

# COORDINACIÓN GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA DEL NIVEL DE REFERENCIA

Tercer Informe de Consultoría N° 016-2018-REDD



**Ing. German Obando Vargas**

**Marzo 2019**

## Coordinación general de implementación de plan de mejora de Nivel de Referencia (HWP, Incendios Forestales, Fertilización Plantaciones Forestales, Manejo de Bosque Natural).

**Ing. German Obando Vargas**

*Tercer Informe de Consultoría N° 016-2018-REDD*

### Introducción

A continuación, se presenta el tercer informe de la Consultoría N° 016-2018-REDD, desarrollado entre Diciembre y febrero 2019. Mediante esta consultoría se coordinó y brindó apoyo técnico a la Secretaría REDD+ de Costa Rica para el cumplimiento de las condiciones de efectividad del Acuerdo de Compra de Reducción de Emisiones (ERPA) y completar la implementación adecuada de las mejoras planteadas al Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF), en la última versión del Documento de Programa de Reducción de Emisiones de Costa Rica (ER-PD), presentada al Fondo de Carbono del Banco Mundial.

Durante la misión de debida diligencia del Programa de Reducción de Emisiones realizada por el Banco Mundial (19-21 marzo 2018), se revisó el avance y se ajustó la hoja ruta en las actividades necesarias para la actualización del NREF con los resultados del cálculo del NR de degradación. La hoja de ruta actualizada se presenta en la Tabla 1. Cabe resaltar que las consultorías E1, E2, E3 y E5 han sido concluidas satisfactoriamente. Asimismo, Wincrock International (WI) ha concluido satisfactoriamente el análisis de incertidumbre (tarea 4.4), el ajuste de los NR de Deforestación y Degradación Forestal (tareas 4.5, 4.6 y 4.7), y la entrega del ER-PD revisado (tarea 4.8).

A continuación se hace entrega de los productos solicitados en los términos de referencia correspondientes al tercer informe de consultoría:

- i. Bitácora de seguimiento y evaluación de productos de consultorías E4, E5, E7, E8 y E9.
- ii. Metodología de Interpretación visual de puntos para la estimación de las áreas de cambio de uso y cobertura de la tierra en Costa Rica. A solicitud del comité supervisor de la Secretaría REDD+, se entrega este producto en sustitución del *"Informe de resultados detección de directa de cambio mediante clasificación supervisada 2013-2015 utilizando Google Earth Engine"*.

Tabla 1: Hoja de ruta del FRL actualizada (3/22/2018)

n	Actividades	Entrega	Observaciones
1	<b>Estimación de la relación densidad de copas / stock de carbono (E2).</b>	entregado	
1.1	<i>Escanear 205 fotografías aéreas a una resolución de 1200 dpi para completar las 1400 fotografías requeridas específicamente para estimar el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF).</i>	entregado	
1.2	<i>Realizar la georeferenciación de 1400 fotografías aéreas de la misión TERRA-97 de un total de 1 855 fotos existentes con la información disponible sobre los puntos de control registrados.</i>	entregado	
1.3	<i>Estimar la relación de cobertura de copa-biomasa, medida en las parcelas establecidas en el Inventario Nacional Forestal 2014-2015 y otras fuentes disponibles tales como la Red de Parcelas Permanentes del Universidad Nacional, de FUNDECOR y de CODEFORSA.</i>	entregado	Considerando 795 observaciones de biomasa en parcelas permanentes, solamente para 138 fue posible evaluar cobertura. De estas solamente 15 obs tuvieron valores de cobertura de dosel entre 65 y 95%. Finalmente se obtuvo una regresión con una pendiente similar al modelo de pérdida de biomasa utilizado por CDI para estimar las emisiones por degradación ( <a href="#">ver hoja Excel con resultados</a> )
2	<b>Evaluación visual multitemporal del uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y cobertura de la tierra en 5.083 puntos en zona A, sección Norte del País y en 5.083 puntos en zona B, sección Sur del país, identificados como Bosque maduro, bosque secundario y no bosque (E1) (Análisis malla SIMOCUTE).</b>	Entregado	
2.2	<i>(ii) Estimar el cambio en el porcentaje de cobertura de copas en bosques maduro, para los periodos 1998-2011, 2012-2016.</i>	entregado	
2.3	<i>(iii) Estimar el área de plantaciones forestales incluida en la categoría de bosques secundarios del mapa de cobertura del suelo 2013 (MCS11_13).</i>	entregado	El área de plantaciones, resultado del análisis visual, es pequeña a nivel nacional (70,000 ha aprox.) en comparación con el área de bosques secundarios. Considerando la intensidad actual de muestreo de SIMOCUTE (3 km) unido a la falta de datos históricos impide la preparación de una línea base fiable. En el mismo sentido el análisis realizado en E3, con visita de campo de 1850 puntos para separar las Plantaciones Forestales del Bosque Secundario se encuentra finalizado. Se recomienda, dada la baja representatividad del área de plantaciones respecto al área de bosques secundarios, no realizar su separación en términos de AD, y considerar EFs ponderados por superficie.

n	Actividades	Entrega	Observaciones
3	Visita de campo de 617 puntos para separar las Plantaciones Forestales del Bosque Secundario, en la zona A, que corresponde a la Región Caribe Norte, Zona Norte y Valle Central, y 617 en la zona B, que corresponde a la Región Pacífico Norte y Pacífico Central, y 618 en la zona C, que corresponde a la Región Pacífico Central y Zona Sur, que fueron identificados como bosque secundario y plantaciones forestales mediante sensores remotos.	entregado	
3.1	<i>(i) Verificar la condición en el campo (uso y cobertura del suelo actual) de los puntos que fueron identificados como bosque secundario mediante sensores remotos en la serie histórica del uso del suelo de la Secretaría REDD+.</i>	entregado	
3.2	<i>(ii) Evaluar mediante el establecimiento de parcelas (temporales, circulares radio 10 m), la densidad (número de árboles, altura dominante, DAP, área basal y cobertura de dosel) de los sitios correspondientes a la ubicación de los puntos que actualmente tienen cobertura forestal (5% verificadas).</i>	entregado	
4	<b>Acompañamiento técnico y científico a la Secretaría REDD+, para dar cumplimiento a las observaciones de resolución CFM/14/2016/2 (E0)</b>	<b>Concluido</b>	
4.1	Actualización FEs con los datos del IFN, revisión y validación	concluida	
4.2	Estimación de la relación cobertura de dosel-biomasa, revisión y validación	concluida	A partir de los datos de la actividad E2 (iii)
4.3	Estimación de FEs de los bosques deforestados, revisión y validación	concluida	A partir de los datos de la actividad E1 (ii). Se mide la cobertura de copas de las áreas deforestadas y se calculan los FEs utilizando el modelo lineal cobertura de dosel - biomasa
4.4	Análisis de incertidumbre de degradación forestal Olofsson (2014), revisión y validación	concluido	A partir de los datos de la actividad E1 (ii)
4.5	Estimación de NR Degradación, revisión y validación	concluido	Enfoque: Estimación mediante el proxy de densidad de copas. Estimación NR degradación: Se asume una relación lineal de 0 a 100% de biomasa, directamente proporcional a la densidad de copas, utilizando como densidad de carbono en ocupación total la estimada en el IFN para cada una de las zonas de vida (Bosques muy húmedos y pluviales, Bosque húmedos, Bosques Secos, Yolillales y Manglares). Las mejoras de carbono en los bosques que permanecen como bosques se estiman y trasladan al nivel de referencia de ganancias.

n	Actividades	Entrega	Observaciones
4.6	Estimación de NR Deforestación, revisión y validación	concluido	Revisión del NR deforestación: Se asume que la densidad de carbono de los bosques deforestados sería la correspondiente a la densidad de copa promedio de las áreas deforestadas, promediado por zona de vida.
4.7	Estimación de NREF con su incertidumbre	concluido	
4.8	Actualización del ERPD	concluido	Se considera la actualización de las secciones relacionadas con el FRL y el Sistema MRV.
5	Validación del ERPD por parte del TAP	30/09/2018	<p><b>ERPD aprobado por el TAP 23 de febrero 2019.</b> The TAP assessment of Costa Rica's revised ERPD has been finalized. From this assessment, indicators pertaining the condition set in Resolution CFM/14/2016/2 have been addressed. Indicators 3.3, 15.1 and 21,1 were changed from NO to YES. FMT have also created PDFs for track change and clean versions of the revised ERPD. FMT will plan to post these on the FCPF website early next week and inform CFPs of the revised ERPD and TAP assessment.</p>

# Evaluación y seguimiento de productos de las Consultorías E5, E7, E8 y E9

Ing. German Obando Vargas

Tercer Informe de Consultoría N° 008-2017-REDD

<b>EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE PRODUCTOS DE LAS CONSULTORÍAS E5, E7, E8 Y E9</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE PRODUCTOS CONSULTORÍA E5: ESTUDIO DE PARCELAS TEMPORALES PARA ESTIMAR EL STOCK DE CARBONO EN BOSQUES INTACTOS, DEGRADADOS Y ALTAMENTE DEGRADADOS EN ZONAS A Y B</b>	<b>2</b>
DETERMINACIÓN DE PUNTOS A VISITAR	2
PRIMERA ENTREGA DE PARCELAS:	3
VISITAS DE CONTROL DE CAMPO DE LAS PARCELAS:	3
REVISIÓN FORMATO DE BASE DE BASE DE DATOS E INFORME FINAL:	3
SEGUNDA ENTREGA DE PARCELAS	4
ENTREGA BASE DE DATOS E INFORME FINAL:	5
<b>BITÁCORA E5</b>	<b>6</b>
<b>EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO CONSULTORÍA E7: RESTIMACIÓN DE DATOS DE ACTIVIDAD PARA EL PERIODO DE REFERENCIA DEL ERP D DE COSTA RICA PERIODO 1998 AL 2011 MEDIANTE EVALUACIÓN VISUAL MULTITEMPORAL</b>	<b>9</b>
<b>BITÁCORA E7</b>	<b>9</b>
<b>EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CONSULTORÍA E8: APOYO AL SISTEMA NACIONAL DE CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y ECOSISTEMAS (SIMOCUTE): ELABORACIÓN DE MAPA DE USO DEL SUELO 2018.</b>	<b>12</b>
REVISIÓN DE TÉRMINOS DE REFERENCIA:	12
RESULTADOS PRELIMINARES:	12
<b>BITÁCORA E8</b>	<b>13</b>
<b>ANEXO 1:</b>	<b>15</b>

## Introducción

En el presente informe se consignan los aspectos más relevantes del seguimiento y coordinación del desarrollo de los productos de las consultorías: E4 (Contribución a la mejora del Nivel de Referencia mediante el establecimiento de dispositivos temporales de monitoreo forestal en bosques secundarios), E5 (Estudio de parcelas temporales para estimar el stock de carbono en bosques intactos, degradados y altamente degradados en zonas A y B), E7 (Restimación de datos de actividad para el periodo de referencia del ERP D de Costa Rica periodo 1998 al 2011 mediante Evaluación Visual Multitemporal), E8 (Elaboración de mapa de uso del suelo 2018) y E9 (Desarrollo de Nivel de Referencia de productos de madera recolectada), desarrolladas para la mejora de los niveles de referencia de Plantaciones Forestales, Bosque Secundario, Manejo de Bosque Natural y Degradación Forestal, así como la inclusión de los ajustes correspondientes en la siguiente actualización del ER-PD de Costa Rica.. Cabe resaltar que la consultoría E4 está en proceso de contratación y no ha iniciado actividades.

## Evaluación y seguimiento de productos consultoría E5: Estudio de parcelas temporales para estimar el stock de carbono en bosques intactos, degradados y altamente degradados en zonas A y B

Las consultoría E5 forma parte de un conjunto de estudios necesarios para mejorar el Nivel de Referencia, según la Sección 8.8.1 del ER-PD versión 3. Esta consultoría genera los insumos requeridos para la estimación del modelo de predicción biomasa / cobertura de copa, necesario para el ajuste del nivel de referencia de Degradación. Dichas consultorías están a cargo de profesionales técnicos de la Secretaría REDD+ de Costa Rica y el consultor coordinador general que brinda apoyo técnico para la implementación adecuada de las mejoras planteadas al Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF).

**Objetivo de la consultoría E5:** Establecimiento de 100 parcelas temporales para estimar el carbono arriba del suelo en bosques intactos, degradados y altamente degradados en la zona A (ver Tabla 1).

### Objetivos específicos

- i. Estimar la biomasa arriba del suelo de los árboles con dap mayor a 10 centímetros (dap=diámetro a la altura del pecho) en bosques maduros intactos (100-80% cobertura de copas), bosques maduros degradados (80-50% de cobertura de copas) y bosques maduros muy degradados (30-50% de cobertura de copas), ubicados en las zonas de vida Bosques húmedos y pluviales, Bosques húmedos, Bosques Secos y en los ecosistemas Manglar y Bosques de Palmas.
- ii. Evaluar el porcentaje actual de cobertura de copas (2017-2018), mediante una evaluación visual de 2200 puntos de la malla de SIMOCUTE, sobre la categoría de bosques que permanecen como bosques, para seleccionar los puntos y distribuir las parcelas de muestreo según el grado de degradación (intacto, degradado y muy degradado). La evaluación de la cobertura de copas se debe ser realizada mediante la herramienta Collect Earth (Online y Desktop).
- iii. Construir una base de datos de cobertura de copas y biomasa arriba del suelo (dap>10 cm) por parcela temporal.

### Determinación de puntos a visitar

Los consultores seleccionaron los puntos a visitar para el montaje de las 100 parcelas temporales distribuidas por categorías de cobertura de copa y tipo de bosque de acuerdo a la Tabla 1, utilizando como insumo la evaluación de cobertura de copa, realizada sobre la malla sistemática de 10,166 puntos, generada en la consultoría E1 (Evaluación visual multitemporal de uso del suelo, cambio de uso del suelo y cobertura).

Considerando que los cambios en la cobertura de copa, evaluadas en la consultoría E1, se pueden clasificar en cuatro tipos de degradación: 1. Degradación en borde de bosque, 2. Degradación por eliminación de árboles aislados, 3. Degradación por eliminación de árboles en bloques de bosque y 4. Degradación por eliminación de árboles en zonas de protección; se solicitó a los consultores evitar seleccionar puntos de muestro en sitios con degradación en bordes de bosques (Tipos 1 y 4). Asimismo, se solicitó que la ubicación de la parcela refleje claramente la categoría de cobertura de copa correspondiente.

Dado que los consultores no tuvieron que realizar la evaluación de cobertura de copas de los puntos en bosque maduro (aproximadamente 4400 puntos), se solicitó la evaluación del tipo y la causa de la degradación para dichos puntos.

En el primer ejercicio de distribución de parcelas se identificaron las siguientes categorías sin suficientes puntos para muestreo: i. Bosque Seco 20-40%, ii. Manglar 20-49% y 50-80% y Bosque de palma 20-49% y 50-80%. Para completar la muestra de parcelas en estas categorías se indicó a los consultores utilizar la malla intensificada (nivel 2) de SIMOCUTE. Para estos nuevos puntos los consultores debieron estimar la cobertura de copas mediante Collect Earth Online y asignar la categoría y tipo de degradación, en la base de datos.

Tabla 1: Esquema de distribución de parcelas por estrato y % de cobertura forestal

Tipo de bosque	% Cobertura de Copas			Total
	80-100%	50-80%	20-50%	
Bosques húmedos 15 parcelas	5	5	5	15
Bosques muy húmedos y pluviales 40 parcelas <sup>1</sup>	10	15	15	40
Bosque seco 15 parcelas	5	5	5	15
Manglares 15 parcelas	5	5	5	15
Bosque de palmas 15 parcelas	5	5	5	15
TOTAL	30	35	35	100

#### Primera entrega de parcelas:

Los consultores realizaron la primera entrega de 44 parcelas. Con respecto a la base de datos general (E5\_BD\_General), se solicitó a los consultores asegurarse que todos los puntos sobre bosque maduro, utilizados de la base de datos de E1, tengan consignada la categoría y tipo de degradación (1,2,3 y 4). Asimismo, indentificar los puntos de malla intensificada, incluyendo la indicación de Zona de vida (según MTB de Serie Histórica de Agresta), la evaluación de cobertura (Arbol+Palma), el Nivel\_confianza, el Tipo\_img, Fuente\_img, Mes\_img y Año\_img. Con respecto a la información dasométrica (E5\_infoParcelas), se solicitó la revisión de datos faltantes de diámetro y altura, así como la existencia de árboles con dap menores a 10 cm y mayores a 300 cm. La información fue finalmente corregida y entregada. Los archivos revisados E5\_BD\_General y E5\_infoParcelas, pueden accederse en los siguientes vínculos:

E5\_BD\_General: [https://www.dropbox.com/s/73ciuidxemm2m7b/E5\\_BD-General%20%281%29.xlsx?dl=0](https://www.dropbox.com/s/73ciuidxemm2m7b/E5_BD-General%20%281%29.xlsx?dl=0)

E5\_infoParcelas: [https://www.dropbox.com/s/swyr531pc8annbj/E5\\_InfoParcelas.xlsx?dl=0](https://www.dropbox.com/s/swyr531pc8annbj/E5_InfoParcelas.xlsx?dl=0)

Es importante señalar que por error involuntario de los consultores se establecen 4 parcelas en exceso en bosque seco. Se discutió la situación en la Secretaría REDD+ y se acuerda reducir el número de parcelas en bosques muy húmedos y pluviales en 4 parcelas para mantener el total inicial de parcelas a establecer. La categoría bosque húmedos y pluviales tenía asignadas 40 parcelas, con este acuerdo se reducen a 36. No se espera que esto afecte la construcción del modelo de estimación biomasa-cobertura de copa.

#### Visitas de control de campo de las parcelas:

La Secretaría REDD+ en conjunto con el coordinador general, seleccionaron aleatoriamente 5% de las parcelas para verificación en el campo. Los consultores realizaron las coordinaciones correspondientes para acompañar al personal técnico de FONAFIFO en la visita de control. Las parcelas seleccionadas y los formularios de campo se incluyen en el Anexo 1 del presente informe.

#### Revisión formato de base de base de datos e informe final:

Se solicita a los consultores utilizar el mismo formato, nomenclatura y nombre de variables de la base de datos UMP (dap>10 cm) del Inventario Nacional Forestal<sup>2</sup>. Así mismo se solicita incluir una hoja con descripción de variables indicando razón de las que quedan vacías. Se compartió ejemplo de descripción de variables del INF<sup>3</sup>.

El informe final debe contener al menos los siguientes apartados:

1. Resumen-introducción
2. Metodología
  - 2.1 Selección de parcelas
  - 2.2 Establecimiento de parcelas (protocolo INF)

<sup>1</sup> Se ubican mas parcelas en bosque húmedo dado que existe más área de bosque en esta zona de vida.

<sup>2</sup> BD COSTA RICA FASE II\_1-2014 20170322.xlsx  
[https://www.dropbox.com/s/wvixf3cakjomxgg/BD%20COSTA%20RICA%20FASE%20II\\_1-2014%2020170322.xlsx?dl=0](https://www.dropbox.com/s/wvixf3cakjomxgg/BD%20COSTA%20RICA%20FASE%20II_1-2014%2020170322.xlsx?dl=0)

<sup>3</sup> BD\_EstimacionIFNCostaRica\_CoordXY.xlsx  
[https://www.dropbox.com/s/7r8au32ltebelho/BD\\_EstimacionIFNCostaRica\\_CoordXY.xlsx?dl=0](https://www.dropbox.com/s/7r8au32ltebelho/BD_EstimacionIFNCostaRica_CoordXY.xlsx?dl=0)



- 2.3 Variables y procedimiento (protocolo INF)
- 2.4 Calculo de Biomasa.
- 3. Resultados
  - 3.1 Base de datos (formato INF).
  - 3.2 Cuadro parcelas por categoría de degradación
  - 3.3 Mapa de ubicación de parcelas
  - 3.4 Cuadro con biomasa por parcela
- 4. Conclusiones y recomendaciones

#### Segunda entrega de parcelas

Los consultores entregaron una base de datos e informe final consolidado de la Consultoría E5. Por lo tanto las observaciones consignadas a continuación se hicieron para ambos colegas. Se incluye la hoja excel Biomasa.xlsx<sup>4</sup> con la cual se ha realizado un análisis preliminar de la relación Cobertura / Biomasa que puede servir de insumo para la revisión de los datos solicitada a los consultores.

Se recomienda realizar Incluir en la hoja "Data" de la base de datos E5\_BD UMP-UMS.xlsx, las siguientes variables: Cobertura %; Clase cobertura; Tipo de degradación; Tipo de bosque; AB (Área Basal); Vol (Volumen); Biomasa; Carbono; CO2 (Dioxido carbono). Asimismo se solicita aplicar factor de corrección a biomasa de palmas de yolillo (se puede usar relación metro estero / madera solida en leña).

Por otra parte, en las siguientes parcelas la relación % Cobertura / Biomasa es muy distinta a la del resto de la población (tipo de bosque). Se solicitó a revisión de errores en la asignación del % Cobertura asignado y la revisión de datos mal digitados de diámetro, altura o GE (gravedad específica), que pueden estar afectando la biomasa de la parcela. Las parcelas a revisar son las siguientes:

#### Tipo de bosque: Manglar

PARCELA	DATA.ARBOL+PALMA_2016	BIOMASA AGB_CHAVE ET AL
5243	94.00	73.10
18481	96.00	97.61
312	44.90	222.56
9784	96.00	138.21
19205	96.00	141.70

#### Tipo de bosque: Bosque Húmedo y Pluvial

PARCELA	DATA.ARBOL+PALMA_2016	BIOMASA AGB_CHAVE ET AL
4667	29.69	214.27
21509	48.98	225.58
1553	76.00	252.63
3038	48.98	3.21
20017	98.00	41.23
17868	76.00	319.25
10328	96.00	316.91
1186	40.00	151.03

#### Tipo de bosque: Bosque de Palmas

PARCELA	DATA.ARBOL+PALMA_2016	BIOMASA AGB_CHAVE ET AL
12200	71.43	59.57
295	57.14	39.24
6931	69.39	312.86

#### Tipo de bosque: Bosque Húmedo

PARCELA	DATA.ARBOL+PALMA_2016	BIOMASA AGB_CHAVE ET AL
16856	94.00	585.86
4562	70.00	16.88

<sup>4</sup>Hoja Excel Biomasa.xlsx

<https://www.dropbox.com/s/aoyr94hum5148fh/Biomasa.xlsx?dl=0>

4071	48.00	163.61
------	-------	--------

Tipo de bosque: Bosque Seco

PARCELA	DATA.ARBOL+PALMA_2016	BIOMASA AGB_CHAVE ET AL
17599	46.94	153.47
11832	36.73	201.99
15770	92.00	19.92
3876	94.00	27.73
17646	44.90	71.03

Entrega base de datos e informe final:

Se revisó la base de datos corregida de los consultores y se comprobó que los ajustes solicitados fueron debidamente realizados. En hoja electronica Biomasa2.xlsx se consigna la información utilizada en la revision<sup>5</sup>. Una copia de los informes finales y base de datos pueden accederse en los siguientes vinculos:

Zona A:

<https://www.dropbox.com/s/kqynje2ya00ef18/Producto%203.%20Informe%20Final-Parcelas%20temporales%20para%20estimar%20carbono%20en%20bosques%20en%20zona%20A-111218.pdf?dl=0>

Zona B:

[https://www.dropbox.com/s/0c9s1f786ghalc4/Informe%20Final-Parcelas%20temporales%20para%20estimar%20carbono%20en%20bosques%20en%20zona%20B\\_11Nov2018%20%282%29.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/0c9s1f786ghalc4/Informe%20Final-Parcelas%20temporales%20para%20estimar%20carbono%20en%20bosques%20en%20zona%20B_11Nov2018%20%282%29.pdf?dl=0)

Base de datos E5\_BD UMP-UMS (1).xlsx:

[https://www.dropbox.com/s/57vlt0bli2x7c4c/E5\\_BD%20UMP-UMS%20%281%29.xlsx?dl=0](https://www.dropbox.com/s/57vlt0bli2x7c4c/E5_BD%20UMP-UMS%20%281%29.xlsx?dl=0)

---

<sup>5</sup> Biomasa2.xlsx

<https://www.dropbox.com/s/hadx6isockko1vs/Biomasa2.xlsx?dl=0>

## Bitácora E5

Tabla 2: Registro de observaciones, recomendaciones y acuerdos tomados en la evaluación de productos de la Consultoría E5: Estudio de parcelas temporales para estimar el stock de carbono en bosques intactos, degradados y altamente degradados en zonas A y B

Fecha	Acuerdos
<b>26-07</b>	<b>Revisión de TdR</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Numero de parcelas<ul style="list-style-type: none"><li>○ El número de parcelas es de 100, 50 por consultoría. Se revisará que el contrato indique 50, y se anota en la bitácora la consulta y aclaración.</li></ul></li><li>• Aplicación de Collect Earth Desktop (CED)<ul style="list-style-type: none"><li>○ La Secretaría entregará el formulario y archivo de trabajo de Collect Earth, adicionalmente se entregará el archivo shape de la malla de evaluación de CE Desktop, con la zona de vida-tipo de bosque incluida, para que puedan consultar manualmente en QGis otras fuentes de imágenes en alta resolución.</li><li>○ El formulario CED registrará la cobertura de copas a nivel de parcela, fuente y fecha de la imagen. Cualquier información adicional que se requiera incluir por parte de los consultores será indicada en el plan de trabajo.</li><li>○ La Secretaria hará una inducción en el uso de CED.</li></ul></li><li>• Numero de puntos por zona<ul style="list-style-type: none"><li>○ En el archivo de CED que entregará la Secretaria se definirán los puntos a evaluar por cada consultor.</li></ul></li><li>• Número de parcelas por tipo de bosque.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Se espera que la tabla de distribución de parcelas por tipo de bosque se cumpla.</li></ul></li><li>• Instalación de la parcela<ul style="list-style-type: none"><li>○ tubo: 50 cm arriba el suelo, color gris.</li><li>○ reglas de desplazamiento de las parcelas: Esto debe ser lo mínimo posible, si se debe hacer un desplazamiento se podría hacer en el sentido norte-sur. Para los casos en donde esto suceda, la medición de cobertura de dosel debe ser medida nuevamente para la parcela re-ubicada. Hay que tener cuidado de mantener la parcela en el estrato de cobertura correspondiente.</li><li>○ Identificación de bejucos y lianas: Revisar lo indicado en el Manual del Inventario Forestal Nacional. En caso de no haber indicaciones al respecto, en reunión de comité se establecerá la regla correspondiente.</li></ul></li><li>• Cálculos de biomasa:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Revisar lo indicado en el Manual del Inventario Forestal Nacional y las memorias de cálculo del INF disponibles en el SIREFOR.</li></ul></li><li>• Visitas de supervisión<ul style="list-style-type: none"><li>○ En los TdR se indica la revisión del 5% de las parcelas, se acuerda con los consultores revisar un total 10 parcelas (10%), 5 por cada consultor. La Secretaría iniciará el proceso de revisión con la entrega del 50% de las parcelas.</li></ul></li><li>• Revisión de productos por parte del comité evaluador<ul style="list-style-type: none"><li>○ La SeREDD realizará la revisión lo más expeditamente posible cumpliendo los plazos del plan del trabajo, para no atrasar los desembolsos.</li></ul></li><li>• Gafetes:<ul style="list-style-type: none"><li>○ La Secretaría preparará gafetes para el carro y el personal</li></ul></li><li>• Informe de avance mensual<ul style="list-style-type: none"><li>○ No es un informe de análisis es una entrega de datos y formularios.</li></ul></li><li>• Días hábiles y naturales del cronograma<ul style="list-style-type: none"><li>○ Los días hábiles se refiere a la entrega del plan de trabajo, el resto de los productos se refieren a días naturales. El plan de trabajo se entrega el cronograma con las fechas de revisiones de productos a seguir en la consultoría.</li></ul></li></ul>
<b>03-08</b>	<b>Revisión de puntos degradados para selección de fincas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• La SeREDD brindará el archivo Tarea 2, E1, para realizar la selección de los puntos para instalar las parcelas de inventario. Se enviará una versión que incluya la zona de vida y la zona de trabajo.</li></ul>

- Los consultores evaluarán todos los puntos y los clasificarán de acuerdo al caso de degradación: i. borde, ii. arboles aislados, iii. en bloque, iv. en zonas de protección, y v. otros no antrópicos (deslizamientos). Esta tarea sustituye al análisis en CED solicitados en los TDR (Tarea 2)

#### **16-08 Reunión de seguimiento**

- Se aprueba el plan de trabajo, solamente se solicitan cambios de forma estipulados en el pdf adjunto.
- Trabajo coordinado entre contratistas, de tal forma que se presenta el primer paquete de parcelas en cantidad, pero no necesariamente por zona. Esto para compartir costos de dendrólogo y usar el mismo dendrólogo para todas las parcelas. Asimismo, la zona A no tiene mangle y la B no tiene yolillal.
- Bajar de 25 parcelas a 20 parcelas la primera entrega.
- Realizar la evaluación de parcelas luego de la primera entrega y no después de la entrega final.
- Pasar a la mayor brevedad, a la SeREDD el listado de puntos de parcelas a establecer en ASP y PSA, para solicitar los permisos correspondientes.
- Presentar al comité los puntos seleccionados para el montaje de las parcelas (por lo menos del primer paquete) Fecha Lunes 3 de Setiembre 7:00 am.
- Enviar archivo de parcelas IFN y hoja con ecuaciones de biomasa de E2.
- Lista oficial de códigos de identificación de especies.

#### **05-09 Revisión de selección de puntos de muestreo**

- Uniformizar criterios para selección sitios
  1. Evitar ubicar parcelas en condición de degradación de borde
  2. La parcela refleje la categoría de cobertura
- Revisión de primera de puntos seleccionados
  1. Las categorías que no tienen todos los puntos para muestreo son:
    1. Bosque Seco 20-40%
    2. Manglar 20-49% y 50-80% (en esta ultima faltan dos registros)
    3. Bosque de palma 20-49% y 50-80%
    4. Para estos casos los consultores utilizarán la malla intensificada para escoger los puntos de muestreo faltantes asignando la clase y tipo de degradación.
  2. Los consultores enviarán una lista unificada que completa la tabla de asignación de parcelas de los TDR, con capturas de pantalla de los puntos seleccionados.

#### **12-10 Reunión de seguimiento**

- Incluir la causa de la degradación en observaciones para las parcelas faltantes
- Informe:
  1. Base de datos evaluación visual: se entrega en formato E3\_BD\_General.xlsx nombrada como E5\_BD\_General.xlsx
  2. Resumen Tabla 1 (parcelas por tipo de bosque)
  3. Base de resumen por parcela de datos dasométrica y datos geoespaciales: Utilizar formato de la base de datos del inventario E3\_InfoParcelas.xlsx, nombrada como E5\_InfoParcelas.xlsx.
  4. Base de datos a nivel de árbol se entrega en formato del inventario Forestal. La hoja del IFN será provista por la Secretaria.
  5. Contenido del informe:
    1. Avance y limitaciones en el desarrollo de la consultoría.
    2. Introducción explicativa de la entrega de los productos en cada una de las bases de datos electrónicas.
- Código nuevas especies:
  1. Crear el código para la especie nueva respetando la lógica de códigos del IFN.
- Parcelas en exceso de bosque seco
  1. Se establecen 4 parcelas en exceso en bosque seco, se acuerda reducir el numero de parcelas en bosques muy húmedos y pluviales en 4 parcelas para mantener el total inicial de parcelas a establecer.
- Visita de revisión de puntos en campo:
  1. Revisar total de parcelas a visitar
  2. Definir fecha lo antes posible.

#### **21-10 Revisión de Primer entrega de parcelas**

- E5\_BD\_General
  - Debe contener todos los puntos bosque donde Ortiz evaluó degradación en cada zona (A y B)
  - Incluir el tipo de degradación (1,2,3 y 4).

- Indicar los puntos de malla intensificada, indicar el Zona de vida (MTB), evaluación de cobertura (Arbol+Palma), Nivel\_confianza, Tipo\_img, Fuente\_img, Mes\_img y Año\_img.
- E5\_infoParcelas
  - Revisar datos faltantes de diámetro y altura
  - Revisar datos de diámetro menor a 10 cm y mayores a 300

#### **07-11 Revisión entrega de correcciones**

- ausencia de altura árbol 6931
- Indicar cuales son macollas de yolillo
- incluir el nombre científico para todos los arboles
- Incluir la clave de códigos y nombres científicos utilizada
- actualizar Descripción de Variable

#### **16-11 Revisión formato base de datos y calculo biomasa**

1. Se comparte archivo de Gravedad Especifica de por especie GraveadesEspecificas.xlsx
2. Se comparte base de datos con ecuaciones de biomasa a utilizar.
  - Utilizar la misma nomenclatura y nombre de variables de la base de datos compartida.
  - Llenar el formato de la base de datos
  - Incluir una hoja con descripción de variables indicando razón de las que quedan varias. Se compartió ejemplo de descripción de variables del INF.
3. Formato Informe
  - Resumen-introducción
  - Metodología
    - Selección de parcelas
    - Establecimiento de parcelas (protocolo INF)
    - Variables y procedimiento (protocolo INF)
    - Calculo de Biomasa.
  - Resultados
    - Base de datos (formato INF).
    - Cuadro parcelas por categoría de degradación
    - Mapa de ubicación de parcelas
    - Cuadro con biomasa por parcela
  - Conclusiones y recomendaciones

#### **29-11 Revisión formato base de datos y calculo biomasa**

Los consultores entregaron una base de datos e informe final consolidado de la Consultoría E5. Por lo tanto las observaciones consignadas a continuación se hicieron para ambos colegas. Se incluye la hoja excel Biomasa.xlsx<sup>6</sup> con la cual se ha realizado un análisis preliminar de la relación Cobertura / Biomasa que puede servir de insumo para la revisión de los datos solicitada a los consultores.

Se recomienda realizar Incluir en la hoja "Data" de la base de datos E5\_BD UMP-UMS.xlsx, las siguientes variables: Cobertura %; Clase cobertura; Tipo de degradación; Tipo de bosque; AB (Área Basal); Vol (Volumen); Biomasa; Carbono; CO2 (Dioxido carbono). Asimismo se solicita aplicar factor de corrección a biomasa de palmas de yolillo (se puede usar relación metro estero / madera solida en leña).

Por otra parte, en las siguientes parcelas la relación % Cobertura / Biomasa es muy distinta a la del resto de la población (tipo de bosque). Se solicitó a revisión de errores en la asignación del % Cobertura asignado y la revisión de datos mal digitados de diámetro, altura o GE (gravedad específica), que pueden estar afectando la biomasa de la parcela.

<sup>6</sup>Hoja Excel Biomasa.xlsx

<https://www.dropbox.com/s/aoyr94hum5148fh/Biomasa.xlsx?dl=0>

## Evaluación y seguimiento consultoría E7: Restimación de datos de actividad para el periodo de referencia del ERPD de Costa Rica periodo 1998 al 2011 mediante Evaluación Visual Multitemporal

La Consultoría E8 genera los insumos para la re-estimación de los datos de actividad para el periodo de referencia 1998 – 2011, además de la actualización de los eventos de monitoreo 2013, 2016 y 2018 mediante evaluación visual multitemporal sobre la malla base construida para establecer el Inventario Forestal Nacional (INF).

**Objetivo de la consultoría:** Mediante una Evaluación Visual Multitemporal (EVM) en dos fases y realizando interpretaciones pareadas de uso del suelo sobre imágenes de alta resolución y sobre imágenes Landsat, utilizando la malla base del SIMOCUTE, estimar el área de cambio de uso en tierras agrícolas, forestales y de otros usos, durante los periodos 1998-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016 y 2016-2018, y además proveer la información necesaria para la evaluación de la exactitud de la clasificación del mapa de cambio de uso del suelo para el periodo 2016-2018, el cual es producido por el IMN (MCS 2016-2018).

En la Tabla 3 se incluye un registro de las diferentes acciones y acuerdos tomados durante el desarrollo de la Consultoría E8. En la misma se detallan las observaciones y recomendaciones surgidas a partir de las consultas hechas por el consultor y la evaluación de los productos entregados en esta consultoría, hasta el momento de redacción de este informe.

### Bitácora E7

*Tabla 3: Registro de observaciones, recomendaciones y acuerdos tomados en la evaluación de productos de la Consultoría E7: Restimación de datos de actividad para el periodo de referencia del ERPD de Costa Rica periodo 1998 al 2011 mediante Evaluación Visual Multitemporal.*

Fecha	Acuerdos
Feb-01	Revisión primer informe
A continuación, se brindan las observaciones realizadas al Documento metodológico presentado como parte del estudio E7:	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Incluir en el Documento 1 el procedimiento detallado QA/QC</li><li>2. Utilizar la parcela de evaluación de 2 ha, para facilitar el uso de imágenes Planet.</li><li>3. Aclarar en Paso 2 que puntos identificación en Bosque Maduro (1100), Manglares (1400) y Yolillales (1500), tienen 100% de cobertura boscosa y que parcelas mixtas, e.g. 51% bosque maduro, resto en pasto en 2018, no se incluyen.</li><li>4. Aclarar en Paso 3, que la prueba de la clasificación se realiza mediante una prueba estadística, e.g. Chi cuadrado, en lugar de indicar qué se está usando la metodología propuesta por Olofsson. Esto por cuanto la metodología de Olofsson requiere el uso de un mapa y no se está validando un nuevo mapa.</li><li>5. Aclarar en pasos 4, 5 y 6 lo siguiente:<ul style="list-style-type: none"><li>o Por qué se interpretan por separado los años a. 2011, 2013 y 2016, b. 2005 y c. 1998.</li><li>o Indicar cómo se evitarán los errores de co-registro o desplazamiento entre las diferentes fuentes de imágenes: Terra, Carta, imágenes de Google Earth y otras fuentes, utilizadas en los diferentes años de interpretación, para garantizar que se está interpretando la misma área.</li><li>o Se sugiere establecer un año de referencia contra el cual todas las demás imágenes se comparan para determinar si hay desplazamiento. Generalmente el año más cercano tendrá la ubicación espacial más precisa.</li></ul></li><li>6. Explicar en sección 2.2 lo siguiente:<ul style="list-style-type: none"><li>o Explicar con mayor claridad cómo se hará el mapa de cambio.</li><li>o ¿Por qué se utilizan los años 1997, 2000, 2005 y 2012? Estos años no coinciden con los años de análisis.<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Se sugiere hacer un mapa de cambios usando la serie temporal de Landsat o Sentinel 2 con una metodología consistente para cada período del análisis.</li></ul></li></ul></li></ol>	

- Indicar como se tratará el error de omisión en bosques que permanecen como bosque
  - Se sugiere discutir este aspecto con Paul Paterson<sup>7</sup>.
- 7. Ampliar lo siguiente en la sección 2.7
  - Indicar clases de cambio del programa REDD+.
  - Explicar con mayor claridad cómo se integrarán los datos del modelo (árbol de decisión o Random Forest) en las estimaciones de áreas de cambio.
    - Se sugiere discutir este aspecto con Paul Paterson<sup>8</sup>.
- 8. Ampliar en la Sección III. Tamaño de parcela:
  - Justificar el método de selección de los puntos.
  - Indicar por qué no se hizo el análisis a nivel de punto en lugar de parcela.
  - El uso de cuatro intérpretes agrega un elemento de sesgo que no se puede caracterizar. ¿Esto influye en los resultados de la prueba?
  - Indicar cómo afecta los resultados del estudio, el haberlo realizado a nivel de parcela y solamente para la estimación de bosque (implicaciones para estudios de otros usos del suelo e.g. usos agropecuarios). Los resultados podrían ser diferentes registrando a nivel de punto y considerando todos los usos dentro de la parcela, así como se podrían detectar más clases raras con más puntos dentro de las parcelas.
  - Indicar cómo se determinó el porcentaje de bosque en la parcela, esto incluye la regla de definición si una parcela es bosque.
  - Indicar qué tipo de imágenes se utilizaron.
- 9. Considerar el análisis BFAST de SEPAL para detectar áreas de cambio donde se realizaría intensificación del muestreo.
- 10. Considerando que la aplicación de SEPAL construye los mosaicos estableciendo un intervalo de tiempo (antes y después de una fecha de evaluación), y que en esta aplicación, el mínimo de tiempo a establecer antes y después, de la fecha de evaluación, es de un año, sugiero modificar los periodos prioritarios de la siguiente forma:

Año de evaluación	Periodo Prioritario	Periodo alternativo
1998	1/Enero/1997 a 31/Diciembre/1998	Imágenes anteriores o posteriores a las fechas de prioridad siempre que no correspondan a las prioritarias del siguiente periodo evaluación.
2005	1/Enero/2004 a 31/Diciembre/2005	Imágenes anteriores o posteriores a las fechas de prioridad siempre que no correspondan a las prioritarias del año posterior o anterior de evaluación.
2011	1/Enero/2010 a 31/Diciembre/2011	Imágenes anteriores o posteriores a las fechas de prioridad siempre que no correspondan a las prioritarias del año posterior o anterior de evaluación.
2013	1/Enero/2012 a 31/Diciembre/2013	Imágenes anteriores o posteriores a las fechas de prioridad siempre que no correspondan a

<sup>7</sup> P. Paterson comment: In section 2.2, Sampling Points, it is stated the intensified sampling will be applied only to the areas of loss and gain of the class code 1000, based on prediction model developed from the existing forest cover information for the years 1997, 2000, 2005, and 2012 and consigned in the land use maps developed by FONAFIFO and SINAC. My concern is unless the prediction model is perfect there will be areas of loss and gain of the class 1000 where there will be no intensification. That is if there are false predictions of no loss or gain, then these areas will not be sampled. There was an exercise held last fall by several monitoring agencies and it was determined if there are errors of omission in a large class such as forest remaining forest that these omissions can add a lot of uncertainty to the estimation. The error of omission was there were small transition areas forest to pasture within predicted forest to forest area.

<sup>8</sup> P. Paterson comment: Section 2.7 states in the translation; changes in land use using the classes will be estimated for each desired period of change required by the REDD + program for the calculation of emissions and removals using a prediction model based on the Random Forest. My concern is that this type of estimation is called hybrid estimation, that is for a sample auxiliary information is observed and instead of using a measurement of the attribute of interest, a modeled value of the attribute of interest (in this case loss/gain of class 1000) based on the auxiliary information is used in a design based estimator. The variance estimation must take into account both the uncertainty due using a sample and the uncertainty in the model predictions (Ståhl et al, 2016). The methods that are currently available to account for the modeling uncertainty assume a parameter model (Ståhl et al, 2011). If the model uncertainty is not taken into account the total variance can be greatly under estimated. Svetlana Saarela has a paper describing a situation where the underestimation of the variance occurred. Sorry I don't have a citation at my fingertips.

		las prioritarias del año posterior o anterior de evaluación.
2016	1/Enero/2015 a 31/Diciembre/2016	Imágenes anteriores o posteriores a las fechas de prioridad siempre que no correspondan a las prioritarias del año posterior o anterior de evaluación.
2018	1/Enero/2017 a 31/Diciembre/2018	Imágenes anteriores o posteriores a las fechas de prioridad siempre que no correspondan a las prioritarias del año posterior o anterior de evaluación.



## Evaluación y seguimiento de la Consultoría E8: Apoyo al sistema nacional de cambio de uso de la tierra y ecosistemas (SIMOCUTE): Elaboración de mapa de uso del suelo 2018.

La consultoría E8 genera los insumos requeridos para estimar las reducciones de emisiones del periodo 2016-2018. Esta consultoría está a cargo de profesionales técnicos del Instituto Meteorológico Nacional, de la Secretaría REDD+ de Costa Rica y el consultor coordinador general que brinda apoyo técnico para la implementación adecuada de las mejoras planteadas al Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF).

**Objetivo de la Consultoría:** Apoyar al Sistema de Monitoreo de la Cobertura, Uso de la Tierra y Ecosistemas, a través de la elaboración del Mapa de Cobertura y Uso de la tierra año 2018, aplicando la metodología utilizada para la elaboración del nivel de referencia de REDD+, bajo la supervisión del Instituto Meteorológico Nacional como entidad responsable del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero

En la Tabla 4 se incluye un registro de las diferentes acciones y acuerdos tomados durante el desarrollo de la Consultoría E8. En la misma se detallan las observaciones y recomendaciones surgidas a partir de las consultas hechas por el consultor y la evaluación de los productos entregados en esta consultoría, hasta el momento de redacción de este informe.

### Revisión de términos de referencia:

Cabe aclarar que previa consulta a los especialistas del IMN y el Consultor, se acordó conjuntamente con la SeREDD+, que en esta consultoría además de elaborar el mapa 2018, se realizaría también la revisión del mapa 2016. Adicionalmente a las tareas contempladas en los TdR, el consultor deberá realizar las siguientes tareas:

1. Revisión de la resolución del pixel
2. Aplicar máscara datos/no datos (51,000 km<sup>2</sup>)
3. Desarrollo de versión no revisada de ROI para 2015 y 2017
4. Realizar un análisis de ROI revisados vs no revisados
5. Realizar una clasificación con los ROI originales, reasignando los usos cambiados. ROI s que mantienen la misma textura mantienen la asignación.
6. Desarrollo de versiones revisadas de ROI para 2017
7. Plantear al BM la revisión del NREF
8. Consultoría de estimación del NREF mediante EVM (muestreo por puntos).
9. Desarrollo de mapa de detección de cambio con Google Earth Engine para periodo 2013-2015.
10. Comprobar consistencia de la estimación de datos de actividad por comparación cartográfica
11. Preparar lámina resumiendo las inconsistencias identificadas en la revisión de los ROI
12. Coordinar capacitación para FONAFIFO e IMN de estimación de emisiones forestales con herramienta CDI.

El consultor preparó el correspondiente Plan de Trabajo incluyendo la revisión de mapa 2015 y la elaboración de mapa 2017. A cambio de incluir estas tareas se excluye el trabajo de campo para evaluación de mapa 2017. La validación del mapa se realizará con los resultados de la consultoría E7.

### Resultados preliminares:

El consultor preparó una nueva clasificación supervisada utilizando los ROI originales de AGRESTA. Utilizando una sub-muestra sistemática 1400 p, de los resultados de la consultoría E1, se construyeron matrices de confusión para ambos mapas 2015 (ROI revisados y ROI originales). Los resultados de las matrices de confusión fueron 68% y 55% respectivamente. En ambas matrices se observa una importante confusión de patos con bosque y viceversa, y plantaciones forestales y pasto. Por otra parte, se han terminado de actualizar los algoritmos de AGRESTA, los cuales corren para una escena. Se reporta que los mismos corren sin problema en la computadora del especialista en computo.

A partir de esta revisión se acuerda con el consultor realizar las siguientes acciones:

- i. Complementar ROI revisados del mapa 2015, con firmas en bosque y plantaciones confundidas con pasto.
- ii. Correr desde cero los algoritmos de Agresta actualizados. Previa corrida en el IMN para verificar que los mismos algoritmos operan correctamente.

- iii. Revisar el co-registro de las escenas antes de iniciar el proceso con los algoritmos. Las imágenes deben tener el mismo tamaño de pixel y coincidir con el registro geográfico de MC13
- iv. Revisar después de cada proceso que el registro geográfico sea no se halla alterado.
- v. Una vez que clasificada la imagen aplicar las mascarar: Café, MTB mapa de tipos de vegetación y Cohortes.

## Bitácora E8

*Tabla 4: Registro de observaciones, recomendaciones y acuerdos tomados en la evaluación de productos de la Consultoría E8: Apoyo al sistema nacional de cambio de uso de la tierra y ecosistemas (SIMOCUTE): Elaboración de mapa de uso del suelo 2018.*

Fecha	Acuerdos
<b>06-09</b>	<b>Revisión TdR</b>
	Se revisaron conjuntamente los TdR de la consultoría E1 y se acordó hacer los siguientes ajustes: <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión de la resolución del pixel</li> <li>2. Aplicar mascara datos/no datos (51,000 km2)</li> <li>3. Desarrollo de versión no revisada de ROI para 2015 y 2017</li> <li>4. Realizar un análisis de ROI revisados vs no revisados</li> <li>5. Realizar una clasificación con los ROI originales, reasignando los usos cambiados. ROI s que mantienen la misma textura mantienen la asignación.</li> <li>6. Desarrollo de versiones revisadas de ROI para 2017</li> <li>7. Plantear al BM la revisión del NREF</li> <li>8. Consultoría de estimación del NREF mediante EVM (muestreo por puntos).</li> <li>9. Desarrollo de mapa de detección de cambio con Google Earth Engine para periodo 2013-2015.</li> <li>10. Comprobar consistencia de la estimación de datos de actividad por comparación cartográfica</li> <li>11. Preparar lámina resumiendo las inconsistencias identificadas en la revisión de los ROI</li> <li>12. Coordinar capacitación para FONAFIFO e IMN de estimación de emisiones forestales con herramienta CDI.</li> </ul>
	Acuerdos <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Preparación plan de trabajo incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Revisión de mapa 2015</li> <li>o A cambio se excluye el trabajo de campo para evaluación de mapa 2017</li> <li>o Elaboración de mapa 2017 utilizando roi de Agresta.</li> <li>o El mapa 2017 con roi revisados se hace mediante adendum</li> </ul> </li> <li>2. Programación de reunión con WI ultima semana de setiembre <ul style="list-style-type: none"> <li>o Reunión de trabajo para la preparación de Sistema de Monitoreo Forestal</li> </ul> </li> <li>3. Programación de taller para coordinación IMN-SeREDD+ <ul style="list-style-type: none"> <li>o IMN presentará avances en NR de HWP y Carbono en suelo</li> <li>o SeREED+ presentará avances de consultorias para mejora NREF</li> <li>o Discusión sobre actualización de NREF presentado ante la convención.</li> </ul> </li> </ul>
<b>19-11</b>	<b>Reunión de seguimiento</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Se comparan las matrices de confusion de datos de mapas vs datos de referencia 1400 p, obtenidos con roi revisados y roi sin revisar de Agresta. Los resultados fueron 68% y 55% respectivamente. En ambas matrices se observa una importante confusion de patos con bosque y viceversa, y plantaciones forestales y pasto.</li> <li>2. Acuerdo: complementar roi revisados con firmas en bosque y plantaciones confundidas con pasto.</li> <li>3. Manuel ha terminado de actualizar los algoritmos de agresta, los cuales corren para una escena. Manuel reporta que los mismos corren sin problema en su computador.</li> <li>4. Acuerdos Mapa MC15; <ul style="list-style-type: none"> <li>o Correr desde cero los algoritmos de Agresta actualizados por Manuel</li> <li>o Manuel realizará una corrida en el IMN para verificar que los mismos algoritmos corren correctamente</li> <li>o Revisar el corregistro de las escenas antes de iniciar el proceso con los algoritmos. Las imágenes deben tener el mismo tamaño de pixel y coincidir con el registro geográfico de MC13</li> </ul> </li> </ul>

- Revisar después de cada proceso que el registro geográfico sea no se halla alterado.
- Una vez que clasificada la imagen aplicar las mascararas:
  - Cafe
  - MTB mapa de tipos de vegetacion
  - Cohortes.
- 5. Este proceso tomara mas tiempo de lo programado
- 6. Acuerdos
  - Johan prepara un informe con lo avanzado incluyendo un cronograma de actividades y propuesta de ampliación de contrato.

# Anexo 1:

## Formulario de evaluación de campo resultados consultoría E5 Estudio de parcelas temporales para estimar el stock de carbono en bosques intactos, degradados y altamente degradados en Zona B

Nombre Evaluador FONAFIFO:

Fecha de Visita:

Ubicación GPS lat long: (incluir nombre archivo GPX)

Anotaciones

### Información General

Parcela: 5243    Anotador: Oscar Arguedas Montaje de Parcela: Si  
Fecha de visita: 9/22/2018    Propietario: Desconocido    Teléfono: -  
Observaciones: Mangle, desembocadura Rio San Pedro (Rio Morote)  
Anotaciones:

### Localización de la parcela

Desplazamiento (m)<sup>9</sup>: 6.106503853000000    Obs: 5243P  
Coordenadas Malla SIMOCUTE: 377793.638400000000000, 1102971.653000000000000.  
Coordenadas GPS Parcela: 377791.658800000000000, 1102977.430000000000000.  
Ruta de acceso: [https://drive.google.com/open?id=1RHvcY5yv1XRmzvnIkExkBoK1DE\\_W0liO](https://drive.google.com/open?id=1RHvcY5yv1XRmzvnIkExkBoK1DE_W0liO)  
Anotaciones:

### Uso de la tierra:

Uso en Campo: Manglar

Foto de campo: <https://drive.google.com/open?id=1w71cgARjIXJmyO5xEsFMCDvtrjGNcaOt>

Anotaciones:

---

<sup>9</sup> Desplazamiento de las coordenadas de la parcela con respecto a las coordenadas de la malla del SIMOCUTE

Información Dasométrica:

Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
3975	5243	1	1614	Rhizophora mangle		19,4	14,0		Arbol
3976	5243	2	1614	Rhizophora mangle		19,4	4,0		Arbol
3977	5243	3	1614	Rhizophora mangle		11,7	10,0		Arbol
3978	5243	4	1614	Rhizophora mangle		25,5	10,0		Arbol
3979	5243	5	1614	Rhizophora mangle		30,5	13,0		Arbol
3980	5243	6	1614	Rhizophora mangle		27,0	14,0		Arbol
3981	5243	7	1614	Rhizophora mangle		12,7	13,0		Arbol
3982	5243	8	1614	Rhizophora mangle		19,4	14,0		Arbol
3983	5243	9	1614	Rhizophora mangle		29,4	14,0		Arbol
3984	5243	10	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	13,6	14,0		Arbol
3985	5243	11	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	10,8	10,0		Arbol
3986	5243	12	1614	Rhizophora mangle		18,7	12,0		Arbol
3987	5243	13	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	12,3	9,0		Arbol
3988	5243	14	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	10,3	10,0		Arbol
3989	5243	15	1614	Rhizophora mangle		11,7	8,0		Arbol
3990	5243	16	1614	Rhizophora mangle		11,5	9,0		Arbol
3991	5243	17	1614	Rhizophora mangle		16,0	11,0		Arbol
3992	5243	18	1614	Rhizophora mangle		22,0	12,0		Arbol
3993	5243	19	1614	Rhizophora mangle		22,0	12,0		Arbol
3994	5243	20	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	12,5	11,0		Arbol
3995	5243	21	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	14,0	12,0		Arbol
3996	5243	22	1614	Rhizophora mangle		12,9	12,0		Arbol
3997	5243	23	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	14,3	11,0		Arbol
3998	5243	24	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	10,7	5,0		Arbol
3999	5243	25	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	15,2	11,0		Arbol
4000	5243	26	1614	Rhizophora mangle		13,0	13,0		Arbol
4001	5243	27	1614	Rhizophora mangle		13,0	10,0		Arbol
4002	5243	28	1614	Rhizophora mangle		20,2	11,0		Arbol

Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
4003	5243	29	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	14,3	11,0		Arbol
4004	5243	30	1614	Rhizophora mangle		11,0	12,0		Arbol
4005	5243	31	1614	Rhizophora mangle		21,7	12,0		Arbol
4006	5243	32	1614	Rhizophora mangle		17,9	12,0		Arbol
4007	5243		1614	Rhizophora mangle		12,1	8,0		Arbol
4008	5243	33	1614	Rhizophora mangle		12,0	11,0		Arbol
4009	5243		1614	Rhizophora mangle		12,1	12,0		Arbol
4010	5243	34	1614	Rhizophora mangle		13,3	13,0		Arbol
4011	5243	35	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	11,0	12,0		Arbol
4012	5243	36	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	17,7	13,0		Arbol
4013	5243	37	1614	Rhizophora mangle		12,4	14,0		Arbol
4014	5243	38	1614	Rhizophora mangle		25,0	11,0		Arbol
4015	5243	39	1614	Rhizophora mangle		15,3	14,0		Arbol
4016	5243	40	1614	Rhizophora mangle		19,6	12,0		Arbol
4017	5243	41	1614	Rhizophora mangle		12,2	6,0		Arbol
4018	5243	42	1614	Rhizophora mangle		15,0	12,0		Arbol
4019	5243	43	1614	Rhizophora mangle		22,0	14,0		Arbol
4020	5243	44	1614	Rhizophora mangle		26,7	13,0		Arbol

# Formulario de evaluación de campo resultados consultoría E5

## Estudio de parcelas temporales para estimar el stock de carbono en bosques intactos, degradados y altamente degradados en Zona B

Nombre Evaluador FONAFIFO:

Fecha de Visita:

Ubicación GPS lat long: (incluir nombre archivo GPX)

Anotaciones

### Información General

Parcela: 16749    Anotador: Omar Coto    Montaje de Parcela: Si  
Fecha de visita: 9/18/2018    Propietario: Desconocido    Teléfono: -  
Observaciones: Quebrada en la parcela, 2,5 mts de ancho, rumbo norte  
Anotaciones:

### Localización de la parcela

Desplazamiento (m)<sup>10</sup>: 0.526476775000000    Obs: 16749P  
Coordenadas Malla SIMOCUTE: 377100.006500000000000, 1173854.590000000000000.  
Coordenadas GPS Parcela: 377099.491500000000000, 1173854.481000000000000.  
Ruta de acceso: [https://drive.google.com/open?id=1OFoozydITuZH82SpcgeRSipp\\_mHzBLFi](https://drive.google.com/open?id=1OFoozydITuZH82SpcgeRSipp_mHzBLFi)  
Anotaciones:

### Uso de la tierra:

Uso en Campo: Bosque

Foto de campo: <https://drive.google.com/open?id=1m2Z9qHh29giGwYgPGWHTBKOKzoJxCac2>

Anotaciones:

---

<sup>10</sup> Desplazamiento de las coordenadas de la parcela con respecto a las coordenadas de la malla del SIMOCUTE

Información Dasométrica:

Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
2843	16749	1	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	10,4	5.0		Arbol
2844	16749	2	1652	Chomelia venulosa	-	15,8	8.0		Arbol
2845	16749	3	614	Calliandra bijuga	-	12,7	6.0		Arbol
2846	16749	4	614	Calliandra bijuga	-	15,7	7.0		Arbol
2847	16749	5	1419	Eugenia hypargyrea	-	14,7	5.0		Arbol
2848	16749	6	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	10,8	2,5		Arbol
2849	16749	7	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	16,2	8.0		Arbol
2850	16749	8	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	18,2	8.0		Arbol
2851	16749	9	1419	Eugenia hypargyrea	-	16,6	10.0		Arbol
2852	16749	10	442	Diospyros acapulcensis	Nancigüiste, Mabolo	28,7	14.0		Arbol
2853	16749	11	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	10,2	9.0		Arbol
2854	16749	12	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	12,5	5.0		Arbol
2855	16749	13	1570	Bonellia nervosa	Burriquita, Siempreverde	18,2	2,5		Arbol
2856	16749	14	804	Platymiscium parviflorum		40,6	15.0		Arbol
2857	16749	15	1492	Ximania americana		25,1	5.0		Arbol
2858	16749	16	1492	Ximania americana		28,3	10.0		Arbol
2859	16749	17	1492	Ximania americana		23.0	17.0		Arbol
2860	16749	18	442	Diospyros acapulcensis	Nancigüiste, Mabolo	14,4	6.0		Arbol
2861	16749	19	442	Diospyros acapulcensis	Nancigüiste, Mabolo	12,4	5.0		Arbol
2862	16749	20	1604	Krugiodendron ferreum	-	21,4	12.0		Arbol
2863	16749	21	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	10,1	7.0		Arbol
2864	16749	22	253	Bursera simaruba	Indio desnudo, Almácigo	25,9	9.0		Arbol
2865	16749	23	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	14.0	9.0		Arbol
2866	16749	24	253	Bursera simaruba	Indio desnudo, Almácigo	39,5	14.0		Arbol
2867	16749	25	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	30,5	15.0		Arbol
2868	16749	26	442	Diospyros acapulcensis	Nancigüiste, Mabolo	15,1	7.0		Arbol
2869	16749	27	253	Bursera simaruba	Indio desnudo, Almácigo	29,8	12.0		Arbol
2870	16749	28	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	10,2	7.0		Arbol



Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
2871	16749	29	1419	Eugenia hypargyrea	-	18,9	8.0		Arbol
2872	16749	30	308	Maytenus segoviarum	-	10.0	5.0		Arbol
2873	16749	31	442	Diospyros acapulcensis	Nancigüiste, Mabolo	10.0	8.0		Arbol
2874	16749	32	442	Diospyros acapulcensis	Nancigüiste, Mabolo	19.0	12.0		Arbol
2875	16749	33	1652	Chomelia venulosa	-	11,3	7.0		Arbol
2876	16749	34	1283	Hyperbaena tonduzii	Naranjo de monte, Naranjillo, Papaturre	10,8	4.0		Arbol
2877	16749	35	239	Tabebuia rosea		27,4	16.0		Arbol
2878	16749	36	1652	Chomelia venulosa	-	10,1	8.0		Arbol
2879	16749	37	1652	Chomelia venulosa	-	15,5	7.0		Arbol
2880	16749	38	1492	Ximenia americana		19,5	7.0		Arbol
2881	16749	39	442	Diospyros acapulcensis	Nancigüiste, Mabolo	17,9	10.0		Arbol
2882	16749	40	1652	Chomelia venulosa	-	13,9	6.0		Arbol
2883	16749	41	1652	Chomelia venulosa	-	22,4	10.0		Arbol
2884	16749	42	787	Machaerium biovulatum	Jarro caliente, Espino negro, Siete cuero	24,9	14.0		Arbol
2885	16749	43	1652	Chomelia venulosa	-	18.0	7.0		Arbol
2886	16749	44	1652	Chomelia venulosa	-	10,5	5.0		Arbol
2887	16749	45	1570	Bonellia nervosa	Burriquita, Siempreverde	18,1	4.0		Arbol
2888	16749	46	1652	Chomelia venulosa	-	10,5	8.0		Arbol
2889	16749	47	442	Diospyros acapulcensis	Nancigüiste, Mabolo	16,5	10.0		Arbol
2890	16749	48	237	Tabebuia ochracea		16,2	12.0		Arbol
2891	16749	49	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	11,9	9.0		Arbol
2892	16749	50	308	Maytenus segoviarum	-	12,3	7.0		Arbol
2893	16749	51	1650	Chomelia spinosa	Chocolatico, Malacahuite	21,3	10.0		Arbol
2894	16749	52	237	Tabebuia ochracea		12,7	9.0		Arbol
2895	16749	53	1419	Eugenia hypargyrea	-	10,4	6.0		Arbol
2896	16749	54	316	Semialarium mexicanum		15,8	8.0		Arbol
2897	16749	55	308	Maytenus segoviarum	-	21.0	8.0		Arbol
2898	16749	56	1419	Eugenia hypargyrea	-	19,7	8.0		Arbol
2899	16749	57	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	21,3	9.0		Arbol
2900	16749	58	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	10.0	7.0		Arbol

Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
2901	16749	59	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	10.0	7.0		Arbol
2902	16749	60	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	15,1	10.0		Arbol
2903	16749	61	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	13,9	10.0		Arbol
2904	16749	62	1652	Chomelia venulosa	-	25.0	10.0		Arbol
2905	16749	63	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	14.0	8.0		Arbol
2906	16749	64	1536	Coccoloba guanacastensis	Cepa, Papaturre	12,3	6.0		Arbol

# Formulario de evaluación de campo resultados consultoría E5

## Estudio de parcelas temporales para estimar el stock de carbono en bosques intactos, degradados y altamente degradados en Zona A

Nombre Evaluador FONAFIFO:

Fecha de Visita:

Ubicación GPS lat long: (incluir nombre archivo GPX)

Anotaciones

### Información General

Parcela: 5093    Anotador: Oscar Arguedas Montaje de Parcela: Si

Fecha de visita: 10/10/2018    Propietario: Desconocido    Teléfono: -

Observaciones: Area de lecherias, con bosque remanente

Anotaciones:

### Localización de la parcela

Desplazamiento (m)<sup>11</sup>: 1.771105799000000    Obs: 5093P

Coordenadas Malla SIMOCUTE: 502647.381800000000000, 1107777.276000000000000.

Coordenadas GPS Parcela: 502648.764500000000000, 1107778.383000000000000.

Ruta de acceso: <https://drive.google.com/open?id=1ZnCusNHxgC4CLgjAHvKGl2hJgKH0dRNc>

Anotaciones:

### Uso de la tierra:

Uso en Campo: Bosque ripario

Foto de campo: <https://drive.google.com/open?id=1cCDwVnG59YJNFoIFk3Eej22TX8KmZcQs>

Anotaciones:

---

<sup>11</sup> Desplazamiento de las coordenadas de la parcela con respecto a las coordenadas de la malla del SIMOCUTE

Información Dasométrica:

Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
3975	5243	1	1614	Rhizophora mangle		19,4	14,0		Arbol
3976	5243	2	1614	Rhizophora mangle		19,4	4,0		Arbol
3977	5243	3	1614	Rhizophora mangle		11,7	10,0		Arbol
3978	5243	4	1614	Rhizophora mangle		25,5	10,0		Arbol
3979	5243	5	1614	Rhizophora mangle		30,5	13,0		Arbol
3980	5243	6	1614	Rhizophora mangle		27,0	14,0		Arbol
3981	5243	7	1614	Rhizophora mangle		12,7	13,0		Arbol
3982	5243	8	1614	Rhizophora mangle		19,4	14,0		Arbol
3983	5243	9	1614	Rhizophora mangle		29,4	14,0		Arbol
3984	5243	10	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	13,6	14,0		Arbol
3985	5243	11	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	10,8	10,0		Arbol
3986	5243	12	1614	Rhizophora mangle		18,7	12,0		Arbol
3987	5243	13	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	12,3	9,0		Arbol
3988	5243	14	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	10,3	10,0		Arbol
3989	5243	15	1614	Rhizophora mangle		11,7	8,0		Arbol
3990	5243	16	1614	Rhizophora mangle		11,5	9,0		Arbol
3991	5243	17	1614	Rhizophora mangle		16,0	11,0		Arbol
3992	5243	18	1614	Rhizophora mangle		22,0	12,0		Arbol
3993	5243	19	1614	Rhizophora mangle		22,0	12,0		Arbol
3994	5243	20	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	12,5	11,0		Arbol
3995	5243	21	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	14,0	12,0		Arbol
3996	5243	22	1614	Rhizophora mangle		12,9	12,0		Arbol
3997	5243	23	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	14,3	11,0		Arbol
3998	5243	24	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	10,7	5,0		Arbol
3999	5243	25	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	15,2	11,0		Arbol
4000	5243	26	1614	Rhizophora mangle		13,0	13,0		Arbol
4001	5243	27	1614	Rhizophora mangle		13,0	10,0		Arbol
4002	5243	28	1614	Rhizophora mangle		20,2	11,0		Arbol

Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
4003	5243	29	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	14,3	11,0		Arbol
4004	5243	30	1614	Rhizophora mangle		11,0	12,0		Arbol
4005	5243	31	1614	Rhizophora mangle		21,7	12,0		Arbol
4006	5243	32	1614	Rhizophora mangle		17,9	12,0		Arbol
4007	5243		1614	Rhizophora mangle		12,1	8,0		Arbol
4008	5243	33	1614	Rhizophora mangle		12,0	11,0		Arbol
4009	5243		1614	Rhizophora mangle		12,1	12,0		Arbol
4010	5243	34	1614	Rhizophora mangle		13,3	13,0		Arbol
4011	5243	35	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	11,0	12,0		Arbol
4012	5243	36	403	Laguncularia racemosa	Mangle blanco, Mariquita	17,7	13,0		Arbol
4013	5243	37	1614	Rhizophora mangle		12,4	14,0		Arbol
4014	5243	38	1614	Rhizophora mangle		25,0	11,0		Arbol
4015	5243	39	1614	Rhizophora mangle		15,3	14,0		Arbol
4016	5243	40	1614	Rhizophora mangle		19,6	12,0		Arbol
4017	5243	41	1614	Rhizophora mangle		12,2	6,0		Arbol
4018	5243	42	1614	Rhizophora mangle		15,0	12,0		Arbol
4019	5243	43	1614	Rhizophora mangle		22,0	14,0		Arbol
4020	5243	44	1614	Rhizophora mangle		26,7	13,0		Arbol

# Formulario de evaluación de campo resultados consultoría E5

## Estudio de parcelas temporales para estimar el stock de carbono en bosques intactos, degradados y altamente degradados en Zona B

Nombre Evaluador FONAFIFO:

Fecha de Visita:

Ubicación GPS lat long: (incluir nombre archivo GPX)

Anotaciones

### Información General

Parcela: 4258    Anotador: Omar Coto    Montaje de Parcela: Si  
Fecha de visita: 9/25/2018    Propietario: Desconocido    Teléfono: -  
Observaciones:  
Anotaciones:

### Localización de la parcela

Desplazamiento (m)<sup>12</sup>: 3.788609542000000    Obs: 4258P  
Coordenadas Malla SIMOCUTE: 398602.5956000000000000, 1129402.5790000000000000.  
Coordenadas GPS Parcela: 398606.3307000000000000, 1129401.9450000000000000.  
Ruta de acceso: [https://drive.google.com/open?id=1QaoaT6mfsDHmtsxZ6LsQSjd4bK\\_\\_H5V8](https://drive.google.com/open?id=1QaoaT6mfsDHmtsxZ6LsQSjd4bK__H5V8)  
Anotaciones:

### Uso de la tierra:

Uso en Campo: Bosque  
Foto de campo: <https://drive.google.com/open?id=13NCgM3RhXMq-sBkL3H9ivwiqFoHlihya>  
Anotaciones:

---

<sup>12</sup> Desplazamiento de las coordenadas de la parcela con respecto a las coordenadas de la malla del SIMOCUTE

Información Dasométrica:

Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
3216	4258	1	1418	Eugenia hiraefolia	Guayabillo, Güísaro macho, Fruta de pava	14,2	8.0	Cuadrante 1	Arbol
3217	4258	2	1418	Eugenia hiraefolia	Guayabillo, Güísaro macho, Fruta de pava	22.0	8.0		Arbol
3218	4258	3	761	Lonchocarpus acuminatus	-	12,3	9.0		Arbol
3219	4258	4	1418	Eugenia hiraefolia	Guayabillo, Güísaro macho, Fruta de pava	13.0	11.0		Arbol
3220	4258	5	1418	Eugenia hiraefolia	Guayabillo, Güísaro macho, Fruta de pava	15,3	9.0		Arbol
3221	4258	6	241	Cochlospermum vitifolium	Poró poró, broó	45,1	25.0		Arbol
3222	4258	7	761	Lonchocarpus acuminatus	-	10,4	12.0		Arbol
3223	4258	8	774	Lonchocarpus minimiflorus	Chapernillo, Chaperno	18,7	21.0		Arbol
3224	4258	9	1418	Eugenia hiraefolia	Guayabillo, Güísaro macho, Fruta de pava	12.0	8.0		Arbol
3225	4258	10	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	13,4	8.0	Bifurcado	Arbol
3226	4258	11	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	14,5	5.0	Bifurcado	Arbol
3227	4258	12	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	16,5	8.0	Trifurcado	Arbol
3228	4258	13	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	16.0	11.0	Trifurcado	Arbol
3229	4258	14	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	24.0	12.0	Trifurcado	Arbol
3230	4258	15	1269	Trichilia americana		28,2	25.0		Arbol
3231	4258	16	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	16,3	15.0	Bifurcado	Arbol
3232	4258	17	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	19,9	16.0	Bifurcado	Arbol
3233	4258	18	774	Lonchocarpus minimiflorus	Chapernillo, Chaperno	31.0	30.0		Arbol
3234	4258	19	761	Lonchocarpus acuminatus	-	12,8	7.0		Arbol
3235	4258	20	774	Lonchocarpus minimiflorus	Chapernillo, Chaperno	14,6	15.0	Cuadrante 2	Arbol
3236	4258	21	1269	Trichilia americana		11,8	14.0		Arbol
3237	4258	22	1269	Trichilia americana		12,4	14.0		Arbol
3238	4258	23	1269	Trichilia americana		14,3	12.0		Arbol
3239	4258	24	1269	Trichilia americana		11,7	10.0		Arbol
3240	4258	25	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	14,5	9.0	Bifurcado	Arbol
3241	4258	26	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	17,5	11.0	Bifurcado	Arbol
3242	4258	27	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	15,4	6.0		Arbol
3243	4258	28	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	13.0	8.0	Bifurcado	Arbol

Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
3244	4258	29	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	25,1	9.0	Bifurcado	Arbol
3245	4258	30	1418	Eugenia hiraefolia	Guayabillo, Güísaro macho, Fruta de pava	16,5	16.0		Arbol
3246	4258	31	1269	Trichilia americana		31.0	13.0		Arbol
3247	4258	32	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	13,6	9.0		Arbol
3248	4258	33	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	16,7	10.0	Bifurcado	Arbol
3249	4258	34	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	20,5	9.0	Bifurcado	Arbol
3250	4258	35	1650	Chomelia spinosa	Chocolatico, Malacahuite	16,4	6.0		Arbol
3251	4258	36	410	Cordia collococca	Buriogue, Babas y mocos	10,7	6.0	Cuadrante 3	Arbol
3252	4258	37	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	31.0	13.0		Arbol
3253	4258	38	774	Lonchocarpus minimiflorus	Chapernillo, Chaperno	13,7	11.0		Arbol
3254	4258	39	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	23,4	12.0		Arbol
3255	4258	40	1418	Eugenia hiraefolia	Guayabillo, Güísaro macho, Fruta de pava	16.0	9.0		Arbol
3256	4258	41	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	18,1	9.0		Arbol
3257	4258	42	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	16,5	18.0		Arbol
3258	4258	43	1350	Maclura tinctoria	Brasil, Mora, Palo de mora	66,2	26.0		Arbol
3259	4258	44	28	Spondias mombin		11,8	11.0		Arbol
3260	4258	45	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	16,3	7.0		Arbol
3261	4258	46	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	16,4	8.0		Arbol
3262	4258	47	1269	Trichilia americana		11,3	9.0		Arbol
3263	4258	48	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	21.0	4.0	Bifurcado	Arbol
3264	4258	49	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	10.0	10.0	Bifurcado	Arbol
3265	4258	50	761	Lonchocarpus acuminatus	-	11,9	9.0		Arbol
3266	4258	51	253	Bursera simaruba	Indio desnudo, Almácigo	15,1	5.0		Arbol
3267	4258	52	241	Cochlospermum vitifolium	Poroporo, broó	31,1	10.0		Arbol
3268	4258	53	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	14,2	7.0	Bifurcado	Arbol
3269	4258	54	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	17,4	6.0	Bifurcado	Arbol
3270	4258	55	241	Cochlospermum vitifolium	Poroporo, broó	53.0	27.0		Arbol
3271	4258	56	761	Lonchocarpus acuminatus	-	12,1	7.0		Arbol
3272	4258	57	1062	Guazuma ulmifolia	Capulín , Guácimo, Guácimo ardilla	28.0	26.0		Arbol
3273	4258	58	241	Cochlospermum vitifolium	Poroporo, broó	34,7	24.0	Bifurcado	Arbol



Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
3274	4258	59	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	31,8	25.0	Bifurcado	Arbol

# Formulario de evaluación de campo resultados consultoría E5

## Estudio de parcelas temporales para estimar el stock de carbono en bosques intactos, degradados y altamente degradados en Zona B

Nombre Evaluador FONAFIFO:

Fecha de Visita:

Ubicación GPS lat long: (incluir nombre archivo GPX)

Anotaciones

### Información General

Parcela: 15669    Anotador: Jose Carlos Quesada    Montaje de Parcela: Si

Fecha de visita: 9/20/2018    Propietario: Desconocido    Teléfono: -

Observaciones:

Anotaciones:

### Localización de la parcela

Desplazamiento (m)<sup>13</sup>: 1.755771514000000    Obs: 15669P

Coordenadas Malla SIMOCUTE: 321609.4538000000000000, 1178660.2130000000000000.

Coordenadas GPS Parcela: 321608.4080000000000000, 1178658.8030000000000000.

Ruta de acceso: <https://drive.google.com/open?id=11YQeiN9-CghBi8HdhGLWZpJV14iYMeGa>

Anotaciones:

### Uso de la tierra:

Uso en Campo: Bosque

Foto de campo: <https://drive.google.com/open?id=1FNr8YepUhfizkAJwcmfUebrVw2AiFWPS>

Anotaciones:

---

<sup>13</sup> Desplazamiento de las coordenadas de la parcela con respecto a las coordenadas de la malla del SIMOCUTE

Información Dasométrica:

Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
3473	15669	1	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	21,7	13.0	I Cuadrante	Arbol
3474	15669	2	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	37,9	16.0		Arbol
3475	15669	3	129	Stemmadenia obovata		22,6	7.0		Arbol
3476	15669	4	692	Lysiloma divaricatum	Quebracho, Tamarindo de monte	40,9	11.0		Arbol
3477	15669	5	770	Lonchocarpus costaricensis		13,9	7.0		Arbol
3478	15669	6	765	Lonchocarpus felipei	Chaperno	13.0	8.0		Arbol
3479	15669	7	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	30.0	14.0		Arbol
3480	15669	8	29	Spondias purpurea		16,1	9.0		Arbol
3481	15669	9	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	15,5	13.0	II Cuadrante	Arbol
3482	15669	10	770	Lonchocarpus costaricensis		13,4	9.0		Arbol
3483	15669	11	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	13,2	12.0		Arbol
3484	15669	12	224	Godmania aesculifolia	Cacho de chivo, Corteza de chivo	18,5	11.0		Arbol
3485	15669	13	237	Tabebuia ochracea		17,5	12.0		Arbol
3486	15669	14	237	Tabebuia ochracea		17,3	10.0		Arbol
3487	15669	15	408	Cordia alliodora	Laurel, Laurel negro	23,4	13.0		Arbol
3488	15669	16	756	Gliricidia sepium	Madero negro, Madre de cacao	12.0	11.0	Bifurcado	Arbol
3489	15669	17	756	Gliricidia sepium	Madero negro, Madre de cacao	29,6	11.0	Bifurcado	Arbol
3490	15669	18	774	Lonchocarpus minimiflorus	Chapernillo, Chaperno	17,2	10.0	Bifurcado	Arbol
3491	15669	19	774	Lonchocarpus minimiflorus	Chapernillo, Chaperno	19,1	10.0	Bifurcado	Arbol
3492	15669	20	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	22,7	11.0	III Cuadrante	Arbol
3493	15669	21	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	25,5	14.0		Arbol
3494	15669	22	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	17.0	11.0		Arbol
3495	15669	23	408	Cordia alliodora	Laurel, Laurel negro	19,6	17.0		Arbol
3496	15669	24	408	Cordia alliodora	Laurel, Laurel negro	12,7	12.0		Arbol
3497	15669	25	237	Tabebuia ochracea		20,2	12.0		Arbol
3498	15669	26	237	Tabebuia ochracea		12,7	8.0		Arbol
3499	15669	27	787	Machaerium biovulatum	Jarro caliente, Espino negro, Siete cuero	23,8	13.0		Arbol
3500	15669	28	237	Tabebuia ochracea		16,5	10.0		Arbol

Seqid	HEXID	ID	Codigo	Nombre Científico	Nombre Común	DAP	HT	Observaciones	Forma de vida
3501	15669	29	787	Machaerium biovulatum	Jarro caliente, Espino negro, Siete cuero	23,2	10.0	IV Cuadrante	Arbol
3502	15669	30	408	Cordia alliodora	Laurel, Laurel negro	13,7	12.0		Arbol
3503	15669	31	408	Cordia alliodora	Laurel, Laurel negro	13,2	8.0		Arbol
3504	15669	32	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	18,5	16.0	Bifurcado	Arbol
3505	15669	33	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	24,4	16.0	Bifurcado	Arbol
3506	15669	34	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	23,2	16.0	Bifurcado	Arbol
3507	15669	35	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	24,5	15.0		Arbol
3508	15669	36	760	Leptolobium panamense	-	57,1	19.0		Arbol
3509	15669	37	129	Stemmadenia obovata		14,9	7.0		Arbol
3510	15669	38	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	23,9	13.0	Bifurcado	Arbol
3511	15669	39	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	10.0	7.0	Bifurcado	Arbol
3512	15669	40	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	15.0	9.0		Arbol
3513	15669	41	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	30.0	12.0		Arbol
3514	15669	42	241	Cochlospermum vitifolium	Poro poro, broó	21,2	12.0		Arbol
3515	15669	43	756	Gliricidia sepium	Madero negro, Madre de cacao	32,7	20.0		Arbol
3516	15669	44	756	Gliricidia sepium	Madero negro, Madre de cacao	47.0	20.0		Arbol



# Metodología de Interpretación visual de puntos para la estimación de las áreas de cambio de uso y cobertura de la tierra en Costa Rica

## Editor:

*Obando Vargas, German – SeREDD+*

## Comité Editorial

### Integrantes de la Sub-mesa de Interpretación por puntos de muestreo

*Alemán Montes, Bryan – UCR/CIA; Aguilar D., Álvaro – CENIGA; Aguilar Arias, Heileen – CENAT/PRIAS; Aguilar M., Johnny – BCCR; Arce Bermúdez, Héctor – FONAFIFO/SeREDD+; Barahona Contreras, Andrés – CENAT/PRIAS; Barrantes M, Carlos – SINAC/ACC; Bosco Téllez, Juan – CENIGIA; Calvo Méndez, Marilyn – IMN; Castillo N, Mauricio – SINAC/IRT; Chacón, Mauricio – MAG; Cruz, Greivin – MINAE; Durán Acuña, Roberto – MAG/SFE; Fallas, Jorge – Consultor/SINAC; Flores Cordero, Daniel – CENAT/PRIAS; Hamilton, Randy – US Forest Service, Hernández S., Gustavo – UNA/INISEFOR, Herrera M., Christian – CATIE; Herrera Ugalde, María Elena – FONAFIFO/SeREDD+; Hidalgo Vargas, Minor – SINAC; Jiménez Zúñiga, Jonathan – IGN; Mata Chinchilla, Rafael – UCR/CIA; Mayorga Peralta, Julio C. – UNA/PROSIGTE/ECG; Méndez Ch., Rodolfo – MAG/SFE; Méndez Rodríguez, Alberto – FONAFIFO; Miller Granados, Cornelia – CENAT/PRIAS; Mondragón Alemán, Kimberly – UNA/PROSIGTE/ECG; Monge, Rafael – CENIGA; Mora Medina, Sara – CENIGA; Navarrete Ch., Gilmar – FONAFIFO; Obando Vargas, German – SeREDD+; Ortiz Malavasi, Edgar – TEC; Quirós Ramírez, Guisella – FONAFIFO/SeREDD+; Soto S., Xinia – FAO; Ramírez Zea, Carla – FAO; Rosales Ibarra, Albán – INTA; Tapia A., Andrea – TEC; Sanabria Valverde, Nury – IMN; Saúl Gómez, Aldrin – FONAFIFO; Segura López, Wilfredo – ICE; Vargas, Christian – CENAT/PRIAS; Vargas Muñoz, Sandra – IGN; Vega Araya, Mauricio – UNA; Wong, Jacklyn R. - SINAC*

### Apoyo técnico:

*Frescino, Tracy – US Forest Service; Hamilton, Randy – US Forest Service; Patterson, Paul – US Forest Service; Soto S., Xinia – FAO; Ramírez Zea, Carla – FAO.*

## CONTENIDO

### METODOLOGÍA DE INTERPRETACIÓN VISUAL DE PUNTOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS ÁREAS DE CAMBIO DE USO Y COBERTURA DE LA TIERRA EN COSTA RICA **1**

---

1.	INTRODUCCIÓN	3
1.1.	OBJETIVOS DEL SUB-COMPONENTE	4
2.	REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DE USO Y CAMBIO DE USO Y COBERTURA EN LAS ENTIDADES DE GOBIERNO.	4
3.	METODOLOGÍA	6
3.1.	POBLACIÓN DE INTERÉS	6
3.2.	UNIDAD DE MUESTREO	6
3.2.1.	TAMAÑO Y FORMA DE LA PARCELA	6
3.2.2.	NÚMERO DE PUNTOS DENTRO LA PARCELA	7
3.3.	TAMAÑO DE LA MUESTRA	8
3.3.1.	INTENSIFICACIÓN DEL MUESTREO EN ESTRATOS DE CAMBIO:	9
3.3.2.	MALLAS SISTEMÁTICAS A UTILIZAR	9
3.3.3.	CONFIDENCIALIDAD DE LA UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO EN EL CAMPO	10
3.4.	FUENTES DE IMÁGENES DISPONIBLES	10
3.5.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	11
3.6.	HERRAMIENTAS DE INTERPRETACIÓN VISUAL	14
3.7.	CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	16
3.8.	ANÁLISIS DE DATOS	17
3.8.1.	ESTIMADOR DE LA PROPORCIÓN Y SU VARIANZA:	17
3.8.2.	OPCIONES DE ANÁLISIS DE DATOS REGISTRADOS A NIVEL DE PARCELA:	18
3.8.3.	ANÁLISIS DE PARCELAS SIN RESPUESTA:	18
4.	RESUMEN DE RESULTADOS ESTUDIOS PILOTO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
5.	BIBLIOGRAFÍA	19

## 1. Introducción

Los principales métodos utilizados para la estimación de áreas de cambio de cobertura y uso de la tierra son: i. Comparación cartográfica de mapas independientes, ii. Detección directa de cambio, iii. Muestreo de puntos y iv. Combinación de mapas y muestreo.

Tradicionalmente, el cálculo de las áreas de cambio de uso y cobertura de la tierra se ha realizado mediante la comparación cartográfica de mapas independientes, construidos a partir de algoritmos de clasificación de imágenes obtenidas con sensores remotos. Este método muestra espacialmente la ubicación de los cambios, sin embargo, se requiere experiencia en procesamiento de imágenes, el proceso puede ser complejo, cada mapa tiene un error individual que aumenta al vincular los mapas y no es posible calcular la incertidumbre para cada una de las categorías de cambio de uso y cobertura. Adicionalmente a la comparación de mapas independientes, es posible generar directamente un mapa de cambios a partir de las imágenes de sensores remotos. Este método también muestra espacialmente los cambios y minimiza el error respecto al método anterior, no obstante, mantiene las limitaciones.

Mediante la Interpretación visual de una muestra de puntos es posible estimar las áreas de cambio de uso y cobertura, con la respectiva incertidumbre para cada categoría de cambio. Este método es fácil de implementar; requiere menos experiencia y capacitación que el procesamiento de imágenes. La ejecución requiere menos tiempo que un proceso basado en mapas; el ojo humano se desempeña mejor que los algoritmos de clasificación de uso y cobertura; es más sencillo estimar las áreas e incertidumbre asociada que para los mapas; produce datos de entrenamiento y validación para mapas; con buenos protocolos de control y aseguramiento de calidad, los datos pueden ser más consistentes a través del tiempo. La principal limitación de este método es que no produce mapas y requiere imágenes de alta resolución, que son costosas.

También es posible estimar las áreas de cambio de uso y cobertura mediante el método combinado de mapas e interpretación de puntos de muestreo. Mediante la interpretación visual de puntos se obtienen los datos de referencia para estimar la incertidumbre para cada clase de cambio y corregir el área calculada mediante la comparación cartográfica de los mapas o la detección directa del cambio (Olofsson et al., 2014).

En cuanto al monitoreo por puntos, es importante destacar que, con este método es posible crear un registro histórico de información consistente de uso y cobertura de la tierra para cada uno de los puntos de la malla sistemática, permitiendo diversos tipos de análisis en el futuro. Este enfoque metodológico puede ser utilizado para la generación de datos de actividad para la Estrategia Nacional REDD+ (caracterizar degradación forestal, ganancias y pérdidas de cobertura forestal), para las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático, para el Inventario Forestal y de Otras Tierras, para las NAMAs (caracterizar árboles fuera del bosque) y como insumo para otros procesos.

Los países están progresivamente utilizando el monitoreo por puntos para estimar áreas de cambio. Una compilación del enfoque seguido por los países en sus Niveles de Referencia Forestal presentados a la CMNUCC o al Fondo de Colaboración para el Carbono de los Bosques (FCPF), muestra que actualmente, 17 de las 35 presentaciones utilizan este método para estimar los datos de actividad. Los datos obtenidos por muestreo por puntos son utilizados como datos de evaluación de precisión de los mapas pared a pared y son la base para las estimaciones de área. Es decir, si los datos de referencia son la mejor evaluación de las condiciones del suelo, estos datos proporcionan la mejor información disponible para estimar el área. La función principal del mapa en este contexto es reducir mediante la estratificación, los errores estándar (incertidumbre) de las estimaciones de área de cambio basadas en los datos de muestra de referencia. Además, las estimaciones de área producidas a partir de los datos de referencia van acompañadas de estimaciones de incertidumbre, proporcionando así la información necesaria para la construcción de intervalos de confianza para el cumplimiento de la orientación de buenas prácticas del IPCC (GFOI, 2018).

Debido a la necesidad de establecer procedimientos institucionales estandarizados, consistentes y armonizados, acorde a las necesidades de las distintas entidades gubernamentales responsables del monitoreo y reporte ante



diferentes convenciones, dentro del marco de SIMOCUTE, se organizó la sub-mesa técnica para desarrollar la metodología para el monitoreo del uso y cobertura de la tierra basado en la interpretación visual de puntos sobre una malla sistemática de puntos de muestreo, a partir de imágenes de alta resolución. La sub-mesa técnica discutió la metodología y varios temas técnicos durante varias sesiones de trabajo, empezando en abril de 2017. El 17 de mayo de 2017 se aprobó IMN como coordinadora de la sub-mesa. El IMN asumió a partir del 30 de junio (Resumen Temas Técnicos Sub Mesa MPP).

## 1.1. Objetivos del sub-componente

Objetivo General:

“Definir un proceso que apoye a las instituciones en el conocimiento del estado actual y los cambios en el uso y cobertura de la tierra, mediante un sistema de monitoreo visual de puntos, que permita disponer de datos frecuentes para la toma de decisiones y compromisos institucionales”

Objetivos Específicos:

- i. Construir una metodología base de interpretación visual de puntos de muestreo para el monitoreo del uso y cobertura de la tierra.
- ii. Preparar un documento técnico que detalle la metodología base de interpretación visual de puntos de muestreo para su revisión.
- iii. Coordinar la realización de estudios piloto para la validación de la metodología base de interpretación visual de puntos de muestreo.
- iv. Elaborar un protocolo con las pautas para la implementación y evaluación de la metodología base de interpretación visual de puntos de muestreo
- v. Entregar al coordinador del SIMOCUTE el documento técnico y el protocolo de implementación y evaluación de la metodología base de interpretación visual de puntos de muestreo para su respectiva socialización

## 2. Requerimientos de información de uso y cambio de uso y cobertura en las entidades de Gobierno.<sup>1</sup>

La presente metodología atiende las múltiples necesidades de diferentes instituciones, que requieren información de uso y cambio de uso y cobertura de la tierra, como insumo para los reportes solicitados por diferentes iniciativas, tales como el Programa de Reducción de Emisiones Forestales (Secretaría REDD+), el BUR<sup>2</sup> (IMN) y el NAMA<sup>3</sup> Ganadería (MAG), el Inventario Forestal Nacional (SINAC). A continuación, se consignan los diferentes requerimientos vinculados a la información de uso y cambio de uso y cobertura del país:

**Frecuencia de estimación de datos cambio:** Para las Comunicaciones Nacionales, Informes Bienales de Actualización (BUR por sus siglas en inglés) y el Programa de Reducción de Emisiones Forestales, se requiere una frecuencia de análisis e interpretación de cada 2 años.

**Error de muestreo:** No existen requerimientos de error establecidos para ninguno de los reportes arriba mencionados, únicamente se solicita que el nivel de incertidumbre sea el más bajo posible de acuerdo a las circunstancias nacionales. Sin embargo, en el caso del Programa de Reducción de Emisiones sometido al Fondo de Carbono, se aplican diferentes niveles de deducción (búfer) en la estimación de reducción de emisiones, dependiendo de la incertidumbre del Nivel de Referencia. Debido a lo anterior, se recomienda que las entidades de gobierno establezcan un nivel de incertidumbre que el país pretenda y pueda lograr según sus capacidades nacionales. El consenso de las instituciones (IMN, MAG, SINAC y Secretaría REDD+) es que el nivel de incertidumbre en los datos de actividad (áreas de cambio de uso y cobertura) no debería sobrepasar el 30%, procurando siempre ir mejorando en el tiempo. De este modo el nivel de muestreo debe permitir alcanzar una incertidumbre no mayor al 30% en todas las categorías de cambio. Esto implica la necesidad de utilizar estrategias

---

<sup>1</sup> Minuta 4ta sesión Sub-mesa Monitoreo por puntos y Minuta Sesión de Trabajo sobre el nivel de incertidumbre del SIMOCUTE

<sup>2</sup> Reporte de actualización bienal, siglas en inglés

<sup>3</sup> Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada, siglas en inglés

de muestreo estratificado que permitan intensificar el número de puntos en las áreas de cambio y así lograr disminuir el error de estimación.

**Credibilidad y transparencia:** Por otra parte, un requerimiento importante para las entidades de gobierno es poder demostrar credibilidad y transparencia en el monitoreo del uso y cambio de uso y cobertura de la tierra. Por ejemplo, la CMNUCC ha establecido directrices para la presentación de los Niveles de Referencia de Emisiones Forestales, consignadas en el anexo de la decisión 12/CP.17, en la cual se alienta a las partes a presentar Información transparente, completa, consistente y precisa utilizada como insumos para el nivel de referencia (NREF). De este modo, el país debe aspirar a la implementación y uso de una metodología consistente y transparente, que cualquiera pueda seguir para llegar a los mismos resultados, siguiendo el procedimiento con los datos disponibles para realizar los cálculos y comprobarlos.

**Costos asociados a la metodología:** se consideran los costos asociados a la implementación de la metodología propuesta, principalmente el costo de las imágenes utilizadas en la interpretación visual del uso del suelo y el nivel de detalle del levantamiento de información y la cantidad de puntos a muestrear, lo cual podría incrementar sustancialmente la cantidad de horas requeridas para realizar la interpretación.

**Consistencia:** Para garantizar procedimientos institucionales estandarizados, consistentes y armonizados la metodología de monitoreo incluye los siguientes elementos claves:

- **Clave de categorías de uso y cobertura:** se considera una clave de categorías de uso y cobertura, con clases bien definidas, cerradas y mutuamente excluyentes, debidamente adaptada a la fuente de datos disponible (imágenes de baja, media, alta resolución o datos de campo), estableciendo un nivel jerárquico de interpretación según resolución de imágenes o la disponibilidad de datos de campo.
- **Definición operativa de bosque:** Se considera una definición operativa de bosque clara y armonizada interinstitucionalmente, de fácil implementación durante la interpretación visual de uso y cobertura de la tierra. Esta definición define de forma excluyente las tierras forestales y las tierras no forestales.
- **Tipo de muestreo:** se adopta el muestreo sistemático mediante la implementación de una malla sistemática, para garantizar la construcción de series temporales consistentes de uso y cobertura de la tierra.
- **Registro histórico de los eventos de interpretación visual del uso y cobertura:** La metodología considera el registro histórico de cada uno de los eventos de interpretación visual del uso y cobertura, realizados sobre una malla sistemática de puntos, para que sirvan de base para la interpretación en años posteriores.
- **Fuente de datos:** el diseño de la metodología consideró la disponibilidad temporal, la cobertura sin nubes y la resolución de las fuentes de datos disponibles, tanto para el pasado como para el monitoreo futuro del cambio de uso y cobertura en el país.

**Tamaño mínimo de la parcela:** El tamaño de la parcela debe considerar dos aspectos: i. La colecta de datos de referencia y áreas de entrenamiento para la validación de mapas creados con imágenes de sensores remotos, se realiza sobre imágenes obtenidas con los sensores Landsat (30 m pixel) y Sentinel2 (10 m pixel); ii. El Inventario Forestal Nacional utiliza como unidades de muestreo parcelas de 20x50m y ii Implementación operativa de la definición de bosque. De este modo el tamaño de las parcelas debe ser lo suficientemente grande como para cubrir las parcelas del INF (20x50 m), y ser compatibles con los sensores utilizados para el mapeo de uso y cobertura de la tierra (e.g. Landsat y Sentinel), estableciendo un tamaño cuya área sea un múltiplo exacto de los píxeles 10m y 30 m. Asimismo, se requiere un tamaño de parcela que facilite la interpretación de uso o cobertura boscosa que cumplan con la definición legal de bosque, básicamente que cumplan con el umbral de 2 ha, como área mínima de este tipo de uso/cobertura de la tierra.

### 3. Metodología

A continuación, se detalla la metodología de monitoreo del uso y cambio de uso y cobertura de la tierra:

#### 3.1. Población de interés<sup>4</sup>

La presente metodología es aplicable a escala nacional y subnacional. Es posible que para alcanzar un error de estimación de cambio de áreas menor al 30% se requiera el uso de mallas intensificadas en análisis subnacionales (cantones, áreas de conservación, etc...).

#### 3.2. Unidad de muestreo<sup>5</sup>

El monitoreo de la cobertura y uso de la tierra basado en la interpretación visual de puntos se puede realizar mediante unidades de muestreo con registro a nivel de parcela o bien mediante parcelas constituidas por un grupo de puntos, donde el registro se realiza para cada punto dentro de la parcela. Ambas opciones presentan pros y contras dependiendo del propósito del monitoreo:

**Interpretación a nivel de parcela:** El registro a nivel de parcela es más eficiente, los registros pueden ser usados como insumo para el establecimiento de áreas de entrenamiento para la construcción de mapas a partir de algoritmos de clasificación de imágenes de sensores remotos; y estos registros tienen mayor correlación con la información levantada en el Inventario Forestal Nacional. Si lo que se desea es estimar las áreas de cada clase de uso y cobertura, es más eficiente estadísticamente utilizar unidades de muestreo con registro a nivel de parcela<sup>6</sup>.

**Interpretación a nivel de punto:** La interpretación a nivel de punto permite evaluar todas las transiciones dentro de la parcela y disponer de una base de datos más robusta. Esto permite minimizar el error de las estimaciones de áreas de cambio de uso y cobertura. Sin embargo, poder interpretar a este nivel depende del software que se vaya a utilizar. Asimismo, antes de implementar el registro a nivel de punto deben establecerse protocolos de evaluación que minimicen el sesgo potencial en la interpretación parcelas con problemas de desplazamiento entre imágenes (co-registro).

De acuerdo a lo anterior, mediante la interpretación a nivel de parcela es posible estimar el área de cada categoría de uso y cobertura de la tierra. No obstante, para estimar el área de cambio de uso y cobertura de la tierra es necesario utilizar una parcela conformada por varios puntos, mediante la cual sea posible muestrear las diferentes transiciones de dentro de la parcela. Mediante el SIMOCUTE, es necesario monitorear tanto el área de uso y cobertura de la tierra, como el área de cambio o transiciones en un periodo dado. Por esta razón se requiere utilizar como unidad de muestreo una parcela conformada por un conjunto de puntos de interpretación de uso y cobertura.

##### 3.2.1. Tamaño y forma de la parcela<sup>7</sup>

El tamaño de la parcela no afecta sustancialmente el error de estimación de las áreas de cambio de uso y cobertura. No obstante, parcelas grandes detectan mejor las clases raras de cambio y facilitan la interpretación en imágenes de sensores de baja y media resolución (30 a 5 m). Considerando que la presente metodología es multipropósito, el tamaño y forma de la parcela están definidas por las diferentes necesidades institucionales, la resolución de las imágenes a utilizar en la interpretación de uso y cobertura de la tierra y las herramientas disponibles para realizar la interpretación de las imágenes.

---

<sup>4</sup> Anexo 3, Minuta 2da Sesión Sub-mesa Monitoreo por puntos

<sup>5</sup> Minutas de la 1era y 10ma Sesiones y Anexo 3, Minuta 2da Sesión Sub-mesa Monitoreo por puntos

<sup>6</sup> El error total de la estimación de áreas por puntos incluye un término basado en la varianza entre parcelas y otro basado en la varianza dentro de parcela. Normalmente, la varianza dentro de parcelas es pequeña comparado a la varianza entre parcelas. Entonces, la varianza dentro de parcela tiene poco impacto en el error total.

<sup>7</sup> Minutas de la 1era y 5ta Sesión Sub-mesa Monitoreo por puntos, Memoria Taller Análisis de datos puntos de muestreo y Anexo 3, Minuta 2da Sesión Sub-mesa Monitoreo por puntos.

**Necesidades institucionales.** el tamaño de las parcelas debe ser lo suficientemente grande como para cubrir las parcelas del INF (20x50 m), y ser compatibles con los sensores utilizados para el mapeo de uso y cobertura de la tierra (e.g. Landsat y Sentinel), estableciendo un tamaño cuya área sea un múltiplo exacto de los pixeles 10m y 30 m. Asimismo, se requiere un tamaño de parcela que facilite la interpretación de uso o cobertura boscosa que cumplan con la definición legal de bosque, básicamente que cumplan con el umbral de 2 ha, como área mínima de este tipo de uso/cobertura de la tierra.

**Resolución de las imágenes a utilizar:** La parcela debe ser compatible con los sensores remotos a utilizar en la interpretación visual del uso y cobertura de la tierra. Por ejemplo, Landsat (30 m), Sentinel2 (10 m), Planet (4.7m) y Digital Globe (0.5 m), todas gratuitas por el momento y con planes a mantenerse a futuro. Además, Landsat, tiene un extenso archivo histórico (desde los años 80) y la resolución temporal de las imágenes Planet permiten la obtención de mosaicos a nivel nacional con baja cobertura de nubes. De este modo, para la interpretación visual de imágenes de estos sensores, el tamaño de las parcelas debe ser compatibles con estos sensores, por lo tanto, el tamaño de la parcela debe ser en múltiplos exactos de los pixeles (10m o 30 m) y lo suficientemente grande como para poder apreciar claramente los diferentes usos y coberturas.

**Herramientas disponibles para la interpretación de imágenes:** Herramientas disponibles permiten parcelas circulares (ICE) y cuadradas (Collect Earth Desktop y Collect Earth Online).

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, en la presente metodología se ha adoptado una parcela de 90x90 m. Este es el mismo tamaño utilizado por el Servicio Forestal en su programa de interpretación visual de puntos de muestreo. Esta parcela ha sido utilizada en forma exitosa en diferentes pilotos realizados por la Secretaria REDD+.

No obstante, este tamaño de parcela presenta dos inconvenientes importantes: a. Al ser una parcela de menos de una hectárea, puede causar sobre-estimación de la cobertura boscosa al incluir como bosque áreas que no cumplen con el umbral de 2 ha y b. El tamaño de esta parcela no es adecuado para la interpretación del uso y cobertura sobre imágenes de resolución media y baja (4–30 m), ya que por el tamaño del pixel se requiere hacer la interpretación en una parcela de mayor tamaño (al menos 2 ha).

### 3.2.2. Número de puntos dentro la parcela<sup>8</sup>

Estadísticamente, el número de puntos (si es mayor a cuatro) dentro de parcela tiene poco efecto en el error de las estimaciones. De este modo, por razones de eficiencia, se puede interpretar un número menor de puntos dentro de parcelas que no cambian (así lo han hecho en el programa del Servicio Forestal). El efecto de esta práctica en el error es mínimo; sin embargo, reduce la detección de clases raras. Entre mayor sea la cantidad de puntos es más probable detectar clases o cambios raros en el paisaje. No obstante, si se posible, es mejor interpretar el mismo número de puntos dentro de todas las parcelas.

Asimismo, para usar los datos como fuente de entrenamiento y validación de mapas, es importante caracterizar bien la composición de las parcelas, lo que también mejora conforme más puntos de interpretación tenga la parcela.

Debido a lo anterior, se requiere un balance entre el nivel de esfuerzo para interpretar los puntos (tiempo), el costo asociado y la precisión requerida, para establecer un número de puntos por parcela que sea razonable interpretar dado el nivel de fragmentación y la distribución de las diferentes clases de uso y cobertura, así como la resolución de las imágenes disponibles.

---

<sup>8</sup> Minutas de la 1era y 10ma Sesiones; Anexo 3, Minuta 2da Sesión Sub-mesa Monitoreo por puntos y Minuta Taller Análisis de datos puntos de muestreo.

Estudios piloto realizados en Costa Rica han utilizado 49 puntos por parcela<sup>9</sup> <sup>10</sup> en un arreglo de 7x7 puntos dentro de una parcela cuadrada de 90 x 90 m. Esta cantidad de puntos responde a dos razones prácticas: i. Es posible utilizar parcelas con 7x7 puntos mediante Collect Earth (software de análisis visual multitemporal) y ii. Cada punto representa aproximadamente un 2% de la parcela, lo que permite hacer cálculos mentales rápidos para determinar el porcentaje de cobertura y uso de la tierra para cada una de las categorías.

No se ha tomado una decisión final. Es muy difícil determinar el número final de puntos requerido sin hacer un estudio empírico con diferentes números de puntos por parcela. Se requiere realizar un estudio con parcelas con diferente número de puntos (49, 25, etc.) y comparar el error de estimación versus el nivel de esfuerzo invertido.

### 3.3. Tamaño de la muestra<sup>11</sup>

El número de parcelas en la muestra es el factor principal que determina el error esperado para las estimaciones de las áreas de cada clase y cambios en las áreas. La abundancia de la clase de uso o cobertura, o bien de categoría de cambio, también es un factor que determina el tamaño de la muestra de parcelas a evaluar. A partir de los requerimientos de exactitud y precisión de las diferentes iniciativas, establecido en no más de un 30%, por consenso entre las instituciones IMN, MAG, SINAC y Secretaría REDD+ (ver sección 2), es posible calcular el tamaño de muestra requerida.

A fin de conseguir que la estimación de áreas sea válida para una superficie de interés, utilizando datos de uso o cobertura de la tierra obtenidos por muestreo, los mismos se deben recopilar utilizando un diseño de muestreo probabilístico. Los diseños de muestreo probabilístico a considerar son: muestreo aleatorio simple (MAS), muestreo sistemático (MS), muestreo aleatorio estratificado (muestreo aleatorio simple dentro de los estratos) o sistemático (muestreo sistemático dentro de los estratos) (ME), y muestreo en dos etapas y por conglomerados. Un aspecto clave al seleccionar un diseño de muestreo es que el tamaño de la muestra de cada actividad debe ser lo suficientemente grande para generar estimaciones precisas de la superficie de la actividad, dados los requisitos de las políticas y los costos involucrados. Los diseños MAS y MS generan tamaños de muestra para cada actividad que son aproximadamente proporcionales a su ocurrencia. Si se obtiene una muestra general muy grande, entonces el MAS o el MS pueden generar tamaños de muestra lo suficientemente grandes de las diferentes actividades de modo que es posible elaborar estimaciones con una precisión suficiente (GFOI, 2016).

Considerando lo anterior, se propone establecer una malla sistemática sobre el territorio continental de Costa Rica, lo que garantiza una distribución homogénea de los puntos de muestreo entre todas las clases de cambio de cobertura (Rosenfeld, 1982). En Estados Unidos y Europa, para estudios de cambio del suelo se han utilizado mallas sistemáticas de 2x2 km ((Martino & Fritz, 2008; Rosenfeld, 1982). En Suramérica, se han utilizado mallas sistemáticas de 10x10 km a nivel continental (Steininger, Godoy, & Harper, 2009).

Se parte de la propuesta de interpretar uso y cobertura de la tierra en todo el territorio, usando como base la malla hexagonal de 10,166 puntos del Primer Inventario Forestal Nacional (IFN), con una distancia entre puntos de 2.4 km. Si bien la malla IFN provee una muestra lo suficientemente grande para realizar estimaciones precisas de área de cada una de las clases de uso y cobertura, 10168 puntos no son suficientes para obtener estimaciones de precisas de las áreas de cambio: e.g. deforestación, regeneración y degradación forestal (ver Tabla 1).

---

<sup>9</sup> Ortiz, E *et al.* 2017. Evaluación visual multitemporal del uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y cobertura de la tierra en la Malla SIMOCUTE, para la estimación de: i. área de cambio de uso en tierras agrícolas, forestales y de otros usos, ii. cambio en el porcentaje de cobertura de copas en bosques maduro y iii. proporción de área de plantaciones forestales incluida en la categoría de bosques secundarios. Secretaría REDD+.

<sup>10</sup> Ortiz, E indica el estudio realizado por el Tecnológico de Costa Rica (TEC) en Mesoamérica. Se interpretaron 8,000 puntos, 6 personas, en 15 días, incluyendo investigación adicional por tratarse de territorio Mesoamericano.

<sup>11</sup> Minutas de la 1era, 9na, 11era, 12da y 13era Sesiones; y Minuta Taller Análisis de datos puntos de muestreo

Tabla 1: Estimación del área de cambio de uso de la tierra para el periodo 2014-2015 usando asignación de uso de la tierra correspondiente al uso con representación mayor o igual a 50%. Caso todas las imágenes disponibles para la EVM (Ortiz-Malavassi, 2017).

Parámetro	Bosque cambia a No Bosque	Bosque sigue bosque	No Bosque cambia a Bosque	No Bosque sigue No Bosque	Sin información
Parcelas (n)	7	1,500	8	1,229	1,910
Proporción ( $W_i$ )	0.0015	0.3223	0,0017	0.2641	0.4104
Área (ha)	7,692	1,648,240	8,791	1,350,458	2,098,759
Li (95%)	1,997	1,579,566	2,704	1,285,681	2,026,478
Ls (95%)	13,386	1,716,915	14,878	1,415,236	2,171,041
% Error (95%)	74,0	4,2	69,2	4,8	3,4

### 3.3.1. Intensificación del muestreo en estratos de cambio:

Los tamaños de las muestras en las áreas de cambio de uso o cobertura que representan pequeñas proporciones de la superficie total, pueden ser muy pequeños para satisfacer el criterio de precisión. En consecuencia, ya que es probable que algunas actividades sean poco comunes y que establecer muestras grandes representa un costo potencialmente elevado, se debe evaluar con atención la opción del muestreo estratificado (ME) (GFOI, 2016).

Es importante recordar que el propósito de la estratificación es rebajar la varianza. Por lo tanto, para satisfacer el criterio de precisión, el enfoque más eficiente es crear estratos de cambio. Se supone que los estratos de cambio serán pequeños comparados con los estratos de no cambio. Se recomienda crear más que un estrato de cambio si su combinación reduce la varianza, comparado con un solo estrato de cambio.

El estrato de cambio debe ser sobre inclusivo para evitar que parcelas de cambio caigan dentro del estrato de no cambio. La inclusión de parcela de no cambio dentro del estrato de cambio aumenta la varianza; sin embargo, puesto que el peso de este estrato es pequeño, su impacto en la varianza total es pequeño. Si el estrato de no cambio contiene parcelas de cambio, aumenta la varianza del estrato. Pero, en este caso, el peso del estrato es grande y podría tener un impacto grande en la varianza total. Si fuera así, la estratificación no podría rebajar mucho el error de las estimaciones.

No se deben usar las parcelas interpretadas para crear el(los) estrato(s) de cambio, esto puede violar los supuestos estadísticos. Existen diferentes formas para realizar la estratificación de áreas de cambio, e.g. mapas de cambio obtenidos por comparación cartográfica o detección directa de cambio, así como el uso de modelos de riesgo de cambio.

Después de crear el(los) estrato(s) de cambio, se puede intensificar la malla dentro de los estratos de cambio e interpretar las parcelas intensificadas. Al hacer la interpretación, no es necesario interpretar parcelas que no han cambiado en la malla intensificada. De este modo para alcanzar el nivel de precisión de 30% en la estimación de áreas de cambio de uso y cobertura, se sugiere crear mallas anidadas que intensifiquen la muestra en los estratos de cambio.

### 3.3.2. Mallas sistemáticas a utilizar

Se propone interpretar uso y cobertura de la tierra en todo el territorio, un juego de mallas hexagonales anidadas con puntos equidistantes de la siguiente forma:

- Nivel 1. Malla hexagonal de 10,188 puntos con una distancia entre puntos de 2.4 km.
- Nivel 2: Malla hexagonal anidada en Nivel 1 de 30,336 con una distancia entre puntos de 1.2 km.
- Nivel 3: Malla hexagonal anidada en Nivel 2 de xxxxxx con una distancia entre puntos de xxx km.

El Nivel 1 es adecuado para análisis a escala nacional. Los análisis a escala subnacional se pueden realizar utilizando el Nivel 2 (provincias o áreas de conservación) o Nivel 3 (cantones o distritos) según corresponda. Es

importante señalar que el Laboratorio PRIAS está elaborando para el SIMOCUTE, un script para la generación de las mallas anidadas con parámetros para cualquier nivel deseado, debidamente anidado en el Nivel 1.

### 3.3.3. Confidencialidad de la ubicación de las unidades de muestreo en el campo

Muchos países mantienen confidenciales las ubicaciones de las parcelas de sus inventarios forestales para evitar sesgo causado por un tratamiento diferente de las parcelas que puede ocurrir cuando personas conocen las ubicaciones de las unidades de muestreo (e.g. corta de árboles de especies preciosas). Por esta razón, mantener la confidencialidad en la ubicación de las parcelas es particularmente importante para el IFN.

### 3.4. Fuentes de imágenes disponibles<sup>12</sup>

En la Tabla 2 se consignan las fuentes de imágenes disponibles para la interpretación visual multitemporal del uso y cobertura de la tierra en Costa Rica. Cabe resaltar que para la evaluación visual del uso del suelo y cobertura se requieren fuentes de imágenes con las siguientes características:

- i. **Resolución:** El error y el tiempo invertido en el proceso de interpretación disminuye con respecto a la resolución de las imágenes. Resoluciones sub-métricas proveen el mejor desempeño. En imágenes de resolución Media y Baja (pixel >5 m) se requiere más tiempo y experiencia para una adecuada interpretación del uso del suelo o cobertura.
- ii. **Cobertura espacial y temporal:** Para asegurar una baja proporción de puntos de muestreo sin información, se requiere que la fuente provea imágenes libres de nubes para todo el territorio nacional, y para cada uno de las fechas de evaluación.
- iii. **Archivo de imágenes:** Una fuente con amplio archivo de imágenes es requerido para la construcción de series históricas de cambio de uso y cobertura. Para asegurar la consistencia del análisis histórico se requiere la utilización de la misma fuente durante todo el periodo de evaluación.
- iv. **Accesibilidad:** Las herramientas de evaluación visual multitemporal requieren que las fuentes de imágenes estén disponibles mediante puertos WMS, ya sean estas gratuitas o licenciadas.

Tabla 2: Fuentes de imágenes disponibles para la interpretación visual multitemporal del uso y cobertura de la tierra en Costa Rica

Fuente	Resolución	Archivo de imágenes	Capacidad de producir un mosaico anual libre de nubes	Instituciones con licencia	Acceso gratuito
Fotos Terra	Alta (Sub-métrica)	1997	70%	Propiedad del Gobierno	SNIT <a href="http://www.snitcr.go.cr/">http://www.snitcr.go.cr/</a> mediante WMS
Fotos Carta	Alta (Sub-métrica)	2005	75%		
Fotos Registro	Alta (Sub-métrica)	2016-2017			
Bing	Alta (Sub-métrica)	nd		Libre acceso	Collect Earth Online <a href="http://collect.earth">http://collect.earth</a>
Digital Globe	Alta (Sub-métrica))	2009	70	ICE, IGN y AYA	Google Earth Desktop Collect Earth Online <a href="http://collect.earth">http://collect.earth</a>
Rapid Eye	Media (5 m)	2009 <sup>13</sup>			No hay
Planet Global Mosaic	Media (3-5 m)	2016	100%	Libre acceso	Collect Earth Online <a href="http://collect.earth">http://collect.earth</a>

<sup>12</sup> Minutas de la 3era, 4ta, 5ta, 6ta y 7ma Sesione Sub-mesa Monitoreo por puntos.

<sup>13</sup> <https://earth.esa.int/web/guest/-/rapideye-products>

Sentinel	Baja (10 m)	2014 <sup>14</sup>	90%		SEPAL
Landsat	Baja (30 m)	1970	90%		<a href="https://sepal.io/">https://sepal.io/</a>

### 3.5. Sistema de clasificación<sup>15</sup>

El establecimiento de un sistema de clasificación es clave para la medición de los cambios sobre el estado de la cobertura y el uso de la tierra, y los ecosistemas. El sistema de clasificación está compuesto por cuatro subsistemas: i. Sistema de clasificación de uso, ii. Sistema de clasificación de cobertura, iii Sistema de clasificación para ecosistemas y iii. Sistema de clasificación de causas de cambios en la cobertura y uso de la tierra. La mesa técnica de SIMOCUTE ha desarrollado los sistemas de clasificación de uso y cobertura.

Los sistemas de clasificación de uso y cobertura están basados en el sistema "Corine Land Cover" versión Costa Rica o Leyenda CLC-CR, publicado por el Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnológica Agropecuaria (INTA) en el año 2016. Estos sistemas de clasificación permiten la agrupación de entidades similares en grupos o clases basadas en características comunes para la cobertura y uso de la tierra, con las definiciones clave asociadas. Ambos sistemas de clasificación se han diseñado de forma que sean exhaustivos, mutuamente excluyentes y jerárquicos. Es decir, el sistema permite asignar una única categoría a cada posible uso y cobertura de la tierra, incluyendo diferentes niveles de clasificación que van de lo general o lo específico. De este modo las clases de uso y cobertura puedan ajustarse al tipo de datos disponibles, esto es, imágenes de sensores de baja resolución, imágenes de alta resolución, o información tomada directamente en el campo. En Tabla 3 y Tabla 4 se resumen las claves de clasificación de uso y cobertura de la tierra para Costa Rica (Rosales et al., 2018).

De acuerdo a Rosales et al. (2018), para el desarrollo de ambos sistemas se definió **Uso de la tierra**, como el uso funcional de un sitio tal como elementos biofísicos y culturales, por lo que su determinación requiere una perspectiva humana y la interpretación de las actividades realizadas sobre la cobertura de la tierra en un sitio determinado; y está asociado a un área. Por otra parte, **Cobertura de la tierra** corresponde a la cubierta biofísica presente en un sitio con sus elementos naturales y antrópicos. En este caso no requiere de análisis de contexto o inferencia del entorno, y no tiene un área mínima asociada a ella.

Asimismo, se considera como **uso bosque** aquella área de tierra con un tamaño mínimo de 1,0 hectárea, con una cobertura de dosel (copa) de más de 30%, con árboles con un potencial para alcanzar una altura mínima de 5 metros a su madurez in situ. Un bosque puede consistir en formaciones cerradas donde los árboles de varios estratos y sotobosque cubren una alta proporción del terreno, o de formaciones abiertas con cobertura del dosel (copa) de más de 30%. Rodales naturales jóvenes, y todas las plantaciones que no hayan alcanzado todavía una cobertura de dosel del 30%, o una altura de 5 metros son considerados bosques.

**Cabe aclarar que está en discusión la consideración de una definición de uso bosque que tome en cuenta la definición legal de bosque. Esto por cuanto SINAC no tiene la responsabilidad de administrar bosques con una cobertura de copa menor a 70% y con menos de 2 ha.**

Asimismo, aún esta pendiente el desarrollo de los sistemas de clasificación de ecosistemas y de causa de cambios en la cobertura y uso de la tierra. En relación al sistema de clasificación de causas de cambio, es importante tener en cuenta que el número de clases que se puede interpretar depende de la resolución de la imagen. Por otro lado, una cantidad de clases grande aumenta el número de transiciones posibles. Resultando en una disminución de la muestra de puntos por clases de cambio, y por ende un aumento en el error de estimación (especialmente para cambios raros).

<sup>14</sup> <https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-operational-eo-missions/sentinel-1>

<sup>15</sup> Minutas de la 1era Sesión y Anexo 3 Minuta 2da Sesión Sub-mesa Monitoreo por puntos y Memoria Taller Análisis de datos puntos de muestreo.



Tabla 3: Clave de clasificación de Uso de la Tierra en Costa Rica (Rosales et al., 2018).

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4			
1000	Manejo y conservación de bosques	1100	Bosque maduro						
		1200	Bosque intervenido						
		1300	Bosque secundario	1310	Bosque secundario temprano				
				1320	Bosque secundario medio				
				1330	Bosque secundario tardío				
		1400	Manglares						
		1500	Yolillales						
1600	Plantaciones forestales								
2000	Agricultura	2100	Cultivos anuales	2110	Arroz				
				2120	Tierras en barbecho o quemadas				
				2130	Hortalizas				
				2140	Melón y Sandía				
				2150	Raíces y tubérculos				
				2160	Otros				
				2200	Cultivos permanentes	2210	Caña		
		2220	Piña						
		2230	Bambú						
		2240	Palmas			2241	Palmito		
						2242	Palma aceitera		
						2243	Cocotero		
						2244	Pejibaye		
		2250	Musáceas			2251	Banano		
						2252	Plátano		
		2260	Ornamentales						
		2270	Café			2271	Café con sombra		
						2272	Café sin sombra		
		2280	Frutales			2281	Cítricos		
				2282	Papaya				
				2283	Mango				
				2284	Cacao				
				2285	Mamón				
				2286	Aguacate				
		2290	Almácigos	2287	Otros frutales				
				2291	Almácigo de Café				
				2292	Almácigo de Palma aceitera				
		2293	Otros almácigos o viveros						
2300	Áreas agrícolas heterogéneas								
2400	Cultivos confinados								

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4		
3000	Ganadería y Pastos	3100	Pastos naturales	3110	Pastos con árboles y arbustos			
					3120	Pastos limpios		
		3200	Pastos cultivados		3210	Pastos cultivados con árboles		
						3220	Pastos cultivados limpios	
4000	Zonas húmedas	4100	Tierras húmedas	4110	Tierras húmedas con vegetación asociada	4111	Turbera	
						4112	Pantano	
						4113	Con otro tipo de vegetación	
					4120	Salitral		
					4130	Zonas inter-mareales		
				4200	Cuerpos de agua	4210	Aguas continentales	4211
		4212	Ríos					
		4213	Canales					
		4214	Estanques para acuicultura					
		4215	Lagos y lagunas					
		4220	Aguas marítimas			4221	Maricultura	
						4222	Océanos y mares	
						4223	Esteros	
		4224	Lagunas costeras					
5000	Infraestructura	5100	Zonas Urbanas	5110	Zona urbana continua			
				5120	Zona urbana discontinua			
		5200	Zonas industriales o comerciales					
		5300	Vías de transporte	5310	Red vial	5311	Caminos de tierra	
						5312	Caminos de lastre	
						5313	Caminos de asfalto o concreto	
					5320	Red ferroviaria		
					5330	Zonas portuarias		
					5340	Aeropuertos y pistas de aterrizaje		
		5400	Zonas de extracción minera y escombreras	5410	Zonas de extracción minera			
				5420	Escombreras y vertederos			
				5430	Salinas			
		5500	Zonas recreativas	5510	Zonas verdes urbanas			
5520	Instalaciones recreativas							
6000	Otras tierras	6100	Playas y arenales					
		6200	Otro terreno descubierto o roca					
		6300	Páramo					
		6400	Otros terrenos					
7000	No clasificable	7100	Sombras					
		7200	Nubes					
		7300	Sin información					

Tabla 4: Clave para la clasificación de la cobertura de la tierra en Costa Rica (Rosales et al., 2018).

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		
1000	Vegetación	1100	Árboles			
		1200	Arbustos			
				1310	Gramíneas	
		1300	Herbáceas	1320	Musáceas	
				1330	Otras herbáceas	
		1400	Palmas			
		1500	Sarán			
		1600	Plástico			
		1700	Otra vegetación			
		2000	Sin Vegetación	2100	Terreno descubierto	2110
2120	Afloramiento rocoso					
2130	Arena					
2140	Zonas quemadas					
2150	Ceniza volcánica					
2200	Infraestructuras			2210	Techo	
				2220	Superficie pavimentada	
				2230	Superficie no pavimentada	
				2240	Otras superficies	
3000	Aguas	3100	Aguas continentales			
		3200	Aguas marítimas			
4000	Nubes y sombras	4100	Nubes			
		4200	Sombras de nubes			
		4300	Otras sombras			
5000	Sin información					

### 3.6. Herramientas de interpretación visual<sup>16</sup>

En la Tabla 5 se resumen las principales características de las herramientas disponibles para la interpretación visual de puntos de muestreo. Para implementar la presente metodología se requiere que la herramienta registre las observaciones a nivel de punto, que permita trabajar con la unidad de muestreo establecida en esta metodología (sección 3.2), y que también permita el uso de fuentes de imágenes propias tales como las fotos Terra 97 y Carta 2005, preferiblemente mediante servicios WMS y que permita acceder diferentes repositorios gratuitos de imágenes Landsat y Sentinel.

Las herramientas Collect Earth Desktop y Collect Earth Online cumplen con la mayoría de los requerimientos anteriores. CE Desktop no tiene la capacidad de registro a nivel de punto y CE Online no permite la utilización de imágenes propias a no ser que estén publicadas en un servicio WMS o subidas en un “asset” de Google Earth Engine.

<sup>16</sup> Minutas de la 3era Sesión y Anexo 3 Minuta 2da Sesión Sub-mesa Monitoreo por puntos y Memoria Taller Análisis de datos puntos de muestreo.

Tabla 5: Herramientas disponibles para la interpretación visual de puntos

	Collect Earth	Collect Earth Online	Herramienta ICE (ArcGIS)	Herramienta a ICE (Access)	TimeSync
¿Mantiene atributos para cada punto?	✗	✓	✓	✓	N/A
¿Permite el uso de imágenes propias?	Servicios WMS	Servicios WMS	✓	✓	✗
Fuentes de imágenes	Google Earth, GE Engine; propias	Servicios Digital Globe, Planet, Bing; propias	Propias	Propias	Landsat
No requiere software comercial	✓	✓	✗	✗	✓
Desarrollador	FAO	SERVIR, Spatial Informatics Group, FAO, Servicio Forestal EEUU, otros	Servicio Forestal EEUU	Servicio Forestal EEUU	Oregon State University
Disponibilidad del software	Web ( <a href="http://ceo.sing-gis.com/">http://ceo.sing-gis.com/</a> )	Web ( <a href="http://www.openforis.org/tools/collect-earth.html">http://www.openforis.org/tools/collect-earth.html</a> )	Solicitud al Servicio Forestal EEUU	Solicitud al Servicio Forestal EEUU	Solicitud a Oregon State University ( <a href="http://timesync forestry.oregonstate.edu/">http://timesync forestry.oregonstate.edu/</a> )
Costo	Gratis	Gratis	Gratis	Gratis	Gratis
Plantillas jerárquicas	✓	En el futuro	✗	✗	✗
¿Registra más que un atributo (p.ej. uso y cobertura)?	✓	✓	✓	✓	✓
Tamaño de parcela	Variable	Variable	Variable	Variable	30x30 m
Forma de parcela	Cuadrado	Cuadrado, circular	Circular	Circular	Cuadrado
Número de puntos por parcela	Variable	Variable	1, 5, o 45	Variable	N/A

### 3.7. Control y aseguramiento de la calidad<sup>17</sup>

El control y aseguramiento de calidad incluye las siguientes actividades:

- **Capacitación:** es esencial capacitar bien a los intérpretes antes y durante la interpretación de las parcelas. Se recomienda llevar a cabo reuniones regulares para discutir problema o parcelas difíciles.
- **Manual de interpretación:** es importante desarrollar un manual de interpretación con ejemplos de los diferentes tipos de uso y cobertura, definiciones de las clases (incluyendo el tamaño y forma de las unidades mínimas), etc.
- **Cheques de las interpretaciones:** el jefe de los intérpretes puede 1) revisar, junto con los intérpretes, parcelas difíciles identificados por los intérpretes y 2) hacer chequeos aleatorios de las parcelas sin informar a los intérpretes. Otro tipo de chequeo es el chequeo cruzado en que los intérpretes re-interpretan un porcentaje de sus parcelas aleatoriamente o re-interpretan un porcentaje de las parcelas de otro intérprete.
- **Cheques de los datos:** algunas herramientas de interpretación implementan reglas y chequeos en la herramienta para asegurar, por ejemplo, que el intérprete llena todos los campos. Estas herramientas pueden levantar advertencias cuando el intérprete llena los campos con combinaciones de usos improbables o imposibles (p.ej., pasto cambiando a bosque maduro). Después de la interpretación, el analista puede hacer otros chequeos para asegurar que no hay datos faltantes, parcelas duplicadas, combinaciones de usos improbables o imposibles, etc.
- **Interpretación simultánea de las dos fechas de evaluación:** En ocasiones se presenta un problema de co-registro entre imágenes de diferentes fechas de evaluación para un mismo punto de muestreo (desplazamiento entre imágenes). A causa del desplazamiento, los puntos parecen caer en diferentes lugares. Si el intérprete no lo toma en cuenta al hacer la interpretación, puede ser el interprete indique un cambio, aunque no ha habido un cambio real. Para evitar este error, se requiere desarrollar un protocolo para hacer una interpretación correcta cuando existe desplazamiento entre imágenes, que incluya la interpretación simultánea de las dos imágenes para asegurar que los puntos caen en el mismo lugar en ambas imágenes o hacer un ajuste visual. Collect Earth Online (CEO) permite la interpretación simultánea de puntos de muestreo para dos fechas distintas. CEO permite cambiar las fechas de las imágenes en las dos ventanas de evaluación. Otra forma de interpretar dos fechas a la vez es crear dos proyectos distintos: uno para tiempo 1 y otro para tiempo 2. El intérprete tendría que desplegar ambos proyectos en su pantalla (mejor con dos pantallas) y hacer las interpretaciones a la vez.
- **Interpretación del uso considerando el contexto:** La interpretación del uso de la tierra se puede realizar de dos formas: i. usando solamente la información que se ve dentro de la parcela y no tomando en cuenta lo que se ve alrededor de la parcela (interpretación sin contexto) o bien, considerando lo que se ve dentro y alrededor de la parcela (interpretación con contexto). Es importante aclarar que la interpretación con contexto solo aplica al uso de la tierra. Para la interpretación de la cobertura, se realiza considerando únicamente la porción de la imagen donde cae el punto y sin tener que considerar lo que está alrededor del punto.

Un problema con la interpretación sin contexto es que, dependiendo de la ubicación espacial de la parcela, la interpretación sin contexto podría resultar en la asignación errónea del uso; lo que resulta en la violación de los supuestos estadísticos (ver Figura 1). Si en ambas situaciones (Fig. 2A y 2B) se hiciera la interpretación con contexto, el uso sería pasto en ambos casos. De este modo, la interpretación sin contexto podría resultar en estimaciones inválidas de uso y cambio de uso del suelo.

De este modo se recomienda siempre interpretar el uso con contexto para evitar violaciones de supuestos estadísticos. Asimismo, establecer reglas específicas y claras sobre el tamaño y forma de las unidades mínimas para cada clase de uso y alinear, en la medida de lo posible, las reglas usadas para el IFN con las de la interpretación visual de puntos

---

<sup>17</sup> Minutas de la 10ma, 12da (incluyendo Anexo 2) Sesión y Memoria Taller Análisis de datos puntos de muestreo

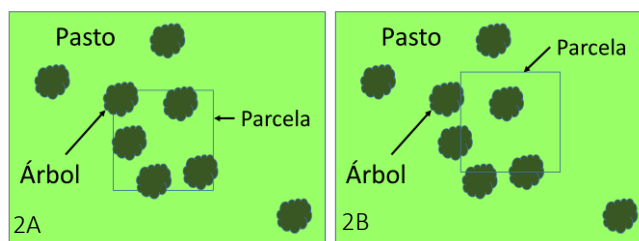


Figura 1: Escenarios de interpretación sin contexto donde para un mismo punto habría dos interpretaciones de uso. En Fig. 2A los árboles ocupan más del 30% de la parcela, por lo que la interpretación sin contexto para esta parcela sería bosque. En la Fig. 2B, si se mueve un poco la parcela la cobertura es menor a 30%, donde la interpretación sin contexto sería pasto. Si en ambas situaciones (Fig. A y B) se hiciera la interpretación con contexto, el uso sería pasto en ambos casos.

### 3.8. Análisis de datos<sup>18</sup>

El propósito de esta metodología es estimar el área de un tipo de cobertura terrestre; uso de la tierra o transición. Por ejemplo, el objetivo puede ser estimar el área de bosque en una región “R”, o área de transición de bosque a no bosque, que en términos generales se conoce como el área de un dominio “D”. Mediante muestreo por puntos es posible estimar el área del dominio “D” con la siguiente expresión:

$$Ec. 1 \quad A_D = A_R \times P_D$$

Donde

$A_D$ : Área del dominio D

$A_R$ : Área de la región R

$P_D$ : Proporción de la región en el dominio D

#### 3.8.1. Estimador de la proporción y su varianza:

En la Tabla 6, se presentan los estimadores de la proporción de la región en un dominio dado, a nivel de parcela, estrato y promedio, con su respectiva varianza, para los análisis con muestreo aleatorio simple y muestreo estratificado.

Tabla 6: Estimadores de la proporción de la región en un dominio dado a nivel de parcela, estrato y promedio, y la varianza para análisis con muestreo aleatorio simple y muestreo estratificado.

	Muestreo aleatorio simple	Muestreo Estratificado
Estimador de la proporción a nivel de parcela $\bar{p}_i$		Ec. 2 $\bar{p}_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}$
Estimador de la proporción promedio de las parcelas para cada estrato $\bar{p}_h$		Ec. 3 $\bar{p}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \frac{1}{m_{hi}} \sum_{j=1}^{m_{hi}} y_{hij}$
Estimador de la proporción promedio de las parcelas $\bar{p}$	Ec. 4 $\bar{p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}$	Ec. 5 $\bar{p} = \sum_{h=1}^H W_h \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \frac{1}{m_{hi}} \sum_{j=1}^{m_{hi}} y_{hij}$

<sup>18</sup> Minutas de la 13era Sesión y Memoria Taller Análisis de datos puntos de muestreo.

Estimador de la varianza de la proporción $\hat{V}(\bar{p})$	Ec. 6 $\hat{V}(\bar{p}) = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\bar{p}_i - \bar{p})^2$	Ec. 7 $\hat{V}(\bar{p}) = \sum_{h=1}^H W_h^2 \frac{1}{n_h(n_h-1)} \sum_{i=1}^{n_h} (\bar{p}_{hi} - \bar{p}_h)^2$
--	---	---

Fuente: Patterson P. 2018. Estimators for photo-based measurements. US Forest Service. Forest Inventory and Analysis Program. Costa Rica workshop.

### 3.8.2. Opciones de análisis de datos registrados a nivel de parcela:

Existen dos formas principales de registrar los datos interpretados de los puntos a nivel de parcela: i. En forma de una sola clase, basado en la clase dominante dentro de la parcela y ii. En forma de porcentajes de las diferentes clases presentes en la parcela. Dependiendo de la forma de registro se pueden aplicar los siguientes enfoques de cálculo:

**Cálculo de transiciones considerando la clase dominante en la parcela:** permite calcular transiciones entre clases. Sin embargo, al asignar una sola clase, se pierde la información sobre las demás clases dentro de las parcelas y posibles transiciones entre ellas. No se puede calcular el error asociado a esta práctica. Esto fue evidente en los datos de parcelas interpretadas del estudio de Ortiz-Malavassi (2017). Además, el asignar una sola clase a las parcelas puede aumentar la varianza de la estimación significativamente comparado con un análisis basado en proporciones de las clases dentro de las parcelas.

**Cálculo de cambios netos usando las proporciones de las clases en las parcelas:** Mediante el enfoque de calculo de cambios netos usando las proporciones de las parcelas, el analista calcula las proporciones de cada clase a través de toda la población para tiempo uno y tiempo dos. Luego se pueden calcular los cambios netos en áreas entre los dos tiempos, aunque no se puede saber las transiciones exactas. Si bien es posible calcular (y adivinar cuando sea necesario) las transiciones entre clases a nivel de parcela usando las proporciones a nivel de parcela (e.g., si una parcela de un tipo cambia a dos tipos en tiempo dos), para otras parcelas, no será posible calcular las clases de transición (parcelas con transiciones complejas entre muchas clases). En estos casos, el analista podría aplicar reglas de transición para eliminar de la consideración transiciones imposibles (p.ej., una transición de pasto a bosque maduro) para tratar de identificar las transiciones correctas. Otra opción sería combinar clases para reducir el número de posibles transiciones. En algunos casos, el analista tendría que revisar los datos de la parcela y adivinar transiciones lógicas. Este enfoque sería muy tedioso y introduciría error que no se podría cuantificar.

### 3.8.3. Análisis de parcelas sin respuesta:

Es común que en los estudios de cambio de uso y cobertura de la tierra exista un número de parcelas sin respuesta, debido a que no se pueden interpretar, a causa de la no disponibilidad de imágenes, la presencia de nubes, sombras u otro fenómeno. Por ejemplo, según Ortiz-Malavassi (2017), en Costa Rica para los años 2013 y 2015, solo habían 4.431 de 10.166 parcelas con cobertura de imágenes de alta resolución en ambos años en Google Earth. El abordaje del análisis de las parcelas sin respuesta dependiendo de la ocurrencia y la distribución de las mismas:

**Distribución aleatoria y homogénea de las parcelas sin respuesta en el área de estimación:** Si la probabilidad si la probabilidad de no respuesta entre las parcelas es aleatoria, y es igual a través de toda el área de estimación, se puede estimar las áreas totales y cambios en ellas usando los estimadores normales, sin problema.

**Distribución No aleatoria y No homogénea de las parcelas sin respuesta en el área de estimación:** Si la probabilidad de no respuesta no es aleatoria y/o desigual a través de toda el área de estimación, se recomienda estratificar el área de estimación, con el objetivo de crear estratos que agrupen la mayoría de parcelas con ocurrencia y distribución aleatoria de no tener respuesta. Con estratos creados en esta forma, el analista puede aplicar estimadores estratificados para estimar las áreas y varianzas asociadas sin sesgo de no respuesta.

**Grandes áreas con parcelas sin respuesta:** Si existen áreas grandes sin parcelas o bien si la probabilidad de no respuesta no es aleatoria o desigual a través del área no puede resolverse con estratificación, no se puede estimar sin sesgo las áreas de uso y cobertura y cambios en ellas en esa zona. En estos casos podría ser mejor eliminar las áreas sin parcelas (o donde la probabilidad de no respuesta no es aleatoria y/o no igual) del área de estimación y explicar que las estimaciones no incluyen estas áreas (ver Figura 2).

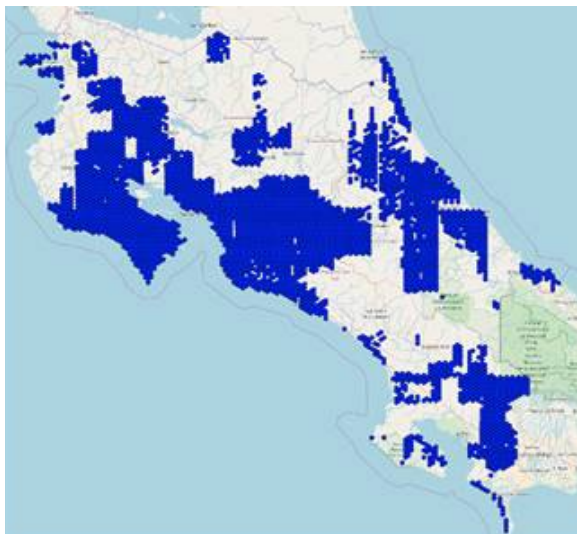


Figura 2: Mapa de la distribución de parcelas interpretadas en imágenes de alta resolución en los años 2013 y 2015 (4.431 parcelas), por Ortiz-Malavassi (2017) para la Secretaría REDD+. Se aprecia que la distribución de las parcelas no es aleatoria, y existen áreas grandes en las cuales no hay parcelas con respuesta. En este caso no es posible crear estratos con suficientes parcelas para poder estimar las áreas de uso y cobertura y cambios en ellas sin sesgo. Este es un caso se sugiere considerar excluir estas áreas de la estimación y explicar en la documentación que las estimaciones solo aplican a las áreas donde existe una buena distribución de parcelas.

#### 4. Bibliografía

- GFOI. (2016). *Integración de las observaciones por teledetección y terrestres para estimar las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en los bosques. Métodos y orientación de la Iniciativa Mundial de Observación de los Bosques* (Edición 2.). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- GFOI. (2018). *Summary of Country experiences and critical issues related to estimation of activity data*. Retrieved from [https://www.reddcompass.org/documents/184/0/ActivityData\\_Inference\\_FAQ.pdf/8e93e100-c46b-4ff9-946b-6d0972fd50da](https://www.reddcompass.org/documents/184/0/ActivityData_Inference_FAQ.pdf/8e93e100-c46b-4ff9-946b-6d0972fd50da)
- Martino, L., & Fritz, M. (2008). New insight into land cover and land use in Europe. *Statistics in Focus*, 33(November 2003), 1–8.
- Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42–57. <http://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>
- Ortiz-Malavassi, E. (2017). *Evaluación Visual Multitemporal (EVM) del Uso de la tierra, Cambio en el Uso de la Tierra y Cobertura en Costa Rica Zonas A y B Tarea 1: Estimación del área de cambio de uso de la tierra durante el periodo 2012-2013*. San José, Costa Rica.
- Rosales, A., Méndez, A., Ortiz, E., Chavarría, M. I., Chacón, A. R., & Vega, M. (2018). *Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica. Versión 1.2*. San José, Costa Rica. Retrieved from <http://www.sinac.go.cr/ceniga/?q=content/sistema-de-monitoreo-de-la-cobertura-y-uso-de-la-tierra-y->



ecosistemas-simocute

Rosenfeld, G. H. (1982). Sample design for estimating change in land use and land cover. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 48(5), 793–801.

Steininger, M. K., Godoy, F., & Harper, G. (2009). Effects of systematic sampling on satellite estimates of deforestation rates. *Environmental Research Letters*, 4(3). <http://doi.org/10.1088/1748-9326/4/3/034015>

## Anexo 1: Resumen de resultados estudios piloto

Estudio	Evaluación Visual Multitemporal (EVM) del Uso de la tierra, Cambio en el Uso de la Tierra y Cobertura en Costa Rica Zonas A y B Tarea 1: Estimación del área de cambio de uso de la tierra durante el periodo 2012-2013.
Autores	Ortiz, E.
Institución	Secretaría REDD+
Objetivo	<b>Objetivo general:</b> Realizar una Evaluación Visual Multitemporal (EVM) sobre imágenes de alta resolución del territorio continental de Costa Rica (Zonas A y B) utilizando como puntos de muestreo la malla triangular regular construida para toda la superficie continental de Costa Rica, que fue utilizada en la planificación del Inventario Forestal Nacional 2012-2015 de Costa Rica. <b>Objetivo específico:</b> Realizar la estimación del área de cambio de uso en tierras agrícolas, forestales y de otros usos, durante los periodos 2012-2013 y 2014-2015, así como la evaluación de la exactitud de la clasificación del cambio del mapa MC13, y para el periodo 2014- 2015 proveer información necesaria para la evaluación de la exactitud de la clasificación del cambio de cobertura del suelo del mapa MCS14-15 producido por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Tarea 2: Estimar el cambio en el percent
3.1 Población de interés	Superficie continental de Costa Rica
3.2 Unidad de muestreo	Como unidad de evaluación espacial se utilizó una parcela de aproximadamente 90x90 metros cuyo punto central coincide con cada uno de los puntos de muestreo de la malla triangular regular construida para toda la superficie continental de Costa Rica, que fue utilizada en la planificación del Inventario Forestal Nacional 2012-2015 de Costa Rica. El área de la parcela corresponde a 3x3 píxeles de Landsat y cubre 0,98 ha. En cada parcela se creó una sub-grilla de 7x7 puntos los cuales se usaron para estimar el porcentaje de cada uso de la tierra dentro de cada parcela o unidad de muestreo.
3.3 Tamaño de la muestra	Se utilizó la malla triangular regular de 10166 puntos propuesta para el IFN 2012-2013 y adoptada por el Sistema de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra, y Ecosistemas (SIMOCUTE), establecida en el sistema de coordenadas CRTM05 de Costa Rica. La malla fue re-proyectada a coordenadas geográficas en WGS84 dado que es el sistema usado en Collect Earth.
3.4 Fuentes de imágenes	Se utilizó como la fuente de datos de referencia para el EVM el repositorio de imágenes de alta resolución disponible en Google Earth y Earth Engine, dando prioridad a imágenes de los años a evaluar (2012-2013, o 2014-2015). Sin embargo, en caso de ausencia se registró el uso en el año más próximo a estos años. Se usó además la plantilla de Collect Earth para utilizar scripts de Google Earth Engine para facilitar la interpretación del tipo de vegetación en series temporales MODIS, y el NDVI calculado usando imágenes Landsat, así como para interpretar imágenes Landsat 7, Landsat 8, y Sentinel 2.
3.5 Sistema de clasificación	<b>Clasificación de uso y cobertura de la tierra:</b> Se prepararon dos protocolos de clasificación, uno para la evaluación de cambio de uso de la tierra, y otro para la evaluación del cambio de cobertura de la tierra con el fin de reducir la incertidumbre de la clasificación debido a: a) el sesgo asociado al registro espacial de la imagen de

	<p>referencia, b) el sesgo del interprete, o error en la asignación de la clase de referencia a la unidad espacial; y c) la variabilidad del interprete.</p> <p><b>Clasificaciones para cálculo de cambio de uso:</b> Para el calculo de la estimación del cambio de uso en los periodos 2012-2013 y 2014-2015, y la evaluación de exactitud del mapa MC13, se decidió registrar en las plantillas de evaluación las categorías de cambio uso de tierras agrícolas, forestales y otras tierras Para esto se definió para el inicio y final de cada periodo, la categoría de uso de la tierra y además la posible causa de cambio de uso de la tierra para cada uno de los periodos.</p>
3.6 Herramientas de interpretación visual	<p>Para recolectar los datos por parcela utilizando el sistema EVM se diseñaron tres plantillas en Collect para Collect Earth, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) una para la recolecta de información de cambio de uso de la tierra para el periodo 2012-2013,</li> <li>b) una para la recolecta de información de cambio de uso de la tierra para el periodo 2014-2015, y</li> <li>c) una para la recolecta de información de cambio de cobertura de la tierra para el periodo 2014-2015.</li> </ul>
3.7 Control y aseguramiento de calidad	No hay
3.8 Análisis de datos	<p>A partir de los datos de interpretación se realizó la estimación del área de cambio de uso de la tierra para los periodos 2012-2013, y 2014-2015. Se preparó una base de datos completa con la información de cambio de cobertura de la tierra para el periodo 2014-2015 para las 10166 parcelas. Los datos interpretados de los puntos a nivel de parcela se registraron de dos formas: i. En forma de una sola clase, basado en la clase dominante dentro de la parcela y ii. En forma de porcentajes de las diferentes clases presentes en la parcela. El cálculo de las transiciones se realizó considerando la clase dominante en la parcela.</p>
Conclusiones y recomendaciones	<p><b>Estimación del área de cambio de uso de la tierra para el periodo 2012-2013:</b> Existe gran variación en la estimación del área de cambio de uso de la tierra para el periodo 2012-2013. Esta variación depende de la cantidad de observaciones disponibles (parcelas con respuesta), obteniéndose los menores errores cuando se tiene en la muestra de referencia 10166 observaciones, que corresponde a cuando se usa en el cálculo todas las imágenes disponibles y una asignación de uso de la tierra correspondiente a la clase que domina con más de un 30% o un 50%.</p> <p>Las estimaciones con menor error se obtuvieron para las clases de no-cambio, es decir principalmente la clase “bosque sigue siendo bosque”, y luego la clase “no bosque sigue siendo no bosque”, y el principal factor que disminuye el error es el número de observaciones en cada clase.</p> <p>Para efectos del cálculo del área de cambio 2012-2013 se recomienda calcular la misma con el grupo de imágenes del periodo 2010-2014, y usando una asignación de uso en la parcela correspondiente a una dominancia de más de 50%. Cuando se asigna a la parcela el uso con dominancia de más del 50% de los sub-puntos de muestreo no hay diferencias entre las estimaciones al cambiar el periodo de las imágenes utilizadas.</p> <p><b>Estimación del área de cambio de uso de la tierra para el periodo 2014-2015:</b> La estimación del área de cambio de uso de la tierra para el periodo 2014-2015 se hizo para tres escenarios de asignación de uso de la tierra a cada parcela de evaluación de la EVM, esto es asignando a la parcela el uso con: a) más de un 30% dominancia, b) más de un 50% de dominancia si existe, y c) asignando al punto de referencia la cobertura con 100% de dominancia si existe.</p> <p>Los resultados muestran que existe gran variación en los cálculos según la cantidad de observaciones utilizadas. Los errores de muestreo (al 95%) más altos se obtienen para</p>

	la estimación de las clases de cambio de uso de la tierra con menor número de observaciones, esto es, para las clases de cambio de uso “Bosque a no bosque”, y “No bosque a bosque. Se estima además que, teniendo una muestra de 10160, este error se podría reducir en un 20%. Los errores de muestreo más bajos se obtienen cuando se le asigna a la parcela el uso de la tierra que corresponde al de más de 50% de los puntos.
--	---

Estudio	Evaluación de imágenes Planet
Autores	Obando G.
Institución	Secretaría REDD+
Objetivo	Evaluar la idoneidad de las imágenes Planet con respecto a la fuente de imágenes provista en forma gratuita por Google Earth, comparando la estimación del área de cobertura en el primer trimestre del 2017, obtenida mediante fotointerpretación de una sección de 87 puntos de la malla base del inventario forestal nacional, ubicada en la región Norte de Costa R
3.1 Población de interés	Sección de 87 puntos de la malla base del inventario forestal nacional, ubicada en la región Norte de Costa Rica
3.2 Unidad de muestreo	Parcela de 90x90 m y 7x7 puntos
3.3 Tamaño de la muestra	Sección de 87 puntos de la malla base del inventario forestal nacional
3.4 Fuentes de imágenes	Como fuente de imágenes de Planet se utilizó un mosaico bajado desde el sitio de la empresa, con una resolución de 4.7 m x 4.7 m. La fuente de imágenes de Google Earth fue accedida mediante la aplicación. Cabe señalar que para poder subir el mosaico de Planet en la aplicación de Google Earth (GE) fue necesario utilizar la opción “Super Overlay” de la versión profesional de GE,
3.5 Sistema de clasificación	Se utilizó la clave de cobertura desarrollada por el grupo de trabajo del SIMOCUTE.
3.6 Herramientas de interpretación visual	La evaluación de la cobertura se realizó mediante la herramienta Collect Earth (versión 1.5.1 para OSX).
3.7 Control y aseguramiento de calidad	No hay
3.8 Análisis de datos	La comparación del desempeño de las dos fuentes de imágenes (Planet y Google Earth) se realizó mediante el cálculo del error de estimación del área para las diferentes coberturas identificadas en la sección evaluada de 87 puntos de la malla base.
Conclusiones y recomendaciones	<p>Las imágenes Planet presentan ventajas comparativas que permiten reducir el error en la estimación de áreas por cobertura, debido básicamente a que permiten tener el máximo de puntos útiles de evaluación. Asimismo, permiten trabajar en un mosaico de imágenes de una sola fuente, brindan una cobertura al 100% de los puntos de la malla base del INF, tienen baja cobertura de nubes, la fecha de evaluación es única o bien con rango de tiempo menor a tres meses, reduciendo el error asociado a la resolución temporal.</p> <p>Los mosaicos producidos por Planet se pueden abrir fácilmente en Google Earth Pro 6.0 o superior (licencia gratuita) para su correspondiente análisis con Collect Earth. Está pendiente evaluar el desempeño de clasificación a partir de imágenes Planet con datos de verificación de campo.</p> <p>Finalmente, las parcelas de evaluación visual de 1 ha (7x7 puntos) resultan poco prácticas para realizar la fotointerpretación, se recomienda evaluar una densidad de puntos menor (3x3 puntos) y parcelas más grandes que permitan trabajar en Google Earth a una altura del ojo (eye alt) de al menos 3.0 km.</p>

Estudio	Estudio piloto Cuenca Madre de Dios
Autores	Vega, M.
Institución	Universidad Nacional
Objetivo	
3.1 Población de interés	
3.2 Unidad de muestreo	
3.3 Tamaño de la muestra	
3.4 Fuentes de imágenes	
3.5 Sistema de clasificación	
3.6 Herramientas de interpretación visual	
3.7 Control y aseguramiento de calidad	
3.8 Análisis de datos	
Conclusiones y recomendaciones	

Estudio	Estudio piloto Puriscal, Turrubares y Parrita
Autores	Méndez, A y Calvo, M.
Institución	Instituto Meteorológico Nacional Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
Objetivo	
3.1 Población de interés	
3.2 Unidad de muestreo	
3.3 Tamaño de la muestra	
3.4 Fuentes de imágenes	
3.5 Sistema de clasificación	
3.6 Herramientas de interpretación visual	
3.7 Control y aseguramiento de calidad	
3.8 Análisis de datos	
Conclusiones y recomendaciones	