

**EJERCICIO PRÁCTICO METODOLÓGICO DE
MONITOREO POR PUNTOS
PROYECTO PILOTO**

Taller de protocolo de interpretación
para el ejercicio metodológico

Dr. Edgar Ortiz Malavasi
Noviembre 2020

Taller de protocolo de interpretación para el ejercicio metodológico

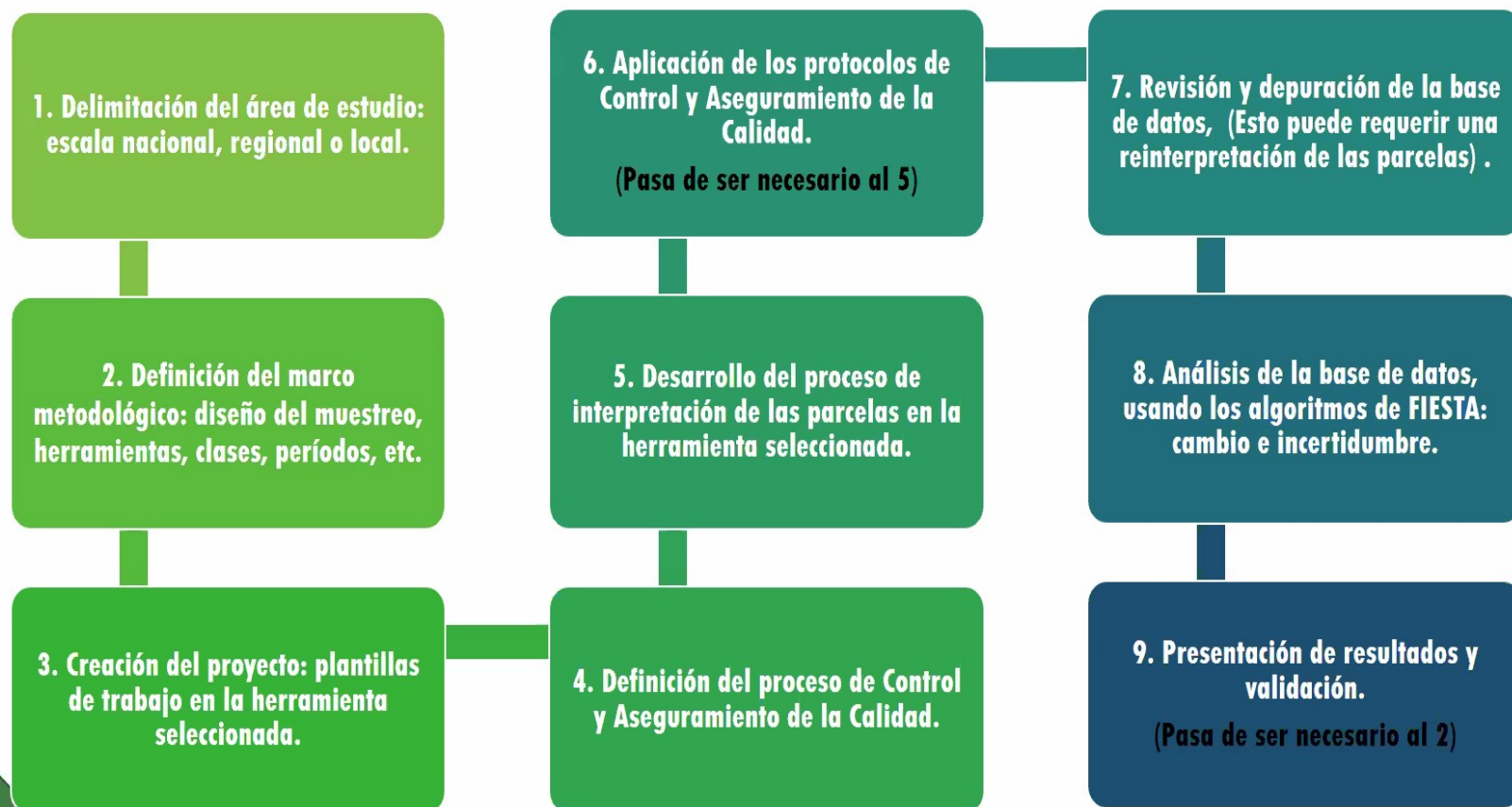
Objetivo:

Dar a conocer los lineamientos específicos para la EVM del ejercicio metodológico.

Ajustar el protocolo basándose en observaciones de participantes

Introducción al sistema de control de calidad.

Flujo de trabajo



Objetivo del protocolo

Establecer los procedimientos a seguir para una correcta interpretación visual multi- temporal (EVM) de puntos de muestreo del uso y cobertura de la tierra utilizando las plataformas Collect Earth Desktop o Collect Earth On Line. durante el ejercicio práctico a realizar, para así obtener estimados fehacientes.

Objetivos específicos

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.

Establecer los procedimientos de análisis de datos.

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Objetivo de la EVM

Sistema de clasificación de uso y cobertura de la tierra a utilizar

Área de estudio

Malla de puntos y distribución de puntos de evaluación

Periodo o fechas de referencia de la evaluación

Resolución espacial y prioridades en la selección de sensores

Plataforma a utilizar y registro de información

Tamaño de la parcela de evaluación y número de sub-puntos de muestreo

Guía general de la evaluación visual

- Definición y uso del contexto espacial
- Definición y uso contexto temporal
- Registro de cambios y control de desplazamientos entre imágenes
- Reglas específicas de evaluación del uso y cobertura
- Buenas prácticas
- **Control y aseguramiento de la calidad (QA/QC)**

Almacenamiento/exportación de datos

Análisis de datos

Anexos

- Clave dicotómica evaluación
- Definiciones de las clases de uso y ejemplos

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Objetivo de la EVM

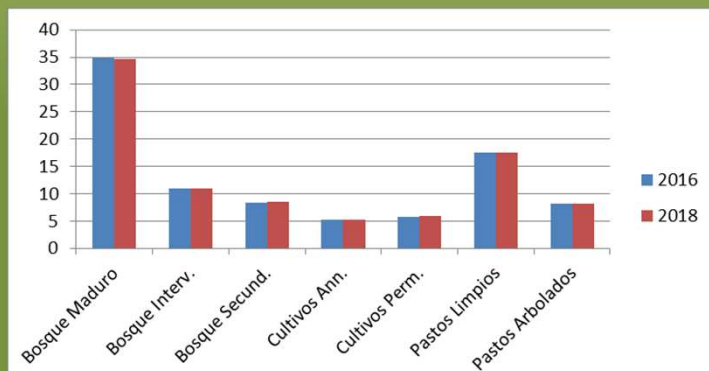
Obtener datos puntuales de uso y/o cobertura de la tierra en imágenes de alta y media resolución a una fecha o entre dos fechas dadas.



id	location_srs	location_x	location_y	plot_file	sensor_id	sensor_id_label	fecha2018_year	fecha2018_month	fecha2018_day	bosmad2018	bosinter2018	bossec2018	mangle2018	yolilla2018
4	EPSG:4326	-85,687373	10,6438789	grupo2.csv	ab	Airbus	2017	2	13				84	
5	EPSG:4326	-85,746481	11,0018581	grupo2.csv	ab	Airbus	2018	12	27			80		
6	EPSG:4326	-85,05768	9,98411547	grupo1.csv	cop	Sentinel	2018	1	1					
9	EPSG:4326	-84,924563	9,88675647	grupo1.csv	cop	Sentinel	2018	1	1	84				



Uso de la Tierra	Proporción 2016	Proporción 2018	p-value (Ho:proporciones son iguales)
Bosque Maduro	34,85	34,61	0,99
Bosque Secundario	8,37	8,47	0,99
Bosque Intervenido	10,92	10,93	0,99
Cultivos Anuales	5,20	5,24	0,99
Cultivos Permanentes	5,81	5,90	0,99
Pastos limpios	17,45	17,52	0,99
Pastos con árboles	8,15	8,17	0,99

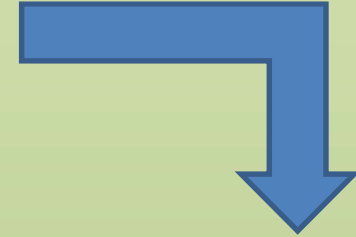


id	location_srs	location_x	location_y	plot_file	sensor_id	sensor_id_label	fecha2018_year	fecha2018_month	fecha2018_day	bosmad2018	bosinter2018	bossec2018	mangle2018	yolillal2018
4	EPSG:4326	-85,687373	10,6438789	grupo2.csv	ab	Airbus	2017	2	13				84	
5	EPSG:4326	-85,746481	11,0018581	grupo2.csv	ab	Airbus	2018	12	27			80		
6	EPSG:4326	-85,05768	9,98411547	grupo1.csv	cop	Sentinel	2018	1	1					
9	EPSG:4326	-84,924563	9,88675647	grupo1.csv	cop	Sentinel	2018	1	1	84				



	Bosque Cambia Nobosque	Bosque Sigue Bosque	NoBosque Cambia Bosque	No Bosque Sigue No bosque	Sin Informac.
No. Observaciones	59	5284	28	4866	5
Proporción	0,0057606	0,5159149	0,0027338	0,4751025	0,0004882
Error Estándar	0,0007478	0,0049381	0,0005159	0,0049344	0,0002183
Error Muestreo (95%)	0,0014657	0,0096786	0,0010112	0,0096715	0,0004278
Area de Cambio (ha)	29459	2638358	13981	2429646	2497
Límite Inferior (95%) (ha)	21964	2588862	8809	2380186	309
Límite superior (95%) (ha)	36955	2687854	19152	2479105	4684
% Error (95%)	25,4	1,9	37,0	2,0	87,6

Objetivo de la EVM



Obtener información tabular (porcentajes) de ocurrencia de cada clase de uso y cobertura evaluada.

Estimar **áreas (en ha)** de cada clase de uso y cobertura evaluada, así como de los cambios entre las fechas.

Obtener información puntual de mayor exactitud de uso y cobertura de la tierra para **validar** mapas de uso y/o cobertura preparados con imágenes de satélite.

Obtener información puntual de uso y cobertura de la tierra para usar como **zonas de entrenamiento** en la clasificación de imágenes de satélite

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Sistema de clasificación de uso y cobertura de la tierra a utilizar.

Sistema de clasificación: Sistema de clasificación a usar será Sistema de Clasificación de cobertura y uso de la Tierra, versión 1.2.

En la interpretación se utilizaría el nivel 2 de la jerarquía de la clasificación tanto para **Cobertura** como para **Uso de la tierra**.

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 una área.

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.



Clases de cobertura de la tierra. Nivel 2

1000	Vegetación
1100	Árboles
1200	Arbustos

Código	Clase
1300	Herbáceas
1310	Gramíneas
1320	Musáceas

Código	Clase
1400	Palmas
1500	Sarán
1600	Plástico
1700	Otra vegetación

Código	Clase
2000	Sin Vegetación
2100	Terreno descubierto
2110	Suelo desnudo
2120	Afloramiento rocoso
2130	Arena
2140	Zonas quemadas
2150	Ceniza volcánica

Código	Clase
2200	Infraestructuras
2210	Techo
2220	Superficie pavimentada
2230	Superficie no pavimentada
2240	Otras superficies

Código	Clase
3000	Agua
3100	Aguas continentales
3200	Aguas Marítimas

4000	Nubes y sombras
4100	Nubes
4200	Sombras de nubes
4300	Otras sombras

5000	Sin información
------	-----------------

Sistema de clasificación de cobertura de la tierra (Nivel 2)

Fuente: CENIGA. 2019. Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica. Versión 1.2. SIMOCUTE

Código	Clave uso Nivel 1 y 2
1000	Manejo y conservación de bosques
1100	Bosque Maduro
1200	Bosque intervenido
1300	Bosque secundario
1400	Rodales de mangle
1500	Yolillales
1600	Plantaciones forestales
2000	Agricultura
2100	Cultivos anuales
2200	Cultivos permanentes
2300	Áreas agrícolas heterogéneas
2400	Cultivos confinados
3000	Ganadería y pastos
3100	Pastos limpios
3200	Pastos con árboles

Sistema de clasificación de uso de la tierra (Nivel 2)

Fuente: CENIGA. 2019. Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica. Versión 1.2. SIMOCUTE.

Código	Clave uso Nivel 1 y 2
4000	Zonas Húmedas
4100	Tierras húmedas con vegetación asociada
4200	Cuerpos de agua
5000	Infraestructura
5100	Zonas urbanizadas
5200	Zona Industrial o comercial
5300	Vías de transporte
5400	Zonas de extracción minera y escombreras
5500	Zonas recreativas
6000	Otras Tierras
6100	Playa y arenales
6200	Otro terreno descubierto / roca
6300	Páramo
6400	Otros terrenos
7000	No Clasificable
7100	Sombras
7200	Nubes
7300	Sin información

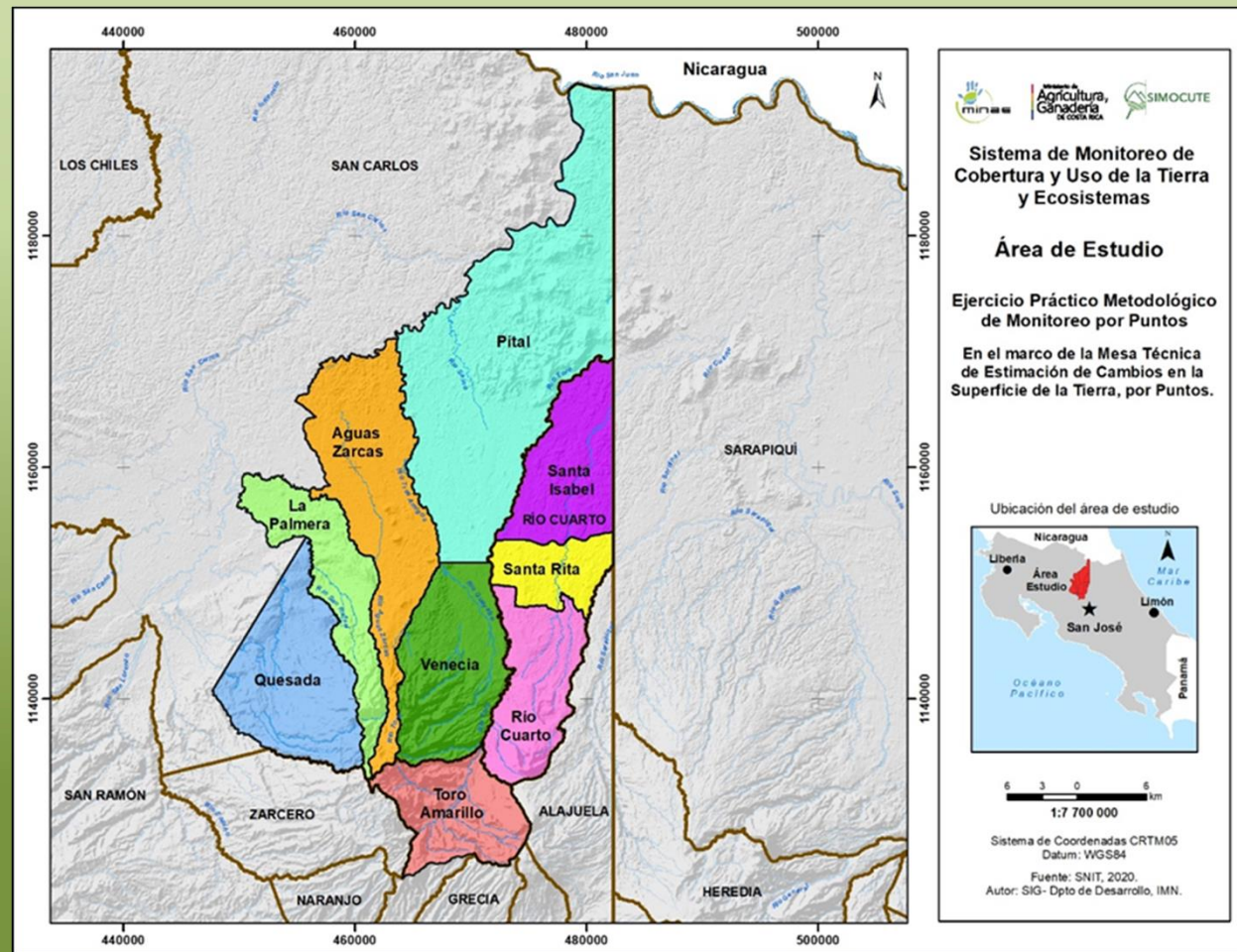
Sistema de clasificación de uso de la tierra (Nivel 2)

Fuente: CENIGA. 2019. Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica. Versión 1.2. SIMOCUTE.

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Área de estudio

Cantón de Río Cuarto, y los distritos del cantón de San Carlos: Palmera, Aguas Zarcas, Venecia, Quesada y Pital, y finalmente el distrito Toro Amarillo del cantón de Sarchí.



Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Tamaño de la parcela de evaluación y número de sub-puntos de muestreo

Se usará una parcela de evaluación de 2 ha con 5x5 sub-puntos por parcela (25). Se registrará datos de uso y cobertura de cada punto en la parcela (4%)



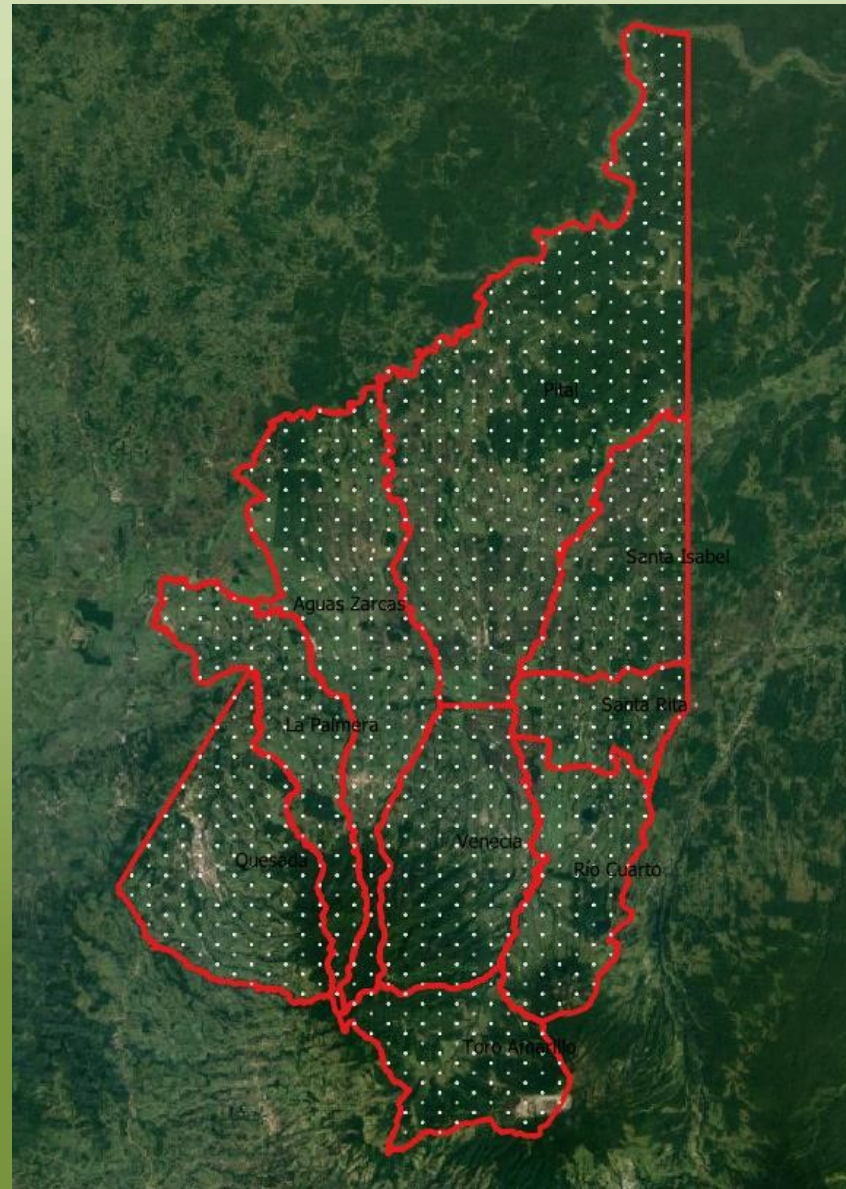
60% piña-40% bosque intervenido

Malla de puntos y distribución de puntos de evaluación

La interpretación se hará sobre la Malla de muestreo de SIMOCUTE de Nivel 2 para un total de 2745 puntos centrales de muestreo, y 68625 sub-puntos de muestreo.

Área de estudio

Malla de puntos y distribución de puntos de evaluación



Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Periodo referencia de la evaluación

Períodos de interpretación: con el fin de obtener información relevante y tomando en cuenta la fuente de las imágenes disponibles se establece dos tiempos para definir los cambios:

Año de evaluación	Periodo Prioritario	Periodo alternativo
2005	1/Enero/2005 a 31/Diciembre/2005	Imágenes anteriores o posteriores +/- 6 meses
2019	1/Enero/2019 a 31/Diciembre/2019	Imágenes anteriores o posteriores +/- 6 meses

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Resolución espacial y prioridades en la selección de sensores

Año de evaluación	Periodo Prioritario	Periodo alternativo	Prioridad en imágenes
2005	1/Enero/2005 a 31/Enero/2005	Imágenes anteriores o posteriores +/- 6 meses	1. Maxar 2. AirBus 3. <u>Mosaico IGN (2005)</u> 4. Landsat
2019	1/Enero/2019 a 31/Enero/2019	Imágenes anteriores o posteriores +/- 6 meses	1. Maxar 2. AirBus 3. <u>Planet</u> 4. Sentinel-2 5. Landsat 8

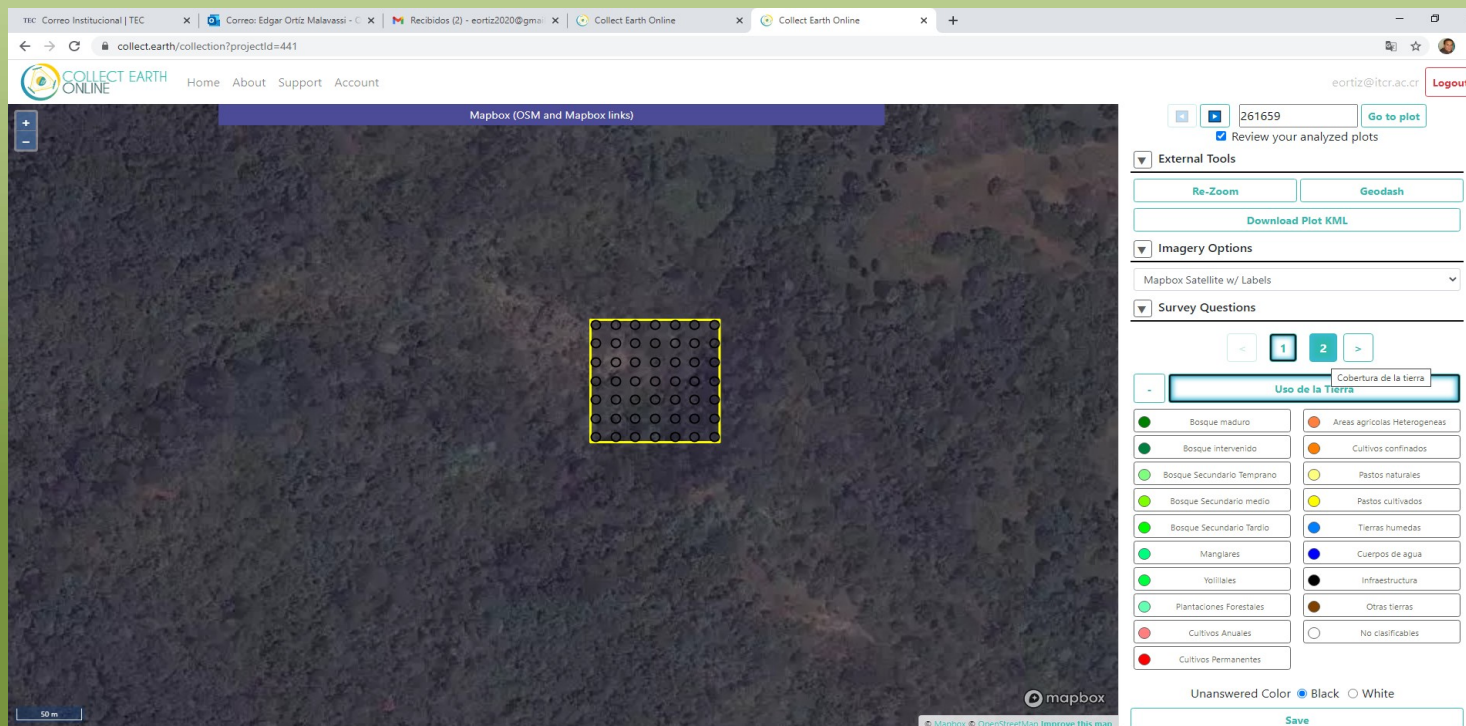
No usar imágenes BingMaps ya que no tienen fecha cierta.

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Plataforma a utilizar y registro de información

La herramienta seleccionada para la interpretación es el Collect Earth Online (CEO).

Permite el registro de uso y cobertura de cada sub-punto (5x5) dentro de la parcela de evaluación



Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Guía general de la evaluación

Definición y uso del contexto espacial

- El contexto espacial indica que debe considerarse la ubicación de la parcela de evaluación según sea la región, zona ecológica, o un área silvestre protegidas.
- El contexto espacial también incluye que se debe analizar 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.

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Guía general de la evaluación

Definición y uso del contexto espacial

- Cada sub-punto que se va a clasificar 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.
- Si se aplica la Ley Forestal 7575, estas variables cambian a 2 ha y 70% de cobertura.
- La definición de la **clase de bosque** es la única que incluye parámetros de área mínima, densidad de copa y altura de los árboles a madurez.

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

El contexto temporal indica que el intérprete debe considerar la fecha y época del año (día/mes/año) en que se registro la imagen o fotografía al momento de evaluar cada punto del monitoreo.

Además significa 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 o posteriores a la de análisis.

Este tipo de contexto, permite determinar, con seguridad clases de uso como:

- a) bosque maduro,
- b) bosque secundario,
- c) plantaciones forestales,
- d) bosque intervenido,
- e) así como cultivos anuales.

Nota aclaratoria: se considera bosque intervenido únicamente los bosques que se hayan determinado son bosques maduros en anteriores evaluaciones” (Ceniga, 2018).

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Registro de cambios y control de desplazamientos entre imágenes

Se conoce que las imágenes tienen errores desplazamiento espacial de un año de evaluación a otro, y esto está influyendo en la detección de cambio de uso.

Se requiere de corregir por estos desplazamientos, en los casos que se detecten cambios en la asignación del uso de los sub-puntos de muestreo entre el 2005 y 2019, hay que detectar si estos se deben por desplazamiento de las imágenes.



Ejemplo de desplazamiento de imágenes Planet 2018 (a la derecha) con respecto a imágenes de Digital Globe 2016 (a la izquierda)

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

- **Reglas específicas de evaluación del uso y cobertura**
 - **Bosque intervenido**
 - 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.



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

Contenidos que debe incluir el
protocolo para uso del EVM

- **Reglas específicas de evaluación del uso y cobertura**
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.



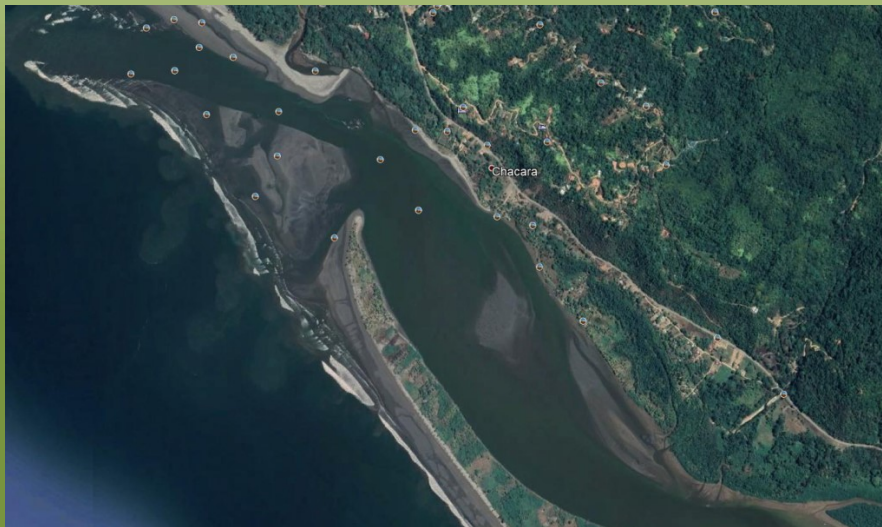
**Pastos limpios delimitados por cercas
de árboles.**

Contenidos que debe incluir el
protocolo para uso del EVM

Reglas específicas de evaluación del uso y cobertura

Aguas continentales vrs. aguas marítimas:

Por definición aguas marítimas son aquellas en las cuales el intérprete utilizando el concepto de contexto espacial puede intuir que tienen influencia de las mareas o están en contacto con aguas de los océanos, como desembocaduras de ríos, canales en manglares, etc.



- **Buenas prácticas**

Contar con una buena conexión a internet: esto para que se cargue la información de Google Earth Engine.

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.

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.

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.

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.

Contenidos que debe incluir el
protocolo para uso del EVM

Control y aseguramiento de la calidad (QA/QC)

El objetivo del protocolo es reducir la incertidumbre de la clasificación, con especial atención en:

- a) El sesgo asociado al co-registro espacial del mapa y la ubicación de referencia.
- a) El sesgo del intérprete, o error en la asignación de la clase de referencia a la unidad espacial; y
- b) La variabilidad del intérprete.
- c) Adicionalmente, el protocolo contempla el procedimiento para la realización de: a) Blind checks, b) Cold checks, y c) Hot checks; según se detalla a continuación.

Blind Checks: chequeo de replicabilidad de la interpretación en una muestra pareada. 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.

Se escogerá al azar para cada grupo de trabajo 4 puntos, los cuales serán repetidos por otros intérpretes.

Un evaluador externo hará la comparación de clasificación doble de los puntos escogidos, y en aquellos donde exista discrepancia decidir cuál es el dato que se ajusta a lo observado en la imagen.

Los resultados del blind checks serán reportados a los evaluadores al del periodo de evaluación.

El nivel mínimo de consistencia entre los intérpretes, y el evaluador externo debe ser de un 95%. En caso de que no cumpla con este estándar deberá revisar la interpretación presentada.

Cold checks: chequeo aleatorio de las interpretaciones. 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.

Se escogen al azar 80 puntos (aprox 4 por intérprete) que sean diferentes a aquellos que se hayan seleccionado para los “*blind checks*”.

Un evaluador externo analizará los resultados de las clasificaciones de cada periodo, y hará la una retro-alimentación a los analistas EVM.

En aquellos casos donde exista discrepancia este decidirá cuál es el dato que se ajusta a lo observado en la imagen, y se le comunicará al analista el problema encontrado.

Los resultados del “*cold checks*” serán reportados a los evaluadores al final del periodo de evaluación.

El nivel mínimo de consistencia entre un analista y el evaluador externo debe ser de un 95%. En caso de que no cumpla con este estándar deberá revisar la interpretación presentada.

a) Hot checks: es una retroalimentación inmediata para disminuir el sesgo del intérprete, o error en la asignación de la clase de referencia a la unidad espacial.

Los **hot checks** serán puntos que los intérpretes consultan según sus dudas y necesidades.

Cuando se hace la consulta el analista debe indicar el código del punto, preferiblemente, hacer la consulta enviando un **archivo .kml** de Google Earth vía correo o WhatsApp.

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Almacenamiento/exportación de datos

A Los evaluadores presentarán su trabajo cuando se les solicite creando un archivo .csv (texto delimitado por comas), el cual se prepara utilizando las opciones de Collect Earth Online.

Es recomendable (si el sistema lo permite) guardar copias de avance de las interpretaciones, guardando los archivos .csv con diferentes fechas.

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Análisis de datos y resultados esperados

Para el análisis de los datos en FLESTA se utilizará “R” y “R Studio”, optativamente también pueden analizarse usando MS-Excel.

Los datos se pueden analizar a nivel de sub-punto de muestreo, o también a nivel de parcela de muestreo.

Contenidos que debe incluir el protocolo para uso del EVM

Análisis de datos y resultados esperados

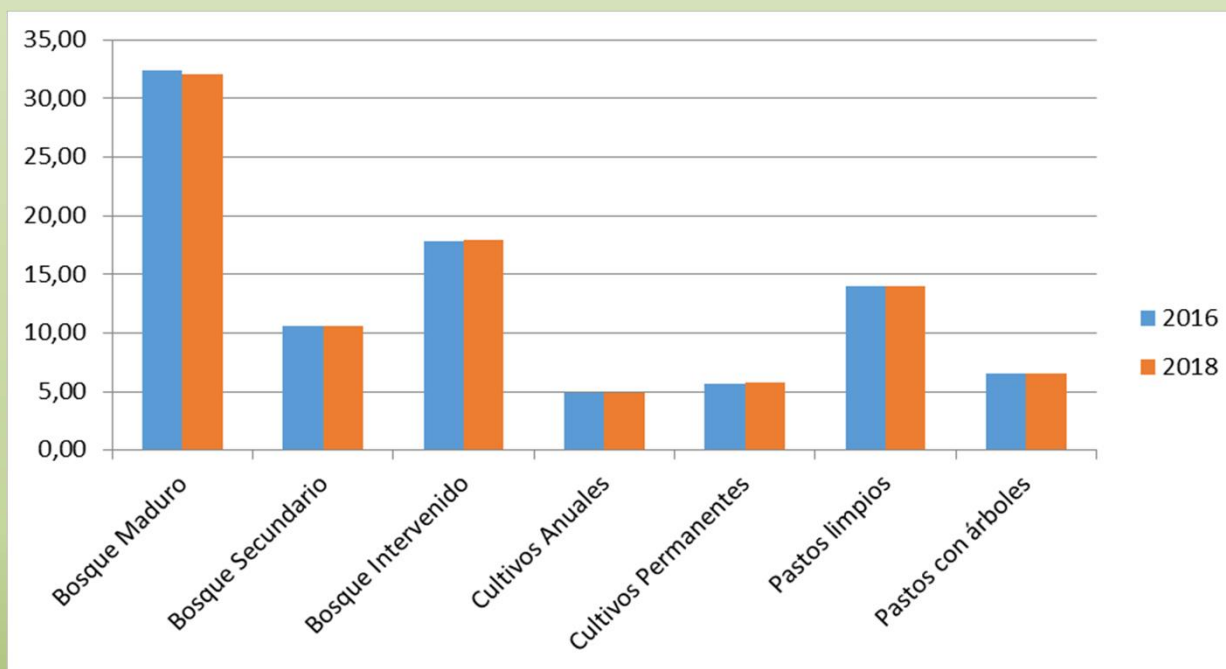
1. Estado actual en porcentajes por clase para ambos años (2005 y 2019) para los niveles Sistema de Clasificación (1, 2).
2. Cálculo de áreas por clase para ambos años (2005 y 2019) para los niveles Sistema de Clasificación (1, 2).
3. Una matriz de cobertura y otra de uso de la tierra con los cambios respectivos entre T1 (2005) y T2 (2019) para el área de estudio a nivel 1 y 2.

Uso de la Tierra	Proporción 2016	Proporción 2018	p-value (Ho:proporciones son iguales)
Bosque Maduro	34,85	34,61	0,99
Bosque Secundario	8,37	8,47	0,99
Bosque Intervenido	10,92	10,93	0,99
Cultivos Anuales	5,20	5,24	0,99
Cultivos Permanentes	5,81	5,90	0,99
Pastos limpios	17,45	17,52	0,99
Pastos con árboles	8,15	8,17	0,99

Ejemplo de matriz de cambios en uso de la tierra. Nivel 2

Clase de Uso
2018

Clase de uso 2016	Bosque Inter	Bosque Maduro	Bosque Secund	Cuerpo Agua	Cult. Anual	Cult. Confin	Cult. Perm	Manglar	Nubes	Total	Porcentaje (%)
BoInter	651	2	2				2			657	10,5
BoMaduro	5	3466	4		1				1	3477	55,3
BoSecund	2		738	1	1					742	11,8
Cuerpo Agua				73						73	1,2
Cult. Anual			1	1	571		1			574	9,1
Cult. Confin					1	1				2	0,0
Cult. Perm			1		1		678			680	10,8
Manglar								72		72	1,1
Nubes		1					1		3	5	0,1
Total	658	3469	746	75	575	1	682	72	4	6282	100,0
Porcentaje (%)	10,5	55,2	11,9	1,2	9,2	0,0	10,9	1,1	0,1	100,0	



Comparación de porcentajes estimados de los principales usos de la tierra en Costa Rica calculados para el periodo 2016-2018 a partir de EVM con 10242 puntos de muestreo

Muchas gracias
Preguntas