

LA DEFORESTACIÓN HISTÓRICA EN EL PAISAJE YAVARÍ - SAMIRIA: RESULTADOS PRELIMINARES

Armando Mercado

CONTRIBUCIONES No.6

LA DEFORESTACIÓN HISTÓRICA EN EL PAISAJE YAVARÍ-SAMIRIA: RESULTADOS PRELIMINARES

Armando Mercado

Wildlife Conservation Society
15 de Enero 591, Urb. San Antonio
Lima 18
Peru
amercado@wcs.org
wcsperu@wcs.org



Edición General: Wildlife Conservation Society
Diseño y Diagramación: Micaela Varese Zimic
Carátula: ©M.Antúnez/WCS
Todas las tablas y figuras han sido creadas usando datos de WCS.

Citación: Mercado, A. 2012. La deforestación histórica en el paisaje Yavará - Samiria: Resultados preliminares. Serie Colaboraciones. Wildlife Conservation Society, Lima, Perú.

Esta publicación fue terminada en Noviembre del 2012.

©Wildlife Conservation Society

15 de Enero 591, Urb. San Antonio, Lima 18 - Perú
Teléfonos: (511) 4474095, 4464947
wcsperu@wcs.org
www.wcsperu.org

GORDON AND BETTY
MOORE
FOUNDATION

Esta publicación ha sido financiada por la Gordon and Betty Moore Foundation.
Visite www.moore.org

INDICE

1. Introducción	3
2. Resumen	5
3. Antecedentes	7
4. Objetivos	8
4.1 Objetivo general	8
4.2 Objetivos específicos	8
5. Áreas de estudio	9
5.1 Ubicación, extensión y límites RN Pacaya Samiria	10
5.2 Ubicación, extensión y límites del ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo	11
5.3 Ubicación, extensión y límites transecto cuenca del Río Yavarí Mirín	11
6. Materiales y metodología	13
6.1 Materiales	13
6.1.1. Datos disponibles	13
6.1.2. Sensoramiento remoto	13
6.1.3. Software	14
6.2 Metodología	14
7. Resultados	18
7.1 Tendencias en los cambios de uso del suelo	18
7.2 Sector 1: Tendencias en los cambios de uso del suelo en la reserva nacional pacaya samiria y su zona de influencia (efecto de borde) de cinco kilómetros.	18
7.3 Patrones y tendencias de la deforestación en la Reserva Nacional Pacaya Samiria y su zona de influencia de cinco kilómetros.	21
7.4 Sector 2: Tendencias en los cambios de uso del suelo en el Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento	23
7.5 Patrones y tendencias de la deforestación en el Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento	26
7.6 Sector 3: Tendencias en los cambios de uso del suelo en un transecto de la cuenca del Río Yavarí Mirín	28
7.7 Patrones y tendencias de la deforestación en un transecto de la cuenca del Río Yavarí Mirín	30
8. Conclusiones	33
9. Recomendaciones	34
10. Referencias bibliográficas	35
11. Anexos	36
Anexo 1	36
Anexo 2	37

1. INTRODUCCIÓN

La Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS¹), en el marco del proyecto Protected area monitoring and effective management in Amazonian Landscapes financiado por la Fundación Gordon & Betty Moore, definió como uno de sus objetivos evaluar los cambios en el uso del suelo y deforestación en dos áreas protegidas (Pacaya Samiria y Tamshiyacu Tahuayo) y en un transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín, todos ellos situados geográficamente en la región Loreto - Perú.

Las Áreas Protegidas no son unidades aisladas, sino que están vinculadas a su entorno geográfico por factores ecológicos, económicos, políticos y culturales.

Las Áreas Protegidas no son unidades aisladas, sino que están vinculadas a su entorno geográfico por factores ecológicos, económicos, políticos y culturales. Esto obliga a que su manejo quede incluido en planes regionales de desarrollo conjuntamente con sus Zonas de Amortiguamiento. Los grupos de población establecidos dentro y alrededor de las áreas protegidas constituyen una oportunidad, pero también un desafío para su conservación (Sayer 1991; Amend & Amend 1994; UICN 1994; Martín 1996; Sherbinn & Freudenberg 1998). Para ello, es imprescindible un buen conocimiento de la realidad natural y social del área de estudio, lo cual incluye la distribución de los tipos de cobertura y usos del suelo en el territorio correspondiente y en un momento determinado (Tiempo - Espacio). Esta información se constituye en insumo básico para el ordenamiento territorial y para cualquier propuesta de desarrollo local o regional. Por lo tanto, la información proveniente de imágenes de sensores remotos ofrece grandes posibilidades para el monitoreo de las cubiertas vegetales tanto en su expresión espacial como temporal y en diferentes escalas, desde locales a globales (Field et al. 1995; Colditz 2007).

El presente estudio determina los patrones de cambio de uso del suelo y las tasas de pérdida de cobertura boscosa (deforestación) en el Paisaje Yavarí Samiria, principalmente en el ámbito de la Reserva Nacional Pacaya Samiria y su zona de influencia directa de cinco kilómetros alrededor del área protegida, en el Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento respectivamente, además de incluir un transecto (región) de la cuenca del río Yavarí Mirín. Para ello se llevó a cabo un análisis multitemporal de una superficie total de aproximadamente 3.4 millones de hectáreas, utilizando imágenes Landsat en tres puntos en el tiempo: el año 2000, con la idea de abarcar el pasado más remoto (en términos de disposición de imágenes satelitales), el año 2005 como un punto intermedio para evaluar el impacto de la deforestación en el periodo 2000 - 2005; 2005 - 2011, y el año 2011 como un momento lo mas reciente posible (considerando el costo de adquisición y disponibilidad).

El presente documento es un informe técnico en el cual se presentan y describen los pasos metodológicos más relevantes seguidos para el desarrollo del análisis multitemporal de cambio de uso del suelo en las áreas seleccionadas (Pacaya Samiria y su zona de influencia directa, Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento, y el transecto de la Cuenca del río Yavarí Mirín), utilizando

1 Wildlife Conservation Society, WCS, por sus siglas en inglés.

imágenes de satélite Landsat TM en tres puntos en el tiempo 2000, 2005, 2011, empezando por la recopilación y selección de información, pasando por el procesamiento digital de las imágenes de satélite empleadas, el proceso de clasificación y de interpretación, describiendo los criterios y consideraciones que se tomaron para realizar estos procesos. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos a nivel de cada área en la región, reflejados en tablas y figuras (mapas), realizando la discusión y análisis de dichos resultados. Todos los insumos utilizados han sido procesados y analizados usando metodologías apoyadas en el uso de sistemas de información geográfica, percepción remota y análisis estadístico espacial.

2. RESUMEN

Este documento intenta contribuir a mejorar la comprensión de los procesos de cambio de cobertura y uso del suelo en el tiempo, generando un diagnóstico de la situación actual en el área de la Reserva Nacional Pacaya Samiria y su zona de influencia directa (efecto de borde de cinco kilómetros), el ACR² Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento respectivamente, y en un transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín, con la finalidad de generar un insumo útil para la implementación de normativas adecuadas para la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales. A este efecto el presente estudio formula una metodología para la cuantificación y explicación del cambio que puede ser utilizada en casos similares en otros ámbitos o espacios geográficos de nuestra Amazonía. Cabe destacar que la metodología aplicada y aquí expuesta no pretende constituirse en una nueva metodología para el seguimiento de las tendencias y patrones en el cambio del uso del suelo a nivel de áreas protegidas (ANP³, ACR) sin embargo, su estructura y operatividad permitirán su integración con procesos regionales y nacionales para la generación de este tipo de información.

Para la cuantificación de la deforestación en las áreas analizadas se han seleccionado principalmente imágenes del sistema LANDSAT, con una resolución espacial de aproximadamente 30m y una resolución espectral de 7 bandas. Estas imágenes son adquiridas del sensor TM⁴, tienen un periodo de revisita de toda la superficie de la tierra cada dieciséis días. Esta selección obedece a varios factores, el libre acceso a este tipo de imágenes, su resolución espacial de 30 metros que resulta conveniente para las identificación de tipos de cobertura terrestre y usos del suelo y su demostrada aplicabilidad al monitoreo de coberturas boscosas a nivel mundial.

Las evaluaciones dieron como resultado netos para los periodos del 2000, 2005, 2011 en la RN Pacaya Samiria y su zona de influencia las superficies deforestadas de 63,625 ha, 101,536 ha, y 92,657 ha respectivamente. En el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento las superficies deforestadas en los periodos 2001, 2005, 2011 resultan ser de 10,186 ha, 9,978 ha, y 10,616 ha respectivamente. Por último, en el transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín en los periodos 2000, 2005, 2010 las superficies deforestadas son de 1,231 ha, 1,859 ha, y 1,539 ha respectivamente. Todos estos resultados solo reflejan el cambio neto y no la dinámica de los cambios entre clases, como puede ser la superficie de cobertura boscosa que cambia a vegetación intervenida o a sin cobertura boscosa, o viceversa.

2 Área de Conservación Regional

3 Área Natural Protegida

4 Thematic Mapper

Tabla 1: Extensión de coberturas de uso del suelo para los tres años evaluados.

<i>Periodo de analisis en las unidades de manejo</i>	<i>Areas Deforestadas (ha)*</i>	<i>Tasa de Deforestacion (ha/año)</i>	<i>Tasa (%)</i>
2000 - 2005 RN Pacaya Samiria*	59,431	11,886	0.52
2005 - 2011 RN Pacaya Samiria	31,568	5,261	0.23
2001 - 2005 ACR Tamshiyacu Tahuayo*	2,620	655	0.11
2005 - 2011 ACR Tamshiyacu Tahuayo	3,288	548	0.09
2000 - 2005 Corredor Fluvial Rio Yavari Mirin*	1,007	201	0.1
2005 - 2010 Corredor Fluvial Rio Yavari Mirin	586	117	0.06

* La superficie de la reserva nacional pacaya samiria es de 2,363,890 ha.

* La superficie del ACR tamshiyacu tahuayo es de 596,914 ha.

* La superficie del corredor fluvial rio yavari mirin es de 194,125 ha.

* Estas cifras representan las nuevas areas recientemente deforestadas en dicho periodo

Fuente: ©WCS

Aparentemente, los procesos de pérdida y deterioro de los tipos de cobertura vegetal en las áreas evaluadas son resultado del avance de la extracción forestal de manera selectiva de especies maderables y no maderables con fines comerciales y por el avance la frontera agrícola para la extensión de cultivos y ganadería con la finalidad de satisfacer las necesidades de consumo de los individuos y grupos humanos asentados en dichas áreas.

3. ANTECEDENTES

Entre 1990 y 2005 América del Sur tiene la mayor tasa de conversión de tierras forestales a otros usos no especificados.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO ha dado seguimiento a los cambios que se producen en los bosques del mundo, y muestra que el uso de tierras forestales disminuyó entre 1990 y 2005 (FAO 2012). Los resultados de la Evaluación Global de los Bosques por Teledetección muestran que en 2005 la cubierta forestal del planeta era de 3,690 millones de hectáreas, o el 30% de la superficie terrestre del planeta. Estos nuevos resultados indican que la tasa de deforestación del mundo fue en promedio de 14,5 millones de hectáreas al año entre 1990 y 2005, dato que concuerda con las estimaciones previas. La deforestación se verificó en gran parte en las regiones tropicales, probablemente por la conversión de bosques tropicales en tierras agrícolas.

Por otro lado, FAO revela en el documento de evaluación global de los bosques lo siguiente: en todo el mundo, la pérdida neta de superficie forestal entre 1990 y 2005 no fue tan grande como se pensaba, ya que la ampliación de la superficie forestal era mayor de lo previamente estimado (FAO 2012). La pérdida neta, donde las pérdidas de cubierta forestal se compensan parcialmente con forestación o expansión natural ascendió a 72,9 millones de hectáreas, o 32% menos que la cifra anterior de 107,4 millones de hectáreas, según indica el estudio. En otras palabras, el mundo perdió una media de 4,9 millones de hectáreas de bosques al año, o casi 10 hectáreas de bosque por minuto en ese periodo de 15 años. Los nuevos datos también muestran que la pérdida neta de bosques se aceleró, al pasar de 4,1 millones de hectáreas al año entre 1990 y 2000 a 6,4 millones de hectáreas entre 2000 y 2005. Las cifras se basan en un uso más exhaustivo de datos satelitales de alta resolución para obtener una muestra de los bosques de todo el mundo. Son diferentes de los anteriores resultados obtenidos por la FAO en la Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010, que se basa en una compilación de informes proporcionados por los países, elaborados con una amplia variedad de fuentes.

Entre 1990 y 2005 la pérdida de bosques fue mayor en las zonas tropicales (FAO 2012), donde está casi la mitad de los bosques. En esa región se perdieron en promedio 6,9 millones de hectáreas al año entre 1990 y 2005. Para ambos periodos (1990 y 2005), América del Sur tiene la mayor tasa de conversión de tierras forestales a otros usos no especificados, seguida de África (FAO 2012).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar el análisis multitemporal de los cambios de uso del suelo y determinación de las tasas de deforestación de la cobertura boscosa en tres áreas donde WCS concentra sus esfuerzos de conservación: a) La Reserva Nacional Pacaya Samiria y su zona de influencia directa, b) el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento y c) un transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín, con el fin de desarrollar una base referencial confiable que permita el monitoreo continuo de la deforestación y amenazas en dichas áreas geográficas.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las tendencias en los cambios de uso del suelo a nivel de las áreas identificadas para el análisis espacio - temporal, para el periodo 2000 - 2005 - 2011 de forma sistemática y coherente.
- Establecer los patrones y tendencias de la deforestación a nivel de las áreas geográficas seleccionadas para el periodo de análisis 2000 - 2005 - 2011
- Establecer procedimientos de documentación y verificación que permitan evaluar la calidad de la información generada.

5. ÁREAS DE ESTUDIO

El área de análisis comprende las superficies de las áreas protegidas de administración nacional y regional y sus zonas de influencia y amortiguamiento, así como un transecto que conecta la Concesión de Conservación Lago Preto Paredón con el ACR CTT y su zona de amortiguamiento. Estas áreas se encuentran dentro del paisaje Yavarí – Samiria (ver figura 01), donde WCS concentra sus esfuerzos de conservación en la región Loreto.

Figura 1. Mapa de Ubicación de las áreas de estudio dentro del Paisaje Yavarí - Samiria



5.1 Ubicación, extensión y Límites RN Pacaya Samiria

La Reserva Nacional Pacaya Samiria se encuentra ubicada al noreste del Perú. Políticamente se ubica en la Región Loreto y comprende parte de las provincias de Alto Amazonas, Ucayali, Loreto y Requena, con sus respectivos distritos. La Reserva Nacional está limitada por el Maraón al norte, y por el Ucayali-Canal de Puinahua al sur, entre ambos accidentes geográficos se localiza la depresión geológica denominada UCAMARA (Ucayali-Maraón). Al interior se distinguen tres cuencas hidrográficas, la del río Samiria, la del río Pacaya y la del río Yanayacu Pucate. Es notoria la existencia de numerosas quebradas, tipishcas y cochas. Caracterizan a estas cuencas los marcados ciclos hidrológicos de creciente y vaciante que determinan la dinámica de la llanura aluvial (Plan Maestro 2009).

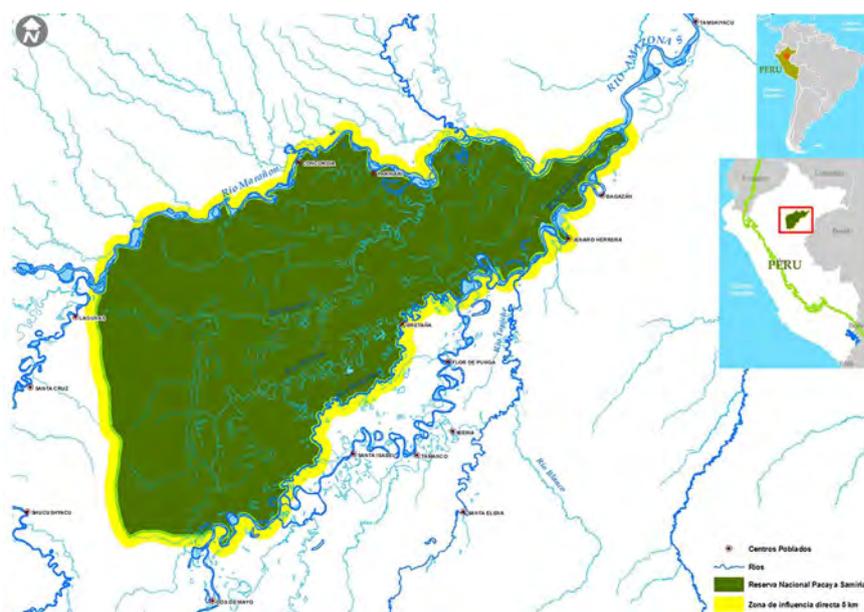
La Reserva Nacional fue establecida oficialmente en 1972 con una superficie de 1,478,790 ha, superficie que fue ampliada en 1982 hasta las 2,080,000 ha (Decreto Supremo N°016-82-AG), representando aproximadamente el 6% de la Región Loreto y el 1.5% de la superficie nacional.

Los límites de la Reserva son: por el Norte, desde el poblado de Veracruz en las coordenadas -75.6° E y -5.1° N, siguiendo aguas abajo la margen derecha del río Maraón hasta la unión con el río Ucayali por el Este, en el punto de coordenadas -73.4° E y -4.4° N. Se avanza aguas arriba por la margen izquierda del río Ucayali hasta la desembocadura del Canal de Puinahua, en las coordenadas -74.1° E y -5.1° N. Sigue el Canal de Puinahua hasta las coordenadas -74.8° E y -6.0° N, y luego por el río Ucayali hasta las coordenadas -75.1° E y -6.1° N cerca al poblado de Vista Alegre; por el Sur. Desde este punto avanza hacia el Oeste, por la divisoria de aguas de los ríos Samiria y Chambira, hasta las coordenadas -75.5° E y -6.1° N; luego sigue al Norte por la divisoria de las aguas de los ríos Huallaga y Ucayali –Maraón hasta el poblado de Veracruz.

El área analizada para el presente trabajo incluye toda la RNPS más su zona de influencia directa de cinco kilómetros alrededor del área protegida, definida también en el plan maestro del área (figura 2).

El área analizada incluye toda la RNPS más su zona de influencia directa de cinco kilómetros alrededor del área protegida.

Figura 2. Mapa de Ubicación de la Reserva Nacional Pacaya Samiria



El área analizada incluye toda el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento.

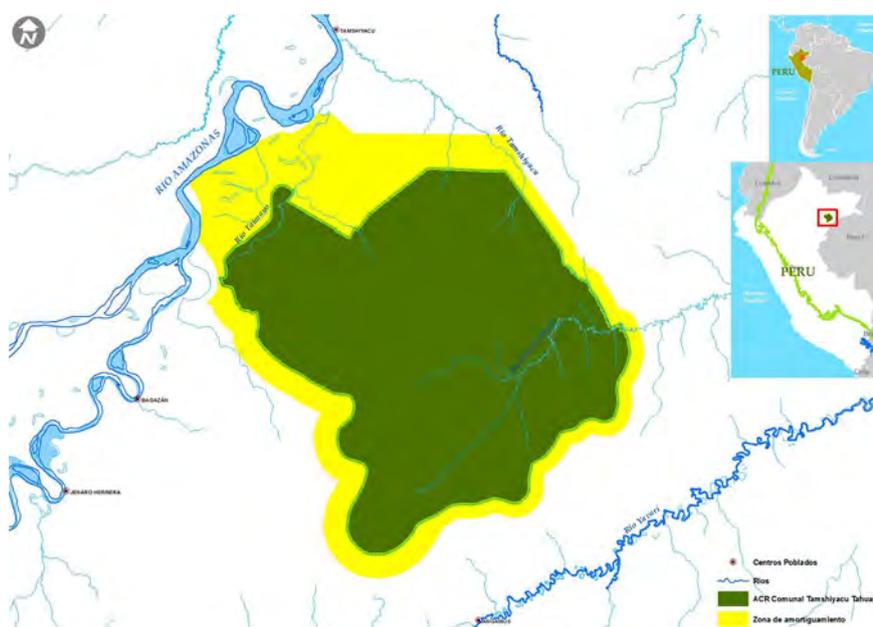
5.2 Ubicación, extensión y límites del ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo

Políticamente el Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo[1] se ubica en las jurisdicciones de los distritos Fernando Loreo de la provincia de Maynas, Yavarí de la provincia de Mariscal Ramón Castilla, y Sapuena y Yaquerana de la provincia de Requena, en el departamento de Loreto. Cartográficamente está ubicada en la zona 18S del sistema de proyección UTM, entre las coordenadas -73.4° E, -4.3° N y -72.6° E, -5.0° N, con Datum WGS84.

El ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo tiene una área SIG de 420,080.25 ha y su extensión total, la cual incluye su zona de amortiguamiento, hacen una superficie 604,400 ha.

El área analizada para el presente trabajo incluye toda el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento (figura 3).

Figura 3. Mapa de Ubicación del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo



5.3 Ubicación, extensión y límites Transecto Cuenca del Río Yavarí Mirín

El área de estudio, Yavarí Mirín, se encuentra localizada en la frontera Perú-Brasil, a la altura de la cuenca media del río Yavarí. La margen izquierda de la cuenca del Yavarí Mirín fue concesionada para manejo forestal. Esta zona presenta un clima tropical cálido y húmedo. La temperatura mensual fluctúa entre 21°C y 32.5°C , con un promedio anual de 26°C (Villarejo 2002); sin embargo, durante la época de friaje, los episodios de vientos fríos provenientes de la Antártida durante los meses de junio y setiembre pueden causar la disminución de la temperatura hasta 16°C o 14°C (Flores 2001). Estos episodios pueden durar entre 5 y 6 días, y afectan sobre todo a las áreas deforestadas (Marengo et al. 1997). La época de máxima creciente ocurre entre los meses de marzo y mayo, y la época de vaciante ocurre entre julio

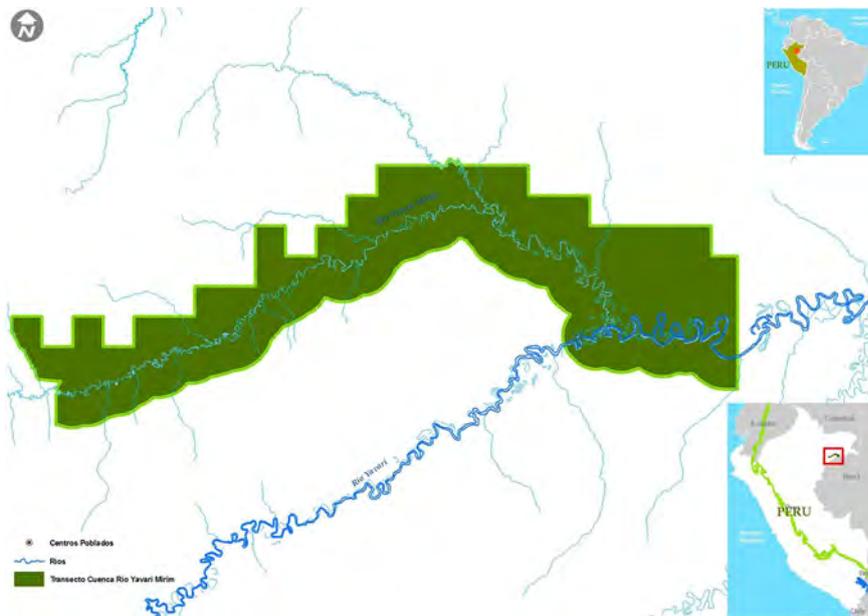
y setiembre (Villarejo 2002). No obstante, este patrón puede tener ligeras variaciones mensuales. Las precipitaciones son más elevadas entre octubre y abril, y más bajas entre mayo y setiembre; aunque existen variaciones interanuales.

El transecto de la Cuenca del río Yavarí Mirín tiene una área SIG de 195, 000 ha, la cual incluye los límites de las primeras concesiones forestales continuas al río Yavarí Mirín en su margen izquierda y un radio (buffer) de cinco kilómetros continuos en la margen derecha.

El área analizada para el presente trabajo incluye un transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín (figura 4).

*El área analizada
incluye un
transecto de la
cuenca del río
Yavarí Mirín.*

Figura 4. Mapa de Ubicación del transecto de la cuenca del Río Yavarí Mirín



6. MATERIALES Y METODOLOGÍA

6.1 Materiales

6.1.1 Datos Disponibles

Este estudio se llevó a cabo con datos preliminares proporcionados por la Jefatura de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS), PROCREL⁵, WCS Perú y Amazonía (tabla 2), así como las observaciones de campo obtenidas por el equipo técnico de WCS, en las cuencas del ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACRCTT) en octubre del 2012.

Tabla 2 : Archivos geográficos proporcionados por las instituciones

Archivo	Tema	Uso
limit_anp_pacayasamiria	Límite de la RNPS	Delimitación
Cobertura_vegetal	Tipos de Vegetación	Identificación
Limite_acr_tamshiyacuTahuayo	Limite del ACRCTT	Delimitación
Rios_principales	Ríos principales	Identificación del agua
Limite_zo_tamshiyacutahuayo	Zona Amortiguamiento	Delimitación
Limite_transecto_yavariMirín	Límite	Delimitación
Concesiones_forestales poblados	Límite de la concesión Poblados	Delimitación Visualización

Fuente: ©WCS

6.1.2 Sensoramiento Remoto

La información utilizada en este estudio fue obtenida de las imágenes Landsat 5TM de los años 2000, 2001, 2005, 2010, 2011 que estaban disponibles en el servidor de imágenes satelitales del Departamento de Estudios Geológicos de los Estados Unidos USGS⁶ GLOVIS⁷ (tabla 3). La resolución de las imágenes fue de 30 metros y se utilizaron las bandas de los sensores TM (tabla 3).

⁵ Programa de Conservación, Gestión y Desarrollo Sostenible de la Diversidad Biológica de Loreto

⁶ United States Geological Survey

⁷ Global Visualization Viewer; <http://glovis.usgs.gov/>

Tabla 3 : Lista de imágenes satelitales utilizadas en las clasificaciones

Imagen	Proveedor	Path/Row	Date
Landsat 5 TM	USGS	p007r064	2000/10/02
Landsat 5 TM	USGS	p007r064	2005/07/28
Landsat 5 TM	USGS	p007r064	2011/07/29
Landsat 5 TM	USGS	p007r063	2001/08/02
Landsat 5 TM	USGS	p007r063	2005/07/28
Landsat 5 TM	USGS	p007r063	2011/07/29
Landsat 5 TM	USGS	p006r063	2001/07/26
Landsat 5 TM	USGS	p006r063	2005/08/06
Landsat 5 TM	USGS	p006r063	2011/08/07
Landsat 5 TM	USGS	p006r063	2005/08/22
Landsat 5 TM	USGS	p006r063	2011/06/20
Landsat 5 TM	USGS	p005r063	2000/09/02
Landsat 5 TM	USGS	p005r063	2005/07/14
Landsat 5 TM	USGS	p005r063	2010/09/14

Fuente: ©WCS

Tabla 04 : Características espectrales de las bandas de los sensores TM

Banda TM	Frecuencia (um)	Resolución (m)	Característica
1 VIS B	0.45 - 0.52	30	azul visible
2 VIS G	0.52 - 0.60	30	verde visible
3 VIS R	0.63 - 0.69	30	rojo visible
4 NIR	0.76 - 0.90	30	infrarrojo cercano
5 MIR	1.55 - 1.75	30	infrarrojo medio
6 TIR	10.4 - 12.5	30	infrarrojo termal
7 LIR	2.08 - 2.35	30	infrarrojo lejano

Fuente: ©WCS

6.1.3 Software

El procesamiento de las imágenes, la clasificación y visualización de las imágenes se hizo con el programa ENVI 4.7. El análisis espacial de los datos y posterior visualización de los mismos se llevo a cabo con el programa ArcGIS 10 y el análisis multitemporal de los cambios en el uso del suelo se hizo con el programa Idrisi Selva y su módulo Land Change Modeler.

6.2 Metodología

Este capítulo documenta los diferentes pasos metodológicos tomados durante la ejecución de este trabajo, desde la adquisición de los datos hasta la obtención de los mapas de cobertura de uso del suelo para los periodos establecidos para cada unidad o región de análisis (ver anexo 01).

Esta propuesta metodológica buscó establecer los procedimientos necesarios para generar mapas de cobertura y uso del suelo para los años de referencia

La metodología busca caracterizar la deforestación.

2000, 2005, 2011 que permitan identificar espacialmente conversiones del bosque a otras coberturas y usos del suelo en los períodos 2000 – 2005 y 2005 – 2011. La metodología se planteó como una herramienta importante para monitorear los cambios en la cobertura boscosa, por lo tanto esta utiliza los siguientes criterios de diseño:

- Lograr una representación consistente de tipos de uso y cobertura del suelo en los tres años de referencia (2000, 2005, 2011). Esto quiere decir que la misma metodología va a ser utilizada en los tres años para minimizar la incertidumbre debido a variaciones metodológicas.
- La metodología busca caracterizar la deforestación. La resolución temporal de los datos del satélite Landsat 5TM no permite caracterizar adecuadamente procesos de degradación.
- La metodología propuesta incluye procesos de control de calidad de la información como parte de los protocolos. Esto se traduce en procedimientos detallados de documentación de procesos y manejo de datos (ver anexo 02).

En cuanto a la cuantificación de la deforestación, la metodología se resume en las siguientes fases:

- El mapeo y análisis de deforestación en los tres sectores, Pacaya Samiria, Tamshiyacu Tahuayo y Yavarí Mirín, se realizará utilizando sensores ópticos pasivos, montados sobre plataformas satelitales, Landsat5 TM.
- La identificación de coberturas de uso del suelo se realizará apoyándose en insumos o fuente de datos geográficos existentes, por ej. cobertura de deforestación del año 2000 del PROCLIM⁸, cobertura de tipos de vegetación del año 2009 del IIAP⁹, cobertura de sistemas ecológicos terrestres del CDC¹⁰ del año 2005, registros de incendios forestales, etc.
- La clasificación de coberturas de uso del suelo se realiza de forma independiente para cada año de referencia (2000, 2005 y 2011). La fecha efectiva de las imágenes a utilizar puede corresponder a años anteriores o subsiguientes a los años de referencia de acuerdo a la disponibilidad de imágenes sin cobertura de nubes.
- Se utilizará una leyenda de identificación de clases de cobertura (CDC-UNALM 2003) como son: (1) Cobertura Boscosa¹¹, (2) Vegetación Intervenida - Perturbada¹², (3) Sin Cobertura Boscosa¹³ y otros como cuerpos de agua, herbazales, arbustos y bancos de arena. Estas clases están definidas de acuerdo a la factibilidad de su detección utilizando las imágenes satelitales seleccionadas.

8 El Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para Manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire.

9 Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.

10 Centro de Datos para la Conservación - Universidad Agraria la Molina.

11 Áreas continuas de bosque identificadas por su respuesta espectral en base a las clasificaciones supervisadas y no supervisadas. En estas clases están incluidos los bosques primarios, bosques secundarios o purmas en diferentes estadios.

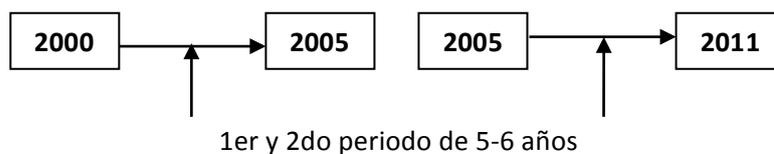
12 Áreas cuya respuesta espectral indica una menor biomasa vegetal y cuyas características físicas corresponden a patrones de origen antrópico. En estas clases están las áreas de cultivos agrícolas o pecuarios, los centros poblados pequeños con áreas agrícolas circundantes (unidades agropecuarias, caseríos, etc.).

13 Áreas cuya respuesta espectral indica la ausencia de biomasa vegetal significativa. En esta clase están incluidos los centros poblados, caminos, chacras en reciente abandono, o áreas de bosque recientemente rozadas.

- El geo-procesamiento de las imágenes Landsat 5TM nivel (L1T), proporciona escenas satelitales con una precisión sistemática radiométrica y geométrica por la incorporación de puntos de control en tierra, al mismo tiempo que emplea un Modelo de Elevación Digital (DEM) para la exactitud topográfica.
- Se plantea un método híbrido de clasificación en las imágenes satelitales. Este método combina un algoritmo no supervisado (ISODATA) de clasificación, un procedimiento iterativo de depuración de firmas espectrales, y un algoritmo supervisado de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood) para crear clases con una separación espectral óptima. Finalmente los mapas se revisan y editan visualmente para resolver problemas de mezcla espectral entre clases temáticas (sal y pimienta).

En cuanto al análisis multi-temporal de los cambios en el uso del suelo, la metodología se resume en las siguientes fases:

- El análisis de los cambios de uso del suelo en los tres sectores: Pacaya Samiria, Tamshiyacu Tahuayo y Yavarí Mirín, se realizará mediante el análisis multi-temporal de la estructura y composición del paisaje. Esto se realizará mediante la interpretación de las tres imágenes Landsat según el siguiente esquema:
 - 2000, 2001 año base del estudio
 - 2005, periodo remoto intermedio
 - 2010, 2011 periodo remoto actual



Establecer las Tendencias en los cambios de uso del suelo

Para la comparación de la extensión (en hectáreas) de las clases de uso del suelo (cobertura boscosa, vegetación intervenida y sin cobertura boscosa), se tomó la decisión de retirar la extensión correspondiente a la clase de cuerpos de agua, herbazales pantanosos, banco de arena, zonas sin información) en los mapas resultantes de la clasificación para los tres años, de modo que los mapas obtenidos pudieran ser comparables a lo largo de su evolución temporal. Luego se calcularon los siguientes valores:

- Extensión en hectáreas para cada clase por año evaluado
- Extensión en hectáreas y valores porcentuales de cambio de una clase a otra.
- Cambios porcentuales y en hectáreas por año para cada clase. Para el caso de la clase cobertura boscosa esto representa la deforestación. Los cálculos fueron realizados para los dos periodos, 2000 - 2005 y 2005 - 2011 (Sector 1); 2001 - 2005 y 2005 - 2011 (Sector 2); 2000 - 2005 y 2005 -2010 (Sector 3).

La fórmula utilizada para determinar los cambios porcentuales fue:

$$\% \text{ Cambio} = (\text{Año 2} - \text{Año 1}) / (\text{Año 1}) * 100$$

Año 1 = Extensión de la clase al inicio del periodo evaluado

Año 2 = Extensión de la clase al final del periodo evaluado

El análisis de los cambios de uso del suelo en los tres sectores se realizará mediante el análisis multi-temporal de la estructura y composición del paisaje.

Patrones y Tendencias en la tasa de deforestación

Para el análisis de la deforestación se han empleado los mapas derivados de la clasificación de las imágenes satelitales al igual que en el acápite anterior, donde también se retiraron las extensiones correspondientes a la clase de cuerpos de agua, herbazales pantanosos, banco de arena, zonas sin información, aunque solo se ha tomado en cuenta la clase de cobertura boscosa.

Para este cálculo se ha utilizado el método de tabulación o clasificación cruzada que es un proceso de sobre posición de múltiples imágenes clasificadas que muestra todas las combinaciones posibles de la operación lógica comparativa “AND” para cada posición geográfica en forma de píxel. El resultado es una imagen nueva que muestra la ubicación de todas las combinaciones de las clases en las imágenes originales. Las clases que resultaron de la tabulación cruzada es cuantitativo e indica las superficies tanto de las clases originales sin cambio de una fecha a otra fecha como de las clases nuevas que indican un cambio de una clase original a una nueva.

Para calcular la tasa de deforestación (hectáreas por año) se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{TAD} = ((\% \text{ Pérdida}) / (\text{N})) * 100$$

TAD: Tasa Anual de deforestación

Perdida % = $(X1 - X2) / X1$

X1: Superficie año base referencia

X2: Superficie año actual referencia

J: Primer periodo base, año j

I: Segundo periodo actual, año i

N: Años transcurridos entre j e i; es decir (i - j)

Fuente: CDC UNALM, 2003

7. RESULTADOS

7.1 Tendencias en los cambios de uso del suelo

En las zonas rurales de la Amazonía con actividad agrícola, ganadera y extracción forestal, el uso del suelo suele ser dinámico y los cambios tienden a ser constantes (CDC-UNALM 2003). Las diferentes coberturas vegetales sufren continuas modificaciones de acuerdo a la intensidad de uso sobre un espacio geográfico y la sucesión natural en muchos casos, completa el ciclo de regeneración de la vegetación.

En el área de estudio, que comprende los tres sectores analizados (Pacaya Samiria y su zona de influencia directa, Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento y el transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín), presentan dinámicas independientes pero similares. Todas estas dinámicas están influenciadas por la presencia humana y las actividades derivadas de sus asentamientos en estas áreas. Las principales actividades que influyen en el cambio de la cobertura vegetal en estas tres áreas son la extracción forestal, agricultura de pequeña escala y ganadería. Estas tres áreas están conectados de forma natural por ríos principales y secundarios navegables.

Las actividades que influyen en el cambio de la cobertura vegetal son la extracción forestal, agricultura de pequeña escala y ganadería.

7.2 Sector 1: Tendencias en los cambios de uso del suelo en la Reserva Nacional Pacaya Samiria y su zona de influencia (efecto de borde) de cinco kilómetros.

Durante todo el periodo de estudio en la RNPS y la ZI, la clase de cobertura boscosa es la que presenta la mayor superficie (tanto dentro de la reserva como en la zona de influencia), abarcando entre el 95.7 % y 97.3 % del área total analizada. Esta clase de cobertura boscosa está definida como ecosistemas tropicales húmedos. El segundo lugar en superficie del área analizada lo ocupan las zonas de vegetación intervenida cuyos valores se encuentran en un rango de 2.6 % y 3.3 % (tabla 5).

Tabla 5: Extensión de coberturas de uso del suelo para los tres años evaluados.

<i>Reserva Nacional Pacaya Samiria*</i>	<i>Superficie por cobertura</i>	
	<i>Hectáreas</i>	<i>%</i>
2000 Vegetación Intervenida	61,751	2.6
2000 Sin Cobertura Boscosa	1,874	0.1
2000 Cobertura Boscosa	2,300,265	97.3
2005 Vegetación Intervenida	78,053	3.3
2005 Sin Cobertura Boscosa	23,483	1.0
2005 Cobertura Boscosa	2,262,355	95.7
2011 Vegetación Intervenida	71,532	3.0
2011 Sin Cobertura Boscosa	21,195	0.9
2011 Cobertura Boscosa	2,271,163	96.1

* La superficie de la Reserva Nacional Pacaya Samiria es de 2,363,890 ha.

Fuente: ©WCS

Analizando el cambio de uso del suelo a nivel temporal, se puede observar que la cobertura boscosa decrece su área entre el 2000 y 2005, llegando al 2005 a tener una extensión de 2,262,355 ha, es decir aproximadamente 37,910 ha, menos que en el 2000 (ver tabla 5).

Esto puede ser observado también en la tabla 6, la cual muestra la comparación entre porcentajes de cambio entre los periodos. En el periodo 2000 - 2005 el porcentaje de cambio es negativo y muestra que el 1.6 % de la cobertura boscosa del 2000 cambió a otras clases para el año 2005. La suma de las clases vegetación intervenida, sin cobertura boscosa, totaliza el área deforestada, que para esta zona representa 4.3 % para el año 2005.

Tabla 06: Porcentajes de cambio para la RN Pacaya Samiria.

<i>Clases*</i>	<i>Porcentaje de Cambio (%)</i>	
	<i>2000 - 2005</i>	<i>2005 - 2011</i>
Cobertura Boscosa	-1.6	0.4
Vegetación Intervenida	26.4	-8.4
Sin Cobertura Boscosa	1153.1	-9.7

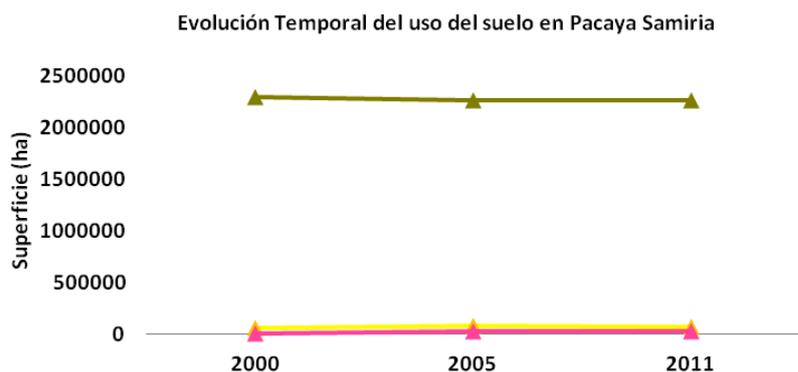
* Clases de cobertura terrestre en la Reserva Nacional Pacaya Samiria

Fuente: ©WCS

Con respecto al cambio de uso del suelo a nivel temporal para el periodo 2005 - 2011 se puede observar (ver figura 5), que la cobertura boscosa incrementa su área en 8,808 ha. Esto también puede ser observado en la tabla 6, donde se muestra que el cambio es positivo y se evidencia un ligero incremento mínimo en la cobertura boscosa. Estos resultados se pueden interpretar de la siguiente manera:

- La superficie de bosque primario original para el año 2000 en la Reserva Nacional Pacaya Samiria y su área de influencia de cinco kilómetros, incluye una proporción no conocida de bosques secundarios, debido a que ambos poseen lecturas espectrales parecidas. Las áreas que en 2005 y 2011 aparecen como bosque primario pero que según las imágenes previas han sido deforestadas, corresponden a bosques secundarios y para efectos de los cálculos y análisis se incluyeron como parte de los bosques primarios. Esto contribuye a la subestimación del impacto de las actividades humanas sobre los bosques primarios y lo recomendable para ser subsanada es un trabajo de campo exhaustivo y la determinación más precisa de la firma espectral de cada tipo de bosque.

Figura 5. Evolución temporal del uso del suelo la RN Pacaya Samiria y su zona de influencia



Estos resultados si bien muestran el cambio neto en cada una de las clases, no reflejan la dinámica de los cambios entre clases, como puede ser la superficie de cobertura boscosa que cambia a vegetación intervenida o a sin cobertura boscosa, o viceversa. Es decir, algunas zonas sufren pérdidas de cobertura boscosa, mientras que en otras aparentemente habría recuperación de la misma, habiéndose calculado también el número de hectáreas que cambió de una clase a otra en ambos periodos de análisis 2000 - 2005 y 2005 - 2011, lo cual se muestra en las tablas 7 y 8.

Tabla 7: Extensión de los cambios en hectáreas entre coberturas en el periodo 2000 - 2005 para la RN Pacaya Samiria y su zona de influencia.

<i>Matriz 2000 vs 2005</i>	No data	Vegetación Intervenida	Sin Cobertura Boscosa	Cobertura Boscosa	Total
No data	2,623,717	0	0	0	2,623,717
Vegetación Intervenida	0	35,104	5,340	21,307	61,751
Sin Cobertura Boscosa	0	469	1,192	213	1,874
Cobertura Boscosa	0	42,479	16,951	2,240,835	2,300,265
Total	2,623,717	78,053	23,483	2,262,355	4,987,607

Fuente: ©WCS

En base a la tabla 7, se tiene que para estos cinco años de estudio (2000 y 2005) más de 42,479 y 16,951 ha, de cobertura boscosa se convierten en zonas de vegetación intervenida y sin cobertura boscosa respectivamente. El total del área que sufre cambios en el área de la RN Pacaya Samiria y su zona de influencia entre los años 2000 – 2005 es de 86,760 ha. Asimismo, solo el área de cobertura boscosa que sufre cambios para el 2005 es de 59,431 ha.

En base a la tabla 8, se tiene que para estos seis años de estudio (2005 y 2011) más de 23,352 y 8,216 ha de cobertura boscosa se convierten en zonas de vegetación intervenida y sin cobertura boscosa respectivamente. El total del área que sufre cambios en el área de la RN Pacaya Samiria y su zona de influencia entre los años 2005 – 2011 es de 84,802 ha. Asimismo solo el área de cobertura boscosa que sufre cambios para el 2005 es de 31,568 ha.

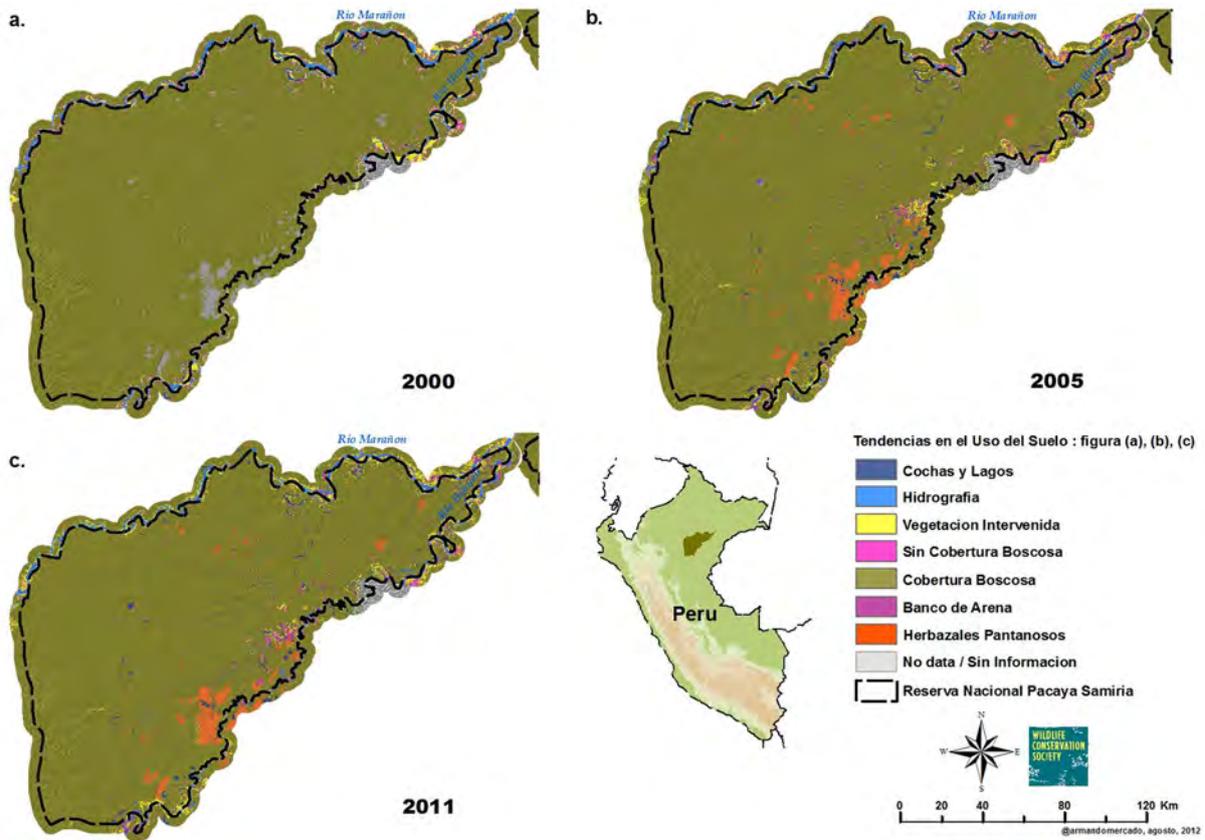
Tabla 8: Extensión de los cambios en hectáreas entre coberturas en el periodo 2005 - 2011 para la RN Pacaya Samiria y su zona de influencia.

<i>Matriz 2005 vs 2011</i>	No data	Vegetación Intervenida	Sin Cobertura Boscosa	Cobertura Boscosa	Total
No data	2,623,717	0	0	0	2,623,717
Vegetación Intervenida	0	41,275	5,953	30,825	78,053
Sin Cobertura Boscosa	0	6,905	7,027	9,552	23,483
Cobertura Boscosa	0	23,352	8,216	2,230,787	2,262,355
Total	2,623,717	71,532	21,195	2,271,163	4,987,607

Fuente: ©WCS

El total del área que sufre cambios en el área de la RN Pacaya Samiria y su zona de influencia entre los años 2000 – 2005 es de 86,760 ha.

Figura 6. Mapas de Usos del Suelo en la Reserva Nacional Pacaya Samiria y su zona de influencia directa (efecto de borde de 5 kilómetros) en los periodos 2000 - 2005 - 2011



7.3 Patrones y Tendencias de la deforestación en la Reserva Nacional Pacaya Samiria y su zona de influencia de cinco kilómetros.

El ámbito de estudio, presenta diversas amenazas críticas debido a la complejidad del área, y a su tamaño. La prevención y mitigación de las amenazas es un reto en la gestión, ya que a veces la gestión se limita a una serie de labores de control y monitoreo, siendo las visitas a todos los lugares de la reserva reducidas.

Una de las principales amenazas por su intensidad y por los efectos que producen en el bosque por el aprovechamiento y la extracción del recurso es la tala selectiva de especies maderables con fines comerciales. Es preciso mencionar que la tala ilegal en el interior de la Reserva se desarrolla tanto de forma individual como a pequeña o mediana escala, siendo financiada por agentes externos, a través de una bien organizada cadena de habilitadores o intermediarios que dotan de los equipos básicos (motosierras, combustibles y lubricantes y alimentos) a los extractores ilegales. La tala ilegal dentro de Pacaya Samiria ha ocasionado la extracción de importantes volúmenes de maderas comerciales de alto valor económico, muy requeridas por el mercado mundial por su calidad, fácil trabajabilidad y durabilidad, como son el “Cedro” (*Cedrela odorata*) y la “Caoba” (*Swietenia microphylla*), especies que por todas estas características han sido sobre explotadas dentro de la Reserva (Plan Maestro 2009).

Se calculó a tasa de deforestación para cada uno de los periodos 2000 - 2005 y 2005 - 2011 donde se considera solo aquello que cambió de cobertura boscosa hacia alguna otra clase evaluada (vegetación intervenida y sin cobertura boscosa). No se considera en esta tasa aquello que cambia en sentido contrario, es decir que pasa por ej. de vegetación intervenida - áreas agrícolas o sin cobertura boscosa a cobertura boscosa lo cual sería la principal diferencia con respecto a la tasa de cambio.

Los resultados del análisis de deforestación (ha/año) para el periodo 2000 – 2005 indican una tasa de pérdida de cobertura boscosa de 11,886 ha/año y para el periodo 2005 -2011 una tasa de pérdida de cobertura boscosa de 5,261 ha/año. (ver tablas 9 y 10). Además los resultados obtenidos arrojaron una tasa promedio de deforestación de 0.52 % y 0.23 % para los periodos 2000 - 2005 y 2005 - 2011 respectivamente.

Tabla 9: Deforestación en la RN Pacaya Samiria y su zona de influencia directa (periodo 2000 - 2005)

	<i>Matriz de cambios</i>		<i>Tasa de Deforestación (ha/año)</i>	
	2000	2005	2000 - 2005	Tasa (%)
Reserva Nacional Pacaya Samiria*				
Cobertura Boscosa	2,300,265	2,240,835		
Deforestación		59,431	11,886	0.52
Perdida %		0.026		

* La superficie de la Reserva Nacional Pacaya Samiria es de 2,363,890 ha.

Fuente: ©WCS

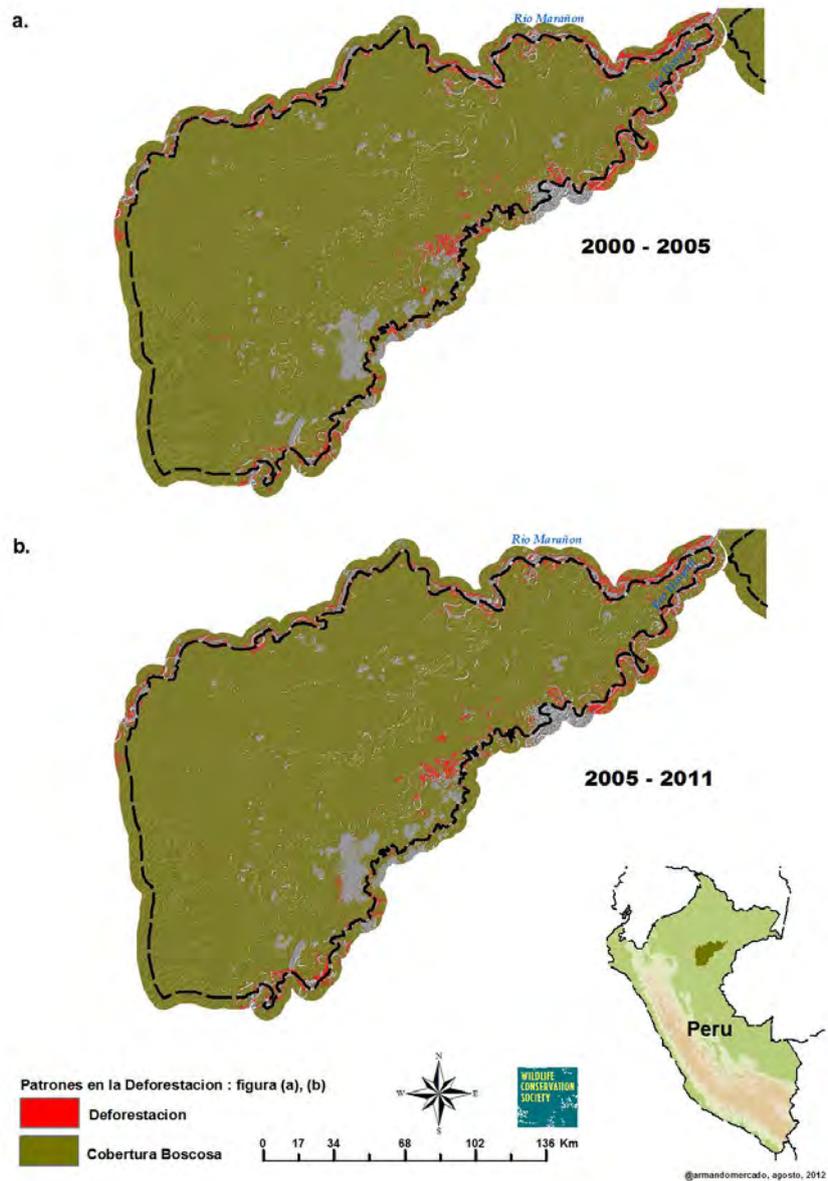
Tabla 10: Deforestación en la RN Pacaya Samiria y su zona de influencia directa (periodo 2005 - 2011).

	<i>Matriz de cambios</i>		<i>Tasa de Deforestación (ha/año)</i>	
	2005	2011	2005 - 2011	Tasa (%)
Reserva Nacional Pacaya Samiria*				
Cobertura Boscosa	2,262,355	2,230,787		
Deforestación		31,568	5,261	0.23
Perdida %		0.014		

* La superficie de la Reserva Nacional Pacaya Samiria es de 2,363,890 ha.

Fuente: ©WCS

Figura 7 Patrones y Tendencias de la Deforestación en la Reserva Nacional Pacaya Samiria y su zona de influencia en los periodos 2000 - 2005 y 2005 - 2011



En términos generales, lo que estos datos nos muestran es la importancia que tienen las áreas de conservación regional para evitar y reducir la deforestación.

7.4 Sector 2: Tendencias en los cambios de uso del suelo en el Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento

El análisis de las tendencias en los cambios de uso del suelo en el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento realizado sobre una superficie de 604,400 ha, establece durante todo el periodo que el 98.2% y 98.3% de esta superficie se encuentra cubierta por bosques, seguida de las zonas de vegetación intervenida cuyos valores se encuentran en un rango de 1.3% y 1.5% (tabla 11).

En términos generales, lo que estos datos nos muestran es la importancia

que tienen las áreas de conservación regional para evitar y reducir la deforestación.

Tabla 11: Extensión de coberturas de uso del suelo para los tres años evaluados.

ACR Tamshiyacu Tahuayo*	Superficie por cobertura	
	Hectáreas	%
2001 Vegetación Intervenida	8,659	1.5
2001 Sin Cobertura Boscosa	1,527	0.3
2001 Cobertura Boscosa	586,728	98.3
2005 Vegetación Intervenida	7,542	1.3
2005 Sin Cobertura Boscosa	2,436	0.4
2005 Cobertura Boscosa	586,936	98.3
2011 Vegetación Intervenida	8,821	1.5
2011 Sin Cobertura Boscosa	1,795	0.3
2011 Cobertura Boscosa	586,299	98.2

* La superficie de la ACR Tamshiyacu Tahuayo es de 596,914 ha.

Fuente: ©WCS

Analizando el cambio de uso del suelo a nivel temporal, se puede observar que la cobertura boscosa incrementa ligeramente su área entre 2001 y 2005, y luego presenta una tendencia decreciente, llegando el 2011 a tener una extensión de 586,299 ha, es decir aproximadamente 637 ha menos que en 2005 (ver tabla 11). Esto puede ser observado también en la tabla 12, el cual muestra la comparación entre porcentajes de cambio entre los periodos.

En el periodo 2001- 2005 el porcentaje de cambio es positivo y muestra que el 0.04% de la cobertura boscosa se incrementa en 208 ha. Esto puede ser interpretado como el ruido generado por los elementos de la corteza terrestre como suelos y agua muy característicos en estos tipos de ecosistemas predominadas por zonas inundables depresionadas que interfieren en la detección más fina de los tipos de cobertura de uso del suelo analizados. Esto puede contribuir en la subestimación real del impacto de las actividades humanas sobre los bosques primarios y lo recomendable para ser subsanada es un trabajo de campo exhaustivo para la determinación más precisa de la firma espectral de cada tipo de cobertura vegetal.

Analizando el cambio de uso del suelo a nivel temporal para el periodo 2005 -2011 se puede observar que el porcentaje de cambio es negativo y muestra que el 0.1% de cobertura boscosa del 2005 cambió a otras clases para el año 2011 (ver figura 7). La suma de las clases vegetación intervenida y sin cobertura boscosa, totaliza el área deforestada para esta zona que representa 1.8 % para el año 2011.

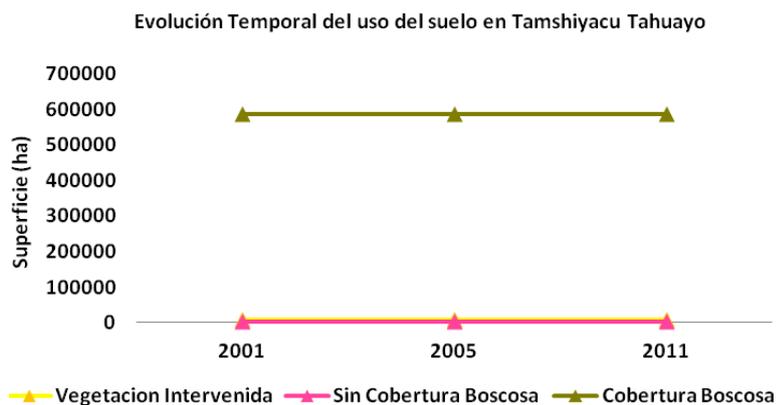
Tabla 12: Porcentajes de cambio para el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento

Clases*	Porcentaje de Cambio (%)	
	2001 - 2005	2005 - 2011
Cobertura Boscosa	0.04	-0.1
Vegetación Intervenida	-12.9	17.0
Sin Cobertura Boscosa	59.5	-26.3

* Clases de cobertura terrestre en la ACR Tamshiyacu Tahuayo

Fuente: ©WCS

Figure 8. Evolución temporal del uso del suelo en el ACR Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento



Estos resultados, si bien muestran el cambio neto en cada una de las clases no reflejan la dinámica de los cambios entre clases, como puede ser la superficie de cobertura boscosa que cambia a vegetación intervenida o a sin cobertura boscosa, o viceversa. Es decir, algunas zonas sufren pérdida de cobertura boscosa, mientras que en otras aparentemente habría recuperación de la misma, habiéndose calculado también el número de hectáreas que cambió de una clase a otra en ambos periodos de análisis 2001 - 2005 y 2005 - 2011 (tablas 13 y 14).

Tabla 13: Extensión de los cambios en hectáreas entre coberturas en el periodo 2001-2005 para el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento

Matriz 2001 vs 2005	No data	Vegetación Intervenida	Sin Cobertura Boscosa	Cobertura Boscosa	Total
No data	369,029	0	0	0	2,623,717
Vegetación Intervenida	0	5,541	683	2,435	78,053
Sin Cobertura Boscosa	0	537	597	393	23,483
Cobertura Boscosa	0	1,464	1,156	584,108	2,262,355
Total	369,029	7,542	2,436	586,936	4,987,607

Fuente: ©WCS

En base a la tabla 13, se observa que para estos cuatro años de estudio (2001 y 2005) más de 1 464 y 1 156 hectáreas de cobertura boscosa se convierten en zonas de vegetación intervenida y sin cobertura boscosa respectivamente. El total del área que sufre cambios en el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento entre los años 2001 – 2005 es de 6,668 ha. Asimismo sólo el área de cobertura boscosa que sufre cambios para el 2005 es de 2,620 ha.

Según los datos de la tabla 14, para estos seis años de estudio (2005 y 2011)

El total del área que sufre cambios en el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento entre los años 2001 – 2005 es de 6,668 ha.

más de 2,507 ha y 708 ha de cobertura boscosa se convierten en zonas de vegetación intervenida y sin cobertura boscosa respectivamente. El total del área que sufre cambios en el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento entre los años 2005 – 2011 es de 7,144 ha. Asimismo sólo el área de cobertura boscosa que sufre cambios para el 2011 es de 3 287 ha.

Tabla 14: Extensión de los cambios en hectáreas entre coberturas en el periodo 2005 - 2011 para el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento

<i>Matriz 2005 vs 2011</i>	No data	Vegetación Intervenida	Sin Cobertura Boscosa	Cobertura Boscosa	Total
No data	369,029	0	0	0	369,029
Vegetación Intervenida	0	5,538	431	1,573	7,542
Sin Cobertura Boscosa	0	776	584	1,076	2,436
Cobertura Boscosa	0	2,507	780	583,649	586,936
Total	369,029	8,821	1,795	586,299	965,943

Fuente: ©WCS

7.5 Patrones y Tendencias de la deforestación en el Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento

El ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo está expuesta a amenazas de orígenes y características diferentes pero vinculadas principalmente a las actividades antrópicas que se realizan dentro de su espacio geográfico, clasificadas como:

- Amenazas internas, producto de malas prácticas de los integrantes de las comunidades, cuya incidencia principal es en la quebrada Tangarana (alto Tahuayo), en el alto Yarapa, el alto Yanayacu y en la quebrada Tamshiyacu (Plan Maestro 2011).
- Amenazas externas, vinculadas directamente con la presencia de extractores ilegales, especialmente madereros, mitayeros y pescadores. Se focalizan principalmente en la quebrada Tamshiyacu (Plan Maestro 2011).
- En la cuenca del río Tamshiyacu merece una atención especial por la existencia de amenazas externas e internas entre las cuales la principal amenaza radica en la extracción ilegal de madera que afecta a todos los recursos naturales (forestal, pesquerías y fauna silvestre, etc.) (Plan Maestro 2011).

Ante ese escenario sobre las amenazas existentes se calculó la tasa de deforestación para los periodos 2001 - 2005 y 2005 - 2011 donde se considera solo aquello que cambió de cobertura boscosa hacia alguna otra clase evaluada (vegetación intervenida y sin cobertura boscosa). No se considera en esta tasa aquello que cambia en sentido contrario, es decir que pasa por de vegetación intervenida - áreas agrícolas o sin cobertura boscosa a cobertura boscosa, lo cual sería la principal diferencia con respecto a la tasa de cambio.

Los resultados del análisis de deforestación (ha/año) para el periodo 2001 – 2005 indican una tasa de pérdida de cobertura boscosa de 655 ha/año y para el periodo 2005 -2011 una tasa de pérdida de cobertura boscosa de 548 ha/año (tablas 15 y 16). Además los resultados obtenidos arrojaron una tasa promedio de deforestación de 0.11% y 0.09% para los periodos 2001-2005 y 2005 -2011 respectivamente.

Tabla 15: Deforestación en el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento (periodo 2001-2005)

	Matriz de cambios		Tasa de Deforestación (ha/año)	Tasa (%)
	2001	2005	2001 - 2005	2001 - 2005
ACR Tamshiyacu Tahuayo*				
Cobertura Boscosa	586,728	584,108		
Deforestación		2,620	655	0.11
Perdida %		0.004		

* La superficie de la ACR Tamshiyacu Tahuayo es de 596,914 ha.

Fuente: ©WCS

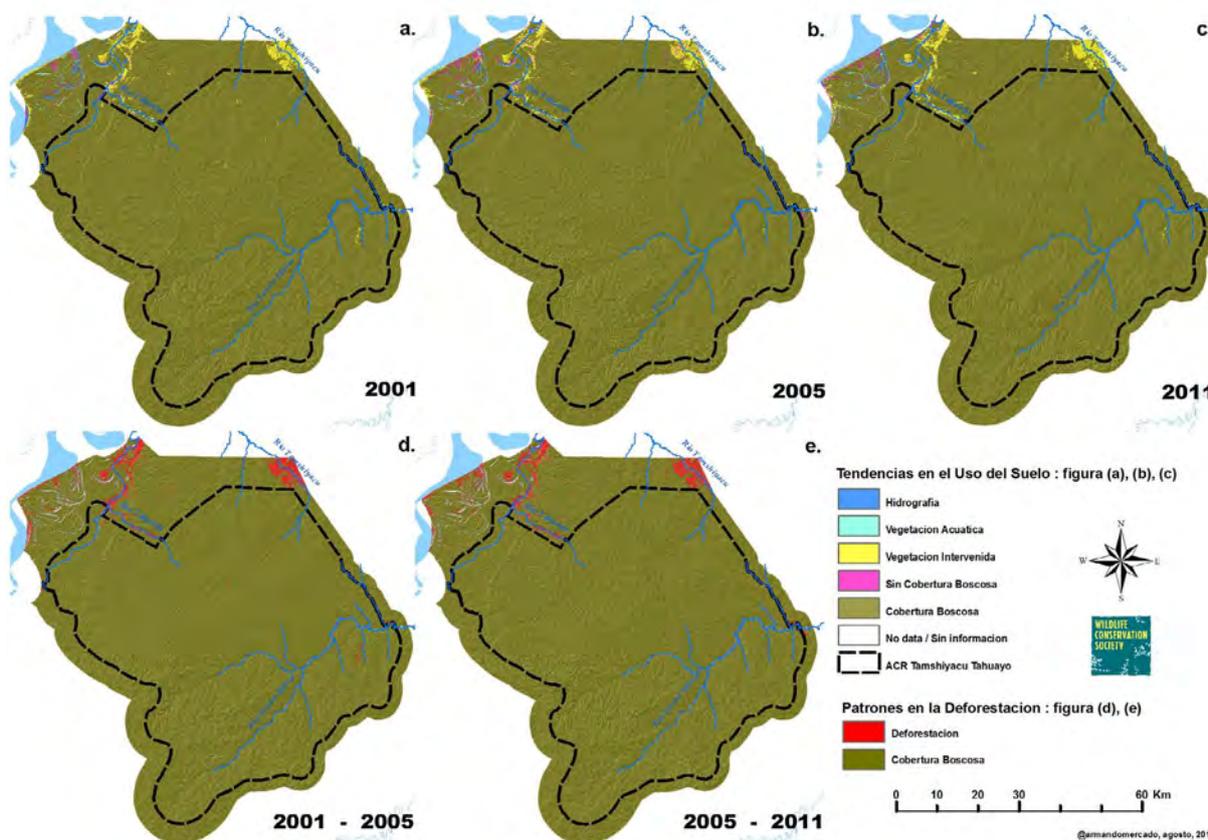
Tabla 16: Deforestación en el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento (periodo 2005-2011)

	Matriz de cambios		Tasa de Deforestación (ha/año)	Tasa (%)
	2005	2011	2005 - 2011	2005 - 2011
ACR Tamshiyacu Tahuayo*				
Cobertura Boscosa	586,936	583,649		
Deforestación		3,288	548	0.09
Perdida %		0.006		

* La superficie de la ACR Tamshiyacu Tahuayo es de 596,914 ha.

Fuente: ©WCS

Figura 9. Mapa de Uso del Suelo en el ACR Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento en los periodos 2001-2005-2011 y Patrones y Tendencias en la deforestación para las series de tiempo de 2001-2005 y 2005-2011



7.6 Sector 3: Tendencias en los cambios de uso del suelo en un transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín

Durante todo el periodo de estudio, la clase de cobertura boscosa es la que tiene el mayor porcentaje en todo el transecto fluvial, abarcando entre el 99.0 % y 99.4 % del área total (tabla 17), definida como ecosistemas tropicales húmedos. En segundo lugar están las zonas de vegetación intervenida cuyos valores se encuentran en un rango de 0.6 % y 0.8 %.

Tabla 17: Extensión de coberturas de uso del suelo para los tres años evaluados.

<i>Transecto Cuenca Río Yavari Mirin*</i>	<i>Superficie por cobertura</i>	
	<i>Hectáreas</i>	<i>%</i>
2000 Vegetación Intervenida	1,124	0.6
2000 Sin Cobertura Boscosa	107	0.1
2000 Cobertura Boscosa	192,894	99.4
2005 Vegetación Intervenida	1,570	0.8
2005 Sin Cobertura Boscosa	289	0.1
2005 Cobertura Boscosa	192,266	99.0
2011 Vegetación Intervenida	1,373	0.7
2011 Sin Cobertura Boscosa	166	0.1
2011 Cobertura Boscosa	192,585	99.2

* La superficie de la Transecto Cuenca Río Yavari Mirin es de 194,125 ha.

Fuente: ©WCS

Analizando el cambio de uso del suelo a nivel temporal, se puede observar que la cobertura boscosa decrece su área entre 2000 y 2005 y luego presenta una tendencia creciente, llegando el 2010 a tener una extensión de 192,585 ha, es decir aproximadamente 319 ha más que en el 2005 (ver tabla 17). Esto puede ser observado también en la tabla 18, la cual muestra la comparación en los porcentajes de cambio entre los periodos.

En el periodo 2000 - 2005 el porcentaje de cambio es negativo y muestra que el 0.33 % de la cobertura boscosa del 2000 cambió a otras clases para el año 2005. En el periodo 2005 - 2010 se puede observar que el porcentaje de cambio es positivo y muestra que el 0.2% de cobertura boscosa se incrementó en comparación al año 2005 (ver figura 9). La suma de las clases de vegetación intervenida, sin cobertura boscosa, totaliza el área deforestada para esta zona que representa 0.8 % para el año 2010.

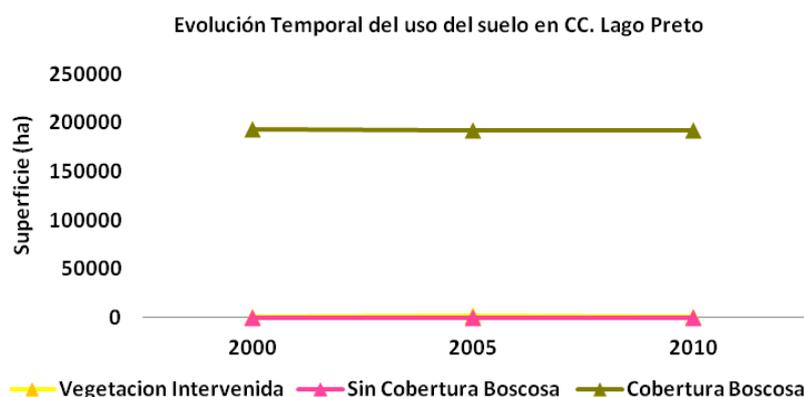
Tabla 18: Porcentajes de cambio para el transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín

<i>Clases*</i>	<i>Porcentaje de Cambio (%)</i>	
	<i>2000 - 2005</i>	<i>2005 - 2011</i>
Cobertura Boscosa	-0.3	0.2
Vegetación Intervenida	39.4	-12.5
Sin Cobertura Boscosa	169.5	-42.5

* Clases de cobertura terrestre en la Cuenca Río Yavarí Mirin.

Fuente: ©WCS

Figura 10. Evolución temporal del uso del suelo en un transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín



Estos resultados, si bien muestran el cambio neto en cada una de las clases no reflejan la dinámica de los cambios entre clases, como puede ser la superficie de cobertura boscosa que cambia a vegetación intervenida o a sin cobertura boscosa, o viceversa. Es decir, algunas zonas sufren pérdidas de cobertura boscosa, mientras que otras aparentemente habría recuperación de las mismas, habiéndose calculado también el número de hectáreas que cambió de una clase a otra en ambos periodos de análisis 2000 - 2005 y 2005 - 2010, lo cual se muestra en las tablas 19 y 20.

En base a la tabla 19, se tiene que para estos cinco años de estudio (2000 y 2005) más de 818 y 189 ha de cobertura boscosa se convierten en zonas de vegetación intervenida y sin cobertura boscosa, respectivamente. El total del área que sufrió cambios en el corredor fluvial Yavarí Mirín y su zona de amortiguamiento entre los años 2000 – 2005 fue 1,445 ha. Asimismo sólo el área de cobertura boscosa que sufrió cambios para el 2005 fue 1,007 ha.

Tabla 19: Extensión de los cambios en hectáreas entre coberturas en el periodo 2000-2005 para el transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín.

Matriz 2000 vs 2005	No data	Vegetación Intervenido	Sin Cobertura Boscosa	Cobertura Boscosa	Total
No data	344,385	0	0	0	344,385
Vegetación Intervenido	0	726	33	364	1,124
Sin Cobertura Boscosa	0	25	67	15	107
Cobertura Boscosa	0	818	189	191,887	192,894
Total	344,385	1,570	289	192,266	538,510

Fuente: ©WCS

El área que sufre cambios en el corredor fluvial Yavarí Mirín entre los años 2005 – 2010 es de 1,577 ha.

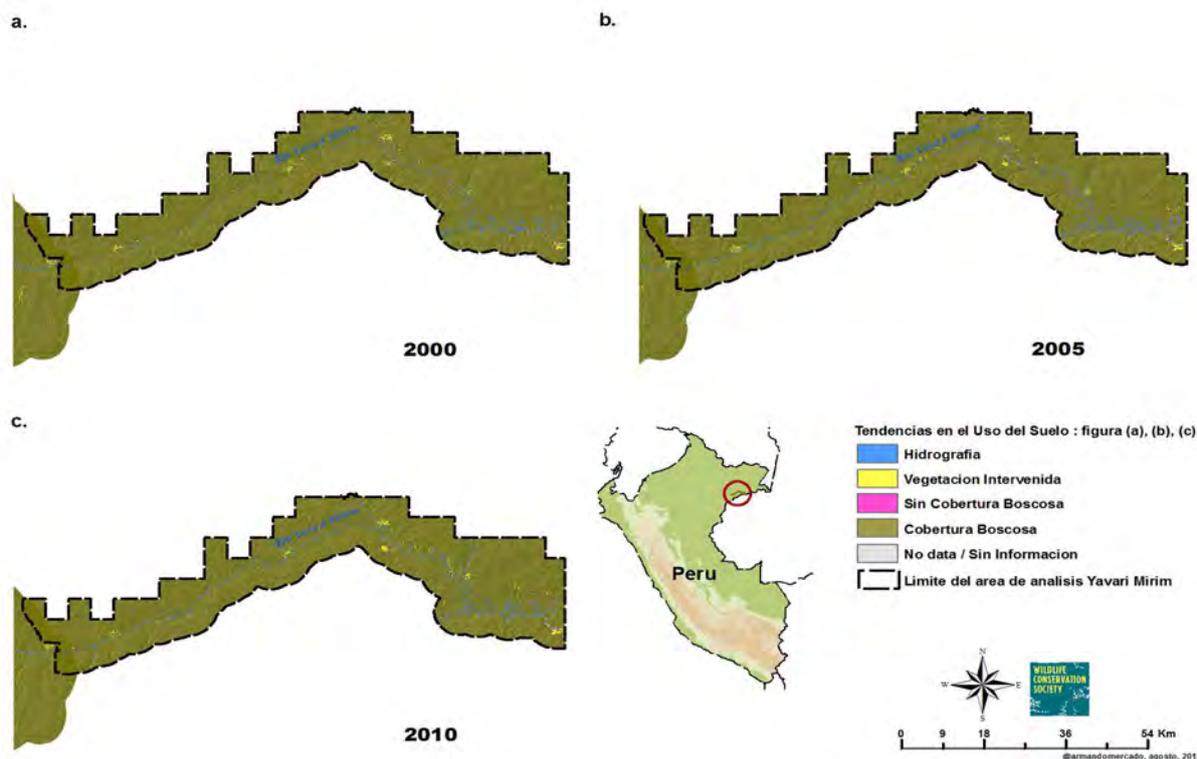
En base a la tabla 20, se tiene que para estos cinco años de estudio (2005 y 2010) más de 523 y 63 ha de cobertura boscosa se convierten en zonas de vegetación intervenida y sin cobertura boscosa respectivamente. El área que sufre cambios en el corredor fluvial Yavarí Mirín entre los años 2005 – 2010 es de 1,577 ha. Asimismo solo el área de cobertura boscosa que sufre cambios para el 2010 es de 586 ha.

Tabla 20: Extensión de los cambios en hectáreas entre coberturas en el periodo 2005 - 2010 para el transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín.

<i>Matriz 2005 vs 2010</i>	No data	Vegetación Intervenida	Sin Cobertura Boscosa	Cobertura Boscosa	Total
No data	344,385	0	0	0	344,385
Vegetación Intervenida	0	804	40	725	1,570
Sin Cobertura Boscosa	0	45	63	180	289
Cobertura Boscosa	0	523	63	191,680	192,266
Total	344,385	1,373	166	192,585	538,510

Fuente: ©WCS

Figura 11. Mapas de Usos del Suelo en el transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín en los periodos 2000 - 2005 - 2010



7.7 Patrones y tendencias de la deforestación en un transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín

Se calculó la tasa de deforestación para los periodos 2000 - 2005 y 2005 - 2010 donde se considera sólo aquello que cambió de cobertura boscosa hacia alguna otra clase evaluada (vegetación intervenida y sin cobertura boscosa). No se considera en esta tasa aquello que cambia en sentido contrario, es decir que pasa por ejemplo de vegetación intervenida a áreas agrícolas, o, sin cobertura boscosa a cobertura boscosa, lo cual sería la principal diferencia con respecto a la tasa de cambio.

Los resultados del análisis de deforestación (ha/año) para el periodo 2000 - 2005 indican una tasa de pérdida de cobertura boscosa de 201 ha/año y para el periodo 2005 - 2010 una tasa de pérdida de cobertura boscosa de 117 ha/año (tablas 21 y 22). Además los resultados arrojaron una tasa promedio de deforestación de 0.10 % y 0.06 % para los periodos 2000 - 2005 y 2005 - 2010 respectivamente.

Tabla 21: Deforestación en el transecto de la cuenca del río Yavari Mirín (periodo 2000 - 2005).

	<i>Matriz de cambios</i>		<i>Tasa de Deforestación</i>	
	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>(ha/año)</i> <i>2000 - 2005</i>	<i>Tasa (%)</i> <i>2000 - 2005</i>
<i>Corredor Fluvial Yavari Mirin*</i>				
Cobertura Boscosa	192,894	191,887		
Deforestación		0	201	0.1
Perdida %		0.026		

* La superficie de la Corredor Fluvial Yavari Mirin es de 1,941,250 ha.

Fuente: ©WCS

Tabla 22: Deforestación en el transecto de la cuenca del río Yavari Mirín (periodo 2005 - 2010).

	<i>Matriz de cambios</i>		<i>Tasa de Deforestación</i>	
	<i>2005</i>	<i>2011</i>	<i>(ha/año)</i> <i>2005 - 2011</i>	<i>Tasa (%)</i> <i>2005 - 2011</i>
<i>Corredor Fluvial Yavari Mirin*</i>				
Cobertura Boscosa	192,266	191,680		
Deforestación		586	117	0.06
Perdida %		0.003		

* La superficie de la Corredor Fluvial Yavari Mirin es de 194,125 ha.

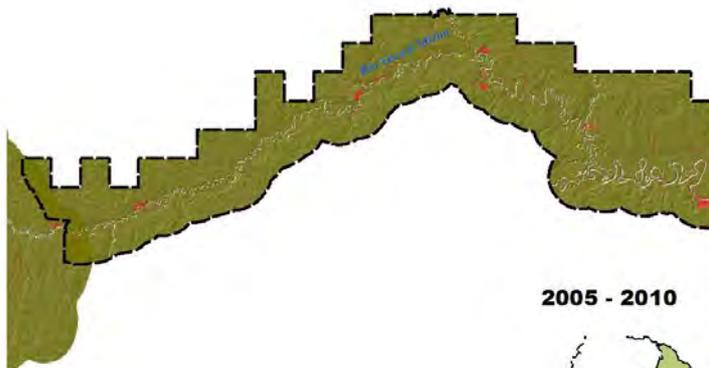
Fuente: ©WCS

Figura 12. Patrones y Tendencias de la Deforestación en el transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín en los periodos 2000 - 2005 y 2005 - 2010

a.



b.



Patrones en la Deforestacion : figura (a), (b)

-  Deforestacion
-  Cobertura Boscosa



@armandomercado, agosto, 2012

8. CONCLUSIONES

- En términos generales, lo que estos datos nos demuestran es la importancia que tienen tanto áreas protegidas como las áreas de conservación regionales como importantes estrategias para evitar y reducir la deforestación.
- Los análisis multitemporales resultan ser una herramienta útil para identificar la distribución de los tipos de cobertura terrestre, así como entender los cambios naturales y humanos que se dan en un espacio geográfico y en un momento determinado (Espacio - Tiempo).
- Líneas Base de Deforestación Histórica son insumos para la evaluación y monitoreo de estrategias de manejo del territorio como “Áreas Naturales Protegidas”, “Áreas Regionales de Conservación” y “Reservas Étnicas”.
- La mayor dinámica en el cambio del uso del suelo en las áreas evaluadas es impulsada por diversos factores, los cuales conducen a la conversión de bosques en tierras deforestadas; conductores, como la tala selectiva de especies maderables y no maderables con fines comerciales, la construcción de caminos (Carretera Iquitos - Nauta) y explotación de petróleo que promueve la ocupación de los territorios aumentando los focos de colonización de nuevas áreas; el avance de la frontera agrícola para la extensión de cultivos y ganadería con la finalidad de satisfacer las necesidades de consumo de los individuos y grupos humanos.
- La superficie de cobertura boscosa al 2011 que forma parte de los ecosistemas presentes en las áreas de estudio evaluadas es de 3,05 millones de hectáreas aprox.
- La deforestación para el último periodo de análisis del 2005 - 2011 en el área de la Reserva Nacional Pacaya Samiria y su zona de influencia directa dieron como resultado un total de 31,568 ha de áreas deforestadas, para el ACR Comunal Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento en el periodo 2005 - 2011 dieron un total de 3,288 ha y para el transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín en el periodo 2005 - 2010 dieron un total de 586 ha estas nuevas superficies representan la aparición de nuevos parches o focos de deforestación sumado a las áreas degradadas que ya existen, lo cual representa una superficie total de 35,442 ha deforestadas en todo el ámbito de estudio.
- Las tasa anual de deforestación para las áreas evaluadas, en el periodo 2005 - 2011 como RN Pacaya Samiria y su zona de influencia, ACR Tamshiyacu Tahuayo y su zona de amortiguamiento resulto ser de 0.23% y 0.09% respectivamente, y para el transecto de la cuenca del río Yavarí Mirín en el periodo 2005 - 2010 resulto ser de 0.06%.

9. RECOMENDACIONES

- Futuros estudios de monitoreo y actualización de la deforestación en las áreas evaluadas en este documento, deben ser realizados utilizando la misma o similar metodología del presente estudio, especialmente en cuanto a criterios se refiere, si es que se quiere volver a evaluar la deforestación utilizando estos resultados como línea base.
- El monitoreo de la deforestación en las áreas seleccionadas u otras áreas prioritarias dentro de la región, debe ser realizado en periodos más cortos de tiempo, que permitirán detectar mejor las variaciones anuales del proceso de la deforestación. De esta manera se tendrá mayor información de la dinámica de los cambios de uso de la tierra.
- En las tres áreas analizadas, las superficies de cobertura boscosa para los periodos evaluados, incluye una proporción no conocida de bosques secundarios, debido a que ambos poseen lecturas espectrales parecidas. Esto contribuye a la subestimación o sobreestimación del impacto de las actividades humanas sobre los bosques primarios y lo recomendable para ser subsanada es un trabajo de campo exhaustivo y la determinación más precisa de la firma espectral de cada tipo de bosque.
- Es importante realizar un análisis profundo de las causas de la deforestación en el ámbito de estudio y por áreas protegidas de forma independiente, para así poder entender su dinámica a través del tiempo, de tal forma que permita tomar conciencia del problema y tomar medidas de gestión de las áreas protegidas para frenar y regular este proceso.
- Se recomienda continuar con el monitoreo de la deforestación, el cual debe constituir una herramienta importante para poder evaluar las complejas interacciones que existen entre procesos socioeconómicos y políticas de desarrollo.

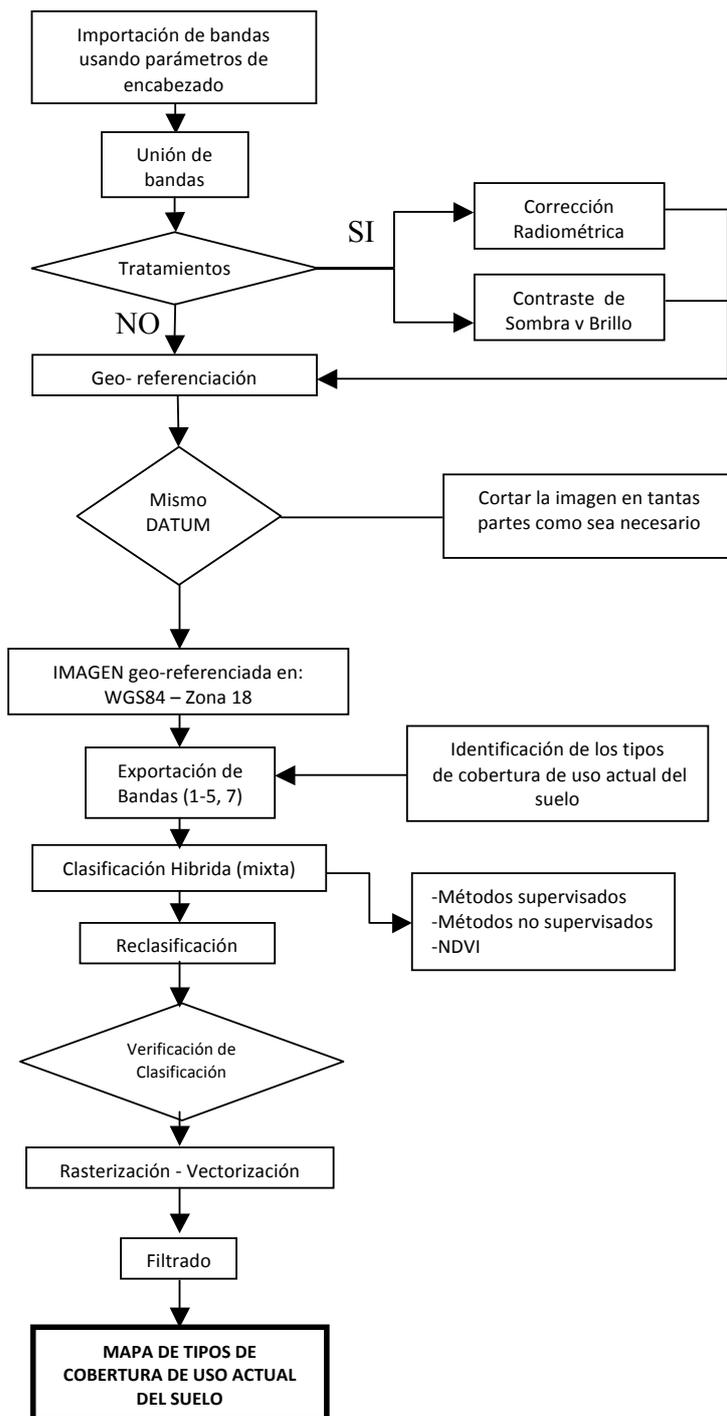
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amend, S. y T. Amend. 1994. Presencia humana en áreas protegidas. *Bosques y Desarrollo* 10:43-45.
- Cabrera, E., D. Vargas, G. Galindo, M. García & M. Ordoñez. 2011. Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales (IDEAM), Bogotá D.C., Colombia.
- Centro de Datos para la Conservación. Universidad Nacional Agraria La Molina (CDC-UNALM). 2003. Análisis multi - temporal de los cambios en el uso del suelo. CDC-UNALM, Lima., Perú.
- Colditz R. 2007. Time series generation and classification of MODIS data for land cover mapping. Tesis para optar el grado de doctor en Ciencias. Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Alemania. Disponible en http://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/volltexte/2008/2590/pdf/Dissertation_Colditz_neu.pdf (Consultado el 14 de febrero de 2013).
- FAO. 2012. Global forest land-use change 1990–2005, Main report. Forestry Paper 160. FAO, Rome.
- Field, C.B., J. T. Randerson & C.M. Malmstrom. 1995. Global net primary production: combining ecology and remote sensing. *Remote Sensing of Environment* 51:74-88.
- Flores, S. 2001. Análisis de los friajes en la Amazonía peruana durante el mes de Julio del 2000. *Instituto Geofísico del Perú* 2:21-30
- Marengo, J., C. Nobre & A. Culf. 1997. Climatic impacts of “friagens” in forested and deforested areas of the Amazon basin. *Journal of Applied Meteorology* 36:1553-1566.
- Martín, C. 1996. Áreas protegidas y zonas de amortiguación: Objetivos, alcances y aspectos a evaluar. Flacso, Ecuador.
- Muñoz, F. y R. Navarro. 2003. El empleo de sensores remotos como herramienta para la generación de cartografía de usos del suelo en el entorno de áreas naturales protegidas: aplicación al Bosque de Protección de Alto Mayo y Zona de Amortiguamiento. Flacso, Quito., Ecuador.
- Peralvo, M. y J. Delgado. 2010. Protocolo metodológico para la generación del Mapa de Deforestación Histórica en el Ecuador continental. Ministerio del Ambiente, Socio Bosque, Condesan. Quito., Ecuador.
- Servicio Nacional de Areas Naturales Protegidas (SERNANP). 2009. Plan maestro reserva nacional pacaya samiria 2009 - 2013. SERNANP, Lima., Perú.
- Sherbinn, A. y M. Freudenberger. 1998. Migration to protected areas and buffer zones: can we stem the tide?. *PARKS (Protected Areas Programme)*. UICN. 8:38-53.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 1994. Directrices para las Categorías de Manejo de Áreas Protegida. UICN, Reino Unido: CPNAP con ayuda de WCMC. UICN, Gland, Suiza y Cambridge.
- Villarejo, A. 2002. Así es la selva. 5th edition. CETA, Iquitos, Perú.
- World Wildlife Fund (WWF)-Perú Program Office, USAID, CDC-UNALM, 2004; Análisis y modelación espacio-temporal del paisaje en las áreas de intervención del PDA, Lima, Perú.

11. ANEXOS

ANEXO 1

Figura N° 12 Secuencia Metodológica para la obtención de los tipos de cobertura vegetal de uso del suelo



ANEXO 2

Figura 12. Esquema metodológico para la caracterización espacial de la línea base de deforestación histórica en las áreas seleccionadas dentro del Paisaje Yavari Samiria.

