

# **MAPA DE LAS FORMACIONES VEGETALES DEL SANTUARIO NACIONAL TABACONAS NAMBALLE**



*Ing. Pieter Van de Sype*

*10/04/2010*

## 1. Introducción

Este informe se trata sobre la elaboración del mapa de las formaciones vegetales del Santuario Nacional Tabaconas Namballe (SNTN) y su Zona de amortiguamiento. Este Santuario es un área natural protegida por el estado peruano, que se ubica en el extremo norte del Perú, en la provincia de San Ignacio, Cajamarca (Imagen 1). El SNTN aloja varias especies muy importantes para la biodiversidad en esta región y el país. Cubre un área de 328 km<sup>2</sup> entre los 1200 y los 3700 msnm y así protege al bosque montano y el páramo. Esos ecosistemas sirven como fuentes continua de agua para los áreas río bajo, alojan muchas especies endémicas y son importantes captadores de dióxido carbono. El SNTN es la única área significativa de la región que no ha sido deforestado.

Los objetivos del mapeo son:

- Obtener información valiosa para futuras investigaciones (Ej. estudios biológicos).

*Por este objetivo el análisis se enfoco en la distribución espacial de las diferentes formaciones vegetales dentro del ecosistema del páramo (mayormente dentro de los limites del SNTN)*

- Obtener una herramienta para sensibilización (Ej. mostrar diferentes tipos de vegetación y deforestación en maquetas del SNTN).
- Obtener datos que permiten el monitoreo de la deforestación dentro de los limites del SNTN.

*Por estos objetivos el análisis se enfoco en el contraste entre bosque primario y deforestación (mayormente en la zona de amortiguamiento).*

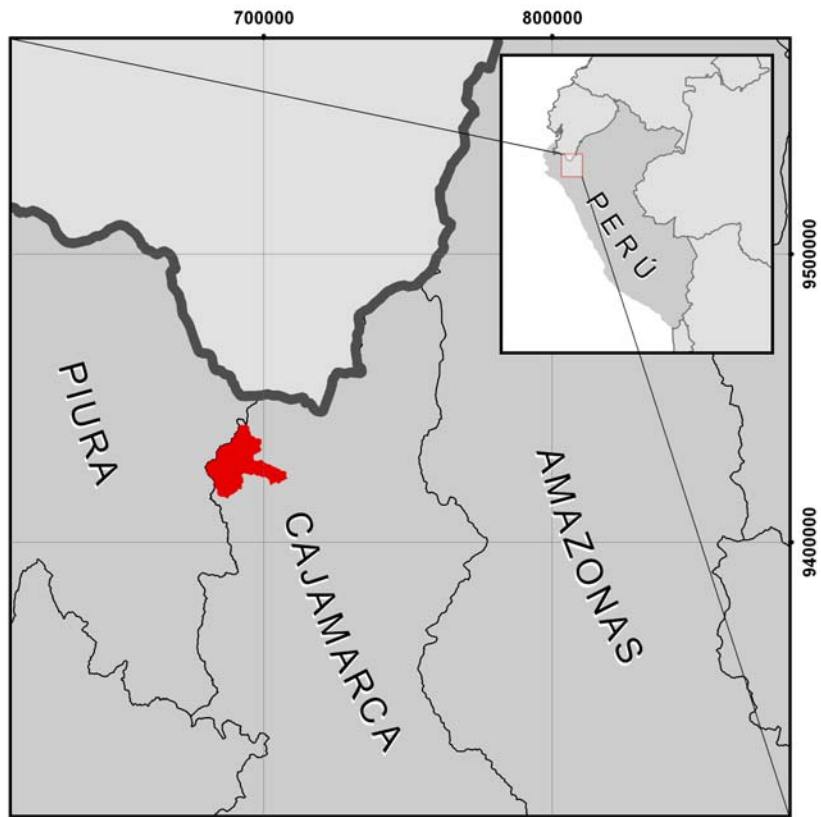


Imagen 1: Ubicación del SNTN (Rojo) en la provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca, Perú.

## 2. Metodología

El mapeo se hizo en base de un análisis de imágenes satelitales *ASTER* del área de interés (el SNTN con su Zona de Amortiguamiento). En *ENVI 4.5®* se hizo una clasificación de las imágenes, de la cual los resultados fueron acabados para la cartografía en *ArcGIS 9.2®*.

Se hizo tres salidas al área de interés con un total de 15 días de trabajo en el terreno. Durante este tiempo se familiarizo con las diferentes formaciones vegetales y sus características.

### 2.1. Trabajo de campo

En cooperación con la Jefatura del SNTN\* se hizo tres expediciones al área de interés durante las cuales se obtuvo datos del campo para el siguiente trabajo en gabinete. Los trayectos de cada salida cruzaron las diferentes formaciones vegetales presentes en el Santuario. Una expedición entró por el este, las otras dos por el sur (Imagen 2).

En el trabajo de campo se observó las diferentes formaciones vegetales y se anotó sus características biológicas (composición de especies), fisiográficas (altura y cobertura de la capa vegetal) y espaciales (distribución en relación con las características del terreno, área cubierta, transición hacia otras formaciones).

Por cada formación vegetal fueron tomados fotos desde varios puntos de vista (varias orientaciones y distancias) y puntos de referencia con GPS.

---

\* Del Servicio de Áreas Naturales protegidas por el Estado (SERNANP) del Ministerio del ambiente de Perú



**Imagen 2: Trayectos de las tres salidas al área de interés (SNTN y su Zona de Amortiguamiento).**

## 2.2. Preclasificación

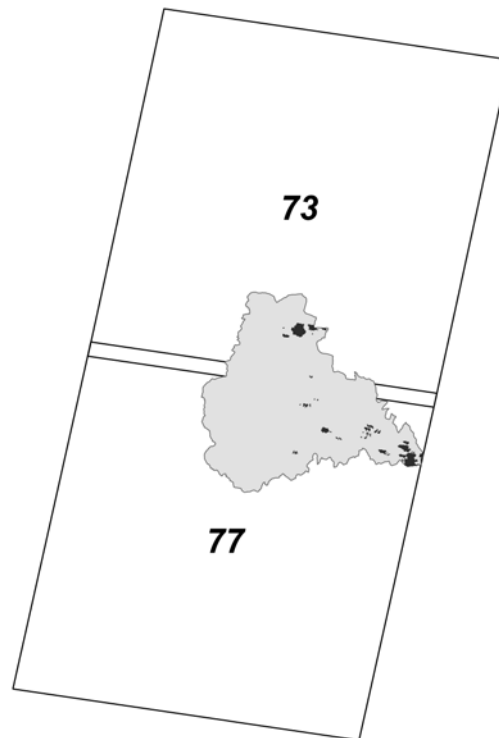
### *Datos*

Tomando en cuenta el nivel de detalle del resultado requerido, se elijo utilizar imágenes captadas por el instrumento *ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)* con una resolución de 15 x 15 m en las bandas mas importantes para el análisis de vegetación. Se compró las imágenes más recientes con poca cobertura de nubes. Tabla 1 muestra las características de estas imágenes.

Las imágenes fueron captadas temprano por la mañana, lo que resulta en una elevación baja del sol y así en un efecto mas pronunciado del relieve. La mayoría de la cobertura de nubes en el imagen 73 se ubica fuera del área de interés. Dentro del área de interés las nubes y sus sombras cubren 2,3 % del área total. Además, ciertas partes son cubiertas por una capa de nubes muy delgada y difusa o penachos de humo resultando de la quema de chacras. Sin embargo, debido al hecho que son muy indistinguibles, estas coberturas no se dejaron delinear separadamente. Imagen 3 muestra el área de interés cubierto por las imágenes y la cobertura de nubes.

Imagen	Fecha	Momento (GMT) <sup>†</sup>	Cobertura de nubes (%)	Elevación del Sol (°)
73	21/02/2007	15 u 45 min 32 seg	25	17
77		16 u 45 min 23 seg	4	

**Tabla 1: características de las imágenes satelitales utilizadas para el análisis.**



**Imagen 3: extensión de las imágenes satelitales ASTER 73 y 77, cubriendo el área de interés (gris). La cobertura de nubes en el área de interés (2,3 %) está marcada en negro.**

<sup>†</sup> En tiempo Greenwich Mean Time – 7 horas antes del tiempo local en el área de interés.

## Preprocesión

Las imágenes fueron sometidas a unas acciones de preprocesión:

- El 'ruido' fue eliminado utilizando el promedio de la reflectancia de la imagen con el módulo *IARR (Internal Average Relative Reflectance)*.
- La imagen fue orthorectificada utilizando puntos de la red vial registrados en el campo con GPS y claramente identificables en la imagen (*Orthorectify ASTER with ground control*).
- Las tres bandas más importantes para el análisis de vegetación fueron separadas de los demás (*Spectral subsetting*):
  - VNIR Banda 1: 0.5560  $\mu\text{m}$  (banda verde)
  - VNIR Banda 2: 0.6610  $\mu\text{m}$  (banda roja)
  - VNIR Banda 3 : 0.8070  $\mu\text{m}$  (banda infraroja)
- *Band ratios* (divisiones de bandas) fueron calculados dividiendo las tres bandas entre ellos, utilizando *Band math*. En el siguiente análisis se utilizó estos band ratios para clasificar áreas con un relieve muy pronunciado. En estas áreas, partes sombreadas tienen por cada banda una reflectancia absoluta más baja que partes soleadas, aunque tengan la misma cobertura vegetal y entonces las mismas relaciones de valores relativos entre las diferentes bandas. Dividiendo las diferentes bandas entre ellas se cancela este efecto<sup>‡</sup> (Lillesand & Kiefer, 1996). Utilizando el módulo *Layerstack* estas nuevas bandas fueron agregadas a los demás.

---

<sup>‡</sup> Otra manera de cancelar el efecto del relieve hubiera sido clasificar áreas sombreadas y áreas soleadas diferentemente, utilizando una máscara hecha a base del DEM. En este análisis eso no fue posible debido al hecho que el DEM disponible no era bastante detallado para corresponder exactamente con la imagen satelital.

- Nubes y sus sombras claramente distinguibles fueron digitalizadas utilizando la herramienta *Region of Interest (ROI)*.
- Las lagunas presentes en el páramo también fueron digitalizadas como *ROI*, debido al hecho que son muy distinguibles y así más fácilmente delimitadas que utilizando el proceso de clasificación.
- Utilizando la delimitación de la Zona de Amortiguamiento como mascara, el área de interés fue sacada de las imágenes ASTER.
- Utilizando las lagunas, las nubes y sus sombras digitalizadas como mascara estas áreas ya clasificadas fueron eliminadas para el siguiente análisis.
- Utilizando el DEM hecho a base de imágenes ASTER y rectificado utilizando las imágenes 73 y 77 (ya rectificadas) se construyó dos mascaras, distinguiendo píxeles encima o bajo de 2800 msnm. Eso permitió de hacer el siguiente análisis en dos partes, tratando separadamente dos áreas muy distintas. Así se bajó la variación en los datos, facilitando la clasificación. El límite de 2800 msnm fue elegido porque corresponde con el límite superior del bosque montano (Degen, 2009).
- Durante el proceso de clasificación fueron aplicadas clasificaciones supervisadas y no supervisadas. Un requerimiento para una clasificación supervisada son áreas de entrenamiento (*training areas*), las cuales fueron digitalizadas utilizando los datos de campo. Se registro las áreas correspondientes con las diferentes formaciones vegetales, utilizando la herramienta *ROI*.

### 2.3. Clasificación

Para obtener el mapa de vegetación se aplicó un proceso de varias clasificaciones consecutivas, cada vez sacando los píxeles con más probabilidad de pertenecer a sus respectivas clases y aplicando el próximo paso en las píxeles restantes.

Durante todo este proceso se utilizaba una composición de colores falsos de las imágenes satelitales originales como fondo. Los resultados de cada clasificación consecutiva fueron comparados con esta imagen y los datos del campo. En caso que no correspondieron bien, la clasificación fue repetida con otros parámetros (bandas utilizadas, valores de tolerancia, áreas de entrenamiento, número de clases,...).

El proceso empezó con una clasificación supervisada con *Maximum Likelihood*, utilizando las áreas de entrenamiento como clases. Se utilizó valores de tolerancia altos (0.95 – 0.8) para asegurar que solo fueron clasificadas los píxeles de las cuales sus características espectrales correspondían muy bien con los clases.

Las píxeles clasificadas así fueron guardadas separadamente y después utilizadas para hacer una máscara. Esta máscara fue aplicada durante el segundo paso: una clasificación no supervisada clasificando las píxeles restantes del primer paso.

Ahora solo las clases que correspondían bien con la realidad fueron guardadas separadamente y se hizo otra máscara para aplicar nuevamente en las áreas aun no clasificadas. Este paso fue así repetido hasta que casi todas las píxeles pertenecieron a una clase. Las píxeles que quedaron<sup>§</sup> fueron interpoladas en el proceso de cartografía.

---

<sup>§</sup> La mayoría perteneciendo a áreas muy oscuras

## 2.4. Cartografía

La resolución fue refinado de 15 a 8 m para obtener un imagen mas 'suave' y para evitar que elementos pequeños pero importantes (como chacras o bosques de ladera en el páramo) desaparecerían durante el siguiente proceso de generalización:

- Un filtro fue aplicado para sacar el 'ruido' (pixeles aisladas) (*Majority filter*)
- Después se suavizó los limites entre las diferentes clases, dando prioridad a las clases con objetos mas pequeños (*Boundary clean*)
- Enseguida se eliminó todos los elementos con una área mas pequeña que 50 píxeles (0.3 ha) (*Nibble*)
- Este resultado fue suavizado otra vez (*Majority filter – Boundary clean*)

Como las lagunas y las nubes habían sido digitalizadas estas clases no fueron submetidas al proceso de generalización, así que fueron importadas directamente desde *ENVI®*.

### **3. Resultados**

#### **3.1. Clasificación de formaciones vegetales**

##### *Clases*

Tabla 2 muestra la clasificación utilizada resultando del análisis, que distingue las diferentes formaciones vegetales a base de sus características fisonómicas. En Anexo 1 se puede encontrar fotos de cada clase.

Tabla 3 compara la clasificación de este estudio con otras clasificaciones hechos en la misma región (Norte del Perú).

En Anexo 2 se puede encontrar la clasificación de Degen (2009) y Zúñiga y Mattos (2010)\*\*. Dos diferencias muy grandes de la clasificación hecho únicamente en base de características fisonómicas con estas dos clasificaciones más elaboradas son: (1) la incorporación del páramo arbustivo en la clase 'Matorral' y (2) el agrupamiento de todo tipo de bosque en una sola clase. Sin embargo, el análisis de las imágenes satelitales no permitió elaborar una clasificación tan elaborada. No solo era imposible distinguir bien todas esas clases – muchas tenían espectros de reflectancia muy parecidos y las transiciones entre ellas son graduales – además los áreas cerradas de las respectivas clases serían demasiado pequeñas tomando en cuenta la escala del mapa (1:30 000).

---

\*\* Amanzo et al. (2003) distinguieron aún más diferentes clases dentro del bosque de ladera.

Clase	Características		
	General	Extensión	Altura
<b>Pajonal</b>	(1) Gramíneas macollantes cespitosas con especies acompañantes herbáceas o leñosas, el piso esta cubierto por musgos y líquenes. Comunidades dominadas por distintas especies según las condiciones ecológicas (humedad del suelo, pendiente,...).	- Fondos de los valles glaciales - Partes más expuestos al viento y al frío - Partes con suelos saturados	0.3 - 0.7 m
	(2) En las partes más altas la cobertura y la diversidad vegetal disminuyen sensiblemente, hasta llegar a un crecimiento de pocas plantas aisladas y predominio del sustrato rocoso.	- Partes mas altas y con exposición del sustrato rocoso	
<b>Matorral</b>	(1) Pajonal y arbustos o pequeños árboles dispersos.	- Sitios abrigados	
	(2) Predominio de la vegetación arbustiva	- Transición pajonal - bosque	1 - 5 m
	(3) Vegetación de borde, densa y con arbustos altos y una distinta composición de especies.	- Bordes de las lagunas	
<b>Bosque</b>	(1) Islas de bosques aislados dentro del páramo. En general entre 8 y 12 m, árboles individuales pueden alcanzar los 15-20 m. Transición a Matorral puede ser muy abrupto o muy gradual.	- Encima de 2800 msnm: sitios abrigados del viento y el frío en las laderas, mejor drenaje	4 - 20 m
	(2) Bosque continuo con diferentes estratos	- Bajo de 2800 msnm	5 - 30 m
<b>Antrópico</b>	Áreas con intervención antrópica: cultivos, pastos, áreas taladas		
<b>Laguna</b>	Lagunas en el páramo		
<b>No Data</b>	(1) Nubes		
	(2) En la parte suroeste de la Zona de Amortiguamiento no se puede distinguir el límite entre el pajonal natural y pastos <sup>††</sup> .		

Tabla 2: Clasificación utilizada para el mapeo.

<sup>††</sup> Esto es un problema frecuente en la determinación del límite inferior de los páramos (Hofstede et al., 2003)

<i>Clasificación</i>	<b>SNTN</b>	<b>Degen, 2009</b>	<b>Zuñiga y Mattos, 2010</b>
<i>Area</i>	SNTN	SNTN	Norte del Perú (hasta los 6° S)
	Pajonal	Superpáramo Pajonal	Páramo rocoso Páramo herbáceo y almohadillada Páramo herbáceo o pajonal
	Matorral	Matorral Páramo Arbustivo	Matorral Páramo arbustivo
<i>Vegetación</i>	Bosque	Bosque achaparrado Bosque de ladera Bosque subalpino Bosque montano alto Bosque montano Bosque montano bajo	Matorral boscoso Bosque montano bajo Bosque montano alto Bosque montano bajo
	Antrópico	Antrópico	Antrópico

**Tabla 3: comparación de diferentes clasificaciones de formaciones vegetales en el norte del Perú.**

#### *El Páramo del SNTN*

Existe mucha discordia sobre el término 'páramo' o páramos'. Puede referir a un ecosistema, un área geográfica, un paisaje,... (Hofstede, 2003). En el Perú se están realizando en los últimos años reuniones con diferentes instituciones gubernamentales y privadas, para discutir la definición del Ecosistema Páramo en el país debido a la falta de información disponible (Zúñiga & Mattos, 2010). En este estudio con el término 'páramo' se refiere a un ecosistema:

*El páramo es una colección de ecosistemas neotropicales alpinas dentro del bioma de las praderas. Consiste en valles con pendientes pronunciados y mayormente formados por glaciales, y planos, con una larga variación en lagos, bofedales y praderas húmedas, entrelazados con vegetación arbustiva y parcelas de bosques. Cubre las partes mas altas de los Andes del Norte, entre 11° N y 8° S, en una zona discontinua entre la Cordillera de Merida (Venezuela) y la depresión de Huancabamba (Buytaert, 2006).*

Tabla 4 compara la clasificación de las formaciones vegetales del SNTN de Degen (2009) con La clasificación de tipos de páramo de Buytaert et al. (2006). Las discrepancias en las alturas de los límites se puede explicar por varias razones:

- 1) El páramo del SNTN es una transición del subpáramo al páramo propiamente dicho: aunque el pajonal es una formación muy importante, el paisaje de mosaico (pajonal, matorral y pajonal) aun no esta dominado por ello (20% del área total entre 2800 y 3700 msnm). Las formaciones boscosas son comunes: no solo aparecen 'en algunos sitios abrigados', como en el páramo propiamente dicho según Buytaert et al. (2006).
- 2) Debido al hecho que el SNTN se ubica a más distancia del ecuador y a la influencia de la corriente Humboldt se puede esperar temperaturas relativamente mas bajas en la misma altura.
- 3) La transición al Superpáramo mucho mas bajo se puede explicar por el hecho que en el SNTN el punto mas alto no sobrepasa los 3700 msnm, lo que significa que desde 3500 msnm la vegetación cubre los mismos cerros y así está relativamente mas expuesta al viento y el frío.

Altitud (msnm)	Degen, 2009 SNTN	Buytaert et al., 2006 Páramos
4500	<i>Superpáramo</i>	<i>Superpáramo</i>
3500		<i>Propio Páramo</i>
3000	<i>Pajonal, Matorral, Páramo arbustivo, Bosque achaparrado, Bosque de ladera</i>	<i>Subpáramo</i>
2800		
2600	<i>Bosque montano alto, Bosque Subalpino</i>	<i>Bosque continuo</i>
2400	<i>Bosque montano</i>	
	<i>Bosque montano bajo</i>	

Tabla 4: Comparación de la clasificación de formaciones vegetales del SNTN con una clasificación de los páramos.

### 3.2. Mapa de formaciones vegetales del SNTN

En Anexo 4 se puede encontrar el resultado del mapeo.

Tabla 5 y gráfico 1 muestran las áreas de las respectivas clases del análisis del área de interés: el SNTN más su zona de amortiguamiento (Tablas para el SNTN, áreas encima de 2800 y bajo 2300 msnm se puede encontrar en Anexo 3).

Clase	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje del área total
Laguna	1	0.1
Pajonal	60	7.8
Matorral	110	14.2
Bosque	502	65.0
Antrópico	72	9.4
No Data	27	3.5
<b>TOTAL</b>	<b>772</b>	<b>100</b>

**Tabla 5: áreas de las diferentes clases en la zona de interés (SNTN y su Zona de Amortiguamiento)**

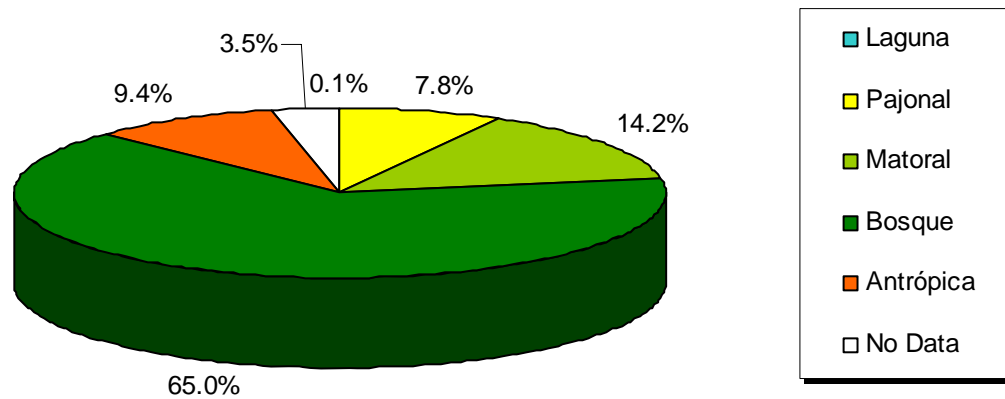


Gráfico 1: áreas de las diferentes clases en el área de interés.

### El Páramo del SNTN

Imagen 4 es un corte del mapa de vegetación del SNTN mostrando más en detalle las formaciones vegetales dentro del páramo.

Considerando el páramo como una colección de ecosistemas, el páramo del SNTN corresponde bien con la descripción de los paramos andinos como un mosaico de pajonal en áreas más frías o húmedas y matorral (o arbustos) o hasta bosques donde las condiciones (temperatura, viento, drenaje,...) lo permiten.

Hay autores que dicen que la existencia de un páramo pajonal es consecuencia de quemadas y que naturalmente la zona reconocida como subpáramo debería estar mucho más amplio distribuido (Laegaard, 1992 en Hofstede et al., 2003). Además, existe confusión sobre el límite inferior del páramo, debido al hecho que no es muy claro distinguir el páramo original y áreas utilizados como pastos (Buytaert et al., 2006). El páramo del SNTN, debido a la topografía, es como una isla rodeada por bosques de neblina intactos, que nunca ha sido colonizado por el hombre. Así que pueda ser un área interesante para futuros estudios sobre estos temas.

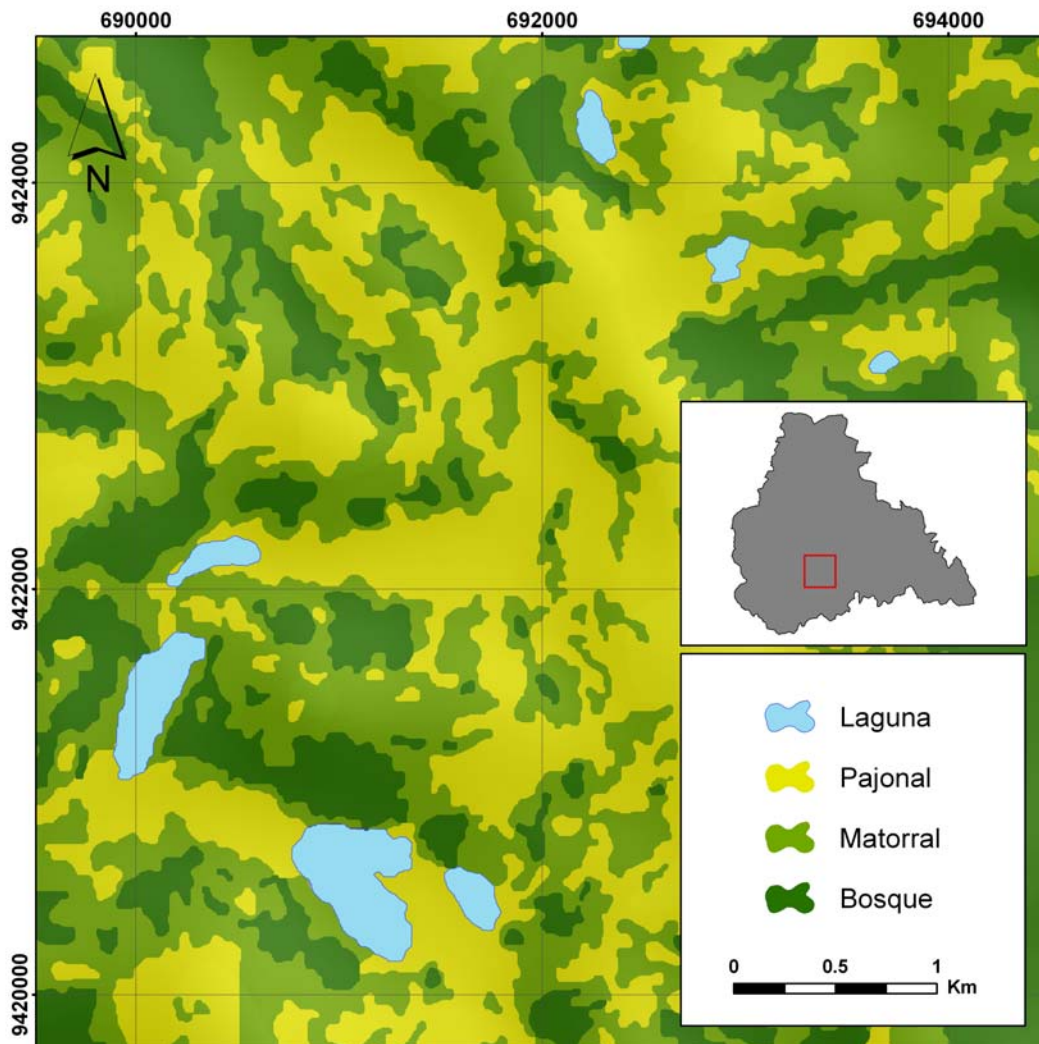


Imagen 4: Corte del mapa mostrando las formaciones vegetales dentro del páramo.

Imagen 5 es una ilustración de la composición típica de un valle glacial en el SNTN:

Laguna bordeada por pajonal (o vegetación de borde en las lagunas mas grandes), fondo del valle cubierto por pajonal (y en ciertas partes mas altas por matorral), pendientes cubiertos por una secuencia de pajonal – matorral – bosque – matorral – pajonal y finalmente pajonal o sustrato rocoso en los cerros. La mayoría de los bosques no se extienden por todo el pendiente pero forman islas dentro del matorral.

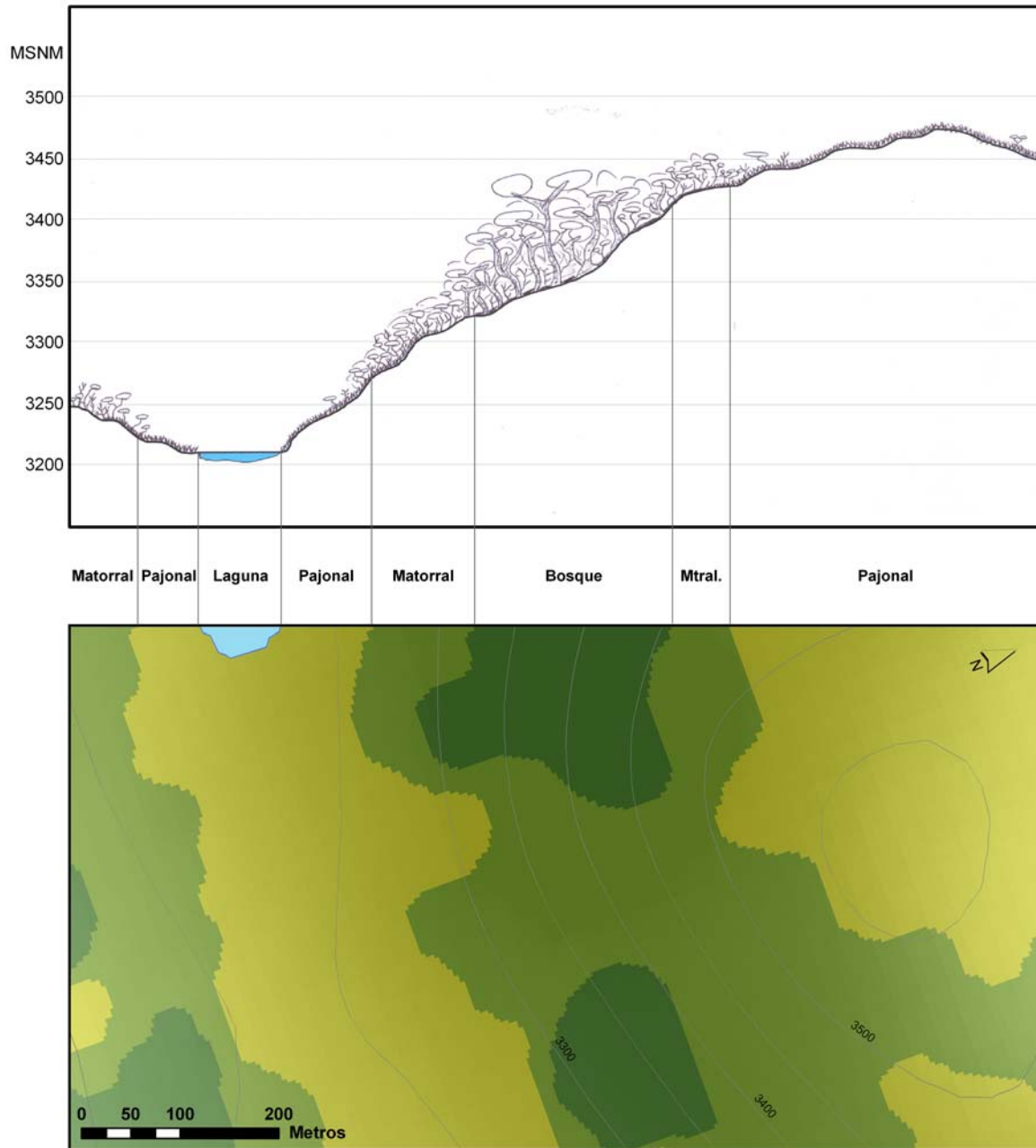
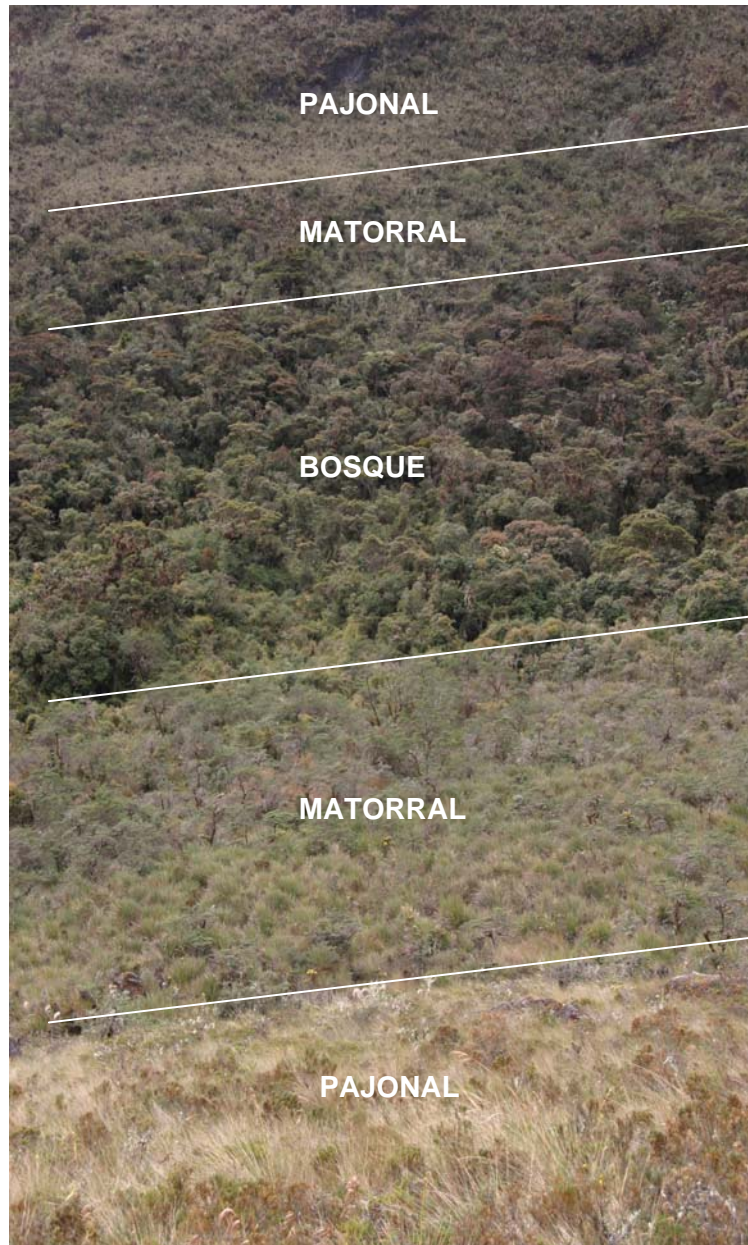


Imagen 5: Transecto mostrando la composición típica de un valle glacial en el SNTN.

Imagen 6 muestra la secuencia pajonal – matorral – bosque – matorral – pajonal. Imagen 7 es una ilustración de un valle glacial típica del SNTN. Imagen 8 muestra el paisaje de mosaico del SNTN.



**Imagen 6: Formaciones vegetales en una vertiente de un valle glacial.**



**Imagen 7: vertiente de un valle glacial en el páramo del SNTN.**



**Imagen 8: Paisaje de mosaico de pajonal, matorral, bosques y lagunas en el páramo del SNTN.**

*Deforestación en la Zona de Amortiguamiento*

La clase 'Antrópica' corresponde con áreas deforestadas para cultivos o pastos. Imagen 9 es un corte del mapa de vegetación del SNTN mostrando mas en detalle la deforestación dentro de la zona de amortiguamiento. Esta información cartográfica es muy valiosa para identificar las zonas bajo más presión, para indicarles a los guardaparques donde tienen que actuar y para posiblemente definir una nueva zonificación del SNTN.

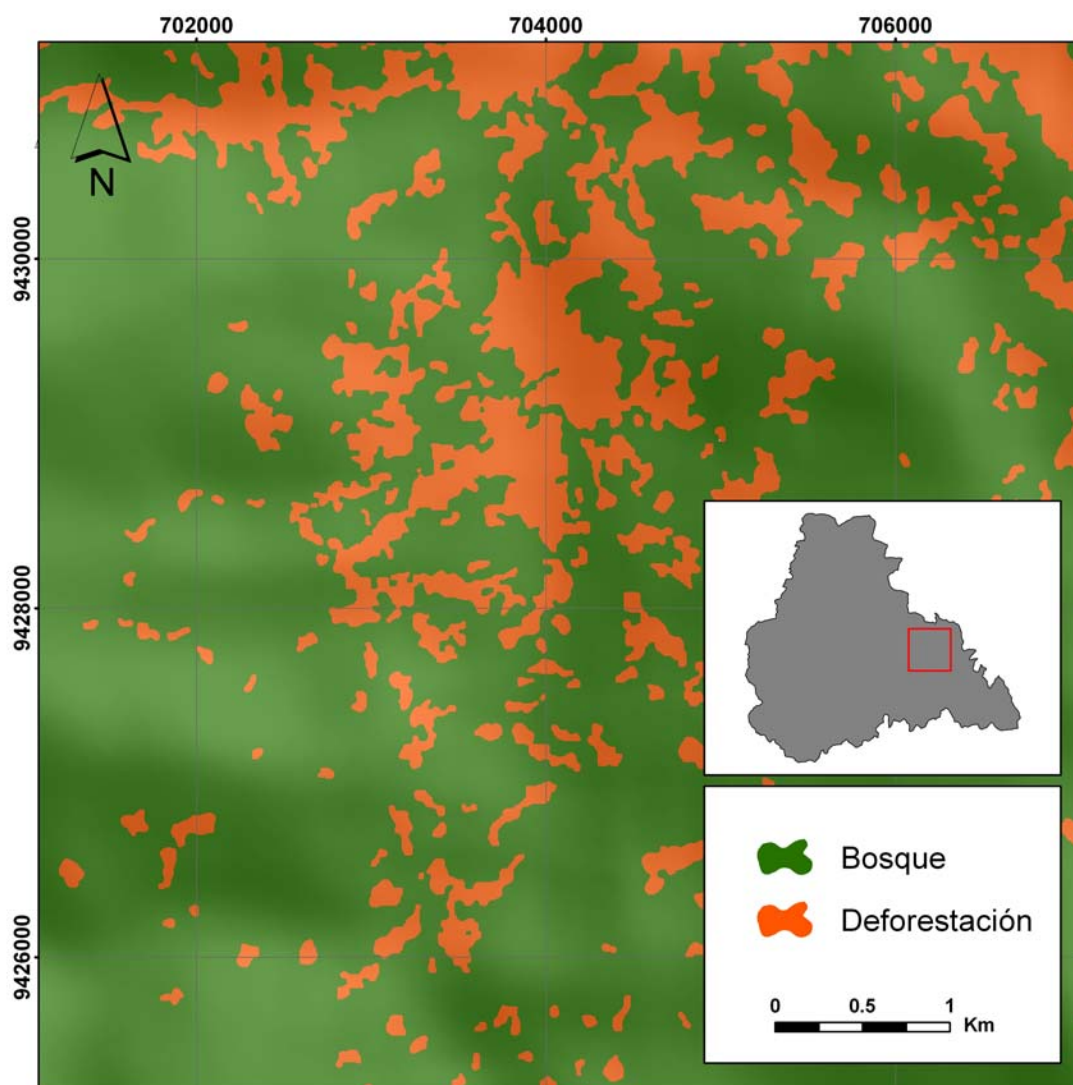


Imagen 9: Corte del mapa mostrando la deforestación en la zona de amortiguamiento

Imagen 10 muestra la deforestación en el valle Tabaconas. Tabla 6 muestra la deforestación en porcentaje del área total en el área de interés.



**Imagen 10: deforestación en el valle Tabaconas. Arriba: vertientes sur, casi totalmente deforestadas. Abajo: vertientes norte, dentro de la Zona de Amortiguamiento del SNTN. Relativamente intactos, pero también sufren de deforestación.**

Zona	Deforestación en % del área total
Bajo 2300 msnm	25
Zona de Amortiguamiento	15
Limite	2
SNTN con su Zona de Amortiguamiento (total)	9

**Tabla 6: Deforestación en diferentes zonas del área de interés.**

La deforestación total en el área de interés casi alcanza los 10%. Dentro del límite unos 2% ya ha sido deforestado. El área bajo 2300 msnm ha sido deforestada considerablemente (25%). Tomando en cuenta:

- 1) el hecho que en el análisis era difícil distinguir bosque de áreas deforestadas pero cultivados durante mucho tiempo y entonces cubiertas con una capa vegetal mas densa y alta (como una chacra de café con muchos árboles de sombra). Se puede considerar entonces que el área de la clase bosque es una surestimación
- 2) el hecho que 2300 msnm es el límite **superior** (los áreas mas representativas se ubican aun mas bajo) del bosque montano bajo
- 3) que el patrono de deforestación mayormente sigue los valles (con una ecología distinta)

se puede decir que el ecosistema del bosque montano bajo dentro de la zona de amortiguamiento del SNTN se encuentra bajo alto presión. La desaparición de este bosque no solo tendría graves implicaciones en los otros ecosistemas (todos tienen relaciones interdependientes) pero podría influir el metabolismo hídrico del páramo del SNTN: gran parte de la lluvia que cae encima del bosque esta captado por ello y transpirada o evaporada otra vez para seguir su trayecto hasta los cerros y los valles del páramo. Con la lluvia cayendo sobre chacras o pastos, mucha agua será perdida como runoff.

#### **4. Conclusiones**

Este informe describe la metodología y los resultados del mapeo de las formaciones vegetales del SNTN. En base de un análisis de imágenes satelitales se hizo un mapa mostrando en detalle (1:30 000):

- la distribución de tres clases de formaciones vegetales fisonómicamente distintas dentro del páramo del SNTN: pajonal, matorral y bosque.
- La cantidad y ubicación de deforestación dentro del SNTN y su Zona de Amortiguamiento.

En base de este mapa se puede concluir que:

- La distribución espacial de las diferentes clases muestra un mosaico de diferentes formaciones vegetales dependiendo de las condiciones locales del clima y de los suelos, con pajonal en los valles y los cerros, y islas de bosque rodeadas por matorral y pajonal en los pendientes.
- El bosque montano bajo en la zona de amortiguamiento esta bajo alta presión.

## 5. Referencias

Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., Hofstede, R., 2006. Human impact on the hydrology of the Andean Páramos. *Earth-science reviews*, 79, pp. 53-72.

Degen, T., 2009. Formaciones vegetales del SNTN. Documento sin publicar.

Hofstede, R., Segarra, P., Mena, P.V., 2003. Los Páramos del Mundo. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia, Quito.

Karst, S., Degen, T., 2007. Conservación y Manejo de Bosques de Protección Cabecera de Microcuenca. Informe Final. Pro-SNTN, San Ignacio.

Lillesand, T., Kiefer, R., 1996. Remote Sensing and Image interpretation. John Wiley & Sons. New York.

Van de Sype, S., 2009. Expedición al Santuario Nacional Tabaconas Namballe: Tapir I. Informe. Pro-SNTN, San Ignacio.

Zúñiga, C., Mattos, J., 2010. Mapeo del ecosistema páramo en el Perú. Instituto de Montana.