SISTEMA NACIONAL DE MONITOREO DE BOSQUES DE PANAMÁ MULTIPROPÓSITO

FOREST CARBON PARTNERSHIP FACILITY

PNUD

Al servicio de las personas y las naciones

MINISTERIO DE AMBIENTE

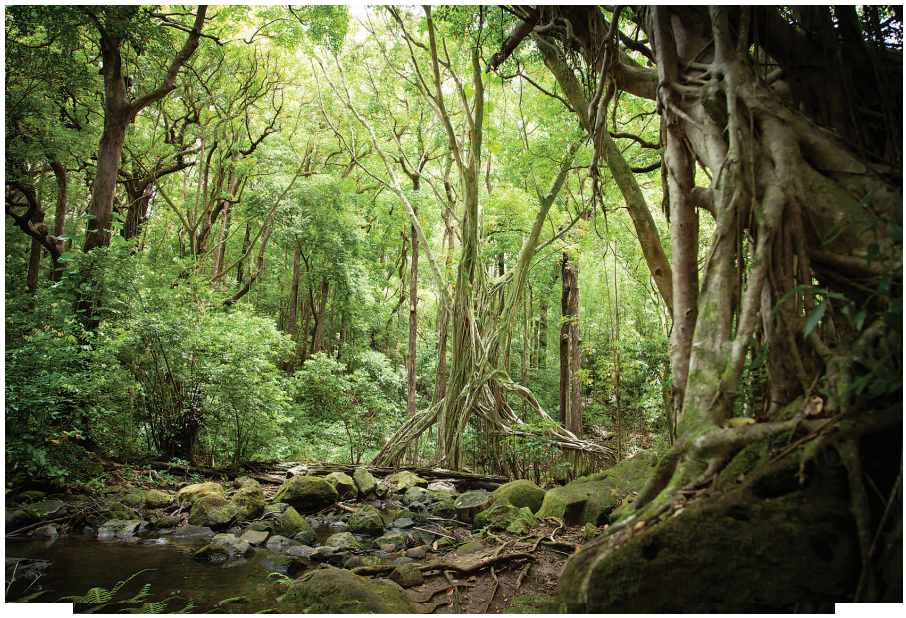
FOREST CARBON PARTNERSHIP FACILITY

PNUD

Al servicio de las personas y las naciones

MINISTERIO DE AMBIENTE

Sistema Nacional de Monitoreo de Bosque de Panamá Multipropósito



MiAMBIENTE
Emilio Sempris – Ministro
Yamil Sánchez – Viceministro
Berta Zevallos – Secretaría General
Elba Cortés - Dirección Nacional de Cambio Climático

FOREST CARBON PARTNERSHIP FACILITY

PNUD
Al servicio de las personas y las naciones

MINISTERIO DE AMBIENTE

Todos los productos presentados en este documento reconocen al Autor; sin embargo, la propiedad y derechos reservados son del PNUD y MiAMBIENTE.

Sistema Nacional de Monitoreo de Bosque Multipropósito
PANAMÁ

Ministerio de Ambiente
(MiAMBIENTE)
Emilio Sempris – Ministro
Yamil Sanchez – Viceministro de Ambiente.
Berta Zevallos – Secretaria ejecutiva
Elba Cortés - Dirección Nacional de Cambio Climático

Equipo técnico
Eric Rodríguez - Coordinador Proyecto REDD+
Carlos Gómez - Coordinador Componente NREF/NRF
Víctor Corro - Coordinador del INFC
Roney Samaniego - Analista de Cambio Climático
Ángela Jiménez - Analista de Cambio Climático
Pedro Vivar - Analista de Cambio Climático
Marcial Arias - Analista de Cambio Climático

Asesoría Técnica – PNUD
Tania Romero
Yuriza Guerrero
Javier Martínez Cedeño
Patricia Rodríguez

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	Requerimientos de monitoreo de los bosques de Panamá y otras instituciones públicas	10
1.2	Proyectos nacionales anteriores de mapeo de cobertura y uso de la tierra en Panamá.	10
1.3	Objetivos del monitoreo SNMBM	11
1.4	Objetivos específicos	11
2.	MAPEO DE ACTORES Y TRAYECTORIAS DEL SNMBM	12
2.1	Mapeo de Actores	12
2.2	Alcance del SNMBM	12
3.	MARCO CONCEPTUAL. DECISIONES RELEVANTES DE LAS NEGOCIACIONES INTERNACIONALES SOBRE MONITOREO DE LOS BOSQUES PARA REDD+.	14
4.	CONTEXTO NACIONAL DE PANAMÁ	17
5.	CONCEPTUALIZACION DEL SNMBM DE PANAMÁ	20
5.1	El sistema satelital de monitoreo terrestre (SSMT)	22
5.1.1	Mapa nacional de cobertura y uso de la tierra	22
5.1.2	Monitoreo de cambios de cobertura y uso de la tierra.	25
5.1.3	Monitoreo de Riesgos o Susceptibilidad a Incendios Forestales.	25
5.1.4	Monitoreo de temas específicos.	26
5.1.4.1	Protocolo de Indicadores Ambientales ODS	27
5.1.5.	Interpretación de muestras	28
5.1.6	Garantía de la Calidad	28
5.2	Inventario Nacional Forestal y de Carbono	31
5.3	Estadísticas Forestales	39
5.4	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero	39
5.4.1.	Directrices técnicas del IPCC	40
5.4.2.	Consistencia con los INGEI y actividades REDD+.	41
5.5	Sistema de diseminación de información estadística y geoespacial	41
5.5.1	GESTIÓN DE LOS DATOS, ANÁLISIS DE LOS DATOS, DOCUMENTACIÓN Y PRESENTACIÓN DE INFORMES	43
5.5.2	Plataforma Informática del SNMBM	43
6.	REFERENCIA	45

ACRÓNIMOS

ANAM	Autoridad Nacional del Ambiente
MIAMBIENTE	Ministerio de Ambiente
INRENARE	Instituto de Recursos Naturales Renovables
IGNTG	Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”
ANATI	Autoridad Nacional de Administración de Tierras
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario
DCC	Dirección de Cambio Climático
DIFOR	Dirección Forestal
DIAM	Dirección de Información Ambiental
BUR	Informes bienales de actualización (por sus siglas en inglés)
CBD	Convenio de la Diversidad Biológica
CBMAP	Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
COP	Conferencia de las Partes
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FRA	Evaluación de los recursos forestales mundiales (por sus siglas en inglés)
FCPF	Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques
GEI	Gases de efecto de invernadero
IPDE	Infraestructura Panameña de Datos Espaciales
INGEI	Inventario de gases de efecto de invernadero
INFC	Inventario nacional forestal y de carbono
IPCC	Panel intergubernamental de cambio climático (por sus siglas en inglés)
LULUCF	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (por sus siglas en inglés)
MRV	Medición, Reporte y Verificación
NREF	Niveles Referencia de Emisiones Forestales
NRF	Nivel de Referencia Forestal para REDD+

ACRÓNIMOS (Continuación)

ONG	Organización no gubernamental
ONU-REDD	Programa de colaboración de lasNaciones Unidas para la reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo.
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RAMSAR	Convención Relativa a Humedales de Importancia Internacional (ciudad en donde fue firmado el Convenio)
REDD+	Reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo; y la función de la conservación, el manejo sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono
SNMBM	Sistema Nacional de Monitoreo de los Bosques Multiproposito
UNCCD	Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (por sus siglas en inglés)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
FOLU	Cálculo del sector Sector Forestal y Cambio de Uso de Suelo.

AGRADECIMIENTO

El Gobierno de Panamá expresa su sincero agradecimiento a los organismos internacionales, asociados para el desarrollo, las organizaciones no gubernamentales, el mundo académico, el sector privado, el sector público, y todas las partes interesadas por su contribución al desarrollo del Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Multipropósito (SNMBM) de Panamá.

El SNMBM (Sistema Nacional de Monitoreo de los Bosques Multiproposito) fue desarrollado bajo la coordinación general del Ministerio de Ambiente, la Dirección de Cambio Climático y una valiosa orientación del Proyecto REDD+. Su participación hizo al SNMBM más coherente y alineado con otros planes sectoriales existentes en materia de bosque. Las sugerencias y comentarios recibidos de las partes interesadas y una serie de reuniones consultivas ofrecieron orientación estratégica para el desarrollo del SNMBM. Varios expertos nacionales e internacionales brindaron generosamente apoyo técnico para el desarrollo del SNMBM.

El desarrollo del SNMBM fue posible gracias al apoyo financiero y técnico del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF), el Programa de Colaboración de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Países en Desarrollo (Programa ONU-REDD), y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO).

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1 INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Ambiente cubre una serie de aspectos necesarios para preparar al país para el mecanismo de reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo; y la función de la conservación, el manejo sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono (REDD+), y uno de los elementos principales es contar con un Sistema Nacional de Monitoreo de los Bosques Multipropósito (SNMBM) para poder reportar las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero generadas de las actividades contempladas por el mecanismo REDD+.

REDD+ es un mecánismo para la mitigación del cambio climático desarrollado bajo el seno de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), para reconocer y proveer incentivos positivos a los países en vías de desarrollo y así proteger sus recursos forestales, mejorar su gestión y utilizarlos de manera sostenible, con el fin de contribuir a la lucha global contra el cambio climático y sus efectos. En este sentido, Panamá ha realizado múltiples esfuerzos para monitorear la conservación y recuperación de sus bosques, mientras continúa desarrollando su sector agropecuario y forestal. No obstante, en la mayoría de los casos, los recursos forestales y agrícolas se han medido de forma aislada y el país no dispone de un sistema integrado de monitoreo, que permita dar seguimiento a la evolución y explotación de estos recursos de manera integral.

"Es necesario que la información y el conocimiento generado por los sistemas de monitoreo forestal, alimenten y respalden las acciones nacionales y compromisos internacionales relacionados con los bosques. Con el fin de dar servicio a estos procesos, los sistemas nacionales de monitoreo forestal deben ser multipropósito. Esto es una consecuencia lógica del "Principio[7] (3) Visión de territorio", en el cual se establece un ámbito geográfico más amplio. Sin embargo, mantener un enfoque multipropósito, también significa que los campos temáticos, tales como la diversidad biológica, el carbono, la utilización de productos no maderables, entre otras variables están siendo integrados. Al tiempo, los sistemas nacionales de monitoreo forestal con orientación multipropósito requieren de comunicación y coordinación intersectorial. El enfoque multipropósito puede respaldar la factibilidad y eficiencia de costos de monitoreo nacional forestal cuando el desarrollo del diseño no sólo es exitoso en integrar temas nuevos de otros sectores, sino también logra elevar el financiamiento conjunto correspondiente" (FAO, 2017). Para cubrir esta necesidad, el SNMBM informará sobre los avances nacionales y apoyará la toma de decisiones sobre políticas públicas para mejorar la gestión en esta materia. El SNMBM formará parte del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), ambos sistemas están integrados a la Infraestructura Panameña de Datos Espaciales (IPDE), la plataforma oficial nacional para publicar y consultar información geoespacial producida por las diferentes instituciones, entidades y empresas con injerencia en la administración territorial en diferentes ámbitos (nacional, regional o local).

El objetivo de este documento es presentar la propuesta de un SNMBM y sus componentes principales, tal como ha sido concebido a través de una serie de reuniones y talleres técnicos. Incluye una propuesta para el desarrollo e implementación de la Unidad de Monitoreo del SNMBM, con sus requerimientos técnicos, así como sugerencias de aspectos institucionales para establecer y asegurar la sostenibilidad del sistema.

7 Directrices Voluntarias sobre Monitoreo Forestal Nacional,Roma,2017,pag12.

1.1 Requerimientos de monitoreo de los bosques de Panamá y otras instituciones públicas.

Los requerimientos de monitoreo de REDD+ están específicamente dirigidos a la estimación de las reservas, emisiones y absorciones de carbono en las zonas forestales, el SNMBM puede ser el instrumento para integrar información que apoye la gestión de los recursos forestales del país. Más específicamente, el país necesita información para la toma de decisiones políticas, mediante la formulación de instrumentos de planificación, para el seguimiento y evaluación de las póliticas aplicadas; adicionalmente puede brindar insumos para las acciones de fiscalización. Además, el país debe cumplir compromisos internacionales, preparando una serie de informes a nivel nacional.

Estas necesidades, además de los requerimientos de información para REDD+, apunta a aplicar un enfoque multipropósito, tratando de optimizar los recursos para el levantamiento de datos y análisis de información, tanto satelital como de campo.

Considerando como principales requerimientos para un sistema de monitoreo que sea sencillo, robusto y transparente. Un sistema sencillo es más fácil de implementar y normalmente también más robusto. La transparencia significa que todos los componentes del sistema estén bien documentados y que los datos están levantados según una metodología que permita verificación.

1.2 Proyectos nacionales anteriores de mapeo de cobertura y uso de la tierra en Panamá.

La República de Panamá, desde mediados de los años 40, ha hecho grandes esfuerzos con el objetivo de obtener información sobre la cobertura boscosa. El primer estudio de la cobertura forestal data de 1947 (Garver, R.D., 1947), en el que se estimó una cobertura boscosa de 5,245,000 hectáreas, lo que equivalía al 70% de la superficie total del país.

En 1986, el Instituto de Recursos Naturales Renovables (INRENARE) designa a la empresa Louis Berger para elaborar un mapa de cobertura y uso de la tierra. Para este estudio se incorpora el uso de imágenes satelitales y teledetección para extraer información a través de interpretación visual de imágenes infrarrojas, y se emplean en la leyenda del mapa categorías como bosque primario, bosque secundario, bosque intervenido, rastrojos y uso agropecuario.

Posteriormente, a través del proyecto *"Fortalecimiento Institucional del Sistema de Información Geográfica de la Autoridad Nacional del Ambiente para la Evaluación y Monitoreo de los Recursos Forestales de Panamá con miras a su desarrollo sostenible"*, financiado por la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), se desarrolló otro producto cartográfico en el que, por primera vez, se incorpora el análisis digital de imágenes satelitales, integrando bases de datos digitales y cartografía digital para producir el mapa de Cobertura Boscosa y Uso de Suelo para el año 2000, cuya leyenda incluía categorías más detalladas y atributos que identificaban tipos de bosque e información cualitativa en cada categoría, además del establecimiento de una metodología documentada para cada uno de los procesos desarrollados.

En este mismo proyecto, se identificó la importancia de calcular la tasa de deforestación del país como dato fundamental para la toma de decisiones, para lo que se adquirieron imágenes de 1992, produciéndose el mapa de uso y cobertura para 1992 con la misma metodología, lo que permitió el cálculo de estadísticas y indicadores nacionales sobre los cambios de uso y deforestación.

La última información oficial de Panamá sobre la superficie boscosa y tasa de deforestación fue publicada en 2003, con datos de la superficie boscosa para el año 2000 y la tasa de deforestación entre 1992 y 2000.

Desde entonces, Panamá ha enviado informes nacionales a la FAO para la Evaluación Mundial de los Recursos Forestales (FRA por sus siglas en inglés) en 2004, 2009 y 2014, cada vez haciendo ajustes en las estimaciones para cumplir con los requerimientos de utilizar la mejor y más reciente información disponible, y para asegurar coherencia en las series cronológicas reportadas.

En el marco del programa nacional ONU-REDD, se desarrolló el mapa de cobertura y uso de la tierra 2012, que dio inicio a los primeros pasos a establecer metodologías de monitoreo de la cobertura boscosa como parte de los compromisos de participar en el mecanismo de REDD+. En la actualidad MiAMBIENTE con fondos del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF), se encuentra en el proceso de establecimiento del SNMBM para Panamá, con tecnología de código abierto y sensores gratuitos.

1.3 Objetivos del monitoreo SNMBM

El principal objetivo del monitoreo es proporcionar información de calidad sobre el estado de los recursos del bosque.

1.4 Objetivos específicos

- Apoyar la construcción del conocimiento relacionado con la cobertura y uso de la tierra, mediante la gestión de los bosques en Panamá.
- Reducir la duplicidad en la producción de datos e información espacial sobre monitoreo de bosque.
- Mejorar la metodología de generación y recolección de los datos estadísticos forestales en el sector.

MAPEO DE ACTORES Y ALCANCES

2. MAPEO DE ACTORES Y TRAYECTORIAS DEL SNMBM

MIAMBIENTE en el año 2009 siendo la ANAM desarrollaba iniciativas a partir de la Politica Forestal del Pais aprobada mediante Decreto Ejecutivo N° 37 de 3 de junio de 2009, así como el Modelo Forestal Sostenible actualmente vigente. En el año 2011 realizó una serie de reuniones con un equipo técnico de la institución y el acompañamiento de FAO para definir un marco conceptual y alcance del sistema nacional de monitoreo de los bosques. En dicho proceso se identificaron las direcciones e información del hoy Ministerio de Ambiente para el diseño y creación del SNMBM, a través de los actores relevantes institucionales.

2.1 Mapeo de Actores

Mediante un proceso de consulta y participación ciudadana con una representación de la diversidad de sus culturas, pueblos indígenas, sectores económicos vinculados al cambio de uso de suelo en el 2014 y 2015 integraron un diagnóstico de la situación de los bosques de Panamá.

Logrando identificar y registrar 805 actores claves de las partes interesadas, instituciones, sociedad civil, grupos étnicos y género.

Para la etapa de diseño del sistema una vez operativo, entre los socios claves, por su rol relacionado con el establecimiento y seguimientos de políticas públicas, así como por estar estrechamente vinculados con el monitoreo o el reporte de temas para el SNMBM, se destaca: el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG), Autoridad Nacional de Administración de Tierras (ANATI), Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), y las direcciones de MIAMBIENTE: Dirección de Cambio Climático (DCC), Dirección Forestal (DIFOR), Dirección de Información Ambiental (DIAM), actualmente en desarrollo.

El SNMBM luego de estar operativo brindará información relevante para la gestión del territorio y sus recursos, apoyando procesos nacionales e internacionales, instituciones y organizaciones en el ámbito nacional y regional, y a la sociedad civil en general.

2.2 Alcance del SNMBM

Las necesidades de monitoreo, obtenidas mediante el proceso de escucha activa en el año 2015 en el programa ONU-REDD, FAO-PNUD-PNUMA. Se plasman en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1. Necesidades de información y reporte para el SNMBM (datos biofísicos*).

ÁMBITO DEL REQUERIMIENTO	POLÍTICAS E INICIATIVAS QUE REQUIEREN INFORMACIÓN
Tareas nacionales	• Estrategia Nacional Forestal 2050 • Estrategia Alianza por el Millón de Hectáreas • Estrategia Nacional de Cambio Climático • Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Degradación de la Tierra en Panamá • Estrategia Nacional REDD+ • Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de acción 2018-2050 • Informe del Estado del Ambiente • Indicadores Ambientales • Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, siglas en inglés) • Planes de ordenamiento territorial • otras
Tareas globales	• Objetivos de Desarrollo Sostenible • Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) • Convenio sobre la Diversidad Biológica • Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación • Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático, Inventario de Gases de Efecto Invernadero, Informe Bienal de Actualización, Contribución Nacionalmente Determinada) • Evaluación de los Recursos Forestales (FRA) de la FAO • Niveles de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) / • Nivel de Referencia Forestal (NRF) para REDD+ • Reporte Bienal de Actualización (BUR) con anexo técnico con los resultados de REDD+ • otras

* Indicadores sociales y económicos serán provistos por otros nodos del SINIA o desarrollados en una fase posterior.

MARCO CONCEPTUAL

3. DECISIONES RELEVANTES DE LAS NEGOCIACIONES INTERNACIONALES SOBRE MONITOREO DE LOS BOSQUES PARA REDD+.

El enfoque que adopte un país para la medición y reporte respecto a las actividades nacionales contempladas bajo el mecanismo REDD+ está influenciado por las decisiones de la COP incluidas en las negociaciones de CMNUCC, los métodos elaborados por el IPCC para el desarrollo de INGEI, y las circunstancias nacionales, incluyendo aquellas relacionadas con el SNMBM y las definiciones de bosques.

Dentro de estas negociaciones internacionales de la CMNUCC y REDD+, se ha tomado una serie de decisiones importantes respecto al monitoreo de los bosques. A continuación, se presentan las principales decisiones que tienen implicaciones directas sobre el diseño del SNMBM.

La orientación metodológica inicial relacionada con monitoreo de los bosques para REDD+ fue proporcionado por la Conferencia de Partes, celebrada en Copenhague en 2009. La Decisión 4/CP.15, párrafo 1(d) pide a las Partes que:

> *"…Establezcan, de acuerdo con sus circunstancias y capacidades nacionales, sistemas de vigilancia [7] de los bosques nacionales que sean robustos y transparentes y, cuando sea el caso, sistemas subnacionales en el marco de los sistemas de vigilancia nacionales que:*
>
> *i)Utilicen una combinación de métodos de levantamiento de inventarios del carbono forestal basados en la teledetección y en mediciones en tierra para estimar, según proceda, las emisiones antropógenos por las fuentes y la absorción antropógeno por los sumideros de gases de efecto invernadero relacionadas con los bosques, las reservas forestales de carbono y los cambios en las zonas forestales;*
>
> *ii) Proporcionen estimaciones transparentes, coherentes, en lo posible exactas y que reduzcan las incertidumbres, teniendo en cuenta los medios y las capacidades nacionales;*
>
> *iii) Sean transparentes y sus resultados estén disponibles y puedan ser examinados por la Conferencia de las Partes sí así lo decide.*

La misma decisión, párrafo 1(c) pide a las Partes que:

> *Utilicen la orientación y las directrices más recientes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) que haya aprobado o alentado la Conferencia de las Partes, según corresponda, como base para estimar las emisiones antropógenos[8] por las fuentes y la absorción antropógeno por los sumideros de gases de efecto invernadero relacionadas con los bosques, las reservas forestales de carbono y los cambios en las zonas forestales.*

En la Conferencia de Partes celebrada en Cancún 2010, la Decisión 1/CP.16 párrafo 71(c) pide a las Partes que **deben establecer**:

> *Un sistema nacional de vigilancia forestal robusto y transparente para la vigilancia y notificación respecto de las medidas mencionadas en el párrafo 70 supra …, de conformidad con las circunstancias nacionales y con lo dispuesto en la decisión 4/CP.15 y en toda nueva disposición al respecto que acuerde la Conferencia de las Partes;*

7 Es la traducción oficial de las decisiones, el término en inglés "monitoring" se traduce como "vigilancia"

8 Traduccion citada en el documento de Sistemas nacionales de monitoreo de los bosques: Monitoreo y Medición, reporte y verificación (M & MRV) en el contexto de las actividades de REDD+, FAO, 2013.

La misma decisión, párrafo 71(d) establece que los países también deben establecer:

> *Un sistema para proporcionar información sobre la forma en que se estén abordando y respetando las salvaguardas que se señalan en el apéndice I de la presente decisión en todo el proceso de aplicación de las medidas mencionadas en el párrafo 70 supra al tiempo que se respeta la soberanía.*

En la Conferencia de Partes celebrada en Varsovia 2013, se tomaron decisiones sobre las modalidades de los sistemas nacionales de monitoreo de los bosques. La decisión 11/CP.19 **reafirma las decisiones y orientaciones metodologías establecidas en CP15 y CP16.** Además, la decisión establece:

> *…que los sistemas nacionales de vigilancia forestal… deberían:*
>
> *a) Basarse en los sistemas existentes, si los hubiera;*
>
> *b) Permitir la evaluación de distintos tipos de bosques dentro de un país, entre ellos los bosques naturales, con arreglo a la definición del Estado parte;*
>
> *c) Ser flexibles y permitir mejoras;*
>
> *d) Reflejar, en su caso, el enfoque por etapas…;*
>
> *…reconoce que los sistemas nacionales de vigilancia forestal de las Partes pueden proporcionar, si corresponde, información pertinente para los sistemas nacionales de suministro de información sobre la forma en que se están abordando y respetando las salvaguardas contenidas en la decisión 1/CP.16, apéndice I.*

Los países deben desarrollar un SNMBM que utiliza una combinación de métodos de levantamiento de inventarios del carbono forestal basados en la teledetección y en mediciones en el campo, y que se debe seguir las recomendaciones más recientes emitidas por el IPCC para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI, y para la estimación de las reservas de carbono y los cambios en la superficie de bosques. De esta manera, las estimaciones se basarán en enfoques metodológicos comparables según recomienda el IPCC. Además, el SNMBM puede proporcionar parte de la información requerida para informar sobre las salvaguardas.

El SNMBM también debería ser utilizado para la recopilación de datos e información, tales como información sobre los cambios históricos en la cobertura forestal, que constituye la base para la elaboración de los Niveles de Referencia de las Emisiones Forestales (NREF) y los Niveles de referencia forestal (NRF). De esta manera, el SNMBM constituye el enlace entre las evaluaciones históricas y las evaluaciones actuales y futuras, asegurando datos e información coherente, a fin de apoyar la implementación y reporte de las actividades de REDD+.

Por lo tanto, si Panamá tiene el interés de participar en un mecanismo REDD+, es imprescindible contar con un SNMBM que pueda proporcionar la información necesaria para estimar las emisiones y absorciones forestales de GEI provenientes de las actividades[9] REDD+.

En las discusiones de REDD+, se puede notar que los términos Monitoreo y MRV se utilizan muchas veces como si fueran sinónimos. Se escucha frecuentemente sobre la necesidad de establecer sistemas MRV en los países, aunque las decisiones de las COP solo indican que los países deben establecer sistemas nacionales de monitoreo de los bosques.

Para fines de este documento, se precisa hacer una distinción clara entre el monitoreo de los bosques y el concepto de MRV.

El término **monitoreo** puede ser definido como *"mediciones y/o observaciones periódicas y sistemáticas para evaluar el cambio de un indicador"* (Proceso de Montreal, 1994). Monitoreo de los bosques en general com-

9 se refiere a las cinco actividades REDD+. CMNUCC, 2010. Decisión 1/CP.16:

prende una serie de indicadores para evaluar el cambio en el estado de los bosques, los avances hacia un manejo sostenible y la eficacia de seguimiento a políticas, y por tanto, puede cubrir mucho más que las necesidades específicas de REDD+.

Medición, Reporte y Verificación (o **MRV** como normalmente se abrevia), por otro lado, es un término que se usa exclusivamente en el marco de la CMNUCC, y trata específicamente de la forma en que los países deben recolectar, procesar y reportar la información sobre emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, permitiendo así una verificación por un ente externo. Por lo tanto, los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero deben ser basados en información recolectada de una manera metodológicamente correcta y de forma transparente.

En resumen, las actividades de monitoreo proporcionan información que los países necesitan para informar a la CMNUCC sobre las emisiones forestales bajo los principios de MRV establecidas en la metodología de IPCC.

CONTEXTO NACIONAL

4. CONTEXTO NACIONAL DE PANAMÁ

El Ministerio de Ambiente basándose en el mandato de la Ley 8 del 25 de marzo del 2015 que modifica la Ley 41 de 1998, específicamente los artículos 28 y 38 donde hablan de las tareas propias del Sistema Nacional de Información Ambiental y del Inventario del Patrimonio Forestal del Estado.

"**Artículo 28.** El artículo 45 de la Ley 41 de 1998 queda así:

Artículo 45. El Sistema Nacional de Información Ambiental tiene por objeto recopilar, sistematizar, almacenar y distribuir información ambiental de los recursos naturales y de sostenibilidad ambiental del territorio nacional, entre los organismos y dependencias, públicos y privados, de forma idónea, veraz y oportuna, sobre las materias que conforman el ámbito del Sistema Interinstitucional de Ambiente y que son necesarias para la conservación ambiental y uso sostenible de los recursos naturales. Esta información es de libre acceso. Los particulares que la soliciten asumirán el costo del servicio"

"**Artículo 38**. El artículo 73 de la Ley 41 de 1998 queda así:

Artículo 73. El inventario del patrimonio forestal del Estado: bosques naturales, bosques plantados y tierras forestales será responsabilidad del Ministerio de Ambiente, que los registrará y promoverá, ejerciendo sobre ellos una efectiva administración. El Ministerio promoverá la reforestación según los criterios que defina para ello."

Se diseña un SNMBM que contenga los requerimientos de monitoreo de acuerdo a los requisitos para REDD+, específicamente dirigidos a la estimación de las reservas, emisiones y absorciones de carbono en las zonas forestales, y además el monitoreo de otras variables para integrar información que apoye la gestión de los recursos forestales del país.

El país necesita información para la toma de decisiones políticas, la formulación de instrumentos políticos, y para el seguimiento y evaluación de la aplicación de estos instrumentos; el SNMBM también puede brindar insumos para acciones de fiscalización. Además, el país debe cumplir compromisos internacionales, preparando informes nacionales para una serie de procesos y organizaciones nacionales, tales como la CMNUCC, Convenio de la Diversidad Biológica (CBD), Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra de Desertificación (UNCCD), Convención Relativa a Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Evaluaciones de Recursos Forestales Mundiales (FRA), para seguimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), etc. y para preparar informes para proyectos ejecutados por el país, al hablar de multipropósito, se trata de optimizar los recursos para el levantamiento y análisis de información, tanto satelital como de campo.

Antes de entrar en la propuesta de diseño del SNMBM y sus componentes, se hace preciso mencionar algunas de las consideraciones generales que han influido la forma de conceptualizar y diseñar el sistema.

Inicialmente el diseño del sistema fue cofinanciado por programas de cooperación internacional, el país debe tomar parte activa en mejorar el diseño e implementación, y las decisiones finales sobre los aspectos de diseño que debe tomar el país. La apropiación del sistema por el país es muy importante para asegurar la sostenibilidad del sistema.

Un sistema nacional de monitoreo de los bosques es un compromiso del país para un periodo largo (20+ años). No debe ser tratado como un proyecto temporal, sino que por lo tanto todos sus componentes deben ser integrados en la institucionalidad del país. Corresponde al país decidir sobre la forma de como institucionalizar y operar el sistema y asegurar la asignación de los recursos necesarios a estas instituciones. La definición clara

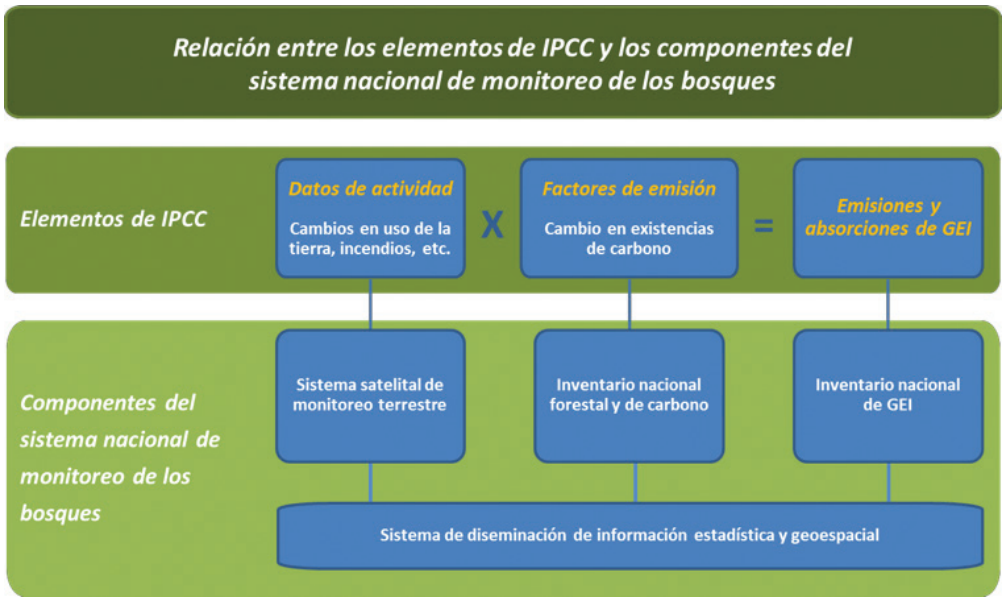
de mandatos y responsabilidades de las instituciones es muy importante, y deben en lo posible ser refrendados por Ley o Decreto Ejecutivo.

El alcance del sistema debe permitir al país mantenerlo con financiamiento propio. El financiamiento y apoyo técnico de programas de cooperación se considera para la etapa inicial de diseño, desarrollo metodológico y de capacidades, y para la consolidación institucional del sistema.

Cuando se inició el programa ONU-REDD en Panamá, se realizó una serie de reuniones con el equipo técnico de la entonces ANAM (Ministerio de Ambiente) para definir el marco conceptual y alcance del sistema nacional de monitoreo de los bosques, y en el transcurso de los años hasta la fecha se tomaron varias decisiones importantes sobre los componentes principales, entre otro el enfoque multipropósito, el alcance nacional, la necesidad de monitorear la deforestación con imágenes de satélite, y la importancia de realizar un inventario forestal nacional, no solo para estimar biomasa y carbono, sino también para levantar información importante para la gestión forestal del país. En particular, el Ministerio de Ambiente reconoce que en el país no se ha realizado un inventario nacional forestal desde los años 70, y por lo tanto, no se cuenta con información sobre el estado actual de los recursos forestales y las tendencias recientes para la toma de decisiones políticas y técnicas,k para dar un seguimiento a los planes y políticas establecidas.

La figura N°1 muestra los tres elementos metodológicos de IPCC para la estimación de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, y como estos elementos se relacionan con los componentes previstos del sistema nacional de monitoreo de los bosques. Los elementos utilizan un sistema jerárquico de clasificación de cobertura y uso de la tierra, y definiciones correspondientes, que permite una coherencia en la información recolectada.[7]

Figura 1 ANAM/FAO, 2014. Sistema de clasificación de la cobertura y uso de la tierra para el sistema nacional de monitoreo de los bosques. Documento preparado en el marco del programa ONU-REDD y en proceso de publicación.



7 ANAM/FAO, 2014. Sistema de clasificación de la cobertura y uso de la tierra para el sistema nacional de monitoreo de los bosques. Documento preparado en el marco del programa ONU-REDD.

En la metodología básica de IPCC, se utilizan los datos de actividad que en el caso de REDD+ se traduce a las superficies afectadas por cada una de las cinco actividades[8]. Los datos de actividad se multiplican con los factores de emisión correspondientes para obtener la estimación de emisiones y absorciones.

Los datos de actividad, en particular la deforestación, se obtienen por medio de un análisis multitemporal de imágenes de satélite, para así estimar la superficie afectada por cambios durante un periodo de tiempo.

Los factores de emisión, se pueden estimar con datos provenientes de un inventario nacional forestal y de carbono, estimando el contenido de carbono por hectárea en los cinco reservorios de carbono (biomasa aérea, subterránea,hojarasca,madera muerta,carbono del suelo) y en cada uno de los tipos de bosque y categorías de uso de la tierra. Utilizando un diseño con parcelas permanentes, se puede además con el tiempo estimar cambios en carbono por hectárea dentro de cada uno de los tipos de bosque, y de esta forma obtener factores de emisión para la degradación de los bosques.

Las emisiones y absorciones de GEI, se obtienen por aplicar la información obtenida del sistema nacional de monitoreo de los datos de actividad y los factores de emisión de cada cobertura, en el componente del inventario nacional forestal y de carbono. Este componente del SNMBM se limita a la estimación de emisiones y absorciones de GEI provenientes del sector forestal relacionados al uso de la tierra, cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), ahora bajo directrices IPCC 2006 conocido como Silvicultura y Otros Usos de la Tierra, (SOUT) y la preparación de reportes correspondientes.

Toda la información generada por el SNMBM, sea estadística o geoespacial, debe ser compartida al público a través de publicaciones impresas, digitales, y en línea, por medio de la página de MiAMBIENTE. Este componente es importante para cumplir con los requerimientos de transparencia, y además, por hacer que la información sea accesible a un público más amplio, con el fin que se aumente la utilidad de la información generada.

8 CMNUCC, 2010. Decisión 1/CP.16: Acuerdo N° 70.

CONCEPTUALIZACIÓN DEL SNMBM

5. CONCEPTUALIZACION DEL SNMBM DE PANAMÁ

A finales del 2016 el Ministerio de Ambiente (MiAMBIENTE) firmó el Plan de Trabajo con el FCPF para lograr la "Consolidación de la fase de preparación para la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y degradación de los bosques (REDD+) en Panamá", planteando cuatro componentes y doce (12) productos, de los cuales el componente cuatro (4) establece un diseño del sistema nacional de monitoreo de bosques y sistema de información sobre las salvaguardas con dos (2) principales productos:

- Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Multipróposito (SNMBM) operativo en el marco institucional.
- Sistema de Información sobre Salvaguardas (SIS) diseñado.

MiAMBIENTE luego de analizar las buenas prácticas del IPCC, plantea un Sistema de Monitoreo de Bosque Multipropósito con el cual se dará seguimiento a diferentes tareas en el ámbito del monitoreo de los bosques, reportando y evaluando su implementación e impacto.

Enfocándose en contribuir a la mitigación a través de la reducción de la deforestación, reducción de la degradación forestal, la conservación de ecosistemas forestales, el manejo forestal sustentable y el aumento de las reservas de carbono forestal. Como resultado de este trabajo conjunto, el país contará con un sistema que define 4 componentes principales:

- Monitoreo satelital terrestre por medio de sensores remoto.
- Inventario nacional forestal y de carbono.
- Inventario de gases de efecto invernadero para el sector Silvicultura y Otros Usos de la Tierra, (SOUT)
- Portal de diseminación de información estadística y geoespacial.

Estos componentes del sistema estarán administrados por diferentes direcciones del ministerio de acuerdo a su especialidad o funciones definidas y establecidas en el decreto ejecutivo N° 36 de 28 de mayo del 2018, donde se instituye la nueva estructura orgánica del Ministerio de Ambiente de Panamá y otras disposiciones.

En este sentido, el **sistema satelital de monitoreo terrestre** y el **Inventario Nacional Forestal y de Carbono** estará a cargo del **Departamento de Patrimonio Forestal** de la Dirección Forestal **según funciones de la estructura orgánica.**

Decreto ejecutivo N° 36 del 28 de mayo del 2018, Gaceta 28536-A pág. 74-76

Dirección Forestal

Objetivo: Administrar el patrimonio forestal del país, promoviendo la sostenibilidad y el aprovechamiento racional, a través de la protección, conservación, y restauración de los recursos forestales, que asegure el beneficio de la población en el ámbito ambiental, social y económico.

Departamento de Patrimonio Forestal

Funciones: Establecer mecanismo de registro, monitoreo y control actualizado sobre el Aprovechamiento del Patrimonio Forestal del Estado, que facilite la toma de decisiones.

El Cálculo del sector Sector Forestal y Cambio de Uso de Suelo (FOLU) estará bajo **la tutoría del departamento de Mitigación del Cambio Climático de la Dirección de Cambio Climático según funciones de la estructura orgánica.**

Decreto ejecutivo N° 36 del 28 de mayo del 2018, Gaceta 28536-A pág. 62-65

Dirección de Cambio Climático

Objetivo: Impulsar acciones estratégicas nacionales a través de iniciativas de adaptación, mitigación y resiliencia, ante los efectos adversos del cambio climático, que facilite el desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero.

Departamento de Mitigación del Cambio Climático

Funciones: Elaborar bienalmente, con el apoyo de otras instituciones, un inventario nacional de Emisiones por fuentes y absorciones por sumidero de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.

Diseñar e instalar un sistema de monitoreo para el levantamiento de información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, que sirva de insumo para establecer acciones de reducción de estos gases.

El Sistema de Diseminación de Información Geoespacial y Estadística estará a cargo del **departamento de Geomática Ambiental en la Sección de Información Ambiental Geoespacial** de la Dirección Información Ambiental **según funciones de la estructura orgánica.**

Decreto ejecutivo N° 36 del 28 de mayo del 2018, Gaceta 28536-A pág. 77-81

Dirección de Información Ambiental

Objetivo: Desarrollar aplicaciones y procedimientos, a través de la automatización de procesos que permitan la recopilación, administración, difusión, de datos e información para una mejor capacidad de análisis territorial, fortaleciendo la toma de decisiones del uso racional de los recursos naturales.

Departamento de Geomática Ambiental

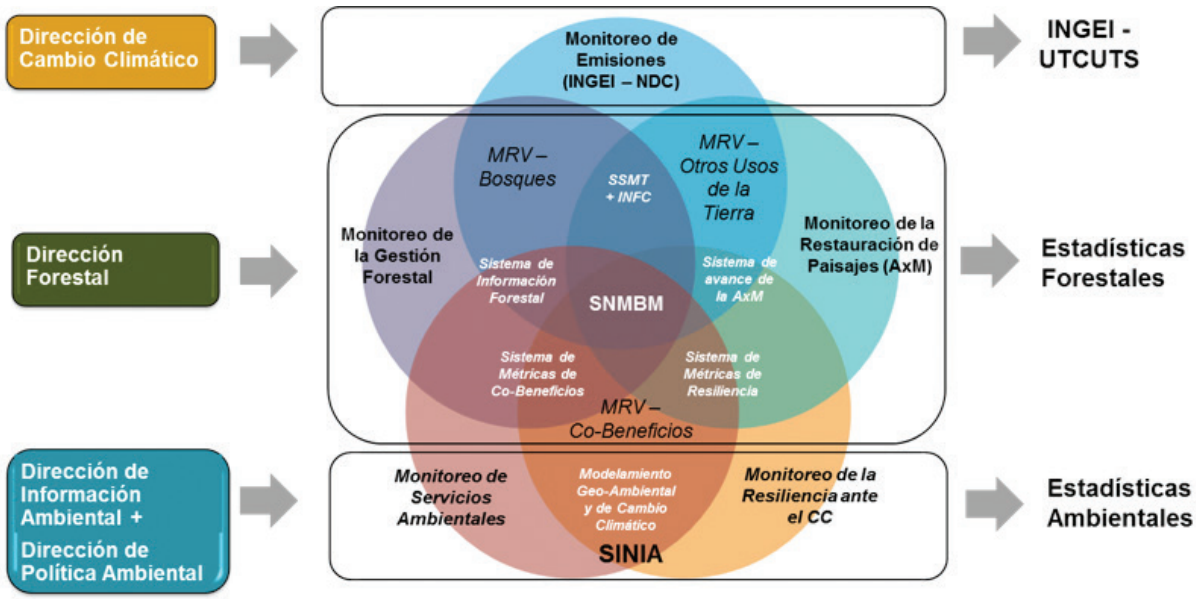
Funciones: Velar y asegurar la aplicación de los controles de calidad de la información

Contenida en el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) en la entrega de productos geoespaciales.

Sección de Información Ambiental Geoespacial

Funciones: Administrar información que se derive del manejo integrado de datos sociales, económicos y ambientales que responda a las necesidades y expectativas de los usuarios en forma precisa, integral y oportuna.

Figura 2 Roles y responsabilidades dentro del SNMBM (Cada uno de los 3 recuadros contiene las herramientas que estarían a cargo de cada Dirección, esto según la interpretación de la estructura orgánica definida en el Decreto ejecutivo N° 36 del 28 de mayo del 2018, Gaceta 28536).



5.1 El sistema satelital de monitoreo terrestre (SSMT)

El Ministerio de Ambiente se encuentra en proceso de institucionalización del SNMBM, el cual se conforma a partir de los componentes y procesos generados por el proyecto *"Consolidación de la fase de preparación para la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y degradación de los bosques (REDD+) en Panamá"*. Bajo este marco institucional, se ha trabajado en los insumos necesarios para la estructuración del SNMBM. Panamá plantea un sistema robusto y transparente para determinar el estado de los bosques a través de indicadores de cambio de uso y cobertura, que adicionalmente permita el seguimiento y reporte de actividades REDD+. Además, incorpora procesos de MRV de acuerdo a sus circunstancias y capacidades nacionales, en línea con lo que pide la CMNUCC en el marco de REDD+. Su principal función es contar con información anual sobre resultados obtenidos a través de las medidas y acciones nacionales, además de proveer datos que sean medibles, reportables y verificables para estimaciones y reportes internacionales de las emisiones y absorciones de GEI forestales. Así mismo, permite dar seguimiento a nivel nacional a la efectividad de las políticas, medidas y acciones articuladas a la deforestación, considerando como base el Mapa de Cobertura y uso de la tierra 2012, mediante la generación de información actualizada, la cual es clave para la toma de decisiones y el diseño e implementación de políticas de ordenamiento territorial, uso del suelo, gobernanza forestal y manejo de recurso naturales.

El SNMBM tiene como objetivo proporcionar los datos de actividad para REDD+, pero también generará mucha más información de utilidad para la gestión de los bosques y recursos naturales. En este sentido consta de las siguientes actividades:

1. Mapas de cobertura y uso de la tierra
2. Monitoreo de cambios de cobertura y uso de la tierra
3. Monitoreo de Riesgos o Susceptibilidad a Incendios de masa vegetal.
4. Mapeo/monitoreo de temas específicos (plantaciones, incendios, etc.)

MiAMBIENTE mediante el monitoreo multipropósito se establece un sistema mixto utilizando la generación de mapas por medio de sensores remotos y la verificación de dichos mapas mediante la toma de muestras a partir de encuestas y la generación de estadística robusta.

La estimación de parámetros por medio de imágenes de satélite en combinación con información derivada de muestreo de imágenes de alta definición y aunado, a esto; el muestreo de inventario nacional permite mantener información actualizada de la estructura del bosque a costo relativamente accesible. Para lograrlo es necesario utilizar modelos que construyan asociaciones válidas entre datos de sensores remotos y de campo.

5.1.1 Mapa nacional de cobertura y uso de la tierra

El monitoreo de distintos tipos de cambios vinculados a las distintas actividades REDD+ requiere diferentes enfoques metodológicos y periodicidades. En todos los casos, se necesita un análisis inicial de los cambios históricos y luego el monitoreo periódico de dichos cambios. Debe haber consistencia metodológica entre el análisis histórico y el monitoreo periódico, esto fue propuesto inicialmente con el monitoreo de la deforestación bruta, lo cual permitió obtener valores preliminares sobre la pérdida de cobertura mediante el programa de ClasLite.

El análisis histórico de la deforestación bruta se realizó mediante metodología de procesamiento multitemporal de imágenes de satélite Landsat, en contraste con las estimaciones anteriores de la deforestación que fueron realizadas mediante una comparación de los mapas de cobertura boscosa disponibles, metodología que propaga las incertidumbres e inconsistencias de estos mapas.

El análisis de la deforestación bruta se desarrolló, en los periodos 1990-2000-2006-2012. Mediante nuevas tecnologías como Google Earth Engine se establece un protocolo para la generación de pérdidas de coberturas boscosa desde 1990 a 2015.

La actualización de los cambios en el tiempo de la superficie de cada uso de la tierra debe definirse como la actualización de clasificación mediante la metodología aprobada por **gaceta oficial N° 28229-A, para la elaboración de mapas de cobertura boscosa y uso de la tierra** la cual facilita y fortalece la consistencia de los resultados de dicho producto por establecer una única metodología de elaboración.

Tabla 2. Niveles y categorías de cobertura y uso de la tierra utilizadas para el mapa 2012.

	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
	ECOSISTEMA Y USO	**COBERTURA**	**TIPO**	**SUBTIPO**
TERRITORIOS	BOSQUE	Natural	Latifoliado mixto	Maduro
				Secundario
			Mangle	
			Orey	
			Cativo	
			Rafia	
		Plantado	Coníferas	
			Latifoliadas	
	VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	Rastrojo y vegetación arbustiva		
		Vegetación herbácea		
		Vegetación baja inundable		
	ÁREA ABIERTA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	Afloramiento rocoso y tierra desnuda		
		Playa y arenal natural		
	AGROPECUARIO	Cultivo	Cultivo permanente	Café
				Cítrico
				Palma aceitera
				Plátano/banano
				Otro cultivo permanente
			Cultivo anual	Arroz
				Caña de azúcar
				Horticultura mixta
				Maíz
				Piña
				Otro cultivo anual
			Área heterogénea de producción agropecuaria	
		Pasto		
	SUPERFICIE DE AGUA			
	ÁREA CULTURAL	Área poblada		
		Infraestructura		
		Explotación minera		
		Estanque para acuicultura		
		Salinera		

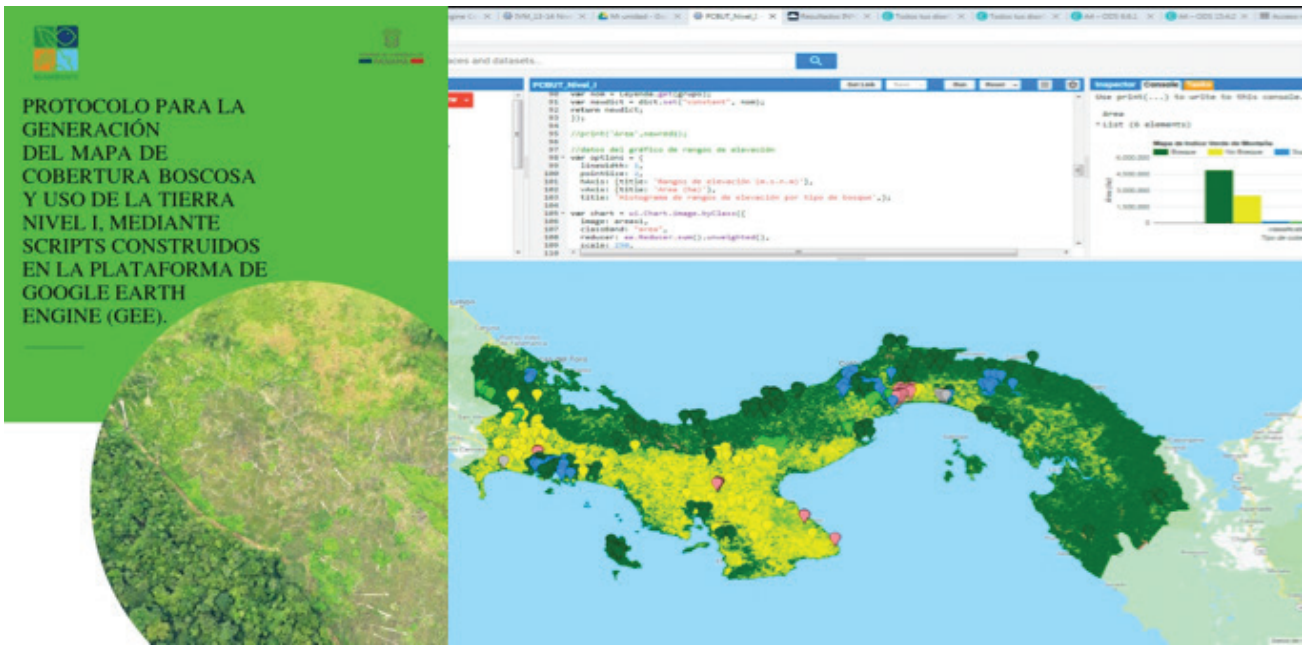
A partir de las clases jerárquicamente establecidas en la metodología aprobada y analizando las clases por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, siglas en inglés) y las Evaluaciones de Recursos Forestales mundiales (FRA, siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) obtendremos la tasa de deforestación de REDD+, lo cual se podrá reportar como datos de actividad por cambio de uso de la tierra.

Para establecer una línea base utilizando el nuevo sistema de clasificación de cobertura y uso de la tierra, en el marco de REDD+ se ha elaborado un mapa de cobertura y uso de la tierra 2012, utilizando imágenes de RapidEye con una resolución de 5m, y una unidad mínima cartográfica de una (1) hectárea. Este mapa permite identificar en gran detalle y con el equipo especializado la ubicación de los bosques según su tipo, y generar nuevas estadísticas sobre superficies cubiertas por bosques y otros usos de la tierra. Además, constituye la base para la evaluación, tanto de la deforestación histórica como del monitoreo periódico de los cambios.

El mapa de cobertura y uso de la tierra deberá actualizarse con una periodicidad de cada 4 años, para lograr responder las evaluaciones de los recursos forestales mundiales (FRA) las cuales se realizan en el mundo con una periocidad de 5 a 10 años, utilizando la metodologia de Generación de Mapas de Cobertura y Uso de la Tierra según el Sistema de Clasificación de Panamá.

A su vez, se mantendrá un monitoreo bienal de las coberturas y uso de la tierra utilizando la plataforma de Google Earth Engine siguiendo paso a paso el Protocolo de Generación de Mapas de Cobertura y Uso de la Tierra Bienal, según el Primer Nivel Jerárquico de Clasificación de Panamá deacuerdo a la gaceta N° 28229-A como se muestra en la figura 3.

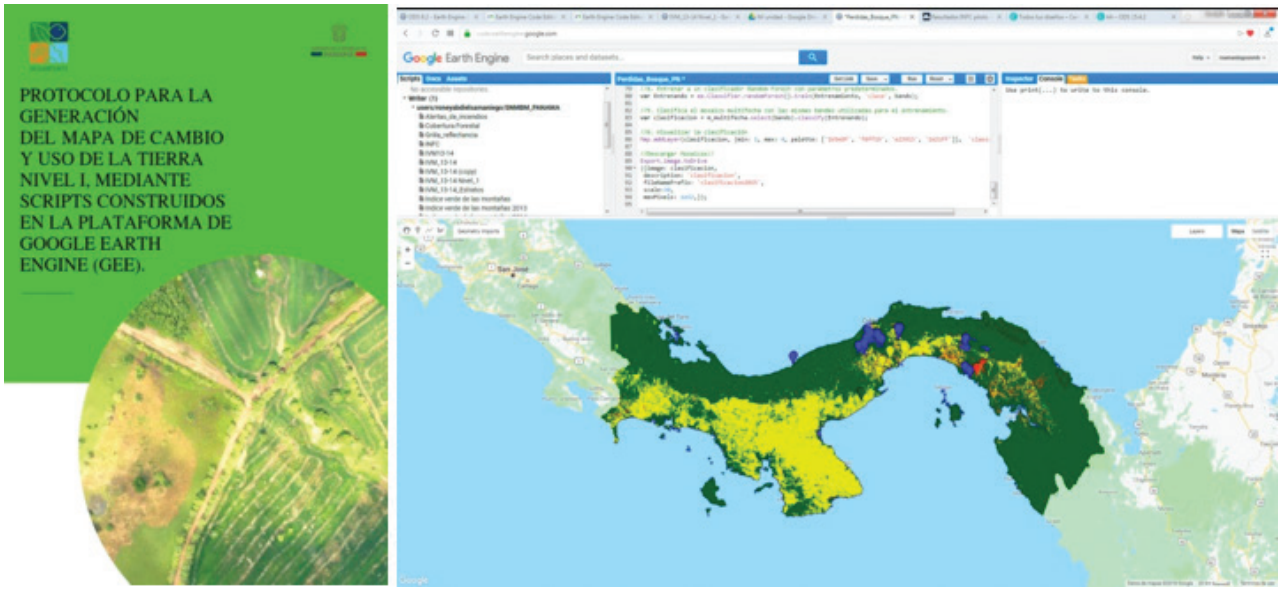
Figura 3 Protocolo de Mapas de Coberturas y Uso de la Tierra Bienal Nivel I



5.1.2 Monitoreo de cambios de cobertura y uso de la tierra.

El monitoreo bienal del cambio en la superficie cubierta por bosque permite cuantificar la diferencia o balance neto entre la superficie de bosque regenerado (ganancia) y la superficie de bosque deforestada (pérdida) que ocurren en un periodo de tiempo analizado. Igualmente se identifican las áreas que se mantienen sin cambios en un periodo de tiempo analizado, bien sea como áreas de bosque estable o como áreas de no bosque estable. Este monitoreo del bosque se genera a partir del procesamiento digital semiautomatizado de imágenes de sensores remotos de mediana resolución. Este seguimiento se realizará bienalmente desde el año 2015 y adicionalmente, se cuenta con información histórica de los periodos 1990-2015. Los resultados obtenidos se presentan a nivel nacional. Para el procesamiento y reporte de los cambios en la cobertura y uso de la tierra se siguen los lineamientos técnicos definidos en el Sistema de Clasificación de Panamá según gaceta N° 28229-A, en el cual la identificación de la deforestación se realiza mediante la detección directa de cambios. De esta forma, se procesan y comparan simultáneamente las imágenes de satélite de las dos fechas analizadas, y se identifican los cambios en la repuesta espectral que puedan corresponder a una pérdida o ganancia de la cobertura de bosque. Esto permite comparar directamente las imágenes y no los mapas de superficie de bosque generados de manera independiente para cada fecha. El monitoreo bienal de cambios de cobertura y uso de la tierra utilizando la plataforma de Google Earth Engine utilizando el Protocolo de Cambios de Cobertura y Uso de la Tierra según el Primer Nivel Jerárquico de Clasificación de Panamá como se muestra en la figura 4.

Figura 4 Protocolo de Cambio de Cobertura y Uso de la Tierra.

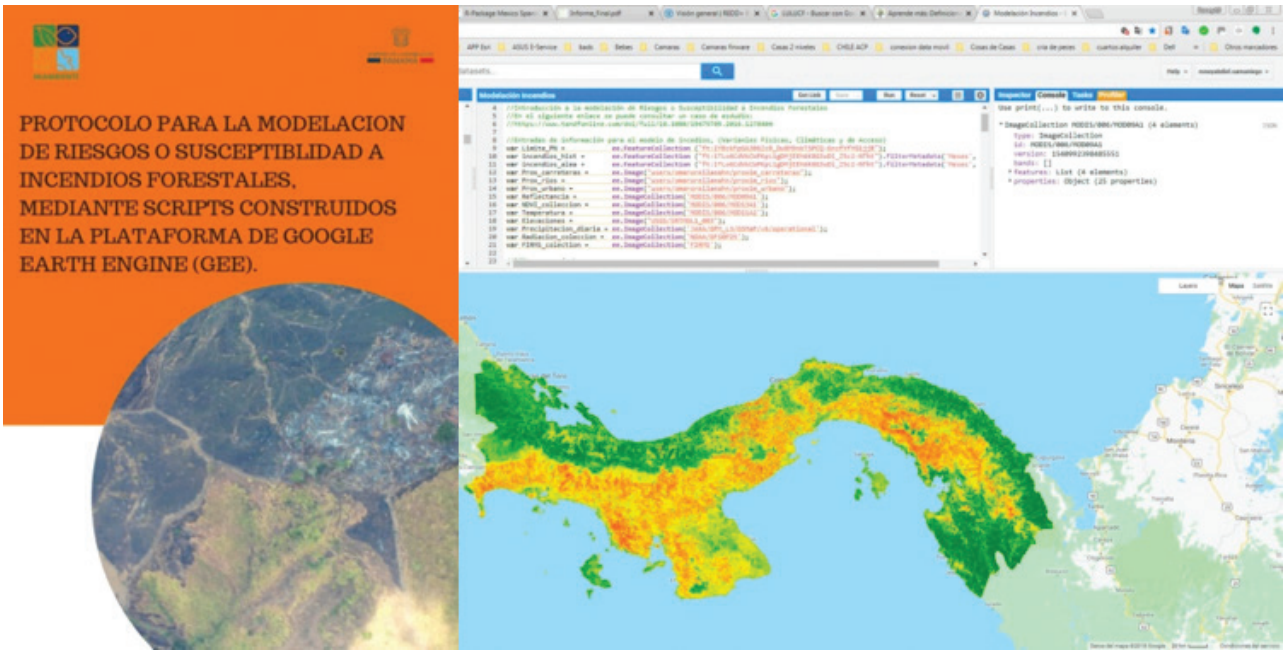


5.1.3 Monitoreo de Riesgos o Susceptibilidad a Incendios Forestales.

Durante los últimos años en Panamá el bosque ha sufrido perdida de coberturas por diferentes causas, incrementándose para la época seca los incendios forestales, acarreando el detrimento del bosque seco de Panamá llevándolo a un punto de extinción. Estos datos históricos sobre incendios forestales, más puntos de calor, variables climáticas y una serie de capas de información geográficas que representan actividades humanas; nos permite utilizar algoritmos de aprendizaje automático para estimar la variabi-

lidad espacial y la susceptibilidad de los incendios forestales a través de la modelación de incendios, utilizando la plataforma de Google Earth Engine siguiendo el Protocolo de Modelación de Riesgos o Susceptibilidad a Incendios Forestales observado en la figura 5; desarrollado por el Proyecto de "Consolidación de la fase de preparación para la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y degradación de los bosques (REDD+) en Panamá".

Figura 5 Protocolo de Modelación de Riesgos o Susceptibilidad a Incendios Forestales



5.1.4 Monitoreo de temas específicos.

Desde el establecimiento de la Agenda 2030 mediante la RES 70/1 de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas, (ONU se estableció la necesidad de implementar mecanismos de medición y seguimiento de los nuevos objetivos de desarrollo sostenible. Se dice claramente que la principal responsabilidad de ello la tiene cada gobierno, teniendo en cuenta las prioridades y particularidades de cada país. Sin embargo, el sistema de Naciones Unidas se comprometió a apoyarlos, y estableció una lista de indicadores globales que deberán complementar los indicadores nacionales. La armonización de los objetivos y la medición entre los indicadores nacionales, e internacionales es clave para poder tener una coordinación efectiva en términos de rendición de cuentas. Generar información veraz, clara, concreta y accesible facilitará la respuesta a la sociedad sobre los avances en cada uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y a cada uno de los niveles de implementación.

Para enfrentar los retos de la rendición de cuentas, es clave la implementación de mecanismos de monitoreo, medición y seguimiento multipropósito que nos permitan visualizar las realidades locales y cumplir la Agenda 2030.

En este sentido, la generación de información y datos mediante el SNMBM utilizando la plataforma de Google Earth Engine u protocolos geoespaciales específicos para los ODS ambientales que Panamá reportará a traves del Ministerio de Ambiente son los ODS: 15.4.2; 15.4.1; 15.3.1.

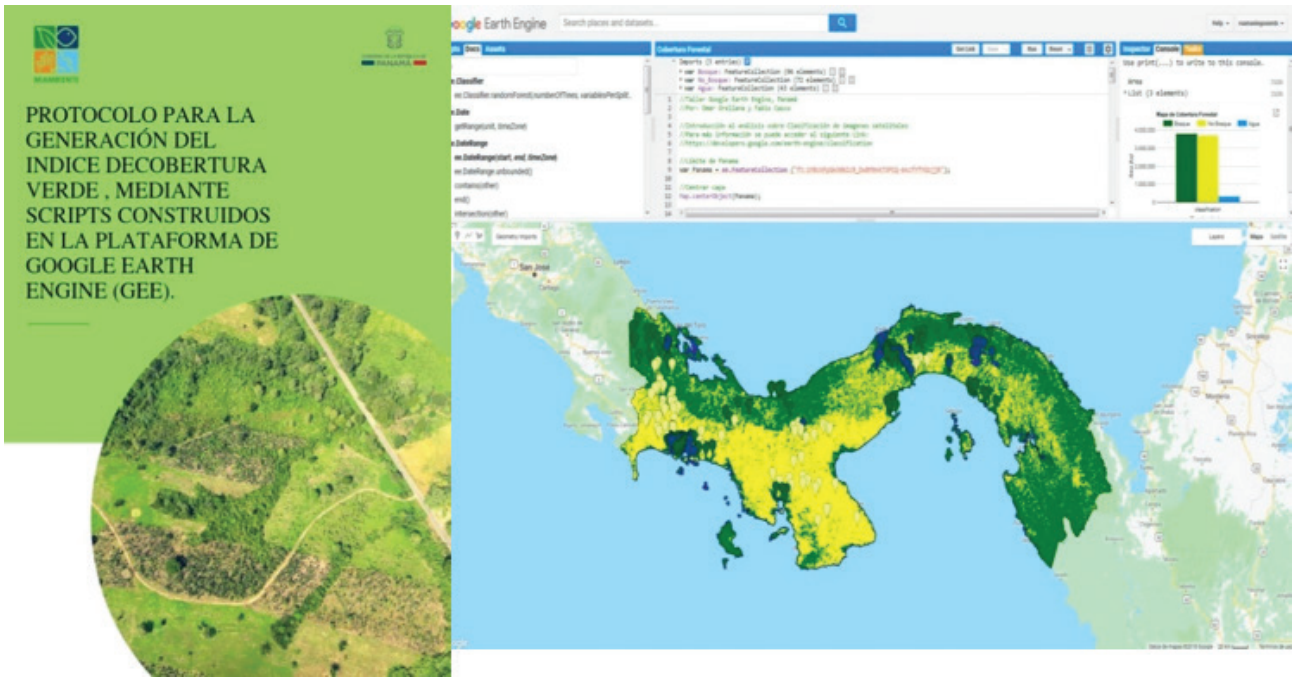
5.1.4.1 Protocolo de Indicadores Ambientales ODS

En busca de dar respuesta a diferentes necesidades de información geoespacial se ha construido en colaboración con la Dirección de Política Ambiental y el Departamento de Estadísticas Ambientales dos indicadores Ambientales delODS15:

1. **Protocolo del Índice de la cobertura verde de las montañas. (Figura 6).**

El establecimiento de este protocolo con lleva medir la proporción de superficie terrestre provisto de vegetación de las masas de tierra en el territorio nacional que tiene una elevación natural del terreno igual o superior a 300 metros de altura por medio de la plataforma Google Earth Engine a traves de imágenes landsat y el modelo de elevacion de 30 msnm.

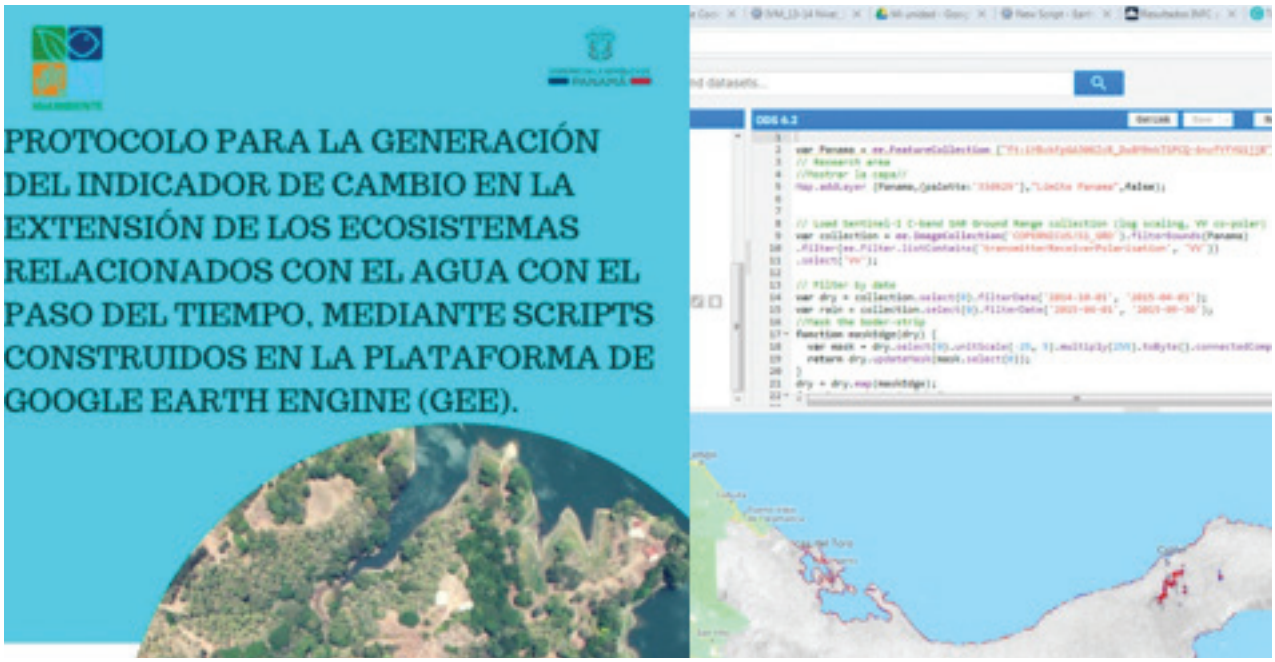
Figura 6 Protocolo de ODS 15.4.2



2. **Protocolo del Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua a lo largo del tiempo. (Figura 7).**

Por medio de la aplicación del protocolo se busca medir el porcentaje de agua superficial mediante la metodología de comparar dos imágenes Sentinel-1 preprocesadas por medio de la plataforma Google Earth Engine, obteniendo un coeficiente de retrodispersion en decibelios después de la eliminación del ruido térmico, la calibración radiométrica y la corrección del terreno.

Figura 7 Protocolo de ODS 6.6.1



5.1.5. Interpretación de muestras

En busca de mejorar la respuesta a las diferentes necesidades de información geoespacial se ha diseñado una metodología para analizar directamente de las imágenes satelitales la cobertura y uso de la tierra como también las trayectorias del cambio del uso de la tierra basado en un sistema de muestreo estratificado en base a los mapas generados por el SNMBM. El sistema se conforma por análisis de imágenes satelitales, información de campo que cuenta con una evaluación de incertidumbre. Se tiene la colaboración de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) del equipo del FRA para el diseño de muestreo de Panamá, y así robustecer la metodología propuesta en el sistema de monitoreo nacional con el propósito de producir datos y estimaciones del sector forestal que se integren a los reportes nacionales e internacionales.

5.1.6 Garantía de la Calidad

La incertidumbre es un concepto importante en los estudios empíricos, incluido el monitoreo forestal. Es una buena práctica acompañar todas las estimaciones con una declaración de la precisión para dar al lector una idea de la fiabilidad de las estimaciones. Por ejemplo, “se estima que las existencias de carbono por hectárea son de 150 Mg/ha, con un intervalo de confianza al 95% de + /-5%”.

Un nivel de incertidumbre alto pondrá en peligro la credibilidad de los resultados presentados. Por consiguiente, el objetivo es alcanzar niveles de certidumbre suficientemente altos. Los niveles de precisión objetivo se definen habitualmente con unos niveles generales de precisión entre el 5 y el 10% y se basa en gran medida en la experiencia y la tradición. Al igual que en la planificación de cualquier proyecto complejo, debe tenerse en cuenta la información existente, siempre que su origen esté documentado de forma transparente y cumpla con los estándares de calidad requeridos.

En este sentido, se deben realizar controles de calidad en todos los procesos del SNMBM, logrando obtener niveles de incertidumbre bajos o intervalos de confianza altos.

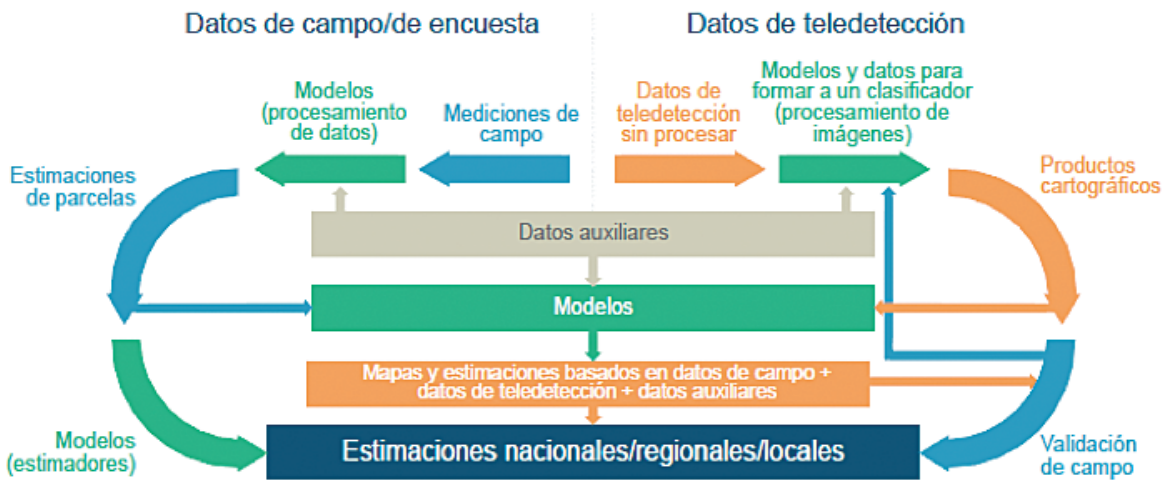
Para lograr este cometido debemos definir que "información existente" se refiere a todo tipo de información útil o requerida para el monitoreo de los bosques y puede incluir fuentes técnicas de información (por ejemplo, datos y resultados de inventarios forestales de ámbito nacional, subnacional o local; modelos existentes para la predicción de variables no mensurables como el volumen, la biomasa y el carbono; mapas topográficos y temáticos; datos de teledetección, etc.). La información sobre las infraestructuras viales también es relevante, especialmente en relación con accesibilidad en las distintas estaciones. Sin embargo, la "información existente" también incluye la disponibilidad de información sobre personas de contacto en oficinas forestales provinciales o locales que puedan proporcionar información sobre los riesgos de acceso en ciertas regiones, así como facilitar la planificación del trabajo de campo. Además, pueden tener información sobre posibles ayudantes locales en diferentes regiones del área del inventario y sobre el personal que llevó a cabo diferentes tareas en los anteriores estudios de inventario. Por tal motivo, la información existente solo es útil cuando está actualizada y su calidad puede verificarse.

A la hora de recopilar la información existente para apoyar el actual SNMBM, deberán tenerse en cuenta los siguientes pasos:

- Hay que identificar cuáles de las necesidades de información expresadas pueden abordarse mediante el uso de información existente.
- Deben considerarse las fuentes nacionales e internacionales que puedan proporcionar elementos informativos ya existentes, incluidos los mapas e inventarios forestales locales.
- Han de identificarse y priorizarse los vacíos de información —como las variables imprecisas, desfasadas, incompletas o ausentes— y evaluar si vale la pena o no recopilar datos adicionales para llenar los vacíos de información.
- Hay que proporcionar información útil para planificar mejor el proceso de recogida de datos (por ejemplo, información sobre las estaciones de lluvias, la accesibilidad de la tierra, los conflictos sociales, las actividades en conflicto, el recorrido de la parcelación, etc.).

ETAPAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

Figura 8 - Directrices Voluntarias sobre Monitoreo Forestal Nacional.



Fuente: FAO 2017.

Las principales etapas del procesamiento de datos tanto de observaciones de campo como de teledetección y su integración habitual en los SNMBM debe incluir los siguientes puntos:

- El muestreo de campo como la teledetección debe estar estrictamente impulsados por los objetivos. Deberían contribuir a satisfacer las necesidades de información y/o los objetivos de investigación generales.
- Idealmente, debe utilizarse las mismas definiciones tanto para las variables extraídas de las observaciones de campo como para las extraídas de la teledetección. Esto requiere atención, puesto que puede ser difícil aplicar exactamente la misma definición de conceptos tales como "bosque" a ambas fuentes de datos.
- El rigor estadístico y metodológico debería guiar la adquisición de datos de todas las fuentes. Debe desarrollarse, por tanto, un protocolo claro para ambos tipos de adquisición y análisis de datos.
- En la planificación y observación de los datos en campo, pueden ser útiles para la validación del análisis de las imágenes por teledetección.
- En la medida de lo posible, han de incluirse las coordenadas geográficas de la información recopilada, como los centros (o las esquinas) de las parcelas y los centros de los árboles.
- La interoperabilidad semántica entre los descriptores (definiciones y terminología) que se utilicen para especificar las mediciones de campo y de teledetección debería definirse y comprenderse bien, para evitar confusiones terminológicas y garantizar que los datos puedan analizarse conjuntamente de manera directa. Los productos basados en datos de teledetección debe siempre calibrarse y validarse con los datos de campo referenciados. Esto mejora la precisión de los mapas y permite la producción de mapas continuos de variables objetivo, por ejemplo, mapas de biomasa forestal.

Antes de llevar a cabo cualquier análisis, es importante realizar un control de calidad final de los datos y la posterior depuración y corrección. En esta etapa solo puede detectarse y corregirse una serie limitada de errores. Las comprobaciones cruzadas con la situación sobre el terreno no suelen ser posibles y los errores detectados están principalmente relacionados con inconsistencias internas y con valores que quedarían fuera de unos rangos realistas. La corrección será fácil en algunos casos (por ejemplo, si el punto decimal de un valor de medición está claramente desplazado) e imposibles en otros (por ejemplo, si una especie se ha identificado incorrectamente o se ha determinado de manera incorrecta la ubicación de una parcela).

Las siguientes acciones de comprobación de la calidad se llevarán a cabo durante la gestión de los datos mediante metodología de muestreo:

1. Nueva comprobación de los datos en la oficina. Realización de comprobaciones de edición que deberían haberse hecho sobre los datos en bruto en el terreno, especialmente si no se utilizó un registrador de datos de campo. Los datos en bruto debe archivarse y cualquier cambio que se haga debería reflejarse en sus copias. Pueden realizarse más comprobaciones utilizando estadísticas gráficas y de resumen para identificar los valores atípicos que se analizarán más detenidamente. Por último, debe diseñarse y ejecutarse métodos adecuados para la obtención de los datos para la corrección de datos claramente erróneos, siempre que sea posible.
2. Los llamados valores atípicos deben comprobarse muy cuidadosamente antes de su eliminación. Podrían ser casos extremos, en lugar de errores.

3. A la hora de hacer cambios, registrar por qué y cómo se hicieron los cambios (por ejemplo, si se ha excluido un valor atípico, explicar por qué).
4. Proporcionar protocolos para la depuración de los datos y aplicarlos para garantizar su coherencia los cuales están basados en manuales y metodologías establecidas en el país, las cuales se muestran en la siguiente tabla 3.

Tabla 3

#	Protocolo	Documento
1	Control de calidad en generación de mapas sobre cobertura y usos de tierra según metodología de mapa de cobertura boscosa 2012.	Gaceta 28229-A del 03 de marzo del 2017
2	Control de calidad en generación de mapas sobre cobertura y usos de tierra en plataforma google earth engine.	Gaceta 28229-A del 03 de marzo del 2017
3	Control de calidad en el inventario nacional forestal y de carbono.	Manual de Campo para Control de Calidad generado en el marco del programa ONU-REDD en el año 2015.

5.2 Inventario Nacional Forestal y de Carbono

El primero y único Inventario Nacional Forestal de Panamá fue realizado 1972-74 con apoyo de la FAO. Fue un inventario enfocado a la estimación de las existencias de bosque en términos de volúmenes disponibles para el aprovechamiento de la madera. En varias ocasiones, la ANAM en su momento manifestó que un nuevo inventario nacional forestal es prioridad del país, tanto para recolectar información necesaria para REDD+ como para la gestión de los recursos forestales del país. Por tanto, el Inventario Nacional Forestal y de Carbono (INFC) con enfoque multipropósito ha sido incorporado como un componente principal en el SNMBM.

En el marco del programa ONU-REDD, FAO apoyó a la ANAM en la conceptualización y diseño preliminar del INFC.

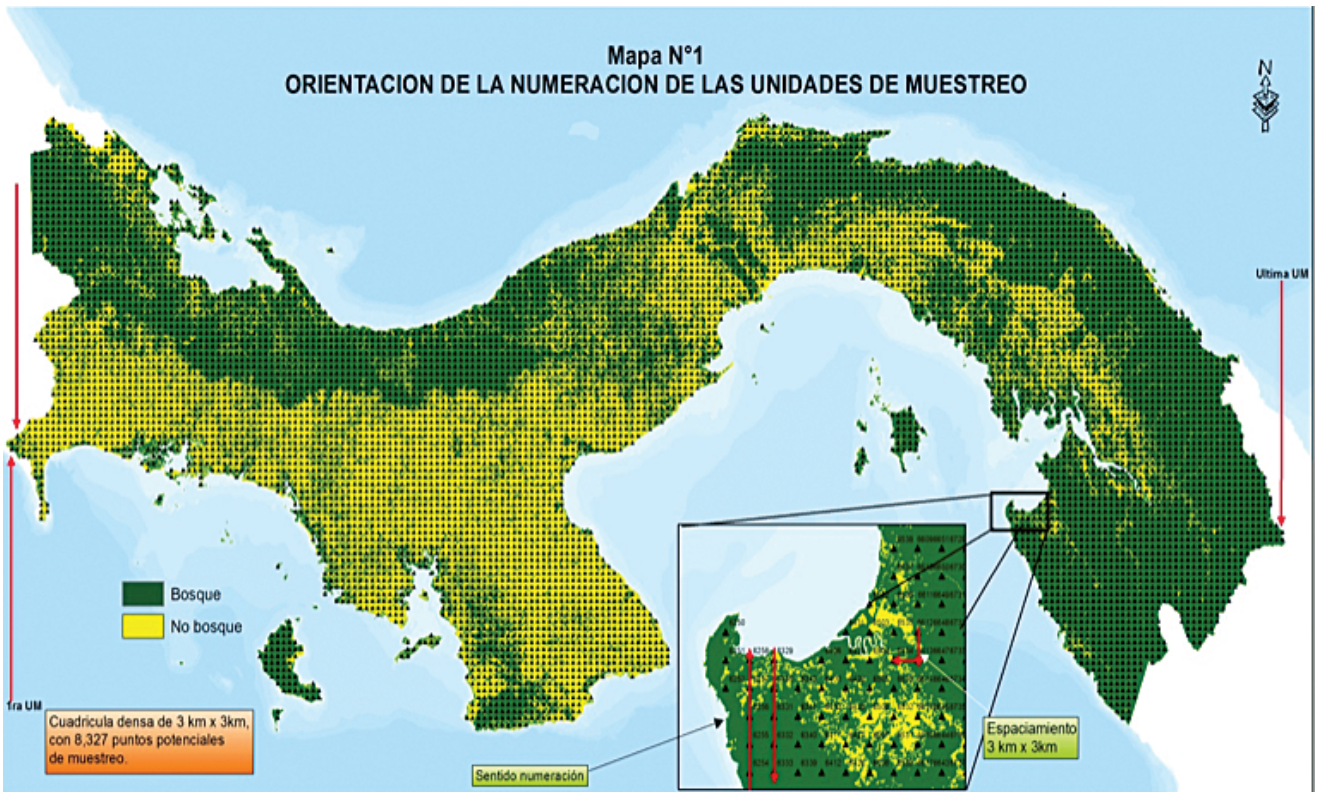
Como parte de la finalización del apoyo técnico y financiero recibido por MIAMBIENTE, a través del Programa ONU – REDD, para la fase de preparación de REDD+ en Panamá, la FAO presentó al Ministerio el informe de la fase piloto del inventario nacional forestal y de carbono (INFC), un documento con una propuesta metodológica para desarrollar el INFC definitivo. Dichos documentos se han analizado y utilizado como base de discusión técnica para proponer los pasos a seguir para definir el diseño de muestreo final, de este inventario, con financiamiento del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF) y MIAMBIENTE, como uno de los pilares fundamentales del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal, requisito indispensable para lograr abordar la fase de pago por resultados de REDD+.

Los objetivos de la fase piloto del INFC fueron: obtener información sobre la variabilidad de diferentes parámetros clave (área basal, volumen, biomasa, y carbono), probar y afinar la metodología de levantamiento de campo, conocer los tiempos y costos de las diferentes actividades de campo y capacitar personal técnico de MIAMBIENTE, empresas privadas y comunidades indígenas en la metodología de levantamiento de campo. Toda esta información fue fundamental para el diseño de la fase final del

INFC, asegurando un inventario lo más costo-eficiente posible y la generación de información con adecuados niveles de certidumbre.

En esta fase piloto, MIAMBIENTE estableció un marco muestral con puntos cada 3 km x 3 km sobre todo el territorio nacional, dando como resultado una cuadrícula con un total de 8,327 puntos. Cada punto de la cuadrícula representa la ubicación potencial del centro de una unidad de muestreo (UM) y a cada una se le asignó un número único. El listado de los puntos enumerados fue utilizado para seleccionar las UM. La razón para establecer un marco muestral tan denso, fue permitir, en el futuro, hacer una estratificación más fina, incluyendo estratos con poca superficie. En esta fase piloto se utilizó un muestreo sistemático-estratificado, considerando dos estratos: bosque y no bosque, asegurando la distribución de las UM en todo el territorio nacional. Para esta estratificación se utilizó el mapa generado por ANAM para el año 2000, ya que el nuevo mapa de cobertura y uso de la tierra no se había finalizado.

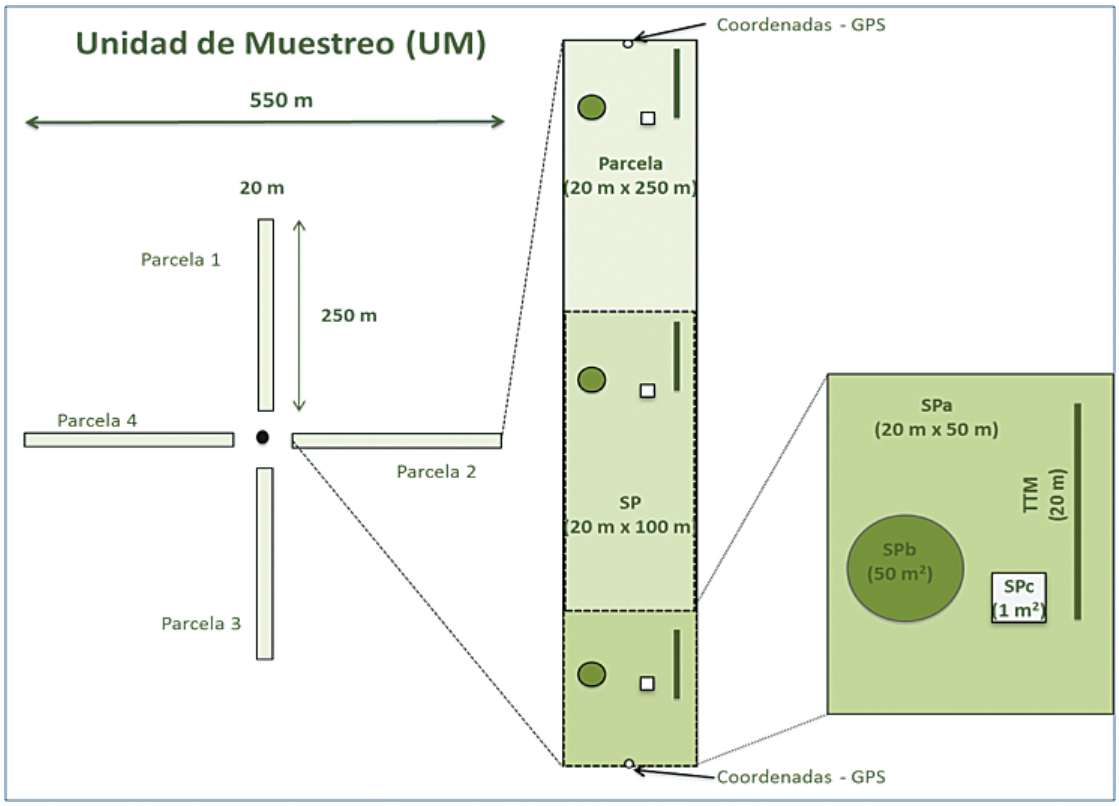
Figura 9 Orientación de las unidades de muestreo del INFC.



La unidad muestral tiene una superficie de 2 (dos), hectáreas, es decir lo suficientemente grande para asegurar la captura de la variabilidad de los estimadores de diferentes variables y registrar aspectos poco comunes tales como árboles de especies poco frecuentes y árboles grandes, entre otros. Sin embargo, parcelas grandes tienen la desventaja de un costo de medición relativamente alto. Además, cuando la topografía es abrupta se requiere de muchas correcciones para obtener la distancia horizontal, lo cual puede introducir errores.

Se utilizaron parcelas agrupadas para la medición de árboles según su diámetro a la altura del pecho (DAP), de la siguiente manera: los árboles con DAP mayor o igual a 50 cm se midieron en cuatro parcelas de 20 m x 250 m, los árboles de 20.0 a 49.9 cm de DAP se midieron en cuatro parcelas de 20 m x 150 m y los árboles de 10.0 a 19.9 cm de DAP se midieron en cuatro parcelas de 20 m x 50 m. (Ver figura No 10).

Figura 10 Diseño de la Unidad de Muestreo



La estimación de la biomasa y carbono por categoría de uso de la tierra (CUT), se determinó asignando a cada árbol la clase de uso de la tierra (CUT) a la que pertenece en la unidad. Para ello, durante la fase piloto del INFC se establecieron dos formas para asignar la CUT; el primer método consistió en dibujar un croquis de cada una de las parcelas con la representación de los límites de las CUT, y el segundo método consistió en la asignación de una única CUT (la más predominante), a cada uno de los cinco segmentos de 20 m x 50 m de cada parcela (20 segmentos por UM). El primer método demanda mucho más tiempo en campo, ya que la cuadrilla debe medir y dibujar los límites exactos de las CUT; además, posteriormente se necesita procesar los datos en un sistema de información geográfica para estimar las áreas exactas de cada CUT. El objetivo de incorporar los dos métodos de estimación de las CUT en la fase piloto del INFC, fue comparar la cuantificación de áreas, costos y tiempo para establecer un método único para la fase final.

Con el propósito de evaluar los resultados y cumplir con el rigor estadístico, el error de muestreo deseado y niveles de certidumbres aceptables, se realizó una serie de debates técnicos con el objetivo de reducir costos y tiempos de levantamiento de campo y mejorar aspectos de costo-eficiencia durante la fase final del INFC.

A continuación, se plantean las consideraciones abordadas, para este nuevo periodo de trabajo, con la finalidad de asegurar el rigor estadístico del diseño del INFC, en la determinación del número de unidades de muestreo, de acuerdo a la estratificación de cobertura y uso de la tierra. Se realizó una serie de consultas técnicas y reuniones de trabajo con el propósito de lograr el intercambio y retroalimentación de conceptos y consideraciones técnicas, para asegurar, además de lo antes indicado, un inventario multipropósito, respondiendo a las necesidades institucionales.

Este documento define el diseño final del INFC, con el cual se brindará la información con fines multipropósitos y de acuerdo a los requerimientos institucionales. No obstante, para el seguimiento, monitoreo y mediciones futuras de las unidades de muestreo, con los respectivos análisis de información derivados de estas mediciones, se requerirá de la asignación del financiamiento necesario, para generar y suministrar información periódica a la base de datos del Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques.

Tomando en cuenta la escasez de información de inventarios forestales existentes en el país, de la necesidad de contar con información que apoye la definición y seguimiento de políticas forestales, y para mejorar la gestión forestal además de la necesidad de contar con un inventario forestal nacional que cumpla con los requerimientos mínimos para REDD+, se conceptualiza desde un inicio que dicho inventario debe contar con un enfoque multipropósito, incluyendo una amplia gama de información sobre los bosques. En este proceso se discutió y acordó sobre una serie de aspectos fundamentales para el definir el alcance geográfico, temporal y temático del inventario.

El alcance geográfico, se refiere a qué el nivel geográfico se espera que genere información con un grado de confiabilidad aceptable. El alcance geográfico tiene un impacto directo sobre el costo del inventario, porque lograr resultados confiables a nivel subnacional, requiere un muestreo mucho más intenso que si solo se apunta a obtener resultados a nivel nacional. Se acordó en primera instancia apuntar a obtener resultados a nivel nacional, y posteriormente evaluar el costo y factibilidad para densificar el muestreo que permitirá obtener resultados a nivel subnacional.

El alcance temporal se refiere a que, si se pretende repetir el inventario, y en qué forma y con qué frecuencia se debe repetir. MiAMBIENTE manifestó interés de contar con un inventario que permite analizar y evaluar cambios y la dinámica del bosque. Por tanto, se opto por establecer parcelas permanentes que permiten la remedición. La forma y temporalidad de las remediciones queda por definir por parte de MiAMBIENTE. La frecuencia sugerida es cada 5 años, ya que remediciones frecuentes producen mayor incertidumbre en la estimación de cambios, en particular cuando éstos son pequeños. La remedición puede realizarse a través de inventarios intensos cada 5 años, con una duración de 1-2 años cada uno, o puede ser a través de un inventario continuo, remidiendo 20% de las parcelas cada año. Este último tiene la ventaja que permite mantener personal técnico y capacidad permanente para trabajar con el inventario.

El alcance temático, se refiere a la información que es recolectada en el inventario. Para REDD+, se necesita información para estimar los cinco reservorios de carbono[7] según el IPCC, se decidió o deben incorporarse mediciones de campo que permitan evaluar las existencias de estos cinco reservorios a nivel nacional. Entre las observaciones incluidas hay mediciones tradicionales forestales, tales como especies, diámetro, altura, calidad de fuste, estado fitosanitario; así como observaciones sobre el sitio, entre ellas tenencia de tierra, cobertura y uso de la tierra, tipo de bosque, pendiente, tipo de suelo y erosión. Se discutió sobre la factibilidad de incluir un componente de evaluación socioeconómica mediante entrevistas, pero se decidió no incluirlo en el inventario piloto por el costo adicional que implicaría, pero no se descarta la posibilidad de incorporarlo en el futuro. De igual forma, se analizó la factibilidad de extender las observaciones de biodiversidad mediante colocación de cámaras trampa en las parcelas, también se descartó por el factor de costos.

La información generada por el INFC de reservorios de carbono en distintos tipos de bosque y uso de la tierra, permite estimar los factores de emisión para las actividades de deforestación en distintos tipos de bosque. Adicionalmente, la remedición de las parcelas permanentes permitirá estimar factores de emisión por degradación y mejoras en las reservas de carbono de los bosques.

7 Los cinco reservorios son: Carbono en la biomasa por encima del suelo; carbono en la biomasa subterránea, carbono en la madera muerta, carbono en la hojarasca, y carbono orgánico del suelo.

El programa ONU-REDD, realizo un inventario piloto[8] que fue diseñado para cubrir 56[9] unidades de muestreo distribuidas en todo el país, con énfasis en mediciones en las áreas de bosque. El inventario piloto termino con 36 unidades de muestreo levantadas en el campo con una cuadrícula base para ubicar las unidades de muestreo, el diseño de las unidades de muestreo y las mediciones a realizar en el campo. El tipo de muestreo seleccionado es sistemático-estratificado, el cual permite distribuir las unidades de muestreo en todo el territorio nacional. Solo quedo pendiente establecer los estratos y el número de unidades de muestreo por estrato, los cuales fueron determinados a partir de un análisis de los resultados del inventario piloto y el mapa de cobertura y uso de la tierra 2012.

Luego de las precitadas consultas y discusiones con los expertos, el equipo técnico de MIAMBIENTE realizó un análisis detallado para determinar el número de muestras necesarias, considerando el diseño de muestreo como muestreo aleatorio simple (MAS), como estratificado con 2 estratos (bosque y no bosque) y estratificado con 4 estratos (bosque, manglar, no bosque y rastrojo).

De este análisis, se obtiene el número de muestras mínimas requeridas para los diseños de muestreo aleatorio simple y estratificado con 2 estratos, al considerar errores de muestreo de 15%, 17%, 18% y 20% (máximo error permitido), de manera tal que se infiere que con el MAS se puede hacer un muestreo entre 15% y 17%, y con el muestreo estratificado de bosque y no bosque se puede considerar un error próximo al 18%, para lograr establecer cerca de 45 muestras que serían el número mínimo necesario. (Ver análisis en anexo).

Se acordó mantener el diseño propuesto durante la fase piloto, considerando los siguientes estratos: bosque[10], manglar[11], uso agropecuario, rastrojo y otras coberturas y usos. (Ver tabla N°4). Los tipos de coberturas y usos de la tierra que incluye cada estrato, se presentan en el cuadro N°5, y fue esta agrupación de coberturas y usos de la tierra por estrato la que se utilizó en el proceso estadístico para determinar la cantidad total de parcelas a medir para cada uno de los estratos.

El desarrollo del citado proceso de análisis estadístico por estrato, arrojó un total de 82 unidades de muestro; al que, por ajustes en los estratos, se aplicaron criterios de intensificación de proporcionalidad y de Neyman, adicionando 10 unidades más, totalizando 92 unidades de muestreo, para un error de muestreo de 12%. El resultado de las cantidades de Unidades de Muestreo (UM) por estrato generado es el siguiente: bosque 46, uso agropecuario 26, manglar 6, rastrojo 12 y otras coberturas y usos 2.

Dado que durante la fase piloto del INFC se levantaron 36 UM y considerando que el total de UM a medir es de 92, para cumplir con el rigor de 12% de error de muestreo, será necesario el levantamiento de 56 UM adicionales. En el cuadro N° 3, se presenta la distribución total de los puntos potenciales de muestreo, las unidades de muestreo medidas durante la fase piloto y las que están pendientes de medir.

TABLA 4 - UNIDADES DE MUESTREO POR ESTRATO, SEGÚN LA PROPUESTA DEL Dr. CHARLES SCOTT

Estratos	Parcelas seleccionadas	Error de Muestreo (%)	IC	Intensificación vs. Neyman	Intensificación vs. Proporcional
Bosque	46	7	0.0902322	1	1
Uso agropecuario	26	36	0.0188999	1	1
Manglar	6	21	0.4342740	3	3
Rastrojo	12	14	0.1848923	2	2
Otras coberturas y usos	2	0		1	1
Total	**92**	**6**	**0.0528500**		
Error de muestreo	**12**				

8 Documento de Inventario Nacional Forestal y de Carbono de Panamá - Resultado de la Fase Piloto 2013-2015 en el Programa ONUREDD.

9 La cantidad de unidades de muestreo para el inventario piloto ha sido modificada en el transcurso de la ejecución del inventario.

10 Bosque natural latifoliado mixto y homogéneo (cativo, orey y rafia), ya sea maduro o secundario. No incluye el bosque de mangle

11 Bosque natural en el cual 60% de los árboles dominantes y codominantes (en términos de número de árboles por hectárea) pertenece a una o varias especies de mangle.

Obs: La proporcionalidad implica la relación de área para el cálculo por cada estrato. Neyman implica la relación de la varianza para la estimativa de las UM para cada estrato. Para la intensificación y dado un error de muestreo de 12%, fue considerado las UM mediante proporcionalidad y Neyman, haciendo el ajuste de aquellos estratos donde el número de muestra no era representativo, asegurando que el intervalo de confianza y la inferencia estadística reduzcan la incertidumbre.

TABLA 5 - COBERTURA Y USOS DE LA TIERRA POR CADA ESTRATO, SEGUN CLASIFICACIÓN DEL MAPA 2012

ESTRATO	COBERTURA Y USO DE LA TIERRA
BOSQUE	Bosque maduro
	Bosque secundario
	Bosque de orey
	Bosque de cativo
	Bosque de rafia
	Bosque plantado de coníferas
	Bosque plantado de latifoliadas
MANGLAR	Manglar
RASTROJO	Rastrojo y vegetación arbustiva
USO AGROPECUARIO	Vegetación herbácea
	Vegetación baja inundable
	Café
	Cítrico
	Palma aceitera
	Plátano/Banano
	Otro cultivo permanente
	Arroz
	Caña de azúcar
	Horticultura mixta
	Maíz
	Piña
	Otro cultivo anual
	Área heterogénea de producción agropecuaria
	Pasto
OTROS USOS	Afloramiento rocoso y suelo desnudo
	Playa y arenal natural
	Superficie de agua
	Área poblada
	Infraestructura
	Explotación minera
	Estanque para acuicultura

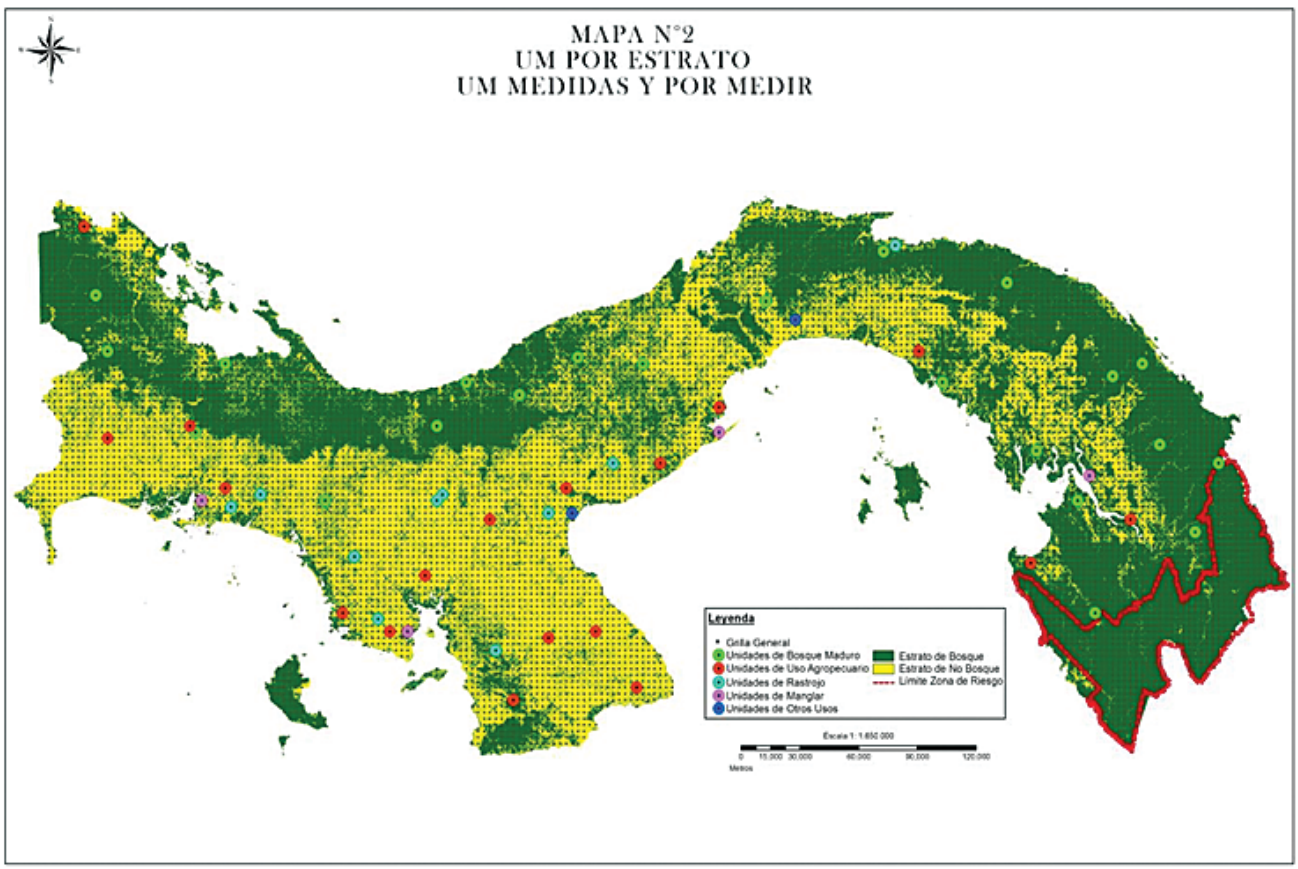
La metodología de selección de las unidades de muestreo, según el mapa de cobertura y uso de la tierra 2012 se debe a los resultados de la fase de preinventario, la cual fue integral para todo el proceso de un inventario desde su inicio hasta la fase final, se utilizó la misma grilla de 8,327 puntos para todo el territorio nacional que se aplicó para la fase piloto (preinventario), pero en este caso, cruzada con

el mapa de cobertura y uso de la tierra de 2012, debido a su mayor precisión con respecto al mapa de cobertura y uso de la tierra del año 2000, con el que se cruzó la grilla para el preinventario.

Tal como se indica en el punto 3 y de acuerdo al citado mapa, se establecieron cinco (5), estratos para la toma de datos de biomasa y carbono (bosque, manglar, rastrojo, uso agropecuario y otras coberturas y usos, determinándose bajo procedimientos estadísticos, la cantidad de unidades de muestreo a medir en cada uno de estos estratos. Para este proceso y de acuerdo al diseño adoptado, se establecieron bloques por estratos, cuya cantidad de puntos con potencial para ser levantados en campo como unidades muestrales, se determinó dividiendo el total de puntos del estrato, entre la cantidad de parcelas a medir en el estrato, de acuerdo con la orientación siguiente: a partir de la primera parcela (localizada al suroeste del país en Chiriquí), se siguió en sentido de sur a norte y de norte a sur y de oeste a este, hasta completar la totalidad de los puntos potenciales de selección estadística. (Ver mapa N° 1).

Dentro de cada bloque se sorteó una unidad de forma aleatoria, hasta completar el total de unidades de muestreo a medir dentro de cada estrato, como se observa en las siguiente figura 11.

Figura 11 Unidades de muestreo por estrato.



En el siguiente cuadro se presenta la distribución total de esta red de puntos por cada estrato, con la cantidad de parcelas medidas y por medir.

TABLA 6 - CANTIDAD DE PUNTOS POR ESTRATO Y TOTAL DE PARCELAS MEDIDAS Y POR MEDIR

Estrato	Cantidad Total de Puntos	Parcelas Medidas	Parcelas por Medir	Total de Parcelas
Bosque	4,822	24	22	46
Manglar	192	2	4	6
Rastrojo	597	2	10	12
Uso agropecuario	2,344	8	18	26
Otros usos	372	0	2	2
TOTAL	**8,327**	**36**	**56**	**92**

Al igual que en la fase piloto, en la fase final del INFC se utilizarón subparcelas de (1/2) media héctarea agrupadas en un conglomerado para la medición de árboles según su diámetro (DAP), cada una tendrá superficie de dos (2) hectáreas de acuerdo al **Manual de Campo del Inventario Nacional Forestal y de Carbono de Panamá**[12].

Con el propósito de cumplir con el rigor estadístico de selección aleatoria de las parcelas dentro de cada bloque para el estrato "manglar" se decidió realizar el inventario para el mismo a nivel nacional, siguiendo la metodología y el diseño del INFC, sin excluir el área del inventario de carbono del "Proyecto Protección de Reservas y Sumideros de Carbono en Manglares y Áreas Protegidas de Panamá". La razón responde a la necesidad de contar con parcelas permanentes que representen la dinámica forestal y de carbono en el contexto nacional y que, en su aspecto más específico, permita: a). Monitorear los cambios en el tiempo con la debida representatividad de todos los manglares del país, b). La consistencia de análisis de datos nacionales y c). Contar con parcelas suficientemente grandes que capturen la variabilidad de los estimadores de diferentes variables y registren aspectos de regeneración y sanidad de los manglares. Además, excluir el área del citado proyecto, afectaría la representatividad nacional durante la fase de medición posterior de las UM, cuando inicie propiamente el monitoreo de bosques, en la implementación de REDD+.

Un aspecto que deberá considerarse siempre en el INFC es la zona de riesgo, en el área oriental del país por motivos de estar declaradas áreas de narcotráfico que siempre afectara la cobertura y representatividad nacional del inventario.

En la figura 11, se muestra la distribución de las UM, de acuerdo al diseño establecido, según la grilla de puntos y los estratos considerados. También se indica la zona probable de riesgo, ya que SENAFRONT, por razones de seguridad, no brinda esta información (polígono al oriente de Darién, Comarca Emberá-Wounaan y Comarca Guna Yala). Como se observa, existen tres parcelas muy próximas a esta zona que no se podrán levantar in situ.

12 Documento elaborado en el Programa ONUREDD en el año 2015.

5.3 Estadísticas Forestales

El proceso de las estadísticas forestales relacionados incluye otros componentes de registros tabulares y espaciales que formarán parte del SNMBM. Algunos de ellos ya existen y sólo tienen que ser incorporados dentro del marco del SNMBM, mientras otros necesitarán desarrollarse para satisfacer los requerimientos de monitoreo del país. A continuación, se describen algunos de los registros más importantes, reconociendo que su incorporación y aportes al SNMBM debe desarrollarse más ampliamente como parte del diseño del sistema:

- Plantaciones forestales. Es importante medir las emisiones y absorciones en plantaciones forestales para entender su dinámica y reportar actividades REDD+; sin embargo, MIAMBIENTE actualmente no cuenta con datos espacialmente explícitos para muchas de estas áreas, por lo que puede ser difícil caracterizarlas. Será necesario implementar un registro a nivel nacional de plantaciones para documentar los límites de las áreas, así como otros datos espaciales y no espaciales (p. ej. especie, edad, y datos de aprovechamiento) /e información sobre encalado y uso de fertilizantes nitrogenados.
- Incendios forestales. Es importante caracterizar las emisiones y absorciones asociadas a los incendios forestales y quemas agrícolas, para estimar las emisiones de no-CO_2 por quema de biomasa para REDD+ y el inventario de GEI. Una opción para hacerlo es generar el monitoreo de incendios forestales de Panamá, por medio de la combinación de estadística de incendios forestales en las regionales y los datos espaciales obtenidos por las imágenes para entender los flujos de carbono y gases debidos al impacto de los incendios.
- Industria de la Madera. Como parte del proceso de mejoramiento continuo, se recomienda considerar el diseño de un sistema para medir los cambios en las existencias de carbono en productos maderables recolectados. Es deseable enlazar este componente al Inventario Nacional Forestal y Otras Tierras, en la medida de lo posible.
- Bosques Naturales. La degradación de los bosques puede ocurrir por múltiples acciones, de fenómenos naturales, de tala ilegal y concesiones, por lo que se deberán evaluar los registros actuales sobre la cadena productiva de la madera y otros productos no maderables, y realizar las mejoras correspondientes para registrar la información necesaria para la toma de decisiones y el registro de emisiones por este fenómeno antrópico.

5.4 Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

El tercer componente principal del SNMBM es el cálculo del sector FOLU del inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI). De acuerdo al punto tres de la decisión número dos de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC número 17, los países en desarrollo (no Anexo 1) que anteriormente enviaron comunicaciones nacionales sin una periodicidad establecida, a partir de 2014 deben enviar a la Convención un informe bienal de actualización (BUR por sus siglas en inglés). Esto requiere que los países cuenten con capacidad permanente e institucionalizada para la preparación de estos informes y los INGEI que constituyen parte integral de los BUR.

Anteriormente, las comunicaciones nacionales fueron manejadas como proyecto, normalmente con apoyo financiero externo. En el marco del programa ONU-REDD, se ha brindo capacitación a la ANAM o Ministerio de Ambiente para la elaboración de los INGEI para el sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS, o LULUCF por sus siglas en inglés), enfocados a la estimación de emisiones/absorciones provenientes de las actividades REDD+.

Panamá como signatario de la CMNUCC adquiere el compromiso establecido en el artículo 4 las Partes deben *"elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad en el artículo 12, los inventarios naciones de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes"*, todo esto a través de las comunicaciones nacionales (siendo el INGEI componente fundamental del mismo).

Las actualizaciones de las circunstancias nacionales y los INGEI, así como otros temas relevantes, son presentados en los Informes Bienales de Actualización (IBA o BUR por sus siglas en inglés). Dentro de la información que puede contener un IBA está un Anexo Técnico REDD+, se presenta de manera voluntaria, que es sometido a una evaluación técnica (decisión 2CP. 17, anexo IV, párrafo 4) (Decisión 14/ CP. 19), una vez evaluado el NRF.

Como parte de las tareas del SNMBM y para el cumplimiento de los compromisos adquiridos con la CMNUCC, el sistema reportará información de los datos de actividad para el sector FOLU para los inventarios en el sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS). Este trabajo de estimaciones de emisiones será realizado por el tercer componente del SNMBM: el INGEI. Estas estimaciones serán realizadas con los datos de actividad proporcionados por los componentes del Sistema de Monitoreo Satelital (datos de actividad) e INFC (factores de emisión).

Este inventario de gases será liderizado por el equipo de del departamento de mitigación, dentro de la Dirección de Cambio Climático la cual realizará las coordinaciones necesarias con los otros componentes y/u otras direcciones que tengan competencia en el tema.

5.4.1. Directrices técnicas del IPCC

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) desarrolló unas directrices para llevar a cabo inventarios de gases de efecto invernaderos, así como las guías de las buenas prácticas para el sector UT-CUTS. Elementos temáticos, técnicos y procedimental de las directrices del IPCC serán consideradas para el SNMBM. Dentro de estas consideraciones están:

- Las seis categorías básicas del uso de la tierra (tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras).
- Los tres niveles y los tres enfoques para estimar los factores de emisión y datos de actividad y su cambio a través del tiempo
- La definición de los cinco (5) reservorios de carbono en los bosques (biomasa aérea, biomasa subterránea, materia orgánica muerta, hojarasca y suelos).
- Los dos métodos fundamentales para la estimación de reservorios de carbono (método de pérdidas y ganancias y método de diferencia de existencias).
- Los dos niveles para el análisis de incertidumbre y márgenes de error relacionados con las estimaciones e inferencias del monitoreo forestal.

Dentro del SNMBM las seis categorías serán cubiertas. Parte de la metodología tendrá que definir cómo separar las áreas de cultivos arbóreos en sistemas agroforestales, cultivos migratorios y prácticas de pastoreo. El uso de los tres niveles para la estimación del carbono forestal (factor de emisión) pueden ser utilizados en el SNMBM. El enfoque para la representación de la tierra (datos de actividad) será realizando un seguimiento a los cambios en el uso de suelo de una manera espacialmente explicita (enfoque 3). (Programa ONU-REDD. 2013)

En cuanto al método a utilizar será una combinación de pérdidas y ganancias y método de diferencias de existencia dependiendo de la categoría que se esté midiendo.

5.4.2. Consistencia con los INGEI y actividades REDD+.

Dado que los países están llamados a garantizar una coherencia entre los NRF y las estimaciones de emisiones y absorciones y los INGEI (Párrafo 8 de la decisión 12/ CP.17 y Párrafo 3 del anexo de la decisión 14/CP 19.) y que los reservorios significativos pueden representar distintas cosas en los contextos de REDD+ y los INGEI, para mejorar la coherencia se harán (o intentará hacer) las siguientes referencias:

- La definición de bosque será igual para el INGEI, las estimaciones de GEI de REDD+ y para los NRF.
- La correspondencia de las actividades REDD+ con las descripciones del IPCC del cambio de Uso de la Tierra serán consideradas de la siguiente manera:

Tabla N° 7 - Actividades REDD+ vs descripciones del IPCC del cambio de Uso de la Tierra.

Actividad REDD+	IPCC – UT-UTCUTS
Reducción de emisiones derivadas de la deforestación	Tierra forestal convertidas a otros usos de la tierra
Reducción de las emisiones derivadas de la degradación de los bosques	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales
Manejo sostenible de los bosques	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales
Aumento de las reservas de carbono	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (dentro de bosques)
	Otras tierras a tierra forestal
Conservación de las existencias de carbono	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales

Además, se tendrá en cuenta lo establecido en la decisión 4/CP. 15 (provisión de datos transparentes, consistentes y exactos. Y emplear una combinación de sensores remotos e inventarios en campo) y en la decisión 12/CP.17 (expresión de los niveles en toneladas de CO2 equivalentes por año, ser consistente con los INGEI, consistente con las guías del IPCC, incluyendo una definición de bosque, emplear datos históricos y actualizados de manera periódica).

5.5 Sistema de diseminación de información estadística y geoespacial

El sistema de diseminación de información estadística y geoespacial es un elemento integrador de los componentes del SNMBM, cuyo objetivo consiste en proveer el libre acceso a una gran variedad de información generada por el sistema y otra información relevante para REDD+; además de apoyar la función de medición, reporte y verificación en el marco de REDD+. Dicho componente es administrado por la Dirección de Información Ambiental la cual tiene encomendada la tarea de brindar control de calidad a todos los productos cartográficos del Ministerio de Ambiente.

Este componente promueve la transparencia del SNMBM y el mecanismo REDD+ al poner a disposición información sobre los resultados del análisis histórico de la deforestación, el monitoreo periódico de cambios de la cobertura y uso de la tierra, el inventario nacional forestal y de carbono, reportes de las emisiones y absorciones de carbono a nivel nacional, comunicaciones nacionales, BUR, información sobre salvaguardas y otros temas relacionados.

Dentro de sus objetivos y funciones se encuentran:

- Recopilar y presentar información generada por los diferentes componentes del SNMBM a través de una plataforma Web de diseminación (Geo portal) y otros mecanismos disponibles (anuario estadístico, boletines u otra documentación).
- Asegurar la operación, mantenimiento y actualización de los datos y del Geo portal, permitiendo la incorporación de nueva información y mayores funcionalidades.
- Diseñar, desarrollar e implementar aplicaciones específicas según necesidades particulares, que faciliten el funcionamiento de los demás componentes del SNMBM.
- Crear capacidades nacionales sobre el uso de la plataforma de diseminación y demás requerimientos técnicos.

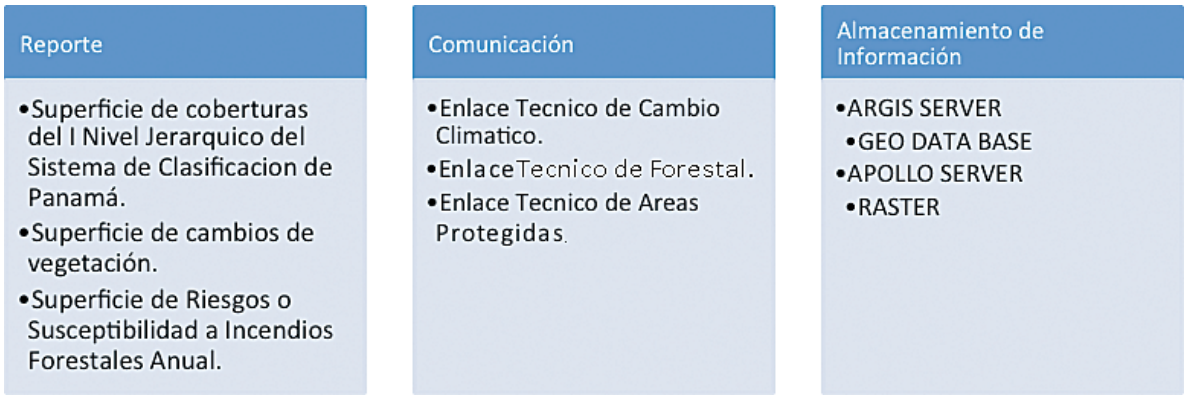
Este componente forma parte integral del Sistema Nacional de Información Ambiental – SINIA– establecido en la Ley General de Ambiente, y se apoya en la tecnología y capacidades existentes en MiAMBIENTE, haciendo uso de los recursos disponibles (datos, sistemas, hardware, software, conectividad, recursos humanos, entre otros), adquiridos por la institución y por medio del financiamiento externo durante la fase de preparación para el mecanismo REDD+.

El sistema de diseminación debe apoyarse en los siguientes elementos:

- Base de datos geográficos corporativa, que permita la gestión eficiente de los datos geoespaciales bajo estándares de información geográfica.
- Bases de datos operacionales para el almacenamiento, consulta y procesamiento de datos.
- Geo portal, integrado al SINIA, que proporcione acceso a la información generada por los distintos componentes del SNMBM, y que facilite la gestión de los recursos forestales.

El componente de geo portal corresponde a la vinculación de los componentes del Sistema de Monitoreo Terrestre y el Componente de Inventario Nacional Forestal y de Carbono, en forma de reportes y material cartográfico, los cuales son enviados a las distintas secciones y autoridades de MiAMBIENTE con el objeto de implementar las acciones necesarias para evitar mayores pérdidas de vegetación.

Figura 12 - Componentes del Geoportal



5.5.1 GESTIÓN DE LOS DATOS, ANÁLISIS DE LOS DATOS, DOCUMENTACIÓN Y PRESENTACIÓN DE INFORMES

Una vez recogidos los datos de campo, deben almacenarse de forma segura y permanente para asegurarse de que sean de fácil acceso como datos de referencia y para futuros análisis. La disponibilidad permanente de los datos es uno de los elementos que constituyen un SNMBM eficiente. El control de calidad previo a los análisis debe llevarse a cabo de forma sistemática a partir de la metodología de recogida de datos de campo. Los análisis de los datos estadísticos deberían diseñarse para responder a preguntas específicas, tal como se formula en la evaluación de las necesidades de información, y para producir resultados adicionales que puedan derivarse de las preguntas de investigación. Posteriormente, los resultados deben convertirse en informes para un público más amplio. Los informes para satisfacer las necesidades de información deberían enfocarse a las principales partes interesadas, tanto en su contenido como en su formato.

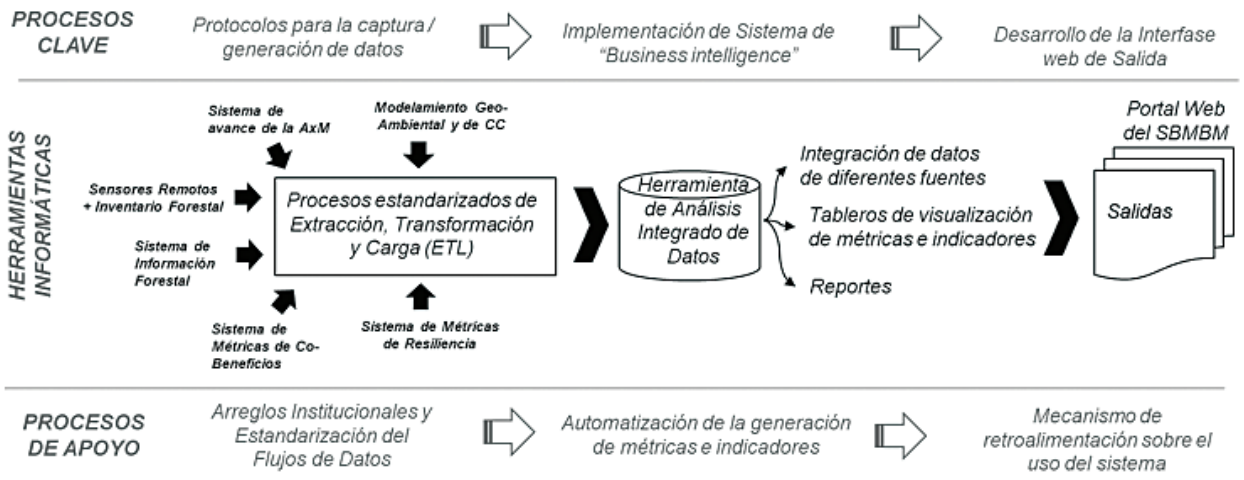
El elemento de "Gestión de los datos, análisis de los datos y presentación de informes" se relaciona principalmente con la Infraestructuras de la investigación y desarrollo de la capacidad, una política de intercambio de datos e información bien definida, y la credibilidad a través de la transparencia y la calidad. Cabe señalar que la forma en que se ha organizado la institucionalización definirá la aplicación de la gestión y el análisis de los datos, así como de la elaboración de informes. (FAO,2017)

5.5.2 Plataforma Informática del SNMBM

Para el desarrollo final de la plataforma informática se propone un enfoque de gestión integrada de información en donde convergen diferentes fuentes de datos capturados por medio herramientas, plataformas y/o subsistemas que funcionan de manera independiente, pero se comunican entre sí utilizando protocolos estandarizados de Extracción, Transformación y Carga de datos (ETL por sus siglas en ingles), y posteriormente, mediante herramientas de "business intelligence" se accede los mismos desde un repositorio (virtual) único que permite la construcción de cuadros de mando o "dashboard", dentro de los cuales se pueden generar visualizaciones gráficas, tabulares y cartográficas que quedan configurados para que se actualicen automáticamente en la medida que nuevos datos este disponibles en las fuentes de registro. Los dashboard son puestos a disposición los usuarios por medio de una interfase web (portal web del SNMBM), pudiendo generar visualizaciones y/o reportes específicos por tipo de usuario (político, estratégico, operativo y público en general).

El proceso de desarrollo de la plataforma informática (proceso clave) deberá ser acompañado por otros procesos de apoyo. **Tomando en cuenta las bases de datos y plataformas creadas dentro del ministerio.** En la figura 13 se ilustra un esquema síntesis de la propuesta de diseño de plataforma informática del SNMBM separado en proceso clave, herramientas informáticas a implementar y proceso de apoyo o de soporte.

Figura 13 Proceso de reformulación de la plataforma informática del SNMBM



REFERENCIAS

6. REFERENCIA

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente) (2014), Panamá. Propuesta de Preparación para REDD+ (R-PP) ante el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF). Ciudad de Panamá, Panamá. 103 p. Disponible en: https://www.forestcarbonpartnership.org/sites/fcp/files/2014/November/Propuesta%20al%20FCPF%20REDD%20Panama%2020141016.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2017), Roma. DIRECTRICES VOLUNTARIAS SOBRE MONITOREO FORESTAL NACIONAL, Roma. 24 p. Disponible en: http://www.fao.org/forestry/38631-08f58961a3495e61a2fa774eca65a792f.pdf

Gobierno de Panamá – NDC, 2016. Contribución Nacionalmente Determinada a la Mitigación del Cambio Climático (NDC) de la Republica Panamá ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Ciudad de Panamá, Panamá.

CMNUCC, 2013. Decisión 13/CP.19: Directrices y procedimientos para la evaluación técnica de las comunicaciones presentadas por las Partes sobre los niveles de referencia de las emisiones forestales y/o los niveles de referencia forestal propuestos.

CMNUCC, 2011. Decisión 12/CP.17: Orientación sobre los sistemas para proporcionar información acerca de la forma en que se están abordando y respetando las 94 salvaguardias y sobre las modalidades relativas a los niveles de referencia de las emisiones forestales y los niveles de referencia forestal a que se hace referencia en la decisión 1/CP.16.

CMNUCC, 2010. Decisión 1/CP.16: Acuerdos de Cancún: resultado de la labor del Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención.

IPCC, 2006. Directrices para los inventarios nacionales de GEI

MiAMBIENTE (Ministerio de Ambiente de Panamá); ONU-REDD (Programa de colaboración de las Naciones Unidas para la reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de bosques en los países en desarrollo) ONU-REDD, (2015). Mapa de cobertura y uso de la tierra 2012. Reporte técnico elaborado por Castillo M; Samaniego R; y Kindgard A. Ciudad de Panamá, Panamá. 89 p.

Melgarejo, C., Corro, V., Ruiz Jaén, M., Calderón, A., y M. Sánchez de Stapf. 2015. Inventario nacional forestal y de carbono de Panamá: Resultados de la fase piloto 2013-2015. Ministerio de Ambiente / ONU-REDD. Panamá, Republica de Panamá. 44 páginas. http://www.unredd.net/documents/un-redd-partner-countries-181/latin-america-the-caribbean-334/panama-186/sistema-de-monitoreo-forestal/inventario-forestal-y-de-carbono/14902-infc-resultados-fase-piloto.html

ONU-REDD Panamá. 2015a. Mapa de cobertura y uso de la tierra 2012: Informe Final. ONU-REDD / PNUMA. Panamá, República de Panamá. 89 páginas. http://www.unredd.net/documents/un-redd-partner-countries-181/latin-america-the-caribbean-334/panama-186/sistema-de-monitoreo-forestal/sistema-satelital-monitoreo/14898-mapa-de-cobertura-boscosa-y-uso-de-la-tierrainforme-final.html

ONU-REDD Panamá. 2015b. La superficie boscosa y la tasa de deforestación en Panamá: Insumos para establecer datos oficiales a ser utilizados en las estadísticas nacionales, y para informar a convenciones y procesos internacionales. ONU-REDD / PNUMA. Panamá, República de Panamá. 22 páginas. http://www.unredd.net/documents/un-redd-partner-countries-181/latin-america-the-caribbean-334/panama-186/sistema-de-monitoreo-

ONU-REDD Panamá. 2015b. Marco conceptual y aspectos institucionales para la implementación de un sistema nacional de monitoreo de los bosques en Panamá. ONU-REDD / PNUMA. Panamá, República de Panamá. 22 páginas.

PANAMÁ. Ministerio de Ambiente.Resolucion N° DM-0067-2017 del 16 de febrero de 2017 "Que APRUEBA EL USO DEL MAPA DE COBERTURA Y USO 2012", G.O. 28229-A de 03 de marzo del 2017).

MiAMBIENTE (Ministerio de Ambiente de Panamá); FCPF, (2018). Estrategia Nacional REDD+ Alianza por el Millón Panamá. Elaborado por Climate Law and Policy [CLP] y la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza [ANCON]. Ciudad de Panamá, Panamá. 48 p.

Garver, R. D. 1947. National survey of the forest resources of the Republic of Panama. State Department, Washington, D.C., USA.

FAO, 2013. Sistemas nacionales de monitoreo de los bosques: Monitoreo y Medición, reporte y verificación (M & MRV) en el contexto de las actividades de REDD+. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia (disponible en http://www.unredd.net/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=10305&Itemid=53)