

INVENTARIO FORESTAL NACIONAL

DOCUMENTO MARCO RECTOR DE IMPLEMENTACIÓN

2021

El ambiente
es de todos

Minambiente



Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



El futuro
es de todos

Presidencia
de la República

An aerial photograph of a dense, lush green forest. A river flows through the lower right portion of the image. In the background, there are rolling hills and mountains, some of which are shrouded in mist or low clouds. The overall scene is vibrant and natural.

INVENTARIO FORESTAL NACIONAL

DOCUMENTO MARCO RECTOR DE IMPLEMENTACIÓN

2021

Río Guayabito, Santander - Andrés Rodríguez Toro

Iván Duque Márquez
Presidente de la República de Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Carlos Eduardo Correa Escaf
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Francisco Cruz Prada
Viceministro de políticas y normalización Ambiental

Juan Nicolás Galarza Sánchez
Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Yolanda González Hernández
Directora general

Gilberto Galvis Bautista
Secretario general

Edith González Afanador
Ana Celia Salinas Martín
Subdirector de Ecosistemas e Información Ambiental

Diana Marcela Vargas Galvis
Constantino Hernández
Subdirectores de Estudios Ambientales

Hugo Armando Saavedra Umba
Subdirector de Meteorología

Nelson Omar Vargas Martínez
Subdirector de Hidrología

Alicia Barón Leguizamón
Jefe Oficina de Informática

Telly de Jesús Month Parra
Jefe Oficina Asesora Planeación

María Eugenia Patiño Jurado
Jefe Oficina de Control Interno

Gilberto Antonio Ramos Suárez
Jefe Oficina Asesora Jurídica

Juan Fernando Casas Vargas
Juan Pablo Machado Jiménez
Jefes Grupo de Comunicaciones y Prensa

Investigadores que han participado en el proceso de construcción del Diseño del Inventario Forestal Nacional

2007 a 2013

Documento Marco del diseño conceptual y metodológico para la implementación del Inventario Forestal Nacional, versión 1.0

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

Director	Ricardo José Lozano Picón
Secretaria general	Carolina Chinchilla Torres
Subdirectororas de Ecosistemas e Información Ambiental	Luz Marina Arévalo
Coordinadora Grupo de Bosques	Claudia Patricia Olarte Villanueva
Investigadora SIG	Marta Patricia León Poveda
Investigadora en Bosques	María Cecilia Cardona Ruiz
Investigadora en Bosques	Sandra Cruz
Investigadora en Bosques	Adriana Paola Barbosa Herrera

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

Director	Héctor Maldonado Gómez
Secretario general	Alfredo Vargas Abad
Subdirector	Carlos Eduardo Sepúlveda Rico
Directora de Cuentas Nacionales	Ana Victoria Vega
Coordinadora de Medio Ambiente	Mónica Rodríguez Díaz
Investigadora de Medio Ambiente	Elena Rodríguez Yate
Investigador en Estadística	Óscar Fabián Merchán López

Equipo Técnico

Diseño general	Jaime Pérez Gómez
Diseño estadístico	Jeimmy Avendaño Reyes
Diseño temático	Sergio Acosta Moreno
Diseño marco geoestadístico	Amanda Ochoa Sierra
Diseño operativo de campo y costos	Walter Gil Torres y Wilson López
	Oswaldo Mosquera Gutiérrez
	Leyla Montenegro Calderón

2013 a 2018

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

Director	Omar Franco Torres
Secretaria General	Adriana Portillo Espinosa
Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental	María Teresa Becerra
Coordinadora Grupo de Bosques	Adriana Paola Barbosa
Investigador Bosques	Luis Mario Moreno Amado
Investigador componente espacial	Carlos Capachero Espinosa
Investigador en Bosques	Miguel Ángel Peña
Investigador en Bosques	Juan Fernando Phillips
Investigador en Bosques	Juan Sebastián Barreto
Investigadora Social	Sonia Camacho Roncancio



PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL (INÉDITO)

ONF ANDINA

Caroline Merle

2018 - 2020

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

Directora general

Yolanda González Hernández

Secretario general

Gilberto Galvis Bautista

Subdirector de Ecosistemas
e Información Ambiental

Edith González Afanador

Ana Celia Salinas Martín

Claudia Patricia Olarte Villanueva

Amparo Rodríguez León

Coordinadoras Grupo de Bosques

Grupo técnico del Inventario Forestal Nacional

Diseño general y coordinación técnica

Componente operativo de campo

Claudia Patricia Olarte Villanueva

Flavio Quintero Cardozo

Angie Guevara Lozano

Ricardo Linares Prieto

Óscar Merchán López

Amparo Rodríguez León

Sonia Fonseca González

Jairo Orlando Montealegre

Diseño estadístico

Diseño marco geoestadístico

Diseño componente informático

Indicadores y tablas de salida

Ricardo Linares Prieto

Angie Guevara Lozano

Componente financiero y costos

Rober León Cruz

Jairo Ignasio García Rodríguez

Ricardo Linares Prieto

Componente de calidad

Martha Isabel Aldana Jáuregui

Jorge Andrés Rodríguez Toro

Autores

Claudia Patricia Olarte Villanueva

Rober León Cruz

Amparo Rodríguez León

Óscar Fabián Merchán López

Ricardo Linares Prieto

Flavio Quintero

Jairo Orlando Montealegre

Editores

Claudia Patricia Olarte Villanueva

Rober León Cruz

Jeimmy Avendaño Reyes

ISBN DIGITAL: 978-958-5489-20-2

Diseño, corrección de estilo e impresión

Editorial Scripto S.A.S

Cítese como:

Olarte Villanueva, C. P., Merchán López, O. F., Linares Prieto, R., Quintero Cardozo, F., León Cruz, R., Rodríguez León, A., Montealegre J. O. (2021). *Marco rector para la implementación del Inventario Forestal Nacional*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). 226 pp.

Todos los derechos reservados. Su reproducción total o parcial debe ser autorizada por el Ideam.

Agradecimientos

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) agradece el apoyo y colaboración en el desarrollo del proyecto al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, especialmente a la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos; al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt); al Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi); al Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann (IIAP); al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar); a Parques Nacionales Naturales de Colombia; al Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), al Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe; al Grupo de Amigos para la Investigación y Conservación de las Aves (Asociación Gaica); a la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Conif); a la Fundación Ecosistemas Secos de Colombia (FESC); a la Fundación Orinoquia Biodiversa (FOB), socios operativos y técnicos del proceso de implementación del Inventario Forestal Nacional; a la Asociación Colombiana de Herbarios y sus herbarios satélites; a la Universidad Nacional de Colombia, sedes Medellín y Bogotá, facultades de Ingeniería Forestal e Instituto de Ciencias Naturales; a la Universidad Tecnológica del Chocó; a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente; al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); a las comunidades indígenas, asociaciones de campesinos y consejos comunitarios del Pacífico colombiano y a las comunidades asentadas en los bosques colombianos, sin las cuales no sería posible la implementación del Inventario Forestal Nacional, y a quienes aportaron desde sus conocimientos tradicionales a la construcción de este proceso.

Un especial reconocimiento y gratitud por el soporte técnico y financiero del Servicio Forestal de Estados Unidos; Pilar 5 condiciones habilitantes del programa “global Redd para early movers (Rem)-pagos por resultados de reducción de emisiones por deforestación (Redd+), del gobierno de la República Federal de Alemania, Reino de Noruega y Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, en el marco del programa Visión Amazonía”; a la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ, por su sigla en Alemán); a SilvaCarbon (Programa de cooperación técnica interinstitucional del gobierno de Estados Unidos); a Global Forest Observations Initiative (Iniciativa Global de Observaciones Forestales); Science for a Changing World (Ciencia para un mundo cambiante) y al Banco Interamericano de Desarrollo.

Igualmente, el instituto reconoce el esfuerzo técnico y científico del equipo de profesionales, que desde el año 2007 hasta la fecha, participaron en las fases de diseño, planificación e implementación del Inventario Forestal Nacional, sin el cual este hito científico no hubiese sido posible para los bosques del país.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	6
3. OBJETIVOS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL DE COLOMBIA	14
4. ALCANCE DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL DE COLOMBIA	16
5. MARCO CONCEPTUAL	18
5.1. ¿Qué es un inventario forestal?	19
5.2. Tipos de inventarios forestales	19
5.3. Definición del Inventario Forestal Nacional	20
5.4. Características de la investigación estadística para el diseño	20
5.5. Definiciones y conceptos empleados	22
6. DISEÑO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL	27
6.1. Diseño estadístico	28
6.1.1. Universo de estudio	28
6.1.2. Población objetivo	28
6.1.3. Subpoblaciones de interés	28
6.1.4. Unidades de observación	28
6.1.5. Unidades de muestreo	29
6.1.6. Unidad de análisis	30
6.1.7. Cobertura geográfica y desagregación	30
6.1.8. Período de referencia	30
6.1.9. Diseño muestral	32
6.1.10. Algoritmos de selección	33
6.1.11. Precisión y confiabilidad deseadas para la estimación	33
6.1.12. Estimadores	33
6.1.13. Factores de expansión	36
6.1.14. Calibración	36
6.1.15. Tamaño de muestra	37
6.1.16. No respuesta	39
6.1.17. Sobremuestra	41
6.2. Marco geoestadístico y cartografía	41
6.2.1. Definición	41
6.2.2. Fuentes de información temática del marco geoestadístico	42
6.2.3. Metodología construcción del marco geoestadístico	43
6.2.3.1. Determinación del universo de estudio	43
6.2.3.2. Grilla de equidistancias	43
6.2.3.2.1. Construcción de la grilla de equidistancias	44
6.2.3.2.2. Definición de la sub-grilla de muestreo	47
6.2.4. Codificación	47
6.2.5. Codificación de la grilla principal	47
6.2.5.1. Codificación de la subgrilla	48
6.2.6. Ubicación aleatoria de los sitios de muestreo	48
6.2.7. Selección aleatoria de los sitios de muestreo	49
6.2.8. Codificación de los conglomerados	51

7. DEFINICIÓN DE VARIABLES E INDICADORES	53
7.1. Indicadores florísticos	54
7.2. Indicadores dasométricos	55
7.3. Indicadores de estructura ecológica del bosque	57
7.4. Indicadores de diversidad biológica arbórea	60
7.5. Indicadores de biomasa aérea	61
8. ALGORITMOS Y FÓRMULAS A APLICAR	62
8.1. Indicadores dasométricos	63
8.1.1. Fustales – F ($DAP \geq 10 \leq 29,9$ cm)	63
8.1.1.1. Número de individuos (N)	63
8.1.1.2. Área Basal (m^2)	63
8.1.1.3. Volumen	64
8.1.2. Fustales Grandes - G ($DAP \geq 30$ cm)	65
8.1.2.1. Número de individuos (N)	65
8.1.2.2. Área Basal (m^2)	66
8.1.2.3. Volumen	66
8.2. Indicadores de estructura ecológica del bosque	68
8.2.1. Estructura horizontal	68
8.2.1.1. Abundancia absoluta (Aa):	68
8.2.1.2. Abundancia relativa (Ari)	68
8.2.1.3. Frecuencia absoluta (Fa)	68
8.2.1.4. Frecuencia relativa (Fri)	68
8.2.1.5. Dominancia absoluta (Da)	69
8.2.1.6. Dominancia relativa (Dri)	69
8.2.1.7. Índice de Valor de Importancia Simplificado (IVIS)	69
8.2.1.8. Coeficiente de mezcla (CM)	70
8.2.1.9. Abundancia absoluta de la regeneración natural (AaRN)	70
8.2.1.10. Abundancia relativa de la regeneración natural (ArRN)	70
8.2.1.11. Frecuencia absoluta de la regeneración natural (FaRN)	71
8.2.1.12. Frecuencia relativa de la regeneración natural (FrRN)	71
8.2.1.13. Índice de Valor de Importancia de la regeneración natural (IVIRN)	71
8.2.2. Estructura vertical	72
8.2.2.1. Fustales y fustales grandes ($DAP \geq 10$ cm)	72
8.2.2.2. Regeneración natural temprana ($DAP \leq 9,9$ cm)	73
8.2.3. Índice de Valor de Importancia Ampliado	75
8.2.4. Estructura diamétrica	76
8.2.5. Estructura altimétrica	76
8.2.6. Calidad sanitaria del bosque	77
8.2.6.1. Calidad del fuste	77
8.3. Indicadores de diversidad biológica arbórea	80
8.3.1. Alfadeiversidad	80
8.3.2. Betadiversidad	82
8.3.3. Diversidad Gamma	82
8.4. Indicadores de biomasa y almacenamiento de carbono	82
8.4.1. Biomasa aérea	82
8.4.2. Carbono	83
9. EQUIPOS Y MATERIALES DE MEDICIÓN	84
9.1. Equipos y materiales para el establecimiento de conglomerados y subparcelas	85
9.2. Equipos y materiales para colección botánica	87

9.3. Equipos y materiales para colección de suelos	87
9.4. Equipos y materiales para el muestreo de detritos	88
10. INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA	89
10.1. Seguridad y auditoría	91
10.2. Administración de conglomerados	92
10.3. Administración de convenios	92
10.4. Registro de datos	92
10.5. Reportes y estadísticas	92
10.6. Aplicación móvil	93
10.7. Georreferenciación	93
11. ESTRATEGIA DE PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL OPERATIVO DE CAMPO	94
11.1. Definición del operativo de campo	97
11.2. Estrategia general de ejecución del operativo de campo	97
11.3. Estructura del operativo de campo	98
11.3.1. Estructura institucional	98
11.3.2. Estructura orgánica	100
11.3.2.1. Estructura orgánica nacional	101
11.3.2.2. Estructura orgánica regional y local	102
11.3.3. Estructura logística para el operativo de campo	107
11.3.3.1. Centro de Operación Logística	108
11.3.3.2. Puntos de encuentro	108
11.3.3.3. Campamento	109
11.3.3.4. Alimentación	109
11.3.3.5. Comunicaciones	110
11.3.3.6. Desplazamientos de supervisores y brigadas de campo	110
11.4. Fase del preoperativo de campo (gestión previa)	111
11.4.1. Coordinación con las autoridades municipales, locales y sensibilización de comunidades	111
11.4.2. Identificación de co-investigadores para el acompañamiento y apoyo logístico a la comisión de campo	113
11.4.3. Acercamiento con los propietarios de predios	113
11.4.4. Preparación de equipos y materiales, flujo para envío y recepción	116
11.4.4.1. Preparación de equipos y materiales	116
11.4.4.2. Flujo para envío y recepción de materiales e información	116
11.4.5. Convocatoria para el personal de la brigada de campo	118
11.4.6. Planes de seguridad, comunicación, transporte y emergencias	118
11.4.7. Planeación de los operativos de campo	121
11.4.7.1. Actividades a nivel nacional	121
11.4.7.2. Actividades a nivel regional	121
11.4.7.3. Capacitación de brigadas de campo	123
11.5. Fase de operativo de campo	125
11.5.1. Descripción	126
11.5.2. Definición de la estrategia de recolección de datos	126
11.5.2.1. Descripción general de los conglomerados	127
11.5.2.2. Estrategias de aproximación	128
11.5.2.3. Levantamiento de líneas de trayectoria	129
11.5.2.4. Localización de conglomerados	130
11.5.2.5. Establecimiento de subparcelas	130
11.5.2.6. Registro y medición de árboles:	133
11.5.2.7. Colección botánica	135
11.5.2.8. Suelos	137

11.5.2.9. Detritos de madera	138
11.5.2.10. Equipos y materiales	139
11.6. Aseguramiento de calidad	141
11.6.1. Chequeo en caliente	144
11.6.2. Chequeo frío	144
11.6.3. Chequeo ciego	145
12. COMPONENTE FINANCIERO	147
12.1. Estimación de los costos	148
12.1.1. Fuentes de financiación	155
12.1.1.2 Fuentes de financiación nacionales	155
12.1.1.3 Fuentes de financiación internacionales	156
12.2. Estrategia de financiación para la ejecución	160
12.2.1. Estrategia de Financiamiento Opción 1 - Fuentes Nacionales (PGN)	161
12.2.2. Estrategia de Financiamiento Opción 2 - Cooperación Internacional	162
12.2.3. Estrategia de Financiamiento Opción 3 - Recursos Propios	163
12.2.4. Estrategia de Financiamiento Opción 4 – Fuentes regionales	164
12.3. Estrategia de sostenibilidad financiera para la ejecución	165
13. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN	169
13.1. Objetivos	170
13.2. Público a alcanzar y mensajes específicos	171
13.2.1. Estrategia de comunicación con el nivel nacional	171
13.2.2. Estrategia de comunicación en el ámbito regional	174
13.3. Material de apoyo	176
13.4. Mensaje	177
13.5. Imagen institucional	179
13.6. Medios de comunicación y elementos divulgativos	179
13.6.1. Implementación de la estrategia de comunicación	181
14. USOS POTENCIALES DE LOS RESULTADOS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL	182
14.1. Actores institucionales nacionales y regionales	183
14.1.1. Presentación de reportes internacionales	183
14.1.2. Contabilidad ambiental económica	184
14.1.3. Políticas ambientales y de valoración de recursos naturales	184
14.1.4. Ordenación forestal	184
14.1.5. Cambio climático	185
14.1.6. Biodiversidad	185
14.1.7. Análisis regionales	185
14.1.8. Evaluación y mejoramiento de políticas y programas de acción	186
14.2. Actores de la investigación y académicos	187
14.3. Sector forestal privado	187
14.4. Sociedad civil	188
15. PRODUCTOS Y SERVICIOS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL	189
15.1. Dinámica temporal	190
15.2. Productos y servicios del portafolio	191
15.3. Productos y servicios permanentes	193
15.4. Productos y servicios específicos	194
16 EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO CONTINUO DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL	198
BIBLIOGRAFÍA	204

Lista de tablas

<i>Tabla 1. Subpoblaciones de interés</i>	32
<i>Tabla 2. Escenarios de tamaños de muestra</i>	38
<i>Tabla 3. Tamaños de muestra por región</i>	39
<i>Tabla 4. Parámetros del sistema de coordenadas</i>	43
<i>Tabla 5. Parámetros para la creación de la grilla</i>	45
<i>Tabla 6. Indicadores y salidas de información florística por región geográfica</i>	54
<i>Tabla 7. Indicadores florísticos por grupo vegetal</i>	55
<i>Tabla 8. Indicadores florísticos por especie</i>	55
<i>Tabla 9. Indicadores y Salidas de Información sobre dasometría por región geográfica</i>	56
<i>Tabla 10. Indicadores y salidas de información sobre Estructura Ecológica por región natural</i>	57
<i>Tabla 11. Indicadores y salidas de información sobre Diversidad Biológica Arbórea por región geográfica</i>	60
<i>Tabla 12. Indicadores y salidas de información sobre biomasa aérea por región geográfica</i>	61
<i>Tabla 13. Cálculos del Valor fitosociológico de cada estrato (VFS)</i>	72
<i>Tabla 14. Cálculos del Valor fitosociológico por estrato (VFS) de la regeneración natural</i>	74
<i>Tabla 15. Cálculos de vitalidad de fustales</i>	77
<i>Tabla 16. Definición de las categorías de vitalidad de fustes</i>	78
<i>Tabla 17. Cálculos para evaluar la calidad morfológica de los fustes</i>	78
<i>Tabla 18. Cálculos para establecer el daño de los fustes</i>	79
<i>Tabla 19. Convenciones de Categoría de Daño de Fustes</i>	80
<i>Tabla 20. Estrategias de planificación para el operativo de campo</i>	96
<i>Tabla 21. Características de los co-investigadores</i>	106
<i>Tabla 22. Categoría de tamaño para la medición en cada subparcela</i>	128
<i>Tabla 23. Variables a medir según las categorías de tamaño</i>	133
<i>Tabla 24. Errores frecuentes y opciones para su corrección en el trabajo de campo de las brigadas forestales</i>	141
<i>Tabla 25. Valor total para la ejecución del Inventario Forestal Nacional año 2010</i>	149
<i>Tabla 26. Resumen de costos por escenario para la ejecución</i>	149
<i>Tabla 27. Resumen de los Costos Escenario quinquenal por Región (cifras en millones)</i>	150
<i>Tabla 28. Costos estimados ciclo quinquenal</i>	151
<i>Tabla 29. Análisis del rendimiento para el levantamiento de conglomerados por nivel de complejidad</i>	153
<i>Tabla 30. Entidades financieras multilaterales</i>	158
<i>Tabla 31. Valor en venta de información hidrometeorológica Ideam</i>	163
<i>Tabla 32. Distribución de número de conglomerados por Corporación</i>	164
<i>Tabla 33. Medios divulgativos y formas de comunicación</i>	180
<i>Tabla 34. Categorías de temas principales identificados en la información generada por</i>	191
<i>Tabla 35. Ejemplos de posibles productos y servicios específicos</i>	194
<i>Tabla 36. Productos del Inventario Forestal Nacional que se podrán obtener una vez la línea base esté completa</i>	195
<i>Tabla 37. Productos del Inventario Forestal Nacional que se podrán obtener en la etapa de monitoreo</i>	196

Lista de figuras

<i>Figura 1. Conceptos fundamentales en estimación</i>	26
<i>Figura 2. Unidades de observación (subparcelas)</i>	29

<i>Figura 3. Unidad de muestreo (conglomerado)</i>	30
<i>Figura 4. Tamaño de la grilla</i>	46
<i>Figura 5. Grilla equidistancias 24 X 24 km para territorio continental e insular</i>	46
<i>Figura 6. Grilla de 12 X 12 km</i>	47
<i>Figura 7. Codificación de la grilla equidistancia 24 X 24 km</i>	48
<i>Figura 8. Codificación de la subgrilla</i>	49
<i>Figura 9. Puntos aleatorios por subgrilla</i>	50
<i>Figura 10. Selección aleatoria de los sitios de muestreo</i>	50
<i>Figura 11. Proceso de codificación de conglomerados</i>	52
<i>Figura 12. Herramientas tecnológicas empleadas en el Inventario Forestal Nacional</i>	91
<i>Figura 13. Modelos funcionales del Inventario Forestal Nacional</i>	91
<i>Figura 14. Estructura orgánica del Inventario Forestal Nacional</i>	101
<i>Figura 15. Estructura orgánica nacional del Inventario Forestal Nacional</i>	101
<i>Figura 16. Estructura orgánica regional (operador logístico)</i>	103
<i>Figura 17. Estructura brigada de campo (nivel local)</i>	107
<i>Figura 18. Esquema para el acercamiento a propietarios colectivos</i>	114
<i>Figura 19. Flujo para el envío y recepción de materiales e información en los diferentes niveles del Inventario Forestal Nacional</i>	117
<i>Figura 20. Secuencia de operaciones de campo</i>	127
<i>Figura 21. Configuración del conglomerado</i>	127
<i>Figura 22. Configuración de subparcela</i>	128
<i>Figura 23. Criterios para la selección de la sobremuestra</i>	129
<i>Figura 24. Trayectorias entre subparcelas</i>	129
<i>Figura 25. Esquema de localización de los puntos de referencia</i>	131
<i>Figura 26. Esquema de localización por pendiente</i>	131
<i>Figura 27. Detalle del procedimiento para el establecimiento de subparcelas</i>	132
<i>Figura 28. Detalle de la colección botánica</i>	137
<i>Figura 29. Detalle del levantamiento de suelo</i>	138
<i>Figura 30. Detalle de la medición de árboles muertos en pie (AMP) y tocones (TO)</i>	139
<i>Figura 31. Estimación del porcentaje de error en una cuadrilla de campo</i>	142
<i>Figura 32. Esquema de los componentes de control de calidad implementados</i>	146
<i>Figura 33. Estrategia financiera del Inventario Forestal Nacional (valores anuales para un escenario quinquenal)</i>	161
<i>Figura 34. Porcentaje de financiación por fuente 2015-2019</i>	166
<i>Figura 35. Participación anual por fuente de recursos 2015-2018</i>	167
<i>Figura 36. Imagen institucional del Inventario Forestal Nacional</i>	179
<i>Figura 37. Relación entre la información del Inventario Forestal Nacional, las políticas y acciones públicas</i>	186
<i>Figura 38. Adaptación de Marco Conceptual del SIAC. Aplicación del enfoque ecosistémico en la lógica de los procesos del Inventario Forestal Nacional.</i>	190
<i>Figura 39. Evolución del proceso del Inventario Forestal Nacional en escala temporal y espacial</i>	190
<i>Figura 40. Categorías de potenciales productos del Inventario Forestal Nacional.</i>	192
<i>Figura 41. Ejemplo de las categorías de productos y servicios durante el monitoreo del Inventario Forestal Nacional y su relación con la sostenibilidad de los bosques y el financiamiento</i>	193
<i>Figura 42. Mecanismo de evaluación y mejoramiento anual del Inventario Forestal Nacional</i>	201

Lista de fotografías

Río Guayabito, Santander	1
Brigada de Campo Inventario Forestal Nacional, Chocó	1
Toma de muestra de densidad aparente, Chocó	6
Medición con el penetrómetro en detritos, Chocó	14
Río Jerez, La Guajira	16
Parque Natural Regional Barbas Bremen, Risaralda	18
Desplazamiento de Brigada de Campo, Amazonas	27
Parque Natural Regional Barbas Bremen, Risaralda	53
Brigada de Campo Inventario Forestal Nacional, Chocó	62
Levantamiento de Conglomerado	84
Parque Natural Regional Barbas Bremen, Risaralda	89
Preparativo de Campo y Capacitación con Brigadistas, La Guajira	94
Sensibilización con Comunidades, Valle del Cauca	115
Captura del POM, Huila	120
Colecta Botánica, Región Pacífica	124
Colecta Botánica, Región Pacífica	134
Prensado de Muestras Botánicas, Nariño	136
Medición de Alturas, Región Pacífica	140
Levantamiento de Conglomerados en Sabanas Naturales, Vichada	147
Medición de Hojas de Palmas Región Pacífica	169
Levantamiento de Conglomerados en Sabanas Naturales, Vichada	182
Colecta Botánica, Región Pacífica	189
Captura del POM, Región Pacífica	198
Río Claro, Antioquia	204
Parque Regional Natural Ucumari, Risaralda	210



Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

Brigada de Campo IFN, Chocó - Archivo Fotográfico IFN IDEAM

1. INTRODUCCIÓN

Un reto constante para el sector ambiental en Colombia ha estado ligado con el conocimiento sobre la oferta y el estado de los recursos naturales y, en especial, de los bosques. Es así como desde la expedición de la Ley 119 de 1919 (Código Fiscal) se encomendó a las instituciones gubernamentales la realización del Inventario Forestal Nacional, tarea que a la fecha no se ha realizado.

Los elementos estratégicos para la toma de decisiones en el manejo de los bosques colombianos se basan en la información y el conocimiento existente. En este sentido, generar información oportuna, confiable, consistente y comparable que permita un mejor conocimiento sobre el estado y las dinámicas de los bosques naturales se debe constituir en una prioridad para el Estado colombiano.

El estudio de los bosques se puede abordar a través de distintas investigaciones. Una de ellas la constituyen los inventarios forestales, que tienen su origen en la década de 1960, en la cual se realizaron inventarios forestales regionales con fines de aprovechamiento y manejo forestal liderados por el Ministerio de Agricultura. Estos inventarios detallados, entregaron las primeras cifras, técnicamente soportadas sobre el potencial forestal y promovieron la investigación y la formación forestal del capital humano en el país, lo cual se concretó en la creación de las primeras facultades de Ingeniería Forestal, la planeación de la investigación y el desarrollo, la promoción de política y una institucionalidad que liderara el tema forestal (Ideam, DANE, 2009).

El Inventario Forestal Nacional tiene sustento principal en la política de bosques, documento Conpes 2834 de 1996, que determinó como objetivo general “lograr un uso sostenible de los bosques con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y mejorar la calidad de vida de la población”. En el Conpes, una de las líneas está relacionada con la taxonomía, distribución, estructura y funciones de los bosques; es decir, aborda el tema de elaborar un inventario forestal del orden nacional. Igualmente, el Plan Nacional de Desarrollo Forestal incorpora el tema de inventario nacional y regional de forma directa y contundente, al definirlo como “un instrumento básico para la ordenación y conservación de los recursos forestales, que permita identificar la oferta actual y su estado de conservación” (Ministerio del Medio Ambiente, et al, 2000). En este plan se establece que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y los institutos de investigación ambiental, en conjunto con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Mi-

nambiente), las corporaciones autónomas regionales y las universidades, avanzarán en el Inventario Forestal Nacional y regional.

Con el fin de avanzar en la solución del problema y de conformidad con la Ley 99 de 1993 y el Decreto 1277 de 1994, el Ideam, en coordinación con la institucionalidad ambiental viene avanzando en la elaboración del Inventario Forestal Nacional, información que contribuye a mejorar el conocimiento sobre la oferta, composición, estructura y función ecosistémica de los bosques, y además es fundamental para la toma de decisiones en la planificación y uso de las áreas boscosas; por ello, el Inventario Forestal Nacional se plantea como la operación estadística mediante la cual se registran objetivamente variables referidas a los bosques naturales de interés nacional, con el fin de proveer información a los usuarios y contribuye al monitoreo y seguimiento de estos ecosistemas.

El Inventario Forestal Nacional permite dar respuesta a una serie de preguntas fundamentales con relación a los bosques y que el Estado no ha resuelto, como: cuál es el estado actual de los ecosistemas de bosques en Colombia en su extensión, estructura en composición florística, diversidad biológica forestal, su función en cuanto a fijación de carbono y su almacenamiento en la biomasa aérea y en el suelo; cuál es la oferta de hábitat para polinizadores; qué papel desempeñan los bosques como hábitats de vida silvestre; cuál es la salud, vitalidad y usos tradicionales de las especies del bosque; cómo es la proporción de madera combustible disponible en los bosques y su papel en los incendios forestales; qué principios activos para usos farmacéuticos tienen las especies forestales; cuál es la relación de los bosques con la bioprospección, seguridad alimentaria, servicios ecosistémicos como regulación hídrica, regulación climática, estabilizador de suelos y laderas, banco de germoplasma, fertilidad del suelo, relaciones con otras especies, equilibrio y relación bidireccional con otros ecosistemas; qué mecanismos autopoyéticos tienen los bosques y hasta dónde va su resiliencia al cambio, y otras que se derivan de este proyecto.

El inventario forestal le permitirá al país disponer de información sobre los ecosistemas boscosos, una base sólida para el direccionamiento de la línea de referencia para el monitoreo y la conservación. Por otra parte, facilita la administración del recurso (conservación, manejo y uso sostenible), así como lineamientos para la orientación de políticas de ordenación forestal y de soporte en la toma de decisiones para la formulación e implementación de la política ambiental y sectorial nacional.

En este sentido, el Minambiente, los institutos de investigación ambiental y otras entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y

del Estado, las corporaciones autónomas regionales y, en general, la sociedad puede disponer de información sobre los bosques naturales para el desarrollo de planes, programas y proyectos enfocados hacia el manejo sostenible de estos.

Igualmente, esta información permitirá orientar la restauración, conservación e investigación científica, así como el desarrollo de la actividad industrial forestal sostenible, el ordenamiento territorial, la generación de alertas y riesgos, la mitigación ambiental, la producción y el rendimiento silvícola, la actualización de planes de agua y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

En otro ámbito y no menos importante, la información generada por el inventario forestal permitirá suplir los requerimientos internacionales como Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y seguimiento, criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales (Organización Internacional de las Maderas Tropicales, OIMT), programa del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés) sobre inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, evaluaciones mundiales de los recursos forestales de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (FRA, por sus siglas en inglés) e indicadores prioritarios para la sostenibilidad del bosque amazónico.

En el contexto de las negociaciones de cambio climático, los resultados del inventario forestal del país permitirán establecer niveles de referencias nacionales que, eventualmente, sirven de base para establecer compromisos internacionales en la reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques (Harvey, et al., 2010).

Bajo estas premisas, el Inventario Forestal Nacional constituye la oportunidad excepcional para dar un renovado impulso al conocimiento de los bosques y a la biodiversidad nacional, y para generar información estratégica que demanda el país y lo lleve a garantizar la sostenibilidad ecosistémica, base fundamental para la sostenibilidad de la oferta de recursos naturales y de servicios ambientales que requieren los seres humanos para la vida.

Conscientes de este reto y atendiendo las funciones misionales relacionadas con el levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país y —específicamente— sobre el conocimiento de la oferta, la demanda y la dinámica de los bosques colombianos, el Ideam desarrolló herramientas como el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC) y el Inventario Forestal Nacional (IFN) que generan información de referencia para el conocimiento y monitoreo de los bosques

y la estructuración y operación de los sistemas de registro para el monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación a escala nacional, en particular del Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (*Renare*) y del registro nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD+).

En este sentido, y ante la necesidad de estructurar un documento para la implementación del Inventario Forestal Nacional, el “Marco rector para la implementación del Inventario Forestal Nacional” se constituye en el punto de referencia conceptual, normativo, metodológico, operativo, político e institucional para la ejecución coordinada del inventario, y que además recoge los planteamientos de trabajo definidos tanto en el documento: “Diseño del marco conceptual y metodológico del Inventario Forestal Nacional” como en el “Plan de Implementación del Inventario Forestal Nacional”, en los cuales se definieron puntos clave para la ejecución en la parte operativa, financiera y técnica (Ideam, ONF Andina, 2017, documento sin publicar).

De esta manera, el documento presenta los elementos esenciales para el diseño y operación que permiten la puesta en marcha del Inventario Forestal Nacional, al igual que recogen los componentes claves de los instrumentos de captura (formatos y manuales de campo), estructura del diseño estadístico y marco geoestadístico de referencia, control de calidad, determinación de los costos asociados a las fases de diseño y ejecución: preoperativo, operativo de campo, posoperativo, relación con la comunidad, respuesta institucional y capacidad de ejecución regional y nacional en el desarrollo de la investigación, los requerimientos, la cartografía, el diseño estadístico, entre otros.

Por último, acogiendo la Ley 1753 de 2015, es importante mencionar que el Inventario Forestal Nacional fue identificado por el Ideam como una operación estadística, razón por la cual debe cumplir los compromisos adquiridos con el Sistema Estadístico Nacional (SEN), con relación a la implementación de la norma técnica NTCPE1000:2017. Requisitos de calidad para la generación de estadísticas y posterior certificación con el DANE. En consecuencia, en el momento de que esta operación estadística obtenga la certificación, se establecerá que la información generada por el Inventario Forestal Nacional corresponde a estadísticas oficiales, que se convierte en información confiable, accesible, coherente, comparable, continua, exacta, oportuna, precisa, puntual, transparente que satisface las necesidades de los usuarios con un alto grado de credibilidad, y que está sujeta a un proceso de mejora continua en el diseño e implementación en la medida en que se implementen nuevas herramientas tecnológicas u operativas que ameriten el ajuste.



Capítulo 2 ANTECEDENTES

Toma de muestra de densidad aparente, Chocó - Archivo Fotográfico IFN IDEAM

2. ANTECEDENTES

Desde el punto de vista normativo, históricamente se han planteado diferentes expresiones relacionadas con la realización de un Inventario Forestal Nacional. Una de ellas fue la expedición de la Ley 119 de 1919, en donde se ordenó la creación de una Comisión Forestal, que tenía como misión principal la clasificación y mensura de los bosques nacionales, (tarea que no se realizó), y que en parte se concretó hasta la expedición de la Ley 2.^a de 1959, en la que se establecieron las siete grandes zonas de reserva forestal. La Ley determinó la obligatoriedad de que cada zona de reserva forestal se debe someter a un Plan de Ordenación Forestal, el cual se basa en un inventario forestal, ejercicio que no se ha adelantado para todas las áreas boscosas de estas reservas.

Durante la década de 1970, los inventarios forestales regionales con fines de aprovechamiento y manejo forestal tuvieron su apogeo, liderados por el entonces Ministerio de Agricultura. Estos inventarios entregaron las primeras cifras sobre el potencial forestal, técnicamente soportadas, y promovieron la investigación y la formación del capital humano nacional, que se consolidó con la creación de las primeras facultades de Ingeniería Forestal, la planeación de la investigación y el desarrollo forestal, la promoción de políticas en asuntos forestales y en una institucionalidad que liderara el tema.

En esta década, se hicieron los primeros estudios forestales regionales, bajo el liderazgo del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (Inderena) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), donde se destacaron los de la serranía de San Lucas, la Amazonia el *Proyecto Radargramétrico del Amazonas*, (Carvajal, et al, 1978) y del Pacífico colombiano el *Mapa de bosques del Pacífico colombiano*, (Silva, et al, 1978).

Estos y otros trabajos regionales liderados por el Estado, la academia y la empresa privada, llevaron a que en 1984 se elaborara el *Mapa de bosques de Colombia*, primer documento técnico de carácter nacional, que aporta información al conocimiento de los bosques en el territorio (Suárez, 1984), en el que se realizaron inventarios de reconocimiento en las formaciones forestales del país, información fundamental para la primera cartografía oficial forestal y el soporte técnico al primer registro e identificación taxonómica de especies forestales, publicado en el *Estudio dendrológico de Colombia* (IGAC, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 1984).

Posteriormente, en 1992, el Inderena publicó el *Mapa indicativo de zonificación forestal*, otro ejercicio cartográfico, que soportado en estudios

florísticos de finales de los años ochenta y comienzos de los noventa permitieron actualizar la información forestal del país.

En 1996, el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Minambiente) expidió la política de bosques, documento Conpes 2834, que se enmarca en el principio de “lograr un uso sostenible de los bosques con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y mejorar la calidad de vida de la población”. En este sentido, en la estrategia de fortalecer los instrumentos de apoyo se definió la acción para formular un programa de ciencia y tecnología, que una de las líneas está relacionada con la taxonomía, distribución, estructura y funciones de los bosques; es decir, el de elaborar un inventario forestal del orden nacional.

Con la aprobación del Plan Nacional de Desarrollo Forestal (PNDF) del año 2000, se incorpora el tema del Inventario Forestal Nacional y regional de manera directa al definirlo como “(...) un instrumento básico para la ordenación y conservación de los recursos forestales, que permita identificar la oferta actual y su estado de conservación”, dentro del Programa de Ordenación, Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales, Subprograma de Ordenación y Zonificación Forestal. En este plan se establece que el Ideam y los institutos de investigación ambiental (IIA), en conjunto con el MAVDT, las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible y las universidades avanzarán en la realización del Inventario Forestal Nacional y regional.

Bajo este precepto, algunas corporaciones autónomas regionales realizaron acciones de planificación de los bosques naturales en áreas de su jurisdicción, implementando para ello el desarrollo de inventarios forestales regionales como soporte para la formulación de los planes de ordenación forestal; caso específico, la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia), la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA), la Corporación para el Desarrollo Sostenible de La Mojana y el San Jorge (Corpomojana) y la Corporación Autónoma Regional de Nariño (Corponariño).

Paralelo a este proceso y amparados en el Decreto 1791 de 1996, donde se establece que “las autoridades ambientales con el fin de planificar la ordenación y manejo de los bosques reservarán, alinderarán y declararán las áreas forestales productoras y protectoras-productoras que serán objeto de aprovechamiento en sus respectivas jurisdicciones. Además, cada área contará con un plan de ordenación forestal que será elaborado por la entidad administradora del recurso”, se realizaron inventarios forestales con fines de aprovechamiento forestal a lo

largo y ancho del territorio nacional, los cuales, aunque con objetivos diferentes, constituyen un referente documental de la estructura y composición de los bosques regionales, y sentaron las bases de los procesos de ordenación forestal. Estos primeros ejercicios de inventario de los bosques regionales fueron desarrollados con diversas metodologías, distintos diseños, tamaños y formas de las unidades muestrales, variadas intensidades de muestreo y con indicadores diferentes, lo que generaba que la información no fuera comparable y homogénea, limitando la posibilidad de hacer análisis integrales y la generación de estadísticas y datos consolidados con relación a los bosques del país.

En el 2004, el Ideam publica el informe anual *Estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia*, en el que presenta un análisis multitemporal de las coberturas vegetales de Colombia y donde se evidencia el retroceso de la cubierta de bosques y el efecto de la colonización sobre los territorios boscosos.

En el 2006, el Ideam desarrolla el Programa de Monitoreo y Seguimiento de Bosques (PMSB), con el objeto de dar respuesta a la función misional de realizar el monitoreo y la caracterización de los ecosistemas boscosos.

A través del PMSB se identificaron nueve operaciones estadísticas relevantes, que permiten la recolección de información para un mejor conocimiento de los ecosistemas forestales, se estructuraron componentes y se definieron las variables del programa, que a su vez aportaron al diseño de los protocolos. Como resultado de dicho ejercicio — adelantado a través de talleres, mesas de trabajo y consultas con las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA)—, y con el fin de dar respuesta a preguntas fundamentales que el Estado debe conocer con relación a cuántos tipos de bosques tiene Colombia, cuáles son las especies principales que los caracterizan, cuál es el estado de las masas forestales, cuánta biomasa se acumula en ellos, se identificó como prioridad para el país la investigación del Inventario Forestal Nacional (IFN).

En el año 2007, el Ideam inicia el proceso de construcción (objetivo, alcances, preguntas de investigación) del IFN, a través de consultas regionales con las corporaciones autónomas regionales, entidades ambientales, profesionales vinculados con el bosque, Organizaciones no Gubernamentales (ONG), Academia, estructurando así una primera propuesta metodológica macro para su realización.

A partir de la propuesta metodológica construida por el Ideam, y teniendo en cuenta que en un proceso de formulación y diseño metodológico es vital la fase de validación y ajuste, a través de pruebas

piloto para evaluar su aplicabilidad, el instituto suscribió con el Fondo Rotatorio del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Fondane) el Convenio de Cooperación 015 de 2007, con el objeto de “aunar esfuerzos interinstitucionales para realizar el ajuste y validación de la metodología del IFN y estructurar el plan estratégico nacional para su implementación”. En el desarrollo de este convenio se establece la realización de dos pruebas piloto: en el Parque Nacional Chingaza (Orobioma Andino) y en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira, Corpoguajira (Zonobioma y Helobioma seco tropical, orobioma bajo de La Guajira), que aportaron insumos para validar y ajustar la metodología planteada por el Ideam para la realización del inventario forestal del país.

En el año 2009, se suscribió con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el Convenio 014, con el propósito de validar la metodología en el Andén Pacífico colombiano. La zona para la prueba piloto se seleccionó teniendo en cuenta que dentro de los ecosistemas forestales más relevantes para el país están localizados en el Andén Pacífico. Otras razones para seleccionar esta área fueron por su variabilidad de biomas, por los datos reportados sobre su biodiversidad, por ser ecosistemas altamente productivos y estar ubicados en una de las regiones más lluviosas del mundo y por su importancia en la estabilidad climática global.

En virtud de lo anterior, y como resultado de los ejercicios pilotos de validación y de la alianza entre el Ideam, el DANE y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el 2010 se publicó el *Diseño conceptual y metodológico del Inventario Forestal Nacional*, que describe elementos de referencia para su realización y las necesidades para su puesta en marcha (Ideam, DANE, 2009).

Entre los años 2010 y 2013, el instituto definió una estructura de costos adecuada para la implementación del IFN, así como el de iniciar la obtención de los recursos para su financiamiento. Sin embargo, considerando que el periodo de análisis establecido para la operación había sido estructurado para realizarse durante un año, se requería una serie de esfuerzos financieros, logísticos, técnicos y operativos, que para la fecha no estaban dados.

Como consecuencia de lo anterior, con fin de avanzar en la consecución de recursos para su implementación, durante el 2013 se inició el fortalecimiento de capacidades a través del trabajo conjunto con socios estratégicos, como los investigadores Charles Scott, Jim Westfall y Andrew Lister, del Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS, por su sigla en inglés), con amplia experiencia en el diseño e implementación de inventarios forestales en bosques de Norteamérica,

Europa, Asia, África, América Central y Suramérica; el apoyo técnico de Craig Wayson, del programa SilvaCarbon de Estados Unidos, que ofrece asistencia para la implementación de REDD+ en países que no pertenecen al anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), al igual que la Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional (USAID, por su sigla en inglés), a través del investigador Joseph Mascaro, del Laboratorio de Desarrollo Global de Estados Unidos (U.S. Global Development Lab), como parte del soporte que presta el gobierno norteamericano al Grupo de Observación de la Tierra (GEO).

Resultado de este trabajo se ajustó el diseño metodológico y se calcularon los costos del inventario forestal, con el fin de obtener una propuesta metodológica basada en un ciclo de implementación de cinco años que permitiera su operación y financiamiento.

Paralelo a este proceso se venían gestando una serie de políticas sectoriales en el país, como la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (ENREDD+), en la que se contempló el diseño de sistemas de seguimiento forestal nacional y de información sobre las salvaguardas. Para ello es indispensable el desarrollo y adopción de protocolos de monitoreo de coberturas de bosques naturales y contenidos de carbono, la generación y consolidación de la contabilidad nacional de carbono soportada en: i) Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) robusto, ii) Inventario Forestal Nacional y red de parcelas permanentes articuladas, y iii) Niveles de referencia subnacionales, que en conjunto permiten tener el ámbito nacional. En este contexto, el Inventario Forestal Nacional es una de las fuentes de información para definir los factores de emisión.

Ratificando lo definido en ENREDD+, el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un nuevo país, en Crecimiento Verde, Objetivo 2: Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad y la gobernanza ambiental, donde se preveía reducir la tasa de deforestación anual, con el propósito de disminuir la pérdida de biodiversidad y conservar la capacidad de los bosques de actuar como sumideros de carbono y proveedores de otros servicios ecosistémicos. Para el cumplimiento de esta meta se tenían previstas ocho acciones, una de las cuales era la implementación del Inventario Forestal Nacional.

Reconociendo los planteamientos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo (2014-2018), el Minambiente, ante la necesidad de reglamentar el sistema de contabilidad de reducción y remoción de emisiones y el sistema de monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación en el ámbito nacional y definir los niveles de

referencia de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal, expide el Decreto 1655 del 2017, en el que se reglamentan el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), el Inventario Forestal Nacional (IFN) y el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBByC) como generadores de información de referencia para la estructuración y operación de los sistemas de registro para el monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación nacionales, en particular de los registros nacional de Reducción de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (Renare) y Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD+), determinando de esta manera el papel del Ideam frente a la administración y planificación.

Atendiendo los preceptos normativos y política mencionados anteriormente, en el año 2015 se inició la implementación del Inventario Forestal Nacional, con el apoyo técnico y financiero del programa ONU-REDD¹, proyecto Visión Amazonía: Programa REM, GIZ, SilvaCarbon, Global Forest Observations Initiative, Science for a Changing World, Servicio Forestal de Estados Unidos y el Minambiente.

En consideración a que la implementación del IFN propende por la participación de las entidades del SINA, el primer ciclo de ejecución y la operación en campo se desarrollaron directamente con los institutos de investigación ambiental, reconociendo de esta manera su papel en la investigación que realizan sobre sus territorios y la integración de las comunidades que los habitan y que garantizan el mejor desarrollo de los operativos de campo.

A partir del año 2015, el Ideam, en colaboración con los institutos de investigación ambiental, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, y la Asociación Colombiana de Herbarios, con recursos del Presupuesto General de la Nación y de cooperación internacional, inició los operativos de campo del primer ciclo de implementación del IFN en las cinco grandes regiones naturales de Colombia.

A pesar de que a la fecha solo se ha avanzado en un porcentaje de la ejecución del operativo de campo y falta garantizar los recursos para terminar el proceso, el Ideam, continúa avanzando en la identificación de un programa de sostenibilidad financiera que permita la realización

1 Programa de colaboración de las Naciones Unidas sobre la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD+) en países en desarrollo. El Programa ONU-REDD se creó en el 2008 y se apoya en el poder de convocatoria y pericia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Fuente. Programa ONU-REDD (2014). El sendero hacia REDD+: el apoyo del Programa ONU-REDD a la preparación para REDD+, 2008-2013. Ginebra: Programa ONU-REDD.

del proyecto. En este sentido, instrumentos como el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, que identifican a la deforestación, la degradación de los ecosistemas y la subsecuente pérdida de biodiversidad como los mayores problemas socioambientales del país, evidencian la importancia de conocer el capital natural de la nación y se constituye en elemento clave para el desarrollo del Inventario Forestal Nacional.

En la actualidad están en ejecución convenios con varios Institutos de Investigación Ambiental como el IIAP, con el que se espera finalizar la región Pacífica en el 2021; con el Sinchi y el Instituto Humboldt, que permitirán avanzar en la implementación de la región Amazónica y el piedemonte Orinoco-Amazónico; y se está concretando la negociación con recursos provenientes del Fondo BioCarbono, para finalizar toda la región de la Orinoquia y con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para adelantar conglomerados en la región Caribe.



Capítulo 3 OBJETIVOS

Medición con el penetrómetro en detritos, Chocó - Archivo Fotográfico IFN IDEAM

3 OBJETIVOS

El Inventario Forestal Nacional (IFN) es una iniciativa a gran escala, cuya puesta en marcha en campo se inició en el 2015.

El Decreto 1655 de 2017 define al IFN como la operación estadística que mediante procesos, metodologías, protocolos y herramientas realiza el acopio, almacenamiento, análisis y difusión de datos cuantitativos y cualitativos que permiten conocer el estado actual y la composición de los bosques del país y sus cambios en el tiempo. Entre los objetivos del IFN están los siguientes:

- Proveer información periódica con enfoque multipropósito sobre la estructura, composición y diversidad florística, biomasa aérea, carbono en el suelo y los detritos de madera, volumen de madera, calidad, condiciones y dinámica de los bosques del país.
- Proporcionar estándares, procedimientos, metodologías y herramientas para el levantamiento de información orientada a la caracterización de bosques y otras coberturas.
- Brindar información confiable, consistente y continua que sirva de fundamento para la formulación de planes de ordenación forestal, la administración del recurso forestal, la definición de políticas, la planificación sectorial y la toma de decisiones orientadas al manejo sostenible y la conservación del patrimonio forestal del país.
- Suministrar información al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que sirva de referencia para las decisiones relacionadas con el cumplimiento de sus funciones relacionadas con la fijación de los cupos globales y determinación de las especies para el aprovechamiento de bosques naturales.
- Identificar la oferta y el estado de los bosques, facilitando el monitoreo y el seguimiento en el tiempo.
- Generar información para la consolidación y operación del SNIF y el SMByC.



Capítulo 4 ALCANCES

Río Jerez, La Guajira - Archivo Fotográfico IFN IDEAM

4 ALCANCES

El Inventario Forestal Nacional corresponde a una operación estadística, mediante la cual se registran variables de interés nacional, referidas al componente arbóreo de los bosques naturales de Colombia (dasimetría, composición florística, estructuras horizontal y vertical, diversidad, biomasa, entre otros), con el fin de proveer información que requieren los usuarios y que contribuye al monitoreo y el seguimiento a los bosques, a la formulación de los planes de ordenación y a la administración sostenible de este recurso, debe permitir la recolección, medición, evaluación e integración de información por regiones, sobre los ecosistemas forestales del país y dar soporte para la toma de decisiones del sector y para la política ambiental nacional. Precizando este alcance se destaca que:

- El inventario forestal diseñado tiene cobertura nacional; es decir, abarca todos los departamentos y los tipos de bosques naturales para Colombia.
- Se basa en un diseño estadístico construido sobre un marco geoes-tadístico que facilitará la selección y localización en campo de una muestra probabilística de áreas (conglomerado de árboles).
- La selección de la muestra se fundamenta en Muestreo Aleatorio Simple (MAS).
- El diseño será posestratificado.



Capítulo 5

MARCO CONCEPTUAL

Parque Natural Regional Barbas Bremen, Risaralda - Andrés Rodríguez Toro

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1. ¿Qué es un inventario forestal - IF?

Se entiende por inventario forestal a la operación estadística de tipos técnico, científico y operativo en la cual se recogen, analizan y resumen datos cuantitativos y cualitativos con el fin de hacer una estimación de las variables (y su error asociado) definidas para caracterizar las coberturas boscosas. En general, los inventarios forestales buscan obtener información sobre la estructura, composición florística, diversidad, biomasa área y volumen de madera del bosque, la calidad y condiciones de la masa forestal y la dinámica del recurso forestal, de acuerdo con los objetivos previstos, preguntas de investigación planteadas y a la exactitud requerida. De esta manera, los inventarios forestales son instrumentos básicos que permiten a los países identificar la oferta y el estado actual de los bosques, facilitando el monitoreo y seguimiento a través del tiempo, entregando información clave a tomadores de decisiones y a diferentes usuarios, necesaria para la formulación de planes de ordenación y la administración sostenible del recurso forestal, entre otros.

Para la administración de los bosques –relacionada con el uso y manejo, conservación, restauración y ordenación–, se requiere tomar decisiones con fundamento en información veraz, confiable, oportuna y que permita tener cierto grado de confiabilidad en la opción tomada. En este sentido, el inventario forestal es el conjunto de procesos, metodologías, protocolos y herramientas que permite generar la información requerida, y obtenerla con la confiabilidad necesaria para la apropiada toma de decisiones.

5.2. Tipos de inventarios forestales

Los inventarios forestales se clasifican de acuerdo con el método estadístico, objetivo (Malleux, 1982; Prodam et al., 1997; Louman, 2001), el grado de detalle (Suárez, 2002) y el ámbito geográfico.

Con el método estadístico o con la forma como se obtienen los datos. Los inventarios forestales se pueden clasificar en: a) censo forestal (o inventario forestal al 100) y b) inventario por muestreo estadístico (que puede ser al azar, sistemático, bietápico, estratificado, por conglomerados o por combinaciones de estos); es decir, un inventario forestal se puede ser diseñado considerando el total de la población (censo) o tomando una parte de ella (muestreo estadístico).

Con el objetivo. De acuerdo con el propósito definido en la investigación, los inventarios forestales pueden ser para aprovechamiento y manejo forestal, ordenación forestal, florísticos, licenciamiento

ambiental, manejo y restauración forestal, definición de tratamientos silvícolas, para estudios ecosistémicos o bióticos, entre otros.

Con el nivel de detalle. Los inventarios forestales se clasifican en: detallados que tienen errores de muestreo entre 5 y 10 % y confiabilidad del 95 %; semidetallados, con errores de muestreo hasta del 15 % y confiabilidad del 95 %; exploratorio, con errores de muestreo entre el 15 y el 20 % y confiabilidad entre el 90 % y el 95 %, y los generales, donde los límites del error de muestreo y la confiabilidad se definen según el objetivo. (Ideam, DANE, 2009)

Con el nivel geográfico. Los inventarios forestales pueden ser puntuales, en un predio; locales, en varios predios dentro de una localidad o municipio; regionales, dentro de varios municipios en una región; y nacionales, en varias o en todas las regiones del país.

Cuando se trata de inventarios forestales nacionales, la misión es suministrar información, tanto para el país en conjunto, como para las desagregaciones territoriales que el país considere, sobre las variables de interés para los usuarios. Según el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, PNDP (Ministerio del Medio Ambiente, et al, 2000), el Inventario Forestal Nacional constituye un instrumento básico para la ordenación y conservación de los recursos forestales, que permite identificar la oferta actual y su estado de preservación.

5.3. Definición del Inventario Forestal Nacional

De acuerdo con el contexto del numeral anterior, el Inventario Forestal Nacional (IFN) de Colombia se define como:

La operación estadística mediante la cual se registran objetivamente variables de interés nacional (superficie, composición, estructura, diversidad forestal, entre otras), referidas a los bosques naturales de Colombia, con el fin de proveer información que requieren diferentes usuarios y que contribuye al monitoreo y seguimiento a los bosques, a la formulación de los planes de ordenación y a la administración sostenible de este recurso en Colombia (Decreto 1655 de 2017).

5.4. Características de la investigación estadística para el diseño del Inventario Forestal nacional

La propuesta metodológica sobre la que se estructuró el diseño del Inventario Forestal Nacional que se presenta en este documento tiene las siguientes características técnicas:

Accesible: Facilidad con que la información estadística puede ser ubicada y obtenida por los usuarios. Contempla la forma en que ésta se provee, los medios de difusión, así como la disponibilidad de los metadatos y los servicios de apoyo para su consulta.

Adaptable. Debe tener capacidad de adaptarse a nuevas tecnologías, tales como: las Tecnologías de la información y las comunicaciones (tics), la geomática, los sensores remotos y los sistemas de información geográfica, los métodos objetivos de información, el desarrollo de la informática, el empleo de marcos geoestadísticos de propósitos múltiples, las técnicas de los estimadores sintéticos, entre otros.

Coherente. Se refiere al grado en que están lógicamente conectados los conceptos utilizados, las metodologías aplicadas y los resultados producidos por la operación.

Comparable. Es la característica que permite que los resultados de diferentes operaciones estadísticas puedan relacionarse, agregarse e interpretarse entre sí o con respecto a algún parámetro común.

Continuo. Hace referencia a la garantía de la producción permanente de la operación estadística, basada en la adecuación de los recursos, así como en el soporte normativo.

Para el ciclo inicial de línea base del IFN, se establece una duración de cinco (5) años, contados a partir de la entrada en vigor del **Artículo 2.2.8.9.3.15**, del Decreto 1655 de 2017. Posteriormente el IFN se implementará en ciclos quinquenales, mediante levantamientos anuales, en los cuales se procederá a hacer nuevas mediciones en el veinte por ciento (20 %) de las unidades de muestreo.

Los reportes de resultados consolidados del IFN se presentarán dentro del año siguiente a la finalización de cada ciclo de implementación. Adicionalmente, se podrán generar reportes anuales con la información disponible.

Creíble. Confianza en que los productos estadísticos, se producen con base en estándares estadísticos adecuados y bajo política transparente.

Exacto. Grado en que los resultados de la operación estadística se aproximan y describen correctamente las cantidades o las características que se desean medir.

Flexible. La investigación debe adaptarse a los posibles cambios institucionales, políticos, jurídicos y económicos, que se vayan presentando a todo nivel. También, debe ajustarse a nuevas necesidades de información de los usuarios a través del tiempo.

Homogéneo. La recolección de la información, el procesamiento, periodicidad y desagregación de la información, deben estar sustentados a través de una metodología homogénea, que le de coherencia y consistencia interna a los resultados.

Neutro. La información que arroje la investigación, y sus mecanismos de divulgación, deben beneficiar a todos, no solo a un grupo o sector del medio ambiente o la economía.

Objetivo. La información producida es confiable, fruto de un proceso científicamente demostrado, no subjetivo.

Oportuno. Se refiere al tiempo que transcurre entre la ocurrencia del fenómeno de estudio y la publicación de la información estadística, de tal manera que sea útil para la toma de decisiones.

Participativo. Que cuente con la participación de los usuarios, ya sea en el aspecto logístico, técnico, económico o de control. Esta participación, asegura en gran medida, la sostenibilidad de la investigación y el interés por mejorar la confiabilidad y oportunidad de la información. La implementación del IFN propenderá por la participación de quienes conforman el **SINA** de acuerdo con lo establecido en la Ley 99 de 1993, buscando de esta manera mejorar el acceso a la información y la generación de conocimiento acerca del recurso forestal, sin duplicidad de esfuerzos y recursos.

Pertinente. Los resultados del proceso de investigación son requeridos por diferentes usuarios (entidades gubernamentales, sociedad civil, instituciones nacionales e internacionales, ONG, etc.), para soportar la toma de decisiones sobre información y estadísticas confiables que permitan hacer comparaciones y análisis en el tiempo.

Preciso. Propiedad de estimar la realidad del fenómeno de estudio con un error aleatorio mínimo.

Relevante. Grado en que las estadísticas satisfacen las necesidades de información de los usuarios.

Transparente. Condición bajo la cual el productor de estadísticas pone a disposición de los usuarios los metadatos que permiten conocer el desarrollo de la operación estadística.

5.5. Definiciones y conceptos empleados

BOSQUE NATURAL. La tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima de dosel del 30%, una altura mínima de dosel in situ de 5 metros al momento de su identificación y un área mínima de una hectárea. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma y árboles sembrados para la producción agropecuaria” (Ideam, 2019).

COBERTURA NO BOSCOsa Las tierras con cobertura distinta a la de bosque natural se denominan área de no bosque. Entre ellas

se encuentran: coberturas de arbustales, herbazales, herbáceas y arbustivas, sabanas arbóreas y arbustivas, entre otras. (Ideam, 2019).

CONCEPTOS ESTADÍSTICOS

- *La población o universo:* Es el conjunto de todos los elementos que tienen una o más características en común.
- *Censo:* Es el conjunto de operaciones destinadas a recopilar, procesar, evaluar y publicar datos referentes a todas las unidades de un universo.
- *Muestra:* Es un subconjunto o parte representativa de elementos que han sido extraídos de una población.
- *Elemento:* Es la unidad acerca de la cual se está recolectando información.
- *Unidad de muestreo:* Es el elemento o elementos que se encuentran disponibles para su selección en alguna de las etapas de muestreo. En los procedimientos más simples, la unidad de muestreo puede ser también el elemento.
- *Unidad de análisis:* Es la unidad o unidades sobre las que se realizarán análisis al terminar la encuesta, puede o no coincidir con la unidad de muestreo.
- *Unidad de observación:* Es la unidad o unidades sobre las que se recogen en la práctica la información.
- *Subpoblación:* Partes de la población cuya intercepción es vacía, y cuya unión da todo el universo.
- *Marco muestral:* Herramienta para llegar al universo de estudio.
- *Cobertura:* Porcentaje de cubrimiento del marco con respecto al universo de estudio. Si hacen falta unidades se denomina subcobertura, si por el contrario hay más de las unidades necesarias se denomina sobrecobertura.
- *Período de recolección:* Indica el intervalo de tiempo o la fecha en la cual se realiza el levantamiento o acopio de los datos.
- *Desagregación geográfica:* Niveles de ubicación espacial sobre los cuales se hará el análisis.
- *Alcance temático:* Delimita los aspectos temáticos investigados en la operación estadística.
- *Documento metodológico.* Documento que presenta a los usuarios de manera clara y precisa los métodos y las actividades desarrolladas en el proceso estadístico.

- *Dominio de estudio.* Segmento de la población del que se requieren estimaciones específicas para medir un fenómeno.
- *Ficha metodológica.* Documento técnico que permite recopilar de forma resumida información explicativa de una operación estadística.
- *Fuente.* Elementos, individuos o instituciones que proporcionan información.
- *Información estadística.* Conjunto de resultados y la documentación que los soportan, que se obtienen de las operaciones estadísticas y que describen o expresan características sobre un elemento, fenómeno u objeto de estudio.
- *Metodología estadística.* Procedimientos y técnicas estadísticas utilizadas en el tratamiento de la información que caracterizan a la operación estadística.
- *Variable.* Característica de las unidades estadísticas, que puede asumir un conjunto de valores los cuales pueden ser cuantitativos o cualitativos.
- *Período de referencia.* Período de tiempo específico (día, semana, mes, año) o punto en el tiempo al que corresponde la observación realizada, o la variable de interés).
- *Microdatos.* Cada uno de los datos sobre las características de las unidades de estudio de una población (individuos, hogares, establecimientos, entre otras) que se encuentran consolidados en una base de datos
- *Series históricas.* Sucesión de datos sobre una o más características que sean objeto de estudio, las cuales son consolidadas en intervalos de tiempo iguales (diario, semanal, semestral, anual, entre otros) y organizadas cronológicamente para permitir su análisis temporal teniendo en cuenta los cambios metodológicos que estas puedan presentar.
- *Tipos de muestreo:*
 - Muestreo no probabilístico:* Se utiliza cuando la selección de un elemento que formará parte de la muestra se basa en el criterio del investigador. No todos los elementos de la población tienen una probabilidad conocida de pertenecer a la muestra; la selección de las unidades se hace sin respetar el diseño, los sondeos hacen parte de estos tipos de muestreo.
 - Muestreo probabilístico:* En el muestreo probabilístico, la selección de cada elemento de la muestra se hace siguiendo reglas matemá-

ticas de decisión. Todos los elementos de la población tienen una probabilidad conocida y mayor a cero de pertenecer a la muestra; la selección de las unidades debe respetar las probabilidades de inclusión de la muestra.

- *Marco y diseño muestral:* El marco muestral es la herramienta fundamental que permite identificar y ubicar a todos los elementos que constituyen la población o universo. Es un listado con todas las unidades poblacionales de las que se seleccionará una muestra probabilística. Al método aleatorio mediante el cual se seleccionan las unidades se le denomina diseño muestral.
- *Diseños más empleados*

Aleatorio Simple: Cada unidad muestral, tiene una probabilidad de inclusión igual a n/N para todas las unidades. Abreviado por sus siglas M.A.S.

Estratificado: Las unidades se agrupan de acuerdo con una característica en común, en conjuntos llamados estratos, que permiten diferenciar ciertos patrones presentes en la población. La particularidad es que cada estrato puede tener un diseño muestral distinto. Permite mejorar la eficiencia de la estimación e incluir subgrupos poblacionales necesarios en la muestra.

Multietápico: Este muestreo se usa cuando no se puede acopiar una lista con todos los elementos de la población, pero sí es posible obtener una lista de grupos de elementos, a cada una de estas agrupaciones se le denomina etapa y pueden ser dos o más etapa, si tiene dos etapas se le denomina bietápico, si tiene tres trietápico y cuatro o más multietápico.

Sistemático: Se utiliza para dar cobertura uniforme a una población, en este caso se define un tamaño de muestra n y se escoge ordenadamente (de ahí el nombre sistemático) un elemento de acuerdo a un intervalo definido; este diseño muestral es muy útil en poblaciones dinámicas en cuanto a tiempos y lugares.

- *Estimación de parámetros:* La estimación es el procedimiento por el cual se calcula un parámetro poblacional a partir de los datos muestrales, utilizando para ello un estimador (fórmula) predefinido.

Figura 1. Conceptos fundamentales en estimación

PARÁMETRO	<ul style="list-style-type: none"> •Número o estadístico que resume una cantidad de interés poblacional, como por ejemplo un total, un promedio o un porcentaje.
ESTIMADOR	<ul style="list-style-type: none"> •Es la regla o fórmula con la cual se calcula el parámetro poblacional de interés.
ERROR DE MUESTREO	<ul style="list-style-type: none"> •Es una medida de la incertidumbre que se tiene al aproximar el parámetro de interés. Generalmente se asocia al coeficiente de variación o al margen de error.
NIVEL DE CONFIANZA	<ul style="list-style-type: none"> •Probabilidad de que el parámetro se encuentre en el intervalo de confianza al tomar una muestra.

Fuente: Los autores

- *Procedimiento de estimación:* Para la estimación de cualquier parámetro de interés es necesario saber la probabilidad de inclusión de cada unidad, la cual se relaciona al diseño muestral que se implementó, a esta probabilidad de inclusión se le denomina π_k

Al inverso de la probabilidad de inclusión se le denomina factor de expansión, pues este valor permite expandir cada unidad a la población:

$$fexp = 1/\pi_k$$

El pi-estimador o estimador de Horvitz-Thompson es uno de los más usados. Por ejemplo, para estimar un total se tiene:

$$\hat{t} y = \sum_s \frac{y_k}{\pi_k} = \sum_s fexp * y_k$$

Si no se conoce π_k o se aproxima a 0, no se puede llevar a cabo la estimación.



Capítulo 6 DISEÑO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO DEL INVENTARIO FOLESTAL NACIONAL

Desplazamiento de Brigada de Campo, Amazonas - Archivo Fotográfico IFN IDEAM (Flavio Quintero)

6. DISEÑO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL

6.1. Diseño estadístico del Inventario Forestal nacional

Esta sección resume de manera muy general los conceptos teóricos del diseño geo estadístico y la metodología empleada para la obtención de la propuesta de implementación para el IFN desarrollada.

6.1.1. Universo de estudio

El universo de estudio corresponde al conjunto total de elementos a los cuales se desea extender los resultados alcanzados en la muestra. Para el IFN el universo de estudio corresponde a la superficie continental e insular del país.

6.1.2. Población objetivo

Corresponde al área total continental del país para tres categorías, bosque natural, no bosque y áreas sin información.

6.1.3. Subpoblaciones de interés

Las subpoblaciones de interés corresponderán a las regiones naturales del país: Andina, Caribe, Pacífica, Orinoquia y Amazonia.

6.1.4. Unidades de observación

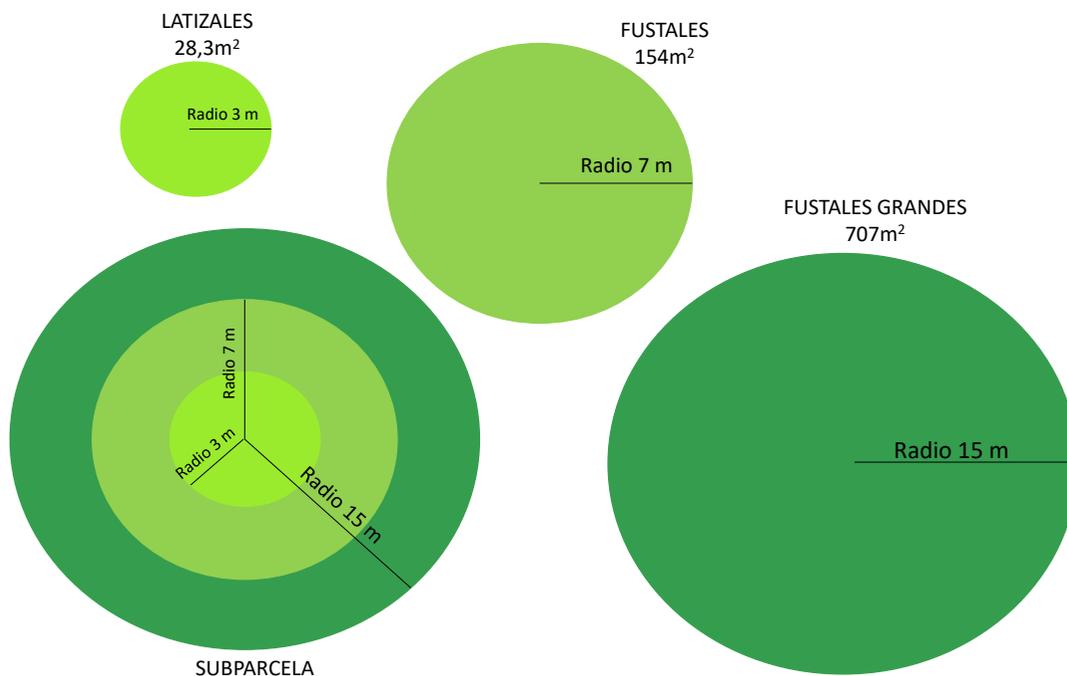
Teniendo en cuenta el manual de campo, existen 4 tipos de unidades de observación, de acuerdo con el tamaño de los individuos

- Brinzales B ($DAP < 2,5$ cm y altura $\geq 0,3$ m): los brinzales serán medidos en cinco (5) subparcelas, ubicadas a una distancia de 7,5 m y a 45° del centro de cada subparcela. Las subparcelas de los brinzales serán de 1,5 m de radio, equivalente a $7,07$ m² cada una, para un total de $35,34$ m². El muestreo de los brinzales en un punto diferente al centro de cada subparcela se realiza con el fin de disminuir el riesgo de daños o afectación de los individuos que se miden en esta categoría, por un mayor tránsito del personal en el centro de las subparcelas.
- Latizales L (10 cm $> DAP \geq 2,5$ cm): los latizales serán medidos en cinco (5) subparcelas anidadas y concéntricas, con un radio de 3 m cada una, equivalente a $28,27$ m², para un total de $141,35$ m².
- Fustales F (30 cm $> DAP \geq 10$ cm): los fustales serán medidos en cinco (5) subparcelas anidadas y concéntricas, con un radio de 7 m cada una, equivalente a 154 m², para un total de 770 m².

- Fustales grandes FG (DAP \geq 30 cm): los fustales grandes serán medidos en las cinco (5) subparcelas de 15 m de radio, equivalente a 707 m² cada una, para un área total de muestreo por conglomerado de 3.535 m².

Actualmente y considerando la carencia de información requerida para la identificación botánica de los individuos de la categoría de brinzales, se trabaja con tres (3) tipos de unidades de observación, fustales grandes, fustales y latizales (figura 2).

Figura 2. Unidades de observación (subparcelas)

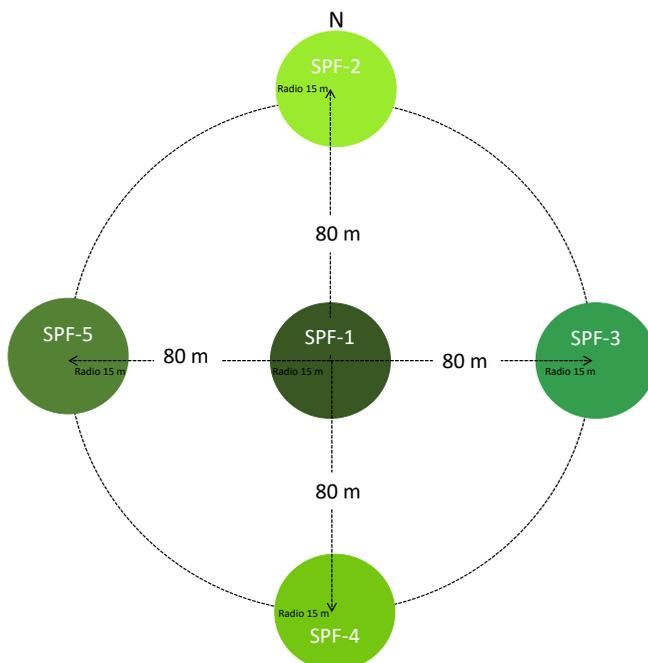


Fuente: Manual de campo Inventario Forestal Nacional, Ideam 2020

6.1.5. Unidades de muestreo

Cada unidad de muestreo consiste en un conglomerado de 3.535 m² conformado por cinco (5) subparcelas circulares dispuestas en forma de cruz de 15 m de radio cada una (707 m²), con una distancia de 80 m entre los centros (Figura 3).

Figura 3. Unidad de muestreo (conglomerado)



Fuente: Manual de campo Inventario Forestal Nacional, Ideam, 2018

6.1.6. Unidad de análisis

Para el IFN, la unidad de análisis corresponde al conglomerado (Figura 10), es decir para este análisis coincide con la unidad de muestreo.

6.1.7. Cobertura geográfica y desagregación

La muestra abarca todos los 32 departamentos de Colombia.

6.1.8. Período de referencia

El periodo de referencia de las mediciones del Inventario Forestal Nacional, en términos prácticos, establece el marco temporal sobre el cual se realizan las conclusiones del recurso forestal del país. Así, un periodo muy corto no permite tener una amplia perspectiva sobre los cambios en las variables básicas, como el diámetro o la altura, y variables derivadas, como la biomasa o el carbono. Por otro lado, un periodo muy amplio puede no permitir la comparabilidad entre mediciones, debido a la amplitud de tiempo. Sin embargo, el cuestionamiento que surge de inmediato es cómo se determina si un periodo de referencia para un inventario es corto o largo, pues la literatura en relación con esta temática es limitada; no obstante, el acercamiento por Westfall (2015) relaciona la longitud de un inventario con respecto a las tasas

de crecimiento y variabilidad de las mediciones en los bosques, y al hacer una revisión exhaustiva de diversos inventarios en forma global, establece que un periodo normal de un inventario forestal varía entre los 5 y los 10 años; ejemplo de ello son inventarios como el de Perú, de 5 años; el de Canadá, que fue inicialmente planeado a 5 años, pero se extendió a 10; el de Brasil, de 5 años; el de España, de 10 años; el de Guatemala, de 3 años, y el del Estado de Colorado, de 10 años. En general, se puede verificar, como lo menciona Westfall, que la mayoría de los inventarios se encuentran en periodos de tiempo entre los 5 y los 10 años, pero este tiempo varía dependiendo de diversos factores, como la extensión y los recursos económicos disponibles. A continuación se presentan algunas ventajas y desventajas de periodos de referencia de inventarios extensos (entendidos como periodos más grandes de lo que normalmente se cita en la literatura):

Ventajas

- Mayor margen de manejo financiero. Consecución de recursos económicos a través de los años.
- Organización de los equipos. No tener brigadas de campo trabajando paralelamente.
- Experiencia recopilada a través de los años se refleja en mejores estrategias para implementación de campo; por ejemplo, rutas de acceso, de trabajo con la comunidad y conocimiento de zonas de alto riesgo.
- Mediciones a lo largo del tiempo en países donde el área total de bosques es extensa.

Desventajas

- No permite medir cambios importantes en las tasas de crecimiento.
- No permite tener en cuenta gran variabilidad en las variables básicas.
- La inferencia y actualización de resultados se pueden ver limitados por los efectos de deforestación o incendios forestales, a través de los años.
- Los recursos económicos se pueden ver afectados por los cambios en los precios de insumos, materiales y equipos.

Teniendo en cuenta lo anterior, entre 7 y 10 años, como se menciona en la literatura, es un tiempo razonable para una operación estadística de esta magnitud y las limitaciones asociadas a su desarrollo, tanto de tipo económico como problemas de orden público y grupos armados,

permisos con comunidades indígenas, dificultad de acceso a zonas alejadas de carreteras y vías, falta de personal técnico forestal para levantamiento en diversos sectores, cambios en los administradores de los recursos y equipos técnicos responsables, y condiciones climáticas, entre otras. Adicionalmente, la altísima diversidad y variabilidad de los bosques del país, y el gran esfuerzo logístico-económico por el Ideam y las entidades del SINA, dan cuenta de la complejidad del levantamiento, por lo que, en consecuencia, el periodo de referencia se define entre el 2015 y su culminación esperada en el 2022, dando así cumplimiento a lo establecido en el Decreto 1655 de 2017.

6.1.9. Diseño muestral

El tipo de muestreo es probabilístico, posestratificado y de conglomerado de áreas. El muestreo es probabilístico, debido a que las unidades de muestreo tienen una probabilidad conocida y mayor que cero de ser seleccionadas.

El diseño de muestreo es posestratificado, porque se consideran particiones poblacionales *a posteriori* del levantamiento, definidas como conjuntos de elementos cuya unión conforma el universo, que no se traslapan y donde todos son diferentes de vacío, esto tratando de lograr homogeneidad dentro de ellas y heterogeneidad entre ellas.

La primera variable de la posestratificación será la categoría bosque-no bosque, y la segunda, la región natural. Estas dos variables se tratan como posestratos y no como estratos del diseño inicial, pues en la práctica un conglomerado puede ser identificado *a priori* como bosque, y puede que sea no bosque, o viceversa; también puede suceder que un conglomerado inicialmente sea identificado en una región natural, pero que pertenezca a otra debido a límites geográficos. La combinación de estas dos posestratificaciones se presentará en la sección de estimadores a través del método de calibración, el cual se puede ver como una generalización del método de posestratificación. Las áreas que responden a esta posestratificación son las siguientes:

Tabla 1. Subpoblaciones de interés

Región	Bosque (ha)	No bosque (ha)	Sin información (ha)
Amazonas	39.661.290	6.194.338	2.543
Andes	10.549.240	17.528.775	1.108.559
Caribe	1.723.966	13.720.193	5.996
Orinoquia	2.144.514	14.688.074	30
Pacífico	5.233.267	1.152.722	335.980

Fuente: Ideam (2018). Colombia. Proporción de la superficie cubierta por bosque natural.

El diseño muestral planteado es **Muestreo Aleatorio Simple de Conglomerados (MASC)**. Los conglomerados corresponden al arreglo en cruz de las cinco subparcelas circulares mencionadas anteriormente.

6.1.10. Algoritmos de selección

La selección de conglomerados se hace mediante el método de coordinado negativo (Gutiérrez, 2009), el cual se presenta a continuación:

- 1) Generar N realizaciones de una variable aleatoria ξ_k ($k \in U$) con distribución uniforme (0,1).
- 2) Asignar ξ_k al elemento k -ésimo de la población.
- 3) Ordenar la lista de elementos descendente (o ascendentemente) con respecto a este número aleatorio ξ_k .
- 4) A continuación, seleccionar los n primeros (o los n últimos) elementos. Esta selección corresponde a la muestra realizada.

6.1.11. Precisión y confiabilidad deseadas para la estimación

Estos parámetros corresponden:

- Error muestral

En términos del coeficiente de variación, es la precisión de las estimaciones de los parámetros. Estos dos parámetros son fijados por los investigadores para el cálculo de los tamaños de la muestra, en la mayoría de las investigaciones entre el 1 y el 10 %.

- Nivel de confianza

Corresponde al 95 % de probabilidad, es decir, $z = 1,96$. Si bien se espera que el error muestral sea menor de 5 % (muestras diseñadas con errores superiores al 15 % implican estimaciones poco precisas, que se deben usar con reserva), esto no implica que los errores relativos de muestreo en cualquier caso sean inferiores a este valor.

Los errores de muestreo dependen de la distribución de las variables investigadas y la frecuencia de los fenómenos medidos. En este sentido, es bastante probable que fenómenos con frecuencias menores de 10 % presenten errores de muestreo altos.

6.1.12. Estimadores

Las características de interés corresponden a los aspectos relacionados con las variables, categorías de análisis e indicadores, cuya información se recoge a través de la muestra.

En este contexto, cabe destacar que las características poblacionales de interés o parámetros desde la perspectiva muestral son de tres tipos: totales, razones o indicador especiales.

Para el caso de los totales, estos se definen como la suma sobre el universo de la variable en estudio y_k , que corresponde al valor de y para la k – *ésima* unidad de observación:

$$t_y = \sum_U y_k$$

Así, desde un punto de vista práctico, el parámetro que se estudia con base en encuestas poblacionales multipropósito a través de métodos probabilísticos, en la gran mayoría de los casos, es de tipo razón.

Una razón se define como el cociente de dos totales. Un caso particular de una razón son las proporciones o porcentajes (también, el promedio aritmético) que se definen como el cociente entre dos frecuencias. Es decir, en una investigación en la que para cada elemento se estudian dos características Y y Z , y se tienen los totales t_y y t_z , entonces la razón se define como:

$$R = \frac{t_y}{t_z} = \frac{\sum_U y_k}{\sum_U z_k}$$

Como se puede observar más adelante, para propósitos del cálculo del tamaño de muestra, el parámetro trazador es de tipo proporción.

A continuación, se presentan por tipo de muestra, otros conceptos que hacen parte del alcance temático del diseño muestral.

Parámetros a estimar

De acuerdo con los objetivos del estudio, los parámetros a estimar en el Inventario Forestal Nacional, que en general, corresponden a totales, medias y razones, y cuya forma de estimación estará ajustada al método de muestreo empleado, son los siguientes:

Información Primaria

- Estimar las áreas netas del bosque natural por grupos de especies, por grupo de ecosistemas de bosque y por región natural.
- Conocer Composición florística de los bosques naturales (nombre científico y nombre común).
- Distribución espacial de los bosques naturales.
- Estimar el promedio de las alturas de los árboles por grupos de especies.

- Cuantificar la condición, calidad, daños en el fuste de los árboles en estado fustal.
- Caracterizar los diferentes usos según las especies forestales.

Información Derivada

- Estimar el volumen total y promedio de madera en pie por grupos de especies principales, tipo de bosque y región.
- Total y promedio de carbono y biomasa aérea.

Bajo un diseño MASC se tiene que el total poblacional es:

$$t_y = \sum_{k \in U} y_k = \sum_{i=1}^{N_I} \sum_{k \in U_i} y_k = \sum_{i=1}^{N_I} t_{yi}$$

Donde N_I es el total de conglomerados del universo y y_k la variable de interés.

A su vez el promedio poblacional viene dado por:

$$\bar{y}_U = \frac{\sum_{k \in U} y_k}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N_I} \sum_{k \in U_i} y_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N_I} N_i \bar{y}_i$$

Donde:

$$\bar{y}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{k \in U_i} y_k$$

Es el promedio de la variable y_k en el i -ésimo conglomerado y N_i es el total de elementos por conglomerado.

Así el total poblacional estimado, su varianza y su estimador de varianza son respectivamente:

$$\hat{t}_{y,\pi} = \frac{N_I}{n_I} \sum_{s_I} t_{y_i}$$

$$Var_{MAC}(\hat{t}_{y,\pi}) = \frac{N_I^2}{n_I} \left(1 - \frac{n_I}{N_I}\right) S_{t_{yU_I}}^2$$

$$\widehat{Var}_{MAC}(\hat{t}_{y,\pi}) = \frac{N_I^2}{n_I} \left(1 - \frac{n_I}{N_I}\right) \hat{S}_{t_{yU_I}}^2$$

Donde:

$$S_{t_{yU_I}}^2 = \frac{1}{N_I - 1} \sum_{i \in U_I} (t_{yi} - \bar{t}_{U_I})^2$$

Con

$$\bar{t}_{U_I} = \sum_{i=1}^{N_I} t_{yi} / N_I, \text{ y } S_{t_{yS_I}}^2$$

Y donde n_I es el tamaño de muestra de conglomerados.

Para una razón se tiene que

$$uk = (y_k - \hat{R}z_k) \frac{1}{\hat{t}_{z,\pi}}$$

En ese caso la varianza estimada de la razón estimada es:

$$\hat{V}_{MASC}(\hat{R}) = \frac{N_I^2}{n_I} \left(1 - \frac{n_I}{N_I}\right) S_{tusI}^2$$

6.1.13. Factores de expansión

Para un diseño MASC la probabilidad de inclusión se define como:

$$\pi_I = \frac{n_I}{N_I}$$

En consecuencia el factor de expansión es:

$$Fexp = \frac{N_I}{n_I}$$

Donde N_I es el total de conglomerados teóricos del país y n_I el tamaño de muestra de conglomerados, de acuerdo al marco y muestreo de áreas definido se establece que

$$N_I = \frac{\text{Área del país}}{\text{Área del conglomerado}} = \frac{114.059.487 \text{ ha}}{0.3535 \text{ ha}} = 322.657.672$$

Teniendo en cuenta que el tamaño de muestra es 1.479 (ver siguiente sección de su derivación) entonces:

$$Fexp = \frac{N_I}{n_I} = \frac{322.657.672}{1.479} = 218.159$$

6.1.14. Calibración

Como se mencionó en la sección del diseño muestral, se plantea una posestratificación a 2 vías, es decir, teniendo en cuenta dos variables,

cobertura (bosque y no bosque) y región natural (Tabla 1), buscando que las áreas estimadas sean consistentes con las áreas totales de dichas variables.

La posestratificación a 2 vías, es un caso particular de los estimadores de calibración, en consecuencia, se considera como vector de información auxiliar (variables cobertura y región) $X = (X^*, \hat{X}^0)$, donde $X^* = \sum_U x_k$ y $\hat{X}^0 = \sum_s \frac{x_k^0}{\pi_k}$

Como pesos finales se consideran:

$$w_{2Bk} = w_k^0 v_k$$

Con $v_k = 1 + \lambda_r' x_k^*$, donde $\lambda_r' = (\sum_U x_k^* - \sum_r w_k^* x_k^*)' (\sum_r w_k^u)$

En esta expresión se tiene:

$$w_k^0 = d_k v_k^0, v_k^0 = 1 + (\lambda_r^0)' x_k^0$$

$$\text{Con } (\lambda_r^0)' = (\sum_s d_k x_k^0 - \sum_r d_k x_k^0)' (\sum_r d_k x_k^0 (x_k^0)')^{-1}$$

La estimación del total calibrado se calcula como:

$$\hat{t}_{y,calib} = \sum_{SI} w_{2Bk} t y_i$$

Para implementar los estimadores de calibración se utilizará la función calibrate del paquete survey.

6.1.15. Tamaño de muestra

La determinación del tamaño de muestra óptimo en una Investigación por Muestreo en general y del inventario forestal en particular se constituye en uno de los aspectos más relevantes, pues asignar un tamaño muy grande redundaría un aumento de los costos, mientras que tomar un tamaño muy pequeño va en detrimento de la calidad (precisión) de las estimaciones.

Para el cálculo de tamaño de muestra, fueron probadas 3 variables que el equipo del IFN consideró las técnicamente más importantes; las cuales corresponden a el DAP, el área basal AB y el volumen. Para lo cual fue empleado la siguiente fórmula:

$$n = \frac{S^2}{\bar{y}_U^2 cve^2 + \frac{S^2}{N}}$$

Con

$$S^2 = \sigma^2 DEFF$$

Y donde:

n: es el tamaño de muestra (conglomerados a levantar en campo)

σ^2 : varianza de la variable guía (volumen, AB, DAP)

$$\bar{y} = \frac{S^2}{\bar{y}_0^2 cve^2 + \frac{S^2}{N}} : \text{media de la variable guía (volumen, AB, DAP)}$$

N: tamaño poblacional (Total de conglomerados teóricos igual a 322.657.672)

DEFF: Efecto de diseño, relación entre la varianza del diseño propuesto MASC y el MAS, en este caso y de acuerdo a datos de campo de levantamientos forestales disponibles se estima en 1.5

cve: es el error muestral este caso se proponen tres escenarios 5,6 y 7%

Siendo σ la desviación estándar tenemos para las 3 variables principales:

Para **Volumen:**

$$\sigma = 0.02991343883$$

$$n = \frac{S^2}{\bar{y}_0^2 cve^2 + \frac{S^2}{N}} = 0.01906024975$$

Para **AB:**

$$\sigma = 0.001325$$

$$n = \frac{S^2}{\bar{y}_0^2 cve^2 + \frac{S^2}{N}} = 0.00137$$

Para **DAP:**

$$\sigma = 16.87197$$

$$n = \frac{S^2}{\bar{y}_0^2 cve^2 + \frac{S^2}{N}} = 17.48371$$

Con lo cual se obtienen los siguientes tres escenarios de tamaño de muestra:

Tabla 2. Escenarios de tamaño de muestra

Variable	cve = 5 %	cve = 6 %	cve = 7 %
Volumen	1.479	1.027	754
AB	562	390	287
DAP	559	389	286

Fuente: Los autores

De acuerdo con los escenarios anteriores se propone, desde el punto de vista temático y por la importancia del indicador, bajo un escenario

conservador (en el sentido de cubrir la precisión de las otras variables) trabajar con la variable volumen y un **cve del 5%, con el cual se obtiene un tamaño de muestra de 1.479 conglomerados.**

La distribución de la muestra se hará por región, por asignación proporcional al área de cada región, como se observa en la tabla 3:

La distribución de la muestra se hará por región, por asignación proporcional al área de cada región, como se observa a continuación (tabla 3).

Tabla 3. Tamaño de muestra por región

Región	Área (ha)	Proporción (%)	Tamaño muestra
Amazonia	45.858.171	40	595
Andina	29.186.574	26	379
Caribe	15.450.155	14	200
Orinoquia	16.832.618	15	218
Pacífico	6.721.969	6	87
Total	114.049.487	100	1479

Fuente: Los autores

6.1.16. No respuesta

Cuando la no-respuesta se presenta en algunas variables requeridas existen métodos de imputación para simular los valores faltantes con base en modelos basados en la información disponible de los demás encuestados. Särndal & Lundström (2005) recomiendan no olvidar que la imputación de un dato faltante, por definición “datos artificiales”, tiene un error asociado que se denomina “error de imputación”.

Softwares estadísticos como STATA, SAS, R y SPSS, entre otros, incluyen técnicas como la imputación múltiple (IM). El término imputación hace referencia a que valores faltantes son reemplazados con un conjunto de valores plausibles a partir de la información que se pudo recolectar en los otros registros de la muestra, incluso usando información existente en el universo. La técnica de imputación múltiple consta de tres pasos:

- Imputación.
- Análisis de datos completos (Estimación).
- Agrupación.

Esta técnica busca solucionar los problemas de la imputación simple relacionados con la introducción de sesgos y la distorsión de la potencia de las pruebas de hipótesis. La técnica de IM se basa en métodos

bayesianos a través de los cuales se utilizan procesos de simulación de Monte Carlo para sustituir los datos faltantes (paso 1).

En cada simulación se analiza la matriz de datos completos, a partir de metodologías estadísticas convencionales (paso 2).

Por último, se combinan los resultados de los dos pasos anteriores, con el fin de producir estimadores robustos, junto con su error estándar, intervalos de confianza y otros procesos inferenciales (paso 3).

Es importante hacer una revisión de los datos y de las tasas de no respuesta, para evitar que se presenten mayores problemas con la imputación. Adicionalmente, se presumen los siguientes supuestos: i) el esquema de datos faltantes es aleatorio, lo que significa que el patrón no depende de la misma variable a imputar, ii) el modelo utilizado para generar los datos imputados es adecuado, en el sentido de que existe correlación entre la variable a imputar y el vector de covariables, y iii) el modelo de análisis guarda relación con el utilizado para llevar a cabo la imputación.

En general, se usarán los siguientes mecanismos de imputación:

- Determinística, recibe un único valor.
- Por sustitución (bases de datos externas e información secundaria).
- Basada en estimadores de regresión.
- En frío: se busca el mejor valor posible (generalmente media o mediana).
- Con paquete caliente, por medio de un conjunto de donantes.

A su vez, si todo un conglomerado no se puede visitar, se tendrá una sobremuestra del 30 % de conglomerados (ver numeral 6.1.17); esta sobremuestra respeta las mismas características del diseño muestral original del MASC y el mecanismo de selección utilizado, que fue el coordinado negativo.

Finalmente, si hay no respuesta no ignorable, se plantea el ajuste del factor de expansión calculado en el diseño ($f_{diseño}$) a través del cálculo de un factor de ajuste (f_{ajuste}). La expresión matemática para el cálculo del factor de expansión final es:

$$f_{final} = f_{diseño} * f_{ajuste}$$

Bautista (1998) presenta un factor de ajuste clásico para corregir defectos del marco, cobertura y de ausencia de respuesta, el cual tiene la siguiente expresión matemática

$$f_{ajuste} = \frac{n + n_{ad} - n_{fu}}{n + n_{ad} - n_{fu} - n_r}$$

Dónde,

n = tamaño de muestra propuesto.

n_{ad} = cantidad de conglomerados adicionales que se encuentran por defectos del marco.

n_{fu} = cantidad de conglomerados que están fuera del universo de estudio.

n_r = cantidad de rechazos en la muestra.

6.1.17. Sobremuestra

Es un porcentaje adicional de muestra a la seleccionada que respeta las mismas características del diseño muestral original MASC y para el cual el mecanismo de selección utilizado que se emplea es el coordinado negativo (algoritmo empleado para la selección de la muestra).

En términos generales la sobremuestra, se determina durante los procesos de operatividad de campo, como un porcentaje adicional (30%) de la muestra que es aplicable en el momento de que no sea posible el levantamiento de alguno de los conglomerados en las coordenadas predefinidas por el Ideam debidas a cualquiera de las circunstancias que se indican a continuación: situaciones de seguridad, orden público, minas antipersonales, falta de permiso de ingreso, inaccesibilidad física -altas pendientes, precipicios, acantilados, etc.-, sitios sagrados, áreas de comunidades indígenas no contactadas, 100% del área de estudio inundada, asentamiento humano, superficies de agua al 100% -ríos, lagos, lagunas, pantanos, ciénagas, etc.- u otras circunstancias propias de la región, que no hayan sido detectadas con el uso de sensores remotos.

6.2. Marco geoestadístico y cartografía

El marco geoestadístico (MGE) es el instrumento que usa el Inventario Forestal Nacional para planificar el proceso de muestreo y el operativo de campo; por lo tanto, uno de los requerimientos se asocia con la búsqueda de una adecuada distribución de sus elementos a lo largo del territorio colombiano.

El diseño del marco busca contar con diversas características como una distribución sistemática y ubicación aleatoria de los sitios de muestreo, para lo cual se usan técnicas de análisis espacial que se pueden realizar de manera sistemática, repetitiva y parametrizada por *software* de Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Pajarito, 2014).

6.2.1. Definición

El marco geoestadístico se define como el instrumento que identifica el universo de estudio y el espacio geográfico en el que se encuentra.

Constituye el medio de acceso a la población de estudio, así como apoyo en la planificación y desarrollo del operativo de campo (Ideam, DANE, 2009).

El MGE permite referenciar la información estadística con los lugares geográficos correspondientes, dado que asocia cada dato estadístico al espacio de la superficie terrestre que lo está originando (Ideam, DANE, 2009).

Su construcción se fundamenta en análisis geográficos que tienen como objetivo la identificación, localización y caracterización de unidades de muestreo estructuradas acompañado de un diseño estadístico que permitirá expandir los datos de una muestra seleccionada a datos que representan la realidad en el territorio continental e insular colombiano.

El marco geoestadístico del Inventario Forestal Nacional está conformado por líneas imaginarias trazadas en el territorio continental e insular colombiano, que posibilitan y consolidan la definición del modelo estadístico, permitiendo la selección de una muestra ubicada geográficamente. La construcción de las líneas imaginarias se levanta con los parámetros oficiales definidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), que garantiza la compatibilidad de los productos cartográficos en los contextos latinoamericano y mundial, y facilita el intercambio de información geográfica básica y temática.

El MGE, por estar georreferenciado con parámetros oficiales, permite la superposición con las capas temáticas que modelan la realidad, útiles para ubicar los sitios de muestreo objeto de estudio, cuando se realizan los operativos de campo.

Su diseño responde a la necesidad de ubicar geográficamente los sitios de muestreo determinados, con el objeto de proveer información periódica sobre la estructura, composición, diversidad florística, condiciones y dinámica de los bosques del país, principalmente. La construcción del marco geoestadístico se fundamenta en el tamaño de la muestra, razón por la cual se busca que el diseño del tramado tenga un número similar al de la muestra calculada para el IFN.

6.2.2. Fuentes de información temática del marco geoestadístico

En Colombia, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) define el sistema geodésico de referencia para garantizar la compatibilidad de los productos cartográficos en los ámbitos latinoamericano y mundial. Desde el año 2005, el *datum* oficial es Magna-Sirgas (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas). Este sistema es el elegido para la creación de la grilla de equidistancias, con características que se detallan a continuación (tabla 4).

Tabla 4. Parámetros del sistema de coordenadas del Inventario Forestal Nacional

Sistema de Coordenadas Geográficas	
Elipsoide	GRS80
Datum	D_SIRGAS
Meridiano primario	Greenwich
Unidad angular	Grados
Sistema de Proyección de Coordenadas	
Proyección	Transversa Mercator
Falso este	1000000
Falso norte	1000000
Meridiano central	-74,07750792
Factor de escala	1,00000000
Origen latitud	4,59620042

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2005.

6.2.3. Metodología construcción del marco geoestadístico (MGE)

La construcción del marco geoestadístico del IFN se logra siguiendo el flujo de actividades diseñadas a partir de la experiencia en inventarios piloto, el trabajo coordinado entre el Ideam, el DANE y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con la participación de un grupo de expertos en inventario forestal, diseño estadístico y sistemas de información geográfica y con la asesoría de entidades internacionales como el Servicio Forestal de Estados Unidos, durante los años 2009 al 2014. Según los expertos citados, las actividades que se deben seguir para la construcción del marco geoestadístico se relacionan a continuación.

6.2.3.1. Determinación del universo de estudio

La población objetivo de estudio del Inventario Forestal Nacional lo constituye el mapa de bosque no bosque de Colombia generado por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono. Para el diseño del MGE, se empleó el mapa de bosque no bosque de Colombia del año 2014, (Ideam 2014). Es importante señalar que para cada ciclo de implementación y ajuste del marco del IFN, se deberá consultar como referencia el mapa oficial de bosque no bosque más actualizado y que servirá de base para la selección de la muestra objeto del inventario.

6.2.3.2. Grilla de equidistancias

El universo de estudio debe ser soportado por un marco geoestadístico que facilite la selección y ubicación de la muestra dentro del

universo de estudio. Esta malla se aplica en todo el territorio continental e insular colombiano, siguiendo los estándares cartográficos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

El tamaño y la distribución de la grilla de equidistancias se generan para ubicar geográficamente la muestra calculada para el IFN. Se busca que el número de elementos de la grilla sea similar al tamaño de la muestra. A partir de estos criterios, se construye una cobertura cartográfica estructurada con líneas imaginarias y topología de polígonos que cubren el ciento por ciento del territorio continental e insular de Colombia.

6.2.3.2.1. Construcción de la grilla de equidistancias

El proceso de detalle y características de la grilla de equidistancias; en primera instancia, tiene en cuenta el tamaño de muestra calculada para la implementación del IFN (1.479 conglomerados). A partir de él y gracias a análisis y modelos simulados a través de la herramienta FRIED y pruebas espaciales, se busca un tamaño de grilla óptimo para soportar la muestra definida.

Adicionalmente, se establecieron tres criterios para la aceptación de la grilla:

Criterio 1. Ubicación en el territorio continental de Colombia: los elementos de la grilla principal deben tener alguna proporción de área del territorio continental del país.

Criterio 2. Ubicación del centroide²: los elementos de la grilla deben tener su centro o centroide del territorio continental, para garantizar que al menos una proporción significativa de su área esté dentro del territorio colombiano.

Criterio 3. Tamaño de la grilla en valores representativos: se busca que los tamaños de las grillas estén en valores de fácil recordación, en decenas o unidades de kilómetros.

Con base en estos criterios se realizan cálculos repetitivos de creación de grillas cuadradas, y se obtienen 2.141 grillas de 24 km x 24 km en el país, de las cuales 1.924 grillas tienen cobertura continental del 100 %. Posteriormente, con la ayuda de la herramienta *create fishnet* del *software* ArcGis, se procede a generar en el territorio colombiano

² Centroide se define como el punto central de una figura geométrica y se asocia a los promedios de las coordenadas de los vértices; en el caso de objetos cuadrados coincide con el centro del cuadro, y se usa en la evaluación de los criterios planteados.

líneas imaginarias de estas dimensiones. Estas líneas corresponden a un elemento cartográfico digital de tipo vectorial con topología de polígonos, que sirve para la ubicación de la muestra del IFN. La grilla se produce teniendo en cuenta el estándar cartográfico nacional, con el fin de ajustarse al sistema de coordenadas oficial para Colombia, lo que garantiza la integración de información geoespacial básica y temática.

A continuación se presentan los parámetros de la creación de la grilla de referencia del marco geoestadístico, y en negrilla aquellos que fueron usados para realizar los cálculos con la herramienta SIG (tabla 5).

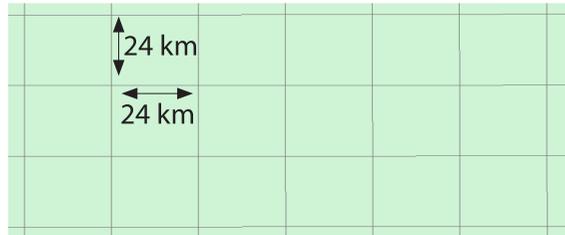
Tabla 5. Parámetros para la creación de la grilla

Parámetro	m/m ²	km ²
Área Colombia	1.141.748.000.000,00	1.141.748,00
X mín.	150.607,6217	
Y mín.	531.651,7291	
X máx.	1.802.676,475	
Y máx.	2.472.719,551	
X origen	1.000.000	
Y origen	1.509.634,966	
Longitud E-O	1.652.068,85	
Longitud N-S	1.941.067,82	
	Grilla 24 km	Grilla 12 km
Lado (m)	24.000	12.000
Área (m ²)	576.000.000	144.000.000
Área (km ²)	576	144
Área (ha)	57.600	14.400
Filas al norte del centro	41	81
Filas al sur del centro	41	82
Columnas al este del centro	34	67
Columnas al oeste del centro	36	71
Filas para crear	82	163
Columnas para crear	70	138
Xmín. grilla	136.000	148.000
Ymín. grilla	525.634,97	525.634,97
Xmáx. grilla	1.816.000	1.804.000
Ymáx. grilla	1.984.000	1.972.000

Fuente: Documento de creación del Marco del Inventario Forestal Nacional, 2014.

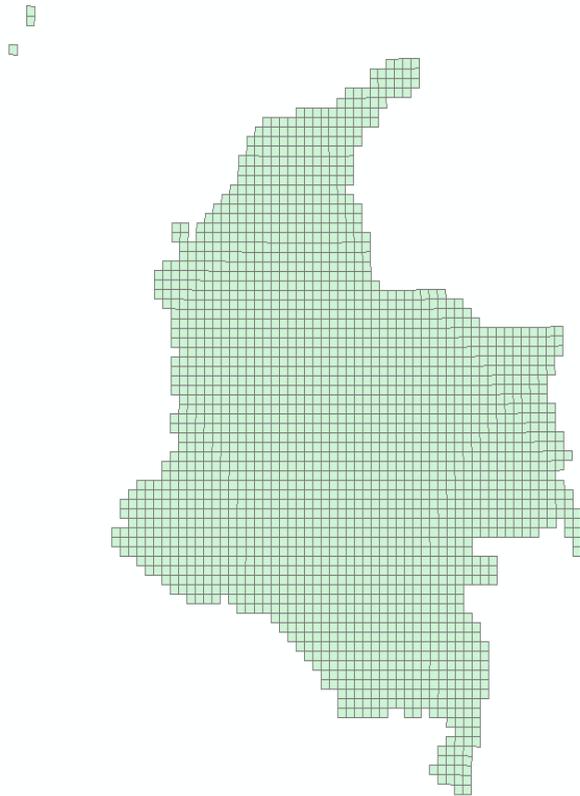
Con los parámetros presentados se genera la grilla base de tamaño 24 X 24 km, compuesta por 2141 elementos, la cual constituye la base cartográfica para el Marco Geoestadístico del IFN, sobre la cual se ubican las unidades de muestreo.

Figura 4. Tamaño de la grilla



Fuente: GDB Marco Geoestadístico del IFN 2018.gdb

Figura 5. Grilla equidistancias 24 X 24 km para territorio continental e insular



Fuente: GDB Marco Geoestadístico IFN 2018.gdb

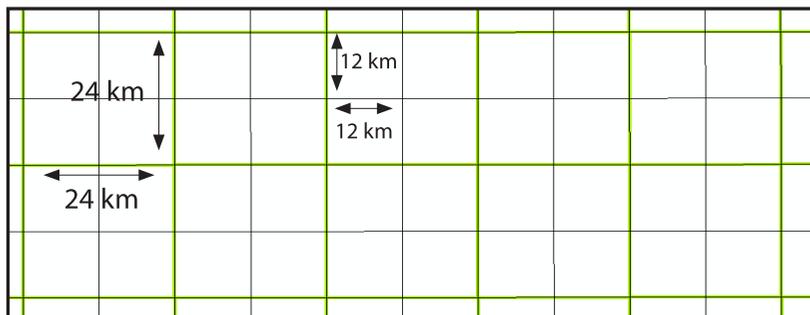
El almacenamiento físico de la información Geográfica del Inventario Forestal Nacional, está estructurado en una Geodatabase denominada

MarcoGeoestadísticoIFN_2018, que contiene una colección de datasets entre los cuales está el denominado Marco Geoestadístico

6.2.3.2.2. Definición de la sub-grilla de muestreo

Una vez creada la grilla principal de 24 X 24 km (figura 5), el equipo técnico del IFN, determina la necesidad de establecer una grilla interna de 12 X 12 km de lado, para tener alternativas adicionales en la ubicación de sitios de muestreo. Dicha grilla se asocia mediante su ubicación a los elementos de la grilla principal y se concibe con los parámetros de la Tabla 5. Estas sub-grillas son empleadas posteriormente para la selección de la sobremuestra y otros ejercicios que parten del MGE como los procesos de ordenación forestal.

Figura 6. Grilla de 12 X 12 km



Fuente: GDB Marco Geoestadístico IFN 2018.gdb

6.2.4. Codificación

La malla debe tener estructurado un código para organizar los datos y la información durante la fase de implementación, procesamiento de los datos y presentación de resultados. Con el código se garantiza la identificación y recolección exacta de los datos reportados y referidos a un lugar geográfico específico. A continuación se presenta con mayor detalle el proceso de codificación empleado:

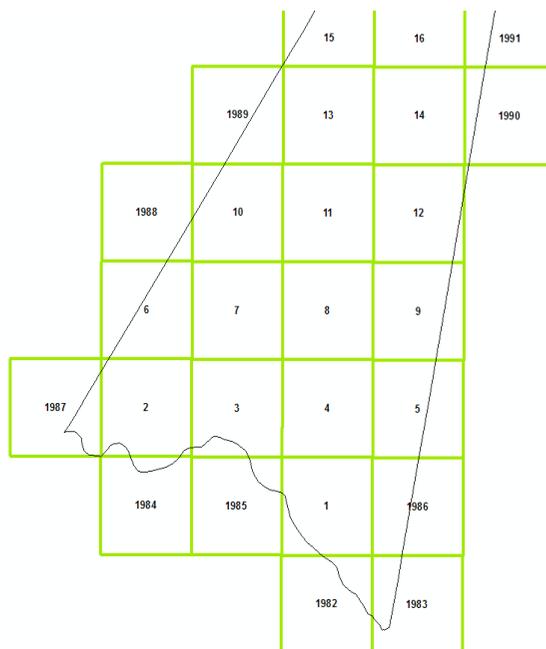
6.2.5. Codificación de la grilla principal

El Marco Geoestadístico debe estar codificado completamente con el fin de tener una identificación única de los elementos de la grilla. Así el número asignado a cada elemento de 24 X 24 km da origen a los códigos asignados al total de 2141 grillas.

La codificación inicial se realiza sobre los elementos de la grilla que están completamente contenidos en el territorio continental de Colombia, de acuerdo al criterio 2, definido por el equipo técnico del IFN (ver numeral 6.2.3.2.1, construcción de la grilla de equidistancias), de manera secuencial iniciando por el elemento del extremo sur-

occidental en la dirección occidente-oriente, para cada una de las filas y en dirección sur-norte para las columnas. La numeración continua con los elementos de la grilla que se intersectan con los límites de Colombia, comenzando nuevamente por el elemento del extremo sur-occidental y siguiendo la secuencia de la numeración inicial.

Figura 7. Codificación de la grilla equidistancia 24 X 24 km



Fuente: GDB Marco Geoestadístico IFN 2018.gdb

6.2.5.1. Codificación de la subgrilla

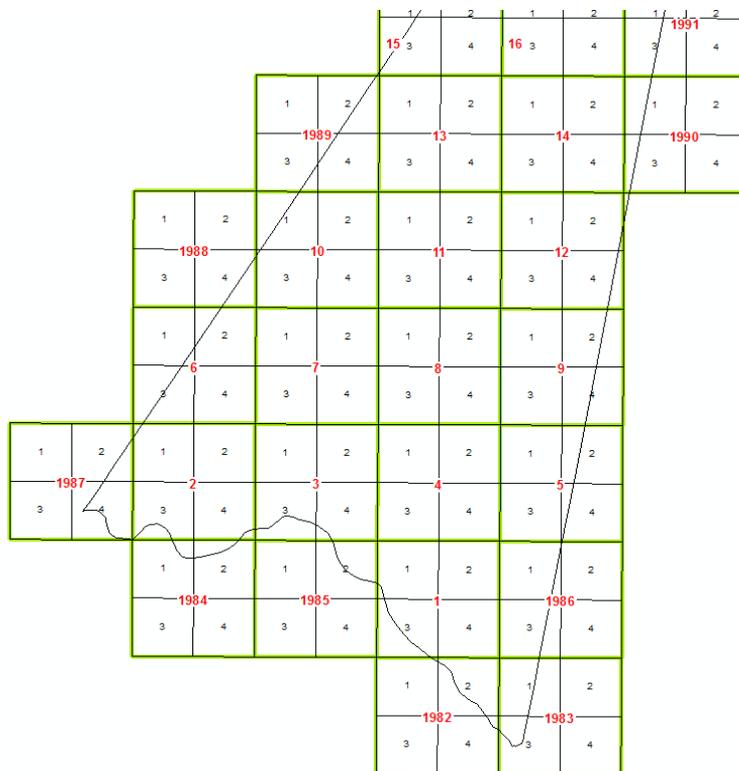
La codificación de la subgrilla, a su turno, se realiza a partir del código de la grilla principal, cada elemento principal tiene 4 subdivisiones de 12X12 km. El código de la subgrilla, inicia en el extremo superior izquierdo con el número 1, sigue con el número 2 en la esquina superior derecha, continúa con el número 3 en la esquina inferior izquierda y termina en la esquina inferior derecha con el número 4 (Figura 8).

6.2.6. Ubicación aleatoria de los sitios de muestreo

Con la grilla de 12X12 km creada, se generan puntos aleatorios al interior de cada elemento de la cuadrícula, a fin de seleccionar la muestra aleatoria simple. Los puntos aleatorios que representan el centroide de un conglomerado, son creados con la herramienta geo proceso random point del software ArcGis. Para garantizar que los puntos aleatorios estén dentro del territorio colombiano, la selección se

realiza únicamente sobre las grillas que tienen el 100% de la cobertura continental. Como resultado de este proceso, se tiene un mapa de puntos en formato shape.

Figura 8. Codificación de la subgrilla



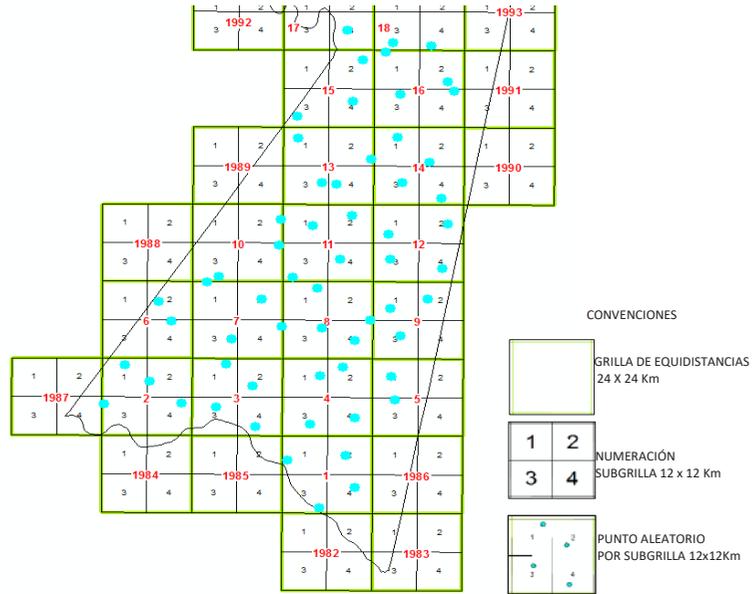
Fuente: GDB Marco Geoestadístico IFN 2018.gdb

6.2.7. Selección aleatoria de los sitios de muestreo

Como resultado del proceso explicado en el numeral 6.2.6, y a partir del mapa de puntos generado, se selecciona aleatoriamente un punto por cada cuadrícula de 24 X 24 km, hasta completar los 1479 puntos definidos como tamaño de la muestra del IFN. Adicionalmente se seleccionan otros 3 puntos por grilla, que serán empleados para la sobremuestra, los cuales tienen el mismo diseño de muestreo aleatorio simple original.

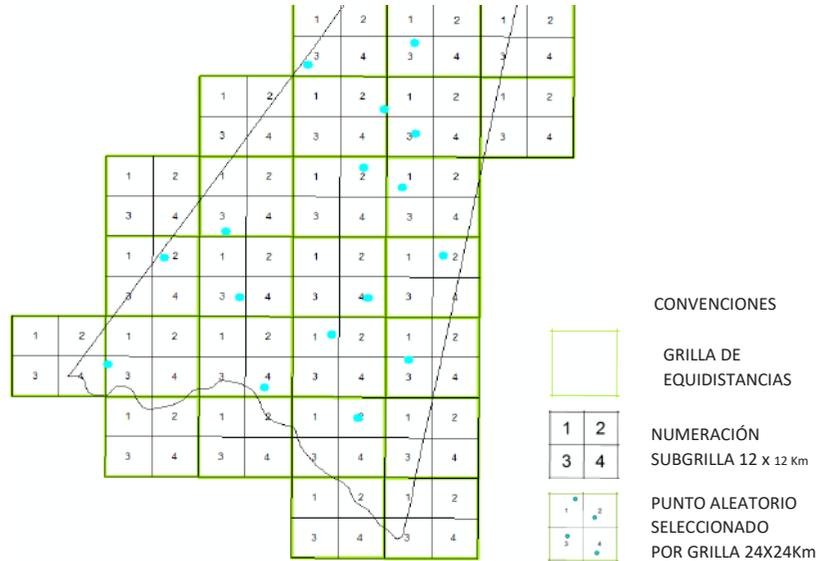
Cada uno de los sitios seleccionados, representa el centro del conglomerado conformado como unidad de muestreo para el registro de información, observemos la figura 9 y 10 para aclarar espacialmente el proceso.

Figura 9. Puntos aleatorios por subgrilla



Fuente: GDB Marco Geoestadístico IFN 2018.

Figura 10. Selección aleatoria de los sitios de muestreo



Fuente: GDB Marco Geoestadístico IFN 2018.gdb

6.2.8. Codificación de los conglomerados

Como se explica en apartados anteriores, el conglomerado es un arreglo en cruz compuesto por 5 subparcelas, donde 4 subparcelas, distan 80 metros de la parcela central orientadas en sentido norte, sur, oriente y occidente. Este diseño se elaboró entre otros criterios técnicos, para que soportara el error de muestreo en términos del coeficiente de variación estimado -cve del 5% y un nivel de confianza del 95%, así como por razones en términos de costo eficiencia. La parcela central de este conglomerado es el que corresponde con la ubicación de los sitios de muestreo diseñados, calculados y ubicados geográficamente para el IFN.

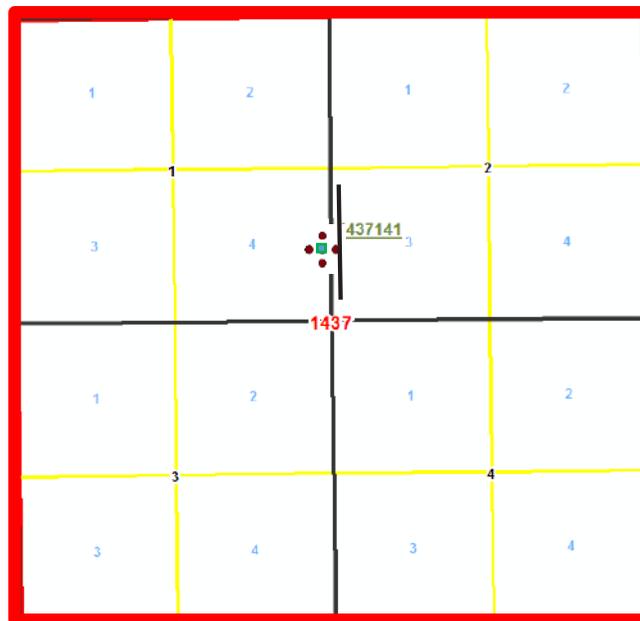
El número del conglomerado está compuesto por siete (7) campos y guarda correspondencia espacial con la grilla de equidistancias, cuyo marco general es de 24 X 24 km, seguido de la subgrilla de 12 X 12 km y una tercera grilla de 6 X 6 km que se construye para relacionar futuros procesos regionales como los planes de ordenación Forestal con el Inventario Forestal Nacional.

Bajo estas consideraciones, el primer número que identifica el conglomerado corresponde al número de la parcela de la grilla de 24 X 24 km, el segundo número pertenece al código de la subparcela de la grilla de 12 X 12 km y el tercer número se refiere al código de la subparcela de la grilla de 6 X 6 km.

El último número de la codificación empleada corresponde al número del ciclo del operativo de campo que se esté implementando. Para el ejemplo es el 1, que representa el primer ciclo de implementación del operativo de campo del Inventario Forestal Nacional.

Por tratarse de un código que tiene siete dígitos, la secuencia de los 10 primeros conglomerados se completa con tres ceros a la izquierda, la secuencia de los códigos que ocupan los lugares de 11 a 99 se completa con dos ceros a la izquierda y la secuencia de números de 100 a 999 se completa con un cero a la izquierda. Desde el conglomerado 1000 el código completo ocupa los siete dígitos (Figura 11).

Figura 11. Proceso de codificación de conglomerados



Código del conglomerado 1437141

Fuente: GDB Marco Geoestadístico IFN 2018.gdb

A photograph of a dense tropical forest. The scene is filled with tall, slender tree trunks, some covered in moss. The canopy is thick with various green leaves, including large, heart-shaped leaves in the foreground and palm fronds in the background. Sunlight filters through the trees, creating a dappled light effect. The overall atmosphere is vibrant and natural.

Capítulo 7

DEFINICIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

Parque Natural Regional Barbas Bremen, Risaralda - Andrés Rodríguez Toro

7. DEFINICIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

Son numerosos los indicadores que pueden derivarse de la información recogida en el Inventario Forestal Nacional de un país, que como se mencionó en la introducción de este documento permiten entre otras cosas dar cuenta del estado de los ecosistemas de bosque en cuanto a su estructura, composición, funciones y relaciones con otros ecosistemas.

Por lo anterior y a fin de acotar el alcance del trabajo, para este primer ciclo de implementación se definió que serán calculados y analizados los indicadores que se mencionan a continuación:

7.1. Indicadores florísticos

Los indicadores florísticos permiten caracterizar la cantidad de especies de árboles y palmas que conforman una región geográfica, su taxonomía, estado de conservación y particularidades biológicas.

En el IFN, los grupos vegetales esenciales que se caracterizan en campo son el de árboles y palmas, por lo que los indicadores y salidas de información florística que se definen en la tabla 6, están referidos a estas dos categorías.

Tabla 6. Indicadores y salidas de información florística por región geográfica

Árboles
1. Número de especies arbóreas
2. Determinación botánica (familia, género, especie)
3. Particularidades biológicas (rareza, endemismo)
4. Catalogación según estado de conservación (Normativa del Minambiente)
5. Catalogación, según Cites
Palmas
1. Número de especies arbóreas
2. Determinación botánica (familia, género, especie)
3. Particularidades biológicas (rareza, endemismo)
4. Catalogación según estado de conservación (Normativa del Minambiente) ¹
5. Catalogación, según Cites ²

Fuente: Los autores

- 1 La catalogación según estado de conservación se define con base en la Resolución Número 1912 de 2017 relacionada con especies silvestres amenazadas o, en su defecto, por la(s) norma(s) que la modifiquen o la sustituyan; eventualmente se apoyará en otras herramientas tales como el Libro Rojo de Plantas Fanerógamas de Colombia del Instituto Alexander von Humboldt, el Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- 2 La Catalogación según Cites se hará con base en los Apéndices actualizados de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Inicialmente se organiza la información levantada en campo por estrato: bosque y no bosque, se genera un archivo excel, con la información por región geográfica del Inventario Forestal Nacional; después de ello se divide la información por grupo vegetal, es decir uno para árboles, otro para palmas y finalmente otro para helechos arbóreos, con el fin de identificar particularidades de los individuos inventariados (tablas 7 y 8).

Tabla 7. Indicadores florísticos por grupo vegetal del Inventario Forestal Nacional

Región	Tipo de bosque	Familia	Género	Especie	Particularidades biológicas	Estado de conservación	Cites
Andina							
Amazonia							
Caribe							
Orinoquia							
Pacífica							

Fuente: Los autores

Tabla 8. Indicadores florísticos por especie del Inventario Forestal Nacional

Región	Tipo de bosque	Especie
Andina		
Amazonia		
Caribe		
Orinoquia		
Pacífica		

Fuente: Los autores

7.2. Indicadores dasométricos

Los indicadores dasométricos son descriptores cuantitativos de características morfológicas de los árboles y de su organización dentro del bosque. La magnitud de los indicadores dasométricos de una especie varía de acuerdo con su genotipo y con su fenotipo. Del mismo modo, los indicadores dasométricos de las poblaciones arbóreas de un bosque varían en su magnitud de acuerdo con los factores ambientales en los cuales prospera la comunidad vegetal, incluyendo la calidad de sitio.

Para el cálculo de los indicadores dasométricos se emplea la información proporcionada por los operadores logísticos en los formatos "F1.1 Localización del conglomerado", "F3 Registro y medición de individuos" y "F4.1 Colección botánica" (tabla 7).

Los indicadores dasométricos serán calculados para coberturas de bosque y para el componente arbóreo de coberturas no boscosas. Así mismo, la información será organizada por regiones, y a su vez se

filtrarán únicamente los individuos para dos categorías de tamaño (fustales (F): $DAP \geq 10$ cm y $DAP \leq 29,9$ cm y fustales grandes (FG): $DAP \geq 30$ cm) (tabla 9).

Tabla 9. Indicadores y Salidas de Información sobre dasimetría por región geográfica

1. NÚMERO DE INDIVIDUOS (N)	
1.1	No. Individuos por Hectárea según Región Geográfica - No. Ind./ha/bq
1.2	No. Individuos por Especie por Hectárea según Región Geográfica - No. Ind.sp/ha/bq
2. ÁREA BASAL (m²)	
2.1	Área Basal por Individuo según Región Geográfica - ABi/bq
2.2	Área Basal Total por Subparcela según Región Geográfica - AB/SPF/bq
2.3	Área Basal Total por Hectárea según Región Geográfica - ABt/ha/bq
2.4	Área Basal por Individuo por Especie según Región Geográfica - ABi/sp./bq
2.5	Área Basal por Hectárea por Especie según Región Geográfica (AB/sp./ha/bq)
3. VOLUMEN (m³)	
3.1	Volumen Total (VT)
3.1.1	Volumen Total por Individuo según Región Geográfica (VTi/bq)
3.1.2	Volumen Total por Subparcela por Región Geográfica (VT/SPF/bq)
3.1.3	Volumen Total por Hectárea por Región Geográfica (VT/ha/bq)
3.1.4	Volumen Total por Hectárea por Región Geográfica según Categorías Diamétricas (VT/ha/bq CAT. DIAM.)
3.1.5	Volumen Total por Individuo por Especie por Hectárea según Región Geográfica (VTisp/ha/bq)
3.1.6	Volumen Total por Especie por hectárea según Región Geográfica (VTsp/ha/bq)
3.1.7	Volumen Total por Especie por hectárea según Región Geográfica según Categorías Diamétricas (VTsp/ha/bq CAT. DIAM.)
3.1.8	Volumen Total por Subparcela por hectárea por Tipo de Bosque (VT SPF / ha/bq)
3.2	Volumen del Fuste (VF)
3.2.1	Volumen del Fuste por Individuo según Región Geográfica (VFi/bq)
3.2.2	Volumen del Fuste por Subparcela por Región Geográfica (VF SPF / ha/bq)
3.2.3	Volumen del Fuste por Hectárea por Región Geográfica (VF/ha/bq)
3.2.4	Volumen del Fuste por Hectárea por Región Geográfica según Categorías Diamétricas (VF/ha/bq CAT. DIAM.)

3. VOLUMEN (m³)

3.2.5 Volumen del Fuste por Individuo por Especie por Hectárea según Región Geográfica (VFsp/ha/bq)

3.2.6 Volumen del Fuste por Especie por hectárea por Región Geográfica (VFsp/ha/bq)

3.2.7 Volumen del Fuste por Especie por hectárea por Región Geográfica según Categorías Diamétricas (VFsp/ha/bq)

Se recomienda tener en cuenta los siguientes lineamientos para el trabajo con los indicadores dasométricos:

- 1) Todos los indicadores antes señalados pueden ser calculados con los datos básicos registrados en el muestreo de vegetación; su amplitud se basa en la propuesta de obtener el mayor beneficio científico y técnico de los trabajos de campo, así como de disponer de la mayor cantidad posible de insumos de información que permitan la prospección y toma de decisiones.
- 2) Para su cálculo se emplean las fórmulas incluidas en la sección 8 (algoritmos y fórmulas a aplicar) de este documento.
- 3) Se introducen las siguientes innovaciones con respecto a lo utilizado convencionalmente:

El Volumen del Fuste: Es la biomasa contenida en la sección del fuste comprendida entre la base del tronco hasta la primera ramificación o bifurcación del árbol o bien hasta el inicio de la copa. Se le calcula empleando el DAP ≥ 10 cm. y la altura del fuste (medida desde la base del tronco o fuste hasta el inicio de la copa). Es empleado para calcular la biomasa aérea y el carbono almacenado equivalente. Con esto se elimina la equiparación que se hacía del volumen del fuste como volumen comercial.

7.3. Indicadores de estructura ecológica del bosque

Los indicadores de estructura ecológica del bosque son descriptores cuantitativos de la forma como están organizadas, tanto en el plano horizontal como en el vertical, las poblaciones de las diferentes especies arbóreas que lo constituyen (Tabla 10).

Tabla 10. Indicadores y salidas de información sobre Estructura Ecológica por región natural

1. ESTRUCTURA HORIZONTAL

1.1. Fustales (Poblaciones de árboles con DAP ≥ 10 cm.)

1.1.1 Abundancia

1. ESTRUCTURA HORIZONTAL

1.1.1.1 Abundancia Absoluta (Aa)

1.1.1.2 Abundancia Relativa (Ar)

1.1.2 Frecuencia

1.1.2.1 Frecuencia Absoluta (Fa)

1.1.2.2 Frecuencia Relativa (Fr)

1.1.3 Dominancia

1.1.3.1 Dominancia Absoluta (Da)

1.1.3.2 Dominancia Relativa (Dr)

1.1.4 Índice de valor de Importancia Simplificado (IVIS)

1.1.5 Cociente de Mezcla (CM)

1.2 Regeneración Natural Temprana (Árboles con DAP \leq 9,9 cm.: Brinzales + Latizales)

1.2.1 Abundancia de la Regeneración Natural (ARN)

1.2.1.1 Abundancia Absoluta (AaRN):

1.2.1.2 Abundancia Relativa (ArRN):

1.2.2 Frecuencia de la Regeneración Natural (FRN)

1.2.2.1 Frecuencia Absoluta (FaRN):

1.2.2.2 Frecuencia Relativa (FrRN):

1.2.3 Índice de valor de Importancia de la Regeneración Natural (IVIRN)

2. ESTRUCTURA VERTICAL

2.1 Fustales (Poblaciones de árboles con DAP \geq 10 cm.)

2.1.1 Índice de Posición Sociológica (PS)

2.1.1.1 Valor Fitosociológico de Cada Estrato (VFS)

2.1.1.2 Valor Fitosociológico por Especie (VFSP)

2.1.2 Posición Sociológica Absoluta por Especie (PSASP)

2.1.3 Posición Sociológica Relativa por Especie (PS%)

2.2 Regeneración Natural Temprana (Árboles con DAP \leq 9,9 cm.: Brinzales + Latizales)

2.2.1 Índice de Posición Sociológica de la Regeneración Natural (PSRN)

2. ESTRUCTURA VERTICAL

2.2.1.1 Valor Fitosociológico por Estrato

2.2.1.2 Valor Fitosociológico de la Regeneración Natural por Especie (VF-RNsp)

2.2.2 Posición Sociológica Absoluta de la Regeneración Natural por Especie (PSA-RNsp)

2.2.3 Posición Sociológica Relativa de la Regeneración Natural por Especie (PSR-RN%)

2.2.4 Regeneración Natural Relativa (RNR).

3. INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA AMPLIADO (IVIA)

4. ESTRUCTURA DIAMÉTRICA

4.1 Estructura diamétrica para las poblaciones de todas las especies arbóreas

5. ESTRUCTURA ALTIMÉTRICA

5.1 Estructura altimétrica para las poblaciones de todas las especies arbóreas

6. CALIDAD SANITARIA DEL BOSQUE

6.1 Calidad de fustes

6.1.1 Vitalidad de fustes

6.1.2 Forma del fuste

6.1.3 Daño de fustes

Al igual que en el caso de los indicadores dasométricos, la estructura ecológica del bosque debe ser definida y analizada integralmente, considerando los siguientes elementos conceptuales y técnicos:

- 1) Los indicadores antes señalados pueden ser calculados con los datos básicos registrados en el muestreo de vegetación; su amplitud se basa en la propuesta de obtener el mayor beneficio científico y técnico de los trabajos de campo, así como de disponer de la mayor cantidad posible de insumos de información que permitan la prospección y toma de decisiones.
- 2) El Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA) incluye la estructura horizontal de fustales (IVI simplificado), la estructura de la regeneración natural temprana y la estructura vertical de fustales.
- 3) No se recomienda el empleo de Perfiles de Vegetación. Esta herramienta es técnicamente poco útil y rigurosa para analizar un conjunto extenso de bosque natural, además es costosa y poco operativa. Su uso

está, por lo general, descartado en los análisis actuales de vegetación forestal.

4) El empleo de la Estructura Altimétrica, y sus análisis conjuntamente con el IVIA, permite mejorar y entender la estructura vertical del bosque. Además, sustituye a los Perfiles de Vegetación antes mencionados.

5) El indicador "Calidad de Fustes" reúne las categorías: fuste recto, fuste torcido, fuste bifurcado, fuste hueco, fuste dañado por patógenos y fuste dañado por insectos. Para cada Región Geográfica, se construye una tabla de frecuencias según cada categoría de calidad de fustes.

6) El empleo de los indicadores de estructura superará los simples cálculos matemáticos; por esto su análisis debe realizarse conjuntamente con el de los indicadores florísticos, dasométricos, silviculturales y de diversidad. Las decisiones de ordenación y manejo forestal dependen en alto grado de la habilidad y capacidad de análisis e inferencia sobre los mismos, así como la correlación que de ellos se haga con respecto a la condición del bosque.

7) El cálculo de indicadores relacionados con la **Regeneración Natural Temprana** (Brinzales y Latizales) exige que cada espécimen (arbolito o palmita) pueda ser plena y ciertamente determinado taxonómicamente, con metodologías rigurosas. Este aspecto es aún más crítico porque Colombia posee muy pocos estudios, casi ninguno, sobre taxonomía de árboles y palmas en las primeras etapas de vida, razón por la cual, si bien es cierto en este documento se plantea su cálculo, se requiere profundizar en investigaciones ecológicas que permitan avanzar en su determinación botánica y por ahora concentrar los esfuerzos de cálculo, sobre el análisis basado en latizales establecidos, que son árboles con DAP entre 2,5 y 9,9 cm. de DAP, ya que en esta categoría de tamaño las especies ya han definido la mayor parte de sus rasgos organográficos y, posiblemente haya alguna posibilidad para su determinación botánica.

7.4. Indicadores de diversidad biológica arbórea

Se calcularán y analizarán como mínimo los indicadores de diversidad biológica arbórea incluidos en la tabla 11.

Tabla 11. Indicadores y salidas de información sobre Diversidad Biológica Arbórea por región geográfica

1. ALFADIVERSIDAD
1.1 Índice de Menhinick (Dmn)
1.2 Índice de Simpson (D)
1.3 Índice de Berger Parker (d)

1. ALFADIVERSIDAD

1.4 Índice de Shannon-Wiener (H')

1.5 Índice de Margalef (Dmg)

2. BETADIVERSIDAD

2.1 Índice de Jaccard (Cj)

3. DIVERSIDAD GAMMA**4. RIQUEZA REGIONAL DE ESPECIES**

Es importante que en el cálculo de estos indicadores se tengan en cuenta los siguientes lineamientos:

- 1) Todos los indicadores de diversidad vegetal arbórea, antes señalados, pueden ser calculados con los datos básicos registrados en el muestreo de vegetación; su amplitud se basa en la propuesta de obtener el mayor beneficio científico y técnico de los trabajos de campo, así como de disponer de la mayor cantidad posible de insumos de información que permitan la prospección y toma de decisiones sobre la ordenación y el manejo forestal.
- 2) Del mismo modo a como se explicó en el caso de los indicadores de estructura ecológica del bosque, el empleo de los indicadores de diversidad biológica arbórea debe superar los simples cálculos matemáticos Y su análisis debe realizarse conjuntamente con el de los indicadores florísticos, dasométricos, silviculturales y de estructura.
- 3) El cálculo de indicadores relacionados con indicadores de diversidad biológica exige que cada espécimen pueda ser plena y ciertamente determinado taxonómicamente, al menos al nivel de género.

7.5. Indicadores de biomasa aérea

Sobre este tópico, los indicadores a calcular y analizar por región geográfica son los siguientes:

Tabla 12. Indicadores y salidas de información sobre biomasa aérea por región geográfica

1. EXISTENCIAS DE BIOMASA

1.1. Biomasa Aérea por Individuo

1.2. Biomasa Aérea por Subparcela

1.3. Biomasa por Hectárea

1.4. Biomasa Total

2. EXISTENCIAS DE CARBONO

2.1 Carbono por Hectárea

2.2 Carbono Total (t)



Capítulo 8 ALGORITMOS Y FORMULAS A APLICAR

Brigada de Campo IFN, Chocó - Archivo Fotográfico IFN IDEAM

8. ALGORITMOS Y FÓRMULAS A APLICAR

Para el cálculo de los indicadores se emplean las fórmulas que se detallan a continuación:

8.1. Indicadores dasométricos

8.1.1. Fustales – F (DAP $\geq 10 \leq 29,9$ cm)

8.1.1.1. Número de individuos (N)

- **No. Individuos por ha (Ni/ha)**

$$Ni/ha = \frac{No. Ind * 10000}{154}$$

- **No. Individuos por Especie por ha (Ni sp /ha)**

$$Ni\ sp/ha = \frac{No. Ind\ Esp * 10000}{154}$$

8.1.1.2. Área Basal (m²)

- **Área basal por individuo (ABi)**

$$AB = \frac{\pi}{4} \times DAP^2$$

Donde:

DAP = diámetro a la altura del pecho en metros

- **Área basal total por subparcela (ABt SPF) (SPF Subparcela de 154 m²)**

$$ABt\ SPF = \sum (AB1 \dots + ABn)$$

Donde:

AB1 = AB del árbol No. 1 de la SPF

ABn = AB del enésimo árbol de la subparcela

- **Área basal total por hectárea (ABt / ha)**

$$ABt/ha = \frac{\sum (AB\ SPF1 + AB\ SPF2 + AB\ SPF3 + AB\ SPF4 + AB\ SPF5)}{5} * \frac{10.000}{154}$$

- **Área basal por individuo por especie (ABi/sp)**

$$ABi/sp = \frac{\sum (0,000079 * DAP1) \dots + (0,000079 * DAPn)}{n}$$

Donde:

$DAP1$ = diámetro a la altura del pecho en centímetros del individuo 1 de la especie X

$DAPn$ = diámetro a la altura del pecho en centímetros del individuo n de la especie X

n = número del último individuo de la especie X

- **Área basal por hectárea por especie ($AB/sp/ha$)**

$$AB/sp/ha = \frac{\sum (AB_{sp\ SPF1} + AB_{sp\ SPF2} + AB_{sp\ SPF3} + AB_{sp\ SPF4} + AB_{sp\ SPF5})}{5} * \frac{10.000}{154}$$

Donde:

AB_{sp} = Área basal de la especie en la SPF

8.1.1.3. Volumen³

- **Volumen total por individuo (VT_i)**

$$VT_i = AB_i * HT * ff$$

Donde:

VT_i = Volumen total del individuo (en m³)

AB_i = Área Basal (en m²) para el individuo

HT = Altura total (en m)

ff = factor forma⁴

- **Volumen total por subparcela (VT SPF) (Subparcela de 154 m²)**

$$VT\ SPF = \sum (VT_1 \dots VT_n)$$

Donde:

VT_1 = VT del árbol No. 1 de la SPF

VT_n = VT del enésimo árbol de la SPF

- **Volumen total por hectárea (VT / ha)**

$$VT/ha = \frac{\sum (VT\ SPF1 + VT\ SPF2 + VT\ SPF3 + VT\ SPF4 + VT\ SPF5)}{5} * \frac{10.000}{154}$$

³ Se calculará el volumen con corteza, expresado en m³

⁴ En la literatura están disponibles diferentes factores

- **Volumen total por subparcela por hectárea (VT SPF / ha) (Subparcela de 154 m²)**

$$VT\ SPF/ha = \frac{\sum(VT1 \dots + VTn)}{5} * \frac{10.000}{154}$$

Donde:

VT1 = VT del árbol No. 1 de la SPF

VTn= VT del enésimo árbol de la SPF

- **Volumen del fuste por individuo (VFi)**

$$VFi = ABi * HF * ff$$

Donde:

VFi = Volumen total (en m³)

ABi = Área Basal (en m²) para el individuo

HF= Altura del Fuste (en m.)

ff= Factor forma

- **Volumen del fuste por subparcela (VF SPF) (Subparcela de 154 m²)**

$$VF\ SPF = \sum (VF1 \dots VFn)$$

Donde:

VF1 = VF del árbol No. 1 de la SPF

VFn = VF del enésimo árbol de la subparcela

- **Volumen del fuste por hectárea (VF / ha)**

$$VF/ha = \frac{\sum(VF\ SPF1 + VF\ SPF2 + VF\ SPF3 + VF\ SPF4 + VF\ SPF5)}{5} * \frac{10.000}{154}$$

8.1.2. Fustales Grandes - G (DAP ≥ 30 cm)

8.1.2.1. Número de individuos (N)

- **No. Individuos por ha (Ni/ha)**

$$Ni/Ha = \frac{No. Ind * 10000}{707}$$

- **No. Individuos por especie por hectárea (Ni sp /ha)**

$$Ni\ sp/Ha = \frac{No. Ind\ Esp * 10000}{707}$$

8.1.2.2. Área Basal (m^2)

- **Área basal por individuo (AB_i)**

$$AB = \frac{\pi}{4} \times DAP^2$$

Donde:

DAP = diámetro a la altura del pecho en metros

- **Área basal total por subparcela (AB_t SPF) (Subparcela de 707 m^2)**

$$AB_t \text{ SPF} = \sum (AB_1 \dots + AB_n)$$

Donde:

AB_1 = AB del árbol No. 1 de la SPF

AB_n = AB del enésimo árbol de la subparcela.

- **Área basal total por hectárea (AB_t / ha)**

$$AB_t/ha = \frac{\sum(AB \text{ SPF1} + AB \text{ SPF2} + AB \text{ SPF3} + AB \text{ SPF4} + AB \text{ SPF5})}{5} * \frac{10.000}{707}$$

8.1.2.3. Volumen⁵

- **Volumen total por individuo (VT_i)**

$$VT_i = AB_i * HT * ff$$

Donde:

VT_i = Volumen total del individuo (en m^3)

AB_i = Área Basal (en m^2) para el individuo

HT = Altura total (en m)

ff = factor forma

- **Volumen total por subparcela (VT SPF) (Subparcela de 707 m^2)**

$$VT \text{ SPF} = \sum (VT_1 \dots VT_n)$$

Donde:

VT_1 = VT del árbol No. 1 de la SPF

VT_n = VT del enésimo árbol de la SPF

5

Se calculará el volumen con corteza, expresado en metros cúbicos.

- **Volumen total por hectárea (VT / ha)**

$$VT/ha = \frac{\sum(VT\ SPF1 + VT\ SPF2 + VT\ SPF3 + VT\ SPF4 + VT\ SPF5)}{5} * \frac{10.000}{707}$$

- **Volumen total por subparcela por hectárea (VT SPF /ha)
(Subparcela de 154 m²)**

$$VT\ SPF/ha = \frac{\sum(VT1 \dots + VTn)}{5} * \frac{10.000}{707}$$

Donde:

VT1 = VT del árbol No. 1 de la SPF

VTn= VT del enésimo árbol de la SPF

- **Volumen del fuste por individuo (VFi)**

$$VFi = ABi * HF * ff$$

Donde:

VFi = Volumen total (en m³)

ABi = Área Basal (en m²) para el individuo

HF= Altura del Fuste (en m.)

ff = Factor forma

- **Volumen del fuste por subparcela (VF SPF) (Subparcela de 154 m²)**

$$VF\ SPF = \sum(VF1 \dots VFn)$$

Donde:

VF1 = VF del árbol No. 1 de la SPF

VFn = VF del enésimo árbol de la subparcela

- **Volumen del fuste por hectárea (VF / ha)**

$$VF/ha = \frac{\sum(VF\ SPF1 + VF\ SPF2 + VF\ SPF3 + VF\ SPF4 + VF\ SPF5)}{5} * \frac{10.000}{707}$$

8.2. Indicadores de estructura ecológica del bosque

8.2.1. Estructura horizontal

Aplicables a las poblaciones de árboles con DAP ≥ 10 cm. Es decir, para el conjunto de poblaciones de Fustales (F) y de Fustales Grandes (G).

8.2.1.1. Abundancia absoluta (Aa):

Corresponde al número de individuos de cada especie en las 5 SPF.

$$Aa = \sum (N1 \dots Nn)$$

Donde:

$N1$ = Individuo No. 1 de la SPF1

Nn = Individuo enésimo de la SPF 5

8.2.1.2. Abundancia relativa (Ari)

Corresponde al porcentaje de los individuos de cada especie en las 5 SPF con respecto al total de los individuos en las 5 SFP.

$$Ari (\%) = \frac{Aa \text{ spi}}{(\sum Aasp1 \dots + Aaspn)} * 100$$

Donde:

$Ari (\%)$ = Abundancia Relativa de la especie i -enésima

$Aa \text{ spi}$ = Abundancia Absoluta de la especie i -enésima

$Aasp1$ = Abundancia Absoluta de la especie 1

$Aaspn$ = Abundancia Absoluta de la enésima especie

8.2.1.3. Frecuencia absoluta (Fa)

Corresponde a la cantidad de unidades de muestreo del total levantado en campo en las cuales aparece una especie.

Fa = Cantidad de SPF en las que se presenta cada especie

8.2.1.4. Frecuencia relativa (Fri)

Corresponde al porcentaje de presencia de una especie con respecto a la sumatoria de la frecuencia absoluta (Fa) de cada una de las especies presentes en el ecosistema.

$$Fri (\%) = \frac{Fa \text{ spi}}{(\sum Fasp1 \dots + Faspn)} * 100$$

Donde:

F_{ri} = Frecuencia Relativa de la especie i -enésima

$F_{a\ spi}$ = Frecuencia Absoluta de la especie i -enésima

F_{asp1} = Frecuencia Absoluta de la especie 1

F_{aspn} = Frecuencia Absoluta de la especie n

8.2.1.5. Dominancia absoluta (Da)

Señala el grado de cobertura de cada especie en términos de su expansión horizontal de acuerdo con el área basal de los individuos de cada especie arbórea.

$$Da = \sum (AB1 \dots + ABn)$$

donde:

$AB1$ = Área Basal del árbol 1 en la SPF 1

ABn = Área Basal del árbol n en SPF 5

8.2.1.6. Dominancia relativa (Dri)

Corresponde a la participación porcentual de cada especie según su expansión horizontal, con respecto a la sumatoria de la expansión de todas las especies. La dominancia se calcula con base en el área basal (AB) de los individuos arbóreos de las 5 subparcelas (SPF).

$$Dri (\%) = \frac{Da\ spi}{(\sum Dasp1 \dots + Daspn)} * 100$$

donde:

Dri = Dominancia Relativa de la especie i -enésima

$Daspi$ = Dominancia Absoluta de la especie i -enésima

$Dasp1$ = Dominancia Absoluta de la especie 1

$Daspn$ = Dominancia Absoluta de la especie n

8.2.1.7. Índice de Valor de Importancia Simplificado (IVIS)

Se emplea para caracterizar la importancia ecológica de las especies arbóreas, en la categoría de fustales (individuos con DAP > 10 cm), dentro del ecosistema boscoso, tomando como referencia la abundancia, la frecuencia y la dominancia de las poblaciones respectivas. La sumatoria del IVI de las especies suma 300.

$$IVIS = \sum Ar (1...ni) \text{ Fustales} + \sum Fri (1...ni) \text{ Fustales} + \sum Dr (1...ni) \text{ Fustales}$$

donde:

Ar = Abundancia Relativa

Fri = Frecuencia Relativa

Dr = Dominancia Relativa

1 = Especie No. 1

ni = i ésima especie

8.2.1.8. Coeficiente de mezcla (CM)

El Cociente de mezcla (CM) muestra la relación entre el número de especies y el número de individuos totales en el ecosistema forestal, proporcionando una idea de la heterogeneidad del bosque objeto de caracterización.

$$CM = \frac{N \text{ sp.}}{Ni}$$

donde:

$N \text{ sp.}$ = es el número de especies presentes en las 5 SPF

Ni = es el número total de individuos presentes en ellas

- Regeneración natural temprana

Aplicables a las poblaciones de árboles con $DAP \leq 9,9 \text{ cm}$, es decir, individuos de la categoría de brinzales y latizales.

8.2.1.9. Abundancia absoluta de la regeneración natural (AaRN)

Número de Brinzales y Latizales de cada especie en las 5 SPF.

$$AaRN = \sum (N1 \dots Nn)$$

donde:

$N1$ = Individuo No. 1 de la RN en la SPF1

Nn = Individuo n ésimo de la SPF 5

8.2.1.10. Abundancia relativa de la regeneración natural (ArRN)

Porcentaje de los brinzales y latizales de cada especie en las 5 SPF con respecto al total de los individuos en las 5 SPF.

$$ArRN(\%) = \frac{AaRN\ spi}{(\sum AaRNsp1 \dots + AaRNspn)} * 100$$

donde:

$ArRN_i(\%)$ = Abundancia Relativa de la especie ienésima

$AaRN\ spi$ = Abundancia Absoluta de la especie ienésima

$AaRNsp1$ = Abundancia Absoluta de la especie 1

$AaRNspn$ = Abundancia Absoluta de la enésima especie

8.2.1.11. Frecuencia absoluta de la regeneración natural ($FaRN$)

Corresponde a la cantidad de veces en la que aparece una especie en las 5 SPF.

$FaRN$ = Cantidad de SPF en las que se presenta cada especie

8.2.1.12. Frecuencia relativa de la regeneración natural ($FrRN$)

Corresponde al porcentaje de presencia de una especie con respecto a la sumatoria de la Frecuencia absoluta (Fa) de cada una de las especies presentes en el ecosistema.

$$FrRN(\%) = \frac{Fa\ spi}{(\sum FaRNsp1 \dots + FaRNspn)} * 100$$

donde:

$FrRN$ = Frecuencia Relativa de la especie ienésima

$FaRN\ spi$ = Frecuencia Absoluta de la especie ienésima

$FaRNsp1$ = Frecuencia Absoluta de la especie 1

$FaRNspn$ = Frecuencia Absoluta de la especie n

8.2.1.13. Índice de Valor de Importancia de la regeneración natural ($IVIRN$)

$$IVIRN(\%) = \sum ArRN(1\dots ni) + \sum FrRN(1\dots ni) + \sum DrRN(1\dots ni)$$

donde:

Ar = Abundancia Relativa

Fri = Frecuencia Relativa

Dr = Dominancia Relativa

1 = Especie No. 1

n_i = iésima especie

8.2.2. Estructura vertical

8.2.2.1. Fustales y fustales grandes ($DAP \geq 10$ cm)

- **Índice de posición sociológica (PS)**

Se utiliza para describir y analizar la distribución de las especies en sentido vertical. Se asigna previamente un Valor Fitosociológico (VF) a cada estrato. Representa el valor medio promediado de la expansión vertical que tiene cada especie en los estratos, de acuerdo con el número de individuos existentes en cada uno de ellos.

- **Valor fitosociológico de cada estrato (VFS)**

En el caso de IFN se establecerán tres estratos al bosque natural:

- Estrato Inferior (I) = Altura media en la cual se reúne el 50% de los árboles fustales.
- Estrato Medio (II) = Altura media en la cual se reúne el 30% de los árboles fustales.
- Estrato Superior (III) = Altura media en la cual se reúne el 20% de los árboles fustales.

Tabla 13. Cálculos del Valor fitosociológico de cada estrato (VFS)

ESTRATO	N/ha	VF % (n)	VFSimp
Estrato I (< H1 m)	N1	$n1 = N1/Nt$	$n1/10$
Estrato II (H1 - H2 m)	N2	$n2 = N2/Nt$	$n2/10$
Estrato III (> H2 m)	N3	$n3 = N3/Nt$	$n3/10$
Σ	Nt	100	10

H = altura media del estrato; N/ha = número total de árboles por hectárea; VF% = valor fitosociológico relativo; VFSimp = Valor fitosociológico simplificado

- **Valor fitosociológico por especie (VFsp)**

El valor fitosociológico de cada especie en cada estrato se obtiene multiplicando el número de individuos de la especie por hectárea en el estrato por el VFS del mismo.

$$VF_{sp} = VFS * N_{sp}$$

donde:

VFS = Valor Fitosociológico por Estrato

Nsp = número de individuos de la especie presentes en cada SPF.

- **Posición sociológica absoluta por especie (PSAsp)**

Corresponde a la suma del valor fitosociológico de la especie en cada estrato.

$$PSAsp = \sum(VFspI + VFspII + VFspIII)$$

donde:

$VFsp I$ = Valor Fitosociológico de la especie en el Estrato I

$VFsp II$ = Valor Fitosociológico de la especie en el Estrato II

$VFsp III$ = Valor Fitosociológico de la especie en el Estrato III

- **Posición sociológica relativa por especie (PS%)**

Corresponde al valor relativo de la PSA de una especie con respecto a la suma del valor de la posición fitosociológica absoluta de todas las especies.

$$PS\% = \frac{PSAspi}{(\sum PSAsp1 \dots + PSAspn)} * 100$$

En donde:

$PS\%$ = Posición sociológica relativa de la especie ienésima

$PSAspi$ = Posición sociológica absoluta de la especie ienésima

$PSAsp1$ = Posición sociológica absoluta de la especie 1

$PSAspn$ = Posición sociológica absoluta de la enésima especie

8.2.2.2. Regeneración natural temprana ($DAP \leq 9,9$ cm)

- **Índice de posición sociológica de la regeneración natural (PSRN)**

Igual que en el caso de los fustales, se utiliza para describir y analizar la distribución de los árboles de la RN de las especies en sentido vertical. También se asigna previamente un Valor Fitosociológico (VF) a cada estrato. Representa el valor medio promediado de la expansión vertical que tiene cada especie en los estratos, de acuerdo con el número de individuos existentes en cada uno de ellos.

- **Valor fitosociológico por estrato (VFS)**

En el caso del IFN se establecerán tres categorías de tamaño de la RN:

- CT 1 = Altura media en la cual se reúne el 50% de brinzales y latizales de las SPF
- CT 2 = Altura media en la cual se reúne el 30% de brinzales y latizales de las SPF
- CT 3 = Altura media en la cual se reúne el 20% de brinzales y latizales de las SPF

Tabla 14. Cálculos del Valor fitosociológico por estrato (VFS) de la regeneración natural

CLASE DE TAMAÑO	N/ha	VF-RN % (n)	VFSimp-RN
CT 1 (< H1 m.)	N1	n1 = N1/Nt	n1/10
CT 2 (H1 – H2 m.)	N2	n2 = N2/Nt	n2/10
CT 3 (> H2 m.)	N3	n3 = N3/Nt	n3/10
Σ	Nt	100	10

H = altura media de la categoría de tamaño; N/ha = número de árboles de brinzales y latizales por hectárea; VF-RN% (n) = valor fitosociológico relativo de la población de brinzales y Latizales; VFSimp-RN = Valor fitosociológico simplificado de la población de brinzales y Latizales

- **Valor fitosociológico de la regeneración natural por especie (VF-RNsp)**

El valor fitosociológico de la RN de cada especie en cada estrato se obtiene multiplicando el número de individuos de la especie por hectárea en el estrato por el VFS del mismo.

$$VF - RN_{sp} = VFS - RN * N_{sp}$$

donde:

VFS-RN = Valor Fitosociológico por Estrato de la regeneración natural.

Nsp = número de individuos de brinzales y latizales de la especie.

- **Posición sociológica absoluta de la regeneración natural por especie (PSA-RNsp)**

Corresponde a la suma del valor fitosociológico de la especie en cada categoría de tamaño.

$$PSA - RN_{sp} = \sum(VF - RN_{spCT1} + VFRN_{spCT2} + VF - RN_{spCT3})$$

donde:

$PSA-RN_{sp}$ = Posición sociológica de la RN de la especie ienésima

$VF-RN_{sp}$ CT1 = Valor Fitosociológico de la especie ienésima en la Categoría de Tamaño 1

$VF-RN_{sp}$ CT2 = Valor Fitosociológico de la especie en la Categoría de Tamaño 2

$VF-RN_{sp}$ CT3 = Valor Fitosociológico de la especie en la Categoría de Tamaño 3

- **Posición sociológica relativa de la regeneración natural por especie (PSR-RN%)**

Es el valor relativo de la PSA-RN de una especie con respecto a la suma del valor de la posición fitosociológica absoluta de todas las especies.

$$PSR - RN\% = \frac{PSA - RN_{spi}}{(\sum PSA_{sp1} \dots + PSA_{spn})} * 100$$

donde:

$PSR-RN\%$ = Posición sociológica relativa de la especie ienésima

$PSA-RN_{spi}$ = Posición sociológica absoluta de la especie ienésima

PSA_{sp1} = Posición sociológica absoluta de la especie 1

PSA_{spn} = Posición sociológica absoluta de la enésima especie

- **Regeneración natural relativa (RNR)**

Corresponde a la media aritmética de los valores de la Abundancia Relativa de la RN, la Frecuencia Relativa de la RN y la Posición Sociológica Relativa de la RN de cada especie hallada en las SPF.

$$RNR = \sum(ArRN + FrRN + (PSR - RN\%))$$

donde:

$AaRN$ = Abundancia relativa de la regeneración natural

$FrRN$ = Frecuencia relativa de la regeneración natural

$PSR-RN\%$ = Posición sociológica relativa de la regeneración natural por especie

8.2.3. Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA)

Con el IVIA se analiza integralmente la importancia ecológica de las especies arbóreas en todas las categorías de tamaño (fustales, latizales y brinzales) pues se combinan la estructura horizontal, la estructura

vertical y la estructura de la regeneración natural. Para el efecto se adicionan el Índice de Valor de Importancia Simplificado (IVIS), la Posición Sociológica Relativa de los Fustales (PS%) y la Regeneración Natural Relativa (RNR).

$$IVIA = IVIS + PS\% + RNR$$

El valor máximo de la suma del IVIA de las especies es de 500.

8.2.4. Estructura diamétrica

Para poder establecer la cantidad de clases diamétricas para los individuos fustales y fustales grandes ($DAP \geq 10$ cm), se debe conocer el número de individuos, el DAP mayor y el DAP menor registrados. Con los datos anteriores se calcula el número de intervalos y la amplitud de los mismos, con las siguientes fórmulas:

$$K = 1 + 3.3 (\log N)$$

donde:

K = Número de intervalos

N = Número total de individuos

$$Rango = DAP \text{ mayor} - DAP \text{ menor}$$

$$C = \frac{R}{K}$$

donde:

C = Amplitud del intervalo

R = Rango

K = Número de intervalos

8.2.5. Estructura altimétrica

Para poder establecer la cantidad de clases altimétricas para los individuos fustales y fustales grandes ($DAP \geq 10$ cm), se debe conocer el número de individuos, la altura mayor y la altura menor registradas. Con los datos anteriores se calcula el número de intervalos y la amplitud de los mismos, con las siguientes fórmulas:

$$K = 1 + 3.3 (\log N)$$

donde:

K = Número de intervalos

N = Número total de individuos

$$Rango = altura \text{ mayor} - altura \text{ menor}$$

$$C = \frac{R}{K}$$

donde:

C = Amplitud del intervalo

R = Rango

K = Número de intervalos

8.2.6. Calidad sanitaria del bosque

8.2.6.1. Calidad del fuste

- **Vitalidad de fustes**

Se refiere a la cantidad y frecuencia de fustes y estípites vivos o muertos en el ecosistema forestal objeto de estudio. Para medir la vitalidad se calculará el indicador Frecuencia de Vitalidad, medido en porcentaje de cada grado de calidad con respecto al total de individuos ($DAP > 10$ cm) presentes en el ecosistema.

El cálculo de frecuencias de vitalidad de fustes se hace en conjunto para todas las poblaciones de árboles y palmas de cada tipo de bosque, sin discriminar por especies.

Tabla 15. Cálculos de vitalidad de fustales

VITALIDAD	AVp	AMp	PVp	PMp	AMc	PMc	TOTAL
No.	No. AVp	No. AMp	No. PVp	No. PMp	No. AMc	No. PMc	$T = \sum (\text{No. AVp} + \text{No. AMp} + \text{No. PVp} + \text{No. PMp} + \text{No. AMc} + \text{No. PMc})$
Fr V%	$(\text{No. AVp} / T) * 100$	$(\text{No. AMp} / T) * 100$	$(\text{No. PVp} / T) * 100$	$(\text{No. PMp} / T) * 100$	$(\text{No. AMc} / T) * 100$	$(\text{No. PMc} / T) * 100$	100%

donde

$No. AVp$ = Media del No. de Árboles Vivos en pie hallados en las SPF

$No. AMp$ = Media del No. de Árboles Muertos en pie hallados en las SPF;

$No. PVp$ = Media del No. de Palmas Vivas en pie halladas en las SPF

$No. PMp$ = Media del No. de Palmas Muertas en pie halladas en las SPF

$No. AMc$ = Media del No. de Árboles Muertos caídos hallados en las SPF

$No. PMc$ = Media del No. de Palmas Muertas caídas halladas en las SPF

$Fr V\%$ = Frecuencia de cada categoría de vitalidad del fuste

T = Suma de las categorías de vitalidad del fuste

Tabla 16. Definición de las categorías de vitalidad de fustes

CATEGORÍA DE VITALIDAD	Símbolo
Árbol vivo en pie	AVp
Árbol muerto en pie	AMp
Palma viva en pie	PVp
Palma muerta en pie	PMp
Árbol muerto caído	AMc
Palma muerta caída	PMc

• **Forma del fuste**

Para evaluar el estado físico del bosque, con respecto a la calidad morfológica de los fustes de los árboles del ecosistema, se calculará el indicador Frecuencia de Calidad de Fuste (forma del fuste), medido en porcentaje de cada grado de la forma del fuste con respecto al total de individuos (DAP > 10 cm) presentes en el ecosistema.

Según su calidad morfológica se tienen 4 categorías de forma de fuste/ árbol:

- Árbol Bifurcado (B)
- Árbol irregular o torcido (T)
- Árbol Inclinado (I)
- Árbol cilíndrico o recto (R)

El cálculo de frecuencias de calidad de fustes se hace en conjunto para todas las poblaciones de árboles de cada tipo de bosque, sin discriminar por especies.

Tabla 17. Cálculos para evaluar la calidad morfológica de los fustes

QF	B	C	T	I	TOTAL
No.	No. B	No. C	No. T	No. I	$t = \sum NB+NC+NT+NI$
Fr QF%	$(NB/t)*100$	$(NC/t)*100$	$(NT/t)*100$	$(NI/t)*100$	100%

donde:

B = Número de árboles bifurcados

C = Número de árboles caídos

T = Número de árboles torcidos

I = Número de árboles inclinados

NB = Media del No. de Árboles Bifurcados hallados en las SPF

NC = Media del No. de Árboles Caídos hallados en las SPF

NT = Media del No. de Árboles Torcidos hallados en las SPF

NI = Media del No. de Árboles Inclinados hallados en las SPF

t = Suma de las categorías de calidad de fustes

$Fr\ QF\%$ = Frecuencia de la calidad de fustes hallados en las SPF

- **Daño de fustes**

Con el fin de evaluar el estado físico del bosque, con respecto al tipo y frecuencia de daños a los fustes y estípites de árboles y palmas del ecosistema, se calculará el indicador Frecuencia de Daño de Fuste ($Fr\ Dñ$), medido en porcentaje de cada tipo de daño con respecto al total de individuos ($DAP > 10\text{ cm}$) presentes en el ecosistema.

El cálculo de frecuencias de daño de fustes se hace en conjunto para todas las poblaciones de árboles y palmas de cada tipo de bosque, sin discriminar por especies.

Tabla 18. Cálculos para establecer el daño de los fustes

DAÑO	Ao	Dm	Et	Hu	Qu	Rj	Pt	Psc	TOTAL
No.	No. Ao	No. Dm	No. Et	No. Hu	No. Qu	No. Rj	No. Pt	No. Psc	$t = \sum (\text{No. Ao} + \text{No. Dm} + \text{No. Et} + \text{No. Hu} + \text{No. Qu} + \text{No. Rj} + \text{No. Pt} + \text{Psc})$
Fr Dñ %	$(\text{No. Ao} / t) * 100$	$(\text{No. Dm} / t) * 100$	$(\text{No. Et} / t) * 100$	$(\text{No. Hu} / t) * 100$	$(\text{No. Qu} / t) * 100$	$(\text{No. Rj} / t) * 100$	$(\text{No. Pt} / t) * 100$	$(\text{No. Psc} / t) * 100$	100%

Donde,

$No. Ao$ = Media del No. de Árboles o Palmas sin daños hallados en las SPF

$No. Dm$ = Media del No. de Árboles o Palmas con daños mecánicos hallados en las SPF

$No. Et$ = Media del No. de Árboles o Palmas estrangulados por cualquier causa hallados en las SPF; $No. Hu$ = Media del No. de Árboles o Palmas Huecos hallados en las SPF

$No. Qu$ = Media del No. de Árboles o Palmas con evidencias de quema hallados en las SPF

$No. Rj$ = Media del No. de Árboles o Palmas rajados hallados en las SPF

$No. Pt$ = Media del No. de Árboles o Palmas partidos hallados en las SPF:

t = Suma de las categorías de daño del fuste; $Fr\ Dñ\ %$ = Frecuencia de cada categoría de daño de fuste.

Tabla 19. Convenciones de Categoría de Daño de Fustes⁶

CATEGORÍA	Símbolo
Ausencia daño	Ao
Daño mecánico	Dm
Estrangulado por cualquier causa	Et
Hueco	Hu
Con evidencia de quemas	Qu
Rajado o agrietado	Rj
Partido	Pt
Palma viva sin corona	Psc

8.3. Indicadores de diversidad biológica arbórea

Acerca de estos indicadores se recomienda tener en cuenta los siguientes lineamientos:

- 1º) Del mismo modo a como se explicó en el caso de los indicadores de estructura ecológica del bosque, el empleo de los indicadores de diversidad biológica arbórea requiere un análisis en conjunto con el de los indicadores florísticos, dasométricos, silviculturales y de estructura.
- 2º) El cálculo de indicadores relacionados con indicadores de diversidad biológica exige que cada espécimen pueda ser plena y ciertamente determinado taxonómicamente.

8.3.1. Alfadiversidad

- Índice de Menhinick (Dmn): Permite determinar la riqueza de especies. Será calculado mediante la siguiente fórmula

$$Dmn = \frac{S}{N-1}$$

donde:

S = Número de especies

N-1 = Raíz cuadrada del número de individuos hallados en las SPF.

- Índice de Simpson (D)

Es una medida de la dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y reflejan más la riqueza de especies. El índice de Simpson se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie.

⁶ Las categorías Qu, Hu, Rj, Pt, actualmente no aparecen en los formatos de campo, pero se plantea su inclusión como parte del mejoramiento continuo de la operación estadística del IFN.

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad \text{o} \quad D = \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

donde:

S = Número de especies

p_i = Abundancia proporcional

n_i = Número de individuos de i ésima especie

N = es el número de individuos totales

- Índice de Berger Parker (d)

Es una medida de dominancia que expresa la abundancia proporcional de la especie más abundante, a su vez, es independiente de las especies, pero es fuertemente influenciado por el tamaño de la muestra.

$$d = \frac{N \max}{N}$$

donde:

N max. = La mayor abundancia de las especies evaluadas

N = Número de individuos totales

Para la interpretación de los índices de Simpson y de Berger Parker, los valores numéricos se expresan en forma recíproca (1/D y 1/d), de esta manera son directamente proporcionales a la diversidad.

- Índice de Shannon-Wiener (H')

Este índice mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes. Cuando el índice se calcula para varias muestras, los índices se distribuyen de manera normal, lo que hace posible comparar el conjunto mediante el análisis de varianza y se recomienda para comparar hábitats diferentes. La homogeneidad exhibida por la comunidad equivale a la proporción entre la diversidad y la diversidad máxima, la cual es conocida como E.

$$H' = - \sum p_i \ln(p_i)$$

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

donde:

H' = Diversidad de Shannon

p_i = (n_i / N) = abundancia proporcional (relativa)

E = Uniformidad de Shannon

S = Número total de especies en el muestreo

- Índice de Margalef (Dmg) Permite evaluar la densidad de especies en el ecosistema forestal

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

donde:

N = Número de individuos

S = Número de especies

8.3.2. Betadiversidad

- Índice de Jaccard (Cj):

Mediante este índice se comparan las especies compartidas por dos (2) comunidades (en este caso tipos de bosques o coberturas) sin tener en cuenta las abundancias. Cuando los dos ecosistemas comparten todas las especies, el índice alcanza el valor de 1 (uno) y, entonces, la diversidad sería baja; pero si no se comparten especies, el índice toma el valor de 0 (cero) y se interpreta que la diversidad es máxima.

$$Cj = \frac{j}{a + b - j}$$

donde:

a = número de especies en el ecosistema A

b = número de especies en el ecosistema B

j = número de especies compartidas por las comunidades

8.3.3. Diversidad Gamma

Hace referencia a la riqueza de especies de un grupo de hábitats a una escala regional o de paisaje. La forma más sencilla de hacer el conteo del total del número de especies es un área geográfica amplia.

$$Sy = \sum Si$$

donde:

Sy = Número de especies en el nivel de desagregación geográfica.

8.4. Indicadores de biomasa y almacenamiento de carbono

8.4.1. Biomasa aérea

Para el caso del IFN, el indicador de biomasa aérea de árboles y palmas se calcula sobre DAP ≥ 10 cm.

- **Biomasa aérea por individuo**

La biomasa aérea de cada individuo se estima empleando la ecuación alométrica propuesta por Chave et al. (2014):

$$BA = 0.0673 \times (G \times DAP^2 \times H)^{0.9761}$$

donde.

BA= Biomasa aérea (kg)

G= densidad de la madera⁷

DAP= Diámetro a la altura del pecho

H= altura del árbol

- **Biomasa aérea por subparcela (BA subp)**

$$BA\ SPF = \sum BA_1 \dots BA_n$$

Donde:

BA₁= Biomasa aérea del árbol No. 1 en la SPF1

BA_n= Biomasa aérea del árbol *n* en la SPFn

- **Biomasa aérea por hectárea (BA/ha)**

$$BA/ha = [\sum (BA\ SPF1 + BA\ SPF2 + BA\ SPF3 + BA\ SPF4 + BA\ SPF5) / 5] / 0,355\ ha$$

8.4.2. Carbono

Este carbono se entiende como la cantidad de carbono orgánico contenido en la biomasa aérea. Se le calcula con la siguiente fórmula:

$$C\ (toneladas)/ha = 0,5\ BA$$

Donde:

BA: Biomasa Aérea por Hectárea (toneladas);

C: contenido de carbono (toneladas)

⁷ La densidad de la madera se establece a partir de la "Base de Datos Mundial de Densidad de Maderas (Chave et al. 2009, Zanne et al. 2009)". En caso de no encontrar la densidad a nivel de especie, o para aquellos individuos no identificados completamente, se le asigna un promedio por género, familia o el promedio de la densidad de las especies registradas en cada conglomerado, respectivamente.



Capítulo 9 EQUIPOS Y MATERIALES DE MEDICIÓN

Levantamiento de Conglomerado - Archivo Fotográfico IFN IDEAM

9. EQUIPOS Y MATERIALES DE MEDICIÓN

Es importante precisar los equipos que se utilizan para la medición de las variables definidas en la investigación, la decisión de un determinado equipo dependerá de la precisión, costos, maniobrabilidad, resistencia y facilidad para su transporte.

Una regla general es que todas las brigadas de campo del IFN deben utilizar la misma marca, referencia y modelo de equipos de medición y el mismo sitio de calibración de estos. Los equipos, herramientas y materiales utilizados para la realización del operativo de campo del IFN deben ser estandarizados para garantizar homogeneidad y calidad de los datos recolectados en campo.

A continuación se describe el listado de materiales, equipos y cantidades mínimas necesarias para el establecimiento de un conglomerado, incluyendo colección botánica, muestreo de suelos y de detritos de madera.

9.1. Equipos y materiales para el establecimiento de conglomerados y subparcelas

- 1 par de boquitos o radiocomunicador portátil (Walkie Talkie) con cargador o baterías de repuesto
- 1 teléfono satelital con cargador y baterías de repuesto
- 1 botiquín de primeros auxilios con suero antiofídico
- 1 chaleco para trabajo de campo (por brigadista)
- 1 chaleco salvavidas (por brigadista) en transporte fluvial
- 1 brújula de precisión
- 1 brújula de mano
- 1 cámara digital con batería de repuesto
- 1 cinta diamétrica
- 2 cintas métricas de 30 m
- 2 cintas métricas de 20 m
- 1 clinómetro análogo
- 1 flexómetro
- 1 calculadora científica
- 1 GPS (Sistema de Posicionamiento Global)

3 pares de baterías GPS
1 mapa preliminar con la ubicación geográfica del conglomerado
1 juego de formatos
1 libreta de campo
1 tabla de apoyo
4 lápices
1 regla de 30 cm
1 transportador
1 lima de afilar
1 machete
1 pie de rey manual
2 plásticos de 4 m por 5 m
1 plástico de 3 m por 4 m
2 lámparas para camping con baterías de repuesto
1 pintura asfáltica de tráfico amarilla
1 plomada
1 nivel
15 placas de aluminio (2 cm x 9 cm) para marcar árboles de referencia en subparcelas
15 puntillas de acero de 1½ pulgada
15 trozos de alambre de cobre (50 cm de largo)
1 martillo
1 rollo de cinta reflectiva (cinta flagging), rojo, naranja y rosado
1 rollo de 750 m de cuerda de polipropileno amarilla
1 rollo de cinta de enmascarar
1 rollo de cinta adhesiva ducto-McGiver de 2 pulgadas de ancho
2 cuadros de pendientes
Varillas de hierro de 50 cm largo por ¼ de pulgada

9.2 Equipos y materiales para colección botánica

- 1 arnés de seguridad para escalada
- 20 bolsas de colección (30 cm x 40 cm, calibre 2)
- 1 bolsa para alcoholizar (50 cm x 70 cm, calibre 5)
- 5 botellas de 750 ml de alcohol antiséptico 70 %
- 1 cinta de seguro para escalada
- 1 cortarramas, trimmer
- 1 binoculares
- 2 costales de lona
- 1 juego de formatos de campo
- 1 kilo de papel periódico, tamaño medio
- 2 lápiz 2B
- 2 lápiz 6B o vidrio Graf
- 1 libreta de campo
- 2 marcadores permanentes
- 2 bolígrafos
- 1 mosquetón de seguridad para escalada
- 2 pares de guantes de protección (nailon poliuretano)
- 1 rollo de cinta de enmascarar
- 1 rollo de cuerda de polipropileno
- 20 sobres de papel periódico de diferentes tamaños
- 2 tijeras podadoras

9.3 Equipos y materiales para colección de suelos

- 1 balanza portátil con baterías de repuesto
- 1 calculadora
- 4 bolsas plásticas de 40 cm x 60 cm, calibre 4
- Bolsas plásticas resellables ziploc de una libra
- 1 rollo de cinta adhesiva transparente de 2 pulgadas de ancho
- 15 rótulos autoadhesivos blancos (10 cm x 5,3 cm)
- 5 láminas de papel aluminio (tamaño oficio)
- 1 brújula de mano

2 cilindros para toma de muestras de densidad aparente (corte y empuje), segmentos de tubo en acero galvanizado, de 5 cm × 2"

1 machete

2 marcadores permanentes

1 tabla de apoyo

1 martillo de goma

1 palín

1 pala de jardinería

9.4 Equipos y materiales para el muestreo de detritos

1 balanza portátil con baterías de repuesto

1 calculadora

20 bolsas de papel de varios tamaños

Bolsas plásticas

1 rollo de cinta de enmascarar

1 brújula de mano

1 cinta métrica

1 flexómetro

1 forcípula (0-130 cm)

Gasolina y aceite para la motosierra

1 hacha pequeña

1 juego de formatos

2 lápices

2 marcadores permanentes

1 probeta graduada de polipropileno (100 ml)

1 aguja de disección

1 motosierra (espada mediana), con cadena de repuesto y herramienta

1 penetrómetro dinámico con repuestos

1 pie de rey (0-10 cm)

1 serrucho o segueta

1 tabla de apoyo

A photograph of a dense tropical forest. The central focus is a large tree trunk covered in vibrant green moss. To the right, another tree trunk is visible, partially covered in moss and with some white lichen-like growth. The background and foreground are filled with various types of green plants, including ferns and broad-leafed species. The lighting is bright, suggesting a sunny day in a humid environment.

Capítulo 10

INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Parque Natural Regional Barbas Bremen, Risaralda - Andrés Rodríguez Toro

10. INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

El sistema de información del IFN es el que soporta la gestión, captura, almacenamiento, recuperación, procesamiento, análisis y generación de reportes de la información recopilada durante los diferentes ciclos de implementación del Inventario Forestal Nacional, y así permite garantizar su integración, confiabilidad, calidad, consistencia y continuidad.

La información generada del proceso del IFN, que se realiza en los diferentes conglomerados, se registra en el sistema Inventario Forestal Nacional, aplicativo especialmente diseñado y construido para permitir el registro, consulta y administración de esta información.

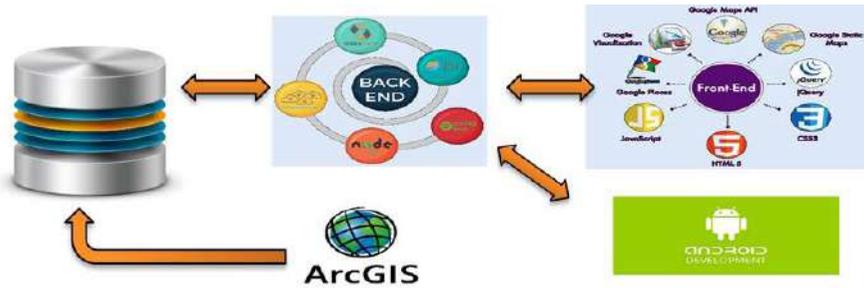
El sistema Inventario Forestal Nacional cumple con los estándares definidos por la Oficina de Informática del Ideam, que permite una definición rápida y sencilla de las interfaces o interacciones que debe realizar con las demás aplicaciones de la entidad.

La arquitectura definida para el desarrollo del aplicativo cumple estándares internacionales que permiten asegurar requerimientos no funcionales como:

- Disponibilidad
- Confiabilidad
- Desempeño
- Usabilidad
- Seguridad
- Interoperabilidad
- Escalabilidad
- Flexibilidad

La definición técnica realizada para el sistema incluye el uso de tecnologías y herramientas modernas, que aseguran la vigencia del aplicativo en un lapso mínimo de siete años; como es obvio, se deberá planear una actualización constante, para evitar que el sistema llegue a ser "obsoleto" tecnológicamente y se dificulte su administración y mantenimiento.

Figura 12. Herramientas tecnológicas empleadas en el Inventario Forestal Nacional



Fuente: Los autores

Puesto que los datos generados en el proceso de inventario de los conglomerados deben ser ingresados inicialmente por los terceros con los cuales se firman los convenios, se decidió que este sistema funcionará en ambiente web, para facilitar la conexión desde diferentes lugares, y de esta forma descentralizar y agilizar la digitación de los datos recolectados en campo. Funcionalmente, el sistema se ha dividido en diferentes módulos, que interactúan entre sí para brindar las diferentes funcionalidades definidas por el área funcional.

Figura 13. Modelos funcionales del Inventario Forestal Nacional.



Fuente: Los autores

A continuación, se relacionan algunos aspectos funcionales de varios de los módulos definidos para el aplicativo.

10.1 Seguridad y auditoría

Estos módulos funcionan como base para las demás operaciones funcionales del sistema y permiten administrar la autenticación y autorización para asegurar que solo usuarios con los permisos correspondientes hagan uso de las diferentes opciones que componen el sistema.

El módulo de auditoría registra las acciones que se ejecutan sobre los datos que se manejan en el aplicativo. Este componente opera de forma autónoma, independiente y transparente para los usuarios finales, registrando el usuario, fecha y datos modificados desde el aplicativo.

10.2 Administración de conglomerados

Por medio de esta funcionalidad se administran los conglomerados que conforman el marco del Inventario Forestal Nacional.

El sistema administra cada conglomerado registrado y permite asignar estados según las definiciones del área funcional, dentro de los cuales se encuentran opciones para descartarlos por presencia de situaciones infranqueables o asignarlos a convenios para su inventario en campo o a grupos encargados de realizar control de calidad o remedaciones.

10.3 Administración de convenios

Este módulo permite administrar la información de los convenios que se firman con terceros para el levantamiento del inventario. Se incluye funcionalidad que permite administrar los datos generales del convenio y asignar los conglomerados que se deben inventariar; también se relaciona con el módulo de seguridad, para crear usuarios que estarán encargados de digitar la información levantada en campo usando el módulo registro de datos.

10.4 Registro de datos

Agrupar diferentes opciones, que permiten a los usuarios generados para los convenios registrar la información del inventario levantada en campo. Incluye opciones para registrar cada uno de los formularios detallados en el *Manual de campo del Inventario Forestal Nacional* y aplica validaciones para asegurar la calidad de la información desde el inicio de los datos.

Adicionalmente, contiene funcionalidad que le permite al área funcional consultar, revisar y aprobar los datos ingresados por los convenios.

10.5 Reportes y estadísticas

Una vez que la información es registrada por los convenios y aprobada por el Ideam, pasa a ser parte activa de los reportes estadísticos. En este módulo se contempla funcionalidad para generar los datos requeridos por el área funcional, basados en los datos capturados en el módulo de "registro de datos".

10.6 Aplicación móvil

Aunque la versión inicial del sistema Inventario Forestal Nacional no contempla la creación de una aplicación móvil que reemplace los formatos físicos en el momento del levantamiento de la información en campo, sí se incluye esta necesidad en el diseño de la arquitectura y se crean capas de negocio e integración que posteriormente se pueden utilizar desde una aplicación móvil.

10.7 Georreferenciación

El sistema de información del Inventario Forestal Nacional incluye un visor geográfico que permite realizar el despliegue de la información georreferenciada según los criterios de región, operador logístico, año, resultados de indicadores y la visualización de otras capas temáticas e imágenes ráster que apoyan los procesos preoperativo y operativos de campo, la planeación y el seguimiento de rutas de brigadas, la validación de información recopilada, entre otros.

Por otra parte, para apoyar el cálculo y análisis de la información objetivo del IFN, como son: el cálculo de indicadores dasométricos, de estructura ecológica, de diversidad biológica, se desarrollarán nuevas funcionalidades, que permitan tanto la interacción del componente geográfico y de las variables levantadas en campo, como la parametrización y utilización de funcionalidades de análisis espacial (interpolación, generalización, análisis multivariado, segmentación y clasificación, análisis de proximidad, identificación de patrones o clústeres), modelación y simulación geoestadística, entre otros, que aportan los sistemas de información geográfica, a fin de generar mapas temáticos de forma dinámica. Este módulo está actualmente en definición y desarrollo.



Capítulo 11 ESTRATEGIA DE PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL OPERATIVO DE CAMPO

Preparativo de Campo y Capacitación con Brigadistas - La Guajira - Archivo Fotográfico IFN IDEAM



11. ESTRATEGIA DE PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL OPERATIVO DE CAMPO

Como toda actividad, la buena planeación permite obtener tanto los resultados esperados, como la mayor eficiencia y eficacia en el proceso, de tal forma que se maximiza el beneficio y se minimizan riesgos y costos.

En general la estrategia para desarrollar el operativo de campo se define como *“el grupo de acciones planificadas que apuntan a la consecución de los objetivos del IFN”*; en la cual se involucra tanto a los directivos y tomadores de decisiones como al personal operativo, tanto en los niveles nacional y regional como en el local. Bajo esta consideración, es necesario que la planificación sea conocida por todos los involucrados de tal forma que en conjunto contribuyan de manera apropiada en el éxito de la investigación estadística.

Si bien, el ideal de cualquier inventario forestal es contar con el tiempo y el presupuesto más amplio posible, esto casi nunca se logra, y lo más común es todo lo contrario, el tiempo es ajustado e incluso muchas veces es corto para la dimensión de las actividades que se deben desarrollar, así mismo el presupuesto es limitado, requiriendo incluso en algunas oportunidades tener que sacrificar actividades de planeación o publicación, en aras de mantener en condiciones apropiadas el trabajo de campo.

Lo anterior conlleva a la necesidad de preparar un operativo de campo acorde a las circunstancias regionales y requerimientos del IFN y en concordancia definir con la mayor precisión y el mayor rigor posible los procedimientos y estructura de éste.

La ESTRATEGIA del **operativo de campo** implementada en el IFN, se experimentó sobre una serie de pruebas piloto desarrolladas tanto para el primer diseño propuesto (2007-2009), como para el diseño actual establecido y en este sentido detalla su planificación y ejecución para cada una de las fases definidas: preoperativa, operativa y postoperativa (Tabla 20.), así como la estrategia para adelantar el acercamiento y sensibilización en comunidades indígenas y afrodescendientes, finalizando con la estructura para el control de calidad durante el operativo de campo.

Es importante en este sentido reiterar nuevamente, que dado que el IFN se concibe como una operación estadística, está sujeta a mejoramiento continuo, por lo que en la medida de que surjan nuevas tecnologías o requerimientos, pueden cambiarse partes de su diseño propuesto.

Tabla 20. Estrategias de planificación para el operativo de campo del Inventario Forestal Nacional

Variables estratégicas	Fases de planificación del IFN.
Diseñar y planear	Fase del preoperativo de campo (gestión previa)
Preparar y definir la logística	
Ejecutar y controlar	Fase del operativo de campo
Analizar y procesar	Fase del post-operativo de campo o postmuestreo

De acuerdo con la Tabla 20 existen tres fases en el diseño del IFN que se deben tener en cuenta en la planificación y ejecución del mismo, la fase anterior al levantamiento de datos de campo denominada fase de diseño y planeación, la fase inmediata al levantamiento de información, denominada fase del preoperativo de campo, una fase propiamente de levantamiento de datos en campo o denominada operativo de campo y la fase posterior al levantamiento de datos o postmuestreo (o postoperativo). Cada fase requiere unos insumos desde los aspectos técnico, tecnológico y financiero, si no existen estos insumos no se puede llevar a cabo el operativo de campo.

En la fase del diseño de la investigación se elabora, valida y costea el IFN en todos los aspectos del mismo: marco conceptual y metodológico, aspectos técnicos, diseño estadístico, diseño geoestadístico, diseño del sistema de captura de datos en campo, estimación de costos y elaboración del manual de campo.

En la fase del preoperativo de campo se desarrollan actividades relacionadas con la planificación y logística regional y local que permitan garantizar la ejecución exitosa de la investigación estadística, tales como: consecución del centro de operaciones y logística, actualización cartográfica, estrategias de seguridad para el personal de campo, coordinación institucional regional y local, socialización y sensibilización con la comunidad, capacitación y selección de co-investigadores, técnicos y profesionales que conformaran las brigadas de campo, y definición de las estrategias de comunicación.

En la fase del operativo de campo se realizan las actividades propias del levantamiento y registro de la información, para lo cual se contratan las personas, el transporte, se define la estrategia de desplazamiento, se entregan insumos, herramientas y equipos, se realiza el desplazamiento hacia los sitios de muestreo seleccionados y hacia los bosques objeto de estudio, se registran los datos y toman las muestras correspondientes y se envían al centro de operación logística, se realiza el control de calidad, se recepción a la información y se culmina la etapa de recolección.

En la fase del postmuestreo se realiza el procesamiento de los datos y se genera la información correspondiente, de acuerdo con los diseños previamente elaborados. A continuación se describe cada una de las fases del IFN de Colombia.

11.1. Definición del operativo de campo en el Inventario Forestal Nacional

El operativo de campo del IFN de Colombia es el conjunto de actividades planificadas, que permiten la recolección de la información muestral en los bosques naturales y otras coberturas no boscosas existente en el territorio nacional, aplicando para ello un formato de registro único y una metodología estandarizada, que bajo diferentes controles de calidad, arrojen una alta confiabilidad estadística.

Para el desarrollo del operativo de campo se requiere una adecuada planificación en donde se integren armónicamente los aspectos técnicos, tecnológicos, operativos y de costos diseñados previamente. Esto permite que el personal de campo pueda realizar la labor de levantamiento de datos en las áreas de muestreo previamente seleccionadas y preparadas, durante el periodo de recolección definido en cada región.

11.2. Estrategia general de ejecución del operativo de campo

De acuerdo con el marco normativo referido en los antecedentes de este documento, el responsable a nivel nacional de la ejecución del IFN es el Ideam y en su implementación se propenderá por la participación de quienes conforman el SINA de acuerdo con lo establecido en la Ley 99 de 1993, buscando de esta manera mejorar el acceso a la información y la generación de conocimiento acerca del recurso forestal, sin duplicidad de esfuerzos y recursos⁸.

En concordancia, la estrategia general de ejecución del IFN propone un esquema de coordinación centralizada, metodología única, y el desarrollo del operativo de campo operativamente descentralizado y armonizado en lo técnico, tecnológico y en tiempos de recolección.

La estrategia del operativo de campo que se plantea para la implementación del IFN, está estructurada sobre las cinco (5) regiones naturales de Colombia y su ejecución se ha definido para ser realizada en conjunto con las Instituciones que hacen parte del SINA. Específicamente para la implementación de la línea base se definió una planificación conjunta con los Institutos de Investigación Ambiental a saber:

8

Decreto 1655 de 2017

- 1) Región Amazónica: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI
- 2) Región Andina, Caribe y Orinoquia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH
- 3) Región Pacífica: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico – IIAP.

11.3. Estructura del operativo de campo

La **estructura** del IFN en Colombia se define como *la organización institucional y operativa que permitirá la ejecución armónica del inventario*. En tal sentido, para el IFN se proponen dos tipos de estructura:

11.3.1. Estructura institucional del Inventario Forestal nacional

Visibiliza el rol de las diferentes instituciones dentro del proceso de ejecución del inventario a partir de la identificación de las funciones misionales y su pertinencia y temática específica para participar activamente en el desarrollo del proceso.

- **El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam**

Desde el punto de vista administrativo será la entidad encargada de la coordinación central y quien exprese las decisiones tomadas en consulta con las entidades de apoyo y con el MADS⁹ será el ordenador del gasto. Desde lo técnico y logístico, es la entidad responsable del diseño del IFN, su planeación, definición del marco conceptual y de los estándares nacionales, con el apoyo del DANE, definirá los conceptos y procedimientos para la elaboración de los marcos estadísticos y geostatísticos nacionales, propondrá los acuerdos interinstitucionales para la ejecución del IFN. Será la entidad responsable de la ejecución del IFN y por consiguiente de la obtención, procesamiento y divulgación de la información recabada.

- **El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible- MADS**

De acuerdo con la Ley 99 de 1993, es la entidad rectora del SINA, y por consiguiente le competen actuaciones en materia normativa y de política. Con su concurso se espera la formulación de la política que viabilice la realización del IFN, lograr el apoyo para la coordinación interinstitucional en el SINA y obtener el apoyo necesario para la consecución de los recursos financieros necesarios para el desarrollo y continuidad del mismo.

9

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

- **El Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE**

Prestará apoyo técnico en aspectos estadísticos, operativos de campo y planeación logística del trabajo de campo. Dará apoyo técnico para el procesamiento estadístico de la información recolectada.

- **Los Institutos de Investigación Ambiental- IIA**

Son entidades de apoyo técnico científico que prestarán orientación permanente al Ideam, en la ejecución del IFN. Para el primer ciclo de implementación fueron seleccionados como operadores logísticos como una apuesta de la integridad y coherencia del Sistema Nacional Ambiental SINA, y reconociendo el papel en la investigación sobre sus territorios y el manejo de las comunidades que en ellos habitan y que garantizan el mejor desarrollo de los operativos de campo.

En consecuencia al igual que las Car, juegan un papel importante para las actividades de coordinación, operación y logística del IFN en campo, y en los procesos y apoyo requeridos para el desarrollo de las fases de pre y operativo campo, así como para surtir los acuerdos que sean necesarios con las comunidades locales.

- **El Instituto Geográfico Agustín Codazzi- IGAC**

Prestará apoyo cartográfico y de imágenes de satélite y fotografías aéreas, facilitará el acceso a la información temática que la entidad disponga.

- **La academia**

Son entidades de apoyo científico y deberán ser consultadas permanentemente para garantizar que el IFN se encuentre a la vanguardia con las investigaciones científicas adelantadas por ellas.

- **Otras entidades de apoyo técnico-científico**

Se encuentran entre ellas ONG, grupos de investigación, empresas privadas, otras agencias del Estado, como por ejemplo: el Departamento Nacional de Planeación - DNP, la Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH, el Ministerio de la Ciencia, la Tecnología y la Investigación, la Agencia Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, etc., que en un determinado momento podrán interactuar con el IFN, para el desarrollo de una actividad o proyecto específico.

- **Parques Nacionales**

La entidad está encargada de la administración y manejo del Sistema de Parques Nacionales Naturales y la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

El desarrollo de las diferentes actividades que comprende el IFN en áreas comprendidas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) se llevará a cabo en coordinación con Parques Nacionales Naturales y las autoridades ambientales regionales, según sea el caso. (Decreto 1655 de 2017)

- **Corporaciones Autónomas Regionales (Car¹⁰)**

Tienen a su cargo la ejecución de las políticas públicas en materia ambiental, definidas por el MADS; en tal sentido, además de las funciones que en materia ambiental les otorga la Ley 99 de 1993, son las encargadas de efectuar el seguimiento a los recursos naturales en el área de su jurisdicción, por lo que pueden constituirse en operadores logísticos reconociendo el empoderamiento que tienen estas entidades en las regiones, la cercanía con los pobladores locales, la participación y coordinación con los Entes Territoriales y su conocimiento del territorio.

En consecuencia al igual que los IIA, juegan un papel importante para las actividades de coordinación, operación y logística del IFN en campo, y en los procesos y apoyo requeridos para el desarrollo de las fases de pre y operativo campo, así como para surtir los acuerdos que sean necesarios con las comunidades locales

11.3.2. Estructura orgánica del Inventario Forestal Nacional

Permite identificar la jerarquía de las instituciones en la toma de decisiones y las actuaciones concretas dentro del desarrollo del IFN.

Se propone que la estructura orgánica se divida en dos niveles, nacional y regional referidas éstas a la manera como se organizará tanto la toma de decisiones como el flujo de información, esta estructura se apoyará en la estructura institucional de coordinación y apoyo al IFN.

a) La **estructura nacional** hace referencia a cómo será la organización interna del IFN para la toma de decisiones y para su logística, e involucra principalmente a los funcionarios de alto nivel (directores y subdirectores) de las entidades directamente relacionadas con el IFN; así como a los funcionarios e investigadores de asuntos técnicos para el desarrollo del inventario.

b) La **estructura regional y local**, tiene que ver con la organización para el desarrollo de las etapas pre-operativa y operativa de campo en la implementación del IFN, en el nivel regional y local.

¹⁰ Cuando se hable en este documento de Car, se entenderán comprendidas en el término tanto a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible como a las Autoridades Ambientales urbanas.

Figura 14. Estructura orgánica del Inventario Forestal Nacional

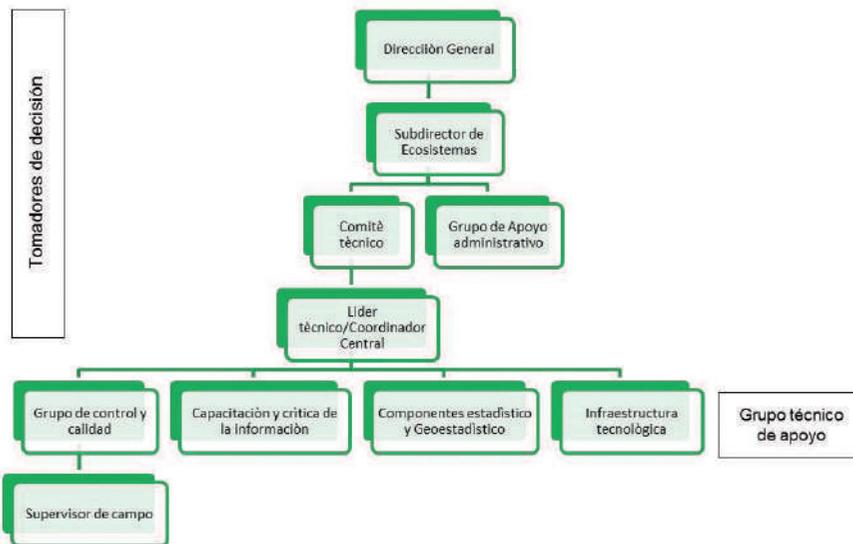


Fuente: Los autores

11.3.2.1. Estructura orgánica nacional

Esta estructura tiene que ver en la manera como se organiza el IFN a nivel nacional, involucra tanto a funcionarios del Estado como a contratistas de orden nacional en las actividades de diseño y planeación, preparación y logística, implementación y ejecución y procesamiento y publicación de los resultados (Figura 15).

Figura 15. Estructura orgánica nacional del Inventario Forestal Nacional



Fuente: Los autores

Tomadores de decisión

Será el grupo conformado por el Director del Ideam y el comité científico de la entidad quienes orientarán y revisarán las decisiones y lineamientos técnicos y administrativos para el desarrollo del IFN. En este sentido el subdirector de la Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental será el secretario ejecutivo e interlocutor entre el grupo técnico y el tomador de decisiones. El grupo de tomadores de decisión además tendrá la función de permitir el diálogo entre las entidades directamente vinculadas en la ejecución del IFN.

Comité técnico

Estará integrado por el Coordinador del Grupo de Bosques del Ideam, el funcionario responsable del IFN y el funcionario o contratista que se defina como coordinador central o líder del IFN. En este grupo recae la responsabilidad técnica y conceptual del IFN. Tendrá la responsabilidad de influir en la toma de decisiones de toda índole (técnica, administrativa, presupuestal, interinstitucional, de seguridad, entre otras) con el grupo tomador de decisiones; así como de transmitir las decisiones tomadas al grupo técnico. Estos funcionarios deberán estar acompañados por el "grupo de apoyo técnico".

Grupo de apoyo administrativo

Serán funcionarios o contratistas del Ideam que apoyarán en las actividades contractuales, logísticas y de archivo técnico necesarias para la correcta ejecución del IFN. Interactúan tanto con el nivel directivo como con el nivel regional y el "grupo técnico del IFN".

Grupo técnico del Inventario Forestal Nacional

Son contratistas con cargo al proyecto del IFN, que tienen bajo su responsabilidad entre otras actividades la de control de calidad, crítica de información, supervisión técnica, desarrollo de capacitaciones regionales y preparar la logística regional para el desarrollo del IFN, ajuste de manuales, formatos etc. Constituirán el soporte conceptual y técnico del IFN.

Adicionalmente en este grupo existirá un subgrupo de contratistas con cargo al proyecto que realizará la supervisión al seguimiento a las actividades de implementación en campo del IFN para que se cumplan los lineamientos metodológicos establecidos en el manual de campo.

11.3.2.2. Estructura orgánica regional y local

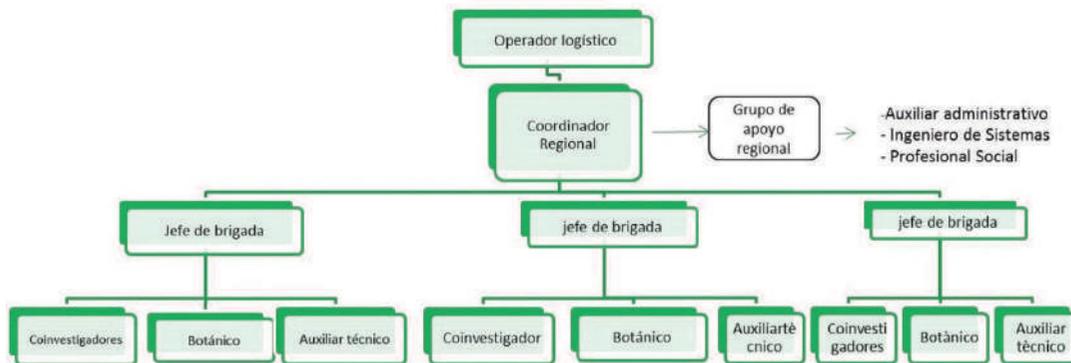
La estructura local hace referencia a las actividades, organización e instituciones, que en el nivel regional y local ejecutan las actividades relacionadas con el operativo de campo del IFN. Esta estructura tiene

su campo de actuación en la región, la cual se ha definido para el IFN, como las cinco regiones naturales de Colombia (Figura 16).

Para el desarrollo de estas actividades será seleccionado un OPERADOR LOGÍSTICO que ejecuta las actividades preparatorias para el desarrollo oportuno del operativo de campo, tales como: contratación de personal de las brigadas de campo, acercamiento con las autoridades locales y sensibilización con las comunidades, entre otras. El rol de operador logístico puede ser desempeñado por los Institutos de Investigación Ambiental las Autoridades Ambientales Regionales u otras entidades que se determinen por los tomadores de decisión para desempeñar las labores de levantamiento en campo de la información. En todo caso la implementación del IFN, propenderá por la participación de quienes conforman el SINA de acuerdo con lo establecido en la Ley 99 de 1993, buscando de esta manera mejorar el acceso a la información y la generación de conocimiento acerca del recurso forestal, sin duplicidad de esfuerzos y recursos.(decreto 1655 de 2017)

Estas actividades comprenden diferentes fases de acuerdo con las especificidades de cada región y deben ser coordinadas antes de iniciar las labores de levantamiento de campo de las brigadas. Para ello el operador logístico debe disponer siempre de un coordinador regional, quien direccionará tanto las actividades técnicas como logísticas que se requieran tanto en la fase preo operativa como en la operativa de campo.

Figura 16. Estructura orgánica regional (operador logístico)



Fuente: Los autores

Coordinador regional

Será un funcionario (o varios) designados por el Operador Logístico, que tendrá como función principal realizar el acompañamiento del proyecto en su región, a realizar contactos con las comunidades, facilitar el uso logístico de la entidad y promover el proyecto dentro

de la entidad. Deberá ser un funcionario con capacidad para la toma de decisiones.

Son funciones del Coordinador

1. Estudiar y manejar con fluidez los manuales del IFN.
2. Cumplir y hacer cumplir las normas establecidas en los manuales.
3. Visitar a las autoridades regionales y locales, lo mismo que a las organizaciones de la comunidad, a fin de informar sobre el IFN y pedirles su colaboración.
4. Mantener contacto con los medios de información local y regional a fin de pedir la colaboración de la comunidad.
5. Coordinar la logística para el operativo de campo con el acompañamiento de un funcionario designado por el Ideam (supervisor de campo).

En el **nivel local** la cabeza visible del IFN será la **brigada de campo**. Es el grupo de personas que se dirige directamente a los bosques para registrar la información correspondiente.

Brigada de campo¹¹

Está conformada por los siguientes integrantes:

El **jefe de brigada** es la persona responsable por la toma y registro de información de acuerdo con los procedimientos y diseños preestablecidos, en el manual de campo. Realiza la crítica de la información a diario, lo cual constituye el primer control de calidad de los datos; operativamente desarrolla las actividades de acceso a los conglomerados, trazado de subparcelas, registro de la información de latizales, fustales y fustales grandes, toma de datos de suelos y detritos.

El jefe de brigada es la persona de mayor responsabilidad técnica dentro del IFN, sobre él recae la confianza total para el éxito de la calidad de la información.

Por la naturaleza de su actividad, debe poseer:

- Un alto sentido de la **responsabilidad**.
- **Mística**, dedicación al trabajo e imaginación para poder abordar los problemas que son inherentes al desarrollo de trabajos de campo.
- **Actitudes** que lo hagan merecedor del respeto y la confianza de las personas con quienes se debe relacionar en su trabajo.

11 Los perfiles de las personas de la brigada de campo deben ser consultados en el Manual de funciones del IFN

- La **disposición** al trabajo que sea necesario para concluir con la labor asignada sin distraerse en otras actividades.

El Jefe de brigada debe ser consciente que su imagen y actitudes representan a su vez la imagen de entidades importantes a nivel nacional, por lo cual su comportamiento en todo momento debe corresponder a esta confianza y delegación.

Los datos e información que el Jefe de brigada registre son MUY IMPORTANTES, por ello debe saber que éstos son claves en el desarrollo de su trabajo, en concordancia:

- Registre los datos con la exactitud y claridad requeridas.
- Registre únicamente los datos que le son solicitados por el formato.
- Habrá situaciones en las que Usted no quede satisfecho con la presentación de los formatos, decidiendo por tal razón alterar el formato. Esta práctica está absolutamente prohibida, ya que el formato de registro ha sido probado anteriormente y contiene los aspectos necesarios del IFN.
- Cuando reciba información o datos que no sean lógicos o que sean contradictorios con otras respuestas consulte esto con quien le este suministrado la información, cheque el procedimiento aplicado y si es el caso, verifique Usted mismo el dato. En caso que dicha inconsistencia se mantenga, registre la información y anote la observación en el sitio del formulario dispuesto para tal fin.

El **Técnico auxiliar** es el profesional responsable de prestar el apoyo que requiera el jefe de brigada y colaborar en el desarrollo del trabajo de campo.

Debe poseer las mismas cualidades del jefe de brigada, de brigada y es muy importante que maneje los formularios y el manual de campo con la misma destreza del primero.

Su comportamiento en todo momento debe ser intachable, ya que es el segundo al mando y por ende recaen en él funciones donde se requiera garantizar la confiabilidad de los datos

El **Botánico**: es el encargado de realizar la colecta de las muestras botánicas en cada una de las subparcelas del conglomerado, así como la identificación preliminar de las especies arbóreas. Bajo su responsabilidad y supervisión está el garantizar el adecuado manejo y embalaje de las muestras colectadas para su envío.

Además de sus funciones debe encargarse de dirigir la brigada en caso de ausencia temporal o permanente del jefe de brigada.

Co-investigadores

Son personas reconocidas por la comunidad local, que tienen amplio conocimiento del territorio.

La selección de CO-INVESTIGADORES debe llevarse a cabo con total transparencia y evitando que se generen conflictos de interés entre la comunidad. En la tabla 20, se mencionan las características, funciones y condiciones que deberán tener las personas seleccionadas para este cargo.

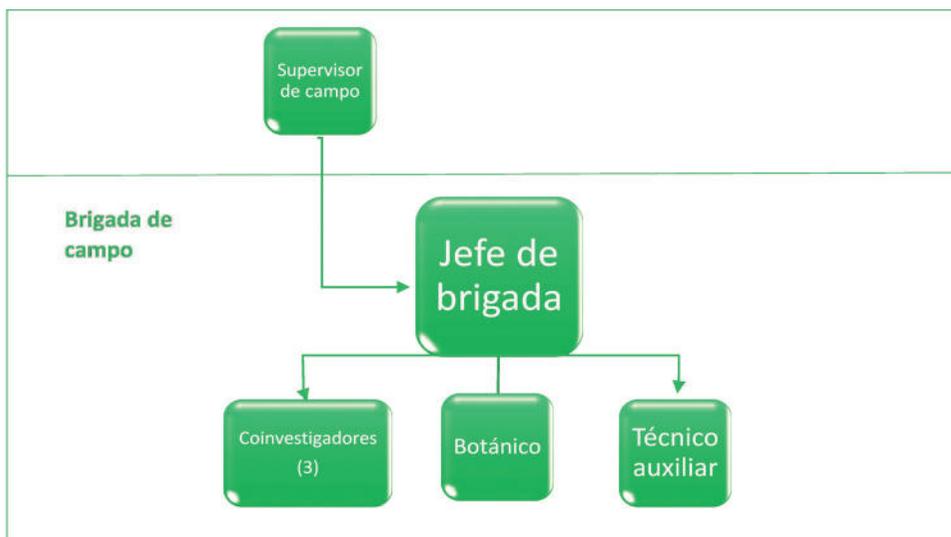
Tabla 21. Características de los co-investigadores

CARACTERÍSTICAS DESEABLES	FUNCIONES	CONDICIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Amplio conocimiento del territorio • Buena salud y estado físico • Agilidad para trepar a los árboles • Buenas relaciones interpersonales • Conocimiento de flora nativa • Tener conocimiento en preparación de alimentos en diferentes condiciones • Personas reconocidas por la comunidad local • Ser mayor de edad • Responsable, honrado, ético ordenado, colaborativo y con buena administración de los recursos suministrados 	<ul style="list-style-type: none"> • Informar sobre las condiciones de accesibilidad a los puntos de muestreo. • Participar conjuntamente con los demás miembros de la brigada, en la materialización de las subparcelas. • Realizar la identificación (nombre común) de los individuos que son medidos en cada una de las subparcelas. • Identificar los posibles riesgos en el área de estudio y tomar medidas preventivas. • Garantizar la custodia de los materiales e insumos dados por el Jefe de Brigada para el desarrollo de sus funciones y velar por su cuidado y buen uso. • Participar en la adecuación del campamento, en conjunto con los demás miembros de la brigada. • Apoyar las labores de colecta botánica, siguiendo las recomendaciones proporcionadas por el botánico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener siempre buena actitud y aptitud • Respetar los horarios de trabajo programados por el jefe de brigada • Preparar los alimentos en las cantidades apropiadas y respetando los horarios preestablecidos por el jefe de brigada • No consumir bebidas alcohólicas ni psicoactiva durante la duración del trabajo • No se admiten niños en las jornadas de campo • Se reconocerá un jornal diario el cual será acordado al inicio del proceso con la comunidad

Los **supervisores de campo**, si bien realizan actividades de acompañamiento de las brigadas de campo, no hacen parte de las personas contratadas por el OPERADOR LOGÍSTICO, sino que son profesionales seleccionados directamente por el Ideam, para realizar actividades de supervisión de la brigada en cuanto a procedimientos y registro de

datos. Dependiendo de los controles definidos por el Ideam, podrán acompañar permanentemente o durante solo un tiempo definido, el trabajo de campo de la brigada. El supervisor también desempeña la crítica de la información, es decir, revisará la calidad de los datos en cuanto a completitud, consistencia y corrección, por lo que son el primer nivel en el proceso de crítica y validación de la información recolectada en campo (Figura 17).

Figura 17. Estructura brigada de campo (nivel local)



Fuente: manual de funciones Inventario Forestal Nacional, 2020.

11.3.3. Estructura logística para el operativo de campo del Inventario Forestal Nacional

La **logística para el IFN** se entiende como *“una serie de actividades operativas que comprende la definición de procesos necesarios para la administración estratégica del movimiento del personal de las brigadas de campo y del flujo de la información producto del IFN, de tal forma que éstos estén en los sitios apropiados, en el lugar correcto y en el momento oportuno”*.

En consecuencia, la logística será una actividad que se desarrolla en la etapa preoperativa y que requiere como prerrequisito la selección de la muestra y sobremuestra de los conglomerados a levantar en campo, condición *“sine qua non”* el trabajo preoperativo no tendrá el resultado requerido. La logística general para el operativo de campo que incluyen entre otras las actividades de la contratación del personal, la preparación de material cartográfico o fotográfico, preparación de material divulgativo, acercamiento con las autoridades locales y sensibilización con las comunidades.

11.3.3.1. Centro de Operación Logística del Inventario Forestal Nacional- COL-

Seleccionada la muestra y los conglomerados, el primer paso en logística regional del IFN será la selección del “**centro de operación logística del IFN- COL-**”, localizado a nivel regional, el cual podrá localizarse en el área urbana más cercana o central de los conglomerados seleccionados.

Este centro de operación logístico deberá contar en lo posible con fluido eléctrico y servicio de Internet, con el fin de que se pueda agilizar la recepción y envío de información con el nivel central.

El COL será el nodo regional para el desarrollo del IFN, sitio de encuentro del Coordinador Regional con sus Jefes de Brigada.

En el COL tendrá lugar la última fase de la crítica de la información regional y la captura en el software para el procesamiento, así como la recepción de los formatos de registro y de las muestras botánicas, de suelos y detritos. Será el sitio prioritario para el desarrollo de las comunicaciones tanto con el nivel nacional como con el regional y local.

El COL- tendrá la importante función de articular el desarrollo del operativo de campo desde la región, el municipio y/o corregimiento hacia el nivel central, por lo mismo, deberá mantener comunicación permanente con el Centro de Operación Nacional del IFN (CON), que para el caso corresponde a las oficinas centrales del Ideam, en la ciudad de Bogotá. El COL será la sede del grupo regional y el punto de recepción y entrega de materiales, equipos, insumos e información del IFN.

11.3.3.2. Puntos de encuentro

Los puntos de encuentro son sitios en el área rural donde se encuentran varios grupos de campo con diferentes fines, así, por ejemplo:

- Encuentro de varias brigadas de campo con el fin de precisar información, mejorar la logística, facilitar el desplazamiento o simplemente por condiciones de seguridad.
- Encuentro de la brigada de campo con el Coordinador Regional del IFN y/o con el Supervisor, con el fin principal de realizar los ajustes necesarios al operativo o precisar procedimientos para el control de la seguridad de los grupos de campo.

Los puntos de encuentro tienen las siguientes características comunes

- Son sitios de fácil localización en el territorio.
- Son sitios reconocibles en los mapas o las imágenes de campo.
- Son sitios muy bien conocidos por la población local.

- Tienen fácil acceso.
- Poseen un mínimo de logística como: transporte público, energía, comunicaciones.
- Son sitios seguros dentro del territorio.
- En lo posible son equidistantes a los conglomerados o a las parcelas de muestreo.
- No requieren necesariamente ser oficinas o locaciones particulares.

Pueden funcionar como puntos de encuentro: centros poblados diferentes a la cabecera municipal, escuelas o colegios, salones de las Juntas de Acción Comunal, Iglesias, Centros de salud, entre otros. Lo importante es que permitan el encuentro de grupos de campo.

11.3.3.3. Campamento

En caso de que los conglomerados queden lejanos o distantes de un centro poblado la brigada implementará un “**campamento**” para el desarrollo del trabajo. Este campamento podrá ser fijo o móvil y en todos los casos será temporal, es decir, funcionará mientras dure el periodo de registro de información en el área.

El campamento **fijo** se entiende cuando este se acondiciona en una vivienda o edificación local (escuela, salón comunal u otra infraestructura) y desde el cual se puede visitar el conglomerado. El campamento **móvil** hace referencia a un campamento que se adapta para el levantamiento de un conglomerado y que después se desmonta para ser trasladado a otro sitio.

En todos los casos el campamento deberá adecuarse principalmente para el desarrollo de las actividades de: alojamiento, alimentación, aseo, preparación de muestras botánicas, muestras de suelos y detritos, preparación de materiales e insumos y bodega de elementos y alimentos. El líder de brigada determinará con antelación la conveniencia de establecer un campamento móvil o fijo, teniendo siempre en cuenta criterios de acceso, seguridad para el personal y elementos de trabajo.

11.3.3.4. Alimentación

Todas las brigadas contratarán una cocinera o cocinero para la preparación de los alimentos. El líder de Brigada se encargará de comprar y administrar la “remesa”¹² o de delegar dicha función en quien considere

12 Remesa: término coloquial con el cual se denomina la compra de víveres para la preparación de los alimentos, por lo general en la remesa también se incluyen artículos necesarios por todo el equipo, como la compra de ollas, jabón de loza y de ropa, velas, pilas, etc.

necesario. Cada miembro de la brigada debe contar con una portacomida y una cantimplora para transportar el almuerzo y la bebida.

La logística de alimentación es la siguiente: Desayuno: se toma a diario en el campamento; almuerzo: se lleva del campamento y se toma en el bosque; la brigada decide el sitio y horario más conveniente para ello; y cena: se toma a diario en el campamento. Como medida de prevención de enfermedades diarreicas todas las brigadas deberán contar con agua hervida para la preparación de las bebidas requeridas.

11.3.3.5. Comunicaciones

La distribución de elementos se hará a través del Coordinador Regional, quien sostendrá comunicación permanente con los Supervisores y éstos a su vez con las brigadas de campo. En todo caso todo el personal de campo conocerá los números telefónicos tanto de supervisores como de líderes de brigada y coordinador regional con el fin de que la información fluya apropiadamente. En regiones apartadas en las cuales es difícil la conexión a señal de operadores de telefonía, se debe llevar un teléfono satelital, con el fin de tener comunicación.

11.3.3.6. Desplazamientos de supervisores y brigadas de campo

Desde el CON se revisarán las rutas de desplazamiento de los supervisores con base en el marco de muestreo y en la cartografía generada desde la Dirección Nacional a través de los planos generales, en los cuales se observa la ruta del supervisor. En este material cada supervisor identificará su área de trabajo, así como las rutas de desplazamiento propuestas. Se definirá juntamente con el coordinador regional la conveniencia o no de dichas rutas y se tomarán decisiones al respecto. En caso de que las rutas se modifiquen, esto se consignará en el mapa respectivo.

En este mismo sitio se realizará la revisión de conglomerados entre cada supervisor y líderes de Brigada, para lo cual se revisará el plano general y el plano veredal, conforme se explicó anteriormente. Cada supervisor determinará con cada líder de Brigada los "puntos de encuentro" con el fin de desarrollar las actividades propias de supervisión, así como de control de calidad. Se pondrán de acuerdo en cuanto a fechas para la realización de las actividades de seguimiento.

Todos los líderes de Brigada, las brigadas y Supervisores realizarán su desplazamiento inicial desde el COL, para lo cual contarán con los medios de transporte (vehículos, lanchas) exclusivos para el desarrollo de su trabajo, en consecuencia, el Coordinador Regional realizará la contratación requerida.

El desplazamiento de los Jefes de Brigada y brigadas se realizará de acuerdo con el mapa veredal y según lo acordado con los supervisores y coordinador regional. Para el desplazamiento de la brigada se alquilará un vehículo o lancha con dedicación exclusiva a la comisión, el cual la desplazará desde el COL o desde el municipio, corregimiento, comunidad étnica o centro poblado más cercano hacia los conglomerados seleccionados.

11.4. Fase del preoperativo de campo del Inventario Forestal Nacional (gestión previa)

El **Preoperativo** consiste en realizar las actividades preparatorias para el desarrollo oportuno del operativo de campo, tales como: acercamiento con las autoridades locales y sensibilización con las comunidades, preparación de la cartografía y marco de muestreo, preparación de los materiales y equipos, y definición logística del trabajo de campo, contratación de la brigada (técnicos y co-investigadores), entre otras. Estas actividades se desarrollarán en diferentes periodos bajo estrategias específicas en cada región.

11.4.1. Coordinación con las autoridades municipales, locales y sensibilización de comunidades

El desarrollo de estas actividades se describe en detalle en el **manual de socialización del IFN**¹³, el cual debe ser consultado previamente tanto por el coordinador regional como por los jefes de brigada

El coordinador del operador logístico debe suministrar a cada jefe de brigada el directorio (números telefónicos de autoridades y entidades locales como: hospital o centro de salud, policía, alcaldía, ejército, párroco, defensa civil, bomberos, transportadores, entre otros), que en un momento dado puedan ser de ayuda ante una contingencia, para lo cual se recomienda revisar el manual de seguridad industrial. Así mismo, es importante que las autoridades tomen los números telefónicos del personal de campo con el fin de que en caso de cualquier contingencia exista un canal de comunicación ágil y eficaz.

Como se describe en este instrumento, en la etapa de Preoperativo el coordinador designado por el operador logístico deberá identificar las autoridades locales (Alcalde, Director de UMATA, Directores de hospitales o centros de salud, Inspector de policía, corregidor, etc.), a contactar previo a la realización del operativo campo. Es necesario que considere situaciones de orden público, condiciones meteorológicas, entre otras

13 Los manuales y formatos del IFN hacen parte del Sistema de Gestión Integrado -SGI del Ideam, por lo tanto en el momento en que se encuentren aprobados oficialmente en este sistema, los manuales se denominarán "guías" y estas y los formatos tendrán código y versión.

que puedan afectar de alguna manera el desarrollo del proyecto, y que permitan identificar correctamente a los actores requeridos en el proceso (ejército, policía, centro de salud, etc.).

Una vez identificadas las principales autoridades municipales, deberá comunicar al profesional designado del Ideam y con mínimo dos semanas de anticipación a la fecha programada para la jornada, la información relacionada con entidades, nombres, cargos y correos electrónicos de contacto, para que se envíen las comunicaciones formales de presentación del proyecto, operador y personas que conforman las brigadas de campo.

Con las comunicaciones oficiales deberá dirigirse a las entidades previamente identificadas y realizar una reunión con el representante de la entidad o el personal designado por ellas. Para informar detalles importantes del proyecto como su objetivo, alcances, actividades que se desarrollarán en la zona, cuantas personas permanecerán, hasta cuándo, en qué sitios y solicitará apoyo para el buen desarrollo del proyecto.

La fase de comunicación y socialización con comunidades locales, se debe realizar en las regiones donde se van a implementar las actividades de campo del Inventario Forestal Nacional.

Recuerde siempre documentar las jornadas con la comunidad empleando Para ello, un registro fotográfico y los formatos y listas de asistencia suministradas por el Ideam (anexos 1, 2, 4 y 5 Manual de Socialización)

El coordinador designado por el operador logístico deberá identificar previamente los tipos de comunidades asentados en la zona de influencia: Indígenas, afrodescendientes, no étnicas (campesinas, colonos, migrantes), u otras que puedan existir a nivel local a fin de implementar el protocolo apropiado a emplear en la etapa de sensibilización.

Una vez identificada la comunidad establecida en el área de trabajo, identifique el o los interlocutores que tengan poder de decisión y conocimiento del área de interés, es decir del municipio y en particular de la vereda y/o corregimiento donde se ubica la unidad de muestreo.

En estas reuniones con la comunidad se debe concertar la información que genera el proyecto y que puede ser de interés para la comunidad, así como acordar el contenido del informe a entregar (Anexo 4a), tener cuidado de no suministrar información que se considere sensible para el proyecto, como la listada a continuación:

11.4.2. Identificación de co-investigadores para el acompañamiento y apoyo logístico a la comisión de campo

Antes de finalizar la jornada de sensibilización con la comunidad, se debe mencionar las características y condiciones para la selección de co-investigadores (personas de la comunidad que se involucrarán en las tareas de campo) para el acompañamiento y apoyo logístico a la comisión de campo, así como los reconocimientos económicos, formas de pago, por las labores desarrolladas y los formatos a diligenciar por el mismo.

La selección de CO-INVESTIGADORES debe llevarse a cabo con total transparencia y evitando que se generen conflictos de interés entre la comunidad.

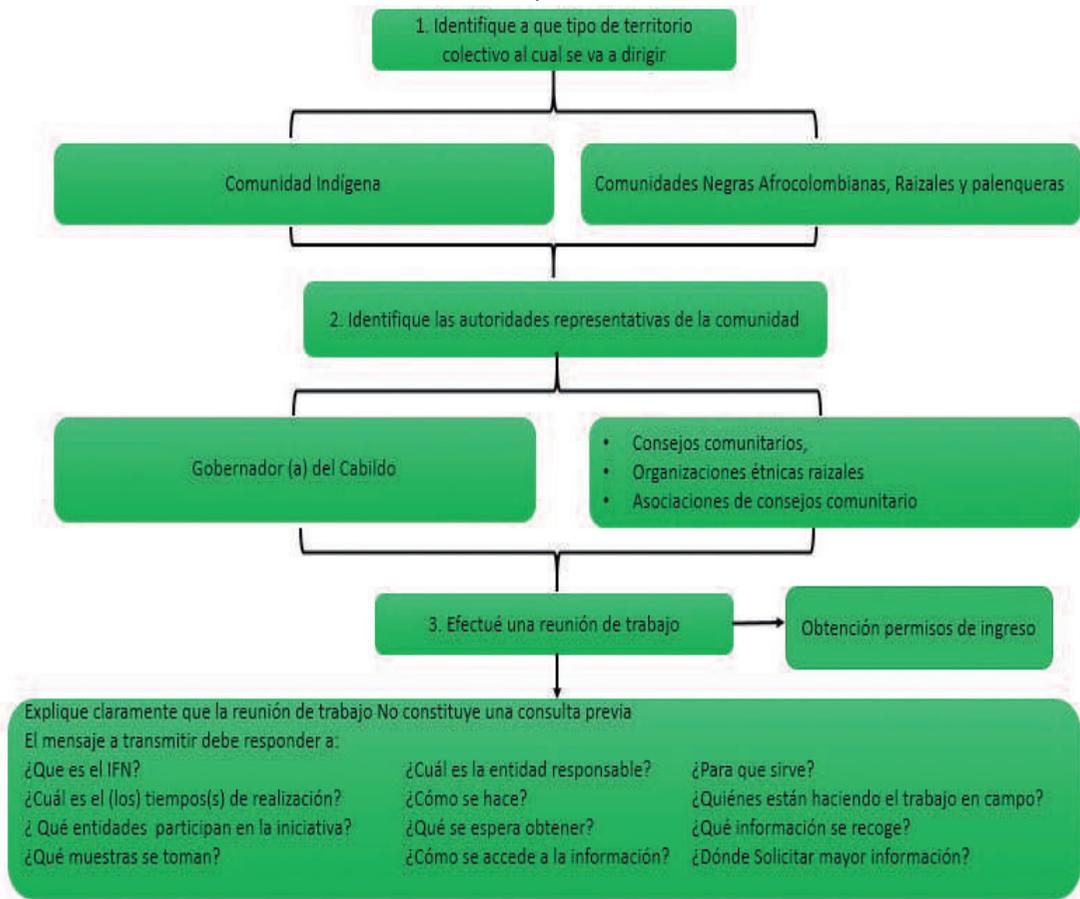
11.4.3. Acercamiento con los propietarios de predios

Uno de los puntos más claves del preoperativo de campo y la estrategia de socialización es el contacto con los propietarios y/o habitantes de los predios en donde se realizará el levantamiento de conglomerados que se requieren para ejecutar las actividades del inventario. Para realizar este primer encuentro es importante contar en lo posible con un líder local que puede ser a la vez un co-investigador.

Para efectuar este proceso indague si los propietarios de los predios a visitar participaron en las jornadas de sensibilización comunitaria. Si es así, ya cuenta con un primer acercamiento a estos actores. Si no han participado en estas jornadas, proceda a contactarlos y organice con ellos una visita personal o reunión conjunta con otros propietarios, dependiendo del caso (asegúrese de ir siempre acompañado por el líder local o co-investigador local).

Previamente revise el tipo de propietarios que se pueden presentar en la zona: propiedad individual o colectiva y dependiendo del caso deberá implementar una estrategia específica para su acercamiento. En la figura 18, se detalla la estrategia general para el acercamiento con propietarios colectivos:

Figura 18. Esquema para el acercamiento a propietarios colectivos



Fuente: Los autores



Sensibilización con Comunidades, Valle del Cauca - Archivo Fotográfico IFN IDEAM

11.4.4. Preparación de equipos y materiales, flujo para envío y recepción

11.4.4.1. Preparación de equipos y materiales

Esta actividad consiste en la búsqueda y preparación del **material y los equipos** requeridos para el desarrollo del trabajo de campo. En cuanto a materiales estos se entienden como los formularios de campo, las herramientas e insumos necesarios para el desarrollo del trabajo de campo.

Dentro de los materiales es muy importante el **botiquín** el cual debe contener los elementos para prestar primeros auxilios (alcohol, algodón, gaza, guantes, bajalenguas, vendas), en lo posible medicamentos genéricos de venta libre para todo tipo de malestares como temperatura, dolores musculares, problemas diarreicos, así como sueros antiofídicos para la mordedura de víboras. En este punto, es importante mencionar que todos los implementos incluidos en el botiquín deberán estar revisados y supervisados por el **coordinador regional** y definidos con base en los lineamientos establecidos en la guía del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), definida por el **OPERADOR LOGÍSTICO**.

También se entienden por materiales la preparación y copiado de los **formatos y manual de campo**, de tal forma que cada miembro de la brigada y personal técnico tenga los ejemplares correspondientes.

Adicionalmente se debe incluir una presentación (en medio magnético y análogo) para realizar la socialización del proyecto con la comunidad. Se recomienda preparar material extra para la capacitación y entrenamiento y para cubrir eventualidades.

Con relación a los **equipos de campo** en la etapa preoperativa se reúnen los equipos digitales y tecnológicos requeridos para cada brigada de campo. No se trata solamente de reunir los equipos, además se debe verificar su adecuado funcionamiento, revisar que las baterías funcionen, que exista suficiente número de éstas para el desarrollo del trabajo o en su defecto que los cargadores se incluyan y que funcionen. Todos los equipos y material no fungible deben ir codificados con el fin de que se pueda hacer la entrega a cada líder de brigada. La preparación de los equipos incluye los manuales de uso de los mismos, así como el cargue de la información. Se cargaran los puntos de GPS de los conglomerados seleccionados en la muestra.

11.4.4.2. Flujo para envío y recepción de materiales e información

El procedimiento para la entrega y recibo de los materiales, insumos y equipos de campo, así como de la información registrada por las brigadas de campo, es el siguiente:

- EL responsable designado por el OPERADOR LOGÍSTICO preparará los materiales para cada brigada, organizando las cantidades necesarias de éstos por cada salida a campo.
- El Coordinador Regional prepara y alista el material para cada líder de brigada y a través del Formato F7 Equipos y materiales hace entrega de los equipos, insumos y materiales en las cantidades necesarias para el número de brigadas.
- Finalmente el líder de Brigada distribuye estos materiales dentro de la brigada, con la ayuda del técnico auxiliar y hace responsable a cada miembro de la brigada por algunos elementos, de acuerdo con las funciones que ellos desempeñaran. Por norma del IFN los equipos son responsabilidad directa del jefe de brigada, quien de acuerdo con la necesidad los podrá delegar en el técnico auxiliar o en el botánico, no es apropiado delegar la responsabilidad de los equipos en los co-investigadores.

Figura 19. Flujo para el envío y recepción de materiales e información en los diferentes niveles del Inventario Forestal Nacional



Fuente: Los autores

Este mismo esquema se utilizará para recibir la información y materiales cuando cada proceso del operativo de campo vaya siendo concluido, es decir, el jefe (líder) de brigada hará entrega de los materiales e información al coordinador regional, quien a su vez los regresará al operador logístico. En cada caso se utilizara el formato F7 Equipos y materiales. Este flujo de entrega de elementos también aplica para el caso de la información pero a la inversa, es decir, el líder de brigada regresará la información correspondiente a sus conglomerados al Coordinador Regional, quien remitirá a su vez al nivel nacional. En cada caso de realizará el diligenciamiento de los formatos de control y entrega de información.

Este esquema puede tener modificaciones de acuerdo como se plantee el operativo de campo con cada operador logístico e incluso dentro de cada región. Se tendrá previsto un número de equipo excedente por situaciones de pérdida o mal funcionamiento. La compra a nivel nacional de los equipos, insumos y materiales garantiza la homogeneidad, estandarización y particularmente aprovechar precios especiales para compras por mayores cantidades aprovechando la economía de escala.

11.4.5. Convocatoria para el personal de la brigada de campo

Cada OPERADOR LOGÍSTICO y de acuerdo al número de brigadas a implementar realizará la convocatoria para la selección del personal de la brigada de campo. La convocatoria se realizará con anterioridad a la capacitación y permitirá seleccionar el personal que cumpla con los requisitos para que asista a la capacitación.

La convocatoria establecerá claramente los siguientes aspectos: tiempo de vinculación, área de trabajo, honorarios, viáticos, forma de pago, condiciones para el pago, perfil profesional o técnico, funciones a desempeñar, experiencia en trabajos de campo requerida, afiliación a salud y pensión, vacunas (fiebre amarilla, tétanos, malaria, entre otras), póliza de seguro, responsabilidades y comportamiento requerido. El personal local (co-investigadores) también podrá ser contratado en las respectivas áreas de trabajo, en los municipios, corregimientos y comunidades étnicas donde se ubica la muestra de conglomerados. Esta función está a cargo del jefe de brigada.

11.4.6. Planes de seguridad, comunicación, transporte y emergencias

Durante la fase preoperativa se debe diseñar y elaborar los planes de apoyo a la actividad muestral del IFN, indispensables para poder apoyar al personal de campo en el área rural, para garantizar la seguridad e integridad del personal del operativo de campo y para dar seguridad al material muestral. Los principales planes son:

Plan de seguridad: su objetivo principal es diseñar estrategias y dispositivos, ejecutados por los organismos competentes, distritos de policía, en coordinación con las autoridades civiles y militares de los corregimientos, municipios y departamentos, para garantizar la seguridad y protección al personal que participa en los operativos de campo, para facilitar la circulación por los lugares de difícil acceso geográfico o de situación de orden público complicada. Dicho plan contempla las medidas pertinentes para salvaguardar tanto la integridad del personal de campo, como todos los datos, documentos muestrales, formatos, mapas, cartografía, equipos y otros elementos requeridos para el levanta-

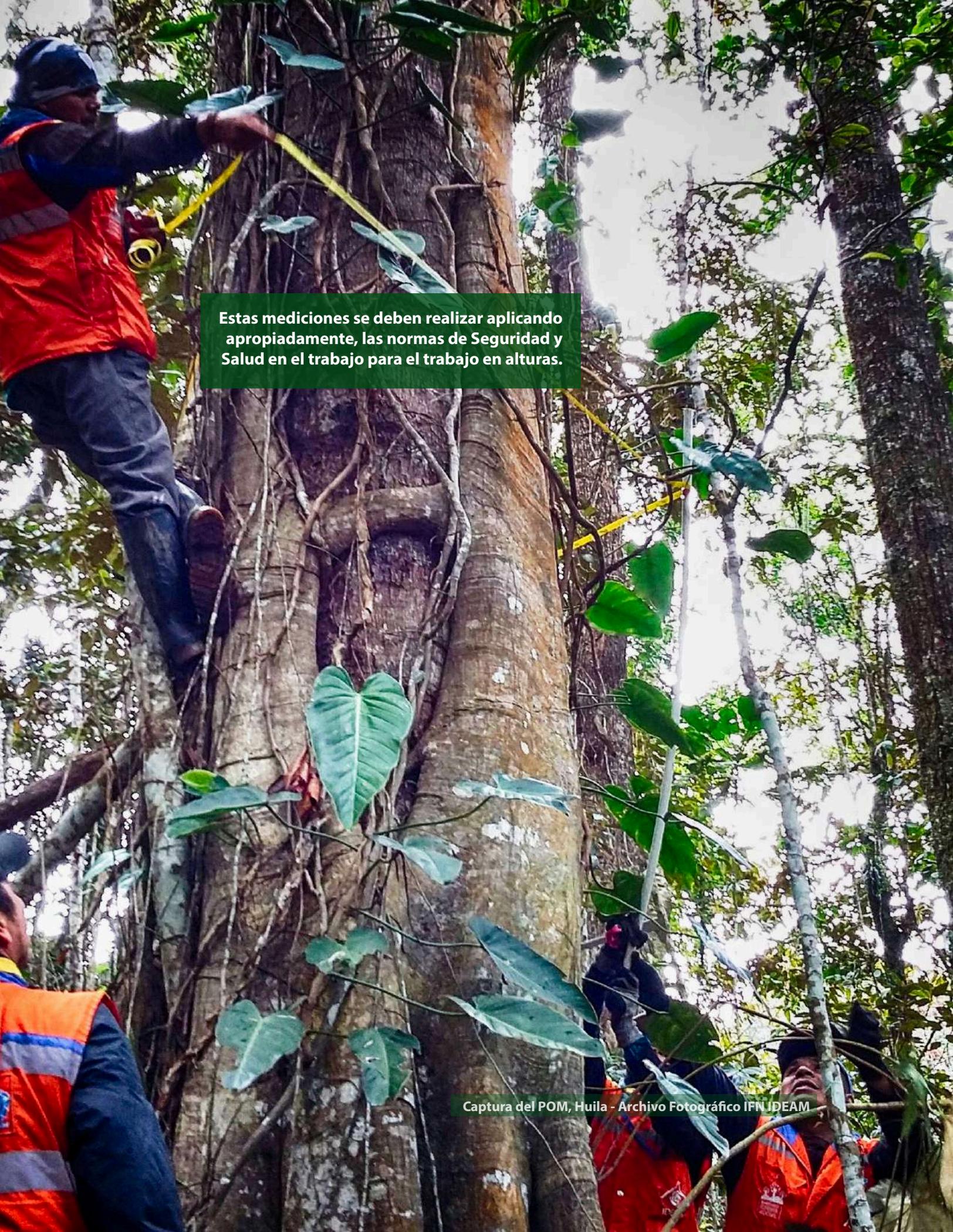
tamiento de la información. La coordinación de estos operativos será una actividad armónica entre el nivel nacional y el regional a través del coordinador regional y entre éste y los supervisores y jefes de brigada, en el nivel regional y local.

Plan de emergencias médicas y contingencias: con este plan se busca, definir acciones de contingencia y apoyo operativo, previo análisis de los posibles riesgos y situaciones de emergencia que pudieran afectar el normal desarrollo de las jornadas muestrales en cada una de las regiones donde se ejecutará el IFN. Este plan forma parte del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo – SGSST que se debe elaborar por cada instituto de investigación para el operativo de campo al momento de perfeccionar el convenio.

Las entidades y organismos participantes coordinarán todas sus acciones en el periodo de recolección de datos de campo, a partir de la instalación de un puesto de mando unificado, que podrá ser instalado en el COL. Desde este sitio se canalizará el manejo de las emergencias a través de un representante de las diferentes instituciones y con la participación del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres (SNPAD) como ente rector de todo el sistema. Los trabajos dentro del bosque natural presentan riesgos para la salud de las personas que hacen parte de la brigada de campo, picaduras de insectos, mordedura de serpientes, enfermedades transmitidas por insectos (malaria, fiebre amarilla, leishmaniasis, etc.) entre otras, ante lo cual hay que tener una respuesta adecuada. Esta respuesta es lo que se busca que sea claro para cada región

Plan de comunicaciones: con este plan se diseña el sistema de comunicaciones que se tendrá antes, durante y después de los operativos de campo. Es especialmente necesario para la brigada y para los supervisores quienes deben disponer de apoyo telefónico móvil y local, teléfono satelital, internet para mantener comunicación permanente con el nivel regional y nacional, según corresponda. Este plan debe además establecer los mecanismos de comunicación con las autoridades civiles, militares y la defensa Civil.

Plan de transporte: pretende estructurar un plan para los desplazamientos rurales, antes, durante y posteriores al periodo de recolección, además el transporte requerido en el proceso de supervisión y control; de acuerdo con los recursos disponibles a nivel regional. Este plan incluye todos los tipos de transporte, aéreo, terrestre, fluvial, marítimo y transporte a lomo de mula o caballo. Este plan debe ser diseñado durante la etapa preparatoria con base en el marco de muestreo y en la muestra seleccionada.



Estas mediciones se deben realizar aplicando apropiadamente, las normas de Seguridad y Salud en el trabajo para el trabajo en alturas.

Captura del POM, Huila - Archivo Fotográfico IFN IDEAM

11.4.7. Planeación de los operativos de campo

11.4.7.1. Actividades a nivel nacional

Se realizan las siguientes actividades preparatorias a nivel nacional para el operativo de campo:

- Preparación del marco geoestadístico de ejecución del IFN a nivel de área para cada Operador Logístico.
- Entrega de muestra y sobremuestra a nivel de área de para cada Operador Logístico.
- Preparación de los insumos, equipos y materiales: esta actividad incluye la compra de los elementos y la codificación de los mismos. Se debe contar con un listado de elementos que le son entregados a los brigadistas de campo, tanto los fungibles como los no fungibles.
- Entrega de dotación para los brigadistas de campo: Chalecos, gorras y brazaletes
- Preparación de formatos y manuales de campo, socialización, capacitación, funciones de brigada, supervisión y demás documentos de apoyo. Incluye la impresión de los mismos
- Preparación de los formatos de registro: incluye la impresión de los mismos y la asignación de los códigos (ID) de conglomerado y demás información pre diligenciada para cada brigada.
- Preparación del material de socialización y divulgación con las comunidades
- Creación y conformación de los comités de seguimiento del operativo de campo a nivel de área.
- Desarrollo de la primera reunión de comité de seguimiento a nivel regional

11.4.7.2. Actividades a nivel regional

El coordinador o el (los) operador (es) regional (es) se reunirá con los jefes de brigada para analizar la planeación del operativo de campo, la contratación de personal de campo, la contratación del transporte, la captura y transmisión de datos, la relación con las poblaciones locales, la relación con la fuerza pública, las responsabilidades y comportamiento y el sistema de comunicación y reportes de formatos de seguimiento del operativo de campo y la solución de situaciones especiales.

Los coordinadores regionales, los jefes de brigada y los supervisores realizarán contactos con las autoridades municipales, corregimentales y locales (étnicas) con el fin de hacer una revisión del área de trabajo que le corresponde a cada una de las brigadas, identificando los límites que la conforman, la topografía, vías – medios de acceso y nivel de seguridad por problemas de orden público.

Los supervisores, en conjunto con los jefes de brigada harán un reconocimiento de su área de trabajo o área de registro (AR) con base en la cartografía e imágenes que le sean entregadas, con el fin de identificar los límites que la conforman y las subdivisiones en su interior. La revisión del área de muestreo, también, permitirá conocer algunas características del área de trabajo, que servirán para la organización del operativo muestral:

- Diseño de los desplazamientos (rutas y medio de transporte) que requerirá cada brigada dentro del área de estudio. Facilidades de acceso: vías por las cuales se puede llegar allí y existencia de medios de transporte.
- Accidentes topográficos que impidan el paso de un lugar a otro, como, pantanos, lagunas, abismos, lomas o faldas empinadas. Esta información deberá ser consignada en la cartografía para ser tenida en cuenta durante la jornada muestral.
- Condiciones de seguridad: algunas zonas pueden presentar problemas de seguridad para el personal del inventario forestal, por lo tanto, se debe solicitar apoyo de los líderes zonales y comunales para el periodo de levantamiento de datos en campo.
- Posible localización de campamentos y organización de la logística para el desplazamiento de supervisores y brigadistas.
- Selección y reconocimiento de los “puntos de encuentro” entre supervisores y jefes de brigada.

Los coordinadores, jefes de brigada y supervisores revisarán el material muestral y equipos utilizados y organizarán los paquetes por cada brigada, alistando en cada paquete los formatos, materiales, equipos y demás elementos para las brigadas.

Cada coordinador hará una verificación de los paquetes de las brigadas que le corresponden y efectuará la entrega del material a los jefes de brigada. Con esta actividad queda cada brigada lista para iniciar el operativo de campo.

11.4.7.3. Capacitación de brigadas de campo

El proceso de capacitación dentro del IFN, se plantea como una estrategia para nivelar el nivel de conocimiento de los integrantes de la brigada de campo en las metodologías y técnicas necesarias para adelantar las actividades de campo planeadas en el marco de la implementación del Inventario Forestal Nacional y garantizar la calidad de los datos, bajo los estándares y tolerancias definidos.

Si bien la brigada de campo está constituida por profesionales en el área forestal, es necesario el reforzamiento en técnicas básicas de campo, estrategias de planificación, trabajo en equipo, ética y valores para entender las consecuencias de sus acciones y seguir las instrucciones dadas de manera apropiada y eficiente.

Para desarrollar estas actividades se elaboró un manual de capacitación¹⁴, donde se presenta la estructura propuesta para el desarrollo de la capacitación así como la agenda y el material empleado. Este manual va dirigido principalmente a las personas que desarrollarán las actividades de capacitación en los diferentes niveles de planificación del Inventario Forestal Nacional de Colombia, y tiene como objetivo principal identificar las estrategias, métodos pedagógicos y temas a desarrollar en la capacitación del IFN.

La capacitación se organiza, en sesiones de formación didáctica. El curso teórico se dictará en 3 días, de los cuales, uno es para aspectos institucionales, dos para conceptos teóricos técnicos y procedimentales (“aprender”), dos para aspectos prácticos en campo (“hacer”) y uno para la evaluación teórica.

En consideración de la racionalidad operativa y económica, así como de las metodologías requeridas, la capacitación se haría en dos etapas así: PRIMERA ETAPA: de capacitación dirigida a técnicos. Aquí el grupo meta será el conformado por los candidatos a conformar el equipo central Jefes de Brigada, técnicos auxiliares, botánicos y SEGUNDA ETAPA: de capacitación regional, donde el grupo meta será el conformado por co-investigadores comunitarios y/o baquianos

Consecuentemente con lo anterior, los temas de la capacitación serán más amplios y generales para el grupo meta de la primera etapa; en tanto que los del segundo grupo de la segunda etapa serán diferenciados, más específicos y menos extensos.

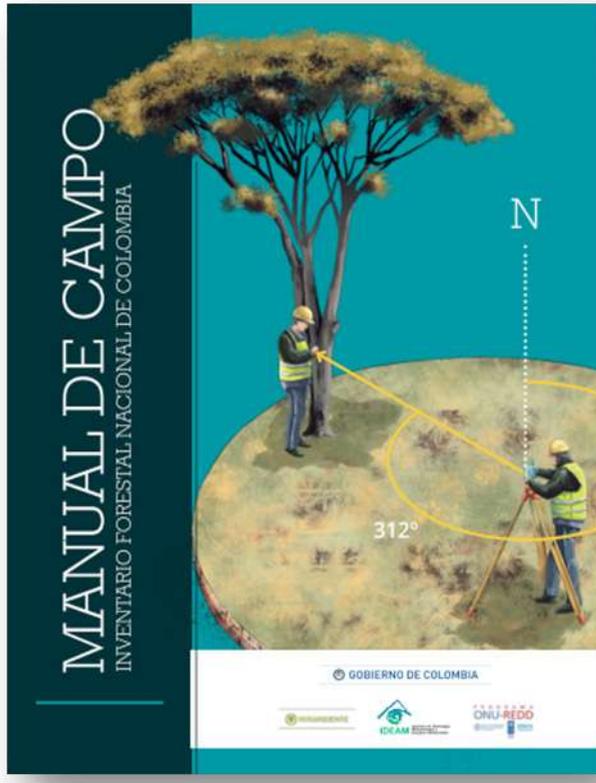
14

Tanto el manual de capacitación, como el resto de manuales del IFN: socialización, funciones, supervisores, crítica de información, etc., deberán ser consultados en el SGI del Ideam.



Colecta Botánica, Región Pacífica - Archivo Fotográfico IIAP IFN

11.5. Fase de operativo de campo del Inventario Forestal Nacional



El operativo de campo es la fase en la cual se registra la información directamente de las unidades de muestreo o conglomerados. Inicia cuando el jefe de brigada parte con su equipo desde el COL o desde el punto de encuentro hacia los conglomerados, momento en el cual inicia el registro de información empleando el formato: F1.1 y termina en campo una vez que la brigada ha culminado el proceso de recolección de información del último conglomerado que le fue asignado, por lo que deben estar diligenciados completamente los formatos restantes (F.1.2, F.1.3, F.1.4, F.2, F.3, F.4.1, F.5.1, F.6.1, F.7 y F.8. En este momento el

supervisor ha culminado el proceso de control de calidad y validación de la información: El operativo de campo formalmente termina cuando el jefe de brigada entrega todo el material de su brigada al coordinador regional.

Con el fin de que el IFN levante información con la mejor calidad posible, es necesario contar con una metodología estandarizada, eficiente y apropiada, para que las brigadas forestales establezcan las unidades de muestreo o conglomerados.

En el **MANUAL DE CAMPO DEL IFN**¹⁵, se presenta el proceso metodológico del operativo de campo y se detalla la planeación y ejecución en cada una de sus etapas en campo (actividades y diligenciamiento de formatos). Además, establece la forma adecuada para diligenciar

15 Ideam, 2018. Manual de campo Inventario Forestal nacional Colombia. Bogotá 2018.160 Páginas

la información de las variables generales y dasométricas, así como los procedimientos que el personal de campo debe seguir en la operación de captura de información del IFN.

11.5.1. Descripción

La actividad de recolección de información en campo está a cargo de las brigadas forestales, quienes se desplazan hacia los conglomerados y registran la información de los árboles durante el periodo de levantamiento de datos en campo. A cada equipo de trabajo se le asignará un área de recolección (AR) con una carga de conglomerados de muestreo.

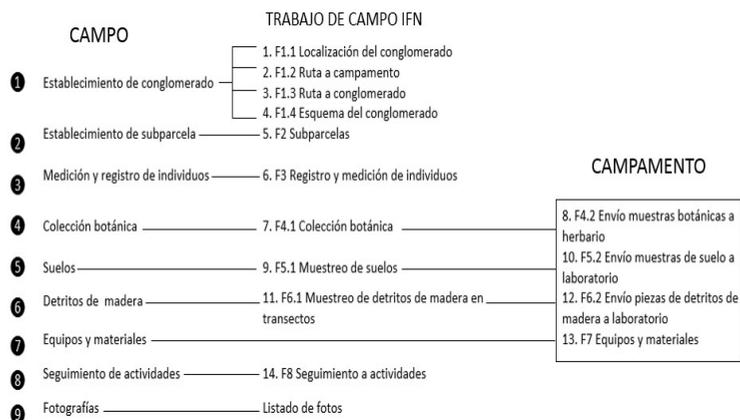
- ✓ CONSIDERACIONES ESPECIALES ANTES DE INICIAR EL LEVANTAMIENTO DE CAMPO**
- ✓ Definir roles y actividades
 - ✓ Emplear listas de chequeo
 - ✓ Planee la ruta más adecuada
 - ✓ Informar, recordar sobre seguridad laboral
 - ✓ Tomar puntos de referencia
 - ✓ No realizar desplazamientos en la noche
 - ✓ Mantener la calma – estar tranquilo
 - ✓ Comunicación
 - ✓ Llevar siempre el manual de campo
 - ✓ Botiquín de primeros auxilios – suero antiofídico
 - ✓ Acatar instrucciones y recomendaciones de capacitaciones
 - ✓ Entre otras.

El sistema de levantamiento de datos de campo será por barrido particionado, en el cual cada brigada en el área de estudio se divide en áreas de recolección (AR), es decir, áreas por brigada y cada área es barrida en el periodo de recolección definido. En este caso las brigadas solo se desplazan en sus áreas de recolección pero no en toda el área de estudio. Puede sin embargo presentarse sistemas especiales de recolección en el cual el sistema de levantamiento de datos en campo obedece a situaciones particulares, por circunstancias de orden público, accesibilidad, aislamiento, aspectos socioculturales o factores climáticos. En esta situación se definirán rutas y esquemas de levantamiento de datos que no permiten el funcionamiento de esquemas formales, por lo tanto los tiempos, comunicación y permanencia en campo son distintos. Estos ajustes se realizarán durante la fase de preparación de los operativos de campo.

11.5.2. Definición de la estrategia de recolección de datos

La secuencia de actividades del trabajo de campo está en función de las secciones que conforman el Manual de Campo del IFN (Figura 20).

Figura 20. Secuencia de operaciones de campo



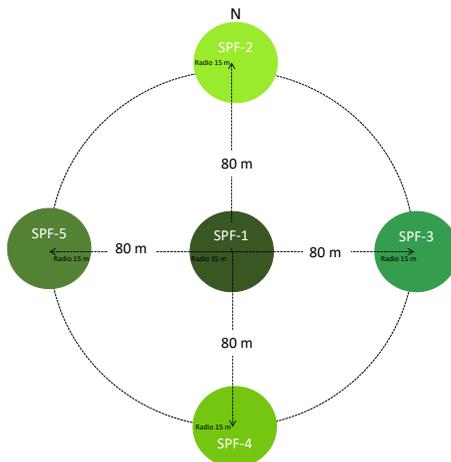
Fuente: Manual de campo del IFN

Cada sección del manual comienza con una pequeña introducción, donde se enuncian los temas a tratar y la descripción detallada de cada uno de los procedimientos a realizar en campo. Finalmente, cada sección describe el procedimiento de captura de información de campo, la cual se realiza a través de catorce (14) formatos de registro de información, que se mencionan en la figura 20.

11.5.2.1. Descripción general de los conglomerados

Cada unidad de muestreo consiste en un conglomerado de 3.535 m² de área total conformado por cinco (5) subparcelas circulares dispuestas en forma de cruz de 15 m de radio cada una, para un área de 707 m² (Figura 21), con una distancia de 80 m entre los centros de cada subparcela.

Figura 21. Configuración del conglomerado para el Inventario Forestal Nacional

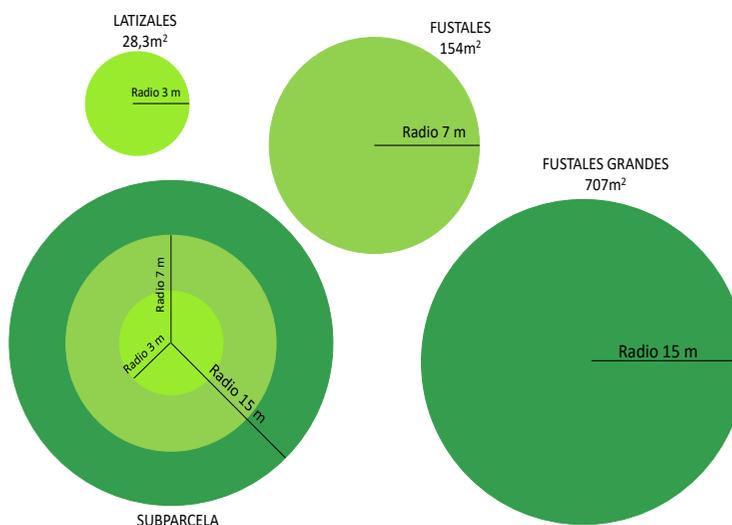


Fuente: Los autores

Tabla 22. Categoría de tamaño para la medición en cada subparcela

Latizales (L)	Fustales (F)	Fustales Grandes (FG)
Individuos de 10 cm > DAP \geq 2,5 cm: los latizales serán medidos en cinco (5) subparcelas anidadas y concéntricas, con un radio de 3 m cada una, equivalente a 28,27 m ² , para un total de 141,35 m ² .	Individuos de 30 cm > DAP \geq 10 cm): los fustales serán medidos en cinco (5) subparcelas anidadas y concéntricas, con un radio de 7 m cada una, equivalente a 154 m ² , para un total de 770 m ² .	Individuos de DAP \geq 30 cm: los fustales grandes serán medidos en las cinco (5) subparcelas de 15 m de radio, equivalente a 707 m ² cada una, para un área total de muestreo por conglomerado de 3.535 m ² .

Figura 22. Configuración de subparcela



Fuente: Los autores

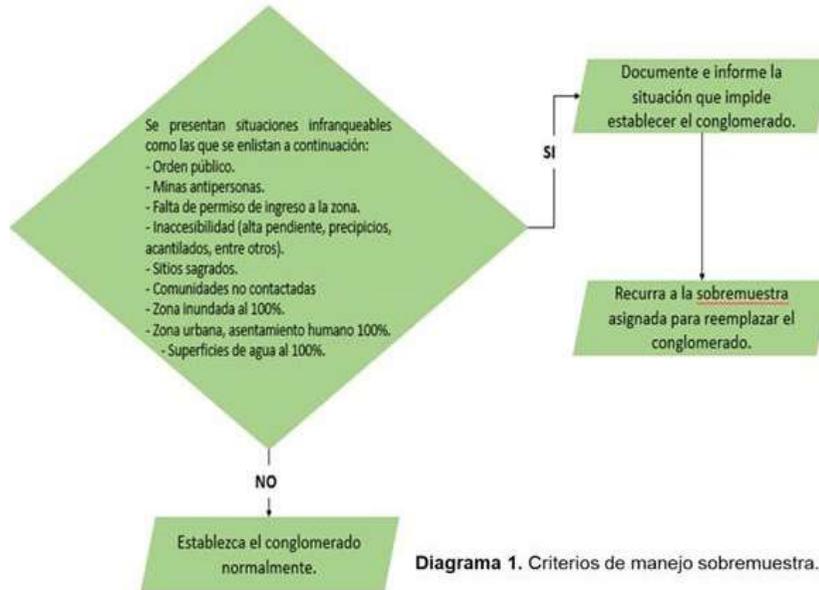
11.5.2.2. Estrategias de aproximación

Previo a selección de una estrategia de aproximación se recomienda estudiar las posibles rutas de acceso al punto donde se establecerá el conglomerado. Las estrategias de aproximación al punto son:

- Función GoTo
- Uso de ruteo de Google Earth
- Uso de ruteo modelo de accesibilidad

Tenga en cuenta que si se presenta una o más de las consideraciones (Figura 23), deberá seleccionar uno de los puntos dados por el Ideam en la sobremuestra. Anote en este caso en el formato correspondiente la justificación del caso. Asegúrese de anexar la evidencia.

Figura 23. Criterios para la selección de la sobremuestra



Fuente: Los autores

11.5.2.3. Levantamiento de líneas de trayectoria

En el centro de SPF 1 se sitúa la brújula. A partir de ese punto se localiza el Norte (360° es 0°) hacia SPF 2. Se debe desplazar una persona con cinta métrica realizando estacionamientos a una distancia aproximada a 20 m hasta llegar a 80 m para fijar el centro de la subparcela (Figura 24). Igualmente para SPF 3, localizada al Oriente (Azimut = 90°), SPF 4, al Sur (Azimut = 180°) y finalmente, SPF 5 al Occidente (Azimut = 270°).

Figura 24. Trayectorias entre subparcelas



Fuente: Manual de campo del IFN

11.5.2.4. Localización de conglomerados

Una vez conformada la brigada forestal, se procede a realizar el desplazamiento hacia las zonas de muestreo, de acuerdo al modelo de accesibilidad, la ruta propuesta y los costos asociados.

En el mapa suministrado por la Coordinación del IFN del Ideam, se localiza cada conglomerado con respecto a la cabecera municipal u otro sitio de fácil identificación local. El jefe de brigada, con base en este mapa, identifica el conglomerado que corresponde, según su área de registro.

Se define, en conjunto con los co-investigadores, la ruta a tomar desde la cabecera municipal más cercana hasta el conglomerado a levantar. Además, si es el caso, se identifica el punto óptimo de instalación del campamento.

Se debe verificar que las coordenadas correspondan a las del área de estudio, de acuerdo con la muestra asignada por el Ideam. Se registra la información en el Formato F1.1¹⁶.

11.5.2.5. Establecimiento de subparcelas

Antes de iniciar el levantamiento de las subparcelas debe tener en cuenta:

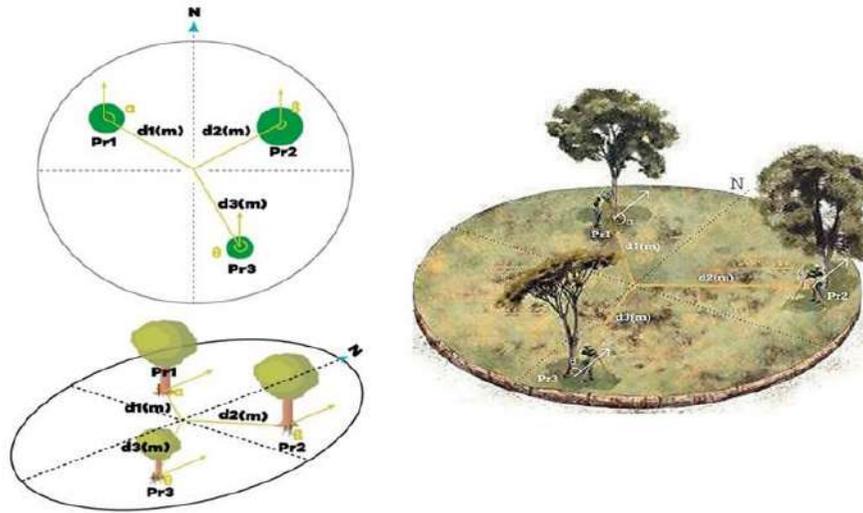
- **Puntos de referencia:**

Los puntos de referencia son elementos del paisaje que ayudan en un futuro a regresar y localizar nuevamente al centro de cada subparcela del conglomerado. Los puntos de referencia deben ser visibles y reconocibles fácilmente, estos pueden ser árboles, rocas, cruces de quebradas, Estos puntos de referencia deben tener un carácter permanente y no importa si se encuentran fuera o dentro de la subparcela; sin embargo, se recomienda evitar largos trayectos por tanto, distancias hasta a 20 m desde el centro de la subparcela son ideales. Para mayor detalle ver manual de campo del IFN.

16

La consulta de las versiones vigentes tanto de los formatos, como de los manuales de campo, deben realizarse directamente en el SGI del Ideam, considerando que el IFN, es una operación estadística que está sujeta a mejoras continuas.

Figura 25. Esquema de localización de los puntos de referencia

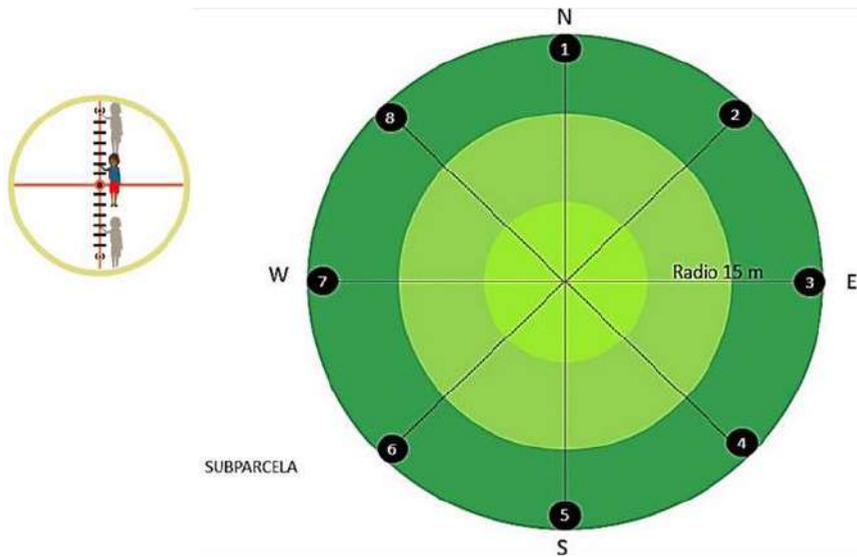


Fuente: Manual de campo del Inventario Forestal Nacional

• **Inclinaciones por pendiente:**

En cada subparcela con la ayuda de un clinómetro se mide la pendiente o ángulo de inclinación que hay desde el centro de la subparcela a ocho puntos localizados a 15 m y 45°, los cuales están numerados desde 1 al Norte, 2 al Nororiente a 45° hasta 8 a 315°.

Figura 26. Esquema de localización por pendiente



Fuente; Los autores

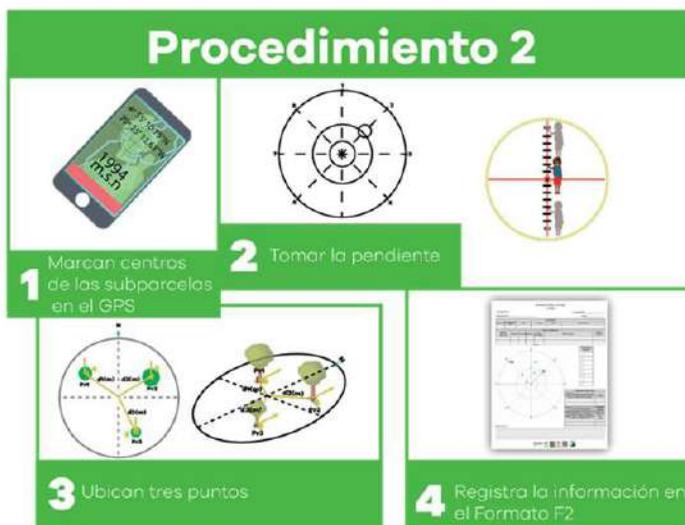
• **Coberturas y alteraciones:**

Mediante una inspección visual del área total de cada subparcela en el conglomerado se busca identificar coberturas presentes y las posibles alteraciones.

En el establecimiento de subparcelas debe tener en cuenta el siguiente procedimiento:

- Se marcan los centros de las subparcelas en el GPS y se registran las coordenadas en el formato **F2 Subparcelas**
- En cada subparcela es necesario tomar la pendiente. Este ángulo de inclinación o declinación (+/-) se toma desde el centro de cada SPF hacia el extremo de la subparcela a 15 metros en ocho (8) puntos diferentes cada 45°, midiendo la pendiente con el clinómetro.
- En cada subparcela se ubican tres (3) puntos que sirvan de referencia para localizar el centro en futuras visitas, por tanto es necesario marcarlos.
- Se registra el azimut y la distancia horizontal desde cada **PR** hacia el centro de la subparcela utilizando la brújula y la cinta métrica.
- Se clasifica cada una de las subparcelas según el tipo de coberturas, conforme a las definiciones presentadas.
- Se realiza una inspección visual en cada una de las subparcelas, para identificar y cualificar las alteraciones.
- Se registra la información en el Formato **F2 Subparcelas**, para cada una de las cinco (5) subparcelas.

Figura 27. Detalle del procedimiento para el establecimiento de subparcelas



Fuente: Manual de campo del Inventario Forestal Nacional

11.5.2.6. Registro y medición de árboles:

En la tercera sección del Manual de Campo del IFN, se abordan aspectos relacionados con la biometría, la cual se entiende como todas las mediciones a los individuos de interés de las subparcelas y conglomerados. En esta sección, se describe el procedimiento para el diligenciamiento adecuado del formato de campo F3, donde se registran todos los árboles, palmas y helechos arbóreos del conglomerado. Se describe el procedimiento para registrar la categoría de tamaño (latizales, fustales y fustales grandes), su posición (Azimut y distancia horizontal con relación al centro de la subparcela al centro geográfico del individuo). También, se indica como se observa, se cualifica y se registra la vitalidad de los individuos, las características de la forma del fuste y los daños que presentan los tallos de los individuos; finalmente, se registran las mediciones de los atributos dasométricos de los individuos tales como el diámetro y la altura.

Tabla 23. Variables a medir según las categorías de tamaño

Categoría	Variable	
Latizal	Condición	DAP (cm)
	Tipo de fuste	Altura total (m)
	Altura de medición del DAP (m)	
	Distancia (m)	Forma del fuste
	Azimut (°)	Daño
Fustal	Condición	DAP (cm)
	Tipo de fuste	Altura total (m)
	Altura de medición del DAP (m)	Altura del fuste (m)
	Distancia (m)	Forma del fuste
	Azimut (°)	Daño
Fustal grande	Condición	DAP (cm)
	Tipo de fuste	Altura total (m)
	Altura de medición del DAP (m)	Altura del fuste (m)
	Distancia (m)	Forma del fuste
	Azimut (°)	Daño

Fuente: Manual de campo del Inventario Forestal Nacional



Colecta Botánica, Región Pacífica - Archivo Fotográfico IIAP IFN

La información se registra en el Formato F3, de acuerdo con el procedimiento descrito a continuación:

F3

REGISTRO Y MEDICIÓN DE INDIVIDUOS

- 1** Desde el centro de cada subparcela, se realiza una inspección visual con el fin de identificar los posibles individuos a medir y registrar, en cada categoría de tamaño (L, F y FG).
- 2** Sobre el centro de la subparcela se ubica la brújula para tomar los azimut de los individuos.

7 Se selecciona si el individuo tiene un tallo único o es múltiple. Cuando es múltiple, se numeran y miden los tallos a medida que vaya cambiando el azimut. Algunas veces es posible que un tallo múltiple tenga varias categorías de tamaño.
- 3** Se inicia un barrido, comenzando desde 0° al Norte, siguiendo las manecillas del reloj, se registra y se miden uno a uno los individuos arbóreos, palmas y helechos arbóreos. Se recomienda medir por categorías de tamaño, comenzando con los latizales, los fustales y los fustales grandes.

8 Se mide el diámetro a la altura de 1,3 m con ayuda de la vara de referencia. Para el caso de tallos múltiples habrá tantos registros de diámetro como de tallos tenga el individuo siempre y cuando este cumpla con los criterios de tamaño para ser registrado.
- 4** A cada individuo arboreo del conglomerado se le limpia el musgo y se le desprenden las lianas o cualquier cosa que impida la medición del diámetro, se recomienda no cortar las lianas o raíces.

9 Se evalúa cada uno de los individuos según la condición, la cual se refiere al estado vital: muerto en pie, tocón muerto, tocón vivo, vivo caído o vivo en pie. Se evalúa la vitalidad de los individuos y se observa el número de tallos que tenga.
- 5** Se mide y se registra el azimut y la distancia horizontal desde el centro de cada subparcela al centro de cada individuo.

10 Se mide a cada uno de los individuos el diámetro; y las alturas total y de fuste de acuerdo a la categoría de tamaño.
- 11**
- 12**

Fuente: Manual de campo del Inventario Forestal Nacional

11.5.2.7. Colección botánica

En esta sección del Manual de Campo del IFN se describen los lineamientos para la colección, preparación, almacenamiento y envío de material botánico de los individuos censados en los conglomerados. Esta actividad es crucial ya que es lo que respaldará consistentemente el conocimiento de la realidad biológica de los bosques de nuestro país, basándose en las entidades biológicas.



Prensado de Muestras Botánicas, Nariño - Archivo Fotográfico IFN IDEAM

Es importante anotar que los nombres comunes no son válidos para la identificación taxonómica. Las actividades relacionadas con el embalaje y el registro del formato de campo para el envío de muestras botánicas a herbario son realizadas en el campamento y se consolidan como la cadena de custodia de las muestras enviadas desde el campamento hasta que llegan al herbario, quien las recibe con un inventario, antes de las labores de procesamiento del material botánico. Para esta sección, se contempla el uso de dos formatos: F4.1 Colección botánica y F4.2 Envío de muestras botánicas a herbario. El procedimiento detallado de esta sección se describe en el manual de campo.

Figura 28. Detalle de la colección botánica

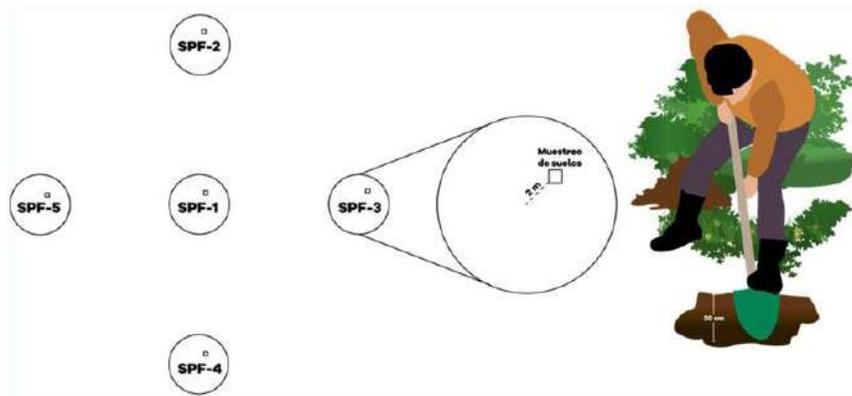


Fuente: Manual de campo del Inventario Forestal Nacional

11.5.2.8. Suelos

En esta sección del Manual de Campo del IFN se describe el procedimiento para la toma de muestras de suelos para estimar los contenidos de carbono y la fertilidad natural de los suelos del conglomerado del IFN. Por conglomerado se tomarán once (11) muestras, cinco (5) muestras para carbono orgánico, cinco (5) muestras para densidad aparente y una (1) muestra para fertilidad. Esta sección explica el formato F5.1 Muestreo de suelos y el F5.2 Envío de muestras de suelo a laboratorio. El formato F5.2 se diligencia en el campamento y en el laboratorio y se consolida como la cadena de custodia de las muestras de suelo enviadas al laboratorio de suelos para análisis.

Figura 29. Detalle del levantamiento de suelo en el Inventario Forestal Nacional



Fuente: Manual de campo del Inventario Forestal Nacional

Las muestras de suelos se toman a dos metros (2) de distancia con un azimut de 45 grados desde el centro de la subparcela (Figura 29).

En los muestreos de suelos se realizan análisis de densidad aparente, contenido de carbono y fertilidad. Para ver el detalle de los procedimientos ver manual de campo del IFN, sección 5.

11.5.2.9. Detritos de madera

Esta sección del Manual de Campo compila la estrategia para la toma de datos para el muestreo de detritos de madera. El objeto que tiene el muestreo de detritos de madera es estimar la necromasa contenida en árboles muertos en pie, árboles caídos y ramas caídas en transectos de intersección. Éste muestreo involucra métodos no destructivos en el caso de medición de árboles muertos en pie – AMP, y métodos destructivos en transectos lineales para detritos de madera.

En el formato F6.1 Muestreo de detritos de madera en transectos se registran los individuos caídos sobre las líneas de intersección de las subparcelas. Por otro lado, el formato de campo F6.2 Envío de muestras de detritos de madera a laboratorio, se diligencia en el campamento y en él se registra la cadena de custodia de las piezas de detritos de madera enviadas al laboratorio.

Las variables a registrar en este formato son:

- Árboles muertos en pie amp
- Muestreo de detritos en transectos
 - detritos gruesos de madera (dgm)
 - detritos finos de madera (dfm)
- Volumen fresco de detritos

Figura 30. Detalle de la medición de árboles muertos en pie (AMP) y tocones (TO)



Fuente: Manual de campo del Inventario Forestal Nacional

Para revisar el procedimiento completo, por favor diríjase al manual de campo del IFN, sección 6.

11.5.2.10. Equipos y materiales

Antes de cada alistamiento para una salida de campo es necesario que las brigadas de campo preparen los equipos y materiales a utilizar. El Apéndice 1 Sección 7, del manual de campo es una referencia para esta labor.

Cada día antes de comenzar las jornadas de trabajo en campo, quien administra los equipos, entregan uno a uno los equipos a los integrantes de la brigada de trabajo de campo, verificando su estado y funcionamiento.

Al finalizar cada día de trabajo el responsable de los equipos recibe y verifica el funcionamiento de cada uno de estos, anotando el reporte de daños y problemas que se presenten con los instrumentos de medición.

Se diligencia el formato F7 Equipos y materiales, como mecanismo de control de la entrega de equipos

Para ver las demás secciones del Manual de campo del IFN y un mayor detalle de los procedimientos, por favor diríjase a <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023785/Manual.pdf>



Medición de Alturas, Región Pacífica - Archivo Fotográfico Inventario Forestal Nacional IDEAM

11.6. Aseguramiento de calidad

Es un programa de vigilancia sistemática y de evaluación y monitoreo de las diferentes actividades del inventario forestal para asegurarse continuamente que se están cumpliendo con un nivel deseado de calidad, a través de la atención a cada etapa del proceso. Los dos componentes del aseguramiento de calidad son: (1) el control de calidad y (2) la evaluación de calidad.

El objetivo es proporcionar un marco que asegure que la información compilada en el IFN sea completa, exacta, imparcial y de calidad conocida.

El control de calidad de la información debe pasar por la definición precisa de lo que entenderá por “errores o imprecisiones en los datos”, con el fin de entender qué constituye un error y que no lo es, así como las acciones que deben tomar en caso de encontrar errores o imprecisiones (Tabla 24).

Tabla 24. Errores frecuentes y opciones para su corrección en el trabajo de campo de las brigadas forestales

Errores frecuentes	Opciones para su corrección
Incorrecta identificación del conglomerado o de la parcela	Chequeo en el plano general de diseño, uso adecuado del GPS (sistema de coordenadas, calibrado, precisión, tener mucho cuidado al ingresar las coordenadas al GPS)
Incorrecta definición de la cobertura o del tipo de bosque en el conglomerado	Consulta del manual de campo: definición de las unidades de cobertura de la tierra.
Distancias horizontales mal tomadas.	Tomar varias medidas. Utilizar instrumentos de precisión. Utilizar la tabla de corrección por pendientes
Distancias verticales mal tomadas.	Tomar varias medidas. Utilizar instrumentos de precisión.

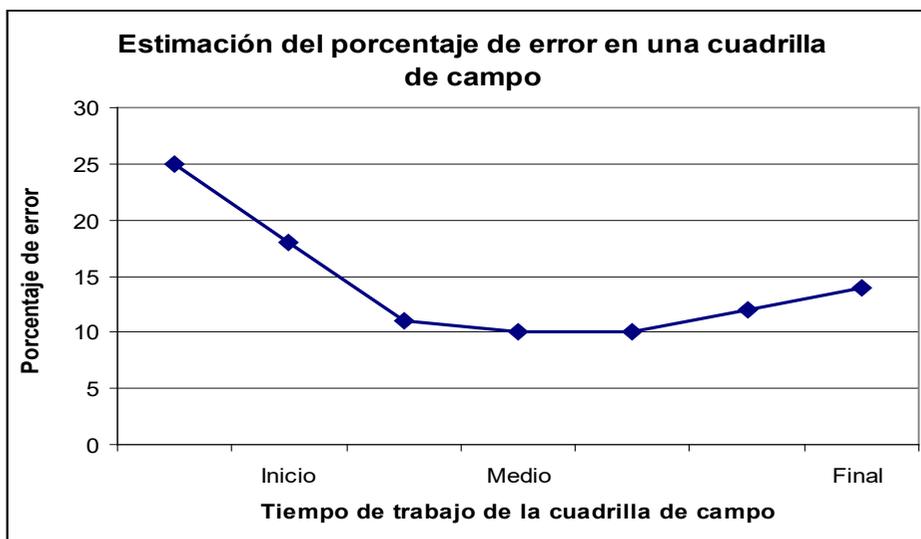
Fuente: Ideam, DANE, 2009

En general el control de calidad durante el operativo de campo del IFN se estructura en varios niveles:

El primero y más básico ocurre al **interior de la brigada de campo**. Este control es ejercido por el **jefe de brigada**, quien deberá realizar a diario en cada conglomerado una revisión permanente del proceso y un control de calidad de los datos colectados en el formato de registro y medición de individuos (F3), igualmente evaluar el buen estado y funcionamiento de los equipos y herramientas.

Este nivel de control de calidad en primera instancia debe garantizar el registro de los datos con calidad, es decir cobertura total de los conglomerados y registro de las mediciones de cada una de las variables definidas en el formato de registro y medición de individuos, el uso adecuado de los equipos y materiales geográficos de acuerdo al manual de campo, en este nivel es fundamental el logro de altos estándares de calidad estadística del IFN, los cuales se reflejarán en el segundo nivel de control de calidad. Se debe tener en cuenta que en la medida que la brigada se especializa, los errores disminuyen, sin embargo, a medida que se adquiere confianza en el proceso los errores vuelven a incrementarse como se muestra en la Figura 31.

Figura 31. Estimación del porcentaje de error en una cuadrilla de campo



Fuente: Ideam, DANE 2009.

En lo posible es conveniente que se haga un intercambio de jefes de brigada para que un miembro ajeno al grupo realice una visita de control de calidad, esto contribuye a una mayor neutralidad en el proceso y a la detección oportuna de errores o inconsistencias en la información; sin embargo, la revisión será realizada por el supervisor en la visita y acompañamiento que realice a cada jefe de brigada. Esta revisión de campo debe particularmente concentrarse en:

- i) Revisión de la numeración y codificación de los formatos de campo.
- ii) Un chequeo de las distancias horizontales entre los centroides de cada sub-parcela dentro del conglomerado. Se seleccionarán brigadas y conglomerados al azar.

- iii) El chequeo de un diez por ciento (10%) de la altura total y del fuste de los árboles en por lo menos cinco (5) sub-parcelas del conglomerado seleccionado.
- iv) Revisión de la consistencia de los datos sobre DAP vs altura de los fustales.
- v) Revisión del 10% de los DAP de mayor valor en el conglomerado seleccionado.

Los datos sobre porcentajes de revisión deberán definirse con mayor precisión por el Estadístico del grupo técnico del IFN. Los procedimientos para las visitas y los formatos específicos para ello deberán diseñarse en una etapa posterior.

Una vez realizada la visita de supervisión, el supervisor deberá comparar sus datos con los datos originales y obtener las conclusiones respectivas. Dichas conclusiones deberán ser registradas en un formato especial y comunicarlas por escrito al líder de brigada con el fin de documentar y tomar las medidas correctivas necesarias.

El **segundo** nivel del control de calidad es el realizado por los **supervisores**. El supervisor realizará una “visita de control procedimental” aleatoria a cada una de las brigadas de campo con el fin de realizar un chequeo principalmente a los procedimientos para la toma de registros.

Cada supervisor estimará la conveniencia o no de repetir muestreos, o de rotar o cambiar el personal de las brigadas de campo, o en su defecto realizar una nueva capacitación en los procedimientos; estas decisiones deberán ser consultadas con el coordinador regional y tomadas en consenso.

El **tercer nivel** se refiere al **Coordinador regional**, quien realizará una evaluación con los líderes de brigada y supervisores sobre el origen de los errores y la manera para corregirlos. Elaborará un informe detallado del tipo de errores que se presentan en campo e informará al coordinador del instituto y coordinación del IFN sobre la ocurrencia de los mismos; el nivel de compromiso de la información recopilada en términos de calidad y confiabilidad de la misma. Además del control sobre el tipo de errores, el coordinador regional realizará el control de calidad frente al diligenciamiento del formato de registro y medición de individuos (F3), el avance del proceso de campo y de la transferencia de información.

El **cuarto nivel** lo desarrolla el líder del IFN o **Coordinador Central del Ideam, con apoyo del equipo de crítica de información**. En este nivel el control de calidad hace referencia principalmente a la recepción

del material, el desarrollo general del operativo de campo, el control logístico, entre otros.

Otro nivel de control de calidad corresponde a un equipo distinto al equipo del operativo de campo, en lo que se ha llamado “equipo control de calidad” coordinado directamente por el Ideam y para lo cual el Ideam, contrata un **OPERADOR LOGISTICO DE CALIDAD** (OP) quien se encarga de efectuar los procedimientos de control, siguiendo para ello el manual de Control de Calidad del Ideam. Esta actividad de especial importancia para la investigación porque permite garantizar la calidad del dato. Se realizará con personal distinto al del operativo de campo y depende directamente del Ideam, sus reportes serán enviados directamente al nivel nacional. Su trabajo se coordinará con el nivel regional pero no dependerá ni administrativa ni técnicamente de los operadores logísticos contratados para el operativo de campo.

El control de calidad para el IFN, tiene los siguientes componentes:

11.6.1. Chequeo en caliente

El chequeo **se realiza al mismo tiempo entre las dos brigadas**. Luego de la actividad de campo el líder de la brigada de Calidad, revisa la consistencia de los resultados, si hay diferencias significativas en las mediciones. Si las hay convoca una reunión con el líder de la brigada para, hablar sobre las inconsistencias encontradas y si hay muchas inconsistencias, se determina conjuntamente donde estuvieron los errores a fin de identificar si es necesario un refuerzo en los procesos de capacitación y determinar si es necesario repetir el levantamiento de todo el conglomerado o solo para algunas variables

11.6.2. Chequeo frío

El chequeo de la brigada de control se realiza después del trabajo de la brigada regular para verificar los datos que recolectados. Su objetivo es evaluar la precisión de las mediciones de una brigada de campo y proporcionar retroalimentación. En este control la brigada de calidad mide e inspecciona un conglomerado después de su establecimiento por la brigada de campo. Para ello .hace **resumen de los errores, tratan de explicar por qué pudieron haber ocurrido los errores, y recomiendan cómo la brigada normal podría mejorar.**

El Chequeo frío, se puede realizar también como parte del proceso de formación o como parte del programa de control de calidad en curso. Normalmente, la brigada de instalación no está presente en el momento de la inspección. El inspector (supervisor/calidad) tiene los datos completos a la mano al momento del control. Esta evaluación puede incluir toda la parcela o un subconjunto (subparcela). Las discre-

pancias entre los dos conjuntos de datos pueden ser reconciliadas. Los chequeos fríos se realizan sólo sobre parcelas reales.

- **Corrección de errores**
- Si las mediciones de la brigada de campo están por fuera de los estándares de cumplimiento en varias variables, el OPC debe completar las mediciones restantes.
- En la base de datos se deben incluir los datos corregidos por el control de calidad como formatos independientes, lo que permite llevar un control más estricto del dato

11.6.3. Chequeo ciego

Consiste en establecer nuevamente el conglomerado sin tener los datos ya tomados por la brigada regular. El equipo de OPC no puede ver los datos del establecimiento del conglomerado. Los chequeos fríos se utilizan para mejorar la calidad de los datos, mientras que los chequeos ciegos se usan para evaluar la calidad de los datos, determinando de esta forma:

- Valores inconsistentes, no se consideran errores durante la evaluación de calidad. Los datos no se deben corregir o ajustar durante un chequeo ciego.
- Utilizado para identificar áreas con problemas sistemáticos de medición:
- Mejora los métodos de capacitación
- Reevalúa los protocolos de medición
- Reexamina la tolerancia
- Da transparencia y credibilidad al inventario

Figura 32. Esquema de los componentes de control de calidad implementados en el Inventario Forestal Nacional

Control de calidad (CC)	a) Chequeos calientes: <ul style="list-style-type: none">▪ 2% de todos los conglomerados▪ Al menos 1 conglomerado para cada equipo▪ Selecciones durante de la temporada (parcelas ya realizadas por el equipo)
	b) Chequeos fríos: <ul style="list-style-type: none">▪ 2% de todos los conglomerados▪ Al menos 2 conglomerados para cada equipo▪ No más de 2 semanas después de que el equipo haya realizado un conglomerado▪ Selecciones durante de la temporada (conglomerados ya realizadas por el equipo)
Evaluación de calidad (EC)	c) Chequeos ciegos: <ul style="list-style-type: none">▪ 3% de todas los conglomerados▪ No más de 2 semanas después que el equipo haya realizado el conglomerado▪ Selecciones al azar al inicio de la temporada

Fuente. Manual de control de calidad Inventario Forestal Nacional.



Capítulo 12

COMPONENTE FINANCIERO

Levantamiento de Conglomerados en Sabanas Naturales, Vichada - Jeimmy Avendaño

12. COMPONENTE FINANCIERO

Como lo menciona la ONF ANDINA en el documento Plan de Implementación del Inventario Forestal Nacional (ONF ANDINA, 2017)¹⁷, la estrategia financiera debe apuntar a identificar recursos estables, que garanticen tanto la ejecución de la línea base completa, como la implementación del IFN en el tiempo, mediante los ciclos quinquenales establecidos en la norma¹⁸.

En consecuencia y como parte de la estrategia financiera requerida, es necesario conocer los costos de implementación del IFN que abarcan cada uno de los componentes del Marco Rector de Implementación del IFN y que se describen en este documento, hasta la valoración de los productos y servicios generados por el IFN.

12.1. Estimación de los costos del Inventario Forestal Nacional

Como se menciona en los capítulos iniciales de este texto, el desarrollo del IFN en Colombia inició hacia el año 2007, como resultado de la expedición de la Ley 1021 de 2006. Aunque posteriormente fue declarada inexecutable, la Ley soportó la creación dentro de la institucionalidad ambiental de grupos de bosques, quienes posteriormente lideraron la realización de diversas estrategias forestales contenidas tanto en la Política de bosques, como en el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, siendo una de las más importantes la realización del “Inventario Forestal Nacional”.

Es bajo este contexto, que desde el año 2010, el Ideam ha venido realizando el cálculo del costo total para la ejecución del IFN, siendo el primer valor estimado, cercano a los 30 mil millones de pesos, el cual consideraba su ejecución durante un año de trabajo en campo y con estimaciones sobre los bosques naturales con un error estándar relativo del 10% o menos, con un nivel de confianza del 95% a nivel de las CAR; 5 al 10% a nivel de las 7 grandes cuencas hidrográficas y errores menores al 5% a nivel nacional. De este total, el valor para el operativo de campo se estimó en 22 mil millones de pesos que correspondía al 73% del valor total¹⁹ (Tabla 25).

17 Ideam, ONFA, 2017. Plan de Implementación del Inventario Forestal Nacional. Documento elaborado para el Ideam. Sin publicar.

18 Decreto 1655 de 2017

19 DANE, Ideam, 2009. Diseño Conceptual y Metodológico para la implementación del Inventario Forestal Nacional

Tabla 25. Valor total para la ejecución del Inventario Forestal Nacional año 2010

GRANDES ITEMS		VALOR
1.	Operativo de campo	\$ 22.439.616.513
2.	Coordinación regional	\$ 1.070.740.741
3.	Muestras botánicas	\$ 216.000.000
4.	Herramienta informática	\$ 289.680.000
5.	Preparación cartografía	\$ 474.028.500
6.	Personal nacional (incluye control calidad)	\$ 1.806.000.000
7.	Viáticos nacional	\$ 484.800.000
8.	Capacitación	\$ 1.080.172.000
9.	Otros gastos	\$ 120.000.000
subtotal		\$ 27.981.037.754
Administración (5%)		\$ 1.399.051.888
Imprevistos (5%)		\$ 1.399.051.888
total		\$ 30.779.141.529

De igual manera, se identificaron los escenarios posibles por fuentes de financiación para garantizar los recursos económicos de esta investigación hasta el 2015, año en el cual estaba prevista la publicación de resultados, los cuales se detallan en la Tabla.

Tabla 26. Resumen de costos por escenario para la ejecución

GRANDES ITEMS	VALOR \$	FUENTES FINANCIACIÓN								
		Recursos Propios Car/ CDSs		Recursos MADS		INSTITUTOS DEL SINA		Cooperac. Técn. Inter-nal.y/o Banca Multilateral		
		%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	
1	operativo de campo	22.439.616.513	30	6.731.884.954	10	2.243.961.651	5	1.121.980.826	55	12.341.789.082
2	coordinación regional	1.070.740.741	50	535.370.370	0	0	0	0	50	535.370.370
3	muestras botánicas	216.000.000	0	0	0	0	60	129.600.000	40	86.400.000
	herramienta informática	289.680.000	10	28.968.000	10	28.968.000	0	0	80	231.744.000
	preparación cartografía	474.028.500								
6	personal nacional (incluye control calidad)	1.806.000.000	0	0	10	180.600.000	0	0	90	1.625.400.000
7	viáticos nacional	484.800.000	0	0	10	48.480.000	0	0	90	436.320.000

	GRANDES ÍTEMS	VALOR \$	FUENTES FINANCIACIÓN							
			Recursos Propios Car/ CDSs		Recursos MADS		INSTITUTOS DEL SINA		Cooperac. Técn. Inter-nal.y/o Banca Multilateral	
			%	\$	%	\$	%	\$	%	\$
8	capacitación	1.080.172.000	10	108.017.200	10	108.017.200	10	10.801.720	80	864.137.600
9	otros gastos	120.000.000	10	12.000.000	10	1.200.000	5	6.000.000	75	90.000.000
SUBTOTAL		27.981.037.754		7.416.240.524		2.611.226.851		1.268.382.546		16.211.161.052
	ADMINISTRACIÓN (5%)	1.399.051.888								
	IMPREVISTOS (5%)	1.399.051.888							100	1.399.051.888
	TOTAL	30.779.141.529								17.610.212.940

Posteriormente, a partir del trabajo de la (ONF ANDINA, 2017) que empleó como insumo la información suministrada por la Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental del Ideam y teniendo como base las cifras observadas en la primera campaña de implementación (2015), se proyectaron los costos del IFN, considerando las cinco regiones del país definidas para su implementación: i) Amazonía, ii) Andes, iii) Caribe, iv) Orinoquía, y v) Pacífico.

Esta estimación inicial se basó en criterios como la accesibilidad o el tipo de bosque generalmente encontrado, que impactan esencialmente los costos de personal y de viaje. Igualmente, se identificó que en promedio la estadía mínima variaba entre 1 y 2 días, mientras la máxima se encuentra entre 5 y 6 días. Igualmente se determinó como criterio que el costo en la Amazonía y el Pacífico era el doble de los que se observan en las demás regiones. Ver tabla 27.

Tabla 27. Resumen de los Costos Escenario quinquenal por Región (cifras en millones de COP)

Rubro	Central (COP)	Amazonía (COP)	Andes (COP)	Caribe (COP)	Orinoquía (COP)	Pacífico (COP)	Total (COP/año)
Equipo técnico	1.110	316	316	316	316	316	2.688
Establecimiento conglomerados	1.014	4.232	1.189	597	620	675	8.328
Análisis muestras conglomerados	0	561	226	91	123	65	1.066
Aseguramiento y control calidad	102	196	87	43	39	34	502
Compra equipos cómputo	22	0	0	0	0	0	22
Entrenamiento y capacitación	32	68	46	23	23	22	213
Viajes equipo técnico	230	40	27	13	13	9	332
Socialización y comunicación	137	113	117	98	67	89	621
Investigación técnicas campo	250	0	0	0	0	0	250
Total							14.021

Fuente: Fuente: Ideam, ONFA, 2017, a partir de información de la Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental Ideam

Considerando lo anterior, el costo total del IFN proyectado por la ONF para el escenario quinquenal fue de COP\$70.105 millones (Tabla 28).

Tabla 28. Costos estimados ciclo quinquenal

Región	Total (COP/año)	Valor operación (COP)
Central	\$ 2.897.571.575	\$ 14.487.857.875
Amazonía	\$ 5.525.333.278	\$ 27.626.666.392
Andes	\$ 2.007.202.139	\$ 10.036.010.693
Caribe	\$ 1.180.034.239	\$ 5.900.171.193
Orinoquía	\$ 1.201.870.078	\$ 6.009.350.392
Pacífico	\$ 1.209.105.499	\$ 6.045.527.494
Total	\$ 14.021.116.808	\$ 70.105.584.038

Fuente: Fuente: Ideam, ONFA, 2017, a partir de información de la Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental Ideam

Con base en estos análisis y a fin regularizar el valor del levantamiento de información en campo y el procesamiento de la misma, en lo corrido del 2020 y teniendo como referencia la experiencia en la ejecución del IFN, realizada por los Institutos de Investigación, el Ideam estructuró un modelo de cálculo, que permite determinar de manera más detallada, el costo promedio de los conglomerados y su categorización, dependiendo del nivel de complejidad del bosque y su ubicación geográfica.

Al respecto se planteó, que para la determinación de costos promedio diferenciales, de los conglomerados que faltan por levantar, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Ubicación geográfica del área de estudio y determinación de las alternativas y requerimientos de accesibilidad.
2. Definición aproximada del tipo o tipos de coberturas presentes en la zona de estudio.
3. Definición del número de profesionales y técnicos que conformarán la o las Brigadas de Campo y de apoyo para el procesamiento de la información, determinando el valor de los honorarios, tiempo y dedicación mínima requerida, así como los viáticos si a ellos hubiere lugar.
4. Determinación de la sede prevista como centro de mando para adelantar las funciones de oficina y procesamiento de la información que se recolecta.

5. Definición de la ubicación de campamentos o sitios de resguardo de las brigadas conformadas.
6. Identificación de los medios de transporte requeridos desde la sede, hasta la zona donde se prevé la ubicación del o los campamentos base, calculando los tiempos y movimientos por cada uno de ellos, para el periodo contemplado de trabajo.
7. Definición del personal mínimo de apoyo en campo (co-investigadores) y análisis del valor promedio del jornal en la región de estudio.
8. Determinación de las estrategias, los sitios, costos y número de eventos requeridos para desarrollar los procesos de divulgación, socialización y capacitación del IFN.
9. Definición del tipo, cantidad y costo de los equipos y materiales necesarios para adelantar el levantamiento y procesamiento de la información, garantizando la precisión y calidad mínima requerida y definida para algunos de ellos en el manual de campo del IFN.
10. Determinación del número de muestras botánicas, de suelos y detritos a recolectarse y definición de costos de envío, análisis, identificación, sistematización y almacenamiento de ser requeridos.
11. Cuantificación de los gastos operativos y administrativos necesarios para el levantamiento y procesamiento de la información de los conglomerados.

Con base en lo anterior, se definieron cuatro niveles de complejidad para la determinación de rendimientos y a su vez de los costos promedio nacionales, que pueden adaptarse para cada región del país (Tabla 29).

Tabla 29. Análisis del rendimiento para el levantamiento de conglomerados por nivel de complejidad

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO PARA EL LEVANTAMIENTO DE CONGLOMERADOS POR NIVEL DE COMPLEJIDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NIVEL DE COMPLEJIDAD			
			I	II	III	IV
RENDIMIENTOS DE BRIGADA MENSUAL (Promedio # de Conglomerados)		Conglomerados	3	3	4	>=4
CONDICIONES PARA DETERMINAR EL RENDIMIENTO Y COSTO						
1	Tipo(s) de cobertura(s) presente(s) en el área de estudio					
1.1	Cobertura de bosque altamente intervenido	%	<10%	<10%	<20%	<20%
1.2	Cobertura de bosque intervenido	%	<30%	<30%	<40%	<40%
1.3	Cobertura de bosque No intervenido	%	>= 50%	>= 50%	>= 30%	>= 30%
1.4	Bosque inundable	%	>=10%	>=10%	>=10%	<=10%
2	Condiciones de Acceso					
2.1	Terrestre (Tiempo Proyectado de Recorrido)	Horas	> 8	>4 <=8	< =4	< =4
2.2	Fluvial (Tiempo Proyectado desde el sitio de embarque)	Horas	> 5	>2 <=5	< =2	< =2
2.3	Aéreo (Tipo de Servicio disponible)	Servicio	Charter	Charter - Comercial	Comercial	N/A
2.4	Distancia de desplazamiento del desembarque a la zona de levantamiento de conglomerados	Km	> 15	>5 <=15	< =5	< =5

Fuente: Los autores

De igual forma, se estructuró la base del cálculo de costos por nivel de complejidad y los ítems requeridos para determinar el valor de un proyecto de levantamiento de información en campo y su procesamiento, la cual se presenta a continuación:



ESTRUCTURA DE COSTOS PARA EL LEVANTAMIENTO DE CONGLOMERADOS
INVENTARIO FORESTAL NACIONAL

RENDIMIENTO PROMEDIO CONGLOMERADOS/ MES		NÚMERO DE BRIGADAS	1
BASE DE CÁLCULO PARA LEVANTAR	24	Conglomerados	
NIVEL DE COMPLEJIDAD		PLAZO DE EJECUCIÓN	Meses

ITEM	DESCRIPCION			Unidad	Canti- dad	V/Unitario (\$)	V/Total (\$)
1	MANO DE OBRA CALIFICADA (Profesionales de Campo)	Canti- dad	Dedi- cación %				
1.1	Coordinador	0	0%	mes	6	0	0
1.2	Lider de Brigada	0	0%	mes	6	0	0
1.3	Profesional de Brigada (Botánico)	0	0%	mes	6	0	0
1.4	Técnicos (Tecnico de brigada y Auxiliar coordinador)	0	0%	mes	6	0	0
2	MANO DE OBRA NO CALIFICADA (Coinvestigadores de Campo)						
2.1	Tocheros	0	0%	mes	6	0	0
2.2	Trepadores	0	0%	mes	6	0	0
2.3	Auxilares logísticos	0	0%	mes	6	0	0
3	SENSIBILIZACIÓN, DIVULGACIÓN Y CAPACITACIÓN						
3.1	Gestión previa localidades (Socializaciones)			Socializaciones	0	0	0
3.2	Talleres de capacitación			Taller	0	0	0
3.3	Taller primeros auxilios y seguridad en el trabajo			Taller	0	0	0
3	EQUIPOS, INSUMOS Y SUMINISTROS.						
3.1	Equipos			Global	1	0	0
3.2	Insumos y Suministros			Global	1	0	0
4	TRANSPORTE, FLETES Y GASTOS DE VIAJE						
4.1	Transporte Aéreo			Tks - Global	1	0	0
4.2	Transporte Terrestre Motorizado			Viajes- Global	1	0	0
4.4	Transporte Fluvial			Viajes- Global	1	0	0
4.5	Gastos de viaje (Viáticos)			Viaticos - Global	1	0	0
4.6	Gastos envío de Muestras			Fletes - Global	1	0	0
5	ANÁLISIS DE MUESTRAS BOTÁNICAS, SUELOS Y DETRITOS						
5.1	Secado y etiquetado de material botánico			Muestras	480	0	0
5.2	Identificación, sistematización y almacenamiento de muestras botánicas			Muestras	480	0	0
5.3	Análisis de Muestras de Suelos			Muestras	264	0	0
5.4	Análisis de Muestras de Detritos por conglomerado			Muestras	480	0	0
	SUBTOTAL						0
6	Gastos Operativos y Administrativos			%	15%		0
	COSTO 24 CONGLOMERADOS			Conglomerados	24		\$ 0
	COSTO POR CONGLOMERADO			Conglomerado	1		\$ 0
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO			Conglomerados	0		\$ 0

Fuente: Los autores

La anterior base de cálculo se diseñó, para el levantamiento de 24 conglomerados, que es el mínimo de conglomerados requeridos, que justifican la conformación de una brigada de campo y todos los demás costos asociados a la generación de información, en cualquiera de los niveles de complejidad descritos anteriormente.

El plazo de ejecución en esta estructura de costos, depende del rendimiento promedio mensual de 1 brigada de campo, determinado por los condicionamientos relacionados en los niveles de complejidad.

En ese orden de ideas y a manera de ejemplo, si Una (1) Brigada levanta en promedio 4 Conglomerados por mes (nivel de complejidad III), los Costos deberán calcularse para desarrollar la actividad en Seis (6) meses, teniendo en cuenta el levantamiento y análisis de información de los Veinticuatro (24) Conglomerados predeterminados, con todos sus gastos fijos y administrativos asociados para este periodo, incluyendo el análisis de muestras botánicas, suelos y detritos. El valor total que resulte de este análisis de costos, deberá dividirse por 24 para obtener el valor final por Conglomerado y este a su vez, multiplicarse por el número total de conglomerados proyectados, para determinar el Costo Total del Proyecto.

Con base en lo anterior, para el año 2020, el Ideam pudo determinar valores que oscilan entre los 18 millones y los 30 millones de pesos por conglomerado dependiendo del nivel de complejidad de la zona de estudio.

12.1.1. Fuentes de financiación

La (ONF ANDINA, 2017) analizó la idoneidad de diversas fuentes de financiación públicas de orden nacional y, en especial, las de orden internacional para el apoyo de las actividades del IFN, como se detalla a continuación.

12.1.1.2 Fuentes de financiación nacionales

Como fuentes de financiamiento nacional se identifica:

- i. Los aportes de la Nación a través del PGN (Presupuesto general de la Nación) que corresponde a las partidas presupuestales que asigna el gobierno a las entidades para que cumplan la misión básica que les asigna la ley. Anualmente y en cabeza del Departamento Nacional de Planeación (DNP) se produce el presupuesto de inversión, según las metas fiscales, el cual es debatido, ajustado y aprobado en el Congreso de la República. El Ministerio de Hacienda asigna el gasto de funcionamiento aportado por el Aporte de la Nación (APN), de acuerdo con las posibilidades fiscales, las necesidades mínimas de las entidades y los gastos

históricos que se les ha asignado a las entidades en las vigencias fiscales (Gómez Torres, 2003);

ii. El Fondo de Compensación Ambiental (FCA). El FCA se creó mediante la Ley 344 de 1996, con recursos provenientes de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) excluyendo a las Corporaciones de Desarrollo Sostenible (CDS), con el objetivo de cubrir las necesidades de funcionamiento, inversión o servicio de la deuda de aquellas Corporaciones con asignaciones deficitarias de presupuesto nacional o limitada capacidad para generar rentas propias y ser autosuficientes. Los recursos con que cuenta el Fondo son los montos transferidos por las CAR que corresponden al 20 % de los recursos percibidos por la transferencia eléctrica y el 10 % de las rentas restantes propias, con excepción del porcentaje ambiental de los gravámenes a la propiedad inmueble y de aquellos que tengan como origen relaciones contractuales interadministrativas (Gómez Torres, 2003)

iii. El Fondo Nacional Ambiental (FONAM) es un sistema especial de manejo de cuentas del Ministerio del Ambiente, con personería jurídica, patrimonio independiente, sin estructura administrativa ni planta de personal y con jurisdicción en todo el territorio nacional. La dirección y administración del FONAM está a cargo del MADS. De acuerdo al Artículo 4º del Decreto 4317 de 2004, las líneas y fuentes de financiación del FONAM son dos: 1. Financiación por demanda de proyectos de inversión ambiental, y 2. Recaudo y ejecución de recursos con destinación específica.

12.1.1.3 Fuentes de financiación internacionales

Existen numerosos fondos internacionales o de cooperación nacional enfocados hacia los temas ambientales, incluyendo cambio climático, bosques, ecosistemas. También hay instituciones financieras que disponen de herramientas para intervenir sobre estas temáticas.

A nivel internacional existen diversos fondos que proporcionan apoyo destinado a iniciativas de adaptación al cambio climático:

- El Fondo Verde Climático (GCF por sus siglas en inglés), que se estableció en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés)
- El Fondo de Adaptación, también establecido bajo el marco de la UNFCCC;
- Fondo para Países Menos Adelantados y el Fondo Especial de Cambio Climático, ambos administrados por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM);

- El Programa Piloto para la Adaptación al Cambio Climático (PPACC), administrado por el Banco Mundial;
- El Fondo Nórdico para el Desarrollo (NCF) bajo Corporación Nórdica de Financiamiento Ambiental (NEFCO),
- La Alianza Global para el Cambio Climático, iniciativa financiada por la Unión Europea;
- El Fondo Internacional del Clima del Reino Unido;
- La Iniciativa Internacional del Clima de Alemania;
- El Fondo de Financiamiento Inmediato de Japón;
- El fondo de Preparación para la Mitigación y Adaptación, un pequeño fondo administrado por la Asociación de la PNUMA con la Universidad Técnica de Dinamarca y la UNOPS, y financiado por la agencia de cooperación al desarrollo del Gobierno de Dinamarca (DANIDA); y
- El Programa de Adaptación para Pequeños Agricultores administrado por el Fondo Internacional para el Desarrollo de la Agricultura (IFAD).

Además, existe un subconjunto de fondos específicamente dirigidos a acciones de manejo forestal, incluyendo:

- El Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques;
- El Programa de Inversión Forestal;
- La Iniciativa Fondo BioCarbono para Bosques Sostenibles;
- La Iniciativa Internacional de Carbono en los Bosques de Australia; y
- La Iniciativa Climática y Forestal Internacional de Noruega.

- ***Instituciones Financieras de Desarrollo***

La financiación disponible a través de las instituciones Financieras de Desarrollo se presenta tanto en forma de préstamos como de asistencia tradicional y en algunos casos como paquetes específicos de "financiamiento". Las instituciones financieras de desarrollo que son más activas en América Latina son:

Tabla 30. Entidades financieras multilaterales

No.	SOCIO	CARACTERISTICAS
1		<p>El Banco Interamericano de Desarrollo es hoy la principal fuente de financiamiento para el desarrollo para América Latina y el Caribe. Ofrece préstamos, donaciones y asistencia técnica; y realiza amplias investigaciones.</p>
2		<p>La CAF apoya áreas de desarrollo estratégico en infraestructura adecuada al cambio climático, proyectos de competitividad, movilidad urbana y desarrollo social integral, mediante programas de financiamiento especializados, para generar impactos en productividad, asegurar adecuadas provisiones de bienes públicos y servicios sociales y fortalecer los sectores exportadores.</p>
3		<p>El Grupo Banco Mundial está conformado por 189 países miembros y tiene más de 130 oficinas en todo el mundo. Constituye una asociación mundial única: las instituciones que lo integran trabajan en la búsqueda de soluciones sostenibles para reducir la pobreza y generar prosperidad compartida en los países en desarrollo.</p>
4		<p>El Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), es al mismo tiempo un organismo especializado de las Naciones Unidas y una institución financiera internacional. Esta identidad única permite generar resultados constantes sobre el terreno y en la esfera normativa que redundan en beneficio de las comunidades rurales. Las metas a largo plazo del FIDA tienen por objeto garantizar la seguridad alimentaria, mediante la integración de las poblaciones rurales al flujo principal del desarrollo económico rural y nacional.</p>
5	<p>KfW (Banco de Desarrollo Alemán),</p>	<p>Financia directamente las actividades relevantes en América Latina como parte de la ayuda al desarrollo bilateral alemán.</p>

Fuente: Ideam, ONFA, 2017

- **Fondos provenientes de las ONG**

También se identificaron varios fondos provenientes del sector de la Sociedad civil activos en la región y, por tanto, fueron examinados para determinar su idoneidad como fuentes de financiación para las actividades:

- Subvenciones de reforestación de WWF (antes conocida como Fondo Mundial para la Naturaleza): las Subvenciones comunitarias WWF proporcionan un máximo de sólo 10.000 dólares US para llevar a cabo actividades para la restauración de la tierra en comunidades, por lo tanto, la escala de la intervención que pueden apoyar es relativamente pequeña. Estas subvenciones pueden ser un complemento útil para otros financiamientos más sustanciales.
- Los Fondos de Agua de The Nature Conservancy (TNC).

Fuentes Nacionales de financiación y socios bilaterales de cooperación para el desarrollo Nacional

Además de los diversos flujos de financiación internacional enumerados anteriormente, puede haber oportunidades de financiación en el país, ya sea a través de asignaciones por parte del gobierno nacional o por conducto de organizaciones filantrópicas privadas activas en Colombia.

En cuanto a la posibilidad de recurrir a la financiación privada, se considera que existe una potencialidad. Sin embargo, se requiere un trabajo adicional para identificar actores específicos del sector privado, y las formas en que estas se podrían vincular a las prioridades del IFN.

- **El Fondo Eco. Negocios:** la Silvicultura sustentable es una de las áreas prioritarias del fondo, sin embargo, el fondo prevé préstamos (vía Instituciones financieras locales) a empresas locales privadas. El fondo también tiene componente de desarrollo que presta asistencia técnica, que puede ser accesible para desarrollar aún más los elementos de las actividades propuestas; sin embargo, esto depende de desarrollar un papel claro para el sector privado.

A continuación, se reportan las que en el 2017 (ONF) consideraron oportunas para solicitar la financiación del IFN, las cuales están abiertas a recibir propuestas y posean recursos disponibles al corto plazo.

1. Como Institución Financiera, se considera que se puede dirigir a KfW, valorizando el beneficio en temas de biodiversidad de la implementación del IFN. El enfoque de KfW en Colombia es el apoyo a actividades que implican biodiversidad y mitigación del cambio climático (reducción de GEI), y apoyen la rehabilitación de los bosques. Hay que tener en cuenta también que el KfW es una

Entidad de Implementación acreditada bajo el GCF, así como un buen punto de entrada para la prospección de opciones dentro de la Iniciativa Internacional para el Clima de Alemania (IKI) por lo que una discusión inicial con la KfW también puede ser útil para sondear prospectos dentro de las otras fuentes de financiación, además de recursos propios de KfW.

2. El Fondo de Cooperación para el desarrollo regional de la Unión Europea parece relevante del punto de vista temático. Se necesita más discusión entre el gobierno y la UE para determinar si existe la disponibilidad de fondos para su asignación a las actividades priorizadas para la estrategia del IFN.
3. Los Fondos Forestales especializados (FIP, FCPF y ISFL, por sus siglas en inglés) se enfocan a actividades de protección y reforestación de áreas ecológicamente significativas; se podría incluir la realización de parcelas del IFN como un elemento de respaldo a estas actividades.

12.2. Estrategia de financiación para la ejecución del Inventario Forestal Nacional

La estrategia financiera se basa en un análisis de las opciones de financiación más adecuadas, para la implementación del IFN. En este sentido se analizó la idoneidad de las potenciales fuentes de financiación descritas considerando los siguientes aspectos:

- Que el IFN a través del Ideam o del MADS sean elegibles;
- Que la fuente de recursos provee financiación que puede ser dirigida a los actores relevantes del IFN (en general), recursos forestales, etc.
- Que la fuente de financiación esté abierta a recibir propuestas (notando que en ocasiones los aplicantes requieren el endoso del gobierno nacional como pre-requisito) y tenga recursos disponibles al corto plazo.

Basados en estos criterios, la ONF identificó las fuentes que podrían considerarse más viables en el contexto del IFN sumado a otros proyectos de orden nacional.

Para el diseño de la Estrategia Financiera se contempló la combinación de diferentes tipos de fuentes y el valor estimado para cada una de ellas:

- i) PGN (5.000 mil millones) a través de aportes de la Nación (FONAM);

- ii) Recursos de Cooperación (6.000 mil millones) a través de Fondos como Colombia Sostenible, Green Climate Fund, Visión Amazonia;
- iii) Recursos propios de las CAR y CDS (3.000 millones) a través del Fondo de Compensación
- iv) Venta de productos y servicios específicos del IFN 500 millones.

Figura 33. Estrategia financiera del Inventario Forestal Nacional (valores anuales para un escenario quinquenal)



Fuente: Ideam, ONFA, 2017

A continuación, se describe las opciones identificadas dentro de la estrategia financiera:

12.2.1. Estrategia de Financiamiento Opción 1 - Fuentes Nacionales (PGN)

Esta estrategia debe considerarse como la primera opción, en razón que los resultados en términos de información y producción de conocimiento del IFN, le interesan como principal actor al Gobierno Nacional para la formulación y seguimiento de las políticas del sector ambiental y agrícola.

La ventaja de contar con un proyecto financiado por el PGN es que permite visibilizar la importancia de la implementación del IFN. En el contexto actual del país, el proyecto sería un instrumento que permitirá coordinar los esfuerzos individuales y colectivos de los diferentes actores en la implementación del IFN, en este sentido le permitiría al MADS (Ideam) ejercer un liderazgo para unificar una propuesta coherente a la necesidad del IFN.

El compromiso político y la financiación son herramientas decisivas, concluyentes y determinantes para el desarrollo e implementación del IFN, este objetivo se puede alcanzar con la vinculación y el compromiso de entidades de orden nacional, regional y local. En efecto, ha lugar de pensar que existen recursos disponibles para la financiación del sector ambiental, que podrían movilizarse a favor del IFN. Por ejemplo, el FONAM mostró altos niveles de apropiación en el 2015 y 2016 (aprox. 150.000 MCOP) con niveles de ejecución limitados (alrededor de 20%) por lo cual parece interesante aclarar bajo qué condiciones se podría presentar el IFN para financiación por este fondo.

La principal y tal vez la única limitante de esta opción se refiere al principio de anualidad y contratación estatal consagrada en los principios del Estatuto Orgánico de Presupuesto, el cual exige que los gastos autorizados en un presupuesto han de llevarse a cabo en el mismo año para el que se ha aprobado tal presupuesto, so pena de quedar anulada tal autorización. En este sentido la planificación y gestión de la ejecución de los recursos suponen un reto para la entidad coordinadora e implementadora del IFN.

12.2.2. Estrategia de Financiamiento Opción 2 - Cooperación Internacional

Los instrumentos de la cooperación internacional y los fondos internacionales que incorporan temas afines a bosques, monitoreo, pago por servicios ambientales (PSA), medidas de adaptación (Adaptación Basada en Ecosistemas ABE), mitigación, etc., se pueden relacionar directamente con el IFN. Existen varias opciones para presentar el IFN a estas fuentes de financiación: como elemento constitutivo de un programa más amplio o como un proyecto con objetivos propios.

- **En la primera opción** el IFN debe mostrar su articulación con otras políticas por ejemplo: la Adaptación al Cambio Climático (temas de monitoreo y seguimiento), Pagos por servicios ambientales y Pagos por resultados, Mitigación, etc., y se busca financiamiento para la estrategia en su conjunto. Esto puede ser un reto, dadas la gran talla y costo de proyectos.
- **La segunda alternativa** es buscar financiación para los componentes individuales del programa por separado, en este caso, para el solo IFN.
- **Un tercer enfoque** es desarrollar individualmente cada uno de los componentes del IFN (por ejemplo biodiversidad o almacenamiento de carbono) para integrarlos a una estrategia más enfocada en la localidad, los recursos y los actores involucrados. En otras palabras, para complementar las acciones centradas en la

información con otras acciones que aborden necesidades simultáneas de los actores locales. En efecto, algunos alcances del IFN podrían ser potencialmente más atractivos para ciertos fondos, si fueran integrados en una estrategia más amplia con el enfoque por ejemplo de fortalecer el monitoreo y seguimiento de ciertas medidas de adaptación de ecosistemas naturales.

Una propuesta que integre tanto las prioridades del IFN, así como las necesidades de las partes interesadas a nivel regional y local, puede resultar un argumento fuerte para algunos fondos de financiamiento. Este enfoque, por supuesto, requiere más trabajo para ampliar el ámbito de aplicación, a nivel de país y supone un reto en el aspecto metodológico del IFN ya que contempla una gama más amplia de necesidades y desafíos. Sin embargo, cuando existe una clara conexión con las regiones, pueden ayudar a fortalecer su financiación.

Independientemente de qué enfoque se toma, es importante presentar las acciones como parte de una estrategia coherente a nivel nacional e institucional, ya que la complementariedad entre las medidas demuestra que se ha desarrollado un enfoque estratégico para enfrentar los problemas del IFN y por lo tanto fortalece el caso para su financiación.

12.2.3. Estrategia de Financiamiento Opción 3 - Recursos Propios

De otra parte la Tabla 31 muestra los ingresos que ha tenido el Ideam por la venta de información hidrometeorológica, la cual se estableció en 500 millones de pesos promedio anuales durante los 5 años 2011 a 2014. Sin embargo, esta venta no se volvió a realizar después de este periodo, ya que se tomó la decisión que esta información generada con recursos públicos debía ser de acceso gratuito.

Tabla 31. Valor en venta de información hidrometeorológica Ideam

Año	Valor (COP)
2011	540.073.815
2012	577.385.378
2013	696.329.831
2014	454.403.900

Fuente: informes de gestión Ideam (2013-2015)²⁰

20 Informe de gestión año 2013 Ideam. Recuperado <http://www.ideam.gov.co/documents/24024/27077/lgestion2013.pdf/23c67f95-1989-4dd1-8228-05f7e0eb4d6e>

En términos de valores, el objetivo podría ser vender y valorar la información procesada a partir del IFN y demás datos disponibles, o servicios metodológicos relacionados con inventarios apoyados en el diseño del IFN, en montos iguales o superiores a 500 millones anuales. Considerando los estudios complementarios necesarios para desarrollar esta actividad, así como la necesidad de disponer de una parte importante de la muestra total del IFN, se proyecta que esta opción no podrá ser operacional a corto plazo.

12.2.4. Estrategia de Financiamiento Opción 4 – Fuentes regionales

En la Tabla 32 se muestra el número de conglomerados por Corporación²¹, en la cual se puede observar que entre las cuatro primeras (Corpoamazonia, CDA, Corporinoquia y Cormacarena) se tiene casi el 60 % de los conglomerados. Lo anterior permitiría considerar la financiación desde el Fondo de Compensación Ambiental ya que estas cuatro corporaciones hacen parte del FCA y son beneficiarias del mismo, sin embargo como se ha dado el avance del IFN, en el cual las CAR no han sido ejecutoras, este escenario de financiación no parece viable.

Tabla 32. Distribución de número de conglomerados por Corporación

Corporación	No Conglomerados	Participación %
CORPOAMAZONIA	388	20,17%
CDA	303	15,75%
CORPORINOQUIA	292	15,18%
CORMACARENA	141	7,33%
CODECHOCO	79	4,11%
CORANTIOQUIA	55	2,86%
CORPONARIÑO	54	2,81%
CRC	47	2,44%
CVS	45	2,34%
CORPAMAG	41	2,13%
CORPOCESAR	41	2,13%
CAS	39	2,03%
CVC	39	2,03%
CORPOGUAJIRA	37	1,92%
CORPONOR	36	1,87%
CORTOLIMA	36	1,87%

21 Estos datos fueron los estimados para el inicio del IFN en el 2015

Corporación	No Conglomerados	Participación %
CSB	35	1,82%
CORPOURABA	33	1,72%
CAM	32	1,66%
CAR	28	1,46%
CORPOBOYACA	28	1,46%
CORNARE	15	0,78%
CORPOCALDAS	15	0,78%
CDMB	9	0,47%
CORPOMOJANA	9	0,47%
CARDIQUE	8	0,42%
CARSUCRE	8	0,42%
CORPOGUAVIO	7	0,36%
CRA	7	0,36%
CARDER	6	0,31%
CORPOCHIVOR	4	0,21%
SDA	3	0,16%
AMVA	2	0,10%
CRQ	2	0,10%

Fuente Ideam, ONFA, 2017

12.3. Estrategia de sostenibilidad financiera para la ejecución del Inventario Forestal Nacional

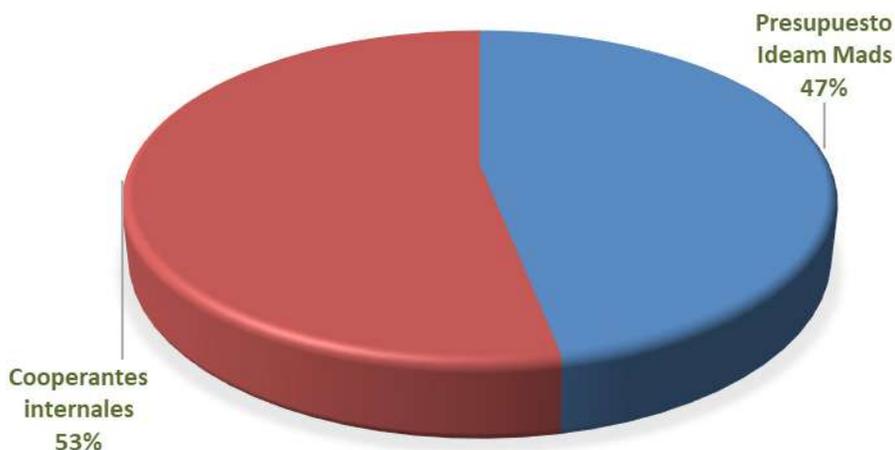
Considerando los anteriores escenarios propuestos por la ONF ANDINA, es conveniente ahora, analizar cómo se ha llevado a cabo la ejecución de recursos efectuada en el primer ciclo de implementación del IFN (2015 al 2019), a fin de proponer una estrategia financiera que sea sostenible en el tiempo y que garantice tanto la terminación de la línea fase como la implementación de los ciclos quinquenales de monitoreo.

Existen dos importes fuentes de financiación del proyecto, por un lado están los aportes nacionales, provenientes del presupuesto general de la nación e invertidos por las dos instituciones líderes del proyecto Ideam y MADS y por el otro los procedentes de cooperación internacional, destacándose entre ellos los de:

1. El Pilar 5 condiciones habilitantes del programa “global redd para early movers (rem)-pagos por resultados de reducción de emisiones por deforestación (redd+) del gobierno de la República Federal de Alemania, Reino De Noruega y Reino Unido, en el marco del programa de visión amazonia”.
2. Convenio de Cooperación Técnica No Reembolsable No. ATN/CM-17085-CO. Monitoreo, Reporte y Verificación del Sector de Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la tierra (AFOLU) en Colombia.

De estas dos fuentes de financiación los recursos provenientes de cooperación internacional con un 53%, son los que han financiado mayormente la implementación del proyecto del IFN (Figura 34).

Figura 34. Porcentaje de financiación por fuente 2015-2019

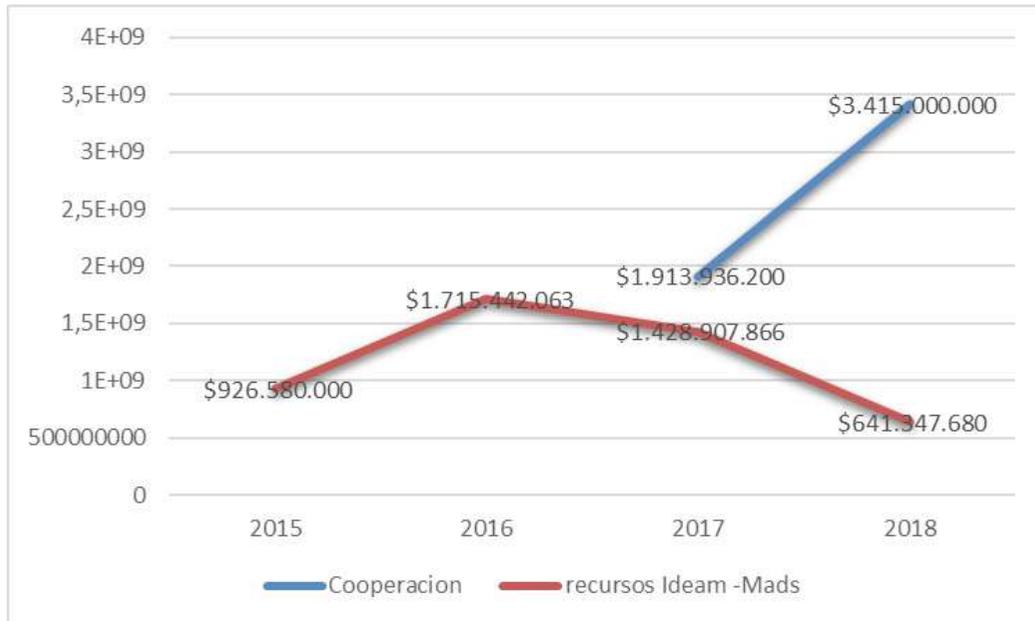


Fuente: Los autores

Revisando la participación anual por fuente de recursos (Figura 35), se evidencia como a partir del año 2017, aumentó la participación de la cooperación internacional y disminuyó la contribución de recursos de la nación, para el levantamiento de los conglomerados.

Con un valor ejecutado y comprometido al 2020 que asciende a los \$ 15.171, millones de pesos se ha realizado el 48 % del total de la muestra señalada en la línea base del IFN, restando por ejecutar un 52%, que a los costos promedio señalados (ver numeral, 12.1. Estimación de costos del IFN), y atendiendo al nivel de complejidad de lo faltante, se estiman en \$ 18.312 millones de pesos, los recursos requeridos para terminar el primer ciclo de implementación.

Figura 35. Participación anual por fuente de recursos 2015-2018



Fuente Los autores

Si bien la cooperación Internacional, ha venido soportando la implementación del IFN, y se calcula que se cuenten con recursos provenientes de esta fuente por lo menos hasta inicios del año 2021, es imprescindible definir una estrategia de sostenibilidad financiera para asegurar los recursos de fuentes nacionales, por cuanto la cooperación tiene unas vigencias y el IFN no se puede sujetar a disponibilidad y voluntad de fuentes de cooperación internacional.

Bajo este escenario se plantea:

1. Elaborar un documento de política de LINEAMIENTOS DE POLÍTICA IDENTIFICADOS PARA EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL IFN A NIVEL NACIONAL, LOCAL Y REGIONAL a presentar al Consejo Nacional de Política Económica y Social — **CONPES**, que es la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país (se anexa borrador de documento Conpes).
2. Gestionar recursos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, presentando para financiación la investigación del IFN
3. Gestionar recursos con recursos provenientes de regalías

4. Vía impuestos
 - a. Gestionar recursos con cargo al Impuesto nacional al carbono
 - b. Impuesto a la riqueza²² de los predios dedicados a la ganadería
 - c. Impuesto al uso de bolsas plásticas y de un solo uso²³
 - d. Crear un Impuesto a la venta de carne proveniente de la actividad ganadera en la amazonia.
5. Fuentes de financiación previstas en el Conpes Crecimiento Verde
6. A nivel internacional se podrá presentar
 - a. Proyecto del IFN al Programa Horizonte 2020
 - b. Fondo de prosperidad

22 Creado por la ley 1739 de 2014, que corresponde a antiguo impuesto al patrimonio, con las mismas características produciéndose sólo un cambio en el nombre del impuestos

23 LEY No. 1819 DE 2016 "Por medio de la cual se establecen medidas tendientes a la reducción de la producción y el consumo, de los plásticos de un solo uso en el territorio nacional, se regula un régimen de transición para reemplazar progresivamente por alternativas reutilizables, biodegradables u otras cuya degradación no genere contaminación, se crean mecanismos de financiación se dictan otras disposiciones"



Capítulo 13 ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

Medición de Hojas de Palmas - Región Pacífica - Archivo Fotográfico IIAP IFN

13. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

La estrategia de comunicación del Inventario Forestal Nacional (IFN) es un conjunto de acciones y gestiones a realizar para garantizar que los diferentes grupos de actores sociales del país, entendidos como sociedad civil y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, de acuerdo a su interés, conozcan lo pertinente a la implementación del inventario, los avances y la forma de acceder a la información que se va a obtener.

Para cumplir el objetivo de comunicar de manera eficiente a los actores sociales, se plantea transmitir la información pertinente a través de mensajes con lenguaje incluyente y empleando los canales de comunicación masiva y la personalizada.

La estrategia de comunicación que se plantea en este documento incluye los aportes y recomendaciones realizados por representantes de las autoridades ambientales regionales y locales en los encuentros de socialización; funcionarios de los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible; del Interior; del DANE; del ICBF del nivel central y de la regional Nariño y de los Institutos de Investigación Ambiental –IIA, como actores socios en la implementación del proceso, todos ellos, consultados sobre las experiencias y lecciones aprendidas en la comunicación y difusión de programas desarrollados en las diferentes comunidades del país y es un instrumento de trabajo sujeto a la mejora continua y forma parte del cumplimiento de los requisitos establecidos por el DANE, en su norma técnica NTCPE 1000, la cual se encuentra en implementación a fin de lograr la certificación del Inventario Forestal Nacional como una estadística oficial del país.

13.1. Objetivos

El objetivo general de la estrategia de comunicación es impactar de manera positiva, a todos los grupos de interés, en conocimiento y comprensión de lo que es y lo que significa el Inventario Forestal Nacional para el país, para las regiones y para las localidades, generando apropiación en el mediano y largo plazo.

Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Diseñar y desarrollar acciones de comunicación institucional interna y externa para la socialización y difusión de los procesos del Inventario Forestal Nacional
2. Propiciar vínculos con los actores institucionales y comunitarios que faciliten la implementación de las actividades de campo relacionadas con el Inventario Forestal Nacional

3. Establecer canales de comunicación oportunos para definir claramente las acciones a seguir en caso de presentarse algún evento que pueda afectar la seguridad de las brigadas de campo o el normal desarrollo de las actividades.
5. Brindar información clara y oportuna sobre el desarrollo del Inventario Forestal Nacional en la región, evitando generar falsas expectativas sobre su desarrollo.
6. Visibilizar el Ideam, como entidad líder del IFN. (MADS, ONF, 2017)

13.2. Público a alcanzar y mensajes específicos

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS coordina la implementación de esta ardua tarea, que proyecta desarrollar en asocio con las demás entidades del Sistema Nacional Ambiental – SINA, ya que implica recorrer el territorio nacional para la colección de los datos necesarios en este acercamiento al conocimiento de los bosques naturales del país. En este sentido, es importante comunicar y socializar la información pertinente sobre el IFN a las diferentes instituciones públicas y privadas con quienes se debe adelantar procesos de gestión interinstitucional por sus funciones de mediadores o intermediarios y/o por su posible interés en vincularse en la implementación del inventario.

Frente a ello, focaliza acciones con el propósito que entidades con incidencia significativa en los territorios acompañen el proceso de comunicación y socialización del IFN a través de orientar los esfuerzos misionales comunes hacia una cooperación eficaz.

En aras de aprovechar dichos espacios de diálogo, es necesario adelantar procesos de gestión interinstitucional con representantes de las instituciones del ámbito nacional y regional y lograr articular esfuerzos, recursos y capacidades institucionales con los cuales generar mayor eficiencia en el ejercicio mismo de la implementación de la estrategia de comunicación y socialización con los grupos de interés, puesto que se logra un efecto multiplicador al contactar a los miembros participantes de estos escenarios, quienes transmiten la información a sus representados, y pueden ayudar en la implementación del Inventario Forestal Nacional.

13.2.1. Estrategia de comunicación con el nivel nacional

Las entidades responsables de coordinar el IFN gestionan la comunicación y socialización de la información pertinente del IFN, será realizada por el Coordinador del IFN, y el acompañamiento de un funcionario del

MADS, en razón a que son quienes tienen dominio de la información técnica que se requiere, no solo para la exposición temática sino para responder las inquietudes en algunos casos muy especializadas, que puedan surgir. Esta reunión se formalizará con las firmas en el formato del listado de asistentes a la reunión.

Entre las entidades claves a contactar se encuentran:

- **Ministerio del Interior**

Este Ministerio es una de las entidades con la que se interactúa de manera prioritaria, que certifica que por las actividades propias del IFN no se requiere Consulta Previa. Los funcionarios de las oficinas: Dirección de Asuntos Indígenas, ROM y Minorías; Dirección de Asuntos para Comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palanqueras, y Dirección de Consulta Previa, en el proceso de socialización ofrecen asesoría y acompañamiento, en caso de requerirse con los grupos étnicos la solicitud de permiso para acceder a estos territorios ya que allí trabajan profesionales expertos en el relacionamiento con estas comunidades.

Mencionan que, en los espacios de diálogo regional o local, como los instituidos en el marco de los Planes de Salvaguarda y del programa de Garantía de Derecho para los pueblos y organizaciones indígenas y de las comunidades afrocolombianas, se puede presentar la información del IFN.

- **Unidades Administrativas Especiales:**

- *Parques Nacionales Naturales de Colombia – PNN* administra y maneja el sistema de Parques; reglamenta el uso y funcionamiento de las áreas protegidas que lo conforman, y ejerce como autoridad territorial. Por ello, con esta entidad dentro de su potestad se acuerda que institucionalmente en conjunto con el Ideam a través de oficio se informa y orienta a los territoriales para que desde ahí se coordinen acciones focales de campo, en concordancia con su misión y sobre acuerdos con las comunidades indígenas que habiten territorios que se traslapen con Parques, donde se ubiquen puntos de muestreo. Esta entidad también cuenta con un escenario de diálogo Nacional “*Mesa de Concertación Nacional con comunidades campesinas e instituciones*” en el cual también se puede solicitar, de ser necesario, un espacio de participación para socializar la información del inventario.
- *-Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA*, con esta entidad se gestiona socializar alcances técnicos y avances del IFN; ante la exigencia del Decreto 1655 de 2017 que demanda a esta

autoridad ambiental “en el marco de sus competencias incorporarán progresivamente los lineamientos técnicos y metodológicos del IFN en desarrollo de las acciones que en este campo les corresponda realizar, cuando los objetivos de muestreo coincidan con el alcance del IFN” es importante que los profesionales que evalúan el componente biótico, en particular relacionado con el tema forestal, en las licencias ambientales tengan el conocimiento y dominio que les corresponde para su desempeño.

- **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)**

Específicamente con la *Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales* que tiene que ver con la coordinación en conjunto con el MADR y demás instancias competentes, para la implementación de la política forestal.

Agencia Nacional de Tierras - ANT, entidad adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural que tiene entre sus funciones el ordenamiento social de la propiedad rural en el país por ende constituir legalmente los resguardos y los territorios de los Consejos Comunitarios con quien se ha compartido información en la articulación de funciones institucionales.

- **Departamento para la Prosperidad Social -DPS**

Subdirección General de Programas y Proyectos, que desarrolla programas en la zona urbana y en la rural del territorio nacional, especialmente en municipios afectados por la violencia, en donde probablemente se ubican puntos de muestreo. Por su amplio actuar, es una entidad cuyos funcionarios tienen contacto con potenciales propietarios de predios a visitar con las actividades del IFN, por tanto, también son actores de interés en la medida que pueden facilitar la interlocución con las comunidades allí presentes y con los mismos propietarios.

- **Academia y centros de investigación**

Universidades (Universidad: Nacional; del Tolima; Distrital Francisco José de Caldas; del Cauca; Amazonía), en la esencia de su naturaleza siempre existirá el interés por investigar y participar en el conocimiento; Fundación Natura, ECOFONDO.

- **SENA.**

Esta institución que capacita y forma técnicos y tecnólogos en los diferentes oficios se puede convertir en un muy buen aliado del IFN para propiciar capacidades locales.

- **Entes de control**

Con estas entidades es importante gestionar la socialización con los funcionarios que tienen que ver con el control del tema Ambiental

para presentar la información pertinente al IFN y se les señale la complejidad de los recorridos y de las situaciones que se experimentan en la implementación del IFN.

- Procuraduría; Procuraduría delegada para el Medio Ambiente
- Contraloría: Contraloría Delegada para el Medio Ambiente
- Defensoría del Pueblo: Sección de Derechos Colectivos y del Ambiente
- Comando General de Fuerzas Militares

Para tratar de garantizar la seguridad de los integrantes de las brigadas de campo y evitar demoras en la socialización del IFN, con este actor de interés, se ha informado en el ámbito nacional.

- **Gremios del sector forestal y demás**

A nivel nacional se le invita al lanzamiento de la información sobre los avances del IFN. FEDEMADERAS, ANDI, ACIF, CONIF, CAMACOL, RIA, CONSEA, COIKA y demás existentes.

13.2.2. Estrategia de comunicación en el ámbito regional

La comunicación en este espacio es responsabilidad de los Operadores logísticos y sus brigadas de campo. Se desarrollan especialmente durante la fase de preoperativo de en campo, en razón a que los actores de interés a contactar son conocedores de su territorio y les van a brindar información importante para realizar de la mejor manera el trabajo en la zona o para descartar puntos donde las condiciones son inviables bien sea temporalmente o definitivamente en razón a la causa que lo genera y que es de conocimiento particular o local. No obstante, el Ideam informa a las entidades de este ámbito mediante oficio o correo electrónico institucional previo llegada a la zona de la avanzada de las brigadas.

Los actores claves de este ámbito son:

- **Corporaciones Autónomas Regionales y Corporaciones de Desarrollo Sostenible**

Con estas autoridades ambientales regionales ya se ha propiciado diferentes espacios de socialización donde se presenta el diseño metodológico del Inventario Forestal Nacional y los avances parciales, varios representantes de Corporaciones ya han participado. Actualmente existe interés en capacitar a los funcionarios para implementarlo en su jurisdicción, especialmente para los Planes de ordenamiento forestal de los cuales son responsables y para aportar la información del sector bajo estos lineamientos, de acuerdo a lo que señala el Decreto 1655 de 2017.

Esta comunicación la realiza el Ideam mediante oficio enviado por correo electrónico y en físico al Director de la Corporación, de manera que cuando se presenten la avanzada de las brigadas forestales en sus instalaciones, los expertos en la zona donde se ubique el punto de muestreo, les brinden apoyo en cuanto a precisión de información predial, de condiciones ambientales, sociales y de seguridad, así como los datos de posibles contactos locales y, en caso de ser posible, ser facilitador al acompañar al grupo para contactar a las autoridades locales y a los propietarios de los predios y en la implementación de las labores de campo.

- **Las Mesas Forestales**

Lideradas por el MADS desde la Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, agrupa diferentes actores del sector público y privado y se constituye en un escenario de diálogo y concertación del sector forestal, en lo regional. Quienes la constituyen, participan en calidad de locales que conocen el territorio y las tradicionales de la región, por tanto, pueden ser apoyo para los brigadistas, en la articulación territorial o vincularse a la implementación del IFN.

Este espacio regional se plantea como un articulador de vínculos para diferentes temas por tanto también los puede ser para el IFN. En coordinación con la DBBSE del MADS se le socializa la información pertinente al IFN: antecedentes, objetivos, características, estrategias de implementación en campo (técnico y social), sistematización de datos e información recolectada y los avances; posteriormente, se les sigue informando los avances y la información que esté generando el IFN.

- **Oficinas de Asuntos indígenas**

En estas oficinas se encuentran funcionarios que pueden brindar asesoría y en ocasiones acompañamiento para el acercamiento y/o socialización de la información con las etnias que se tenga que interactuar en las regiones de su jurisdicción.

Una vez, se ubican los puntos de muestreo y se encuentra que se traslapan con territorios legalmente constituidos como resguardos o territorios de los Consejos Comunitarios, en cada una de las regiones del país, la avanzada de la brigada forestal acude a los funcionarios de las Oficinas de Asuntos Indígenas en las Gobernaciones o en los municipios, donde le precisarán la información dada por el Ideam en relación con los territorios colectivos legalmente constituidos y las comunidades que lo habitan.

- **Gobernaciones**

El contacto con estas entidades se realiza a través de las secretarías de Medio Ambiente de las Gobernaciones. Son asesoradas por el Departa-

mento Nacional de Planeación para la ejecución de la política ambiental y en el que se coordina y planea programas de desarrollo con la participación de los diferentes actores sociales del área, son un espacio de gobernabilidad participativo donde se puede socializar el IFN, ya que los integrantes son representantes de diferentes comunidades y sectores públicos y privados, donde se toman decisiones de inversión para lo ambiental, por tanto, se puede facilitar la comprensión de la importancia de implementar actividades del IFN en el territorio de su jurisdicción y destinar recursos para ello.

Existen otras entidades de interés que no se mencionan en este contexto pero son abordadas en el manual de socialización del IFN.

13.3. Material de apoyo

Para divulgar la información del IFN, se contará con el siguiente material de apoyo el cual está pensado a utilizarse en los diferentes niveles de abordaje de la estrategia de comunicaciones

- **Entidades**

Oficio de presentación e información sobre la implementación de las actividades propias del IFN y sobre las instituciones que representan la institucionalidad nacional responsable del inventario en la jurisdicción que es de competencia de cada entidad. (Instituciones, representantes de Consejo Comunitario, organizaciones de la comunidad afrocolombiana regionales) Estará firmado por el Ideam pero la entrega la hace la brigada forestal para mayor celeridad.

- **Propietario(s)**

Oficio de presentación e información sobre la implementación de las actividades propias del IFN que incluye además: solicitud de permiso para el ingreso al predio; referencia a la posterior entrega de un breve informe sobre actividades realizadas y los hallazgos, y sobre la posibilidad de consultar información parcial y final del IFN a través de la página del Ideam y/o solicitándola por escrito. (Propietarios y/o autoridades tradicionales y/o líder o lideresa - Junta Directiva del Consejo Comunitario y/o organización afrodescendiente) Estará firmado por el Ideam.

- **Actores de interés con quienes se interactúe**

Plegable, cartilla-calendario, video y afiche son materiales de difusión del inventario que deben ser entregados especialmente a los actores contactados y demás que en campo se considere importante. (no obstante, este material puede ser objeto de cambios especialmente el material impreso)

- **Para la identificación de los brigadistas**

Carnet, chalecos, cachuchas; utilizar, en lo posible, planchas de imán con la imagen del IFN institucionalizada en los vehículos. Es importante todo el tiempo estar usando los elementos distintivos diseñados para tal fin.

13.4 Mensaje²⁴

La comunicación con todos los actores del IFN deberá fluir sobre la base de una actitud auténtica y con lenguaje claro, preciso, suficiente, pero ante todo con la mayor sencillez posible, de manera que se logre transmitir la importancia y el alcance de la información que genera el Inventario Forestal Nacional.

En cuanto al mensaje es importante señalar que se debe tomar el tiempo necesario para presentar toda la información que requieran los actores con quienes se interlocuta, se puede apoyar en el material elaborado y se debe responder las inquietudes y preguntas atendiendo el interés que el inventario les pueda suscitar, esto en aras de que se precise al máximo la información correspondiente al IFN y que como mínimo transmita información que responda a:

- Qué es el Inventario Forestal Nacional.
- Cuál es la entidad responsable.
- Para qué sirve. (a nivel organización social, apropiación territorial, en el caso de las comunidades afro; municipio, región y nación)
- Cuál es el(os) tiempo(s) de realización. (mencionar el número de días señalando que es promedio y que por tanto puede ser uno o dos día más. Esto en razón a las dificultades que se puedan presentar)
- Cómo se hace. (cuáles son las actividades a realizar, es importante que sea lo más clara y precisa esta información para que se dé menos espacio a incertidumbres del(os) interlocutor(es), el video puede ser de gran ayuda).
- Quiénes están haciendo el trabajo en campo. (Instituto o fundación, en representación del Ideam)
- Porqué se realiza justamente en ese predio. (se precisa que se tendrán en cuenta los sitios sagrados o de su interés particular que puedan tener restricciones para no realizar actividades allí)

- Qué se espera obtener. (especialmente con la toma de muestra -suelo- especialmente)
- Qué información se recoge. (cuál puede ser de interés para el interlocutor y dejar claro que no tiene que ver con otras actividades las cuales seguramente están en el imaginario de la comunidad por experiencias anteriores o las noticias que escuchan en los medios de comunicación)
- Que con estas actividades no se le genera ninguna responsabilidad de cuidar o cambiar la proyección que tenga del área donde se recoge la información para el inventario (es decir, puede seguir realizando las mismas actividades) Excepto en las parcelas permanentes.
- Cómo se accede a la información del Inventario Forestal Nacional.
- Dónde solicitar mayor información.

Es importante que quien transmita la información sobre el IFN tenga claro que este no es otra cosa que una actividad para recoger información, para proveerla a quienes la necesitan como el gobierno nacional, regional, local; que con ella también se puede hacer investigaciones en diferentes áreas del conocimiento, y que posibilita mayor apropiación territorial, por ende, está en pro de la gobernanza misma. Adicional a ello, si conoce de programas relacionados con los bosques es importante que la transmita con claridad y transparencia dejando claro qué entidad es la responsable del mismo y en caso tal dar la información de cómo pueden acceder a más información. Ahora bien, también es posible que no tenga conocimiento de los posibles programas por los que le consulten en ese caso de manera sincera señale que desconoce el tema.

La implementación de la campaña de difusión de la realización de las actividades del IFN puede ser mediante el voz a voz pero también se puede a través de los medios de comunicación locales disponibles tales como:

- Canales de televisión regional(es): video
- Emisoras regionales y locales: cuñas, entrevistas
- Lugares de amplia circulación (alcaldías, personerías) y/o en lo posible en algunas entidades locales: publicación de afiches (por lo menos dos o tres por municipio).
- Entrega de cuadernos, cartilla, calendario y/o plegable a representantes del Consejo Comunitario y/o de la organización afrocolombiana presente, con quienes se interactúe para la socialización y la autorización de ingreso al(os) predio(s).

- Videos de socialización que faciliten la comprensión de las actividades que se van a realizar para el Inventario, por ello se recomienda llevar un computador portátil y se trate de adecuar a las condiciones del escenario de socialización.

13.5. Imagen institucional

Es prioridad para la estrategia de comunicación y todos los efectos del Inventario, la definición de la imagen institucional del mismo. La imagen es la identificación del IFN que le permite posicionarse e inscribirse en las memorias a nivel nacional, regional y local, (ONF ANDINA, 2017). Bajo este contexto en el año 2017, se seleccionó y aprobó por parte de la Dirección General del Ideam la imagen institucional que se presenta en la Figura 36. Si bien y como se ha mencionado anteriormente, la misma está sujeta a ajustes, es la imagen que se ha utilizado durante el desarrollo del proceso de implementación de la línea base del IFN-

Figura 36. Imagen institucional del Inventario Forestal Nacional



El contar con una imagen institucional no sólo es importante para que se identifiquen a primera vista los productos del IFN sino que al ser utilizada sobre el equipamiento de campo contribuye a la seguridad de los técnicos de las brigadas, y permiten crear memoria y reconocimiento del proceso en el terreno.

13.6. Medios de comunicación y elementos divulgativos

Para el desarrollo de la campaña de comunicación del IFN se utilizarán los siguientes medios de divulgación, con sus respectivas formas de comunicación:

Tabla 33. Medios divulgativos y formas de comunicación para el Inventario Forestal Nacional

Medios divulgativos	No.	Elementos o formas de comunicación	Características
Escritos	1	Afiches	Tienen la ventaja de hacer contacto directo con el lector. Es útil en procesos de información y de educación. Es necesario tener en cuenta el lenguaje con enfoque diferencial (regional o étnico) y en relación con los grupos de interés a los cuales se dirijan los mensajes
	2	Agendas	
	3	Artículos en periódicos o revistas	
	4	Calendarios o Almanaque	
	5	Boletín del IFN	
	6	Boletines oficiales	
	7	Cartillas	
	8	Folletos, plegables	
	9	Pendones	
	10	Guías	
	11	Vallas	
Audio	12	Radio	Tienen la ventaja de sensibilizar. Mientras se escucha, se promueve la imaginación de las personas en los hechos o datos que se narran. Pueden generar mayor interés temático. Es necesario tener en cuenta el lenguaje diferencial por grupos de interés
	13	Perifoneo	
	14	Jingles	
	15	Voz a Voz	
Video	16	Pautas en televisión	Tiene la ventaja de generar mayor sensibilización emotiva por el efecto visual. Pueden generar alto interés en pertenencia en el territorio, comunidades, en recursos forestales y ecosistémicos. Es necesario tener en cuenta el lenguaje diferencial por grupos de interés
	17	Pautas en salas de cine	
	18	Cortometrajes	
	19	Entrevistas en programas de interés	
	20	Empresas de transporte (aéreo, terrestre, naviero)	

Fuente: Ideam, ONF Andina, 2017

Es importante que todas las actividades de divulgación que se implementen cuenten con el respaldo de las áreas de comunicaciones de las entidades que apoyan el desarrollo del IFN, como el MADS, el MADR y que pueden coordinar acciones con cadenas nacionales y locales o las emisoras el Ejército o la Policía Nacional que cuentan con cobertura nacional en sus sistemas radiales.

Uno de los espacios más importantes de la estrategia de comunicación corresponde a la fase de comunicación y socialización con comunidades locales. Esta se debe realizar en las regiones donde se van a implementar las actividades de campo del Inventario Forestal Nacional.

El coordinador designado por el operador logístico deberá identificar previamente los tipos de comunidades asentados en la zona de influencia: Indígenas, afrodescendientes, no étnicas (campesinas, colonos, migrantes), u otras que puedan existir a nivel local a fin de

implementar el protocolo apropiado a emplear en la etapa de sensibilización. Una vez identificada la comunidad establecida en el área de trabajo, identifique el o los interlocutores que tengan poder de decisión y conocimiento del área de interés, es decir del municipio y en particular de la vereda y/o corregimiento donde se ubica la unidad de muestreo.

En estas reuniones con la comunidad se debe concertar la información que genera el proyecto y que puede ser de interés para la comunidad, así como acordar el contenido del informe a entregar (Ver manual de socialización del IFN y los formatos correspondientes)

13.6.1. Implementación de la estrategia de comunicación

La estrategia de comunicación debe hacer parte del plan anual operativo del IFN, con su propia programación (plan anual de comunicación) que permita definir de forma coherente con el avance del proceso:

- Cuáles públicos se quieren alcanzar en el año,
- Cuáles son los medios por desplegar,
- Como se organiza la producción y la divulgación de los elementos de comunicación correspondientes,
- Qué presupuesto se requiere para estas actividades,
- Cuáles alianzas se deben generar o fortalecer para lograr el desarrollo de la programación anual.

Este trabajo anual de declinación de la estrategia en actividades concretas, cifradas en tiempo y valor, puede estar a cargo del Ideam, integrando el perfil adecuado en el equipo de trabajo, o puede confiarse a una entidad externa, mediante contratación.



Capítulo 14

USOS POTENCIALES

DE LOS RESULTADOS

Levantamiento de Conglomerados en Sabanas Naturales, Vichada - Jeimmy Avendaño

14. USOS POTENCIALES DE LOS RESULTADOS

El inventario nacional forestal de Colombia se concibe como un proceso multipropósito, cuyos resultados puedan ser útiles a diferentes tipos de actores, contribuyendo a su toma de decisión. Por la concepción del muestreo base del IFN, los datos generados tendrán principalmente valor estadístico a nivel nacional, sin embargo existe la posibilidad de llevar a cabo inventarios regionales que complementen la información de manera homogénea o de usar la información disponible a nivel local como indicativa para variables de interés. Por lo tanto, los objetivos del IFN incluyen brindar información a cuatro tipos de actores, y se detallan a continuación.

14.1. Actores institucionales nacionales y regionales

14.1.1. Presentación de reportes internacionales

El IFN busca consolidar información precisa y constante de utilidad para diferentes reportes internacionales que debe presentar el Gobierno Colombiano, así como para su participación a las negociaciones y trabajos de expertos en diferentes instancias. Entre los espacios internacionales existentes se pueden destacar los que se refieren a los bosques y la madera, al cambio climático y a la conservación de la biodiversidad:

- Foro de Naciones Unidas para el Bosque (UNFF por su sigla en inglés)
- Evaluación de los Recursos Forestales (FRA: forest resource assessment) realizado cada 5 años por la FAO (Organización de Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura)
- Organización internacional de Maderas Tropicales (ITTO por su sigla en inglés):
- Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNCCC por su sigla en inglés)
- Convención de Naciones Unidas sobre Biodiversidad (CBD por su sigla en inglés)
- Convención de Naciones Unidas sobre Desertificación.

Varias variables e indicadores claves en estos espacios, y los informes que consolidan, pueden obtenerse a partir del IFN y del sistema nacional de monitoreo de bosques: superficie total de bosque, nivel de deforestación, degradación del bosque, volúmenes de madera (tropical), diversidad específica, diversidad ecosistémica y estado de los diferentes tipos de bosque, biomasa, contenidos de carbono, etc.

14.1.2. Contabilidad ambiental económica

Como primer uso transversal, el IFN puede aportar elementos que entren en la consolidación de las cuentas nacionales ambientales (Cuenta Satélite Ambiental – CSA y Sistema de Cuentas Nacionales – SCN) cuyo objetivo general es *“medir en unidades físicas y monetarias, de forma sistémica y para cada período contable, la variación de los stocks de los activos ambientales, las interacciones entre el ambiente y la economía, dentro de la economía y de la economía al ambiente. De forma paralela y en coherencia con el Sistema de Cuentas Nacionales, la cuenta satélite mide el esfuerzo de los diferentes sectores económicos para conservar, mitigar o proteger el medio ambiente (DANE, 2012²⁵).*

En particular los resultados obtenidos del IFN, permitirán fortalecer y actualizar la contabilidad física de activos de tierra, bosques y otras tierras boscosas y de los recursos madereros (incluida la cuenta del carbono en ellos) y el segundo, encaminado a mostrar la relación entre el activo recursos madereros y el flujo de productos del bosque. El IFN puede aportar información de calidad (confiabilidad estadística determinada, estabilidad temporal y geográfica de la metodología de medición). La periodicidad de recolección de los datos para la CSA, es anual así como lo es la construcción de la Cuenta Económico Ambiental de Bosques, por lo cual la disposición de información del IFN, en el mismo periodo de análisis garantiza la articulación entre los análisis económicos con los ambientales.

14.1.3. Políticas ambientales y de valoración de recursos naturales

El Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), los Institutos de Investigación nacional, el Ideam, las CAR y CDS, requieren datos estructurales y especializados de los bosques naturales para el desarrollo de planes, programas y proyectos para el manejo sostenible de los bosques, la restauración de los bienes y servicios de los ecosistemas boscosos, la integración de los bosques en las actividades de mitigación y adaptación al cambio climático.

14.1.4. Ordenación forestal

Las autoridades ambientales regionales o urbanas incorporarán los lineamientos técnicos y metodológicos del IFN, en el marco de las acciones que correspondan en la formulación, actualización u homologación de los Planes de Ordenación Forestal, lo cual garantizará la

25 DANE, Ficha metodológica Cuenta Satélite Ambiental, 31-10-2012, 2p

consistencia de la información generada en escala nacional, regional o local, a fin de planificar el manejo y aprovechamiento del recurso forestal.

La ANLA, Parques Nacionales Naturales y los Institutos de Investigación del SINA vinculados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el marco de sus competencias, incorporarán progresivamente los lineamientos técnicos y metodológicos del IFN en desarrollo de las acciones que en este campo les corresponda realizar, siempre y cuando los objetivos de muestreo coincidan con el alcance del IFN.

14.1.5. Cambio climático

Los datos obtenidos de forma rigurosa y homogénea en cuanto a los contenidos en carbono de los diferentes compartimentos del bosque, van a mejorar de forma consecuente las estimaciones nacionales de biomasa – carbono, hoy disponibles, y serán una contribución importante para tener niveles regionales, que a su vez podrán alimentar políticas de valoración económica de este servicio de los bosques, en el marco de la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

14.1.6. Biodiversidad

Los indicadores derivados del IFN y relacionados con Dasometría, estructura ecológica, composición florística, diversidad biológica, entre otros, disponibles van a reforzar el conocimiento sobre la biodiversidad Colombiana, lo que podrá estar valorado en las estrategias de conservación y restauración de ecosistemas estratégicos.

Para el tema de la *deforestación*, el Ideam ha construido una herramienta de monitoreo de los cambios del uso del suelo, de “bosque” a “no bosque”, que está reconocida y marca referencia a nivel nacional como para los reportes del país a nivel internacional. El uso de la información provista por sensores remotos es sin duda la metodología más eficiente para este tipo de monitoreo. El IFN no pretende reemplazar esta herramienta sino complementarla, brindando información a nivel de parcelas para poder entender mejor el impacto de estos cambios de uso en la composición florística, la estructura de la vegetación y los aspectos de carbono relacionados.

14.1.7. Análisis regionales

Sería importante generalizar la adaptación del IFN a escala regional para articular mejor el inventario con el Plan de Ordenación Forestal, un instrumento clave para el recurso forestal, también definido nacionalmente, y que se desarrolla a través de las jurisdicciones de cada una

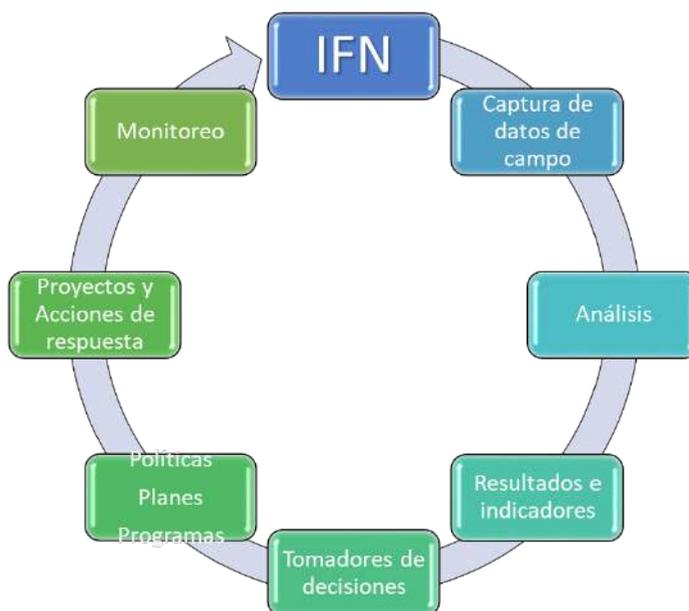
de las Corporaciones que está obligada a formularlo y adoptarlo. Desde este análisis se propone que la gobernanza y la implementación del inventario estén asociadas a la gobernanza de la ordenación forestal, pues en este proceso de línea base, zonificación y definición de usos es desde donde se recogen los diferentes significados del bosque y de su interacción con las decisiones económicas y de ocupación de los territorios en los cuales están insertos.

Al ser confiable a escala de jurisdicción de cada Corporación, la información del inventario tendría la posibilidad de ser expandida en sus análisis a otros temas de decisión territorial en un supuesto multipropósito: nodos de cambio climático, subregionalización REDD, regionalización del Plan Nacional de Desarrollo y otros espacios pertinentes.

14.1.8. Evaluación y mejoramiento de políticas y programas de acción

Los resultados más interesantes del Inventario Forestal Nacional serán los generados a largo plazo, con el monitoreo continuo de las unidades de muestreo y el reemplazamiento parcial y progresivo de estas, ampliando la cobertura del inventario a nivel regional. Este proceso permitirá evaluar las reducciones o aumentos en las variables de impacto identificadas a lo largo del tiempo, y relacionar estas evoluciones con el impacto real de las acciones, políticas y estrategias tomadas a partir de la información.

Figura 37. Relación entre la información del Inventario Forestal Nacional, las políticas y acciones públicas



Fuente: Adaptado de Ideam, ONFA, 2017

14.2. Actores de la investigación y académicos

El IFN aportará datos primarios que podrán alimentar procesos de investigación a diferentes escalas: desde estudios de química molecular o genética a enfoques ecosistémicos, sobre especies, grupos de especies, suelos, estrato forestal etc. El IFN contribuye directamente y de manera significativa al conocimiento de la inmensa biodiversidad de la flora colombiana.

A parte de los datos propios del IFN, las campañas de recolección de la información en campo aportan una oportunidad para que científicos apoyen sus protocolos sobre el diseño de los conglomerados y sus sub-parcelas, de manera a poder movilizar variables que aclaren el contexto de sus propias observaciones sobre otros componentes (fauna por ejemplo). Además pueden aprovechar la logística implementada por el IFN para facilitar su propio trabajo (instalación de las parcelas entre otras cosas).

La participación de los Institutos de investigación, IIAP, SINCHI, Von Humboldt, y de Universidades en la implementación del IFN facilita la valoración de los resultados del inventario en estudios científicos, publicaciones y programas de formación académica de distintos niveles.

14.3. Sector forestal privado

Por su escala, el IFN no pretende aportar información que se pueda traducir inmediatamente en planes de negocio para el sector forestal. Los volúmenes de madera, el censo de las especies presentes, las cantidades de carbono almacenado, más bien se leerán como indicadores del potencial productivo de los diferentes tipos de bosques, según las regiones. Sus informaciones podrán utilizarse como una primera orientación para desarrollar estudios más locales, en miras de caracterizar la capacidad real de producción de un bosque determinado, sea en términos de productos maderables, no maderables o de servicios ecosistémicos.

Las observaciones de perturbaciones debidas a un uso antrópico del bosque también serán un indicador interesante de la importancia de estos recursos en las economías locales que podrá alimentar el posicionamiento del sector forestal a nivel regional.

Adicionalmente, el IFN dará una referencia sólida en términos de lista de especies forestales presentes en cada región, lo que es un aporte valioso para la realización de inventarios más locales, dado la gran diversidad específica y la dificultad de identificación que esto puede representar para quien realiza inventarios destinados a planes de manejo forestal, en particular.

En cuanto al bosque plantado, que representa la mayor parte de la producción de madera legal en el país, el IFN no se constituye en una herramienta de gestión o planificación práctica, por el peso de sus procedimientos en comparación con los que usan generalmente los propietarios para manejar sus plantaciones.

14.4. Sociedad civil

Parece de suma importancia que el IFN sea apropiado por la sociedad civil, que sus resultados se conozcan más allá de los sectores institucionales y académicos. En primer lugar, la información generada tiene que ser restituida a los dueños de los bosques, que sean comunidades o individuales. De forma similar al sector privado, ellos podrán usar la información más como un indicador de las características de sus bosques que como una descripción precisa de ellos, por el tema de la escala y de la validez estadística. Esta información, si bien no será suficiente, podrá contribuir a la definición de una lógica de uso y/o conservación de estos recursos.

En segundo lugar, y a nivel nacional, organizaciones de la sociedad civil podrán usar esta información para alimentar sus actividades militantes, por ejemplo argumentos a favor de la conservación de los bosques, o de algunas especies específicas.

Finalmente, la información estará a disposición de los medios de comunicación para consolidar su entendimiento de los bosques y de la contribución de los ecosistemas forestales en temas ambientales, sociales y económicos, y así mejorar la difusión de información al público en general.



Capítulo 15 PRODUCTOS Y SERVICIOS

Colecta Botánica - Región Pacífica - Archivo Fotográfico IIAP IFN

15. PRODUCTOS Y SERVICIOS

El portafolio de servicios es resultante de las salidas de información del Inventario. Una vez capturados y almacenados los datos, se realiza la conversión e integración a los sistemas de información forestal SNIF y ambientales del país, generando los productos tangibles del proceso. Los servicios ofrecidos a través del portafolio, son la llave entre el Inventario y los usuarios.

Figura 38. Adaptación de Marco Conceptual del SIAC. Aplicación del enfoque ecosistémico en la lógica de los procesos del Inventario Forestal Nacional.



Fuente: Ideam, ONFA, 2017

15.1. Dinámica temporal

Las salidas de información dependen del volumen de información recolectada y de la intensidad de muestreo, por lo cual se irán robusteciendo espacial y temporalmente los productos y servicios ofrecidos a los usuarios de la información del IFN, como se puede apreciar en la Figura 39.

Figura 39. Evolución del proceso del Inventario Forestal Nacional en escala temporal y espacial



Fuente: Ideam, ONFA, 2017

A corto plazo, el IFN ofrecerá la línea base a escala nacional del estado de los bosques naturales. A mediano plazo, el análisis de estos datos ofrecerá información sobre los efectos de las dinámicas naturales, el cambio climático y la deforestación, por medio de explotación de los datos, mapas y reportes.

A largo plazo, con el monitoreo de las parcelas estables, el IFN arrojará información comparable en tiempos y regiones, que podrá integrarse con la información del SNIF, el SIA y el SNIE para avanzar de los resultados iniciales de la línea base, hacia un proceso comparativo de mediciones en diferentes tiempos con el reemplazamiento parcial de las unidades de medición.

15.2. Productos y servicios del portafolio

Se utiliza como ordenador lógico el enfoque ecosistémico del Sistema de Información Ambiental colombiano -SIA, para agrupar de manera general toda la información que eventualmente se encontraría gracias al IFN.

Se identifican tres categorías de temas principales en la información del inventario (Tabla 34.) que son Estado, Vulnerabilidad, Uso y aprovechamiento. Juntos, buscan un objetivo común de sostenibilidad y conservación de los servicios ecosistémicos para el mejoramiento del bienestar de las comunidades.

Tabla 34. Categorías de temas principales identificados en la información generada por el Inventario Forestal Nacional.

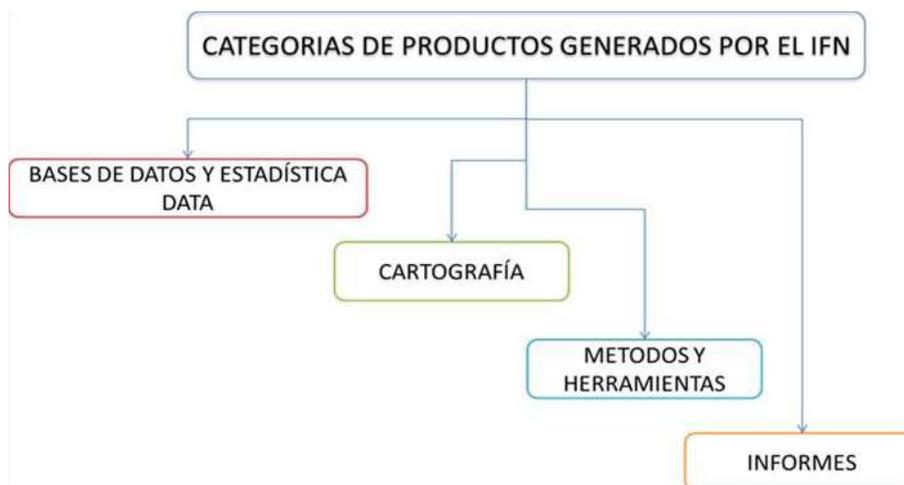
Categoría de información	Uso de los datos	Variables medidas
ESTADO	Conocimiento e información P.ej. Consolidación de los inventarios de biodiversidad (información complementaria), Estado y conservación, Modelos de crecimiento, etc.	Estructura y composición: número de individuos, distribución diamétrica, diámetro promedio cuadrático, distribución alturas, altura de los árboles dominantes, área basal, abundancia relativa de especies, dominancia relativa de especies, frecuencia relativa de especies, índice de valor de importancia (IVI) e índice de valor de importancia ampliado (IVI-A) Diversidad de especies: riqueza de especies, coeficiente de mezcla, diversidad alfa, diversidad beta, diversidad gamma Cambios: mortalidad y crecimiento
VULNERABILIDAD	Restauración y Preservación P. ej. Priorizar áreas de conservación y ordenamiento territorial.	Porcentaje de especies amenazadas
USO Y APROVECHAMIENTO	Uso sostenible P. ej.: Datos y herramientas para hacer posible el mejoramiento del bienestar de las comunidades con base en el uso del recurso forestal de sus territorios	Volumen: volumen total y volumen comercial. Biomasa y Carbono: biomasa aérea, carbono aéreo, carbono árboles muertos en pie, carbono detritos de madera y carbono orgánico suelos. Productos no maderables: especies presentes, abundancia

Fuente: Ideam, ONFA, 2017

El portafolio presenta el uso de esta información asociada al IFN, para transformar todos los potenciales de conocimiento, procesos, prototipos y modelos en productos concretos que puedan ser de interés para actores y usuarios de la información. Como se ilustra en la Figura 40, se pueden identificar 4 grandes categorías de productos y servicios:

- Datos, bases de datos, estadísticas
- Mapas, elementos cartográficos y análisis correspondientes,
- Métodos y herramientas de trabajo (modelos estadísticos, procedimientos de campo, capacitación técnica, programa de aseguramiento de calidad, proceso de monitoreo y evaluación)
- Informes, generales o específicos.

Figura 40. Categorías de potenciales productos del Inventario Forestal Nacional.



Fuente: Ideam, ONFA, 2017

La Figura 41 muestra la relación entre los grupos de variables y los productos que se pueden elaborar a partir de ellos, indicando adicionalmente las categorías de servicios a las cuales aportará.

Figura 41. Ejemplo de las categorías de productos y servicios durante el monitoreo del Inventario Forestal Nacional y su relación con la sostenibilidad de los bosques y el financiamiento



Fuente: Ideam, ONFA, 2017

Tanto los productos como los servicios se pueden dividir entre los que van a ser de producción “permanente”, es decir que se generarán como parte integrada a la implementación regular del IFN, para una difusión al público en general, de los que se elaborarán “sobre medida”, es decir para responder a solicitudes específicas de entidades públicas o privadas que requieran de unos análisis adicionales a los que se hagan para los informes anuales sobre el IFN.

15.3. Productos y servicios permanentes

Los **productos permanentes** corresponden a la información que se presenta anualmente por el Ideam, que valora esencialmente las variables y los indicadores priorizados, así como al conjunto metodológico que constituye el IFN (modelo estadístico, procedimientos de implantación y medición de parcelas, sistema de aseguramiento de la calidad). Incluyen adicionalmente los datos sin procesar (con los niveles de precisión determinados por la política sobre seguridad de la información).

Los **servicios permanentes** corresponden a la capacitación de los equipos que participan en el levantamiento de las parcelas, así como a todas las actividades de comunicación sobre el IFN y su resultado, inscritas en el plan anual de comunicación (Capítulo 13).

15.4. Productos y servicios específicos

A partir de la información colectada, y eventualmente de otros datos que hagan parte del SIA y de la información generada por el Ideam, se pueden realizar múltiples análisis o pre-selecciones acordes a necesidades específicas de entidades públicas o privadas. Por ejemplo, se podría concebir productos que crucen la información del IFN con otros datos generados por el Ideam, como datos meteorológicos. También se podrán contemplar actividades de capacitación, diseño de plan de muestreo a diferentes escalas, apoyo a la estructuración e interpretación de datos, control de calidad, etc. El desarrollo de estos productos y servicios requerirá de estudios específicos sobre sus aspectos legales, de administración en las cuentas y dentro de los procesos del Ideam, de organización del personal y de seguridad de los datos.

Dependiendo del carácter de la solicitud, de la cantidad de trabajo adicional requerido, el equipo del IFN podrá estar en capacidad de integrar estos encargos a su labor habitual, o se deberán considerar como proyectos adicionales con su propia financiación. La Tabla 35 muestra ejemplos de productos y servicios específicos que podría elaborar el IFN, así como los tipos de usuarios y modalidades posibles de financiación.

Tabla 35. Ejemplos de posibles productos y servicios específicos del Inventario Forestal Nacional

Tipo de producto / servicio	Descripción producto / servicio	Usuarios	Modalidad de financiación
Apoyo metodológico	Diseño de inventarios locales: densidad de muestreo, capacitación sobre procedimientos del IFN	CAR/CDS, Entidades territoriales, dueños de bosques Empresas con Licencias Ambientales	Convenios Contratos
Referencias técnicas	Listas regionales de especies forestales, que puedan ser enriquecidas con elementos como abundancia relativa, asociaciones frecuentes de especies, etc.	CAR/CDS, Entidades territoriales, dueños de bosques	Convenios Contratos
Referencias técnicas	Conocimiento sobre aspectos fenológicos, composición y funcionalidad que aporten a estrategias de conservación o restauración	CAR/CDS, Entidades territoriales, dueños de bosques	Convenios Contratos
Seguimiento y control de los efectos del cambio climático	Detección temprana de las áreas más vulnerables al cambio de temperatura global a través de variables del estado del bosque y climáticas	Gobierno nacional, Entidades territoriales	Convenios
Seguimiento y control de la lucha contra el cambio climático	Consolidación técnica de la medición de la deforestación o de las cantidades de carbono almacenadas en un bosque específico	Gobierno nacional, Entidades territoriales, Promotores proyectos REDD	

Fuente: Ideam, ONFA, 2017

En la Tabla 36 se presentan productos que se obtendrán cuando esté disponible la totalidad de la línea base y durante la fase de monitoreo del IFN (Tabla 37). En ambos casos, hay productos permanentes (a escala nacional) que pueden considerarse específicos cuando se cambia de escala territorial. Algunos productos que requieren de un análisis avanzado, por ejemplo, la caracterización de los servicios ambientales (de provisión, regulación y soporte) o culturales que brindan los bosques se consideran como específicos, independientemente de la escala en la cual se realizan, por lo que no corresponden.

Tabla 36. Productos del Inventario Forestal Nacional que se podrán obtener una vez la línea base esté completa

CATEGORÍA DE INFORMACIÓN	CATEGORÍA DE INFORMACIÓN	PRODUCTO	CATEGORÍAS DE PRODUCTOS / SERVICIOS	Permanente / Específico
ESTRUCTURA y ESTADO:	Datos e información sobre cantidad y tipo de especies. Número de individuos, Riqueza de especies, Área basal, Biodiversidad Arbórea	Registros de especies y nuevos registros de especies por región, consolidar los inventarios de biodiversidad.	Datos, BDD, estadísticas, descripción botánica	Permanente a nivel nacional / Específico para extracciones locales
		Mapas de distribución de especies, de niveles de diversidad específica	Cartografía	
		Procedimientos de levantamiento	Métodos	
		Presentación de la estructura y del estado de los bosques	Informes	
VULNERABILIDAD:	Datos e información sobre cantidad y tipo de especies. Número de individuos, Riqueza de especies, Área basal, Biodiversidad Arbórea, vulnerabilidad arbórea	Estado de vulnerabilidad de las especies encontradas por Categorías según Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Datos, BDD, estadísticas	Permanente a nivel nacional / Específico para extracciones locales
			Cartografía	
			Informes	
USO Y APROVECHAMIENTO:	Categorías de uso de las especies encontradas	Servicios ambientales forestales por región en Provisión, Regulación, Soporte, Culturales	Datos, BDD, estadísticas	Específico
			Cartografía	
			Informes	

CATEGORÍA DE INFORMACIÓN	CATEGORÍA DE INFORMACIÓN	PRODUCTO	CATEGORÍAS DE PRODUCTOS / SERVICIOS	Permanente / Específico
USO Y APROVECHAMIENTO:	Estimación del volumen total de madera en pie por grupos de especies principales y por tipo de bosque y región. Total, y comercial	Estimación cuentas ambientales. Información para el uso comercial del recurso forestal	Datos, BDD, estadísticas	Permanente a nivel nacional / Específico para extracciones locales
			Cartografía	
			Informes	
	Almacenamiento de carbono. Estimación de la biomasa aérea. Detritos de madera y en suelos	Estimación de la capacidad de almacenamiento de carbono de los Bosques Naturales	Datos, BDD, estadísticas	Permanente a nivel nacional / Específico para extracciones locales
Cartografía				
Informes				
Métodos			Permanente	

Fuente: Ideam, ONFA, 2017

Tabla 37. Productos del Inventario Forestal Nacional que se podrán obtener en la etapa de monitoreo

CATEGORÍA DE INFORMACIÓN	CATEGORÍA DE INFORMACIÓN	PRODUCTO	CATEGORÍAS DE PRODUCTOS / SERVICIOS	Permanente / Específico
ESTRUCTURA Y ESTADO:	Bases de Datos sobre cantidad y tipo de especies. Número de individuos, Riqueza de especies, Área basal, Biodiversidad Arbórea	Registros de especies y nuevos registros de especies por región, consolidar los inventarios de biodiversidad. Datos, BDD, estadísticas, descripción botánica	Datos, BDD, estadísticas, descripción botánica	Permanente a nivel nacional / Específico para niveles locales
		Mapas de distribución de especies, de niveles de diversidad específica	Cartografía	
		Crecimiento de las especies, dinámicas de crecimiento reclutamiento y mortalidad	Modelos	
		Presentación de la estructura y del estado de los bosques	Informes	
VULNERABILIDAD:	Bases de datos, y herramientas en cuanto a vulnerabilidad arbórea	Estado de vulnerabilidad de las especies encontradas por Categorías según Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Datos, BDD, estadísticas	Permanente a nivel nacional / Específico para análisis locales
			Cartografía	
			Informes	

CATEGORÍA DE INFORMACIÓN	CATEGORÍA DE INFORMACIÓN	PRODUCTO	CATEGORÍAS DE PRODUCTOS / SERVICIOS	Permanente / Específico
USO Y APROVECHA MIENTO:	Categorías de uso de las especies encontradas	Servicios ambientales forestales por región en Provisión, Regulación, Soporte, Culturales	Datos, BDD, estadísticas	Específico
			Cartografía	
			Informes	
	Estimación del volumen total de madera en pie por grupos de especies principales y por tipo de bosque y región. Total, y comercial	Estado productivo de los bosques, dinámicas de crecimiento, reclutamiento y mortalidad, para generar planes de acción realizar proyección en volumen de biomasa, volúmenes de madera potencial maderable y no maderable	Datos, BDD, estadísticas	Permanente a nivel nacional / Específico para extracciones locales
			Cartografía	
			Informes	
	Almacenamiento de carbono. Estimación de la biomasa aérea. Detritos de madera y en suelos	Generar informes de país sobre cantidad de CO2 capturado por los bosques naturales del país, con el fin de negociar a nivel internacional. Saber hasta qué compromisos adquiere Colombia con la conservación de este servicio planetario	Datos, BDD, estadísticas	Permanente a nivel nacional / Específico para extracciones locales
			Cartografía	
			Informes	
Métodos			Permanente	

Fuente: Ideam, ONFA, 2017



Capítulo 16 EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO CONTINUO

Captura del POM - Región Pacífica - Archivo Fotográfico IIAP IFN

16. EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO CONTINUO

A lo largo de la implementación de cualquier proyecto se presentan retos ya sea desde el punto de vista técnico, operativo o económico que retrasan el logro de los objetivos inicialmente propuestos, o los imposibilita de tal manera que impiden su cumplimiento. Estas dificultades se pueden manifestar desde la formulación misma del proyecto, durante su ejecución o incluso en las etapas finales de su implementación y acarrear consigo la reformulación o el replanteamiento mismo del diseño, su alcance hasta las metas propuestas.

El Inventario Forestal Nacional como un proyecto de dimensiones nacionales, no es ajeno a esta dinámica y por tanto debe estar sujeto a un proceso de evaluación y mejora continua que le permita evolucionar y renovarse de forma constante. Este proceso debe evitar cuestionar elementos fundamentales del diseño del IFN para no poner en riesgo la validez de sus resultados. En especial, a menos de encontrar un error conceptual mayor o una imposibilidad física total, se debe descartar la opción de eliminar variables incluidas en la línea base o modificar las metodologías establecidas para su recolección (Ideam, ONFA, 2017).

Para lograr la implementación de la mejora continua en un proyecto, es necesario desarrollar ciclos de evaluación en cada fase, que permitan de manera periódica, identificar el avance de un proceso, lo cual no significa, que si no se logra por ejemplo la consecución de un determinado objetivo, esto suponga el fin de proceso, sino más bien un desafío para implementar acciones de mejora que permitan a largo plazo su consecución.

Como lo plantea ONF ANDINA, para el caso del IFN, *“la evaluación se organizará en función de las actividades específicas del IFN, y de los procesos organizacionales que se establecieron para su implementación. Así se evaluarán elementos de gobernanza, de gestión administrativa y financiera, de gestión operacional, de gestión de datos, de socialización y comunicación. La evaluación abarcará la acción de las entidades claves en la implementación del IFN, en particular Ministerio de Ambiente, Ideam e Institutos de investigación”.*

Para esto, se debe elaborar una serie de indicadores, por cada grupo de actividades, que servirán de referencia para caracterizar los resultados obtenidos, tanto cualitativa como cuantitativamente. Así se estimará el nivel de cumplimiento con las actividades y los resultados previstos, se caracterizarán y explicarán los posibles desfases que se encuentren (cadenas causa/efecto), así como los resultados no esperados que se presenten”.

De otro lado y atendiendo a lo establecido en el decreto 1655 de 2017, donde se define el IFN como *“...la operación estadística que, mediante*

procesos, metodologías, protocolos y herramientas, realiza el acopio, almacenamiento, análisis y difusión de datos cuantitativos y cualitativos que permiten conocer el estado actual y composición de los bosques del país y sus cambios en el tiempo..." y atendiendo a que el Instituto hace parte del Sistema Estadístico Nacional - SEN, en donde se señala que se debe documentar y generar información en concordancia con los lineamientos establecidos por DANE-SEN, con el fin de asegurar que la información generada por esta operación estadística sea considerada como una estadística oficial, es necesario dar cumplimiento a los mandatos legales derivados de la Ley 1753 de 2015 y sus decretos reglamentarios, en especial la norma técnica **NTC PE 1000**.

Es importante resaltar que con la implementación de un sistema de gestión como la norma técnica NTC PE 1000, se asegura que todas las actividades que se lleven a cabo en este proceso, se realizarán de una manera homogénea, aplicando los principios de confidencialidad y anonimización de información para brindar a los usuarios información oportuna y altamente confiable.

Bajo estas consideraciones y en atención a que el IFN debe atender las directrices señaladas en el documento "Lineamientos para documentar la metodología de operaciones estadísticas, censos y encuestas por muestreo"²⁶, en su versión vigente, se convierte este en un instrumento más para la evaluación del IFN, al asegurar que el proceso estadístico cumpla con los requisitos establecidos en la norma técnica NTC PE 1000, así como con los lineamientos establecidos en el Sistema de Gestión Integrado del Ideam

Todas las evaluaciones que se realicen en el marco del IFN, deben revisar el contexto global de operación frente a la situación que se analizó al momento del diseño del IFN, y en este sentido deberán medir la influencia que pueden haber tenido los cambios de contexto sobre el desarrollo del Inventario.

Finalmente, la evaluación resultará en una apreciación global sobre la implementación y la gestión del proyecto, y eventualmente en la formulación de recomendaciones para ajustar el plan de implementación del IFN en sus diferentes componentes, y así asegurar el mejoramiento del proceso.

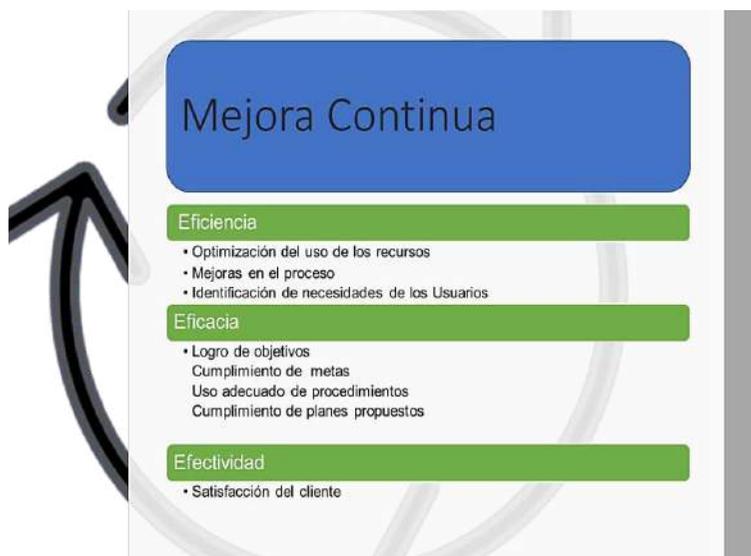
Atendiendo a lo anterior, el mecanismo propuesto para la evaluación del IFN, se tomará del documento Plan de Implementación del IFN, ONF ANDINA, 2017, por ser este una propuesta integral de evaluación de su avance e incluye:

26 DANE, 2020. Lineamientos para el proceso estadístico en el sistema estadístico nacional, versión 2.0. Departamento Estadístico Nacional de Estadística - DANE. Bogotá D.E., 85 pág.

- **Evaluaciones anuales sistemáticas**

Reportadas en el informe anual de gestión presentado al Comité directivo. Estas evaluaciones incluirán elementos cuantitativos que deben mantenerse de un año a otro para permitir una interpretación de tendencias y comparaciones entre años. También integrarán elementos cualitativos, en particular sobre el funcionamiento efectivo de las instancias de gobernanza y el nivel de utilización de los datos del Inventario. Estas evaluaciones serán realizadas por el Ideam.

Figura 42. Mecanismo de evaluación y mejoramiento anual del Inventario Forestal Nacional



Fuente: Los autores, con base en (Ideam, ONFA, 2017)

Para ello en la evaluación anual se podrán emplear los siguientes indicadores de seguimiento:

- 1) % avance anual de levantamiento de conglomerados a nivel nacional

$$\% \text{ avance} = y * 100/x$$

donde:

y = ejecutado anual

x = programado anual

- 2) % avance anual de levantamiento de conglomerados a nivel regional

$$\% \text{ avance por region} = y * 100/x$$

donde:

y = ejecutado anual por región

x = programado anual por región

3) % acumulado de avance de levantamiento de conglomerados

$$\% \text{ avance acumulado }_n = \sum (\% \text{ año }_1 + \dots \% \text{ año }_n) / n$$

donde:

n = número de años del inventario

4) % acumulado de avance de levantamiento de conglomerados por región

$$\% \text{ avance por región acumulado }_n = \sum (\% \text{ año }_1 + \dots \% \text{ año }_n) / n$$

donde:

n = número de años del inventario

5) Avance ejecución presupuestal a nivel nacional

$$\% \text{ avance} = y * 100/x$$

donde:

y = valor ejecutado anual

x = valor programado anual

6) % avance ejecución presupuestal a nivel regional

$$\% \text{ ejecucion recursos por region} = y * 100/x$$

donde:

y = valor ejecutado anual por región

x = valor programado anual por región

- **Evaluaciones quinquenales**

Cubrirán la totalidad de los enfoques anteriormente expuestos y estarán realizadas por una tercera parte, independiente, para permitir una mirada objetiva y facilitar la identificación de los logros como de los puntos a reforzar o ajustar. Estas evaluaciones deberán involucrar a las instancias de gobernanza del IFN, en particular al Comité Científico y a las mesas forestales, en miras de establecer como los diferentes actores consideran la aceptación y la utilidad del IFN.

Estas evaluaciones serán insumos determinantes para el mejoramiento continuo de los procesos de implementación del IFN. Adicionalmente,

las instancias de gobernanza del Inventario harán aportes para complementar o ajustar su diseño, sus procedimientos de difusión y comunicación de resultados, sus estrategias de socialización. En especial, el Comité científico está a cargo de realizar un seguimiento (benchmarking) a nivel nacional e internacional de las investigaciones, publicaciones, experiencias que puedan aportar nuevos elementos metodológicos, técnicos u organizativos que fortalezcan el Inventario. Esta retroalimentación a partir de experiencias comparables también se podrá dar a través de la participación de profesionales asociados al IFN en eventos científicos o técnicos organizados a diferentes escalas.

Cualquier modificación que se haga en el diseño del IFN o sus modalidades de implementación a raíz del proceso de evaluación, o de solicitudes de las instancias de gobernanza, debe ser claramente documentado. En la medida que estos cambios deben ser avalados por el Comité directivo, les deberá corresponder un acta de este comité, que especifique las razones del cambio, y de qué proceso de evaluación resulta, de ser el caso.

Otro elemento importante es socializar los resultados de las evaluaciones y las recomendaciones que de allí nacieron. Esto no significa que los informes de evaluación tendrán que ser públicos, pero que dentro de los diferentes instrumentos de comunicación sobre los resultados anuales del IFN este aspecto debe ser integrado.



Bibliografía

Río Claro, Antioquia - Andrés Rodríguez Toro

Bibliografía

- Balesdent, J., & Mariotti, A. (1996). Measurement of soil organic matter turnover using ^{13}C natural abundance. En T. W. Boutton & S. I. Yamasaki (ed.). *Mass Spectrometry of Soils*, pp. 83-111. Nueva York: Marcel-Dekker.
- Barbosa, P., Herrera, F., Goeking, S., Nieto, V., Peña, M., & Ortiz, S. (2014). *Manual de Control de Calidad del Inventario Forestal Nacional (IFN)*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). 40 pp.
- Bautista, L. (1998). Diseños de muestreo estadístico. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Matemáticas y estadística. Unidad de Extensión y Asesoría. Bogotá, Colombia. 180 pp.
- Benessalah, D. (ed.) (1988). *Manual on Mapping and Inventory of Mangroves*. Roma: FAO. 123 pp.
- Bernal, R., Gradstein, S. R. & Celis, M. (ed.) (2015). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Boon, D. (1966). Forest Inventory. Delft, Holanda. ITC. 54 pp.
- Brown, J. K., & Roussopoulos, P. J. (1974). Eliminating biases in the planar intersect method for estimating volumes of small fuels. *Forest Science*, 20 (4): 350-356.
- Capachero, C. A. (2018). Estructura del marco geoestadístico del Inventario Forestal Nacional. Informe técnico. Bogotá: Ideam.
- Carvajal, F., Posada, F., Molina, L., Delgado, A., Acero, E., Araújo, O. y otros (1979). Proyecto Radargramétrico del Amazonas, 1978. Sociedad Geográfica de Colombia (PRORADAM). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, S. L., Swenson, N. G., & Zanne, A. E. (2009). Towards a Worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, 12: 351-366.
- Chave, J. *et al.* (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20: 3177-3190.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2006). COLOMBIA - Censo del Arbolado Urbano. Bogotá, D. C. - CAU 2005-2007.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018). Documentacion_DANE_20180911.docx. Documento preliminar para la certificación estadística del DANE.

- Ellert, B. H., & Bettany, J. R. (1995). Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. *Canadian Journal of Soil Science*, 75 (4): 529-538.
- Ester, M., Kriegel, H. P., Sander, J., & Xu, X. (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. En Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. Portland: AAAI Press, pp. 226-231.
- Ferreira, O. (2008). Manual de Inventarios Forestales. *Metodología de Oscar Ferreira*. Recuperado de: http://infoambiental.org/jdownloads/Presentaciones/Manual_de_inventarios_forestales_Oscar_Ferreira_2008_27_p.pdf
- Fieller, E. C. (1954). Some Problems in Interval Estimation. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 16 (2): 175-185.
- Frey, R. (1967). Forest Inventory Manual. Techniques and Procedures for Colombia. Interamerican Geodetic Survey. Bogotá: IGAC.
- FRIED_Colombia_2015-02-06.xlsm. Hoja de cálculo con la implementación de las ecuaciones empleadas en la selección del diseño del Inventario Forestal Nacional.
- Gentry, A. (1989). Diversidad florística y fitogeografía de la Amazonia. En Memorias del Simposio Internacional: investigación y manejo de la Amazonia. Bogotá: Inderena, pp. 65-70.
- Gómez Torres, M. (2003). *Política fiscal para la gestión ambiental en Colombia*. Serie Medio Ambiente y Desarrollo, p. 107. Santiago de Chile: Cepal.
- Gutiérrez Rojas, H. A. (2009). Estrategias de muestreo. Diseño de encuestas y estimación de parámetros. Bogotá: Ediciones de la U.
- Hansen, M. C. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342 (6160): 850-853. DOI: 10.1126/science.1244693
- Harvey, C., Dickson, B., Kormos, C. (2010). Opportunities for achieving biodiversity conservation through REDD.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-Ideam & Departamento Nacional de Estadística (2009). *Diseño del marco conceptual y metodológico del Inventario Forestal Nacional*. Bogotá: Ideam-Dane. 146 pp.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2014). Documentación Ideam: Documento_creacion_marco_IFN.pdf.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Office National des Forêts-ONFAndina- 2017. Propuesta del Plan de Implementación del Inventario Forestal Nacional (IFN) para Colombia. (Documento inédito).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC) (2017-2018). *Boletín de detección temprana de deforestación* (AT-D). Bogotá: Ideam.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2018). Manual de campo Inventario Forestal Nacional. Bogotá, Colombia. 160 pp.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2018). Niveles de Referencia Forestal. Documentacion_NREF_20181022.docx.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2019). *Manual de control de calidad del Inventario Forestal Nacional (IFN)*. Bogotá: Ideam. 40 pp.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2019). *Proporción de la superficie cubierta por bosque natural en el territorio continental e insular*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Grupo de Bosques. Proyecto Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC).

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi) (2000). *Plantas útiles de la Amazonia colombiana -Departamento del Amazonas: perspectivas de los productos forestales no maderables*. Bogotá: Sinchi. 133 pp.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2005). *Métodos para estudios ecológicos a largo plazo. Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia*. Bogotá: Instituto Humboldt. 309 pp.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 1984. Estudio Dendrológico de Colombia. Bogotá, Colombia.

James, R., & Roy, H. (1987). *Introducción a la Topografía*. Serie Schaum (Edición en español: Libros McGraw-Hill de México, S.A. de C.V.).

Navarrete, D., Sitch, S., Aragão, L. E. O. C., & Pedroni, L. (2016). Conversion from forests to pastures in the Colombian Amazon leads to contrasting soil carbon dynamics depending on land management practices. *Global Change Biology*, 22 (10): 3503-3517. Doi: 10.1111/gcb.13266

Navarrete, D., Sitch, S., Aragão, L. E. O. C., & Pedroni, L. (2016). Conversion from forests to pastures in the Colombian Amazon leads to differences in dead wood dynamics depending on land management practices. *Journal of Environmental Management*, 171: 42-51. Doi: 10.1016/j.jenvman.2016.01.037

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1980). *Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento*, vol. 1. Estimación del volumen. Estudio FAO: Montes, Roma: FAO. 92 pp.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1961-1964). *Inventario Forestal Nacional de México*. Roma: FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1974). *Manual de inventario forestal con especial referencia a los bosques mixtos tropicales*. Roma: FAO, 195 pp.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2004). Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales. Términos y definiciones. Roma: FAO. 36 pp.

Pajarito, D. (2014). Proceso de creación del marco geoestadístico del Inventario Forestal Nacional. Documento técnico. Bogotá: Ideam.

Programa ONU-REDD (2014). El sendero hacia REDD+: El apoyo del Programa ONU-REDD a la preparación para REDD+, 2008-2013. Ginebra: El Programa ONU-REDD.

Réjou-Méchain, M., Tanguy, A., Pioniot, C., Chave, J., & Hérault, B. (2017). Biomass: an r package for estimating above-ground biomass and its uncertainty in tropical forests. *Methods in Ecology and Evolution*, 8 (9): 1163-1167.

Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal Computational and Applied Mathematics*, 20: 53-65.

Särndal, C. E., Swensson, B., & Wretman, J. (2003). *Model assisted survey sampling*. Springer Science & Business Media.

Scott, C. T. (1993). *Optimal design of a plot cluster for monitoring*. Ponencia. Londres: Universidad de Greenwich, pp. 233-242 [Publicación que soporta las fórmulas empleadas en la selección de la configuración de los conglomerados del Inventario Forestal Nacional].

Scott, C. T. (2018). Estimation Using Ratio-to-Size Estimator Across Strata and Subpopulations [Reporte inédito distribuido por el autor].

Silva, L. J. *et al.* (1978). Memoria del mapa preliminar de bosques del centro y norte del Chocó y Urabá. Proyecto de investigación y desarrollo Industrial forestal. INDERENA, PNUD, CONIF.

Suárez, A. (1984). Mapa de bosques de Colombia: memoria explicativa. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF). 206 páginas. 24 planchas. Escala: 1:500.000

Taxonomic Name Resolution Service (2018). iPlant Collaborative. Versión 4.0. <http://tnrs.iplantcollaborative.org>

The International Plant Names Index-Ipni- (2018). <http://www.ipni.org> [accesado el 1 de diciembre de 2018].

Tiepolo, G., Calmon, M., Rocha Feretti, A. (2002). Measuring and monitoring carbon stocks at the Guaraqueçaba climate action project, Paraná, Brazil. Extension Serie 153 (pp. 98-115). Taiwan Forestry Research Institute.

Tropicos.org (2018). Missouri Botanical Garden, St. Louis. <http://www.tropicos.org>

Van Wagner, C. E. (1968). The line intersect method in forest fuel sampling. *Forest Science*, 14 (1): 20-26. <https://doi.org/10.1093/forestscience/14.1.20>

Westfall, J. A. (2015). Selection of forest inventory cycle length based on growth rate and measurement variability. *Forest Science*, 61 (1): 17-24. <https://doi.org/10.5849/forsci.13-202>

Wirshing, J. R., & Wirshing, R. H. (1987). *Introducción a la topografía: teoría y 375 problemas resueltos*. Serie Schaum. México: McGraw-Hill.

Yepes, A. P., Navarrete, D. A., Duque, A. J., Phillips, J. F., Cabrera, K. R., Álvarez, E., García, M. C., & Ordóñez, M. F. (2011). *Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa-carbono en Colombia*. Bogotá: Ideam.



Parque Regional Ucumarí, Risaralda - Andrés Rodríguez Toro

