

Diseño del Sistema Integral de
Monitoreo, Reporte y Verificación
para iniciativas ENDE-REDD+
SNM-MVR



2017



Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales

“Proyecto Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) - TF099264 ”

Diseño del Sistema Integral de Medición, Monitoreo, Reporte y Verificación para el Programa ENDE-REDD+ 2018 - 2040

Julio 2017

Managua, Nicaragua

Citar documento como:

Diseño del Sistema Integral de Medición, Monitoreo, Reporte y Verificación para el Programa ENDE-REDD+ 2018-2040. Proyecto Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) - TF099264. Dirección General de Cambio Climático, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. 2017. 74 p.

Este documento es parte de la Consultoría “APOYO A LA IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA DE PREPARACIÓN EN EL MARCO DE LOS ESFUERZOS NACIONALES PARA REDUCIR LA DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN FORESTAL EN NICARAGUA” TF099264 y sigue los lineamientos del Fondo Cooperativo del Carbono (FCPF).

Producto No. 3 del Contrato No. 001-126SG-2016.

‘Diseño del Sistema Integral de Medición, Monitoreo, Reporte y Verificación para el Programa ENDE-REDD+’.

Responsable edición técnica:

Equipo ENDE-REDD+

:

Co-autores	Temáticas
Sheila Zamora	Estructura del documento, responsable de coordinar y sistematizar diseño SNM-MRV Propuestas de monitoreo Facilitadora de Mesa MRV
Miguel Blanco/ Jorge Jiménez	interoperabilidad, sistema información, redes, presupuesto de monitoreo Facilitador de Mesas MRV
Tyrone López	Revisión de literatura en cuanto a: roles, acuerdos institucionales y sistemas de monitoreo institucionales Facilitador de Mesa MRV
Jorge Cisneros	Mapas temáticos de deforestación y degradación forestal Mapas INF y climas según IPCC y otros Facilitador de Mesa MRV
Jorge Rodríguez	Mapas temáticos de deforestación y degradación forestal Facilitador de Mesa MRV

Equipo técnico revisor interinstitucional¹ – Miembros de Mesa MRV

Mesa Técnica Interinstitucional MRV

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA)

Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA)

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

Instituto Nacional Forestal (INAFOR)

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Ministerio Agropecuario (MAG)

Gobiernos Regionales Autónomos de la Costa Caribe

SECRETARIAS DE RECURSOS NATURALES (SERENAS)

Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN)

Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS)

¹ El equipo técnico interinstitucional tiene la función de revisar, solicitar aclaraciones y modificaciones para mejorar la comprensión y la calidad técnica de las estimaciones realizadas, así como la actualización del NREF.

Tabla de contenido

Presentación	1
I. Introducción.....	2
1.1 Contexto	4
1.2 Justificación.....	5
1.3 Objetivos del SNM-MRV	5
II. Marco Institucional del SNM-MRV.....	6
2.1 Marco Legal-----	6
2.2 Competencias institucionales a nivel nacional -----	10
2.3 Roles institucionales -----	11
2.4 Descripción de funciones generales para implementar el SNM-MRV -----	13
III. Estructura del SNM-MRV	15
3.1 Bases de la estructura del SNM-MRV-----	16
3.1.1 Arquitectura del Marco Institucional para ENDE-REDD+ -----	18
3.1.2 Arreglos inter-institucionales -----	19
3.2 Escala del Sistema-----	20
3.3 Componentes del SNM-MRV -----	20
3.3.1 Módulo Carbono (M-MRV) -----	21
3.3.2 Módulos de Múltiples Beneficios (Beneficios No Carbono)-----	23
3.3.3 Módulo Salvaguardas -----	24
3.3.4 Módulo Estadístico de la Gestión Ambiental -----	27
IV. Aspectos técnicos para implementar el SNM-MRV	28
4.1 Capacidades técnicas-----	28
4.2 Protocolos para la Medición y Monitoreo-----	30
4.2.1 Análisis e interpretación de datos espaciales -----	30
4.2.2 Inventario Nacional Forestal -----	37
4.2.3 Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) -----	39
4.3 Protocolo para la administración, manejo y publicación de datos -----	40
4.4 Monitoreo Comunitario -----	42
4.4.1 Capacidades comunitarias para implementar el MRV a nivel regional -----	43
4.4.2 Sistema de Alertas Temprana -----	44
4.5 Costos del Monitoreo -----	45
4.5.1 Costos estimados para implementar monitoreo comunitario-----	45
4.5.2 Costos de Implementación del SNM-MRV -----	45

V.	Herramientas del SNM-MRV	46
5.1	GeoPortal	46
5.2	Propuestas para maximizar costos/beneficios del monitoreo.....	47
VI.	Referencias.....	50
VII.	Anexos.....	52

Figuras

Figura. 1	Porcentaje de las categorías generales de usos del suelo en 2015.	4
Figura. 2	Localización de Nicaragua, y tipos de bosques del país, latifoliados, coníferas, manglares, bosques de palma natural (año 2015).	5
Figura. 3	Estructura propuesta: Sistema Nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación.	18
Figura. 4	Flujos para la transferencia de datos.	19
Figura. 5	Módulos integrados en el SNMRV.	21
Figura. 6	Sistema integrado de monitoreo de bosques, modulo carbono (SNM-MRV).	22
Figura. 7	Estructura del Sistema de Información de Salvaguardas.	24
Figura. 8	Diagrama de funcionamiento del SIGA.	27
Figura. 9	Proceso de interpretación de imágenes en INETER.	31
Figura. 10	Mapa base cartográfico de Nicaragua.	32
Figura. 11	Imágenes LandSat para fotointerpretación.	33
Figura. 12	Mosaico de imágenes georeferenciadas para el mapa del 2000.	35
Figura. 13	Diseño del INF 2007-2008, consistió en 371 unidades de muestreo.	38
Figura. 14	Nueva estructura operativa de INAFOR, delegaciones departamentales (agencias o filiales) y delegaciones subregionales para atender el control y monitoreo de los bosques.	39
Figura. 15	Oficinas regionales (NODOS) del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).	40
Figura. 16	Figura 17. Proceso de interpretación de imágenes, Unidad de Monitoreo de INETER.	41
Figura. 17	Herramienta para facilitar el monitoreo comunitario - ODK.	43
Figura. 18	Sistema web de información espacial – GEOPORTAL.	47
Figura. 19	Imagen de un dron sobrevolando áreas de bosques.	48

Cuadros

Cuadro 1. Competencias institucionales a nivel nacional.	10
Cuadro 2. Matriz de generación y consumo de información institucional.....	10
Cuadro 3. Información requerida para el SNM-MRV.	13
Cuadro 4. Bases conceptuales del Sistema SNM-MRV.....	16
Cuadro 5. Escala del Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación para ENDE-REDD+.	20
Cuadro 6. Indicadores de monitoreo para módulo de carbono.....	22
Cuadro 7. Módulos que integra el SNM-MRV para el monitoreo de beneficios no carbono.....	23
Cuadro 8. Descripción de las salvaguardas incluidas en el SIS y los indicadores seleccionados para el monitoreo.	25
Cuadro 9. Descripción de las capacidades técnicas requeridas para implementar el sistema SNM-MRV.	28
Cuadro 10. Leyenda general de mapas de uso u cobertura del suelo para Nicaragua utilizando imágenes de satélite LandSat.	34
Cuadro 11. Costos Estimados para implementar monitoreo comunitario en Nicaragua.....	45
<i>Cuadro 12. Costos Estimados para implementar monitoreo comunitario en Nicaragua.</i>	<i>45</i>
<i>Cuadro 13. Ventajas y Desventajas de las nuevas tecnologías de monitoreo de bosques y del uso del suelo en los territorios.....</i>	<i>50</i>

Acrónimos

IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
FCPF	Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques
ENDE	Estrategia Nacional para la Deforestación Evitada
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación
UTCUTS	Uso de la tierra y el cambio en el uso de la tierra y la silvicultura
Mesa MRV	Medición, reporte y verificación
RACCN	Región Autónoma de la Costa Caribe Norte
RACCS	Región Autónoma de la Costa Caribe Sur
GOFC-GOLD	Observación Mundial de la Dinámica de los Bosques y la Cobertura De la Tierra
GEI	Gas de efecto invernadero
NREF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales
FE	Factor de Emisión
DA	Dato de Actividad
EFDB	Base de datos de factores de emisión
CO2	Dióxido de carbono
AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
INF	Inventario Nacional Forestal
COP	Conferencia de las Partes
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
INAFOR	Instituto Nacional Forestal
INETER	Instituto Nacional de Estudios Territoriales
MAG	Ministerio de Agricultura
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
MM	Marco Metodológico
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

PRESENTACIÓN

El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales en marco del Proyecto “Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques ENDE-REDD” presentan el diseño conceptual y operativo del Sistema Nacional de Medición, Monitoreo, Reporte y Verificación (SNM-MRV) para los bosques e indicadores no carbono de Nicaragua.

La construcción se realizó mediante procesos participativos de diálogo y consenso en diferentes etapas en donde participaron los protagonistas de los tres grupos de trabajo del Programa. La primera etapa consistió en el desarrollo de capacidades y fortalecimiento interinstitucional, regional y territorial en temáticas conceptuales para la construcción de los sistemas de monitoreo, identificaron las fortalezas de país e identificar los actores responsables en administrar la información del sector forestal; para ello se realizaron 6 talleres regionales (RACCS y RACCN) y siete sesiones de trabajo con los equipos técnicos interinstitucionales.

La segunda etapa consistió de análisis y síntesis generó la propuesta de funcionamiento conceptual y operativo del SNM-MRV, en donde se definieron los roles, productos, definiciones técnicas, entre otros temas. Posteriormente, se revisó la versión preliminar del sistema a través de sesiones de trabajo periódicas con equipos técnicos de MARENA, INETER, INAFOR, MAG e INTA.

Durante el proceso de construcción dese garantizó la participación de protagonistas y funcionarios de los Gobiernos Territoriales Indígenas de las Regiones del Caribe, Secretarías de Recursos Naturales (SERENAs), Gobiernos Regionales Autónomos de la Costa Caribe Norte y Sur (GRACCN y GRACCS) y Consejos Regionales Autónomos de la Costa Caribe Norte y Sur (CRACCN, CRACCS).

I. Introducción

El cambio climático representa uno de los mayores problemas y desafíos para el mundo, sus efectos negativos se incrementan cada año en los sectores sociales, ambientales y productivos de los países. Según el IPCC, el sector ganadería y el cambio de uso de suelo es responsable de aproximadamente un cuarto de las emisiones mundiales antropogénicas de GEI netas (10-12 GtCO₂eq/año), provenientes principalmente de la deforestación, agricultura y la ganadería (Quinto Informe IPCC, 2014).

En Nicaragua, el sector AFOLU es el responsable del 92% de las emisiones nacionales y los bosques naturales tienen la capacidad de almacenar aproximadamente 5 millones de toneladas de CO₂ por año.² Bajo estas circunstancias, el monitoreo de los bosques y otros recursos naturales es fundamental ya que permitirá conocer el estado y la dinámica forestal, así como identificar los impactos en el cambio de uso generados por la implementación de las políticas y/o programas orientados a reducir la deforestación y degradación de los recursos nacionales.

Para evaluar el impacto de políticas y programas nacionales que reduzcan la deforestación y la degradación forestal, el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) desde 2008, impulsa el proceso de preparación para REDD+³ (Reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal) a través del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). El GRUN inició en 2014 el proceso de preparación para REDD+ a través de una donación con apoyo técnico y financiero del Fondo de preparación para REDD+ que provee el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (siglas en inglés)⁴.

Desde entonces, en Nicaragua desarrolla un proceso de articulación interinstitucional en donde participan todos los actores de los sistemas nacionales que recopilan información del sector forestal, biodiversidad, recursos hídricos y la seguridad alimentaria. El sistema realizará un monitoreo nacional mediante la interpretación de los cambios de uso por imágenes satelitales y verificación en campo, en donde los actores nacionales con presencia en los territorios facilitarán la recopilación de datos en identificación de procesos de deforestación y degradación del bosque.

Bajo este contexto, el GRUN propone el diseño de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+)⁵. Esta estrategia se concibe como un instrumento de aplicación del marco estratégico y programático en materia de mitigación y adaptación ante el cambio climático, que tiene por objeto contribuir a reducir emisiones por deforestación y degradación forestal, así como prevenir y reducir los impactos negativos del cambio climático, mediante el aumento de la resiliencia y de la

² Inventario de gases de efecto invernadero, sector UTCUTS, Segunda Comunicación Nacional, 2012

³ REDD+ = Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques, conserven bosques, promuevan la ordenación sostenible de los bosques y mejoren las reservas de carbono en países en desarrollo (REDD+ por sus siglas en inglés).

⁴ El apoyo financiero a través del FCPF fue una donación de US\$ 3,8 millones que inicio en 2013.

⁵ Esta conceptualización de ENDE ha sido la base para abrir espacios de consulta. Esta definición es una propuesta que será revisada, evaluada y enriquecida en los espacios de participación a nivel nacional, regional, comunitario y territorial. Por lo que podría variar en caso de que en estos procesos surjan aportes a la actual definición.

capacidad de adaptación de los ecosistemas forestales y agropecuarios y de las poblaciones dependientes de éstos.

Con ENDE-REDD+ se espera reducir la vulnerabilidad social, ecológica y económica, y crear las capacidades para coadyuvar en la mitigación de GEI (principalmente de CO₂), en la gestión sostenible de los bosques, la conservación de biodiversidad, el aumento de los reservorios de carbono, la generación de co-beneficios de la conservación y sus efectos en el bienestar de la población.

Se entiende por REDD+ a un mecanismo capaz de proveer beneficios económicos que ayuden a conservar los bosques e incluso que ayuden a reducir emisiones de gases efecto invernadero (GEI). A futuro se espera que este mecanismo sea el catalizador para la producción de significativos co-beneficios a los países a cambio de realizar actividades REDD+, a saber: mantenimiento de los ecosistemas, mejora de la biodiversidad, mejora de los medios de vida rurales y que a su vez permita la adaptación al cambio climático. Se entiende por procesos de deforestación y degradación (DD)⁶ a:

Deforestación: es la conversión por actividad humana directa de tierras forestales a tierras no forestales (áreas por debajo del umbral de bosques, menor a 10 % de cobertura de copas).

Degradación: es la condición de un bosque que ha sido reducido en su capacidad natural pero no por debajo del 10% de su cobertura de copas (aún está dentro del umbral de bosques). La degradación de bosques se considera una reducción de largo plazo en los stocks de carbono, tanto en la cobertura forestal como en la altura, sin embargo, el área no es reducida por debajo de los umbrales de la definición de bosque.

Para implementar ENDE-REDD+ en Nicaragua se necesita un sistema de monitoreo. Por esta razón, el GRUN propone un Sistema Nacional de Medición, Monitoreo, Reporte y Verificación (SNM-MRV) el cual se basa en los fundamentos y normativas establecidas por los organismos internacionales como el FCPF, IPCC y la CMNUCC, de igual forma este sistema se adecua a las circunstancias nacionales del país tales como: arreglos institucionales vigentes; protocolos de procesamiento imágenes espaciales, cartográficas, entre otras.

El presente documento describe el proceso de diseño del SNM-MRV, las entidades claves, sus arreglos y roles en el sistema, los subsistemas de monitoreo, así como el esquema de funcionamiento y productos requeridos para monitorear todas las variables de requeridas por el país y el Programa ENDE-REDD+. El presente documento se dividió en siete secciones.

La sección I se refiere a la introducción, el contexto, justificación y objetivos del SNM-MRV. La sección II se refiere al marco institucional. La sección III se refiere a la estructura del SNM-MRV. La sección IV presenta los aspectos técnicos para implementar el SNM-MRV. La sección V detalla las herramientas técnicas actuales y

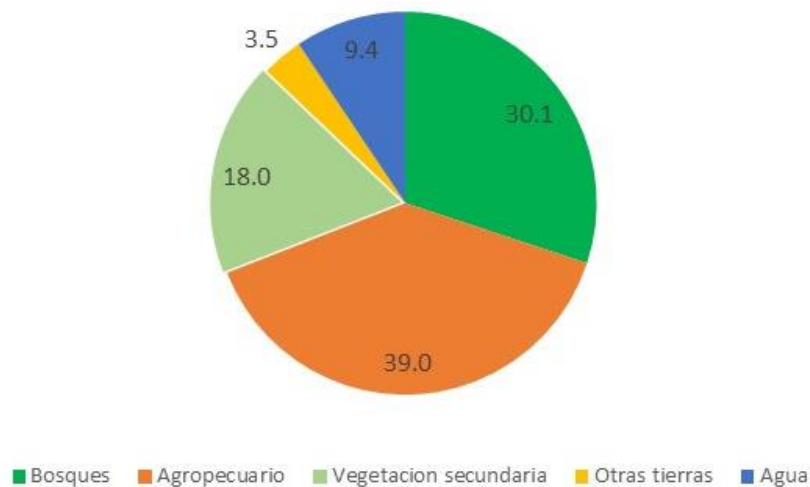
⁶ Fuente: Terminología aprobada en los acuerdos de Marrakesh (Land Use, Land-use Change and Forestry) contenido en documento FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58. http://www.forru.org/PDF_Files/rfrtpdf/rfrtappendix.pdf

propuestas para mejorar la efectividad del sistema integral. La sección VI presenta las referencias utilizadas, y la sección VII los anexos con información adicional.

1.1 Contexto

Nicaragua es el país más extenso de América Central con 130,373.47 Km². Según los últimos análisis de la cobertura a nivel nacional, el uso del suelo en 2015 se distribuye con el 39% para usos agropecuarios que incluyen cultivos anuales, cultivos permanentes y pastos del país (5084162.18 ha), 30.1% (3921491.8 ha) está cubierto de bosques, el 18 % (2350625.7 ha) corresponde a vegetación secundaria (arbustos, sabanas naturales y tacotales), el 9% (1226542.6 ha) está cubierto de agua (que incluye lagos, lagunas y ríos) y el 3.5 % (454517.4 ha) corresponde a otras tierras (Figura 1). En Nicaragua existen tres tipos de bosques naturales: latifoliados, coníferas, bosques de palma y manglares, la mayor proporción existente es de bosques latifoliados (Figura 2).

Figura. 1 Porcentaje de las categorías generales de usos del suelo en 2015.



En los últimos quince años los procesos de deforestación y degradación en los bosque se han incrementado rápidamente, por tal razón, el GRUN a través del Programa ENDE-REDD+ inició en el año 2015 la preparación de una plataforma interinstitucional encargada de realizar el monitoreo de los cambios de uso de suelo en las tierras forestales. Para la conformación de dicha mesa, el país consideró las fortalezas y experiencias institucionales para el levantamiento y procesamiento de la información tales como: a) INAFOR con los inventarios nacionales forestales, b) INETER analizando espacialmente los cambios de uso de suelo c) MAG monitoreando en campo las parcelas de tierras de cultivos anuales y permanentes, d) MARENA-SINIA recopilando información de indicadores socio ambientales.

El Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques administrará, procesará y suministrará información de indicadores nacionales sobre bosques, beneficios no carbono (Recursos Hídricos, Biodiversidad y Seguridad Alimentaria) y la información de Salvaguardas mediante el Sistema de Información de Salvaguardas (SIS) establecidas durante el proceso de preparación para REDD+ y para asegurar la implementación del Programa ENDE-REDD+.

Figura. 2 Localización de Nicaragua, y tipos de bosques del país, latifoliados, coníferas, manglares, bosques de palma natural (año 2015).



1.2 Justificación



En base a los datos históricos del país para la serie entre el 2000 y 2015, se estima un acumulado de deforestación de 1,51 millones de ha, aproximadamente 100,714 ha anuales⁷. Por lo anterior, es necesario que Nicaragua cuente con un sistema que articule el trabajo institucional y recopile la información sobre los cambios de uso ocurridos en las áreas dentro y fuera de los bosques y de esta forma realizar acciones tempranas para evitar la deforestación y controlar los procesos de degradación.

Por otro lado, el SNM-MRV será una plataforma en donde participen todos los sectores nacionales (instituciones, gobiernos regionales, comunidades indígenas y territoriales) garantizando la integridad, confiabilidad y transparencia de la información que se dispondrá a toda la población.

1.3 Objetivos del SNM-MRV

⁷ MARENA 2017. Documento Causas de la Deforestación, Programa ENDE-REDD+.

- Contribuir al desarrollo socioeconómico y forestal del país, generando información confiable, oportuna y accesible a fin de satisfacer las necesidades de información forestal, beneficios no carbono y salvaguardas a las instituciones gubernamentales, no gubernamentales y población en general.
- Desarrollar y fortalecer las capacidades nacionales en monitoreo de la deforestación, degradación e incremento de los bosques en Nicaragua a través del geoprocesamiento satelital y tecnología SIG.
- Fortalecer las acciones de prevención y alerta temprana de incendios forestales y deforestación a través del monitoreo permanente de focos de calor utilizando productos de sensores remotos.
- Desarrollar y promover mecanismos de integración de toda información en materia forestal generada por instituciones públicas.

II. Marco Institucional del SNM-MRV

En el marco de la Constitución Política, leyes y políticas públicas, Nicaragua cuenta con claras estructuras de gobernanza a nivel nacional, regional y local, que permiten la sinergia en la implementación de la ENDE-REDD+. A nivel nacional se la plataforma interinstitucional para el monitoreo de bosques y usos de la tierra está conformada por: INAFOR, MARENA, INTA, MAG, INETER, alcaldías municipales, gobiernos regionales, territoriales y comunidades indígenas.

2.1 Marco Legal

Cada una de las entidades que constituyen la plataforma institucional del SNM-MRV es responsable de monitorear variables asociadas a sus competencias según Ley 290” Ley de Organización, Competencia y Procedimientos del Poder Ejecutivo”. A continuación se detalla el marco legal y las competencias de las principales instituciones responsables de administrar el SNM-MRV.

- **Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARENA)**

Es responsable de generar y monitorear información relacionada a la biodiversidad, ecosistema (áreas protegidas), especies, emisiones de GEI, puntos de calor y usos del suelo.

 - Marco legal
 - Autoridad nacional rectora de la política ambiental del país, en la reciente reforma a la Ley 290⁸, se adiciona nuevos mandatos al ministerio entre ellos, la administración forestal en todo el territorio nacional, la que ejecutará a través del Instituto Nacional Forestal (INAFOR).
 - Contribuir a la mitigación del cambio climático mediante el fomento de inversiones ambientalmente sostenibles, a través de la ejecución de proyectos y atender temas de vulnerabilidad y el proceso de adaptación ante el cambio climático, se creó la Dirección General de Cambio Climático.

⁸ Ley 929, Ley de Reformas y Adición a la Ley 290, Ley de Organización, Competencia y Procedimientos del Poder Ejecutivo y a la Ley 462, Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal. Aprobado el 17 de mayo de 2016. Publicado en La Gaceta No. 97 del 25 de mayo de 2016.

- Administra el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. En la normativa legal autoriza el aprovechamiento del bosque dentro del área de acuerdo a su categoría, directrices de administración y plan de manejo.
 - Administra el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA)⁹
 - Autoridad que norma y autoriza el uso sostenible de suelos agropecuarios y forestales.¹⁰
 - Coordinar con el Ministerio Agropecuario y con el Instituto Nacional Forestal, la planificación sectorial y las políticas de uso sostenible de los suelos agrícolas, ganaderos y forestales en todo el territorio nacional.¹¹
 - Coordinar con los ministerios correspondientes, la planificación sectorial y las políticas de uso sostenible de los recursos naturales del Estado, los que incluyen: las tierras estatales y los bosques en ellas.
- **Instituto Nacional Forestal (INAFOR)**

Es responsable de monitorear las estadísticas forestales, tales como: la cobertura su cobertura (estructura horizontal y vertical), superficie de plantaciones forestales, incluida la Cruzada Nacional de Reforestación, volumen de cosecha de madera, superficie de bosques bajo manejo, entre otros.

- Marco legal
 - Vigilar, regular y controlar el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales de la Nación, ejerciendo facultades de inspección, disponiendo las medidas, correcciones y sanciones pertinentes de conformidad a lo dispuesto en la Ley 462 y su Reglamento.
 - Ejecutar la política de desarrollo forestal de Nicaragua;
 - Conocer, evaluar, y fiscalizar los planes de manejo forestal;
 - Proponer al MARENA, las normas técnicas obligatorias para el manejo forestal diversificado;
 - Suscribir convenios con los gobiernos municipales o con organismos públicos o privados delegando funciones de vigilancia y control, o fomento;
 - Recomendar al MARENA las coordinaciones para el establecimiento o levantamiento, en su caso, de vedas forestales y ejercer su control;
 - Llevar el inventario nacional de los recursos forestales;
 - Facilitar la certificación forestal nacional e internacional; promover y ejecutar con los gobiernos locales y la sociedad civil, programas de fomento forestal, y especialmente aquellos encaminados a la reforestación de zonas degradadas, entre otras.

- **Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)¹²:**

⁹ Arto.34 de la Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.

¹⁰ Resolución Ministerial No.84.11.2016, dictada el dos de diciembre de 2016.

¹¹ Ley 864, Ley de Reforma a la Ley 290. Artos.28, Inciso C numeral 2 y 3.

¹² Ley Orgánica del INETER. La Gaceta Diario Oficial No.143 del 28 de julio de 1999.

Actualmente cuenta con una unidad técnica de monitoreo e interpretación de imágenes de satelitales en donde espacialmente se identifican los cambios de uso del suelo y que inciden directamente en las áreas de bosque.

- Marco legal
 - Establecerá las pautas y criterios para el ordenamiento del territorio en coordinación con MARENA.¹³
 - Es el órgano encargado de la investigación, inventario y evaluación de los recursos físicos del país; de ejecutar los estudios de ordenamiento territorial; de regular y efectuar los trabajos cartográficos y geodésicos; y de normar, regular, operar, actualizar y ejecutar el catastro físico nacional.
 - Contribuye y apoya la implementación de la Convención Marco sobre el Cambio Climático, la Convención de Desertificación de las Naciones Unidas, el Protocolo de Montreal y la Agenda 21, en coordinación con las instituciones que correspondan.
 - Elabora, actualiza, edita y publica, los mapas oficiales.

- **Ministerio Agropecuario (MAG)**

Es responsable de monitorear las estadísticas de los cultivos y censos ganaderos.

- Marco legal
 - Formular políticas, planes y estrategias de desarrollo agropecuario.
 - Formular propuestas y coordinar con el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, los programas de protección del sistema ecológico, con énfasis en la conservación de suelos y aguas.
 - Formular y proponer la delimitación de las zonas, áreas y límites de desarrollo agropecuario.

- **A nivel Regional:**

La Ley 28, Ley de Autonomía de la Costa Caribe establece los órganos de administración regional: Consejo Regional, Coordinación Regional, Autoridades municipales y las comunales.

- **El Consejo Regional**, cuerpo colegiado integrado por 45 miembros electos mediante voto popular, máxima autoridad en las Regiones de la Costa Caribe.

Esta instancia tendrá entre sus funciones las siguientes:

- Dictar resoluciones y ordenanzas sobre los asuntos que le competen a la región,
- Participa en la planificación, realización y seguimiento de las políticas y programas económicos, sociales y culturales que inciden en la región;
- Aprueba mediante resolución la explotación de los recursos naturales en la región.
- Administra el Sistema de Evaluación Ambiental a través de las Secretarías de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERENA), en coordinación con el Ministerio del Ambiente y

¹³ Arto.15 de la Ley 217. Ley General del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.

los Recursos Naturales, para el desarrollo de programas, proyectos, obras, actividades en las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de conformidad a la normativa.

- SERENA, es la dependencia técnica especializada del Consejo Regional Autónomo de la Costa Caribe Norte y Sur. Estas Secretarías están adscritas a la Coordinación de los Gobiernos Regionales Autónomos de la Costa Caribe Norte (GRACCN) y Sur (GRACCS) para llevar adelante el proceso de gestión y manejo de los recursos naturales y el medio ambiente en la Región. Las SERENAs se coordinan con SINIA mediante los nodos regionales denominados Sistema de Información Monitoreo y Educación Ambiental Regional (SINIA-SIMEAR-RACCS)¹⁴ y SICOR¹⁵.

- **A nivel municipal:**

Los Gobiernos Municipales tienen competencia¹⁶ para:

- Todas las materias que incidan en el desarrollo socioeconómico y en la conservación del ambiente y los recursos naturales de su circunscripción territorial.
- Tienen el deber y el derecho de resolver, bajo su responsabilidad, la prestación y gestión de todos los asuntos de la comunidad local, dentro del marco de la Constitución Política y demás leyes de la Nación.
- Desarrollar, conservar y controlar el uso racional del medio ambiente y los recursos naturales como base del desarrollo sostenible del Municipio y del país, fomentando iniciativas locales en estas áreas y contribuyendo a su monitoreo, vigilancia y control, en coordinación con los entes nacionales correspondientes.
- Emitir opinión respecto a los contratos o concesiones de explotación de los recursos naturales ubicados en su circunscripción, como condición previa para su aprobación por la autoridad competente;
- En los casos de aprovechamiento forestal en tierras comunales, la autoridad municipal podrá extender el aval correspondiente solo cuando la comunidad lo solicite o ceda sus derechos a terceros, de conformidad con lo establecido en la legislación forestal vigente.¹⁷

- **Autoridades Comunales**

De acuerdo a la Ley 445¹⁸:

- Son órganos de administración y de gobierno tradicional que representa a las comunidades que las eligen de acuerdo a sus costumbres y tradiciones. Es decir, son autoridades territoriales y órganos de administración de la unidad territorial a la cual representan legalmente.

¹⁴ <http://www.sinia.net.ni/multisites/RACCS/>

¹⁵ Nodo en RACCN antes se denominaba SIAR ahora conocido como SICOR. <http://www.sinia.net.ni/multisites/RACCN/>

¹⁶ Ley 40. Ley de Municipios de Nicaragua. La Gaceta No.6 del 14 de enero del 213.

¹⁷ Ley 445. Arto.13.

¹⁸ Ley 445. Ley de Régimen de Propiedad Comunal de los Pueblos Indígenas y Comunidades Étnicas de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua y de los ríos Bocay, Coco, indio y Maíz. aprobada el 13 de diciembre del 2002. Publicado en La Gaceta No. 16 del 23 de Enero del 2003.

- Administran sus recursos naturales, las actividades que incidan en su comunidad deben ser realizadas bajo el consentimiento de su máxima representación.
- En el caso de aprovechamiento de madera para uso doméstico en las comunidades no se requerirá del aval de la municipalidad. El juez (Wihta) de la comunidad vigilará porque no se abuse de dicho aprovechamiento. En caso de abuso, la comunidad impondrá la sanción correspondiente, sin detrimento de las demás sanciones administrativas establecidas en la ley.¹⁹

2.2 Competencias institucionales a nivel nacional

Como se indicó anteriormente, el MARENA, INAFOR, INETER y MAG se les han sido asignadas competencias que involucran procesos de monitoreo de la cobertura forestal y los cambios de uso del suelo. Por otro lado, los gobiernos regionales y locales también están obligados a velar por la conservación de los recursos naturales que se encuentran dentro de su territorio y ello implica un monitoreo permanente del comportamiento de la cobertura forestal. En el Cuadro 1 se presenta una lista de las diferentes dependencias que tienen competencias directa o indirecta en el monitoreo forestal y cambios de uso, y en el Cuadro 2 se presenta las entidades que producen información y la entidad que resguarda o publica la información de interés para el SNM-MRV.

Cuadro 1. Competencias institucionales a nivel nacional.

Institución	Instancia Interna
MARENA	Dirección General de Cambio Climático Sistema Nacional de Información Ambiental
INAFOR	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección de Protección, Fomento y Desarrollo Forestal • Dirección de Control y Monitoreo Forestal • Oficina de Registro Forestal • Delegaciones Departamentales
INETER	Dirección de Ordenamiento Territorial
MAG	Dirección General de Monitoreo Agropecuario
Alcaldías	Unidades Ambientales Municipales
Gobiernos Regionales	Secretarías de Recursos Naturales (SERENAs)
Gobiernos Territoriales Indígenas (GTI)	Comisión GTI para MRV/EESA (en proceso de conformación y definición de funciones)

Cuadro 2. Matriz de generación y consumo de información institucional.

De quien recibe información	Institución Productora	Que información produce
MARENA, INETER, MAG, INAFOR, Delegaciones Departamentales, SINAPRED y NOAA	SINIA	<ul style="list-style-type: none"> • Puntos de Calor mensuales, informe GEO, regeneración natural

¹⁹ Arto 13. párrafo segundo.

De quien recibe información	Institución Productora	Que información produce
		<ul style="list-style-type: none"> • Oficialización de datos generados por incendios y quemas (áreas protegidas, tala legal e ilegal)
Agencias de imágenes satelitales (LandSat, RapidEye, Planet Scope), INTA realiza el monitoreo de campo de los cultivos agrícolas	INETER	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de cultivos agrícola por 3 épocas de siembra • Mapa de cobertura Vegetal y usos de suelo
INAA, MAG, INAFOR, Delegaciones Departamentales, NOAA SINAPRED, IPSA, MARENA, INETER, MAG, SERENAS, INTA	INAFOR	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario nacional forestal • Monitoreo y seguimiento de parcelas permanentes de muestreo • Planes de manejo forestal y permisos de aprovechamiento • Reportes de incendios y plagas forestales • Reportes de cruzada nacional de reforestación • Registro de plantaciones industriales y planes de manejo • Reporte de Evaluación Forestal – FRA • Planes de ordenamiento forestal • Mapas de uso actual, potencial, reforestación y cultivos
Alcaldías, Comunidades, indígenas, INAFOR	GRACCN	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de permisos de aprovechamiento forestal y mapeo de industrias forestales, corta anual permisible, estadísticas de aprovechamiento • Reportes de denuncia de tala ilegal de madera, incendios forestales, comercialización ilegal de la madera
Dueños de bosques e inspecciones técnicas, Autoridades territoriales o comunales	GRACCS	Denuncias de incendios, deforestación y extracción <ul style="list-style-type: none"> • Reporte de planes de manejo

2.3 Roles institucionales

En base al marco legal y político que se abordó en el capítulo seis, se requiere definir cuáles son los roles de las institucionales según la información generada, procesada y consumida por los usuarios. Cada una de las entidades participantes del SNM-MRV tiene una estrecha relación entre sí, sin embargo juegan un rol específico dentro del Sistema.

Durante sesión de trabajo²⁰ con los equipos técnicos interinstitucionales que forman parte de la Mesa de Monitoreo, Reporte y Verificación del Programa ENDE-REDD+ se evaluaron los roles considerando las siguientes definiciones:

²⁰ <http://enderedd.sinia.net.ni/index.php/2015-06-04-16-22-24/2015-12-21-20-52-28>

- **Productor** representa a todas las entidades de recolectan información primaria y envían datos a otras entidades para su procesamiento dentro del sistema.
- **Procesador** son todas aquellas entidades que reciben datos e insumos de otras entidades para luego procesar y validar los datos, posterior a esta actividad se procede a publicar la información en el Sistema.
- **Consumidor** son representadas por entidades usuarias del Sistema y que obtienen informes, reportes y mapas.

Con respecto a la información necesaria para el SNM-MRV, se identificaron los roles institucionales y el responsable final (Cuadro 3).

Se identificaron algunas particularidades, tales como:

- Las entidades productoras también podrán ser **Procesadores**. Este doble rol se debe a que una misma entidad puede ser recolectora de información de campo, procesarla y posteriormente generar reportes o salidas que son utilizadas por terceros.
- Es importante resaltar que los generadores de información enviarán datos numéricos de las variables e indicadores con las representaciones cartográficas (SIG), en los casos que aplique, lo cual permitirá tener de manera rápida un primer prototipo del GeoPortal.
- Las entidades **Consumidores** están representados por: Gobierno, Movimientos Sociales, Sector Académico, Gremio Científico y Organismos Internacionales (FCPF, CMNUCC, IPCC, entre otros).

Cuadro 3. Información requerida para el SNM-MRV.

Información necesaria para el SNM-MRV	Instituciones y Ministerios								Observaciones
	MARENA	INAFOR	INETER	MAG	INTA	SERENAs	SINIA	Gabinete de la Producción	
Uso y manejo de imágenes satelitales para analizar el cambios de uso de suelo	Consumidor	Consumidor	Productor (Oficial)	Consumidor	Consumidor	Consumidor	Consumidor	Consumidor	Responsable Final - INETER
Biomasa de Bosques		Productor (Oficial)				Productor			Responsable Final - INAFOR
Crecimiento del bosque		Productor (Oficial)				Productor			
Cálculos de emisiones por Uso y cambio de uso del suelo	Productor (Oficial)								Responsable Final - MARENA
Áreas de Ganadería				Productor (Oficial)					Responsable Final - MAG
Hectáreas de Agricultura			Productor	Productor (Oficial)	Productor				

2.4 Descripción de funciones generales para implementar el SNM-MRV

a. MARENA

Producto Final: Informe Oficial del sistema MRV

- Institución de mayor rango dentro del sistema y la única autorizada a oficializar los reportes anuales y bienales de deforestación y recuperación de los bosques.
- Elaborar en coordinación con las demás instituciones todos los protocolos del sistema.
- Disponer de las imágenes procesadas a todos los usuarios del SNM-MRV
- Generar información anual del comportamiento de la Cobertura Forestal y los cambios de uso.
- Mediante la aplicación de las guías del IPCC, cuantificar la cantidad de emisiones y/o absorciones por ganancia o pérdida de cobertura forestal anualmente
- Emitir informes del estado de la cobertura boscosa.

- Oficializar los datos de deforestación y recuperación.
- Recibir retroalimentación de las regiones y otros usuarios de información

b. INETER

Producto Final: Informe de Monitoreo de la Cobertura forestal y cambios de uso de suelo / Estimación de las emisiones del sector UTCUTS

- Definir los datos satelitales que son más apropiados para monitorear las clases nacionales.
- Definir los enfoques de validación que deberían utilizarse, incluidas las fuentes de datos y los muestreos.
- Documentar todos los procesos de análisis, registro y procesamiento de las imágenes rapideyes y LandSat.
- Disponer de las imágenes procesadas a todos los usuarios del SNM-MRV
- Generar información anual del comportamiento de la Cobertura Forestal y los cambios de uso.
- Mediante la aplicación de las guías del IPCC, cuantificar la cantidad de emisiones y/o absorciones por ganancia o pérdida de cobertura forestal anualmente.
- Calcular las tasas de cambio.
- Evaluar la exactitud e incertidumbres de los datos.
- Emitir informes del estado de la cobertura boscosa.
- Oficializar los datos de deforestación y recuperación.
- Recibir retroalimentación de las regiones y otros usuarios de información

c. INAFOR

Producto Final: Medición y elaboración de línea base Forestal

- Seleccionar el diseño de muestreo y de parcelas.
- Establecer los protocolos para la recopilación de datos.
- Organizar la adquisición de los instrumentos para la recopilación de datos
- Procesar y analizar los datos
- Cálculos de la biomasa y reservas de carbono
- Cálculos de los cambios en la reserva con el tiempo
- Reporte de las incertidumbres
- Coordinarse con el equipo de mapeo de cobertura de la tierra
- Coordinarse con las regiones y usuarios de los resultados del inventario
- Organizar y capacitar a los equipos de campo
- Realizar controles de calidad de la recopilación de datos llevada a cabo por los equipos de campo
- Transmitir los datos a la oficina nacional central.

d. MAG

Producto Final: Medición, mapeo y administración de información agropecuaria

Medición y elaboración de línea base Forestal

- En coordinación con el INTA realizar informes anuales sobre el monitoreo de las áreas agrícolas.
- Administrar la estadística nacional sobre el sector ganadero.
- Mapear satelitalmente las áreas de cultivos permanentes y anuales.
- Generar información anual del comportamiento de la Cobertura Forestal y los cambios de uso.
- Emitir informes estadísticos sobre el incremento o disminución de las áreas agrícolas.
- Recibir retroalimentación de las regiones y otros usuarios de información

e. SINIA

Producto Final: Mediante la interoperabilidad con INETER, se presenta la información recopilada en el SNM-MRV

- Administrar toda la información generada por las instituciones que forman parte del SNM-MRV.
- Presentar mediante herramientas web los resultados de los monitoreos realizados por INETER, MAG, INTA y el monitoreo local.
- Garantizar un proceso fluido y transparente de intercambio de información entre SINIA central y los nodos regionales.
- Fortalecer técnicamente los nodos regionales en temas de administración y gestión de la información.
- Desarrollar un plan de divulgación para compartir los resultados del sistema MRV con las instituciones públicas y público en general.
- Recibir retroalimentación de las regiones y otros usuarios de información

f. GRUPO DE MONITOREO LOCAL, REGIONAL Y COMUNITARIO

Producto Final: reportes, alertas e información relacionada a los indicadores que el sistema monitorea.

- Articular interinstitucionalmente esfuerzos para
- Definir equipos locales para monitoreo y seguimiento foresta
- Obtener financiamiento y compromiso adecuados para el monitoreo.
- Hacer saber a los voluntarios cómo su trabajo aporta a la planificación y gestión.
- Colaborar con organizaciones que ya efectúan monitoreo estableciendo asociaciones con éstas.
- Utilizar metodologías sencillas validadas por INETER o INAFOR.
- Incorporar capacitación sobre los protocolos de monitoreo, supervisión en el terreno y verificación de datos en el diseño del monitoreo comunitario.
- Crear un programa de “reconocimiento a los voluntarios”.
- Enfocarse en resultados que sean útiles para la sociedad mediante la generación de información pertinente para la formulación de políticas.

III. Estructura del SNM-MRV

El monitoreo de la cobertura forestal, cambios de usos de suelo, beneficios no carbono y salvaguardas requieren la implementación de una estructura orgánica institucional especializada que asuma la función de centralizar y ordenar el proceso de generación de información así como su distribución y difusión.

La estructura propuesta fue construida con la mesa MRV del Programa ENDE-REDD+ durante el año 2017 y considera los sistemas actuales que realizan monitoreo de las variables o indicadores de interés para la ENDE-REDD+; articulando, fortaleciendo e integrando procesos colaborativos para reducir los tiempos de implementación.

A continuación se detallan los sistemas nacionales que formarán parte del sistema nacional de monitoreo, reporte y verificación:

- **Sistema de Monitoreo del uso de la tierra, cobertura forestal y producción:** es administrado por el INETER y proporcionará los datos e información geo espacial denominada “Datos de Actividad”.
- **Inventario Nacional Forestal:** administrado por INAFOR a través de la dirección de inventarios nacionales forestales, entidad responsable de proporcionar información sobre el estado de los bosques y la biomasa.

Los datos facilitados serán insumos para el cálculo y actualización de los “Factores de Emisión” nacionales. De esta forma se conocerán las reservas de carbono y emisiones generadas por la deforestación y degradación de los bosques.

- **Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero:** administrado por MARENA a través de la Dirección de Cambio Climático, la cual compilarán los insumos generados por las instituciones del sistema con el fin de aplicar controles de calidad a las estimaciones y reportes generados por las demás instituciones.
- **Censo Nacional Agropecuario:** es administrado por el MAG e INTA, proporcionará información relacionada a los cultivos anuales y permanentes, así como estadísticas pecuarias
- **Estadísticas y Censos Nacional:** administrado por el INIDE, en dicho sistema se monitorean las variables e indicadores relacionados con los aspectos sociales como son: pobreza, acceso a salud y acceso a la educación entre otros.
- **Sistema Nacional de Indicadores Ambientales:** administrado por MARENA, es un sistema integrado de información socio-económico-ambiental que analiza y sistematiza los indicadores ambientales del país provenientes del monitoreo, vigilancia y control de la gestión ambiental, los recursos naturales y la valoración económica de los activos naturales, en coordinación con los diferentes sistemas de información y direcciones estadísticas a nivel territorial, nacionales y regionales y en armonía con las políticas, ejes y lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo Humano.

3.1 Bases de la estructura del SNM-MRV

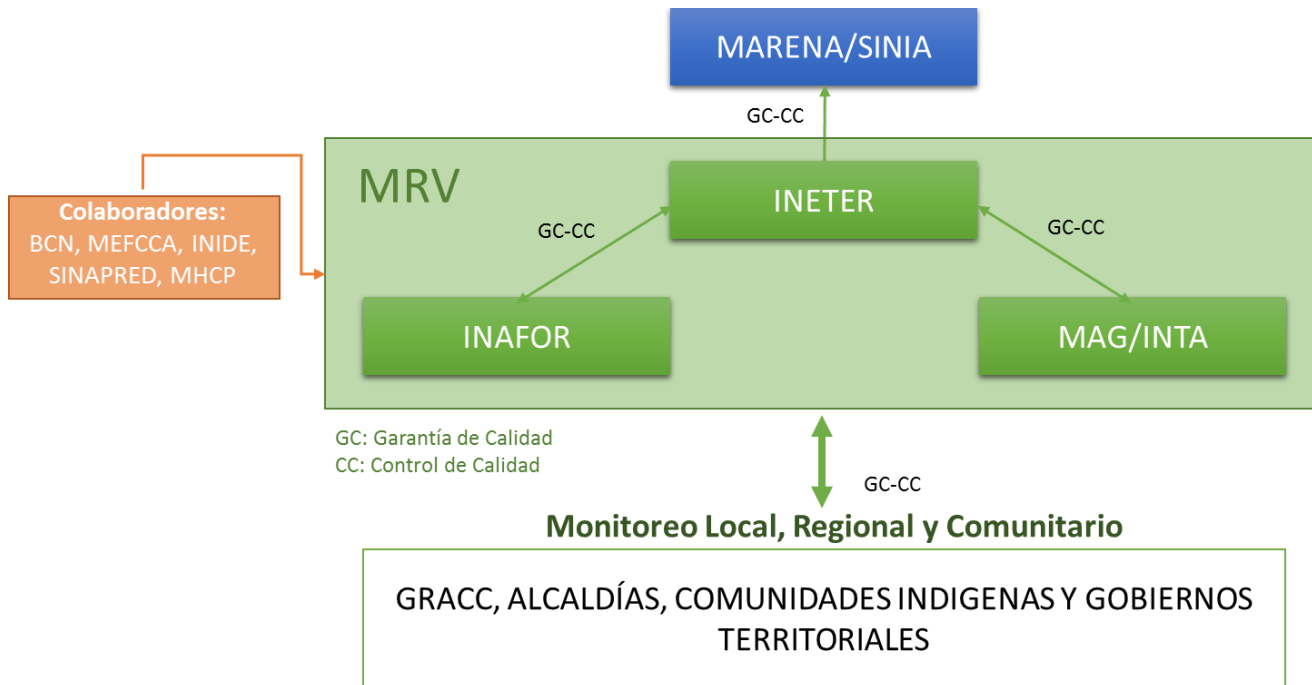
La principal función del sistema es generar información que satisfaga las necesidades de usuarios o demandantes y que esta información se genere en forma permanente y actualizada. Por tal razón, es necesario definir en que consiste cada término general del sistema, la periodicidad y que instituciones participarán durante el proceso (Cuadro 4).

Cuadro 4. Bases conceptuales del Sistema SNM-MRV.

Actividad	Definición	Periodicidad	Institución involucrada
MEDICIÓN	Consiste en cuantificar las reservas de carbono terrestre usando los enfoques nacionales de los inventarios forestales. Se deben medir las reservas de carbono definidas por el Programa ENDE-REDD+	BIANUAL	INAFOR
MONITOREO	Es el análisis e interpretación de los cambios de uso del suelo mediante la aplicación de sensores remotos, sobre todo los enfoques satelitales que constituyen una opción más práctica para monitorear la cobertura y cambios de tierra en grandes áreas.	ANUAL(LandSat) Y BIANUAL (rapideye)	INETER MAG INTA

<p>REPORTE</p>	<p>Es el proceso utilizado para traducir la información obtenida de las mediciones y del monitoreo (por ejemplo, la información generada por un inventario forestal de carbono y un análisis de cambio de uso de la tierra) a un formato acordado, como el marco para el reporte de la CMNUCC.</p> <p>Es el total de emisiones de GEI que se han evitado como resultado de la reducción de la deforestación y degradación forestal, así como la suma total de absorciones de GEI como resultado de la conservación forestal y de las actividades de mejora de las reservas de carbono.</p>	<p>ANUAL Y BIANUAL</p>	<p>MARENA INETER</p>
<p>VERIFICACIÓN</p>	<p>Son las revisiones externas a los reportes nacionales de GEI para verificar la fiabilidad y controlar la exactitud de las cifras reportadas. La verificación se realiza por actores independientes, ya sean de varios niveles: nacional e internacional</p>	<p>ANUAL Y BIANUAL</p>	<p>PANEL TÉCNICO INTERNACIONAL</p>

Figura. 3 Estructura propuesta: Sistema Nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación.



MARENA – Informe oficial MRV

INETER – Monitoreo de la cobertura forestal y cambios de uso del suelo / compila información / estima las emisiones del sector UTCUTS

INAFOR – Mediciones y elaboración de línea base forestal

MAG /INTA – Línea base de agricultura y ganadería

SINIA – Mediante la interoperabilidad con INETER, presenta y facilita la información del SNMRV a todos los usuarios

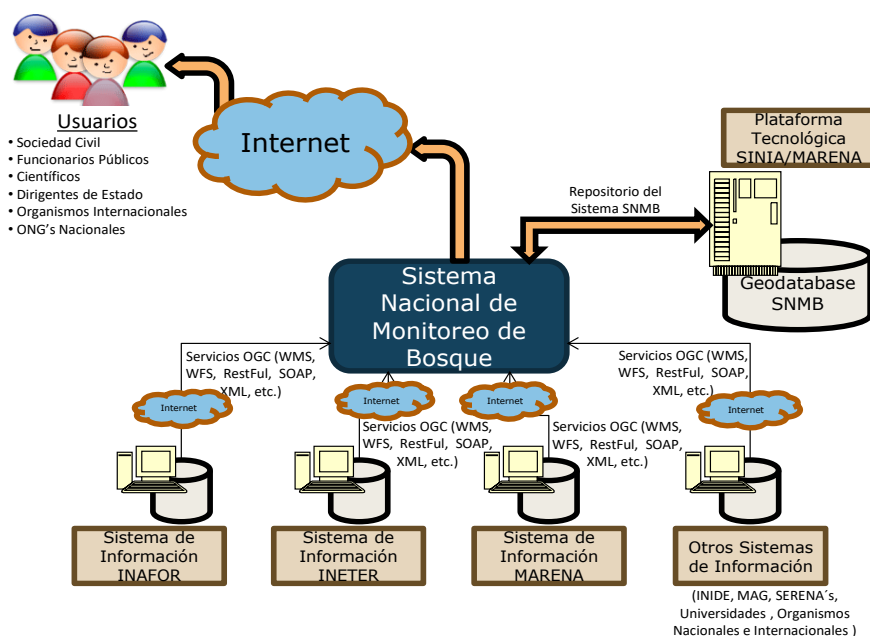
Leyenda: GC: Garantía de Calidad / CC: Control de Calidad

3.1.1 Arquitectura del Marco Institucional para ENDE-REDD+

La arquitectura propuesta para el SNM-MRV retomará los sistemas existentes en las instituciones gubernamentales, a través de los cuales se realiza monitoreo de algunos indicadores y variables relacionadas con los bosques, las emisiones y absorciones de GEI y los cambios en los usos de los suelos, provocados principalmente por las actividades agropecuarias.

El mecanismo de intercambios entre los sistemas generadores de datos y el SNM-MRV se encuentra basado en protocolos que definen cómo se deben enviar la información y que estructura deberá contener con el fin de normalizar la transferencia de la información.

Figura. 4 Flujos para la transferencia de datos.



La arquitectura usada para la implementación del SNM-MRV articula y fortalece los sistemas actuales que realizan monitoreo de las variables o indicadores de interés para la ENDE-REDD+, e integra en procesos colaborativos con los cuales se reducen los tiempos de implementación, garantizando la homologación de procedimientos y la compatibilidad de los métodos, permitiendo la obtención de datos estandarizados (Figura 5).

Cada sistema institucional deberá cumplir con un protocolo para la remisión de sus datos, los cuales serán previamente verificados y oficializados, finalizando con la integración de la información al SNM-MRV, donde serán almacenados en un repositorio (base de datos) para luego ser publicados a través del Sistema de Monitoreo, incluido el GeoPortal.

Otro aspecto importante a considerar, es que el Sistema Nacional de Información Ambiental – SINIA articula el intercambio de información con cada una de las instituciones involucradas, lo que permite disponer de estos canales de comunicación ya establecidos. Es así que el SINIA, por mandato de ley, es la entidad encargada de la difusión de la información vinculada con el medio ambiente.

3.1.2 Arreglos inter-institucionales

El SINIA ha venido trabajando desde su creación con diferentes instituciones del estado, universidades y regiones autónomas de la Costa Caribe con las que ha establecido acuerdos de colaboración para la generación e intercambio de información ambiental, promoviendo la coordinación e integración de acciones para el trabajo conjunto. A la fecha muchos de estos acuerdos se encuentran desactualizados, razón por la cual serán retomados bajo las nuevas políticas y lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH).

A través de estos arreglos interinstitucionales se establecerán protocolos para definir qué y cómo serán enviados los datos desde cada una de las instituciones participantes del SNM-MRV. Cabe señalar, que en capítulos posteriores se describen los roles que cada institución realiza dentro del Sistema del SNM-MRV.

3.2 Escala del Sistema

El Programa ENDE-REDD+ con la implementación del sistema de monitoreo, reporte y verificación recopilará información de los cambios de uso del suelo y beneficios no carbono a nivel nacional. La información suministrada será de dos fuentes: a) interpretación de imágenes satelitales en tecnología Landsat y Rapideyes, b) información de campo recopilada por comunidades indígenas, territorios indígenas, alcaldías, gobiernos regionales.

El SNM-MRV se diseñó con el fin de garantizar la participación de actores nacionales, regionales, municipales y comunitarios en donde se genere un espacio de intercambio de información y se desarrolle simultáneamente a nivel comunitario, bajo el enfoque de alertas tempranas.

Por tal razón, el SNM-MRV deberá realizar un seguimiento a dos escalas, en base a los requerimientos del país (Cuadro 5).

Cuadro 5. Escala del Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación para ENDE-REDD+.

Nivel	Resolución	Instrumentos utilizados
Nacional	Mediana resolución	LandSat, ASTER) Baja resolución espacial (MODIS)
Regional y Local	Alta resolución espacial	GeoEye, IKONOS, WorldView, RapidEye)
	Datos de campo	Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM)

3.3 Componentes del SNM-MRV

El SNM-MRV cuenta con tres módulos temáticos, uno para estimar los beneficios relacionados con carbono (Figura 6):

- Módulo Carbono (sección 3.3.1);
- Módulos relacionados a los beneficios no carbono:
 - Módulo de Múltiples Beneficios (sección 3.3.2) y
 - Módulo de Salvaguardas (sección 3.3.3).

Adicionalmente, el MARENA está desarrollando un Sistema de Estadísticas de la Gestión Ambiental, cuyo sistema va a complementar la información de beneficios no carbono de iniciativas REDD+ en el ámbito nacional, ver más información de esto en sección 3.3.4.

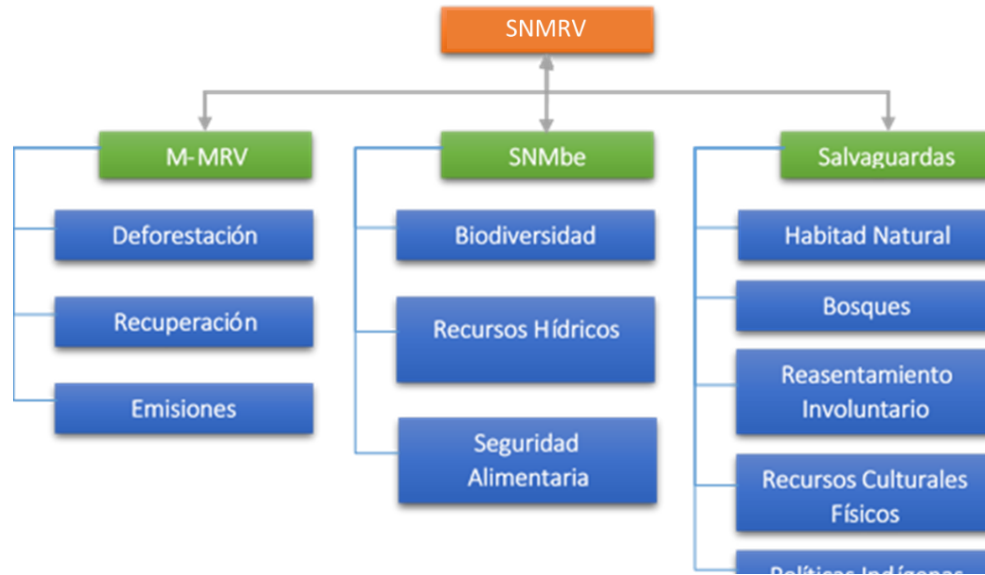


Figura. 5 Módulos integrados en el SNMRV.

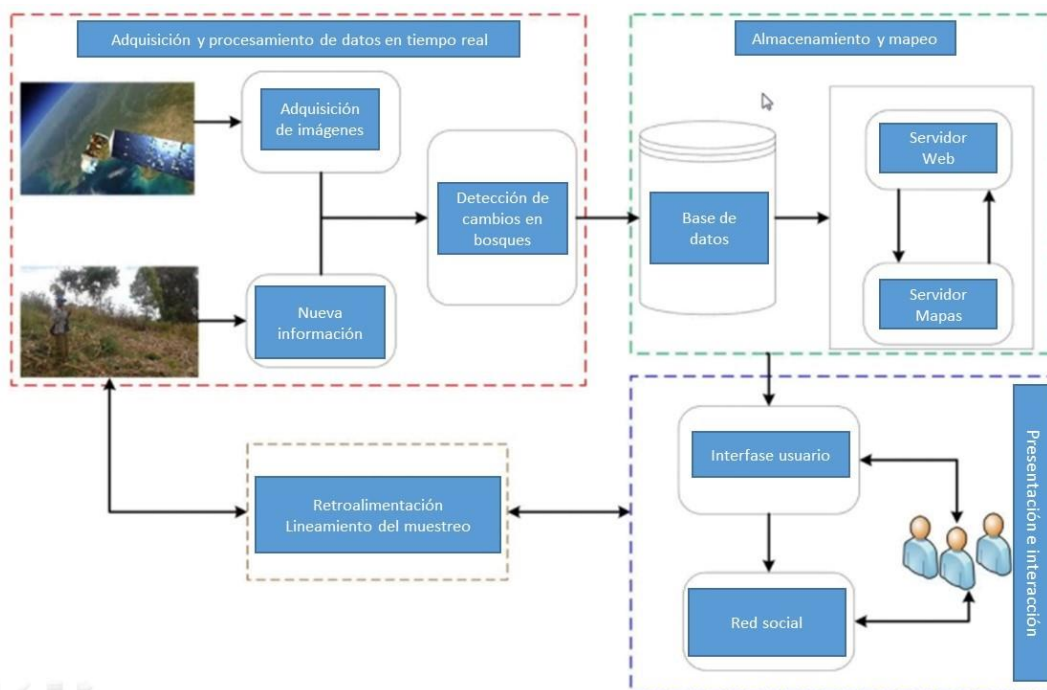
3.3.1 Módulo Carbono (M-MRV)

El principal objetivo de este módulo es medir, monitorear, reportar y verificar (M-MRV) el estado y condición de los bosques en Nicaragua, la deforestación, recuperación de áreas de bosques, y reportar las emisiones evitadas y ocurridas por los cambios en las existencias de carbono a nivel nacional. Por tal razón, el funcionamiento de este módulo será de vital importancia para cuantificar los aportes de país para la mitigación ante el cambio climático.

Mediante este módulo el país tendrá información actualizada sobre las coberturas forestales, tasas de deforestación y degradación²¹, así como cuantificada las capturas o emisiones de GEI. Este módulo combina el uso de adquisición de imágenes y datos de campo para la detección de cambios áreas de bosques. Toda la información será almacenada y mapeada, y se pondrá a disposición de usuarios que requieran esa información. La Figura 7 presenta un esquema del flujo de la información y la estructura que se espera establecer e implementar para el Programa ENDE-REDD+.

²¹ Los datos de degradación se esperan mejorar a futuro, con nuevos métodos y tecnología para estimar las áreas degradadas con una menor incertidumbre.

Figura. 6 Sistema integrado de monitoreo de bosques, modulo carbono (SNM-MRV).



Fuente: Tomado de material didáctico de GOFC-GOLD 2017.

En el cuadro 6 se presentan lista de indicadores requeridos para conocer el estado de los bosques y la cantidad de carbono almacenado. Actualmente, se seleccionaron 12 indicadores para el monitoreo de los bosques, su estado y manejo.

Cuadro 6. Indicadores de monitoreo para módulo de carbono.

Id	Nombre Indicador
1	Superficie de Bosques
2	Superficie de Área fuera de Bosque con Arboles
3	Reforestación (Cruzada Nacional de Reforestación)
4	Número total de planes de Manejo autorizados de Bosque
5	Superficie total autorizada de planes de manejo de bosques
6	Volumen de madera aserrada
7	Volumen de madera exportada
8	Volumen total de madera en rollo
9	Cantidad Total de Puntos de Calor
10	Cantidad de puntos de calor dentro de áreas protegidas
11	Cantidad de Puntos de Calor por Departamento
12	Incremento de las cobertura forestal

3.3.2 Módulos de Múltiples Beneficios (Beneficios No Carbono)

El Programa ENDE-REDD+ durante su fase de preparación definió líneas de monitoreo que no están relacionadas a la captura o emisión de carbono. Durante sesiones de trabajo con el grupo I y grupo II se establecieron 3 módulos para ser monitoreados adicionalmente con el SNMMRV; así como las salvaguardas revisadas y aprobadas por el país (Cuadro 7, Figura 8).

Cuadro 7. Módulos que integra el SNM-MRV para el monitoreo de beneficios no carbono.

Módulo	Descripción	Indicadores propuestos
<i>Biodiversidad</i>	Este módulo permitirá monitorear aspectos claves de biodiversidad. Se espera este módulo en futuro cuente con mayor número de indicadores.	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Capital Natural • Índice de Abundancia Media de Especies
<i>Recursos Hídricos</i>	Este módulo permite efectuar evaluaciones referidas al estado de las unidades hidrográficas del país, brindando la oportunidad diseñar e implementar estrategias para la gestión sostenible.	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal de cuerpos de agua previamente definidos • Magnitud de escorrentías en sitios puntuales • Turbidez del agua • Nivel freático
<i>Seguridad Alimentaria</i>	Mediante el empleo de este módulo se podrá monitorear los impactos de las iniciativas implementadas en el tema de seguridad alimentaria.	Los indicadores en el tema deben ser aún definidos, para ello, los indicadores establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
<i>Salvaguardas</i>	El módulo de Salvaguarda está representado por un conjunto de reportes e informes que evidencian el cumplimiento de las salvaguardas en el marco de la CMNUCC y en estricto apego a las actividades REDD+.	<ul style="list-style-type: none"> • Habitación natural • Bosques • Recursos Culturales Físicos • Reasentamiento Involuntario • Política Indígenas

3.3.3 Módulo Salvaguardas

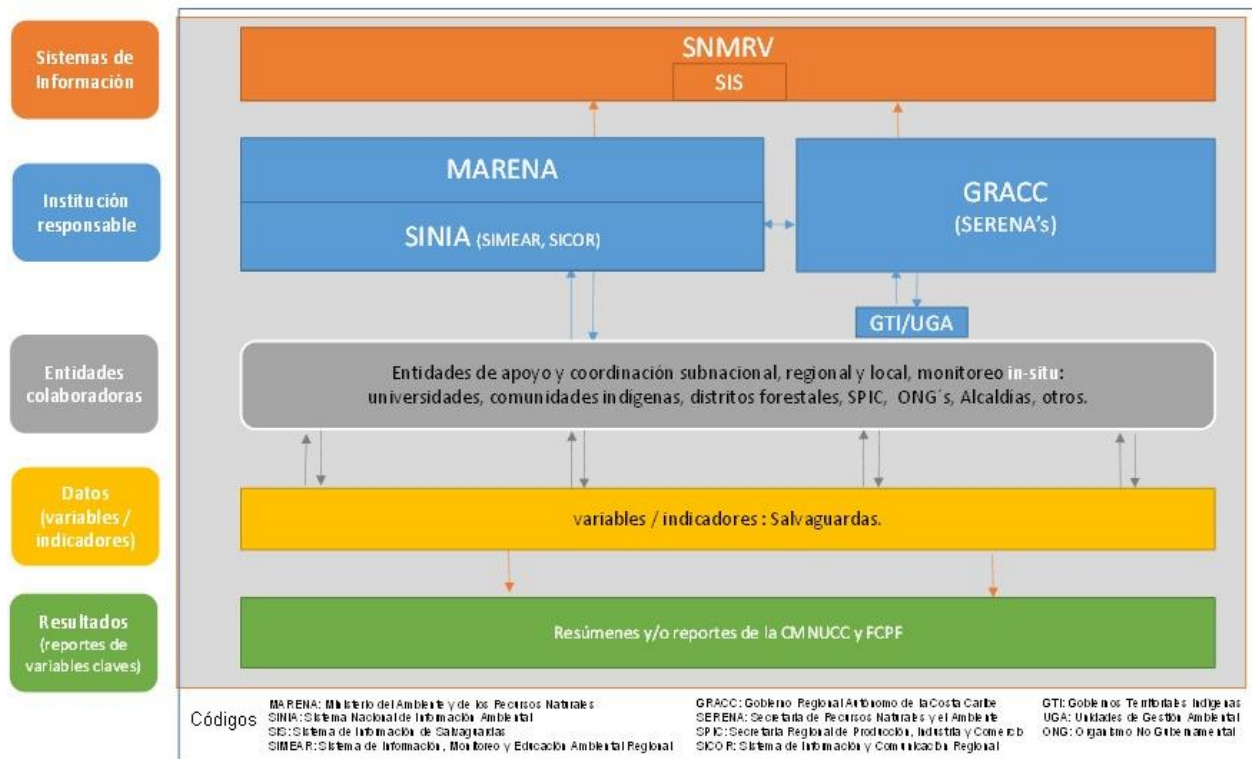
Este módulo se denomina Sistema de Información de Salvaguardas (SIS), y será el instrumento para monitorear, reportar y verificar el cumplimiento de las salvaguardas definidas para la implementación del Programa ENDE-REDD+ 2018-2047.

Las salvaguardas son los principios, condiciones o criterios sociales y ambientales que a partir de la implementación del marco legal favorecen la atención, participación y mejora de condiciones de grupos vulnerables así como de la protección del medio ambiente.

Las salvaguardas tienen como objetivo prevenir o mitigar impactos negativos directos e indirectos en los ecosistemas y las comunidades que habitan en ellos. Ayudan a identificar, analizar y manejar riesgos, potenciar beneficios e impactos positivos.

El principal objetivo del SIS es proveer y gestionar la información sobre cómo están siendo abordadas y respetadas las salvaguardas durante la implementación del Programa ENDE-REDD+, mediante el cumplimiento del marco legal aplicable según la CMNUCC. La Figura 5 muestra la estructura definida en sesiones de trabajo de la Mesa MRV y EESA.

Figura. 7 Estructura del Sistema de Información de Salvaguardas.



Los resúmenes y reportes de información sobre las salvaguardas serán generados mediante el SIS, sobre la base de vínculos hechos entre las salvaguardas y los aspectos relevantes a la implementación de las actividades ENDE-

REDD+; los mecanismos de comunicación; y el sistema nacional de monitoreo, reporte y verificación (SNM-MRV, entre otros).

Este sistema incluirá un módulo Fortalecimiento de la Comunicación (mecanismo de queja), como mecanismos para compartir información y recibir comentarios y sugerencias de parte del SIS, lo cual resulta de mucha utilidad para promover la transparencia y confianza en la implementación efectiva de las actividades ENDE-REDD+. El Cuadro 8 muestra las salvaguardas incluidas en SIS y los indicadores que han sido seleccionados para el monitoreo. El SIS está en revisión por lo que algunas variables e indicadores podrían variar luego de concluir el diseño integral del SNM-MRV.

Cuadro 8. Descripción de las salvaguardas incluidas en el SIS y los indicadores seleccionados para el monitoreo.

Salvaguardas	Para la Implementación ENDE- REDD+			
	Políticas	Leyes	Reglamentos	Indicadores
Evaluación ambiental	X	X	X	<ul style="list-style-type: none"> Numero de Evaluaciones de Impactos ambientales aprobados Superficie de proyectos que implementan Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) <p>Más información en:</p> <p>http://www.marena.gob.ni/index.php/tramites/permisos-ambientales</p> <p>Se cuenta con un Registro de Evaluación Ambiental –RENEA-</p> <p>http://www.marena.gob.ni/index.php/renea</p>
Hábitats naturales	X	X	X	<ul style="list-style-type: none"> Estado de la gestión de la áreas protegidas (variables: Áreas Protegidas con Planes de Manejo, Cantidad de Áreas Protegidas Demarcadas y Rotuladas, Cantidad de Áreas Protegidas con Infraestructura y Equipamiento, Cantidad de Guarda-parques en Áreas Protegidas, Financiamiento Público ejecutado en Áreas Protegidas) Aprovechamiento de Recursos Naturales en Áreas Protegidas(variables: Cantidad de Áreas Protegidas con Cultivos Anuales (Café y Cacao) Superficie de cultivo del Café y Cacao en Áreas Protegidas)

				<p>Especies de Fauna Amenazadas/Apéndice II CITES (variables: Aves Mamíferos, Anfibios Reptiles, Peces (Agua Dulce y Marina) Insectos, Moluscos Arácnidos.</p> <p>http://www.sinia.net.ni/multisites/NodoSINAP/</p>
Manejo de Plagas	X	X	X	<p>Desechos Químicos Vencidos (variable: Volumen de Desechos químicos vencidos por tipo de producto. Desechos de plaguicidas (COP²²), Residuos Industriales Peligrosos, Consumo de clorofluorocarbonos (CFC) que agotan la capa de ozono)</p>
Pueblos indígenas	X	X	X	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos Ambientales comunitarios en áreas protegidas (variable: cantidad de proyectos ejecutados por pueblos originarios) • Superficie de bosque en territorios indígenas <p>Coordinado con: Secretaria de Desarrollo de la Costa Caribe</p>
Recursos físicos culturales	X	X	X	
Reasentamiento involuntario	-	X	X	<p>Recursos Financieros del presupuesto nacional destinado a los pueblos indígenas</p>
Bosques	X	X	X	<ul style="list-style-type: none"> • Fondos de cooperación y de otras fuentes destinados a los pueblos indígenas <p>Norma técnica para el manejo sostenible de los bosques naturales latifoliados y de coníferas:</p> <p>http://www.inafor.gob.ni/documentos/Norma%20T%C3%A9cnica%20para%20el%20manejo%20sostenible%20de%20los%20bosques%20naturales%20latifoliados%20y%20de%20con%C3%ADferas.pdf</p>

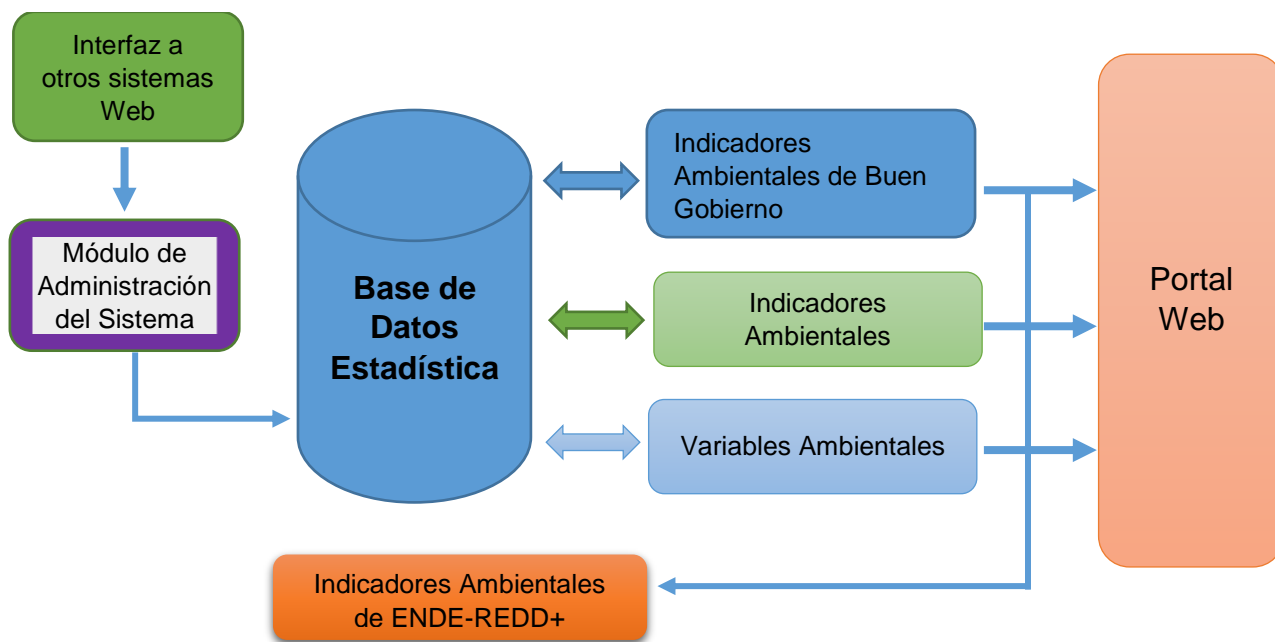
²² COP: Contaminantes Orgánicos Persistentes.

El modulo correspondiente al Sistema Estadístico de la Gestión Ambiental - SIGA, proveerá acceso a información técnica-científica actualizada y oportuna sobre el estado del ambiente a través de variables e indicadores, el SIGA será utilizado como herramienta estratégica de planificación para el desarrollo humano sostenible. Incorpora indicadores de Compromisos de Buen Gobierno 2017-2021 y su articulación con los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Metas 2015-2030 que pueden mostrarse en base a las principales temáticas como: agua, suelo, bosque, biodiversidad, áreas protegidas, calidad ambiental, educación ambiental, adaptación y mitigación entre otros. Se podrá acceder a reportes estadísticos mensuales que contienen tablas y gráficos vinculados a información geográfica permitiendo comparaciones entre diferentes datos y registros de temas específicos por año. Con ello, se espera mantener informada a las familias y comunidades instando a participar en la protección, cuidado y defensa de los recursos naturales que nos brinda nuestra Madre Tierra.

Las principales característica que tendrá el SIGA son las siguientes:

- Constar con información estadísticas en tiempo real del avance de cada uno de los indicadores y variables ambientales, lo cual permitirá a los tomadores de decisión establecer medidas de prevención y mitigación a eventos vinculados al medio ambiente.
- Se establecerá un enlace interinstitucional con el fin de poder mostrar los resultados de cada uno de los indicadores ambientales y de esta manera dar seguimiento a los indicadores de cada una de las instituciones y así poderlos procesar de forma integral toda la información.

Figura. 8 Diagrama de funcionamiento del SIGA.



IV. Aspectos técnicos para implementar el SNM-MRV

4.1 Capacidades técnicas

Para el establecimiento del sistema se debe considerar algunos requerimientos básicos y técnicos, así como un equipo técnico integrado por especialistas en las temáticas de sensores remotos, cálculo de emisiones de GEI y forestales. En el Cuadro 9, se presentan las unidades requeridas para el funcionamiento del SNMMRV.

Cuadro 9. Descripción de las capacidades técnicas requeridas para implementar el sistema SNM-MRV.

Unidad	Expertos	Cantidad de personas	Función	Habilidades sugeridas a reforzarse o adquirirse
Tecnologías de Información	Base de datos	1	Administra y mantiene la estructura de la base de datos de MRV (tablas, relaciones, claves) y asigna privilegios y roles a diferentes tipos de usuarios (público, editor, stakeholder, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> • PostgreSQL / PostGIS • Rendimiento de DBMS • SQL • Procedimientos almacenados
	Administrador de Sistemas	1	Gestiona y mantiene la interfaz de la plataforma web de TI, las conexiones y las actualizaciones de software. Experiencia / Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación del sistema Linux y administración de la actualización • Plataforma de servidor web basada en Linux (Apache http, Tomcat) • Programación orientada a objetos • Java • CMS (liferay, alfresco, wordpress, plone, zoomla, etc.) • Aplicaciones Web (GeoServer, GeoNetwork, NFMS) • Portlet • Inicio de sesión único • Programación orientada a objetos • Junit • Gestión de contenidos web
Sensores Remotos	Teledetección	2	Junto con expertos en SIG, son responsables de la evaluación de la cobertura de la tierra y de la cobertura del suelo, la	<ul style="list-style-type: none"> • Software de detección remota • Pre-procesamiento de imágenes

Unidad	Expertos	Cantidad de personas	Función	Habilidades sugeridas a reforzarse o adquirirse
			integración de datos espaciales en el sistema MRV a nivel nacional y subnacional.	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretación visual • Clasificación supervisada y no supervisada • Segmentación de imagen • Evaluación de precisión • Conocimiento del Sector Forestal
	Sistemas de Información Satelital	2	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de la recopilación y armonización de datos, la integración de datos de entrada y espaciales en el sistema MRV. • Gestiona datos GIS en el entorno de escritorio haciendo ediciones geométricas y de atributos, análisis espacial, preparación de leyendas y simbología, proporcionando mapas estáticos para la impresión • Maneja y mantiene el Catálogo de Metadatos: actualizaciones de metadatos en formato estándar OGC, gestiona y sintoniza la plataforma GeoNetwork para mantener el Catálogo de Metadatos actualizado y consistente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel avanzado de GIS • Edición de vectores • Análisis espacial • Edición de atributos • Crear diseños de mapas • Estándares de metadatos del Consorcio Geoespacial Abierto
Inventario Forestal	Inventario forestal	3	Diseño de Inventario Forestal, coordinación de trabajo de campo y procesamiento de datos para estimar los factores de emisión y las emisiones de GEI tanto a nivel nacional como subnacional	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de muestreo • Inventario forestal • Medición forestal • Análisis estadístico
Reportes	Informes/Reportes	1	Proporciona informes estándar periódicos de MRV (consistentes con los requisitos de Directrices de la CMNUCC) para la difusión de datos e información agregados.	<ul style="list-style-type: none"> • Directrices y metodología REDD / MRV • Biometría • Estadísticas • Control de calidad

Unidad	Expertos	Cantidad de personas	Función	Habilidades sugeridas a reforzarse o adquirirse
	SINIA	3	Administra y resguarda la información generada por instancias claves del Sistema, tiene la función de reportar los indicadores de forma sistemática y evaluar su cumplimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia en monitoreo de indicadores ambientales • Manejo de base de datos • Elaboración de reportes estadísticos
	UEP	7	Coordina acciones administrativas del Sistema y las acciones interinstitucionales, asegura los fondos anuales para las instancias co-ejecutoras del monitoreo. Responsable de velar por la calidad de la información.	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de fondos fiduciarios • Experiencia en control de calidad

4.2 Protocolos para la Medición y Monitoreo

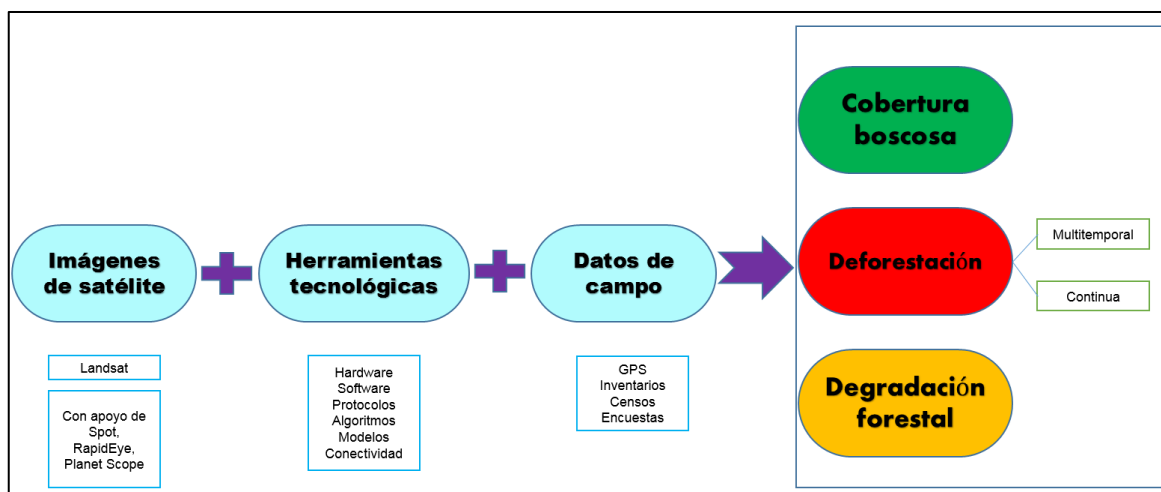
4.2.1 Análisis e interpretación de datos espaciales

Esta sección fue elaborada con los insumos de información de equipos técnicos de INETER²³. Esta institución es responsable de la unidad de monitoreo de cambios de uso de la tierra a nivel nacional, por lo que incorpora, además del monitoreo de las coberturas forestales en base a la fotointerpretación, asume la responsabilidad de oficializar y generar la información cartográfica – temática del país, requisito demandado por mecanismos internacionales y nacionales, representando una oportunidad de mejora y llenar vacíos de información existente en el tema forestal.

El sistema plantea un esquema funcional donde las imágenes de satélite son tratadas y analizadas en sistemas de información geográfica por medio de metodologías y herramientas tecnológicas de alta capacidad, incorporando el monitoreo y verificación a través de datos de campo y generando las distintas capas temáticas (Figura 9).

²³ Especialista SIG: Luis Valerio.

Figura. 9 Proceso de interpretación de imágenes en INETER.

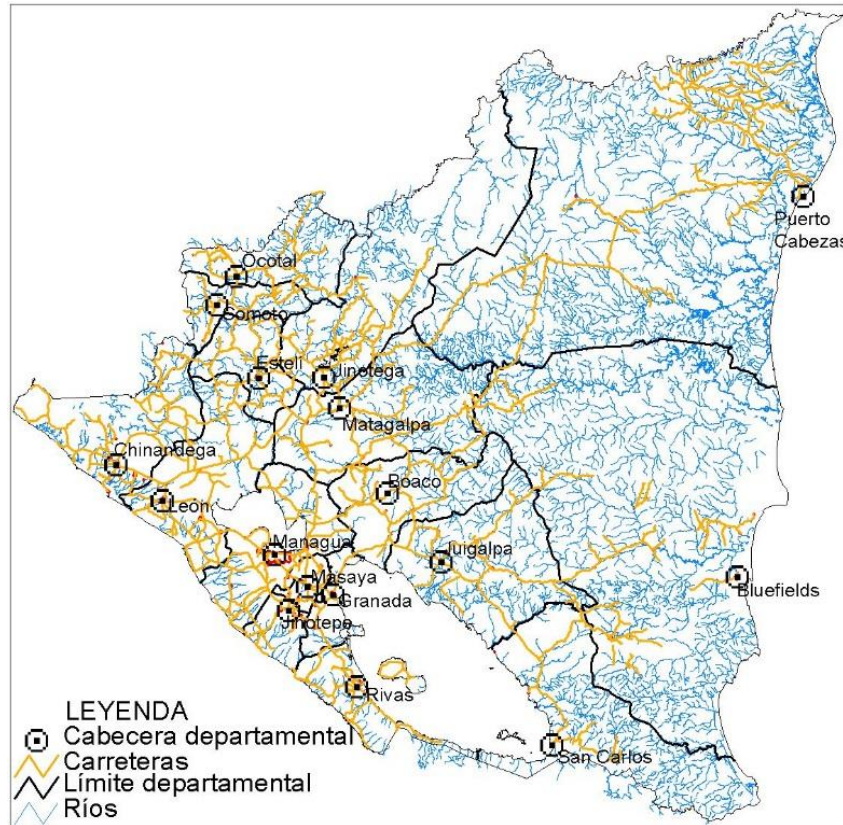


Pasos para interpretación de imágenes satelitales

a) Recopilación y revisión de información cartográfica para el mapa base

Es necesario conformar un mapa base al cual se ajustará cartográficamente las imágenes de satélite, Las capas que lo conforman son: ríos, carreteras, poblados, división departamental, límites internacionales. En la Figura 10, se presenta un ejemplo de mapa base.

Figura. 10 Mapa base cartográfico de Nicaragua.



Es recomendable realizar una revisión de las capas que conforman el mapa, con el fin de identificar posibles ajustes que sean necesarios realizar para garantizar la base cartográfica a la cual se ajustarán las imágenes de satélite.

b) Obtención de imágenes de satélite

Para el monitoreo de bosques se ha determinado el uso de imágenes de satélite LandSat que tienen una resolución espacial de 30m y una resolución espectral de 7 o más bandas (LandSat 8). Esta selección obedece al libre acceso de este tipo de imágenes. La resolución espacial media que tienen y que es conveniente para la escala nacional, al buen detalle temático (leyenda) que pueden generar y muy importante que son el mismo tipo de imágenes que se utilizaron en los mapas anteriores.

Actualmente el cubrimiento de todo el territorio nacional se logra con 10 imágenes, las cuales están codificadas internacionalmente para efectos prácticos (ver figura 11), pero son necesarias al menos dos imágenes por cada escena con fechas anteriores para eliminar las sombras y nubes de las imágenes más recientes, principalmente en la costa caribe.

Figura. 11 Imágenes LandSat para fotointerpretación.



El acceso al banco de imágenes es a través de una cuenta que el INETER deberá crear con su propio usuario y password en el sitio del Servicio Geológico de Estados Unidos (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), cuyo banco de imágenes de este sitio para Nicaragua data desde 1972 con LandSat MSS (multi espectral escáner). También se puede utilizar el sitio <http://glovis.uegs.gov/>.

A fin de flexibilizar el sistema es necesario analizar el uso de otras imágenes de mejor resolución espacial (Spot, RapidEye) que ayuden a clasificar pixeles que con LandSat quedan asignados como nubes o sus sombras.

c) Leyenda temática del mapa

La definición de la leyenda de los mapas históricos ha sido un trabajo de consenso en la mesa de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) y se detalló según las posibilidades de discriminación digital que dan las imágenes de satélite y las clases de bosque de la FAO, con el fin que permita la comparación con otros mapas anteriores o posteriores. Se puede decir que la leyenda es una combinación de cobertura y usos del suelo.

Cada clase de la leyenda fue descrita de tal forma que facilite la comprensión de los usuarios y de los especialistas en el procesamiento de las imágenes (cuadro 10).

Cuadro 10. Leyenda general de mapas de uso u cobertura del suelo para Nicaragua utilizando imágenes de satélite LandSat.

N°	Código	Clases	Descripción
1	Bla	Bosque latifoliado abierto	Sean altos o bajos, con cobertura entre 30-70%.
2	Blc	Bosque latifoliado cerrado	Sean altos o bajos, con cobertura de copas > 70%
3	Bpa	Bosque de Pino abierto	Sean altos o bajos, con cobertura < 70%.
4	Bpc	Bosque de Pino cerrado	Sean alto o bajos, con cobertura de copas > 70%
5	Tac	Tacotal	Zonas de regeneración arbórea natural en áreas que fueron agrícolas o ganaderas, presenta diversos estados sucesionales (herbáceas, matorrales, arbustos, lianas, arboles) con cobertura de copa de los arboles < 30%.
6	Man	Mangle	Todas las especies, ya sea del Pacífico o del Atlántico
7	Bpal	Bosque con palmas	Bosque con presencia de especies de palmas naturales (yolillo), ya sea bloques puros o mixtos.
8	Va	Vegetación arbustiva	Especies de porte arbustivo, menor a 4m de altura
9	Vh	Vegetación herbácea	Especies herbáceas, principalmente de zonas inundadas temporal o permanentemente
10	Agri	Cultivos agrícolas	Áreas que están dedicadas a todo tipo de cultivos anuales tecnificados o no
11	Pas	Pastizales	Pastos mejorados, pastos con malezas y/o árboles esparcidos
12	Cp	Cultivos permanentes	Áreas que están dedicadas al cultivo de más de 20 años de vida útil, como café, cacao y palma aceitera.
13	Tsi	Áreas sujetas a inundación	Sean temporal o permanentemente, con o sin vegetación herbácea
14	Ssv	Suelo sin vegetación	Áreas volcánicas, rocosas, desborde de ríos, playas, playones albinos, camaroneras, red vial, minería.
15	Snat	Sabana natural	Zonas del Caribe nicaragüense con predominio de especies herbáceas (gramíneas y ciperáceas) con la existencia esporádica de pino.
16	As	Asentamientos	Ciudades, poblados, caseríos
17	Agu	Agua	Sea dulce o salada, incluye ríos anchos, lagunas, lagos y esteros.

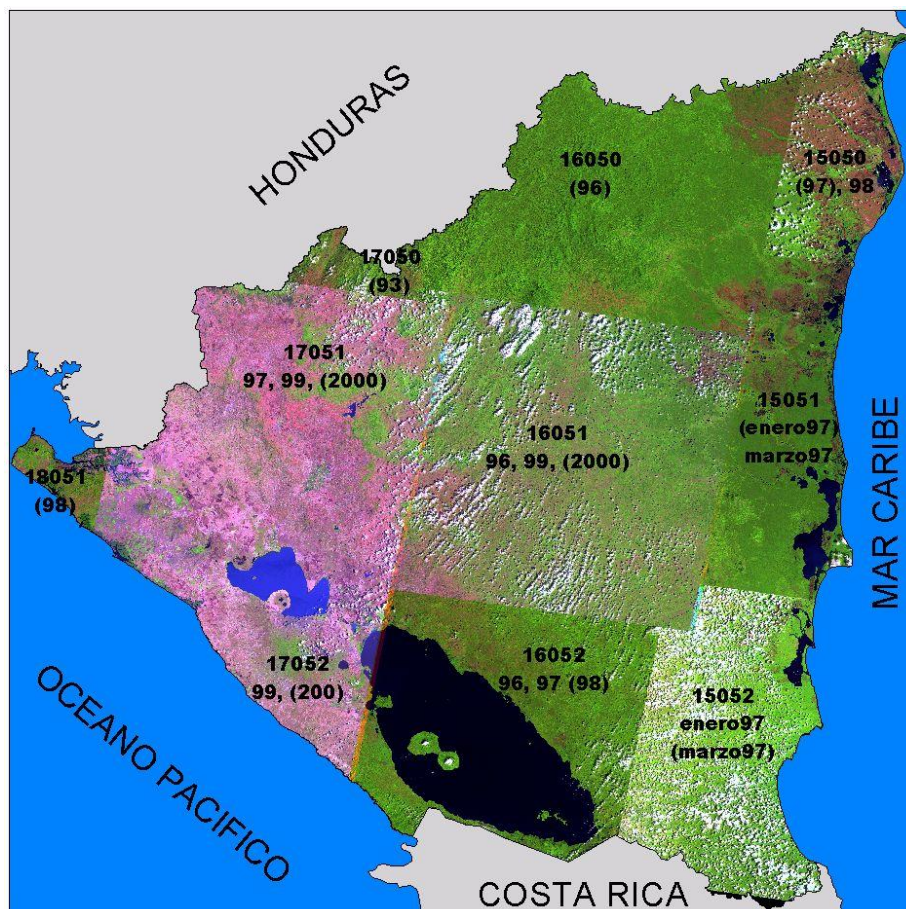
d) Georreferenciación de las imágenes de satélite

La georreferenciación es un proceso que conlleva a obtener imágenes “amarradas” a un sistema de coordenadas, corrigiendo los desplazamientos y distorsiones en la imagen, causados por la inclinación del sensor (posición del sensor en el momento de la toma) y la influencia del relieve y los errores sistemáticos asociados con la imagen. Esta parte del proceso es determinante pues tiene implicaciones directas en la precisión de la posición de los resultados obtenidos en el procesamiento. Para ello se utiliza un mapa base a escala

determinada. Actualmente el sistema oficial de georreferencia que se utiliza para Nicaragua es el Datum WGS de 1984, zona 16.

Aunque las imágenes obtenidas del sitio web del USGS están georreferenciadas es necesario realizar una revisión exhaustiva para comprobar el ajuste que tienen con el mapa base, y en caso de ser necesario se deben re-proyectar con el sistema ya mencionado. El número de puntos de control que se utiliza es diferente en cada imagen y el error de precisión se procura dejar menor a 1.5 pixel (50m) en todas, para una escala 1:100,000 se puede considerar de muy bueno.

Figura. 12 Mosaico de imágenes georeferenciadas para el mapa del 2000.



e) Reprocesamiento de las imágenes

Consiste en obtener productos intermedios que ayudan a lograr un mejor nivel de discriminación digital de las imágenes. Se obtiene para cada imagen el NDVI (índice de vegetación normalizado), el Tasseled Cap (índice de humedad, brillo y textura) y Principal Component (Componente principal). Se forma una sola imagen con 10 bandas, que son la 3-4-5 de la imagen original, el NDVI, la banda 1-2-3 de Principal Component y la 1-2-3 de Tasseled Cap.

f) Clasificación no supervisada de las imágenes

El orden de procesamiento es primero la del año más reciente, y las áreas de nube y sombra de éstas se utilizan para interpretarse en las otras imágenes de fechas anteriores.

Esta primera clasificación de las imágenes se hace con el método que se denomina “Clasificación no supervisada”, el cual utiliza un algoritmo llamado ISODATA (usando la mínima distancia espectral) para arreglar todos los píxeles de una imagen en “clúster” (grupos) con igual patrón estadístico.

Primero se hace una clasificación en la que se separa, para cada imagen, todo lo que es nube, sombra y agua. Este resultado se usó como “mascara” para obtener de cada imagen solamente las áreas con vegetación (área útil de cada imagen).

Se realiza la primera clasificación no supervisada, en el área útil a cada una de las imágenes, utilizando un máximo de iteración de 20 (repeticiones), con un número de clúster de 150 (a mayor número mejor es la discriminación entre clúster) y una convergencia de 95% (seguridad de que un píxel esté en el mismo clúster entre una iteración y la siguiente).

A los clúster resultantes de la clasificación no supervisada se les asigna un nombre que corresponda a alguna de las clases de la leyenda, según la experiencia y juicio del intérprete. Este proceso debe ser cuidadoso y lento, ya que del resultado depende la veracidad del primer borrador del mapa. Para asignarle un nombre a cada clúster, la imagen clasificada se sobrepone con la imagen original para ir chequeado a que clase corresponde cada uno de los clúster.

El primer borrador obtenido, aunque da una primera idea del mapa, presenta datos que no se podrían considerar consistentes, ya que contendrá clases entremezcladas como por ejemplo, las áreas de café con sombra pueden quedar como bosques, también zonas inundadas y sombras de nubes. La gran utilidad que da este primer procesamiento es la separación de las sombras y nubes para obtener las áreas útiles de cada imagen.

g) Procesamiento de los datos de campo

Se utilizan datos de campo levantados con GPS para todo el país, además serán útiles los datos de campo que se levantan con el sistema de monitoreo de cultivos, muestreos de suelos, caracterizaciones territoriales, así como datos que generan otras instituciones como INAFOR con los planes de manejo, plantaciones forestales y otros permisos. Cada dato recopilado debe estar asignado a una clase de la leyenda, de lo contrario no tiene ninguna utilidad.

Todos los datos recopilados (directa e indirectamente) se convierten a mapa con el mismo sistema de referencia del mapa base. Se forma un solo archivo de cada clase que contiene todos los puntos disponibles. Luego cada clase se sobrepone a cada imagen y en cada imagen se selecciona que puntos serán utilizados para la clasificación y cuales para la evaluación de la exactitud del mapa.

h) Clasificación supervisada de las imágenes de satélite

La segunda clasificación se hizo utilizando el método de la clasificación supervisada utilizando el mayor número de puntos de campo posible. Los datos son ingresados uno a uno generando lo que se llama “firmas espectrales”. Se hace un análisis tanto dentro como entre firmas, para determinar posibles cruzamientos. Para elegir las bandas donde se logra la mayor discriminación de las firmas, se utiliza el análisis del gráfico con el promedio de cada firma, también se obtiene el análisis con la opción de *separability* y mediante la distancia de *transformed divergence* (divergencia transformada). Para cada imagen se escogen las 5 mejores bandas. Se ejecuta la clasificación utilizando la regla paramétrica de máxima probabilidad, en donde cada firma espectral genera un clúster y posteriormente se sigue el mismo procedimiento descrito en la clasificación no supervisada.

i) Edición de mapa de monitoreo

Al resultado de la clasificación supervisada se le realiza edición que consiste en reasignar nombre a aquellas áreas que están asignadas a una clase que no le corresponde, mejorado así los resultados de la clasificación supervisada, este proceso puede ser a veces el más largo y tedioso pero muy importante porque de él depende el grado de exactitud del mapa.

Así mismo con todos los clúster de una misma clase se forma un solo grupo (Recode) que corresponderá a una clase de la leyenda. Se elimina el efecto de “sal y pimienta” (polígonos muy pequeños) aplicando un filtro de paso bajo (3x3) con el método del “vecino más cercano”. Para dejar una unidad mínima mapeable de 1 ha, para no perder información y que los SIG actualmente dan la facilidad de manejar grandes volúmenes de datos, se aplica lo que se llama “clump-eliminate” (agrupar y eliminar).

j) Preparación del mapa final

Teniendo la versión final de cada una de las imágenes, se procede a realizar un mosaico (pegar todas las imágenes) de cual se obtiene el mapa de todo el país o del área monitoreada. Posiblemente habrá necesidad de hacer edición para eliminar algunas discrepancias de continuidad de clases entre imágenes teniendo como base las imágenes originales.

4.2.2 Inventario Nacional Forestal

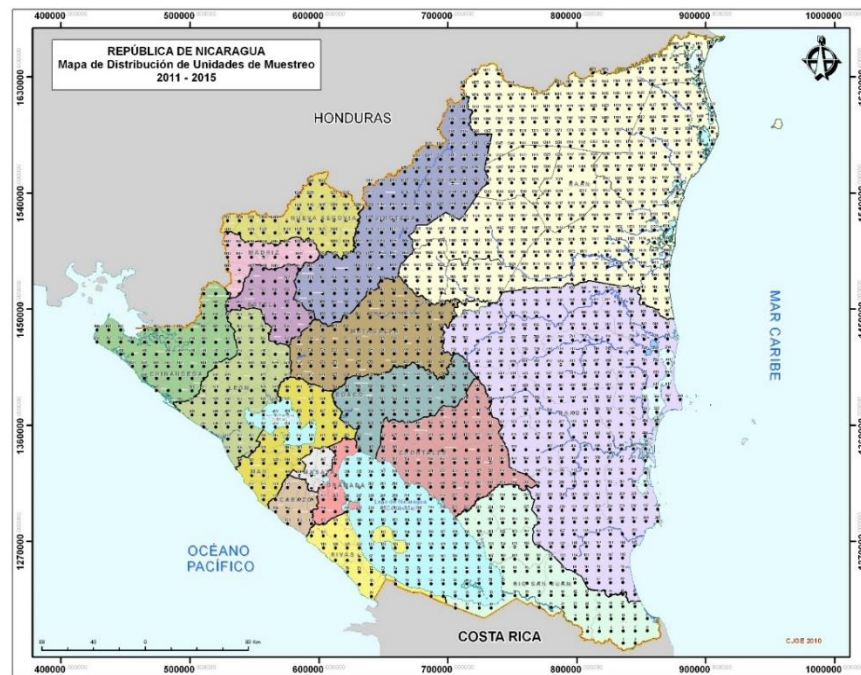
El INAFOR es responsable de la actualización del Inventario Nacional Forestal (INF), así como de realizar inventarios específicos para evaluar el estado del bosque a nivel nacional. En el caso del INF de Nicaragua, la metodología proviene del Programa de Monitoreo y Evaluaciones Nacionales Forestales de FAO (NFMA, por sus siglas en inglés), el cual ha apoyado el desarrollo de inventarios en varios países del mundo, de los cuales 3 pertenecen a la región centroamericana (Guatemala, Costa Rica y Honduras).

Dentro de la temática de información está la cobertura forestal, dinámica de la frontera agrícola, estado, sanidad, vitalidad de los boques, uso y manejo de los recursos de los bosques y árboles fuera del bosque, estado productivo de los bosques naturales, cobertura de plantaciones, estado de los sistemas agroforestales, función ambiental y protección de los bosques.

La información registrada en el Inventario Nacional Forestal se agrupa en los siguientes temas:

- Cobertura forestal y dinámica de la frontera agrícola
- Estado, sanidad y vitalidad de los bosques
- Manejo de los bosques
- Estado productivo de los bosques naturales
- Cobertura de plantaciones, estado de los sistemas agroforestales y árboles fuera del bosque
- Información de las funciones ambientales y de conservación de los bosques
- Información socioeconómica de los bosques y árboles fuera del bosque

Figura. 13 Diseño del INF 2007-2008, consistió en 371 unidades de muestreo.



El INF incluye levantamiento de datos en áreas de bosques como en áreas fuera del bosque, permitiendo una cobertura completa al territorio y obtener datos sobre todos los recursos forestales del país (Figura 13). También contempla la recopilación de información socioeconómica, a través de entrevistas a los ocupantes y usuarios de las áreas donde se ubican las unidades de muestreo, realizándose a su vez, a las alcaldías municipales y a los líderes de los territorios indígenas.

El INF se realiza bajo un diseño de muestreo sistemático, tomando como base el área total continental del país. Para el diseño sistemático se utiliza la rejilla mundial establecida por FAO, donde cada unidad de muestreo se ubica cada 10 minutos en latitud y 10 minutos en longitud (aproximadamente cada 18 Km).

INAFOR cuenta con una estructura descentralizada del monitoreo de bosques naturales a través de los distritos forestales. Para esto se dividió al país en diez distritos forestales, cada uno cuenta con una oficina distrital en la cual se estableció un delegado del distrito responsable de la gestión forestal en el área designada. Las funciones de los delegados distritales están encargados de la administración, control y auditoría de los recursos forestales. El control de vigilancia y monitoreo de las áreas de bosque se realiza con fines de darle seguimiento a los permisos de aprovechamiento forestal que otorga el INAFOR mediante planes generales de manejo. A partir de

2016 existen en INAFOR, 15 Delegaciones departamentales y 4 delegaciones Sub Regionales (Figura 14, Fuente: INAFOR).

Figura. 14 Nueva estructura operativa de INAFOR, delegaciones departamentales (agencias o filiales) y delegaciones subregionales para atender el control y monitoreo de los bosques.



4.2.3 Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA)

El Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), recopila, sistematiza y facilita el acceso a la información ambiental e indicadores y es una de las expresiones nacionales del Sistema de Información Ambiental Mesoamericano (SIAM).

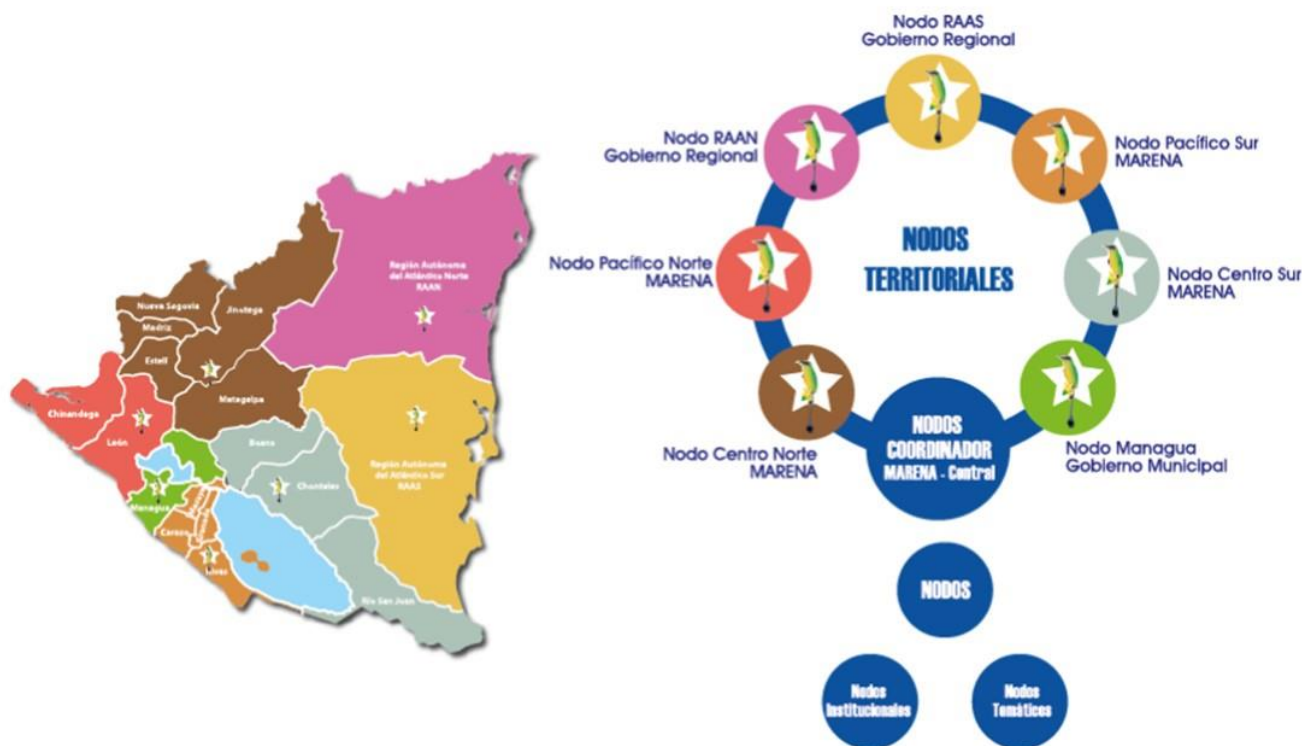
Como instrumento de gestión ambiental para el desarrollo humano sostenible, el SINIA basa su planificación en información e indicadores generados por el monitoreo e investigaciones de la temática ambiental y de recursos naturales como contribución a la planificación sectorial, al seguimiento a las políticas ambientales, económicas y al proceso educativo y participativo de la ciudadanía.

Actualmente, el SINIA cuenta con una plataforma robusta y moderna, con capacidad de almacenamiento suficiente para cubrir la demanda de información almacenada y generada para acceso a la población. Se estima

que el volumen de datos para procesar y publicar es manejable de tal manera que permitirá la generación de reportes cada dos años. La nueva plataforma del SINIA fue financiada con fondos del Programa ENDE-REDD+.

Por otra parte, se prevé la realización de un diagnóstico de necesidades tecnológicas a mediados de la puesta en marcha de los sistemas del Programa ENDE-REDD+ con el fin de identificar nuevas necesidades y realizar los ajustes correspondientes para garantizar la adecuada ejecución de los Sistemas informáticos de ENDE-REDD+. Existen siete oficinas regionales de SINIA distribuidos a nivel nacional, conocidos como NODOS, estas oficinas coadyuvan en la implementación de actividades de gestión y monitoreo (Figura 15).

Figura. 15 Oficinas regionales (NODOS) del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).



4.3 Protocolo para la administración, manejo y publicación de datos

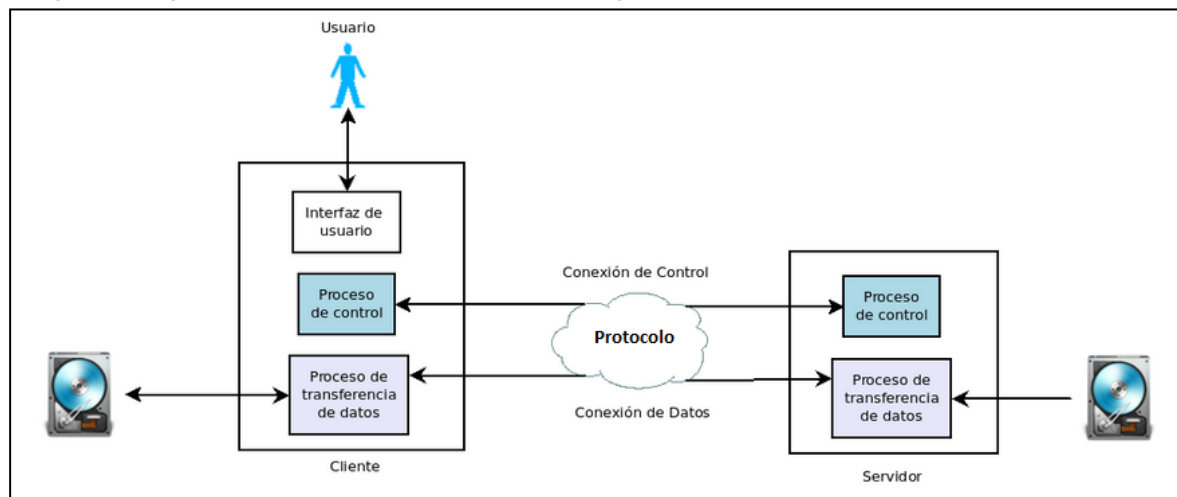
El funcionamiento del SNM-MRV implicará el establecimiento de protocolos homologados para la generación de información, recogida y pre-tratamiento de datos, métodos de procesamiento y sistemas de clasificación convencionales y estándares.

Entre las cláusulas de estos acuerdos se establece la actualización permanente de las variables e indicadores implementados en los sistemas institucionales de información, para el intercambio de datos en las materias y plazos que de manera consensuada establezcan en el marco de actuación del SINIA.

El establecimiento y puesta en práctica de protocolos, tiene como finalidad garantizar la calidad deseada de las evaluaciones y reportes referidos a deforestación, emisiones y absorciones de GEI y demás indicadores que integren el SNM-MRV.

El protocolo de intercambio de información establece diversos criterios en lo referente a los tipos, tamaños y orden en que se deberá enviar la información, garantizando de esta manera que el SINIA obtenga de manera correcta la información. La Figura 16 describe el uso de los protocolos en el proceso de interpretación de imágenes satelitales.

Figura. 16 Figura 17. Proceso de interpretación de imágenes, Unidad de Monitoreo de INETER.



a) Control de calidad de la información

La información que sea transferida al centro de almacenamiento y publicación, SINIA, pasará por un proceso de validación. Dicha validación estará a cargo de la misma entidad productora del dato. La validación será realizada con base a protocolos que serán compartidos por todas las instituciones que integran el SNM-MRV.

Los datos deberán contener sus correspondientes metadatos, y serán procesados tomando como base las directrices técnicas establecidas por organismos internacionales autoridades en la materia, tales la CMNUCC, el IPCC y el FCPF.

Implementación del SNM-MRV

El monitoreo comunitario es una forma de participación social impulsada por las necesidades locales de información para contribuir a la gestión de los recursos ecológicos, y a su vez identificar los recursos naturales existentes.

El fortalecimiento de capacidades para el monitoreo comunitario en los bosques busca generar información relevante para las comunidades, aumentar los conocimientos técnicos de las brigadas comunitarias y a su vez generar un intercambio de experiencias que mejore las capacidades de las personas propietarias de los recursos forestales considerando lo siguiente:

- Integrar los intereses de las comunidades en su enfoque
- Generar datos sobre los recursos naturales para la gestión del territorio
- Vincular las actividades de gestión del territorio de diferentes actores sociales

4.4 Monitoreo Comunitario

El monitoreo comunitario brindará información sobre los recursos forestales para la toma de decisiones a nivel local con el fin de mantener y preservar los bosques y el hábitat de los usuarios del recurso bosque. Tiene como principal objetivo realizar observaciones específicas sobre la cobertura del bosque en las comunidades y el estado en el que se encuentran y así generar sugerencias para un mejor manejo y aprovechamiento.

Pasos para realizar el monitoreo comunitario:

1. Instalación de un comité de monitoreo

Primero se debe conformar un grupo de personas con ciertos criterios de idoneidad, elegidos por los mismos comunitarios para salir al monte de manera voluntaria a registrar datos e información sobre sus recursos naturales, quienes formarán parte del comité de monitoreo comunitario. Una vez conformado, el comité se presentará a las autoridades de la comunidad para ser aprobado.

2. Construcción participativa del monitoreo comunitario

El proceso de diagnóstico y construcción participativa del programa de monitoreo, validado en cada una de las etapas por los comunitarios, fortalece la gobernanza local y la apropiación por parte de la comunidad asegurando su permanencia a largo plazo.

3. Recibir capacitación técnica

Una vez que se cuente con el aval de los líderes comunitarios, el comité de monitoreo comunitario recibirá la capacitación técnica necesaria para que a su vez capaciten a otros miembros de la comunidad que deseen participar en el monitoreo comunitario.

4. Captura de datos en la plataforma electrónica para el monitoreo comunitario

Los datos e información que las brigadas recolecten serán registrados en una plataforma electrónica (Software ODK) para el monitoreo comunitario. Esta herramienta sirve para tomar decisiones de manera incluyente en los temas sociales y ambientales que le interesan a la comunidad.

El monitoreo comunitario de los recursos naturales permitirá fortalecer un manejo integral del territorio que promueve el desarrollo rural sustentable bajo en carbono. En la Figura 17 se presenta el ejemplo de la aplicación ODK desde un teléfono inteligente.

Figura. 17 Herramienta para facilitar el monitoreo comunitario - ODK.



4.4.1 Capacidades comunitarias para implementar el MRV a nivel regional

El fortalecimiento de capacidades para el monitoreo comunitario en los bosques, busca generar información relevante para las comunidades, aumentar los conocimientos técnicos de los miembros de las comunidades encargados del monitoreo y a su vez generar un intercambio de experiencias que mejore las capacidades de los propietarios de los recursos forestales considerando lo siguiente:

- Integrar los intereses de las comunidades en su enfoque
- Generar datos sobre los recursos naturales para la gestión del territorio
- Vincular las actividades de gestión del territorio de diferentes actores sociales

Para la transferencia de capacidades en los equipos encargados del monitoreo comunitario se realizarán talleres con un contenido sencillo y basado en ejercicios prácticos de cada actividad, de esta manera los comunitarios aprenderán-haciendo cada proceso de monitoreo comunitarios.

Para la conformación de los equipos se considerará incorporar a 5 miembros de cada comunidad los cuales serán elegidos por las autoridades de cada comunidad. Importante, mencionar que estos equipos podrían tener mayor número de miembros en la medida que sus territorios posean mayor cobertura forestal.

La información enviada por los miembros de los equipos de monitoreo comunitario usarán como herramienta teléfonos inteligentes con capacidad de instalar una aplicación Android llamada “ODK Collect” con la cual podrán realizar el levantamiento de los datos basada en encuesta. Posteriormente, la información será enviada desde el teléfono al servidor “ODK Aggregate”, una vez que el técnico tenga acceso a internet, la información será almacenada en la plataforma del SINIA, para posteriormente generar reportes y estadísticas sobre el monitoreo de los bosques de cada comunidad y de igual manera a escala nacional.

4.4.2 Sistema de Alertas Temprana

El componente de Sistema de Alertas tempranas de la deforestación del Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques, se basa en una propuesta metodológica que utiliza imágenes de sensores remotos con alta temporalidad, esta herramienta en la actualidad se constituye como una alternativa adecuada para el monitoreo frecuente de los cambios de la cobertura forestal a nivel nacional y regional.

El INETER se está modernizando tecnológicamente con el propósito realizar todos los procesos relacionados a imágenes satelitales. Gracias a esto, actualmente los procesos de descarga, pre-procesamiento y procesamiento de imágenes LandSat utilizadas para la generación de Alertas Tempranas por Deforestación se encontrarán automatizados, permitiendo mejorar los tiempos de producción de información, aumentar la precisión y confiabilidad, para entregar resultados oportunos a las autoridades ambientales locales y a los tomadores de decisiones a nivel nacional.

La información generada por el Sistema de Alerta Temprana de la Deforestación es clave para tomar acciones rápidas y oportunas contra actividades que atentan contra la conservación de los bosques naturales en el país, tales como la tala ilegal, conversión a áreas agropecuarias, e incendios forestales entre otras.

A través de un análisis geo-estadístico de concentración de las áreas con procesos de deforestación activa, se podrán establecer prioritizaciones para implementar actividades de la ENDE-REDD+, además normas y políticas en ciertas áreas con el fin de frenar la deforestación.

Es importante señalar, que el componente de Alertas Tempranas está basado en el uso de imágenes de satélite de alta resolución temporal y baja resolución espacial (LandSat). A partir de estas, se generarán mosaicos temporales que son procesados digitalmente a través de algoritmos automatizados, para la identificación de las zonas de deforestación con mayor intensidad, constituyéndose en un sistema de alerta temprana de las dinámicas de cambio de la cobertura de bosque natural en el país.

Las mediciones de áreas obtenidas de los mapas de cambio de la superficie boscosa generados permitirán expresar de forma indicativa y con cifras cualitativas la localización de las principales áreas de cambio, es decir, las áreas críticas donde el fenómeno de la deforestación ocurre en mayor extensión y frecuencia.

4.5 Costos del Monitoreo

En esta sección se describen los costos de monitoreo estimados para implementar el monitoreo comunitario, y el monitoreo nacional. Estas estimaciones tomaron en cuenta la información de los territorios (Nodos SINIA) y de la sede MARENA. Sin embargo, se consideran estimaciones preliminares, que deben ser evaluadas a detalle en la Mesa MRV, en las instituciones correspondientes y según las actividades que se proponen.

4.5.1 Costos estimados para implementar monitoreo comunitario

Cuadro 11. Costos Estimados para implementar monitoreo comunitario en Nicaragua.

Monitoreo Comunitario	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Equipamiento tecnológico ((140 + 120) * 200) (SmartPhone)	52,000.00					52,000.00
Internet en SmartPhone	5,200.00	5,200.00	5,200.00	5,200.00	5,200.00	26,000.00
Capacitación y logística	40,000.00					40,000.00
Total	97,200.00	5,200.00	5,200.00	5,200.00	5,200.00	118,000.00

4.5.2 Costos de Implementación del SNM-MRV

Para estimar los costos de implementación del Sistema se estimaron los costos de ejecución de cuatro entidades claves: SINIA, INAFOR, INETER, SERENAs (RACCN y RACCS) (Cuadro 12). Los costos contemplan un periodo de cinco años para asegurar el sistema durante el periodo de implementación del PRR-CBI. Sin embargo, estos costos se consideran conservadores para lograr un avance significativo en materia de monitoreo de los recursos forestales que aseguraría un control, seguimiento y adecuado registro de los datos de actividad, y de los procesos de deforestación y degradación forestal.

Cuadro 12. Costos Estimados para implementar monitoreo comunitario en Nicaragua.

Actividad	Sub-Actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Institucionalización del SNM-		US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$
Coordinador de Equipo (1)		36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	180,000.00
Desarrolladores y DBA (2)		72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	360,000.00
Especialistas SIG (2)		72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	360,000.00
Plataforma tecnológica							
Sub-total		180,000.00	180,000.00	180,000.00	180,000.00	180,000.00	900,000.00
Sensores remotos y SIG (Datos de Actividad)							

Imágenes (RapidEye)	100,000.00		100,000.00		100,000.00	
Verificación en campo	20,000.00		20,000.00		20,000.00	
Sub-total	120,000.00		120,000.00		120,000.00	360,000.00
Inventario Nacional Forestal (Factores de Emisión)						
Trabajo de Campo	110,000.00		110,000.00		110,000.00	330,000.00
Equipamiento y logística	30,000.00		30,000.00		30,000.00	90,000.00
Control de Calidad a datos del muestreo (Parcelas)	20,000.00		20,000.00		20,000.00	60,000.00
Sub-total	160,000.00		160,000.00		160,000.00	480,000.00
Monitoreo Comunitario						
Equipamiento tecnológico ((140 + 120) * 200)	52,000.00					52,000.00
Internet	5,200.00	5,200.00	5,200.00	5,200.00	5,200.00	26,000.00
Capacitación y logística	40,000.00					40,000.00
Sub-total	97,200.00	5,200.00	5,200.00	5,200.00	5,200.00	118,000.00
Asistencia Técnica						
Total General	557,200.00	185,200.00	465,200.00	185,200.00	465,200.00	1,858,000.00

V. Herramientas del SNM-MRV

5.1 GeoPortal

El GeoPortal es una herramienta web de infraestructura de Datos Espaciales – (IDE); la cual garantiza el uso de metodologías y protocolos Open Geospatial Consortium (OGC) para el intercambio e interoperabilidad de los datos y procesos interinstitucionales, además servirá de visor de mapas procesados y de la visualización a diversas escalas (i.e. nacional, regional) de la información mapeada (i.e. variables espacialmente explícitas integradas).

Este GeoPortal se encuentra construido con capas de información nacionales sobre los usos de la tierra históricos y actuales. Es capaz de representar la información de los diferentes módulos cartográficos en formato vectorial, permitiendo la realización de análisis visuales al superponer capas de diferentes temas en una misma área geográfica de interés.

Funciona como un mecanismo de intercambio de datos a nivel regional y comunitario; cuenta catálogos de metadatos en donde se muestran las fichas metodológicas por cada capa de información.

Capas disponibles en el GeoPortal (Figura 18):

1. Capas Base
 - a. Unidades Hidrográficas, áreas protegidas, frontera agrícola, categorías de cobertura, categorías de uso IPCC, pendientes, relieve.

2. Áreas Administrativas
 - a. Departamentos, municipios
3. Dinámica Forestal
 - a. Suelo (uso del suelo: 1983, 1990, 2000, 2010), cobertura forestal, deforestación, degradación.
4. Actividades REDD+

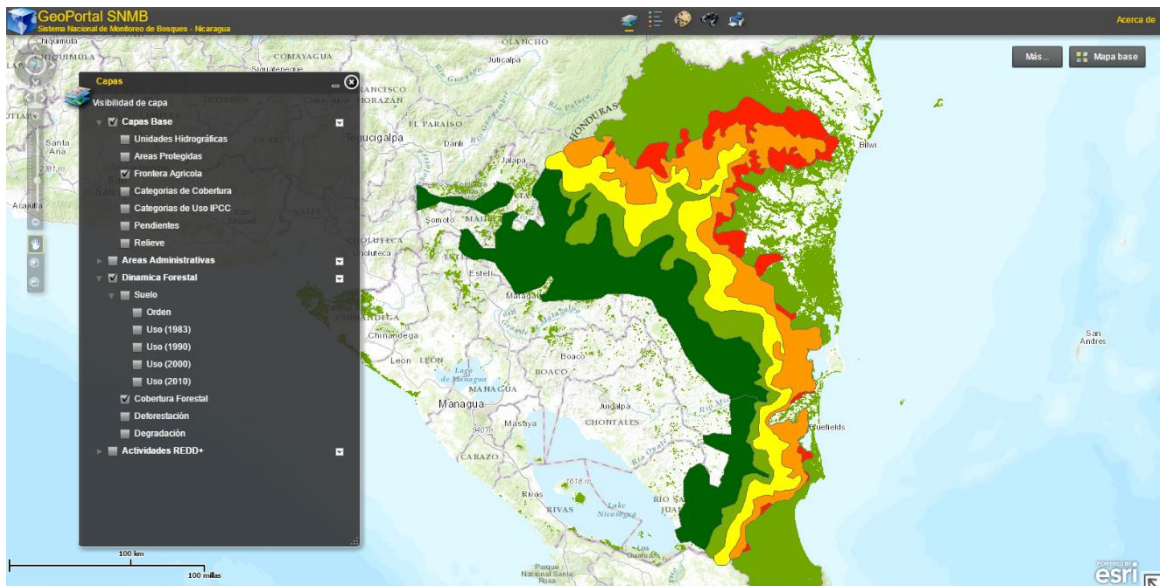


Figura. 18 Sistema web de información espacial – GEOPORTAL.

5.2 Propuestas para maximizar costos/beneficios del monitoreo

Tecnología No. 1: Software libre de Sistemas de Información Geográfica

Quantum GIS (QGIS)

QGIS es un programa gratuito, de código abierto. QGIS se actualiza con frecuencia, y las versiones más recientes son más poderosos y más fácil de usar. Puede ser descargado desde [aquí](#).

Ventajas:

- Usted tiene control sobre la forma en que su datos están organizados. Los datos digitalizados en QGIS no necesitan ser formateado y exportados a otros programas para ser almacenado permanentemente. QGIS es un SIG de gran alcance, flexible y fácil de usar.
- Usted puede importar y exportar archivos de diferentes formatos (TXT, SHP, KML, GPX).

Desventajas:

- Imágenes de referencia no se muestra de forma automática. O se debe georreferenciar imágenes (fotos satelitales), o descargar un plugin para descargar y visualizar imágenes.

- QGIS es uno de los programas SIG más fáciles de usar. Sin embargo, para los nuevos usuarios (especialmente aquellos con poca experiencia en el uso de datos espaciales o bases de datos), el programa puede parecer intimidante.

Tecnología No. 2: Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT)

Drones o VANT

El uso de los drones abre nuevas perspectivas para la recolección de datos científicos aplicados a campos tan diversos como la agricultura de precisión, las actividades forestales, la hidrología, la arqueología o el monitoreo ambiental. En particular, los drones pueden ser de gran utilidad para la estimación de la biodiversidad y la captura del carbono.

Figura. 19 Imagen de un dron sobrevolando áreas de bosques.



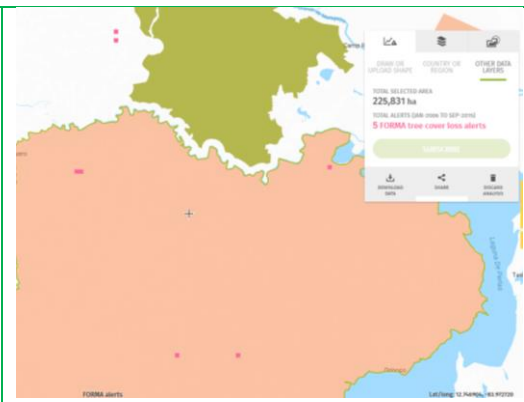
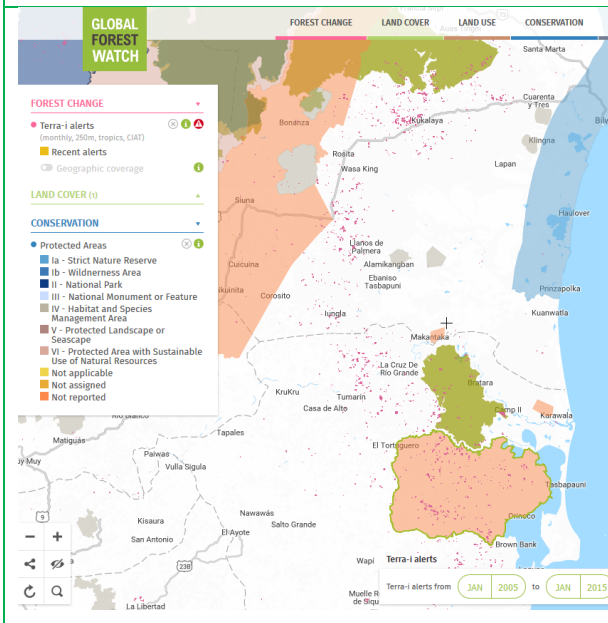
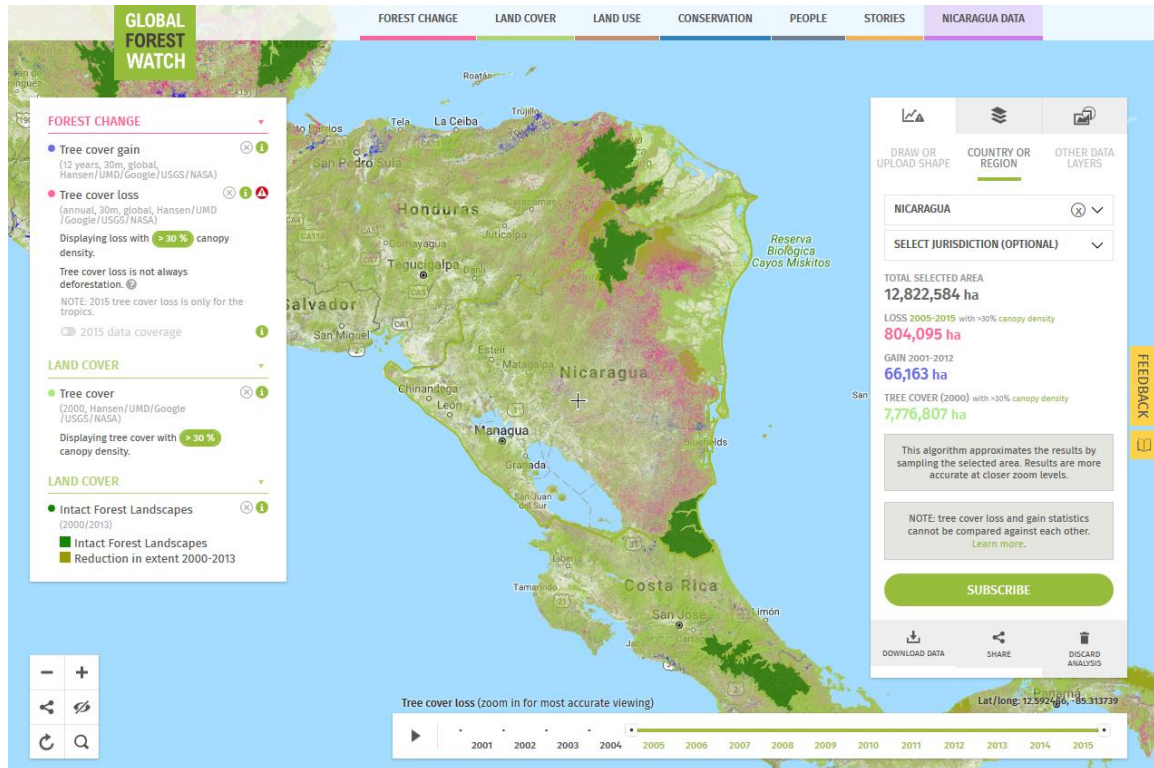
Tecnología No. 3: Uso de plataformas de monitoreo existentes

Global Forest Watch (Observador mundial de los bosques)

Es gratuito y fácil de usar, permitiendo a cualquiera crear mapas personalizados, analizar las tendencias de los bosques, suscribirse a alertas o descargar datos para su área local o el mundo entero. Los usuarios también pueden contribuir a GFW compartiendo datos e historias desde sus localidades, desde donde pueden reportar focos de deforestación y degradación forestal a través de las herramientas de crowdsourcing de GFW, blogs y grupos de discusión.

Las "aplicaciones" especiales proporcionan información detallada para las empresas que desean reducir el riesgo de deforestación en sus cadenas de suministro, usuarios que desean monitorear incendios en el sudeste asiático y más. GFW sirve a una variedad de usuarios incluyendo gobiernos, el sector privado, ONGs, periodistas, universidades y el público en general.

Permite evaluar imágenes actuales y reducir los tiempos de búsqueda y descarga de imágenes LandSat.



Localización de alertas tempranas ayuda a dirigir esfuerzos de monitoreo de campo donde existen necesidades o amenazas.

Cuadro 13. Ventajas y Desventajas de las nuevas tecnologías de monitoreo de bosques y del uso del suelo en los territorios.

Tecnologías	Ventajas	Desventajas/Limitante
QGIS	Es gratuito y puede instalarse en computadoras con ambiente Windows y Linux	Se debe aprender el ambiente del software y la organización de comandos, por lo que se necesita dedicar un tiempo de aprendizaje.
	Cuenta con tutoriales disponibles para facilitar aprendizaje.	
	Es posible automatizarlos o manejarlos a control remoto.	
Drones	Ahorro de combustible. Obtención de imágenes de muy alta resolución.	Existe una prohibición del uso de drones en el país.
	Zoom óptico de hasta 100x Dispositivo autónomo que viaja a más de 30 km/h	La batería tiene muy poca durabilidad.
	Cubre un área grande de monitoreo en tiempo real	
GFW	Es gratuito, y pone a disposición información de los cambios de usos a nivel nacional.	Limitado a ciertas imágenes y tiempo.
	Permite subir base de datos nacional o específica y facilita la revisión de áreas con alertas de deforestación o degradación en tiempo real.	Se requiere hacer un contacto y acuerdo interinstitucional para acceder a la plataforma.

VI. Referencias

INETER 2017. Diseño del Monitoreo Nacional, Usos del Suelo y cambios de usos del suelo.

SINIA. Estructura de los Nodos a nivel regional y nacional.

INAFOR 2009. Reporte Nacional Inventario Nacional Forestal.

MARENA 2017a. Estudio de las causas de la deforestación y la degradación forestal en Nicaragua. “La problemática de las existencias de carbono forestal y el enfoque estratégico del Programa ENDE-REDD+ para atender estas causas a nivel nacional”. Programa Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) -TF099264. Dirección General de Cambio Climático, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Nicaragua. 2017.

MARENA 2017b. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales y Nivel de Referencia Forestal. Programa Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) -TF099264. Dirección General de Cambio Climático, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Nicaragua. 2017.

MARENA 2017c. Análisis del marco legal, políticas públicas y su relación con la ENDE-REDD+. Programa Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) -TF099264. Dirección General de Cambio Climático, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Nicaragua. 2017.

MARENA 2017d. Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS) de Nicaragua. Programa Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) -TF099264. Dirección General de Cambio Climático, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Nicaragua. 2017.

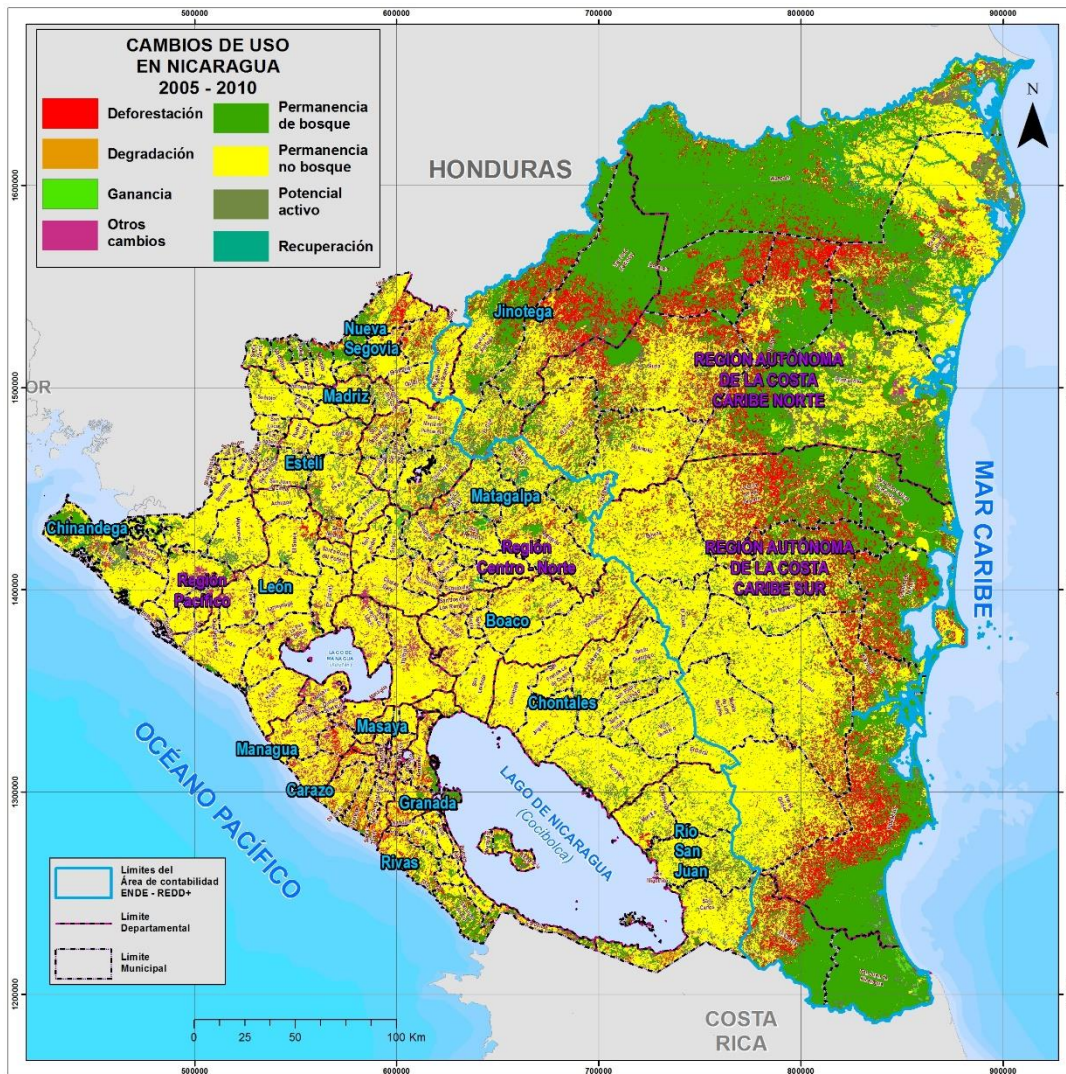
MARENA 2017e. Estrategia de Bosques de Nicaragua. Programa Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) -TF099264. Dirección General de Cambio Climático, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Nicaragua. 2017.

VII. Anexos

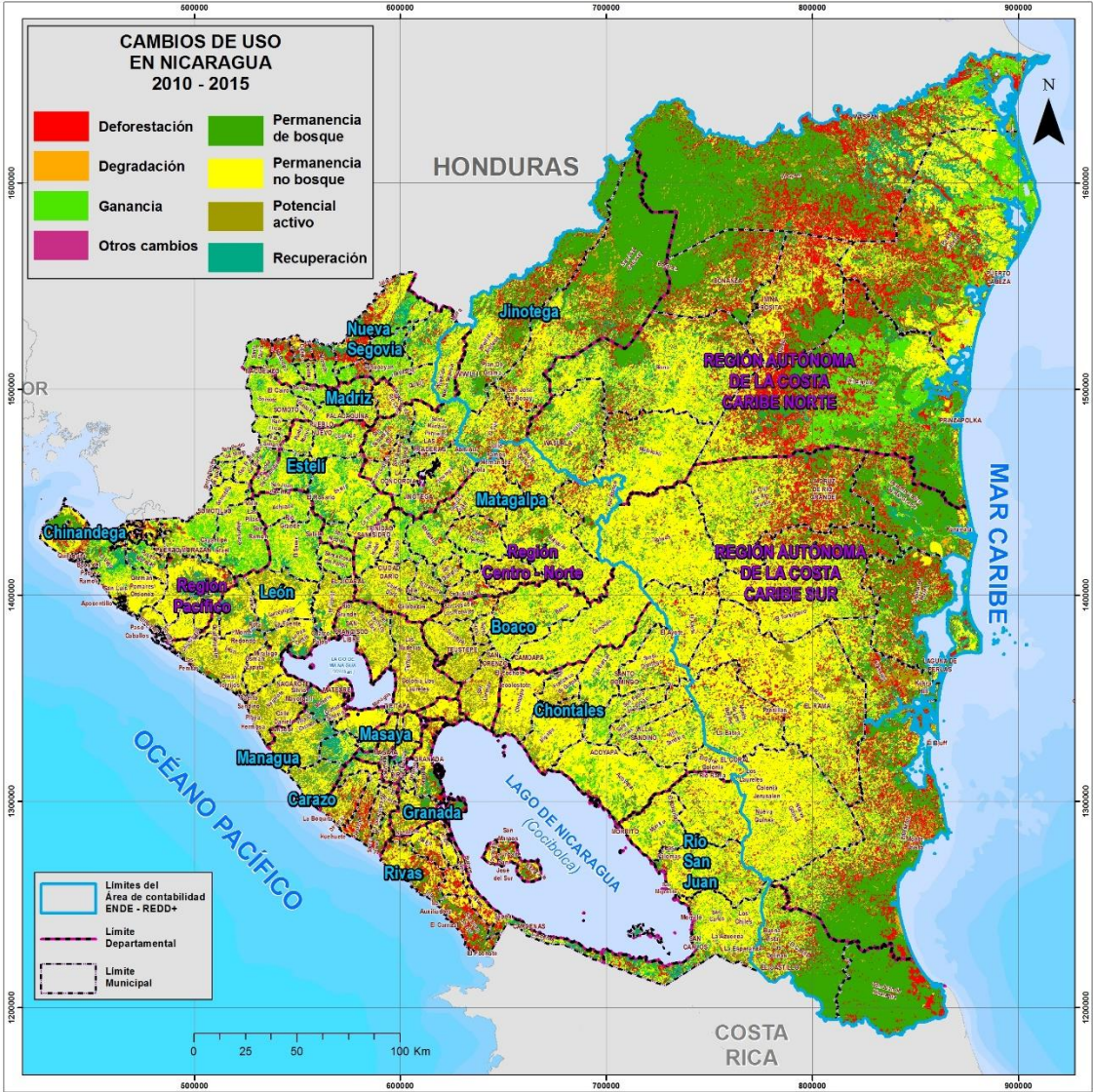
Anexo 1. Regiones fisiográficas y jurisdicciones del país.



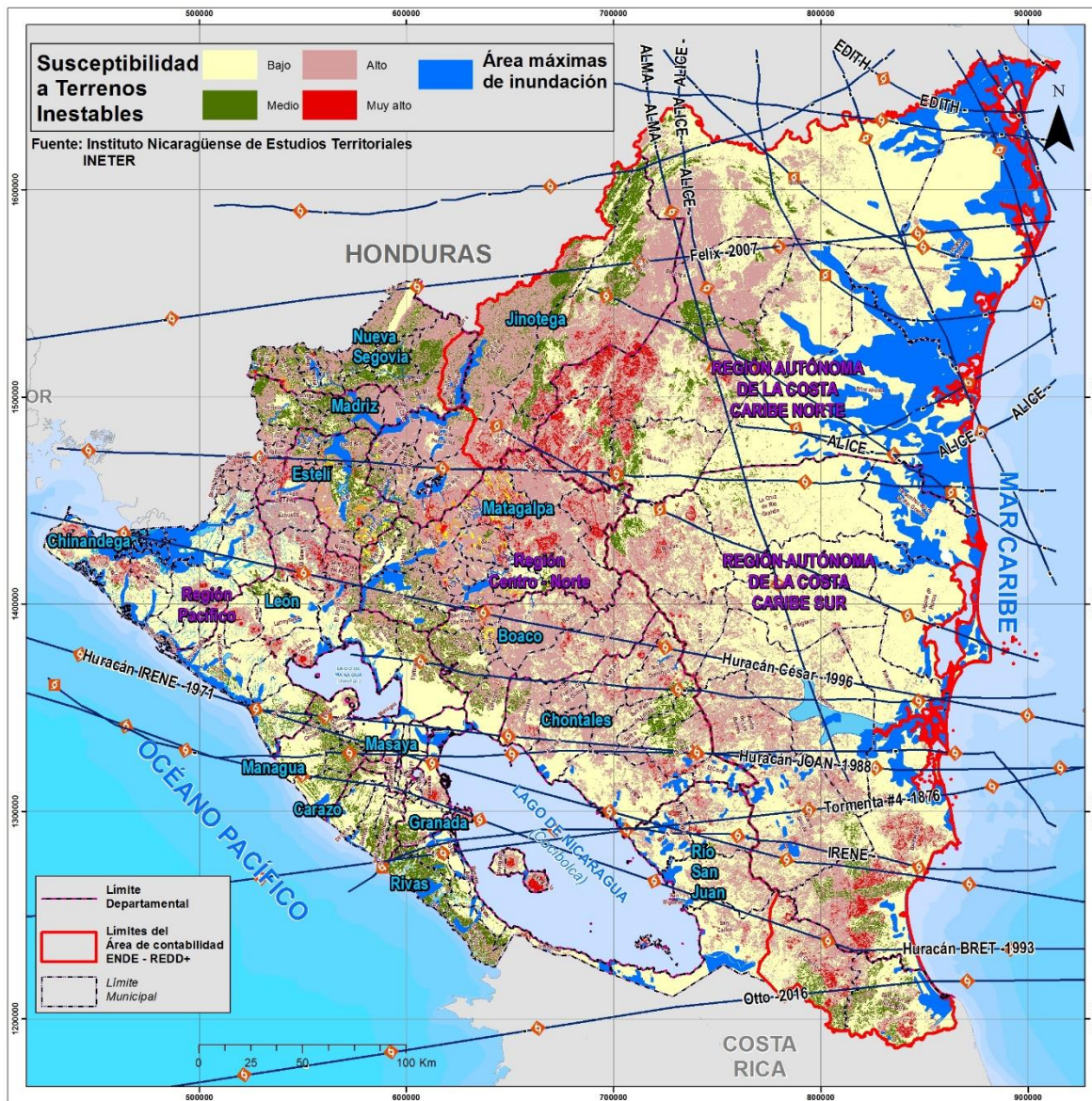
Anexo 2. Cambios de usos durante el período 2005-2010.



Anexo 2. Cambios de usos durante el período 2010-2015.



Anexo 3. Tipos de vulnerabilidades climáticas (huracanes, inundaciones y deslizamientos) en Nicaragua.



Anexo 4. Distribución de la degradación durante 2000-2005, 2010-2015.

