



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Metodología en fase I (premuestreo) y fase II (muestreo)

Inventario Nacional de Bosque
de El Salvador 2017-2018





MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Metodología en fase I (premuestreo) y fase II (muestreo)

Inventario Nacional de Bosque
de El Salvador 2017-2018

Metodológico para la fase I (premuestreo) y la fase II (muestreo)

Fernando Andrés López Larreynaga
Ministro

Jorge Quezada
Punto Focal REDD+ del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Coordinación
Edgar Noel Ascencio, Coordinador del Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador para el Fondo Cooperativo del Carbono de los Bosques (FCPF).

Elaboración
Amílcar Antonio López Melara, coordinador del Inventario Nacional de Bosque (INB) de El Salvador Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador para el Fondo Cooperativo del Carbono de los Bosques (FCPF).
Andrew Lister, Investigador Forestal del US Forest Service (USFS).
Abner Jiménez, responsable de Componente III del Programa Regional REDD/CCAD-GIZ.
Constan Amurrio García, coordinador del INB de parte de la consultora Vielca Ingenieros, S.A.
José Alberto Aquino Vásquez, coordinador de la cuadrilla del Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador.
Vinicio Alexander López Quezada, técnico MRV del Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador.

Contribuciones técnicas
Raúl Francisco Villacorta Monzón, botánico para premuestreo de bosque Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador; Mario Francisco Hernández Rivera, mensurador de la cuadrilla del Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador; Reynaldo López, exdocente de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (UES); José Rigoberto Martínez, jefe de Unidad de Gestión Ambiental del Consejo Salvadoreño del Café (CSC); Jaime Alexander Aguilar Segura, técnico de la Administración Forestal de la DGFCR/MAG; José Gabriel Cerén López, curador del Herbario del Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES); Jenny Elizabeth Menjivar Cruz, curadora del Herbario del Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES).

Primera edición, enero 2021

Este documento fue elaborado con financiamiento del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCCB), administrado por el Banco Mundial (BM), en el marco del Proyecto: Preparación de la propuesta Readiness de El Salvador para el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques.

Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Kilómetro 5 ½ carretera a Santa Tecla, calle y colonia Las Mercedes, Edificios MARN, instalaciones ISTA, San Salvador, El Salvador, Centroamérica.
Teléfono: (+503) 2132-6276
Sitio web: www.marn.gob.sv
Correo electrónico: medioambiente@marn.gob.sv
Facebook: www.facebook.com/MedioAmbienteSLV/
Twitter: @MedioAmbienteSV
Youtube: youtube.com/marnsv
Instagram: @medioambientesv

Contenido

Listado de Tablas	6
Listado de Figuras	7
Siglas y acrónimos	7
Abreviaturas	9
Simbología y fórmulas	9
Introducción	12
Objetivo	14
General	14
Específico	14
Antecedentes y justificación para elaborar el INB	15
Proceso, actividades y arreglos institucionales	20
Estratificación	24
Concepto de bosque	35
Diseño de muestreo	41
Muestreo alternativo de diseño	41
Población y marco de muestreo	42
Muestra	44
Fase I (premuestreo)	44
Fase II (muestreo)	46
Distribución de la muestra	51
Forma, tamaño y características de las Unidades Muestrales	58
Procesamiento de datos y obtención de resultados	65
Sistema integral de gestión de datos	65
Cálculo de variables del INB	67
Cálculo de variables forestales	68
Cálculo de los componentes del carbono	68
Cálculo de variables ambientales	71
Agregación estadística de las variables a nivel de estrato y país	72
Metodologías cartográficas	77
Análisis de control y evaluación de calidad de los datos	79

Protocolos desarrollados	83
Referencias bibliográficas	85
Glosario	87
Anexos	88

Listado de Tablas

Tabla 1	Promedio aritmético por variable.
Tabla 2	Mapa de uso y cobertura del suelo 2014.
Tabla 3	Descripción de los seis estratos considerados en el INB.
Tabla 4	Superficie de los estratos del INB considerando exbolsones.
Tabla 5	Superficie de los estratos del INB sin considerar exbolsones.
Tabla 6	Marco de muestreo por estrato.
Tabla 7	Cantidad de parcelas planificadas por estrato y entidad.
Tabla 8	Error de muestreo máximo por estrato.
Tabla 9	Coeficientes de variación por estrato en la fase de premuestreo.
Tabla 10	Cantidad total de parcelas en fase II (muestreo) por estrato.
Tabla 11	Parcelas por fase y estrato realizadas en el INB.
Tabla 12	Características de las subparcelas en unidades de muestreo rectangular anidada 1.
Tabla 13	Características de las subparcelas en unidades de muestreo en conglomerado.

Listado de Figuras

Figura 1	Instituciones que apoyaron la elaboración del INB.
Figura 2	Proceso desarrollado para realizar el Inventario Nacional de Bosque en El Salvador.
Figura 3	Mapa de estratos de bosque.
Figura 4	<i>Model Builder</i> empleado para la distribución de las parcelas.
Figura 5	Distribución de nueve parcelas en el estrato de bosque salado en la fase I (premuestreo).
Figura 6	Distribución de las 120 parcelas en la fase I (premuestreo) en los seis estratos.
Figura 7	Mapa de fractales y distribución de parcelas para la Fase II.
Figura 8	Parcela principal anidada.
Figura 9	Parcela principal en conglomerado para estrato de bosque salado.
Figura 10	Esquema del sistema integral de gestión de datos.
Figura 11	Definiciones de los depósitos de carbono utilizados en AFOLU, para cada categoría del uso de la tierra
Figura 12	Componentes del carbono analizados en el INB.
Figura 13	Combinaciones de estratos de vegetación cartográfica y real.
Figura 14	Ejemplo de combinación de estratos de vegetación para un mapa de usos 100 % preciso.

Siglas y acrónimos

AFOLU	<i>Agriculture, Forestry and Other Land Uses</i>
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
ANP	Áreas Naturales Protegidas
BMM	Biomasa de Maderas Muertas
BC	Bosque de coníferas
BCS	Bosque caducifolio/semicaducifolio maduro

BL	Bosque latifoliado
BM	Banco Mundial
BP	Bosque perennifolio maduro
BSA	Bosque salado o mangle
BS	Bosque secundario
CBS	Café bajo sombra
CC	Cuadrilla de campo
CCC	Cuadrilla de control y calidad
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CMNUCC	Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CS	Carbono de suelo
CSC	Consejo Salvadoreño del Café
DEB	Dirección General Ecosistemas y Biodiversidad.
DFR	Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego
DOA	Dirección General de Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales
FAES	Fuerza Armada de El Salvador
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FCCB	Fondo Cooperativo del Carbono de los Bosques
FSU	<i>United States Forest Service</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>
INB	Inventario Nacional de Bosque
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MDL	Mecanismo para un Desarrollo Limpio
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
MUHNES	Museo de Historia Natural de El Salvador
PNC	Policia Nacional Civil

REDD+	Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques
SIG	Sistemas de Información Geográfica
UES	Universidad de El Salvador
UM	Unidades Muestrales
UMBA1	Unidad de Muestreo de Biomasa Aérea 1
UMBA2	Unidad de Muestreo de Biomasa Aérea 2
UMR	Unidad de Muestreo de Regeneración
UMDA	Unidad de Muestreo de Diversidad Arbustiva, lianas, cañas, helechos y otras

Abreviatura

Ej.	Ejemplo
etc.	Etcétera
Núm.	Número
s.f.	Sin fecha

Simbología y fórmulas

A	Altura
θ	Ángulo en grados (°)
cm	Centímetros
CO ₂	Dióxido de carbono
$CV = \frac{s}{\bar{x}}$	Coeficiente de variación
dm	Diámetro
DAP	Diámetro a la altura del pecho

E	Error en el parámetro dasométrico
E	Este
°	Grados
g	Gramos
ha	Hectárea
h1	Distancia horizontal
kg	Kilogramo
lb	Libra
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
N	Norte
<	Menor que
O	Oeste
>	Mayor que
oz	Onza
S	Sur
(%)	Porcentajes
"	Pulgadas
r	Radio
X	Eje «X»
Y	Eje «Y»

$$(2) s = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Cálculo de la desviación típica y media aritmética

$$(3) \bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

Cálculo de la desviación típica y media aritmética

$$(4) n = \frac{t^2 \cdot CV^2}{E^2}$$

Determinación de la intensidad de muestreo final

$$(5) \bar{Y}_d = \frac{\sum_i^n y_{id}}{n}$$

Media de la variable estudiada

$$(6) Y_d = A \cdot y_d$$

Media total de la variable estudiada

$$(7) v(\bar{Y}_d) = \frac{s^2}{n} = \frac{\sum_i^n y_{id}^2 - n\bar{y}_d^2}{n(n-1)}$$

Varianza de la media

$$(8) v(\widehat{Y}_d) = A^2 \cdot v(\bar{Y}_d)$$

Varianza total de la población

$$(9) \bar{Y}_d \pm \varepsilon = \bar{Y}_d \pm t \cdot \sqrt{v(\widehat{Y}_d)}$$

Varianza total de la población

Introducción

El Salvador es uno de los países de la región Centroamericana que no dispone de Inventario Forestal Nacional (IFN), lo cual ha generado incertidumbre sobre el estado y características de los bosques, así como la dinámica de este en el tiempo (pérdidas y ganancias).

Ante este desconocimiento de la cobertura boscosa es difícil para los tomadores de decisiones diseñar estrategias, programas y políticas forestales consistentes y/o acertadas sobre la administración sostenible de los bosques, que son un recurso natural de gran importancia para el bienestar de la generación presente y futura, por los múltiples servicios ecosistémicos que generan como: seguridad alimentaria, fuente de materia prima, energía, conservación de biodiversidad, protección del suelo, regulación de clima y del ciclo hidrológico, y protección ante los fenómenos naturales (huracanes, tsunamis, lluvias intensas, otros).

Es importante mencionar que es el primer Inventario Nacional de Bosque (INB), que se realiza en el país, y que sin duda será de gran importancia, ya que será la base para conocer sobre la dinámica de los mismos, así como, evaluar los impactos, positivos o negativos, de las acciones de origen antropogénicos o por fenómenos naturales que se presenten.

Los inventarios forestales o de bosques que se han realizado en el país a la fecha han sido a nivel local, es decir, inventarios en Áreas Naturales Protegidas (ANP), específicas, reservas forestales y áreas de bosque privados dedicados a la producción de madera.

El presente INB contribuye al cumplimiento de lo descrito en la Ley Forestal (D.L. N° 852), artículo 32, donde especifica que se debe «formular, organizar, elaborar y mantener actualizado el Inventario Forestal Nacional (IFN), así como, cuantificar y calificar los recursos forestales».

Además de los propósitos descritos en el marco legal en mención de los IFN, podemos mencionar que será la base para el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV), de la estrategia REDD+MbA, propuesta para el país.

El INB tiene su inicio en el marco del mecanismo REDD+, bajo el Proyecto: TF 099529 «Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador para el Fondo Cooperativo del Carbono de los Bosques», con la participación multiinstitucional del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), que es la instancia coordinadora; y las instancias de apoyo: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Universidad de El Salvador (UES), Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES), Consejo Salvadoreño del Café (CSC); e instancias como asesoras técnicas: Programa CCAD-REDD/GIZ y el Servicio Forestal de Estados Unidos.

En este documento se presentan las fases, elementos, herramientas y actividades usadas para elaborar el INB de El Salvador. Se enmarca en un diseño estratificado (subpoblaciones), sistemático no alienado, donde las distribuciones de las unidades de muestreo son balanceadas con base en cortar la curva fractal de Peano en «X» segmentos de tamaño iguales, y seleccionar una unidad de muestreo por segmento de forma aleatoria.

Por otra parte, la distribución de las parcelas se realiza en dos fases, la primera denominada premuestreo que era de seis estratos (bosque latifoliado perennifolio maduro, bosque latifoliado caducifolio/semicaducifolio maduro, bosque secundario, bosque de coníferas, bosque salado y café bajo sombra), pero que en la fase II, conocida como muestreo, se concretizaron en cuatro estratos (bosque latifoliado, bosque de coníferas, bosque salado y café bajo sombra).

El monitoreo del secuestro de carbono es una herramienta fundamental en los proyectos de mitigación. El diseño del inventario debe considerar el equilibrio costo-beneficio, con el fin de lograr un balance entre la precisión y los recursos disponibles (MacDiken, 1997).

Objetivo

General

Cuantificar y evaluar el estado de los tipos de bosque de El Salvador, así como, el café bajo sombra, como herramienta para la toma de decisiones en la protección, conservación y/o manejo sostenible.

Específico

1. Cuantificar y evaluar las existencias por estratos (tipos de bosque y café bajo sombra).
2. Evaluar el estado de regeneración y el estado fitosanitario de los bosques del país, para determinar las tasas de recuperación, deforestación y degradación de los bosques.
3. Cuantificar el *stock* de carbono forestal en los componentes arbóreo, madera muerta, hojarasca y suelo.
4. Evaluar el estado de la biodiversidad del componente arbóreo, arbusto, herbáceo, lianas y helechos en cada tipo de bosque y café bajo sombra.
5. Facilitar información para orientar las decisiones en cuanto a la protección, conservación y/o manejo sostenible de los recursos forestales.

Antecedentes y justificación para elaborar el INB

Los procesos y la metodología aplicada en el INB son frutos de un largo proceso de planificación y definición.

Los principales antecedentes son:

- ✓ 12 y 13 de agosto de 2010. Taller de planificación nacional REDD/CADD-GIZ-El Salvador, cuyo objetivo fue identificar la necesidad y elaborar el plan de trabajo en los países miembros de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.
- ✓ 13 al 15 de diciembre de 2010. Primera reunión de expertos de monitoreo forestal del Programa REDD/CADD-GIZ-El Salvador.
- ✓ 28 de febrero de 2011. Seguimiento de la agenda regional de REDD/CADD-GIZ-El Salvador.
- ✓ 17 de junio de 2011 al 24 de agosto de 2012. Diplomado en Monitoreo en el contexto de REDD+ – Programa Regional REDD/CADD-GIZ, desarrollado en Costa Rica.
- ✓ 18 y 19 de junio de 2013. Diseño e implementación de un sistema nacional de monitoreo de bosques en el contexto de REDD+ para El Salvador. En ese taller se trabajó la línea base de la cobertura forestal, la línea base de biomasa/carbono, los niveles de referencia y el monitoreo/reporte. Se hizo referencia a la necesidad de diseñar y ejecutar el inventario forestal.
- ✓ 28 de junio de 2013. Seguimiento del equipo de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV).

- ✓ 13 de septiembre de 2013. Metodologías aplicadas por el programa REDD/CADD-GIZ para el análisis de la tendencia de deforestación, el mapeo de tipos de bosque y la cuantificación de la biomasa y carbono forestal, a través de inventarios forestales nacionales.
- ✓ 19 de julio de 2013. Reunión de Planificación Operativa del Equipo Nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) del programa REDD+.
- ✓ 19 y 20 de marzo de 2014. Taller de discusión sobre la metodología a ser empleada en el Inventario Forestal Nacional de El Salvador.
- ✓ 1 de noviembre de 2016. Contratación del coordinador del INB, de parte del proyecto REDD+MbA, del MARN.
- ✓ Marzo de 2017. Contratación de la cuadrilla (coordinador, botánico y mensurador) del proyecto REDD+.
- ✓ Marzo a junio de 2017. Ajuste del mapa de bosque elaborado el 2014, con base en imágenes *RapidEye* 2011; inicio del levantamiento de las primeras 40 parcelas del premuestreo por la cuadrilla en mención y; elaboración y diseño de los protocolos a usar en el INB.

Estos son los principales hitos que han tenido lugar durante el desarrollo del INB:

- ✓ 22 de agosto de 2017. Inicio oficial del INB con la contratación de la empresa Vielca Ingenieros S.A., delegación El Salvador.
- ✓ 6 de septiembre de 2017. Entrega del Plan de trabajo, documento que recoge el programa de actividades principales, su contenido, duración de las fases y relaciones entre sí, coordinación, organización, cronograma y entrega de productos según lo establecen los TDR.

- ✓ Septiembre de 2017. Contratación de cuatro cuadrillas por parte de Vielca Ingenieros, para la elaboración del INB.
- ✓ 5 al 13 de septiembre de 2017. Capacitación de parte del coordinador del INB y cuadrilla del proyecto REDD+MbA, dirigido a las cuatro cuadrillas contratadas por Vielca Ingenieros, y compra de equipo complementario para la cuarta cuadrilla contratada.
- ✓ 19 de noviembre de 2017. Entrega y aprobación del primer informe trimestral del INB.
- ✓ 17 de febrero de 2018. Entrega y aprobación del segundo informe trimestral del INB.
- ✓ 30 de enero de 2018. Taller de presentación del avance del INB y consolidación de sus productos y resultados.
- ✓ 2 de mayo de 2018. Envío de las muestras botánicas de especies no identificadas en el INB, a los expertos internacionales por parte del MUHNES y Vielca Ingenieros.
- ✓ 18 de mayo de 2018. Entrega y aprobación del tercer informe trimestral del INB.
- ✓ 21 de mayo de 2018. Entrega de plan de capacitación.
- ✓ 7, 8, 11, 12 y 13 de junio de 2018. Capacitación a 22 técnicos del Proyecto REDD+/MbA/MARN e instituciones de apoyo (MAG, CSC, UES, GIZ y MUHNES) en los temas: «Procesos de cálculo e interpretación de los datos del INB».
- ✓ 14 de junio de 2018. Presentación de resultados del INB.

- ✓ 15 de junio de 2018. Entrega del presente informe final del INB y sus demás productos, según contrato.
- ✓ 17 de junio de 2018. Finalización de la consultoría del INB.

Las razones que justifican la elaboración del INB se pueden enmarcar en los ámbitos internacional y nacional. En el ámbito nacional, la elaboración del INB es una exigencia legal según la Ley Forestal (Decreto Legislativo N° 852, 2002), artículo 32: «el MAG formulará, organizará, elaborará y mantendrá actualizado el Inventario Forestal Nacional con fines productivos, el cual deberá incluir la siguiente información: área de bosques naturales y plantaciones forestales a nivel nacional, y la cuantificación y calificación de los recursos forestales».

A nivel nacional también se justifica su elaboración como herramienta base para:

- ✓ Las políticas, estrategias y planes ambientales y forestales nacionales, así como la restauración, manejo forestal y gestión de las ANP (Áreas Naturales Protegidas).
- ✓ Las necesidades de información para la elaboración de los informes nacionales ambientales.
- ✓ La investigación de los bosques.
- ✓ El monitoreo, el control y la fiscalización de los recursos forestales/bosques.
- ✓ La evaluación y/o valoración de los bosques en la generación de bienes y servicios ambientales.
- ✓ La obtención de información importante para el ajuste del Listado Oficial de Especies Amenazadas y en Peligro de Extinción.

A nivel internacional, las razones que justifican la elaboración del INB son:

1. Alcanzar las metas Aichi 7, 14 y 15, sobre Restauración de Ecosistemas establecidas en el Plan Estratégico 2011-2020, del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Las metas Aichi toman su nombre de la provincia de Japón donde fueron formuladas en 2010.
 - ✓ Meta 7: las zonas destinadas a agricultura, acuicultura y silvicultura, se gestionarán de manera sostenible, garantizándose la conservación de la diversidad biológica.
 - ✓ Meta 14: la restauración de los ecosistemas claves, particularmente aquellos asociados a la provisión de servicios ecosistémicos críticos, como la disponibilidad del recurso hídrico y el mantenimiento de los medios de vida.
 - ✓ Meta 15: la construcción de resiliencia de los ecosistemas al cambio climático, con un incremento de las reservas de carbono, a través de la conservación y la restauración de al menos un 15 % de los ecosistemas degradados, contribuyendo a la adaptación y mitigación del cambio climático y la lucha contra la desertificación y la sequía.
2. Ratificación por parte de El Salvador de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en diciembre de 1995. El Salvador se suma así a los esfuerzos mundiales para enfrentar la problemática del cambio climático global. Tiene el compromiso de elaborar informes bianuales y comunicados.

Dichos informes tienen que presentar el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), de cuatro sectores, entre los que se encuentra AFOLU (siglas en inglés de Agricultura, Sector Forestal y Cambio de Uso de Suelo).

Las directrices del IPCC (siglas en inglés de: Protocolo Intergubernamental para el Cambio Climático), del año 2006, definen los depósitos de carbono utilizados en AFOLU: Biomasa Aérea, Biomasa Subterránea, Madera Muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo.

3. Proveer información para las Evaluaciones de los Recursos Forestales (FRA, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), que se realiza cada cinco años y cuya instancia responsable en El Salvador es el MAG.

Proceso, actividades y arreglos institucionales

Por decisión del Gobierno de la República de El Salvador, la competencia de la ejecución y supervisión del INB ha sido asignada al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Dicha supervisión y seguimiento del INB estuvo a cargo de:

- ✓ Dos técnicos, uno contratado por el proyecto REDD+MbA denominado coordinador del INB; y el otro del MARN, como especialista en seguimiento a convenios.
- ✓ Cuadrilla de inventario forestal de REDD+, contratada por el proyecto REDD+MbA, conformada por un coordinador de cuadrilla, un mensurador y un botánico.

Los dos técnicos en mención realizaron las gestiones necesarias para establecer los arreglos y/o contactos institucionales, de aquellas instancias nacionales e internacionales que apoyarían la elaboración del INB. Las siete instituciones que brindaron el apoyo son:

1. Equipo técnico interinstitucional de seguimiento al INB, conformado por uno o más enlaces en las siguientes instituciones:
 - ✓ Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

- ✓ Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (UES).
- ✓ Consejo Salvadoreño del Café (CSC).
- ✓ Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES).
- ✓ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Este equipo técnico interinstitucional ha tenido como objetivo apoyar en la elaboración de los protocolos, evaluar y hacer recomendaciones técnicas para el buen desarrollo de las actividades y productos realizados por la consultora que levantó las 270 parcelas. Dichas evaluaciones se han dado en dos ambientes:

- A nivel de reuniones técnicas guiadas por el coordinador del INB.
 - A nivel de inspecciones de campo, con el fin de evaluar y supervisar la calidad de la toma de datos realizados por las cuadrillas de la consultora.
2. Personal de apoyo especializado para la verificación de la ejecución y calidad de los productos esperados del proyecto, así como para abordar determinadas cuestiones técnicas que han ido apareciendo durante los trabajos:
- ✓ Consultas técnicas a Andrew Lister (USFS y SilvaCarbon).
 - ✓ Consultas técnicas a Abner Jiménez (GIZ).

En la Figura 1 se muestra el apoyo interinstitucional recibido de las siete instancias y el equipo de supervisión y seguimiento.

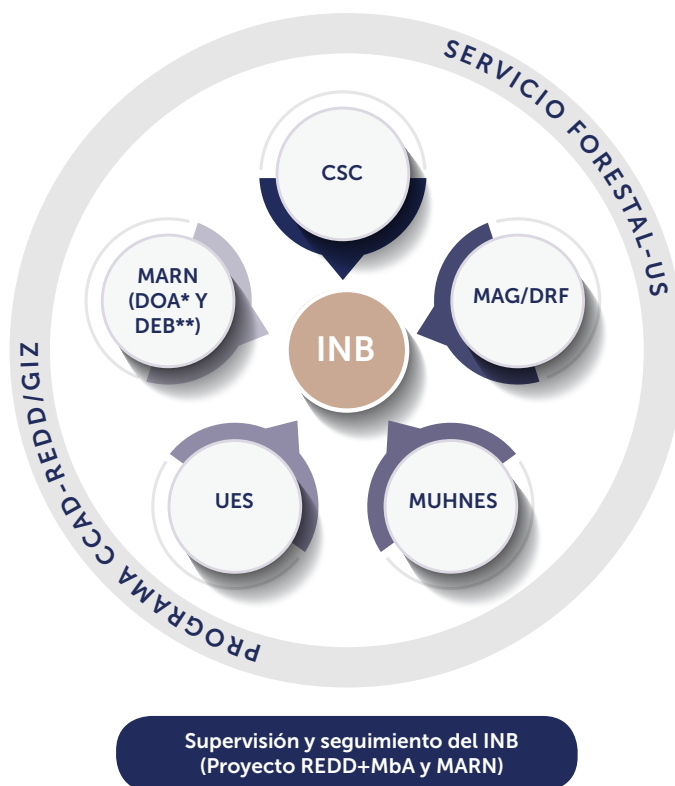


Figura 1. Instituciones que apoyaron la elaboración del INB.

Nota: * Dirección General Ecosistemas y Biodiversidad; ** Dirección General de Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales.

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

No menos importante es el apoyo recibido a nivel de campo por las siguientes instituciones, que va más encaminado a servir como guías locales y de seguridad a los miembros de cuadrilla. Estas son:

- ✓ Personal técnico de las alcaldías municipales.
- ✓ Guardarrecursos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- ✓ Técnicos de la Administración Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- ✓ Miembros de la Fuerza Armada y/o Policía Nacional Civil (PNC).

En la Figura 2 se muestra un resumen de las actividades desarrolladas en el proceso para elaborar el INB del país.

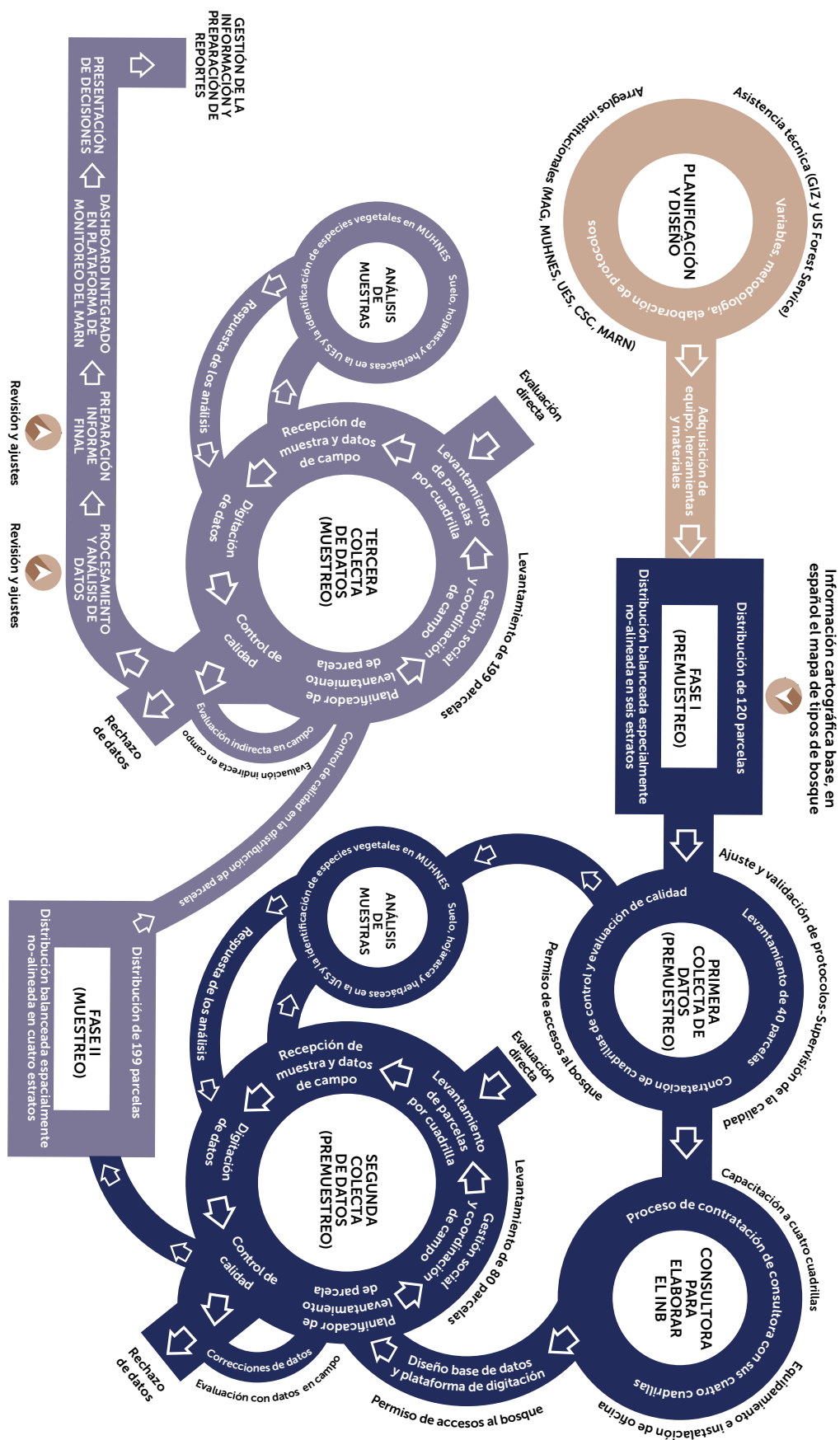


Figura 2. Proceso desarrollado para realizar el Inventario Nacional de Bosque en El Salvador.
Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Estratificación

Las estratificaciones de los bosques de El Salvador obedecen a tres razones:

- ✓ Seguimiento de las directrices internacionales del IPCC 2006, para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- ✓ Tipos de ecosistemas boscosos del país.
- ✓ Diseño del muestreo.

Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Según las Directrices del (IPCC, 2006: 46), para estimar las existencias de carbono y la emisión y absorción de los gases de efecto invernadero asociadas con las actividades de la Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés), se necesita información en cuanto a la clasificación, los datos de la superficie y el muestreo que representen a varias categorías de usos de la tierra. Las seis categorías de uso de la tierra dentro de estas directrices del IPCC 2006 son las siguientes:

- ✓ Tierras forestales.
- ✓ Tierras de cultivo.
- ✓ Pastizales.
- ✓ Humedales.

✓ Asentamientos.

✓ Otras tierras.

Según las directrices del IPCC 2016, las descripciones del uso de la tierra siguen el esquema siguiente:

- ✓ Categoría de uso de la tierra: es el uso general de la tierra. A continuación, se describe una de las seis categorías declaradas, bien como la tierra que permanece en la misma categoría de uso (es decir, que tiene la misma utilización a través de la serie temporal), o bien como tierra convertida en una nueva categoría de uso (que representa un cambio en la utilización de la tierra).
- ✓ Subcategoría: se refiere a circunstancias especiales (por ejemplo, zonas de pastoreo en tierras forestales), que se estiman y declaran por separado, pero que no duplican la tierra en la categoría amplia de uso del recurso.
- ✓ Las categorías y subcategorías de uso de la tierra pueden estratificarse más con base en las prácticas de uso de la tierra, y a las características biofísicas para crear unidades espaciales más homogéneas, que puedan ser utilizadas para la estimación de las emisiones.

Tipos de ecosistemas boscosos del país

El Salvador dispone de los siguientes ecosistemas boscosos:

- ✓ Bosque de coníferas. Extendido en una franja en la zona norte del país, colindando con Honduras, siendo parte de los departamentos de Santa Ana, Chalatenango, San Miguel, Morazán y La Unión.

- ✓ Bosque salado o mangle. Se distribuye en la zona costera pacífica en los departamentos de Ahuachapán, Sonsonate, La Libertad, La Paz, Usulután y La Unión.
- ✓ Bosque caducifolio/semicaducifolio. Se extiende a nivel nacional desde los 50 msnm hasta los aproximadamente 800 msnm.
- ✓ Bosque perennifolio (tierras bajas y nebuloso). Son áreas de bosque ubicadas por arriba de los 800 msnm, pero también los encontramos en pequeñas porciones en zonas bajas menores a los 800 msnm, como los bosques a orillas del río Lempa (zona del Bajo Lempa), y cordillera El Bálsamo, entre otros, pero escasos.

Los dos últimos tipos de bosques descritos se encuentran, en su mayoría, en estado de desarrollo joven denominado «bosque secundario» por la alta intervención antropogénica. Por lo anterior, no se descarta la existencia de algunas pequeñas áreas aisladas de bosque latifoliado en estado maduro, pero que para este estudio a escala nacional es difícil su identificación.

Es de mencionar que al principio del INB, en la fase I denominada premuestreo, se conformaron seis estratos, tal como se describe en la Tabla 2, cuya categorización procedía del mapa de cobertura y uso del suelo elaborado en 2014, con base en imágenes *RapidEye* 2011 (Tabla 2).

Durante el desarrollo de los trabajos de campo, y a la vista de los primeros resultados, se decidió técnicamente la fusión de los estratos: bosque secundario, bosque perennifolio maduro y bosque caducifolio/semicaducifolio maduro, en un único nuevo estrato denominado: bosque latifoliado. En este caso, se desarrollaron varias técnicas para determinar si estos tres estratos o subpoblaciones pueden ser considerados por separado o ameritan fusionarse. Dicha fusión fue posible con base en las justificaciones siguientes:

1. **Efectos estadísticos de análisis de la varianza (ANOVA, siglas en inglés).** Una vez se dispuso de los primeros datos en la fase I (premuestreo), se realizó el análisis de los valores medios de las parcelas respecto a las variables dasométricas: altura media aritmética, área basal, volumen y biomasa (Tabla 1).

El análisis de la varianza comprobó la hipótesis que las medias para las cuatro variables en mención son iguales y, por tanto, las tres poblaciones son estadísticamente equivalentes.

Como conclusión, en la aplicación del ANOVA para las variables objeto de estudio se ha determinado que en todos los casos, las poblaciones son estadísticamente equivalentes, lo cual no quiere decir que no haya diferencias en relación con otros criterios (por ejemplo, composición florística).

Tabla 1. Promedio aritmético por variable.

Estrato	Cantidad de parcelas	Promedio aritmético por variable			
		Altura (m)	Área basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Biomasa (T/ha)
Bosque secundario	46	10.84	19.35	183.23	86.26
Bosque perennifolio maduro	12	11.80	23.97	209.99	100.31
Bosque caducifolio/semicaducifolio maduro	13	10.54	18.88	195.02	87.42

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

2. **Estudio de la fisiología de la hoja, según la composición específica de las parcelas.** Otra cuestión analizada es la fisiología de las especies en cuanto a la pérdida de la hoja. Sería de esperar que en el estrato de bosque perennifolio la mayor parte de las especies fuesen perennes, al tiempo que en el caso del bosque caducifolio/semicaducifolio fuesen caducas.

En el caso del bosque perennifolio maduro solo ocho especies (32 %), son perennifolias, bosque caducifolio/semicaducifolio maduro 20 especies (69 %), son caducifolias y bosque secundario 16 especies (64 %), se trata de especies

caducifolias. En esta primera aproximación, las especies predominantes tienden a concluir posibles inconsistencias en cuanto a la determinación cartográfica de los estratos.

3. **Análisis de los diámetros y las alturas promedio.** La última justificación de la fusión de los tres estratos viene dada por la falta de cumplimiento de las condiciones por las que una masa forestal es considerada como bosque maduro, ya sea perennifolio o caducifolio/semicaducifolio:

Un bosque se considera maduro, cuando el DAP promedio de la masa forestal es igual o superior a 30 cm y la altura promedio de la masa es superior a 15 m.

En bosque secundario 41 parcelas (91 %), cumplen con las dos variables de este estrato (altura menor de 15 m y menos de 30 cm de DAP). Sobre el bosque perennifolio maduro no hay ninguna parcela que cumpla con las dos condiciones a la vez para ser considerado con este estrato, y en bosque caducifolio/semicaducifolio maduro únicamente una parcela cumple con los criterios de ser de este estrato.

Por otra parte, el INB contempló un estrato adicional que es el «café bajo sombra», debido a su importancia en la generación de bienes y servicios ecosistémicos.

Diseño del muestreo

Uno de los diseños de muestreo más importantes que incorpora información auxiliar es la estratificación (IPCC, 2006), por la cual la población se divide en subpoblaciones con base en datos auxiliares. Estos últimos pueden ser el conocimiento de las fronteras legales, administrativas o de administraciones forestales, que resulta eficaz muestrear por separado; o pueden ser mapas o datos de detección remota que distinguen entre superficies de tierras altas y bajas o entre tipos de ecosistemas diferentes.

Dado que la estratificación está destinada a aumentar la eficiencia es una buena práctica utilizar datos auxiliares cuando estén disponibles, o procurar contar con ellos, si no lo están, con un bajo coste adicional (IPCC, 2006).

La estratificación aumenta la eficiencia de dos maneras principales:

1. Al mejorar la exactitud de la estimación de la población entera.
2. Y al asegurar que se obtienen los resultados adecuados para ciertas subpoblaciones, por ejemplo, para ciertas regiones administrativas.

La estratificación aumenta la eficiencia del muestreo si se hace una subdivisión de la población, de manera que se reduce la variabilidad entre las unidades de un estrato, en comparación con la variabilidad de la población entera. Por ejemplo, un país puede dividirse en una región de tierras bajas (con ciertas características de las categorías de uso de la tierra que sean de interés), y una región de tierras altas (con diferentes características de las categorías correspondientes).

Si cada estrato es homogéneo, puede obtenerse una estimación general precisa utilizando solo una muestra limitada de cada estrato. La segunda cuestión es importante a fin de proporcionar resultados con un grado de exactitud específico para todas las regiones administrativas de interés. Pero también en el caso que los datos muestreados vayan a ser utilizados juntamente con otros grupos de datos existentes, los cuales han sido recopilados utilizando diferentes Protocolos, pero con las mismas fronteras administrativas o legales.

La utilización de mapas o datos obtenidos por detección remota para identificar las fronteras de los estratos (las subdivisiones de la clase de uso de la tierra que se incluyen en un sondeo de muestra), pueden introducir errores si existen superficies

incorrectamente clasificadas como pertenecientes a un estrato, mientras que otras superficies que pertenecen a ese estrato no se han considerado.

Los errores de este tipo pueden conducir a sesgos importantes en las estimaciones finales, debido a que la superficie identificada para el muestreo no corresponderá a la población objeto de estudio. Siempre que exista un riesgo evidente de que puedan producirse errores de este tipo, una buena práctica es hacer una evaluación del posible impacto de tales errores, utilizando datos de la realidad del suelo (IPCC, 2006).

Cuando se toman datos de inventarios existentes a gran escala, para la declaración de emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero, como inventarios de bosques a nivel nacional, es conveniente aplicar los procedimientos de estimación estándar de ese inventario, mientras estén basados en principios estadísticos sólidos.

Además, la posestratificación (esto es, la definición de los estratos basada en la detección remota o el mapa de los datos auxiliares después de realizado el sondeo), quiere decir que es posible utilizar nuevos datos auxiliares para aumentar la eficiencia, sin cambiar el diseño básico del campo (Dees *et al.*, 1998). Utilizando este principio de estimación se puede reducir el riesgo de introducir el sesgo del párrafo anterior (IPCC, 2006).

Asentando sobre la información disponible en El Salvador, en relación con la estratificación, hacemos mención que, en 2014, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), elaboró dos mapas a partir de imágenes satelitales *RapidEye* 2011, con 5 metros de resolución espectral, las cuales fueron adquiridas con el financiamiento del programa REDD/CCAD-GIZ. Los mapas en mención son los siguientes:

- ✓ Mapa de bosque 2014, bajo consultoría financiada por el programa REDD/CCAD-GIZ.

- ✓ Mapa de uso y cobertura del suelo 2014, bajo consultoría financiada por UICN.

El mapa de uso y cobertura de suelo 2014 fue generado a partir del mapa de bosque, es decir, conocidas ya la cobertura de bosque reflejado por la tipología (tipos de bosque), se continuó con definir los demás usos y coberturas del suelo. Como resultado y/o producto final que aglutina la tipología de bosque se tienen las siguientes categorías y subcategorías:

Tabla 2. *Mapa de uso y cobertura del suelo 2014.*

Uso y cobertura del suelo		Código
Categoría	Subcategorías	
Bosque	Bosque perennifolio maduro	1
	Bosque secundario	2
	Bosque caducifolio/semicaducifolio maduro	4
	Bosque de coníferas	5
	Bosque salado alto	6
	Bosque salado bajo	7
Núm. bosque	Matorral	8
	Agrícola	9
	Suelo desnudo	10
	Agua	11
	Granos básicos (maíz, frijol)	12
	Arroz, agricultura bajo riesgo	13
	Cultivos frutales	14
	Pastos	15
	Caña de azúcar	16
	Hortalizas	17
	Café bajo sombra	19
	Vegetación costera	70
	Arenales y dunas	80
	Cultivo de coco	90
	Café sin sombra	99
	Otros cultivos	121

Uso y cobertura del suelo		Código
Categoría	Subcategorías	
Núm. bosque	Salineras y camarónicas	150
	Coladas de lava	200
	Humedales	250

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Tomando como referencia las 25 subcategorías de uso y cobertura del suelo antes descritas, y para efecto del Inventario Nacional de Bosque de El Salvador, se priorizó al principio inventariar seis subcategorías, denominadas en lo sucesivo, estratos o tipos de bosque, siendo los siguientes:

1. Bosque perennifolio maduro.
2. Bosque secundario.
3. Bosque caducifolio/semicaducifolio maduro.
4. Bosque de coníferas.
5. Bosque salado.
6. Café bajo sombra.

En la siguiente Tabla se describe la definición de cada estrato considerado al inicio del INB.

Tabla 3. Descripción de los seis estratos considerados en el INB.

Estrato	Código del estrato	Definición
Bosque perennifolio maduro	1	Tierra con vegetación leñosa donde dominan los árboles, donde más del 75 % de la cobertura está formada por individuos siempre verdes, con DAP mayor de 30 cm, con edad mayor a los 30 años, el dosel superior mayor a los 15 m de altura. Se caracteriza porque las especies <i>heliófitas</i> efímeras (pioneras), en su mayoría desaparecieron del lugar, sobrando muchos individuos heliófitos durables y algunos árboles oportunistas que buscan los escasos claros en el denso dosel. Las especies <i>heliófitas</i> durables dominan (en términos de área basal), la mitad del bosque secundario, mientras que las especies <i>esciófitas</i> luchan por el resto del espacio disponible. Incluye el bosque nebuloso, bosque siempreverdes de tierras bajas y bosque de galería.
Bosque secundario	2	Tierra con vegetación leñosa, con una densidad no menor a 500 individuos por hectárea, con un DAP mayor de 5 cm y menor de 30 cm, con edad de 5 a 30 años, altura mayor de 3 m y menor de 15 m. En este tipo de bosque joven se incluye vegetación perennifolia, caducifolia, semicaducifolio, carbonales (<i>Mimosa tenuiflora</i>), Robledales (<i>Quercus sp.</i>), Izcanaleras (<i>Acacia hindsii</i>), y ecotonales (bosques de transición de manglar y bosque dulce).
Bosque caducifolio/ semicaducifolio maduro	3	Tierra con vegetación leñosa donde dominan los árboles, bosques deciduos y semideciduos, donde más del 50 % de los individuos que forman la cobertura arbórea, especialmente en el dosel superior, pierden sus hojas en la época seca, DAP mayor de 30 cm, con edad mayor a los 30 años, el dosel superior mayor a los 15 m. Se caracteriza porque las especies <i>heliófitas</i> efímeras (pioneras), en su mayoría desaparecieron del lugar, sobrando muchos individuos heliófitos durables y algunos árboles oportunistas que buscan los escasos claros en el denso dosel. Las especies <i>heliófitas</i> durables dominan (en términos de área basal) la mitad del bosque secundario, mientras que las especies <i>esciófitas</i> luchan por el resto del espacio disponible. Se incluye en esta categoría: bosque seco (San Diego La Barra), robledales adultos, morrales (<i>Crescentia sp.</i>), chaparrales (<i>Curatella americana</i>), otros.
Bosque de coníferas	4	Tierra con vegetación leñosa, donde dominan más del 50 % de cobertura los árboles de las especies de pino (<i>Pinus sp.</i>), y ciprés (<i>Cupressus lusitanica</i>).

Estrato	Código del estrato	Definición
Bosque salado	5	Tierra con vegetación leñosa costera, compuesta por especies de árboles tolerantes a la salinidad como del género <i>Rhizophora</i> , <i>Avicennia</i> , entre otras.
Café bajo sombra	19	Vegetación leñosa con dos pisos, el primero dominado por el cultivo de café (piso inferior), y el segundo por árboles (piso superior), con una cobertura de dosel mayor al 30 %. En algunos casos pueden presentarse tres pisos, pero normalmente el segundo y tercero pertenecen a la cobertura arbórea.

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

La razón de combinar las dos subcategorías (alto y bajo), de bosque salado se debe a que, al hacer verificaciones de campo y relacionarlas con lo descrito en el mapa elaborado, se constató que en varios sitios el bosque salado alto y bajo se han separado más bien por la distribución de especie y no por su altura, ya que la especie del género *Avicennia*, con altura de los árboles mayores a 15 metros genera un color gris en las imágenes satelitales, y fue clasificado en el mapa como bosque salado bajo.

Asimismo, el género *Rhizophora* genera un color oscuro y fue clasificado en el mapa como bosque salado alto. Siendo que en la práctica en ambas tonalidades pueden estar inmersos tanto estratos altos como bajos, se decidió formar un solo estrato y, posteriormente, se podría hacer un análisis más acucioso para hacer la separación (posestratificación), de estos dos estratos (alto y bajo), en este tipo de bosque.

El estrato de café fue incluido en este inventario de bosque por las razones siguientes:

- ✓ Cubre una superficie de 8.3 % del territorio nacional (según mapa ajustado en 2017).
- ✓ Es uno de los agroecosistemas que mayor aporte tienen en leña y madera comercial, para la industria salvadoreña.

- ✓ Zonas cafetaleras ubicadas en suelos con topografía accidentada y, mayormente, en cabeceras de microcuencas, como zonas de recarga hídrica.
- ✓ Áreas de café sin manejo por más de cinco años, convirtiéndose en estructuras de bosques secundarios.

Concepto de bosque

Un «bosque» no está cuantitativamente definido en las guías del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). En lugar de eso, se acordó que cada país utilice la definición que establezcan para sí mismos siguiendo mediciones en serie temporal (Hirata *et al.*, 2012).

En el año 2016, se realizó una consultoría, donde se hizo un análisis de las leyes ambientales de El Salvador, con el fin de encontrar un concepto de bosque, para lo cual, se revisaron las leyes siguientes:

- ✓ Ley Forestal. Decreto Legislativo N° 852, 2002.
- ✓ Anteproyecto de la Ley Forestal, 2016.
- ✓ Ley del Medio Ambiente. Decreto Legislativo N° 233, 2008.
- ✓ Ley de Conservación de Vida Silvestre, Decreto Legislativo N° 844, 1994, Reformada por Decreto Legislativo N° 441, 2001.
- ✓ Ley de Áreas Naturales Protegidas. Decreto Legislativo N° 579, 2005.

De las leyes ambientales, antes descritas, la única que describe el concepto de bosque es la Ley Forestal.

Además del marco legal ambiental vigente, se tienen otros conceptos de bosque a nivel de propuesta de Ley y en mecanismos internacionales, por lo que en resumen se tiene tres definiciones de bosque en el país, siendo las siguientes:

1. 2002. Ley Forestal. «Ecosistema donde los árboles son las especies vegetales dominantes y su finalidad primaria es un producto forestal». Descrito en Artículo 2 de la Ley Forestal, Decreto Legislativo N° 852 del 22 de mayo de 2002, publicada en el Diario Oficial N° 110, tomo 355, de fecha 17 de junio de 2002, entró en vigencia el 26 de junio de 2002.
2. 2006. Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). «Cobertura de copa igual o mayor a un 30 %, altura de los árboles igual o mayor a los cinco metros y extensión mínima de 0.5 hectáreas». Según definición de bosque para la República de El Salvador, para actividades forestales elegibles en el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL); Protocolo de Kyoto, año 2006.
3. 2016. Anteproyecto de la Ley Forestal. «Ecosistema formado por árboles nativos o introducidos por el hombre en diferentes estados de desarrollo, edades, especies y porte variado, que ocupa una superficie mínima de cero punto quince hectáreas (0.15 hectáreas), originado naturalmente o con influencia del ser humano, con uno o más doseles que cubran con su copas igual o más del veinte por ciento (20 %), de esa superficie y donde existan más de cien árboles por hectárea de diez o más centímetros de diámetro del fuste medido a la altura de 1.3 metros del suelo».

Como se puede apreciar en los tres conceptos de bosque antes descritos, el que tiene legalidad es el que se sustenta en la Ley Forestal vigente del año 2002, no obstante, este concepto carece de parámetros medibles a través de sensores remotos y mediciones de campo, lo que hace difícil su aplicación y monitoreo de cambios en el tiempo.

Como no se disponía de un concepto claro para ser usado y/o aplicado al mecanismo REDD+, en el año 2016 el país realizó una consultoría con el fin de poder definir un concepto de bosque para el país que pueda ser mediciones en serie temporales para realizar su MRV-REDD+. Las consultas fueron realizadas en el año 2016, llegando a una definición técnica con los siguientes parámetros:

- ✓ Terreno de extensión superior a 0.2 ha.
- ✓ Con una dominancia de dosel de árboles forestales con altura igual o superior a 3 m.
- ✓ Con una cubierta de copas igual y mayor a 20 %, y árboles capaces de alcanzar estos umbrales *in situ*.
- ✓ Ello no incluye los terrenos que están predominantemente bajo agricultura o terrenos de uso urbano.
- ✓ Se considera dentro de este concepto todos aquellos ecosistemas de bosques salados reconocidos como mangle enano que debido a sus condiciones edafoclimáticas y fitogenética están por debajo del parámetro de altura definida en este concepto.

Por observación técnica del Banco Mundial (BM), sobre que la definición de bosque no debe ser definido como producto de una consulta pública vista en talleres, se recomendó que se realizara un análisis a nivel técnico, con datos y variables espaciales para determinar cómo el concepto impacta en los componentes ambientales, sociales y económicos. En respuesta a lo anterior se hizo un análisis técnico, dando como resultado la siguiente definición de bosque:

- ✓ Área de tierra con un tamaño mínimo de 0.5 hectáreas.
- ✓ Con cobertura de dosel (copa), igual o mayor a 30 %.

- ✓ Con árboles con un potencial para alcanzar una altura mínima de 4 metros en su madurez *in situ*. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.

Notas explicativas (adaptado de FAO, 2010).

1. Los bosques se caracterizan tanto por la presencia de árboles, como por la ausencia de otros usos predominantes de la tierra. Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 4 m *in situ*.
2. Incluye las áreas cubiertas de árboles jóvenes que aún no han alcanzado, pero pueden alcanzar una cubierta de dosel de 30 % y una altura de 4 m. Incluye también las áreas temporalmente desprovistas de árboles debido a talas realizadas como parte de prácticas de manejo forestal, o por causas naturales, las cuales se espera se regeneren dentro de cinco años. Condiciones locales pueden, en casos excepcionales, justificar un plazo más largo.
3. Incluye caminos forestales, cortafuegos y otras pequeñas áreas abiertas; bosques dentro de los parques nacionales, reservas naturales y otras áreas protegidas, tales como las que revisten interés específico medioambiental, científico, histórico, cultural o espiritual.
4. Incluye las áreas de agricultura migratoria abandonadas con una regeneración de árboles que alcanzan, o son capaces de alcanzar, una cubierta de dosel de 30 % y una altura de 4 m.
5. Incluye las áreas de bosque salado que, pese a no alcanzar los 4 m de altura, están formadas por especies arbóreas adaptadas a estas condiciones de tierra.
6. Incluye las plantaciones forestales en diferentes estados de desarrollo.
7. Incluye las áreas cubiertas de bambúes y palmeras regeneradas naturalmente, siempre que alcancen el límite mínimo establecido en cuanto a altura y cubierta de dosel.

8. Excluye formaciones de árboles en los sistemas de producción agrícola, tales como plantaciones de frutales, café bajo sombra arbórea, plantaciones de cocoteros y los sistemas agroforestales con cultivos bajo una cubierta de árboles.
9. Los sistemas agroforestales, como el Taungya, en el que se siembra cultivos solamente durante los primeros años de la rotación forestal, se deben clasificar como bosques.
10. Los sistemas de bosques originados naturalmente, sometidos a pastoreo extensivo, se clasifican como bosques.

Los estratos de vegetación del INB se han definido con base en el mapa de Coberturas y Usos del suelo del año 2011, considerando este último como bosque un área mínima de 0.5 hectáreas (ha), y contando con el área de los exbolsones, las superficies de cada estrato son las de la siguiente Tabla y Figura:

Tabla 4. *Integrantes de la cuadrilla de campo, sus cargos y perfiles requeridos.*

Tipo	Estrato final	Estrato inicial	Superficie (ha)	% territorio nacional
Bosque	Bosque latifoliado	Bosque perennifolio maduro	62,998	2.99 %
		Bosque secundario	463,715	21.99 %
		Bosque caducifolio maduro	36,549	1.73 %
	Subtotal bosque latifoliado		563,262	26.71 %
	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	21,318	1.01 %
	Bosque salado/mangle	Bosque salado/mangle	39,796	1.89 %
	Subtotal bosque		624,376	29.61 %
Café	Café bajo sombra	Café bajo sombra	174,834	8.30 %
Total	Total bosque + café (ámbito del INB)		799,209	37.91 %

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador 2017-2018.

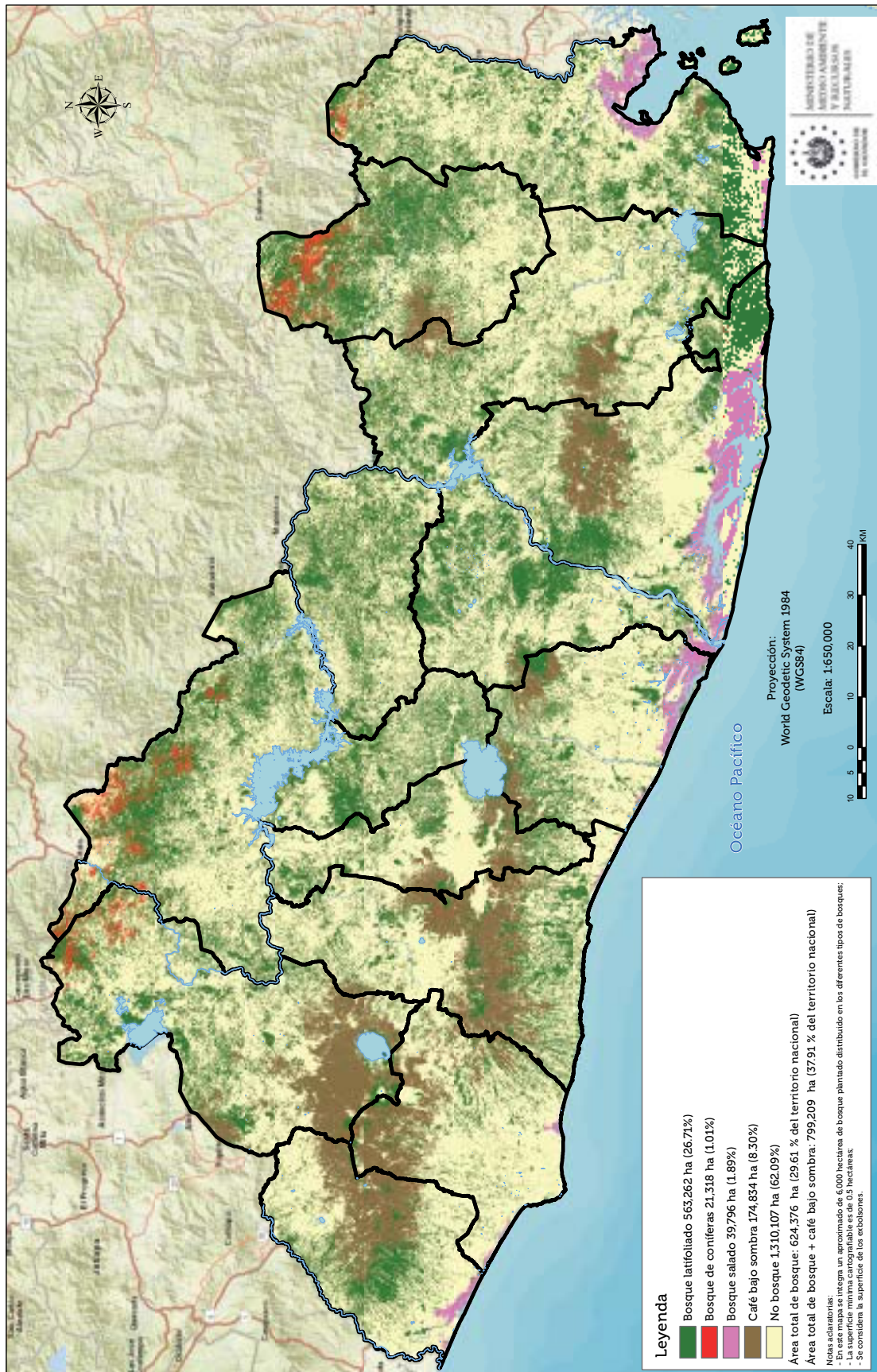


Figura 3. Mapa de estratos de bosque.
Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

La superficie de los estratos de vegetación del INB, sin contar con la superficie de los exbolsones y con los estratos definitivos, son las de la Tabla 5.

Tabla 5. Superficie de los estratos del INB sin considerar exbolsones.

Tipo	Estrato final	Superficie (ha)	% territorio nacional
Bosque	Bosque latifoliado	551,729.63	26.16
	Bosque de coníferas	17,715.02	0.84
	Bosque salado/mangle	37,097.13	1.76
	Subtotal bosque	606,541.78	28.76
Café	Café bajo sombra	174,834.00	8.29
Total	Total bosque + café (ámbito del INB)	781,375.78	37.05

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Diseño de muestreo

Muestreo alternativo de diseño

El diseño de muestreo propuesto es una combinación que comprende:

- ✓ Muestreo sistemático no alineado. Las distribuciones de las Unidades de Muestreo son balanceadas con base en cortar el fractal curvo de Peano en «X» segmentos de tamaño iguales, y seleccionar una unidad de muestreo por segmento en forma aleatoria.
- ✓ Estratificado. La población se divide en subpoblaciones con base en datos auxiliares, que para este caso son tipos de ecosistemas diferentes (ver Tabla 2).

Población y marco de muestreo

Fase I (premuestreo)

Como se conoce, el marco de muestreo está compuesto por una lista de las unidades de muestreo en la población (Orozco, L.; Brumér, C., 2002). Con esta consideración en la fase I de INB, y tomando como referencia el tamaño de muestreo por estrato, se tendría un «N» total de 6,161,765 unidades de muestreo, como se aprecia en la Tabla 6, donde se describe el marco de muestreo por estrato.

En vista que al inicio del INB en la fase I (premuestreo), no se contaba con la cartografía, o mapa de bosque definitivo, se decidió usar de base la población que conformaban los seis estratos descritos en la Tabla 6, que sumaban un total de 719,887.37 hectáreas, equivalentes al 33.8 % del territorio nacional (tomando de base una superficie nacional de 2,109,316.08 hectáreas (21,093.16 km²), y un área mínima cartografiable de 0.2 hectáreas.

Tabla 6. *Marco de muestreo por estrato.*

Núm.	Estrato/tipo de bosque	Superficie (ha)	% del territorio	Participación (%)	Tamaño de la unidad de muestreo (m ²)	Marco de muestreo por estrato
1	Bosque perennifolio maduro	47,410.80	2.2	6.6	1000	474,108
2	Bosque caducifolio/semicaducifolio maduro	34,236.35	1.6	4.8	1000	342,364
3	Bosque secundario	409,056.15	19.2	56.8	1000	4,090,562
4	Bosque de coníferas	19,012.52	0.9	2.6	1000	190,125
5	Bosque salado	37,320.07	1.8	5.2	1000	373,201
Total de bosque		547,035.89	25.7	76		5,470,359
6	Cafetales bajo sombra	172,851.42	8.1	24	2500	691,406
Total		719,887.31	33.8	100		6,161,765

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Fase II (muestreo)

La población es el conjunto de entidades, o unidades de muestreo, que tienen una o más características cuantificables en común. La población objeto de estudio se considera infinita (y así se demuestra estadísticamente a continuación), se define por la letra «N» y está dada por el mapa de coberturas y usos del suelo, elaborado con las imágenes satelitales *RapidEye* del año 2011 y con un tamaño de píxel de 5 m. Aunque las imágenes son del año 2011, el mapa fue elaborado y ajustado finalmente a inicios del año 2017.

Considerando el concepto de bosque que el país adoptó para estos tipos de inventarios y el MRV, cuya superficie mínima cartografiable es de 0.5 ha, y que no se consideró la superficie de los exbolsones (áreas limítrofes con Honduras y con problemas de determinación de la línea de frontera), resulta un ámbito de estudio del INB con una superficie total de 781,375.78 ha (incluyendo los estratos de bosque y Cafetal bajo sombra), que equivalen al 37.05 % del territorio nacional (Tabla 5).

La demostración estadística de que la población objeto de estudio en la fase II es infinita se basa en el cociente entre el número total de parcelas medidas, y el número total de parcelas que potencialmente se podrían levantar en el país. Si dicho cociente es inferior a 0.05, la población se considera infinita. Puesto que la superficie de bosque y de café bajo sombra de El Salvador es de 799,209 ha (con un tamaño mínimo de parcela de bosque de 0.5 ha), esta superficie se puede desagrupar en:

- ✓ Estratos de bosque latifoliado, bosque de coníferas y bosque salado/mangle. En ellos la superficie de la parcela es de 1000 m². Estos estratos en conjunto suponen una superficie total de 606,541.78 ha. En esta superficie se podrían levantar potencialmente un total de 6,065,417 parcelas. El cociente entre las 279 levantadas en dichos estratos da un valor de $0.00005 < 0.05$. Consecuentemente, la población es infinita.

- ✓ Estrato de café bajo sombra. Tomando una superficie de parcela de 2500 m², con una superficie total de 174,834 ha. En esta superficie se podrían levantar, potencialmente, un total de 699,336 parcelas. El cociente entre las 40 levantadas en dicho estrato da un valor de $0.00006 < 0.05$. Consecuentemente, la población es infinita.

Muestra

Fase I (premuestreo)

La muestra representada por la letra «N» es una parte o subconjunto de la población (datos observados), la cual normalmente se escoge con el fin de recoger datos para generar información acerca de la población (Orozco, L.; Brumér, C. 2002).

El tamaño de la muestra en esta primera fase (premuestreo), tiene por objetivo:

- ✓ Disponer de datos estadísticos para el cálculo del tamaño de la muestra.
- ✓ Determinar las necesidades de logística, coordinaciones interinstitucionales para el acceso a las parcelas.
- ✓ Ajustar y crear Protocolos (Manual de campo, Metodología de premuestreo, Identificación de especies, Medición de carbono, Control y evaluación de calidad, seguridad y logística, Limpieza de datos).
- ✓ Evaluar los rendimientos en el establecimiento de las parcelas.

Puesto que El Salvador no dispone de información de parcelas de bosque, sean estas permanentes o temporales, la selección del tamaño de la muestra en la fase I fue realizada a criterio de expertos, y según las experiencias de los inventarios nacionales

forestales de Costa Rica y República Dominicana. Lo anterior resultó en disponer de 120 parcelas, levantadas en dos etapas:

1. Levantamiento de 40 parcelas por cuadrilla contratada directamente por el proyecto, y que luego fue la cuadrilla la que fungió como control de calidad de las parcelas a levantar por la consultora a contratar.
2. Levantamiento de 80 parcelas por cuadrilla de consultora contratada en el proyecto.

En la Tabla 7 se refleja la cantidad de parcelas levantadas por cada entidad y para cada estrato. Nótese la agrupación de los estratos de bosque perennifolio, bosque secundario y bosque caducifolio/semicaducifolio, inicialmente separados, pero que finalmente fueron agrupados.

Tabla 7. Cantidad de parcelas planificadas por estrato y entidad.

Estrato inicial	Estrato final	Superficie (ha)	% del territorio	Parcelas de fase I (premuestreo)		
				Consultora	Cuadrilla del proyecto	Total
Bosque perennifolio maduro	Bosque latifoliado	47,410.80	2.2	13	8	21
Bosque caducifolio/semicaducifolio maduro		34,236.35	1.6	9	5	14
Bosque secundario		409,056.15	19.2	38	10	48
Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	19,012.52	0.9	5	5	10
Bosque salado	Bosque salado	37,320.07	1.8	5	4	9
Total de bosque		547,035.89	25.7	70	32	102
Cafetales bajo sombra	Cafetales bajo sombra	172,851.42	8.1	10	8	18
Total		719,887.31	33.8	80	40	120

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Cabe mencionar que al principio no se tenía claridad si incluir los exbolsones o excluirlos, por lo que aquellas parcelas que fueron ubicadas en territorio de exbolsones se tuvo que reubicarlas, usando la técnica respectiva para que estuvieran fuera de esas zonas con problemas limítrofes.

Fase II (muestreo)

Para la fase II ha sido necesario calcular la intensidad de muestreo, que se define como el número de parcelas que hay que levantar por estrato objeto del inventario forestal. Esta intensidad de muestreo se debe ajustar a la precisión o al error con el que se deseen obtener los resultados del inventario.

Es evidente que a mayor precisión del inventario (o menor error), mayor será el esfuerzo en medios necesario para la realización del inventario. Por ello, a la hora de calcular la intensidad de muestreo, hay que partir de un error máximo determinado aceptable, e intentar levantar la mínima cantidad posible de parcelas, con la condición de no superar este error decidido *a priori*.

A la vista de los resultados de la fase de premuestreo (120 parcelas), el presente punto del informe recoge el proceso seguido para la determinación de la intensidad de muestreo, según este esquema:

- ✓ Se presenta la propuesta inicial de la intensidad de muestreo, que es la que se deriva del mantenimiento de los estratos cartográficos del mapa de coberturas y usos del suelo.
- ✓ Se presenta la propuesta final de la intensidad de muestreo. Con los datos del premuestreo se observó que los estratos de bosque perennifolio, bosque caducifolio/semicaducifolio y bosque secundario, presentaban valores similares entre sí. Esto condujo a la propuesta de agrupación de los estratos. La intensidad de muestreo final tiene en cuenta este hecho.

En cualquiera de los dos casos, el error prefijado se ha establecido en el 15 %, con una probabilidad fiducial del 95 % para cada estrato:

Tabla 8. *Error de muestreo máximo por estrato.*

Núm.	Estrato/tipo de bosque	Error de muestreo (%) inferior a
1	Bosque perennifolio maduro	15
2	Bosque caducifolio/semicaducifolio	15
3	Bosque secundario	15
4	Bosque de coníferas	15
5	Bosque salado	15
6	Café bajo sombra	15

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

La variable que se emplea para calcular el número de parcelas es aquella que representa la mayor variabilidad. Dado que en el momento del cálculo de dicha intensidad de muestreo todavía no se contaba con los datos del laboratorio del carbono orgánico en suelo, hojarasca y herbáceas, y por consiguiente no se puede calcular el carbono y dióxido de carbono (CO₂), las variables finalmente elegidas para los cálculos han sido: área basal, volumen y biomasa. A este respecto, cabe destacar el hecho que de estas variables solo el área basal es la que se obtiene directamente de la medida de los diámetros a la altura de pecho (DAP).

Los volúmenes y la biomasa, aunque empleados en los cálculos, provienen de un cálculo indirecto donde es necesario emplear otras variables (como por ejemplo la altura de los árboles), y que consecuentemente llevan un error de cálculo adicional. Además, el área basal es probablemente la variable más empleada y característica para definir errores en inventarios forestales.

Para el cálculo de la intensidad de muestro, además del error prefijado, es necesario conocer el coeficiente de variación. La finalidad principal de la fase de premuestreo es precisamente esta: conocer el coeficiente de variación de las variables estudiadas

para cada estrato. El coeficiente de variación (CV), se define como el cociente entre la desviación típica de la variable estudiada y la media aritmética de la misma variable, de acuerdo con la expresión siguiente:

$$(1) CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

Donde, s=desviación típica de la variable estudiada; $\bar{x}$ =media aritmética de la variable estudiada. El cálculo de la desviación típica (s) y de la media aritmética ($\bar{x}$) se realiza de acuerdo con las expresiones siguientes:

$$(2) s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3) \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Donde x_i es el i -ésimo valor medido.

Con la aplicación de estos cálculos se han obtenido los siguientes CV para las variables: área basal, volumen y biomasa para los diferentes estratos, considerando los árboles tanto de la UMBA1 (con DAP igual o mayor de 10 cm), como de la UMBA2 (DAP igual o mayor de 2 cm y menor de 9.9 cm), con sus correspondientes factores de expansión (estos resultados provienen del levantamiento de las parcelas de la fase I).

Tabla 9. Coeficientes de variación por estrato en la fase de premuestreo.

Estrato	CV		
	Área basal	Volumen	Biomasa
Bosque perennifolio maduro	0.47	0.75	0.78
Bosque secundario	0.50	0.76	0.81
Bosque caducifolio/semicaducifolio maduro	0.42	0.57	0.49
Bosque de coníferas	0.43	0.43	0.42
Bosque salado	0.32	0.43	0.54
Café bajo sombra	0.45	0.44	0.45

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Considerando que la distribución de las parcelas en cada estrato se realiza de forma aleatoria, la cantidad de las mismas se relaciona con el error máximo admisible para la variable en cada estrato (en este caso el 15 %), el propio CV y el valor estadístico de la *t* de *Student*, empleando la prueba bilateral o de dos colas agregadas (Fisher R.A. *et al.*, 1963).

De hecho, la exigencia del error se fija con una probabilidad fiducial ya establecida, que normalmente es del 95 %. El valor de estadístico de la *t* de *Student* depende del número de grados de libertad de la función (gl), que a su vez depende del número de parcelas (n; gl=n-1). También depende de la probabilidad fiducial prefijada. A estos efectos se puede emplear un valor de $t=2$. El valor inicial de la *t* de *Student* se debe estabilizar realizando tantas iteraciones como sea necesarias.

Es decir, con los resultados del número de parcelas del primer cálculo con $t=2$, se consulta el nuevo valor de la *t* de *Student* y se vuelve a calcular la fórmula de la intensidad de muestreo, hasta que el valor esté estabilizado. Con todo esto, para la determinación de la intensidad de muestreo final según el error admitido en el parámetro dasométrico, y el CV obtenido, se aplicará la siguiente fórmula (E es el error y n es el número de parcelas):

$$(4) \quad n = \frac{t^2 \cdot CV^2}{E^2}$$

Como se ha mencionado, la distribución de las parcelas en la fase II (muestreo), bajo la metodología en referencia, se basó tomando en consideración la variabilidad encontrada en la fase I en cada estrato (subpoblación), el error de muestreo de 15 % y ajustes a la estratificación, esto se refiere al ajuste del mapa de bosque elaborado en el 2014 con imágenes *RapidEye* 2011, y que al momento de realizar los ajustes los estratos sufrieron alteraciones, lo que dio paso a cambio de parcelas a otro estrato. Debido a la cantidad de parcelas planificadas en la Tabla 7, estas no corresponden en algunos estratos con las que finalmente, levantadas y descritas, se levantaron y

describen en la Tabla 11, dando como resultado un total de 199 parcelas, como se detalla en la Tabla 10.

Cabe mencionar que el área mínima cartografiable en cada estrato fue de 0.5 ha y sin considerar los exbolsones (áreas limítrofes con Honduras y con problemas de determinación de línea de frontera).

Tabla 10. Cantidad total de parcelas en fase II (muestreo) por estrato.

Tipo	Estrato final	Superficie (ha)	% territorio nacional	Parcelas de muestreo
Bosque	Bosque latifoliado	551,729.63	26.16	69
	Bosque de coníferas	17,715.02	0.84	70
	Bosque salado/mangle	37,097.13	1.76	43
	Subtotal bosque	606,541.78	28.76	182
Café	Café bajo sombra	174,834.00	8.29	17
Total	Total bosque + café (ámbito del INB)	781,375.78	37.05	199

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

La intensidad de muestreo final por fase y estrato queda recogida en la Tabla 11.

Tabla 11. Parcelas por fase y estrato realizadas en el INB.

Estrato inicial	Estrato final	Premuestreo			Muestreo			Total		
		REDD+*	VIELCA	Total	REDD+	VIELCA	Total	REDD+	VIELCA	Total
Bosque secundario	Bosque latifoliado	10	39	49	-	69	69	10	108	147
Bosque perennifolio maduro		4	11	15	-	-	-	4	11	
Bosque caducifolio maduro		5	9	14	-	-	-	5	9	
Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	5	5	10	3	67	70	8	72	80
Bosque salado	Bosque salado	4	5	9	4	39	43	8	44	52

Estrato inicial	Estrato final	Premuestreo			Muestreo			Total		
		REDD+*	VIELCA	Total	REDD+	VIELCA	Total	REDD+	VIELCA	Total
Subtotal de bosque		28	69	97	7	175	182	35	242	279
Café bajo sombra	Café bajo sombra	12	11	23	2	15	17	14	26	40
Subtotal café bajo sombra + bosque		12	11	23	2	15	17	14	26	40
Total café		40	80	120	9	190	199	49	270	319

Nota: *REDD+ se refiere a la unidad técnica del proyecto y/o cuadrilla de control de calidad. En total, por tanto, se han levantado 319 parcelas. Ver listado en Anexo 1.

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Distribución de la muestra

Una vez conocido el número de parcelas que se desea distribuir en cada estrato, y por fase, se aplica la metodología de la distribución balanceada espacialmente no-alineada con base en el corte del fractal curva de Peano en «X» segmentos de tamaños iguales, seleccionando una unidad de muestreo por segmento en forma aleatoria.

Con esta metodología se consigue que cada polígono, por pequeño que sea, tenga la misma probabilidad de ser seleccionado como muestra. Esto es especialmente importante en un país como El Salvador, donde hay una importante fragmentación de los bosques y un paisaje en mosaico. El proceso de distribución de la muestra se ha realizado siguiendo la metodología de Lister A. y Scott C. (2007).

Puesto que la metodología prevé la aplicación de múltiples herramientas de geoprocetamiento, se ha optado por crear un modelo en Model Builder de ArcMap para facilitar su implementación. Este modelo tiene como características principales las siguientes:

1. Toma como base la capa de bosque del año 2011, en su versión modificada (mejorada), proyectada en *Lambert Conformal Conic NAD27* y con unidades en

metros y con un tamaño de píxel de 5 m. Además, en esta capa se ha incorporado el criterio de establecer una superficie mínima de bosque de 0.5 ha.

2. El estrato se convierte a polígono y se le calcula el área para poder seleccionar la superficie mínima de este último, según la definición de bosque finalmente adoptada por el país. En este caso se han considerado aquellos polígonos cartográficos con una superficie mayor de 0.5 ha. No se han eliminado aquellos inferiores o iguales a 0.5 ha cuando a su alrededor disponían de un uso que también era bosque.
3. Tras añadir un campo con valor constante de «1» se convierte de nuevo a ráster y de ráster a punto. Esta capa de puntos con valor de la unidad se introduce en la herramienta facilitada por el Servicio Forestal de Estados Unidos, compuesta a su vez por dos *scripts* de *Python*:
 - ✓ *Script Spatial Order*. Esta herramienta asigna valores de orden a los *features* basándose en sus coordenadas «X» e «Y». El valor de orden puede ser usado para ordenar espacialmente los *features* de entrada en grupos que están cerca, y tienen valores de orden similares.
 - ✓ *Script Collocate*. Esta herramienta asigna un número de clase a los *features* basándose en la transferencia acumulada de valores de los atributos de dicho *feature*, un orden de visita y una capacidad. Se usa juntamente con el *script* anterior para crear clústeres de *features* que no excedan una capacidad dada.
4. La capa de puntos generada del paso anterior se transforma en ráster y después a polígono, para aplicar posteriormente el geoproceso *Create Random Points*, seleccionando el número de parcelas aleatoriamente que proceda, según la intensidad de muestreo obtenida. El resultado es una capa de puntos con la distribución de las parcelas.

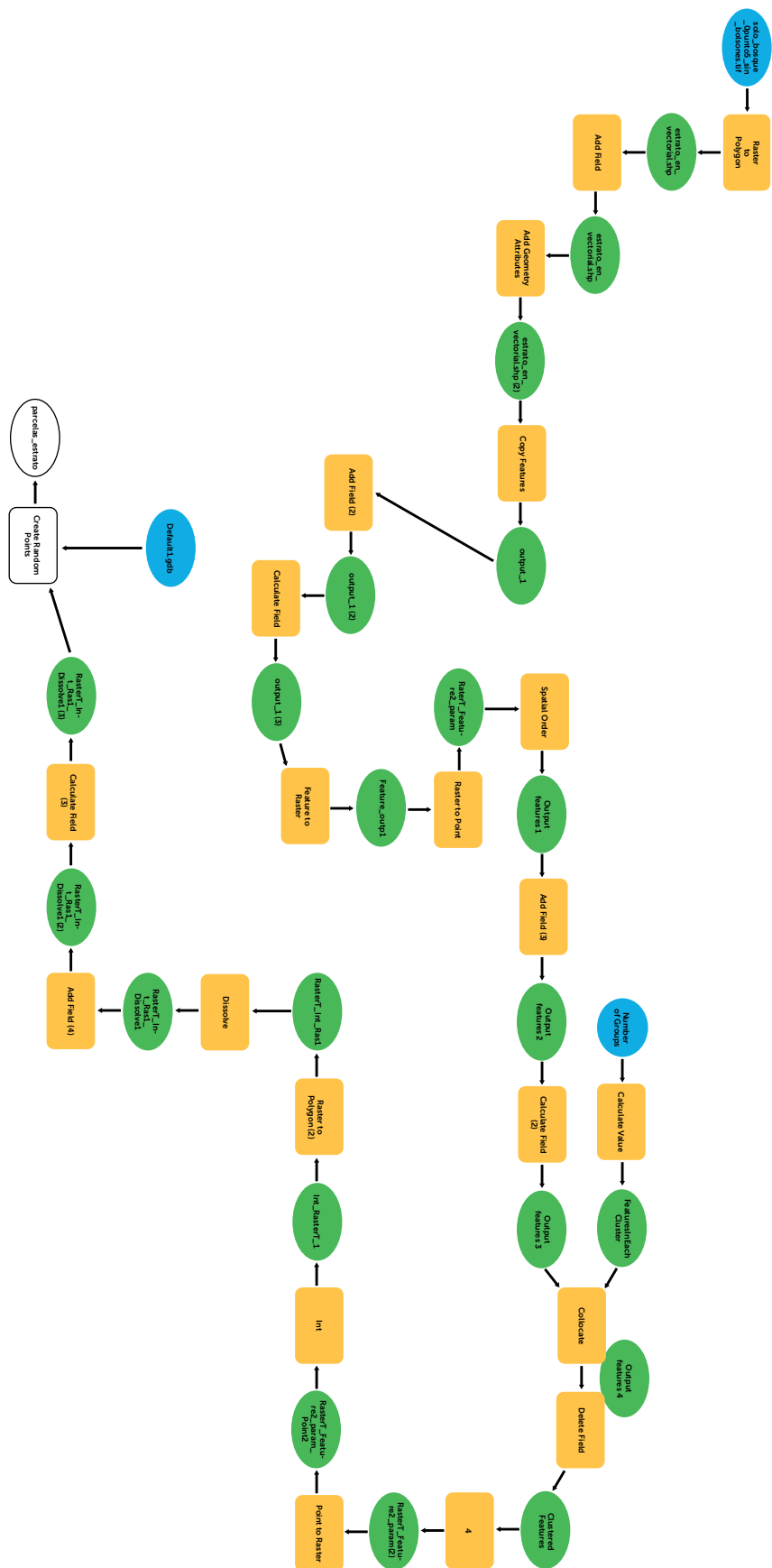


Figura 4. Model Builder empleado para la distribución de las parcelas.

Nota: *imagen de referencia del uso de la aplicación ModelBuilder en ArcGIS.

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Esta metodología fue empleada para la distribución de las parcelas tanto en la fase I como en la II. En el caso de la segunda, puesto que ya existe un levantamiento previo (el de la fase I o de premuestreo), y con tal de conseguir la distribución más balanceada posible, se procedió del siguiente modo:

- ✓ En vez de crear solo un número de clústeres equivalente al número de parcelas a levantar en la fase II, se crearon tantos clústeres como número total de parcelas hay que levantar (incluyendo premuestreo y muestreo, es decir, las fases I y II).
- ✓ Para los clústeres en los cuales ya había una parcela de premuestreo adentro se tomó dicha parcela de premuestreo.
- ✓ Para los clústeres vacíos se ubicó aleatoriamente una parcela, a levantar en la fase de muestreo. De esta forma, cada clúster creado tiene una parcela (o de muestreo o de premuestreo).
- ✓ En algunos casos ocurrió que en un clúster cayó más de una parcela de premuestreo en la distribución final de la muestra. En ese caso se consideraron dos parcelas en ese clúster, y se dejó vacío otro. En caso de requerir alguna parcela adicional, al final del levantamiento, se podrá emplear dicho clúster.
- ✓ Los procesos de asignación de parcelas a clústeres se realizaron empleando ArcMap, a través de procesos como *spatial joins*, *joins simples*, etc.

En la Figura 5 se muestra la distribución balanceada espacialmente, no-alineada, de nueve parcelas en la fase I (premuestreo), en el estrato de bosque salado, con una superficie de 37,320.07 ha, a nivel nacional, y así se aplicó para el resto de estratos.

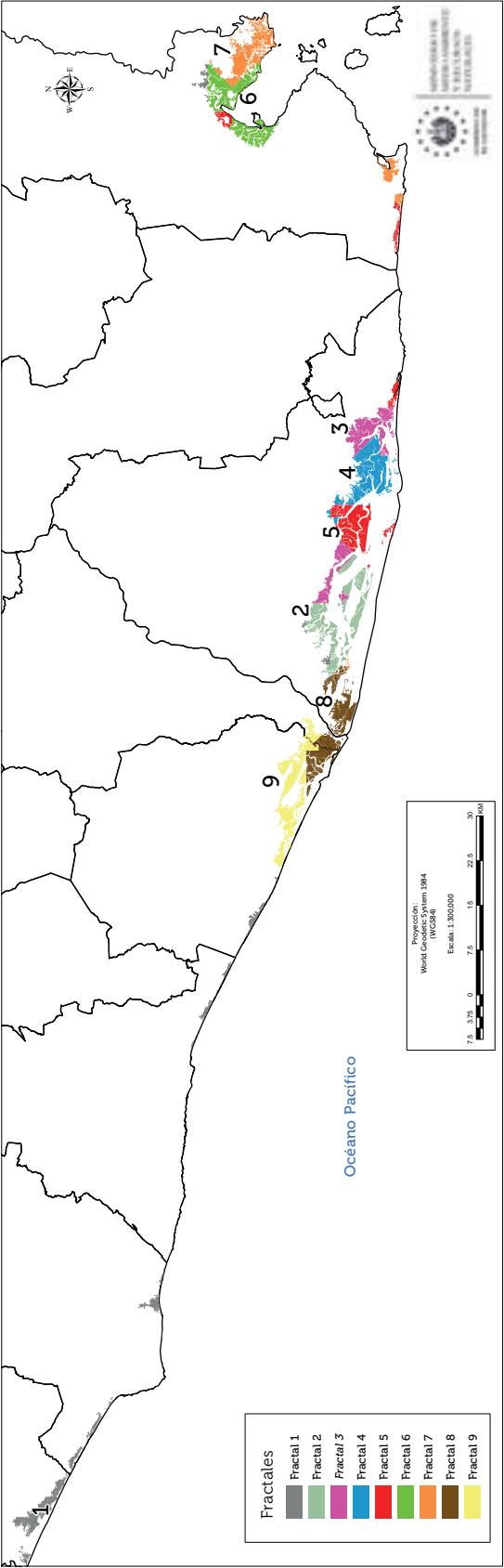


Figura 5. Distribución de nueve parcelas en el estrato de bosque salado en la fase I (premuestreo).
Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

En la Figura 6 se muestra la distribución, en los seis estratos iniciales, de las 120 parcelas de la fase I (premuestreo).



Figura 6. Distribución de las 120 parcelas en la fase I (premuestreo) en los seis estratos.
Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Esta es la distribución de parcelas de los diferentes estratos, basada en los fractales obtenidos según la metodología expuesta. Cada fractal viene coloreado y presenta en su interior una parcela distribuida de forma aleatoria. Obsérvese la distribución balanceada a lo largo del país.

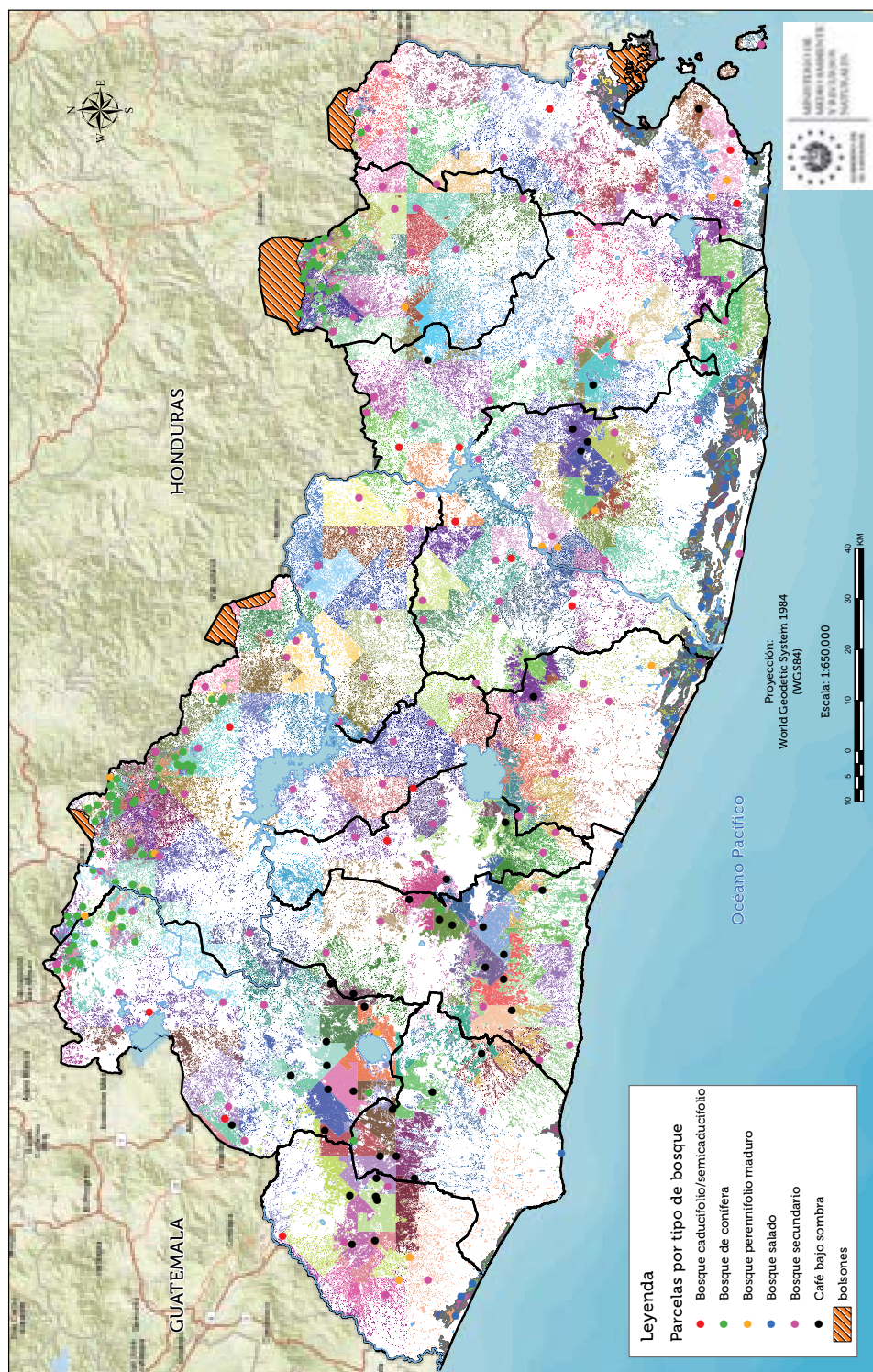


Figura 7. Mapa de fractales y distribución de parcelas para la fase II.
Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Una vez realizada la distribución aleatoria se procede a estudiar parcela por parcela. A ella se le añaden los metadatos siguientes: código de la parcela, estrato, departamento, municipio y cantón, coordenadas originales (las que se obtienen del procesamiento), Área Natural Protegida (ANP), pendiente, coordenadas reubicadas, fecha prevista del levantamiento y motivo de reubicación (a completar si procede). La reubicación se realiza en cumplimiento del Manual de campo, según las siguientes condiciones:

1. Se han redistribuido las parcelas cuya pendiente es superior al 70 %, por seguridad de los miembros de la cuadrilla y por la demora que supone la toma de datos en pendientes elevadas (para cumplir con los plazos, las parcelas se deben levantar como máximo en un día).
2. Las parcelas en exbolsones, ahora de Honduras, han sido redistribuidas al azar en el mismo fractal, de tal forma que, el punto de referencia de la parcela se ubique siempre en territorio salvadoreño.
3. Si la parcela ha caído en área deforestada, según se observa en la imagen más reciente disponible en el servidor de ortoimágenes de Google, se procede a ubicarla en el área de bosque más cercana que sea del mismo estrato. Para la fotointerpretación se adquirió el software *Arc2Earth*.
4. En caso de ubicarse la parcela en el límite del bosque se procede a cambiar la ubicación a una nueva, la que mejor se adecúe dentro del mismo estrato, siempre que los bordes se ubiquen a unos 10 m del borde del área de no bosque.

Forma, tamaño y características de las unidades muestrales

La unidad de muestreo se define como el mínimo elemento o parte en que está dividida la población de objetos (Orozco, L.; Brumér, C. 2002). En el caso de este inventario nacional de bosque, las unidades de muestreo fueron: parcela de 1000 m² en cinco estratos (bosque perennifolio maduro, bosque caducifolio/semicaducifolio

maduro, bosque secundario, bosque de conífera y bosque salado), pero en el estrato de café bajo sombra fueron unidades de muestreo de tamaño de 2500 m².

Una parcela de muestreo puede tener la forma de cualquier figura geométrica o incluso ser irregular, aun así, se han definido tres formas básicas: cuadradas, circulares y rectangulares.

En América del Norte, incluyendo México y en el noroeste de Europa, para Inventarios Forestales son usados con más frecuencia los sitios circulares. Su aplicabilidad radica en la facilidad para delimitarlos y a que, por la forma, inciden menos árboles orilla.

Adicionalmente, un análisis estadístico realizado con base en el Inventario Nacional de Honduras 2005-2006 indicó que, para parcelas rectangulares de ancho fijo de 20 m y superficies de 500, 1000, 2500 y 5000 m², no hay diferencias significativas estadísticamente para la estimación del volumen por unidad de superficie. Es decir, es posible utilizar cualquiera de estos tamaños y llegar a valores medios similares (Programa REDD+ Landscape / CCAD; 2016).

Para este INB de El Salvador se concretizaron los siguientes tres tipos de parcelas:

- ✓ **Unidad de muestreo rectangular anidada 1.** Este tipo de parcela será aplicado en los estratos siguientes: bosque perennifolio maduro, bosque caducifolio maduro, bosque secundario y bosque de coníferas. La superficie total de esta parcela es de 1000 m² (20 m x 50 m), con orientación Norte y las características se muestran en la Tabla 12 y la Figura 8.

Tabla 12. Características de las subparcelas en Unidades de muestreo rectangular anidada 1.

Código de subparcela	Componente/ nombre	Características	Cantidad de unidades	Núm. en Figura 8
UMBA1	Unidad de Muestreo de Biomasa Aérea 1	Parcela principal: rectangular de 20 m x 50 m (1000 m ²) y medición de árboles => a 10 cm de DAP.	1	1
UMBA2	Unidad de Muestreo de Biomasa Aérea 2	Parcela secundaria: rectangular de 5 m x 10 m (50 m ²) y medición de árboles => 2 cm de DAP y =< a 9.9 cm de DAP.	3	7
UMR	Unidad de Muestreo de Regeneración	Parcela regeneración: circular de 1 m de radio (3.1416 m ²) y medición de árboles =< de 1.9 cm de DAP y => a 30 cm de altura.	3	3
UMDA	Unidad de Muestreo de Diversidad Arbustiva, lianas, cañas, helechos y otras	Parcela de diversidad: rectangular de 2.5 m x 10 m (25 m ²) cantidad de arbustos, lianas, cañas, helechos, bambúes y otras.	1	8
UMDH	Unidad Muestral de Diversidad de Herbáceas	Parcela herbácea: cuadrada de 1 m x 1 m (1 m ²) y número de ejemplares de herbáceas.	1	9
UMBH	Unidad de Muestreo de Biomasa de Hojarasca y Herbácea	Marco de muestreo cuadrado de 0.5 m x 0.5 m (0.25 m ²).	4	4
BMM	Biomasa de Maderas Muertas	Transecto: línea de 10 m de longitud sobre la que se evalúan las intersecciones con material muerto caído.	3	2
UMSC	Unidad de Muestreo de Suelo para Carbono	Punto de muestreo de suelo con una profundidad de 20 cm.	4	5
UMSDA	Unidad de Muestreo de Suelo de Densidad Aparente	Densidad aparente del suelo. Ver Protocolo de Medición de Carbono en Suelo, Hojarasca y Herbáceas.	3	6

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

- ✓ **Unidad de muestreo rectangular anidada 2.** Este tipo de parcela es aplicada en el estrato de café bajo sombra y, por lo general, es similar a tipo de parcela «1», no obstante, tiene las siguientes diferencias:

- Largo de 125 m.
- Parcela central de latizales (UMBA2), es usada para registrar, también, las plantas de cafeto.

- ✓ **Unidad de muestreo en conglomerados.** Tipo de parcela usada solo en el estrato de bosque salado. Consiste en cinco unidades principales de forma circular de 200 m² y al interior de estas se establecen las subparcelas descritas en la Tabla 13 y la Figura 9.

Como se aprecia en la Tabla 13 no se contempla realizar subparcela de hojarasca y herbáceas, debido a que, es casi nula su presencia.

Las subparcelas circulares están separadas por 20 m una de la otra.

Tabla 13. Características de las subparcelas en Unidades de muestreo en conglomerado.

Código de subparcela	Componente/ nombre	Características	Cantidad de unidades / subparcela	Cantidad de unidades / parcela
UMBA1	Unidad de Muestreo de Biomasa Aérea 1	Parcela principal: circular de 7.98 m de radio (200 m ²) y medición de árboles => a 10 cm de DAP.	1	5
UMBA2	Unidad de Muestreo de Biomasa Aérea 2	Parcela principal: circular de 3 m de radio (28.27 m ²) y medición de árboles => a 2 cm de DAP y =< a 9.9 cm de DAP.	1	5
UMR	Unidad de Muestreo de Regeneración	Parcela principal: circular de 1 m de radio (3.14 m ²) y medición de árboles =< a 1.9 cm de DAP y => a 30 cm de altura.	1	5

Código de subparcela	Componente/ nombre	Características	Cantidad de unidades / subparcela	Cantidad de unidades / parcela
UMDA	Unidad de Muestreo de Diversidad Arbustiva, lianas, cañas, helechos y otras	Parcela principal: circular de 3 m de radio (28.27 m ²) y cantidad de arbustos, lianas, cañas, helechos, bambúes y otras. En la misma parcela de UMBA2.	1	5
UMDH	Unidad Muestral de Diversidad de Herbáceas	Parcela principal: circular de 1 m de radio (3.14 m ²) y número de ejemplares de herbáceas. En la misma parcela de UMR.	1	5
BMM	Biomasa de Maderas Muertas	Transecto: línea de 10 m de longitud sobre la que se evalúan las intersecciones con material muerto caído.	1	5
UMSC	Unidad de Muestreo de Suelo para Carbono	Punto de muestreo de suelo con una profundidad de 100 cm (dos muestras por punto, la primera de 0-50 cm y la segunda de 50-100 cm).	1	5
UMDA	Unidad de Muestreo de Suelo para Densidad Aparente	Densidad aparente del suelo (dos muestras por punto, la primera de 20-25 cm y la segunda de 70-75 cm).	3	6

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

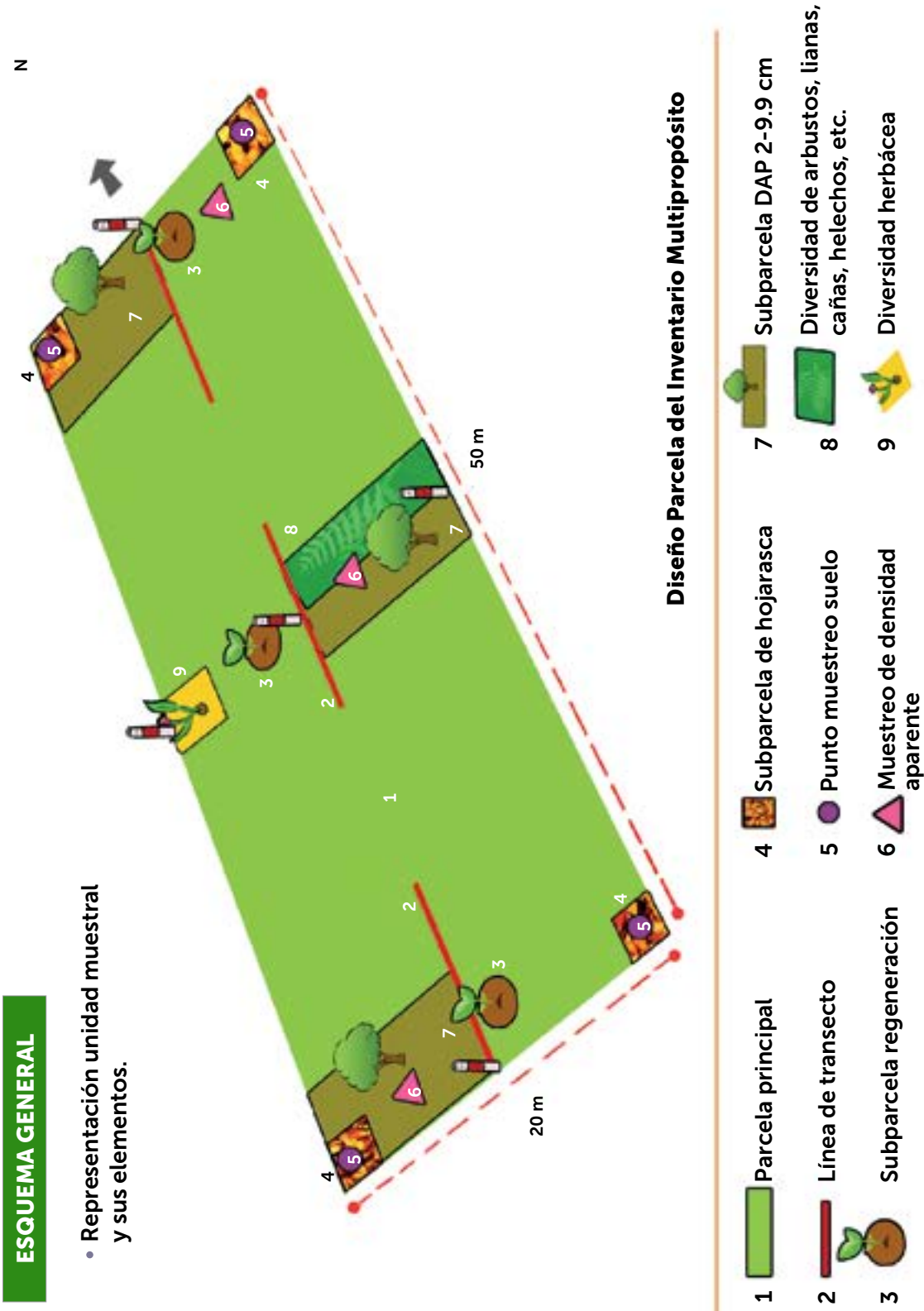


Figura 8. Parcela principal anidada.
Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

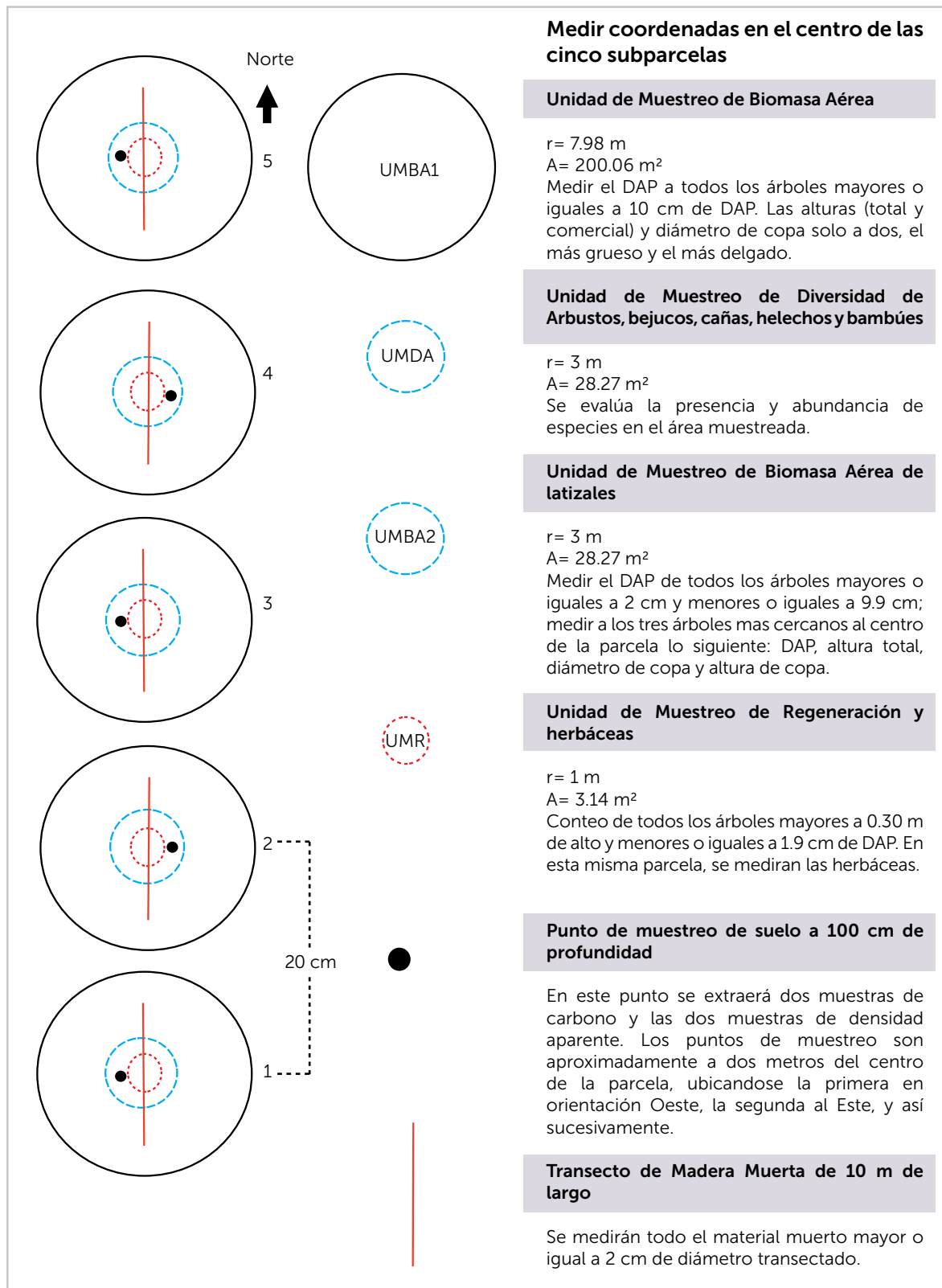


Figura 9. Parcela principal en conglomerado para estrato de bosque salado.

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Procesamiento de datos y obtención de resultados

Sistema integral de gestión de datos

A la hora de plantear el procesamiento de un volumen de datos tan grande como el generado por el INB, se decidió desarrollar un sistema integral de gestión de datos que permitiese un tratamiento ágil y flexible. Este sistema está formado por los siguientes componentes:



Figura 10. Esquema del sistema integral de gestión de datos.

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

El componente sobre el que descansa todo el sistema es la base de datos, donde están introducidos los levantamientos de la totalidad de las parcelas. La tecnología empleada en esta base de datos es *PostgreSQL*, base relacional orientada a objetos y libre.

Esta tecnología, ampliamente consolidada y empleada a nivel mundial, permite el acceso concurrente a los datos (elemento clave para permitir el trabajo coordinado de los diferentes miembros participantes en el proceso de planificación, digitación,

revisión, validación, evaluación, finalización y entrega de los datos), así como, una gran versatilidad y rapidez en la realización de consultas complejas, lo que facilita el procesado y análisis.

Los datos se almacenan en tablas según una estructura de datos (ver Anexo 1). Dichos datos se pueden exportar a *Excel* o *Access* y articularlos en las correspondientes plantillas. La base de datos relacional se gestiona desde el *software dBeaver*.

Con este sistema, una parte importante del procesado se ha realizado directamente por consultas SQL a la base de datos. En caso de realización de procesados más complejos, se han complementado las consultas con las siguientes tecnologías:

- ✓ Excel con el complemento XLSTAT para el análisis estadístico de errores, y la obtención de las relaciones altura – diámetro, cálculos ANOVA, entre otros.
- ✓ Python para el desarrollo de los algoritmos de ubicación de las parcelas y otros cálculos de apoyo.
- ✓ El paquete *ArcGIS* para el análisis espacial, en sentido amplio. Las técnicas geoestadísticas para la interpolación de variables se han realizado con la extensión *Geostatistical Analyst*. También se ha implementado un modelo con *Model Builder* para facilitar la ubicación de parcelas de la fase II, así como para toda la gestión del componente geoespacial en cuanto a cartografía de campo, reubicaciones de parcela, edición de los mapas, etc.

En este punto se resume el procesamiento de datos aplicado para el cálculo de cada variable. Se ha redactado una memoria de cálculo que se puede consultar para obtener más información sobre cómo se han realizado los cálculos.

La base de datos empleada ha servido para desarrollar el procesamiento, análisis e interpretación tanto de los datos de campo, como de los resultados. Por una

parte, se dispone de la plataforma de introducción de datos (tecnología Odoo), en la que se encuentran organizados todos los datos de campo.

Por otra parte, se ha desarrollado una segunda plataforma de resultados, esta vez mediante la tecnología Pentaho.

La plataforma de *Pentaho* es en realidad un cuadro de mandos con capacidades de Inteligencia Comercial (*Business Intelligence*), en el que se estructuran los distintos productos generados para el INB. Esta plataforma permite la consulta, el análisis comparativo y la interpretación de los resultados de forma cómoda. Cabe mencionar que los resultados se generan a partir de consulta directa (a la base de datos citada, *PostgreSQL*), en tiempo real. Esto quiere decir que, si los datos se ajustan, añaden o complementan en el futuro, los resultados a nivel de parcela y de estrato-parcela se mostrarán automáticamente actualizados, según los nuevos datos introducidos.

Los datos a nivel de estrato y de país no se actualizarán automáticamente, porque se han realizado con base en unos cálculos estadísticos avanzados que no han sido automatizados en Pentaho.

Cálculo de variables del INB

Los productos (variables) generados por el INB son de tres tipos:

1. Variables forestales.
2. Variables de carbono – CO₂.
3. Variables ambientales.

Cálculo de variables forestales

Este punto desarrolla el cálculo de las variables forestales siguientes: diámetro medio aritmético, diámetro medio cuadrático, altura total, altura comercial, superficie de copa, fracción de cabida cubierta, área basal, volumen total, volumen comercial y biomasa total aérea viva.

Cálculo de los componentes del carbono

Los componentes de carbono calculados para el INB de El Salvador son los recogidos en usos AFOLU (*Agriculture, Forestry and Other Land Use*), en IPCC (2006), ordenados en las siguientes categorías (ver Figura 11):

- ✓ CO₂ de árboles con DAP mayor o igual a 10 cm (UMBA1).
- ✓ CO₂ de árboles con DAP mayor o igual a 2 cm, pero menor a 10 cm (UMBA2).
- ✓ CO₂ raíces.
- ✓ CO₂ hojarasca.
- ✓ CO₂ madera muerta.
- ✓ CO₂ herbáceas.
- ✓ CO₂ suelo.

Depósito		Descripción
Biomasa viva	Aérea	Toda la biomasa de la vegetación viva, tanto de madera como herbácea, que se halla por encima del suelo, incluidos tallos, cepas, ramas, corteza, semillas y follaje. Nota: en los casos en los que el sotobosque sea un componente menor del depósito de carbono de la biomasa aérea, es aceptable que se lo excluya para las metodologías y los datos asociados que se utilizan en ciertos niveles, siempre que estos se empleen de manera coherente a lo largo de toda la serie temporal del inventario.
	Subterránea	Toda la biomasa de las raíces vivas. A menudo, las raíces finas, de menos de 2 mm de diámetro (sugerido), se excluyen porque, empíricamente, no se las puede distinguir de la materia orgánica del suelo o de la hojarasca.
Materia orgánica muerta	Madera muerta	Incluye toda la biomasa leñosa no viviente que no está contenida en la hojarasca, ya sea en pie, tendida en el suelo o semienterrada. La madera muerta incluye aquella tendida en la superficie, las raíces muertas y las cepas de 10 cm de diámetro o más (o del diámetro especificado por el país).
	Hojarasca	Incluye toda la biomasa no viva, con un tamaño mayor que el límite establecido para la materia orgánica del suelo (sugerido 2 mm), y menor que el diámetro mínimo elegido para la madera muerta (Ej. 10 cm), que yace muerta, en diversos estados de descomposición por encima o dentro del suelo mineral u orgánico. Incluye la capa de hojarasca, como se la define habitualmente, en las tipologías de suelos. Las raíces vivas finas por encima del suelo mineral u orgánico (por debajo del diámetro mínimo límite elegido para la biomasa subterránea), se incluyen con la hojarasca cuando no se las puede distinguir de esta última, empíricamente.
Suelos	Materia orgánica del suelo	Incluye el carbono orgánico contenido en suelos minerales hasta una profundidad dada, elegida por el país y aplicada coherentemente a lo largo de la serie temporal. Las raíces finas vivas y muertas, y la DOM (<i>Dead Organic Matter</i> , Materia Orgánica Muerta), que se encuentran dentro del suelo y que miden menos que el límite de diámetro mínimo (sugerido 2 mm), para raíces y DOM se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no se las puede distinguir de esta última, empíricamente. El valor por defecto para la profundidad del suelo es de 30 cm. En el caso de El Salvador, la profundidad es de 20 cm para el bosque general y el café bajo sombra, y 100 cm para el mangle.

Figura 11. Definiciones de los depósitos de carbono utilizados en AFOLU, para cada categoría del uso de la tierra.

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

La Figura 12 resume los componentes de carbono que se calculan en el INB.

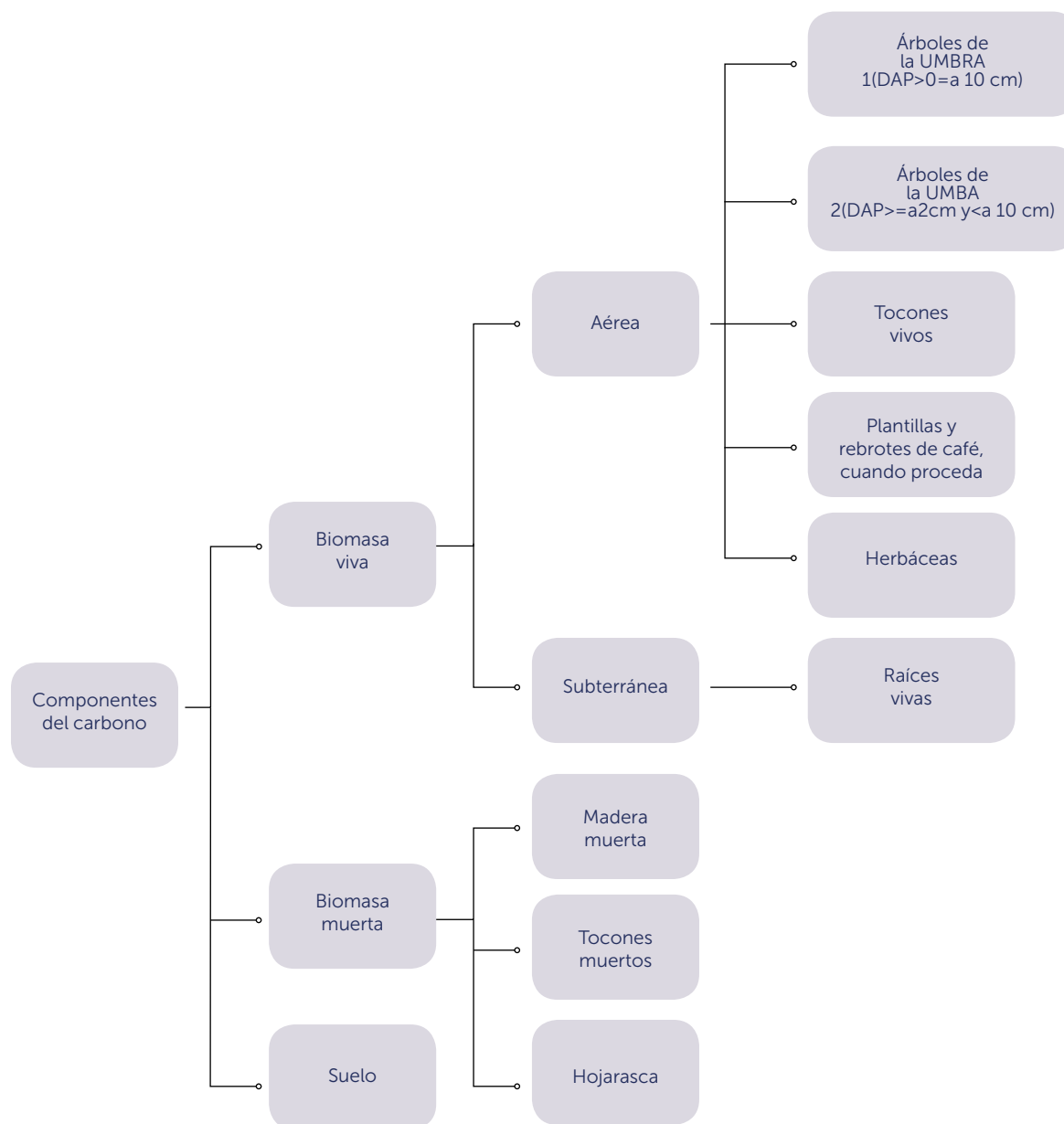


Figura 12. Componentes de carbono analizados en el INB.

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Cálculo de variables ambientales

Entre las variables ambientales están:

- ✓ Variables de regeneración: densidad, altura promedio, número de especies distintas.
- ✓ Variables relacionadas con el estado fitosanitario: solo se da en árboles en las subparcelas UMBA1 y UMBA2, donde se conocerá la densidad y porcentaje de árboles dañados por:
 - Mecánico.
 - Insecto.
 - Patógeno.
 - Incendio forestal.
 - Árboles muertos.
 - Epifitismo.
 - Otros.
- ✓ Variables de diversidad:
 - Herbáceas: densidad y porcentaje, total de especies y lista distintas a herbáceas.
 - Arbustos, bejucos, cañas, helechos y bambúes: densidad y porcentaje, total de especies y lista de especies distintas.

- Cálculo de índices de diversidad: se realiza por estrato. Se miden los índices de diversidad para: los árboles medidos (UMBA1 y UMBA2), herbáceas; y arbustos, bejucos, cañas, helechos y bambúes. Los índices de diversidad propuestos son:
 - Índice de Berger-Parker.
 - Índice de Margalef.
 - Índice de Menhinick.
 - Índice de Simpson.
 - Índice de Shannon-Wiener.

Agregación estadística de las variables a nivel de estrato y país

La metodología estadística empleada para el cálculo de las variables a nivel de estrato y país, viene determinada por la presencia simultánea de diferentes estratos de vegetación, dentro del estrato cartográfico tomado como base.

Esta dificultad técnica se resuelve empleando la metodología descrita por Charles T. Scott en: *Estimation Using Ratio-to-Size Estimator Across Strata and Subpopulations (2018)*. Se basa en un análisis de vegetación para cada parcela y estrato, donde se relaciona el estrato teórico del mapa de usos del suelo de El Salvador con el estrato real, basado en la vegetación encontrada al inventariar la parcela.

Se calcula para cada estrato cartográfico la representación de la variable estudiada para el estrato asignado, y para el resto de los estratos encontrados, de acuerdo con la vegetación real existente.

Esquemáticamente, todas las combinaciones posibles se pueden representar de la siguiente manera, para cualquiera de las variables estudiadas:

Estrato	Vegetación real			
	Bosque latifoliado (BL)	Bosque de coníferas (BC)	Café bajo sombra (CBS)	Bosque salado (BSA)
Bosque latifoliado (BL)	BL-BL*	BL-BC	BL-CBS*	BL-BSA
Bosque de coníferas (BC)	BC-BL*	BC-BC*	BC-CBS	BC-BSA
Café bajo sombra (CBS)	CBS-BL*	CBS-BC	CBS-CBS*	CBS-BSA
Bosque salado (BSA)	BSA-BL*	BSA-BC	BSA-CBS	BSA-BSA*

Figura 13. Combinaciones de estratos de vegetación cartográfica y real.

Nota: *estas combinaciones existen en el país.

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Donde:

- ✓ BL-BL: en el estrato mapa de bosque latifoliado, valor real encontrado de bosque latifoliado.
- ✓ BL-BC: en el estrato mapa de bosque latifoliado, valor real encontrado de bosque de coníferas.
- ✓ BL-CBS: en el estrato mapa de bosque latifoliado, valor real encontrado de café bajo sombra.
- ✓ BL-BSA: en el estrato mapa de bosque latifoliado, valor real encontrado de bosque salado.
- ✓ BC-BL: en el estrato mapa de coníferas, valor real encontrado de bosque latifoliado.

- ✓ BC-BC: en el estrato mapa de coníferas, valor real encontrado de bosque de coníferas.
- ✓ BC-CBS: en el estrato mapa de coníferas, valor real encontrado de café bajo sombra.
- ✓ BC-BSA: en el estrato mapa de coníferas, valor real encontrado de bosque salado.
- ✓ CBS-BL: en el estrato mapa de café bajo sombra, valor real encontrado de bosque latifoliado.
- ✓ CBS-BC: en el estrato mapa de café bajo sombra, valor real encontrado de bosque de coníferas.
- ✓ CBS-CBS: en el estrato mapa de café bajo sombra, valor real encontrado de café bajo sombra.
- ✓ CBS-BSA: en el estrato mapa de café bajo sombra, valor real encontrado de bosque salado.
- ✓ BSA-BL: en el estrato mapa de bosque salado, valor real encontrado de bosque latifoliado.
- ✓ BSA-BC: en el estrato mapa de bosque salado, valor real encontrado de bosque de coníferas.
- ✓ BSA-CBS: en el estrato mapa de bosque salado, valor real encontrado de café bajo sombra.
- ✓ BSA-BSA: en el estrato mapa de bosque salado, valor real encontrado de bosque salado.

Sumando por columnas se obtienen valores totales por tipos de vegetación real, de tal forma que consultado por columnas se respondería a la pregunta: la vegetación real «X», ¿en qué estratos cartográficos se distribuye?

Sumando valores por filas se obtienen valores totales por estrato cartográfico, de tal forma que consultando por filas se respondería a la pregunta: en el estrato cartográfico «X», ¿qué vegetación real hay?

En el caso de que el mapa de usos del suelo hubiera sido 100 % consistente respecto a la vegetación real encontrada, la Figura anterior se representaría de la siguiente manera.

Estrato mapa	Tipo de vegetación real encontrada			
	Bosque latifoliado (BL)	Bosque de coníferas (BC)	Café bajo sombra (CBS)	Bosque salado (BSA)
Bosque latifoliado (BL)	BL-BL*	0	0	0
Bosque de coníferas (BC)	0	BC-BC*	0	0
Café bajo sombra (CBS)	0	0	CBS-CBS*	0
Bosque salado (BSA)	0	0	0	BSA-BSA*

Figura 14. Ejemplo de combinación de estratos de vegetación para un mapa de usos 100 % preciso.
Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.

Como se ha visto, cada estrato cartográfico se compone de la combinación de varios estratos de vegetación real encontrada. El cálculo de la proporción de la variable estudiada desglosada por estrato se realiza de la siguiente manera:

Media de la variable estudiada:

$$(5) \bar{Y}_d = \frac{\sum_i^n y_{id}}{n}$$

Donde:

$\bar{Y}_d$ = valor de la variable estudiada, de la vegetación real respecto de los cuatro estratos teóricos, expresado en las unidades que correspondan.

n= número de parcelas del estrato que corresponda.

Media total de la variable estudiada: $(6) \hat{Y}_d = A \cdot y_d$

Donde:

A = superficie del estrato g (ha)

Varianza de la media: $(7) v(\bar{Y}_d) = \frac{s^2}{n} = \frac{\sum_i^n y_{id}^2 - n\bar{y}_d^2}{n(n-1)}$

Donde:

s²= varianza de la variable estimada en el estrato cartográfico.

Varianza total de la población: $(8) v(\hat{Y}_d) = A^2 \cdot v(\bar{Y}_d)$

Una vez calculadas varianzas y errores se han determinado los intervalos de confianza para la media de cada variable estudiada:

$$(9) \bar{Y}_d \pm \varepsilon = \bar{Y}_d \pm t \cdot \sqrt{v(\hat{Y}_d)}$$

Donde t corresponde al valor de la distribución de *Student* para una probabilidad del 95 % (es decir, en el 95 % de las estimaciones, los límites inferior y superior del intervalo de confianza contienen el verdadero valor del parámetro estimado) y $n-1$ grados de libertad.

La agregación estadística se ha realizado empleando plantillas de Excel.

Metodologías cartográficas

Una vez obtenido el valor de cada variable para cada parcela, se han de calcular los mapas ráster continuos de cada una de ellas, a través de técnicas geoestadísticas.

El procedimiento a seguir ha de ser el siguiente:

1. Se estudia cada variable a nivel estadístico.
 - ✓ En primer lugar, se calcula el histograma y se observa si el mismo presenta normalidad. Se calculan el valor central, la dispersión y la simetría del mismo. También se pueden observar los *outliers* en el diagrama. Si la mediana tiene aproximadamente un valor parecido a la media, es probable que los datos estén distribuidos normalmente. En caso de que no lo estén, se aplican transformaciones para adecuarlos a una distribución normal.
 - ✓ También se calcula el Normal QQPlot, que se usa para comparar la distribución de los datos respecto a una distribución estándar normal. Cuanto más cerca estén los puntos a la línea de 45°, más se sigue una distribución normal.
 - ✓ Se calcula el diagrama Voronoi, eligiendo como variable a mostrar la entropía o la desviación estándar. Los polígonos de *Thiessen* generados se tienen que distribuir aleatoriamente.

Esto permite detectar si los datos son o no estacionarios. Los datos son estacionarios cuando la relación entre dos puntos depende solo de la distancia que hay entre ellos. La varianza de los datos es constante. Si no lo es, los datos no son estacionarios.

- ✓ Se analiza la existencia de tendencias. El componente no aleatorio que supone dicha tendencia puede ser representado por una fórmula matemática, que debe ser obtenida durante el proceso de interpolación. Esa tendencia es eliminada de los datos para poder hacer un ajuste satisfactorio.
 - ✓ Se analiza la autocorrelación espacial. Se asume que los puntos que están cercanos entre sí presentan valores similares. A través del semivariograma/nube de covarianza se puede observar esta relación. En ese caso, en los modelos se introduce la anisotropía para eliminar este efecto.
2. Se eligen los parámetros y el modelo de interpolación. En el caso del INB de El Salvador, de mayor a menor complejidad, se han de emplear los modelos de interpolación IDW (*Inverse Distance Weighted*), *Kriging simple* y *kriging* ordinario. En cada caso se analiza si se introduce una transformación para normalizar los datos, si se eliminan tendencias, de qué orden son las mismas y se introduce o no la anisotropía. También se observan y eliminan valores anómalos.
 3. Finalmente, una vez elegido el modelo, se calculan tanto la estimación como su error estándar asociado. Para ello se generan los rásters continuos y reclasificados necesarios, y se procede con el montaje de los mapas respectivos. Cuando la interpolación se realiza a través de IDW no se pueden calcular los errores asociados a la estimación.

Estos datos pueden ser empleados para la obtención de resultados de las variables, para aquellos lugares en los que no existe medición en campo. Dado que la metodología del INB está diseñada para un nivel nacional, cuando solo sea posible calcular un IDW no se podrá calcular el error asociado con la estimación y, por tanto, se deberá tener cautela a la hora de emplear esos resultados a un nivel subnacional.

Análisis de control y evaluación de calidad de los datos

El análisis de la calidad de los datos ha sido realizado desde varios enfoques:

- ✓ Control de calidad realizado sobre los datos levantados, para verificar su consistencia y la realización de los correspondientes ajustes. Este control de calidad ha sido realizado, o bien a través de verificaciones en campo o a través del establecimiento de reglas de comprobación.
- ✓ Determinación de los valores anómalos u *outliers* para el cálculo de las relaciones altura – diámetro. Este procedimiento ha sido explicado en la metodología.
- ✓ Determinación de los valores anómalos u outliers de los resultados de las variables dasométricas obtenidas.

El control de calidad de los datos ha sido continuo durante todo el inventario, desde la fase de recolección de datos, hasta la digitación, revisión, validación, evaluación y entrega final de cada parcela. Para ello se ha aplicado el correspondiente Protocolo de control de calidad por parte del MARN, así como un Protocolo interno de la empresa consultora.

Los datos fueron sometidos además a una serie de verificaciones, aplicando consultas a la base de datos que permitieran identificar posibles inconsistencias:

- ✓ Altura comercial y altura total relacionada con su DAP (proporcionalidad de los datos).
- ✓ Comprobación de que la altura comercial no sea superior a la altura total.
- ✓ Comprobación de las siguientes condiciones:

- Si un árbol tiene un DAP inferior a 15 cm, no tiene altura comercial.
- Si un árbol tiene un DAP de 15 cm, la altura comercial es 1.30 m.
- ✓ Comprobación de la correcta correspondencia de los hábitos de crecimiento para cada tipo de subparcela. Por ejemplo, no puede haber especies arbóreas en la parcela de diversidad de herbáceas (UMDH), ni en la parcela de diversidad de arbustos (UMDA).
- ✓ Verificación de que los datos están completos (por ejemplo, que el campo del código de la especie esté siempre completado, a menos que el árbol esté muerto y no se haya podido identificar).
- ✓ Cuando hay dos campos que recogen el mismo dato (por ejemplo, en UMBA2, si un árbol está muerto debe indicarse que así es en el estado fitosanitario, pero también en el campo de estado), verificación de que ambos campos son coherentes en cuanto a su contenido.
- ✓ Comprobación de que las coordenadas de los árboles de la UMBA1 no sobrepasan los límites máximos de la parcela, según el tipo que corresponda a esta.
- ✓ Verificación de coordenadas digitadas, observando la fotografía tomada al GPS en el momento del levantamiento.
- ✓ Comprobaciones cartográficas en cuanto a la correspondencia del estrato, pendiente, orientaciones, propiedad, etc.
- ✓ Verificación de las fotografías Oeste, Norte, Este y copa; la orientación de la toma con software específico y que se observe lo que se indica en el formulario.
- ✓ Verificación de especies por su localización.

- ✓ Verificación de la correcta toma de las muestras de suelo, hojarasca y herbáceas.

El Protocolo de control y evaluación de calidad se hará de las siguientes formas:

1. Control de calidad. Se hará mediante dos modalidades:

- ✓ Verificación de campo directa, con los siguientes objetivo, meta y definición:

- **Objetivo:** para medir la precisión de las mediciones de la cuadrilla de campo (CC), y proporcionar una respuesta inmediata.
- **Meta:** controlar un mínimo del 3 % de las parcelas realizadas. Este control se realizará en dos fases: fase inicial, con el arranque de las actividades de la cuadrilla, es decir, es indispensable la presencia de la cuadrilla de control y calidad (CCC), los primeros levantamientos de parcelas; y una fase intermedia durante la marcha del levantamiento de unidades de muestreo, que podría ser una supervisión esporádica a la cuadrilla de campo (CC), en caso que se determine que la cuadrilla o un miembro de esta levanta datos con muchas inconsistencias.

Se deberá intensificar la supervisión y llamar la atención con las observaciones y recomendaciones. En el caso extremo que la cuadrilla o algún miembro de esta no acate las recomendaciones realizadas por la cuadrilla de control y calidad, se procederá a gestionar su cancelación o despido.

- **Definición:** una cuadrilla de control y calidad acompaña a una cuadrilla de campo a una parcela. La cuadrilla de campo mide la parcela y las subparcelas, mientras que la cuadrilla de control y calidad observa. Durante el levantamiento de datos por la cuadrilla de campo, la cuadrilla de control y calidad puede hacer sus observaciones y recomendaciones a cada miembro de cuadrilla si existen inconsistencias en su trabajo.

A su vez, cuando la cuadrilla de campo haya terminado las mediciones, ambas cuadrillas se reunirán ya sea en el campo, la oficina o ambos lugares, para identificar las causas de los errores y brindar las recomendaciones para su mejora.

La cuadrilla de control y calidad elaborará un informe (ver formato en Anexo 1), donde deje plasmadas las inconsistencias y/o observaciones (causas de los errores), como las recomendaciones, y las dará a conocer por escrito al coordinador de cuadrilla, con el fin que este las tome en consideración de inmediato.

✓ Verificación indirecta con datos. Tiene por objetivo, meta y definición lo siguiente:

- **Objetivo:** para medir la precisión de las mediciones de la cuadrilla de campo y proporcionar una respuesta después.
- **Meta:** hacer un mínimo de 2 % de total de parcelas.
- **Definición:** al verificar los formularios de campo, la cuadrilla de control y calidad determina inconsistencias que ameritan ir a la parcela levantada con los datos recopilados por la cuadrilla de campo, con el fin de verificar y poder conocer la razón de dicha inconsistencia. A su vez observar y/o corregir toda deficiencia de toma de datos. Cuando las inconsistencias encontradas (ya sea antes o después de ir al campo) en el levantamiento de datos de campo son altas, y no se puede solventar con hacer algunos ajustes, sino que amerita hacer un nuevo levantamiento de parcela, será necesario informar a la cuadrilla de campo para que realice dicha acción.

2. Evaluación de calidad

Este control se hará mediante la modalidad de «verificación de campo indirecta sin datos», el cual tiene el objetivo, meta y definición, siguientes:

- ✓ **Objetivo:** evaluar la calidad de los datos de manera objetiva y cuantitativa.
- ✓ **Meta:** hacer un 5 % del total de las parcelas realizadas en INB, con selección aleatoria de las parcelas aprobadas por la CCC.
- ✓ **Definición:** después que una CC finaliza el levantamiento de datos de cierta cantidad de parcelas, la CCC revisa los datos recolectados y de aquellas parcelas que hayan sido aprobadas (sin observar inconsistencias), la CCC selecciona aleatoriamente las parcelas en que deberá hacerse un nuevo levantamiento de datos, ya sea al día siguiente, a la semana o al mes siguientes.

Esta cuadrilla de control de calidad tiene la consideración que no tiene acceso a los datos de la CC y, por tanto, no los puede ver, excepto los números de los árboles tipos en UMBA1 (árboles iguales o mayores de 10 cm de DAP), que han de conocerse, para medir los mismos árboles que midió la CC, para luego evaluar la altura comercial, altura total y radios de copa, de lo contrario se vuelve más compleja su valoración y con menos calidad.

Protocolos desarrollados

Para realizar el INB se hizo necesario elaborar los siguientes seis Protocolos:

1. **Manual de campo.** Diseño de parcela y medición de variables de sitio y dasométricas. Este Protocolo fue desarrollado por el coordinador del INB, la cuadrilla contratada por el proyecto REDD+MbA y el equipo técnico interinstitucional.
2. **Control y evaluación de calidad.** Desarrollado por el coordinador del INB y la cuadrilla contratada por el proyecto REDD+MbA.
3. **Seguridad y logística de cuadrilla.** Elaborado por la cuadrilla contratada por el proyecto REDD+MbA y el coordinador del INB.

4. **Recolección, Identificación de especies vegetales y conservación de muestras botánicas.** Redactado por la cuadrilla contratada por el proyecto REDD+MbA, el coordinador del INB y el mayor aporte por los técnicos del herbario del Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES).
5. **Medición de carbono en suelo, hojarasca y Herbáceas.** Fue elaborado con el apoyo incondicional de los docentes de la facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad de El Salvador (UES), por la cuadrilla contratada por el proyecto REDD+MbA y el coordinador del INB.
6. **Metodología para la fase I (premuestreo) y fase II (muestreo).** Desarrollada por el coordinador del INB, con los aportes de la consultora contratada y el Servicio Forestal de Estados Unidos.

Cada Protocolo puede ser consultado por separado de este documento.

También es de mencionar que existe la memoria de cálculo del INB, por separado, siendo un Protocolo adicional que resulta luego del análisis y procesamiento de los datos del INB.

Referencias bibliográficas

- Andrew J. Lister, Charles T. Scott. (2007). *Use of space-filling curves to select sample locations in natural resource monitoring studies*. Environ Monit Assess.
- Charles T. Scott. (2018). *Estimation Using Ratio-to-Size Estimator Across Strata and Subpopulations*.
- Orozco, L; Brumér, C. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. Serie Técnica. Manual Técnico núm. 50. Catie, Turrialba, Costa Rica.
- Emanuelli, P; Milla, F; Duarte, E. *Inventario multipropósito de recursos vegetacionales en sitios piloto del programa REDD+ LANDSCAPE/CCAD-GIZ*. El programa Gestión del paisaje y de los recursos para aumentar las reservas de carbono en Centroamérica (REDD+ Landscape/CCAD) es implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Disponible en: http://www.reddccadgiz.org/documentos/doc_1160613114.pdf.
- Kauffman, J.B.; Donato, D. C. y M. F. Adame. (2013). *Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares*. Documento de trabajo 117. Center for International Forestry Research (Cifor). Bogor, Indonesia. Disponible en: http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/serien/yo/CIFOR_WP/117.pdf.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)-Programa REDD-CCAD-GIZ. 2015. *Inventario Forestal Nacional de Costa Rica 2013-2014: Marco conceptual y metodológico para las fases de premuestreo y muestreo*. Compilado por: Ing. Jorge Fallas Gamboa, para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica, ejecutado por el Sinac en el marco del programa REDD/CCAD/GIZ. San José, Costa Rica. Disponible en: http://www.sirefor.go.cr/?wpfb_dl=8.
- Programa REDD/CCAD-GIZ - SINAC. (2015). *Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014-2015. Resultados y Caracterización de los Recursos Forestales*. Preparado

por: Emanuelli, P., Milla, F., Duarte, E., Emanuelli, J., Jiménez, A. y Chavarría, M.I. Programa Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Centroamérica y la República Dominicana (REDD/CCAD/GIZ) y Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac) Costa Rica. San José, Costa Rica. Disponible en: http://www.sirefor.go.cr/?wpfb_dl=9.

Programa REDD+ Landscape / CCAD. (2016). *Guía metodológica para la elaboración de iniciativas de restauración con enfoque de paisaje*. Preparado por: Emanuelli, P., Milla, F., Duarte, E. y Holmgren, A. Programa Gestión del paisaje y de los recursos para aumentar las reservas de carbono en Centroamérica (REDD+ Landscape / CCAD). San Salvador, El Salvador.

IPCC. 2006. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra; capítulo 3: Representación coherente de las tierras*. Disponible en: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_03_Ch3_Representation.pdf.

Hirata, Y., Takao, G., Sato, T., Toriyama, J. (eds). (2012). *Libro de Recetas de la REDD-plus*. Centro de Investigación y Desarrollo REDD, Instituto de Investigación en Forestería y Productos Forestales, Japón. Disponible en: http://www.ffpri.affrc.go.jp/redd-rdc/en/reference/cookbook/REDD-plus_Cookbook_all_high_sp_20140214.pdf.

Glosario

Bosque: área de tierra con un tamaño mínimo de 0.5 hectáreas, con una cobertura de dosel (copa) igual o mayor a 30 %, con árboles con un potencial para alcanzar una altura mínima de 4 metros a su madurez *in situ*. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.

Parcela: unidad mínima de muestreo en un inventario forestal, donde se harán las diversas mediciones y/o caracterización de la vegetación.

Estratos: distribución de bosques según su tipo, superficie y porcentaje del territorio.

Muestreo: índices estadísticos de la muestra y estimación de los parámetros de la población (DAP, alturas, área basal, volumen, biomasa, carbono y CO², entre otros).

Unidad de muestreo: número de elementos o conjunto de población a estudiar. En este caso, parcelas de bosques.

Fuste: tronco o tallo de un árbol desde la base hasta su punta sin tomar en cuenta las ramas.

Anexo 1

Listado de las 319 parcelas levantadas en las fases I y II del INB

Tabla 14. Listado de las 319 parcelas levantadas en las fases I y II del INB.

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BCF1_01	13.87216667	-89.62775000	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	REDD+
BCF1_02	14.39825000	-89.38658333	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF1_03	14.35880556	-89.13202778	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF1_04	14.32013889	-89.11305556	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF1_05	14.29155556	-89.09933333	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	REDD+
BCF1_06	14.20408333	-89.03197222	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	REDD+
BCF1_07	13.91458333	-88.04938889	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	REDD+
BCF1_08	13.95275000	-88.09105556	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF1_09	13.90966667	-88.05922222	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	REDD+
BCF1_10	13.97713889	-88.16058333	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_01	14.40955556	-89.40002778	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_02	14.39702639	-89.35922222	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_03	14.35975000	-89.35536111	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_04	14.28733333	-89.35191667	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_05	14.39313889	-89.34247222	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_06	14.37147222	-89.31833333	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_07	14.32825000	-89.30144444	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BCF2_08	14.27230556	-89.25800000	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_09	14.32247222	-89.24258333	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_10	14.36258333	-89.22125000	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_11	14.27508333	-89.19202778	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_12	14.25905556	-89.19211111	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_13	14.37038889	-89.10791667	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_14	14.32936111	-89.08569444	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_15	14.33375000	-89.08700000	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_16	14.25513889	-89.06380556	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_17	14.32111111	-89.05469444	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_18	14.18888889	-89.04075000	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_19	14.21652778	-89.01422222	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_20	14.13147222	-88.90803889	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_21	13.94277778	-88.16397222	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_22	13.9884175	-88.14144444	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_23	13.96069444	-88.11836111	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_24	13.97063889	-88.11419444	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_25	13.97918611	-88.08176306	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_26	13.88391667	-87.87455556	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_27	13.88977778	-87.84066667	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_28	13.89875000	-89.71458333	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BCF2_29	14.42608333	-89.40313889	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_30	14.38572222	-89.39241667	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_31	14.40533333	-89.36813889	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_32	14.40730556	-89.30563889	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_33	14.31122222	-89.32419444	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_34	14.40366667	-89.31777778	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_35	14.33019444	-89.30813889	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_36	14.39066667	-89.30547222	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_37	14.31188889	-89.29663889	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_38	13.94975000	-88.06680556	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_39	14.38094444	-89.28869444	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_40	14.26561222	-89.25930556	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_41	14.29194444	-89.24830556	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_42	14.34986111	-89.19175	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_43	14.29705556	-89.17386111	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_44	14.29622222	-89.17052778	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_45	14.34202778	-89.17086111	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_46	14.34402778	-89.11944444	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_47	14.35505556	-89.10191667	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_48	14.32130556	-89.10116667	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_49	14.31936111	-89.09588889	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BCF2_50	14.28761111	-89.09277778	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_51	14.23872222	-89.07636111	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_52	14.25419444	-89.06688889	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_53	14.33200000	-89.06600000	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_54	14.24608333	-89.03580556	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_55	14.18525000	-89.03088889	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_56	13.92033333	-88.09950000	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_57	14.19469444	-89.02891667	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_58	14.20302778	-89.00483333	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_59	14.13383333	-88.91486111	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_60	14.15138889	-88.90983333	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_61	13.96313889	-88.07183333	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_62	13.95452778	-88.19688889	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_63	13.92922222	-88.15777778	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_64	13.95511111	-88.15652778	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_65	13.98577778	-88.12922222	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_66	13.97666667	-88.11652778	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCF2_67	13.96977778	-88.10883333	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_68	14.21233333	-89.02872222	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_69	13.99547222	-88.20400000	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA
BCF2_70	13.74488889	-89.29180556	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BCSF1_01	13.79410556	-89.07236667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_02	13.84018333	-89.16611389	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_03	14.26216667	-89.48005556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_04	14.12794444	89.67432222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_05	14.02427778	-89.88841667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_06	14.11991667	-88.96036111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_07	13.81885556	-88.44981944	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_08	13.61977778	-88.65147222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_09	13.71898889	-88.58476389	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_10	13.71214167	-88.44975000	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_11	13.54933333	-87.83408333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_12	13.22791667	-87.90933333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_13	13.21670556	-88.00613889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BCSF1_14	13.51218889	-88.73947222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_01	13.79819444	-89.92677778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_06	13.85780556	-89.51888889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_09	13.81763889	-89.96855556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_10	14.37683333	-89.30516667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_11	14.25252778	-89.19080556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_12	14.33222222	-89.05144444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_13	13.80794444	-88.19275000	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BPF1_16	13.51471389	-88.06230556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_17	13.23441389	-87.96472500	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_18	13.26127778	-87.99425000	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_19	13.37091667	-88.84836111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_20	13.53722222	-88.63197222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_21	13.57311111	-88.97761111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BPF1_22	13.47127778	-88.56569444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF1_01	13.70702778	-89.99845556	Bosque Salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF1_02	13.26883333	-88.69444444	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF1_03	13.22519444	-88.32941667	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF1_04	13.19036111	-88.41469444	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF1_05	13.23639167	-88.46766111	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF1_06	13.38908333	-87.88000000	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF1_07	13.16702778	-87.98341667	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF1_08	13.27083333	-88.72041667	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF1_09	13.34102778	-88.97575000	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_01	13.71705556	-90.03305556	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_02	13.68741667	-89.97488889	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_03	13.52980556	-89.73677778	Bosque salado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_04	13.45991667	-89.22691667	Bosque salado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_05	13.42955556	-89.17400000	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BSAF2_06	13.34513889	-88.95219444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_07	13.32894444	-88.94375000	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_08	13.46788889	-87.78580556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_09	13.29619444	-88.87133333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_10	13.31475000	-88.85122222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_11	13.28641666	-88.84722222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_12	13.29705556	-88.81894444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_13	13.27663889	-88.81469444	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_14	13.30233333	-88.80011111	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_15	13.26819444	-88.774750000	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_16	13.25177778	-88.74763889	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_17	13.28161111	-88.74063889	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_18	13.28536111	-88.64972222	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_19	13.22922222	-88.61366667	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_20	13.29672222	-88.60519444	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_21	13.28644444	-88.59369444	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_22	13.22883333	-88.56019444	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_23	13.26486111	-88.55491667	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_24	13.23972222	-88.52475000	Bosque salado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_25	13.23577778	-88.50544472	Bosque salado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_26	13.22005556	-88.49955556	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BSAF2_27	13.26186111	-88.46661111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_28	13.23777778	-88.43363889	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_29	13.21858333	-88.40180556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_30	13.21216667	-88.39736111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_31	13.20608333	-88.37961111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_32	13.22861111	-88.36333333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_33	13.22825000	-88.33855556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSAF2_34	13.20102778	-88.33775000	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_35	13.18197222	-88.30938889	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_36	13.44094444	-87.84605556	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_37	13.40125000	-87.87016667	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_38	13.42461111	-87.86511111	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_39	13.45133333	-87.83033333	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_40	13.42947222	-87.82791667	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_41	13.41638889	-87.79536111	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_42	13.33211111	-88.87963889	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSAF2_43	13.19311111	-87.92983333	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSF1_01	13.67036111	-89.66088889	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA
BSF1_02	13.56941667	-89.56633333	Bosque salado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_03	13.52330556	-89.35405556	Bosque salado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_04	13.6065000	-89.12069444	Bosque salado	Bosque salado	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BSF1_05	13.75872222	-89.13613889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_06	13.84840278	-89.06340833	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_07	13.89730556	-89.16019444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_08	13.94877778	-89.37066667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_09	14.13125000	-89.46180556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_10	14.12125000	-89.65202778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_11	13.83806111	-89.79688889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_12	13.84102778	-89.99491667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_13	14.42736111	-89.39436111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_14	14.24475000	-89.19558333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_15	14.19833333	-88.96663889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_16	14.17572222	-88.99727778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_17	14.00772222	-89.07291667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_18	13.88175000	-88.86935833	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_19	14.16308333	-88.88530556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_20	13.84091944	-87.76659444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_21	13.96916667	-88.09291667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_22	13.886833333	-88.18666666	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_23	13.89905556	-88.21066667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_24	13.86308333	-88.35688889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_25	13.88970833	-88.54050278	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BSF1_26	13.90100000	-88.60172222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_27	13.775916666	-88.76452777	Bosque de coníferas	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_28	13.77736111	-88.72903889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_29	13.54701389	-88.61260833	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_30	13.65794444	-88.36427778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_31	13.53252778	-88.29255556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_32	13.27644722	-88.30475833	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_33	13.51377778	-88.05933333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_34	13.71700000	-88.08905555	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_35	13.78672222	-88.01275000	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_36	13.63122222	-87.92108333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_37	13.75813889	-87.79166667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_38	13.49600000	-87.74980556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_39	13.25919444	-87.94405278	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_40	13.33011111	-87.99433333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_41	13.22880556	-88.13736111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_42	13.23494444	-88.15533333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_43	13.17252778	-87.71836111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	REDD+
BSF1_45	13.4918	-88.88116944	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_46	13.64875	-88.76211111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_47	13.54222222	-89.04536111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	REDD+

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BSF1_48	13.54138889	-89.15250000	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_49	13.66916667	-89.46977778	Cafetal bajo sombra	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF1_50	13.85588889	-88.76344444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_01	13.76569444	-89.96705556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_02	13.91422222	-89.89977778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_03	14.09300000	-89.71488889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_04	13.51572222	-89.53855556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_04	13.51377778	-88.05933333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_05	14.31941667	-89.51169444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_06	14.31594444	-89.44397222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_07	14.05872222	-89.46780556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_08	14.08450000	-89.33597222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_09	13.68836111	-89.31777778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_10	13.52441667	-89.31708333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_11	13.85219444	-89.31494444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_12	14.29208333	-89.2969125	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_13	13.49091667	-89.27033333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_14	14.34866667	-89.22291667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	REDD+
BSF2_15	13.56305556	-89.18900000	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_16	13.98738889	-89.16761111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_17	14.25355556	-89.11661111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	REDD+

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BSF2_18	13.74377778	-89.09813889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_19	14.20027778	-89.08127778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_20	14.25936111	-89.07333333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_21	14.25169444	-89.00491667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_22	13.82936111	-88.98627778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_23	13.52988889	-88.95852778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_24	13.76250000	-88.95369444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_25	13.92525000	-88.94886111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_26	13.44661111	-88.91216667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_27	13.71230556	-88.91152778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_28	13.68319444	-88.87886111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_29	14.01900000	-88.83177778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_30	14.00177778	-88.80225000	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_31	14.04958333	-88.78900000	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_32	13.86402778	-88.74019444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_33	13.64077778	-88.73069444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_34	13.97158333	-88.71908333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_35	13.51055556	-88.71561111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	REDD+
BSF2_36	13.21450000	-88.64513889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_37	13.96333333	-88.66505556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_38	13.45411111	-88.65577778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	REDD+

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BSF2_39	13.64761111	-88.65555556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_40	13.80152778	-88.59727778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_41	13.41552778	-88.55472222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_42	13.78002778	-88.53588889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_43	13.57338888	-88.51458333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_44	13.67780556	-88.47136111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_45	13.43600000	-88.42436111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_46	13.61133333	-88.42175	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_47	13.79102778	-88.40980556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_48	13.28822222	-88.401	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_49	13.87588889	-88.38527778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_50	13.59750000	-88.29713889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_51	13.22344444	-88.26775000	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_52	13.93536111	-88.23880556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_53	13.23905556	-88.22036111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_54	13.84919444	-88.10350000	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_55	13.79352778	-88.09277778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_56	13.24222222	-88.05791667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	REDD+
BSF2_57	13.46316667	-88.04902778	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_58	13.82486111	-88.01386111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_59	13.59613888	-87.99638889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	REDD+

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
BSF2_60	13.39313889	-87.97805556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_61	13.84647222	-87.97461111	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_62	13.75008333	-87.96941667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_63	13.79022222	-87.87247222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_64	13.87200000	-87.86619444	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_65	13.22519444	-87.87966667	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_66	13.62808333	-87.79230556	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_67	13.49272222	-87.77508333	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_68	13.58500000	-89.11063889	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
BSF2_69	13.57833333	-89.25247222	Bosque latifoliado	Bosque latifoliado	VIELCA
CBSF1_01	13.75913889	-89.62450000	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF1_03	13.66958333	-89.32422222	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF1_04	13.63244444	-89.37466667	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF1_05	13.66591667	-89.39691667	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF1_06	13.73469722	-89.23700000	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF1_07	13.63044444	-89.13275000	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF1_08	14.01058333	-89.59655556	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF1_09	13.89922222	-89.62313888	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF1_10	13.95050000	-89.69663889	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF1_11	13.90500000	-89.81397222	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF1_12	13.85894444	-89.81655555	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
CBSF1_13	13.9015000	-89.90336111	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF1_14	13.49566667	-88.45711111	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF1_15	13.48305555	-88.43905555	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF1_16	13.47355556	-88.33622222	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF1_17	13.28383333	-87.83375000	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF1_18	13.58005556	-88.90469444	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF1_19	13.85677777	-89.82358333	Bosque latifoliado	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF1_20	14.11477777	-89.68586111	Bosque latifoliado	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF1_21	13.56480556	-89.25625000	Cafetal bajo sombra	Bosque latifoliado	REDD+
CBSF1_22	13.74694444	-89.31061111	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF1_23	13.93994444	-89.42877778	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF1_24	13.85811111	-89.78158333	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF2_01	13.86041667	-89.89655556	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_02	13.79033333	-89.78291611	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_03	13.85169444	-89.74266611	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_04	13.82269444	-89.74205556	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_05	13.82938889	-89.65677778	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_06	13.94477778	-89.62127778	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_07	13.94652778	-89.57622222	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_08	13.67222222	-89.55422222	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_09	13.94777778	-89.53330556	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA

Código parcela	Latitud (°)	Longitud (°)	Estrato cartográfico	Tipo de vegetación en campo	Cuadrilla
CBSF2_10	13.61883333	-89.47613889	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_11	13.88016667	-89.46936111	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_12	13.89947222	-89.44700000	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_13	13.63319444	-89.41825000	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_14	13.72480556	-89.31980556	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_15	13.80111111	-89.27497222	Cafetal bajo sombra	Cafetal bajo sombra	VIELCA
CBSF2_18	13.51022222	-88.41738889	Bosque latifoliado	Cafetal bajo sombra	REDD+
CBSF2_19	13.76716667	-88.29080556	Bosque latifoliado	Cafetal bajo sombra	REDD+

Fuente: Proyecto TF 099529: Preparación de Propuesta Readiness de El Salvador, MARN, 2017-2018.



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES



MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA



BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF | GRUPO BANCO MUNDIAL



 **SilvaCarbon**



VIELCA
VIEJA INDUSTRIA E INGENIERIA

www.marn.gob.sv | medioambiente@marn.gob.sv

