislamiento y del tamaño de la isla. A menor aislamiento y mayor tamaño, mayor será el número de especies equilibradas dentro de esta, en circunstancias en que solo existe un conjunto de “islas” “parches” o “reservas” de ambientes naturales, el único reservorio o pool de especies está en ellas mismas.

Entonces surge la pregunta de ¿Cómo es posible minimizar o suprimir los efectos negativos del aislamiento y mantener la diversidad biológica en estas áreas? como respuesta surge la estrategia de Corredores Ecológicos, los cuales constituyen enlaces encargados de cumplir con las funciones básicas de conectividad entre los parches fragmentados de un ecosistema (Jiménez, 1999). Esta estrategia al basarse en el mejoramiento de la conectividad, las metodologías para su elaboración se implementan tomando en cuenta que existen dos componentes básicos de esta, el primero consiste en la conectividad conductual, refiriéndose a la capacidad que poseen las especies en peligro para dispersarse, que necesitan del hábitat en consideración para sobrevivir y el segundo constituye al componente estructural, que refiere a la estructura y condición saludable del ecosistema en general sin considerar en particular las especies que lo habitan (Benett, 2003).

Al tratarse de una táctica evaluada a nivel de paisaje, una de las mejores maneras para su establecimiento resulta la utilización de imágenes de percepción remota, que permitan observar a la zona “desde arriba” y generar un procedimiento con menos errores de apreciación como se pretende en este trabajo. Al evaluar la zona desde esta perspectiva, se procede a integrar principios para esta propuesta, la metodología de integración de los diferentes criterios ecológicos para la definición de corredores utilizando los SIG, siguió la metodología utilizada en diferentes trabajos sobre integración y espacialización de parámetros ecológicos, como los descritos en Ulloa (2009) donde se analizan las prioridades de conservación de las sabanas inundables, integrando criterios espaciales y ecológicos. También Sulbarán (2009) en su trabajo

de investigación, realiza una integración de elementos espaciales, variables ambientales y criterios ecológicos, para la definición de zonas de riesgo de la enfermedad de Chagas.

5.2 Metodología:

Luego de obtener los mapas donde se describe cuáles y cómo están dispuestos las unidades ecológicas y sistemas de uso en el área de estudio de la RFC, se describe cuáles son los daños y la situación que presenta el bosque en estudio, basados en el modelo conceptual descrito anteriormente de la problemática de Caparo y definiendo la estrategia de corredores ecológicos para la conservación. Se determina el número de fragmentos de bosque y el tipo de ecosistema boscoso a conectar, se localiza la matriz y se integran los estudios de la situación actual de la Reserva con los criterios analizados, priorizando las áreas factibles donde pueden ser ubicados los corredores.

Este proceso se basa en una superposición y combinación de criterios en un análisis espacial a través de la descripción, consideración, cuantificación de indicadores y características de la zona expresados geográficamente, donde es posible como resultado determinar las áreas factibles para la implementación de los enlaces. Finalmente al mapa procesado se le adicionan las formas de los corredores generando un mapa donde se encuentran representados.

5.2.1 Criterios:

Con base en el estudio de la bibliografía, se definieron los principales criterios para la elaboración de los corredores ecológicos. Los mismos fueron resumidos en una tabla de atributos y fueron usados sus valores para generar diferentes capas de mapas preliminares, hasta llegar al mapa final de corredores

5.2.2 Corredores Ecológicos:

Basándose en los criterios seleccionados, el primer paso constituyó en generar un mapa con solo los fragmentos de bosque en el área de la Reserva en estudio, extrayéndolo del mapa de ecosistemas, luego se clasificaron los parches de bosque por tamaño dependiendo de los “cortes naturales” en que el SIG automáticamente los catalogó.

El siguiente paso fue la elaboración de buffers según los criterios planteados para todos los parches en la matriz generada, observando que fragmentos se unen mediante estos, luego se desarrollaron imágenes que mostraron las intersecciones de los buffers resultando como corredores preliminares. Finalmente estas imágenes que contienen las intersecciones se filtraron, descartando o eliminando todas aquellas que según los criterios particulares seleccionados resultaran deficientes, procurando dejar la mayor cantidad de superficie resultante de la intersección, e intentando eliminar los efectos de cuello de botella.

5.3 Resultados

5.3.1 Matriz de criterios:

Bajo la propuesta de Corredores Ecológicos para la conservación de una zona en estudio de la Reserva Forestal de Caparo, el primer resultado lo constituyo la matriz de criterios para su establecimiento (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Matriz de criterios

<u>Orden de prioridad</u>	<u>Criterio</u>
1	Tamaño del parche de bosque a conectar
2	Conectividad o distancia de los parches de bosque a conectar
3	Inclusión de parches más pequeños para crear el corredor
4	Evitar las carreteras y su cercanía con las mismas
5	Incluir bosques secundarios o en regeneración
6	Evitar sistemas naturales no boscosos

Esta matriz muestra el orden de prioridad para cada criterio que se debe seguir en la selección de las zonas a enlazar. El primer principio lo constituye el tamaño del parche de bosque a conectar el cual debe ser mayor a 2 ha, el segundo se refiere a la conectividad o distancia entre los parches que no debe ser mayor de 1000 m, el tercero es la inclusión de parches más pequeños que funcionen para crear el corredor, el cuarto es evitar las carreteras en las zonas donde se establezca el enlace y evitar la cercanía con estas, siendo esa distancia de

separación mayor a los 200m. El quinto consiste en incluir bosques secundarios o en regeneración en los corredores en la medida posible y finalmente el sexto principio es evitar sistemas naturales no boscosos, en las zonas a plantear el enlace.

5.3.2 Propuesta de corredores Ecológicos:

Con base en esta matriz y sobre este orden se genera el mapa de los Corredores Ecológicos planteados para la zona en estudio de la Reserva Forestal de Caparo, este mapa adjunto en el trabajo en físico a escala 1:50.000 mostrado en la figura 5.2, fue el resultado de la superposición de las imágenes relacionadas con cada criterio. Los bosques resultantes para la conexión lo constituyeron los ecosistemas forestales propios de la zona; los Bosques Pluviestacionales Húmedos y Sub-Húmedos, encontrándose 269 fragmentos desde 0,27 ha, hasta 8336,66 ha. Para cada principio se obtuvieron resultados preliminares; con respecto al tamaño, los parches se catalogaron en cinco clases mayores a 2 ha (Tabla 5.2), como resultado de los cortes naturales (natural break jenks) del SIG, implicando a 265 lotes aptos para la conexión (Figura 5.1), siendo la matriz del estudio un segmento de bosque de 8.336,66ha el cual constituye la mancha de bosque más grande dentro de la Reserva, perteneciente parte a la Unidad uno con 7639ha y un parche más pequeño al cual se encuentra conectado de 697ha.

Luego de obtener el mapa con la clasificación por tamaño de los fragmentos, se constituyeron los buffers entre los parches de diferentes clases, desde los 100m hasta los 500m, observando en ciertas zonas como estas líneas se sobreponen (Figura 5.3), indicando las áreas de conexión hasta los 1000 m de separación entre los fragmentos. Estas intersecciones de los buffers y a qué distancia, constituyeron las zonas de conectividad de las manchas de bosque, resultando un área de 19.379,26 ha simbolizando el 15,65% de la zona en estudio

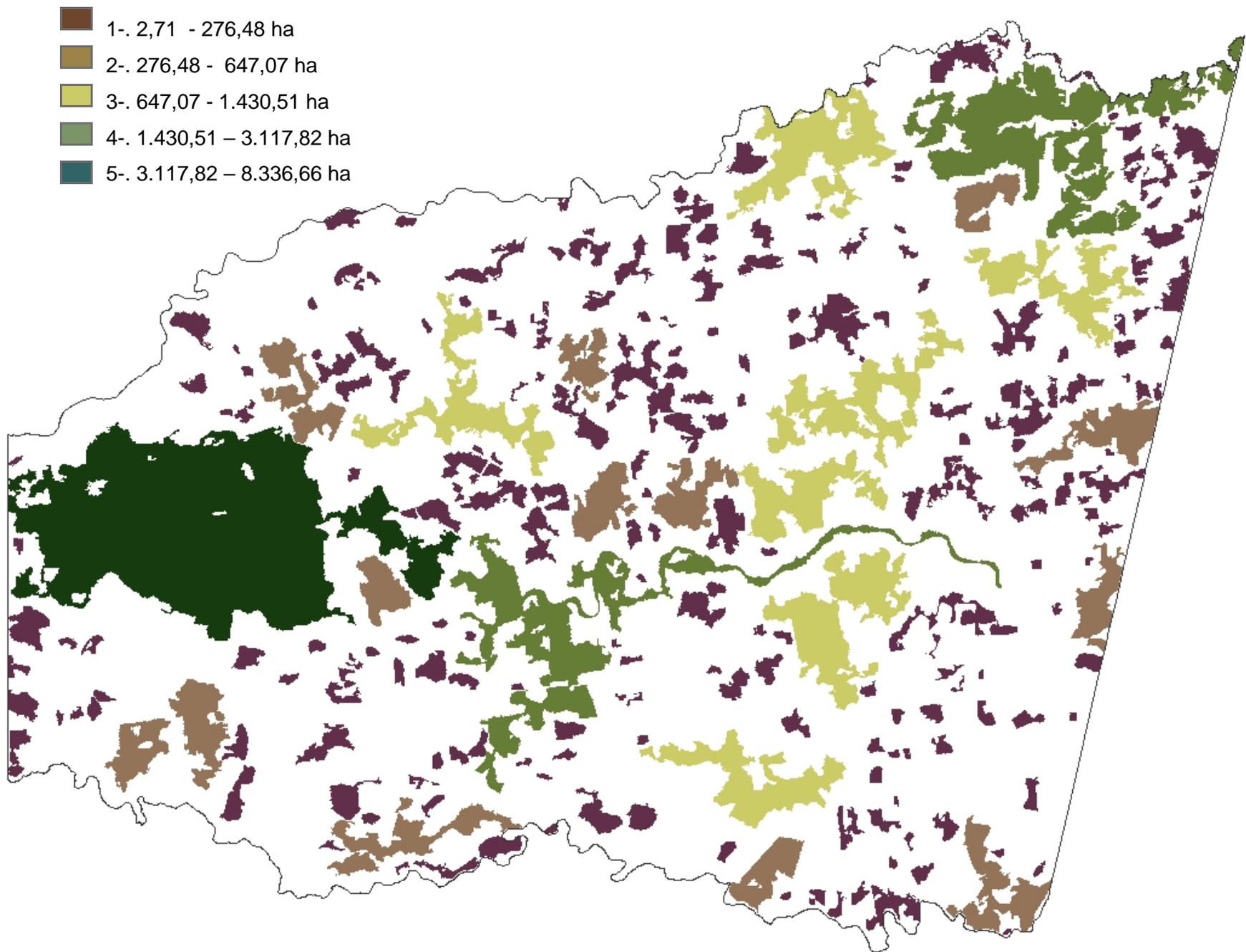


Figura 5.1 Parches de Bosques Pluviestacionales Húmedos y Sub-Húmedos mayores a 2 ha, clasificados por tamaño (Imagen representativa).

Propuesta de Corredores Ecológicos en la Reserva Forestal de Caparo (Zona de estudio)

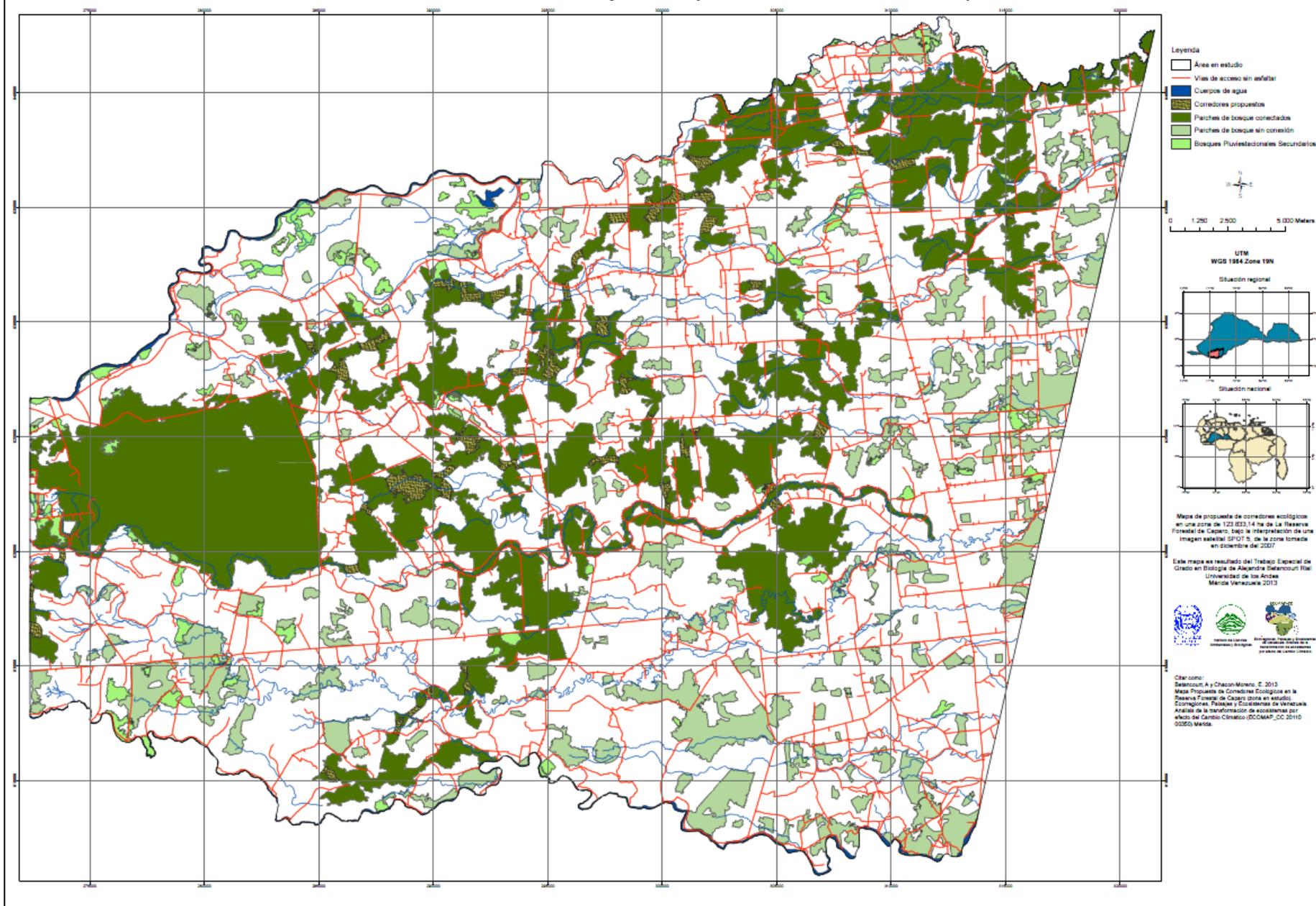


Figura 5.2 Propuesta de Corredores Ecológicos en la Reserva Forestal de Caparo (Zona en estudio).

Tabla 5.2 Clases por tamaños de parches de bosque natural.

<u>Clase</u>	<u>Número de fragmentos</u>
1-. 2,71 - 276,48 ha	242
2-. 276,48 - 647,07 ha	13
3-. 647,07 - 1.430,51 ha	7
4-. 1.430,51 – 3.117,82 ha	2
5-. 3.117,82 – 8.336,66 ha	1 (matriz de bosque)

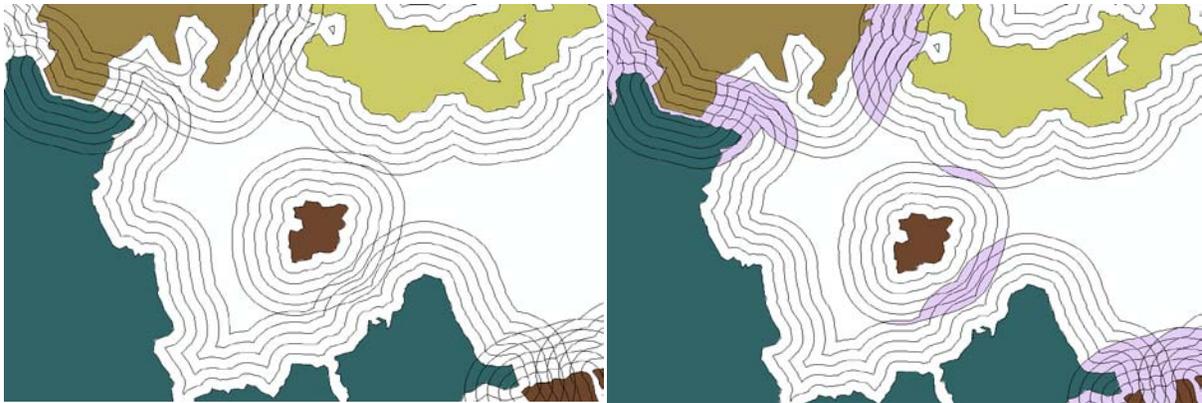


Figura 5.3 Detalle de las líneas búferes y zonas de intersección

Luego de obtener el mapa de corredores preliminares, gracias a Hernán Maldonado del IFLA (Instituto Forestal Latinoamericano) que suministró una imagen (formato de líneas .shp de ArcMap) de la vialidad principal y de acceso de la zona en estudio, se pudo determinar dónde estaban las zonas de paso en la Reserva, a estas vías se les creó un buffer de cuatro metros para generar la anchura más acorde con la realidad. Esta imagen posee una descripción de las mismas determinando que son senderos, carreteras de tierra, callejuelas, engrazonadas, terraplenes o picas, los caminos que se ubican dentro de la RFC. Luego se determinó que existen 126 fragmentos de vías interrumpiendo o atravesando por completo los fragmentos, lo cual para efectos de este trabajo no se consideran como parches separados. Con este resultado se editaron las intersecciones o corredores preliminares a una distancia no menor de los 200 m, en cercanía con las carreteras o vías de acceso en la zona en estudio.

Con respecto a los resultados preliminares del principio de plantear corredores entre los fragmentos de bosque, que puedan unir parches en proceso de regeneración, se determinaron 101 fragmentos de bosque sucesional y aquellos mayores de 2 ha resultaron ser 89 fragmentos, desde 2 ha hasta aproximadamente 139 ha (Anexo 6). Finalmente el último criterio consistió en evitar los sistemas naturales para la creación del corredor, para esto en la zona en estudio se determinaron tres ecosistemas naturales, que lo constituyen la Sabana Pluviestacional Húmeda, Híper-Húmeda y el Herbazal Pluviestacional Híper-Húmedo, para poder evitar los corredores con estos sistemas, se extrajeron también del mapa de sistemas ecológicos y sistemas intervenidos, se superpusieron en la imagen de intersecciones y se determinó que en la zona en estudio existen 21 parches de sabanas y 16 de Herbazal. Al momento de editar las intersecciones se tomaron en consideración la exclusión de estas unidades en el mapa final planteado.

Luego de la edición y superposición de todos los resultados preliminares se generó el mapa final de Corredores planteado para la zona. Estos enlaces resultaron ser continuos y lineales con un total de 53 ocupando 1.518,29 ha dentro de la zona en estudio, van desde 0,57 ha aproximadamente hasta 199,26 ha. Del total de 53 enlaces, 19 atraviesan una carretera, de estos tres se establecen en zonas con no solo una vía de acceso sino 2 y uno de estos 19 coincidió con la entrada a un establecimiento rural. Solo 2 enlaces de los 53 resultantes, fueron editados para evitar concurrencias con sistemas naturales y también 17 de estos enlaces coincidieron con redes hidrográficas. En total se vinculan 63 parches de bosque de los 265 presentes. Los corredores que conectaban parches de bosque natural a través de bosques en regeneración fueron tres, de igual manera al establecer los corredores ecológicos resultaron conectados 30 parches de bosques en regeneración, debido a que se presentan unidos a los parches de bosque enlazados por los corredores propuestos.

5.4 Discusión de los resultados:

5.4.1 Sobre la justificación y aplicabilidad de Corredores Ecológicos en la RFC:

En este trabajo para poder evaluar la factibilidad de corredores y estudiar los resultados del modelo conceptual de la RFC, se consideró, evaluó y justificó una discusión con información basada en la reflexión de las consideraciones bibliográficas estudiadas, que la zona en estudio es un área apta para la creación de corredores.

Según el SINAC (2009) los factores que se desean revertir con una matriz de conectividad son:

- Pérdida de cobertura natural
- Fragmentación de hábitat
- Pérdida de biodiversidad
- Contaminación ambiental
- Presión sobre los recursos naturales (cacería, tala ilegal, incendios forestales, entre otros)
- Prácticas agrícolas inadecuadas para el ambiente
- Falta de un ordenamiento territorial
- Pérdida del recurso hídrico
- Falta de involucramiento de la gente local

En nuestra área de estudio los factores más importante y suficientemente significativos para la implementación de corredores, es la reducción de la cobertura natural y la fragmentación del hábitat, lo que conlleva a la pérdida de la biodiversidad y de los recursos naturales.

Canet (2007) describe algunos criterios de igual manera que deben estar presentes para poder diseñar corredores ecológicos los cuales son los siguientes:

- Presencia de áreas silvestres protegidas como núcleos de conservación
- Presencia de una matriz con un porcentaje favorable de cobertura natural, apta para restablecer la conectividad
- Presencia de cuenca hidrográfica (nacientes, ríos, lagos, humedales, entre otros)
- Presencia de sitios de importancia para la conservación
- Patrones migratorios de especies de interés para la conservación
- Amplio gradiente altitudinal que permita la adaptabilidad de la flora y fauna silvestre ante el cambio climático
- Utilización de límites naturales (ríos, divisorias de aguas, cuencas hidrográficas, montañas, entre otros)
- Utilización de límites cantonales, subregionales y de áreas de conservación

- Inclusión del rango de acción de las organizaciones involucradas en la gestión del corredor biológico

Según este autor se abarcan los cuatro primeros y más importantes de sus principios, que lo constituye; la presencia de aéreas silvestres protegidas, de una matriz de cobertura natural (que es la Unidad uno experimental de la Reserva y matriz de bosque a conectar), de cuencas hidrográficas en la zona de la Reserva en estudio y también que esta existe como sitio de importancia para la conservación, al ser una zona protegida, por otro lado, presenta ecosistemas amenazados en Venezuela y una zona “hot spot” en deforestación.

Otro caso base lo constituye el planteamiento de los corredores programados como estrategia para la conectividad de los parques nacionales en los Andes venezolanos (Yerena, 1994), el cual tomó en cuenta para esta zona los siguientes criterios:

- Tener ecosistemas que se encuentren en proceso de fragmentación, pero donde el aislamiento aun no sea drástico
- Que dichos ecosistemas guarden estrecha relación y afinidad biogeografía entre si
- Que sus condiciones fisiográficas permitan proponer soluciones prácticas para la interconexión
- Que las zonas cuenten con información básica disponible
- Que posea áreas silvestres protegidas ya establecidas
- Que sea posible obtener información actualizada sobre la cobertura vegetal natural
- Identificar especies claves que ayuden a la creación de la propuesta y mantenimiento de los ecosistemas a interconectar

Basados en todos estos principios expuestos en la bibliografía estudiada, se determina a la Reserva como una zona óptima para la realización de los corredores ecológicos.

5.4.2 Matriz de criterios y determinación de cada principio:

Si bien es cierto que las iniciativas de corredores biológicos tienen más de 15 años de estarse implementando en el mundo, no existe un conjunto claro de definiciones y criterios para este fin (Montalvo, 2004). La variación de los aspectos tomados en cuenta para su diseño y manejo, hacen difícil la definición de un conjunto de lineamientos que orienten su

establecimiento e implementación, cada criterio y lineamiento utilizado para la ejecución de esta herramienta varía según las condiciones específicas de cada lugar (Bennett, 2003; Montalvo, 2004).

Para contemplar los corredores en el caso de los ecosistemas forestales, la problemática de la fragmentación de las comunidades se detecta de forma relativamente directa en función del tamaño de las manchas de bosques, de la distribución espacial y del estado de conservación de las mismas (Gurrutxaga, 2005). Estos son los únicos criterios en consideración que se repiten en los diferentes ensayos con corredores estudiados. Para este trabajo todos los criterios seleccionados, fueron el conjunto de principios más importantes y repetitivos, exportados de cada matriz reportada en la bibliografía asimilada.

- Tamaño del parche de bosque a conectar:

La selección del tamaño mínimo del parche para considerarse al momento del enlace, se baso también en lo reportado en la bibliografía. Según Park (1994), se necesita un parche de bosque que como mínimo posea 1 ha de superficie, para ser considerado hábitat de muchas aves. Sin embargo, los tamaños mínimos de manchas a conectar dependen de cada criterio seleccionado por los distintos autores, para la implementación de los corredores, por ejemplo según Veluk (2010), el área mínima para un parche debe ser 2 ha, teniendo este una prioridad nula a conectar con respecto a parches de mayor tamaño, por esto se tomo la decisión de seleccionar como primer criterio, los fragmentos mayores a 2 ha, además del supuesto que se indica en el trabajo de Felizola *et al* (2008), que parches grandes y heterogéneos albergan mayor cantidad de especies y evitan la competencia de hábitat.

- Conectividad o distancia de los parches de bosque a conectar:

Más de 30 años de trabajos científicos, demuestran que la mejora o aumento de la conectividad entre los paisajes o hábitats, es útil para conservar la biodiversidad (Forman, 1995; Bennett, 2003), el problema surge cuando se debe determinar qué tipo de conectividad es la que se debe tratar para salvar un ecosistema. La dependencia de la conectividad funcional respecto a la especie o proceso, introduce una complejidad adicional en este tipo de análisis, al ser potencialmente muy numerosas las especies presentes o los procesos que actúan en un determinado paisaje natural, y escasa la información disponible sobre su dispersión o propagación, resultando difícil lidiar con las

particularidades de cada una de ellas. Por ello, la planificación para la conservación en algunos casos, considera la conectividad desde un punto de vista estructural, debido a que la continuidad física (estructural) del hábitat forestal, garantizará la conectividad para las especies forestales menos móviles y más sensibles a los efectos de la fragmentación, una vez garantizada la posibilidad de dispersión de éstas, se supone que también quedará asegurada para el resto de especies con mayor movilidad (Saura, 2009).

Por esta razón y por la intención de proteger a un ecosistema de bosque semi-decíduo de la Reserva y no a ninguna especie animal o vegetal en particular, este trabajo tomó en cuenta la conectividad estructural o física de la zona en estudio, bajo la configuración espacial del paisaje, aumentándola y resolviéndola recortando o eliminando las distancias de los parches de bosques fragmentados. No se hace referencia ni se considera la respuesta o percepción de una especie concreta, frente a las características del ambiente, ni sus variables capacidades de dispersión más allá de su propio hábitat.

Este tipo de consideración estructural, se suele considerar demasiado simple y poco realista, en relación a las necesidades de análisis de la conectividad ecológica. Sin embargo, a pesar de su simplicidad y a la creciente pujanza de los modelos de conectividad funcional, basados en modelos de dispersión, hábitat y mapas de resistencia, este enfoque mantiene y cumple con el propósito previsto como estrategia y resulta efectivo como herramienta de planificación territorial, para casos de zonas complejas y más aun en un área protegida (Peterken, 2000).

Existen distintos determinantes para la selección específica de una medida entre parches de bosques a conectar y muy dependiente de los ecosistemas a proteger. Según un trabajo de análisis de autocorrelación de riqueza de mamíferos en un corredor de bosques en Brasil (Felizola *et al.*, 2008), los fragmentos situados a unos 50.000 m tienden a ser similares en su riqueza de especies y que esta similitud se reduce a un máximo coeficiente negativo (indicando disimilitud) alrededor de 100.000 m.

Según Gurrutxaga (2005) las distancias máximas entre parches para que algunas especies se puedan conectar, las describe de la siguiente forma:

- Distancias muy cortas entre 0 y 3000m, son por ejemplo para la mayoría de las plantas e invertebrados.

- Distancias relativamente cortas entre 3000 y 10.000 m, serian para la mayor parte de los pequeños mamíferos y algunas aves.
- Distancias medias entre 10.000 y 30.000 m, para la mayor parte de mamíferos medianos y aves.
- Distancias largas entre 30.000 y 100.000 m, para especies de grandes mamíferos y grandes aves.
- Distancias muy largas para especies con desplazamientos mayores a 100.000 m, como algunas aves migratorias y algunos peces.

Según Veluk (2010), el parche debe tener hasta una distancia de separación de 1000 m de su vecino, para ser considerado a conectar. Bajo esta premisa se seleccionaron los 1000 m de máxima distancia, para la conectividad entre parches en la zona en estudio.

- Inclusión de parches más pequeños para crear el corredor:

Este trabajo tiene como finalidad la conservación de los bosques semi-decíduos de la RFC y teniendo esto en consideración, la intención fue conectar la mayor cantidad de parches posibles de este tipo de ecosistema, que se encuentran en el área de estudio, por tanto, la inclusión de parches pequeños como parte para la formación de corredores, siempre fue una prioridad en este estudio, además de facilitar la creación de un corredor partiendo de zonas de bosque ya existentes, sin embargo por la realidad de la situación en la Reserva, este criterio se cumplió solo cuando era posible, es decir sino violaba ningún otro principio y teniendo en cuenta que se debían proponer solo los corredores más necesarios y primordiales para la conexión del bosque.

- Evitar las carreteras y su cercanía con las mismas:

Cuando se implementan corredores ecológicos, se busca siempre que las zonas en las que se van a ejecutar no se encuentren vías establecidas, ni se localicen muy adyacentes a los enlaces a crear, esto suele ser por los efectos directos de las carreteras, como la mortalidad de especies en ellas, pérdida y fragmentación de hábitat y conectividad reducida. Las carreteras acarrean iluminación, ruido y vibraciones que interfieren con la habilidad de algunos reptiles, aves, y mamíferos de comunicarse, detectar presas o evitar predadores, además por los vehículos que transitan en las carreteras, se pueden dispersar plantas exóticas (Beier *et al.*,2008). Según Von der Lippe y Kowarik (2007), los

vehículos depositan entre 300 a 800 semillas exóticas por m² al año en las zonas cercanas a las carreteras.

Numerosas vías presentes en la zona se encontraban atravesando y/o aislando por completo numerosos parches de bosque, esta condición de intersección generó un problema para la propuesta de los corredores, los cuales tropezaron con las vías no pudiéndose cumplir con este principio en todas las ocasiones, sin embargo las carreteras recorridas en la salida de campo resultaron ser todas de tierra de difícil acceso, algunas de estas cerradas, donde la mayoría de los vehículos que las transitan son motos y la anchura de la vía suele ser menor de los 4m asumidos, lo cual no genera grandes problemas al momento de la movilización de algunas especies.

- Incluir bosques secundarios o en regeneración:

La inclusión de bosques en regeneración en un ecosistema establecido y primario no está bien estudiado (Díaz y Cabido, 1997), nuevos bosques que emergen en un paisaje impactado por la actividad humana, pueden no corresponder o encajarse perfectamente al bosque original con respecto a su composición de especies (Hobbs *et al.*, 2006), aun así una cobertura boscosa natural de sucesión intermedia o temprana, son las únicas nuevas fuentes de biodiversidad, las cuales pueden proveer de material genético de importancia, para el establecimiento de corredores y requieren mayor restricción de uso (Chazdon, 2008). Por esto los bosques en restauración pueden restablecer muchas funciones ecosistémicas y poseer en un futuro, componentes de la biodiversidad original, por tanto se seleccionaron como áreas de relleno para un corredor y también como sistemas que deben ser protegidos en conjunto con los parches a los que se enlacen o se encuentren aunados.

- Evitar sistemas naturales no boscosos:

Para los sistemas naturales no forestales al no mostrarse intervenidos ni haber sido generados por la acción humana, ser tan poco representativos en la zona y debido a que algunos de ellos como las sabanas, presentan grados de amenaza según Rodríguez *et al* (2010), la mejor opción constituyó en mantener los enlaces fuera de ellos.

Las oportunidades para que estas zonas naturales con sus especies y hábitats representativos y propios de estos sistemas, coincidan con los corredores resultan

mínimas y para estos es mejor mantenerlos y no continuar con los procesos de intervención antrópica en la zona.

- Otras consideraciones:

Uno de los argumentos que se mantuvo en consideración para el establecimiento de los corredores, fue la cercanía a las redes hidrográficas de la zona, esto debido a publicaciones que demuestran que los mamíferos carnívoros siguen los patrones de movimiento de sus presas y para hacer esto requieren una buena cobertura de bosque junto con agua, como es el caso del jaguar (*Panthera onca*) o de una gran extensión de territorio junto con variedad de paisajes, como por ejemplo el puma (*Panthera concolor*) (Schaller y Crawshaw, 1980; Witmer *et al.*, 1993), que son especies amenazadas que se encuentran dentro de estos bosques en estudio. Este criterio no se integra en la matriz, pues es considerado en la zona donde se desarrolla el trabajo, ya que allí existe una condición climática, hidrológica y geomorfológica que permite tener a la fauna y la flora accesibilidad al agua prácticamente durante todo el año. La vegetación a considerar y proteger depende de la estacionalidad climática, por lo que este principio se cumple sin la necesidad de trabajos adicionales. A pesar de que es un criterio ya elaborado por la naturaleza, se resalta su consideración discreta en este trabajo, enlazando a los corredores uno de los parches de bosque más grandes que constituye un bosque ribereño, como se logra observar en el mapa de corredores propuesto (Figura 5.2).

5.4.3 Características de los Corredores Ecológicos propuestos:

Todos los enlaces en este trabajo son lineales y continuos, los cuales han sido reconocidos por mitigar los efectos de la fragmentación y de ser apropiados para zonas de altitud baja y plana (Lindsey, 2003; Rosenberg *et al.*, 1997). Mundialmente existen varios tipos y categorías de corredores, todos ellos dependientes de las especies o ecosistemas para las que fueron diseñados. Numerosas especies de aves, por ejemplo, pueden preferir un corredor compuesto de puntos de paso, mientras que otras especies, como los murciélagos, preferirán corredores continuos (Martínez *et al.*, 2009).

Lo ideal de un conector es que tenga las mismas cualidades del fragmento que esta conectando, sin embargo esto resulta costoso y lento, este trabajo se realiza suponiendo que el corredor estaría compuesto de vegetación que provea alimento y refugio para la

fauna, protección para las fuentes de agua, que sirvan de percha para las aves, permita conectar el bosque y proteger los ecosistemas relictuales en la zona.

La edición y cortes de los corredores ecológicos para su forma final, se realizaron con las herramientas del SIG, cuando se presentaron carreteras en la zona donde se propuso el enlace, la anchura y tamaño final del corredor, resultó ser mucho menor que aquellos ubicados en zonas alejados a las vías, con la finalidad de aprovechar la mayor parte de la zona de intersección que resultó entre los parches. De realizar un nuevo plan de vialidad en la Reserva, se puede evitar que ciertos enlaces coincidan con las vías de acceso, los corredores que están planteados interfiriendo con las carreteras, son de gran importancia para poder enlazar la matriz de bosque, sin estos resulta imposible vincular los fragmentos naturales en la zona.

El ancho del corredor planteado es que sea mayor de los 200 m, debido a que en ocasiones corredores mayores a 200 m de ancho, suelen ser los menos vulnerable a los efectos de borde y ser un umbral eficiente para el paso de la mayoría de los mamíferos (Felizola *et al.*, 2008). La forma de cada corredor es resultado de la edición manual final de cada uno de ellos, la cual genera enlaces de forma bastante continua de límites rectos. En el trabajo presente no se considera el efecto de borde que puedan tener los corredores planteados, tampoco aquellos efectos relacionados con el tamaño o forma de los parches revelados en el estudio.

Uno de los aspectos derivados de la fragmentación, es la creación de zonas de borde en el límite entre los parches de bosque y la matriz circundante, el predominio de estos ambientes determina fuertemente la expresión de los procesos ecológicos en este tipo de paisajes, esto se debe a que los bordes pueden controlar cambios espacio temporales, en las condiciones microclimáticas, así como la distribución y disponibilidad de recursos requeridos por las plantas para establecerse y crecer, ejerciendo un control significativo sobre el crecimiento de las plántulas y los patrones de supervivencia a escala del paisaje (Jepsen *et al.*, 2005). A pesar de no ser considerados estos efectos de lleno en este trabajo, los corredores se establecen lineales y continuos para evitarlos en la medida posible, algunos de estos vínculos planteados presentan límites o bordes curvos y es debido a la evasión de sistemas naturales o las mismas vías de acceso presentes en la zona.

La ubicación de todos los corredores fue creada siguiendo el orden de la matriz. Al reflejar la situación de la zona con el mapa de sistemas ecológicos y sistemas intervenidos, se demuestra que los únicos criterios que se pueden cumplir perfectamente son los tres primeros y el último (tamaño, distancia, inclusión de parches pequeños y evasión de sistemas naturales). Al incorporar las vías se va perdiendo la rigidez en el cumplimiento del 4to principio, haciendo que sea necesario romperlo en las 19 ocasiones de las 53, para poder conectar el bosque, además la inclusión de sistemas en regeneración fue sencillamente el resultado del acatamiento de los demás criterios, crear más corredores como para generar más enlaces que unan mas sistemas en regeneración, genera mayor enemistad con los principios planteados en este trabajo.

Debido a la manera en que resultaron conectarse los parches de bosque, estos podrían llegar a acoplarse no solo dentro de la misma RFC, sino que permite plantear una matriz de conectividad entre los relictos de bosques de los llanos occidentales, entre las 3 Reservas Forestales ubicadas en peligro en el oeste del país (Figura 5.4). Este plan consideraría la opción de generar más corredores ecológicos en Venezuela. Sin embargo en necesaria la revisión del estado actual de ambas Reservas colindantes, debido a reportes que indican que los bosques en estas ha desaparecido por completo, especialmente en Ticoporo.

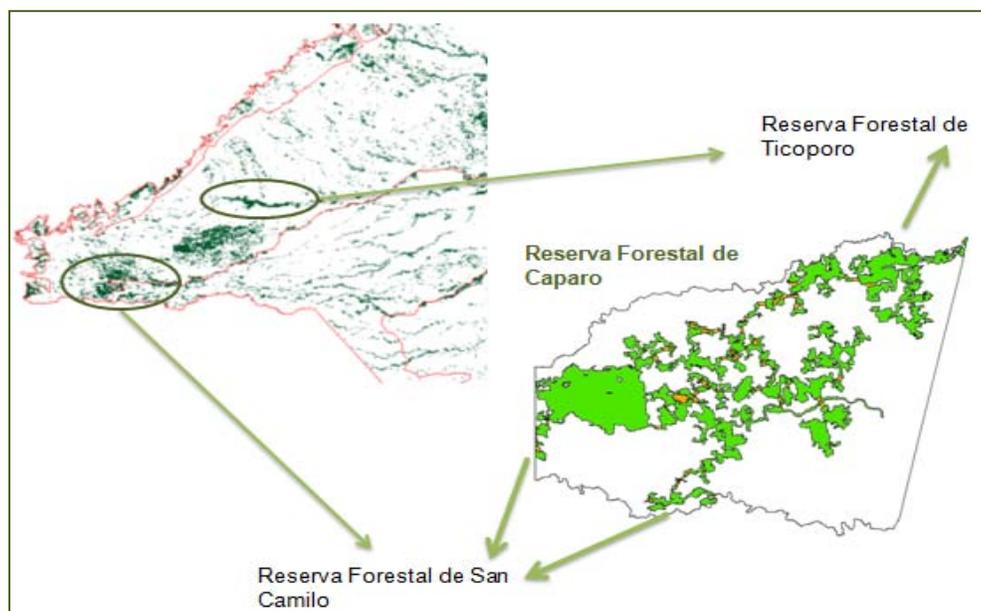


Figura 5.4 Modelo de conectividad posible entre las tres Reservas Forestales Occidentales (Modificado de Chacón-Moreno, 2010).

Con lo presentado en este capítulo, estamos dando respuesta a lo planteado en la segunda hipótesis del trabajo, demostrando la posibilidad de generar bajo un reconocido y determinado estado de la RFC, un mapa donde se proponen corredores ecológicos, para conservar y conectar los ecosistemas boscosos semi-decíduos, dentro de los remanentes forestales originales de la zona.

Hasta este punto hemos presentado los resultados sobre el mapa de ecosistemas y la construcción de los corredores ecológicos, desplegando una discusión y justificación asociada a los criterios utilizados y referidos en la bibliografía, cumpliendo con los objetivos propuestos en este trabajo y afirmando las hipótesis planteadas al inicio.

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones generales:

- En este trabajo se logran determinar 6 sistemas ecológicos o ecosistemas naturales y los 4 sistemas intervenidos mejor apreciados en la zona trabajada de la RFC.
- Bajo estos sistemas se establecieron 53 corredores ecológicos lineales y continuos, para la vinculación de 63 parches de bosques naturales de los 269 determinados, clasificados en este trabajo como el conjunto de los Bosques Pluviestacionales Húmedos y los Bosques Pluviestacionales Sub-Húmedos.
- Este planteamiento resulta de una revisión bibliográfica de criterios utilizados mundialmente para la conservación de áreas amenazadas y el establecimiento de corredores.
- El trabajo fue posible gracias al uso de los SIG los cuales actualmente, pueden manejar información geográfica con un gran potencial, para apoyar los estudios de conservación de la diversidad biológica. El uso de SIG es imprescindible en el conocimiento de la localización y distribución en el espacio de las especies, comunidades y ecosistemas y contribuye en la conservación de los mismos. Un ejemplo de la unificación de todas estas inventivas lo constituye los resultados de este trabajo.

La Reserva Forestal de Caparo es una zona que requiere de una respuesta muy rápida, de los entes protectores para poder salvar el tan fragmentado bosque presente en esta. Se han realizado numerosos estudios de la gravedad que asoma esta reserva, pero si algunos se han enfocado en detener el problema, ninguno lo ha logrado con éxito. Manejar un bosque para la producción de madera es una actividad que precisa de conocimientos básicos sobre regeneración, tipología de especies y dinámica de las interacciones en el ecosistema, este tipo de manejo lo dominan las zonas templadas y escasamente las zonas con bosques tropicales. Esta decepcionante situación ha causado ejemplos de degradación como la presente, las posibilidades de sobrevivencia para las áreas boscosas no solo de esta zona sino del país, están representadas en su desarrollo sostenido y en la disposición de los sujetos gubernamentales de frenar las invasiones incontroladas, auspiciadas por estos mismos sectores políticos. Cuando el espacio está realmente conservado este constituye la parte más importante de los modelos de

conectividad, en estos se conservan ecosistemas, poblaciones, especies y procesos ecológicos que requieren principalmente de conectividad física o estructural, para su mantenimiento a lo largo del tiempo. Ningún corredor se ha establecido exitosamente en el país y la intención de dar pasos hacia adelante en temas de conservación, es de gran importancia para una nación. Ninguna sociedad sobrevive sin la naturaleza en buen estado y para mantenerla o recuperarla, se deben realizar trabajos enfocados en conservar y cuidar los ecosistemas que nos rodean. A pesar de que este argumento es un hecho en el planeta, la sociedad no parece entenderlo y aquellos que deberían exponerlo como los entes políticos gubernamentales, de educación, de planificación regional y demás, fallan en su rol y obvian proyectos sustentables de conservación, que no solo proveen cuidado a la naturaleza, sino también un desarrollo saludable y sustentable a las sociedades. La conservación biológica y el bienestar social son elementos que van de la mano.

6.2 Recomendaciones

- La primera recomendación, la constituye evaluar el efecto de borde de los fragmentos y corredores y como se verían afectadas por este las especies vegetales y animales que habitan dicho bosque. De valorarse los diferentes tipos de borde, se pueden generar redes ecológicas con una anchura mucho mejor que la planteada en este estudio y una selección de parches prioritarios de mayor tamaño que los presentados.
- Otra recomendación es eliminar mediante el establecimiento de especies naturales del bosque, los espacios sin vegetación de los fragmentos a conectar, es decir, se propone una restauración de los parches para poder aumentar la continuidad y eliminar la forma irregular, que presentan muchos de los segmentos a vincular, debido a que a pesar de que el corredor se propone con una anchura mayor a los 200 m, muchos de los fragmentos de bosque no poseen ni siquiera esta medida.
- La accesibilidad de la zona es una condición que para su conservación debe cambiar, ya que gracias a las vías de acceso se presentan aislados por completo muchos parches de gran tamaño, por tanto se recomienda ajustar las vías a los planes de conservación y manejo a ejecutar. Esta recomendación infiere que la Reserva Forestal de Caparo si se desea recuperar, debe tener una

transformación en su manejo y un vuelco en su plan de manejo, uso y desarrollo, para que de igual manera tome en consideración las personas que habitan en esa Reserva.

- El futuro de un ecosistema natural no depende de la protección de todos los seres humanos, sino de las personas que lo habitan o comparten el paisaje con ese ecosistema, por tanto es necesario llevar a cabo un proyecto de conservación que resuelva todas las amenazas que están presentes en la Reserva Forestal, no solo mejorar la conectividad del bosque, sino incluir también aquellas represiones que están afectando a los habitantes, buscando alternativas para mantener niveles aceptables de la diversidad biológica y poblaciones viables en estas zonas, en armonía con los habitantes de los alrededores.
- Para que el establecimiento de corredores y el plan de conservación sean eficientes, la comunidad que habita la zona debe conocer la importancia del mantenimiento del bosque que colinda con ellos, y por esto es primordial partir de un plan de enseñanza, conocimiento, y manejo de la zona a conservar, por tanto se sugiere la culminación y mejoramiento del modelo conceptual y plan de conservación basado en el manejo adaptativo, presente en este trabajo. Se recomienda la formulación de un plan de ordenamiento y reglamento de usos, que permita una organización y manejo comunitario en asociaciones con cooperativas, mejoramiento de la calidad de vida de las familias, especialmente de aquellas que se encuentran más adyacentes a la frontera con Colombia, con un manejo de bosques como instrumento para legalizar la participación de los habitantes en la recuperación del mismo y bajo este crear de redes de solidaridad, que tenga una intervención perpetua por parte de las instituciones y organizaciones nacionales.
- Para el establecimiento de corredores en paisajes altamente fragmentados, se suelen incluir especies claves como bio-indicadoras de los ecosistemas, los animales suelen ser especies paragua por excelencia. En la RFC pueden considerarse como especies paragua el jaguar (*Pantera oca*) o el mono araña (*Ateles hybridus*), las cuales habitan los bosques de la zona y se encuentran en peligro o amenazadas. En el caso del mono esta especie ya posee muchos más trabajos realizados en la zona sobre su distribución, número poblacional y amenazas, puede considerarse más significativo ya que esta especie de primate tiene distribución restringida sólo en Colombia y Venezuela y además está incluida

en la categoría en Peligro Crítico según la UICN y En Peligro según el Libro Rojo de la Fauna Venezolana.

- Otra recomendación y de gran importancia es actualizar la situación de los parches mayores a 2ha en la RFC, debido a que este trabajo realiza un análisis basado en la interpretación de una imagen satelital tomada en Diciembre del 2007, actualmente han pasado más de 5 años y a pesar de que en el reconocimiento en campo no se observó ninguna desaparición de bosques, bajo la ruta tomada, existen ya ciertos trabajos que reportan una gran deforestación en este tiempo, además con la observación de una imagen Landsat tomada en enero del año 2012, se logró distinguir la aparente desaparición de muchos parches de bosques, lo cual puede generar un reordenamiento de los corredores planteados o más aun, una lamentable reconsideración de la RFC para el establecimiento de una matriz de conectividad o no.

Finalmente el presente trabajo, además de cumplir un requisito académico, esperamos que sirva en su aplicación, para contribuir en la conservación de los bosques de la Reserva Forestal de Caparo y generar planes de conservación que sean exitosos y sean ejemplo de una conciencia conservacionista, básica y necesaria en el mundo.

Referencias Bibliográficas

- Achard F, Hugh E, Hans S, Mayaux P, Gallego J, Richards T, Malingreau J. 2002 Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forest. *Science* 297, 999-1002.
- Aguado I, Pacheco C, Mollicone D. 2011 Dinámica de la deforestación en Venezuela: Análisis de los cambios a partir de mapas históricos. *Interciencia* 368, 0378-1844. Venezuela.
- Aguilera M, Azócar A, González E. 2003 Biodiversidad en Venezuela. Fundación Polar. Caracas, Venezuela.
- Aide T, Clark M, Grau H, Lopez D, Levy M, Redo D, Bonilla M, Riner G, Andrade M, Muniz M. En prensa The deforestation and reforestation of Latin America and the Caribbean. *Biotropica*. Puerto Rico.
- Altizer S, Harvell D, Friedle E. 2003 Rapid evolutionary dynamics and disease threats to biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution* 18, 589–596.
- Amarnath G, Murthy M, Britto S, Rajashekar G. 2003 Diagnostic analysis of conservation zones using remote sensing and GIS techniques in wet evergreen forest of the Western Ghats: an ecological hotspot. *Biodiversity and Conservation* 12, 2331-59.
- Arellano G. 1996 Las Reservas Forestales de Ticoporo y Caparo y sus ocupantes ilícitos: análisis crítico y consideraciones de las Actas. Convenios Generales MARNR. ASODERTI. ASOPRUCA. Trabajo de maestría. Facultad de Forestal, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Arias E. 2004 Simulación de la dinámica de bosques explotados y no explotados de la reserva forestal de Caparo. Trabajo de maestría. Facultad de Forestal, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Armenteras D, Gast F, Villareal H. 2003 Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the Eastern Andes. *Biological Conservation* 113, 245-256.
- Aronoff S. 1993 Geographic information System: A management perspective. WDL Publications. Canada.
- Ataroff M y Sarmiento L. 2003 Diversidad en los Andes de Venezuela: I Mapa de Unidades Ecológicas del Estado Mérida. CD-ROM, Ed Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE). Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Beier P, Majka D, Newell S, Garding E. 2008 Best Management Practices for Wildlife Corridors. Northern Arizona University. Estados Unidos de America.
- Beir P y Noss R. 1998 Do Habitat Corridors Provide Connectivity?. *Conservation Biology* 12 6, 1241-1252.

- Bennett A. 2003 Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland, Suiza.
- Bevilacqua M, Cádenas L, Flores A, Hernández L, Lares E, Mansutti A, Miranda M, Ochoa J, Rodríguez M, Selig E. 2002 Situación de los bisques en Venezuela La region de Guayana como caso de estudio. Informe de Observatorio Mundial de Bosques. Fundacion Polar. Venezuela.
- Boletta P, Ravelo A, Plachuelo A, Grilli M. 2006 Assessing deforestation in the Argentine Chaco. *Forest Ecology and Management* 228, 108-114. Argentina.
- Bolstad, P. 2005 GIS Fundamentals: A first text on Geographic Information Systems. White Bear Lake. Estados Unidos de America.
- Brown S. 1997 Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer. PAPER, F.F. 235. Roma, Italia.
- Burnett C, Fall A, Tomppo E, Kalliola R. 2003 Monitoring current status of and trends in boreal forest land use in Russian Karelia. *Conservation Ecology* 7. Carelia.
- Canet L. 2007 Herramientas para el Diseño, Gestión y Monitoreo de Corredores Biológicos en Costa Rica. Trabajo de maestría. Programa de educación para el desarrollo y la conservación. Turrialba, Costa Rica.
- Castillo L, Loaiza B. 2004 Composición Florística y Dinámica de la regeneración natural en áreas intervenidas en la Estación experimental de la Reserva Forestal de Caparo. Trabajo de Grado. Facultad de Forestal. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Cayuela L, Golicher D, Rey J, Gonzalez M, Ramirez M. 2006 Fragmentation, disturbance and tree diversity conservation in tropical montane forest. *Journal of applied ecology*.
- Chacón-Moreno E, Madi Y, Gil L, Briceño E, Picón G, Delgado L, Flores F, Pietrangeli M, Yerena E, Naveda J, Ramos S, García J, Ulloa A. 2011. Ecorregiones, Paisajes y Ecosistemas de Venezuela, Análisis de la transformación de ecosistemas por efecto del cambio climático. Proyecto Estratégico Nacional. FONACIT 2011000350. Venezuela.
- Chacón-Moreno E. 2007 Ecological and spatial modeling: mapping ecosystems, landscapes changes, and plant species distribution in Llanos del Orinoco, Venezuela. Trabajo de Doctorado. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation ITC. Wageningen University, Enschede, The Netherlands.
- Chacón-Moreno E. 2010 Prioridades de Conservación en los Llanos Occidentales de Venezuela, Mapa de paisajes y ecosistemas de los llanos occidentales y análisis espacial en un marco de conservación de diversidad biológica. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas. Mérida, Venezuela.

- Chacón-Moreno E. 2011 Apuntes del Curso de Teledetección. Memorias en digital. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Chambers J, Asner G, Morton D, Anderson L, Saatchi S, Espírito Santo F, Palace M, Souza C. 2007 Regional ecosystem structure and function: ecological insights from remote sensing of tropical forest. ScienceDirect. Trends in Ecology and Evolution Tree, 819.
- Chaves M, Arango N. 1998 Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. PNUMA. Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Chazdon R. 2008 Beyond deforestation: Restoring. Science, 320, 1458-1459.
- Chokkalingam U, Mansourian S, Vallauri D, Dudley N. 2005 Forest Restoration in Landscape, Beyond Planting Trees. (Ed) Springer, 405–414. New York. Estados Unidos d América.
- Chuvieco E y Sancho J. 1986 Tratamiento visual y digital de las imágenes espaciales: Aplicaciones docentes. Didáctica Geográfica 14. Madrid, España.
- CMP The Conservation Measures Partnership. 2007 Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación Versión 2.0. <http://www.conservationmeasures.org/>.
- Corrales L y Ballestena M. 2001 Proyecto para la consolidación del corredor biológico mesoamericano. http://ciencia1.nasa.gov/science-at-nasa/2003/16may_biocorridors/
- Defries S, Rudel T, Uriarte M, Hansen M. 2010 Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. Nature Geosci 3, 178- 181.
- Delgado J, Fernandez J, Garcia R, Yerena E. 2012 El proyecto transfronterizo corredor ecológico “Islas del Caribe Sur”: Una perspectiva desde Venezuela. Revista Parques N°3. <http://revistaparques.org/2012-3/articulos/el-proyecto-transfronterizo-corredor-ecologico-islas-del-caribe-sur-una-perspectiva-desde-venezuela/>
- Diaz S, Cabido M. 1997 Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. Journal of Vegetation Science 8, 121– 133.
- Eco T. 2002 Forest Landscape restoration working examples from 5 ecorregions. WWF International 1-24.
- ERDAS geographic imaging made simple. 2001 Manual ERDAS español. Colombia.
- Escobari J. 1989 Estudio sobre la presencia de animales silvestres en la Reserva Forestal de Caparo. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Etter A. 1998 Mapa general de ecosistemas de Colombia 1:1.500.000. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997. Chaves M, Arango N. (Ed) Instituto de Investigación de

- Recursos Biologicos Alexander von Humboldt. PNUMA. Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Eva H, Belward A, De Miranda E, Di Bella C, Gond V, Huber O, Jones S, Sgrenzaroli M, Fritz S. 2004 A land cover map of South America. *Global Change Biology* 10, 731-744.
- FAO. 2005 Global Forest Resources Assessment 2005: Progress Towards Sustainable Forest Management. Roma, Italia.
- FAO. 2010 Global Forest Resources Assessment 2010. Food and Agriculture Organization of the UN (Naciones Unidas), 378. Roma, Italia.
- Felizola J, Silveira L, Jacomo A, Bini L, Ramos M, Mudim N. 2008 Spatial autocorrelation of mammalian richness and abundance along the Cerrado-Pantanal corridor. *Neotropical Biology and Conservation* 33, 103-111.
- Finegan B, Céspedes M, Sesnie S. 2006 Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica PROMEC-CR. Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC. San José, Costa Rica.
- Forman R. 1995 Corridor attributes, roads and powerlines. *Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press 145-176. Cambridge, Inglaterra.
- Franco W. 1982 Estudio y levantamiento de sitios con fines de manejo forestal en la unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, Edo Barinas. Instituto de Silvicultura. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- FUNDACRESF Fundación Creativos Sin Fronteras. 2006 Proyecto de Biodiversidad. Portuguesa, Venezuela.
- García J. 2012 Corredores biológicos en la Amazonia colombiana: Estado actual, amenazas y conectividad. Documento de consultoría para el proyecto "Amazonia posible y sostenible". Colombia.
- García R. 2002 Biología de la Conservación: conceptos y prácticas. Instituto Nacional de Biodiversidad INBio 166. Heredia, Costa Rica.
- García-Rangel S. 2011 Ecology and conservation of the andean bear in Venezuela. Trabajo de doctorado. Univerdidad de Cambridge. Inglaterra.
- Geist H, Lambin E. 2002 Proximate cause and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience* 52, 143-150.
- Gomez H. 1995 Deforestación y Reservas forestales. Sefoven. Revista del Servicio Autónomo Forestal Venezolano 612.

- Grossman D, Goodin K, Reuss C. 1994 Rare plant communities of the coterminous United States: An initial survey. Prepared for the USDI Fish and Wildlife Service. The Nature Conservancy. Arlington, Texas, Estados Unidos de America.
- Gurrutxaga M. 2005 Red de Corredores Ecológicos de la Comunidad Autónoma de Euskadi. Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental. España.
- Haila Y. 2002 A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. *Ecological Applications* 12, 321–334
- Hamilton L, King P. 1983 Tropical Forested Watersheds: Hydrologic and Soils Response to Major Uses or Conversions. Westview Press. Colorado, Estados Unidos de America.
- Harris L. 1984 The fragmented forest, island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. University of Chicago Press. Chicago, Estados Unidos de América.
- Henle K, Davies K, Kleyer M, Margules C, Settele J. 2004. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation* 13, 207–251.
- Hobbs R, Mooney H. 1989 Remote Sensing of Biosphere Functioning. Ed Springer 79. Verlag, Berlin.
- Hobbs R. 1993 Can Revegetation Assist in the Conservation of biodiversity in agricultural Areas?. *Pacific Conservation Biology*. 1:389-391.
- Hobbs R, Arico S, Aronson J, Baron J, Bridgewater P, Cramer V, Epstein P, Ewel J, Klink C, Lugo A, Norton D, Ojima D, Richardson D, Valladares F, Vila M, Zamora R, Zobel M. 2006 Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography* 15, 1-7.
- Hong S, Han B, Choi H, Sung Y, Lee J. 2012 Planning an ecological network using the predicted movement paths of urban birds. *International Consortium of Landscape and Ecological Engineering and Springer* 627-706. Republica de Corea.
- Houghton R. 2007 Balancing the global carbon budget. *Review of Earth and Planetary Science* 35, 313-347.
- Huber O, Alarcon C. 1988. Mapa de Vegetación de Venezuela. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, The Nature Conservancy. Fundación Bioma. Caracas, Venezuela.
- Hughes J, Daily G, Ehrlich P. 2000 Conservation of insect diversity: a habitat approach. *Conservation Biology* 14 6, 1788– 1797.
- Ibarra J. 1995 Sustentabilidad del uso ganadero en zonas de bosque húmedo tropical: Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los suelos. Un caso de estudio en la

- Reserva Forestal de Caparo, Edo Barinas. Trabajo de maestría. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias. Venezuela.
- IFLA Instituto Forestal Latinoamericano. 2008 Unidad de Proyectos. Unidad de Cartografía y Telemática. Ministerio del poder popular para el ambientes.
- Jepsen, J. U., Baveco, J. M., Topping, C. J., Verboom, J. 2005. Evaluating the effect of corridors and landscape heterogeneity on dispersal probability: a comparison of three spatially explicit modelling approaches. *Ecological Modelling*.
- Jerez M, Quevedo A, Moret A, Plonzak M, Garay V, Vincent L, Silva J, Poveda L. 2008 Regeneración natural inducida y plantaciones forestales con especies nativas: potencial y limitaciones para la recuperación de bosques tropicales degradados en los Llanos occidentales de Venezuela.
- Jiménez G. 1999 Propuesta metodológica para el diseño y validación de corredores biológicos en Costa Rica. *Comunicación Técnica. Revista Forestal Centroamericana* 73-79.
- Josse C, Cuesta F, Navarro G, Barrena V, Cabrera E, Chacón E, Ferreira W, Peralvo M, Saito J, Tovar A. 2009 Ecosistemas de los Andes del Norte y Centrales. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. CAN Programa Regional ECOBONA. CONDESAN. Proyecto Paramo Andino. Programa BioAndes. EcoCiencia. NatureServe. LTA-UNALM. IAVH. ICAE-ULA. DCD-UNALM. RUMBOL. SRL. Lima, Peru.
- Josse C, Navarro G, Comer P, Evans R, Faber D, Fellows M, Kittel G, Menard S, Pyne M, Reid M, Schulz K, Snow K, Teague J. 2003 *Ecological Systems of Latin America and the Caribbean: A working classification of terrestrial systems*. NatureServe. Arlington, Texas, Estados Unidos de America.
- Lamb D, Gilmour D. 2003 *Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests*. IUCN. WWF. Gland, Suiza.
- Lillesand T, Kiefer R. 1994 *Remote Sensing and Image Interpretation*. Ed John Wiley & Sons Inc. New York, Estados Unidos de America.
- Lindsey G. 2003 Sustainability and urban greenways: indicators in Indianapolis. *Journal of the American Planning Association* 69, 165–180.
- Lopez J. 1996 Mapa de uso de la tierra y cobertura vegetal de la Reserva Forestal de Caparo Edo Barinas, usando SIG y una imagen HRV de SPOT. Trabajo de maestría, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela.
- Lugo A. 2011 Cambio climático más perturbaciones naturales y antropogenicas: Paradojas, enigmas y sorpresas. Conferencia Magistral en el IX Congreso Venezolano de Ecología

27. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. Servicio Forestal. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- MacArthur R, Wilson E. 1967 La teoría de la biogeografía de la isla. Princeton, New Jersey, Estados Unidos de América.
- MAGRAMA Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. 2009 Estudios Cartográficos del Litoral. Gobierno de España.
- Malhi Y, Baldocchi D, Jarvis P. 1999 The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. *Plant, Cell & Environment* 22, 715-740.
- Martínez C, Mugica M, Castell C, Vicente J. 2009 Conectividad Ecológica y Áreas Protegidas. Herramientas y Casos Prácticos. Serie Monografica EUROPARC 2. España.
- McKenney D, Pedlar H, Lawrence K, Campbell K, Hutchinson M. 2007 Potential Impacts of Climate Change on the Distribution of North American Trees. *BioScience* 57(11), 939-948.
- Meijerink A, de Brouwer J, Mannaerts C. 1994 Introduction to the use of geographic information systems for practical hydrology. ITC-Faculty of Geo-information Science and Earth Observation. Enschede. The Netherlands.
- Miller K. 1980 Planificación de Parques Nacionales para el Ecodesarrollo en Latinoamérica. Fundación para la Ecología y la Protección del Medio Ambiente FEPMA. España.
- Monela S, Chamshama R, Mwaipopo D, Gamassa, A. 2004 Study on the Social, Economic and Environmental Impacts of Forest Landscape Restoration in Shinyanga Region. Ministry of Natural Resources and Tourism, Forestry, and Beekeeping Division. IUCN. The World Conservation Union. Tanzania.
- Montalvo T. 2004 Foro Electrónico: experiencias sobre corredores biológicos y de conservación en América Latina. Un acercamiento a la aplicación del enfoque ecosistémico. UICN. 12-15. Quito, Ecuador.
- Munder S. 2003 Oil wealth and the fate of the forest. A comparative study of eight tropical countries. Ed Routledge. Londres, Reino Unido.
- Navarro G, Ferreira W. 2007 Mapa de Vegetación de Bolivia a escala 1:250.000. The Nature Conservancy TNC. (Ed) Digital Santa Cruz de la Sierra.
- Pacheco C. 2011 Análisis de la deforestación en Venezuela: bases para el establecimiento de una estrategia REDD+. Trabajo doctoral. Programa de doctorado en tecnología de la información geográfica. Departamento de Geografía. Alcalá de Henares, España.
- Park C. 1994 Establishment and management of urban forests for the inhabitation of wild birds. Trabajo de maestría. Seoul National University. Seoul, Republica de Corea.

- Pernía J. 1993 Caracterización de la vegetación de la Reserva Forestal de Caparo a través del procesamiento digital de imágenes TM de Landsat. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de ingeniería Forestal. Departamento de Ingeniería. Mérida, Venezuela.
- Peterken G. 2000 Rebuilding networks of forest habitats in lowland England. *Landscape Research* 25.
- PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2010 Atlas sobre el estado del medio ambiente. Oficina regional para América latina y el Caribe. Panamá.
- Poffenberger M. 2006 People in forest: community forestry experiences from Southeast Asia. *Environment and Sustainable Development* 51 57-69.
- Pozzobon E. 1995 Estudio de la Dinámica de las deforestaciones en la reserva forestal de Caparo mediante imágenes SPOT. Trabajo de maestría. Facultad de ciencias Forestal y Ambientales, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Pressey R, Cabeza M, Watts M, Cowling R, Wilson K. 2007 A. Conservation planning in a changing world. *Evolution* 22.
- Preston F. 1962 The Canonical Distribution of Commonness and Rarity Part I. *Ecological Society of America* 432, 185-215.
- Primack R, Roiz R, Feinsinger P, Dirzo R, Massardo F. 2001 Fundamentos de conservación biológica. Fondo de Cultura Económica. México.
- Rivas-Martínez S. 2004 http://www.ucm.es/info/cif/book/bioc/global_bioclimatics_1.htm
- Rodríguez J, Suarez F, Hernández D. 2010 Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres Venezolanos. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez L. 2000 Valoración de la diversidad biológica de la cuenca del Río Apure. IV Curso de Ampliación en Economía Ambiental y de los Recursos. Venezuela.
- Rojas J. 1990 La colonización agraria de las reservas forestales: los casos de Ticoporo y Caparo. *Revista Geográfica Venezolana* 1012-1617. Barinas, Venezuela.
- Rosenberg D, Noon B, Meslow E. 1997 Biological corridors: form, function, and efficacy. *Bioscience* 47, 677–687
- Rudel T, Defries R, Asner P, Laurance W. 2009 Changing Drivers of Deforestation and New Opportunities for Conservation. *Conservation Biology* 236, 1396-1405.
- Rudel T, Roper J. 1997 The paths to rain forest destruction: cross-national patterns of tropical deforestation 1975– 90. *World Development* 25, 53–65.

- Ruiz C, Hernandez D, Duque J. 2012 Corredores biológicos una estrategia de recuperación en paisajes altamente fragmentados, estudio de caso microcuena la Bolsa, municipio de Marinilla. *Gestión y Ambiente* 141 7.18. Medellín, Colombia.
- Sabins F. 1994 *Remote Sensing: Principles and Interpretation*. Ed John Wiley and Sons. Toronto, Estados Unidos de America.
- Saura S. 2009. Measuring connectivity in landscape networks: towards meaningful metrics and operational decision support tools. *Ecological networks: science and practice Conference* 1-10.
- Schaller G, Crawshaw P. 1980 Movement patterns of jaguar. *Biotropica* 12, 161- 168.
- Schmidt K. 1996 Rare habitat vie for protection. *Science* 274, 916– 918.
- Schneider D. 2001 The rise of the concept of scale in ecology. *Bioscience* 51, 545-553.
- Scott J, Csuti B, Estes E, Caicco S. 1991 Gap analysis of species richness and vegetation cover: an integrated biodiversity conservation strategy. *Balancing on the brink of extinction: the endangered species act and lessons for the future* 282–297. Washington DC, Estados Unidos de America.
- Scott J, Csuti B, Estes J, Anderson H. 1989 State assessment of biodiversity protection. *Conservation Biology* 3, 85–87.
- Shaffer M. 1987 *Minimum Viable Population: coping with uncertainty*. Viable Population for Conservation. Cambridge University Press 69-86. Inglaterra.
- Silva J. 1978 Estudios de algunos tipos de bosque en la unidad I de la Reserva Forestal de Caparo en relación con los suelos. Trabajo de grado. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- SINAC Sistema Nacional de Áreas de Conservación. 2009 Plan Estratégico del Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica para el quinquenio 2009-2014. San Jose, Costa Rica.
- Sulbarán J. 2009 Modelo de distribución espacial del hábitat de Triatomos y zonas de riesgo de la enfermedad de Chagas en los municipios Andrés Eloy Blanco y Morán del estado Lara, Venezuela. Trabajo de maestría. Postgrado en Ecología Tropical. Universidad de Los Andes, Mérida.
- Suárez P, Chacón-Moreno E. 2011 Modelo espacial de distribución del ecotono bosque-paramo en los andes venezolanos. Ubicación potencial y escenarios de cambio climático. *Sociedad Venezolana de Ecología*. *Ecotropicos* 24(1) 3-25. Venezuela.
- Terborgh J. 1989 *Where have all the birds gone?* Princeton University Press. New Jersey, Estados Unidos de America.

- Tovar W. 2013 Sistema integrado de clasificación de cobertura/uso de la tierra bajo un enfoque ecológico del paisaje y su aplicación en una zona andina Venezolana. Trabajo de maestría. Postgrado en Ecología Tropical. Universidad de los Andes Mérida. Venezuela.
- Trumper K, Bertzky M, Dickson B, van Der Heijden G, Jenkins P, Manning P. 2009 ¿La solución natural? El papel de los ecosistemas en la mitigación del cambio climático. Una evaluación rápida del PNUMA 39. Cambridge, Reino Unido.
- UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 1990 Manejo de Áreas Protegidas en los Trópicos 314. Gland, Suiza.
- UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2005 Folleto síntesis de corredores. Memorias Taller Regional 3 al 5 de Junio de 2004. Aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión de Corredores en América del Sur. Quito, Ecuador.
- Ulloa A. 2009 Prioridades de conservación en las sabanas inundables de los Llanos del Orinoco. Trabajo de maestría, Postgrado en Ecología Tropical. Universidad de Los Andes, Mérida.
- Veillon J. 1977 Las deforestaciones en la región de los Llanos Occidentales de Venezuela desde 1950 a 1975. Revista Forestal Venezolana XVII 27, 199-207.
- Veluk F. 2010 Restauración del paisaje y planificación participativa como herramienta para la transformación del territorio y medios de vida en el altiplano del departamento de San Marcos, Guatemala. Trabajo de maestría. Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza. Guatemala.
- Vina A, Henebry M. 2005 Spatio-temporal change analysis to identify anomalous variation in the vegetated land surface: ENSO effects in tropical South America. Geophysical Research Letters.
- Vincent L. 1970 Estudio de la tipificación del Bosque con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Centro de estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela.
- Von der Lippe M, Kowarik I. 2007 Long Distance dispersal of plants by vehicles as driver of plant invasions. Conservation Biology 21, 986-996.
- WCFSD World Commission on Forests and Sustainable Development. 1999 Our forests our future. Report of the World Commission on Forests and Sustainable Development. Cambridge University Press. Cambridge. Inglaterra.
- Whitcom R, Robbins C, Lynch J. 1981 Effects of forest fragmentation on avifauna of the eastern deciduous forest. Forest island dynamics in a man dominated landscapes. Burgess R, Sharpe D. New York, Estados Unidos de América.

- Wilson E, Willis E. 1975 Applied biogeography. Ecology and evolution of communities. (Ed) ML Cody and JM Diamond. Belknap Press.
- Witmer G, Rodriguez M, Vaughan C. 1993 Aspects of felid predator control and conservation in Costa Rica. First International Wildlife Management Congress 398-401. San Jose, Costa Rica.
- Wright S. 2005 Tropical forest in a changing environment. Trends Ecol. Evol. 20: 553-560.
- Yerena E, Monsalve D, Torres D, Sanchez A, García S, Bracho A, Martinez Z, Gomez I. 2007 Plan de acción para la conservación del Oso andino *Tremarctos ornatus* en Venezuela 2006-2016. Fundacion Andígena, FUDENA, Universidad Simón Bolívar. Venezuela.
- Yerena E. 1994 Corredores ecológicos en los andes venezolanos. Ed Torino. Caracas, Venezuela.
- Zúñiga R. 2002 Corredor biológico mesoamericano: Una plataforma para el desarrollo sostenible regional. Proyecto para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. Serie técnica 01. Comision Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Managua, Nicaragua



República Bolivariana de Venezuela
 Ministerio del Poder Popular para el Ambiente
 Dirección General de Bosques
 Instituto Forestal Latinoamericano

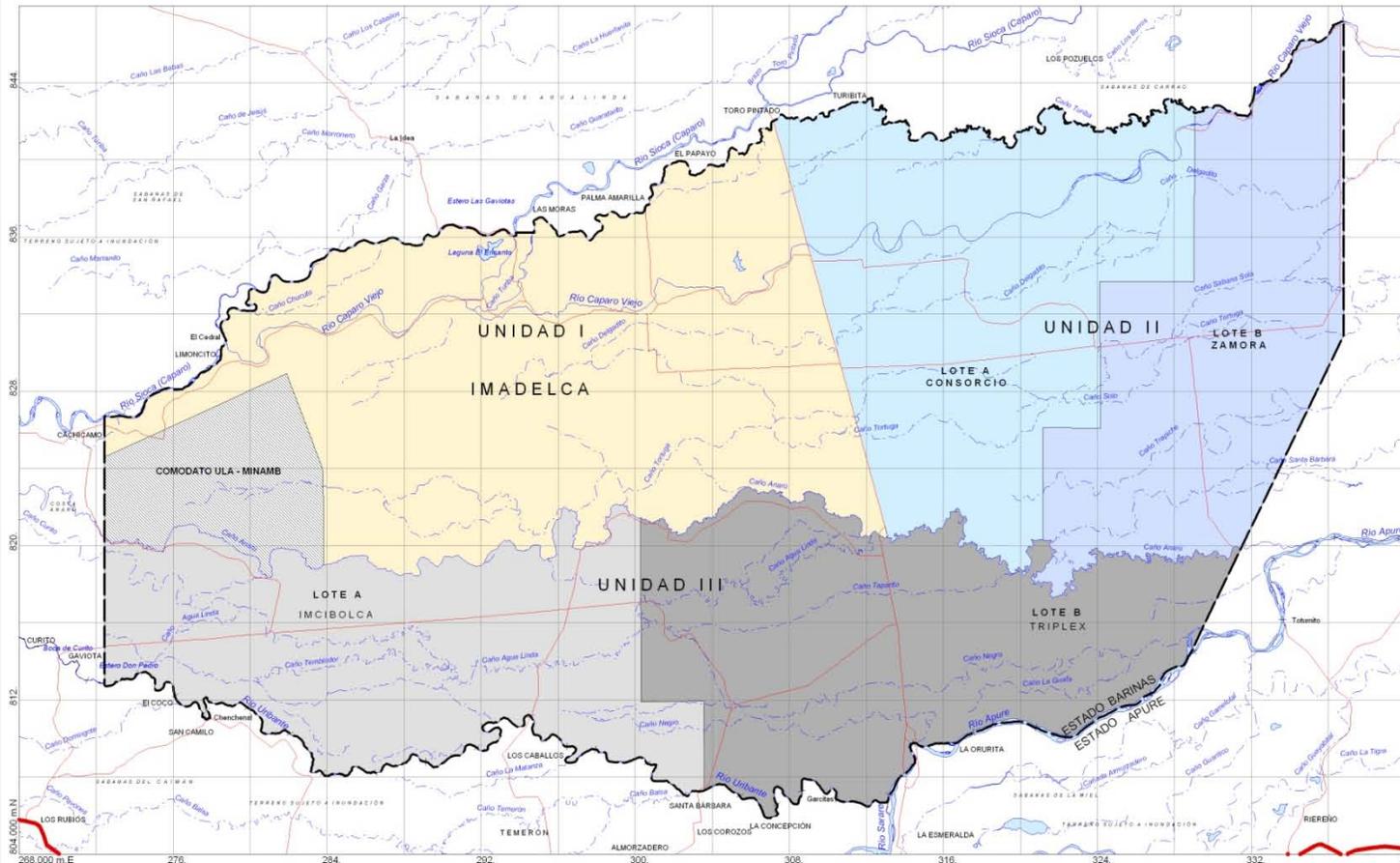
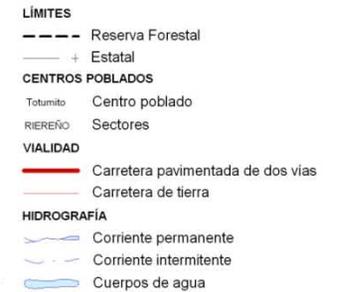
RESERVA FORESTAL CAPARO (Estado Barinas)

DIAGNÓSTICO FÍSICO - NATURAL - SOCIOECONÓMICO

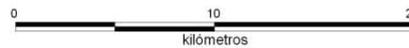
UNIDADES DE MANEJO FORESTAL



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

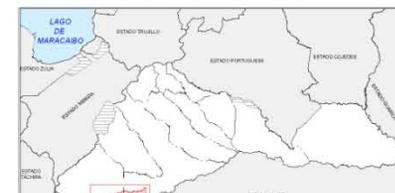


Proyección Universal Transverse Mercator (UTM), Huso 19. Sistema de Referencia REGVEN - SIRGAS
 Elipsoide Internacional WGS 84. Las líneas numeradas indican las cuadrículas UTM, con espaciado de 4.000 mts.
 Los tres últimos números de la cuadrícula han sido omitidos.



Fuente: M.A.B.N.R. Dirección General Sectorial de Administración del Ambiente

SITUACIÓN RELATIVA REGIONAL



SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL



Anexo1) Ubicación de las unidades de la RFC. IFLA (2008)



Gestión ambiental compartida
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE BOSQUES
INSTITUTO FORESTAL LATINOAMERICANO

RESERVA FORESTAL CAPARO (Estado Barinas)

DIAGNÓSTICO FÍSICO - NATURAL - SOCIOECONÓMICO

DIVISIÓN POLÍTICO-TERRITORIAL PARROQUIAL

- Parroquial
- Estatal
- - - Reserva Forestal

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CENTROS POBLADOS

Tufamulo Centro poblado

RIERENO Sectores

VIALIDAD

Carretera pavimentada de dos vías

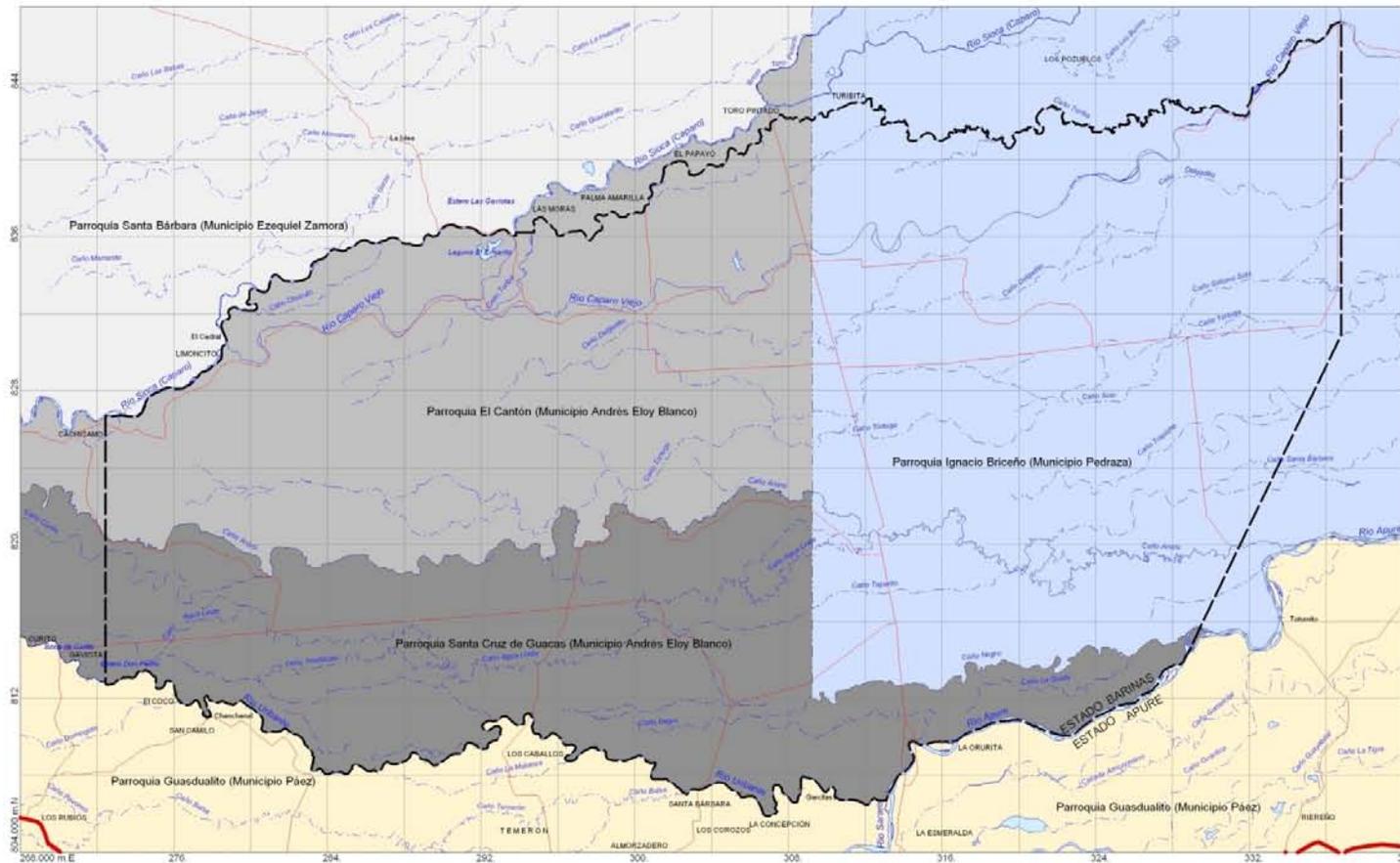
Carretera de tierra

HIDROGRAFÍA

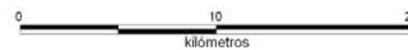
Corriente permanente

Corriente intermitente

Cuerpos de agua



Proyección Universal Transversa Mercator (UTM), Huso 10. Sistema de Referencia REGION - SIRGAS
Elipsoide Internacional WGS 84. Las líneas numeradas indican las cuadrículas UTM, con espaciamiento de 4 000 mts.
Los tres últimos números de la cuadrícula han sido omitidos.



SITUACIÓN RELATIVA REGIONAL



SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL





REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
 MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL AMBIENTE
 DIRECCIÓN GENERAL DE BOSQUES
 INSTITUTO FORESTAL LATINOAMERICANO

RESERVA FORESTAL CAPARO (Estado Barinas)

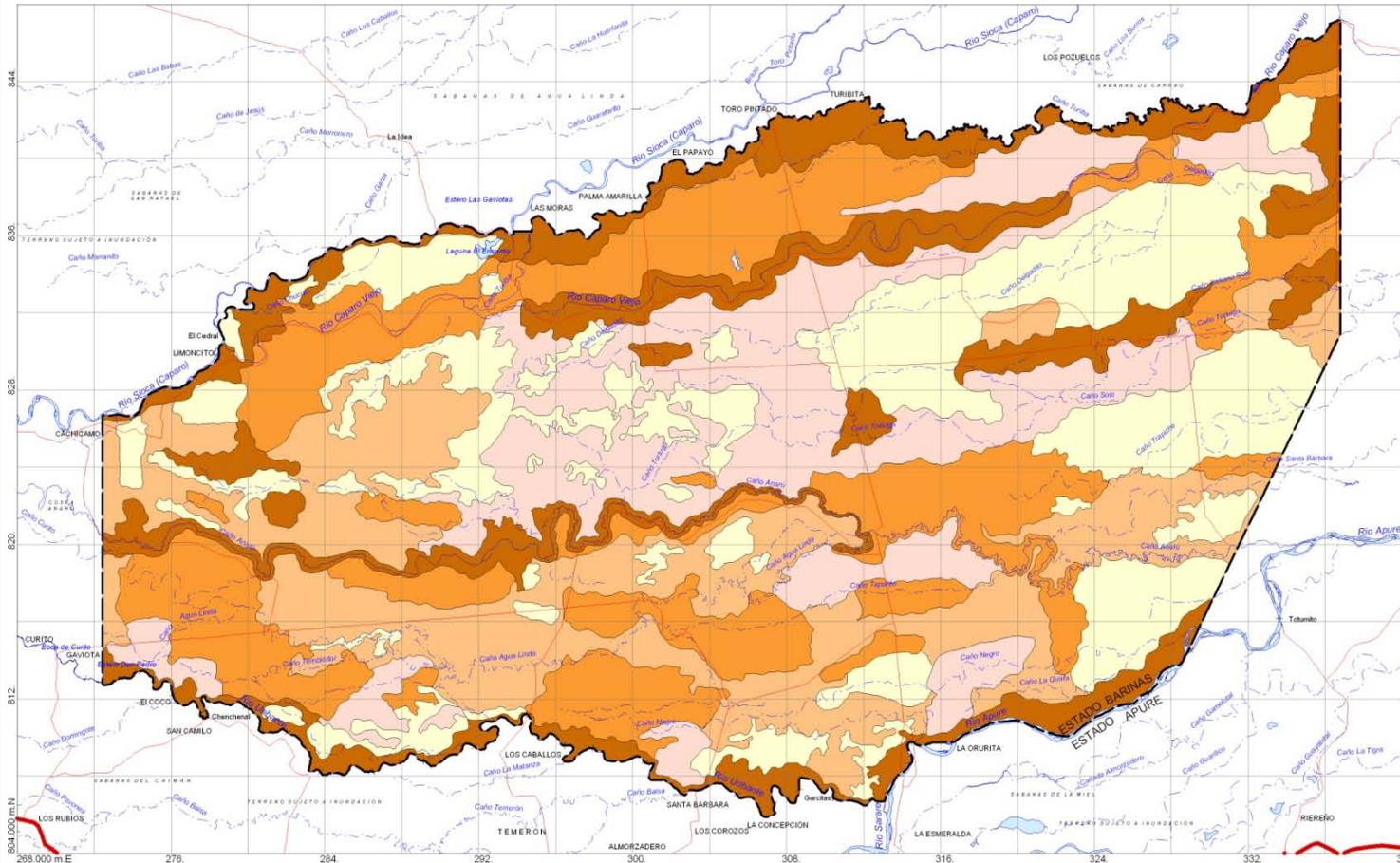
DIAGNÓSTICO FÍSICO - NATURAL - SOCIOECONÓMICO

UNIDADES DE SUELOS

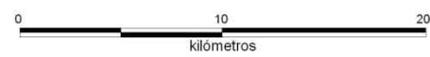
- Banco
- Sub-banco
- Bajío 1
- Bajío 2
- Bajío 3

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

- LÍMITES**
- Reserva Forestal
 - Estatal
- CENTROS POBLADOS**
- Totumito Centro poblado
 - RIEREÑO Sectores
- VIALIDAD**
- Carretera pavimentada de dos vías
 - Carretera de tierra
- HIDROGRAFÍA**
- Corriente permanente
 - Corriente intermitente
 - Cuerpos de agua



Proyección Universal Transverse Mercator (UTM), Huso 19; Sistema de Referencia REGVEN - SIRGAS
 Elipsoide Internacional WGS 84. Las líneas numeradas indican las cuadrículas UTM, con espaciamiento de 4.000 mts.
 Los tres últimos números de la cuadrícula han sido omitidos.



SITUACIÓN RELATIVA REGIONAL



SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL



RESERVA FORESTAL CAPARO (Estado Barinas)

DIAGNÓSTICO FÍSICO - NATURAL - SOCIOECONÓMICO

ACCESIBILIDAD E INFRAESTRUCTURA

- Escuela
- ⊕ Ambulatorio
- ⊕ Iglesia
- ⊕ Bodega
- △ Campamento
- ▲ Vivero
- ★ Cooperativa
- ⊕ Embarcadero
- ⊕ Pista de aterrizaje
- ⊕ Centro de recreación
- ⊕ Centro de acopio de leche

VIALIDAD

- Carretera pavimentada de dos vías
- Carretera de tierra
- Sendero o pica
- Puente
- Puerto de gabarra

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

LÍMITES

- Reserva Forestal
- Estatal

CENTROS POBLADOS

- ⊕ Totumito Centro poblado
- RIEREÑO Sectores

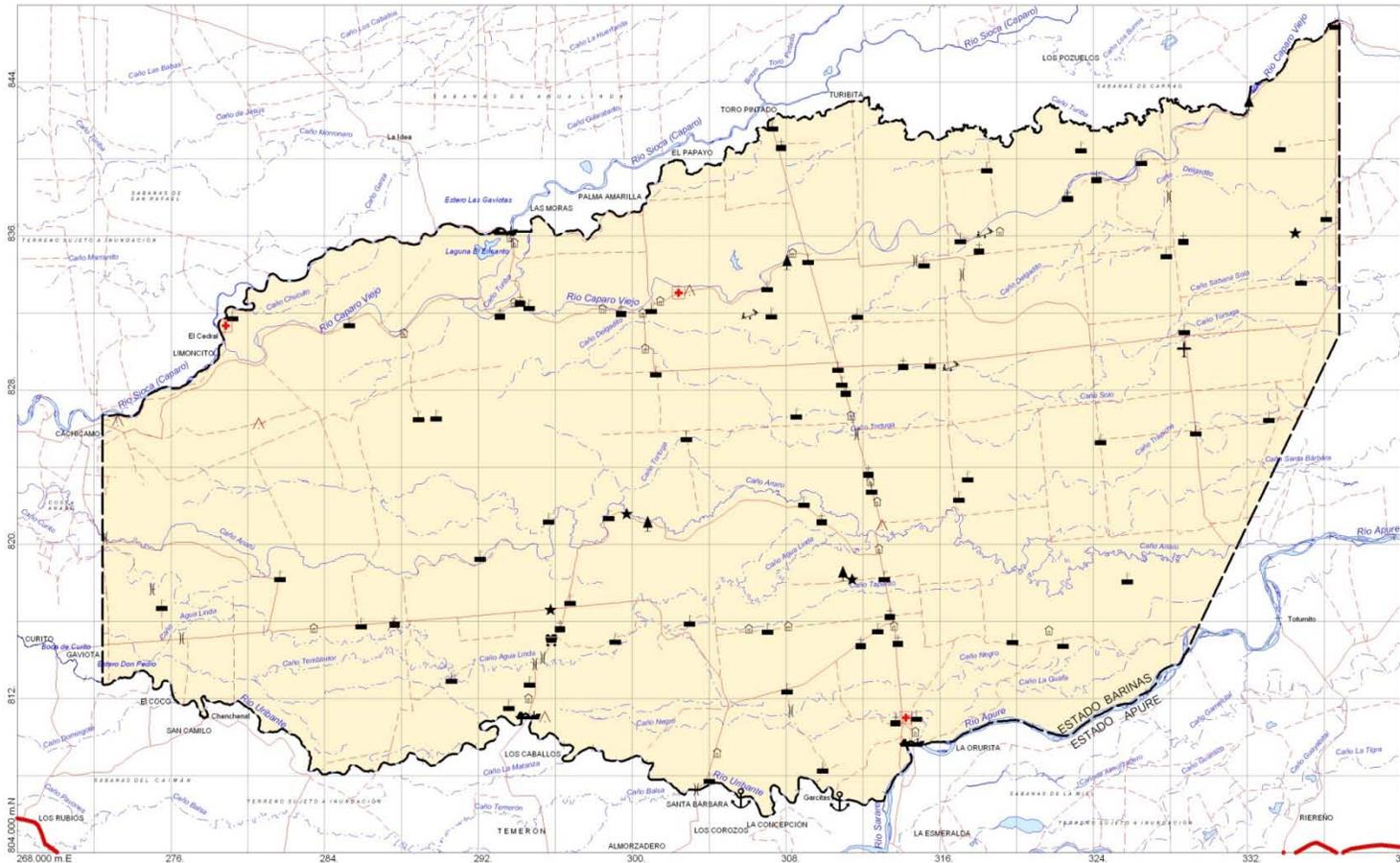
HIDROGRAFÍA

- Corriente permanente
- Corriente intermitente
- Cuerpos de agua

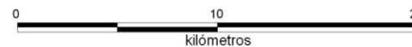
SITUACIÓN RELATIVA REGIONAL

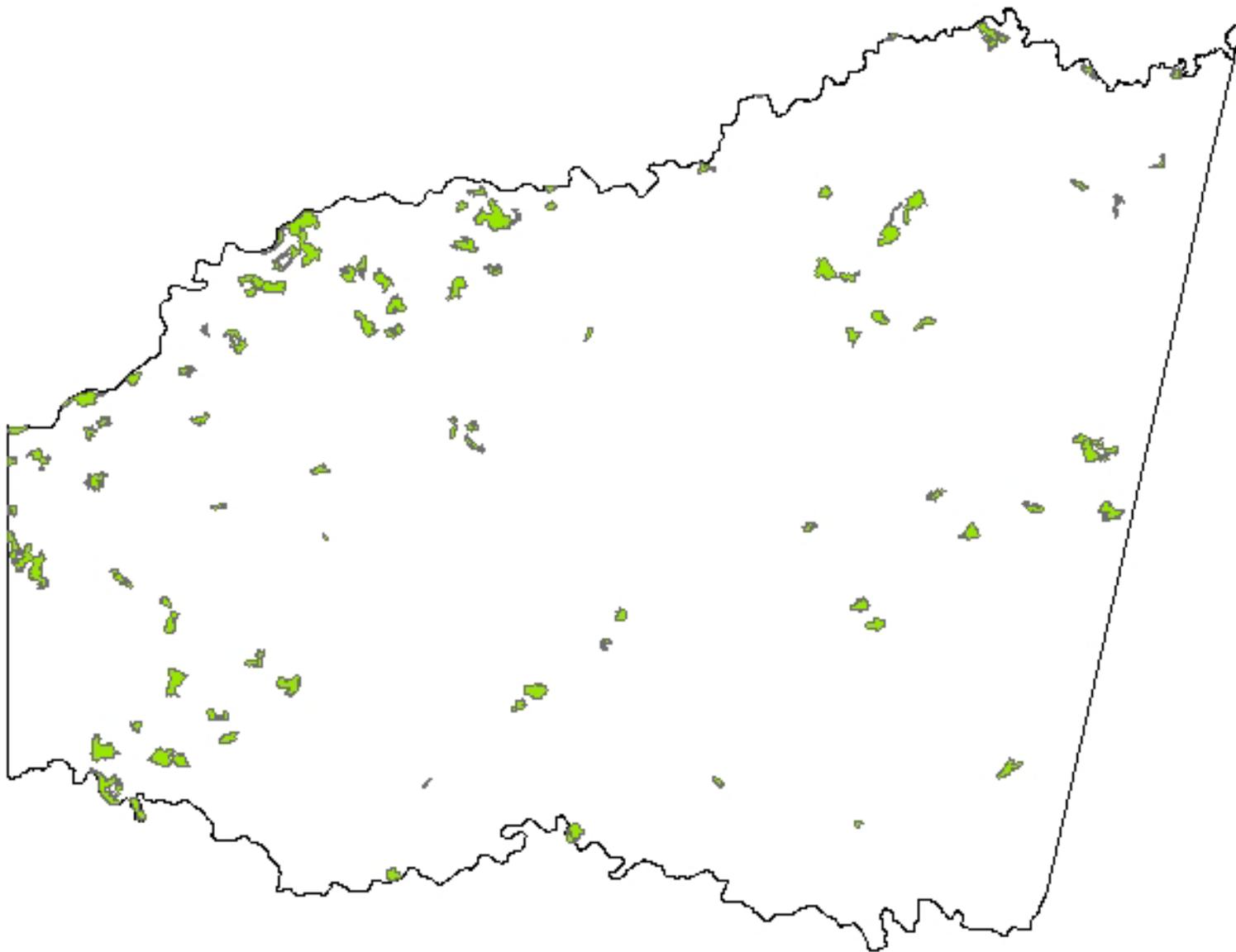


SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL



Proyección Universal Transverse Mercator (UTM), Huso 19, Sistema de Referencia REGVEN - SIRGAS
Elipsoide Internacional WGS 84. Las líneas numeradas indican las cuadrículas UTM, con espaciamento de 4.000 mts.
Los tres últimos números de la cuadrícula han sido omitidos.





Anexo 6) Parches de bosque secundarios mayores a 2 ha (Imagen representativa de los parches en color verde)