

**ANALISIS MULTITEMPORAL DEL CAUCE DEL RIO MAGDALENA
EN EL PERIODO 2016 – 2018 EN EL SECTOR DE PUERTO
SALGAR – LA DORADA A TRAVES DE ANALISIS DE IMÁGENES
RADAR**

AUTOR

IVAN DARIO BARRAGAN VERA

Ingeniero Topográfico
ivandariobarraganvera@gmail.com

Curso de facilitación para grado Especialización en Geomática



La U
acreditada
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DICIEMBRE DE 2018**

TABLA DE CONTENIDO

1.	CONTEXTO	4
2.	PROBLEMA	5
3.	OBJETIVOS.....	6
3.1	Objetivo General	6
3.2	Objetivos Específicos.....	6
4.	DESARROLLO	7
4.1	Área de estudio.....	7
4.2	Metodología	7
4.2.1	Adquisición de imágenes satelitales	8
4.2.2	Pre - Procesamiento de las imágenes	9
4.2.3	Clasificación Orientada a Objetos.....	11
4.2.4	Detección de cambios y análisis de información	13
5.	ANÁLISIS Y CONCLUSIONES.....	15
6.	REFERENCIAS	17

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización del área de estudio. Fuente Google Earth (2016) – Geoportal IGAC	7
Ilustración 2. Imágenes satelitales Landsat (Composición: 4-3-2 / 5-6-4). Fuente: U.S Geological Survey	8
Ilustración 3. Imágenes Sentinel 2016 (1A) y 2018 (1B) del área de estudio	9
Ilustración 4. Modelo empleado y la proyección establecida	9
Ilustración 5. Selección de puntos – Orto rectificación.....	10
Ilustración 6. Realce de la imagen	10
Ilustración 7. Segmentación y cálculo de atributos con sus respectivas estadísticas	11
Ilustración 8. Clasificación y estadísticas	12
Ilustración 9. Segmentación y clasificación (2016), segmentación (2018).....	12
Ilustración 10. Disolución por clase (2016) – (2018) (Sobreposición 2016-2018)..	13
Ilustración 11. Cobertura agua 2016, 2018 y detección de cambios en formato ráster.....	14
Ilustración 12. Áreas de disminución cobertura “agua” Año 2016 – 2018 y Estadísticas.....	14
Ilustración 13. Áreas de aumento cobertura “agua” Año 2016 – 2018 y Estadísticas	15

1. CONTEXTO

La diversidad en materia de recursos hídricos que posee el territorio colombiano hace de dicho recurso una de las fuentes primordiales para el país en materia económica y un potencial para tener en cuenta en materia de movilidad fluvial, es por ello que su estudio análisis y comprensión de su comportamiento es primordial para su debido aprovechamiento. No obstante, las condiciones climatológicas del país, sumado a los fenómenos naturales e intervención humana hacen que el comportamiento de los cuerpos de agua varíe y cambien sus cauces repercutiendo así en diversas problemáticas de carácter ambiental, legal, de habitabilidad del suelo, ordenamiento territorial entre otros.

Por lo anterior, el conocimiento y estudio de su dinámica se hace necesario para su óptimo entendimiento, no obstante, los métodos de medición, análisis y obtención de información de los cuerpos de agua si bien es factible realizarlos a través de métodos convencionales de medición en campo, dichas metodologías se vuelven poco eficaces cuando se requiere obtención de altos volúmenes de información y un análisis ágil de los mismos.

Es así como el uso de imágenes provenientes de los Sistemas Satelitales y Radar en conjunto con la utilización de imágenes provenientes de otros sensores se complementa entre si permitiendo realizar análisis cartográficos los cuales son empleados en las diversas áreas de la ingeniería, cartografía, geografía, medio ambiente, gestión del riesgo, entre otros.

Históricamente, las Poblaciones de los Municipios de La Dorada (Departamento de Caldas) y Puerto Salgar (Departamento de Cundinamarca) se han visto afectadas por las periódicas inundaciones del Rio Magdalena las cuales han llegado a alcanzar un aumento en los niveles del rio en hasta seis puntos cinco metros, ocasionado cambios en el cauce del rio y por ende graves consecuencias en las áreas urbanas y rurales con un mayor impacto en los predios colindantes al cuerpo de agua.

El presente documento presenta un análisis multitemporal del comportamiento del cauce del Rio Magdalena en un sector localizado en los Municipios de La Dorada y Puerto Salgar a través del estudio realizado a imágenes del sensor RADAR del Satélite SENTINEL-1 de los años 2016 y 2018 procesadas a través de Software PCI Geomática, con el fin de identificar y analizar donde el cauce se hace más inestable a través de la metodología de detección de cambios.

2. PROBLEMA

Dentro de la problemática que exhibe el río Magdalena, se pueden resaltar los siguientes aspectos: uso inadecuado de recursos naturales, inundaciones, sedimentación, sequías, contaminación, pobreza, tensiones sociales, deterioro ambiental, baja conciencia ambiental, ausencia del Estado, planificación desarticulada, información dispersa e incompleta, conflictos de uso del suelo, asentamientos en áreas de riesgo, crecientes demandas de agua para uso agrícola, niveles considerables de sedimentos, cuencas hidrográficas tributarias deterioradas, inadecuadas prácticas de minería, cultivos en laderas y pendientes fuertes, cultivos ilícitos y pastoreo en zonas de ladera, entre otros. (Cormagdalena y ONF Andina, 2007)

En el año 2011, el fenómeno de la Niña ocasiono uno de los peores desbordamientos del Rio Magdalena, provocando inundaciones en gran parte del territorio Nacional, las Poblaciones de La Dorada y Puerto Salgar, así como en los predios pertenecientes a la Base Aérea "Germán Olano" (Puerto Salgar - Cundinamarca) se vieron afectados, repercutiendo en desplazamiento de familias, cultivos afectados, daños a infraestructura entre otros.

Los análisis a partir de sensores ópticos pasivos permiten medir la luz del sol dispersada y funcionan de día únicamente, toda vez que a través de dichos sensores la superficie terrestre no es observable de noche o cuando existe presencia de nubes. Por el contrario, los sensores activos permiten la penetración de nubes y vegetación ya sea de día o de noche, cualidades las cuales permiten que estos operen bajo cualquier condición meteorológica y que sean un instrumento de generación de información cuando las condiciones meteorológicas imposibilitan la captura de los datos.

El análisis de imágenes satelitales permite establecer y evidenciar las áreas susceptibles a los fenómenos presenciados por eventos de inundación y cambio del cauce del río, y de esta manera poder contribuir a la prevención del riesgo para que a través de los diversos mecanismos de ordenamiento territorial se fortalezca la planeación urbana y rural.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Identificar la dinámica del cauce del río Magdalena en el sector de estudio Puerto Salgar – La Dorada en los años 2016 – 2018 mediante el uso de imágenes Radar

3.2 Objetivos Específicos

Generar la identificación de la cobertura correspondiente a las áreas ocupadas por el río Magdalena en cada uno de los años 2016 y 2018 a través de las herramientas empleadas en el Software PCI Geomática.

Calcular la variación en área del cauce del río Magdalena en los años 2016-2018 para el área de estudio.

4. DESARROLLO

4.1 Área de estudio

La zona considerada para el estudio abarca el tramo del río Magdalena desde el sector denominado Buenos Aires (05°25'10.37" latitud Norte y 74°40'1.25" latitud Oeste) localizado en el Municipio de La Dorada, y el sector denominado Santa Helena (05°34'44.03" latitud Norte y 74°39'5.93" latitud Oeste) localizado en el Municipio de Puerto Salgar; presenta una longitud de 23.6 Kilómetros a lo largo del Río Magdalena y una altura sobre el nivel del mar promedio de 163 metros. En la Ilustración 1 se muestra la localización del área de estudio.

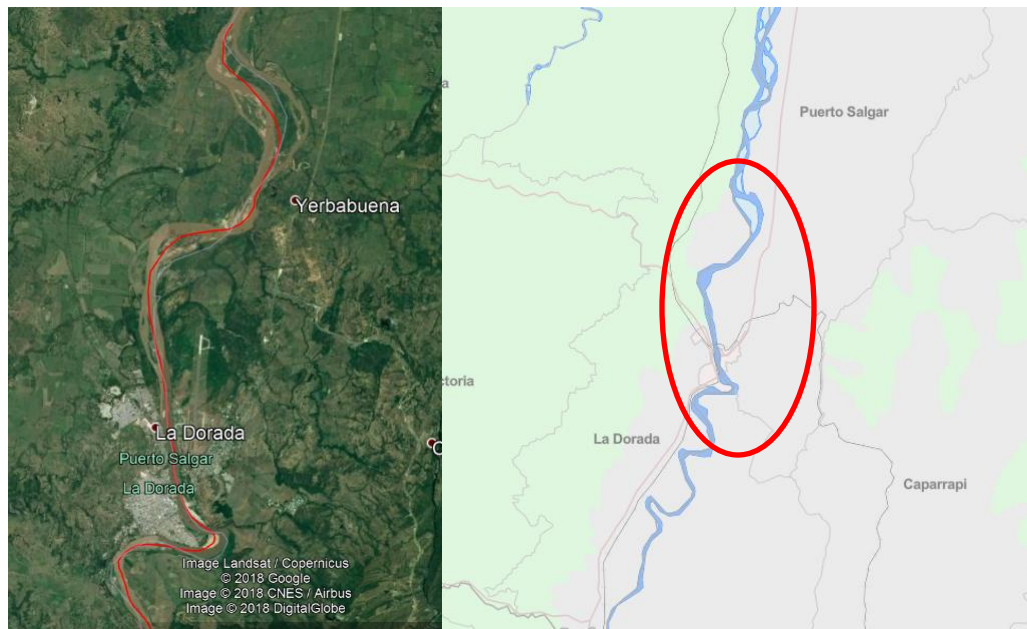


Ilustración 1. Localización del área de estudio. Fuente Google Earth (2016) – Geoportal IGAC

4.2 Metodología

Para la realización del estudio se llevó a cabo la realización de las siguientes etapas, como se describen en el flujo de trabajo presentado en el diagrama 1.

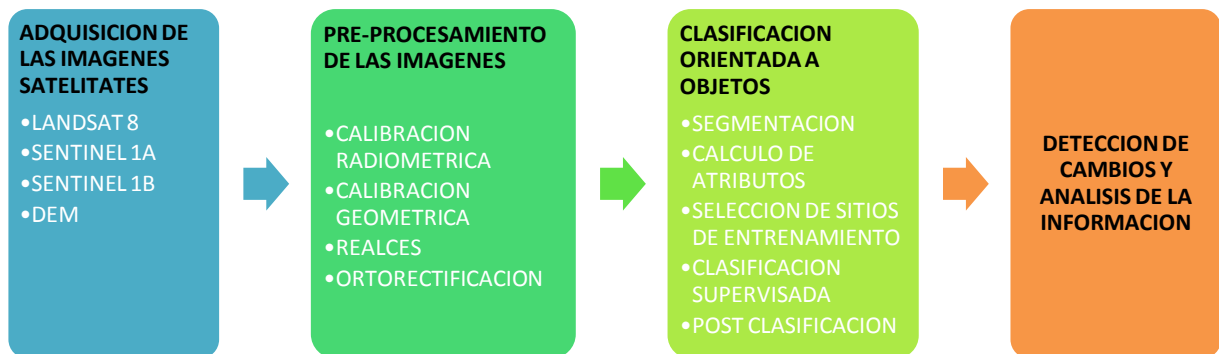


Diagrama 1. Flujo de Trabajo

4.2.1 Adquisición de imágenes satelitales

Se empleó la imagen satelital Landsat 8 (ortorectificada) de la zona de estudio de fecha 2018-04-03, la cual posee una resolución espacial de 30m X 30m, la imagen fue descargada del servidor de imágenes Earth Explorer, del Servicio Geológico de los Estados Unidos: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

En la Ilustración 2 se presenta la imagen general Landsat 8 bajo la composición 4-3-2 (Color natural), así como el área de estudio bajo la composición 5-6-4 (La cual resalta Tierra/Agua).

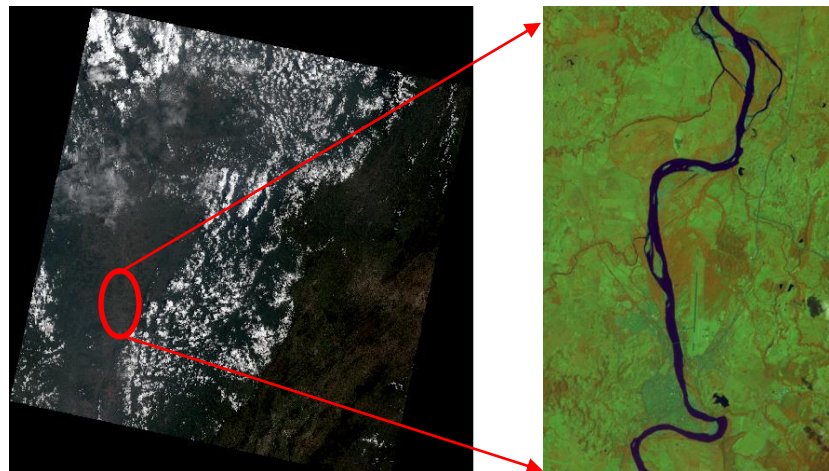


Ilustración 2. Imágenes satelitales Landsat (Composición: 4-3-2 / 5-6-4). Fuente: U.S Geological Survey

Las imágenes radar SENTINEL 1 se descargaron de la página ALASKA SATELLITE FACILITY <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#> y que para el presente

estudio se emplean imágenes de los años 2016 (Sentinel 1A) y 2018 (Sentinel 1B). Para ambos años las imágenes son tipo *Interferometric Wide Swath (250 Km franja de cobertura)*. La ilustración 3 presenta las imágenes Sentinel para los años mencionados en escala de grises con sus respectivas bandas copolarizadas VV y VH

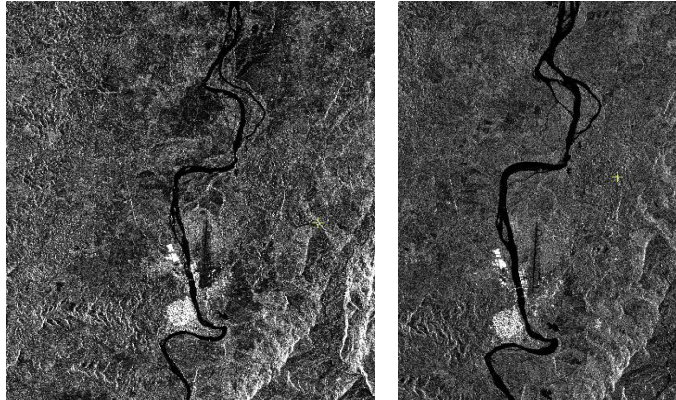


Ilustración 3. Imágenes Sentinel 2016 (1A) y 2018 (1B) del área de estudio

4.2.2 Pre - Procesamiento de las imágenes

La calibración radiométrica realizada en PCI Geomática para el caso de estudio se realiza a nivel del terreno para lo cual se emplea la Calibración Tipo Sigma. (Lo anterior para que los valores de píxel de las imágenes Sentinel representen verdaderamente la retrodispersión del radar de la superficie reflectante).

Posteriormente se emplea la imagen Landsat 8 para poder realizar la ortorectificación de la imagen Sentinel 1 a través de la aplicación de PCI Geomática – OrthoEngine, se emplea el modelo matemático de *Radar Satélite Modelling* seleccionando la opción de Toutin's Model, validando que la proyección sea similar a la establecida en la imagen Landsat 8. En la Imagen 4 se presenta el modelo empleado y la proyección establecida.

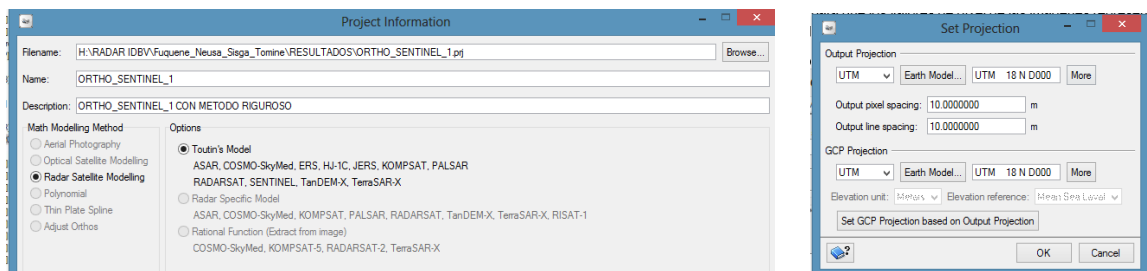


Ilustración 4. Modelo empleado y la proyección establecida

Así mismo se complementa el proceso a través del cargue del Modelo Digital de Elevación el cual cubre la totalidad de extensión geográfica de la imagen de radar. Se escogen puntos arcifinios que sean identificables en ambas escenas (Landsat y radar) complementándose la selección de los puntos arcifinios con la elevación del DEM, se corrobora que para los puntos elegidos el RMS se obtuvo de 1.2

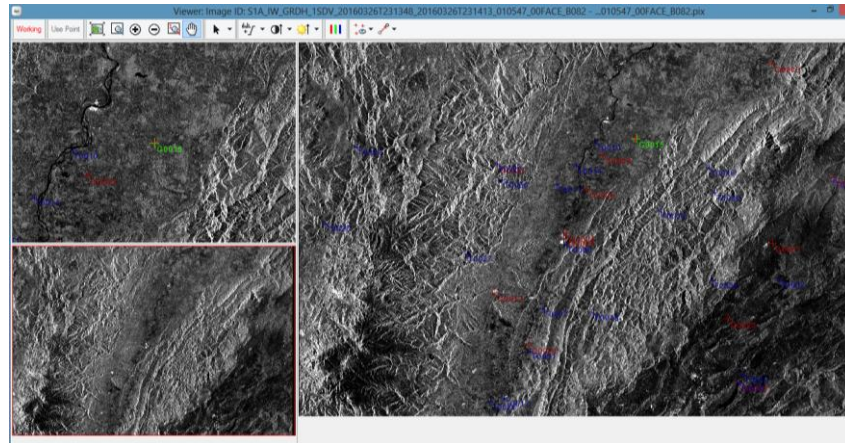


Ilustración 5. Selección de puntos – Orto rectificación

Para el caso de estudio las imágenes Sentinel 1A y 1B a analizar se encuentran en la Banda C, la cual es una banda comúnmente empleada en estudios oceanográficos y de agricultura, así mismo en cuanto a la retro dispersión de la superficie de estudio “Agua” es conveniente indicar que la señal del radar al llegar a la superficie del agua por ser una superficie lisa realizara un efecto de dispersión espejo, ocasionando que la señal de retorno sea nula, evidenciándose un color de pixel negro en las imágenes.

Realce de las imágenes radar a través de composición RGB, es empleado para poder mejorar la interpretación visual de las diferentes coberturas

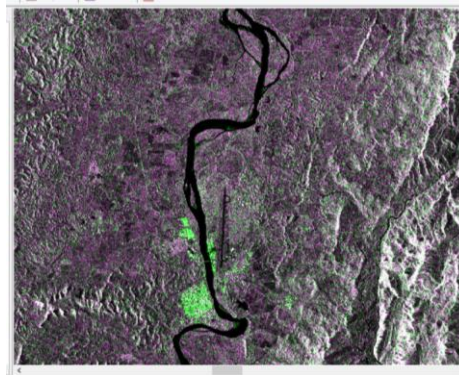
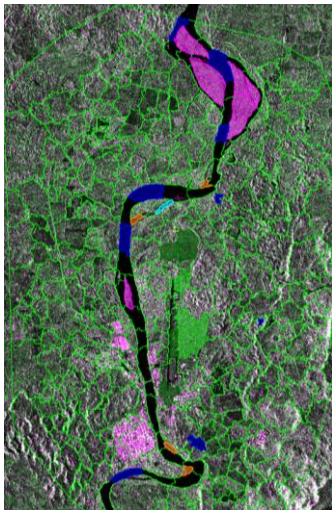


Ilustración 6. Realce de la imagen



Accuracy Assessment Report

Sample Listing | Error (Confusion) Matrix | Accuracy Statistics

Export Report...

Sample Number	Georeferenced Position		Database Position		Classified		Reference	
	Easting	Northing	Pixel	Line	Value	Name	Value	Name
1	540703.33	613330.00	816	360	0	AGUA	0	AGUA
2	539100.00	611032.00	656	590	1	ARENAL	1	ARENAL
3	539506.67	610640.00	697	629	0	AGUA	0	AGUA
4	536762.50	609910.00	422	702	1	ARENAL	1	ARENAL
5	536590.00	607380.00	405	955	-1	Unknown	1	ARENAL
6	536926.67	606566.67	439	1036	0	AGUA	0	AGUA
7	538074.00	605610.00	553	1132	2	PASTOS	2	PASTOS
8	537030.00	606035.00	449	1090	0	AGUA	0	AGUA
9	538910.00	601830.00	637	1510	0	AGUA	0	AGUA
10	538586.67	601810.00	605	1512	1	ARENAL	1	ARENAL
11	536792.50	601727.50	425	1520	0	AGUA	0	AGUA
12	537763.33	601446.67	522	1548	0	AGUA	0	AGUA

Ilustración 8. Clasificación y estadísticas

Posterior se realizan las acciones encaminadas a corregir novedades en la clasificación de las coberturas ya sea a nivel de edición de polígonos (Unión, recorte) o a nivel de reclasificación de la cobertura asignando los atributos que les correspondan, mejorando así la exactitud temática.

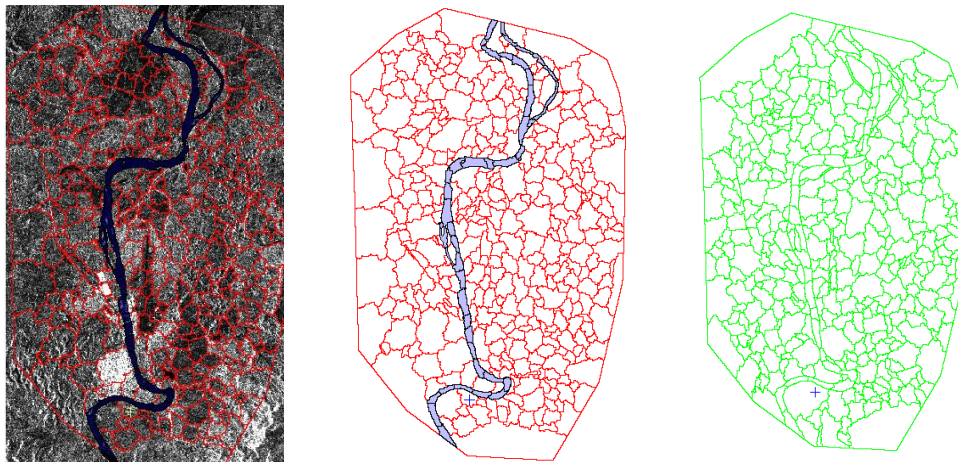


Ilustración 9. Segmentación y clasificación (2016), segmentación (2018)

Una vez se ha realizado la segmentación y clasificación para las imágenes de los años 2016 y 2018 se adelanta la disolución de polígonos, lo anterior con el fin de unificar los polígonos de la misma cobertura, para el caso de estudio se realiza la disolución a la clasificación del área de interés la cual es agua.

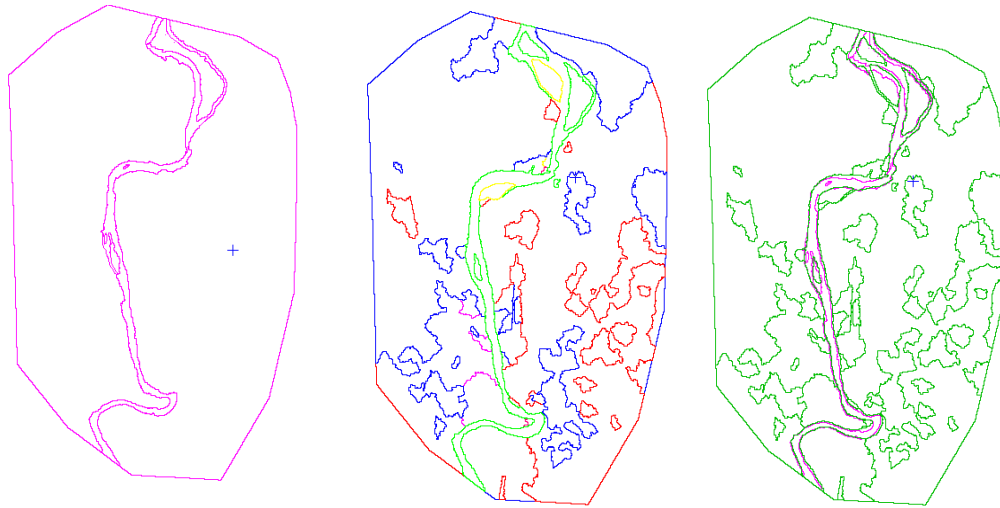


Ilustración 10. Disolución por clase (2016) – (2018) (Sobreposición 2016-2018)

Es de aclarar que para efectos del ejercicio académico del presente caso de estudio en la clasificación de coberturas para el año 2018, se clasificaron algunas coberturas adicionales al agua, razón por la cual, en la disolución del año 2018, se observan mayor cantidad de polígonos respecto a la disolución del año 2016 donde únicamente se clasifico agua.

4.2.4 Detección de cambios y análisis de información

Con el fin de poder iniciar la detección de cambios de la cobertura de interés (agua) se hace necesario que la información obtenida a través de la disolución se genere en formato ráster, lo anterior se obtiene a través del algoritmo *POLY2RAS* (*Convierte de vector a ráster*), posterior se ejecuta la detección de cambios comparando los dos archivos ráster 2016-2018. En la imagen 11 se presenta la cobertura agua 2016, 2018 y la detección de cambios en formato ráster.

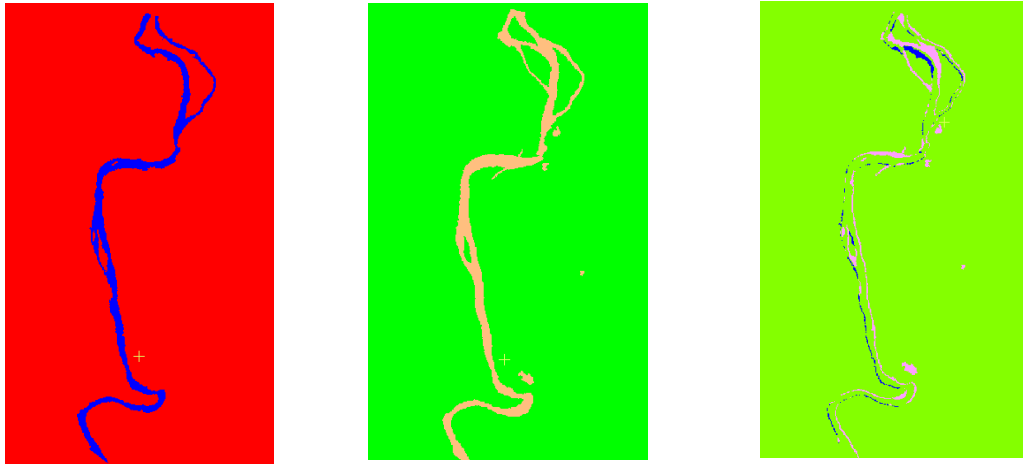


Ilustración 11. Cobertura agua 2016, 2018 y detección de cambios en formato ráster.

La realización del proceso de detección de cambios se complementa con el cálculo del área de los polígonos identificados en el proceso de detección de cambios con el fin de establecer para la cobertura de agua en cuales polígonos se presentó aumento o disminución del elemento.

Con el fin de poder establecer los sectores del río en donde se han presentado cambios en la dinámica de su cauce se realiza la consulta a las estadísticas de la capa denominada '*disminuyo_agua_2016_2018*' evidenciándose la existencia de 21 polígonos y un área de 82.9 Hectáreas en toda el área de estudio, lo anterior se interpreta como el área donde aumentaron los arenales o islas al interior del río como se presenta en la Imagen 12 en donde se aprecia la situación indicada al norte del área de estudio.

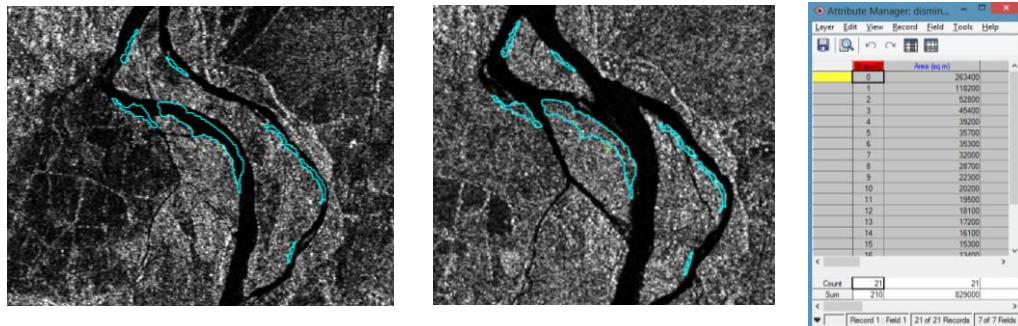


Ilustración 12. Áreas de disminución cobertura "agua" Año 2016 – 2018 y Estadísticas

Así mismo se realiza el análisis a la capa denominada '*aumento_agua_2016_2018*' evidenciándose la existencia de 31 polígonos y un área de 310 Hectáreas en toda el área de estudio, lo anterior se puede interpretar

como un posible aumento en los niveles del río ocasionando cambios en su cauce los cuales repercuten en la visualización de nuevas áreas con presencia de agua no evidenciadas en la imagen del año 2016, como se presenta en la Imagen 13 en donde se aprecia la situación indicada al norte del área de estudio.

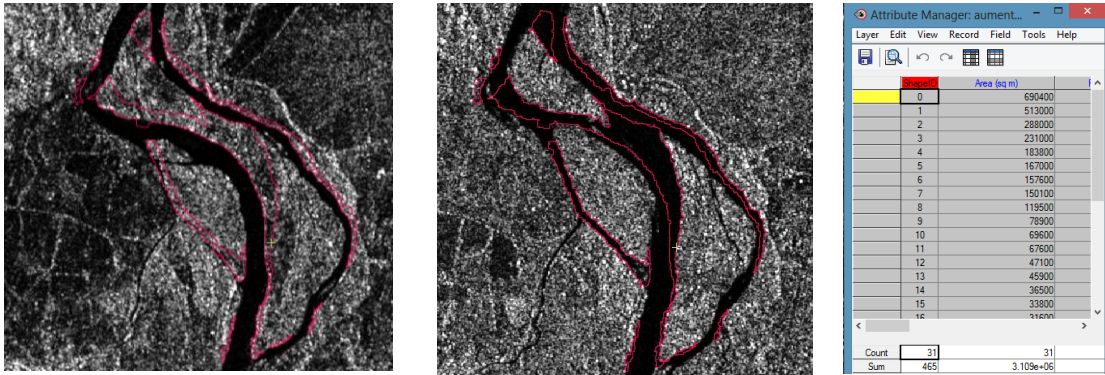


Ilustración 13. Áreas de aumento cobertura “agua” Año 2016 – 2018 y Estadísticas

5. ANALISIS Y CONCLUSIONES

Los estudios y análisis de las dinámicas de cauces en los ríos a través del análisis de imágenes SAR se debe considerar como una técnica y metodología eficiente la cual permite identificar claramente los cambios presentados en la cobertura del agua debido a la adecuada retro dispersión que presenta dicho elemento al momento de interpretar las imágenes.

Para el caso de estudio la diferencia de tiempo de las imágenes 2016 a 2018 se considera muy corta con el fin de poder realizar un análisis multitemporal más específico, por lo cual se aconseja contar con una mayor de diversos años y una mayor temporalidad.

Se considera que para un adecuado análisis a realizar a partir de imágenes de SAR se debe contar con experiencia en la interpretación de las mismas toda vez que se pueden cometer errores en la clasificación por efectos de distorsiones geométricas y radiométricas en las mismas como lo son el Layover y Foreshortening

Los análisis a realizar a dinámicas en cauces de ríos se deben complementar con estudios hidrológicos (variables climáticas e hidrológicas) los cuales permitan llevar a cabo un análisis multidisciplinario con el animo de obtener resultados mas específicos

El estudio y la teledetección ambiental deben ser considerados en los instrumentos de planificación de los diferentes territorios con el fin de poder generar una adecuada gestión del riesgo en las zonas propensas a inundaciones.

6. REFERENCIAS

Corporación Autónoma del Río Grande de la Magdalena y ONF Andina. (2007). Proyecto FFEM Cormagdalena Plan de manejo de la Cuenca del río Magdalena – Cauca

Colombia. Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1640 del 2012. Instrumentos de planeación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos. Santa Fe de Bogotá. 2012. p. 3

Chuvieco E. (1995). Fundamentos de Teledetección espacial. Madrid: 2ª Edición