



**COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS**

**REGION FRONTERA SUR, ISTMO Y
PACIFICO SUR**



**CONSULTORÍAS INTEGRALES PARA EL
DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE S. C.**

**INFORME: “ESTUDIO DE LAS TASAS
DE TRANSFORMACIÓN DE LOS
ECOSISTEMAS EN EL PARQUE
NACIONAL CAÑÓN DEL SUMIDERO”**

CONTRATO No. CONANP/DRFSIPS/AD-ES-008/2009

**M. en C. César M. Velázquez Hernández
Responsable**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, noviembre de 2009

Nombre del estudio

Estudio de las tasas de transformación de los ecosistemas en el Parque Nacional “Cañón del Sumidero”.

Justificación

La CONANP desarrolló a partir del 2000 el interés por conocer la dinámica de cambio en la cobertura vegetal en las ANP federales a partir del análisis de imágenes de satélite de diferentes épocas. En primera instancia fueron consideradas las ANP que se encuentran dentro del fondo de Áreas Naturales Protegidas como parte de los indicadores de impacto debido principalmente a que se consideraba como uno de los indicadores de la medición de avance de las áreas que se encuentran en este programa. Para este trabajo se utilizaron imágenes de satélite Landsat de los sensores MSS, TM y ETM.

Como única forma de conocer el impacto de las acciones de manejo del Parque Nacional Cañón del Sumidero, se realizará el estudio conocido científicamente como análisis de Tasas de transformación de lo ecosistemas

Objetivo general

Contar con un diagnóstico sobre las tasas de transformación de los ecosistemas del Parque Nacional Cañón del Sumidero, de los ecosistemas, la biodiversidad susceptible y competencia de uso.

Objetivos específicos

- Desarrollar la cartografía de la cobertura vegetal al interior del polígono del Parque Nacional Cañón del Sumidero en una meta de largo plazo.
- Elaborar un mapa geo referenciado del estado que guarda la cobertura vegetal del 2009.
- Desarrollar la localización por uso de suelo y tipo de vegetación.
- Elaborar informe final.

Alcance:

El estudio de las tasas de transformación de la vegetación y los ecosistemas del Parque Nacional Cañón del Sumidero permitirá en el corto, mediano y largo plazos, orientar acciones de restauración y conservación de los recursos naturales del Parque, así como orientar las sinergias interinstitucionales a fin de corregir de manera conjunta, los objetivos de la ley en materia ambiental.

Antecedentes

En el Parque Nacional “Cañón del Sumidero”, a partir de su decreto en el año de 1980, se han realizado múltiples estudios de investigación sobre diversas especies de flora y fauna que proporcionan una idea del estatus que guardan.

De manera complementaria, el estudio comparativo de las tasas de transformación que se realizó, permitió evaluar de manera espacial el impacto de los diferentes proyectos de desarrollo sustentable que se ejecutan en el Parque.

Metodología

Corrección de imagen de satélite.

Se procesaron dos imágenes de satélite Spot 5 Multiespectral 4 bandas (1 green, 2 red, 3 InfraRed, 4IRSW) con una resolución espacial de 10m, con un nivel de procesamiento del sensor 1^a, una de fecha 2004 (año 1) y del 2009 (año 2).

La corrección geométrica se realizó en Erdas Imagine, se empleó el modelo geométrico Spot, el cual utiliza un modelo digital de elevación para tomar en cuenta las variaciones topográficas, así como la curvatura de la tierra, mediante este método se obtiene un error medio cuadrático de menos 1 pixel, lo cual significa un alto grado de precisión en la corrección.

Se emplearon 100 puntos de control tomados de una imagen Landsat TM 2003, híbrida referenciada por la NASA, para las coordenadas X y Y, para los datos de altitud se utiliza un modelo digital de elevación de la base de datos INEGI, estos modelos están hechos a cada 30m y a una escala de 1:50 000.

Se trabajó además una orto rectificación con el módulo leica photogrammetry de Erdas Imagine. Obteniendo los niveles de radianza del sensor spot para el posterior análisis espectral de cada una de las bandas.

Los parámetros de proyección usados fueron: Proyección UTM, Zona UTM 15 Norte, Datum horizontal WGS84, esferoide WGS84.

Clasificación

La Clasificación Digital corresponde a la etapa más importante del trabajo y, consiste básicamente en dividir el conjunto de píxeles que componen la imagen en clases temáticas, previamente definidas o por definir, según sea el método clasificatorio que se decida utilizar, dicho de otra forma, llevar valores digitales (0-

255..n) de una imagen a categorías temáticas nominales (bosque, pastizales, urbano, etc.) u ordinales (bosque cobertura >60%, 60-40%, < 40%).

Es importante comentar que para la clasificación correcta de las coberturas vegetales, en la medida de lo posible, utilizar imágenes tomadas en época de secas.

Durante la clasificación digital se requiere la adopción de métodos que incorporen reglas de decisión, los cuales se pueden agrupar en dos grandes categorías; los supervisados y los no supervisados (Chuvieco, 2002).

La diferencia fundamental entre ambos métodos es que, en el caso de los primeros, se requiere necesariamente un conocimiento previo y muy preciso de las clases de información a clasificar; mientras que en los no supervisados, la segmentación de las clases espectrales se obtiene con base a un procedimiento estadístico, lo cual genera clases estadísticas, las que posteriormente, deberán ser asignadas a clases o categorías de información de acuerdo con antecedentes de terreno.

Características de una clasificación:

- La clasificación de una imagen categoriza los píxeles en clases, produciendo así una representación temática.
- La clasificación se puede realizar con un canal o con varios canales de la imagen para separar áreas según sus diferentes características de reflexión o espectrales.
- Los datos clasificados se pueden usar en mapas temáticos. Dichos mapas pueden ser incorporados a un GIS o a un análisis digital.
- Los mapas temáticos dan un resumen interpretable de las clases, lo que permite a los analistas asociar las capacidades de detección de las imágenes SAR con las características del terreno.
- Los procedimientos para clasificar una imagen digital pueden ser supervisados o no supervisados (agrupación).

Clasificación Supervisada

En la clasificación supervisada, el usuario define los campos de entrenamiento para las diferentes categorías que quedarán agrupadas de acuerdo a sus respuestas espectrales para que posteriormente le sea asignada una etiqueta a cada grupo (Rogan y Chen, 2004).

En este caso se dispone de un conjunto de observaciones multivariadas, para las cuales se conocen a priori las clases a las que pertenecen, es decir la variable respuesta está definida.

Fase de Entrenamiento

Consiste en la caracterización de las clases de información de acuerdo con patrones de reconocimiento del terreno. Se trata de delimitar parcelas de muestreo (polígonos), en donde los píxeles que las componen, se suponen representativos de cada una de las categorías de información que se desea identificar. Es un ejemplo de problema inverso: con base a las características espectrales que tiene un píxel desconocido se le asigna una categoría temática.

Fase de Asignación

Definidas las clases y sus respectivas parcelas de muestreo, es necesario encontrar una función matemática dentro de los métodos supervisados, para proceder a la asignación de los píxeles de la imagen a cada una de las categorías.

Características de una clasificación supervisada:

- La clasificación supervisada requiere que el analista de las imágenes “entrene” a la computadora sobre cómo reconocer un conjunto de píxeles con señales características muy semejantes.
- Comprende tres elementos: selección del área de entrenamiento, clasificación y análisis post clasificación y evaluación de la exactitud.
- Entrenamiento supervisado, el usuario es el encargado de escoger manualmente el conjunto de muestras inicial. Para ello es necesario un conocimiento previo por parte del usuario del área objeto de estudio.
- El analista determina el plan de clasificación más apropiado para cumplir con los objetivos y aplica su conocimiento del sitio durante el proceso de entrenamiento.
- Durante la clasificación, cada píxel es comparado con cada una de las características de la clase.
- La computadora ejecuta la comparación mediante un algoritmo de clasificación predeterminado.
- Los clasificadores más comunes utilizados en los procesos de percepción remota son: Clasificador de Distancia Mínima (a Promedios), o MDC; Clasificador de Paralelepípedos, o PC; Clasificador de Máxima Verosimilitud, o MLC.
- Una vez que un píxel ha sido asignado a una clase, se le asigna el valor de la clase en la célula correspondiente a la imagen “clasificada”.

Detección de cambio en la cobertura de uso de suelo y vegetación

La detección de cambio en la cubierta vegetal, tiene como objetivo analizar que rasgos presentes en un determinado territorio se han modificado entre dos o más fechas, haciendo referencia al tipo de transformación.

La cuantificación de cambio resulta de la diferencia, mediante sobreposición cartográfica, entre los mapas de cobertura de una fecha base y una fecha a comparar, de ello resulta una matriz de transición, con un valor de cada clase que ha cambiado (más dinámicas), y una indicación de aquellas clases que no han cambiado (más estables). También se deriva una evaluación de clases de cobertura y uso atractoras de territorio de otras clases y de cobertura que pierden territorio con otras clases (UNAM, 2000).

El cruce de los mapas se realizará en el SIG Arcinfo. Del mapa de cambio se exportará la base de datos a un archivo *.dbf del cual se obtendrán datos de superficie total por categoría y la diferencia de superficie entre clases de una fecha a otra.

De acuerdo con Ramírez y Zubieta (2005), se maneja la siguiente matriz de transición que incluye la reagrupación de categorías de acuerdo al tipo de transformación al que hayan sido sometidos dentro del periodo:

- Deforestación. Pérdida del arbolado, denso o abierto, por cambio a usos No Forestales.
- Perturbación. Pérdida o aclarado del arbolado sin cambio en el uso de suelo.
- Recuperación. Restablecimiento de arbolado denso sobre áreas perturbadas, aclaradas o de vegetación arbustiva.
- Revegetación. Establecimiento de vegetación secundaria por abandono de parcelas agrícolas, pecuarias o vegetación recuperada después de algún evento de rápida transformación sobre la cobertura vegetal (áreas afectadas por incendios, deslaves, inundaciones, etc).
- Crecimiento urbano. Incremento de la superficie ocupada por áreas habitacionales o industriales.

Cambios en nivel del agua. Aumento o descenso en el nivel de los cuerpos de agua.

- Vegetación conservada sin cambio.
- Vegetación perturbada sin cambio.
- Usos agropecuarios sin cambio.
- Otras cubiertas sin cambio.

Cálculo de la Tasa de Transformación

La detección de cambios es el proceso para identificar diferencias en el estado de un objeto o fenómeno observado en un periodo de tiempo (Singh 1989). En general, la detección de cambios envuelve la aplicación de datos multi-temporales, a los cuales se analizan cuantitativamente los efectos temporales de algún fenómeno.

Los tipos de vegetación registrados por fecha de cada ANP, se agruparán en vegetación forestal y vegetación no forestal. La primera contiene al conjunto de plantas dominadas por especies arbóreas, arbustivas o crasas, que crecen y se desarrollan en forma natural formando bosques, selvas y vegetación de zonas áridas (SEMARNAP, Ley Forestal, 1997) y la segunda agrupa los usos de suelo derivados de actividades antrópicas y/o desastres naturales.

Con base a la información obtenida, de la agrupación de los tipos de vegetación, y tomando como base la superficie terrestre de la reserva, se calculará la tasa de transformación del hábitat de acuerdo a la ecuación utilizada por la FAO (1996), citada por Bocco et al, 2001, expresada de la siguiente manera:

$$\delta n = (S2/S1)^{1/n} - 1$$

Donde:

δ = tasa de cambio (para expresar en %, multiplicar por 100)

S1 = superficie forestal, al inicio del periodo

S2 = superficie forestal, al final del periodo

n = número de años entre las dos fechas

Resultados finales

Las imágenes Spot 5, fueron cortadas de acuerdo a un buffer realizado a la poligonal del parque, para así poder tener un área de influencia del área de estudio. (Fig. 1 y Fig. 2).

Como parte de la interpretación para generar las cobertura de uso de suelo y vegetación de los dos años se realizó una clasificación supervisada en Erdas Imagine 9.3, estableciendo zonas de entrenamiento con una unidad minina cartografiada de 1 ha.

Las categorías a clasificar fueron las siguientes:

Uso de suelo y vegetación	Clave
Bosque de Pino	p
Bosque de Encino	e
Selva Mediana Subcaducifolia	sms
Selva Baja Caducifolia	sbc
Vegetación Secundaria	vs
Pastizal Inducido	pi
Sin Vegetación aparente	sva
Asentamientos Humanos	ah
Sombra	s
Cuerpo de Agua	ca

Se monitorearon las firmas espectrales generando una matriz de error, en Erdas Imagine 9.3, para evitar la mezcla entre las clases.

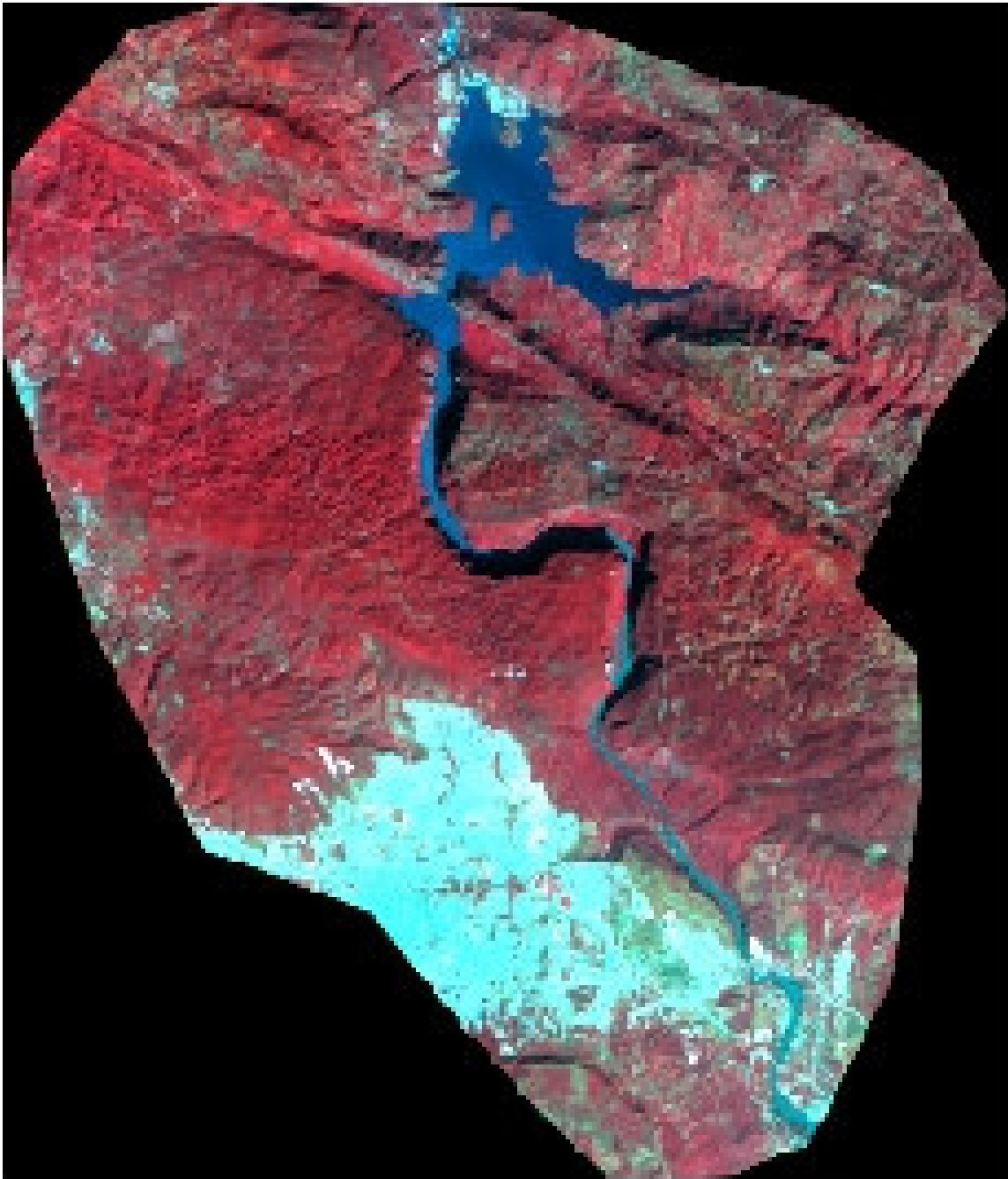


Fig. 1 Corte de imagen Spot 5 2005, del área de estudio.

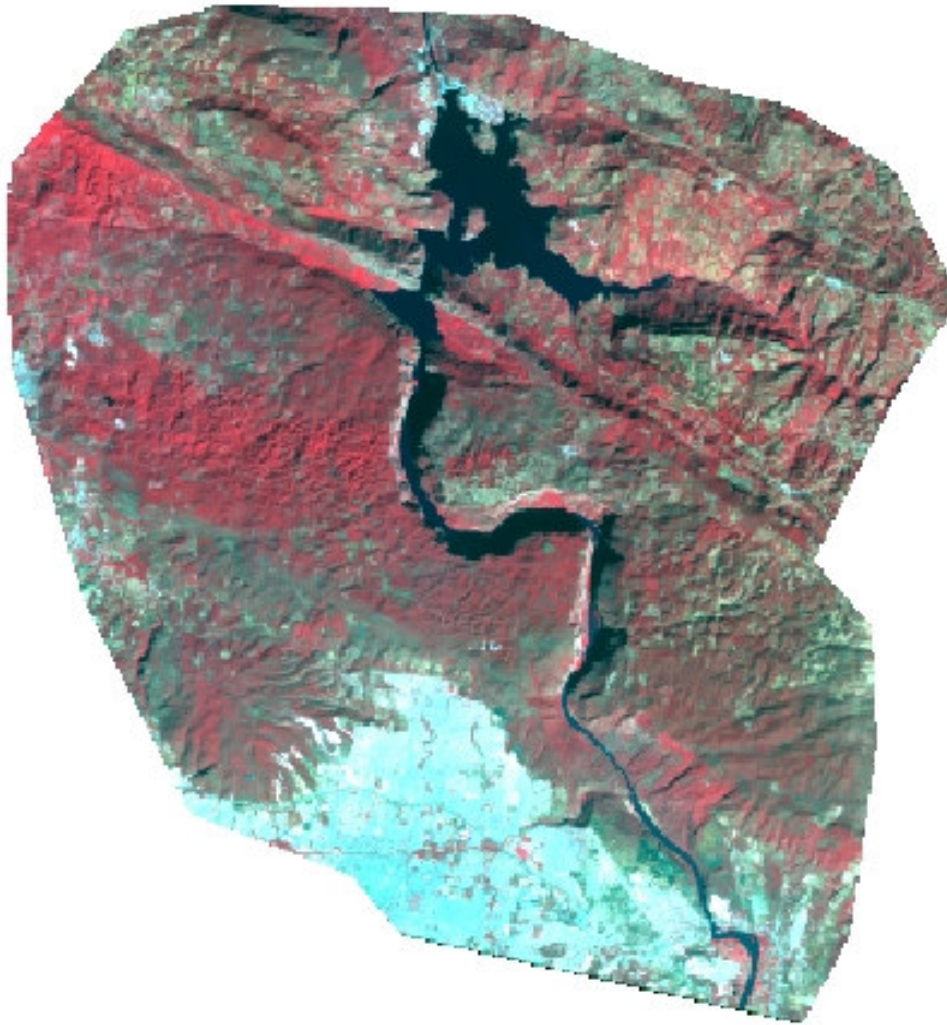


Fig. 2 Corte de imagen Spot 5 2009, del área de estudio.

Como resultado de este proceso se obtuvieron dos archivo raster los cual fueron exportados a formato vector para limpieza topológica en el software ArcInfo. Posterior a este proceso, el archivo se trabajo en ArcGIS ver. 9.3 para obtener la base de datos de esta cobertura así como las superficies por cada categoría clasificada.

Como resultado de este proceso se cuenta con dos archivos en formato Shape a los cuales se cuantificó las superficies de cada una de las categorías y la distribución espacial (Fig. 3 y Fig.4) de las mismas, correspondientes a la poligonal de decreto del parque:

Fig. 3. Mapa de uso de suelo y vegetación 2005.

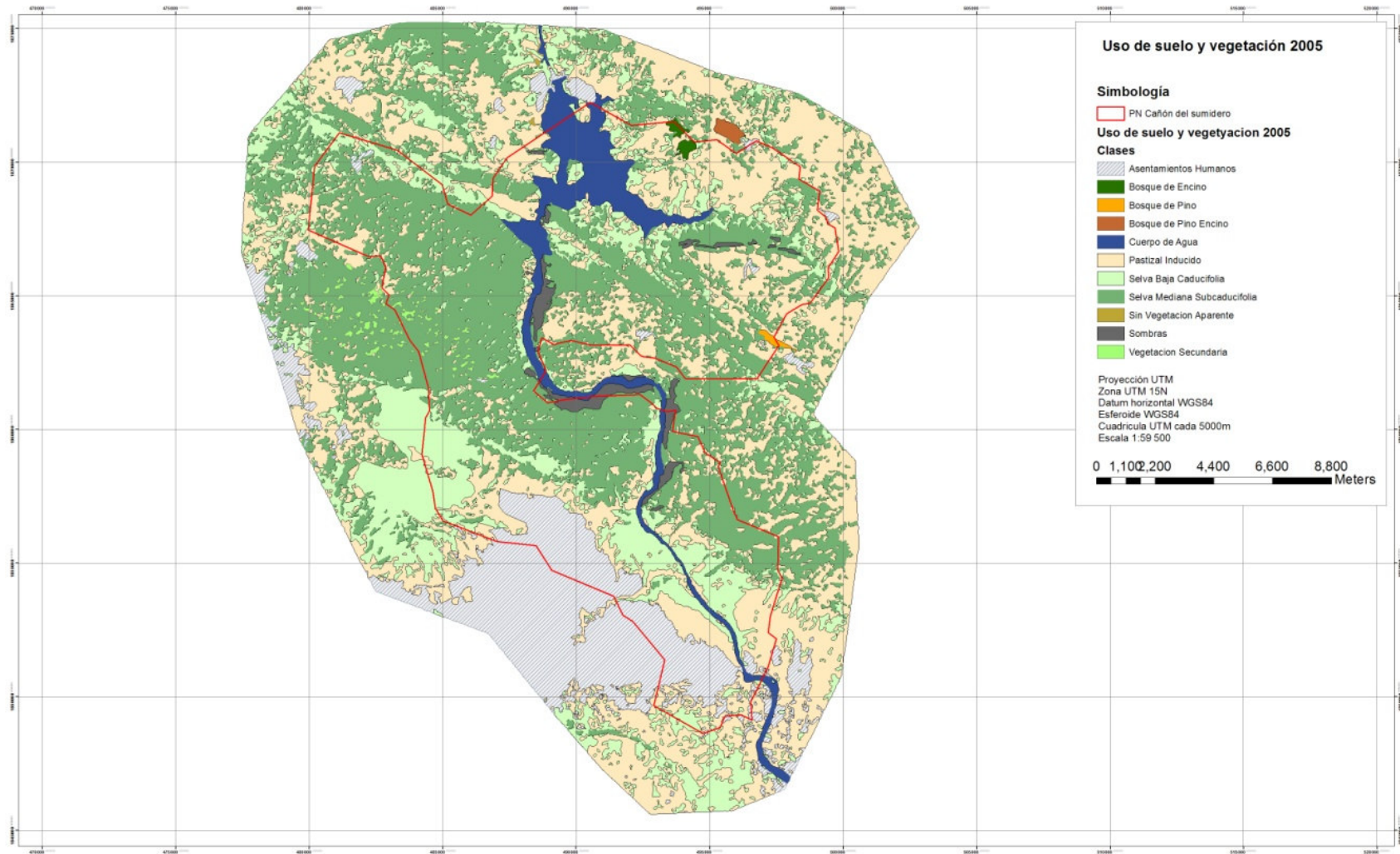
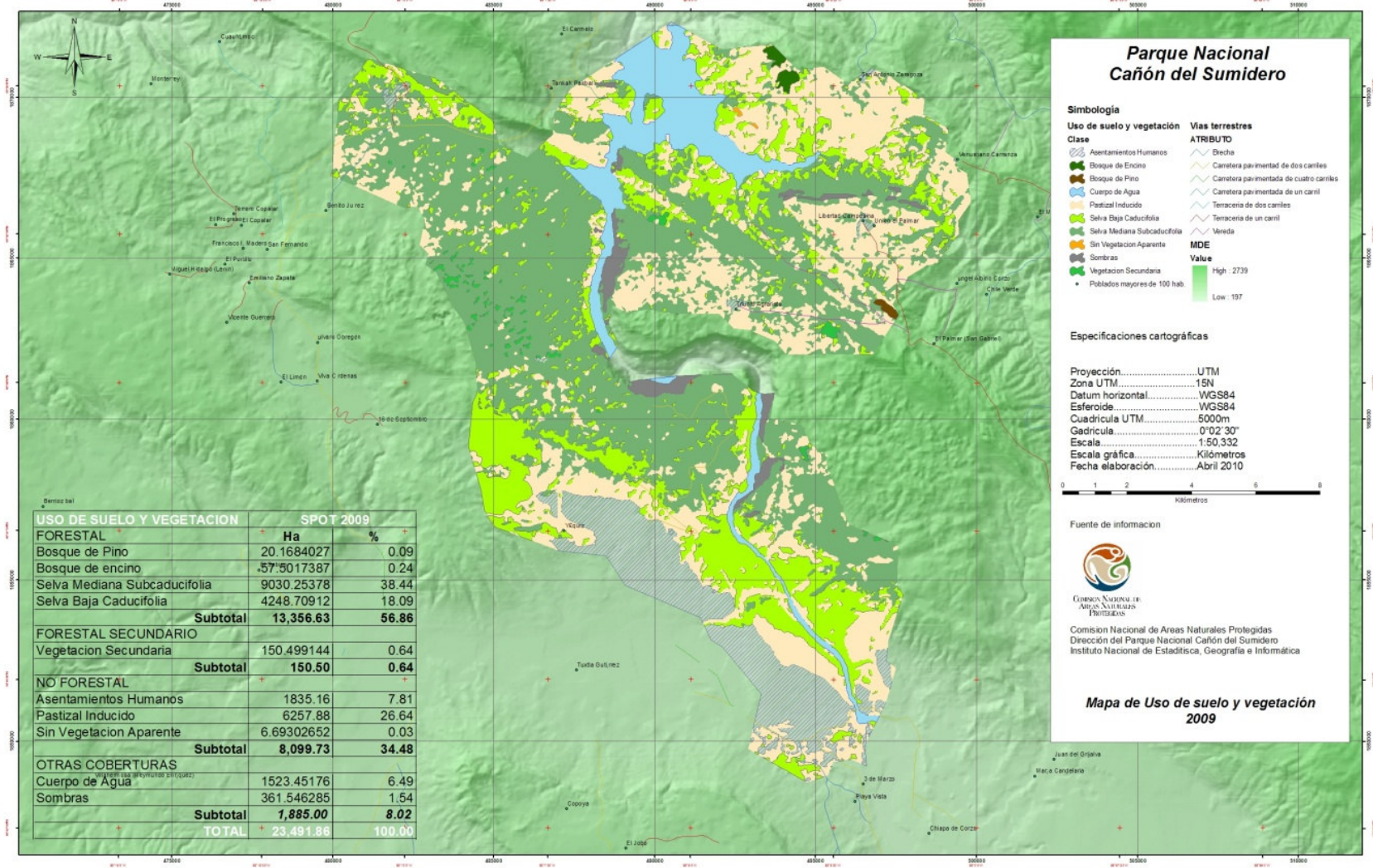


Fig. 4. Mapa de uso de suelo y vegetación 2009.



Las clases de uso de suelo y vegetación fueron clasificadas en uso forestal, forestal secundario, no forestal y otras coberturas, obteniendo como resultados los siguientes datos:

USO DE SUELO Y VEGETACION	SPOT 2005		SPOT 2009	
FORESTAL	Ha	%	Ha	%
Bosque de Pino	20.16840267	0.09	20.16840267	0.09
Bosque de encino	57.50173871	0.24	57.50173871	0.24
Selva Mediana Subcaducifolia	9120.100226	38.82	9030.253783	38.44
Selva Baja Caducifolia	4274.381444	18.20	4248.709119	18.09
Subtotal	13,472.15	57.35	13,356.63	56.86
FORESTAL SECUNDARIO				
Vegetación Secundaria	90.84393752	0.39	150.499144	0.64
Subtotal	90.84	0.39	150.50	0.64
NO FORESTAL				
Asentamientos Humanos	1780.086504	7.58	1835.16	7.81
Pastizal Inducido	6263.769684	26.66	6257.88	26.64
Sin Vegetación Aparente			6.69302652	0.03
Subtotal	8,043.86	34.24	8,099.73	34.48
OTRAS COBERTURAS				
Cuerpo de Agua	1523.451759	6.49	1523.451759	6.49
Sombras	361.5462847	1.54	361.5462847	1.54
Subtotal	1,885.00	8.02	1,885.00	8.02
TOTAL	23,491.85	100.00	23,491.86	100.00

Estos valores de superficies fueron comparados en una matriz de cambio de uso que describe el comportamiento de la transformación que sufrieron cada una de las categorías, sean estos cambios de deforestación, perturbación, recuperación, revegetación o rotación según sea el caso.

Matriz de cambio	SPOT 2009									
	Area Sin Vegetacion Aparente	de Bosque Pino	de Bosque Encino	de Selva mediana subcaducifolia	de Selva baja caducifolia	de Vegetación secundaria	de Asentamientos Humanos	de Pastizal Inducido	de Cuerpo Agua	Total 2005
Area Sin Vegetacion Aparente	0.00									
Bosque de Pino		20.17								20.17
Bosque de Encino			57.50							57.50
Selva mediana subcaducifolia				9030.25				89.76		9,120.01
Selva baja caducifolia					4248.71		25.77			4,274.48
Vegetación secundaria						90.84				90.84
Asentamientos Humanos							1780.08			1,780.08
Pastizal Inducido	6.69					59.65	29.31	6168.12		6,263.77
Cuerpo de Agua									1523	1,523.45
Total 2005	6.69	20.17	57.50	9,030.25	4,248.71	150.49	1,835.16	6,257.88	1523	

Deforestación
Perturbación
Recuperación
Revegetación
Rotación

De estos datos se tomaron los usos forestales y no forestales para estimar la tasa de transformación del ecosistema de acuerdo a la metodología antes descrita y se obtuvo una tasa anual de 0.10% de cambio según las siguientes tablas:

	Forestal	%	No Forestal	%	Transformación en el período de vegetación forestal	no	Ha/año en el período
SUPERFICIE ORIGINAL	23,130						
2004	13,563	58.64	8,044	34.78			
2005	13,507	58.40	8,100	35.02	55.88		55.88

Período	s1	s2	Cambio(HA)	Año	Tasa de cambio	(%) Tasa de cambio anual
2004-2005	13,563	13,507	-55.86	4	0.0010	0.10