



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

Cobertura y uso de la tierra de las provincias de Alto Amazonas y Ramón Castilla

Percy Martínez Dávila
Juan José Palacios Vega
Marcial Martínez Vela
Ricardo Zárate Gómez
José Maco García
Roger Escobedo Torres

DOCUMENTO TÉCNICO N° 33

ENERO 2015

IQUITOS - PERÚ



Cobertura y uso de la tierra de las provincias de Alto Amazonas y Ramón Castilla

Percy Martínez Dávila
Juan José Palacios Vega
Marcial Martínez Vela
Ricardo Zarate Gómez
José Maco García
Roger Escobedo Torres

DOCUMENTO TÉCNICO N° 33

ENERO 2015

IQUITOS - PERÚ

Cobertura y uso de la tierra de las provincias de Alto Amazonas y Ramón Castilla

Elaboración de contenidos : Percy Martínez Dávila, Juan José Palacios Vega, Marcial Martínez Vela,
Ricardo Zarate Gómez, José Maco García, Roger Escobedo Torres
Corrección de estilo : Julio César Bartra Lozano
Diagramación : Angel Pinedo Flor
Imprenta : Gama Print

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2015 - 02576
Primera edición
Lima, Perú. Enero del 2015

© 2015 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
Av. José A. Quiñones km 2,5 – Telf. 065-265515 – Iquitos, Perú.
RUC: 20171781648
www.iiap.org.pe E-mail: proterra@iiap.org.pe

Contenido

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1. OBJETIVOS | 5 |
| 1.1. Objetivo general | 5 |
| 1.2. Objetivos específicos | 5 |
| 2. ÁREA DE ESTUDIO | 7 |
| 2.1. Geología | 7 |
| 2.2. Fisiografía | 8 |
| 2.3. Suelo | 8 |
| 2.4. Clima | 8 |
| 2.5. Vegetación | 8 |
| 3. MATERIALES | 9 |
| 3.1. Materiales | 9 |
| 3.1.1. Materiales cartográficos | 9 |
| 3.2. Equipos y software | 9 |
| 3.2.1. Equipos | 9 |
| 3.2.2. Software | 9 |
| 4. MÉTODO | 11 |
| 4.1. Fase de precampo | 11 |
| 4.1.1. Ingreso de datos geoespaciales | 12 |
| 4.1.2. Generación de estructuras de almacenamiento | 13 |
| 4.1.3. Correcciones de imágenes | 13 |
| 4.1.4. Generación de mosaicos de imágenes de satélites | 15 |
| 4.1.5. Generación de segmentos | 15 |
| 4.1.6. Generación de vectores | 16 |
| 4.1.7. Generación de áreas de referencia | 16 |
| 4.1.8. Clasificación | 18 |
| 4.1.9. Integración con áreas de entrenamiento | 18 |
| 4.1.10. Categorías del uso y la cobertura de la tierra | 19 |
| 4.2. Fase de campo | 22 |
| 4.3. Fase de poscampo | 22 |
| 4.3.1. Integración con los puntos de control de campo | 22 |
| 5. RESULTADOS | 25 |
| 5.1. Análisis de la deforestación | 25 |
| 5.2. Descripción de la clasificación de la cobertura y uso de la tierra de áreas estratégicas de la provincia de Alto Amazonas, de acuerdo con la nomenclatura de la leyenda de Corine Land Cover | 27 |
| 5.3. Descripción de la clasificación de la cobertura y uso de la tierra de áreas estratégicas de la provincia de Mariscal Ramón Castilla, de acuerdo con la nomenclatura de la leyenda de Corine Land Cover | 37 |
| 6. CONCLUSIONES | 47 |
| 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 49 |
| ANEXOS | 51 |

Introducción

En la Amazonía peruana, el proceso de ocupación del territorio y el uso de los recursos naturales, han generado conflictos ambientales por el mal uso de la tierra, debido a que tierras con vocación forestal o de protección, son utilizadas con fines agropecuarios trayendo como consecuencia la pérdida de la fertilidad del suelo y problemas de erosión de suelos en sitios de mayor pendiente. Esto se manifiesta por los bajos rendimientos de los diversos cultivos y el abandono de las tierras por los colonos.

El uso actual de la tierra en la Amazonía arroja un balance de eficiencia muy desfavorable, predominando las tierras abandonadas, subutilizadas y de baja productividad por área. Se estima que solo un 30% de la superficie intervenida se encuentra actualmente en uso agropecuario y forestal. Más del 60% de esta área se encuentra en condición de abandono, situación propiciada principalmente por la degradación de los suelos y la consecuente muy baja productividad.

En tal sentido, el presente estudio estuvo orientado a realizar el inventario de la cobertura y uso de la tierra en áreas estratégicas de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla, que se constituye como un material de suma utilidad y que proporcionará información específica referente a los usos predominantes de la tierra. Este tipo de análisis y su representación cartográfica, permitirá identificar las áreas de tierras en las que se está desarrollando alguna actividad humana, y que puede servir de punto de partida para realizar planes de desarrollo y particularmente de programas de conservación o recuperación de tierras.

Toda esta información de la situación actual del uso de la tierra permitirá apreciar sin necesidad de recorrer el medio rural, la distribución y orientación de las principales actividades que se realizan.

El presente trabajo se realizó mediante el esquema de clasificación Corine Land Cover (Ideam, 2010), lo que nos permitió elaborar el mapa de cobertura y uso de la tierra en áreas estratégicas de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla del departamento de Loreto para el año 2013, a escala 1/50 000, utilizando las imágenes Landsat 8 y sobre la base del área identificada como no bosque por el análisis de cambio en la cobertura forestal.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Analizar la deforestación e Identificar la cobertura y el uso de la tierra en áreas estratégicas de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla del departamento de Loreto.

1.2. Objetivos específicos

- Analizar la deforestación de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla.
- Identificar la cobertura y el uso de la tierra en áreas estratégicas de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla.
- Definir las unidades locales e incorporarlas en el esquema de la leyenda de Corine Land Cover al ámbito de estudio.
- Elaborar una propuesta de clasificación del uso de la tierra adaptando la metodología de Corine Land Cover al ámbito de estudio.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se desarrolló en dos sectores estratégicos. El primero, se encuentra políticamente localizado en la provincia de Alto Amazonas y cubre una superficie de 670 335 ha, correspondiendo al distrito de Balsapuerto 315184 ha (47.02%), al distrito de Yurimaguas 226686 ha (33.82%) y al distrito de Teniente César López Rojas 128465 ha (19.16%). Limita al norte con los distritos de Jeberos y Santa Cruz en la provincia de Alto Amazonas; al sur con los distritos de Barranquita, San Roque de Cumbaza, Pinto Recodo y Caynarachi en la provincia de Lamas, y los distritos de El Povenir y Papaplaya en la provincia de San Martín, del departamento de San Martín; al este con el distrito de Cahuapanas en la provincia de Alto Amazonas del departamento de Loreto y al oeste con el distrito de Puinahua en la provincia de Requena y el distrito de Sarayacu en la provincia de Ucayali del departamento de Loreto (figura 1).

El segundo sector se ubica en la provincia de Mariscal Ramón Castilla y cubre una superficie de 1 002 745 ha que corresponden al distrito de San Pablo que abarca una superficie de 561 088 ha (55,96%), al distrito de Ramón Castilla 173 524 ha (17,30%) y al distrito de Yavarí 268 133 ha (26,74%). Hacia el norte limita con el distrito de Yaguas (provincia de Putumayo), distrito de Ramón Castilla (provincia de Mariscal Ramón Castilla) y Colombia; al sur con el distrito de Yavarí (provincia de Mariscal Ramón Castilla) y Brasil; al este con Colombia y Brasil y al oeste con el distrito de Pevas en la provincia de Mariscal Ramón Castilla del departamento de Loreto (figura 1).

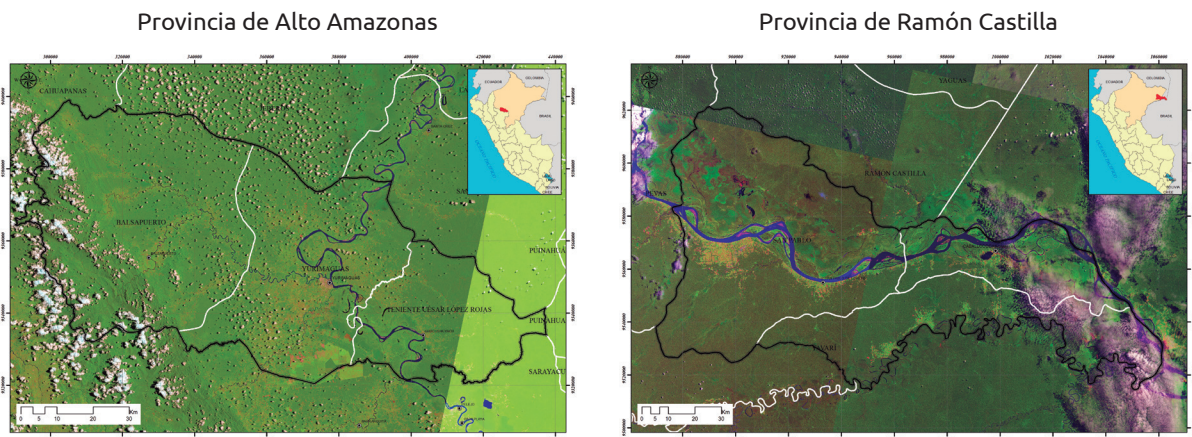


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

2.1. Geología

La diversidad geológica identificada tiene un importante atractivo paisajístico dominante, propio de la Amazonía peruana dentro del contexto global, pues constituye uno de los sectores donde se manifiestan importantes ecosistemas únicos en el planeta, generados como resultado de la influencia de la neotectónica y los procesos geomorfológicos, que produjeron un modelamiento en los afloramientos

sedimentarios en las edades Terciaria y Cuaternaria. Estos atributos del ambiente amazónico ameritan una mayor profundización en el conocimiento del comportamiento geológico para investigar y desarrollar la biodiversidad, los cuales en su conjunto generan los diversos sistemas ecológicos que se encuentran dentro del ámbito de estudio (Castro, 2014).

2.2. Fisiografía

La zona de estudio está conformada por tres grandes paisajes (Escobedo y Torres, 2014):

- a) **Llanura aluvial de los ríos Amazonas, Huallaga, Yavari y afluentes.** Presenta relieves planos con pendientes de 0 a 2%. Litológicamente están conformados por materiales del Cuaternario reciente (Holoceno) constituidos por sedimentos fluviónicos que han sido depositados en forma periódica durante las inundaciones estacionales. Se presentan como porciones de tierra poco estables rodeadas de agua, también se observan como fajas angostas y otras como líneas suavemente curvadas que ofrecen el aspecto de barras que se originan por la pérdida de velocidad de los flujos de agua que dejan sedimentos en forma de camellones.
- b) **Superficies planoonduladas.** Se caracterizan por presentar superficies planas a ligeramente inclinadas con pendientes de 2 a 4%. Estas geoformas, también conocidas como terrazas altas, están constituidas por materiales sedimentarios del Terciario Arcillitas.
- c) **Superficies colinosas.** Formadas por ondulaciones pronunciadas cuya altura no sobrepasa los 80 m con respecto al nivel de base local, como resultado de movimientos tectónicos y agentes erosivos que actuaron y aún siguen actuando. Presentan grado de disección variable. Además, incluyen pequeños valles que discurren dentro de esta formación.

2.3. Suelo

En las terrazas bajas de drenaje bueno a moderado, complejos de orillares y algunas islas relativamente grandes, presentan suelos muy jóvenes sin desarrollo genético (entisoles) con perfiles tipo AC con una fertilidad media producto de los continuos aportes de los ríos. Son utilizados en la agricultura con cultivos de corto periodo vegetativo.

Las terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre y muy pobre se encuentran en áreas depresionadas donde la mayoría de los suelos son hidromórficos (histosoles) producidos por la acumulación de tejidos vegetales poco descompuestos donde crece la palmera del aguaje. Por estas características no son utilizadas en la agricultura y están clasificadas para protección.

En las planicies planoonduladas y colinas bajas se encuentran suelos con mayor desarrollo genético con perfiles tipo ABC. Son suelos estructurados, arcillosos, de coloraciones rojizas de baja fertilidad natural y

capacidad de intercambio catiónico y alto porcentaje de aluminio, lo que implica realizar ciertos manejos para su aprovechamiento en más de dos campañas agrícolas (Escobedo y Torres, 2014).

2.4. Clima

Climáticamente la zona se caracteriza por ser cálida, tropical y húmeda durante todo el año. El régimen de precipitación presenta valores de 2600 a 3000 mm/año¹, distribuidos de tal forma que no hay periodo seco extenso, y casi ningún mes con precipitación menor de 100 mm. Las mayores precipitaciones ocurren en el mes de abril y las menores entre julio y agosto. En cuanto a las temperaturas, los meses más calientes ocurren a finales del invierno, con mínimas medias de 20-23 °C y máximas de 30-33 °C. Las medias anuales oscilan en torno a los 27 °C, y las máximas absolutas históricas pueden alcanzar los 40 °C. La variación diaria de la temperatura oscila entre 10 y 12 °C, lo que es mucho mayor que la variación anual, que apenas llega a ser de 1 a 2 °C (Paredes, 2014).

2.5. Vegetación

El área de estudio presenta una moderada diversidad de comunidades vegetales. La vegetación se puede agrupar en dos grandes paisajes: selva baja y selva alta. La selva baja presenta dos grandes unidades: comunidades vegetales inundadas o inundables y no inundables. En las comunidades vegetales inundadas tenemos: bosques inundables de aguas blancas, vegetación riparia de aguas blancas, vegetación riparia de aguas claras, palmerales densos y mixtos de *Mauritia flexuosa* (aguajales) y otros; mientras que en las comunidades vegetales no inundables tenemos: bosques de terrazas altas, bosques de colinas bajas y bosques del pie de monte andino. Mientras que en la selva alta tenemos: bosques de montañas bajas, bosques de colinas altas y bosques riparios de aguas blancas. Adicionalmente, presentan chacras y purmas tanto en la selva baja como en la selva alta (Zárate y Mori, 2014).

El potencial forestal maderable fue calificado desde el punto de vista del volumen de madera de árboles medidos a partir de 25 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), donde algunos llegan a sobrepasar los 40 m de altura total y diámetros a la altura del pecho superiores a 1 m, observándose que la mayor parte de los tipos de bosque está calificada con un potencial de medio a alto (mayor de 90 m³/ha) (Martínez y Martínez, 2014).

3. MATERIALES

3.1. Materiales

3.1.1. Materiales cartográficos

- Imágenes del satélite Landsat 8 sensor del año 2013: adquiridas de la USGS Global Visualization Viewer, <http://glovis.usgs.gov/>, servidor de donde se puede descargar gratuitamente. Para el desarrollo de la metodología empleada en el presente estudio se utilizaron seis bandas espectrales (1, 2, 3, 4, 5, y 7), de las cuales se hizo la combinación (5, 4, 3 RGB) que es la que resalta nítidamente los patrones de deforestación y por consiguiente el uso de la tierra. Además, con la finalidad de resaltar algunos aspectos de la vegetación herbácea y pantanos (aguajales), se hizo la combinación (4, 5, 3 RGB).
- DEM (Modelo digital de elevación): se descargó el DEM correspondiente a la escena utilizada.
- Shapefiles básicos: sirvieron de referencia durante el proceso de clasificación y edición. Entre los shapefiles usados están:
 - Límite distrital
 - Límite provincial
 - Límite departamental
 - Hidrografía
 - Fisiografía
 - Deforestación
 - Centros poblados

3.2. Equipos y software

3.2.1. Equipos

- PC DELL modelo Optiplex Core i5, con sistema operativo Windows 7.
- Monitor Samsung modelo SyncMAster B2230 LED.
- Plotter Hewlett Packard modelo HP DesignJet T770.
- Disco duro Verbatim capacidad de almacenamiento 2 Tb.
- GPS Garmin V y MAP 60.

3.2.2. Software

- Para el procesamiento digital de imágenes de satélite se utilizó el programa Erdas Imagine v9.2.
- Para el ingreso de datos, generación de capas vectoriales y raster, gestión, almacenamiento, análisis espacial y elaboración de mapas se utilizó el programa en sistemas de información geográfica ArcGIS 9.3.1 licencia ArcInfo.
- Para la colecta y manejo de datos de campo mediante GPS Garmin V y Map 60 se utilizó el programa Map Source 6.0.
- En la validación de las capas temáticas de forestal y uso actual se utilizó el programa Google Earth Pro.
- En los cambios de la estructura de la base de datos SIG se utilizó el programa Microsoft Access.
- En la generación de reportes, tablas, cuadros y gráficas estadísticas, y redacción de informes fueron útiles los programas Microsoft Excel y Word.

4. MÉTODO

Para realizar el trabajo, primero se elaboró una propuesta (leyenda de coberturas) de las categorías de cobertura y uso de la tierra; para esto se tomó como base la Nomenclatura estandarizada Corine Land Cover (Ideam, 2010) para construir mapas de cobertura y de uso de la tierra, lo que nos permitió obtener como resultado la leyenda de la cobertura y uso de la tierra de los distritos de Balsapuerto, Yurimaguas y Teniente César López Rojas. Después de elaborar la leyenda, el trabajo se dividió en tres fases secuenciales: precampo, campo y poscampo. Adicionalmente, se realizaron dos talleres para la validación de la presente propuesta y el uso del presente instrumento.

4.1. Fase de precampo

En esta fase se realizaron actividades de recopilación y sistematización de información satelital, cartográfica, bibliográfica y estadística, existentes sobre la categorización de la cobertura y uso de la tierra en el área de estudio, con la finalidad de complementar los vacíos de información.

Debido a que los datos fueron procesados mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG), la metodología se adecuó a la funcionalidad de estos sistemas por lo que se dividió en dos etapas: ingreso y gestión de información geoespacial.

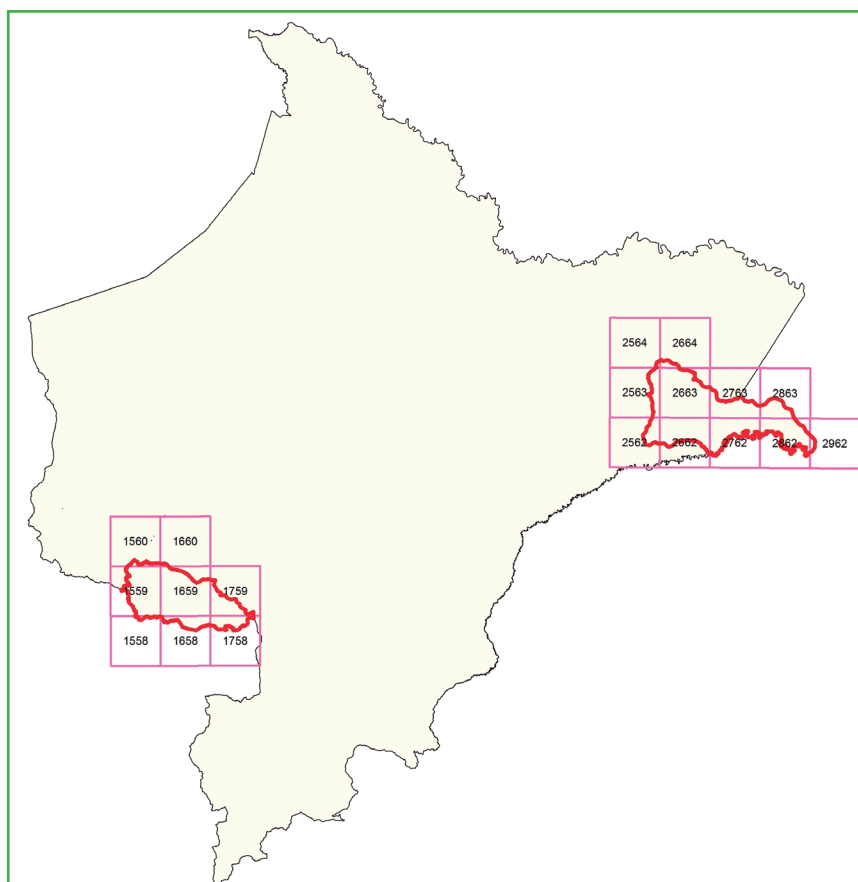


Figura 2. Empalmes de la Carta Nacional a escala 1:100 000 acopiados según límite del área de estudio.

4.1.1. Ingreso de datos geoespaciales

En esta etapa se realizó el acopio de dos tipos de datos geoespaciales, los datos de tipo vectorial y los datos de tipo raster.

a. Acopio de datos de tipo vectorial

Se recolectaron las capas de información específicamente de la base fundamental, como es la Carta Nacional en formato digital elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1:100 000, que está conformada por capas que representan a ríos, lagos y lagunas (polígonos y líneas), centros poblados (puntos), curvas de nivel y cotas (líneas y puntos), en formato *shapefile*.

Estas capas de información base fueron de mucha importancia en la etapa de corrección geométrica de las imágenes de satélite, ya que se utilizaron como información de referencia para la corrección debido a que es un documento oficial.

También se recolectaron capas de información base de red hidrográfica (polígonos y líneas), red vial (líneas) y capas de información temática en formato *shapefile* de los diversos proyectos de zonificación ecológica y económica que el IIAP ha desarrollado en el área de estudio.

b. Acopio de datos de tipo raster

En esta etapa se recopilaron los datos e información en formato raster, los cuales representan el mundo real por celdas ordenadas en filas y columnas llamadas píxeles, en las que a cada una de ellas se le asigna un valor con el cual se puede clasificar para determinar capas de información temática.

Imágenes de satélite Landsat 8

El área de estudio comprende dos escenas de imágenes del satélite Landsat 8, sensor OLI-TIRS-L1T, de resolución espacial 30 m y resolución temporal 2013-2014. Estas escenas fueron adquiridas del servidor del Servicio Geológico de los Estados Unidos USGS Global Visualization Viewer, <http://glovis.usgs.gov/>.

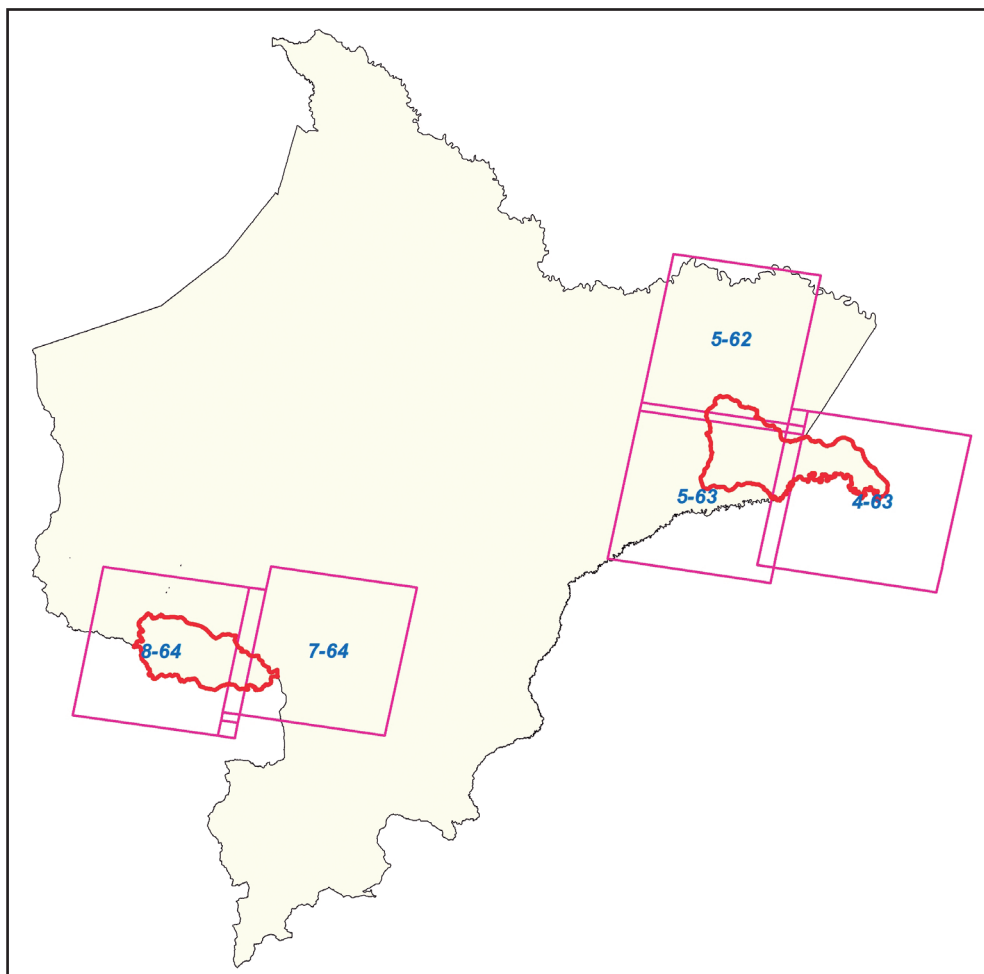


Figura 3. Empalmes de imágenes Landsat 8 acopiados según límite del área de estudio.

4.1.2. Generación de estructuras de almacenamiento

En las etapas de ingreso, generación y actualización de los datos geoespaciales se generaron muchos archivos y de distintos formatos, los cuales se llevaron en un orden lógico y se almacenaron en carpetas y subcarpetas de forma sistemática con la finalidad de su utilización, sostenibilidad y actualización en el tiempo. Para esta etapa se recomiendan los siguientes estándares:

- Escala de trabajo aplicada de 1:50 000.
- Sistema de proyección cartográfica *Universal Transversal Mercator* (UTM).
- Elipsoide de referencia *World Geodetic System* (WGS) del año 1984.
- *Datum World Geodetic System* (WGS) del año 1984.
- Archivos vectoriales en formato estándar *shapefile* (SHP).
- Archivos raster en formato *Tagged Image File Format* (TIFF) o Geo Tif.
- Estructura de almacenamiento para los datos geográficos e información generada en base de datos geográfica Geodatabase de ESRI y en archivos de lenguaje de marca extensible XML.
- Proyectos de documentos de mapas elaborados en formato MXD.
- Documentos de mapas exportados en formato de documento portátil PDF y en formato comprimido de imágenes JPEG.

4.1.3. Correcciones de imágenes

En este proceso se corrigieron los desplazamientos y distorsiones geométricas presentes en una imagen,

causados por la inclinación del sensor (posición del sensor en el momento de la toma), la influencia del relieve y los errores sistemáticos asociados con la imagen. Esta parte del proceso es determinante, pues tiene implicaciones directas en la exactitud de la posición de los resultados a obtener en la gestión y en el análisis de los datos geoespaciales.

La corrección geométrica se trata de la traslación de la imagen en los ejes (x, y) teniendo como referencia una cartografía base oficial que en este caso es la Carta Nacional a escala 1:100 000 elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y bajo un sistema de referencia espacial estándar *World Geodetic System* (WGS) 1984 y sistema de proyección cartográfica *Universal Transversal Mercator* (UTM). El proceso de la corrección de imágenes se divide en ocho etapas:

a. Comparación de la imagen de satélite con la referencia

En esta etapa se cargaron y ordenaron las capas de referencia y la imagen a corregir, teniendo como base la imagen de satélite y superponiendo las capas vectoriales de referencia. Todo esto apoyado por el *software* en SIG.

Luego se realizó una inspección sistemática para determinar y ubicar los lugares en los cuales se observa un desfase entre el vector de referencia y su correspondiente en la imagen. Cada una de las áreas de desfase se debe ir marcando de tal manera que sirva de ubicación para las siguientes etapas de toma de puntos de control y validación de la georreferenciación.

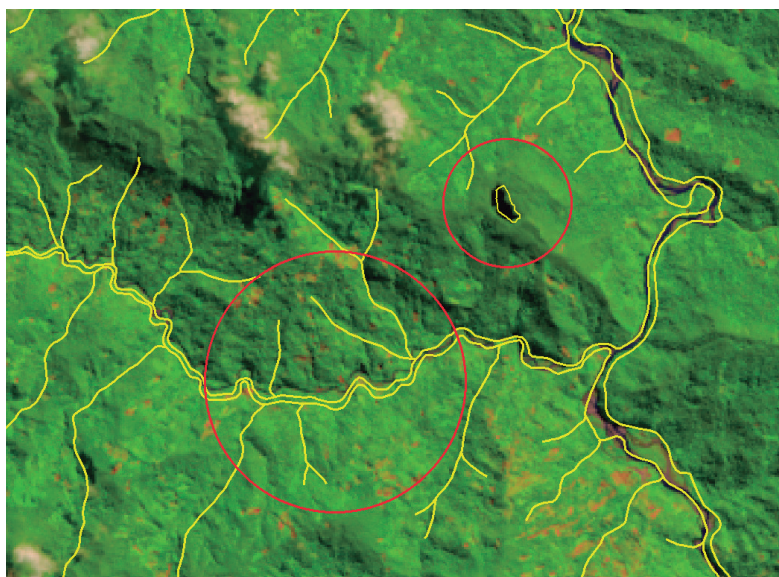


Figura 4. Comparación de la imagen de satélite con los datos de referencia (líneas amarillas) y áreas de desfase (círculos rojos) a escala 1:50 000.

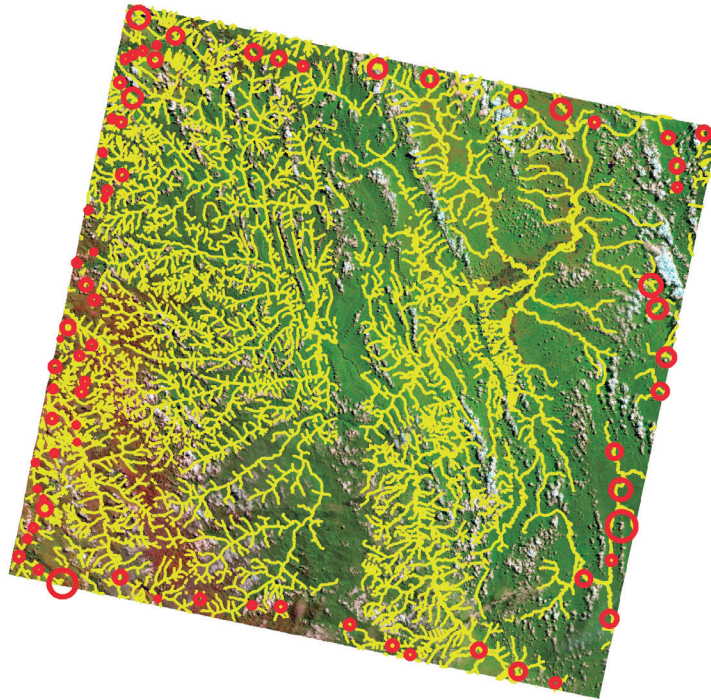


Figura 5. Distribución de lugares con desfase.

b. Ubicación de puntos de control

En esta etapa se colectaron los puntos de control, para lo cual es recomendable que se ubiquen alrededor de la imagen empezando con 4 puntos en las esquinas de la escena y luego aumentando los puntos según tantas áreas de desfase se hayan colocado en la fase anterior. Para las imágenes del proyecto se ubicaron 150 puntos en promedio por escena.

c. Aplicación de ecuaciones de transformación

Se determinó el tipo de transformación más adecuada en función del tipo de datos de partida y del número de puntos de control que hayan podido encontrarse. Normalmente, para imágenes de satélite la opción preferible es una ecuación cuadrática.

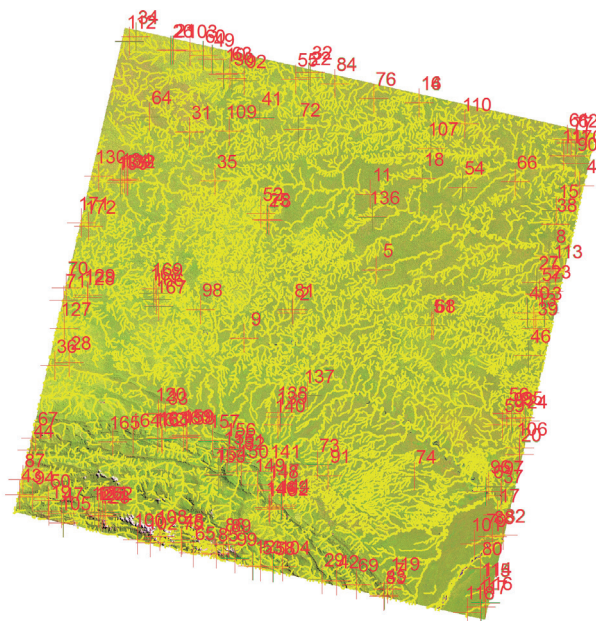


Figura 6. Ejemplo de la distribución de puntos de control en la imagen de satélite.

d. Cálculo del error medio cuadrático

Cuando la fórmula general se deriva y aplica al punto de control, se devuelve una medida del error (el error residual). El error es la diferencia entre dónde terminó el punto de partida frente a la ubicación real especificada (la posición del punto de destino). El error total se calculó mediante la suma cuadrática media (RMS) de todos los errores residuales. Este valor describe el grado de coherencia de la transformación entre los distintos puntos de control. Cuando el error fue grande, se quitaron y agregaron puntos de control para ajustarlo. Para el caso de la transformación de las imágenes del proyecto, el error medio cuadrático fue de 45 m o su equivalente a 1,5 píxeles.

e. Validación visual de la georreferenciación

Consistió en una revisión visual de la primera corrida del modelo de transformación y se realizó siguiendo el mismo método que en la fase de comparación de imagen con los vectores de referencia. En el caso de persistir el desfase entre las imágenes y la referencia, se colocaron más puntos de control y se eliminaron los que mayor error residual registraban.

f. Rectificación de la imagen

Con la imagen de satélite validada se procedió a realizar la rectificación o remuestreo de la imagen de satélite. Las tres técnicas de remuestreo más comunes son la asignación de vecino más cercano, la interpolación bilineal y la convolución cúbica. Estas técnicas asignan un valor a cada celda vacía al examinar las celdas de la imagen sin georreferenciar.

La asignación de vecino más cercano es la técnica de remuestreo más rápida y resulta adecuada para datos de categorías o temáticos, ya que no modifica el valor de las celdas de entrada que se basa en el uso de las imágenes georreferenciadas, la misma que pasará por un proceso de segmentación y culminará con la elaboración de los mosaicos por regiones.

g. Validación de la georreferenciación de imágenes de satélites

Este proceso se realizó mediante la generación de una distribución de puntos aleatorios y sistemáticos con una separación de 2 km en toda la escena. A cada uno de estos puntos se le generó un buffer de 100 m y es en esta área donde el intérprete validó la coincidencia de la imagen con los vectores de referencia. Se aceptó como válida la escena con el 90% de coincidencia imagen-vector.

h. Mejoramiento radiométrico

Esta etapa se realizó sobre los valores digitales de las imágenes, lo que permitió una mejor apariencia visual de la imagen, de tal manera que la interpretación visual y segmentación pudo ser la más adecuada.

Las imágenes seleccionadas para el trabajo tuvieron poco o nulo porcentaje de cobertura de nubes. Se trató de que sea menor a 10% pero en la zona oeste del área de estudio por las características propias de la zona de montaña, pues en esta parte la presencia de nubes es constante. Aquí se consideraron imágenes de satélite hasta con 10% de cobertura de nubes.

Este proceso de mejoramiento radiométrico se ejecutó empleando algunos algoritmos sugeridos por el software Erdas Imagine que consistió en la igualación del histograma (*matching histogram*).

4.1.4. Generación de mosaicos de imágenes de satélites

Consistió en el ensamblaje de escenas con la finalidad de cubrir las áreas estratégicas de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla. Con estas imágenes fue posible cubrir toda la zona de estudio. Para esto se utilizaron algunas opciones propuestas por Erdas Imagine.

4.1.5. Generación de segmentos

En esta etapa de segmentación se agruparon los píxeles de cada escena, los cuales se encontraban contiguos y con características espectrales semejantes. Se definió así un área geográfica homogénea.

Para el proceso de segmentación se utilizó el software Envi Zoom, cuyo módulo empleado fue el *feature extraction*, teniendo como función la extracción de áreas y luego la clasificación sobre la base de sus atributos espectrales y relaciones espaciales.

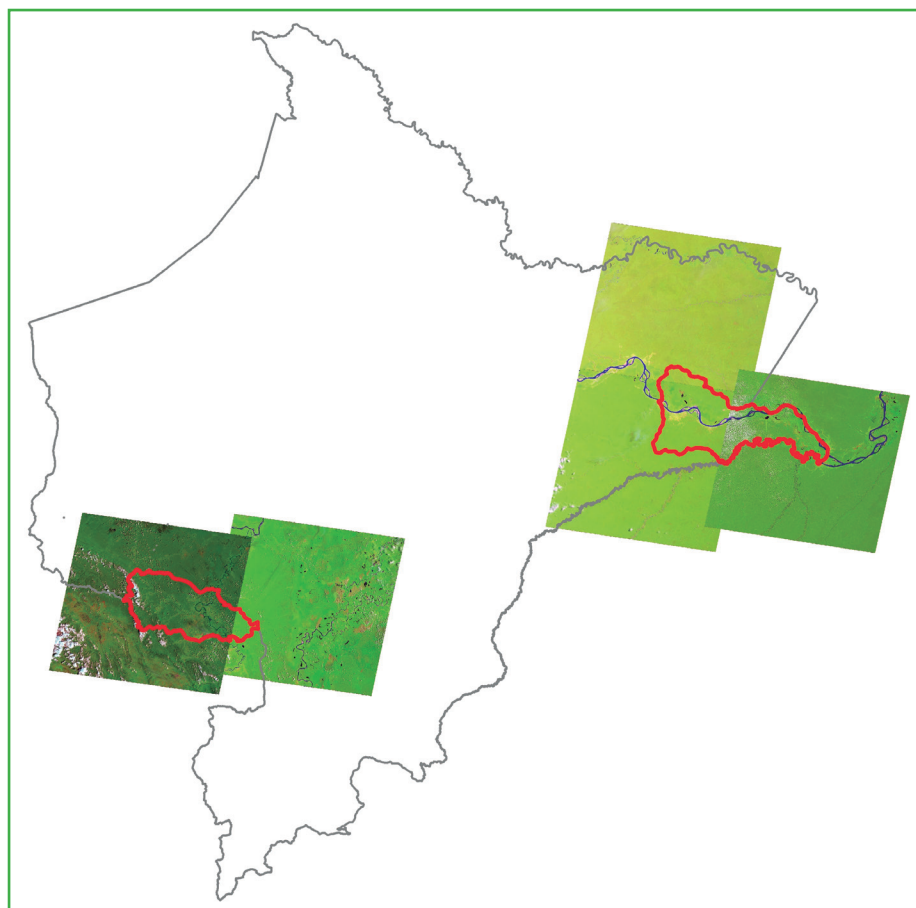


Figura 7. Mosaico de imágenes Landsat 8 del límite del área de estudio.

a. Proceso de definición de escala de segmentación

Para segmentar las imágenes se usó solo un parámetro (*scale level*). Este parámetro puede variar de 0 a 100%, valores altos generan pocos segmentos. Se eligió valores pequeños para poder extraer segmentos bien definidos. Para esta etapa del proyecto las escenas se tomaron con escala de 30 y 60%.

b. Proceso de fusión de segmentos

Teniendo los segmentos definidos en la etapa anterior, se eligió el índice de fusión (*merge*), el cual reúne segmentos altamente subdivididos. Es un parámetro opcional, tiene un rango de 0 a 100%, se utiliza para integrar segmentos muy pequeños a segmentos más grandes; se propone para el caso de las escenas del proyecto una fusión de 80%, con lo cual los segmentos quedan bien definidos entre áreas deforestadas y con cobertura de bosque. Para esta etapa del proyecto las escenas se tomaron con un *merge* de 75 y 90%.

4.1.6. Generación de vectores

Es un proceso automático en el cual en primer lugar se asignan los datos extraídos de la imagen, datos como

atributos espaciales, espectrales y de textura, los cuales se almacenan como atributos en la tabla del archivo vectorial. En segundo lugar se exporta los resultados de la segmentación de formato raster a formato vectorial (*shapefile*), con fines de almacenamiento y uso en el análisis posterior.

Como parte final de esta etapa se pasó a realizar un control de calidad de la segmentación. Este resultado es satisfactorio cuando los segmentos tienen los bordes bien definidos respecto a las clases que queremos identificar según la leyenda. Para esto se generó un archivo de puntos aleatorios y se registró en la tabla de atributos información para validar la calidad de la clasificación.

4.1.7. Generación de áreas de referencia

En esta actividad se crearon polígonos que representan áreas de muestreo de cada una de las clases o unidades —según la leyenda Corine Land Cover— encontradas en la imagen de satélite. Se utilizó el *software ArcGIS* para la digitalización y creación de la capa de información. Estos polígonos se distribuyen de manera homogénea en toda la escena; así también se distribuyen representativamente por cada una de

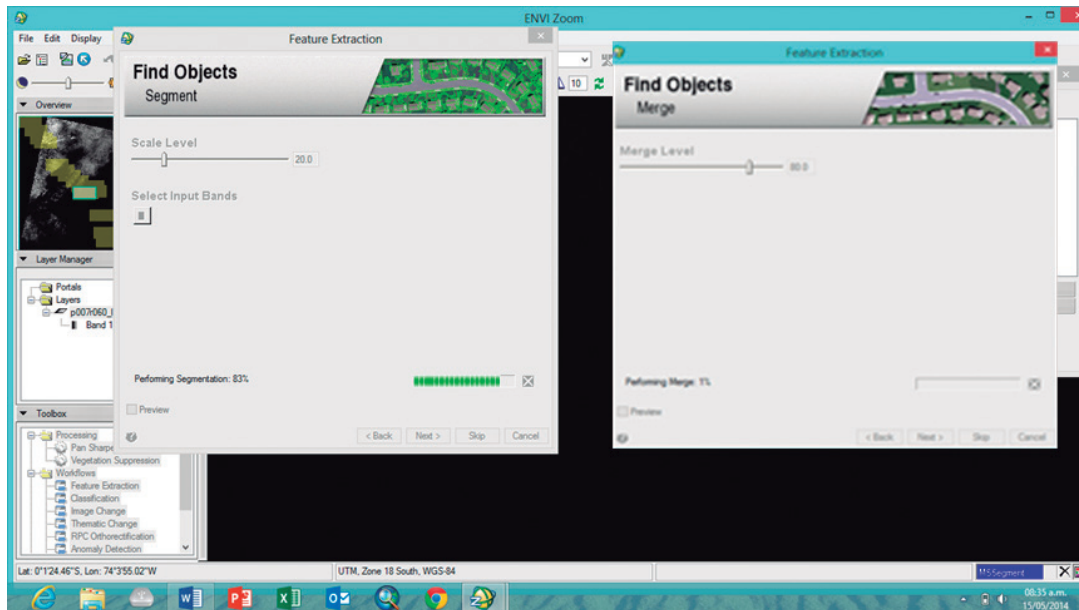


Figura 8. Proceso de definición de escala y fusión de segmentos.

las clases reconocidas, como mínimo diez polígonos o áreas de referencia por cada clase o subclase reconocida.

4.1.8. Clasificación

Proceso iterativo de articulación de la información. Generación, ajuste o remoción de las "áreas de referencia" (ya sea TipoUso 1, 2 y/o 3), la edición se realizó sobre este *shapefile*, en la plataforma Editor del ArcGIS 9.X.

- Para generar las áreas de referencia se emplearon los puntos de calibración de la información recopilada en campo, con aquellos puntos que fueron construidos y programados previamente en gabinete antes de la salida de campo, sobre la base de las dudas identificadas por los intérpretes. Fueron empleados para absolver las dudas producidas durante la interpretación y formaron parte del proceso de fortalecimiento de capacidades de los intérpretes.
- Se seleccionaron las "áreas de entrenamiento" ("TipoUso" = 1) del *shapefile* de las áreas de referencia, ya que estas áreas son las que sirvieron como suministro de información al clasificador, revisando las "áreas de referencia" hasta estar bien representadas y distribuidas.
- Se interceptaron las áreas de entrenamiento con la segmentación final (con el archivo .dbf modificado de la tabla TodoSeg), empleando en este caso el módulo Select Layer by Location del ArcGIS, Relationship: INTERSECT y Selection type: NEW_SELECTION. Para adicionarle la información de las áreas de entrenamiento a los segmentos, se unieron ambas tablas y se produjo un nuevo

shapefile ("SelSeg_AI.shp"). Se empleó para este caso la herramienta Spatial Join (ArcGIS), Join operation: JOIN_ONE_TO_MANY y Match option: INTERSECTS. Se pueden realizar estos pasos empleando el modelo "Selección hasta Raster Segmentos" de la herramienta "Coberturas Tablas para R" (construido en el módulo Model Builder - ArcGIS).

4.1.9. Integración con áreas de entrenamiento

Se realizó teniendo en cuenta lo siguiente: las áreas de entrenamiento de tipo de uso 2 y 3 corresponden a las áreas para seleccionar segmentos y a las áreas de reemplazo respectivamente, las cuales se generaron en pasos anteriores de generación de áreas de entrenamiento.

Áreas para seleccionar segmentos. Son aquellas en donde la segmentación se muestra consistente, pero que engloban polígonos que son apartados del proceso de clasificación automática, debido a que no se ajustan o causan confusiones en el modelo. El "TipoUso" asignado para estas áreas se define con el número dos (2).

Luego de realizada la segmentación, y en casos donde la escena o área de trabajo tenía clases con características particulares tales como aguajales, lagos, ríos, construcciones y otros en el ámbito del análisis, fueron seleccionados y almacenados en archivo *shapefile*, hasta su incorporación en la edición final de la interpretación e integración. Se utilizó la función de selección de entidades de manera manual para indicar los segmentos a separar.

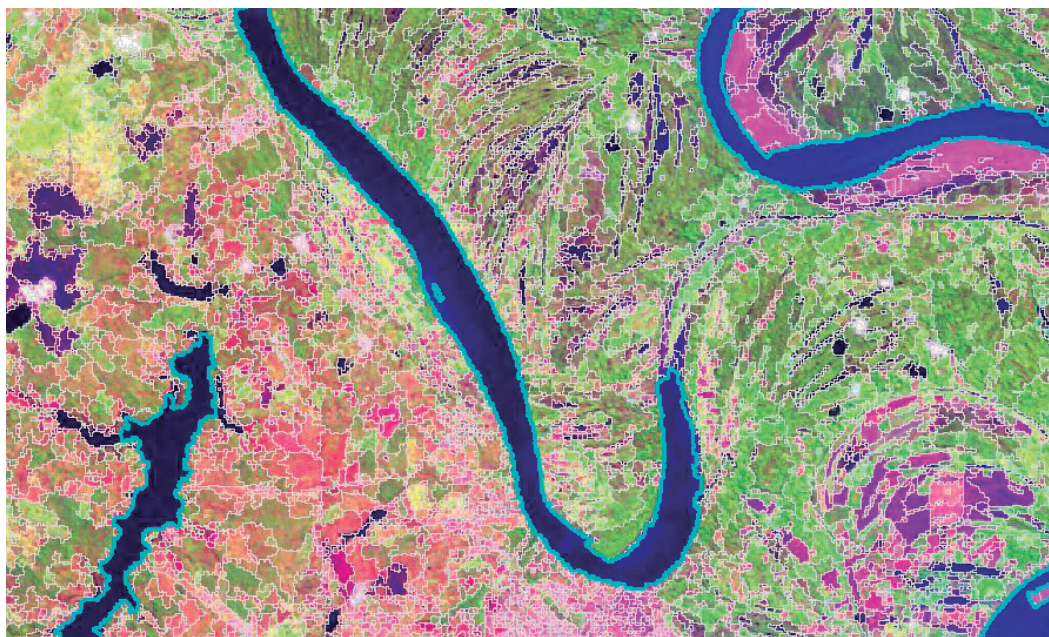


Figura 9. Áreas para seleccionar segmentos.

Áreas de reemplazo. Aquellas en donde la segmentación no es consistente, es decir, en zonas donde la segmentación no ha logrado definir correctamente los bordes entre las clases. Están constituidas por polígonos que no se incorporaron al proceso de clasificación automática. El "TipoUso" asignado para esta área se define con el número tres, Aeropuertos (figura 10).

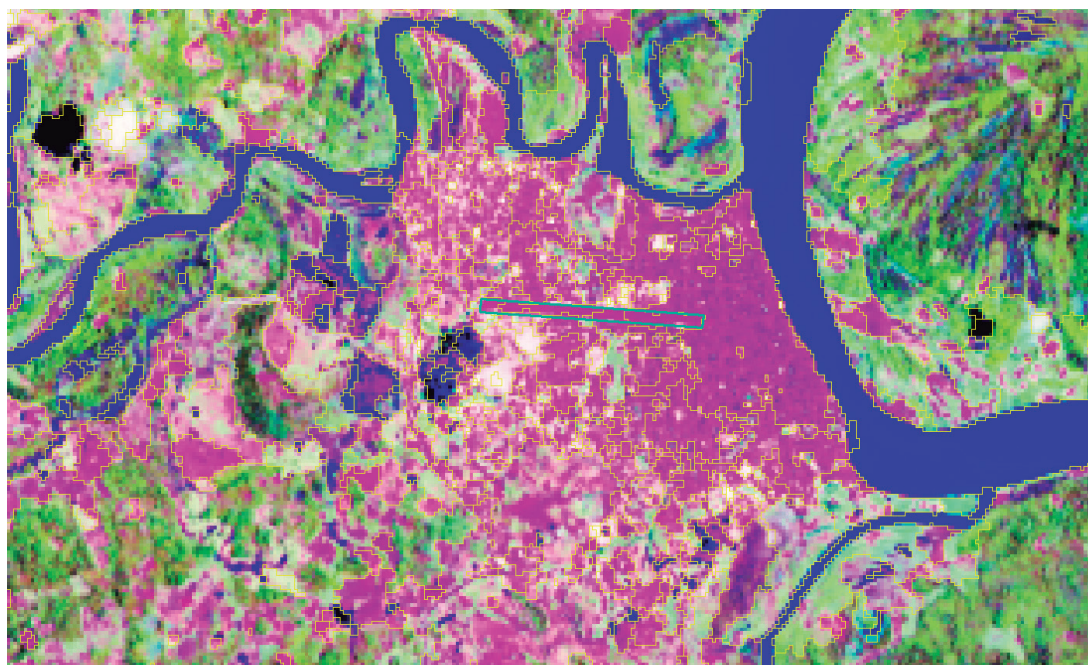


Figura 10. Áreas de reemplazo.

4.1.10. Categorías del uso y la cobertura de la tierra

Para obtener las categorías del uso y la cobertura de la tierra, se estructuraron de manera ordenada, derivando las unidades de cobertura de la tierra sobre la base de criterios fisonómicos de altura y densidad, claramente definidas y aplicables a todas las unidades consideradas para un grupo de coberturas del mismo tipo. De esta manera, se garantiza que sea posible la inclusión de nuevas unidades o la definición de nuevos niveles de unidades para estudios más detallados que permitan su ubicación y definición rápidamente.

La versión de la leyenda que se presenta, contiene y define unidades de coberturas de la tierra presentes en los distritos de Balsapuerto, Yurimaguas y Teniente César López Rojas, de la provincia de Alto Amazonas, y en áreas estratégicas de los distritos de Ramón Castilla, San Pablo y Yavarí, de la provincia de Mariscal Ramón Castilla, cartografiadas a la escala 1:50 000, y que son representativas de la complejidad ambiental y de la dinámica de apropiación y uso del territorio.

Criterios a utilizar

Para la construcción de la leyenda adaptada al ámbito de estudio, se utilizaron los siguientes criterios:

- La unidad mínima cartografiable fue de cinco hectáreas para la escala 1:50 000.
- La identificación y delimitación de la unidad de cobertura de la tierra correspondió a la fecha de toma de la imagen de satélite.

- Los niveles de la leyenda de Corine Land Cover, se adaptaron a los diferentes grupos de coberturas y uso de la tierra.

En la tabla 1 se presenta la leyenda que se debe utilizar para elaborar cartografía de coberturas de la tierra con escala 1:50 000 para la zona de estudio. El presente documento se estructuró en cinco capítulos, de manera que cada capítulo comprenda una categoría principal de la leyenda de Corine Land Cover (Bossard, Feranec y Otahel, 2000).

En el capítulo 1 se presentan las coberturas correspondientes a los territorios artificializados, que comprenden las áreas de las ciudades, los centros poblados y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas. En el capítulo 2 se incluyen las coberturas correspondientes a los territorios agrícolas, que son las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y zonas agrícolas heterogéneas. Las coberturas correspondientes a los bosques y las áreas seminaturales son descritas en el capítulo 3, donde se incluyen para las primeras un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, y para las segundas, las coberturas presentes en aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y arenosos. En los capítulos 4 y 5 se describen las coberturas correspondientes a las áreas húmedas y a los cuerpos de agua respectivamente, donde se incluyen los pantanos y las áreas cubiertas por cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales.

Tabla 1. Leyenda para la metodología Corine Land Cover adaptada para el Perú.

| Nivel I | Nivel II | Nivel III | Nivel IV | Nivel V | |
|-----------------------------------|---|---|------------------------------------|--|--|
| 1. Áreas artificializadas | 1.1. Áreas urbanizadas | 1.1.1. Tejido urbano continuo | | | |
| | | 1.1.2. Tejido urbano discontinuo | | | |
| | 1.2. Áreas industriales e infraestructura | 1.2.1. Áreas industriales o comerciales | | | |
| | | 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | | | |
| | | 1.2.3. Áreas portuarias | | | |
| | | 1.2.4. Aeropuertos | | | |
| | | 1.2.5. Obras hidráulicas | | | |
| | | 1.2.6. Infraestructura petrolera | | | |
| | 1.3. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras | 1.3.1. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos | | | |
| | | 1.3.2. Áreas de disposición de residuos | | | |
| | 1.4. Áreas verdes artificializadas, no agrícolas | 1.4.1. Áreas verdes urbanas | | | |
| | | 1.4.2. Instalaciones recreativas | | | |
| | 2. Áreas agrícolas | 2.1. Cultivos transitorios | 2.1.1. Otros cultivos transitorios | 2.1.2.1. Arroz 2.1.2.2. Maíz 2.1.2.4. Cebada 2.1.2.5. Trigo | |
| 2.1.2. Cereales | | | | | |
| 2.1.3. Oleaginosas y leguminosas | | | | | |
| 2.1.4. Hortalizas | | | | | |
| 2.1.5. Tubérculos | | | | | |
| 2.2. Cultivos permanentes | 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos | 2.2.3.2. Palma aceitera | | | |
| | 2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos | | | | |
| | 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos | | | | |
| | 2.2.4. Cultivos agroforestales | | | | |
| | 2.2.5. Cultivos confinados | | | | |
| 2.3. Pastos | | | | | |
| 2.4. Áreas agrícolas heterogéneas | 2.4.1. Mosaico de cultivos | | | | |
| | 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos | | | | |
| | 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | | | | |
| | 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales | | | | |
| | 2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales | | | | |

| Nivel I | Nivel II | Nivel III | Nivel IV | Nivel V |
|---|--|--|---|--|
| 3. Bosques y áreas mayormente naturales | | 3.1.1. Bosque denso bajo | 3.1.1.1. Bosque denso bajo de tierra firme | 3.1.1.1.1. Bosque seco 3.1.1.1.2. Bosque nativo |
| | | | 3.1.1.2. Bosque denso bajo inundable | |
| | | 3.1.2. Bosque abierto bajo | 3.1.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme | |
| | | | 3.1.2.2. Bosque abierto bajo inundable | |
| | | 3.1.3. Bosque denso alto | 3.1.3.1. Bosque denso alto de tierra firme | |
| | | | 3.1.3.2. Bosque denso alto inundable | 3.1.3.2.1. Aguajal |
| | | 3.1.4. Bosque abierto alto | 3.1.4.1. Bosque abierto alto de tierra firme | |
| | | | 3.1.4.2. Bosque abierto alto inundable | |
| | | 3.1.5. Bosque fragmentado | 3.1.5.1. Bosque fragmentado con vegetación secundaria | |
| | | 3.1.6. Bosque ripario | 3.1.6.1. Bosque ripario | |
| | | 3.2. Bosques plantados | 3.2.1. Plantación forestal | |
| | | 3.3. Áreas con vegetación herbácea o arbustiva | 3.3.1. Herbazal | 3.3.1.1. Herbazal denso |
| | 3.3.1.2. Herbazal abierto | | | |
| | 3.3.2. Arbustal | | 3.3.2.1. Arbustal denso | |
| | | | 3.3.2.2. Arbustal abierto | |
| | 3.3.3. Vegetación secundaria o en transición | | | |
| | 3.3.4. Vegetación arbustiva / herbácea | | 3.3.4.1. Vegetación arbustiva / herbácea densa | |
| | | | 3.3.4.2. Vegetación arbustiva / herbácea abierta | |
| | 3.3.5. Arbustal / área intervenida | | | |
| | 3.3.6. Herbazal / área intervenida | | | |
| | 3.3.7. Arbustal-herbazal / área intervenida | | | |
| | 3.4. Áreas sin o con poca vegetación | 3.4.1. Áreas arenosas naturales | | |
| | | 3.4.2. Afloramientos rocosos | | |
| | | 3.4.3. Tierras desnudas (incluye áreas erosionadas naturales y también degradadas) | | |
| | | 3.4.4. Áreas quemadas | | |
| | | 3.4.5. Glaciares | | |
| | | 3.4.6. Salares | | |

| Nivel I | Nivel II | Nivel III | Nivel IV | Nivel V |
|------------------------|----------------------------------|---|--------------------------|---------|
| 4. Áreas húmedas | 4.1. Áreas húmedas continentales | 4.1.1. Áreas pantanosas | 4.1.1.1. Pantano arbóreo | |
| | | 4.1.2. Turberas y bofedales | | |
| | | 4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua | | |
| | 4.2. Áreas húmedas costeras | 4.2.1. Pantanos costeros | | |
| | | 4.2.2. Salitral | | |
| | | 4.2.3. Sustratos y sedimentos expuestos en bajamar | | |
| 5. Superficies de agua | 5.1. Aguas continentales | 5.1.1. Ríos (50 m) | | |
| | | 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes | | |
| | | 5.1.3. Lagunas, lagos y ciénagas naturales estacionales | | |
| | | 5.1.4. Canales | | |
| | | 5.1.5. Cuerpos de agua artificial | | |
| | 5.2. Aguas costeras | 5.2.1. Lagunas costeras | | |
| | | 5.2.2. Mares y océanos | | |
| | | 5.2.3. Estanques para acuicultura marina | | |

Fuente: Minam, 2014.

4.2. Fase de campo

Para la toma de datos en el campo se siguieron las pautas establecidas en la fase de precampo o gabinete. El trabajo de campo tiene como propósito realizar la verificación de las unidades de cobertura interpretadas y que presentaron mayor incertidumbre en su identificación y delimitación, es decir, que requirieron que se realice un control temático. En la medida que se avanza en la captura de la información mediante el proceso de interpretación de las imágenes de satélite, se programaron los trabajos de campo, principalmente en aquellas zonas donde se detecta mayor complejidad para la identificación y delimitación de los diferentes tipos de cobertura, con el propósito de verificar y efectuar las correcciones necesarias para garantizar la calidad de los resultados. El trabajo de campo se realizó en tres etapas: la preparación del trabajo de campo, la verificación en campo de la información interpretada y la realización de las correcciones encontradas como resultado de las comprobaciones de campo.

Verificación de campo

Una vez definida y aprobada la ruta para la verificación de campo, se realizó el desplazamiento y la observación de las unidades a comprobar. El empleo de GPS con navegador permitió la incorporación de las rutas para facilitar la captura de información de puntos a lo largo del itinerario y las correspondientes fotografías

terrestres, que sirven como respaldo de la información digital y que permitieron incorporar las observaciones específicas.

Sistematización

La información recopilada en campo fue sistematizada para facilitar su uso en el proceso de interpretación. Una vez sistematizada, los puntos de calibración sirven como insumos fundamentales para la clasificación supervisada (para definir áreas de entrenamiento) y no supervisada (para establecer atributos de clúster). Permitiendo la integridad de las bases de datos y asegurándose que el registro fotográfico corresponda a la información levantada en campo.

4.3. Fase de poscampo

En esta etapa se realizó el procesamiento de la información recopilada en el campo, introduciéndola previamente en una base de datos. Por último, en esta fase se realizaron los ajustes de la verificación de campo del mapa de cobertura y uso de la tierra, especialmente el referido a las clases de usos agrícolas.

4.3.1. Integración con los puntos de control de campo

Se integraron los valores de clases de los puntos recolectados en campo con los segmentos y clasificados mediante la unión espacial del programa ArcGIS. Esta

unión espacial permitió la integración a nivel de tabla de atributos de la segmentación clasificada con los datos y segmentos de la integración del paso anterior con la finalidad de realizar una comparación a nivel de atributos para detectar inconsistencias y afinar mejor la clasificación posterior, debido a que esta etapa se realizó después de la primera iteración de la clasificación semiautomática Random Forest.

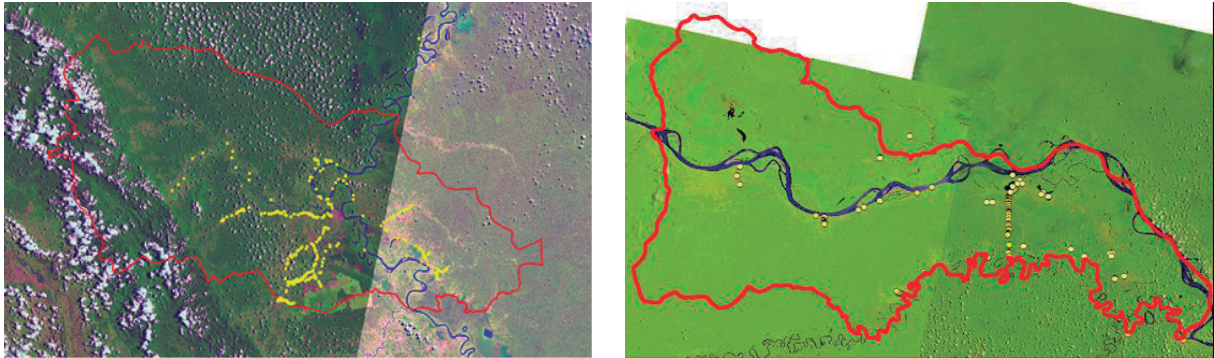


Figura 11. Integración con puntos de control de campo.

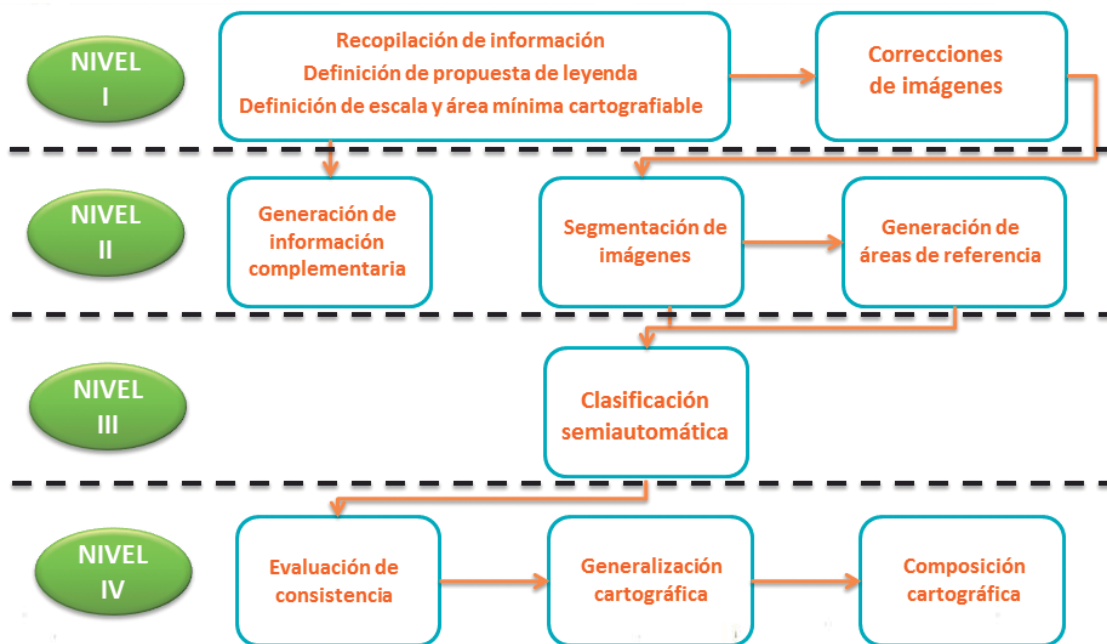


Figura 12. Flujoograma metodológico para la elaboración del mapa de cobertura y uso de la tierra.

5. RESULTADOS

5.1. Análisis de la deforestación

El proceso de ocupación del territorio en las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla se viene desarrollando en forma desordenada, y está generando conflictos ambientales por el mal uso de la tierra, pues tierras con vocación forestal o de protección son utilizadas con fines agropecuarios, lo que ocasiona la deforestación, la cual es la reducción progresiva del bosque por causa de la tala indiscriminada para realizar actividades antrópicas, como la agricultura, ganadería, entre otras, y que ponen en peligro a la biodiversidad y los refugios de la fauna silvestre, así como, los servicios ambientales del bosque.

La provincia de Alto Amazonas está experimentando un auge migratorio como consecuencia de la carretera Tarapoto-Yurimaguas. Es la más deforestada del departamento de Loreto con 240 411 ha (Martínez y Martínez, 2014). Con el asfaltado de la carretera, la tasa de deforestación aumentó a 5797 ha por año. Los conflictos por tierras son cada vez más frecuentes y han llegado en algunos casos a la violencia. Estas transformaciones están centradas en pastos, arroz y plantaciones de palma aceitera lideradas por

Agroindustrial Shanusi a la que se ha sumado la inversión de pequeños agricultores, generándose un clúster agropecuario sobre la base de la palma.

Mientras que en la provincia de Mariscal Ramón Castilla la deforestación se debe a la llegada de los primeros grupos migratorios colonizadores en 1995, quienes se posesionaron de una extensa área (5000 ha) de bosque primario de tierra firme de dominio del Estado, al que denominaron Alto Monte de Israel. Estos colonizadores estaban conformados por familias pertenecientes al grupo religioso Asociación Evangélica Misionera Israelita del Nuevo Pacto Universal (Aeminpu), mayoritariamente de origen andino. En 1999 la población de la comunidad alcanzó los 5000 habitantes aproximadamente, posteriormente se expandieron por toda la provincia, donde actualmente vienen realizando actividades agropecuarias.

Para el análisis de este proceso de deforestación, se utilizó la información que fue generada por el IAP el 2012, de acuerdo al documento técnico "Monitoreo de la deforestación del departamento de Loreto en el periodo 2005-2009. Para el 2013 se generó la información que se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Superficie deforestada en áreas estratégicas de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla.

| PROVINCIAS (áreas estratégicas) | ÁREA DE ESTUDIO (ha) | ÁREA DEFORESTADA (ha) | | | INCREMENTO DE LA DEFORESTACIÓN (ha) | | PROMEDIO ANUAL (ha/año) |
|--|-------------------------|--------------------------|---------|---------|--|-----------|----------------------------|
| | | 2005 | 2009 | 2013 | 2005-2009 | 2009-2013 | |
| Alto Amazonas (Yurimaguas, Balsapuerto y Teniente César López) | 670 335 | 165 109 | 185 716 | 211 486 | 20 608 | 25 770 | 5 797 |
| Mariscal Ramón Castilla (Ramón Castilla, Yavarí y San Pablo) | 1 002 745 | 55 658 | 64 524 | 82 572 | 8 866 | 18 048 | 3 364 |

La superficie deforestada en las dos provincias se encuentra íntimamente relacionada a las vías de acceso, especialmente al eje carretero Tarapoto-Yurimaguas, a los asentamientos poblacionales en ambas márgenes del río Amazonas y en la margen izquierda del río Yavarí, lo que ha generado profundos cambios sociales y económicos debido a la migración de poblaciones andinas que se establecieron en busca de nuevas tierras para colonizar, ocasionando el cambio de la cobertura por la demanda de productos tanto del mercado local como nacional.

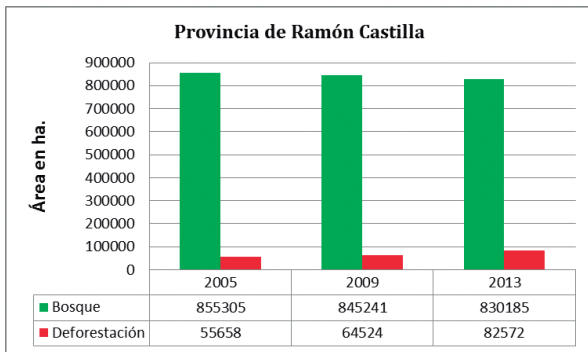
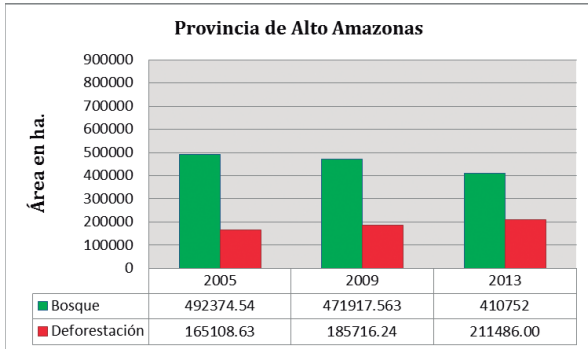


Figura 13. Superficie boscosa y deforestada de los años 2005, 2009 y 2013 en áreas estratégicas de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla.

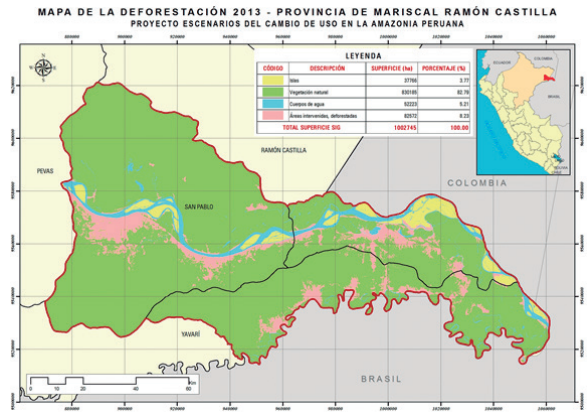
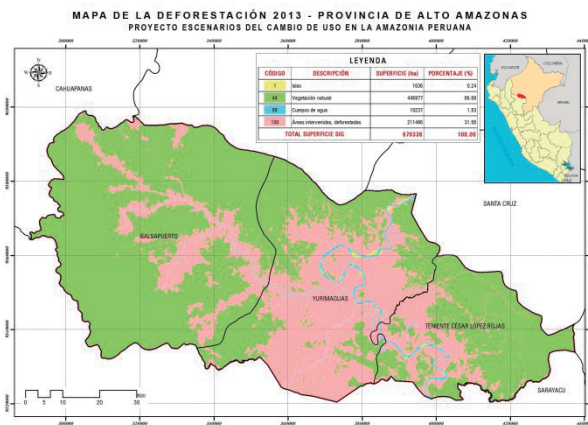


Figura 14. Mapa de la deforestación de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla acumuladas al año 2013.

La deforestación en la provincia de Alto Amazonas al 2013 es de 211 486 ha, que representa el 8,23% de la superficie de los bosques húmedos de la zona de estudio que fue talada o deforestada para realizar cultivos como arroz bajo riego que se localizan en las inmediaciones de la carreteras Tarapoto-Yurimaguas, Pumayacu, Santa Lucía, Nuevo Porvenir. También tenemos cultivos permanentes como yuca, maíz amarillo, maíz duro y frijol caupí, que están distribuidos en los tres distritos en pequeñas parcelas, mayoritariamente menores a 5 ha; concentrándose en áreas cercanas a los centros poblados de Balsapuerto, Santa Cruz, Shucshuyacu y en áreas aledañas a los ríos. Otro de los factores es el desarrollo de cultivos agroindustriales (palma aceitera, palmito) que han permitido la instalación de empresas como Palma de Shanusi y Asociación de Productores de Palmito Alianza (Apropal). Todo esto exige grandes extensiones de terrenos continuos para el desarrollo de estos cultivos.

En la provincia de Mariscal Ramón Castilla la deforestación es de 82 571,62 ha, que representa el 8,23% de la superficie de los bosques húmedos de la zona de estudio que fue talada o deforestada, y que se encuentra íntimamente relacionada con la demanda de productos tanto del mercado local, nacional e internacional (Colombia y Brasil) como cultivos permanentes: yuca, maíz amarillo, piña, plátano, maíz duro y frijol caupí, y que está distribuida en los tres distritos en pequeñas parcelas, mayoritariamente menores a 5 ha; concentrándose en áreas cercanas a los centros poblados de San Pablo, Caballococha, Monte Alto, Cushillo Cocha, Jerusalén, Santa Teresa, Santa Rosa y en áreas aledañas a los ríos. Acompañado de este problema se encuentran las grandes extensiones de pasto para la actividad ganadera, concentrándose en áreas cercanas a los centros poblados de Alto Monte, Caballococha, Santa Teresa I zona, Santa Rosa, y en áreas aledañas a los ríos, que es una de las actividades económicas que ha incentivado la deforestación, por la introducción de ganado vacuno, caprino y de diferentes especies de pastos.

En tal sentido, el ritmo de la deforestación, en relación con la superficie total, reportada un mayor aumento en la provincia de Alto Amazonas debido al desarrollo de cultivos agroindustriales (palma aceitera, palmito), con un promedio anual de 5797 ha, en comparación con la provincia de Mariscal Ramón Castilla que se encuentra ligada a las grandes extensiones de pasto para la actividad ganadera, con un promedio anual de 3364 ha.

5.2. Descripción de la clasificación de la cobertura y uso de la tierra de áreas estratégicas de la provincia de Alto Amazonas (distritos de Yurimaguas, Balsapuerto y Teniente César López), de acuerdo a la nomenclatura de la leyenda de Corine Land Cover

La clasificación de cobertura y uso del territorio se vio limitada por la resolución de las imágenes de satélites, la escala de trabajo y finalmente, la necesidad de contar con resultados específicos.

Tabla 3. Representación de los tipos de cobertura y uso del territorio en la provincia de Alto Amazonas.

| N° | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | HECTÁREA | % |
|--------------|------------|--|----------------|---------------|
| 1 | 1.1.1. | Tejido urbano continuo | 909 | 0,14 |
| 2 | 1.1.2. | Tejido urbano discontinuo | 341 | 0,05 |
| 3 | 1.2.1. | Áreas industriales o comerciales | 17 | 0,01 |
| 4 | 1.2.3. | Área portuaria | 11 | 0,01 |
| 5 | 1.2.4. | Aeropuerto | 27 | 0,01 |
| 6 | 2.1.1. | Otros cultivos transitorios | 67 618 | 10,09 |
| 7 | 2.1.2.1. | Arroz | 2 722 | 0,41 |
| 8 | 2.2.2. | Cultivos permanentes arbustivos | 966 | 0,14 |
| 9 | 2.2.3.2. | Palma aceitera | 15 157 | 2,26 |
| 10 | 2.3. | Pastos | 12 409 | 1,85 |
| 11 | 2.4.3 | Mosaico de Cultivos, pastos y espacios naturales | 111 736 | 16,67 |
| 12 | 3.1.1.2. | Bosque denso bajo inundable | 5 914 | 0,88 |
| 13 | 3.1.2.1. | Bosque abierto bajo de tierra firme | 122 875 | 18,33 |
| 14 | 3.1.2.2. | Bosque abierto bajo inundable | 10 982 | 1,64 |
| 15 | 3.1.3.1. | Bosque denso alto de tierra firme | 286 975 | 42,81 |
| 16 | 3.1.3.2.1. | Aguajales | 12 243 | 1,83 |
| 17 | 3.1.5. | Bosque fragmentado | 8 297 | 1,24 |
| 18 | 3.3.1.1. | Herbazal denso | 135 | 0,02 |
| 19 | 3.4.1. | Áreas arenosas naturales | 744 | 0,11 |
| 20 | 5.1.1. | Ríos (50 m) | 9 314 | 1,39 |
| 21 | 5.1.2. | Lagunas, lagos y ciénagas naturales | 890 | 0,13 |
| 22 | 5.1.5. | Cuerpos de agua artificial | 54 | 0,01 |
| Total | | | 670 335 | 100,00 |

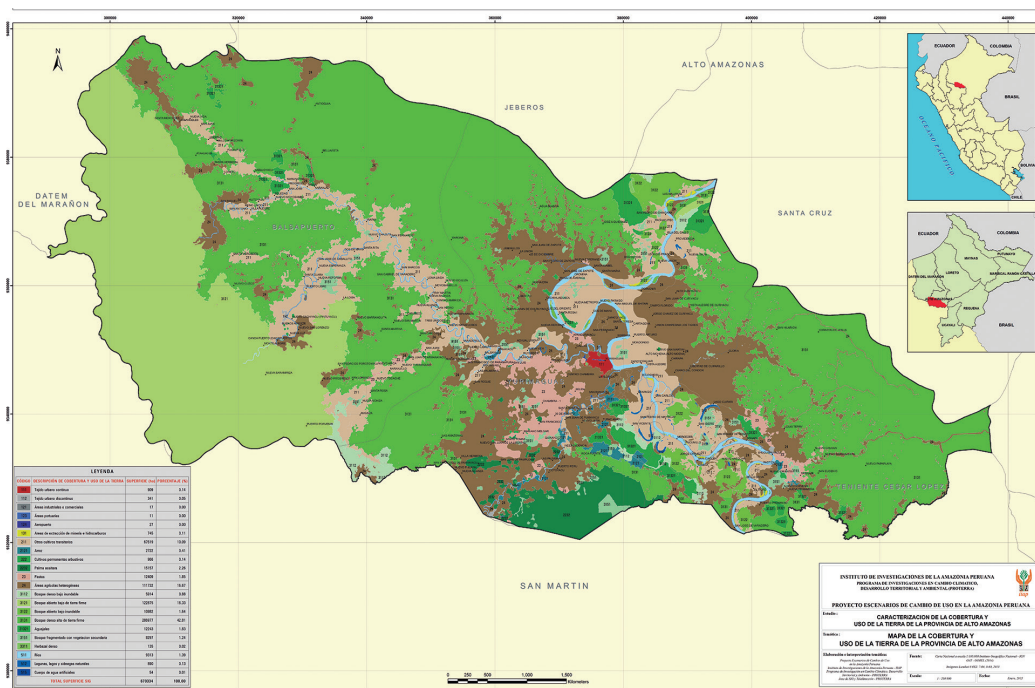


Figura 15. Mapa de cobertura y uso de la tierra de la provincia de Alto Amazonas.

1.1.1. Tejido urbano continuo (nivel III)

Está conformado principalmente por la ciudad de Yurimaguas y cubre una extensión de 909 ha. Representa el 0,14% de la zona de estudio, con edificaciones y espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más del 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano.

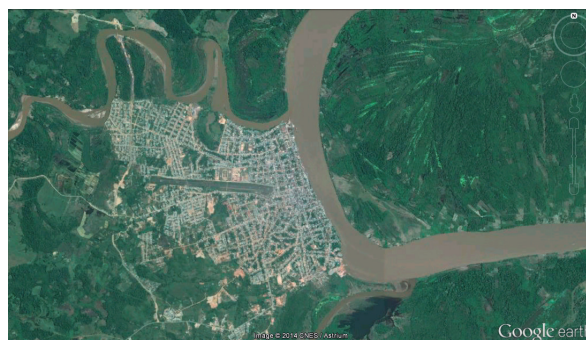
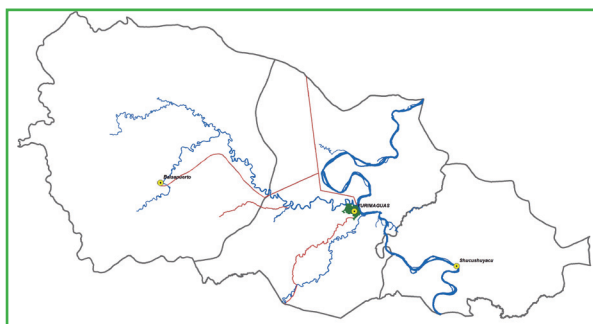


Figura 16. Ciudad de Yurimaguas (vista de Google Earth).



1.1.2. Tejido urbano discontinuo (nivel III)

Está conformado por Balsapuerto, Shucushyacu y los centros poblados Pampa Hermosa, Túpac Amaru, Lago Cuipari, Nuevo Cajamarca, Munichis, Balsayacu, entre otros. Cubre una extensión de 341 ha, que representa el 0,05%. Conformado por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construidas cubren artificialmente la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierto por vegetación. Esta unidad puede presentar dificultad para su delimitación cuando otras coberturas de tipo natural y seminatural se mezclan con áreas clasificadas como zonas urbanas.

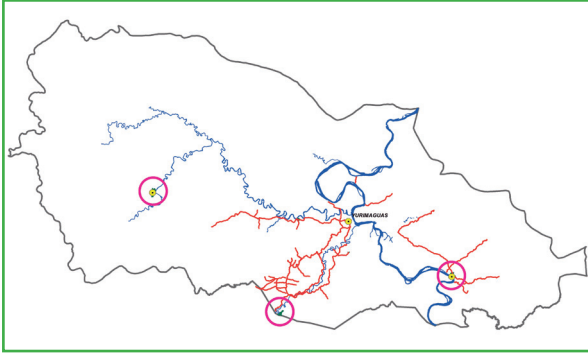


Figura 17. Centro poblado Munichis (vista de Google Earth).

1.2.1. Áreas industriales o comerciales (nivel III)

Se ubican a ambas márgenes del río Huallaga. La primera está en la ciudad de Yurimaguas y su actividad es la industria de la construcción; la segunda está cerca de Shucushyacu, que es el centro de acopio de las trozas de madera extraídas de la concesión 16-YUR/C-I-AD-002-05, perteneciente a la empresa A&A Perú SAC. En total cubren una extensión de 17 ha, que representa el 0,01%.

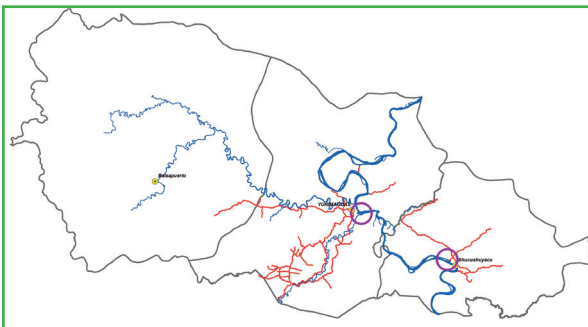


Figura 18. Industria de la construcción (vista de Google Earth).

1.2.3. Área portuaria (nivel III)

Se encuentra ubicada a la margen derecha del río Huallaga, aproximadamente a 20 km de la ciudad de Yurimaguas en la localidad de Nueva Reforma. Está interconectada con la carretera asfaltada Tarapoto-Yurimaguas y un puente metálico de 103 m de largo, que cruza el río Paranapura. Este terminal portuario moderno y competitivo, con facilidades portuarias y condiciones seguras de operación, como punto de enlace multimodal, permitirá la continuidad de los flujos de transporte a través del Eje del Amazonas Norte Paita-Yurimaguas y puertos fluviales del río Amazonas, generando una ruta de conexión entre las costas del Pacífico y el Atlántico. Cubre una extensión de 11 ha, que representa el 0,01%, de la superficie.

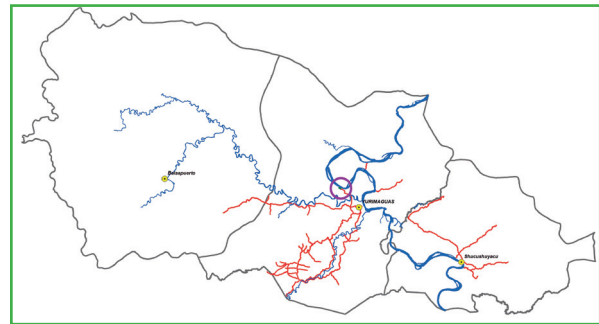


Foto 1. Muelle de Yurimaguas.

1.2.4. Aeropuerto (nivel III)

Con una extensión de 27 ha, que representa el 0,01% del área de estudio, se halla el aeropuerto Moisés Benzaquen Rengifo. Se ubica en la ciudad de Yurimaguas y cuenta con una pista asfaltada de 1800 m de largo por 30 m de ancho con terminal de pasajeros de un piso. Actualmente, se encuentra administrado por Corpac S. A. y es la principal puerta de entrada a la Selva Alta peruana.

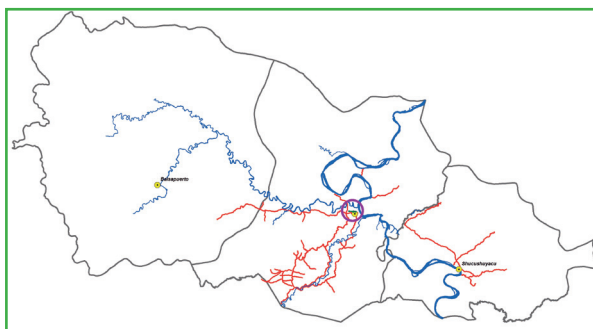


Figura 19. Aeropuerto de la ciudad de Yurimaguas (vista de Google Earth1).

2.1.1. Otros cultivos transitorios (nivel III)

Esta unidad muestra una extensión SIG de 67 618 ha, equivalente al 10,09% de la superficie estudiada. Corresponde a los cultivos de yuca, maíz amarillo, maíz duro y frijol caupí. Se encuentra distribuida en toda la zona de estudio en pequeñas parcelas, mayoritariamente menores a 5 ha; concentrándose en ambas márgenes de los ríos Huallaga, Parapapura y en áreas cercanas a los centros poblados de Balsapuerto y Shucusyacu.

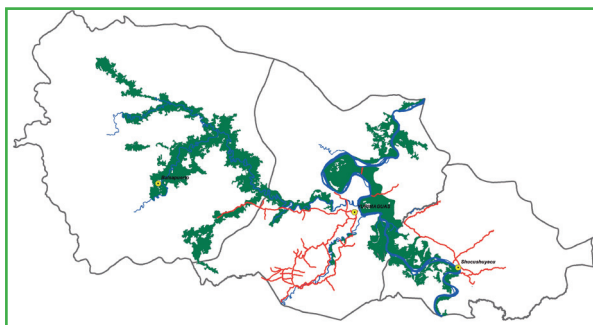


Foto 2. Preparación del terreno para el cultivo de arroz bajo riego, carretera Pampa Hermosa-Yurimaguas.



Foto 3. Cultivo de yuca en la comunidad Paraíso.

2.1.2.1. Arroz (nivel IV)

Comprende los territorios dedicados a cultivos de arroz, los cuales pueden encontrarse en diferentes periodos vegetativos, ya sea bajo riego, en época de cosecha o recién sembrados. En esta clasificación también fueron considerados los terrenos que se encuentran en preparación para la instalación de este cultivo. Se localizan en las inmediaciones de la carretera Yurimaguas-Pampa Hermosa, Pumayacu, Santa Lucía, Nuevo Porvenir. En la zona de estudio esta clase abarca aproximadamente 2722 hectáreas, que representa el 0,41% del total del área.

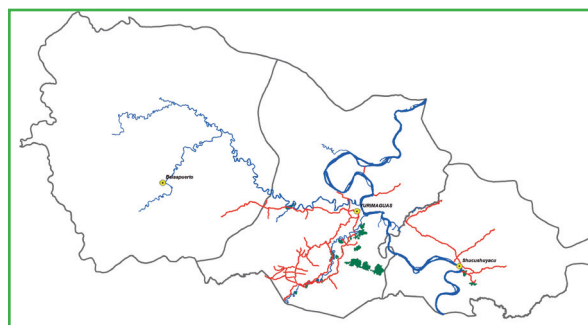




Foto 4. Cultivo de arroz bajo riego, carretera Yurimaguas-Pampa Hermosa.

2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos (nivel III)

Comprende áreas con cultivos de ciclo vegetativo mayor a un año. Produce varias cosechas sin necesidad de volverse a sembrar; sin embargo, demandan manejo agronómico. Se incluyen en esta categoría cultivos de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas en tierra firme, o especies arbustivas y arbóreas en tierras con inundación periódico-estacional.

Esta unidad muestra una extensión SIG de 966 ha, equivalente al 0,14% de la superficie estudiada. Se encuentra en forma dispersa en toda la zona de estudio. Corresponde a los cultivos de papaya, cacao, plátano y palmito de pijuayo. Se localiza en áreas aledañas a los ríos y en las inmediaciones de la carretera Tarapoto-Yurimaguas.

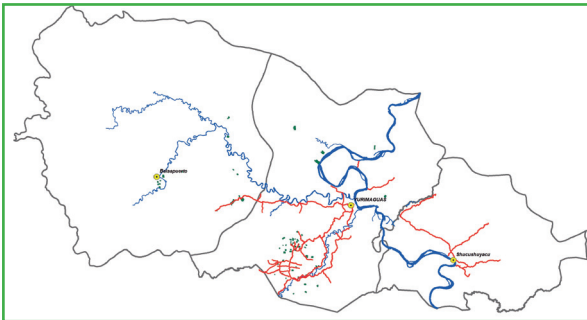


Foto 5. Cultivo de papaya cerca de la comunidad Arica.

2.2.3.2. Palma aceitera (nivel IV)

La mayor presencia de las plantaciones de palma aceitera fue identificada en ambas márgenes de la carretera Tarapoto-Yurimaguas. Las plantaciones se encuentran alrededor de los centros poblados Pampa Hermosa, Grau, Charapillo, San Ramón. El desarrollo de este cultivo tiene proyectado seguir expandiéndose, especialmente por la empresa agroindustrial Shanusi de la empresa Palma de Shanusi y la Asociación de Productores de Palmito Alianza (Apropal), en toda la provincia de Alto Amazonas. El área que representa este cultivo permanente de acuerdo al estudio es de aproximadamente 15 157 ha, que es el 2,26% del área de estudio.

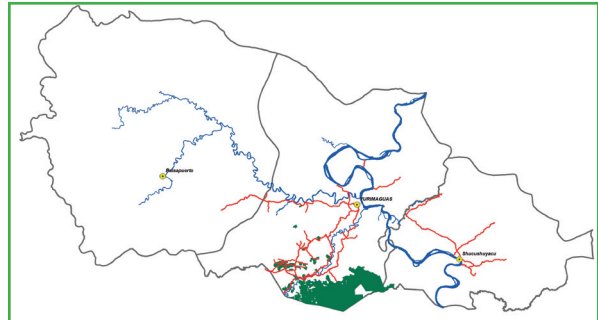


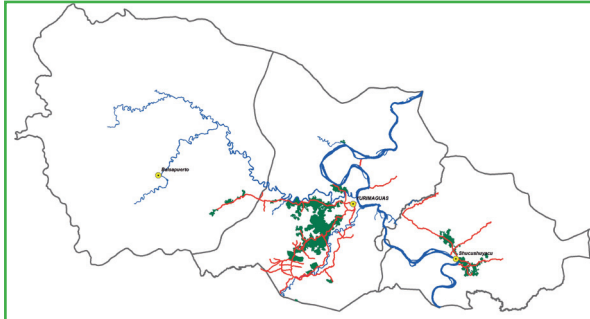
Foto 6. Cultivo de palma aceitera en el centro poblado Pampa Hermosa.

2.3. Pastos (nivel II)

Esta unidad muestra una extensión SIG de 12 409 ha, equivalente al 1,85% de la superficie estudiada. Se encuentra principalmente entre los kilómetros 4 y 17 de la carretera Tarapoto-Yurimaguas; así como, en la trocha carrozable Yurimaguas-Munichis, en algunas lomadas y colinas bajas del tramo inferior del río Parapapura y en áreas aledañas a la localidad de Shucushyacu.

La ganadería en la provincia de Alto Amazonas es una actividad económica que muestra un comportamiento decreciente, debido principalmente al manejo tradicional. Se caracteriza por ser básicamente

extensiva y familiar, con casi nulo o poco manejo de pastos y potreros, con hatos de ganado criollo cruzado con cebuinos degenerados, sin programas de mejoramiento ni suplemento alimenticio pese a la pobreza de los pastos, con rendimiento en carcasa que supera los 300 kg por unidad de saca.



En esta unidad, en el ámbito de estudio se ha introducido ganado caprino en muy pequeña escala. Las especies de pasto cultivados son brachiaria, elefante y torourco. El pasto kudzú está presente en bajísima proporción.



Foto 7. Pastos ubicados cerca de la comunidad de Shucushyacu.

2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (nivel III)

En la zona de estudio, una de las actividades principales son los cultivos agrícolas que se encuentran en los suelos firmes y aluviales que se ubican en ambos márgenes de los ríos Huallaga, Parapapura, Shanusi y tributarios. Este tipo de cobertura representa aproximadamente 111 736 ha, que es el 16,67% del territorio.

Entre las especies representativas más frecuentemente de este frente figura lo siguiente: plátano, yuca, maíz, pijuayo fruta, frijol caupí, caimito, cítricos, cocotero, guaba, mango, piña, entre otras.

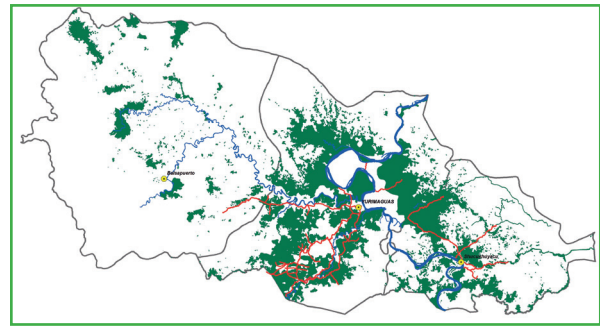
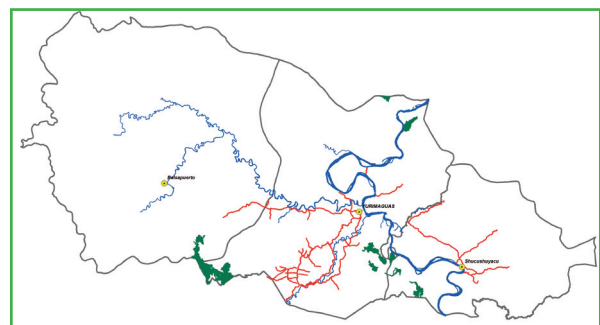


Foto 8. Mezclas de diversos cultivos tales como plátano, yuca, entre otros.

3.1.1.2. Bosque denso bajo inundable (nivel IV)

Esta vegetación es nítidamente boscosa con altura del dosel superior de 25 m de alto, que se inunda periódicamente por la oscilación de los niveles de agua de los ríos. Se desarrolla en terrazas bajas. La fisiografía sobre la cual se encuentra esta vegetación corresponde a las terrazas bajas, las cuales se pueden inundar hasta tres meses (o un poco más) aproximadamente.



La composición florística de esta vegetación está representada por: *Eschweilera coriacea* (machimango negro), *Adiscanthus fusciflorus* (curarina sachá), *Eschweilera albiflora* (machimango), *Drypetes amazonica* (yutubanco), *Sorocea pubivena*, *Eschweilera parvifolia* (machimango), *Maquira coriacea* (capinuri), *Scheelea butyracea*, *Socratea exorrhiza* (cashapona), *Casearia fasciculata* (tamararilla), *Oxandra xylopioides* (espintana negra), entre otras especies.

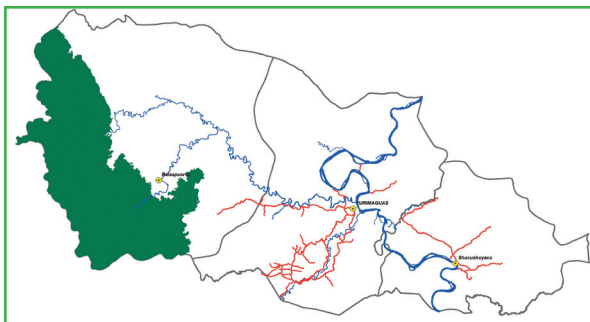
La diversidad alfa del bosque inundable logra tener valores medios y la diversidad beta presenta valores regulares. Aunque a veces puede tener una mejor diversidad alfa. El área representada por este tipo de bosque de acuerdo al estudio es de 5914 ha, que es el 0,88% del territorio.



Foto 9. Vegetación típica de bosque denso bajo inundable.

3.1.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme (nivel IV)

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior de 15 m, cuya área de cobertura arbórea representa entre 30 y 70% del área total de la unidad, con una fisiografía montañosa. Se ubica al oeste de la zona de estudio con una extensión de 122 875 ha, que representa el 18,33%.



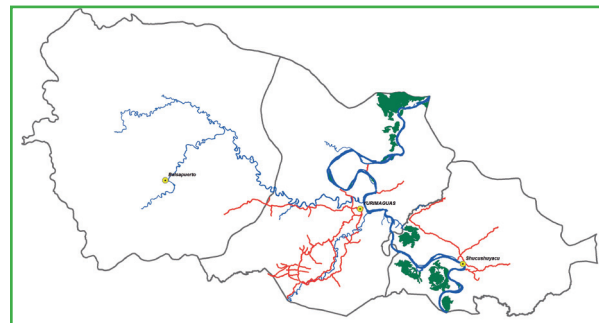
Las especies arbóreas que sobresalen son: *Licaria cannella* (moena blanca), *Chrysophyllum manaosense* (quinilla colorada), *Pouteria cuspidata* (quinilla blanca), *Manilkara bidentata* (balata), *Ocotea argyrophylla* (moena colorada), *Ocotea olivacea* (moena amarilla), *Couma macrocarpa* (leche caspi), etc. Todas están asociadas especialmente con palmeras de *Euterpe precatória* (huasaí), *Jessenia batahua* (ungurahui) e *Iriartea deltoidea* (huacrapona); predominando en el sotobosque la regeneración natural de *Jessenia batahua* (ungurahui).



Foto 10. Paisaje de un bosque de montañas.

3.1.2.2. Bosque abierto bajo inundable (nivel IV)

Esta unidad recubre una superficie aproximada de 10 982 ha, que representa el 1,64% del área total de estudio. Se ubica en el llano en ambas márgenes del río Huallaga. Ocupa espacios de unidades fisiográficas de complejos de orillares adyacentes al río Huallaga. Por lo general son de relieves planos con microrrelieve convexo y cóncavo, los que asociados a su drenaje, hace que también presente diferentes tipos de vegetación. Esta zona corresponde a una asociación de restingas y tahuampas. Temporalmente inundables. Su altura respecto al nivel de la base local puede fluctuar de 0 a 5 m.



La vegetación se presenta en forma sucesional desde las partes herbáceas ubicadas a la orilla del río constituidas por plantas de gramíneas y otras no leñosas, pasando por los matorrales, entre ellos los cañabravales y pájaro bobo, especies arbóreas pioneras como los ceticales y arbóreas permanentes. Estas últimas, generalmente se ubican muy lejos de la orilla del río, por la misma dinámica fluvial donde existen asociaciones de *Ficus schultesii* (renaco), aguajales, *Inga* sp. (shimbillo), *Pseudobombax munguba* (punga), *Calycophyllum spruceanum* (capirona), *Hura crepitans* (catahua), *Ceiba* sp. (lupuna), *Triplaris* sp. (tangarana), *Iryanthera* sp. (cumala), etc. Algunas de ellas pueden llegar a sobrepasar los 20 m de altura total con copas que van de medianas a amplias, con fustes deformes e indefinidos para *Ficus schultesii* (renaco) y para las otras

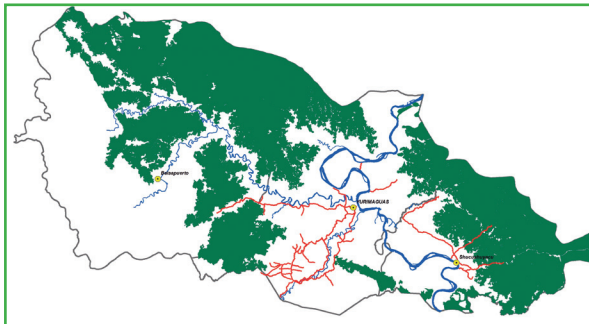
especies en su mayoría bien conformados, redondos, de altura comercial que en promedio pueden alcanzar los 10 m de altura.



Foto 11. Paisaje típico de este bosque con predominancia de renacos.

3.1.3.1. Bosque denso alto de tierra firme (nivel IV)

Cubre una superficie aproximada de 286 975 ha, que representa el 42,81% del área total de estudio. Corresponde a bosques que se desarrollan sobre áreas no inundables. Con una alta diversidad alfa de especies. La estructura corresponde a bosques con árboles emergentes que sobrepasan los 30 m de alto. La fisiografía sobre la cual se desarrolla esta vegetación corresponde a colinas altas, colinas bajas, terrazas altas y terrazas medias.



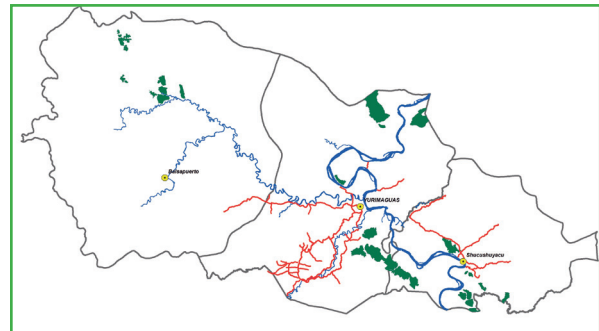
La fisonomía de esta vegetación expresa bosques densos con cobertura cerrada. La composición florística está representada por: *Parkia* sp. (pashaco), *Eschweilera* sp. (machimango), *Ceiba* sp. (lupuna), *Trichilia mazanensis* (requia), *Macoubea sprucei* (loro micuna), *Cedrelinga catenaeformis* (tornillo), *Aspidosperma macrocarpon* (puma quiro), entre otras, asociada con palmeras de *Iriartea deltoidea* (huacrapona), *Socratea exorrhiza* (cashapona), *Jessenia batahua* (ungurahui) y *Euterpe predatoria* (huasai). Además, presenta un sotobosque semidenso a ralo, con regeneración natural sobresaliente de las especies: *Inga* sp. (shimbillo), *Iryanthera juarenses* (cumala



Foto 12. Paisaje típico de este bosque con una vegetación densa.

3.1.3.2.1. Aguajales (nivel V)

Estas comunidades vegetales se desarrollan sobre suelos histosoles, con alta cantidad de materia orgánica en descomposición. Cubren una superficie aproximada de 12 243 ha, que representa el 1,83% del área total. Dominados principalmente por *Mauritia flexuosa* (aguaje) que puede alcanzar de 30 a 35 m de alto aproximadamente. Crecen sobre sustratos pantanosos.



La fisiografía sobre la cual se desarrolla esta vegetación corresponde a terrazas bajas y planicies depresionadas que presentan un sustrato pantanoso en diferentes grados de colmatación. Esta vegetación tiene una fisonomía dominada principalmente por palmerales, formados por palmeras culminadas en grandes rosetones de hojas palmatiformes. La diversidad alfa de esta vegetación alcanza valores medios, influenciados notoriamente por la nítida abundancia del aguaje. En oposición a esto la diversidad beta (similaridad) es buena a alta.

La cantidad de aguaje que habita en esta vegetación varía de 214 a 432 aguajes mayores de 10 cm de DAP por hectárea. La composición florística presenta principalmente: *Mauritia flexuosa* (aguaje), *Hura crepitans* (catahua), *Euterpe predatoria* (huasai), *Minquartia guianensis* (huacapú), *Oenocarpus bataua*

(ungurahui), *Naucleopsis glabra* (puma chaqui), *Attalea butyracea* (shapaja), *Iryanthera elliptica* (cumala colorada), *Socratea exorrhiza* (cashapona), entre otras especies.



Foto 13. Vegetación típica de un aguajal (fotografía de Field Museum, 2014).

3.1.5. Bosque fragmentado (nivel III)

Ocupa una superficie aproximada de 8297 ha, que representa el 1,24% del área de estudio. Se ubica en territorios cubiertos por bosques naturales donde se ha presentado intervención humana de tal manera que el bosque tiende a mantener su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de pastos y cultivos, las cuales se observan como parches donde hubo presencia de coberturas antrópicas, pero que han sido abandonadas para dar paso a un proceso de regeneración natural del bosque.

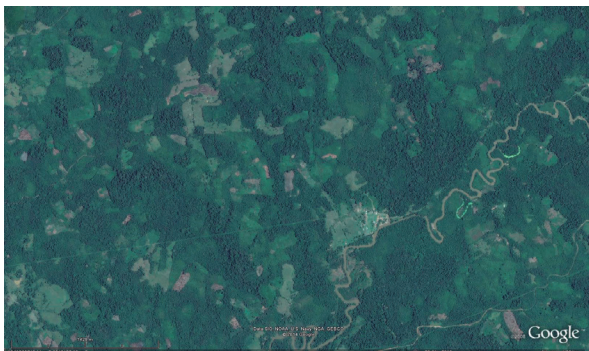
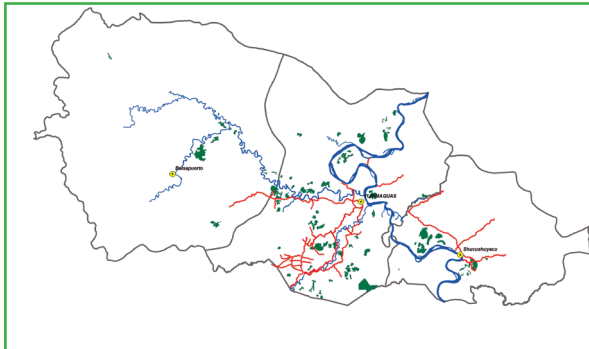


Figura 20. Bosque fragmentado, vista de Google Earth.

3.3.1.1. Herbazal denso (nivel IV)

Cubre una superficie aproximada de 135 ha que representa el 0,02% del área de estudio. Se ubica en forma significativa en pequeñas franjas. Su desarrollo se efectúa en áreas de terrazas planas y cóncavas, con suelos impermeables arcillosos y de mal drenaje. Por su interconexión con los ríos o lagunas, con frecuencia se mantiene anegada como consecuencia de las intensas lluvias. Presenta diversos tipos de vegetación herbácea arbustiva adaptada a estos ecosistemas inundables, tales como: *Adenaria floribunda*, *Alchornea castanaefolia*, *Salix marticana*, *Annona hypoglaucos*, *Cecropia lactiloba*, que se asocian con especies de poáceas, alismáceas, ciperáceas, aráceas y otras de la familia Arecaceae, tales como *Bactris acanthocarpa* (ñejilla), *Astrocaryum jauari* (huiririna) y *Mauritiella aculeata* (aguajillo).

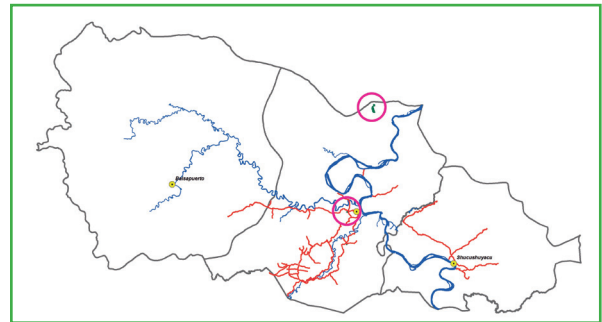


Foto 14. Vegetación típica de un pantano herbáceo arbustivo (fotografía de Field Museum, 2014).

3.4.1. Áreas arenosas naturales (nivel III)

Comprende las actividades de extracción minera no metálica (arena) a ambas márgenes de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi, donde está en forma de playas. La extracción de arena la realizan personas que comercializan el material sin la autorización de acuerdo a la legislación peruana, y sin ninguna dirección técnica, lo que pone en riesgo las defensas ribereñas naturales por ejecutarse esta actividad muy cerca a la base de las mismas. Tienen una extensión de 774 ha, que representa el 0,11% del área de estudio.

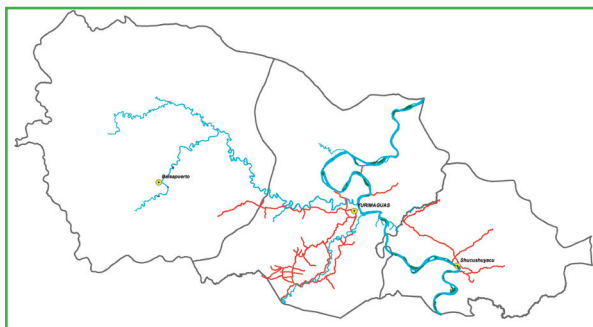
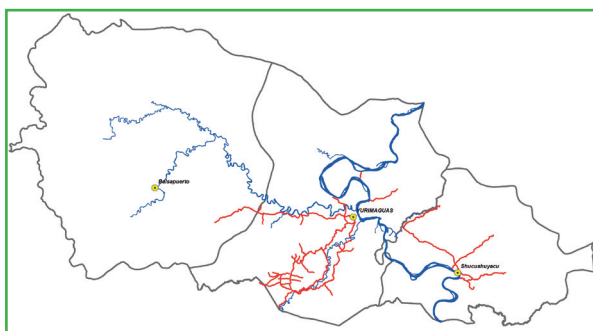


Figura 21. Ubicación de extracción de arena en playas, vista de Google Earth.

5.1.1. Ríos (nivel III)

Esta unidad muestra una extensión SIG de 9314 ha, equivalente al 1,39% de la superficie estudiada. Se distribuye en forma dispersa en las cuencas de los ríos Huallaga, Shanusi, Parapapura y Armanayacu. Las demás cuencas tienen bajo caudal, sobre todo en la temporada de vaciante, razón por lo que han sido consideradas como fuentes de pesca de subsistencia. Entre las especies de peces representativos de estas cuencas figuran: boquichico, corvina, bagre, doncella, dorado, cunchimama, lisa, sardina, llambina, yahuarachi, yaraquí, palometa, paco, piraña, chambira, sábalo, huapeta, saltón, entre otras.



Los ribereños usan los ríos de manera habitual, los colonos andinos e indígenas para la pesca y como vía de transporte fluvial.



Foto 15. Vista panorámica del río Huallaga.

5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales (nivel III)

Esta unidad muestra una extensión SIG de 890 ha, equivalente al 0,13% de la superficie estudiada. Está conformada por cuerpos de agua denominados lagos o cochas, que se asocian con las áreas de desborde de los grandes ríos. Pueden contener pequeños islotes arenosos y lodosos, de formas irregulares alargadas y fragmentadas. Se encuentran principalmente adyacentes a los ríos Parapapura y Huallaga.

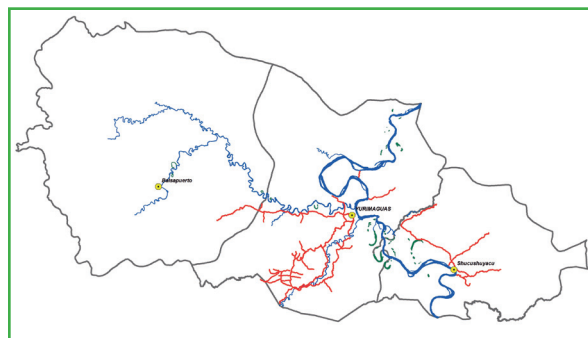
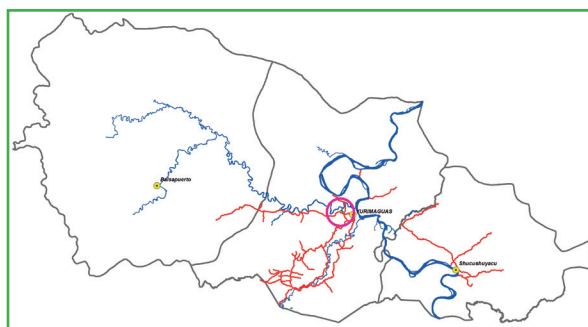


Foto 16. Vista panorámica de una laguna cerca al río Huallaga (fotografía de Field Museum, 2014).

5.1.5. Cuerpos de agua artificial (nivel III)

Esta unidad muestra una extensión SIG de 54 ha, equivalente al 0,01% de la superficie estudiada. Está conformada por los estanques de las piscigranjas que se localizan principalmente en el área de influencia de la carretera Tarapoto-Yurimaguas. La principal especie en importancia económica es el Arapaima gigas (paiche), liderada por Acuícola Los Paiches, que tiene 95 estanques y comercializa filete de paiche en los mercados nacional e internacional (Nueva York, Estados Unidos). También se cultivan especies como gamitana, boquichico, paco y pacotana destinadas a los mercados local, regional y nacional.



5.3. Descripción de la clasificación de la cobertura y uso de la tierra de áreas estratégicas de la provincia de Mariscal Ramón Castilla (distritos de Ramón Castilla, Yavarí y San Pablo), de acuerdo al esquema de la leyenda de Corine Land Cover

La clasificación de cobertura y uso del territorio también se vio limitada por la resolución de las imágenes de satélites, la presencia de nubes, la escala de trabajo y finalmente, la necesidad de contar con resultados más específicos.

Tabla 4. Representación de los tipos de cobertura y uso del territorio en la provincia de Mariscal Ramón Castilla.

| N° | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | HECTÁREA | % |
|--------------|------------|-------------------------------------|------------------|---------------|
| 1 | 1.1.1. | Tejido urbano continuo | 247 | 0,025 |
| 2 | 1.1.2. | Tejido urbano discontinuo | 329 | 0,03 |
| 3 | 1.2.4. | Aeropuerto | 28 | 0,01 |
| 4 | 2.1.1. | Otros cultivos transitorios | 54718 | 5,46 |
| 5 | 2.2.1. | Cultivos permanentes herbáceos | 965 | 0,10 |
| 6 | 2.3. | Pastos | 16150 | 1,61 |
| 7 | 2.4. | Áreas agrícolas heterogéneas | 9061 | 0,90 |
| 8 | 3.1.1.2. | Bosque denso bajo inundable | 102765 | 10,25 |
| 9 | 3.1.2.1. | Bosque abierto bajo de tierra firme | 26 690 | 2,66 |
| 10 | 3.1.2.2. | Bosque abierto bajo inundable | 178949 | 17,85 |
| 11 | 3.1.3.1. | Bosque denso alto de tierra firme | 472708 | 47,14 |
| 12 | 3.1.3.2.1. | Aguajales | 57677 | 5,75 |
| 13 | 3.1.5. | Bosque fragmentado | 2158 | 0,22 |
| 14 | 3.3.1.1. | Herbazal denso | 12 206 | 1,22 |
| 15 | 3.4.1 | Áreas arenosas naturales | 5343 | 0,53 |
| 16 | 4.1.1.1. | Pantano arbóreo | 10575 | 1,05 |
| 17 | 5.1.1. | Ríos (50 m) | 45 329 | 4,52 |
| 18 | 5.1.2. | Lagunas, lagos y ciénagas naturales | 6 836 | 0,68 |
| 19 | 5.1.5. | Cuerpos de agua artificial | 10 | 0,01 |
| Total | | | 1 002 745 | 100,00 |

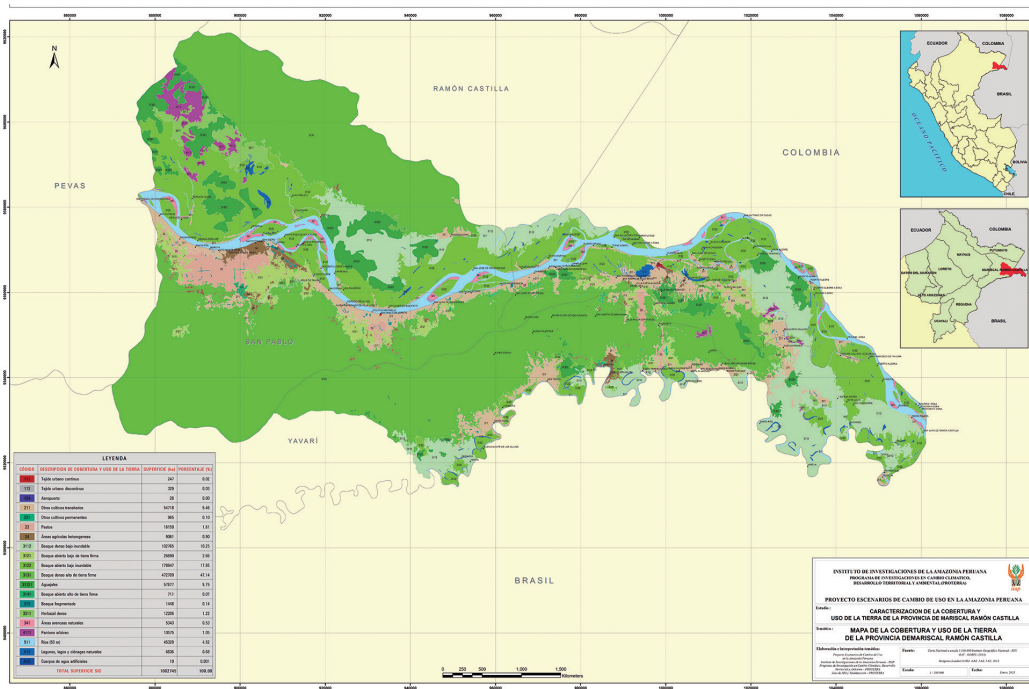


Figura 22. Mapa de cobertura y uso de la tierra de la provincia de Mariscal Ramón Castilla.

1.1.1. Tejido urbano continuo (nivel III)

Está conformado principalmente por las ciudades de Caballococha y San Pablo, y cubre una extensión de 247 ha, que representa el 0,02% de la zona de estudio. Compuesto por edificaciones y espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más del 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo sin vegetación representan una baja proporción del área del tejido urbano.



Foto 17. Ciudad de Caballococha.

1.1.2. Tejido urbano discontinuo (nivel III)

Está conformado por los centros poblados de Cushillococha, Alto Monte, Islandia, Santa Rosa, San Francisco de Marichín, Palo Seco, Bufeo Cocha, Bellavista, entre otros. Cubre una extensión de 329 ha,

que representa el 0,03%. Compuesto por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren artificialmente la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierto por vegetación. Esta unidad puede presentar dificultad para su delimitación cuando otras coberturas de tipo natural o seminatural se mezclan con áreas clasificadas como zonas urbanas.

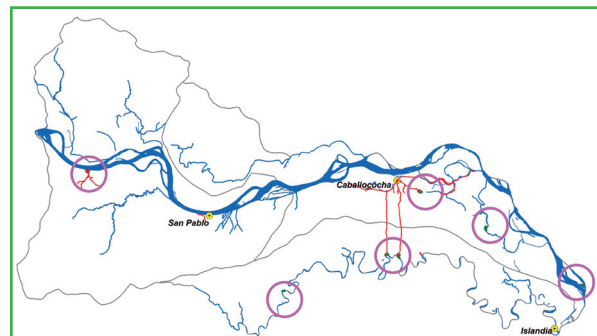


Foto 18. Centro poblado Alto Monte.

1.2.4. Aeropuerto (nivel III)

Tiene una extensión de 28 ha, que representa el 0,01% del área de estudio. Se encuentra ubicado en la ciudad de Caballococha y cuenta con una pista asfaltada de 2253 m de largo por 26 m de ancho. Con terminal de pasajeros de un piso. Actualmente, está administrado por Corpac S. A. y es la principal puerta de entrada a la Selva Baja peruana.

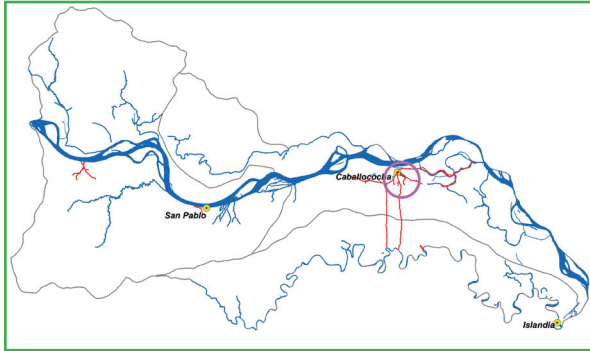
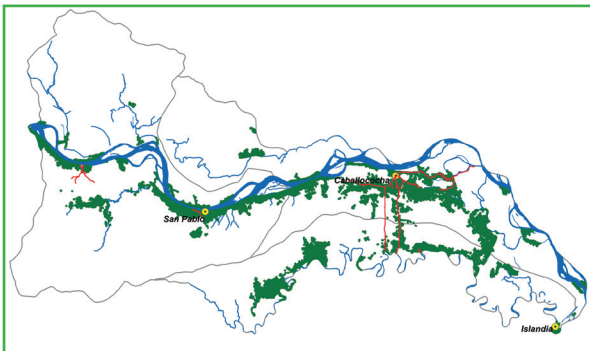


Figura 23. Aeropuerto de la ciudad de Caballococha (vista de Google Earth1).

2.1.1. Otros cultivos transitorios (nivel III)

Esta unidad muestra una extensión SIG de 54718 ha, equivalente al 5.46% de la superficie estudiada. Corresponde a los cultivos de yuca, maíz amarillo, maíz duro y frijol caupí. Se encuentra distribuida en toda la zona de estudio en pequeñas parcelas, mayoritariamente menores a 5 ha. Se concentra en ambas márgenes del río Amazonas, margen izquierda



del río Yavarí y en áreas cercanas a los centros poblados de San Pablo, Caballococha, Cushillococha, Alto Monte, Jerusalén, Santa Teresa primera zona, Santa Rosa del Yavarí y Bellavista.



Foto 19. Cultivo de plátano en la comunidad de Santa Rosa del Yavarí.

2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos (nivel III)

Están conformados por áreas con cultivos de ciclo vegetativo mayor a un año, que producen varias cosechas sin necesidad de volverse a sembrar; sin embargo, demandan manejo agronómico. Se incluyen en esta categoría cultivos de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas en tierra firme o especies arbustivas y arbóreas en tierras con inundación periódico-estacional.

Esta unidad muestra una extensión SIG de 965 ha, equivalente al 0,10% de la superficie estudiada, y se halla en forma dispersa en toda la zona de estudio. Corresponde a los cultivos de piña, plátano, cacao, camu camu y pijuayo. Se localizan en áreas aledañas a los ríos e inmediaciones de las comunidades.

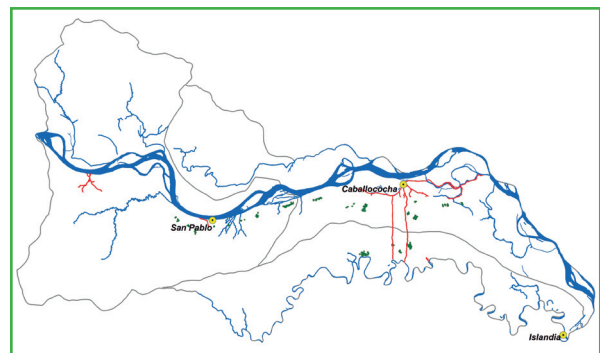




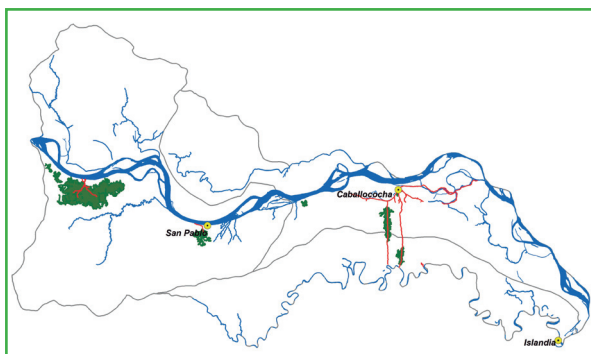
Foto 20. Cultivo de piña cerca a la comunidad Jerusalén.



Foto 21. Pastos ubicados en el trayecto de la trocha carrozable Caballogocha-Santa Teresa.

2.3. Pastos (nivel II)

Esta unidad muestra una extensión SIG de 16150 ha, equivalente al 1,611% de la superficie estudiada. Se encuentra principalmente en la margen derecha del río Amazonas; así como, en la trocha carrozable de Caballogocha a Santa Teresa primera zona y en áreas aledañas a la localidad de Santa Teresa.

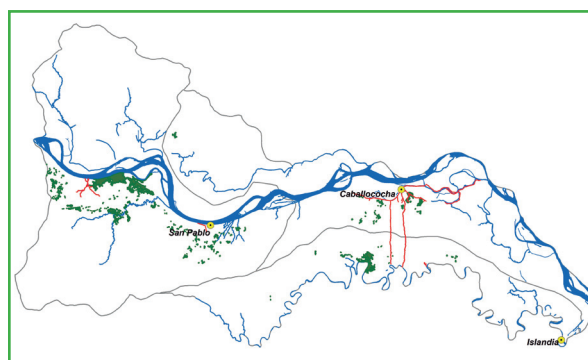


La ganadería en la provincia de Mariscal Ramón Castilla, es una actividad económica que muestra un comportamiento decreciente, debido principalmente al manejo tradicional. Se caracteriza por ser básicamente extensiva y familiar, con casi nulo o poco manejo de pastos y potreros, hatos de ganado criollo cruzado con cebuinos degenerados, sin programas de mejoramiento, ni suplemento alimenticio.

En el ámbito de estudio se ha introducido ganado caprino en muy pequeña escala. Las especies de pasto cultivadas son brachiaria, elefante y torourco. El pasto kudzú está presente en bajísima proporción.

2.4. Áreas agrícolas heterogéneas (nivel II)

Una de las principales actividades de la zona de estudio son los cultivos agrícolas que se encuentran en los suelos firmes y aluviales que se ubican en la margen izquierda del río Yavarí, margen derecha del río Amazonas y tributarios. Este tipo de cobertura representa aproximadamente 9061 ha, que corresponde al 0,90% del territorio.



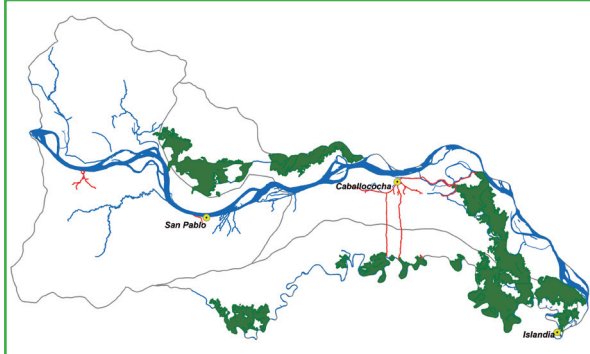
Entre las especies representativas más frecuentes de este frente figuran: plátano, yuca, maíz, pijuayo fruta, frijol caupí, caimito, cítricos, cocotero, guaba, mango, piña, entre otras.



Foto 22. Mezclas de diversos cultivos tales como maíz y yuca, entre otros.

3.1.1.2. Bosque denso bajo inundable (nivel IV)

Bosques frondosos de hasta 38 m de alto aproximadamente, que habitan en sectores inundables. Cubren una superficie de 102 765 ha (10,25% de la superficie estudiada).



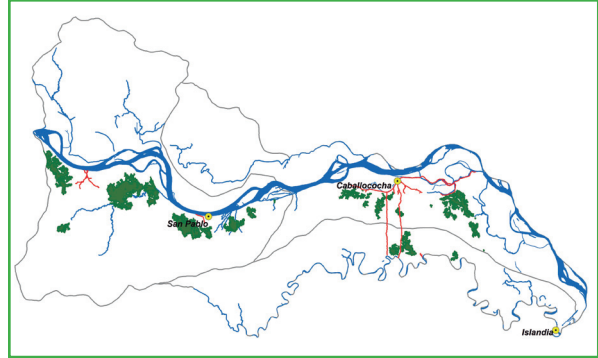
Se desarrollan sobre las terrazas bajas. La composición florística está representada por: *Duguetia spixiana*, *Guatteria megalophylla*, *Klarobelia inundata*, *Pachira insignis*, *Pourouma tomentosa*, *Calophyllum brasiliense*, *Calophyllum longifolium*, *Diospyros pseudoxylopa*, *Micrandra siphonioides*, *Pausandra hirsuta*, *Senefeldera inclinata*, *Inga leiocalycina*, *Inga nobilis*, *Inga ruiziana*, *Macrolobium angustifolium*, *Tachigaii formicarum*, *Vatairea guianensis*, *Zygia cauliflora*, *Zygia coccinea*, *Nectandra paucinervia*, *Ocotea aciphylla*, *Couratari oligantha*, *Iryanthera juruensis*, *Minqartia guianensis*, *Coccoloba densifrons*, *Triplaris americana*, *Posoqueria panamensis*, *Psychotria huampamiensis*, *Psychotria remota*, *Chrysophyllum argenteum*, *Chrysophyllum cuneifolium*, *Manilkara bidentata*, *Schoenobiblus peruvianus*, *Gloeospermum sphaerocarpum*, *Rinorea guianensis*, entre otras.



Foto 23. Vegetación típica de los bosques densos bajo inundables.

3.1.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme (nivel IV)

Corresponde a bosques con una cobertura arbórea de 30-70% debido a la extracción selectiva de algunas especies de importancia para la construcción. Se desarrollan sobre colinas bajas y terrazas altas. Esta unidad recubre una superficie aproximada de 26 690 ha, que representa el 2,66% del área total de estudio.



La composición florística presenta: *Eschweilera coriacea*, *Eschweilera tessmannii*, *Otoba glycyarpa*, *Tetrastylidium peruvianum*, *Iryanthera elliptica*, *Eschweilera parvifolia*, *Ophiocaryon manausense*, *Pouteria guianensis*, *Pseudosenefeldera inclinata*, *Sorocea muriculata*, *Virola pavonis*, *Eschweilera sp.*, *Sideroxylon sp.*, *Tachigali sp.*, *Iryanthera tricornis*, *Brosimum rubescens*, *Licania elata*, entre otras.

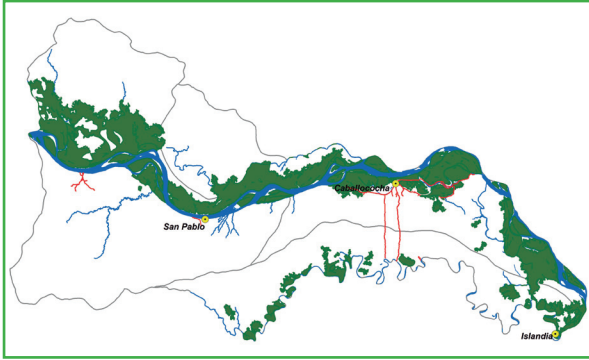


Foto 24. Paisaje de un bosque de colinas descremadas por tala selectiva.

3.1.2.2. Bosque abierto bajo inundable (nivel IV)

La presente unidad tiene una extensión de 178949 ha, lo que representa el 17,85% del área total estudiada. Se desarrolla en los complejos de orillares a ambas márgenes del río Amazonas y la margen izquierda del Yavarí.

La vegetación presenta una serie sucesional desde herbáceas hasta árboles, que corresponden a herbazales, pequeños bosques y bosques hasta aproximadamente 20 m de alto. La composición



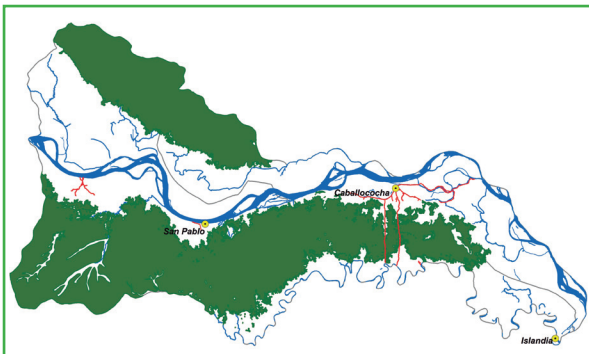
Florística presenta: *Gynerium sagittatum*, *Panicum* sp., *Polygonum* sp., *Ludwigia* spp., *Cyperus* sp., *Tessaria integrifolia*, *Adenaria floribunda*, *Inga* sp., *Cecropia membranacea*, *Pseudobombax munguba*, *Ficus insipida*, *Calycophyllum spruceanum*, *Cecropia latiloba*, *Ipomoea* sp., *Palicourea* sp., *Cissus erosa*, *Desmodium* sp., *Cecropia distachya*, *Trema micrantha*, *Erythrina ulei*, *Acacia riparia*, *Erythrina amazonica*, *Triplaris americana*, *Inga cayennensis*, *Pterocarpus amazonum*, *Cordia collococca*, *Corynostylis arborea*, *Garcinia macrophylla*, *Calypttranthes densiflora*, *Cordia nodosa*, *Couepia chrysocalyx*, *Clarisia racemosa*, *Pourouma herrerenis*, entre otras.



Foto 25. Paisaje típico de este bosque.

3.1.3.1. Bosque denso alto de tierra firme (nivel IV)

Esta unidad cubre una extensión de 472 708 ha (47,14% de la superficie total estudiada). Corresponde a bosques frondosos que pueden medir 20-25 m de



alto, con árboles emergentes de hasta 35 m de alto. La fisiografía sobre la que se desarrolla corresponde a colinas bajas, terrazas altas y terrazas medias.

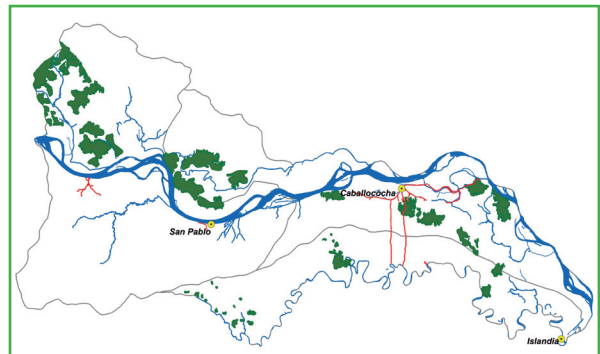
La composición florística presenta: *Oenocarpus bataua*, *Virola calophylla*, *Rinorea racemosa*, *Eschweilera coriacea*, *Eschweilera tessmannii*, *Virola pavonis*, *Nealchorneya yapurensis*, *Iryanthera tricornis*, *Senefeldera inclinata*, *Iryanthera polyneura*, *Tetrastylidium peruvianum*, *Swartzia racemosa*, *Diclinanona tessmannii*, *Pseudolmedia laevigata*, *Tapirira guianensis*, *Theobroma subincanum*, *Iryanthera macrophylla*, *Jacaranda copaia*, *Conceveiba rhytidocarpa*, entre otras.



Foto 26. Paisaje típico de este bosque con una vegetación densa.

3.1.3.2.1. Aguajales (nivel V)

Esta comunidad vegetal está representada por palmerales, dominados principalmente por *Mauritia flexuosa* (aguaje) que puede alcanzar hasta 25-30 m de alto aproximadamente. Se desarrolla sobre suelos histosoles. Cubre una superficie aproximada de 57 677 ha, que representa el 5,75%. La fisiografía sobre la cual se desarrolla corresponde a terrazas bajas que presentan un sustrato pantanoso en diferentes grados de colmatación. La fisonomía está dominada por las palmeras de aguaje y otras especies de palmeras y árboles frondosos. La composición florística está representada por: *Mauritia flexuosa*, *Virola pavonis*, *Hevea guianensis*, *Hura crepitans*, *Tapirira guianensis*, *Unonopsis stipitata*, *Xylopia cuspidata*, *Astrocaryum jauari*, *Atalea maripa*, *Bactris riparia*, *Euterpe precatoria*,



Cardia nodosa, Pourouma bicolor, Hevea brasiliensis, Inga acreana, Inga acrocephala, Inga edulis, Endlicheria bracteolata, Endlicheria krukovii, Endlicheria sericea, Miconia serrulata, Virola elongata, Virola lorentensis, Virola surinamensis, Coussarea brevicaulis, Coussarea hirticalyx, Coussarea macrophylla, Matayba inelegans, Motayba arborescens, Talisia nervosa, Markea ulei, Herrania nitida, Herrania purpurea, entre otras.



Foto 27. Vegetación típica de un aguajal.

3.1.5. Bosque fragmentado (nivel III)

Ocupa una superficie aproximada de 2158 ha, que representa el 0,22% del área de estudio. Se ubica en territorios cubiertos por bosques naturales donde se ha presentado intervención humana de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de pastos y cultivos, las cuales se observan como parches donde hubo presencia de coberturas antrópicas, pero que han sido abandonadas para dar paso a un proceso de regeneración natural del bosque.

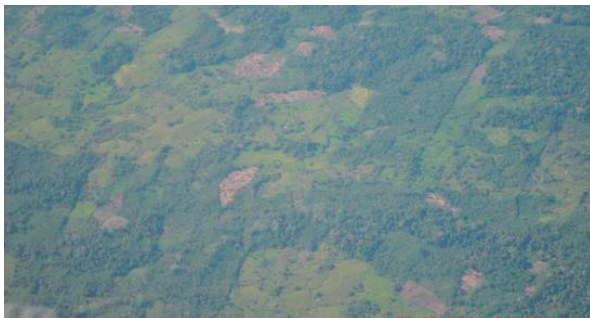
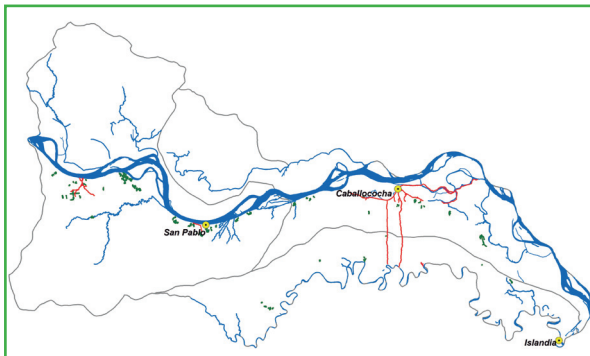
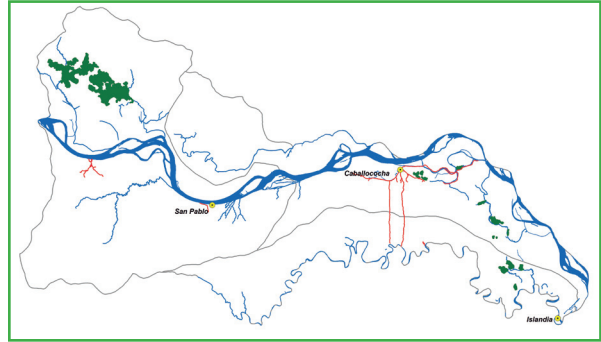


Foto 28. Bosque fragmentado.

3.3.1.1. Herbazal denso (nivel IV)

Esta unidad corresponde a herbazales con baja a mediana diversidad de especies de plantas que se desarrollan en terrazas bajas, sobre suelos histosoles. Presenta una extensión de 12 206 ha (1,22% del área de estudio).



La composición florística está representada por: *Ludwigia latifolia* cf., *Pistia stratiotes*, *Centrosema brasilianum*, *Cyperus difformis*, *Eichhornia crassipes*, *Ludwigia* spp. 1, *Montrichardia arborescens*, *Panicum parvifolium*, *Triplaris peruviana*, entre otras.



Foto 29. Vegetación típica de un pantano herbáceo arbustivo.

3.4.1. Áreas arenosas naturales (nivel III)

Comprende las actividades de extracción minera no metálica (arena) a ambos márgenes del río Amazonas y la margen izquierda del río Yavari, donde está en forma de playas. La extracción de arena la realizan personas que comercializan el material sin la autorización de acuerdo a la legislación peruana, y sin ninguna dirección técnica, lo que pone en riesgo las defensas ribereñas naturales por ejecutarse esta actividad muy cerca a la base de las mismas. Tienen una extensión de 5343 ha, que representa el 0,11% del área de estudio.

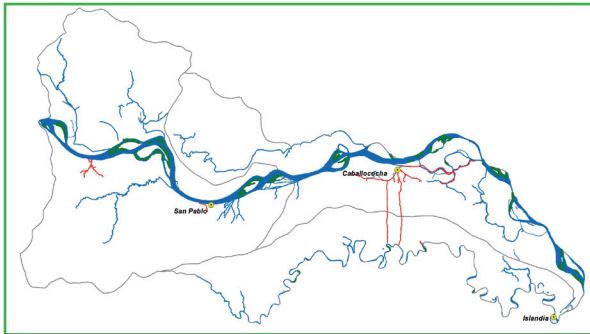
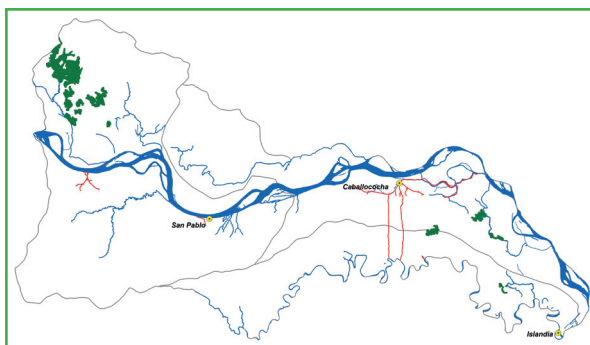


Foto 30. Transporte de arena

4.1.1.1. Pantano arbóreo (nivel IV)

Esta unidad corresponde a bosques de 20-25 m de alto, que se desarrollan sobre las terrazas bajas. Cubre una superficie de 10 575 ha, que representa el 1,06% del área de estudio.



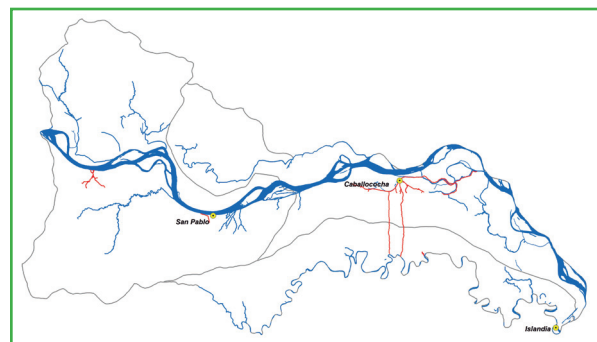
La composición florística está constituida por: *Coussapoa trinervia*, *Neea divaricata*, *Ficus trigona*, *Vatairea guianensis*, *Buchenavia oxycarpa*, *Triplaris peruviana*, *Randia* sp. 1, *Simira rubescens*, *Heisteria spruceana*, entre otras.



Foto 31. Vegetación típica de un pantano arbustivo.

5.1.1. Ríos (nivel III)

Esta unidad muestra una extensión SIG de 45 329 ha, equivalente al 4,52% de la superficie estudiada. Se distribuye en forma dispersa en las cuencas de los ríos Amazonas y Yavarí. Las demás cuencas tienen bajo caudal, sobre todo en la temporada de vaciante, razón por lo que han sido consideradas como fuentes de pesca de subsistencia. Entre las especies de peces representativas de estas cuencas figuran: boquichico, corvina, bagre, doncella, dorado, cunchi mama, lisa, sardina, llambina, yahuarachi, yaraquí, palometa, paco, piraña, chambira, sábalo, huapeta, saltón, entre otras.



Los ribereños usan los ríos de manera habitual, los colonos andinos e indígenas para la pesca y como vía de transporte fluvial.



Foto 32. Vista panorámica del río Amazonas.

5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales (nivel III)

Esta unidad muestra una extensión SIG de 6836 ha, equivalente al 0,68% de la superficie estudiada. Está conformada por cuerpos de agua denominados lagos o cochas, que se asocian con las áreas de desborde de los grandes ríos. Pueden contener pequeños islotes arenosos y lodosos, de formas irregulares alargadas y fragmentadas. Se encuentran principalmente adyacentes a los ríos Amazonas y Yavarí.

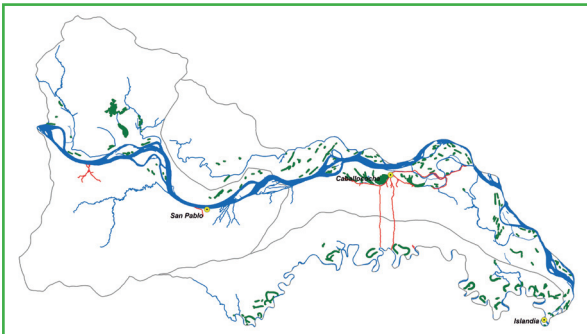


Foto 33. Vista panorámica de una laguna en Caballococha.

5.1.5. Cuerpos de agua artificial (nivel III)

Esta unidad muestra una extensión SIG de 10 ha, equivalente al 0,01% de la superficie estudiada. Está conformada por los estanques de las piscigranjas que se localizan principalmente en el área de influencia de la carretera Caballococha-Cushillo Cocha. La principal especie en importancia económica es el *Arapaima gigas* (paiche). También se cultivan especies como gamitana, boquichico, paco y pacotana destinadas a los mercados local, regional y nacional.

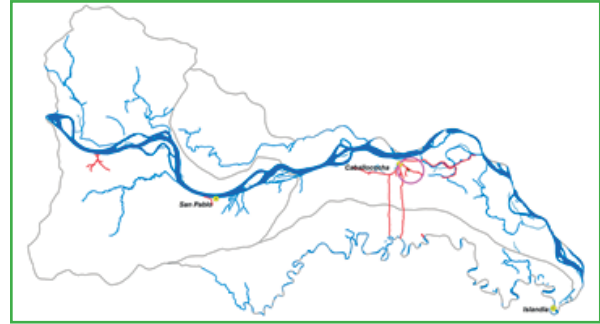


Foto 34. Vista panorámica de una piscigranja.

6. CONCLUSIONES

Se realizó el estudio del análisis de la cobertura y uso del territorio en áreas estratégicas de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal Ramón Castilla.

Para el presente trabajo se utilizaron imágenes de satélite Landsat 8 del año 2013 que permitió el desarrollo de metodología de segmentación, generando información vectorial, posteriormente clasificando en unidades de cobertura y uso de la tierra según la leyenda Corine Land Cover adaptada para el Perú, se lograron identificar cuatro clases (I, II, III y V) y veintidós coberturas o usos del territorio para la provincia de Alto Amazonas; en la provincia de Mariscal Ramón Castilla se identificaron cinco clases (I, II, III, IV y V) y veinte coberturas o usos del territorio.

Las clases identificadas en el mapa de cobertura y uso del territorio en áreas estratégicas de las provincias de Alto Amazonas (distritos de Balsapuerto, Yurimaguas y Teniente César López Rojas) y Mariscal Ramón Castilla (distritos de San Pablo, Ramón Castilla y Yavarí) se encuentran en los anexos 1 y 2.

El mapa temático de cobertura y uso actual del territorio de las provincias de Alto Amazonas y Mariscal

Ramón Castilla fue elaborado con una escala de trabajo de 1:50 000 y una escala de presentación de 1:100 000. El mapa muestra información cualitativa y cuantitativa, además de la distribución de las principales coberturas y usos del territorio.

Se encontró que el proceso de la deforestación se encuentra íntimamente ligado a las vías de acceso, como la carretera Tarapoto-Yurimaguas, que permite la migración de poblaciones en busca de nuevas tierras para la colonización.

La provincia de Alto Amazonas, de acuerdo con su extensión, es la provincia con mayor deforestación del departamento de Loreto con 240 411 ha, con una tasa anual de deforestación de 5797 ha. La causa de esto es la demanda de extensiones de tierras para el cultivo de palma aceitera con fines agroindustriales. Mientras que en la provincia de Mariscal Ramón Castilla la tasa de deforestación anual es menor (3364 ha) debido a la falta de conectividad para cultivos con fines agroindustriales.



Atardecer en el río Amazonas

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSSARD M., FERANEC J. y OTAHEL J. 2000. Corine Land Cover technical guide-Addendum 2000. Technical report, 40. Copenhagen (European Environment Agency, p. 105, <http://terrestrial.eionet.eea.int>)
- CASTRO W. 2014. Geología, informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica de la provincia de Alto Amazonas. IIAP-BioCan. Iquitos, Perú.
- ESCOBEDO R., TORRES G. y CASTRO W. 2014. Fisiografía, informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica de la provincia de Alto Amazonas. IIAP-BioCan. Iquitos, Perú.
- ESCOBEDO R. y TORRES G. 2014. Suelos y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras, informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica de la provincia de Alto Amazonas. IIAP-BioCan. Iquitos, Perú.
- IDEAM. 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100 000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D. C., 72 pp.
- MARTÍNES P, MARTINEZ M. 2014. Forestal, informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica de la provincia de Alto Amazonas. IIAP-BioCan. Iquitos, Perú.
- PAREDES M. 2014. Clima, informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica de la provincia de Alto Amazonas. IIAP-BioCan. Iquitos, Perú.
- ZÁRATE R. y MORI T. 2014. Vegetación, informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica de la provincia de Alto Amazonas. IIAP-BioCan. Iquitos, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Leyenda propuesta para la provincia de Alto Amazonas

| Nivel I | Nivel II | Nivel III | Nivel IV | Nivel V | |
|---|--|--|--|--|----------------------|
| 1. Áreas artificializadas | 1.1. Áreas urbanizadas | 1.1.1. Tejido urbano continuo | | | |
| | | 1.1.2. Tejido urbano discontinuo | | | |
| | 1.2. Áreas industriales e infraestructura | 1.2.1. Áreas industriales o comerciales | | | |
| | | 1.2.3. Áreas portuarias | | | |
| | | 1.2.4. Aeropuertos | | | |
| 2. Áreas agrícolas | 2.1. Cultivos transitorios | 2.1.1. Otros cultivos transitorios | | | |
| | | 2.1.2. Cereales | 2.1.2.1. Arroz | | |
| | 2.2. Cultivos permanentes | 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos | | | |
| | | 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos | 2.2.3.2. Palma aceitera | | |
| | 2.3. Pastos | | | | |
| 2.4. Áreas agrícolas heterogéneas | | | | | |
| 3. Bosques y áreas mayormente naturales | 3.1. Bosques | 3.1.1. Bosque denso bajo | 3.1.1.2. Bosque denso bajo inundable | | |
| | | | 3.1.2. Bosque abierto bajo | 3.1.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme | |
| | | 3.1.2.2. Bosque abierto bajo inundable | | | |
| | | 3.1.3. Bosque denso alto | 3.1.3.1. Bosque denso alto de tierra firme | | |
| | | | 3.1.3.2. Bosque denso alto inundable | | 3.1.3.2.1. Aguajales |
| | 3.1.5. Bosque fragmentado | | | | |
| | 3.3. Áreas con vegetación herbácea o arbustiva | 3.3.1. Herbazal | 3.3.1.1. Herbazal denso | | |
| 3.4. Áreas sin o con poca vegetación | 3.4.1. Áreas arenosas naturales | | | | |
| 5. Superficies de agua | 5.1. Aguas continentales | 5.1.1. Ríos (50 m) | | | |
| | | 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes | | | |
| | | | | | |

Anexo 2. Leyenda propuesta para la provincia de Mariscal Ramón Castilla.

| Nivel I | Nivel II | Nivel III | Nivel IV | Nivel V |
|---|--|--|--|----------------------|
| 1. Áreas artificializadas | 1.1. Áreas urbanizadas | 1.1.1. Tejido urbano continuo | | |
| | | 1.1.2. Tejido urbano discontinuo | | |
| | 1.2. Áreas industriales e infraestructura | 1.2.4. Aeropuertos | | |
| 2. Áreas agrícolas | 2.1. Cultivos transitorios | 2.1.1. Otros cultivos transitorios | | |
| | 2.2. Cultivos permanentes | 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos | | |
| | | 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos | 2.2.3.2. Palma aceitera | |
| | 2.3. Pastos | | | |
| 2.4. Áreas agrícolas heterogéneas | | | | |
| 3. Bosques y áreas mayormente naturales | 3.1. Bosques | 3.1.1. Bosque denso bajo | 3.1.1.2. Bosque denso bajo inundable | |
| | | 3.1.2. Bosque abierto bajo | 3.1.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme | |
| | | | 3.1.2.2. Bosque abierto bajo inundable | |
| | | 3.1.3. Bosque denso alto | 3.1.3.1. Bosque denso alto de tierra firme | |
| | | | 3.1.3.2. Bosque denso alto inundable | 3.1.3.2.1. Aguajales |
| | 3.1.5. Bosque fragmentado | | | |
| | 3.3. Áreas con vegetación herbácea o arbustiva | 3.3.1. Herbazal | 3.3.1.1. Herbazal denso | |
| 3.4. Áreas sin o con poca vegetación | 3.4.1. Áreas arenosas naturales | | | |
| 4. Áreas húmedas | 4.1. Áreas húmedas continentales | 4.1.1. Áreas pantanosas | 4.1.1.1. Pantano arbóreo | |
| 5. Superficies de agua | 5.1. Aguas continentales | 5.1.1. Ríos (50 m) | | |
| | | 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes | | |
| | | 5.1.5. Cuerpos de agua artificial | | |

