



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y Riego

SERFOR

Servicio
Nacional
Forestal y
de Fauna
Silvestre



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MAPA DE ECOZONAS

Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS) – Perú

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MAPA DE ECOZONAS

**Inventario Nacional Forestal
y de Fauna Silvestre (INFFS) – Perú**

Publicado por
el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)
y el Ministerio del Ambiente (MINAM)
Lima, diciembre 2016

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MAPA DE ECOZONAS. INVENTARIO NACIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE (INFFS) - PERÚ

Documento aprobado el día 2 de noviembre de 2016, mediante Resolución de Dirección Ejecutiva N° 253-2016-SERFOR-DE

© Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)

© Ministerio del Ambiente (MINAM)

John Leigh Vetter

Director Ejecutivo (SERFOR)

Rocio Malleux Hernani

Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)

Elvira Gómez Rivero

Dirección de Inventario y Valoración (SERFOR)

Fernando León Morales

Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales (MINAM)

Luis Francisco Rosa Pérez Tuesta

Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural (MINAM)

Primera edición, diciembre 2016

Diseño y diagramación:

Ana Periche Acosta

El diseño de la Memoria Descriptiva del Mapa de Ecozonas del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre ha sido posible gracias al financiamiento y asistencia técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), a través del proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático.

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Metodología	2
2.1. Materiales	2
2.1.1. Insumos	2
2.1.2. Equipos	14
2.1.3. Programas informáticos	14
2.2. Criterios utilizados para la elaboración del Mapa de ecozonas para el INFFS - Perú	14
2.2.1. Fisiográficos	14
2.2.2. Florísticos	14
2.2.3. Fisionómicos	14
2.2.4. Almacenamiento de carbono	14
2.2.5. Accesibilidad	15
2.3. Modelo conceptual para la elaboración del Mapa de ecozonas	15
2.3.1. Modelo cartográfico para elaborar el Mapa de accesibilidad - INFFS	15
2.3.2. Modelo cartográfico para elaborar el Mapa de ecozonas - INFFS	17
3. Descripción de las unidades del Mapa de ecozonas (subpoblaciones) para el INFFS - Perú	18
3.1. Ecozona Costa	18
3.2. Ecozona Sierra	18
3.3. Ecozona Selva alta accesible	20
3.4. Ecozona Selva alta difícil	20
3.5. Ecozona Selva baja	21
3.6. Ecozona Hidromórfica	22
Bibliografía	23





1. INTRODUCCIÓN

El Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS) tiene como objetivo general mejorar la sostenibilidad ecológica, social y económica de los bosques y recursos forestales e incrementar sus beneficios para los medios de vida rurales y su rol en la mitigación y adaptación al cambio climático en el Perú.

El Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú se inició dentro del marco del proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático, un acuerdo de cooperación técnica entre el Estado peruano y el Programa Forestal Global FAO - Finlandia. El proyecto estuvo conformado por 3 componentes:

1. Monitoreo e Inventario Nacional Forestal (MINF)
2. Política y Programa Forestal Nacional (PFN)
3. Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático (MFS)

En el componente 1 se obtuvo información actualizada y fidedigna sobre el estado de los bosques y sus recursos. La información obtenida será utilizada para reportes nacionales, así como para el desarrollo de políticas y prácticas para el mejor manejo del sector forestal en el Perú.

El componente 2 permitió reorganizar los mecanismos de diálogo para facilitar los procesos de toma de decisiones y la coordinación interinstitucional a nivel central y regional para la integración del sector forestal en planes y procesos de desarrollo nacional, buscando la integración de los temas relacionados con el cambio climático.

El componente 3 contribuyó al desarrollo de capacidades de las comunidades indígenas y campesinas peruanas para el manejo sostenible de sus bosques y la mejora de sus condiciones de vida a través de los productos y servicios forestales. Se facilitaron discusiones para la planificación y prácticas de manejo forestal frente al cambio climático.

El área de teledetección y Sistema de Información Geográfica (SIG) del componente 1 apoyó en las actividades de planificación y diseño del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre propiamente dicho. Una de de las actividades realizadas por esta área fue la elaboración del Mapa de ecozonas, que sirvió como insumo para la aplicación de la herramienta de Planificación y Diseño del INFFS para el Perú, desarrollada conjuntamente con el Servicio Forestal de los Estados Unidos.

El presente documento describe el proceso metodológico del desarrollo del Mapa de ecozonas, el cual determinó las subpoblaciones de interés para el diseño de muestreo del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.



© SERFOR

2. METODOLOGÍA

La metodología seguida para la elaboración del Mapa de ecozonas contempla el uso de la herramienta de los Sistemas de Información Geográfica, combinando diferentes insumos y programas.

2.1. MATERIALES

Los materiales utilizados se dividen en insumos, equipos y programas informáticos:

2.1.1. INSUMOS

Los insumos utilizados para la elaboración del Mapa de ecozonas (estratos) son los siguientes:

I. MAPA DE REGIONES NATURALES DEL PERÚ

Este Mapa presenta 5 zonas naturales: Costa, Sierra, Ceja de Selva, Selva alta y Selva baja (figura 1).

Costa: Ubicada en la zona occidental del país, entre el Océano Pacífico y la Sierra, cubre una superficie aproximada de 14 987 911.71 ha. Se extiende desde el nivel del mar hasta los 2 000 msnm y desde el norte hasta el sur del país. Es predominantemente desértica con presencia de vegetación de tipo arbóreo seco en el norte del país.

Sierra: Ubicada en la parte media del país, al igual que la Costa se distribuye de norte a sur, con un relieve predominantemente montañoso y cobertura vegetal de pajonales altoandinos. Cubre una superficie de 36 178 199.16 ha., que van de los 500 hasta cerca de los 6 800 msnm.

Selva: Ubicada en la zona oriental del país. Cubre una superficie aproximada de 77 762 019.29 ha, que van de los 100 hasta cerca de los 3 800 msnm, con una cobertura vegetal predominantemente arbórea y siempre verde. Esta región a su vez se subdivide en Ceja de Selva (por encima de los 2 000 msnm), Selva alta (entre los 500 y 2 000 msnm) y Selva baja (por debajo de los 500 msnm).

Figura 1. Mapa de regiones naturales, 2000



Fuente: OGATEIRN – INRENA, 2000.
Escala 1:250,000.

II. MAPA FISIAGRÁFICO

Como se muestra en la figura 2, el Perú presenta diferentes unidades fisiográficas en sus tres regiones naturales, que van desde los sistemas de terrazas costeras hasta las terrazas aluviales, colinas y montañas, ubicadas en las cuencas del Pacífico y del Atlántico (cuenca amazónica y cuenca del Titicaca).

El mapa fisiográfico es una estratificación con visión de uso agronómico, muy diferente al mapa geomorfológico, cuyo punto de vista es el origen de formación.

Sistemas de terrazas: En la Costa de nuestro país se presentan las terrazas costeras de relieve plano, cuyas pendientes no exceden el 4% y se extienden a lo largo de nuestro litoral. Generalmente son de origen marino y pueden ir desde los 0 hasta los 20 msnm.

También hay presencia de terrazas aluviales. Por efecto de migración de los ríos van quedando enormes superficies planas que, con respecto al nivel medio del río, pueden llegar hasta los 20 metros, desde terrazas bajas inundables (hasta 5 m respecto al nivel medio del río), terrazas medias (de 5 a 10 m respecto al nivel medio del río) hasta terrazas altas (de 10 a 20 m respecto al nivel medio del río). Muy rara vez superan estas altitudes, en especial las que tienen origen coluvio-aluvial, y que forman grandes terrazas altas inclinadas.

En la Selva o Amazonia, especialmente en la Selva baja, este sistema de terrazas aluviales es más amplio por la misma dinámica de los ríos de la Amazonía asociada al efecto climático (fuertes precipitaciones). Al igual que en la Costa, se presentan las terrazas bajas, medias y altas. A ellas se suman los llamados complejos de orillares, ubicados por lo general al lado de los ríos principales, por lo que usualmente están inundados en forma temporal (por 3 o 4 meses) o permanente. En la zona de la Sierra, este sistema es relativamente pequeño debido a que los ríos se desplazan en forma encajonada entre las montañas.

Sistema de colinas: Presente en la Costa, por lo general ubicado a continuación del sistema de terrazas. Su origen se debe a los movimientos tectónicos de abajo hacia arriba o a los efectos climáticos (usualmente de precipitación o lluvias) que tienen mucho que ver también en las disecciones y diferentes grados de pendientes. En este sistema de colinas están comprendidas las lomadas que, al igual que en las terrazas altas, presentan un relieve ondulado suave. También comprende las colinas bajas con alturas medias respecto al nivel medio del río o del mar (de 20 a 80 metros) y las colinas altas (que van desde 80 a 300 metros respecto al nivel medio del río o del mar). A nivel de la Selva baja, las lomadas y colinas bajas se presentan en forma predominante y las colinas altas son menos frecuentes. En cambio, en Selva alta, las colinas altas son las unidades fisiográficas predominantes.

Sistema de montañas: Se presenta por lo general a continuación del sistema de colinas. Su origen es, la mayoría de las veces, de tipo tectónico y con diferentes disecciones, generalmente producto del clima (precipitaciones). En este sistema se encuentran las montañas bajas, cuya altura media respecto al nivel base del río va de 300 a 800 m de altura, y las montañas altas, por encima de los 800 m de altura respecto al nivel base del río. Este sistema de montañas se presenta en la vertiente oriental, principalmente en la zona de Sierra, y pocas veces en la zona costera. También se presenta en la vertiente oriental en la Selva alta y Ceja de Selva.

Figura 2. Mapa fisiográfico



Fuente: INRENA, 2000.



© SERFOR

III. MAPA DE COBERTURA VEGETAL

El Mapa de cobertura vegetal del año 2009 del MINAM (figura 3) fue otro insumo utilizado en el desarrollo del Mapa de ecozonas. Este combina criterios de formaciones vegetales con otros fisiográficos, climáticos, fisionómicos y antrópicos, con lo que se forman los siguientes grupos:

Bosque de zonas húmedas – zonas pluviales: Formación vegetal predominante en la Amazonia, que comprende aguajales o formación vegetal de terrazas inundables en forma permanente y ubicadas generalmente en terrazas bajas inundables, pasando por formaciones vegetales en terrazas bajas, medias, altas, lomadas, colinas bajas, colinas altas y montañas, complementadas con formaciones vegetales ahora en relictos de las zonas andinas o de nuestra serranía.

Bosque de zonas áridas – zonas subhúmedas: Generalmente formaciones vegetales arbóreas asociadas con especies suculentas, presentes en la Costa peruana. Se extienden desde los bosques secos tipo sabana, el algarrobal ribereño, los bosques secos de piedemonte hasta las lomadas, colinas y montañas, complementadas con los valles interandinos de la serranía y el manglar propio de las zonas de estuarios costeros tropicales.

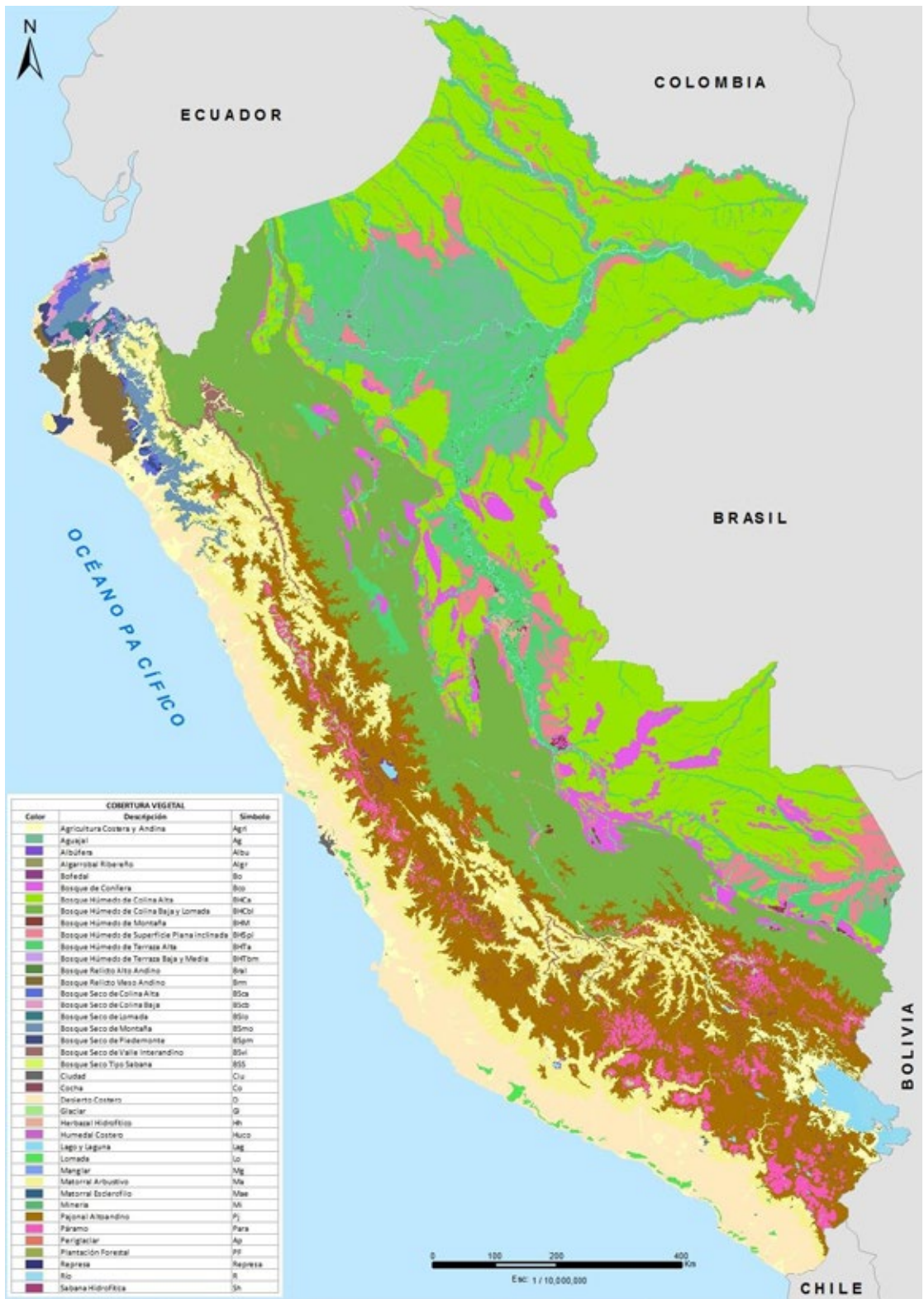
Matorrales de zonas áridas – zonas húmedas: Formaciones vegetales leñosas presentes en la zona costera y complementariamente en la serranía.

Herbazales de zonas húmedas - zonas pluviales: Referidos a la vegetación de consistencia herbácea ubicada predominantemente en la serranía, como los pajonales altoandinos, bofedales y vegetación del páramo.

Otras formaciones vegetales: Formaciones vegetales singulares presentes por algún factor (climático, edáfico o de relieve) que hace que aparezca un microclima favorable para su desarrollo. Generalmente se da en poca escala o dimensión, como la sabana hidrofítica, el herbazal hidromórfico, los humedales costeros y las lomas.

Coberturas antrópicas: Unidades con cobertura vegetal en las cuales hubo intervención humana, tales como plantaciones forestales, áreas deforestadas y agricultura.

Figura 3. Mapa de cobertura vegetal, 2009

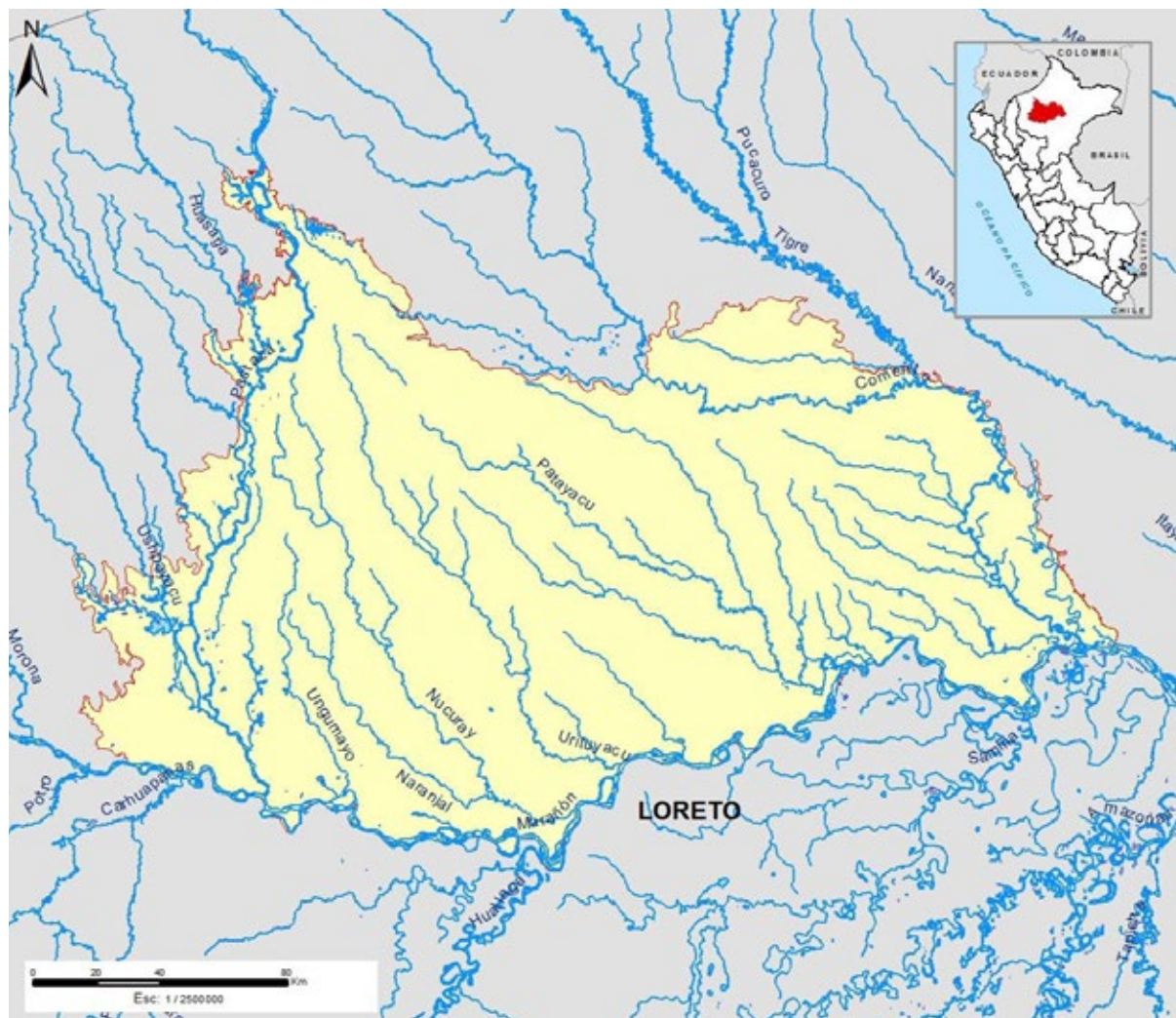


Fuente: MINAM, 2012a.
Escala: 1:100,000.

IV. MAPA DE COMPLEJO DE HUMEDALES DEL ABANICO DEL RÍO PASTAZA

Este mapa (figura 4) se tomó en cuenta para ayudar a delimitar la zona hidromórfica, especialmente la referida al Abanico del Pastaza, complementada con el mapa de cobertura vegetal.

Figura 4. Mapa de complejo de humedales - Abanico del río Pastaza



Fuente: CDC – UNALM, WWF, 2002.
Escala: 1:1'000,000.

V. MAPA DE ACCESIBILIDAD Y DESPLAZAMIENTO

Este mapa (figura 9) se utilizó para generar los modelos de transporte para la planificación del INFFS. Adicionalmente, se utilizó de forma parcial para diferenciar la Selva alta accesible de la Selva alta de difícil acceso, dos de las ecozonas del INFFS. El mapa de accesibilidad se generó sobre la base del mapa de red vial del Ministerio de Transporte

(figura 5), donde se presentan las vías nacionales, departamentales, locales y vecinales.

Esta información se complementa con el mapa de deforestación (figura 6), también extraído del Mapa de cobertura vegetal de 2009 del MINAM, que se correlaciona o sirve de indicador de accesibilidad en el país. Este producto también ayudó a tener cobertura de la red hidrográfica (figura 7) que considera los diferentes niveles de hidrografía para correlacionar con ella el tipo de vehículo acuático a usar en la incursión a los diferentes lugares del país.

Los mapas de deforestación y de centros poblados (figura 8) son otras de las coberturas usadas también como indicadores del mapa de accesibilidad y, además, como insumos para tomar en cuenta en las actividades de socialización y logística durante el trabajo de campo para el INFFS.

Figura 5. Mapa de red vial



Fuente: MTC, 2007.

Figura 6. Mapa de deforestación, 2009



Fuente: MINAM, 2011.

Figura 7. Mapa de red hidrográfica



Fuente: IGN, 2005.

Figura 8. Mapa de centros poblados



Fuente: MINEDU, 2011.

Figura 9. Mapa de accesibilidad INFFS



Fuente: Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, 2012.

2.1.2. EQUIPOS

Se utilizaron los siguientes equipos:

- 2 laptops
- 1 computadora personal

2.1.3. PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Se usaron los siguientes programas informáticos:

- ArcView 3.3
- ArcGIS 9.3
- ArcGIS 10

2.2. CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE ECOZONAS PARA EL INFFS-PERÚ

Se consideraron los siguientes criterios:

2.2.1. FISIOGRAFICOS

Definen los diferentes tipos de relieve existentes en nuestro país, desde el sistema de terrazas de superficies planas accesibles hasta el sistema de montañas de pendientes extremadamente fuertes muy inaccesibles.

2.2.2. FLORÍSTICOS

Contemplan unidades vegetales con características homogéneas y heterogéneas por la predominancia de ciertas especies vegetales como los aguajales (*Mauritia flexuosa*), los renacales (*Ficus sp*) de las zonas hidromórficas, los relictos alto y meso andinos, usualmente conformados por queñuales (*Polylepis sp*) en la Sierra, los algarrobales (*Prosopis sp*), el mangle (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicenia sp*) en zonas de la Costa y pacales (*Guadua sp*), castañales (*Bertholletia excelsa*), *shiringales* (*Hevea sp*) y otros en la zonas de Selva.

2.2.3. FISIONÓMICOS

La fisionomía está determinada por las características externas dominantes de las plantas; es decir, por las formas de vida vegetal o formas de crecimiento (árboles, arbustos, hierbas, palmeras, suculentas, etc.), por su permanencia (perenne, anual) y carácter de follaje (caducifolio, perennifolio), así como por su distribución espacial (densidad, cobertura).

2.2.4. ALMACENAMIENTO DE CARBONO

En términos generales, el carbono en los bosques se encuentra almacenado en diferentes compartimientos: en la biomasa aérea y en la biomasa subterránea, en la necromasa y en el suelo. El potencial de almacenamiento de carbono es variable y la distribución entre los compartimientos varía también. Así, tenemos que en los sistemas hidromórficos se prevé una alta representatividad del stock

de biomasa subterránea y del suelo, mientras que los bosques andinos presentan una gran densidad de individuos en el sotobosque en comparación con los bosques bajos amazónicos. Igualmente, en términos de ganancias y pérdidas se prevén menores cambios de origen antrópico en bosques de Selva alta difícil, lo cual es congruente si se compara con un mapa de deforestación. Se puede observar que las áreas de Selva alta difícil concuerdan con las áreas más conservadas y, por tanto, con áreas de conservación. Sin embargo, la cantidad de información disponible aún es insuficiente. La delimitación de las ecozonas y el diseño del INFFS contribuirán a obtener mejores estimaciones gradualmente.

2.2.5. ACCESIBILIDAD

Otro criterio considerado fue la interconexión vial y la clase de accesibilidad dentro de la ecozona Selva alta, que dio como resultado dos clases de ecozonas: Selva alta accesible y no accesible.

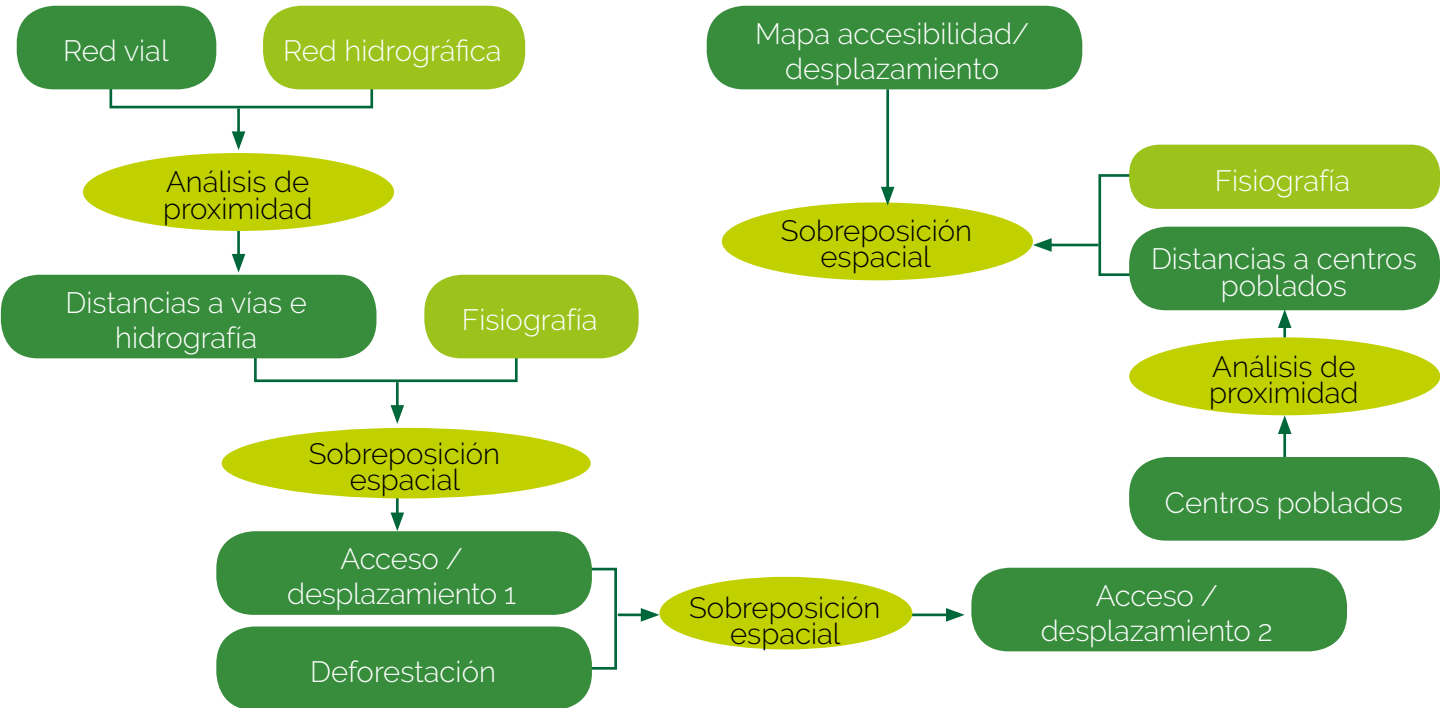
2.3. MODELO CONCEPTUAL PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE ECOZONAS

Para elaborar el Mapa de ecozonas para el INFFS se desarrollaron dos modelos cartográficos: uno para elaborar el Mapa de accesibilidad y otro para elaborar el Mapa de ecozonas.

2.3.1. MODELO CARTOGRÁFICO PARA ELABORAR EL MAPA DE ACCESIBILIDAD - INFFS

Para elaborar el Mapa de accesibilidad del Perú para el INFFS, se desarrolló el modelo cartográfico mostrado en la figura 10. El Mapa de accesibilidad se utilizó parcialmente en la construcción del Mapa de ecozonas, específicamente para diferenciar los niveles de accesibilidad de Selva alta. En este modelo se realizaron primero análisis de proximidad (buffers) a la red vial y red hidrográfica, para luego sobreponerlas con las unidades fisiográficas y clasificar el territorio en clases de accesibilidad (cuadros 1 y 2).

Figura 10. Modelo cartográfico para el Mapa de accesibilidad INFFS





© FAO

Cuadro 1. Criterios para el análisis de proximidad según unidades fisiográficas y clase de acceso por regiones naturales

Ecozona	Unidad fisiográfica	Clase de accesibilidad	
		Fácil	Media
		Distancia (km)	Distancia (km)
Costa Sierra Selva alta	Terrazas	12	8 (20)
	Colinas bajas y lomadas	6	6 (12)
	Colinas altas	4	4 (8)
	Montañas	2	2 (4)

Cuadro 2. Criterios para el análisis de proximidad según la clase de acceso para la región natural de Selva baja

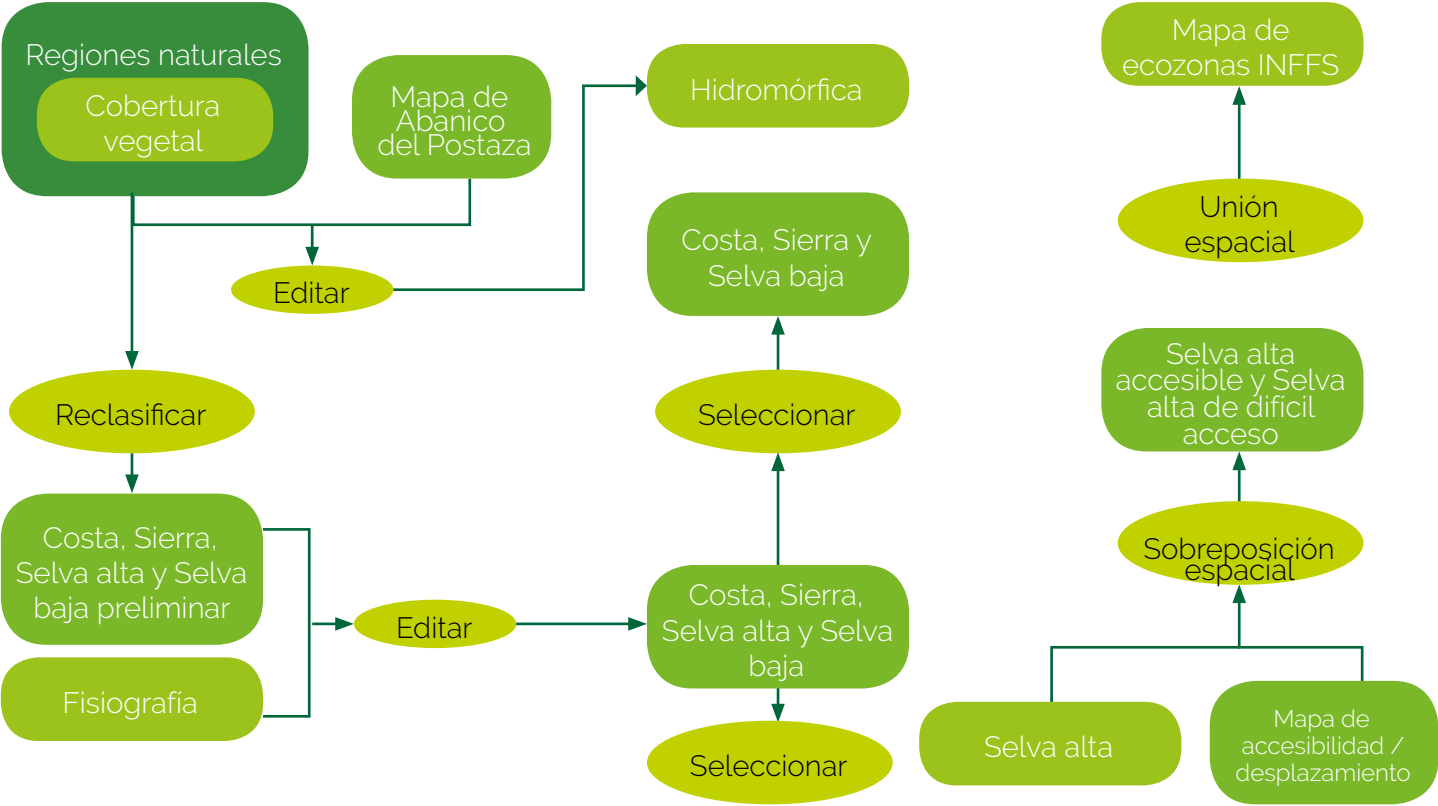
Ecozona	Clase de acceso / desplazamiento	Distancia desde el eje de la red vial, hidrográfica o desde centro poblado (km)
Selva baja	Fácil	Hasta 12 km
	Media	Del km 12 al km 20
	Difícil	Más de 20 km

Es importante mencionar que las clases de accesibilidad/desplazamiento fácil y media se combinaron en una clase: accesible. Esta primera clasificación de accesibilidad/desplazamiento se superpuso con la deforestación y con un buffer a los centros poblados, en ambos casos como indicador de áreas accesibles, dando como resultado la clasificación final de accesibilidad/desplazamientos del territorio nacional.

2.3.2. MODELO CARTOGRÁFICO PARA ELABORAR EL MAPA DE ECOZONAS - INFFS

El Mapa de ecozonas se hizo tomando los insumos y criterios anteriormente descritos con el fin de determinar las subpoblaciones de interés del INFFS, las mismas que presentan cierta homogeneidad en su fisiografía, cobertura vegetal, regiones naturales del Perú, humedales RAMSAR y accesibilidad. En base a ello se obtuvo el Mapa de ecozonas con seis unidades: Costa, Sierra, Selva alta difícil, Selva alta accesible, Selva baja e hidromórfica.

Figura 11. Modelo cartográfico para el Mapa de ecozonas



En este modelo cartográfico se tomó como referencia general la cobertura de las regiones naturales sobre la cual se fueron ajustando los límites. Para ello se usó la reclasificación de las unidades del Mapa de cobertura vegetal 2009 elaborado por el Ministerio del Ambiente. También se usó la fisiografía para seguir afinando algunos límites en áreas muy puntuales. En este proceso se obtuvieron las ecozonas: Costa, Sierra, Selva alta y Selva baja.

Por otro lado, se consideró tener un área que enmarcara las zonas de mayor concentración de humedales en la Selva baja, en la zona denominada como Hidromórfica. Para su delimitación se utilizaron el mapa que delimita el Abanico del Pastaza y el Mapa de cobertura vegetal 2009.

También se consideró diferenciar al área de Selva alta de acuerdo a su accesibilidad. Por ello, a esta ecozona se superpuso el Mapa de accesibilidad del INFFS, obteniendo así las ecozonas Selva alta accesible y Selva alta difícil.

Finalmente se unieron las ecozonas Costa, Sierra, Selva alta accesible, Selva alta difícil, Selva baja e Hidromórfica, que conforman el Mapa de ecozonas del INFFS.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DEL MAPA DE ECOZONAS (SUBPOBLACIONES) PARA EL INFFS-PERÚ

A continuación se describen las clases de ecozonas o subpoblaciones del INFFS (figura 12):

3.1. ECOZONA COSTA

Cubre una superficie aproximada de 15 025 082 ha, que representa el 11.69% del país. Se desplaza a lo largo del litoral peruano en más de 3 000 km. Se trata de una zona predominantemente desértica, que va desde los 0 hasta los 2 000 msnm. Presenta una cobertura vegetal arbórea rala tipo seco, de porte bajo y ramificado en la zona norte entre los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. Además se concentra una cobertura vegetal de bosque seco tipo sabana, algarrobal ribereño, bosque seco de piedemonte, bosque seco de lomadas, colinas bajas, montañas y manglares, las que se complementan con las lomas. Estas últimas están ubicadas generalmente en forma aislada en los departamentos de La Libertad, Ancash, Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna, y son con frecuencia efímeras.

Por lo general, tiene buena accesibilidad por la buena infraestructura vial presente en la zona, facilitada por su topografía. Con relación al almacenamiento de carbono, en esta ecozona no existen muchos estudios relacionados que permitan establecer alguna información.

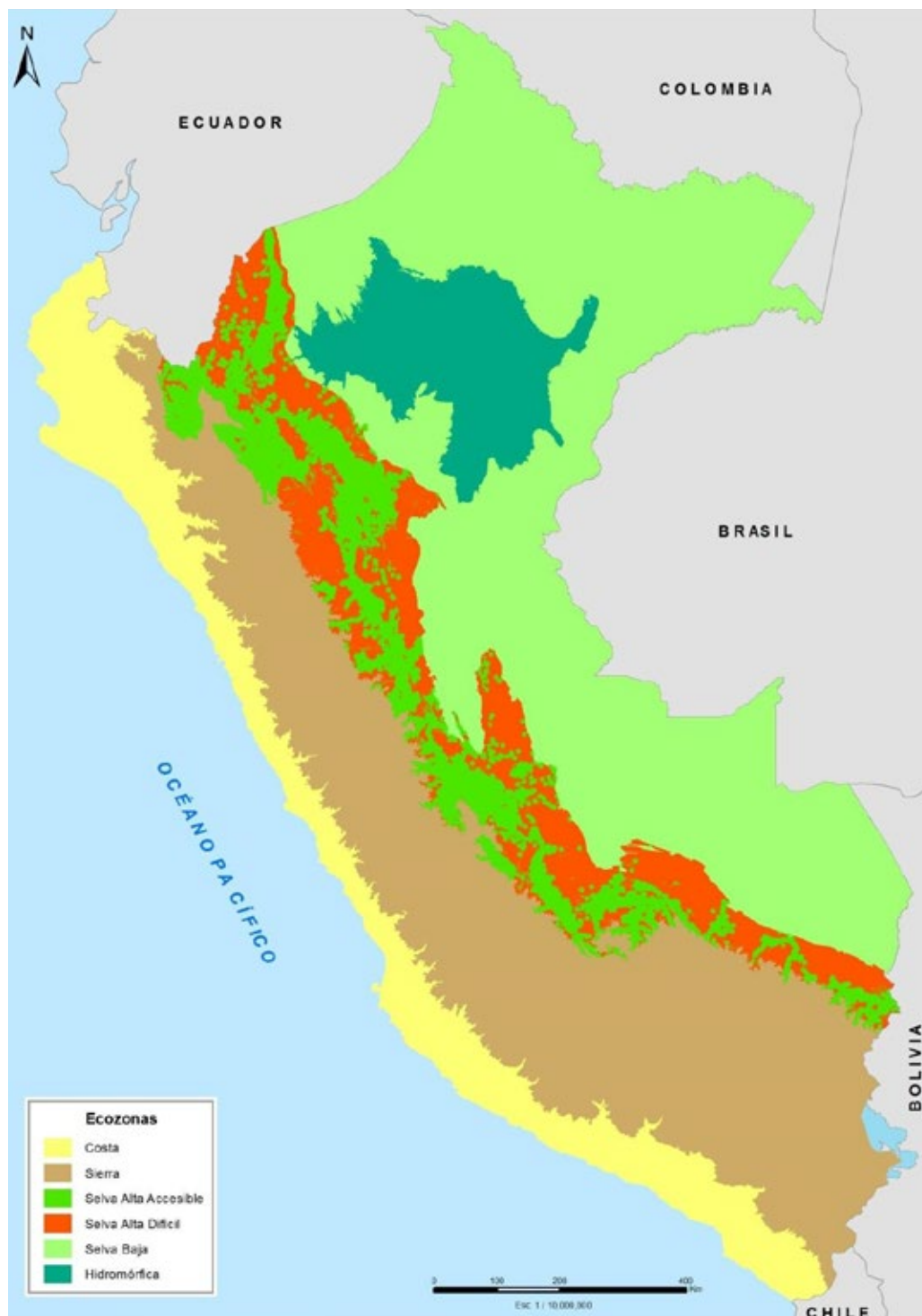
3.2. ECOZONA SIERRA

Cubre una superficie aproximada de 35 263 940 ha, que representa aproximadamente el 27.44% del país. También se desplaza de norte a sur, desde la sierra de los departamentos de Piura y Cajamarca en el norte, hasta Puno y Tacna en el sur. Va desde los 2 000 msnm en la zona occidental hasta los más de 6 000 msnm en las zonas de nivales, y culmina en la zona oriental cerca de los 3 800 msnm, el límite de los bosques húmedos de selva. Presenta predominantemente una cobertura vegetal de pajonal altoandino y páramos. La cobertura arbórea diseminada de porte baja es de tipo relictos altos y mesoandinos homogéneos con fuertes intervenciones, complementada con los bosques secos de valles interandinos ubicados en los valles de los ríos Marañón en el norte y Apurímac en el sur, y plantaciones forestales diseminadas, por lo general de Eucaliptus globulus y, en menor medida, de pinos y cipreses.

Con relación al almacenamiento de carbono, algunos estudios afirman que la captura de este disminuye con la elevación pero la escasa información no permite generalizar este patrón (Fehse et al., 2002). En un transecto altitudinal que va desde el bosque montano bajo a 1 800 m hasta la línea de bosque a 3 500 m encontraron que la biomasa aérea disminuye con la elevación para individuos arbóreos ≥ 10 cm de diámetro (Girardin et al., 2010). Sin embargo, esta tendencia en la biomasa podría no ser lineal, debido a la producción de tallos múltiples y a la abundancia de individuos en elevaciones altas (Farfán Ríos, 2011).

La escasa información que existe sobre el aporte de individuos de menores diámetros ($\geq 1 - 10 < \text{cm DAP}$) a la biomasa total no permite hacer generalizaciones, aun cuando en base a algunas observaciones -según William Farfán en comunicación personal al SERFOR, en 2013, los bosques montanos andinos presentan mayor densidad poblacional en el sotobosque que los bosques amazónicos. Por ello, las estimaciones de carbono en los bosques montanos andinos podrían estar subestimadas en caso de no considerar individuos de diámetros $< 10 \text{ cm}$.

Figura 12. Mapa de ecozonas para el INFFS



Fuente: Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

3.3. ECOZONA SELVA ALTA ACCESIBLE

Cubre una superficie aproximada de 10 942 030 ha que representa el 8,51% respecto al área total del país. También se extiende de norte a sur, desde los departamentos de Amazonas y Cajamarca hasta Puno. El límite altitudinal con Selva baja es desde los 500 msnm hasta los 3 800 msnm aproximadamente, que constituye el límite hacia la Sierra.

Su fisiografía facilita la construcción de infraestructura vial y otras actividades antrópicas económicas. En esta ecozona, se han ubicado diferentes centros poblados con todas sus infraestructuras sociales, lo que a su vez ha traído como consecuencia la deforestación de esta zona. Su accesibilidad es relativamente buena gracias a la actual infraestructura vial de tipo asfaltada, afirmada, vecinal o carrozable, entre otros.

Presenta cobertura arbórea de fuste recto y copas amplias en las zonas bajas, con árboles de hasta 35 metros de altura. Las coberturas arbóreas ubicadas en las zonas altas son de porte bajo achaparrado y pueden llegar hasta los 10 metros de altura, con fustes deformes, copas reducidas con muchos musgos y epifitas adheridas a los árboles. Debido a la presión de la población, estas coberturas corren el riesgo de ser intervenidas o deforestadas.

En lo que respecta al almacenamiento de carbono en esta ecozona, Castellanos evaluó algunos bosques de Guatemala (Citado por Márquez, 2000) y se registraron valores de 176 a 199 tC/ha.

En los bosques tropicales de Costa Rica se encontró que el contenido de carbono oscilaba entre 67,5 tC/ha y 171 tC/ha. Otro estudio en Guatemala reportó 340 tC/ha y 410 tC/ha en bosques mixtos y latifoliados respectivamente (Márquez, 2000).

3.4. ECOZONA SELVA ALTA DIFÍCIL

Cubre una superficie aproximada de 11 477 988 ha, que representa el 8,93% del área total del país. Al igual que la unidad anterior, se desplaza desde los departamentos de Amazonas y Cajamarca en el norte hasta Puno en el sur, y va desde los 500 hasta los 3 800 msnm. Limita con la ecozona de Sierra, con la diferencia de que esta unidad se recubre de superficies de relieve o presenta fisiografías generalmente montañosas de fuertes pendientes y muy disectadas. Es así que, debido a su difícil acceso, mantiene una protección natural que ha facilitado la existencia de refugios de biodiversidad de fauna y flora, tales como bancos de germoplasma y atractivos turísticos y paisajísticos. Distintos lugares de esta ecozona (Ichigat Muja - Cordillera El Cóndor, Tingo María, Río Abiseo, Biabo, Cordillera Azul, Otishi, Alto Purús, Manu, entre otros), han sido declarados como áreas naturales protegidas por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP).

Debido a su topografía agreste, de fuertes pendientes muy disectadas, la accesibilidad de esta ecozona es limitada, lo que ha dificultado la ejecución de obras de infraestructura vial.

Por sus características fisiográficas presenta suelos muy superficiales que hacen que generalmente se observe vegetación arbórea de portes bajos en las partes altas, achaparradas, de fuste retorcido y copas reducidas con raíces superficiales. Esto se diferencia de la encontrada en las partes bajas con suelos más profundos, donde los árboles son más erguidos, altos, con fustes rectos, copas amplias y raíces más profundas.

Con relación al almacenamiento de carbono, para esta ecozona se cuenta con los estudios de Herrera y otros (2001), realizados en la cuenca media del río Porce en Colombia, en los que se cuantificó el aporte de la biomasa herbácea y leñosa pequeña como proporción de la biomasa aérea, así como la necromasa vegetal. Estos investigadores encontraron que la vegetación herbácea y leñosa pequeña aporta 0.29 t/ha-1 y representa el 26% del carbono total sobre el suelo; la hojarasca fina, 2.7 t/ha-1; y los detritos, 2.8 t/ha-1, que corresponden al 2.4% respectivamente del contenido total. Los árboles muertos en pie corresponden al 1.8%. El carbono total promedio es de 111 123 t/ha-1 en bosques primarios intervenidos.

Girardin et al. (2010) evaluaron un transecto que se extiende desde bosques de tierras bajas (<800 m), a través de pre-montanos (800 – 1 200 m), montanos bajos (1 200 – 2 200 m) y el bosque montano superior (2 200 – 3 400 m), y examinaron los patrones espaciales de la dinámica de carbono en la biomasa aérea y subterránea. Encontraron que en las raíces finas los valores de biomasa aumentan desde 1.50 Mg C ha-1 a 194 msnm hasta 4.95±0.62 tC/ha-1 a 3 020 msnm, alcanzando un máximo de 6.83±1.13 tC/ha-1 a 2 020 msnm. Los valores de biomasa aérea alcanzan un valor de 47.03 tC/ha-1 a 3 020 msnm. La media anual de la productividad subterránea osciló entre 3.43± 0.73 y 1.48±0.40 tC/ha-año-1 en el premontano y parcelas de montaña.

3.5. ECOZONA SELVA BAJA

Es la más extensa de las ecozonas (con 47 142 813 ha) y representa aproximadamente el 36.68% del país. Se ubica en la zona oriental, desplazándose desde el departamento de Loreto en el norte hasta el departamento de Madre de Dios en el sur. Va desde aproximadamente 100 msnm en la frontera con Brasil y Colombia hasta los 500 msnm entre los departamentos de San Martín, Huánuco y Cusco.

La vegetación predominante es de porte arbóreo. Los árboles pueden llegar hasta los 45 m de altura, con fustes definidos y rectos, copas amplias y frondosas, cubriendo unidades fisiográficas de complejos de orillares denominados llanuras meándricas, terrazas bajas, terrazas medias, terrazas altas, colinas bajas (que son las que predominan) y colinas altas en forma aislada, las cuales definen los nombres de las coberturas vegetales boscosas. Tiene una amplia variabilidad de especies arbóreas (más de 7 000) que en su gran mayoría aún deben ser estudiadas para beneficio de la ciencia e industria vegetal.

Su accesibilidad está relacionada con la red hidrográfica de la zona en sus diferentes niveles, lo que determina el tipo de vehículo que puede ser utilizado. Se complementa con su fisiografía predominantemente de terrazas y de colinas bajas.

Con relación al almacenamiento de carbono en esta ecozona, Hughes et al. (2002) realizaron cuantificaciones en los bosques amazónicos del sureste de Brasil (Porto Velho, Jamari y Ariquemas), para tipos de bosque abiertos, densos y ecotonos (sabanas), donde encontraron producción de biomasa promedio de 313 t/ha-1, 377 t/ha-1 y 350 t/ha-1 por tipo de bosque respectivamente. Nascimento y Laurance (2002), quienes cuantificaron la biomasa seca aérea de un bosque en la Amazonía central (Manaos), encontraron que en promedio dicho bosque contenía 397.7 t/ha-1, con un aporte de fustales que corresponde al 81%, seguido de restos caídos de madera (7%), pequeños árboles, arbustos y plantas (<10 cm DAP; 5.3%), lianas (2.1%) y palmas sin tallo (0.3%).

Girardin et al. (2010) evaluaron un transecto que se extiende desde bosques de tierras bajas (<800 m), a través de pre-montano (800-1200 m), montano bajo (1200-2200 m) y el bosque montano superior

(2 200 - 3 400 m).Examinaron los patrones espaciales de la dinámica del C en la biomasa aérea y subterránea, encontrando que en las raíces finas los valores de biomasa alcanzan a 1.50 tC/ha-1 en 194 msnm, los valores de biomasa aérea de 123.50 t/Cha-1 y media anual de productividad subterránea mayor en las parcelas de las tierras bajas más fértiles (7.40± 1.00MgCha año-1).

3.6. ECOZONA HIDROMÓRFICA

Estazona, conocida también como la formación geológica Ucamara (Ucayali – Marañón), está representada por los grandes humedales presentes en el Abanico del Pastaza, entre los ríos Tigre, Pastaza y Marañón (sitio RAMSAR); los humedales de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, enmarcados entre los ríos Marañón, Ucayali y Huallaga; y los humedales del río Tapiche. Todos ellos ubicados en el departamento de Loreto y cubren una superficie aproximada de 8 669 706 ha que representa el 6.75% del área total del país.

Al igual que en la ecozona Selva baja, su accesibilidad está limitada por la predominancia de zonas pantanosas en forma permanente que hacen casi imposible el desarrollo de proyectos de infraestructura vial, teniendo poca accesibilidad natural por algunos ríos y quebradas navegables que cruzan este ecosistema.

Fisiográficamente se ubica en las terrazas aluviales cóncavas que, por efectos de la crecida de los ríos en épocas de lluvias y por su formación edáfica arcillosa, presentan suelos de mal drenaje por lo que se mantiene generalmente inundada, haciendo que solamente se desarrolle vegetación de soporte. Estas limitaciones naturales han permitido que en este ecosistema la vegetación sea homogénea, con gran predominancia de las palmeras de aguaje (*Mauritia flexuosa*), por lo que la zona es comúnmente conocida como "aguajal". Asimismo, presentan vegetación asociada de renaco (*Ficus sp.*), las cuales no tienen tallos definidos, palmeras de huasai (*Euterpe precatoria*), huicungo (*Astrocaryum huicungo*), rejilla (*Bactris sp.*), entre otras. También hay presencia de árboles de cumala (*Virola sp.*), siringa (*Hevea sp.*), tangarana (*Triplaris sp.*), shimbillo (*Inga sp.*), etc.

En esta unidad también existen algunas áreas con cubierta herbácea arbustiva con presencia de especies de aráceas y poáceas.

Con relación al almacenamiento de carbono en esta ecozona, estudios realizados en la Reserva Nacional Pacaya Samiria (Guzmán, 2004) señalan que el contenido de carbono en la vegetación aérea y raíz fue de 80.99 tC/ha y 101.59 tC/ha en áreas sin manejo, y oscilaba entre 103.29 tC/ha y 126.42 tC/ha en áreas con manejo. El Instituto de Investigaciones para la Amazonía Peruana (IIAP) reporta para aguajal denso 484.52 tC/ha, valor superior a lo reportado en otros ecosistemas. Un análisis final del suelo permite establecer que en este componente de los ecosistemas existe una alta concentración de carbono, que alcanza valores de 75.13% en el aguajal denso y 76.81% en el aguajal mixto.

BIBLIOGRAFÍA

Barbarán, G. J. 1998. *Determinación de biomasa y carbono en los principales sistemas de uso del suelo en la zona de Campo Verde*. Pucallpa, Ucayali: Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad Nacional de Ucayali

CDC-UNALM-WWF. 2002. *Mapa de complejo de humedales del Abanico del río Pastaza*. Lima

Farfán Ríos, W. 2011. *Changes in forest dynamics along a 2.5 km elevation gradient on the Southeastern flank of the Peruvian Andes*. Winston-Salem: Wake Forest University

Fehse, J., Hofstede, R., Aguirre, N., Paladinesa, C., Kooijman, A. y Sevink, J. 2002. *High altitude tropical secondary forests: a competitive carbon sink*. En *Forest Ecology and Management*, 163 (1-3): 9-25

Girardin, C. A. J., Malhi, Y., Aragao, L. E. O. C., Mamani, M., Huaraca Huasco, W., Durand, L. y Whittaker, R. J. 2010. *Net primary productivity allocation and cycling of carbon along a tropical forest elevational transect in the Peruvian Andes*. En *Global Change Biology*, 16(12): 3176-3192

Guzmán, W. 2004. *Valoración económica de beneficios ambientales en el manejo sostenible de humedales: Estudio del caso del Manejo Sostenible de Sistemas de "Aguajal" en la Comunidad de Parinari, Reserva Nacional Pacaya Samiria (región Loreto, Perú)*. Lima: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP)

Herrera, M. 2001. *Biomasa de la vegetación herbácea y leñosa pequeña y necromasa en bosques tropicales primarios y secundarios de Colombia*. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales, Valdivia (Chile)

Hughes, R. F., Kauffman, J. B. y Cummings, D. L. 2002. *Dynamics of aboveground and soil carbon and nitrogen stocks and cycling of available nitrogen along a land-use gradient in Rondonia, Brazil*. En *Ecosystems*, 5(3): 244-259.

Instituto Geográfico Nacional. *Mapa de red hidrográfica*. Lima: Autor

Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. 2002. *Estudio de Línea Base de secuestro de carbono en la cuenca del río Nanay*. Iquitos-Perú: Autor

Márquez, L., Roy, A. y Castellanos, E. 2000. *Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso de suelo*. Arlington, Virginia: Winrock International - Institute for Agricultural Development

Nascimento, H. E. y Laurance, W. F. 2002. *Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study*. En *Forest ecology and management*, 168(1): 311-321

Perú. Instituto Nacional de Recursos Naturales. 2000. *Mapa fisiográfico año 2000*. Lima: Autor

Perú. Instituto Nacional de Recursos Naturales - Oficina de Gestión Ambiental Transectorial, Evaluación e Información de Recursos Naturales. 2000. *Mapa de regiones naturales del Perú*. Lima: Autor

Perú. Ministerio del Ambiente. 2011. *Mapa de deforestación 2009*. Lima: Autor

Perú. Ministerio del Ambiente. 2012a. *Mapa de cobertura vegetal del Perú 2009*. Lima: Autor

Perú. Ministerio de Educación. 2011. *Mapa de Centros Poblados*. Lima: Autor

Perú. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2007. *Mapa de red vial*. Lima: Autor

Diseño y diagramación de
contenidos
Ana Periche Acosta
10445425848



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



MINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA