



16 de Enero 2018

## Anexo 1

# Protocolo de trabajo

Interpretación visual multi-temporal (EVM) de puntos de muestreo para determinar el uso de la tierra

Ing. Andrea Tapia Arenas  
Ing. Edgar Ortiz-Malavasi

# Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Desarrollo de Protocolo .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Consideraciones Generales .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Contexto espacial y temporal .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 Resolución espacial y selección de sensores .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4 Asignación de fecha de referencia de la clasificación de uso .....</b>	<b>5</b>
<b>2.5 Buenas prácticas .....</b>	<b>6</b>
<b>2.6 Definición operativa de los usos: en imágenes de Alta Resolución.....</b>	<b>6</b>
<b>2.7 Esquema general para determinar usos en las parcelas .....</b>	<b>23</b>
<b>2.8 Definición operativa de los usos: en imágenes de Mediana – Baja Resolución .....</b>	<b>26</b>
<b>2.9 Registro de cambios .....</b>	<b>1</b>
<b>2.10 Aseguramiento de calidad.....</b>	<b>2</b>
• Blind checks .....	2
• Cold checks .....	2
• Hot checks.....	2
<b>2.11 Análisis de consistencias .....</b>	<b>2</b>
<b>2.12 Distinción de clases que se pueden confundir entre sí. ....</b>	<b>3</b>
<b>2.13 Software propuesto.....</b>	<b>3</b>
<b>2.14 Desarrollo de plantillas .....</b>	<b>4</b>
<b>2.15 Posibles errores de Collect Earth y cómo manejarlos. ....</b>	<b>4</b>
<b>2.16 Distribución, almacenamiento y actualización de la información.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Uso de Collect Earth .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>3.1 Procedimiento general .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>3.2 Configuración de Google Earth Engine Explorer.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>3.3 Agregar imágenes a GoogleEarth.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2.1 Imágenes en servicio WMS.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2 Imágenes en disco .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>4. Literatura Consultada .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## 1. Introducción

Los protocolos de etiquetados permiten establecer buenas prácticas con el fin de procurar estimados fehacientes de cobertura y uso de la tierra (Olofsson et al, 2014). Este documento pretende definir el protocolo a utilizar en la evaluación visual de puntos de muestreo de uso de la tierra utilizando las plataformas Collect Earth Desktop o Collect Earth On Line. El presente texto servirá de referencia para las personas expertas en la interpretación visual, y tiene como objetivo general establecer los procedimientos a seguir para una correcta interpretación visual multi-temporal (EVM) de puntos de muestreo del uso de la tierra en Costa Rica.

### Objetivos Específicos

- Describir la metodología a utilizar para la interpretación visual multi-temporal de los puntos de muestreo para determinar el uso de la tierra en Costa Rica.
- Elaborar una guía que facilite a los intérpretes el trabajo de clasificación visual de los puntos de muestreo de uso de la tierra, así como los cambios en las fechas de referencia establecidas.
- Establecer los procedimientos de **Control y aseguramiento de la calidad (QA/QC)** de interpretación visual de los puntos de muestreo.

## 2. Desarrollo de Protocolo

### 2.1 Consideraciones Generales

Se trabajará con el sistema de coordenadas sin proyectar WGS84 de una malla de 10242 puntos de una malla triangular regular que fue propuesta por Ortiz (2014) para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica, y que ha sido adoptada en el Sistema de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra para Costa Rica (SIMOCUTE). En el SIMOCUTE se usan dos términos interrelacionados: cobertura y uso de la tierra. Aunque interrelacionados estos expresan conceptos diferentes, y usan clases igualmente diferentes. Las definiciones adoptadas para estos dos términos son:

**Uso de la tierra:** corresponde al uso funcional de un sitio (elementos biofísicos y culturales). Su inferencia requiere una perspectiva humana y la interpretación de las actividades realizadas sobre la cobertura de la tierra en un sitio determinado; está asociada a un área mínima”.

**Cobertura de la tierra:** cubierta de elementos bióticos y abióticos presente en un sitio (por ejemplo, árboles, arbustos, agua, pavimento, techos, etc.). No requiere análisis de contexto o inferencia del entorno, y no tiene un área mínima asociada a ella.

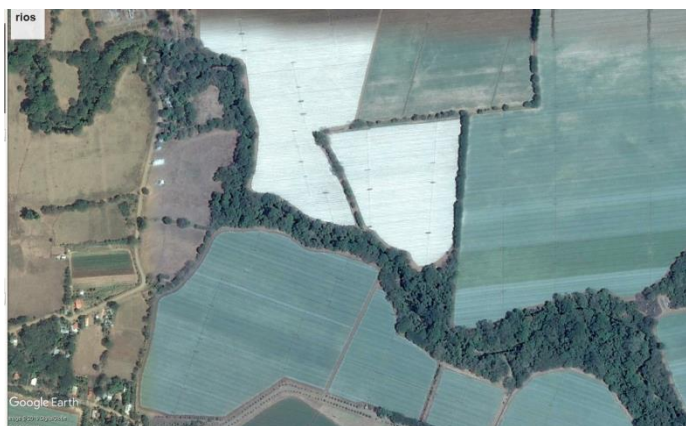
En los puntos de muestreo se establecerán parcelas serán de una 2 hectárea, y considerando una sub-malla de 5x5 puntos. Cada sub-punto de muestreo servirá para calcular el porcentaje correspondiente en cada uso de la tierra del cuadro 2 y 3 en la parcela, por lo que cada uno de ellos tiene un valor de 4%. La clasificación de cobertura de la tierra se hará para cada uno de 25 puntos

de la sub-malla, esto implica que si uno de ellos cambia en el tiempo se deberá registrar de acuerdo a reglas claras establecidas en este protocolo.

## 2.2 Contexto espacial y temporal

Se debe considerar tanto el contexto espacial, como el temporal en la evaluación de cada parcela de muestreo, y sub-punto dentro de la parcela. El contexto espacial indica que debe considerarse la ubicación de la parcela de evaluación según sea la región, o un área silvestre protegidas; así como a los usos de la tierra dentro y fuera de la parcela de evaluación, especialmente para las clases de uso de la tierra que se han definido con un área mínima de tamaño. En nuestro caso, este último caso se refiere a las de uso del Código 1000: Manejo y conservación de bosques, para lo cual existen varios casos a tomar en consideración:

- a) Cada sub-punto será clasificado como de **algún tipo de bosque** (maduro, intervenido, plantación forestal, yolillal o manglar) debe cumplir con que debe tener al menos una hectárea (ya sea en la parcela o fuera de ésta), si no cumple con esta condición se asigna al sub-punto el uso dominante de los puntos cercanos. Esto debe a que la definición de bosque aceptada por Costa Rica ante el IPCC define a este con un área mínima de una hectárea, y una cobertura de más del 30% de copas de árboles.
- b) Sub-puntos de muestreo que caen sobre árboles distribuidos en franjas delegadas a lo largo de ríos, quebradas, lagos, etc., serán clasificados como bosque intervenido, si estos son árboles de origen natural, y no de regeneración natural o plantados, poseen más de una hectárea, y que colindan o están rodeados de usos de la tierra de las clases agricultura, pastos y ganadería, u otros usos (ver figura 1)



**Figura 1. Cobertura arbórea a lo largo de ríos y quebradas, rodeados de usos de la tierra de uso agrícola y pastos limpios.**

En la evaluación de la clase pastos limpios de árboles, no se consideran los árboles visibles en las cercas o límites de estos pastos. Considerando el principio de contexto espacial, estos árboles no están dentro la matriz de pastos, sino que sirven de límite para estos (ver figura 2).



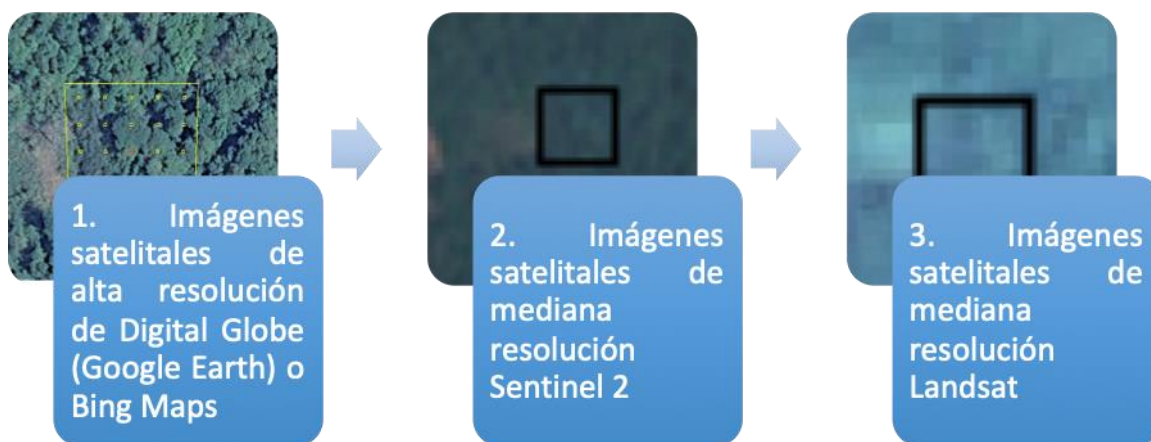
**Figura 2. Pastos limpios delimitados por cercas de árboles.**

El contexto temporal indica que el intérprete puede dilucidar el uso actual de la tierra con mayor exactitud, si al momento de hacer la clasificación evalúa el uso de la tierra en imágenes de fechas anteriores a la de análisis. Este tipo de contexto, permite determinar, con seguridad clases de uso como: a) bosque maduro, bosque secundario, plantaciones forestales, bosque intervenido, así como cultivos anuales. Por ejemplo, la definición de bosque intervenido considera la siguiente:

“Un análisis multi-temporal debe mostrar que en la parcela se encuentra un bosque que ha sido intervenido en algún momento. Nota aclaratoria: se considera bosque intervenido únicamente los bosques que se hayan determinado son bosques maduros en anteriores evaluaciones” (Ceniga, 2018).

### 2.3 Resolución espacial y selección de sensores

Las imágenes a utilizar son variadas y su uso dependerá de la disponibilidad de las mismas, tal como se muestra en la figura 2. Sin embargo, se conoce que las imágenes de Bing Maps no tienen fecha cierta, por lo que deben **usarse de referencia** en un análisis con contexto temporal cuando no existen imágenes de alta resolución de Airbus o Digital Globe, y estos casos, es preferible utilizar imágenes de Sentinel o Landsat en su lugar. Por otro lado, si al momento de hacer la evaluación de uso de la tierra del 2018, se tiene acceso a los mosaicos de la plataforma Planet, se debe dar preferencia a estas antes de usar las imágenes de Sentinel, o Landsat.



**Figura 3. Imágenes satelitales a utilizar en orden de prioridad para hacer la clasificación de uso y cobertura del suelo para Costa Rica. Las imágenes de Bing Maps no tienen fecha cierta e introducen error, y debe usarse como referencia únicamente en caso de duda, o para análisis temporal.**

## 2.4 Asignación de fecha de referencia de la clasificación de uso

Se deberá registrar la fecha de las imágenes satelitales que se va a utilizar para hacer la interpretación visual de los puntos de muestreo dando preferencia a las imágenes de alta resolución de las plataformas Digital Globe y Airbus. Las imágenes de Bing Maps no tiene fecha cierta, por lo que deben de usarse de referencia para casos especiales.

En la plantilla podrá escribir la fecha (mes/ día /año) de la imagen, y le solicitará verificar la fecha si esta no se ajusta los periodos definidos en el cuadro 1. Para el caso de imágenes Sentinel o Landsat en donde solo se tiene información del año, en el espacio de día y mes, se podrá utilizar como dato 1 de enero.

**Cuadro 1. Rango de fechas de las imágenes a utilizar, determinación de las fechas de referencia y determinación de año de referencia.**

Año de evaluación	Periodo Prioritario		Periodo alternativo
1998	1/Diciembre/1997 31/Diciembre/1998	a	Imágenes anteriores o posteriores a las fechas de prioridad siempre que no correspondan a las prioritarias del siguiente periodo evaluación.
2005	1/Diciembre/2004 31/Diciembre/2005	a	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/Diciembre/2010 31/Diciembre/2011	a	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/Diciembre/2012 31/Diciembre/2013	a	Imágenes anteriores o posteriores a las fechas de prioridad siempre que no correspondan a las prioritarias del año posterior o anterior de evaluación.
2016	1/Diciembre/2015 31/Diciembre/2016	a	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/Diciembre/2017 31/Diciembre/2018	a	Imágenes anteriores o posteriores a las fechas de prioridad siempre que no correspondan a las prioritarias del año posterior o anterior de evaluación.

## 2.5 Buenas prácticas

A continuación se enlistan buenas prácticas que las/los intérpretes deberían adoptar para mejorar la calidad de su trabajo:

1. Contar con una buena conexión a internet: esto para que se cargue la información de Google Earth Engine.
2. Verificar constantemente cuál es la mejor imagen disponible en Google Earth de la fecha requerida, ya que existen colecciones de imágenes con fechas muy cercanas.
3. Verificar de manera periódicamente el comportamiento de los gráficos y visualización de la información en imágenes de mediana o baja resolución cuando se cuente con imágenes de alta resolución. Esta práctica permite conocer el comportamiento de esa información, lo cual será muy útil cuando no se disponga de una imagen de alta resolución.
4. El análisis del uso se hace en contexto, esto implica que la/el intérprete deberá hacer un “zoom out” que le permita observar el paisaje. Esto facilita la interpretación de uso de la tierra para las clases de la Categoría 1000: Manejo y conservación de bosques.
5. Procurar trabajar de manera continua pero sin extralimitarse respecto a tiempos que sean razonables. Una persona que interpreta muchas horas seguidas será propensa a cometer errores de interpretación, muchas veces expresados en la determinación errónea en los porcentajes de puntos.
6. Configure Google Earth Pro para que durante la navegación desactive “tilt”: “Do not automatically tilt while zooming” y desactive la opción de ir más despacio cuando se haga el zoom: “Gradually slow the Earth when rotating or zooming”. Adicionalmente, coloque una velocidad cómoda para hacer el trabajo, que sea lo suficientemente rápida para que la carga sea veloz.

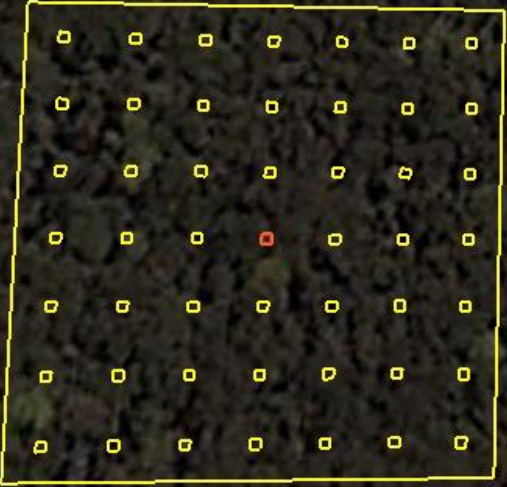
## 2.6 Definición operativa de los usos: en imágenes de Alta Resolución


En el cuadro 2 se muestra el detalle de la definición operativa para los usos contemplados en los TdR y ejemplos, cuando se dispone de una imagen de AR.

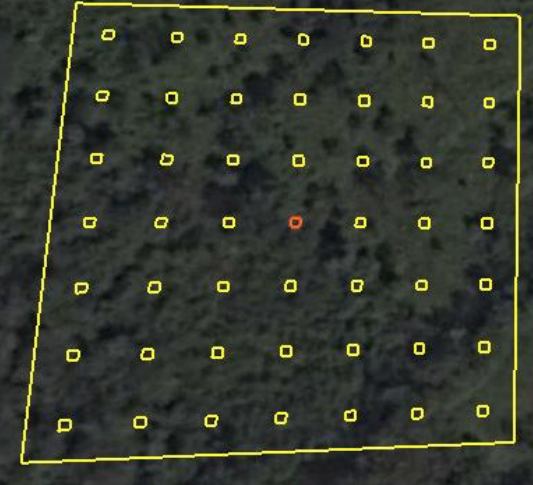
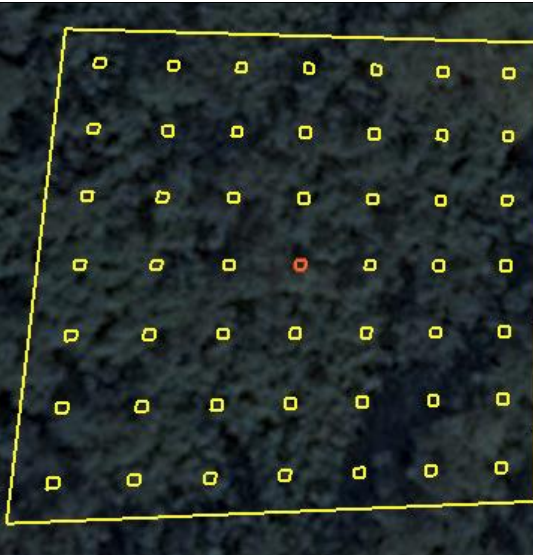


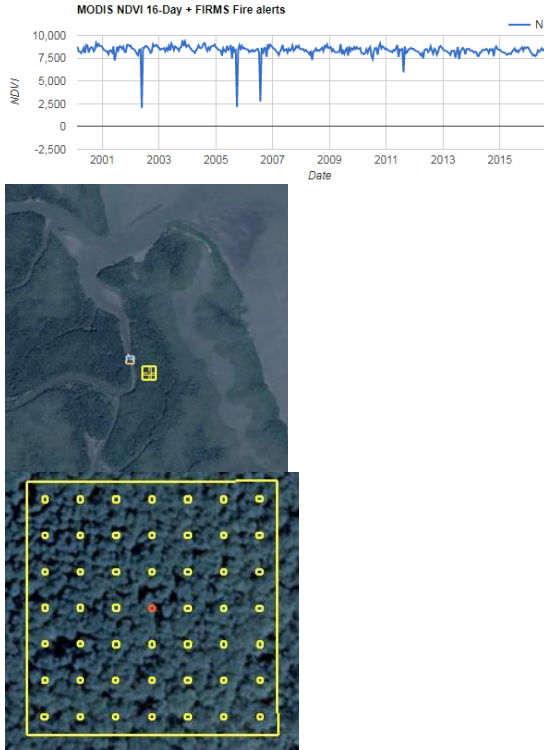



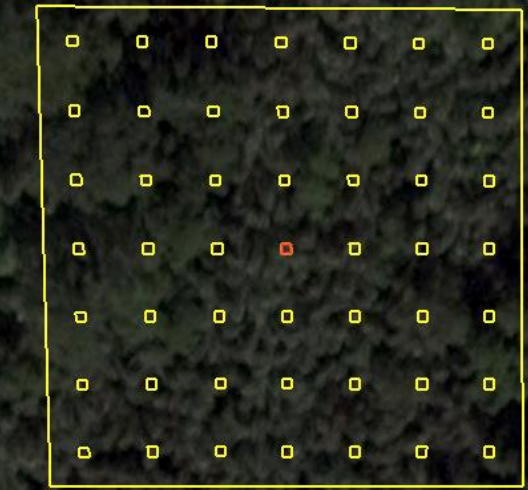
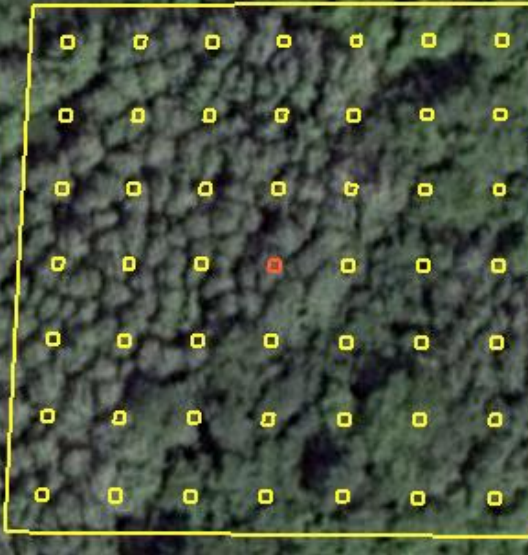
**Cuadro 2. Definiciones operativas para las clases de uso y ejemplos cuando se dispone de imágenes de AR**

Categoría	Subcategoría	Definición operativa	Ejemplo
Manejo y conservación de bosques	Bosque maduro	<p>Bosques que tienen al menos una hectárea (la hectárea puede o no estar en su totalidad en la parcela), con dos o más estratos de árboles, presentan una distribución espacial irregular.</p> <p>Si la parcela no está cubierta en su totalidad por bosque maduro, deberá utilizar la herramienta de medición de área para conocer si el bosque que se extiende más allá de la parcela cumple con al menos una hectárea. Si no lo cumple no podrá ser determinado como bosque maduro.</p> <p>Un análisis multi-temporal debe mostrar que éstos tienen al menos 23 años (1990 al 2013) con Landsat.</p> <p>La definición según CENIGA (2018): “Es un bosque producto de un proceso de sucesión natural que se ha mantenido ininterrumpido durante 75 o más años. Están compuestos por especies nativas de árboles. No presentan huellas evidentes de la actividad del hombre y sus procesos ecológicos no se han visto alterados de una forma apreciable. Bosque con árboles de diferentes especies con dos o más estratos verticales de árboles, entre los cuales se distingue un dosel discontinuo superior de árboles dominantes. Los árboles son de diferentes tamaños, edades y diferentes gremios ecológicos, y presentan una distribución espacial irregular”</p>	

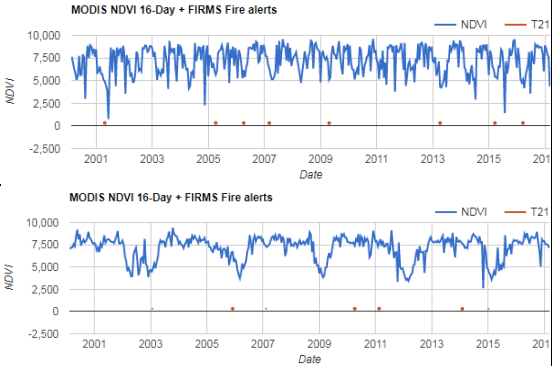

	<p>Bosque intervenido</p> <p>Bosques que tienen al menos una hectárea (la hectárea puede o no estar en su totalidad en la parcela), con dos o más estratos de árboles, presentan una distribución espacial irregular.</p> <p>Si la parcela no está cubierta en su totalidad por bosque, deberá utilizar la herramienta de medición de área para conocer si el bosque que se extiende más allá de la parcela cumple con al menos una hectárea. Si no lo cumple no podrá ser determinado como bosque intervenido.</p> <p>Un análisis multi-temporal debe mostrar que en la parcela se encuentra un bosque que ha sido intervenido en algún momento.</p> <p>Nota aclaratoria: se considera bosque intervenido únicamente los bosques que se hayan determinado son bosques maduros.</p> <p>La definición según CENIGA (2018): “Es un bosque producto de un proceso de sucesión que se ha interrumpido en los últimos 75 o más años. Están compuestos por especies nativas de árboles. Presentan huellas evidentes de la actividad del ser humano y sus procesos ecológicos se han visto alterados de una forma apreciable. La intervención ha modificado la estructura y composición de la masa original (bosque maduro), con abundantes claros creados por aprovechamiento de árboles del estrato superior. Presenta menos del 50% de la biomasa de un bosque maduro”</p>	
--	--	---

	Bosque secundario	<p>Se distingue un estrato superior continuo de árboles de similar altura, los árboles presentan una distribución espacial irregular. También se diferencia de las plantaciones forestales en que éste cuenta con más especies, y por lo tanto las formas de las copas son diferentes y no uniformes.</p> <p>Debe tener al menos una hectárea para que sea considerado bosque secundario, si la parcela no está cubierta en su totalidad por bosque secundario deberá utilizar la herramienta de medición de área para conocer si el bosque que se extiende más allá de la parcela cumple con al menos una hectárea.</p> <p>Con un análisis multi-temporal se demuestra que estos bosques no tienen más de 23 años.</p> <p>La definición según CENIGA (2018): “Tierra con vegetación leñosa de carácter sucesional que se desarrolló una vez que la vegetación original ha sido eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales con una superficie mínima de 1 hectárea. y con una densidad no menor a 500 árboles por hectárea de todas las especies, con diámetro mínimo a la altura del pecho de 5 cm. Se incluyen también las tierras de bosque secundario inmediatamente después de aprovechadas bajo el sistema de cortas de regeneración.”</p> <p>Bosque con árboles de diferentes especies, con 1 a 2 estratos de árboles, pero no distingue un estrato discontinuo de árboles dominantes, sino un estrato superior continuo de árboles de similar altura y edad. Los árboles presentan una distribución espacial irregular”.</p>	 <p>2011</p>  <p>2015</p>
--	-------------------	---	--

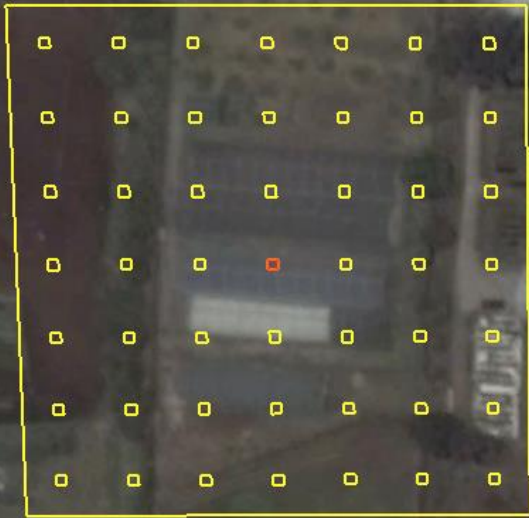
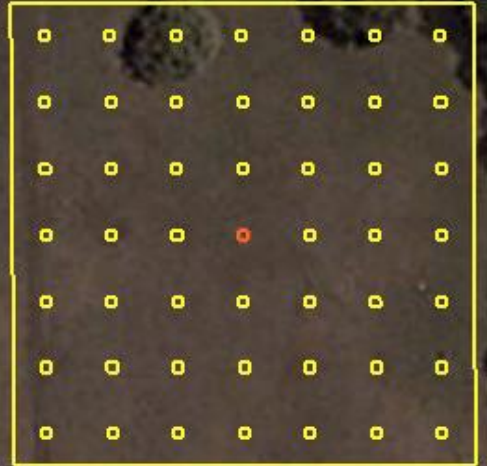
	Rodaes de mangle	Se encuentran cerca del mar, son siempre-verdes por lo que presentan valores de NDVI altos durante todo el año, son relativamente homogéneos.	 <p>The figure consists of two parts. The top part is a line graph titled 'MODIS NDVI 16-Day + FIRMS Fire alerts'. The y-axis is labeled 'NDVI' and ranges from -2,500 to 10,000. The x-axis is labeled 'Date' and shows years from 2001 to 2017. A blue line represents the NDVI values, which are generally high (above 7,500) with occasional sharp drops. The bottom part is a satellite map showing a coastal area with a yellow rectangular box highlighting a specific region. This region is further magnified in a larger inset below, showing a grid of small yellow squares with a red dot in the center, indicating a fire alert location.</p>
	Yolillales	Se distingue la presencia de la palma conocida como yolillo, se presenta en áreas anegadas y en zonas bajas, nunca en pendiente. Se diferencian de una plantación de palma africana, por ejemplo, porque los yolillales tienen una distribución natural, al azar. A distancia parece un sembradío, pero al hacer un zoom no se observa un arreglo lineal. Sin una imagen de AR es muy difícil diferenciarlo.	 <p>The figure is a satellite image showing a dense, dark green forested area. A yellow rectangular box is overlaid on the image, indicating a specific region of interest. This region is further magnified in a larger inset below, showing a grid of small yellow squares with a red dot in the center, indicating a fire alert location.</p>

			
	Plantación Forestal	<p>Se observa un estrato y una distribución regular. En ocasiones se puede distinguir bien las hileras de plantación, sobre todo si la imagen muestra la plantación unos cuantos meses después del establecimiento. Por eso es importante hacer un análisis multi-temporal.</p> <p>Si la imagen de AR parece ser una plantación forestal, debe siempre hacer un análisis de gráfico NDVI e imágenes landsat para estar seguro.</p> <p>Puede utilizar la capa de cobertura 2005 en la que se muestran las áreas de plantaciones forestales como posibles indicios de dichas áreas, aunque esta información se debe manejar con precaución por el hecho de que desde el 2005 pueden haber cambios en éstas.</p>	 <p>Diciembre 2011</p>





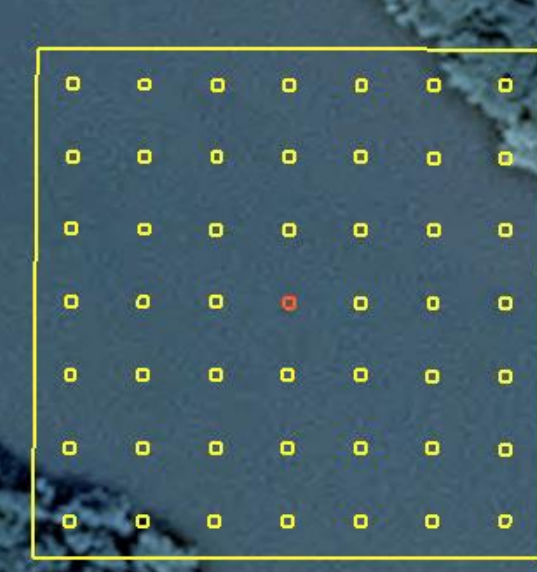
			
Agricultura	Cultivos anuales	<p>Se distingue la siembra de un cultivo por la vegetación homogénea, muchas veces se puede observar la presencia de vías de transporte entre los sembradíos, si el cultivo es anual en el gráfico NDVI se podrá observar los cambios que suceden en la cosecha y preparación del terreno en lapsos regulares (ver cuadro 2). Ejemplos de cultivos anuales: piña, caña, hortalizas, arroz, melón, sandía, raíces y tubérculos.</p> <p>Los más fáciles de identificar son los cultivos anuales, por su parte</p>	

	Cultivos permanentes	<p>Comprende las áreas cultivadas que están dedicadas a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a dos años, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a sembrar. Café, palma aceitera, bambú, palmito, coco, pejibaye, musáceas, ornamentales, frutales. los cultivos permanentes se podrían confundir con plantaciones forestales, sobre todo cuando se trata de cultivos de especies frutales. Por lo general, los frutales están más espaciados que una plantación forestal, por lo tanto se distinguen amplias copas con filas bien distribuidas y distinguibles .</p>	
	Áreas agrícolas heterogéneas	<p>Comprende las áreas cultivadas donde se combinan diferentes cultivos agrícolas en extensiones pequeñas y con diferentes arreglos espaciales. Según la definición de CENIGA (2018): “Comprende las áreas cultivadas donde se combinan diferentes cultivos agrícolas en extensiones pequeñas y con diferentes arreglos espaciales. Los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra”.</p>	


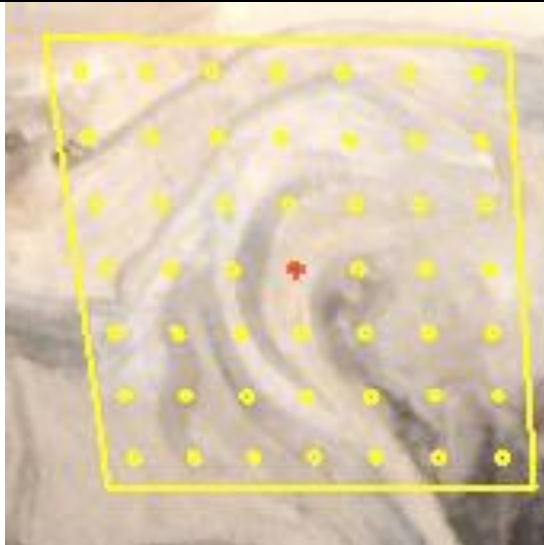
	Cultivos confinados	Comprenden las tierras ocupadas por cultivos bajo infraestructura que cubre el área con materiales transparentes o no, por ejemplo, plástico o sarán.	
Ganadería y pastos	Pastos limpios	Pueden ser pastos naturales o sembrados. Se distinguen porque es vegetación corta, uniforme, cercada o delimitada por aparto (en el caso de aquellos sembrados). En ocasiones se pueden observar animales de pastoreo cerca o en la misma parcela. Si se observa árboles, éstos no deben abarcar más de 10% de la parcela.	





	Pastos con árboles	<p>Pueden ser pastos naturales o sembrados. Se distinguen porque es vegetación corta, uniforme, cercada o delimitada por aparte (en el caso de aquellos sembrados). En ocasiones se pueden observar animales de pastoreo cerca o en la misma parcela. Para que la parcela sea catalogada como “Pastos con árboles” deberá observarse al menos 10% pero menos del 30%.</p> <p>Según la definición de CENIGA (2018): Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por gramíneas naturales de diferente tipo y en combinación con árboles y arbustos. La cobertura de copa de los árboles es igual o superior al 10% pero igual o inferior al 30%</p>	 <p>Image © 2018 DigitalGlobe</p>
Zonas Húmedas	Tierras húmedas con vegetación asociada	<p>Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial para almacenar agua, usualmente con el propósito de generación de electricidad y abastecimiento de acueductos, también para prestar otros servicios como control de caudales, inundaciones, abastecimientos de agua, riego y con fines turísticos y recreativos. Utilice la capa de lagos del Atlas Digital de Costa Rica para tener una idea de la ubicación de los embalses o bien con la ayuda de “Lugares” de Google Earth determine si se trata de un embalse.</p>	 <p>Angostura Lago</p>

	Cuerpos de agua	<p>Pueden ser:</p> <p>Ríos: corrientes naturales de agua, permanente o intermitente, con caudal variable, permanente o estacional.</p> <p>Embalses: Cuerpos de agua de carácter artificial para almacenar agua, usualmente con el propósito de generación de electricidad y abastecimiento de acueductos, también para prestar otros servicios como control de caudales, inundaciones, abastecimientos de agua, riego y con fines turísticos y recreativos.</p> <p>Canales: Cauce artificial abierto que distribuye agua en movimiento</p> <p>Estanques de acuicultura: Cuerpos de agua artificial destinados a la cría de crustáceos, moluscos, peces, anfibios y reptiles. Se pueden ubicar tierra adentro. Tienen una distribución artificial</p> <p>Lagunas: Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, que pueden estar conectadas o no o a un río o al mar</p> <p>Océanos y mares: Comprende los cuerpos de agua salada</p> <p>Esteros: Comprende la parte terminal de la desembocadura de los ríos, que están expuestos a la influencia de las aguas marinas. Son espacios resultantes de la dinámica de las mareas que producen el ensanchamiento de las desembocaduras</p> <p>.</p>	
Infraestructura	Zonas urbanizadas	<p>Es un área densamente construida con edificaciones residenciales y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Se aprecia una trama o tejido estructural que permite distinguir la formación de cuadras residenciales. Por lo general en ciudades y centros poblados importantes. Pueden ser también espacios conformados por agrupaciones de edificaciones residenciales sin la formación de cuadrantes.</p>	



			
	Zona industrial o comercial	Comprende las áreas cubiertas por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y vías de comunicación asociadas. Por lo general las encontrará en lugares específicos cerca del centro de ciudades o poblados importantes y reconocidos.	


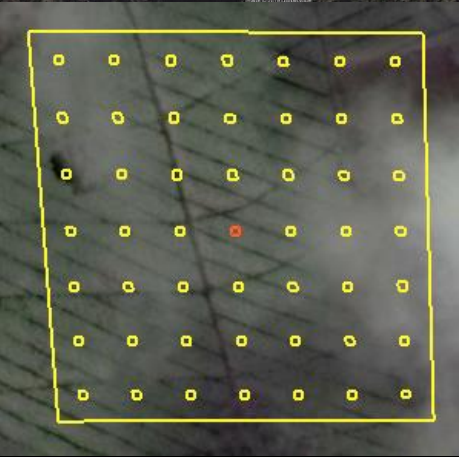
Infraestructura vías de transporte	Vías de transporte	Comprende las áreas de la superficie terrestre acondicionadas para la circulación principalmente vehículos que transportan personas y bienes.	
Infraestructura	Zona de extracción mineras y escombreras	<p>Son áreas dedicadas a la extracción de materiales y minerales a cielo abierto.</p> <p>Son espacios en lo que se depositan restos de construcción, residuos urbanos, desechos industriales y material estéril de minas. Se observa tierra desnuda y zonas donde se ubica la basura.</p>	

Infraestructura	Zonas recreativas	Constituyen parques, que se ubican en centros poblados destinados para la recreación de sus habitantes o bien, canchas de futbol, canchas de golf, piscinas .	 
-----------------	-------------------	--	---

Otras tierras	Playa y arenales	Terrenos bajos y planos constituidos por suelos arenosos y pedregosos, generalmente desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de matorral ralo y bajo.	 
---------------	------------------	--	--



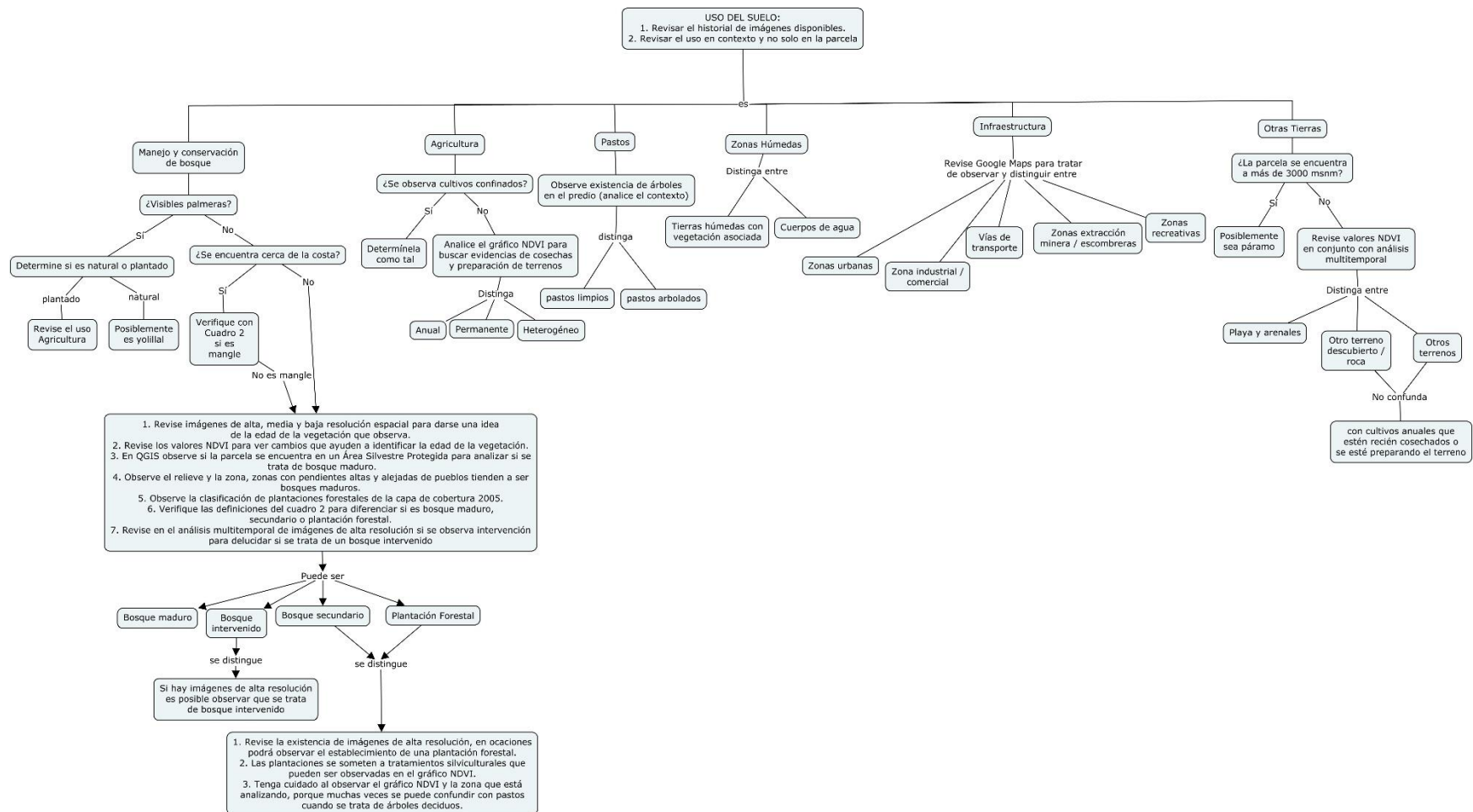
	Otro terreno descubierto/ roca	Son terrenos sin cobertura vegetal, no urbana. Se presenta el afloramiento de roca o un tipo de vegetación herbácea y arbustiva pobremente desarrollada. Comprende área de cráteres volcánicos, deslizamientos y áreas de deposición de materiales por ríos y volcanes.	 <small>Image © 2017 DigitalGlobe</small>
	Páramo	Comunidades vegetales de baja altura, generalmente localizadas en zonas de alta montaña, por encima de los 3.000 metros sobre el nivel del mar.	 3344 msnm
	Otros terrenos	Se refiere a otros terrenos que no se han contemplado.	

No clasificable	Sombras	Zonas cubiertas por sombras de nubes u otras sombras (relieve o árboles).		
	Nubes	Zonas cubiertas por nubes		
	Sin información	Corresponde a las áreas no cubiertas por imágenes de satélite, fotografías aéreas u otra herramienta para su clasificación. También aquellas zonas en las que a pesar de que existen imágenes, éstas se encuentran distorsionadas y no es posible distinguir sus elementos.		

## 2.7 Esquema general para determinar usos en las parcelas



Los principales pasos a seguir para la interpretación de los usos anteriormente descritos cuando se dispone de una imagen de AR se puede observar en la siguiente figura 4.



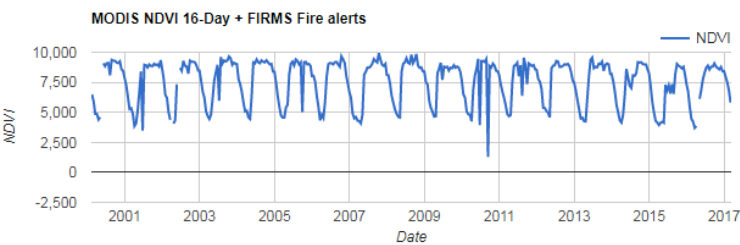


**Figura 4. Principales pasos a seguir para la interpretación de usos cuando se cuenta con una imagen de AR.**



## 2.8 Definición operativa de los usos: en imágenes de Mediana – Baja Resolución<sup>1</sup>

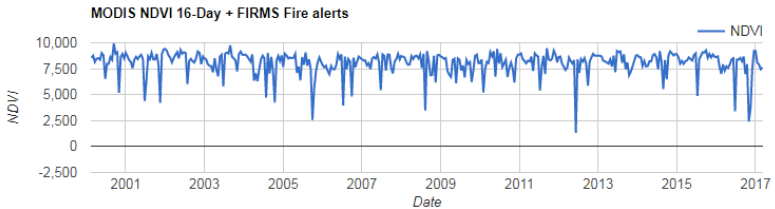


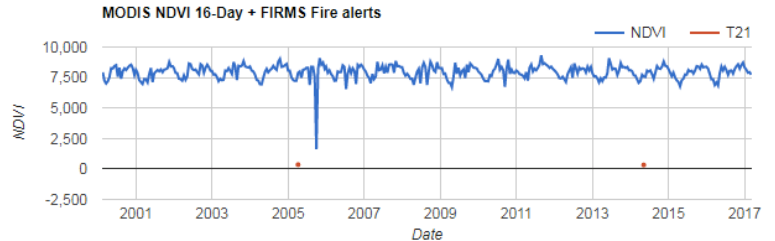
En el cuadro 3 se muestra las definiciones operativas de los usos cuando no se dispone de imágenes de alta resolución. Es importante señalar que la asignación de porcentajes para cada uso cuando no se dispone de una imagen de alta resolución no se habilita. Únicamente deberá indicar la existencia del uso en la parcela.




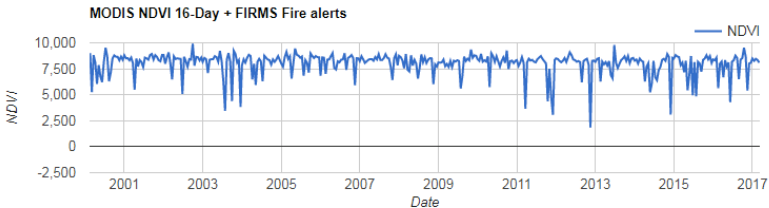
**Cuadro 3. Definiciones operativas de los usos cuando no se cuenta con una imagen de AR.**

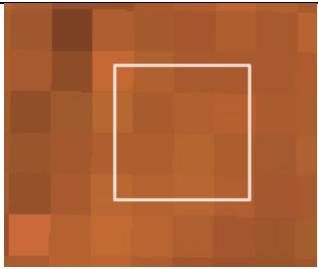
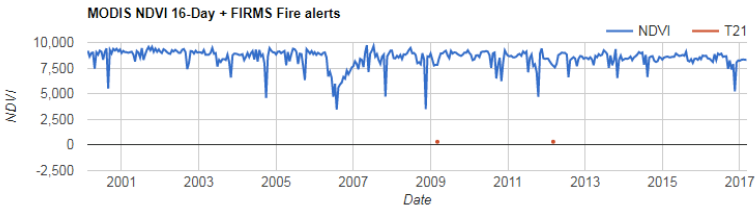
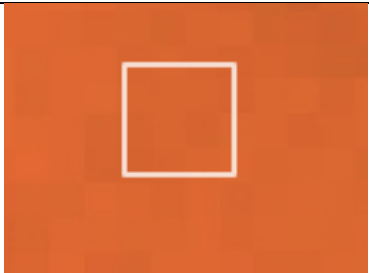


Categoría	Subcategoría	Definición operativa	Ejemplo	
Manejo y conservación de bosques <sup>2</sup>	Bosque maduro	Bosques que tienen al menos una hectárea (la hectárea puede o no estar en su totalidad en la parcela). Un análisis multi-temporal debe mostrar que éstos tienen al menos 23 años (1990 al 2013) con Landsat.		
				Valores altos NDVI en época lluviosa, los valores tienen un comportamiento cíclico, porque puede ser deciduo
				Landsat falso color (453) se ven distintos tonos naranjas.

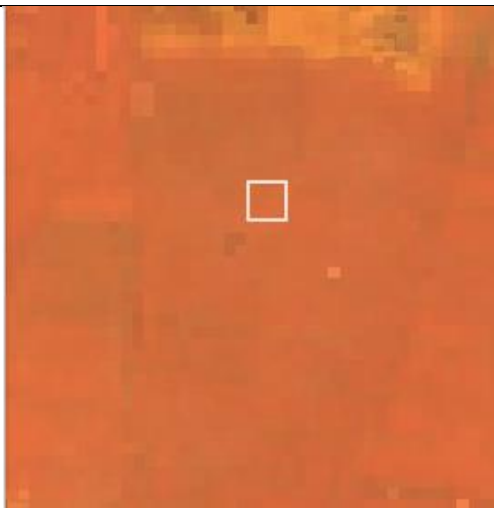
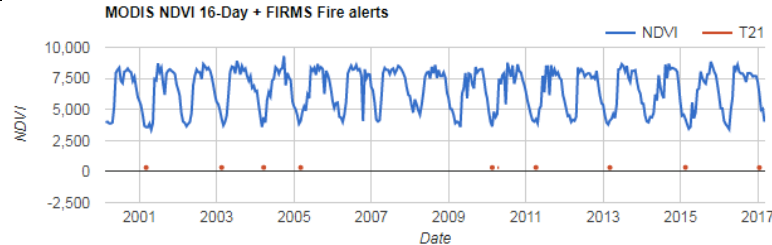
<sup>1</sup> Para poder acceder a la información del gráfico NDVI e imágenes Landsat debe ingresar y guardar en su perfil: <https://explorer.earthengine.google.com/#workspace/MIQXu0ldqGi>

<sup>2</sup> Es virtualmente imposible detectar bosque intervenido utilizando únicamente imágenes de mediana o baja resolución espacial, por eso se omite en el cuadro.

	Bosque secundario	<p>Debe tener al menos una hectárea, si la parcela no está cubierta en su totalidad por bosque secundario deberá utilizar la herramienta de medición de área para conocer si el bosque se extiende más allá de la parcela cumple con al menos una hectárea.</p> <p>Con un análisis multi-temporal se demuestra que éstos bosques no tienen más de 23 años.</p>		Es difícil observar una tendencia marcada pero sí se observan valores altos NDVI, al menos entre 7.5 y 10. Éste puede variar en el caso de bosques deciduos, por lo que el análisis del gráfico siempre debe ir de la mano con la evaluación visual.
				Imagen landsat falso color (453) del 2010 se observan tonos naranjas brillantes dentro de la parcela
				Imagen landsat falso color (564) del 2016 tonos naranjas más opacos.
	Rodales de mangle	<p>Se encuentran cerca del mar, son siempre-verdes por lo que presentan valores de NDVI altos durante todo el año, son relativamente homogéneos.</p>		Valores NDVI altos durante todo el año.


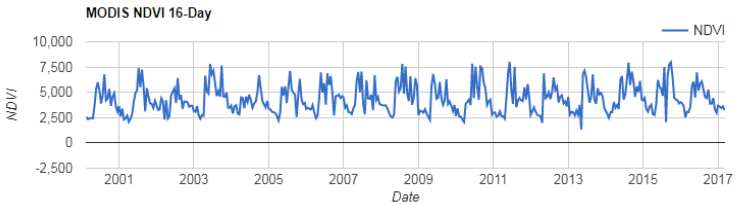

				Landsat 8 falso color, tono rojizo uniforme, en rosado se destaca el mar
				Landsat falso color (453) tono anaranjado uniforme
				Landsat falso color (432) tono rojizo uniforme
	Yolillales	Se distingue la presencia de la palma conocida como yolillo, se presenta en áreas anegadas y en zonas bajas, nunca en pendiente. Sin una imagen de AR es muy difícil diferenciarlo.	 <p>MODIS NDVI 16-Day + FIRMS Fire alerts</p> <p>NDVI</p> <p>Date</p>	


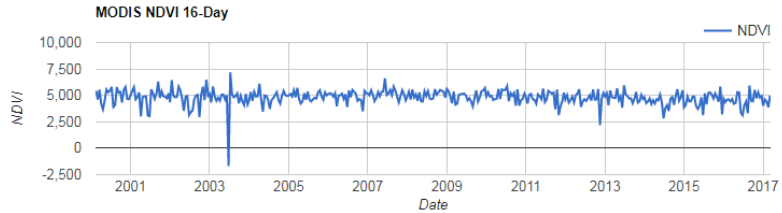
				Landsat falso color (453) muestra pocas diferencias en tonalidad del color naranja.
	Plantación Forestal	Se observa valores NDVI altos, en ocasiones es posible detectar cosechas como en el ejemplo. La imagen Landsat se observa es vegetación homogénea, sin cambios bruscos en las tonalidades de los píxeles. Puede utilizar la capa de cobertura 2005 en la que se muestran las áreas de plantaciones forestales como posibles indicios de dichas áreas, aunque ésta información se debe manejar con precaución por el hecho de que desde el 2005 pueden haber cambios.		Valores NDVI altos, en ocasiones se puede evidenciar la cosecha, como los valores presentados a finales del 2006 en el gráfico del ejemplo.
				Imagen Landsat falso color (453) muestra un solo tono naranja-rojizo.
Agricultura	Cultivos	Los valores NDVI del gráfico aumentan y disminuyen de forma cíclica evidenciando las épocas de cosecha. En la imagen Landsat falso color se muestra una zonas uniformes		
				
			Piñal en zona sur	Frutal en Guanacaste



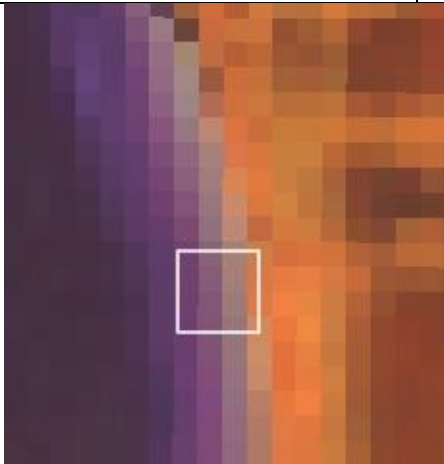
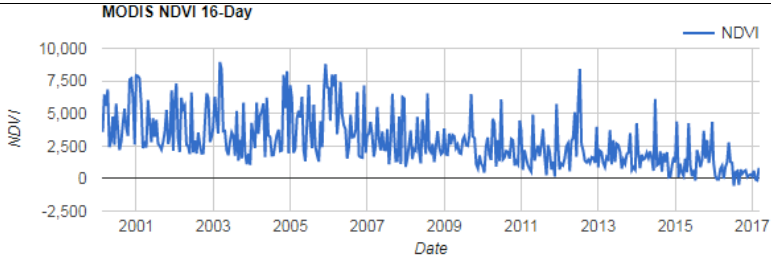
		sin mucha diferencia en las tonalidades.		
Pastos	En el gráfico NDVI presenta valores relativamente altos, pero éstos no se mantienen constantes sino que suben y bajan pero nunca disminuyen a valores como los que muestra los cultivos (sobre todo aquellos que son anuales). Además los valores promedios más altos que presentan se aproxima a 7.5, mientras que los valores promedios más bajos se aproximan a 5 (en Guanacaste tienen un comportamiento diferente, marcado por la época seca).	 <p>Comportamiento de pasto en Guanacaste.</p>	Valores de NDVI fluctuantes donde los valores máximos se aproximan a 8 y los mínimos a 3.5	


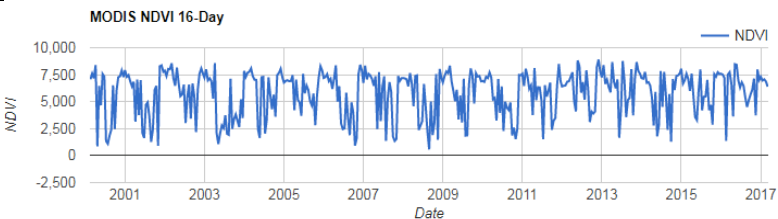

				Sentinel falso color, se nota un color verduzco.
				Landsat color verdadero, se nota un color verde homogéneo rodeado por una cerca de árboles.
Zonas Húmedas: Cuerpos de agua				Activar la vista de mapa en Google Earth Engine puede ayudar a identificar un embalse. En la imagen se observa agua de color púrpura-grisáceo falso color 453.




		Pueden ser corrientes naturales de agua, permanente o intermitente, poseen caudal variable, permanente o estacional		En la imagen falso color 453 landsat se observa de color púrpura-grisáceo. Se caracteriza por su recorrido sinuoso.
		Pueden ser cuerpos de agua artificial destinados a la cría de crustáceos, moluscos, peces, anfibios y reptiles. Se pueden ubicar tierra adentro. Utilice el gráfico NDVI para verificar que no hay cambios en el uso, si es así puede usar imágenes de alta resolución para comprobar que se trata de un estanque para acuicultura. Puede utilizar la capa de lagos del Atlas para descartar que se trata de un lago o embalse.	 	En la imagen landsat falso color 453 se observa agua de color púrpura-grisáceo.

		Pueden ser cuerpos de agua salada.		En raras ocasiones podrá diferenciar más de un uso en una imagen Landsat como la del ejemplo. El agua se observa de color púrpura-grisáceo (falso color 453). En este caso se distingue además arena (de color gris).
Infraestructura		Es un área densamente construida con edificaciones residenciales y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Se aprecia una trama o tejido estructural que permite distinguir la formación de		Por lo general los valores NDVI son bajos, debe hacer un análisis del lugar donde se encuentra

		cuadras residenciales. Por lo general en ciudades y centros poblados importantes.	 <p>Falso color 453</p>		activando la vista de mapa de Google Earth Engine.
Otras tierras	Playa arenales y	Terrenos bajos y planos constituidos por suelos arenosos y pedregosos, generalmente desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de matorral ralo y bajo. Se trata principalmente de las playas litorales y las playas de ríos o bancos de arena de los ríos.			En la imagen falso color 453 la arena se observa de color gris, es difícil distinguirla. Usualmente se encuentra cerca del agua (mar o ríos). Difícilmente observe éste uso en toda la parcela.
	Otro terreno descubierto/roca	Son terrenos sin cobertura vegetal, no urbana. Se presenta el afloramiento de roca o un tipo de vegetación herbácea y arbustiva pobremente desarrollada. Comprende área de cráteres volcánicos, deslizamientos y áreas de			Los valores NDVI son bajos, nótese en el ejemplo que a partir del 2010 los valores disminuyen, es el Volcán

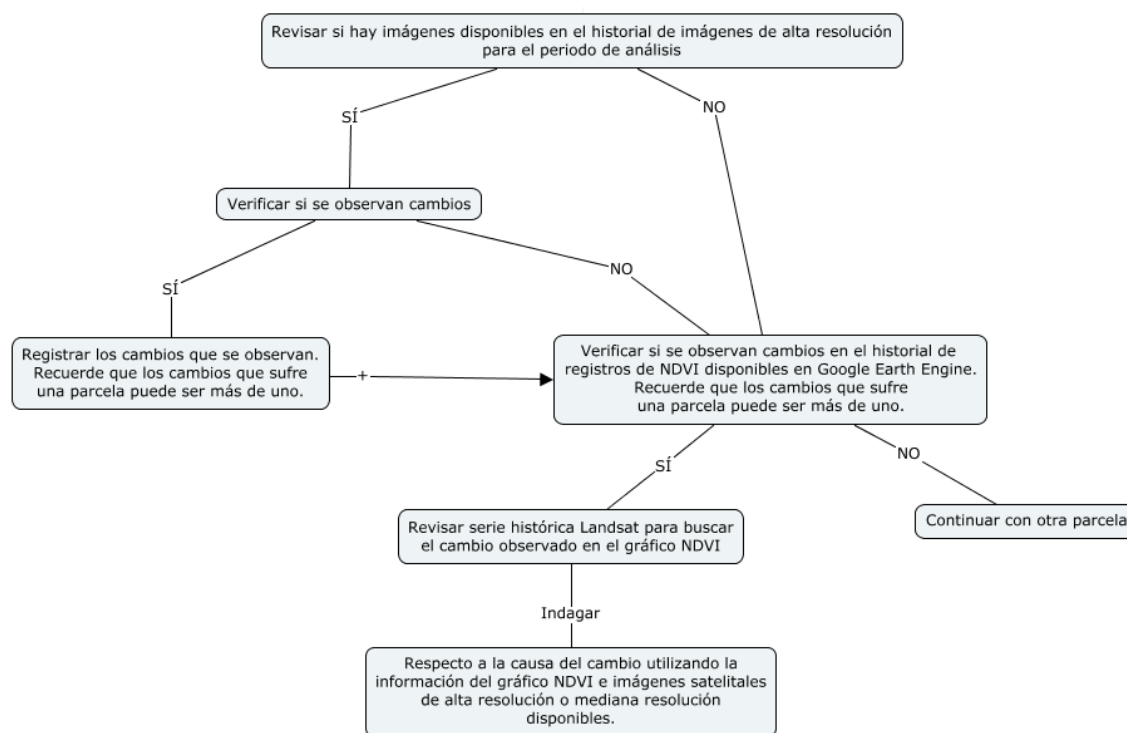
		deposición de materiales por ríos y volcanes.	 <p>Falso color 453</p>	Turrialba. En la imagen se observa colores grisáceos, púrpuras y verdes.
	Páramo	Comunidades vegetales de baja altura, generalmente localizadas en zonas de alta montaña, por encima de los 3.000 metros sobre el nivel del mar. En Google Earth puede comprobar la altitud a la que se encuentra la parcela.	 	Los valores NDVI tienen un comportamiento o inusual, incrementan y disminuyen de forma cíclica, llegan a valores cercanos a 2.5 y 7.5. La imagen falso color 453 se observa de color verduzca y tonos rojizos opacos. La altitud es sobre los 3000 msnm
No clasificable	Sombras	Zonas cubiertas por sombras de nubes u otras sombras (relieve o árboles).		En la imagen falso color 453 se observa

	Nubes	Zonas cubiertas por nubes		pixeles como manchas, el Script tiene una sección para atenuar el efecto de las nubes, sin embargo si su persistencia es alta se observa como la figura.
	Sin información	Corresponde a las áreas no cubiertas por imágenes de satélite, fotografías aéreas u otra herramienta para su clasificación. También aquellas zonas en las que a pesar de que existen imágenes, éstas se encuentran distorsionadas y no es posible distinguir sus elementos.		

En las raras oportunidades en las que pueda discernir más de un uso en una parcela interpretando una imagen de otra resolución como Landsat especifique la que domine (la de mayor área).

## 2.9 Registro de cambios

En la figura 5 se muestra una guía para identificar cambios en el uso o cobertura de una parcela.



**Figura 5. Guía general para identificar cambios de uso o cobertura en la parcela.**

Debe considerar que los cambios a registrar en la figura 1 se refieren a aquellos que suceden a nivel superior, para registrar los valores de porcentajes en cada uso deberá completar la información de uso para el año 2. En el cuadro 4 se puede revisar el significado de los usos abreviados en la plantilla para registrar los cambios.

**Cuadro 4. Significado de los usos abreviados de los cambios considerados en la plantilla.**

Abreviatura	Significado	Abreviatura	Significado
F	Manejo y conservación de bosques	Infra	Infraestructura
Bos. Sec	Bosque secundario	Zon. HUm.	Zonas húmedas
Agric.	Agricultura	Otras T.	Otras tierras

Deberá registrar la causa del cambio de uso, se dispone para ello de cuatro opciones: deslizamiento, incendio, cambio en sistema productivo (por ejemplo de pasto a cultivo anual), otro. Cuando el intérprete escoja “otro” deberá especificar la causa como tal.

Si existe algún cambio en la parcela deberá registrar **TODOS los “cambios”** que observe. Por ejemplo, una parcela puede tener en el año 1, bosque secundario en un 30%, zona urbana continua de 20% y pasto 50%. En el año dos observa que hubo un cambio de parte del bosque secundario a zona urbana, entonces deberá registrar que observa el cambio de “F>Infraestr.” y “Pasto>Pasto”.

## 2.10 Aseguramiento de calidad

Los analistas estarán sujetos a un sistema de Control y aseguramiento de la calidad (QA/QC) el cual será realizado por un analista independiente. El trabajo de aseguramiento de calidad se hará bajo tres enfoques que se describen a continuación:

- Blind checks

Corresponde a un conjunto de parcelas seleccionadas al azar, que dos intérpretes analizan, sin saber que es una repetición. Estas parcelas se analizan por un tercero para verificar si existen diferencias. Si las hay se deberá determinar, en conjunto con los analistas, cuál es la interpretación correcta.

- Cold checks

Corresponde a un conjunto de parcelas seleccionadas al azar que un intérprete “externo” analiza. Los resultados de ese análisis se comparan con aquellos obtenidos por los intérpretes para encontrar discrepancias y resolverlas.

- Hot checks

Esta validación consiste en que cada intérprete envíe consultas a un correo asignado cuando tengan dudas o estén inseguros respecto a la interpretación visual de una parcela en particular. Un intérprete externo deberá analizar cada caso. El análisis que se haga deberá ser compartido con todos los intérpretes para consultar los casos que se hayan considerado difíciles y sirvan de referencia.

## 2.11 Análisis de consistencias

Las plantillas de Collect se encargan de chequear ciertas inconsistencias que se puedan presentar cuando se esté trabajando en la interpretación visual de los puntos, a saber:

- Si en el 2018 se determina que el 100% de la parcela es bosque maduro, implica que no es necesario volver a colocar dicha información para ningún año anterior.
- Si se determina que no existe una imagen de alta resolución para el periodo de referencia entonces no es posible indicar como sensor Digital Globe o Air Bus. Al mismo tiempo, si se

determinar que existe una imagen de alta resolución para el periodo de referencia no será posible indicar como sensor Copernicus ni Landsat.

- La fecha que indique la persona que está interpretando será comprobada y se indicará a través de un mensaje si dicha comprobación se corresponde con la fecha de referencia. La persona podrá omitir dicho mensaje, de ser necesario.
- Cuando digite las cantidades de los porcentajes para cada uso existe un verificador que indica la suma de todos los porcentajes, si dicha suma no llega a 100 no se puede continuar con el análisis.
- Se podrá registrar si existe o no desplazamiento entre imágenes, de existir la persona deberá colocar en metros de cuánto es el desplazamiento. Esta información se podrá usar como filtro en análisis de los datos, pudiendo descartar aquellos que cuentan con un desplazamiento considerable.

## 2.12 Distinción de clases que se pueden confundir entre sí.

Como se mencionó anteriormente una buena práctica consiste en verificar en las imágenes de baja resolución cómo se visualiza las clases que son claramente distinguibles en las imágenes de alta resolución. Esto le permitirá agudizar el análisis cuando no existan imágenes de alta resolución.

Los bosques secundarios pueden confundirse con algunos pastos. Esto ocurre a menudo en etapas sucesionales tempranas. Por tanto, es necesario que la/el intérprete haga un escrutinio de las imágenes de alta resolución disponibles en un análisis multi-temporal. De igual manera ocurre entre las clases bosque secundario y plantación forestal. Un análisis multi-temporal podrá ser de gran utilidad para discernir entre ambas clases.

Las plantaciones forestales se pueden confundir con cultivos permanentes. Nuevamente el análisis multi-temporal es lo que permite discernir entre ambas.

El análisis multi-temporal se realiza de tres maneras:

- Imágenes disponibles de alta resolución a través del tiempo: Muchas zonas del país disponen de una buena cantidad de imágenes que, a veces, sirven para observar el establecimiento de una plantación forestal, por ejemplo.
- Análisis NDVI: en Google Earth Engine se despliega un gráfico de valores NDVI multi-temporal desde el 2000 hasta la fecha.
- Análisis imágenes Landsat: En Google Earth Explorer se despliegan las imágenes Landsat desde el 2000 hasta el 2016. La/el usuaria/o puede visualizar diferentes combinaciones de bandas, según lo requiera.

Se construirá una muestra de ejemplos disponibles a todas/os las/os intérpretes de casos en los que se haya detectado una confusión entre clases producto del análisis del aseguramiento de calidad y/o consultas directas de las/os intérpretes.

## 2.13 Software propuesto



Se utilizará Collect para preparar las plantillas a utilizar y Collect Earth Desktop en conjunto con Google Earth Engine para hacer la interpretación visual de los puntos de muestreo. Se utilizarán Scripts generados por la FAO que se describen en la sección 3.

Adicionalmente se utilizará SIKU para el análisis de la información colectada con Collect Earth y Quantum GIS para manejar capas de información del país que sean útiles para el trabajo de interpretación.

## 2.14 Desarrollo de plantillas

Los intérpretes utilizarán la misma plantilla, la cual será diseñada para que cada intérprete coloque la información:

- Tipo de imagen utilizada para hacer la interpretación de los puntos.
- Fechas de las imágenes utilizadas para hacer la interpretación de los puntos.
- Fuente de la imagen utilizada.
- Porcentaje y tipo(s) de uso(s) de la tierra identificado(s) en la parcela en cada uno de los años de referencia.
- Identificación de cambio de uso del suelo en la parcela en las fechas de referencia.
- Determinación de causa de cambio de uso del suelo.
- Nivel de confianza de la interpretación.
- Espacio para observaciones relevantes del intérprete.

## 2.15 Posibles errores de Collect Earth y cómo manejarlos.

Se pueden presentar problemas cuando se esté trabajando en la interpretación, por lo general dichos errores se pueden evitar al mantener actualizada la versión de Collect Earth. Dos errores frecuentes se han presentado en análisis de parcelas utilizando este software y ambos se han podido solucionar de la misma manera: cierre el programa (tanto Collect Earth como Google Earth) y asegúrese que cuenta con una buena conexión a internet antes de volver a abrirlo.

Los dos errores que se han registrado son: despliegue incompleto de información de Google Earth Engine (en cualquiera de las dos ventanas, ya sea gráfico NDVI, imágenes Landsat o Copernicus), o un desplazamiento evidente en 3D de la parcela. Éste último error se da cuando el intérprete se desplaza con la herramienta “pan” en Google Earth y se observa que la parcela “cambia” de lugar.

## 2.16 Distribución, almacenamiento y actualización de la información

La evaluación de los cambios en uso de la tierra se distribuirá entre todos los evaluadores contratados. A cada uno se le asignará un bloque de parcelas de muestreo, los cuales han sido distribuidas por región de país.

Los evaluadores presentarán su trabajo cuando se les solicite para el sistema de Control y Aseguramiento de la Calidad (QA/QC) creando un archivo XML, el cual se prepara utilizando el menú Tools/Data Import Export/XML Export/ Export data to XML (compressed). Si desea guardar sus avances coloque, en el nombre del archivo su nombre y la fecha para llevar un mejor control del trabajo, no utilice espacios en el nombre del archivo, tampoco tildes, puede utilizar guion bajo. Por ejemplo: SofiaGuzman\_051019.

Si detecta que se ha equivocado en la interpretación de una parcela posterior a haber exportado los resultados como XML, entonces deberá reportarlo como tal. Esto es porque una vez que una parcela se interpreta y se guarda el usuario puede modificarla sin ningún problema, pero cuando se recopila la información de todos los intérpretes es difícil actualizar las parcelas que el intérprete haya modificado posterior a haberla guardado.

Por eso para evitar problemas, si detecta que se ha equivado en la interpretación de una parcela pero ya había exportado el archivo a XML, indique en un documento de word la información correcta de la parcela para que la modificación la haga el profesional a cargo de recopilar y analizar toda la información.