INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS SINCHI

Proyecto "Investigación en Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica Socioeconómica y Cultural de la Amazonia colombiana"

METODOLÓGIA OPERACIÓN ESTADÍSTICA

ESTADÍSTICAS DE MONITOREO DE LA COBERTURA DE LA TIERRA DE LA AMAZONÍA COLOMBIANA

Líder de la Operación Estadística

Uriel Gonzalo Murcia García (Coordinador Programa de Investigación)

Responsable Ejecución Temática Operación Estadística

Geraldine Tatiana Baracaldo (Responsable ejecución)

Responsables Documentación Operación Estadística

Maicol Patiño (Responsable documentación)

Responsable Administración Sistema de Información Corporativo

Jorge Eliecer Arias Rincón (Investigador Asociado III)

Bogotá, D.C. 2025

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 6
1. ANTECEDENTES 7
2. DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADISTICA 9
2.1. DISEÑO TEMATICO/METODOLOGICO 10
2.1.1. Necesidades de información 10
2.1.2. Objetivos 11
2.1.3. Alcance 12
2.1.4. Marco de referencia 14
2.1.5. Diseño de indicadores 22
2.1.6. Plan de resultados 24
2.1.7. Método de captura para la recolección de información 37
2.1.8. Normas, especificaciones o reglas de validación, consistencia e imputación 54
2.1.9. Cálculo de ponderadores 55
2.1.10. Nomenclaturas y clasificaciones utilizadas 56
2.2. DISEÑO ESTADISTICO 61
2.2.1. Componentes básicos del diseño estadístico 61
2.2.2. Unidades estadísticas 61
2.2.3. Periodo de referencia 76
2.2.4. Periodo de Recolección 76
2.2.5. Ajustes de cobertura 76
2.3. DISEÑO DE LA RECOLECCIÓN 77
2.3.1. Sensibilización de la fuente 77
2.3.2. Esquema de entrenamiento del personal 78
2.3.3. Selección de personal 79
2.3.4. Esquema Operativo 79
2.3.5. Diseño y elaboración de manuales e instrumentos 84
2.3.6. Diseño de la estrategia de seguimiento y control 85

2.3.7. Diseño de sistemas para la obtención de datos 87
2.3.8. Transmisión de datos 88
2.4. DISEÑO DE PROCESAMIENTO 88
2.4.1. Consolidación de archivo de datos 88
2.4.2. Codificación 88
2.4.3. Diccionario de datos 89
2.4.4. Revisión y validación 89
2.4.5. Diseño para la generación de cuadros de resultados 89
2.4.6. Diseño para infraestructura para llevar cabo el procesamiento 89
2.4.7. Finalización del archivo de datos 90
2.5. DISEÑO DEL ANALISIS DE RESULTADOS 91
2.5.1. Método de análisis de resultados 91
2.5.2. Análisis de contexto 92
2.5.3. Análisis de comparabilidad 92
2.5.4. Anonimización de microdatos 93
2.5.5. Comités de expertos 94
2.6. DISEÑO DE LA DIFUSION 94
2.6.1. Productos para la difusión 95
2.6.2. Administración del repositorio de datos 95
2.6.3. Medios de difusión 95
2.6.4. Soporte a los grupos de interés 96
2.7. DISEÑO DE PRUEBAS 96
2.8. DISEÑO DE LA EVALUACIÓN 96
2.8.1. Instrumentos para la evaluación 97
2.8.2. Evaluación final del proceso de la operación estadística 97
2.8.3. Informe Final de la evaluación del desempeño 98
3. DOCUMENTACION RELACIONADA 98
4. GLOSARIO 99
BIBLIOGRAFIA 101
Anexo. 1 103

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Nomenclatura Corporaciones 56
Tabla 2 Leyenda Corine Land Cover, adaptada para Colombia 57
Tabla 3 Tipo de estados legales del territorio 60
Tabla 4. Área mínima Unidad de Observación Interpretación Línea Base de Coberturas de la Tierra a escala 1:100.000 61
Tabla 5 Área mínima Unidad de Observación Interpretación a escala 1:25.000 62
Tabla 6 Leyenda Mapa de coberturas de la tierra identificadas en la Amazonia colombiana. Año 2018. Escala 1:100.000 63
Tabla 7 Entidades del Estado proveedoras de información espacial incluida en la Operación Estadística 68
Tabla 8 Usos Software ArcGIS 89
Tabla 9 Entidades del Estado proveedoras de información espacial incluida en la Operación Estadística 93
Tabla 10 Leyenda mapa de coberturas de la tierra identificadas en la Amazonía Colombiana. Año 2017 Escala 1:25.000 103

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Matriz doble entrada 25
Figura 2 Inspección de área de trabajo 60
Figura 3 Situación 1. Unidad menor rodeada por una unidad de tamaño superior 64
Figura 4 Situación 2. Unidad menor rodeada por dos unidades 64
Figura 5 Situación 3. Unidad menor rodeada por tres unidades con diferente prioridad 65
Figura 6 Situación 4. Unidad menor rodeada por tres unidades, dos de ellas de igual prioridad 65
Figura 7 Situación 5. Unidad menor rodeada por tres unidades de igual prioridad 66
Figura 8 Situación 6. Unidades menores de territorios artificializados con una distancia menor a 300m 66
Figura 9 Situación 7. Delimitación de grupos de fincas 66

Figura 10 Situación 8. Áreas libres en medio de un centro poblado 67
Figura 11 Situación 9. Delimitación de extensiones de centros poblados 67
Figura 12 Situación 10. Parqueaderos e Infraestructuras industriales y comerciales 68
Figura 13 Situación 11. Infraestructura de transporte asociada con espacios verdes o seminaturales 68
Figura 14 Situación 12. Delimitación de bosques fragmentados y mosaicos con espacios naturales 69
Figura 15 Situación 13. Mosaico de cultivos 69
Figura 16 Situación 14. Mosaico de pastos y cultivos 70
Figura 17 Situación 15. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 70
Figura 18 Situación 15. Mosaico de pastos con espacios naturales 71
Figura 19 Cambios que deben ser interpretados (Área de cambio mayor a 3 ha y con ancho mayor a 100m). 71
Figura 20 Cambios que NO deben ser interpretados (Área de cambio menor a 3 ha ó con ancho menor a 100 m) 72
Figura 21 Ejemplos de cambios menores a 3 ha que deben ser interpretados. 73
Figura 22. Ejemplos de cambios que deben ser interpretados 73
Figura 23 Ejemplo de generación de polígonos menores a 25 ha durante la actualización. 76
Figura 24 Mapa de coberturas de la tierra año 2018 – Amazonia colombiana 86
Figura 25 Ubicación y Límite Amazonia colombiana 87
Figura 27 Distribución escenas imágenes LandSAT en la Amazonia colombiana 92
Figura 32 Recorridos aéreos y terrestres de recolección de información de campo de verificación de coberturas entre el 2008 y 2019. 102
Figura 33 Esquema general del control de calidad 104

INTRODUCCIÓN

La operación estadística Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía Colombiana se desarrolla, desde el año 2008, a través del Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia Colombiana (SIMCOBA), gestionado como parte del Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana (SIAT-AC), en el marco del programa de investigación Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad.

a generación de esta información ha sido posible gracias al apoyo financiero en diferentes vigencias de los proyectos del Banco de Programas y Proyectos de Inversión Nacional (BPIN) *"Apoyo para el Fortalecimiento de la Capacidad de Investigación del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI"*, así como del proyecto coordinado por la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) *"Monitoreo de la Cobertura Forestal en la Región Amazónica, Monitoreo de la Deforestación, Aprovechamiento Forestal y Cambios en el Uso del Suelo en el Bosque Panamazónico – RED PD 029/09 Rev.1F""*

Dado que se trata de información actualizada y presentada a escalas generales (1:100.000 y 1:25.000), sus usos incluyen, entre otros: la elaboración de mapas de ecosistemas de la Amazonia; el aporte al mapa de coberturas nacional bajo la coordinación del IDEAM; el análisis de áreas de rondas hídricas y suelos con pendientes superiores al 100 % con coberturas transformadas; el estudio de motores de deforestación; la caracterización de sistemas de producción; y la priorización de áreas para intervenciones locales. Asimismo, esta información es utilizada en procesos como el ordenamiento territorial, la gestión ambiental por parte de las corporaciones regionales, los estudios de impacto ambiental, la zonificación ambiental, el monitoreo de cambios en el uso del suelo y como insumo para iniciativas de restauración ecológica.

La presente metodología tiene como objetivo establecer los procedimientos y características técnicas de cada uno de los procesos definidos para la elaboración, recolección y difusión de las *Estadísticas de Monitoreo de Coberturas de la Tierra de la Amazonia Colombiana*.

El documento se estructura en tres secciones: la primera presenta los antecedentes de la investigación; la segunda expone los elementos de diseño de la operación estadística y los aspectos clave para el análisis de la información y la difusión de resultados; y la tercera recopila la documentación relacionada.

1. ANTECEDENTES

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI, es una corporación civil sin ánimo lucro de carácter público pero sometida a las reglas de derecho privado que, desde su creación en 1993, como lo establece el artículo 20 de la Ley 99 del mismo año, tiene como misión adelantar investigaciones científicas de alto nivel relacionadas con la realidad biológica, social y ecológica de la Amazonia colombiana. Para dar cumplimiento a este objeto misional cuenta con programas de investigación (Ecosistemas y Recursos Naturales, Sostenibilidad e Intervención, Dinámicas Socioambientales, Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad; y Gestión Compartida y Fortalecimiento Institucional), que producen información que contribuye al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

En el marco del Programa de Investigación de “Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad”, se realiza toda la producción, gestión y almacenamiento de la información de monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana. Este programa tiene como objetivo estratégico, modelar y predecir los impactos de los disturbios ocasionados a nivel natural y antrópico que inciden sobre la realidad biológica, social y ecológica de la región amazónica, para direccionar las decisiones de los actores internacionales, nacionales regionales y locales.

Está integrado por tres líneas estratégicas: “Modelos de cambio climático en la Amazonia, Vulnerabilidad, Adaptabilidad y Mitigación”; “Disturbios y Restauración de Sistemas Ecológicos” y; “Gestión de Información Ambiental”.

Las primeras aproximaciones para la producción de cartografía de coberturas de la tierra se remontan al mapa ecológico de Colombia (Espinal y Montenegro, 1963), así como del mapa de zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia (IGAC, 1977), los cuales siguieron el enfoque bioclimático propuesto por Holdridge (1967). En los siguientes años, el estudio de Bosques de Colombia (IGAC, INDERENA, & CONIF, 1984) describe los bosques según las cinco regiones geográficas del país, teniendo en cuenta fisiografía y fisonomía. En 1996, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM presentó un estudio sobre coberturas vegetales, uso y ocupación del espacio en Colombia, determinado por características fisonómicas y ambientales.

Con el objetivo de consolidar un programa regional de seguimiento y evaluación del estado ambiental de la región “monitoreo ambiental”, en el año 2007 el Instituto SINCHI realizó un proceso que dio como resultado el diseño de un conjunto de 14 indicadores ambientales para establecer la línea base ambiental de la Amazonia colombiana. Entre estos indicadores existen varios que se relacionan directamente con la información de coberturas: “tasa de deforestación”, “tasa de praderización”, “densidad y vigor de los bosques por

paisaje", "índice de fragmentación de bosques" y "variación relativa del área del anillo de poblamiento".

Para el 2008, los Institutos IDEAM e Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC en asocio con Cormagdalena, realizaron el mapa de coberturas de la cuenca Magdalena Cauca (IDEAM & CORMAGDALENA, 2008), aplicando la metodología Corine Land Cover a escala 1:100.000, siendo el primer trabajo que hizo uso de esta metodología de manera estandarizada.

Igualmente, para el mismo año (2008) se elaboró el documento que contiene las guías metodológicas que se aplican en los procesos de interpretación y reinterpretación de coberturas usando la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:25.000, la cual incluye la producción de una línea base, y la actualización de la información a través del tiempo de una manera sistemática, en donde se redelimitan únicamente aquellas unidades que cambiaron de cobertura de manera visual.

En 2008, diversas instituciones del orden nacional realizaron un trabajo conjunto para ajustar la versión 1.0 de la leyenda de coberturas aplicada en la cuenca Magdalena Cauca. Para actualizar la leyenda a la versión 2.0 (Martinez Ardila & Murcia García, 2010); se incluyeron más clases de cobertura principalmente de bosques y herbazales. En concordancia con este esfuerzo, durante el año 2008, el Instituto SINCHI mediante el proyecto BPIN "Implementación de procesos de gestión de información ambiental de la región, como apoyo a la toma de decisiones, la gestión e investigación ambiental y, a procesos de planificación regional en la Amazonia colombiana" coordinó y produjo la información de coberturas de la zona noroccidental de la Amazonia (Murcia García, y otros, 2009).

Con el ánimo de aunar esfuerzos, se gestionó desde el Instituto SINCHI e IDEAM la suscripción de un convenio interinstitucional que permitiera la producción de la información del sector suroriental. Con este convenio, en donde participarían además el IGAC, Instituto Humbodlt y Parques Nacionales Naturales de Colombia, se completó la capa de información del año 2002 para la región de la Amazonia Colombiana, acordándose una escala de geográfica de 1:100.000 a partir del procesamiento e interpretación de imágenes de sensores remotos de resolución media del satélite LandSAT. Los compromisos y responsabilidades de cada entidad consistieron, por parte de IDEAM en la cofinanciación de la producción de información, el IGAC tuvo a cargo la georreferenciación de las imágenes de sensores remotos, la cartografía base y parte de interpretación preliminar del piedemonte de Putumayo y Caquetá, que le transfirió al Instituto SINCHI. Por su parte, Parques Nacionales Naturales interpretó la zona del trapecio amazónico y el Instituto Humboldt asumió parte de la zona de Orinoquia (Murcia García, y otros, 2009).

El mapa del año 2002 se toma como la línea base de referencia para hacer el monitoreo de los cambios de las coberturas de la región amazónica y es durante el año 2009 que se genera el siguiente periodo de monitoreo produciendo el mapa del año 2007. Durante el año 2010 se realiza el primer análisis multitemporal de cambio de coberturas de la Amazonia colombiana 2002-2007, acordándose una actualización cada cinco años de esta información de acuerdo con la disponibilidad presupuestal (Murcia García, y otros, 2009).

Para el año 2013, se planeó la producción de la información del siguiente periodo de monitoreo, año 2012, el cual fue un proceso adelantado por el Instituto SINCHI con el proyecto BPIN “Apoyo para el fortalecimiento de la capacidad de investigación del Instituto Amazónico de Investigación Científicas SINCHI”, Objetivo 3: Modelar y predecir impactos y disturbios”, el “Convenio 118 de 2013 SINCHI – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible”, y el proyecto regional coordinado por la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica - OTCA “Monitoreo de la deforestación, aprovechamiento forestal y cambios en el uso del suelo en el bosque panamazónico (Panamazonia ii)”.

En 2014, gracias al financiamiento continuado de los proyectos BPIN y de la OTCA, se establece que el monitoreo de coberturas se realizará bienalmente y con el trabajo temático con Parques Nacionales Naturales.

Actualmente, la operación estadística cuenta con monitoreos desde 2002 hasta 2022 y análisis de cambios multitemporales en los mismos periodos de manera bianual. Convirtiendo a la Amazonia colombiana de la región con la información de coberturas de la tierra a escalas 1:100.000 y 1:25.000 más actualizada del país.

Adicionalmente, a partir de los monitoreos cada dos años se establece una línea base sobre la cual se lleva a cabo el análisis de cambios multitemporales a escala 1:25000 de tal manera que se puedan realizar un monitoreo más detallado, donde, se pueda establecer el uso que se le está dando al suelo a 1.5 hectáreas e identificar el porqué de los cambios multitemporales a escala 1:100.000.

2. DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADISTICA

Hace referencia a la estructura que se pretende desarrollar con el objetivo de proporcionar información acerca de los cambios espaciales de las coberturas de la tierra de la Amazonia Colombiana

2.1. DISEÑO TEMATICO/METODOLOGICO

El presente apartado contiene la información relacionada con el diseño estadístico, temático, logístico y de sistemas de las Estadísticas de Monitoreo de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia Colombiana.

2.1.1. Necesidades de información

Como parte del proceso de identificación de necesidades se contempla como primer paso establecer quienes son los usuarios externos o internos que pueden hacer uso de los resultados de las estadísticas de Monitoreo de Coberturas de la Tierra de la Amazonia Colombiana y que permitan establecer cuál es el uso de los resultados en el marco de la formulación y seguimiento de las políticas públicas, así como su utilidad para el sector ambiental en el país, entre otros aspectos. Por lo tanto, se ha establecido que los usuarios pueden estar en:

- Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- Banco Mundial
- Banco Interamericano de Desarrollo - BID
- Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA
- Sistema Nacional Ambiental (SINA)
- Parques Nacionales Naturales de Colombia
- Corporaciones Autónomas Regionales
- Procuraduría General de la Nación
- Defensoría del Pueblo
- Personerías Municipales
- Contraloría General de la Republica
- Organizaciones no gubernamentales
- Universidades públicas y privadas
- Ministerio de Agricultura

Teniendo en cuenta los múltiples usuarios que pueden existir, se ha dispuesto como parte del proceso estadístico hacer uso de los canales de comunicación que ha determinado el SINCHI para los diferentes grupos de interés que permitan gestionar todos los requerimientos que se presenten respecto a los resultados de la operación estadística o

inquietudes respecto a la metodología o aspectos técnicos que se han definido para la generación de información.

En este sentido, el SINCHI ha dispuesto para gestionar todo requerimiento que se cuenta con:

- Encuestas de medición de satisfacción
- Reuniones con usuarios
- Reuniones con expertos en la temática de Monitoreo de Coberturas de la Tierra
- Reuniones de trabajo con los grupos de interés

Así mismo, como parte del trabajo con usuarios se ha determinado una serie de instrumentos y herramientas que permitan gestionar la identificación de necesidades de información. Los cuales permitirán determinar, conservar y actualizar los objetivos, el alcance y la metodología de la operación de acuerdo con la dinámica del fenómeno respecto a los cambios en la cobertura de la tierra en la amazonia colombiana, así:

a) Directorio y caracterización de usuarios P3-038. Tiene como fin caracterizar a partir de una información básica los usuarios de la información estadística

b) Matriz de análisis y confirmación de necesidades P3-039. tiene como fin una vez identificado la necesidad o requerimiento de información estadística, realizar un análisis a partir de criterios técnicos y económicos establecer su viabilidad para ser incorporada en la operación estadística.

A partir de lo mencionado anteriormente, se busca contar con un documento que permita conservar la identificación de los usuarios, los cuales van a permitir garantizar que el diseño técnico y metodológico de la operación estadística este actualizado de manera periódica y los resultados no pierdan relevancia en la formulación y seguimiento de políticas públicas. En consecuencia, todo el proceso de selección y priorización de necesidades será descrito en el documento Detección y análisis de necesidades de información Cod. P3-035.

2.1.2. Objetivos

2.1.1.1. Objetivo General

Monitorear y evaluar continuamente los cambios multitemporales en las coberturas de la tierra en la Amazonia colombiana, para proporcionar información precisa y actualizada que

apoye la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de los recursos naturales y la planificación territorial.

2.1.1.2. Objetivos Específicos

- Generar información multitemporal de las coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana a escala 1:100.000 y 1:25.000, a partir de la interpretación visual de imágenes de sensores remotos aplicando la metodología Corine Land Cover.
- Garantizar la disponibilidad e interoperabilidad de la información del Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana –SIMCOBA.
- Realizar el análisis multitemporal cuantitativo de los cambios de coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana a escala 1:100.000 y 1:25.000.
- Determinar las tasas de cambio multitemporal de las coberturas de la tierra a diferentes escalas espaciales facilitando el análisis de tendencias y patrones de cambio.
- Generar reportes de las coberturas y los cambios detectados a distintas escalas espaciales y temporales.

2.1.3. Alcance

El alcance temático de las "*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana"* se limita a:

- Establecimiento de la distribución y cuantificación de la extensión de las Coberturas de la Tierra, de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, en el área de la Amazonia colombiana definida por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (483.164 km^2) a distintas escalas espaciales y temporales.
- Información del área de coberturas de la tierra para la Amazonia colombiana se presenta en kilómetros cuadrados (km^2) o hectáreas (ha).
- Las coberturas de la Tierra, que se pueden identificar por medio de interpretación visual de imágenes del sensor remoto, bajo la metodología Corine Land Cover para el área de la Amazonia colombiana.

- Cuantificación del cambio de cada una de las coberturas de la tierra identificadas sobre la Amazonia Colombiana por medio de interpretación visual de imágenes de los sensores remotos o similares aplicables distintas escalas espaciales y temporales.
- La zona de medición es el área continental de la Amazonia colombiana definida por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científica SINCHI (483.164 km^2), esta área se establece como el Universo de Estudio.
- La línea base de información de Coberturas de la Tierra está establecida desde el año 2002.
- La metodología utilizada para producir la información de la operación estadística está planeada, generada y evaluada a una escala geográfica 1:100.000 y 1:25.000.
- Unidad Espacial de Referencia:
  i. Región (Amazonia colombiana)
  ii. Departamento
  iii. Municipio
  iv. Paisaje
  v. Corporación Autónoma Regional (CAR) o de Desarrollo Sostenible (CDS)
  vi. Estado Legal del Territorio

- Limitaciones de los resultados de la Operación Estadística: El mapa de coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana, aplica la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, la cual fue concebida para ser aplicada a escala 1:100.000 y 1:25.000. A estas escalas, la unidad mínima cartografiable en el mapa corresponde a 25 y 1.5 hectáreas, exceptuando las unidades correspondientes a territorios artificializados cuya área mínima es de 5 y 0.3 hectáreas. En el caso de los elementos lineales, como ríos y vías, se tienen en cuenta aquellos que tengan un ancho mínimo de 50 y 25 metros. Para estudios locales se requiere de una escala más detallada que permita unidades mínimas cartografiables menores.

  Durante el proceso de actualización del mapa de coberturas, se toman como base los polígonos del periodo inmediatamente anterior, los cuales son modificados de acuerdo con los cambios observados en las imágenes satelitales. Para registrar un cambio en el mapa, este debe ser mayor a tres hectáreas a escala 1:100.000 y mayor a 0.3 a escala 1:25.000. Los cambios por debajo de este estándar no son representados en el nuevo mapa de coberturas del periodo siguiente. La información representada en los mapas de

coberturas de la tierra corresponde a la interpretación de insumos satelitales los cuales pueden diferir de acuerdo con las condiciones climáticas y parámetros propios de los sensores que captan la información.

La Operación Estadística del mapa de coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana, se enmarca en el límite definido por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI el cual puede diferir de otras delimitaciones que se hagan de la región.

La leyenda utilizada en el mapa de coberturas de la tierra es propia de la escala 1:100.000 e igualmente se cuenta con una adaptación para escala para 1:25.000, las cuales son adecuadas temáticamente para brindar un conocimiento de los recursos naturales de la región y la evaluación de las formas de ocupación del territorio. Sin embargo, en procesos que requieran mayor especificidad técnica, se debe profundizar en la leyenda jerárquica para alcanzar el detalle requerido en estudios locales.

Nota: las unidades espaciales de referencia pueden aumentar de acuerdo con la necesidad que se presente.

El alcance de los resultados de la operación estadística incluye la Precisión y Resolución Espacial, Análisis Temporal, las Aplicaciones en Políticas y Toma de Decisiones, el Acceso y Uso Público y las Limitaciones al Considerar la influencia de nubosidad y dificultades de acceso en la calidad y validación de los datos.

2.1.4. Marco de referencia

2.1.4.1. Marco Conceptual

Conceptos y definiciones utilizados como la base de las "*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana"*.

a. Sensor Remoto

Es un sistema tecnológico que permite detectar y medir a distancia (UNODC, 2018). A su vez han llegado a ser considerados como "la ciencia y el arte de obtener información acerca de un objeto, área o fenómeno a través de análisis adquiridos de datos por sensores que no están en contacto directo con el objetivo de investigación" (Ritchie & Rango, 1996).

Estos sensores pueden dividirse en dos: activos o pasivos; los primeros, “transmiten sus propias emanaciones electromagnéticas a un objeto y registra la energía reflejada o refractada de regreso al sensor. Entre los sensores activos más comunes están los radares, que pueden trabajar bajo cualquier condición atmosférica, tanto de día como de noche. Estos sensores trabajan principalmente en la región de las microondas” (UNODC, 2018) y los segundos, también conocidos como sensores ópticos debido a que utilizan únicamente la porción visible del espectro electromagnético, y no generan su propia energía como los activos, por el contrario “[…] reciben la señal de una fuente de luz o energía externa reflejada por la superficie de los cuerpos. Estos sensores están incluidos sobre la mayoría de los satélites que manejan las bandas del espectro visible” (UNODC, 2018). Estos últimos son los utilizados en las “*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana”*.

Para la obtención de información por medio de estos sensores, se han desarrollado diferentes técnicas y procedimientos con los cuales se obtiene una imagen de la superficie terrestre, la cual es posteriormente ajustada por medio de lo que se conoce como *Procesamiento de Imágenes de Sensores Remotos,* para su posterior interpretación y análisis, con el fin obtener información, a diferentes escalas espaciales, de la superficie de la tierra y los cambios que éstas sufren por disturbios naturales o antrópicos.

b. Imagen Satelital

Son imágenes de la superficie terrestre tomadas desde el espacio a través de sensores remotos, con las cuales se pueden registrar las formas terrestres, la vegetación y los diferentes recursos del planeta. Las imágenes satelitales, permiten el mapeo preciso de la cubierta terrestre y hacen que las características del paisaje sean comprensibles a escala regional, continental e incluso global. A través de estas imágenes también es posible obtener información de lo que se ha denominado fenómenos transitorios, entre los que se encuentran: el vigor de la vegetación estacional, las descargas de contaminantes y los cambios de coberturas y uso del suelo, que son posibles de estudiar, comparando las imágenes adquiridas en diferentes momentos (USGS, 1997).

c. Polígono Vectorial

Es la entidad geográfica que permite la representación de elementos ubicados sobre la superficie terrestre o en cercanías a esta; dichos elementos pueden aparecer sobre la superficie de forma natural como ríos y vegetación o artificiales como carreteras, canalizaciones, pozos, edificaciones y subdivisiones para el ordenamiento de los territorios como las divisiones político-administrativas. La forma de estas entidades geográficas representada por áreas cerradas compuestas por varios lados denominados vértices (ESRI, s.f.).

d. Interpretación Visual de Imágenes de Sensores Remotos

Es la técnica para la identificación de entidades homogéneas en imágenes satelitales, a través de la capacidad humana (intérprete de coberturas) para relacionar tonos, colores y patrones espaciales con elementos del mundo, en este caso cubiertas biofísicas de la superficie terrestre. Para las "*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana"*, la interpretación se realiza por medio del Procesamiento Digital de Imágenes (PDI), que consiste en digitalizar y capturar las coberturas de la tierra de forma visual sobre pantalla, tomando como referencia la imagen satelital y utilizando como apoyo en algunas ocasiones información adicional de fotografías aéreas, imágenes de alta resolución, Google Earth, inventarios, estudios florísticos elaborados por el Instituto SINCHI y visitas de campo (Murcia García, y otros, 2009) (Ver **Fuentes de Información**).

e. Metodología Corine Land Cover

Es una metodología establecida por la metodología europea de Interpretación de coberturas de la tierra Corine (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover a escala 1:100.000, que fue adaptada para Colombia a partir de la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra (IDEAM, 2010), para identificar temáticamente entidades homogéneas presentes en la superficie de la tierra. Esta nomenclatura es un sistema de clasificación jerárquico a través de niveles de detalle, que dividen las unidades de las coberturas de la tierra "con base en criterios fisonómicos de altura y densidad, claramente definidos 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, permitiendo su ubicación y definición rápidamente" (IDEAM, 2010).

Los niveles 1 al 3 son los únicos niveles establecidos por la metodología europea (COPERNICUS, 2010), en la adaptación realizada para Colombia, es posible la identificación más detallada de coberturas siendo el nivel mínimo de identificación el "nivel 3" (código de tres dígitos) y el más detallado el nivel 6 (código de seis dígitos), esto dependerá del tipo de cobertura y de la resolución espacial de las imágenes satelitales disponibles (IDEAM, 2010).

2.1.4.2. Contenido Temático

Como las variables más importantes de las "*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana"*, se establecen:

a. Cobertura de la Tierra

Es la cubierta biofísica de la superficie de la tierra (IDEAM, 2010), es decir, define la presencia de todo elemento ubicado y distribuido espacialmente sobre la superficie terrestre (Murcia García, y otros, 2009). Pueden ser clasificadas como naturales o artificiales, estas últimas son aquellas creadas por el hombre a partir de componentes naturales, entre las que se puede encontrar las áreas urbanas y zonas relacionadas como aeropuertos, puertos, zonas industriales y carreteras. Con respecto a las coberturas naturales se destacan aquellas coberturas vegetales no cultivadas, como bosques, herbazales y arbustales, de igual manera están las cultivadas que se asocian con las especies que el hombre utiliza para la obtención de biomasa y servicios ambientales. Estas coberturas también pueden ser no vegetales, como cuerpos de agua (ríos, lagos o lagunas); o rocas expuestas, arenas de desiertos o áreas nivales (Rincón Carrera, Murcia García, Huertas, Rodríguez, & Castellanos, 2009).

b. Dinámica de Cambio Multitemporal de Cobertura de la Tierra

Registro, en unidades de área o porcentaje, de una transformación generada por una acción natural o de origen antrópico sobre una cobertura de la tierra, identificada al comparar información de dos o más periodos de tiempo.

c. Índices de Vegetación Regionales (NDVI)

Uso de índices de vegetación para evaluar la salud y la densidad de la cobertura vegetal en grandes áreas. Esto ayuda a identificar tendencias como la degradación forestal o la recuperación de la vegetación.

d. Cobertura Boscosa (Canopy Cover):

Medición precisa del porcentaje de tierra cubierto por el dosel del bosque, crucial para la evaluación de la densidad forestal y la identificación de pequeñas áreas deforestadas.

e. Año observado:

Actualmente, el Mapa de Coberturas de la Tierra de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000 es actualizado cada dos años para realizar los correspondientes análisis multitemporales de cambio y para la escala 1:25.000 es actualizado anualmente para realizar los correspondientes análisis multitemporales de cambio.

f. Área:

Corresponde a la superficie de cada uno de los polígonos que conforman el Mapa de Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana a escala de medidas en hectáreas (ha) y en kilómetros cuadrados (km^2).

Estas variables, adaptadas a las diferentes escalas, permiten realizar un análisis integral y detallado de la cobertura de la tierra en la Amazonia colombiana, adecuado a los objetivos específicos de cada escala de estudio.

2.1.4.3. Marco Legal

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI es una entidad creada por el artículo 20 de la Ley 99 de 1993, vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, organizado como una Corporación Civil sin ánimo de lucro, de ciencia y tecnología, de carácter público, sometido a las normas de derecho privado, con autonomía administrativa, personería jurídica y patrimonio propio, al cual se aplican las normas previstas para las corporaciones civiles sin ánimo de lucro del Código Civil y demás disposiciones pertinentes.

El Instituto SINCHI para dar cumplimiento a su objeto misional cuenta con programas misionales e instrumentales; dentro de los misionales están los programas “Ecosistemas y Recursos Naturales”, “Sostenibilidad e Intervención”, “Dinámicas Socioambientales” y “Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad”; y los programas “Gestión Compartida” y “Fortalecimiento Institucional” hacen parte de los programas instrumentales.

El Instituto SINCHI ejerce funciones de autoridad científica a través del desarrollo y ejecución de proyectos de investigación, que involucran aspectos de la biodiversidad, alternativas productivas sostenibles para el mejoramiento de la calidad de vida, estudios sobre los procesos y dinámicas de ocupación y generación de información georreferenciada de la región.

En el marco del Programa de Investigación “Modelos de Funcionamiento y sostenibilidad” que tiene como objetivo estratégico, Modelar y predecir los impactos de los disturbios ocasionados a nivel natural y antrópico que inciden sobre la realidad biológica, social y ecológica de la región amazónica, para direccionar las decisiones de los actores internacionales, nacionales, regionales y locales y, está integrado por las líneas estratégicas i) Modelos de cambio climático en la Amazonia; Vulnerabilidad, Adaptabilidad y Mitigación, ii) Disturbios y restauración de sistemas ecológicos y iii) Gestión de Información Ambiental.

Bajo el Programa de “Modelos de Funcionamiento y sostenibilidad” se crea el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana – SIMCOBA, bajo el cual se formula la operación estadística *Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana* con el fin de producir información temática actualizada, aplicando la metodología y estándares acordados de manera interinstitucional a nivel nacional y disponerla a usuarios. En este sentido se está dando cumplimiento al Decreto 1603 de 1994 que le asignó las funciones al Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, con respecto a la investigación y apoyo a la gestión ambiental de la Amazonia colombiana. Entre dichas funciones están las siguientes: i) obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar, suministrar y divulgar la información básica sobre la realidad biológica, social y ecológica de la Amazonia para el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la región; ii) efectuar el seguimiento del estado de los recursos naturales de la Amazonia especialmente en lo referente a su extinción, contaminación y degradación; iii) coordinar el Sistema de Información Ambiental en los aspectos amazónicos de acuerdo con las prioridades, pautas y directrices que le fije el Ministerio del Medio Ambiente; iv) suministrar al Ministerio del Medio Ambiente, al IDEAM y a las Corporaciones la información que éstos consideren necesaria; v) apoyar al Ministerio del Medio Ambiente en la coordinación del manejo de la información sobre las relaciones entre los sectores económicos, sociales y los procesos y recursos de la Amazonia; vi) desarrollar actividades de coordinación con los demás institutos científicos vinculados al Ministerio del Medio Ambiente y apoyar a éste y al IDEAM en el manejo de la información; vii) producir un balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente en la Amazonia y; viii) suministrar bases técnicas para el ordenamiento ambiental del territorio amazónico.

- Resolución No. 529 de 2020: por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020 “Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.

- Resolución No. 471 DE 2020: por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia

2.1.4.4. Referentes Internacionales

a. European Enviroment Agency

Es la agencia europea que inició el Programa *CORINE-Coordination of Information on the enviroment*, bajo la decisión del Consejo de ministros de la Unión Europea que indicaron el comienzo de "Un proyecto experimental para la recopilación, la coordinación y la

homogenización de la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales en la Comunidad" (Conesa, 2004, p. 150).

Bajo la metodología creada en el Programa CORINE, una vez fue adaptada para Colombia por medio de un trabajo interinstitucional, es que se realiza la generación de la información de la operación estadística *Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana*.

b. Clasificación de coberturas y usos de la tierra de la Unión Geográfica Internacional (UGI).

Este sistema se ideó en 1930. Su propósito fue el de unificar, a escala mundial, los criterios sobre los diversos usos de la tierra. Esta clasificación ha servido de base para la leyenda de diferentes estudios realizados a escala 1:1.000.000 con subdivisiones que corresponden a aspectos más específicos del uso de la tierra en la zona por estudiar (IGAC, 2005).

c. Clasificación del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

Debido a la falta de un criterio uniforme entre los encargados de los levantamientos de la información de las coberturas y uso de la tierra, y al uso de una nueva tecnología para el estudio de recursos naturales, mediante imágenes de satélite, Anderson y otros (1976) propusieron un sistema de clasificación con subdivisiones hechas de acuerdo con la información suministrada por los diferentes productos de sensores remotos y según las condiciones locales de la zona de estudio.

El sistema propone cuatro niveles, los cuales dependen del tipo de imagen utilizada como fuente de información. La información contenida en los niveles 1 y 2 son de interés para evaluar de manera general los recursos de una región extensa. Para información más local se utiliza el nivel 3 (IGAC, 2005).

d. Facultad de Ciencias de la Geoinformación y Observación de la Tierra de la Universidad de Twente – ITC.

Este sistema establece una clara distinción entre los conceptos de cobertura y uso, y los clasifica en grupos diferentes de clases. No obstante, existe una relación definida entre las clases del grupo de cobertura y las clases del grupo de uso. Aunque la relación cobertura/uso es muy estrecha, la diferencia entre ambos términos es sustancial.

La no existencia de subclases, es decir, diferentes niveles categóricos, sugiere que el esquema solo es utilizable en estudios exploratorios o generales y que a mayor nivel de detalle se debe definir dentro de cada clase principal las subclases que puedan ser consideradas para la localidad donde se adelanta el estudio (IGAC, 2005).

2.1.4.5. Referentes Nacionales

a. Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000.

Es el principal insumo utilizado para la ejecución de las "Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana", debido a que contiene las definiciones de cada tipo de cobertura.

La leyenda nacional de coberturas de la tierra y el establecimiento o caracterización de cada unidad es resultado del Convenio Especial de Cooperación No. 018 de 2008, firmado entre el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt", el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – (Sinchi), la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); el Convenio Interadministrativo de Cooperación No. 06 de 2009, firmado entre el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); y el Convenio Interadministrativo de Cooperación No. 053 de 2004, firmado entre el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de La Magdalena (Cormagdalena). Al finalizar el proceso estas entidades u organizaciones fueron "quienes definieron el conjunto final de unidades que incluyera las coberturas presentes en el territorio nacional" (IDEAM, 2010).

.

b. Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas: MAGNA-SIRGAS.

La información generada por las "*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana"*, es de tipo geográfico. Por lo cual, se utiliza el sistema de referencia oficial del país MAGNA-SIRGAS el cual "garantiza la compatibilidad de las coordenadas colombianas con las técnicas espaciales de posicionamiento, por ejemplo los sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems), y los conjuntos internacionales de datos georreferenciados (IGAC, 2018), definido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC quien es la entidad oficial para la producción de la cartografía básica del país y encargada de los sistemas geodésicos nacionales de referencia (IGAC, 2018).

c. Situación de los bosques del mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO 2001.

Dentro de la leyenda nacional de coberturas de la tierra con metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000, se definen los bosques de acuerdo con lo establecido por la FAO en el año 2001, en donde establecen que dentro de la clasificación de la superficie de bosques, se encuentran los bosques naturales y las plantaciones forestales.

d. Sistema de clasificación Centro Interamericano de Fotointerpretación – CIAF (ahora Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica del IGAC)

La característica más sobresaliente e importante del sistema CIAF de clasificación de cobertura y uso de la tierra es que ha sido diseñado de manera que puede ser ejecutado mediante la interpretación de imágenes de sensores remotos de diferentes fuentes y resoluciones. La clasificación consta de cuatro niveles categóricos que van de lo general a lo detallado, los cuales son correspondientes con los cuatro niveles de detalle más usados en distintos tipos de levantamientos: Exploratorio, Reconocimiento, Semidetallado y Detallado.

Un aspecto importante del sistema radica en su versatilidad para permitir la inclusión o exclusión de clases según las circunstancias locales del área de estudio sin que se altere su estructura. Esta versatilidad es progresiva desde las clases del primer nivel hasta aquellas del cuarto nivel (IGAC, 2005).

2.1.5. Diseño de indicadores

Para las "*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana"*, se han diseñado tres (3) indicadores para el monitoreo ambiental del cambio multitemporal de cuatro temas de interés específicamente: tasa media anual de Pérdida de Bosque, tasa media anual de Praderización, tasa media anual de Degradación de Bosque y Cambio de la Frontera Agropecuaria.

a) Tasa Media Anual de Pérdida de Bosque

Este indicador mide la magnitud de la pérdida de los bosques amazónicos; toma el total que se perdió en un tiempo determinado y lo divide por el número de años de dicho período. Su diseño se enmarca en los indicadores de línea base ambiental de la Amazonia colombiana.

Fórmula:

$$TMAPB = \frac{\sum_{i=1}^{n} \quad (Areas\,(Cob_{agrup_{T1}} = Bosques\ AND\ Cob_{agrup_{T2}} <> Bosques)i)}{T2 - T1}$$

Donde:

$TMAPB$: Tasa Media Anual de Pérdida de Bosque.
T1: Primera evaluación (año 1).
T2: Última evaluación (año 2).
Áreas*:* Áreas que cumplen con la condición expresada en la formula
Cob_Agrup_Tx: Agrupación de coberturas descrita en la metodología

b) Tasa Media Anual de Praderización

Mide el incremento de las áreas sembradas en pastos, excluyendo los herbazales de las sábanas naturales; toma el total de dicho incremento en un tiempo determinado y lo divide por el número de años de dicho período.

Fórmula:

$$TMAP = \frac{\sum_{i=1}^{n} \quad (Areas\,(Cob_{agrup_{T1}} = Pastizales\ amd\ Cob_{agrup_{T2}} <> Pastizales)\boldsymbol{i})}{T2 - T1}$$

Donde:

$TMAP$: Tasa Media Anual de Praderización.
T1: Primera evaluación (año 1).
T2: Última evaluación (año 2).
Áreas*:* Áreas que cumplen con la condición expresada en la formula
Cob_Agrup_Tx: Agrupación de coberturas descrita en la metodología

c) Tasa Media Anual de Degradación de Bosque

Mide el fenómeno de la degradación de los bosques a través de un tipo de coberturas de la tierra denominado “Bosque fragmentado”. En este caso el término fragmentado hace referencia a la forma como se deterioran los bosques nativos por procesos de perforación de su continuidad horizontal a causa de la implantación de otras coberturas, de origen antrópico, como pastos o cultivos, en chagras de pequeñas áreas.

Fórmula:

$$TMADB = \frac{\sum_{i=1}^{n} \quad \left(Areas\left(Cob_{agrup_{T1}} = Bosques\ AND\ Cob_{agrup_{T2}} <> Fragmentados\right)\boldsymbol{i}\right)}{T2 - T1}$$

Donde:

$TMADB$: Tasa Media Anual de Degradación de Bosque.
T1: Primera evaluación (año 1).
T2: Última evaluación (año 2).
Áreas*:* Áreas que cumplen con la condición expresada en la formula
Cob_Agrup_Tx: Agrupación de coberturas descrita en la metodología

2.1.6. Plan de resultados

Se han diseñado como mecanismos para la presentación de resultados: Tablas de Resultados, Mapas en Formato Imagen y PDF, Capas Geográficas en Formato Vectorial, servicios WEB y Manuscrito con los resultados anuales y multitemporales del monitoreo.

2.1.6.1 Diseño de cuadros de salida

Para las “*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana”*, los cuadros de salida diseñados presentan las siguientes características:

- Tabla de Atributos Capa Anual de Coberturas de la Tierra: Contiene la siguiente información

    - Código Cobertura: Código nomenclatura Corine consignado en la Leyenda Nacional de Coberturas (IDEAM, 2010).

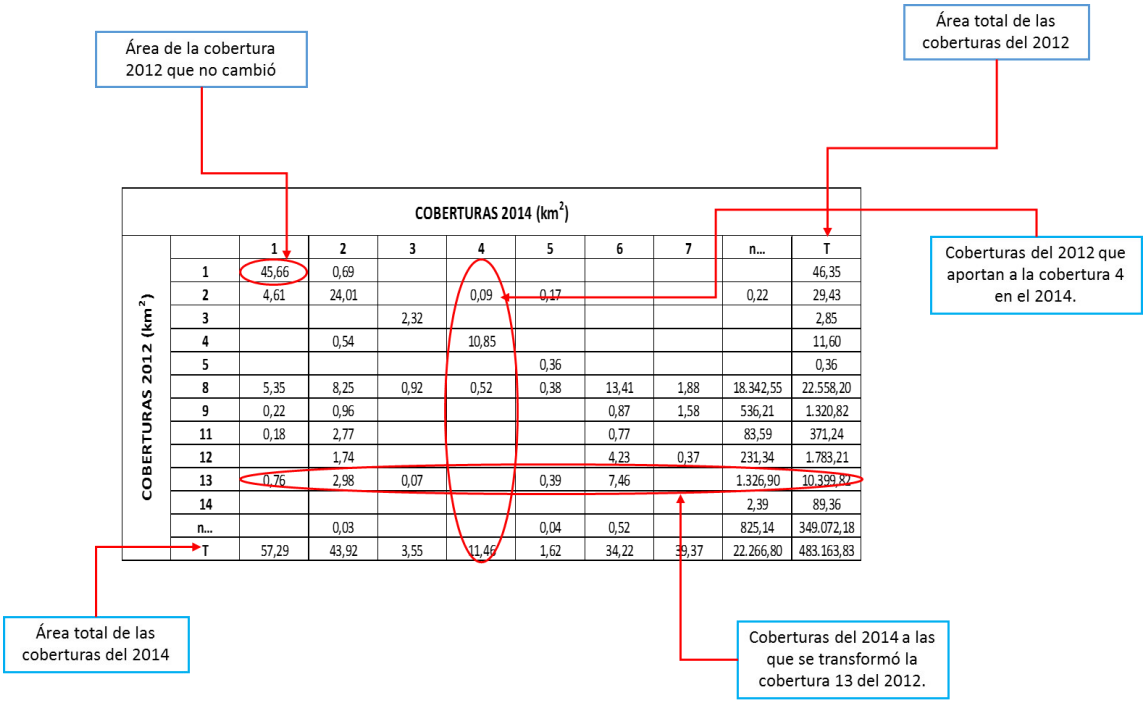
- Nombre Cobertura: Nombre establecido para cada código en la Leyenda Nacional de Coberturas (IDEAM, 2010).
- Condición: Seminatural, Natural o Transformada (Ver definiciones de las condiciones en Cobertura Geográfica).
- UER: Unidad Espacial de Referencia (Región, Departamento, Municipio, Corporación Autónoma Regional o de Desarrollo Sostenible, Paisaje o Estado Legal de Territorio).
- Área (km^2): Área ocupada, por la cobertura, en kilómetros cuadrados, en el respectivo periodo de monitoreo.

- Tabla de Atributos Capas Geográficas Indicadores de Coberturas: Contiene la siguiente información

  - UER: Unidad Espacial de Referencia (Región, Departamento, Municipio, Corporación Autónoma Regional o de Desarrollo Sostenible, Paisaje o Estado Legal de Territorio).
  - Área Indicador (ha/año): Presenta el área de Pérdida de Bosque, Praderización, Degradación de Bosque y Cambio de Frontera Agropecuaria, en kilómetros cuadrados, ocupada en cada unidad espacial de referencia.
  - Tasa (ha/año): Tasa anual de cambio por cada indicador. Se presenta en hectáreas por año para mejorar la visibilización de la tasa.

- Cuadros de Cambio Multitemporal de Coberturas: Se conocen como matriz de doble entrada, donde en las filas se indica el área de las coberturas del año base o anterior y en las columnas el área del año de monitoreo obtenido; permitiendo hacer un seguimiento del área total por cobertura para los dos años, por ejemplo, determinar cuánta superficie cambió a otras coberturas y cuánta superficie no sufrió cambios, así como las coberturas que aportaron en área para el año monitoreado. La Figura ilustra el diseño de la tabla basándose en el monitoreo para los años 2012 y 2014.

Figura 1 Matriz doble entrada



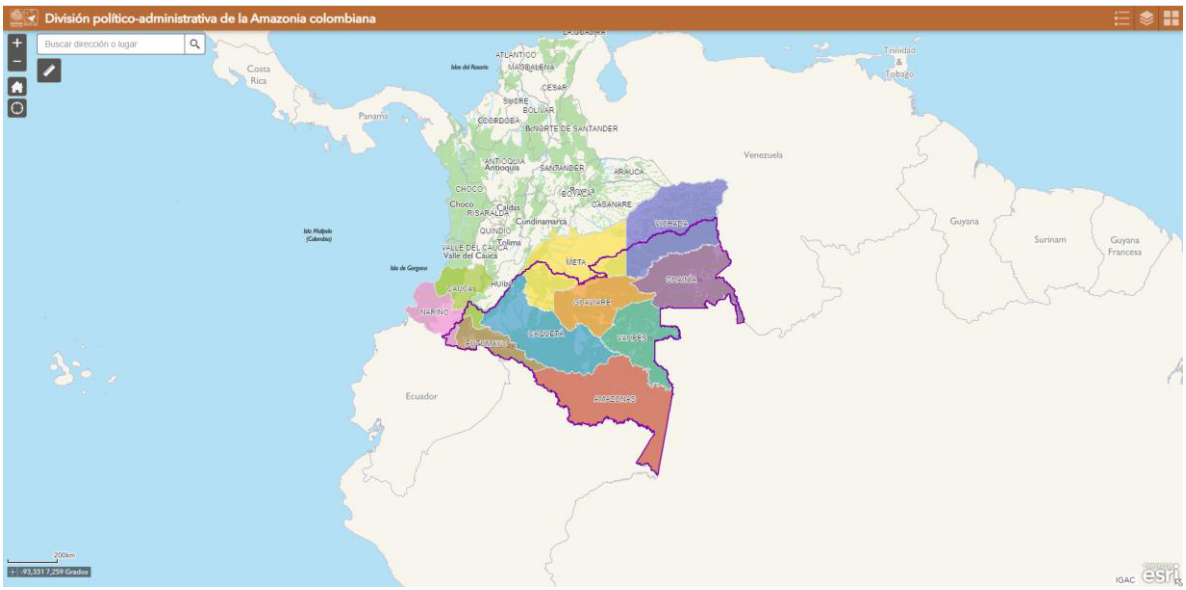
COBERTURAS 2014 (km²)

COBERTURAS 2012 (km²)		1	2	3	4	5	6	7	n...	T
	1	45,66	0,69							46,35
	2	4,61	24,01		0,09	0,17			0,22	29,43
	3			2,32						2,85
	4		0,54		10,85					11,60
	5					0,36				0,36
	8	5,35	8,25	0,92	0,52	0,38	13,41	1,88	18.342,55	22.558,20
	9	0,22	0,96				0,87	1,58	536,21	1.320,82
	11	0,18	2,77				0,77		83,59	371,24
	12		1,74				4,23	0,37	231,34	1.783,21
	13	0,76	2,98	0,07		0,39	7,46		1.326,90	10.399,82
	14								2,39	89,36
	n...		0,03			0,04	0,52		825,14	349.072,18
	T	57,29	43,92	3,55	11,46	1,62	34,22	39,37	22.266,80	483.163,83

Fuente: SINCHI, 2015

Adicionalmente, se manejan distintos cuadros de salida en el Portal del Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana – SIAT-AC como se muestran a continuación:

- **División político-administrativa de la Amazonia colombiana**



Aplicativo tipo visor de mapas que muestra información relacionada con la división político-administrativa de referencia sobre la región de la Amazonia colombiana a escala departamental y municipal de acuerdo con el Marco Geoestadístico Nacional al año 2014.

Enlace de acceso:
https://sinchi.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=31357248503e4342a6a220a7a07ddc88

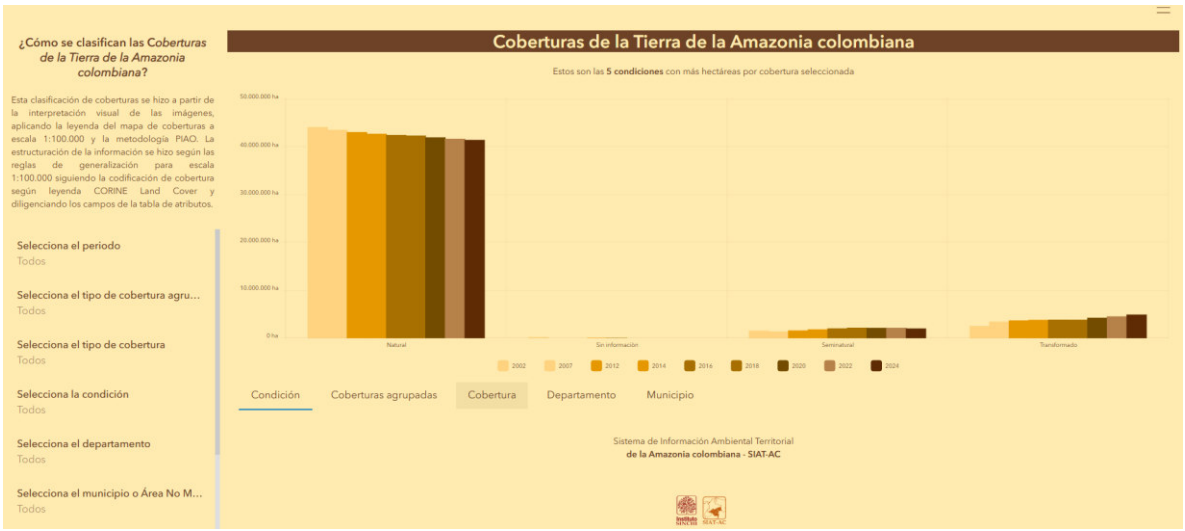
- **Datos Estadísticos Indicadores de monitoreo ambiental SIMAAC**

Aplicativo tipo reportes estadísticos alfanuméricos relacionado con el Sistema de Indicadores de Monitoreo Ambiental que muestra el estado de los indicadores anuales, bianuales y multitemporales procesado a partir de control de calidad temático, control de calidad topológico, verificación en campo, control de calidad de empalmes y control de calidad del mosaico final con el fin de mostrar las estadísticas de coberturas de la tierra por la unidad espacial de referencia seleccionada.

Las unidades espaciales de referencia en los indicadores de monitoreo ambiental - SIMAAC son: corporación autónoma regional o de desarrollo sostenible, departamento, municipio o área no municipalizada, paisaje y figura legal del territorio. Los datos por unidad espacial de referencia pueden ser consultados desde el menú de búsqueda según el interés del usuario, además de permitir la descarga por medio de la opción “exportar datos” que permite manipular los datos para análisis más elaborados.

Enlace de acceso: https://lookerstudio.google.com/u/0/reporting/4bc23303-fc89-47e0-a4aa-9fa0eabf2c77/page/p_yk8gbgivmc

- **Coberturas de la tierra – Datos Estadísticos**



Aplicativo tipo tablero de control relacionado con el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana que muestra información alfanumérica por periodo, tipo de cobertura agrupada, tipo de cobertura, condición y unidad espacial de referencia la información de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana para la escala de visualización 1:100.000 procesada a partir de control de calidad temática, control de calidad topológico, verificación en campo, control de calidad de empalmes y control de calidad del mosaico final con el fin de mostrar las estadísticas de coberturas de la tierra por la unidad espacial de referencia seleccionada.

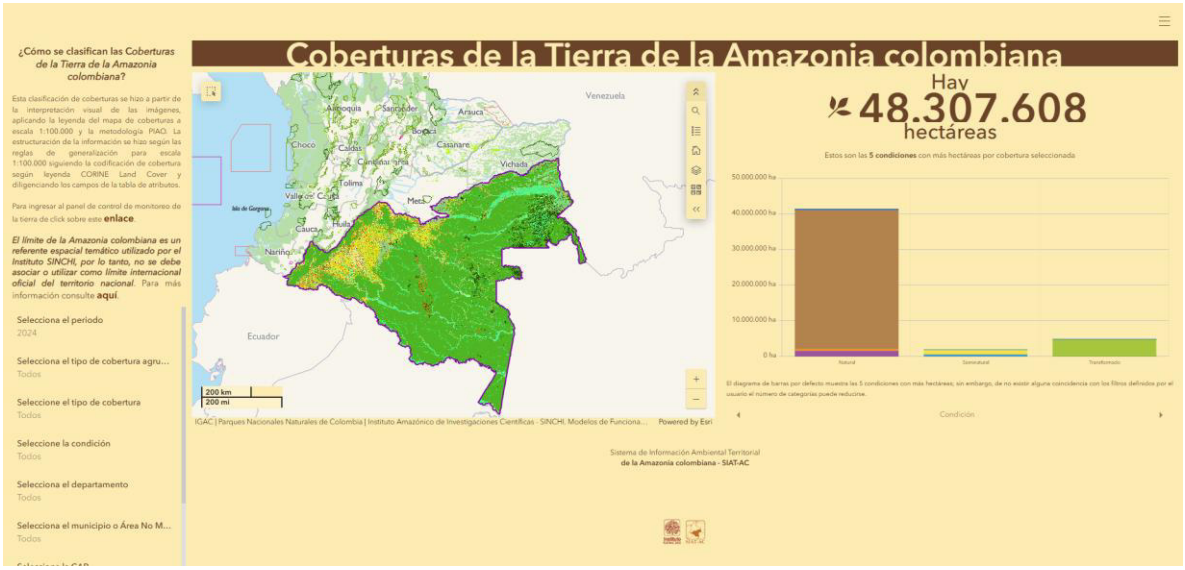
Enlace de acceso:
https://sinchi.maps.arcgis.com/apps/dashboards/23d58535ab284156a9dd3fcd03f957a7

- **Coberturas de la tierra – Metodología**

Aplicativo tipo StoryMap (Narrativa) relacionado con el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana que muestra a partir de contenido textual y multimedia, la metodología utilizada para el cálculo de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana para cada escala de visualización procesada a partir de control de calidad temática, control de calidad topológico, verificación en campo, control de calidad de empalmes y control de calidad del mosaico final con el fin de mostrar las estadísticas de coberturas de la tierra por la unidad espacial de referencia seleccionada.

Enlace de acceso:
https://sinchi.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=d269761cf3f54de6aecbd55ac16e1a34&folderid=93a193f8284f41ea846c6fc38cb3dc4b

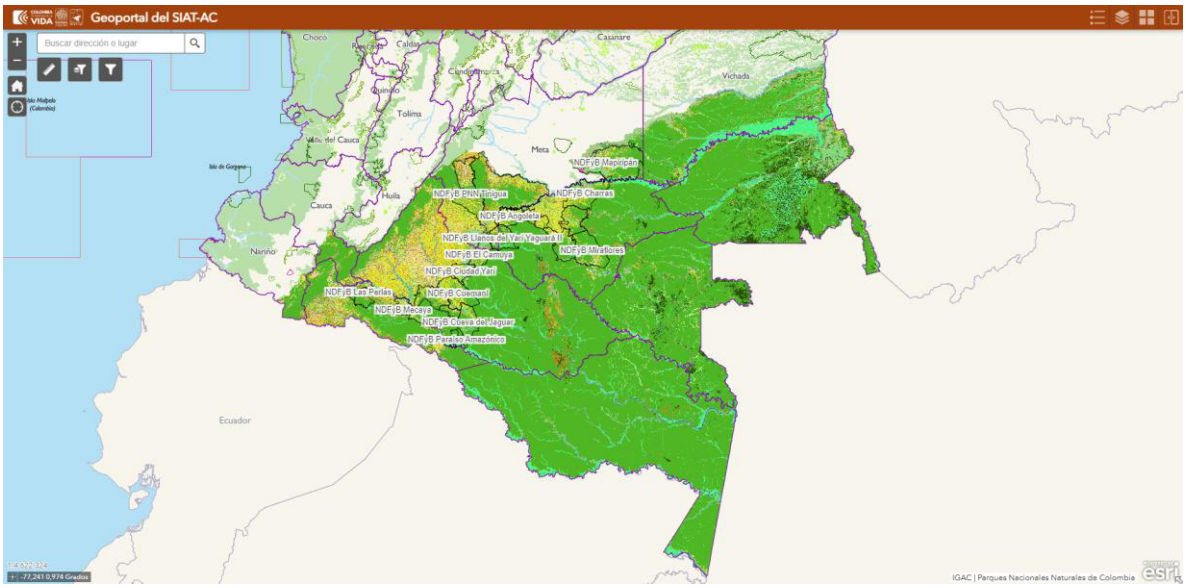
- **Coberturas de la tierra – Mapa**



Aplicativo tipo tablero de control relacionado con el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana que muestra información alfanumérica y geográfica por periodo, tipo de cobertura agrupada, tipo de cobertura, condición y unidad espacial de referencia la información de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana para cada escala de visualización procesada a partir de control de calidad temática, control de calidad topológico, verificación en campo, control de calidad de empalmes y control de calidad del mosaico final con el fin de mostrar las estadísticas de coberturas de la tierra por la unidad espacial de referencia seleccionada.

Enlace de acceso:
https://sinchi.maps.arcgis.com/apps/dashboards/a467095c0f0142d89aab21e500376c84

- **Geoportal**



Aplicativo tipo geovisor relacionado con el Sistema de Indicadores de Monitoreo Ambiental que muestra información alfanumérica y geográfica por periodo, temática y unidad espacial de referencia bajo un geoportal con información procesada a partir de control de calidad temática, control de calidad topológico, verificación en campo, control de calidad de empalmes y control de calidad del mosaico final con el fin de consultar y visualizar dinámicamente el monitoreo ambiental sobre las diferentes temáticas evaluadas por parte del Instituto SINCHI sobre la Amazonia colombiana.

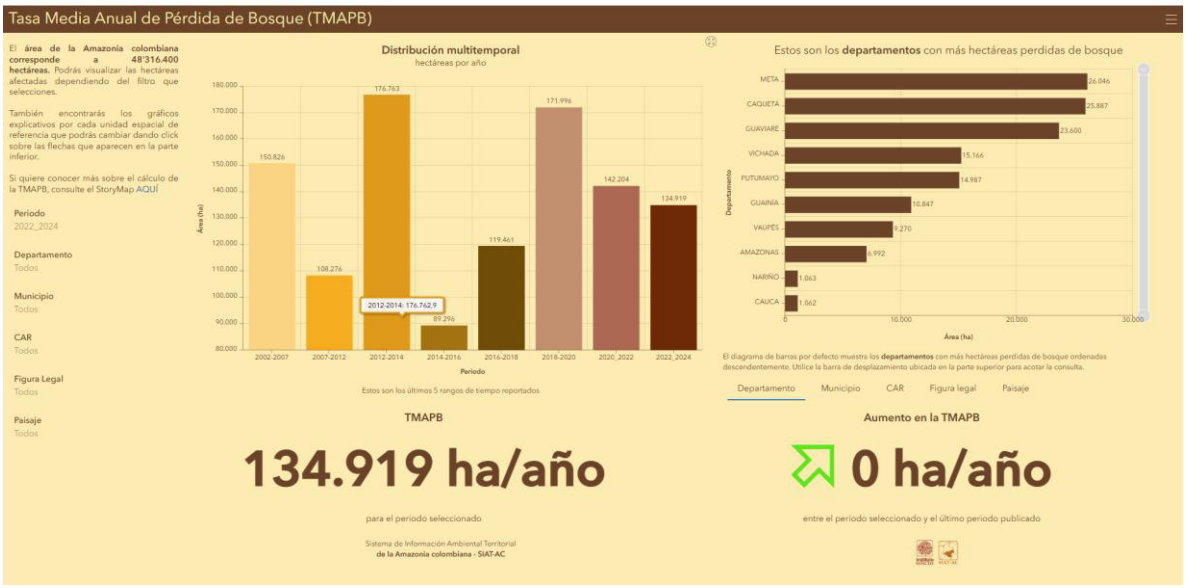
Enlace de acceso:
https://sinchi.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=fee93bf885804deab507afae8e301699

- **Portal de Datos Abiertos**

Aplicativo tipo portal de datos abiertos relacionado con el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana que muestra y permite la descarga de información alfanumérica y geográfica por periodo, temática y unidad espacial de referencia la cual con datos procesados y publicados a partir de control de calidad temática, control de calidad topológico, verificación en campo, control de calidad de empalmes y control de calidad del mosaico final con el fin de poner a disposición de la ciudadanía los datos que gestiona la administración pública, de una manera abierta y fácil de reutilizar de acuerdo con lo establecido bajo la Ley 1712 del 2014.

Enlace de acceso:
https://datos.siatac.co/?_gl=1*1l8pcb0*_ga*NDgzMTU1NDQ5LjE3NTUyNjY1MzQ.*_ga_EJJVVKDE7K*czE3NTUyODY5NDYkbzIkZzAkdDE3NTUyODY5NDYkajYwJGwwJGgw

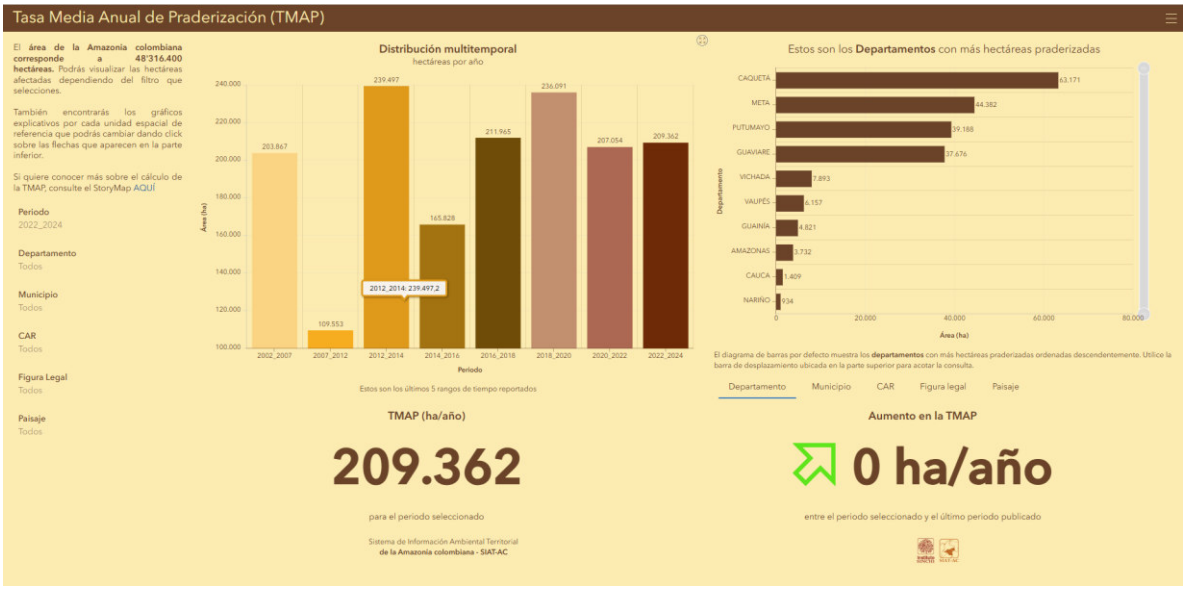
- **Indicador Tasa Media Anual de Pérdida de Bosques**



Aplicativo tipo tablero de control relacionado con el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana que muestra información alfanumérica y geográfica por periodo y unidad espacial de referencia la información de la tasa media anual de pérdida de bosques para cada escala de visualización procesada a partir de control de calidad temática, control de calidad topológico, verificación en campo, control de calidad de empalmes y control de calidad del mosaico final con el fin de mostrar las estadísticas de coberturas de la tierra por la unidad espacial de referencia seleccionada.

Enlace de acceso:
https://experience.arcgis.com/experience/e0588131df71430da382078a871bf3a2/

- **Indicador Tasa Media Anual de Praderización**



Aplicativo tipo tablero de control relacionado con el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana que muestra información alfanumérica y geográfica por periodo y unidad espacial de referencia la información de la tasa media anual de praderización para cada escala de visualización procesada a partir de control de calidad temática, control de calidad topológico, verificación en campo, control de calidad de empalmes y control de calidad del mosaico final con el fin de mostrar las estadísticas de coberturas de la tierra por la unidad espacial de referencia seleccionada.

Enlace de acceso:
https://experience.arcgis.com/experience/dd9f4886c7e648ad82aa821659d1fabe/

- **Indicador Tasa Media Anual de Degradación de Bosques**

Aplicativo tipo tablero de control relacionado con el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana que muestra información alfanumérica y geográfica por periodo y unidad espacial de referencia la información de la tasa media anual de pérdida de degradación de bosques para cada escala de visualización procesada a partir de control de calidad temática, control de calidad topológico, verificación en campo, control de calidad de empalmes y control de calidad del mosaico final con el fin de mostrar las estadísticas de coberturas de la tierra por la unidad espacial de referencia seleccionada.

Enlace de acceso:
https://experience.arcgis.com/experience/e09267f34e0d4cae85a3bb88abb41263/

- **Monitoreo de Coberturas de la Tierra por Región**

Aplicativo tipo reportes estadísticos alfanuméricos relacionado con el Monitoreo de Coberturas de la Tierra por las diferentes unidades espaciales (Regón,CAR-CDA, Paisaje, Municipio o área no municipalizada y figura legal del territorio) que muestra el área en hectáreas interpretada por tipo de cobertura a partir de control de calidad temática, control de calidad topológico, verificación en campo, control de calidad de empalmes y control de calidad del mosaico final con el fin de mostrar las estadísticas de coberturas de la tierra por la unidad espacial de referencia seleccionada.

Los datos por unidad espacial de referencia se visualizan en la parte derecha del aplicativo, además permite la descarga por medio de la opción “exportar datos” que permite manipular los datos para análisis más elaborados. Finalmente, el aplicativo permite consultar desde el menú de búsqueda según el interés del usuario.

Enlace de descarga: https://lookerstudio.google.com/reporting/ea286216-8d06-4f89-9a9a-6a022280952a/page/p_yk8gbgivmc

2.1.7. Método de captura para la recolección de información

Debido a que la metodología utilizada para la recolección de los datos de la operación estadística se basa en la interpretación visual de imágenes de satélites a escalas 1:100.000 y 1:25.000 descargadas de servicios web de acceso libre, las imágenes se deben georreferenciar y se lleva cabo lo siguiente:

a. Reglas de Interpretación

Para interpretar las coberturas de la tierra de la región Amazónica colombiana a escalas 1:100.000 y 1:25.000, se establecieron algunas reglas que deben ser tenidas en cuenta y las cuales se describen a continuación:

Escala 1:100.000

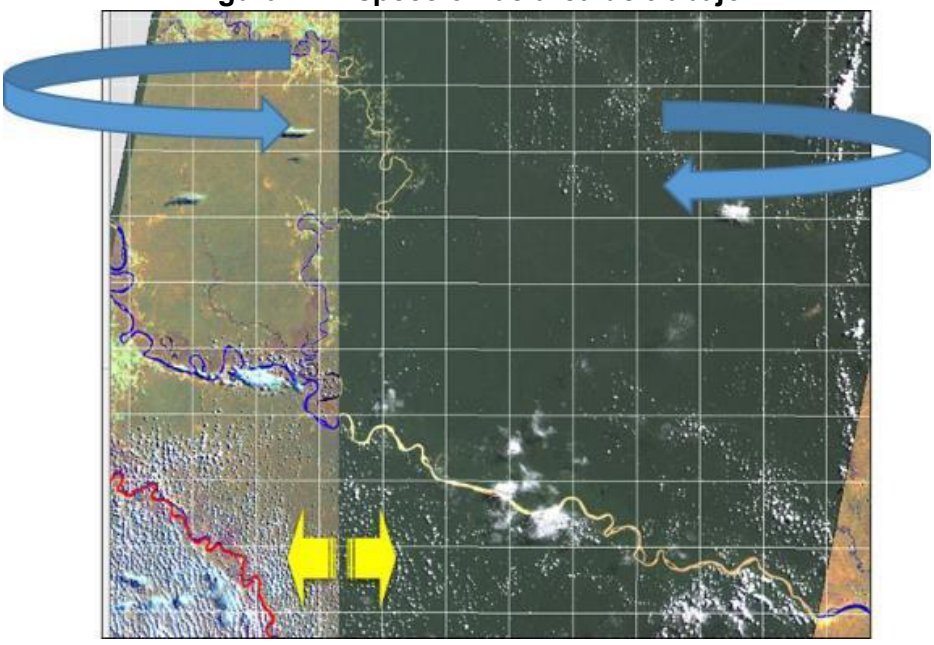
a) La interpretación de las coberturas debe realizarse mediante la herramienta de edición de polígono, de tal forma que cada cobertura pueda ser tratada individualmente, cortada, unida y calculada su área sin interferir con los límites de aquellas adyacentes. Igualmente, como polígonos, deben respetar reglas de no sobreposición ni huecos entre ellos.

b) El área mínima cartografiable debe ser de 25 hectáreas para cualquier cobertura excepto para aquellas pertenecientes al grupo de los territorios artificializados, caso en el que el área mínima será de 5 hectáreas. Adicionalmente, en el caso de coberturas de tipo lineal, el ancho mínimo que deben tener para poder ser digitalizadas es de 50 metros.

c) Es importante entender que, al momento de interpretar, la metodología establece separar unidades de cobertura y codificarlas inmediatamente, no se debe separar unidades sin saber previamente qué es lo que se está separando.

d) El recorrido de la imagen al interpretar debe ser ordenado y en forma de barrido, así se garantiza que todas las áreas de la región sean inspeccionadas y ninguna cobertura sea pasada por alto. En la figura 2 se muestra un ejemplo del barrido realizado a un bloque a partir de una grilla de un tamaño que permita hacerlo fácilmente por la pantalla al acercarse a interpretar a 1:30.000, que es lo recomendado para un mapa final a escala 1:100.000 (Ver Figura 2). Normalmente se establece la grilla con un área de 30km x 30 km.

Figura 2 Inspección de área de trabajo



Fuente: SINCHI, 2015

e) Si se encuentra un polígono con un área menor a la mínima cartografiable, la unidad pequeña se agrega o se divide proporcionalmente con las unidades vecinas. Este tipo de agregación depende del tipo de cobertura de la unidad pequeña y de las unidades vecinas. El criterio de unión de los polígonos se rige por las reglas de generalización que se explican en la siguiente sección.

Escala 1:25.000

Para interpretar las coberturas de la tierra de la región Amazónica colombiana a escala 1:25.000, se establecieron algunas reglas que deben ser tenidas en cuenta y las cuales se describen a continuación:

a. La interpretación de las coberturas debe realizarse mediante la herramienta de edición de polígono, de tal forma que cada cobertura pueda ser tratada individualmente, cortada, unida y calculada su área si llegase a interferir con los límites de aquellas adyacentes. Igualmente, como polígonos, deben respetar reglas de no sobreposición ni huecos entre ellos.

b. El área mínima cartografiable debe ser de 1,5 hectáreas para cualquier cobertura excepto para aquellas pertenecientes al grupo de los territorios artificializados, caso en el que el área mínima es de 0,3 hectáreas (Acosta, 2014). Adicionalmente, en el caso de coberturas de tipo lineal, el grosor mínimo que deben tener para poder ser digitalizadas es de 25 metros (Arenas, 2014).

c. Para la digitalización de los polígonos independientemente la herramienta de edición utilizada se debe utilizar stream mode en las opciones de edición, pues esto optimiza el trabajo de digitalización y las líneas resultan estéticamente mejor trazadas. Para escala 1:25.000 se recomienda trabajar con map units de 15 en coordenadas planas y en coordenadas geográficas un map units de 0.00012.

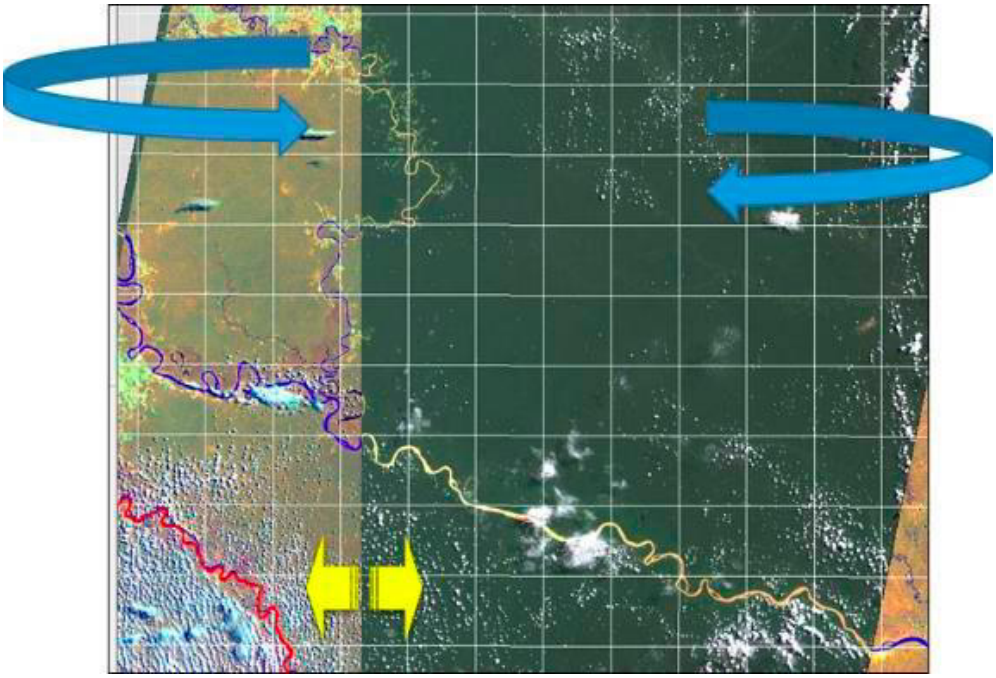
d. Dentro de las opciones de edición también es recomendable activar la casilla de sticky movetolerance con un valor bastante alto (>10.000 pixeles), de esta manera se garantiza que en el momento de la edición ningún polígono se desplace accidentalmente, ocasionando errores de topología.

e. Es importante entender que, al momento de interpretar, la metodología establece separar unidades de cobertura y codificarlas inmediatamente, no se debe separar unidades sin saber previamente qué es lo que se está separando.

f. El recorrido de la imagen al interpretar debe ser sistemático y en forma de barrido, así se garantiza que todas las áreas de la región sean inspeccionadas y ninguna cobertura sea pasada por alto. En la Figura 3 se muestra un ejemplo del barrido realizado a un bloque a partir de una grilla de un tamaño que permita hacerlo fácilmente por la pantalla al acercarse a interpretar con escala de captura

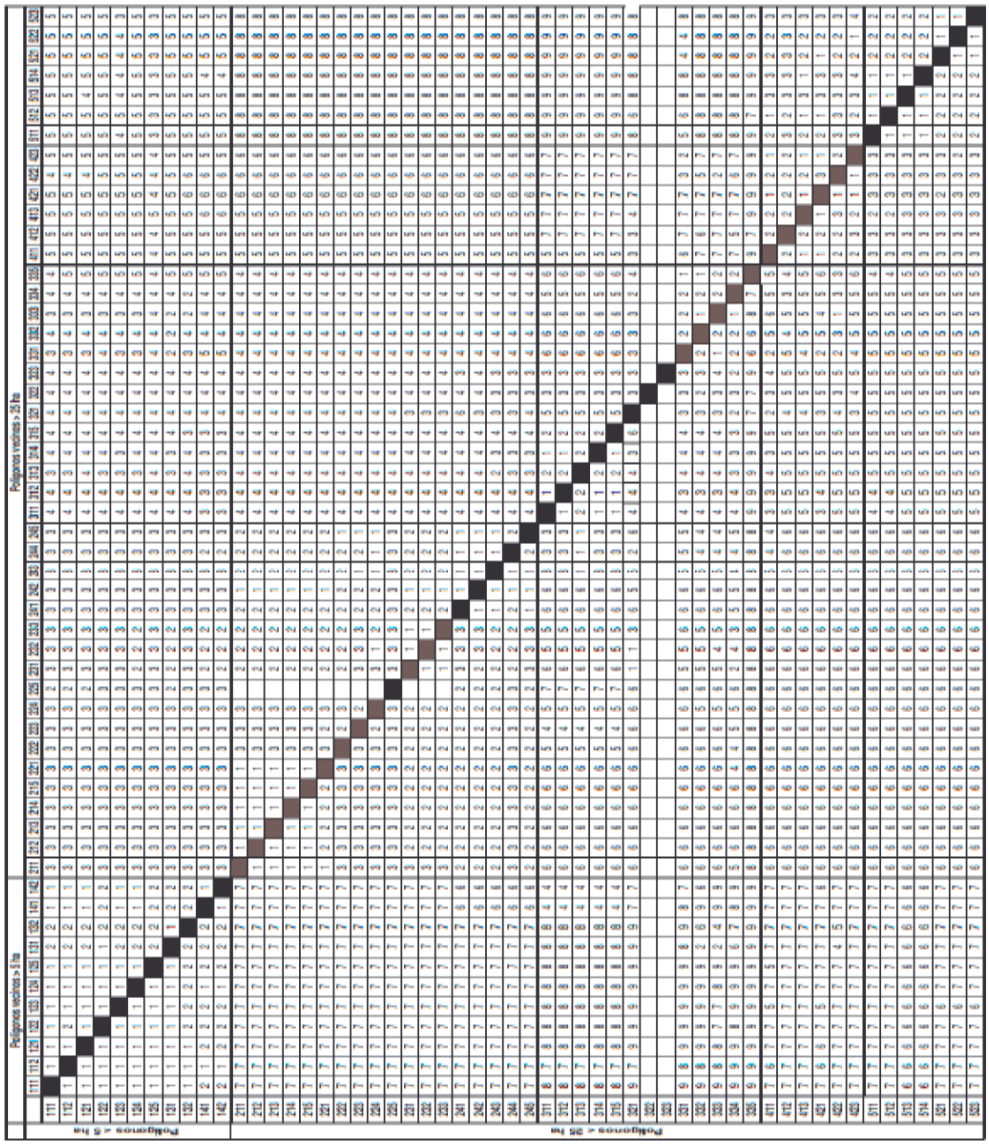
correspondiente a 1:8.000, que es lo recomendado para un mapa final a escala 1:25.000. Para este caso, se usa la grilla para producción cartográfica a 1:25.000.

Figura 3. Inspección de área de trabajo



Si se encuentra un polígono con un área menor a la mínima cartografiable, la unidad pequeña se agrega o se divide proporcionalmente con las unidades vecinas. Este tipo de agregación depende del tipo de cobertura de la unidad que no cumple el área mínima y de las unidades vecinas. El criterio de unión de los polígonos se rige por las reglas de generalización en las que, por valores que van de 1 a 7, donde 1 es de mayor prioridad y 7 de menor prioridad, se elige a qué polígono o polígonos adyacentes se va a unir este polígono menor. En la Figura 4, se muestra la tabla de prioridades (Ver la sección b 2.5. Reglas de generalización).

Figura 4. Tabla de prioridades



Fuente. Laboratorio SIG-Sinchi, 2015

b. Reglas de Generalización

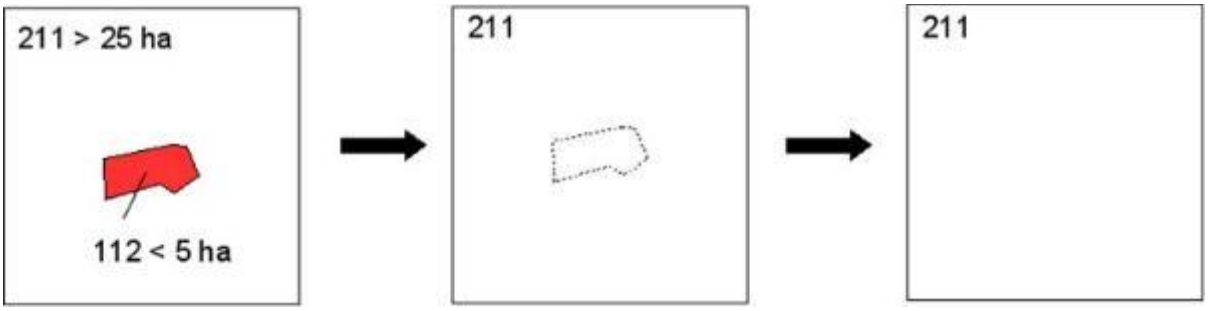
Durante la interpretación se aplican reglas básicas de generalización que permiten decidir sobre polígonos que no cumplen el criterio de área mínima de mapeo establecida, es decir mayor o igual a 25 hectáreas (niveles diferentes a 1 de la nomenclatura), mayor o igual a 5 hectáreas (nivel 1 de la nomenclatura) y ancho mayor a 50 metros (ríos, vías, etc).

Cuando se presentan estos polígonos pequeños puede ocurrir que ellos se encuentren rodeados por una unidad mayor en forma individual o que hagan parte de un grupo de unidades, para esto se deben aplicar criterios de generalización, para incorporar estas coberturas de área reducida en las coberturas vecinas que si cumplen el tamaño mínimo.

A continuación, se describen diferentes situaciones en las que debe generalizarse un polígono:

Situación 1: Si la unidad < 5 ha (en nivel 1) está rodeada por una sola unidad de tamaño superior o igual a 25 ha, la unidad pequeña se agrega a la unidad grande (Ver Figura 2).

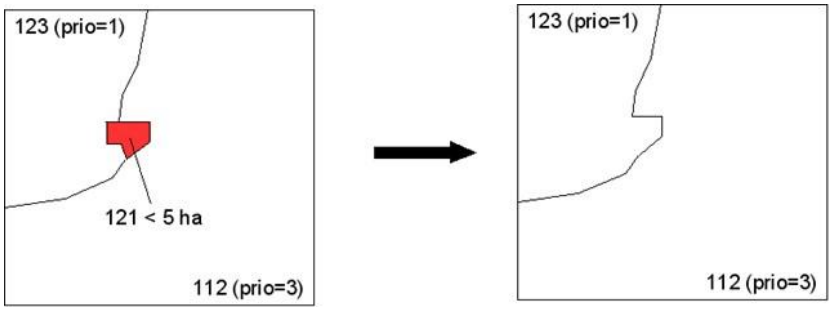
Figura 3 Situación 1. Unidad menor rodeada por una unidad de tamaño superior

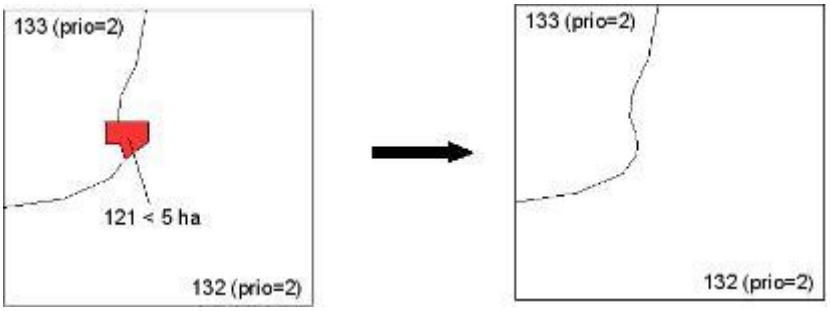


Fuente: Sinchi, 2015.

Situación 2: Si esta unidad pequeña se encuentra rodeada por dos o más unidades grandes, la unidad pequeña se agrega o se divide proporcionalmente con las unidades vecinas. Este tipo de agregación depende del tipo de cobertura de la unidad pequeña y de las unidades vecinas. Las agregaciones se hacen de manera lógica, en relación con la nomenclatura. Estas agregaciones lógicas están definidas en una tabla de prioridades para las unidades pequeñas (Ver Figura 4).

Figura 4 Situación 2. Unidad menor rodeada por dos unidades

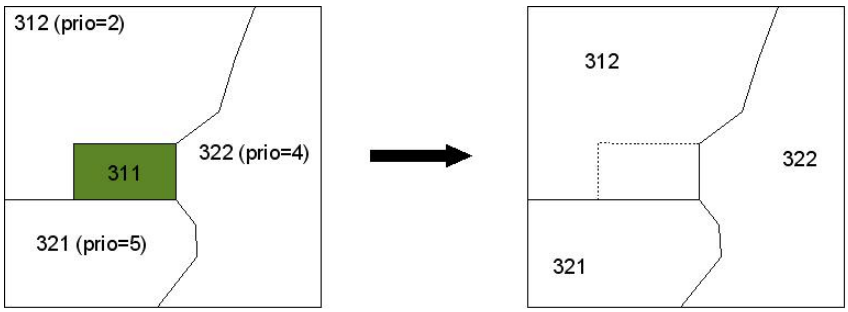




Fuente: Sinchi, 2015

Situación 3: Unidad pequeña (< 25 ha) ubicada entre tres unidades grandes (≥ 25 ha) con un índice de prioridad diferente (Ver Figura 5).

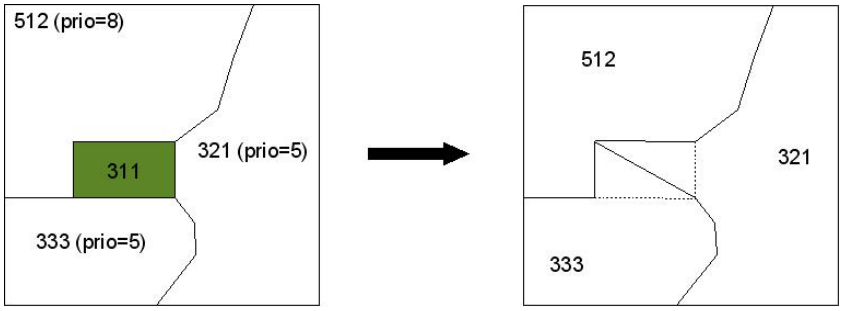
Figura 5 Situación 3. Unidad menor rodeada por tres unidades con diferente prioridad



Fuente: SINCHI, 2015

Situación 4: Si dos de tres unidades tiene índices de prioridad iguales, la unidad se divide y se agrega dentro de las unidades vecinas con índice similar mayor (Ver Figura 6).

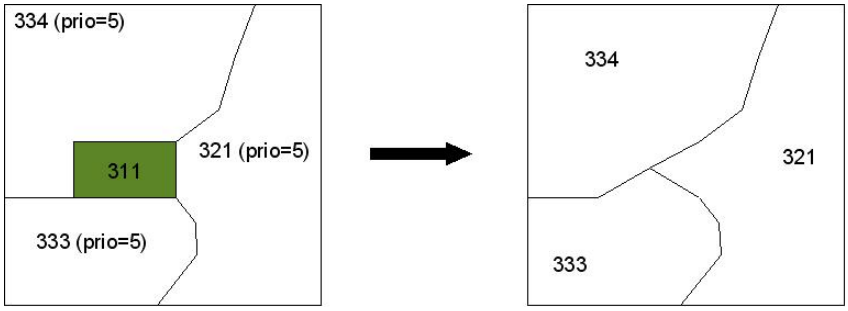
Figura 6 Situación 4. Unidad menor rodeada por tres unidades, dos de ellas de igual prioridad



Fuente: SINCHI, 2015

Situación 5: Si todos los índices de prioridad son iguales, la unidad se divide y se agrega dentro de todas las unidades vecinas (Ver Figura 7).

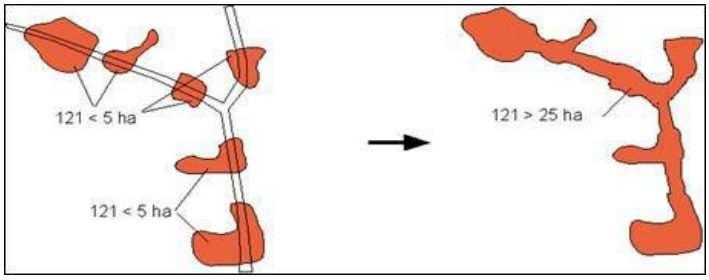
Figura 7 Situación 5. Unidad menor rodeada por tres unidades de igual prioridad



Fuente: SINCHI, 2015

Situación 6: Pequeñas áreas de centros poblados (112 < 5 ha) se agrupan si la distancia entre las unidades es menor a 300 metros con el fin de producir una unidad 112 ≥ 25 ha. Las líneas exteriores se sobreponen a las vías (Ver Figura 8).

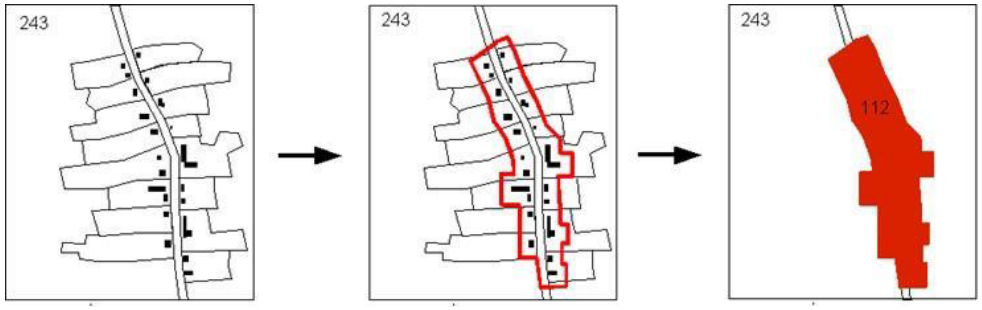
Figura 8 Situación 6. Unidades menores de territorios artificializados con una distancia menor a 300m



Fuente: SINCHI, 2015

Situación 7: Grupos de fincas con grandes áreas verdes, un buffer arbitrario de 100 metros se utiliza para ayudar a delimitar las infraestructuras de las áreas vecinas, generalmente agrícolas. (Ver Figura 9).

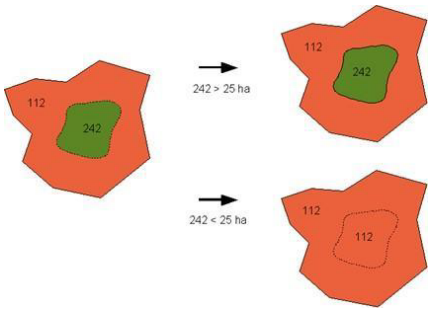
Figura 9 Situación 7. Delimitación de grupos de fincas



Fuente: SINCHI, 2015

Situación 8: Si un área libre se aísla dentro de un polígono de centro poblado (112), la superficie se convierte en una unidad 242 si el tamaño es superior a 25 ha. Si el tamaño es < 25 ha se debe incluir dentro del polígono 112. (Ver Figura 10).

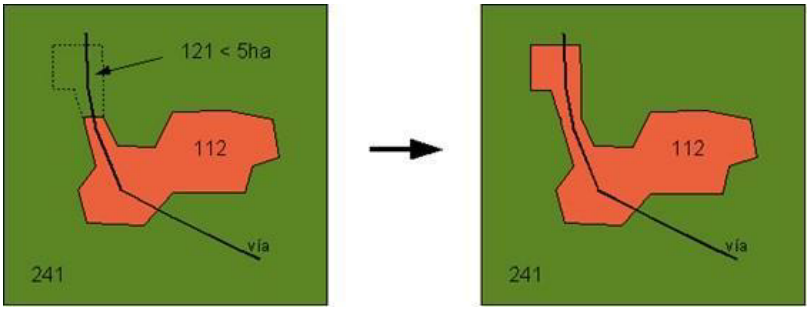
Figura 10 Situación 8. Áreas libres en medio de un centro poblado



Fuente: SINCHI, 2015

Situación 9: Las extensiones de los centros poblados (112) con áreas industriales y comerciales 121 (<5 ha) deben agregarse al centro poblado a lo largo de la vía (ver Figura 11).

Figura 11 Situación 9. Delimitación de extensiones de centros poblados



Fuente: SINCHI, 2015

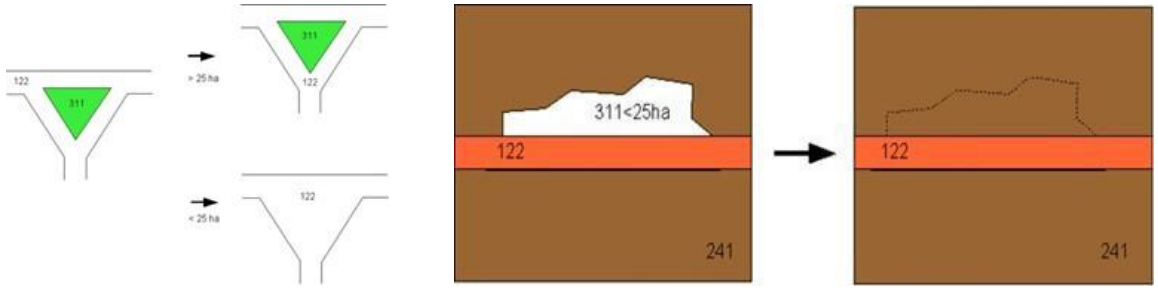
Situación 10: Parqueaderos e infraestructuras industriales y comerciales (< 25 ha) deben ser agregadas en una misma unidad cuando una carretera esté cruzando las infraestructuras (Ver Figura 12).

Figura 12 Situación 10. Parqueaderos e Infraestructuras industriales y comerciales

Fuente: SINCHI, 2015

Situación 11: En el caso de infraestructuras de transporte asociadas con espacios verdes o semi-naturales, se agregan los espacios verdes o semi-naturales que son claramente aislados por las infraestructuras de transporte (Ver Figura 13).

Figura 13 Situación 11. Infraestructura de transporte asociada con espacios verdes o seminaturales



Fuente: SINCHI, 2015

Situación 12: En el caso de una unidad grande de bosque natural (311), la presencia de varios cultivos o pastos aislados de tamaño <25 ha puede constituir una clase, para lo cual es preciso considerar la densidad de cultivos/pastos. Si es inferior al 5% se mantiene la clasificación de bosque natural (311); cuando se encuentra entre 5 y 30% se delimita como bosque fragmentado (Fig. a) y en caso de hallarse entre 30 y 70% se delimita como una zona de mosaicos (243, 244 ó 245) (Fig. b). Es importante resaltar que la delimitación debe hacerse a borde de las áreas intervenidas, conservando la mayor cantidad de área de bosque en la clasificación 311, para el ejemplo. La distancia entre los cultivos/pastos, no debe ser mayor a 300 metros (Ver Figura 14).

Figura 14 Situación 12. Delimitación de bosques fragmentados y mosaicos con espacios naturales

Fig. a

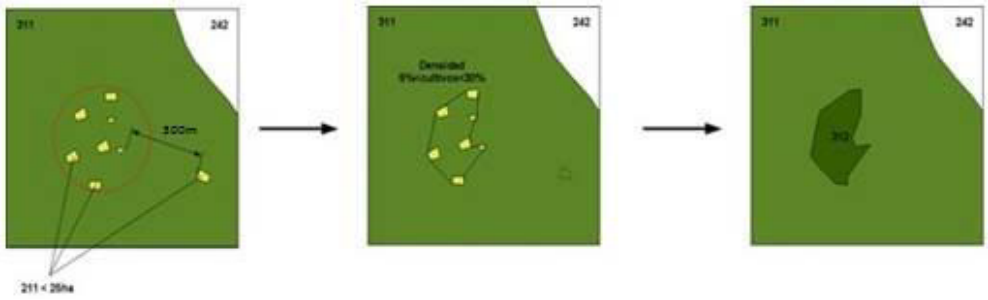
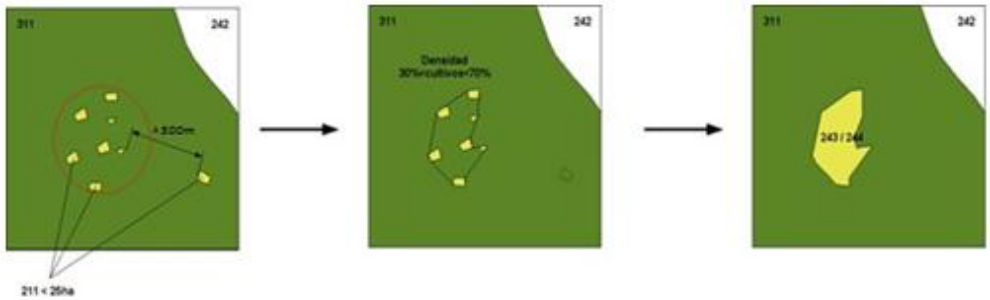


Fig. b

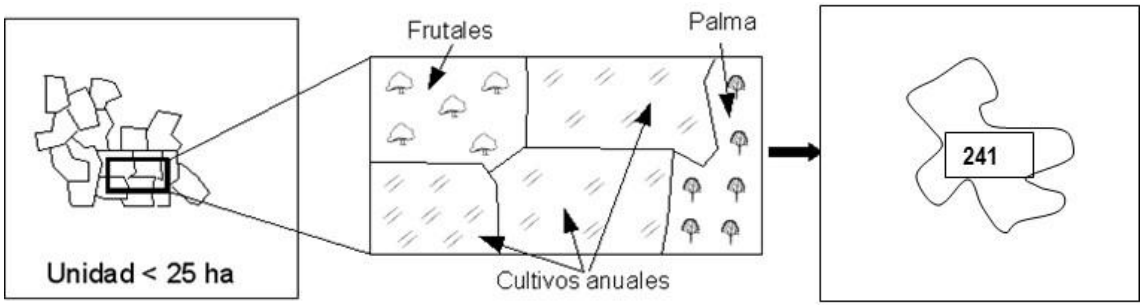


Fuente: SINCHI, 2015

Situación 13: Para la generalización de una unidad pequeña dentro de la categoría 2 (territorios agrícolas) cuatro tipos de clases permiten generalizar de una manera implícita la cobertura (mosaicos). Como regla general, el polígono que resulte de esta generalización debe tener el menor tamaño posible.

El mosaico de cultivos es una mezcla de tierras agrícolas con un conjunto de cultivos anuales y permanentes. Ninguno de los cultivos de la categoría 2 (anual o permanente) debe representar más de 75% de la unidad final, (no sería mosaico). En la Figura 15 se presenta una situación de agregación en el caso de una mezcla de polígonos (<25 ha) de diferentes tipos de cultivos.

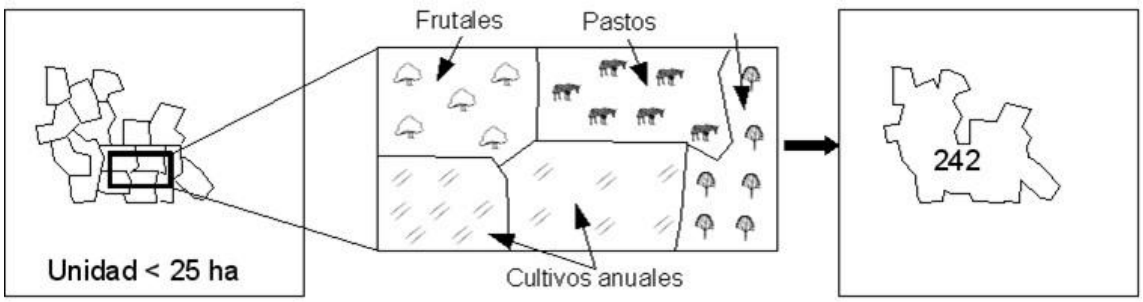
Figura 15 Situación 13. Mosaico de cultivos



Fuente: SINCHI, 2015

Situación 14: El mosaico de pastos y cultivos es una mezcla de tierras agrícolas con presencia de cultivos permanentes o anuales y/o de pastos. Ninguno de los cultivos (anual o permanente) ni de los pastos debe representar más de 75% del polígono. En la Figura 16 se presenta una situación de agregación en el caso de una mezcla de polígonos (<25 ha) de cultivos y de pastos.

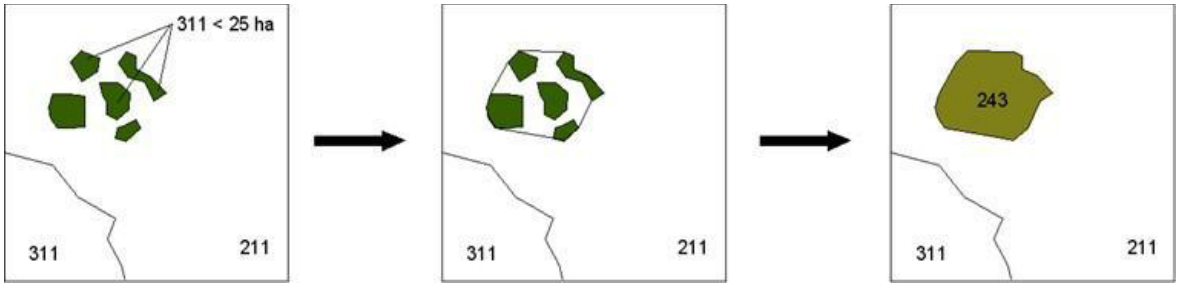
Figura 16 Situación 14. Mosaico de pastos y cultivos



Fuente: SINCHI, 2015

Situación 15: El mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales o semi-naturales es una mezcla de tierras agrícolas con presencia de pequeñas áreas naturales o semi-naturales, incluyendo cuerpos de agua y humedales, con áreas menores a 25 ha, que ocupen entre 25% y 75%. En la Figura 17 se presenta una situación de agregación y de delimitación de espacios naturales (311 < 25 ha) ubicado dentro de un polígono de cultivos (211 ≥ 25 ha).

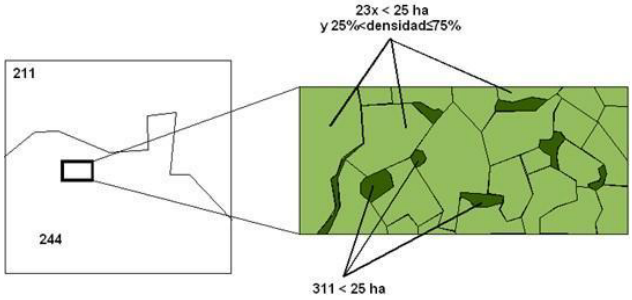
Figura 17 Situación 15. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales



Fuente: SINCHI, 2015

Situación 16: El mosaico de pastos con espacios naturales corresponde a una mezcla de pastos con una superposición de fragmentos de bosque (Ver Figura 18)

Figura 18 Situación 15. Mosaico de pastos con espacios naturales

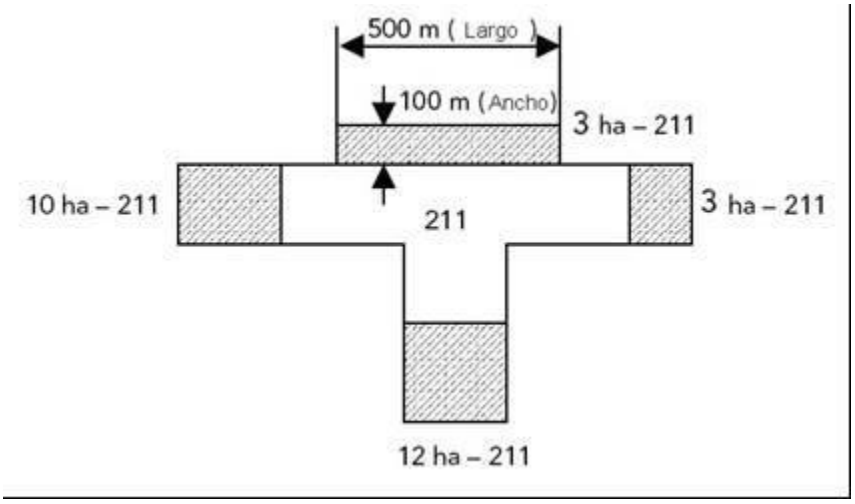


Fuente: SINCHI, 2015

c. Reglas de reinterpretación

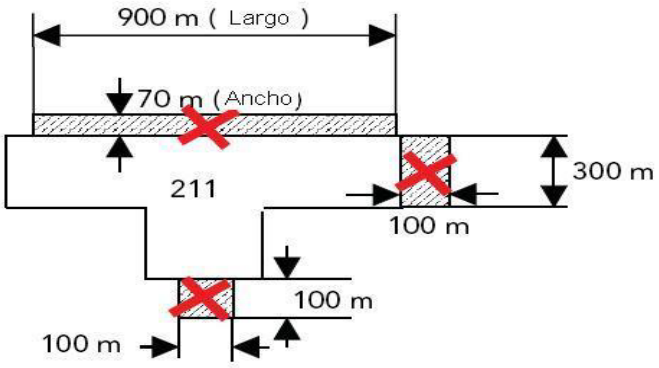
Los criterios para la generación de cambios son que el área de cambio tenga un área de al menos 3 hectáreas y que tenga un ancho de por lo menos 100 metros (Figura 19). Esto significa que no todos los cambios detectados visualmente serán interpretados, esto con el fin de producir resultados homogéneos. (Figura 20)

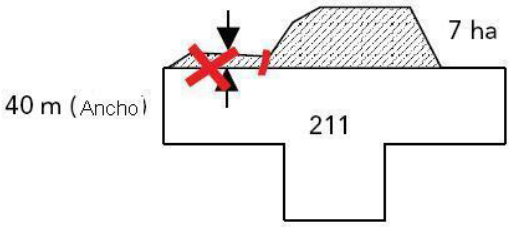
Figura 19 Cambios que deben ser interpretados (Área de cambio mayor a 3 ha y con ancho mayor a 100m).



Fuente: (Büttner, Feranec, y Jaffrain, 2002)

Figura 20 Cambios que NO deben ser interpretados (Área de cambio menor a 3 ha ó con ancho menor a 100 m)

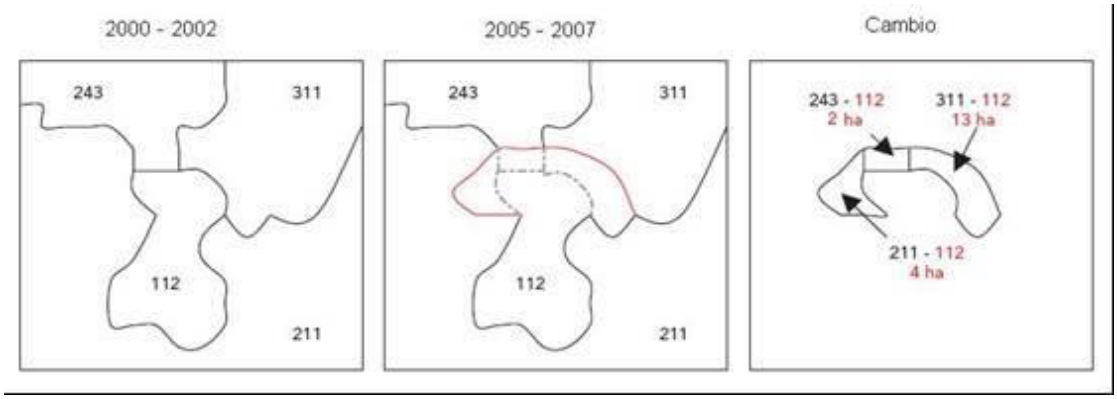




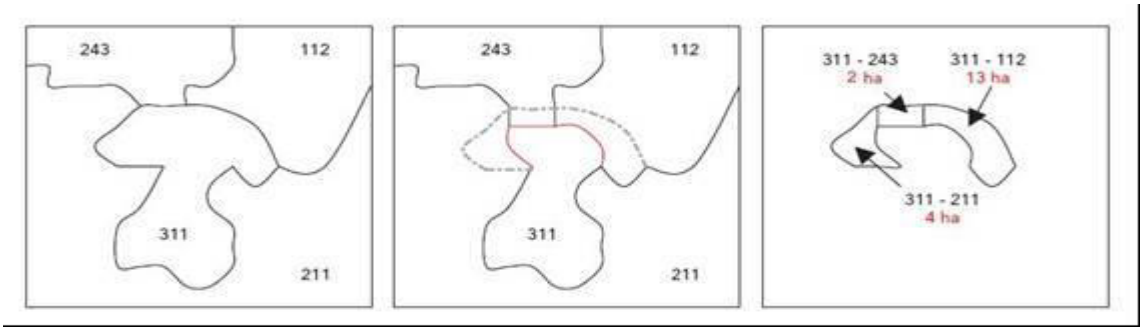
Fuente: (Büttner, Feranec, y Jaffrain, 2002)

Los cambios de menos de 3 ha sólo se tendrán en cuenta si existe una continuidad de cambios que conformen un polígono con el mismo cambio de por lo menos 3 ha (Figura **21**).

Figura 21 Ejemplos de cambios menores a 3 ha que deben ser interpretados.



Ejemplo 1.



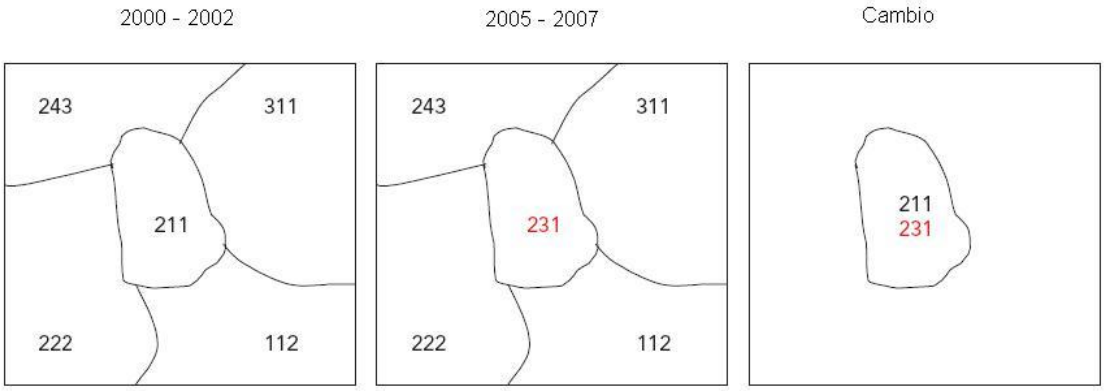
Ejemplo 2.

in

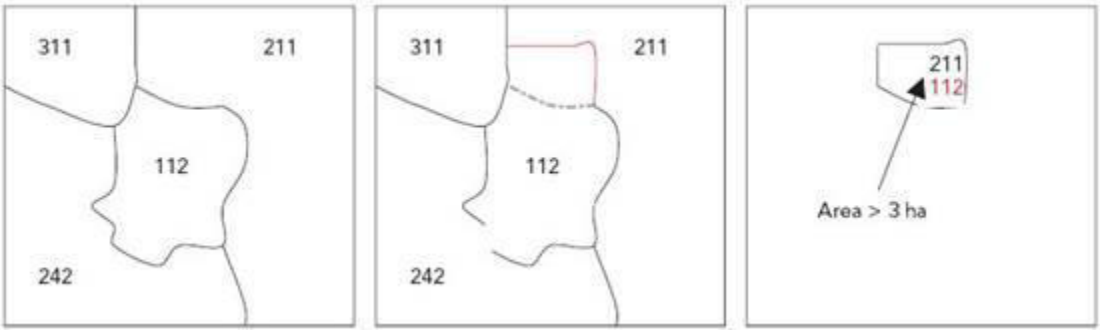
Fuente: (Büttner, Feranec, y Jaffrain, 2002)

En el caso de un nuevo polígono (no presente en la línea base) se debe cumplir el mismo criterio de la interpretación inicial, es decir polígonos de por lo menos 25 ha (o 5ha si es un territorio artificializado) y un mínimo de 100 m de ancho (si es una cobertura lineal). En la Figura 22, se muestran varios ejemplos de cambios que deben ser interpretados.

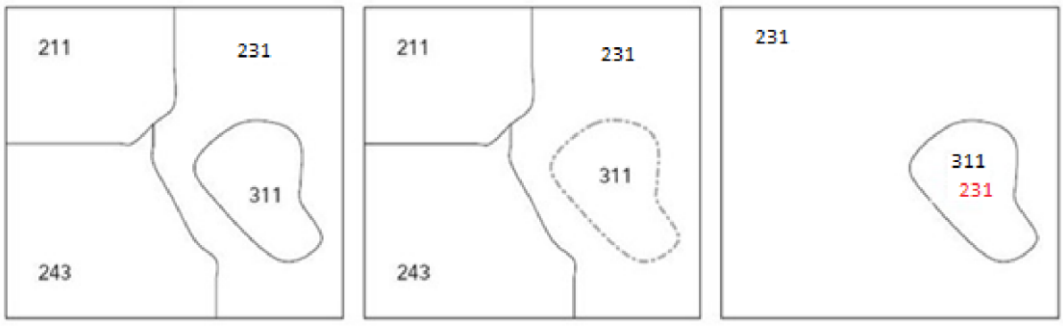
Figura 22. Ejemplos de cambios que deben ser interpretados



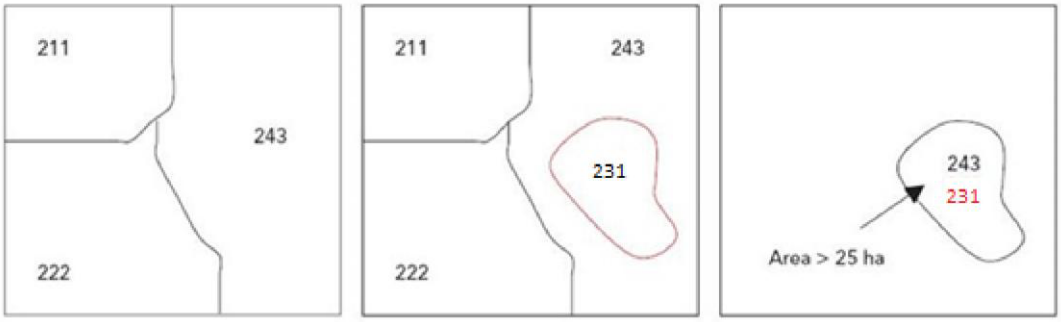
Ejemplo 1.



Ejemplo 2.



Ejemplo 3.



Ejemplo 4.

Ejemplo 1: Actualización de un polígono que cambia de cobertura, pero conserva su geometría.

Ejemplo 2: Área de intercambio entre dos polígonos (Área de cambio mayor a 3 ha).

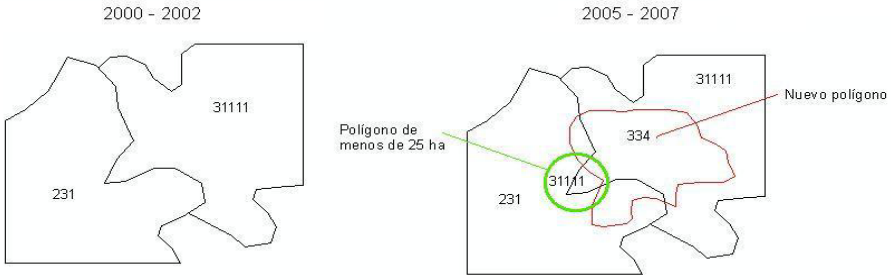
Ejemplo 3: Polígono que desaparece en la actualización

Ejemplo 4: Nuevo polígono en la actualización (Mayor a 25 ha o 5 ha según aplique, ancho mínimo de 100 mts si es lineal).

Fuente: (Büttner, Feranec, y Jaffrain, 2002)

Por otro lado, si el tamaño real de un polígono resulta al final de hacer la actualización con sus vecinos ser inferior a 25 ha será eliminado y asignado al vecino adyacente que tenga la mayor prioridad según la tabla de prioridades (debe tenerse en cuenta que para el caso de territorios artificializados, el área mínima es de 5 ha, por lo que no se registraría uno nuevo, si su área fuera de 3 ha y 25 metros, siguiendo el ejemplo), tal como se muestra en la Figura 23.

Figura 23 Ejemplo de generación de polígonos menores a 25 ha durante la actualización.



Fuente: SINCHI, 2015

2.1.8. Normas, especificaciones o reglas de validación, consistencia e imputación

Las especificaciones de validación y consistencia cuentan con rangos y valores válidos de cada variable en la estructura de la base de resultados que se diseña y entrega para la base de datos de divulgación, los cuales se encuentran adjuntos en el anexo 2 (Reglas de Validación) del presente documento metodológico, con el objetivo de que el usuario tenga a conocimiento de su estructura y diseño.

Por el carácter de la información de esta operación estadística, no se lleva a cabo imputación de datos

Debido a que la información que se obtiene inicialmente son imágenes, para el proceso de recolección se tienen en cuenta una serie de aspectos, que son importante para la interpretación y la revisión de las imágenes, de donde se hace la toma de información para el monitoreo tales como:

- ✓ Fecha de Captura de la Imagen
- ✓ Porcentaje de Cobertura de nubes
- ✓ Valor máximo admisible
- ✓ La imagen no debe presentar desplazamientos
- ✓ La composición de las bandas
- ✓ Delimitación de los polígonos
- ✓ Establecer que polígonos si pueden aceptar
- ✓ Codificación temática

De acuerdo con lo anterior, se han definido una serie de protocolos para el control de calidad en cuanto al proceso de descarga, procesamiento, interpretación y reinterpretación de las imágenes, consolidación y validación del mapa.

Adicionalmente, con el fin de establecer el área actualizada del mapa de coberturas de la tierra, y a su vez el área imputada del mismo, se diseñó el indicador Porcentaje Área Actualizada Mapa de Coberturas – PAAM. El indicador representa el porcentaje total de las coberturas que realmente fueron actualizadas en el periodo determinado por ausencia de nubes. El valor restante de este indicador, para completar el 100%, se considera la estimación de imputación del mapa de coberturas, es decir donde el mapa no fue actualizado por ausencia de información por nubes, y por lo tanto, se mantienen las coberturas de la tierra provenientes de la capa del periodo inmediatamente anterior.

Es importante aclarar al usuario que el porcentaje de No Respuesta es imputado del mapa de coberturas del periodo inmediatamente anterior. Por lo tanto, sobre estas áreas no se tiene certeza si hubo cambio o no en las coberturas de la tierra para ese periodo. El usuario puede identificar fácilmente estas áreas en el mapa de coberturas mediante el atributo “CAMBIO” cuando este tenga un valor de 6. En general, el porcentaje imputado del mapa de coberturas para la región es muy bajo y por lo tanto su impacto en las estadísticas es mínimo. Sin embargo, para otras Unidades Espaciales de Referencia más detalladas, como por ejemplo municipios, el porcentaje de No Respuesta si puede tener un mayor impacto en los análisis estadísticos.

2.1.9. Cálculo de ponderadores

En el proceso para determinar coberturas de la tierra se puede llegar a manejar un proceso de ponderación de la clasificación debido a la presencia de nubes en las imágenes de satélite del periodo de referencia en zonas, donde por sus condiciones climáticas, es difícil conseguir imágenes con las características necesarias para el correcto desarrollo de la Operación Estadística. Es por eso que en algunos casos puede presentarse un pequeño porcentaje (%) de No Respuesta en las coberturas de la tierra y que por lo tanto, estas áreas deben ser imputadas del mapa de coberturas del periodo anterior donde no se hayan presentado estos vacíos de información.

El porcentaje (%) de No Respuesta está dado por la diferencia entre el resultado dado en el indicador del Porcentaje (%) del área actualizada del Mapa de Coberturas (PAAMC) y el 100% del área de la región Amazónica colombiana. Por ejemplo, para el año 2018 se obtuvo un porcentaje de área actualizada del mapa de coberturas de la tierra del 98,17%, por lo tanto, el porcentaje de No Respuesta sería del 1,83%. Este porcentaje corresponde al mismo valor correspondiente a la estimación de imputación del mapa de coberturas.

Es importante aclarar al usuario que el porcentaje de No Respuesta es imputado del mapa de coberturas del periodo inmediatamente anterior. Por lo tanto, sobre estas áreas no se

tiene certeza si hubo cambio o no en las coberturas de la tierra para ese periodo. El usuario puede identificar fácilmente estas áreas en el mapa de coberturas mediante el atributo "CAMBIO" cuando este tenga un valor de 6. En general, el porcentaje imputado del mapa de coberturas para la región es muy bajo y por lo tanto su impacto en las estadísticas es mínimo. Sin embargo, para otras Unidades Espaciales de Referencia más detalladas, como por ejemplo municipios, el porcentaje de No Respuesta si puede tener un mayor impacto en los análisis estadísticos.

2.1.10. Nomenclaturas y clasificaciones utilizadas

a) **Nomenclatura de corporaciones:** se describe la unidad espacial de referencia de Corporaciones Autónomas Regionales o de Desarrollo Sostenible, la cual es diseñada por el Instituto SINCHI y es usada en la operación estadística para la generación de resultados por Corporación Autónoma, sólo se utiliza la sigla de la entidad, las cuales se describen en la Tabla 1.

Tabla 1 Nomenclatura Corporaciones

SIGLA	NOMBRE
Corpoamazonia	Corporación para el Desarrollo sostenible del Sur de la Amazonia
Cormacarena	Corporación para el Desarrollo sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena
CDA	Corporación para el Desarrollo sostenible del Norte y el Oriente Amazónico
Corporinoquia	Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia
CRC	Corporación Autónoma Regional del Cauca
Corponariño	Corporación Autónoma Regional de Nariño

Fuente: SINCHI, 2019

b) **Leyenda Nacional:** hace referencia a la clasificación empleada para la representación de las unidades de cobertura de la tierra que han sido interpretadas, esta leyenda surge de una adaptación inicial de la Leyenda CORINE Land Cover– CLC original propuesta

para Europa, la cual es utilizada para estudios de cobertura en el IDEAM, IGAC, UAESPNN, SINCHI (IDEAM, 2010).

La codificación Corine Land Cover utilizada para las coberturas de la tierra identificadas en la operación estadística *Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana,* se describen en la tabla 2.

Tabla 2 Leyenda Corine Land Cover, adaptada para Colombia

CÓDIGO	COBERTURAS
111	Tejido urbano continuo
112	Tejido urbano discontinuo
121	Zonas industriales o comerciales
124	Aeropuertos
131	Zona de extracción minera
1312	Explotación de hidrocarburos
211	Otros cultivos transitorios
2121	Arroz
2232	Palma de aceite
2242	Cultivos y árboles plantados
231	Pastos limpios
232	Pastos arbolados
233	Pastos enmalezados
241	Mosaico de cultivos
242	Mosaico de pastos y cultivos
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
244	Mosaico de pastos con espacios naturales
245	Mosaico de cultivos con espacios naturales

CÓDIGO	COBERTURAS
31111	Bosque denso alto de tierra firme
311121	Bosque denso alto inundable heterogéneo
311123	Palmar
31121	Bosque denso bajo de tierra firme
31122	Bosque denso bajo inundable
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos
3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
314	Bosque de galería y ripario
315	Plantación forestal
321111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado
321112	Herbazal denso de tierra firme arbolado
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos
321121	Herbazal denso inundable no arbolado
321122	Herbazal denso inundable arbolado
32121	Herbazal abierto arenoso
32122	Herbazal abierto rocoso
3221	Arbustal denso
32222	Arbustal abierto mesófilo
323	Vegetación secundaria o en transición
331	Zonas arenosas naturales
332	Afloramientos rocosos
333	Tierras desnudas y degradadas
334	Zonas quemadas

CÓDIGO	COBERTURAS
411	Zonas pantanosas
511	Ríos (50 m)
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales
5143	Estanques para acuicultura continental
99	Sin información
	Diferencia de límites

Fuente: SINCHI, 2019

c) **Leyenda unificada del SINCHI**: hace referencia a la clasificación empleada para la representación de las unidades de cobertura de la tierra que han sido interpretadas a escala 1:25.000, esta leyenda surge de una adaptación inicial de la Leyenda CORINE Land Cover– CLC con un proceso de adaptación por parte del SINCHI, la cual comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, servicios y recreativos, la leyenda se presenta como anexo al presente documento. (SINCHI. 2017). (Se encuentra en el anexo 1 de este documento)

d) **División Político-Administrativa de Colombia (DIVIPOLA):** estándar nacional para la codificación de entes territoriales, divisiones administrativas. El objeto primordial de tener la totalidad de estos inventariados consiste en la posibilidad de tenerlos identificados y poder realizar procesamiento e intercambio de información, la cual es usada en la operación estadística en la generación de resultados. (DANE, 2024)[1]

e) **Paisaje:** dentro de los análisis de las coberturas se ha establecido clasificar las coberturas de la tierra en la Amazonia de acuerdo al paisaje el cual puede ser llanura y planicie.

f) **Estado legal del Territorio:** para establecer el estado legal del territorio de cada una de las coberturas y teniendo en cuenta fuentes oficiales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, IDEAM, Parques Nacionales Naturales; y los actos

[1] DANE. (n.d.). Datos geoestadísticos. Geoportal DANE. Recuperado de https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/datos-geoestadisticos/?cod=112

administrativos como Leyes, Decretos ley, Acuerdos, Resoluciones, se establece el estado legal del territorio como se describe la tabla 3.

Tabla 3 Tipo de estados legales del territorio

Categoría	
	Parques Nacionales Naturales
	Reserva Nacional Natural
	Santuario de Flora
	Santuario de Flora y Fauna
	Parque Natural Regional
	Área de Recreación
	Reserva Forestal Protectora Regional
	Reserva Forestal Protectora Nacional y Resguardo Indígena
	Parques Nacionales Naturales y Resguardo Indígena
	Reserva Nacional Natural y Resguardo Indígena
	Santuario de Flora y Resguardo Indígena
	Reserva Forestal de la Amazonia
	Reserva Forestal Central
	Reserva Forestal Protectora Nacional
	Reserva Forestal Protectora
	Reserva Forestal Protectora Regional y Resguardo Indígena
	Distrito de Conservación de Agua y Suelo
	Distrito de Manejo Integrado
	Reserva Natural de la Sociedad Civil
	Resguardo Indígena
	Tierras de las comunidades negras
	Sustracción
	Otras Figuras

Fuente: Sinchi, 2019

2.2. DISEÑO ESTADISTICO

La Operación Estadística que se desarrolla es de tipo Censo, donde se investiga y se analiza el comportamiento del monitoreo de la cobertura de la tierra en la Amazonia Colombiana.

2.2.1. Componentes básicos del diseño estadístico

A continuación, se detallarán los elementos que la operación estadística contempla en su diseño estadístico:

2.2.2. Unidades estadísticas

2.2.2.1 Unidad de Observación

La Unidad de Observación se define como el **polígono vectorial** cuya área mínima la define el área mínima cartografiable establecida en la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia y está subdividida según el periodo interpretado y la escala que se ha definido para el monitoreo y seguimiento, así:

1) Escala 1:100.000

Área mínima Unidad de Observación Interpretación Línea Base de Coberturas de la Tierra.

La línea base de coberturas de la tierra está definida en el año 2002, para este caso el área mínima cartografiable de la unidad de observación está definida como muestra la Tabla 3.

Tabla 4. Área mínima Unidad de Observación Interpretación Línea Base de Coberturas de la Tierra a escala 1:100.000

Tipo de Cobertura	Área Mínima Unidad de Observación
Coberturas de la Tierra excepto Territorios Artificializados	25 ha
Territorios Artificializados (1)	5 ha
Elementos lineales que pueden ser representados como polígonos	50 m (ancho)

Fuente: SINCHI, 2019

2) Escala 1:25.000

Área mínima Unidad de Observación Interpretación Línea Base de Coberturas de la Tierra.

La línea base de coberturas de la tierra está definida de acuerdo con la última interpretación a escala 1:100.000, para este caso el área mínima cartografiable de la unidad de observación está definida como muestra la Tabla 5.

Tabla 5 Área mínima Unidad de Observación Interpretación a escala 1:25.000

Tipo de Cobertura	Área Mínima Unidad de Observación
Área mínima cartografiable	1,5 ha
Territorios Artificializados	0.3 ha
Elementos lineales que pueden ser representados como polígonos	25 m (ancho)

Fuente: SINCHI, 2024

a. Área mínima Unidad de Observación Reinterpretación de la Línea Base de Coberturas de la Tierra.

Una vez está establecida la línea base, la información para los periodos posteriores de monitoreo se basa en la reinterpretación de dicha línea base. Para este caso, la unidad mínima cartografiable de la unidad de observación para la generación de un nuevo polígono sigue siendo como lo presenta la Tabla 4 y 5. Sin embargo, para cambiar una unidad de observación presente en la línea base es decir un polígono, al área adicional identificada, debe cumplir con un área mínima de 3 hectáreas y un ancho de 100 metros (Ver Diseño Temático y Metodológico)

2.2.2.2 Unidad de Análisis

La Unidad de Análisis está definida como las Unidades Espaciales de Referencia (UER) que se abordan dentro de la Operación Estadística de **Coberturas de la Tierra** de la Amazonia colombiana a escala definida y es sobre la cual se generan y presentan los resultados, Las UER comprenden diferentes aproximaciones como son: región, departamentos, municipios y áreas no municipalizadas, Corporaciones Autónomas Regionales o de Desarrollo Sostenible, figuras del Estado Legal del Territorio y paisajes. Actualmente la operación estadística identifica los diferentes tipos de coberturas de la tierra

a escalas 1:100.000[2] y 1:25.000 cuya distribución se presenta a lo largo de todo el Marco Estadístico en la Figura 24 y el valor de cada unidad de análisis en la Tabla 4.

Tabla 6 Leyenda Mapa de coberturas de la tierra identificadas en la Amazonia colombiana. Año 2018. Escala 1:100.000

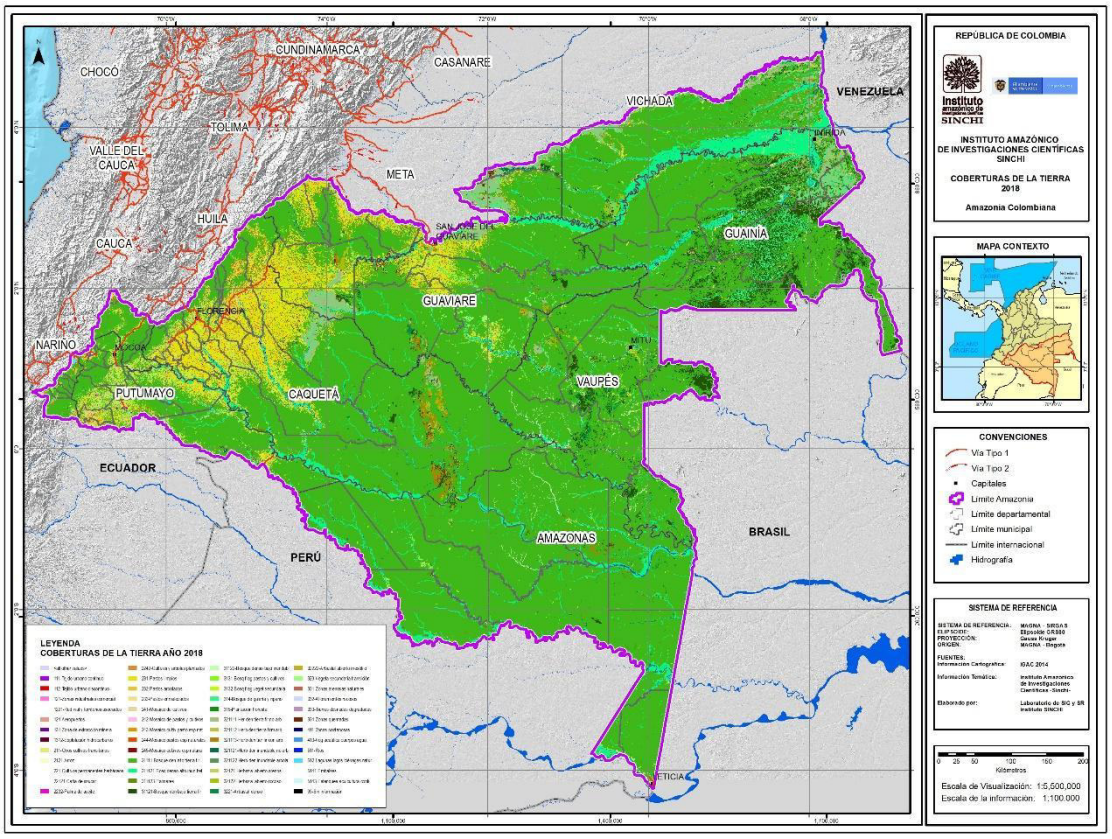
CÓDIGO	COBERTURAS	Área (km²)	%
111	Tejido urbano continuo	67,9	0,01
112	Tejido urbano discontinuo	45,3	0,01
121	Zonas industriales o comerciales	4,7	0,00
124	Aeropuertos	10,6	0,00
131	Zona de extracción minera	2,7	0,00
1312	Explotación de hidrocarburos	1,7	0,00
211	Otros cultivos transitorios	6,3	0,00
2121	Arroz	45,9	0,01
2232	Palma de aceite	54,5	0,01
2242	Cultivos y árboles plantados	0,4	0,00
231	Pastos limpios	25.026,3	5,18
232	Pastos arbolados	8,2	0,00
233	Pastos enmalezados	2.101,1	0,43
241	Mosaico de cultivos	11,1	0,00
242	Mosaico de pastos y cultivos	721,3	0,15
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	3.584,8	0,74
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	6.395,4	1,32
245	Mosaico de cultivos con espacios naturales	8,2	0,00
31111	Bosque denso alto de tierra firme	338.886,0	70,14
311121	Bosque denso alto inundable heterogéneo	34.223,7	7,08
311123	Palmares	1.557,6	0,32
31121	Bosque denso bajo de tierra firme	15.780,6	3,27
31122	Bosque denso bajo inundable	2.028,7	0,42
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	1.233,7	0,26
3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	3.770,2	0,78
314	Bosque de galería y ripario	5.368,1	1,11
315	Plantación forestal	5,6	0,00

[2] Dependiendo del año el número de tipo de coberturas puede variar

321111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	9.873,9	2,04
321112	Herbazal denso de tierra firme arbolado	1.080,8	0,22
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2.717,9	0,56
321121	Herbazal denso inundable no arbolado	1.386,0	0,29
321122	Herbazal denso inundable arbolado	510,0	0,11
32121	Herbazal abierto arenoso	564,7	0,12
32122	Herbazal abierto rocoso	1.149,3	0,24
3221	Arbustal denso	2.075,0	0,43
32222	Arbustal abierto mesófilo	447,7	0,09
323	Vegetación secundaria o en transición	15.571,2	3,22
331	Zonas arenosas naturales	293,7	0,06
332	Afloramientos rocosos	1,2	0,00
333	Tierras desnudas y degradadas	0,8	0,00
334	Zonas quemadas	832,0	0,17
411	Zonas pantanosas	241,6	0,05
511	Ríos (50 m)	4.991,3	1,03
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	386,2	0,08
5143	Estanques para acuicultura continental	2,1	0,00
99	Sin información	0,0	0,00
	Diferencia de límites	88,0	0,02
Total		483.164	100,00

Fuente: SINCHI, 2019

Figura 24 Mapa de coberturas de la tierra año 2018 – Amazonia colombiana



Fuente: SINCHI, 2019

2.2.2.3 Universo de estudio

Abarca las coberturas de la tierra que están presentes en la Amazonía colombiana continental; que de acuerdo con el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI abarca 483.164 km2 (Figura 25).

Figura 25 Ubicación y Límite Amazonia colombiana

Fuente: SINCHIi, 2017

La delimitación de la Amazonia colombiana, definida por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, contempla los siguientes aspectos biogeográficos: *"partiendo desde la desembocadura del río Vichada en el Orinoco, siguiendo su vega (orilla sur), para luego con rumbo suroeste, pasar por los nacimientos de los ríos Uvá, Iteviare y Siare, hasta llegar a la boca del Caño Jabón en el río Guaviare y, Guaviare arriba hasta encontrar el río Ariari. Se sigue aguas arriba el río Ariari hasta la boca del Güejar y por este último aguas arriba hasta encontrar el río Sanza y siguiendo este hasta su nacimiento. Desde este punto en línea recta con dirección occidente hasta encontrar el río Guayabero, el cual se sigue hasta su nacimiento en el Cerro Triunfo. A partir del Cerro Triunfo se sigue dirección sur la divisoria de los ríos amazónicos hasta la frontera con Ecuador. El polígono se cierra siguiendo los limites internacionales amazónicos con Ecuador, Perú, Brasil y Venezuela, hasta encontrar la desembocadura del río Vichada en el río Orinoco"* (SIAT-AC, 2019).

Por parte de la división político administrativa comprende los territorios completos de seis departamentos: Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés, y una fracción de los siguientes cuatro: Vichada (sur del municipio de Cumaribo); Meta (territorio

completo de La Macarena y fracción de los municipios de Mapiripán, Mesetas, Uribe, Puerto Concordia, Puerto Gaitán, Puerto Rico, San Juan de Arama y Vistahermosa); Cauca (fracción del municipio de San Sebastián y el territorio completo de Piamonte y Santa Rosa); y Nariño (fracción de los municipios de Córdoba, Funes, Ipiales, Pasto, Potosí y Puerres) (SINCHI, 2016).

Adicionalmente, el universo de estudio se encuentra definido por el conjunto de polígonos que conforman el Mapa de Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana a escala 1:100.000 y 1:25.000 y los polígonos resultantes del proceso de sobreposición cartográfica entre las capas permite generar el análisis multitemporal del cambio de coberturas.

2.2.2.4 Población Objetivo

a) Escala 1:100.000

El 100% de las coberturas de la tierra presentes en la Amazonia Colombiana y a escalas 1:100.000 en el área continental de la Amazonia colombiana, que de acuerdo con el Instituto Amazónico de Investigaciones científicas SINCHI corresponde a 483.164 km^2 (Figura 25), lo que cubre el 23.3% del total del territorio colombiano (incluida la parte marítima) y 42.3% de sólo la parte continental del país (SIAT-AC, 2019).

La Población Objetivo de la presente operación estadística, excluye cualquier área fuera de la Amazonia colombiana.

b) Escala 1:25.000

Corresponde a todas las coberturas que presentan una mayor transformación de cobertura en el tiempo de acuerdo con el ultimo monitoreo realizado de manera bianual con la escala 1:100.000. teniendo en cuenta que cumpla los siguientes criterios:

- Sea de interés para algún proyecto relacionado con el monitoreo ambiental en la Amazonia colombiana.
- Permita contar con las fuentes de financiamiento necesarias para su proceso de interpretación y reinterpretación.

La Población Objetivo de la presente operación estadística, excluye cualquier área fuera de la Amazonia colombiana.

2.2.2.5 Marco Estadístico

Los marcos de referencia que permitan ubicar la población objeto de estudio, sin que esto implique la pérdida de precisión y confiabilidad de los datos, es a partir de las imágenes, donde se consideró la partición del territorio de la Amazonia Colombiana en polígonos

vectoriales de acuerdo con la escala que se definido para llevar a cabo el monitoreo de la cobertura, los cuales se convierten en las unidades de observación[3].

Teniendo en cuenta que la cobertura geográfica es la Amazonia colombiana, la cual se concibe como una región en la que se incorporan los conceptos de límites hidrográficos, biogeográficos y políticos administrativos, procurando una aproximación integral sobre los elementos ambientales para el seguimiento, manejo y gestión de la región como una unidad funcional ecosistémica.

La delimitación de la Amazonia colombiana contempla los siguientes puntos: partiendo desde la desembocadura del río Vichada en el Orinoco, siguiendo su vega (orilla sur), para luego, con rumbo suroeste, pasar por los nacimientos de los ríos Uvá, Iteviare y Siare, hasta llegar a la boca del Caño Jabón en el río Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la amazonia colombiana 2006 19 Guaviare y, Guaviare arriba hasta encontrar el río Ariari. Se sigue aguas arriba el río Ariari hasta la boca del Güejar y por este último aguas arriba hasta encontrar el río Sanza y siguiendo este hasta su nacimiento. Desde este punto en línea recta con dirección occidente hasta encontrar el río Guayabero, el cual se sigue hasta su nacimiento en el Cerro Triunfo. A partir del Cerro Triunfo, se sigue en dirección sur la divisoria de los ríos amazónicos hasta la frontera con el Ecuador. El polígono se cierra siguiendo los límites internacionales amazónicos con Ecuador, Perú, Brasil y Venezuela, hasta encontrar la desembocadura del río Vichada en el río Orinoco.

2.2.2.6 Privacidad de la información generada

La información de *Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana* es de carácter público y no tiene ningún proceso de anonimización de datos. Con respecto a los insumos geográficos utilizados como referencia o para difusión de información por diferentes Unidades Espaciales de Referencia (UER), son de entidades públicas cuya información es de uso libre y se describen en la Tabla 7.

Tabla 7 Entidades del Estado proveedoras de información espacial incluida en la Operación Estadística

Capa Geográfica	Entidad	Unidad Proveedora
Límite Amazonia colombiana	Instituto Amazónico de	Laboratorio de Sistemas de Información

[3] Identificados de acuerdo con lo establecido en la unidad de observación para cada una de la escalas que se han determinado para el proceso de monitoreo y seguimiento de las coberturas de la tierra en el área continental de la Amazonia Colombiana.

Capa Geográfica	Entidad	Unidad Proveedora
	Investigaciones Científicas SINCHI	Geográfica y Sensoramiento Remoto (SIGySR)
Límite Departamentales	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Subdirección de Geografía y Cartografía
Límite Municipios y áreas no municipalizadas		
Límite Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible		
Drenajes		
Vías		
Límite Parques Nacionales Naturales	Parques Nacionales Naturales de Colombia	Grupo de Sistemas de Información y Radiocomunicaciones
Límite Estado Legal de Territorio	Varias entidades	Distintos (internet y actos administrativos, entre otros)
Límites de paisajes naturales	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI	Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Sensoramiento Remoto (SIGySR)

Fuente: SINCHI, 2019

2.2.2.7 Variables

Para el caso de las "*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana"*, se identifican las siguientes variables:

a. Cobertura de la Tierra:

Define la presencia de todo elemento ubicado sobre la superficie terrestre (Murcia García, y otros, 2009), delimitado en una unidad de observación (polígono vectorial) y que puede ser clasificado actualmente en 45 tipos diferentes que se muestran en la Tabla 4.

b. Dinámicas de Cambio Multitemporal de las Coberturas

Define los cambios de cada tipo de cobertura de la tierra entre el periodo de monitoreo actual con el anterior. Estas dinámicas de cambio son presentadas por cada uno de los 45 tipos de coberturas de la tierra presentados en la Tabla 4 y en 13 diferentes agrupaciones:

i. Arbustales
ii. Áreas abiertas con poca vegetación
iii. Áreas húmedas
iv. Bosques
v. Cultivos
vi. Cultivos forestales
vii. Fragmentados (Bosques)
viii. Herbazales
ix. Pastizales
x. Superficies de Agua
xi. Territorios artificializados
xii. Tierras degradadas
xiii. Vegetación Secundaria
xiv. TMAPB
xv. TMAP
xvi. TMADB

c. Ubicación geográfica:

La operación estadística tiene en cuenta las coberturas de la tierra presentes en la región Amazónica colombiana delimitada por el Instituto SINCHI y descrita en el numeral

d. Año observado:

Actualmente, el Mapa de Coberturas de la Tierra de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000 es actualizado cada dos años para realizar los correspondientes análisis multitemporales de cambio y para la escala 1:25.000 es actualizado anualmente para realizar los correspondientes análisis multitemporales de cambio.

e. Área:

Corresponde a la superficie de cada uno de los polígonos que conforman el Mapa de Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana a escala de medidas en hectáreas (ha) y en kilómetros cuadrados (km^2).

2.2.2.1 Fuentes de Información

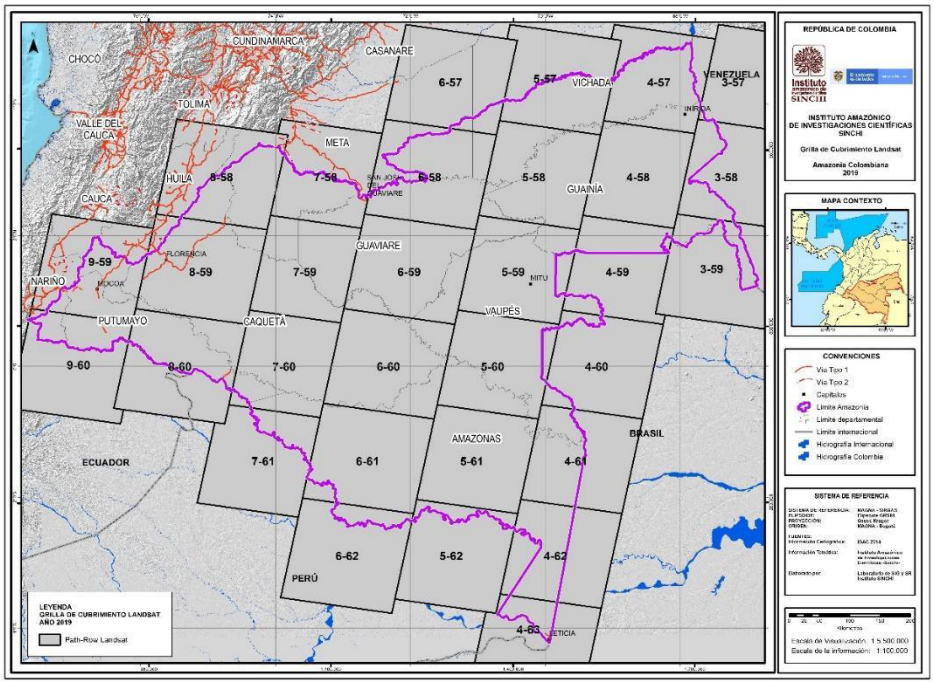
a. Primarias

I. Imágenes de Sensores Remotos

Son la principal fuente de información de la operación estadística. Se obtienen de los sensores LandSAT 5 TM, 7 ETM+ y OLI 8 que se encuentran consignadas en el catálogo del *United States Geological Survey* a través de la plataforma *Earth Explorer (https://earthexplorer.usgs.gov/).* Sin embargo, no se descarta la utilización de otras imágenes de características similares.

Las imágenes se descargan de acuerdo con unas escenas numeradas por fila y columna (Path-Row) en una cuadrícula específica para el sensor LandSAT. Se realiza exclusivamente la descarga archivos digitales en formato raster y nivel de procesamiento GEOTIFF, de las escenas establecidas entre los Path-Row 3-58 al 9-60, la distribución de las escenas del sensor LandSAT que cubren todo el marco estadístico se presentan en la Figura 27.

Figura 27 Distribución escenas imágenes LandSAT en la Amazonia colombiana

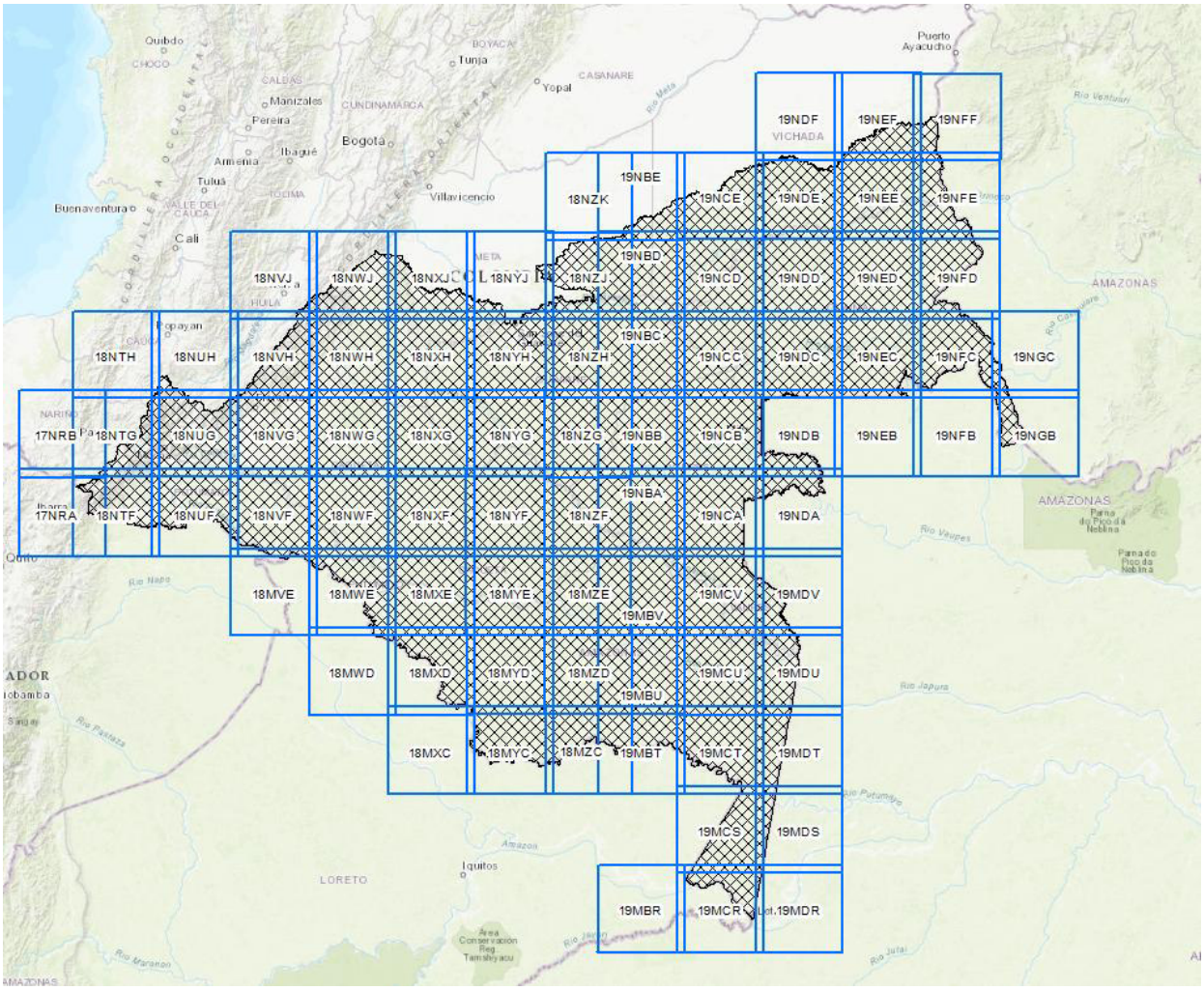


Fuente: SINCHI, 2019

El periodo de análisis para la descarga de imágenes es entre el 1 enero al 30 de diciembre. Debido a las condiciones de nubosidad de la Amazonia colombiana, se pueden descargar imágenes hasta dos meses antes del inicio del año de monitoreo (noviembre y diciembre), pero únicamente en áreas donde la transformación ha sido históricamente baja, principalmente la parte suroriental.

En el caso del mapa de coberturas a escala 1:25000 los insumos utilizados corresponden a imágenes satelitales PLANET SCOPE o SENTINEL 2, las cuales deben corresponder al periodo de interés de análisis. La captura de imágenes Sentinel para la amazonia colombiana se ubica mediante cuadriculas UTM, y se encuentra un total de 82 como se muestra en la figura 28:

Figura 28. cuadrícula UTM (Universal Transverse Mercator).



Fuente: Sinchi, 2025

b. Secundarias

I. Base de datos videos y fotografías de campo

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI en el Laboratorio SIGySR cuenta con fotografías y videos tomados a través de sobrevuelos (tripulados y no tripulados) y recorridos terrestres, los cuales se encuentran georreferenciados y almacenados en la base de datos espacial corporativa. Esta información se utiliza como apoyo a la

interpretación de coberturas cuando se presenta una duda sobre la cobertura presente en la imagen satelital.

II. Herbario Amazónico Colombiano – COAH

Información georreferenciada de las distintas expediciones botánicas realizadas por el Herbario Amazónico Colombiano, se utilizan como apoyo a la interpretación de coberturas de la tierra. Dicha información se encuentra disponible en https://www.sinchi.org.co/coah.

2.1.1.3. Cobertura Geográfica

La cobertura geográfica es regional, abarcando la totalidad de la región amazónica colombiana definida en 483.164 km2, de acuerdo con el límite establecido por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

I. Desagregación geográfica

Para la operación estadística se han definido seis niveles de desagregación geográfica establecidos en Unidades Espaciales de Referencia (UER), que se describen a continuación:

a. Región

Totalidad del área continental de la Amazonia colombiana definida en un área total 483.164 km^2.

b. Departamento

Son las unidades administrativas departamentales, para la región se tienen de manera completa los siguientes: Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés; y de manera parcial están: Cauca, Meta, Nariño y Vichada.

c. Municipios

Son las unidades territoriales locales, en la Amazonia colombiana existen dos: los municipios y los corregimientos departamentales. Para las unidades que se encuentre en alguna frontera de la región y que sólo tienen una parte de su territorio en la Amazonia colombiana, se toma únicamente el territorio amazónico.

a. Desagregación Temática

A nivel temático la información generada a través de las "*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana"* permite conocer tres aspectos: la distribución, la extensión del área y los cambios multitemporales de todas las coberturas de la tierra identificadas por medio de interpretación visual de imágenes de satélite a escalas 1:100.000 y 1:25.000.

Por otro lado, la información también es presentada en tres niveles de desagregación temática, definidos como la Condición del Estado de la Cobertura, que se describen a continuación:

b. Condición Natural

Corresponde a todas aquellas coberturas que no presentan una intervención antrópica aparente a escalas 1:100.000 y 1:25.000. Las unidades que se incluyen en esta clase son: coberturas de Bosques (3.1.), con excepción de 3.1.3. Bosque fragmentado y 3.1.5. Plantación forestal; Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.2.), con excepción de 3.2.3. Vegetación secundaria o en transición; Áreas abiertas, sin o con poca vegetación (3.3.) con excepción de 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas y 3.3.4. Zonas quemadas.

c. Condición Seminatural

Son aquellas coberturas que presentan una intervención humana incipiente o que están en un estado de recuperación natural intermedio. Específicamente se seleccionan como coberturas seminaturales, las siguientes: Bosque fragmentado (3.1.3), Vegetación secundaria o en transición (3.2.3), Tierras desnudas y degradadas (3.3.3) y Zonas quemadas (3.3.4). Una característica de los bosques fragmentados es que conservan en más del 70% la cobertura boscosa, siendo la deforestación menor al 30% distribuida homogéneamente dentro de la unidad, en parches menores a 25 hectáreas. Para el caso de la vegetación secundaria, se trata de coberturas que llevan un proceso de sucesión intermedio después de haber sido intervenidas por el hombre.

d. Condición Transformada o Antrópica

Corresponden a las coberturas de origen antrópico, zonas alteradas por las actividades humanas. Dentro de la leyenda de coberturas se clasifican principalmente como Territorios artificializados (1) y Territorios agrícolas (2); no obstante, también se incluyen unidades como Plantación forestal (3.1.5).

e. Corporación Autónoma Regional (CAR) o de Desarrollo Sostenible (CDS)

Delimita el territorio exclusivamente que pertenece a la región amazónica colombiana sobre el cual hace gestión cada Corporación ya sea Autónoma Regional -CAR o de Desarrollo sostenible -CDS; las Corporaciones de Amazonia y los departamentos que las integran son: Corporación para el Desarrollo Sostenible el Sur de la Amazonia -Corpoamazonia (Amazonas, Caquetá y Putumayo), Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico – CDA (Guainía, Guaviare y Vaupés), Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena –Cormacarena (Meta), Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia –Corporinoquia (Vichada), Corporación Autónoma

Regional del Cauca –CRC (Cauca) y Corporación Autónoma Regional de Nariño – Corponariño (Nariño).

f. Paisaje

Son dos las unidades en las que se subdivide la región, Planicie o llanura y Montaña, la primera se localiza por debajo de los 500 msnm cubre 458.104 km^2, y la Montaña está por encima de los 500 msnm y cubre 25.060 km^2, se hace esta división para evidenciar cambios de manera diferencial entre las dos unidades, teniendo en cuenta que en cada una ocurren procesos y dinámicas ambientales particulares, pero igualmente importantes.

g. Estado Legal del Territorio

Hace referencia a las figuras actuales de ordenamiento legal del territorio, como Parques y Reservas Nacionales Naturales, Resguardos Indígenas, Reserva Forestal (Ley 2ª de 1959), Zona sustraída a la reserva forestal, Distrito de Manejo Integrado -DMI, Distrito de Conservación de Agua y Suelo -DCAS.

2.2.3. Periodo de referencia

1) Escala 1:100.000

El periodo de tiempo del monitoreo de la cobertura de la tierra de la Amazonia colombiana es de dos años. Por ejemplo; si la operación estadística se ejecuta en el año 2024, los análisis multitemporales se realizan entre el año 2022 a 2024.

2) Escala 1:25.000

Al periodo del año inmediatamente anterior a la fecha de difusión del monitoreo. Por ejemplo; si la operación estadística se ejecuta en el año 2024, los análisis multitemporales se realizan entre el año 2023 a 2024

2.2.4. Periodo de Recolección

1) Escala 1:100.000

La recolección de la información se lleva a cabo durante un año, en el periodo comprendido entre los meses de enero a diciembre.

1) Escala 1:25.000

La recolección de la información se lleva a cabo durante un año, en el periodo comprendido entre los meses de enero a diciembre.

2.2.5. Ajustes de cobertura

La recolección de la información se hace exclusivamente a través de imágenes de satélite con esta fuente de información primaria se podría llegar a tener un área sin datos por la nubosidad que afecta directamente al sensor remoto y para el caso de la escala 1:100.000 se debe hacer establecer acciones para los ajustes de cobertura.

Por lo anterior, a continuación, se describen los ajustes en los casos que la presencia de nubes no permita la captura de información, con el fin de tener un cubrimiento total de las áreas a interpretar en la Amazonia colombiana.

Caso 1: Descarga de imágenes en un periodo de tiempo diferente

El primer caso puede presentarse cuando al descargar imágenes para un bloque asignado, se detecta un cubrimiento por nubes de la mejor imagen encontrada superior al 4%. En este caso, la recomendación es realizar la descarga de otras imágenes de fechas no superiores a un mes antes o un mes después de la fecha de la imagen inicial que, aunque el cubrimiento por nubes de estas sea superior al 4%, permitan visualizar las áreas con nubes de la primera imagen.

Caso 2: No hay ajuste por no respuesta en el Caso 1[4]

El segundo caso se presenta cuando no se consiguen imágenes con estas características de tiempo. En este caso se debe buscar imágenes más recientes dentro del periodo de tiempo de estudio (año de monitoreo de las coberturas, p.e. 2018), sin importar la fecha de captura pero que permitan llenar esos vacíos de información y en caso de encontrarse aprobado el bloque de interpretación, debe realizarse una segunda reinterpretación específicamente del área de nubes y pasar nuevamente los controles de calidad correspondientes.

2.3. DISEÑO DE LA RECOLECCIÓN

Se detalla a continuación el proceso para llevar a cabo el proceso de recolección de información.

2.3.1. Sensibilización de la fuente

Debido a que la fuente de información de la Operación Estadística corresponde a las coberturas de la tierra registradas a partir de las imágenes de satélite, no es necesario hacer un trabajo de sensibilización ya que las comunidades locales no intervienen en la toma de información.

[4] **Nota:** el mapa se construyó en el año 2002 y se actualizaron las coberturas que presentaban nubes para 2007. Sin embargo, para cada periodo de monitoreo que se presentan nubes se toma la información del periodo anterior para garantizar una cobertura del 100%.

2.3.2. Esquema de entrenamiento del personal

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI, a través de Sistema de Monitoreo de Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana – SIMCOBA, cuenta con un plan de capacitación que se enfoca en el entrenamiento de los profesionales contratados para la generación de un nuevo periodo de monitoreo y análisis multitemporal, mediante la interpretación de imágenes de satélite de coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana a escalas 1:100.000 y 1:25.000.

El entrenamiento consiste en exponer la metodología sobre la interpretación de coberturas y las actividades involucradas en los procedimientos de control de calidad y los procesos de evaluación de desempeño establecidos, el cual se realiza durante un mes antes de iniciar el periodo de recolección.

Adicionalmente, todo el proceso de capacitación para la interpretación de imágenes se realiza teniendo en cuenta Protocolo de capacitación Código: P10-XXX/XX-01 v.1., en el cual se define todo lo relacionado con la generalidades dela metodología Corín Land Cover adaptada para Colombia y el proceso de monitoreo de coberturas presentando la leyenda que aplica para la escala 1:100.000 y la 1:25.000, insumos satelitales, patrones de interpretación y proceso de interpretación y reinterpretación, así como los controles de calidad y empalmes que son necesarios para llevar a cabo la generación de las capas.

Por otra parte, se cuenta con otros instrumentos que permiten orientar todo el proceso de recolección hasta la fase de procesamiento, los cuales hacen parte del entrenamiento como es el caso de:

- Protocolo de descarga de imágenes
- Protocolo empalmes
- Protocolo para generar los cruces de capas
- Protocolo para generar estadísticas
- Protocolo para el preprocesamiento de imágenes
- Metodología para la Interpretación visual y reinterpretación
- Protocolo de Administración Base de Datos Corporativa
- Protocolo para la administración de la cuenta de ArcGIS online
- Protocolo para la organización de las carpetas del SIG Corporativo
- Protocolos de control de calidad a la interpretación, reinterpretación e interventoría al control de calidad
- Guía de recolección de la información y procesamiento
- Protocolo para el trabajo de campo
- Protocolo para sistematización de fotografías y videos de información de campo
- Control de calidad del Mosaico final

2.3.3. Selección de personal

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI ha establecido un Manual de Funciones en el cual se definen las competencias, los requerimientos en cuanto a experiencia y formación académica para los funcionarios de planta.

De igual manera, para la ejecución técnica de la operación estadística, se realiza la contratación de profesionales a través del modelo de prestación de servicios, cuya selección se rige por el Manual de Contratación del Instituto y los requerimientos de perfil y competencias que se han establecido para el personal involucrado en el desarrollo de la operación estadística.

Para el desarrollo del proceso estadístico se establece un equipo de nueve (9) profesionales, el cual consta de:

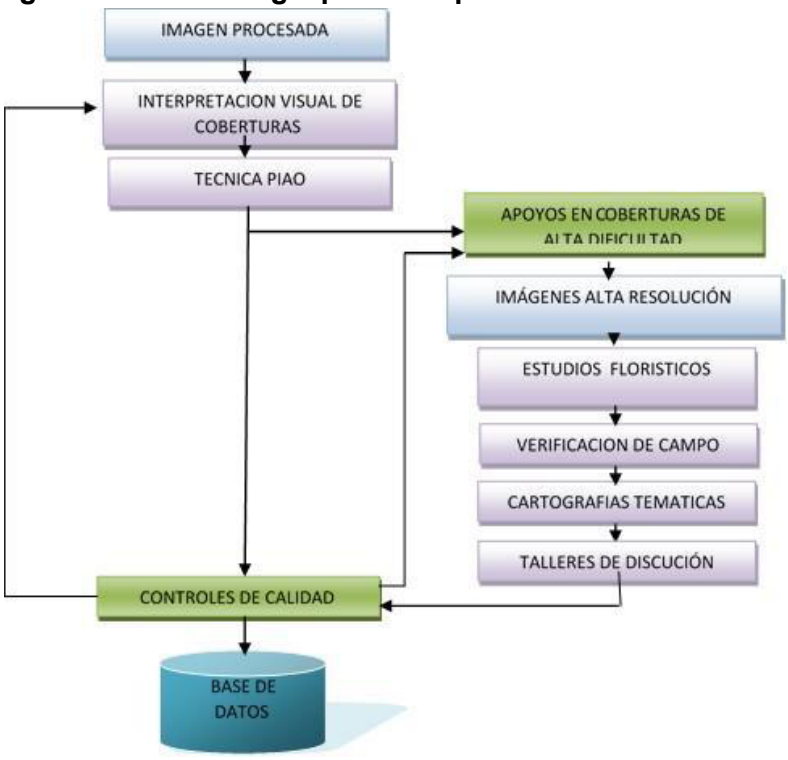
a. Un coordinador encargado de liderar y aprobar todas las actividades concernientes a las etapas de planeación, ejecución, análisis, almacenamiento y difusión de la Operación estadística.
b. Un líder temático encargado de gestionar el desarrollo del componente temático y realizar el seguimiento de los procesos y el desarrollo metodológico, consolidación, validación y publicación de cifras. Así mismo, realizar las acciones de interventoría del proceso de interpretación y/o reinterpretación de coberturas de la tierra a escalas 1:100.000 y :25.000 para garantizar la aplicación de los protocolos y metodologías del Instituto Sinchi, bajo la metodología de la operación estadistica
c. Cuatro profesionales encargados de la realizar la interpretación y/o reinterpretación de coberturas de la tierra a escalas 1:100.000 y 1:25.000, bajo la metodología establecida en la Operación estadística.
d. Un profesional encargado del control de calidad a la interpretación y/o reinterpretación de coberturas de la tierra a escalas 1:100.000 y 1:25.000, bajo la metodología establecida en la operación estadística.
e. Un profesional en ingeniería de sistemas encargado de consolidar cada uno de los bloques que han sido interpretados y/o reinterpretados, y cuentan con el visto bueno por parte del profesional de control de calidad.
f. Líder de sistemas de información corporativa encargado de administrar las licencias, conexiones, procesamiento, almacenamiento y difusión. Así mismo, coordina todos los aspectos concernientes con el proceso de estructuración de los archivos y su almacenamiento, automatización de los procesos de la operación estadística, soporte y gestión de datos.

2.3.4. Esquema Operativo

a. Esquema operativo

Los procesos de generación de información sobre coberturas de la tierra en el Instituto SINCHI se han fundamentado en la interpretación visual en pantalla, siguiendo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, algunos de estos procesos se han mejorado y adaptado dentro del Instituto SINCHI, como lo es la estructuración de la información y los controles de calidad de la información generada. En el siguiente diagrama se representa el esquema operativo general aplicado para la generación de coberturas, el cual consiste en interpretar, digitalizar y capturar las coberturas de forma visual sobre pantalla denominado técnica PIAO[5], apoyados en algunas ocasiones con información adicional de fotografías aéreas, imágenes de alta resolución, las fichas de patrones de coberturas elaboradas por el SINCHI, imágenes de Google Earth, inventarios y estudios florísticos elaborados por el SINCHI, visitas de campo, registros de minería, cultivos de palma, coca, entre otros (Ver Figura 29).

Figura 29 Metodología para interpretación de coberturas.



Fuente: SINCHI, 2015

[5] Photo Interpretation Assisté par Ordinateur

b. Métodos y mecanismos para la recolección

I. **Descarga de Imágenes:** Para elaborar cualquier producción o actualización de datos de coberturas de la tierra se hace necesario la utilización de imágenes satelitales que cuenten con las características necesarias para los resultados que se pretenden alcanzar, en cuanto a la resolución del sensor remoto para la producción de información al nivel de las escalas 1:100.000 y 1:25.000. Para el caso particular de coberturas a esta escala se vienen utilizando imágenes LandSAT que tienen una resolución espacial de 30 metros, tamaño considerado como el adecuado para generar cartografía a esta escala. A continuación, se presenta un cuadro con el tamaño de los pixeles recomendados de acuerdo con la escala:

Figura 30 Pixeles vs Escalas recomendadas

Resolución Espacial	Escala de Trabajo
1 metro	1:2.000
5 metros	1:12.000
10 metros	1:25.000
20 metros	1:50.000
30 metros	1:80.000
80 metros	1:200.000
1.000 metros	1:1.500.000

Fuente: www.gsp-peru.com

Las imágenes LandSAT 8 a utilizar pueden ser consultadas y descargadas en forma libre, consultando la página: http://glovis.usgs.gov/ o http://earthexplorer.usgs.gov/.

Toda la información se expone en el Protocolo para Descarga imágenes v3. Código: P10-026/03-01 v.1.

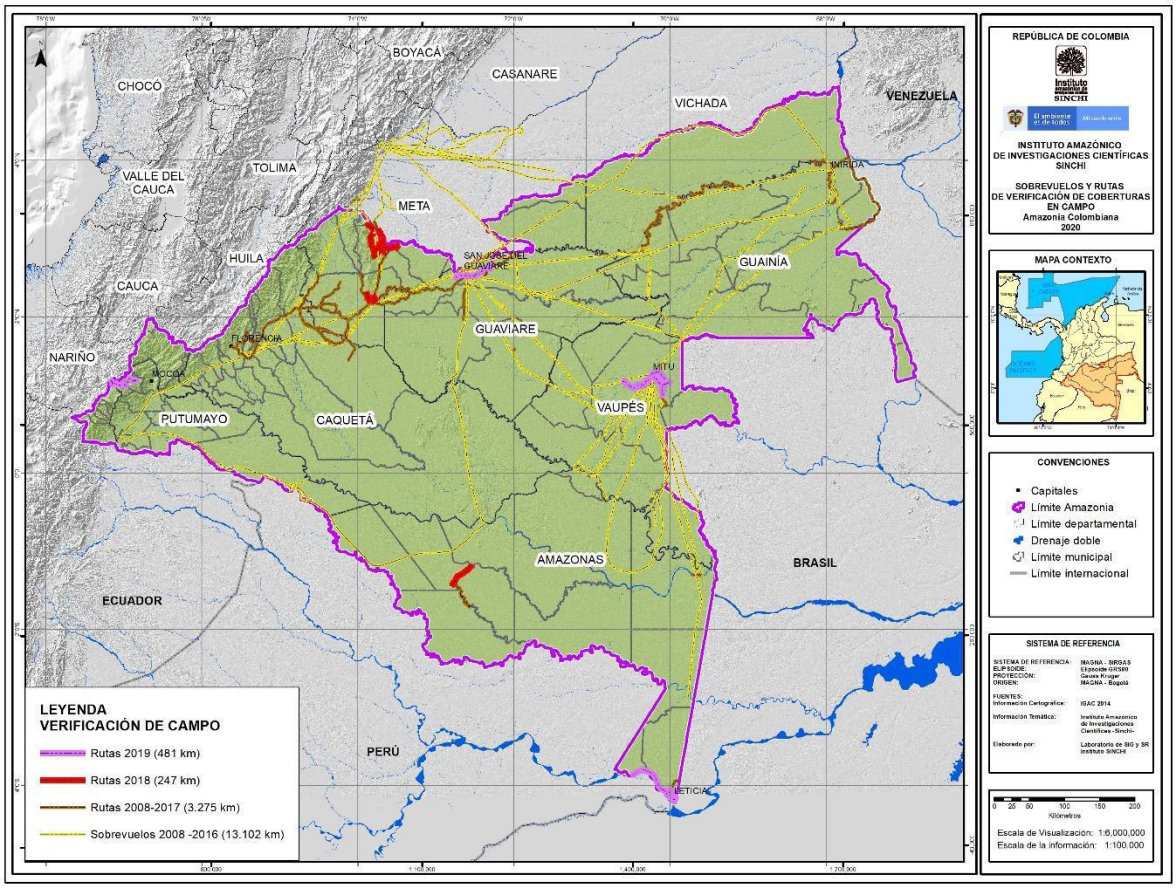
II. **Preprocesamiento de imágenes:** La etapa de preprocesamiento de imágenes, se refiere a la georreferenciación de imágenes LandSAT 8, aunque puede ser utilizado para el preprocesamiento de otras imágenes. Aquí se busca garantizar que las imágenes necesarias para el proceso de interpretación o reinterpretación correspondan a su ubicación espacial, según el tipo de coordenadas geográficas en que estén dispuestas.

Un insumo fundamental para lograr la corrección geométrica requerida de las imágenes LandSAT, son las imágenes base (2002), las cuales se sometieron a un proceso de ortorrectificación espacial por parte del Instituto Geográfico Agustín Coddazi (IGAC), institución encargada de producir y rectificar la información geográfica del país.

Las imágenes georreferenciadas del periodo 2002, garantizan un modelo rectificado el cual sirve de base para realizar el proceso de georreferenciación de las imágenes descargadas, las cuales vienen con un sistema de georreferencia general en WGS1984, el cual presenta un pequeño desfase respecto al sistema de coordenadas geográficas GCS_SIRGAS, datum D_SIRGAS. Este pequeño desfase espacial es corregido mediante la utilización de una imagen ortorrectificada la cual garantiza una toma de puntos de control que sirven de puntos de referencia para rectificar el desfase implícito en las imágenes descargadas.

Toda la información se expone en el Protocolo para Descarga imágenes v3. Código: P10-026/03-02 v.1.

Figura 32 Recorridos aéreos y terrestres de recolección de información de campo de verificación de coberturas entre el 2008 y 2019.



Fuente: SINCHI, 2018

III. **Procesamiento:** Aquí se definen los mecanismos para la interpretación o reinterpretación visual de las imágenes satelitales descargadas y preprocesadas. Todos los procedimientos aplicables se describen en la sección 2.1.8.2 Imputación y ha sido consignados en el Protocolo para Interpretación Visual y Reinterpretación de Coberturas de la Tierra v3. *Código:* P10-026/03-03 v.1.

La interpretación de coberturas se realiza por medio de la subdivisión de la Amazonia colombiana en bloques, los cuales son distribuidos a los intérpretes de acuerdo a periodos de tiempo definidos y dificultades en la interpretación.

IV. **Verificación de la Información Generada:** Una vez generada la información de coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana. Se procede a realizar verificación de información que quedó con duda. El Instituto SINCHI ha realizado trabajo de campo desde el 2008 para la verificación de coberturas, toda la información se

encuentra sistematizada en la base de datos corporativa. La información obtenida con trabajo de campo se puede realizar de manera terrestre o aérea por medio de sobrevuelos (tripulado y no tripulados). En la Figura 31 se presentan los recorridos realizados durante el periodo del 2008 al periodo objeto de monitoreo.

V. **Generación de estadísticas y versionamiento:** Una vez se tiene la información de coberturas generada y ha superado todos los controles de calidad, se procede a realizar la generación de las "*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana"*. Adicionalmente, si en monitoreos posteriores se observa que hubo un error en la interpretación de un periodo anterior, principalmente por la mejora de las fuentes de información y la tecnología y/o metodologías de interpretación; se deben generar nuevas versiones de la información de coberturas de periodos anteriores, esto con el fin de tener la trazabilidad de la información y la mejora continua de la operación estadística.

Una vez se cuenta con el mapa validado, se procede a generar los resultados estadísticos para generar los cuadros de salida y las gráficas en mapas de los datos anuales y los indicadores ambientales de monitoreo.

La información para la generación de esta información se compila en los protocolos: Protocolo para Generar los cruces de Capas. Código: P10-026/03-019 y Protocolo para Generación de Estadísticas. Código: P10-026/03-020.

Teniendo en cuenta que el método que se tiene establecido para cubrir los faltantes de información por nubosidad establece que debe dejar la información recopilada en el periodo inmediatamente anterior, no es necesaria la determinación del porcentaje de no respuesta dentro de la Operación Estadística.

2.3.5. Diseño y elaboración de manuales e instrumentos

Dentro del proceso de recolección de la información de las estadísticas de Monitoreo de la Cobertura de la Tierra de la Amazonia Colombiana, se cuenta con los siguientes instrumentos que se han diseñado para el proceso de recolección, los cuales se describen a continuación:

Protocolos: contienen las pautas metodológicas que se aplican en el proceso de obtención de información durante descarga de imágenes, la interpretación y reinterpretación de las imágenes, control de calidad, empalmes, generación de cruces y estadísticas. Los cuales

contribuyen a que la transmisión del conocimiento sea homogénea y el desempeño de las actividades se realicen de manera estandarizada.

Guías: constituyen un elemento que permite orientar de manera consolidada el paso a paso de una fase o varias fases del proceso estadístico.

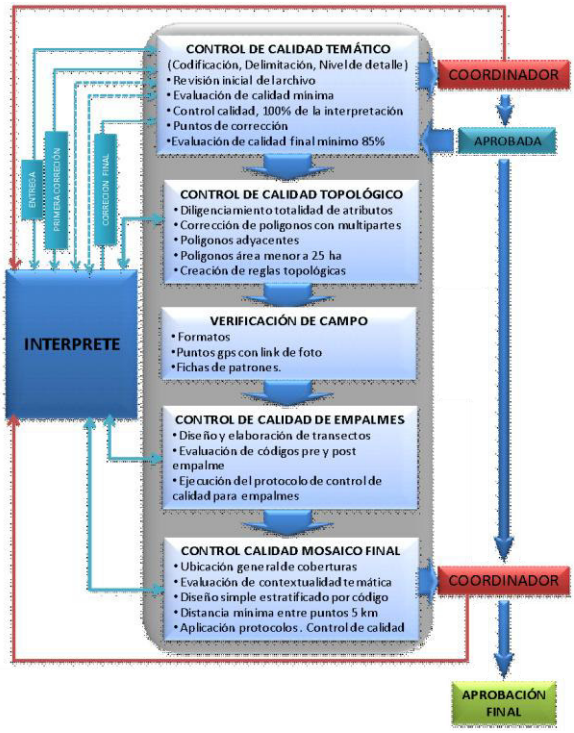
Formato: de acuerdo con lo establecido en los protocolos se han definido una serie de formatos que permiten evidenciar el control y seguimiento a las actividades desarrolladas durante el proceso de recolección de información.

2.3.6. Diseño de la estrategia de seguimiento y control

El Instituto SINCHI ha desarrollado como parte de la estrategia de seguimiento y control protocolos específicos de control de calidad en busca de garantizar la mejor calidad posible en la información generada, la cual tiene como objetivo verificar y evaluar la exactitud en la interpretación o reinterpretación. Para esto se diseñaron diferentes tipos de control de calidad los cuales están representados en la Figura 33.

Adicionalmente, muestra los pasos a seguir por parte de la interventoría para hacer la validación de los productos entregados por unidad de bloque, aprobados previamente por el control de calidad.

Figura 33 Esquema general del control de calidad



Fuente: SINCHI, 2015

Tanto en la interpretación como en la reinterpretación, el proceso de control de calidad contempla cinco grandes tipos:

- Control de calidad de imágenes preprocesadas
- Control de calidad temática
- Control de calidad topológico
- Control de calidad de empalmes
- Control de calidad mosaico final

El proceso de control de calidad que se realiza a la información entregada por cada intérprete inicialmente contempla dos fases: Control de calidad temático y control de calidad topológico. Una vez cumplidos los requisitos mínimos de estos dos controles de calidad, se aplica el control de calidad de empalmes entre grandes bloques cuando estos sean realizados, para finalmente realizar el control de calidad de la cobertura en su mosaico final.

Es importante resaltar que en todas las etapas de control temático y del control al mosaico final se evalúan los siguientes 3 aspectos: codificación, delimitación y nivel de detalle.

a) **Codificación:** Se evalúa si cada polígono tiene asignado el código que representa la clase interpretada sobre la imagen.
b) **Delimitación**: Se evalúa la precisión en el trazado de los polígonos, observando que encierren con la mayor exactitud la clase evidenciada en la imagen, y que no presenten bordes angulados por falta o por exceso de vértices.
c) **Nivel de detalle**: Se verifica que los polígonos delimiten en lo posible unidades puras siguiendo los criterios de área y ancho para cada clase evitando al máximo los mosaicos de coberturas.

El control de calidad de las imágenes preprocesadas se refiere a la correcta georreferenciación de las imágenes y ha quedado consignado en el Protocolo para Preprocesamiento de imágenes v3. Código: P10-026/03-02 v.1.

Por parte de la calidad temática y topológica de la interpretación se consigna en el Protocolo para Control de calidad v3. Código: P10-026/03-04 v.1.

El control de calidad aplicado durante la realización de los empalmes será contemplado en el Protocolo para Generar Empalmes v3. Código: P10-026/03-05 v.1 y; el control de calidad al mosaico final en el Protocolo para Control de Calidad Mosaico Final v3. Código: P10-026/03-06 v.1.

2.3.5.1 Indicadores de Calidad

El principal indicador de calidad se conoce como “Indicador de calidad de la interpretación”, el cual corresponde a los puntos revisados aprobados que superen el 80% de los puntos. La fórmula es:

$$\frac{Puntos\ de\ Control\ de\ Calidad\ Aprobados}{Total\ puntos\ revisados\ por\ Control\ de\ Calidad}$$

El mínimo requerido para aprobación de 80%.

2.3.7. Diseño de sistemas para la obtención de datos

Una vez se cuenta con las capas interpretadas y reinterpretadas se lleva a cabo el paso definido en el Protocolo para generar los cruces de las capas de coberturas y unidades espaciales de referencia Código: FP-CCOB-8 para realizar el cruce de las capas multitemporal en ArGis para establecer los cambios en las coberturas respecto a periodos anteriores para cada unidad espacial de referencia identificando los cambios de las coberturas en el periodo objeto de estudio.

2.3.8. Transmisión de datos

Una vez se cuenta con las capas definitivas y organizadas en los archivos de ArGis tal como se requiere para poder exportar la información para realizar el proceso de transformación a información cuantitativa que permita generar los resultados de la operación estadística. Se cargan los archivos de las capas dentro de la carpeta llamada estadísticas donde se hace todo el proceso de preparación de la información para llevar a cabo los análisis anuales y multitemporales.

2.4. DISEÑO DE PROCESAMIENTO

2.4.1. Consolidación de archivo de datos

Una vez se tiene la información de coberturas generada y ha superado todos los controles de calidad, se procede a realizar la generación de las "*Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana"*. Adicionalmente, si en monitoreos posteriores se observa que hubo un error en la interpretación de un periodo anterior, principalmente por la mejora de las fuentes de información y la tecnología y/o metodologías de interpretación; se deben generar nuevas versiones de la información de coberturas de periodos anteriores, esto con el fin de tener la trazabilidad de la información y la mejora continua de la operación estadística.

Una vez se cuenta con el mapa validado, se procede a generar los archivos en Excel que permiten generar los cuadros de salida y las gráficas en mapas de los datos anuales y los indicadores ambientales de monitoreo.

Para llevar a cabo la generación de los resultados se exportan la información de las capas a Excel, la cual contiene toda la información que se obtiene de cruzar las capas de cada unidad espacial de referencia: región, paisaje, estado legal del territorio, corporación y municipio y departamento, tal como se define Protocolo para generar estadísticas - Anual y multitemporal. Código: P10-026/03-020

2.4.2. Codificación

Como parte del procesamiento se cuenta con la codificación de las unidades espaciales de referencia estableciendo los códigos que identifican los departamentos y los municipios. Igualmente, desde la interpretación y reinterpretación se cuenta con los códigos que especifican los cambios que se pueden presentar en las coberturas objeto del monitoreo.

2.4.3. Diccionario de datos

Para llevar contar con una descripción de los archivos que se han generado como resultados del monitoreo de coberturas se cuenta con un diccionario datos de los datos que serán incluidos en el procesamiento, describiendo el código de la variable, tipo, extensión, valores válidos, especificación de obligatoriedad o no, lo cual se conserva en un archivo de Excel.

2.4.4. Revisión y validación

Para llevar a cabo la revisión y validación de los archivos de datos, se han definido una serie de restricciones a cada uno de los campos de los archivos de datos que son objeto del cálculo de los análisis anuales y multitemporales en la generación de los resultados de la operación estadística, de tal manera que permita garantizar la consistencia y coherencia de la información.

2.4.5. Diseño para la generación de cuadros de resultados

De acuerdo con el Protocolo para generar estadísticas - Anual y multitemporal. Código: P10-026/03-020, una vez se cuenta con los archivos exportados a Excel se lleva a cabo la generación de cada uno de los resultados definidos en el 2.1.5. Diseño de indicadores y posteriormente generar los cuadros de salida de acuerdo con lo definido en el diseño de cuadro de resultados.

2.4.6. Diseño para infraestructura para llevar cabo el procesamiento

La operación estadística Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana, utiliza Sistemas de Información Geográfica – SIG, para la generación de la información. El SIG utilizado es ArcGIS 10.x. Las interfaces utilizadas se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8 Usos Software ArcGIS

INTERFAZ	PROCESOS REALIZADOS
ArcGIS PRO	En esta interfaz se realizan todas las actividades incluidas en los procesos de: ➢ Preprocesamiento de Imágenes. ➢ Interpretación y Reinterpretación de Imágenes Satelitales

INTERFAZ	PROCESOS REALIZADOS
	➢ Empalmes geográficos ➢ Control de Calidad: Topológica, Temática, Empalmes y Mosaico Final. ➢ Generación de cruces geográficos para la identificación de cambios multitemporales. ➢ Salidas gráficas
ArcGIS Enterprise	Bajo la interfaz de Enterprise, se realiza la gestión de la base de datos que almacena la información generada por la operación estadística.
ArcGIS Online	Bajo la interfaz de ArcGIS Online se generan aplicaciones geográficas para la difusión de información. También bajo ArcGIS Online se generan capacitaciones de los profesionales a través de cursos en el ambiente de aprendizaje.

Fuente: SINCHI, 2019

Para los análisis estadísticos se utiliza el software Microsoft Office Excel y la generación de documentos técnicos Microsoft Office.

2.4.7. Finalización del archivo de datos

Para llevar a cabo la finalización del archivo de datos se ha dispuesto de un espacio en un servidor, en la ubicación Z:\2 Monitoreo Ambiental\1 Simcoba\6 Documentación. El cual cumple con todas las políticas de seguridad y confidencialidad del Instituto respecto al respaldo y seguridad de la información, donde se crean y organizan las carpetas teniendo en cuenta el protocolo 03-23 Generación de estructura de almacenamiento de información para proyectos de monitoreo del laboratorio SIG-SR.

En este sentido se ha definido que el cierre del archivo de datos debe garantizar que se cuenta con la base de datos final y para ello, se ha establecido:

1. Recolección, la base de datos debe contar con el control de calidad y la interventoría al 100% de las coberturas que son interpretadas.
2. Procesamiento, la capa final cuenta con el control de calidad e interventoría del 100%

3. Análisis, se cuenta con la validación temática y ha surtido de los procesos de revisión por parte de los expertos.

Una vez se cuenta con todo lo anterior, se finaliza el archivo de datos.

2.5. DISEÑO DEL ANALISIS DE RESULTADOS

2.5.1. Método de análisis de resultados

Se detallan a continuación las etapas del análisis de resultados obtenidos.

2.5.1.1. Análisis estadístico

Gran parte de este análisis se concentra en las estadísticas realizadas a los datos obtenidos tras el cruce de dos capas de diferentes periodos a analizar. Estas estadísticas generan indicadores y coberturas de la tierra presentes en la Amazonia, a la vez analizadas por agrupaciones. Los indicadores se describen en 2.1.5 Diseño de indicadores

Los análisis de cambio, se realiza y presenta por cada una de las agrupaciones mencionadas anteriormente y descritas en Tabla 2, donde se calcula principalmente las áreas sin cambio y las áreas de cambio entre coberturas de la misma agrupación, existen dos tipos de tabla de salida y se diferencian por el tipo de columnas que la integran. El tipo de tabla 1 se genera para todas las coberturas agrupadas analizadas excepto para las coberturas agrupadas de la categoría fragmentados para el análisis del tipo de tabla 1 los parámetros fueron los siguientes:

ÁREA T1: Es el área neta de una cobertura en el año T1.

ÁREA T2: Es el área neta de una cobertura en el año T2.

SIN CAMBIOS: Son aquellas áreas de coberturas de la misma agrupación que tanto en T1 como en T2 se mantuvieron en la misma cobertura.

ÁREAS CON CAMBIO ENTRE ELLOS: Corresponde a las áreas de coberturas que en el año 1 pertenecían a una cobertura y en el año 2 cambiaron y pasaron a otra cobertura de la misma agrupación.

PÉRDIDA O GANANCIA: Muestra el grado de cambio de una cobertura medida en términos de área perdida o ganada durante el año 1 al año 2 o viceversa. En el caso de ganancia explica el aumento en área de una cobertura por el aporte de otras. Y en el caso de pérdida significa la reducción en área de cierta cobertura que cambió y paso a ser otra.

CAMBIO A ÁREAS NATURALES: Corresponden a las áreas de coberturas que en el T2 pasaron a coberturas de condición Natural.

Para el tipo 2 de tabla de salida que aplica únicamente a la agrupación bosques fragmentados, para mejor claridad ver el “Protocolo para generar estadísticas v5”

ÁREA T1: Es el área neta de una cobertura en el año T1.

ÁREA T2: Es el área neta de una cobertura en el año T2.

SIN CAMBIOS: Son aquellas áreas de coberturas de la misma agrupación que tanto en T1 como en T2 se mantuvieron en la misma cobertura.

ÁREAS CON CAMBIO ENTRE BOSQUES FRAGMENTADOS: Corresponde a las áreas de coberturas que en el año 1 pertenecían a una cobertura y en el año 2 cambiaron y pasaron a otra cobertura de la misma agrupación.

RECUPERACIÓN DE BOSQUES FRAGMENTADOS: Corresponden a las áreas de las coberturas que en el T1 estaban en la categoría Fragmentados y que en el T2 pasaron a la agrupación Bosques.

INCREMENTO DE BOSQUES FRAGMENTADOS: Corresponden a las áreas de coberturas que en el T1 estaban en la agrupación Bosques y en el T2 pasaron a la agrupación Fragmentados.

BOSQUES FRAGMENTADOS NUEVOS: Corresponden a las áreas de coberturas que en el T2 aparecen en la categoría Fragmentados, pero en el T1 no hacían parte de las categorías Bosques o Fragmentados

PERDIDA DE BOSQUES FRAGMENTADOS: Corresponden a las áreas que en T1 hacían parte de la agrupación fragmentados y en el T2 hacen parte de otra agrupación diferente a fragmentados y bosques.

2.5.2. Análisis de contexto

Una vez consolidada la capa o el mosaico final, se lleva a cabo una revisión general que abarca tanto la ubicación geográfica de las coberturas interpretadas como su coherencia temática. El objetivo es garantizar que cada cobertura esté situada en la zona correspondiente, que los códigos asignados se ajusten de forma precisa a su forma y distribución, y que no se presenten inconsistencias evidentes, como centros poblados con dimensiones desproporcionadas o áreas de bosque en lugares donde no corresponde su presencia.

2.5.3. Análisis de comparabilidad

Para la totalidad de la región Amazónica colombiana, la única entidad que genera información de las coberturas de tierra a escala 1:100.000 aplicando la Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, es el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI. Otras entidades como el Instituto de Hidrología, Meteorología y

Estudios Ambientales – IDEAM producen información de bosques para la región, pero no se aplica la misma metodología ni las mismas categorías. A nivel local, pueden existir ejercicios aplicando leyenda CORINE Land Cover, pero a diferentes escalas y por lo tanto, diferentes insumos satelitales. Por estas razones, a la fecha no existe un referente con el cual se puedan hacer análisis de comparación de los datos de la Operación Estadística que permitan medir la precisión de las metodologías aplicadas y así mismo identificar posibles mejoras en las mismas.

2.5.4. Anonimización de microdatos

La información de *Estadísticas de Monitoreo de Cobertura de la Tierra de la Amazonía colombiana* es de carácter público y no tiene ningún proceso de anonimización de datos. Con respecto a los insumos geográficos utilizados como referencia o para difusión de información por diferentes Unidades Espaciales de Referencia (UER), son de entidades públicas cuya información es de uso libre y se describen en la Tabla 9.

Tabla 9 Entidades del Estado proveedoras de información espacial incluida en la Operación Estadística

Capa Geográfica	Entidad	Unidad Proveedora
Límite Amazonia colombiana	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI	Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Sensoramiento Remoto (SIGySR)
Límite Departamentales	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Subdirección de Geografía y Cartografía
Límite Municipios		
Límite Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible		
Drenajes		
Vías		
Límite Parques Nacionales Naturales	Parques Nacionales	Grupo de Sistemas de

Capa Geográfica	Entidad	Unidad Proveedora
	Naturales de Colombia	Información y Radiocomunicaciones
Límite Estado Legal de Territorio	Varias entidades	Distintos (internet y actos administrativos, entre otros)
Límites de paisajes naturales	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI	Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Sensoramiento Remoto (SIGySR)

Fuente: SINCHI, 2024

2.5.5. Comités de expertos

Una vez conformado el comité interno del Instituto SINCHI para la revisión de la información del mapa de coberturas, se cuenta con el apoyo de expertos de la entidad, con quienes se comparte la información relacionada con las zonas protegidas. Este proceso permite verificar y corroborar que los resultados obtenidos sean coherentes con la situación real observada en la Amazonia.

2.6. DISEÑO DE LA DIFUSION

El Instituto SINCHI cuenta con un plan de divulgación en el cual se presenta los medios sobre los cuales se van a difundir los resultados de las "*Estadísticas de Monitoreo de Coberturas de la Tierra de la Amazonia Colombiana"*, en cuanto a las tipologías de entrega de información, los productos estadísticos para la difusión de resultados y las actividades de difusión de productos informativos.

Los resultados de la operación estadística se difunden mediante el desarrollo de cuadros de salida, gráficas y mapas de una forma clara, precisa y de fácil interpretación para el lector, donde dichos resultados evidencien los cambios en la Amazonia Colombiana.

A continuación, se mencionan los mecanismos y medios para la divulgación de la información generada de la Operación Estadística a través de las aplicaciones del SIATAC.

2.6.1. Productos para la difusión

De acuerdo con el protocolo Plan de difusión P10-026/12-007 se ha definido una serie de productos que permitan llevar a cabo la divulgación de los resultados de la operación estadística entre los cuales se cuenta con cuadros de salida, series históricas, gráficos y herramientas de visualización donde el usuario cuenta con herramientas interactivas que permitan ver los indicadores desde un enfoque gráfico.

2.6.2. Administración del repositorio de datos

El Instituto SINCHI cuenta con un servidor en donde se almacenan la información de los diferentes proyectos de investigación que se llevan a cabo. Una vez se cuenta con la información revisada, validada y consistente, se realiza el cierre de la base de datos y se generan los resultados, se guarda en el servidor que está dispuesto a nivel institucional. Este servidor cuenta con un sistema de seguridad en el cual solo tienen acceso el personal autorizado.

2.6.3. Medios de difusión

1. Servicio de Información generado para el SIMCOBA y publicado en el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana (http://siatac.co/web/guest/productos/coberturasdelatierra).

2. Documentos tipo libro con todo el análisis por cada año y cambio multitemporal e indicadores, estos se difunden se manera impresa y también son publicados de forma virtual en el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana – SIAT-AC (http://siatac.co/web/guest/productos/publicacionescoberturas)

3. Portal de Datos Abiertos del Instituto SINCHI: Cifras de coberturas por cada año de monitoreo (http://datos.siatac.co/). Este servicio es 100% interoperable con el Portal de Datos Abiertos Nacional (https://www.datos.gov.co).

4. Aplicación Geográfica de Coberturas de la Tierra: Esta aplicación permite de forma dinámica conocer las coberturas de la tierra en todos los años de monitoreo y por las distintas unidades espaciales de referencia a través de una interfaz de usuario (http://sinchi.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/849c88267bd743ad85b645616c4a1053

5. Las capas de información de coberturas de la tierra de la amazonia colombiana se disponen en formato shapefile en el Sistema de Información Ambiental de Colombia

– SIAC, a través del Visor Geográfico (http://sig.anla.gov.co:8083/) y el Catálogo de mapas (http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas).

2.6.4. Soporte a los grupos de interés

El equipo de la operación estadística de acuerdo con los lineamientos definidos por el SINCHI ha dispuesto una serie de canales de atención que permitan brindar orientación y responder oportunamente a las inquietudes de los grupos de interés de la operación estadística, los cuales se encuentran definidos en el plan de difusión P10-026/12-007.

2.7. DISEÑO DE PRUEBAS

Para llevar cabo las pruebas se ha definido planear las pruebas a la metodología, instrumentos y herramientas de acuerdo con la Guía de pruebas y ajustes Cód. P10-026/03-009, estableciendo la planificación en el formato plan de pruebas de tal manera que permita determinar los responsables, instrumentos y cuál es el propósito de la prueba, así como la documentación de los resultados.

Para el caso de los ajustes en los instrumentos o la herramienta informática que se han llevado a cabo durante el desarrollo del proceso estadístico se encuentran documentados como pruebas funcionales que permiten conocer como impactan el proceso y las respectivas conclusiones sobre su implementación.

Todos los ejercicios de pruebas van a contar con la elaboración de un informe final de pruebas que permita conservar los registros, trazabilidad y conclusiones, así como las acciones que se ejecutaron a partir de los resultados.

2.8. DISEÑO DE LA EVALUACIÓN

El instituto Sinchi realiza reuniones periódicas con los profesionales expertos en coberturas de la tierra para evaluar la consistencia de los datos y los análisis que se realizan a los datos arrojados en la operación estadística. De igual forma, en los encuentros de investigadores del Instituto, se exponen los datos para la retroalimentación de los datos suministrados. En cuanto a mejoras al sistema de producción de estadísticas, desde la dirección del instituto y la coordinación del programa de investigación, se pueden replantear las áreas de producción para la generación de estadísticas de manera más oportuna.

Así mismo, el Instituto SINCHI cuenta con un sistema de gestión en el cual se ha definido un programa de auditorías internas que permitirán verificar la eficacia de los procesos. Atendiendo los establecido en el decreto 1743 de 2017 correspondiente al Sistema Estadístico Nacional, con el objetivo de identificar los aspectos de mejora en producción estadística.

Igualmente, en el marco del desarrollo del proceso de la operación estadística se han establecido actividades, métodos y técnicas que se deben implementar para la generación de los resultados, teniendo en cuenta estos aspectos se han establecido listas de chequeo que permitan verificar el desarrollo de cada una de las fases del proceso estadístico y realizar una revisión de la metodología respecto a la dinámica del fenómeno de estudio, donde se pueda identificar:

- Cambios en el objeto de estudio
- Cambios en las necesidades del sector educación respecto a la temática de la operación estadística
- Cambios en la normatividad que afecta de manera directa o indirecta el desarrollo de la operación estadística
- Nuevas metodologías que permitan mejorar el desarrollo de la operación estadística

2.8.1. Instrumentos para la evaluación

Teniendo en cuenta las fases del proceso estadístico se han establecido una serie de criterios que deben ser revisados al finalizar cada una de las fases de acuerdo con la NTC PE 1000:2020, las cuales son insumo para el desarrollo de la evaluación final.

Esta actividad es realizada por el profesional encargado liderar el monitoreo de coberturas revisando los resultados de los controles de calidad y los indicadores que se han dispuesto para hacer seguimiento a la calidad del proceso estadístico.

En este sentido de manera periódica se contempla revisar:

- El cumplimiento del cronograma de actividades de la operación estadística
- Los cambios que puedan afectar el desarrollo de la operación estadística
- La calidad en el proceso interpretación y reinterpretación de imágenes, así como los procesos de empalme y consolidación de la información.
- Los resultados de los controles que se han definido para el desarrollo de la operación estadística

Teniendo en cuenta que se cuenta con listas de chequeo con código P3-040, para le evaluación de cada una de las fases del proceso estadístico, se ha establecido dentro del formato que se deben definir acciones, si existen observaciones que generen oportunidades de mejora o acciones correctivas las cuales deben se objetó de seguimiento en la evaluación final del proceso de la operación estadística, para establecer las acciones que corrijan o minimicen los riesgos de incumplimiento de los objetivos de la operación estadística.

2.8.2. Evaluación final del proceso de la operación estadística

Dentro de lo insumos que se contemplan para la evaluación final están las listas de chequeo, los resultados de la estrategia de seguimiento y control, recomendaciones de usuarios, resultados de encuesta de satisfacción, requerimientos de información de los usuarios y los resultados de las pruebas y de auditorías relacionadas con la NTC PE 1000 (cuando aplique)[6] que permitan establecer acciones correctivas y oportunidades de mejora para una próxima iteración de la operación estadística.

El desarrollo de la evaluación final es liderado por el subdirector de estadísticas con el apoyo del profesional de la Subdirección de Estadísticas encargado del componente temático, actividad que se realizara de manera anual.

2.8.3. Informe Final de la evaluación del desempeño

Como resultado del proceso de evaluación final se contará con un informe que evidencia los aspectos positivos identificados, así como las principales dificultades que se presentaron durante el desarrollo del proceso estadístico y las respectivas conclusiones respecto a las acciones de mejora que se deben llevar a cabo en las próximas iteraciones de la operación estadística

3. DOCUMENTACION RELACIONADA

Descripción Modelo Funcional Estadísticas Monitoreo
Detección y análisis de necesidades de información
Diccionario Datos SIMCOBA Estadísticas de Monitoreo de Coberturas 100K
Ficha Metodológica Operación Estadística
Guía de aprobación publicación resultados
Guía de pruebas y ajustes
Guía de recolección y procesamiento
Metodología Estadísticas Monitoreo Cobertura SINCHI
Protocolo de Control de calidad a la interpretación e interventoría
Protocolo de control de calidad del Mosaico Final
Protocolo de descarga imágenes y composición de bandas multiespectrales
Protocolo de empalmes y control de calidad al empalme
Protocolo de generación de estructura de almacenamiento para proyectos de monitoreo del laboratorio
Protocolo de preprocesamiento de imágenes
Protocolo de Validación de la exactitud temática de coberturas de la tierra
Protocolo Interpretación visual y reinterpretación
Protocolo para el Trabajo de campo e instructivo para sistematización de fotografías
Protocolo para generar estadísticas - Anual y multitemporal

[6] Las auditorias se deben realizar a intervalos planificados, sin embargo, en ciertos casos la auditoria no puede coincidir con los periodos de evaluación.

Protocolo para generar los cruces de capas de coberturas y unidades espaciales de referencia
Protocolo para sistematización Fotografías y videos de información de campo
Protocolo publicación de Fotografías de campo
Seguimiento y control al proceso al proceso de estadísticas de Monitoreo de Coberturas

4. GLOSARIO

Biofísica: Relación biológica y física entre los seres vivos y las leyes naturales.

Biomasa: Materia producida por medio del proceso de fotosíntesis u otro tipo de proceso metabólico en los seres vivos.

Origen antrópico: Hace referencia a elementos del ambiente formados o transformados por el ser humano.

Magna SIRGAS: Sistema de referencia geocéntrico y vertical adoptado por medio de la resolución 068 del 28 de enero de 2005, por la cual se adopta como único datum nacional el marco geocéntrico MAGNA SIRGAS.

Datum: Conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre derivados del elipsoide de referencia utilizados para definir un sistema de coordenadas.

Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: Conjunto de coordenadas planas que permiten determinar de forma precisa las coordenadas aplicables a navegación, investigación en geociencias y otras aplicaciones prácticas o científicas, para Colombia se encuentra por norma el sistema MAGNA SIRGAS.

Unidad especial de referencia: Unidades de análisis en las que se presentan los resultados del proceso estadístico, están compuestas actualmente por, región, Corporaciones Autónomas Regionales o de Desarrollo Sostenible, paisaje, Departamentos, Municipios y figuras de estado legal del territorio.

Polígono vectorial: Conjunto de vectores o líneas que forman una figura de forma regular o irregular, el punto de inicio y final de cada vector se encuentra asociado a una coordenada.

Composición de bandas: Proceso que incorpora los datos obtenidos por el sensor por medio de una cámara multiespectral a una imagen, a partir de la resolución espectral (hace referencia al espectro electromagnético que puede captar la cámara incorporada en el sensor) se pueden visualizar en diferentes combinaciones los aspectos de las coberturas presentes en el área de cubrimiento de la imagen.

Codificación temática: Asociación de códigos numéricos o alfanuméricos con un concepto o definición preestablecido. Ejemplo leyenda Corine Land Cover adaptada para Colombia.

Formato ráster: Consiste en una matriz de celdas o pixeles, en cada celda se establece un valor que representa la información obtenida, pueden ser imágenes producto de una cámara, productos temáticos que relacionan datos con una codificación temática y datos continuos como temperatura o elevación del terreno.

GEOTIFF: Estándar de metadatos de dominio público que permite incorporar información espacial en un archivo de formato TIFF.

Path-Row: Conjunto de celdas en las cuales los productos del satélite Landsat son organizados de acuerdo con la órbita helio sincrónica en la que esta órbita.

Cambios multitemporales: Proceso de análisis de información de dos o más periodos de medición, el cual permite definir el origen y el destino de un área determinada, este análisis permite por ejemplo determinar a qué usos de la tierra fueron destinadas las áreas que perdieron bosque entre el periodo de análisis inicial (T1) y el periodo final (T2).

Imagen LandSAT: Producto generado por la cámara multiespectral incorporada en los satélites LandSAT, el producto contiene el metadato de la captura y las imágenes resultantes de los espectros electromagnéticos que es capaz de detectar la cámara, estos varían dependiendo del tipo de cámara instalada en el satélite.

Imagen Planet Scope: Las imágenes PlanetScope son capturadas por una constelación de nanosatélites (Dove) operados por Planet Labs, que ofrecen imágenes diarias de casi toda la superficie terrestre con resolución de hasta 3-5 metros. Son ideales para monitoreo de cambios rápidos en agricultura, medio ambiente y gestión de recursos naturales.

Imagen Sentinel 2: Las imágenes Sentinel-2 provienen de un par de satélites ópticos del programa Copernicus, diseñados para observar la superficie terrestre con alta resolución espacial y frecuencia. Capturan información multiespectral en 13 bandas, útil para agricultura, monitoreo ambiental y gestión del territorio.

Ortorrectifición: Proceso en el cual una imagen tomada por un sensor es ajustada a la deformación natural del terreno.

BIBLIOGRAFIA

COPERNICUS. (2010). *The CORINE Land Cover(CLC) nomenclature.* Obtenido de Copernicus Land Monitoring Service: https://land.copernicus.eu/eagle/files/eagle-related-projects/pt_clc-conversion-to-fao-lccs3_dec2010

DANE. (2017). *Norma Técnica de Calidad del Proceso Estadístico. Requisitos de Calidad para la Generación de Estadísticas.* Bogotá, D.C.: Departamento Administratitvo Nacional de Estadística - DANE.

DNP. (16 de Febrero de 2009). *Documento Conpes 3585.* Obtenido de Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE: https://bit.ly/2sxnwJt

ESRI. (s.f.). *Tres representaciones fundamentales de capas de información geográfica.* Obtenido de ArcGIS Resources: http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000n000000.htm

Gutiérrez, F., C., S., & Acosta, L. (2004). *Perfiles urbanos en la Amazonia colombiana: un enfoque para el desarrollo sostenible.* Bogotá: Proyecto Colciencias - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000.* Obtenido de Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana - SIAT-AC: http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762

IGAC. (s.f.). *MAGNA-SIRGAS.* Obtenido de Subdirección de Geografía y Cartografía - Instituto Geográfico Agustín Codazzi: https://bit.ly/2zNqxKe

Murcia García, U. G., Castellanos, H. O., Fonseca Pérez, D., Ciontescu, N., Rodríguez Rondón, J., & Huertas, C. M. (2009). *Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana.* Bogotá, D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

Murcia Garcia, U., Marín, C., Juan, A., Salazar, C., Gutiérrez, F., Domínguez, C., & Trujillo. (2003). *Diseño de a línea base de información ambiental sobre los recursos naturales y el medio ambiente en la Amazonia colombiana.* Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

Rincón Carrera, E., Murcia García, U., Huertas, C. M., Rodríguez, J. M., & Castellanos, H. O. (2009). *Fichas técnicas de los patrones de las coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana.* Obtenido de Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana - SIAT-AC:

http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=8dfce45c-685b-458b-b096-5d96728d0933&groupId=762

Ritchie, J. C., & Rango, A. (1996). Remote sensing application to hydrology: introduction. *Hydrological Sciences Journal, 41*(4), 429-431. doi:10.1080/02626669609491518

SIAT-AC. (s.f.). *Región: Amazonia colombiana*. Obtenido de Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana: http://siatac.co/web/guest/region

SINCHI. (2016). *Perfiles Urbanos de la Amazonia colombiana 2015.* Bogotá, D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

SINCHI. (2018). *Modelos de Funcionamiento y Sosteniblidad.* Obtenido de Programas Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI: https://www.sinchi.org.co/programa-modelos-de-funcionamiento

UNODC. (s.f). *Glosario - Sensores Remotos.* Obtenido de Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos - SIMCI: http://www.biesimci.org/SIMCI/glosario.html

USGS. (1997). *Aerial Photographs and Satellite Images.* Obtenido de United States Geological Survey: https://pubs.usgs.gov/gip/AerialPhotos_SatImages/aerial.html

Anexo. 1

Tabla 10 Leyenda mapa de coberturas de la tierra identificadas en la Amazonía Colombiana. Año 2017 Escala 1:25.000

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo				
	1.1.2. Tejido urbano discontinuo				
	1.1.3. Asentamientos rurales	1.1.3.1. Vivienda rural dispersa			
		1.1.3.2. Vivienda rural nucleada			
		1.1.3.3. Condominio			
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.2.1.1. Zonas industriales	1.2.1.1.1. Otras zonas industriales		
			1.2.1.1.2. Metalmecánica		
			1.2.1.1.3. Automotriz		
			1.2.1.1.4. Petroquímica		
			1.2.1.1.5. Láctea		
			1.2.1.1.6. Frigoríficos		
			1.2.1.1.7. Agroindustria	1.2.1.1.7.1. Ganadera	
				1.2.1.1.7.2. Avícola	

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
				1.2.1.1.7.3. Porcícola	
				1.2.1.1.7.4. Panelera	
				1.2.1.1.7.5. Azucarera	
				1.2.1.1.7.6. Apícola	
				1.2.1.1.7.7. Aceitera y/o biocombustibles	
				1.2.1.1.7.8. Maderera	
			1.2.1.1.8. Alimentos y bebidas		
			1.2.1.1.9. Textil		
			1.2.1.1.10. Central eléctrica		
			1.2.1.1.11. Subestación eléctrica		
			1.2.1.1.12. Parque Industrial		
		1.2.1.2. Zonas comerciales	1.2.1.2.1. Otras zonas comerciales		
			1.2.1.2.2. Centro comercial		

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
			1.2.1.2.3. Centro de exposición		
			1.2.1.2.4. Corredor comercial		
			1.2.1.2.5. Zonas dotacionales	1.2.1.2.5.1. Instalación educativa	
				1.2.1.2.5.2. Instalación de salud	
				1.2.1.2.5.3. Instalación militar	
			1.2.1.2.6. Zona franca		
	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	1.2.2.1.1. Red vial	1.2.2.1.1.1. Vía pavimentada	
				1.2.2.1.1.2. Vía sin pavimentar	
			1.2.2.1.2. Terrenos asociados a la red vial	1.2.2.1.2.1. Paradero, parqueadero y/o terminal	
				1.2.2.1.2.2. Estación de servicio y/o taller automotriz	
				1.2.2.1.2.3. Hospedaje y/o restaurante	

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
				asociado a red vial	
				1.2.2.1.2.4. Separadores viales	
		1.2.2.2. Red ferroviaria y terrenos asociados	1.2.2.2.1. Red ferroviaria		
			1.2.2.2.2. Terrenos asociados a la red ferroviaria		
	1.2.3. Zonas portuarias	1.2.3.1. Zonas portuarias fluviales			
		1.2.3.2. Zonas portuarias marítimas			
		1.2.3.3. Zonas portuarias en seco			
	1.2.4. Aeropuertos	1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada			
		1.2.4.2. Aeropuerto sin infraestructura asociada			
	1.2.5. Obras hidraúlicas	1.2.5.1. Bocatomas y tanques de acueducto			
		1.2.5.2. Presa			
		1.2.5.3. Planta de tratamiento de aguas			
1.3. Zonas de extracción	1.3.1. Zonas de extracción minera	1.3.1.1. Otras explotaciones mineras			

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
minera y escombreras		1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos			
		1.3.1.3. Explotación de carbón			
		1.3.1.4. Explotación de oro			
		1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción			
		1.3.1.6. Explotación de sal			
		1.3.1.7. Explotación de esmeraldas			
	1.3.2. Zonas de disposición de residuos	1.3.2.1. Otras zonas de disposición de residuos a cielo abierto			
		1.3.2.2. Escombreras			
		1.3.2.3. Vertederos			
		1.3.2.4. Relleno sanitario			
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1. Zonas verdes urbanas	1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas			
		1.4.1.2. Parques cementerios			
		1.4.1.3 Jardines botánicos			
		1.4.1.4 Zoológicos			
		1.4.1.5 Parques urbanos			

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
		1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas			
	1.4.2 Instalaciones recreativas	1.4.2.1. Áreas culturales	1.4.2.1.1. Zonas arqueológicas		
			1.4.2.1.2. Zonas religiosas		
			1.4.2.1.3. Históricas		
			1.4.2.1.4. Museos		
		1.4.2.2. Áreas deportivas	1.4.2.2.1. Autódromo		
			1.4.2.2.2. Hipódromo		
			1.4.2.2.3. Estadios y campos de fútbol		
			1.4.2.2.4. Campos de golf		
			1.4.2.2.5. Villa olímpica		
			1.4.2.2.6. Pesca deportiva		
			1.4.2.2.7. Plaza de toros		

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
			1.4.2.2.8. Centro deportivo		
		1.4.2.3. Áreas turísticas	1.4.2.3.1. Hotel campestre		
			1.4.2.3.2. Centros vacacionales		
			1.4.2.3.3. Finca recreativa y/o de descanso		
			1.4.2.3.4. Restaurante y/o discotecas		
			1.4.2.3.5. Áreas ecoturisticas		
		1.4.2.4. Áreas de esparcimiento	1.4.2.4.1. Parque recreativo		
			1.4.2.4.2. Club campestre		
2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios				
	2.1.2. Cereales	2.1.2.1. Arroz			
		2.1.2.2. Maíz			
		2.1.2.3. Sorgo			
		2.1.2.4. Cebada			
		2.1.2.5. Trigo			
		2.1.2.6. Avena			
		2.1.2.7. Quinua			

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
	2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	2.1.3.1. Algodón			
		2.1.3.2. Ajonjolí			
		2.1.3.3. Fríjol			
		2.1.3.4. Soya			
		2.1.3.5. Maní			
		2.1.3.6. Alfalfa			
		2.1.3.7. Arveja			
		2.1.3.8. Garbanzo			
		2.1.3.9. Guandúl			
		2.1.3.10. Haba			
		2.1.3.11. Habichuela			
	2.1.4. Hortalizas	2.1.4.1. Cebolla			
		2.1.4.2. Zanahoria			
		2.1.4.3. Remolacha			
		2.1.4.4. Acelga			
		2.1.4.5. Ahuyama			
		2.1.4.6. Ají			
		2.1.4.7. Ajo			
		2.1.4.8. Alcachofa			
		2.1.4.9. Apio			
		2.1.4.10. Berenjena			
		2.1.4.11. Brócoli			
		2.1.4.12. Calabacín			
		2.1.4.13. Calabaza			
		2.1.4.14. Cilantro			
		2.1.4.15. Col			
		2.1.4.16. Espárrago			
		2.1.4.17. Espinaca			
		2.1.4.18. Guatila			
		2.1.4.19. Lechuga			
		2.1.4.20. Nabo			
		2.1.4.21. Pepino			
		2.1.4.22. Pimentón			

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
		2.1.4.23. Puerro			
		2.1.4.24. Rábano			
		2.1.4.25. Repollo			
		2.1.4.26. Tomate			
	2.1.5. Tubérculos	2.1.5.1. Papa			
		2.1.5.2. Yuca			
		2.1.5.3. Achira			
		2.1.5.4. Arracacha			
		2.1.5.5. Batata			
		2.1.5.6. Chonque			
		2.1.5.7. Malanga			
		2.1.5.8. Ñame			
		2.1.5.9. Ulluco			
		2.1.5.10. Yacón			
	2.1.6. Aromáticas, medicinales, condimentarías	2.1.6.1. Aromáticas	2.1.6.1.1. Otras plantas aromáticas		
			2.1.6.1.2. Albahaca		
			2.1.6.1.3. Cardamomo		
			2.1.6.1.4. Eneldo		
			2.1.6.1.5. Flor de Jamaica		
			2.1.6.1.6. Manzanilla		
			2.1.6.1.7. Menta		
			2.1.6.1.8. Orégano		
			2.1.6.1.9. Romero		

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
			2.1.6.1.10. Té		
		2.1.6.2. Medicinales	2.1.6.2.1. Otras plantas medicinales		
			2.1.6.2.2. Achicoria		
			2.1.6.2.3. Caléndula		
			2.1.6.2.4. Canyarana		
			2.1.6.2.5. Ruda		
			2.1.6.2.6. Ruscus		
			2.1.6.2.7. Sábila		
			2.1.6.2.8. Stevia		
			2.1.6.2.9. Tangarana		
		2.1.6.3. Condimentarías	2.1.6.3.1. Otras plantas condimentarías		
			2.1.6.3.2. Achiote		
			2.1.6.3.3. Cimarrón		
			2.1.6.3.4. Cúrcuma		
			2.1.6.3.5. Jengibre		
			2.1.6.3.6. Laurel		

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
			2.1.6.3.7. Perejil		
			2.1.6.3.8. Pimienta		
			2.1.6.3.9. Tomillo		
			2.1.6.3.10. Vainilla		
2.2. Cultivos permanentes	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos			
		2.2.1.2. Caña	2.2.1.2.1. Caña de azúcar		
			2.2.1.2.2. Caña panelera		
		2.2.1.3. Banano y Plátano			
	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos			
		2.2.2.2. Café			
		2.2.2.3. Cacao			
		2.2.2.4. Viñedos			
		2.2.2.5. Coca			
	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos			
		2.2.3.2. Palma de aceite			
		2.2.3.3. Cítricos			
		2.2.3.4. Mango			

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
	2.2.4. Cultivos agroforestales	2.2.4.1. Pastos y árboles plantados			
		2.2.4.2. Cultivos y árboles plantados			
	2.2.5. Cultivos confinados	2.2.5.1. Otros cultivos confinados			
		2.2.5.2. Flores			
		2.2.5.3. Follajes			
		2.2.5.4. Viveros/ semilleros de propagación			
		2.2.5.5. Hongos/Setas			
2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios	2.3.1.1. Pasto limpio denso	2.3.1.1.1. Pasto limpio denso de tierra firme		
			2.3.1.1.2. Pasto limpio denso inundable		
		2.3.1.2 Pasto limpio abierto	2.3.1.2.1. Pasto limpio abierto de tierra firme		
			2.3.1.2.2. Pasto limpio abierto inundable		
	2.3.2. Pastos arbolados	2.3.2.1 Pastos densos arbolados	2.3.2.1.1 Pastos densos arbolados de tierra firme		

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
			2.3.2.1.2 Pastos densos arbolados inundables		
		2.3.2.2 Pastos abiertos arbolados	2.3.2.2.1 Pastos abiertos arbolados de tierra firme		
			2.3.2.2.2 Pastos abiertos arbolados inundables		
	2.3.3. Pastos enmalezados	2.3.3.1 Pasto enmalezado de tierra firme			
		2.3.3.2 Pasto enmalezado inundable			
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	2.4.3.1. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales arbóreos			
		2.4.3.2. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales arbustivos			

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
		2.4.3.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales herbáceos			
		2.4.3.4. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales húmedos			
		2.4.3.5. Mosaico de cultivos, pastos y vegetación secundaria			
	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2.4.4.1. Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos			
		2.4.4.2. Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos			
		2.4.4.3. Mosaico de pastos con espacios naturales herbáceos			
		2.4.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales húmedos			
		2.4.4.5. Mosaico de pastos y vegetación secundaria			
	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	2.4.5.1. Mosaico de cultivos y espacios naturales arbóreos			
		2.4.5.2. Mosaico de cultivos y espacios naturales arbustivos			

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
		2.4.5.3. Mosaico de cultivos y espacios naturales herbáceos			
		2.4.5.4. Mosaico de cultivos y espacios naturales húmedos			
		2.4.5.5. Mosaico de cultivos y vegetación secundaria			
3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	3.1.1.1. Bosque denso alto	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme		
			3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto inundable heterogéneo	
				3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	
				3.1.1.1.2.3. Palmares	
		3.1.1.2. Bosque denso bajo	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.1.1.2.1.1. Caatingas	
				3.1.1.2.1.2. Bosque enano del Caribe	
				3.1.1.2.1.3. Bosque denso altoandino	
				3.1.1.2.1.4 Bosque denso bajo de tierra	

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
				firme heterogeneo	
			3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable		
	3.1.2. Bosque abierto	3.1.2.1. Bosque abierto alto	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme		
			3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable		
		3.1.2.2. Bosque abierto bajo	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme		
			3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable		
	3.1.3. Bosque fragmentado	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	3.1.3.1.1. Bosque fragmentado alto con pastos y cultivos		
			3.1.3.1.2. Bosque fragmentado bajo con pastos y cultivos		
		3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria (incluye	3.1.3.2.1. Bosque fragmentado alto con		

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
		bosques degradados)	vegetación secundaria		
			3.1.3.2.2. Bosque fragmentado bajo con vegetación secundaria		
	3.1.4. Bosque de galería y ripario	3.1.4.1. Bosque de galería alto			
		3.1.4.2. Bosque de galería bajo			
	3.1.5. Plantación forestal	3.1.5.1. Plantación de coníferas	3.1.5.1.1. Otras plantaciones de coníferas		
			3.1.5.1.2. Pino	3.1.5.1.2.1. Oocarpa	
				3.1.5.1.2.2. Patula	
				3.1.5.1.2.3. Maximinoii	
				3.1.5.1.2.4. Caribaea	
				3.1.5.1.2.5. Tecunumanii	
			3.1.5.1.3. Cupresus	3.1.5.1.3.1. Lusitanica	
		3.1.5.2. Plantación de latifoliadas	3.1.5.2.1. Otras plantaciones de latifoliadas		

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
				3.1.5.2.2.1. Camaldulensis	
				3.1.5.2.2.1. Globulus	
				3.1.5.2.2.1. Grandis	
			3.1.5.2.2. Eucalyptus	3.1.5.2.2.1. Pellita	
				3.1.5.2.2.1. Urophylla	
				3.1.5.2.2.1. Tereticornis	
			3.1.5.2.3. Tabebuia	3.1.5.2.3.1. Rosea	
			3.1.5.2.4. Bombacopsis	3.1.5.2.4.1. Quinata	
			3.1.5.2.5. Ochroma	3.1.5.2.5.1. Pyramidale	
			3.1.5.2.6. Hevea	3.1.5.2.6.1. Brasiliensis (Caucho)	
			3.1.5.2.7. Guadua	3.1.5.2.7.1. Angustifolia	
			3.1.5.2.8. Cordia	3.1.5.2.8.1. Alliodora	
			3.1.5.2.9. Tectona	3.1.5.2.9.1. Grandis	
			3.1.5.2.10. Gmelina	3.1.5.2.10.1. Arborea	
			3.1.5.2.11. Acacia	3.1.5.2.11.1. Mangium	
		3.1.5.3. Plantación mixta			

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal	3.2.1.1. Herbazal denso	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	3.2.1.1.1.1.1. Herbazal denso alto de tierra firme no arbolado
					3.2.1.1.1.1.2. Herbazal denso bajo de tierra firme no arbolado
				3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	
				3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	
			3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado	
				3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado	
				3.2.1.1.2.3. Arracachal	
				3.2.1.1.2.4. Helechal	
		3.2.1.2. Herbazal abierto	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso		

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
			3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso		
	3.2.2. Arbustal	3.2.2.1. Arbustal denso	3.2.2.1.1. Arbustal denso alto	3.2.2.1.1.1 Arbustal denso alto de tierra firme	
				3.2.2.1.1.2 Arbustal denso alto inundable	
			3.2.2.1.2. Arbustal denso bajo	3.2.2.1.2.1 Arbustal denso bajo de tierra firme	
				3.2.2.1.2.2 Arbustal denso bajo inundable	
		3.2.2.2. Arbustal abierto	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo		
			3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo		
	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta	3.2.3.1.1 Vegetación secundaria alta de tierra firme		
			3.2.3.1.2 Vegetación secundaria alta inundable		

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
		3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	3.2.3.2.1 Vegetación secundaria baja de tierra firme		
			3.2.3.2.2 Vegetación secundaria baja inundable		
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.1. Zonas arenosas naturales	3.3.1.1. Playas			
		3.3.1.2. Arenales			
		3.3.1.3. Campos de dunas			
	3.3.2. Afloramientos rocosos				
	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	3.3.3.1. Tierras erosionadas			
		3.3.3.2. Remoción en masa			
		3.3.3.3. Suelos desnudos			
	3.3.4. Zonas quemadas				
	3.3.5 Zonas glaciares y nivales	3.3.5.1 Zonas glaciares			
		3.3.5.2 Zonas nivales			
4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1. Zonas Pantanosas	-			
		-			
		-			

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
	4.1.2. Turberas				
	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpo de agua				
4.2. Áreas húmedas costeras	4.2.1 Pantanos costeros				
	4.2.2 Salitral				
	4.2.3 Sedimentos expuestos en bajamar				
5.1. Aguas continentales	5.1.1. Rios				
	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales				
	5.1.3. Canales				
	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	5.1.4.1. Embalses (incluye jagueyes)			
		5.1.4.2. Lagunas de oxidación			
		5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental			
5.2. Aguas marítimas	5.2.1 Lagunas costeras				
	5.2.2 Mares y océanos	5.2.2.1 Otros fondos marinos			
		5.2.2.2 Fondos coralinos someros			

NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
		5.2.2.3 Praderas de pastos marinos someras			
		5.2.2.4 Fondos someros de arenas y cascajos			
	5.2.3 Estanques para acuicultura marina				

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	OBSERVACIONES
1	01/03/2020				
2	01/02/2025	Jorge Arias Líder del proceso	Jorge Arias Líder del proceso	Uriel Murcia Coordinador del programa	Se actualiza el documento con la incorporación de la escala 1:25.000 y se precisan aspectos relacionados con los objetivos.