

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA ZONA COSTERA: VEREDA LA TECA,
MUNICIPIO DE TURBO, MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES LANDSAT
AÑOS 1998 y 2017**



**PRESENTADO POR:
LEIDY PAOLA OTÁLORA ROMERO**

COD: 3101355

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

JULIO DE 2017

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA ZONA COSTERA: VEREDA LA TECA,
MUNICIPIO DE TURBO, MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES LANDSAT
AÑOS 1998 y 2017**

**MULTITEMPORAL ANALYSIS OF THE COASTAL ZONE: LA TECA
SIDEWALK, MUNICIPALITY OF TURBO, THROUGH LANDSAT SATELITE
IMAGES, YEARS 1998 AND 2017**

LEIDY PAOLA OTÁLORA ROMERO

INGENIERA TOPOGRÁFICA

Otalora.lp.ing@gmail.com

RESUMEN

Los análisis multitemporales tienen como objetivo principal, ver cambios de una zona entre diferentes fechas de referencia. El propósito de este estudio es restaurar un predio usando imágenes satelitales Landsat en un periodo de 19 años a partir del año 1998. Asimismo, con éste, se quiere reconstruir un predio costero el cual ha sido cubierto en su totalidad por el mar en donde se utilizará los Software ArcGIS y PCI. Para la obtención de la distribución general de las coberturas se procede a realizar una clasificación supervisada, la cual pretende caracterizar geométricamente el espejo de agua para los periodos entre 1998 y 2017, y constituir posibles relaciones de esas coberturas con el predio.

El procedimiento a realizar es básicamente la construcción de firmas espectrales que identifiquen valores similares de radiancia; posteriormente, mediante algoritmos, se extrapolan las diferentes clases según las firmas espectrales construidas para clasificar las categorías de uso o coberturas, y, para finalizar, se realiza -como ya se mencionaba- una clasificación supervisada con el fin de reflejar adecuadamente la variabilidad de las coberturas en la zona de estudio.

Palabras Claves: Imágenes Satelitales Landsat, PCI Geomatica, Clasificación de Imágenes Supervisada, Análisis Multitemporal.

ABSTRACT

The Multitemporal analysis have for primary objective, watch changes in a zone from different dates of reference . The purpose of this study is to restore a property using LANDSAT satelital Images in a 19 year period since the year 1998.

Likewise, with this, you want to rebuild a coastal property which has been covered in its majority by the sea where Software ArcGIS y PCI is going to be used. For Obtaining of the general distribution of the coverings you proceed to perform a supervised classification, which pretends to characterize geometrically the watermirror for the periods in between 1998 and 2017, and constitute possible relations of those coverings in the property

The proces to perform es basically the construction of spectral firms that identify similar values of radiance; afterwards, trough algorithms, you extrapolate the different clases according to the spectral firms built to classificate the categories of use or covering, and, for final, you perform -as already mention- a supervised classification with the final purpose of reflect adequately the variability of coverings in the study zone.

Keywords: LANDSAT Satellital Images, Geomatic PCI, Supervised Image classification, Multitemporal Analysis.

INTRODUCCIÓN

En el territorio Colombiano, hace más de cincuenta (50) años se ha vivido el conflicto armado; y dentro de ello, el desplazamiento forzado ha sido una de sus más grandes problemáticas, poniendo a Colombia en el primer lugar de los países con mayor desplazamiento forzado (6,9 millones de casos), dato acumulativo desde 1985, hasta el 2015, según informe de la ONU (El país.com.co, 2016). El desplazamiento forzado es definido por las Naciones Unidas (1998) como: "Personas o grupos de personas obligadas a huir o abandonar sus hogares o sus lugares habituales de residencia, en particular como resultado de un conflicto armado, situaciones de violencia generalizada, violación de los derechos humanos" (Mendoza Piñeros, 2012, p. 172); estas víctimas han tenido que dejar su hogar -refiriéndose aquí como sus casas, fincas, tierras, ganado, cultivos y/u otros- sin poder siquiera pensar en devolverse, pues éstos terminan amenazados (a muerte), por lo que deben buscar algún lugar de residencia en otras ciudad u otros países (sobre todo). Sin

embargo, estos predios que fueron abandonados a causa del conflicto, pueden ser solicitados por las víctimas que son propietarios o poseedores, gracias a la unidad de Restitución de tierras: constituida hace seis (6) años, bajo la ley 1448 de 2011; esta unidad está encargada de realizar la restitución de predios a las víctimas del conflicto armado.

Las zonas costeras tropicales, entre ellas el Caribe colombiano, son afectadas por cambios globales que se originan en el océano y en tierra firme, y por lo tanto, un gran reto para su manejo sostenible es identificar las magnitudes y las escalas espaciales y temporales de variación de dichos cambios y sus consecuencias locales. (Restrepo 2008, Vernet et al. 2012, Citado de Blanco-Libreros, J., 2016, p.1).

Este trabajo está basado en una de las solicitudes para inicio del proceso de restitución de tierras; esta solicitud está caracterizada por tener la ubicación espacial del predio del solicitante en una zona costera que, como se evidencia en la anterior cita, sufre afectaciones totales a causa de "cambios globales en el

océano”, por lo que es necesario que se realice una eficiente evaluación de los cambios a través de los años, usando las herramientas adecuadas como imágenes satelitales, en este caso Landsat, para resaltar la clasificación de coberturas y evidenciar la afectación del predio – solicitado por el propietario y/o poseedor- en la actualidad.

De tal manera, el propósito de este trabajo es realizar el análisis multitemporal de la zona costera de la vereda la Teca, municipio de Turbo (Antioquia, Colombia) mediante imágenes satelitales Landsat de los años 1998 y 2017; igualmente, se identificará la variación de área del cuerpo de agua de la zona costera, usando herramientas de clasificación supervisada mediante el software PCI Geomática.

1. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

La zona considerada para este estudio está ubicada en la vereda la teca municipio de turbo (Antioquia), con la siguiente localización geográfica. 7° 59' 16,971" N, 76° 43' 41,986" W.

El predio a estudiar se encuentra ubicado en la Jurisdicción de Antioquia y cuenta con un área de 0 Ha 8308 m, con una altura promedio de 50 msnm.

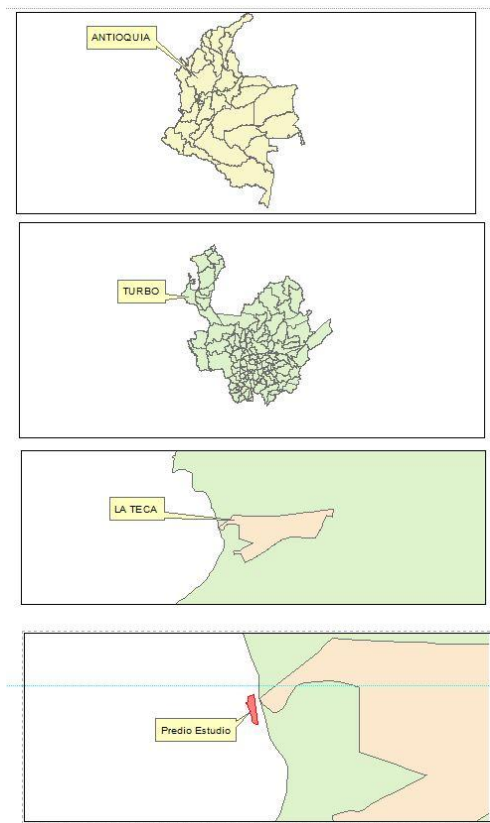


Imagen 1_Localización

2. MATERIALES

Para la generación del análisis multitemporal se contó con dos (2) imágenes satelitales Landsat de dos (2) fechas diferentes con un Path/Row de (Path: 9 / Row: 57), en un rango aproximado de diecinueve (19) años entre ellas, las cuales fueron obtenidas del servidor de imágenes del Servicio

Geológico de Estados Unidos a partir del siguiente link:

U.S. Geological Survey,
<https://earthexplorer.usgs.gov/>

DATOS.

Imagen 1. Landsat L4-5 TM

03 de Enero de 1998

Imagen 2. Landsat L7

21 de Abril de 2017

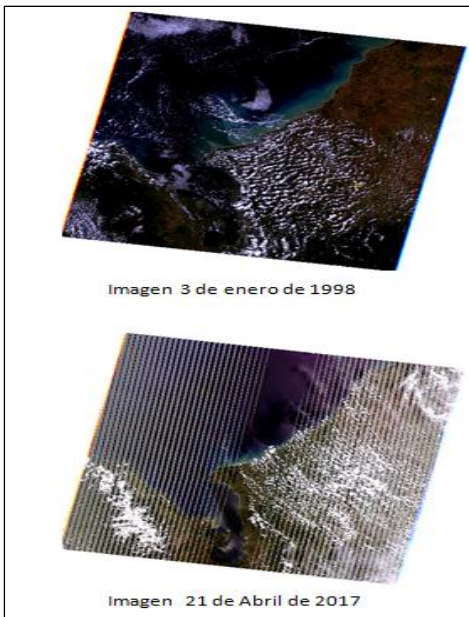


Imagen 2 Imágenes Landsat a utilizar en el proyecto

3. METODOLOGÍA

3.1 ANÁLISIS DE LAS IMÁGENES

Por medio de estas imágenes se puede exponer el predio y la influencia de los cuerpos de agua sobre él.

Asimismo, se realizan combinaciones entre bandas eligiendo la mejor con el objetivo de realizar una correcta clasificación supervisada.

En la combinación de bandas es relevante aclarar la combinación RGB, que básicamente se define con las Siglas de rojo-verde-azul. Se trata de un sistema de especificación del color basado en la propiedad aditiva de los tonos primarios que es el comúnmente utilizado en los sistemas informáticos y en la composición en verdadero o en falso color de las imágenes espaciales.

Imágenes Landsat años (1998 – 2017) cortadas con la herramienta *Clippin / Subsetting* con el fin de delimitar la zona de estudio en una



Imagen 3 composición (4 5 3). Imágenes Satelitales cortadas delimitando la zona de estudio.

3.2 FIRMAS ESPECTRALES

El propósito de generar firmas espectrales en este proyecto es conocer las características cuantificables de las coberturas definidas para el proyecto, con el fin de identificar las variables con relación a los niveles digitales de cada banda de las imágenes.

“Se define signatura o firma espectral a la forma característica del espectro de emisión / reflexión de una determinada superficie.” (Wainschenker, Tristan, & Massa, 2008, p. 20)

3.3 CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

La clasificación supervisada consiste en que para cada clase el analista crea las firmas apropiadas a cada cobertura, antes del proceso sistemático del software. En esta clasificación se debe capturar cada firma o cobertura manualmente por lo tanto es muy importante reconocer patrones e identificar los píxeles que determine las clases.

3.3.1 COBERTURAS DEFINIDAS (IMÁGENES LANDSAT 1998 - 2017)

La técnica a desarrollar es la Clasificación Supervisada, la cual define las características espectrales de las clases,

mediante la identificación de áreas de muestreo (áreas de entrenamiento).

Las coberturas definidas para la clasificación en las Imágenes serán las siguientes:

1. Pastos
2. Cuerpos de Agua
3. Urbano

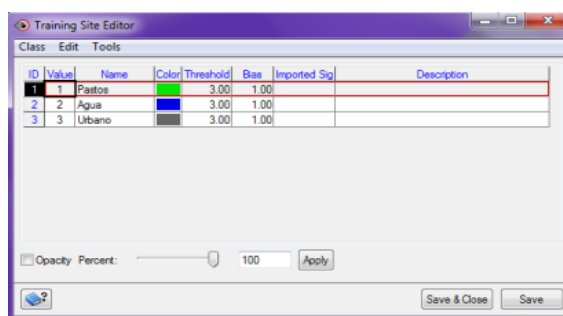


Imagen 4 Coberturas definidas para las clasificaciones de las imágenes

3.4 CLASIFICACIÓN SUPERVISADA - IMÁGENES LANDSAT 1998 – 2017

Para realizar la clasificación supervisada de las Imágenes Landsat elegidas para el presente proyecto es necesario emplear el Software PCI Geomatics, el cual en su extensión Focus posee la herramienta Image Classification – Supervised; para el cual a cada imagen se le debe asignar mínimo dos nuevos canales adicionales a los que por defecto tiene las imágenes

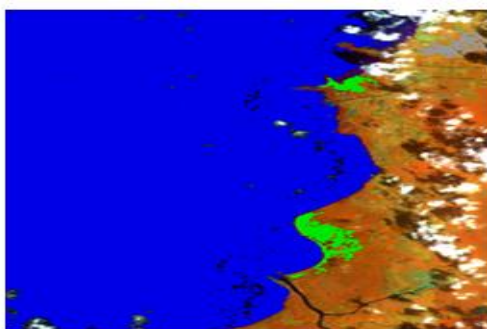
asignados para las bandas encontradas en las imágenes; en un canal se encontrara la zona de entrenamiento (Training Areas) y en el otro canal el producto final definido por el algoritmo que se escoja para definir la clasificación.

Paso seguido a la creación de los nuevos canales, se deben ingresar en el Training Site Editor las coberturas ya definidas como se evidencia en la imagen inmediatamente anterior.

3.4.1 SELECCIÓN ÁREAS DE ENTRENAMIENTO

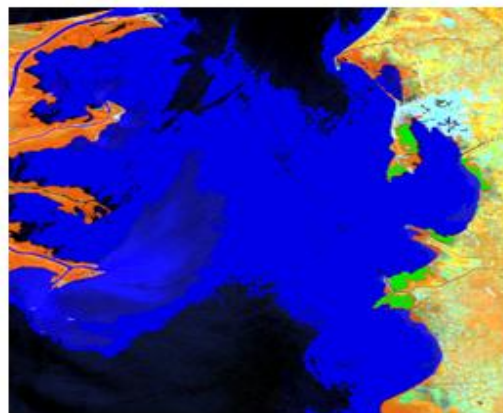
Para la clasificación supervisada se procede a la selección de las áreas de entrenamiento de cada cobertura.

Se define una combinación de color RGB 4 5 3 para cada imagen, la cual es considerada la más adecuada para percibir los cambios entre cuerpos de agua y demás coberturas.



Clasificación Supervisada – Selección áreas de entrenamiento – Imagen 1998.

Imagen 5 Área de entrenamiento 1998



Clasificación Supervisada – Selección áreas de entrenamiento – Imagen 2001.

Imagen 6 Área de entrenamiento 2001

En el proceso de definir las coberturas ya elegidas, se realiza una revisión estadística lo cual nos indicara la aceptación o no de las muestras tomadas en el área de entrenamiento. Dicho proceso se realiza en el software PCI en la herramienta Tools - Signature Statistic (estadística de firma), el valor máximo para que la prueba sea aceptable es de 8.

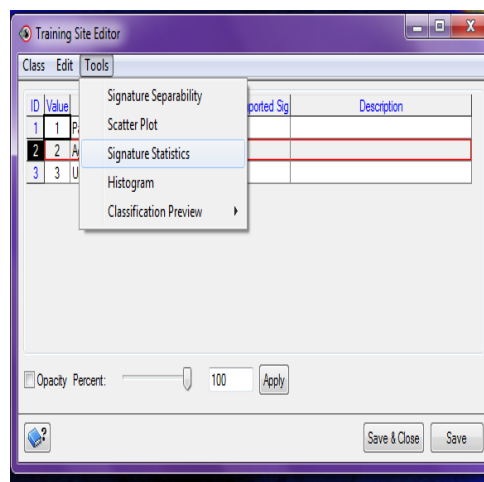


Imagen 7 Software PCI

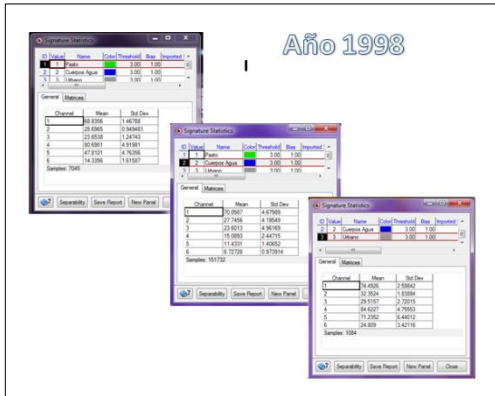


Imagen 8 resultado 1998

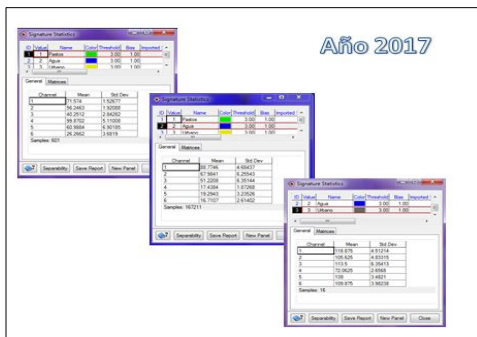


Imagen 9 resultado 2017

software para identificar cómo son los comportamientos de cada uno de ellos con relación a las coberturas.

- Clasificación previa -Clasificación de máxima verosimilitud

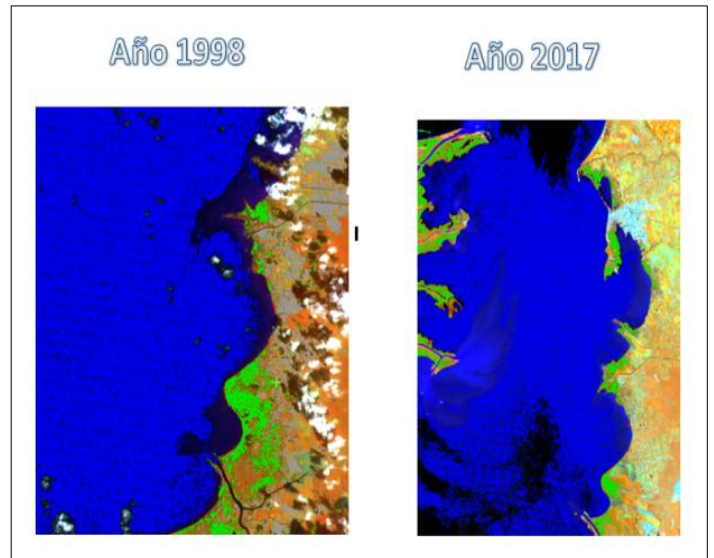


Imagen 10 Clasificación máxima verosimilitud

3.4.2 ESTABLECIMIENTO DEL ALGORITMO APROPIAD

Como se mencionó anteriormente, al tomar las muestras de entrenamiento se realizó un análisis estadístico para confirmar su aceptabilidad lo cual, de cierta manera, también influyen en la calidad de las imágenes obtenidas.

Teniendo ubicadas las coberturas, procedemos a asignar el algoritmo más apropiado a las imágenes con la finalidad de tener mejores resultados en la clasificación supervisada. Paso seguido, se ejecutan los algoritmos que posee el

- Clasificación por paralelepípedos

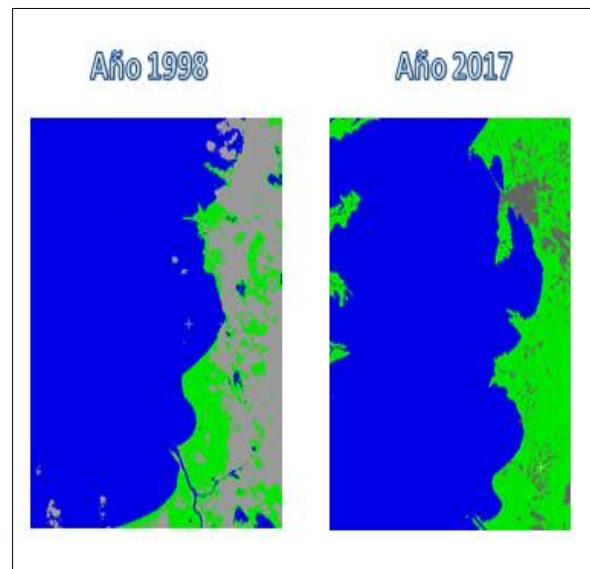


Imagen 11 clasificación por paralelepípedos

- Clasificación por mínima distancia

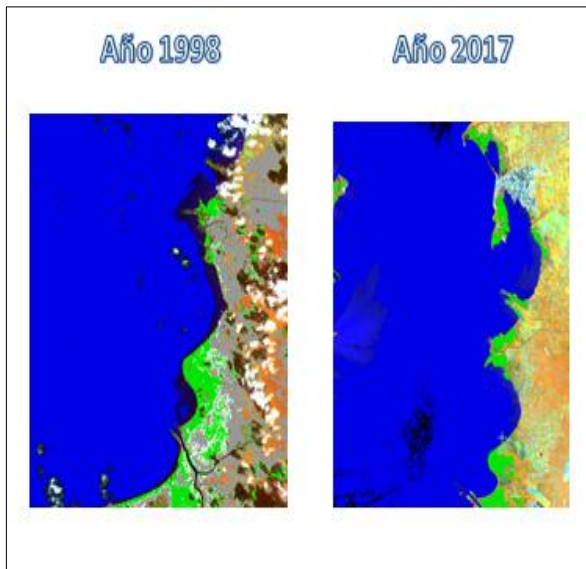


Imagen 12 Clasificación Mínima Distancia

El algoritmo escogido es el de minimun disance, esta nos provee una mayor confiabilidad en las coberturas, a nivel visual es la más completa y nos da una mayor idea de lo que se encontró en terreno, a nivel de clasificación hace más distinción que las otras dos, dándonos más confianza a la hora de trabajar.

3.4.3 FILTRADO DE LA CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

Realizamos un proceso de aplicar filtros con el fin de generar un suavizado, para lo cual utilizamos un filtro de moda de 3 X 3.

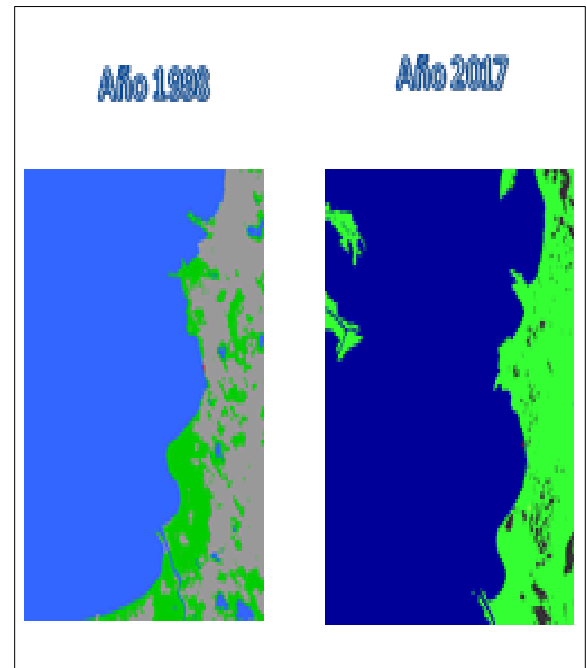


Imagen 13 Filtros en imágenes

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.3 FIRMAS ESPECTRALES OBTENIDAS

El objetivo de realizar las firmas espectrales es el poder observar el comportamiento de los niveles digitales de cada elemento capturado en la zona de estudio, en las siguientes tablas y gráficas se aprecian los resultados de los niveles digitales obtenidos y firmas espectrales para cada una de las imágenes trabajadas.

NIVELES DIGITALES Y FIRMAS ESPECTRALES IMAGEN LANDSAT

1998

COBERTURAS	Blue	Green	Red	Near	Mind
Cuerpos de Agua	101	85	70	21	19
Vegetación	93	78	68	21	17
Urbano	119	103	110	72	121

Tabla 1 Niveles Digitales 1998

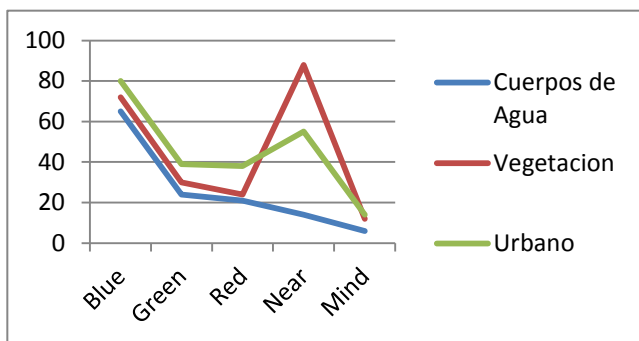


Imagen 14 firma espectral 1998

NIVELES DIGITALES Y FIRMAS ESPECTRALES IMAGEN LANDSAT

COBERTURAS	Blue	Green	Red	Near	Mind
Cuerpos de Agua	65	24	21	14	6
Vegetación	72	30	24	88	12
Urbano	80	39	38	55	14

2017

Tabla 2 Niveles Digitales 2017

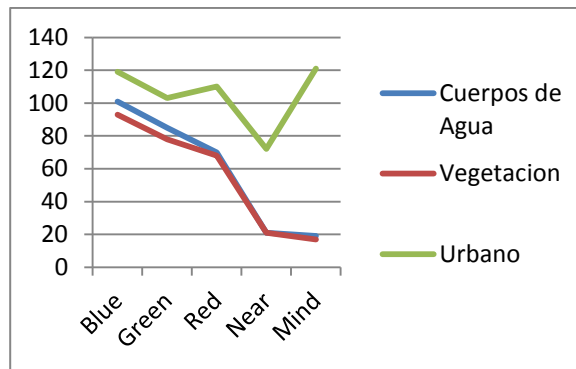


Imagen 15 firma espectral 2017

Lo más sobresaliente frente a las firmas espectrales, es el creciente crecimiento de la capa urbana en el año de 2017 con respecto a la primera imagen 1998, ya que en la actualidad, con las recomendaciones de seguridad necesarios, se ha venido poblando dicha zona.

4.2 CLASIFICACIÓN SUPERVISADA DE LAS IMÁGENES SATELITALES

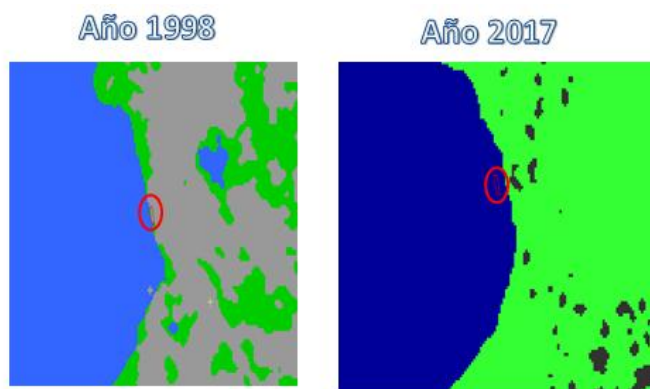


Imagen 16 Clasificación supervisada

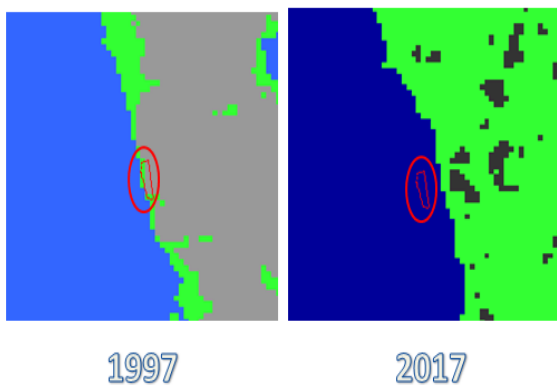


Imagen 17 Clasificación supervisada

En las imágenes que se aprecian anteriormente visual y gráficamente, se puede evaluar el cambio que sufrió en terreno por inundación del océano. En el año de la primera imagen (1998), se aprecia el predio en la parte de costera, en la imagen que corresponde al año 2017, que ya se ve que el predio sufrió una inundación del 100%.

Previamente se contaba con información de área y forma del predio, razón por la cual fue fácil su ubicación; en el momento de su georeferenciación en campo, se tornó imposible un levantamiento, por lo que impulsó a realizar este análisis con el que se puede apreciar que efectivamente el predio se encontraba en una zona costera y existía materialmente en tierra, y por causas aparentemente naturales quedó bajo el cuerpo de agua.

Como conclusión y cumpliendo el objetivo con el análisis multitemporal, se puede concluir que el predio existía en zona costera en el momento del despojo y debería existir una compensación para el solicitante.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis multitemporal y las firmas espectrales recolectadas a partir de las dos imágenes satelitales Landsat (1998 y 2017) de la Vereda la Teca, del municipio de Turbo (Antioquia), que se expusieron en este trabajo, se puede concluir que en un periodo de 19 años, se evidenció la desaparición del predio que se solicitó, a causa del crecimiento y expansión del océano hacia tierra firme; por ello, es recomendable para estos casos atípicos presentados como solicitudes en la unidad de restitución de tierras, realizar un análisis multitemporal con imágenes satelitales, ya que servirán como evidencia de la ubicación y área de los predios que se puedan solicitar y tengan características similares a la de este caso.

Frente al tema de restitución este análisis servirá como apoyo a la parte jurídica para lograr realizar una restitución en compensación al solicitante (propietario y/o poseedor del predio).

Como conclusión adicional en la siguiente imagen podemos observar como se ve el predio en la actualidad.



Finalmente, gracias al análisis multitemporal realizado se logró reconstruir espacialmente el predio del solicitante, lo cual ayudará a que al propietario y/o poseedor del predio (analizado en este trabajo) se le restituya un predio con características similares.

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros y amigos, a mi novio, a mi familia por su ayuda incondicional en este proceso y a Dios por la oportunidad de culminar esta etapa de aprendizaje y crecimiento profesional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco Libreros, J. (2016). Cambios globales en los manglares del golfo de Urabá (Colombia): entre la cambiante línea costera y la frontera agropecuaria en expansión. *Actualidades biológicas. Actual Biol* 38 (104): 53-70, 2016. Medellín, Colombia.

El país.com.co. (20 de junio de 2016). Colombia es el país con mayor desplazamiento forzado en el mundo: ONU. país.com.co. Recuperado de: <http://www.elpais.com.co/colombia/es-el-pais-con-mayor-desplazamiento-forzado-en-el-mundo-onu.html>

Mendoza Piñeros, A. (2012). El desplazamiento forzado en Colombia y la intervención del Estado. *Revista de Economía Institucional*, 14(26), 169-202. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-59962012000100008&lng=en&tlng=es.

Ordoñez A & Serna J. (2015), ANALISIS SUPERFICIAL Y MULTITEMPORAL DE IMÁGENES LANDSAT 7 ETM+ Y LANDSAT 8 OLI

TIRS EN EL PROYECTO
CARBONÍFERO LA LUNA ENTRE
LOS AÑOS 2001 Y 2015. Recuperado
de:

<http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2523/ANALIS%20C3%83%20SUPERFICIAL%20Y%200%20MULTITEMPORAL%20DE%20IM%20C3%81GENES%20LANDSAT%207%20ETM%20B%20Y%20LANDSAT%208%20OLI%20TIRS%20FINAL.pdf?sequence=1>

USGS. (S.F). EarthExplorer/ Criteria
Summary (en línea). USGS: Science for
a a changing world. Recuperado de:
<https://earthexplorer.usgs.gov/>

Wainschenker, R., Tristan, P & Massa, J.
(2008). Procesamiento de Imágenes
Satelitales. Cursada 2008. Recuperado de:
<http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/pdi2/Practicas/practical.pdf>