

# Memorias



Sociedad Latinoamericana en  
Percepción Remota y Sistemas  
de Información Espacial  
Capítulo Colombia

**30**  
AÑOS

Medellín, Colombia  
29 de Septiembre al 3 de Octubre de 2014



**CAPTURA Y ANÁLISIS DE FIRMAS ESPECTRALES OBTENIDAS DE LAS  
COBERTURAS PRESENTES EN EL HUMEDAL CAPELLANÍA**

**CAPTURE AND ANALYSIS OF SPECTRAL SIGNATURES OBTAINED  
FROM COVERAGES PRESENTS ON THE WETLAND CAPELLANIA**

Lizeth Katerin Peñaloza Molina<sup>1</sup>, Natalia del Pilar Tocasuche Castro<sup>2</sup>, Estefanía Vásquez Agudelo<sup>3</sup>, Angie Paola Hurtado Acosta<sup>4</sup>, Paola Andrea Suarez Jaimes<sup>5</sup>, Andrés Orosman Montaño Moreno<sup>6</sup>

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Código Postal: 11061

geiperud@gmail.com

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Estudiantes de Pregrado-Ingeniería Catastral y Geodesia

**Resumen**

El objetivo principal de este proyecto es la recolección de firmas espectrales de las coberturas presentes en el humedal Capellanía, haciendo énfasis en la capa vegetal para realizar un análisis comparativo, teniendo en cuenta los factores atmosféricos y climáticos que permiten determinar variaciones en la respuesta espectral para producir información sobre los cambios generados en dichas coberturas durante los períodos húmedos y secos del año. Estos resultados podrán ser implementados en un sistema de monitoreo que facilite, optimice e innove la planeación, seguimiento y ordenamiento de estos ecosistemas, complementando los estudios enfocados a humedales; posteriormente se busca publicar los resultados de la investigación de forma que sean accesibles para todo público.

El proyecto propone una metodología rentable para dar validez a datos cartográficos y contribuir a la recuperación de estos ecosistemas, además de poder identificar a través del análisis de las firmas los cambios climatológicos que se han dado a causa del fenómeno del niño y de la niña, y de esta forma poder generar una planeación de programas de atención a riesgos y amenazas.

### **Abstract**

The main objective of this project is the collection of spectral signatures of the coverage in the wetland “Capellánía”, emphasizing in the topsoil for a comparative analysis, considering the weather and climatic factors for determining variations in the spectral response to produce information about the changes generated in the coverage during the wet and dry seasons. These results can be implemented in a monitoring system to facilitate, optimize and innovate the planning, monitoring and management of these ecosystems, complementing studies focused on wetlands. Then seeks to publish the research results in ways that are accessible to all the audience.

The project proposes a profitable cartographic data support and contribute to the recovery of these ecosystem, To be able to identify through the analysis of firms, the climatic changes that have occurred because of the phenomenon of the child and the child, and thus to generate a planning programs focus on risks and threats.

### **Palabras clave**

Cambio climatológico, Coberturas. Espectroscopia, Ordenamiento de ecosistemas, Respuesta espectral, Sistema de monitoreo.

## **Keywords**

Coverage , Spectroscopy , Ecosystem Management , Climatic change, Spectral Response, Monitoring System

## **Introducción**

Según la Convención de Ramsar, los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio, la vida vegetal y la animal asociada a él. Teniendo en cuenta lo anterior se precisan los humedales como ecosistemas de suma importancia para la ciudad de Bogotá, debido a las funciones que desempeñan, como la regulación del ciclo hídrico, transporte de sedimentos y nutrientes, entre otras. Estos ecosistemas durante años han sido afectados por intervención antrópica, un ejemplo de ello es el relleno que se realiza sobre los mismos con el fin de ejecutar obras civiles, este es el caso del humedal Capellánía, ubicado en la zona suroccidental urbana de la ciudad de Bogotá, en la localidad de Fontibón, el cual será objeto de esta investigación.

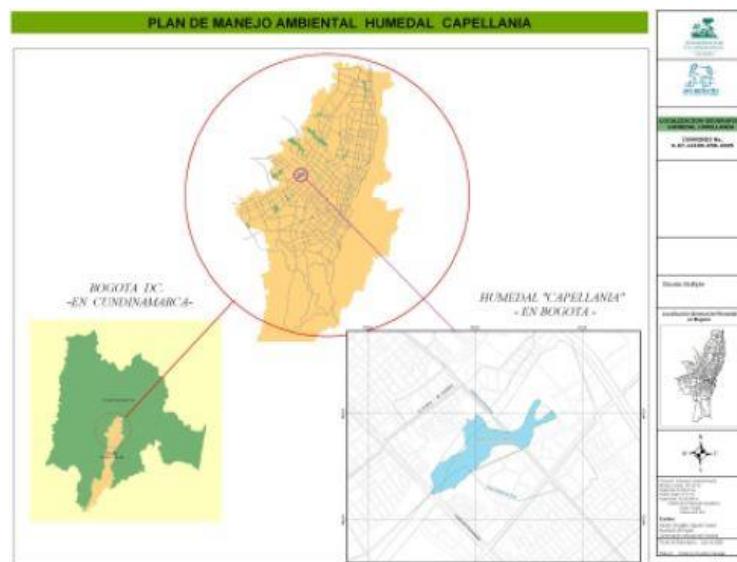
Esta propuesta busca contribuir a la preservación de estos ecosistemas fomentando su debida planeación a través del uso de herramientas de teledetección, en este caso nos basaremos en la información recolectada por el espectroradiómetro, el cual captura la energía reflejada o emitida por los materiales en las diferentes bandas del espectro electromagnético y como resultado final, presenta una firma espectral, donde se evidencia el reporte detallado de la respuesta de dichos materiales, esto permite determinar la composición del objeto de estudio. Todo esto con el fin de llevar a cabo su implementación en un Sistema de Información Geográfica (SIG), que permita su adecuado seguimiento.

Los humedales de Bogotá D.C como reservas ambientales naturales de interés público y patrimonio ecológico, son puntos de vital importancia en la planeación de la ciudad; por lo cual el distrito implementa administraciones para garantizar el manejo y cuidado de los humedales. La entidad encargada de esta labor es la empresa de acueducto y alcantarillado, la cual desarrolla y ejecuta el programa de recuperación ecológica y participativa de los humedales distritales, con el objetivo de lograr la protección, restauración y conservación de estas áreas naturales. Además, a nivel local los SIAL (sistemas ambientales locales) y las iniciativas comunitarias como lo son la organización de mesas ambientales, se han encargado de elaborar proyectos en pro del cuidado de los ecosistemas de humedales contribuyendo a un mejor manejo de los mismos. Cabe resaltar la importante gestión de las mesas ambientales de Fontibón en el humedal Capellanía, pues mientras se implementa el programa de recuperación ecológica y participativa de los humedales distritales por parte del acueducto, las mesas se han encargado de la administración del humedal brindando un apoyo significativo en el proceso de restauración y cuidado.

### **Desarrollo del tema**

En esta investigación el área de estudio será el humedal Capellanía el cual se ubica en la localidad de Fontibón y hace parte de las Unidades de Planeación Zonal –UPZ- de Modelia, Fontibón y Capellanía (Figura No. 1). En la actualidad se encuentra fraccionado en dos sectores: el primero ubicado al occidente de la Avenida Ciudad de Cali, entre las Avenidas La Esperanza y Ferrocarril de Occidente. El segundo sector, se ubica al norte de la Avenida La Esperanza, pasando la Carrera 87 en sentido occidente – oriente. Este segundo sector, es pequeño y se encuentra muy degradado (Figura No. 2). El humedal cuenta con una extensión total de 27 hectáreas y hace parte de la cuenca del

Río Fucha, limita al norte con las urbanizaciones Bella Vista, Los Pantanos, Cofradía y Santa Teresa, al sur con la carrera 87, y las bodegas de Kokoriko, al oriente con la calle 43 y al occidente con la Avenida del Ferrocarril de Occidente.



*Figura No. 1: Localización geográfica del Humedal de Capellanía*



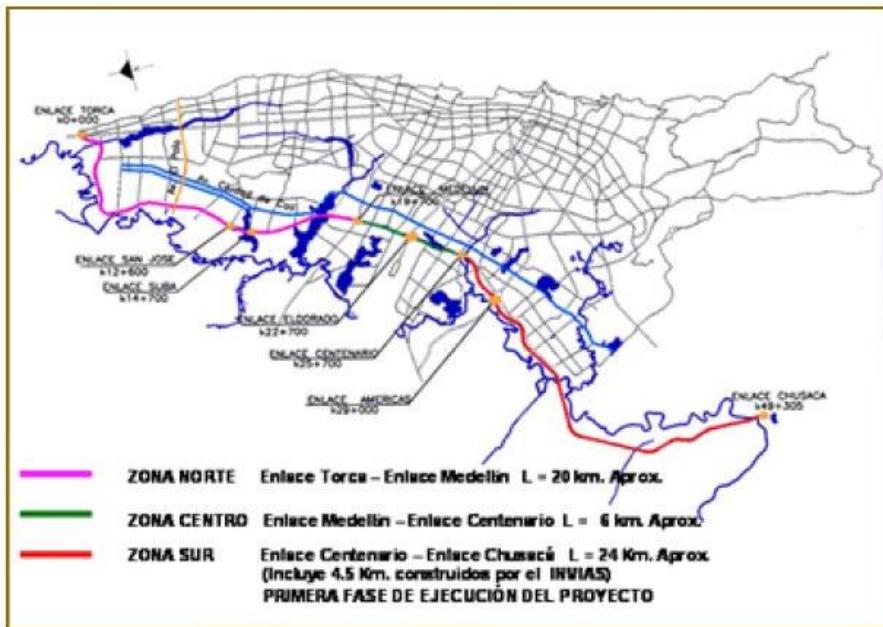
*Figura No. 2: Descarga del Humedal Capellanía al Canal Fontibón*

A lo largo de su historia, el humedal se ha venido deteriorando desde la construcción del Aeropuerto y la Avenida el Dorado en 1958, donde se afectó una gigantesca laguna, fragmentándola y dando origen a los humedales de Jaboque y Capellanía; en 1987 con el inicio del proyecto Ciudad Salitre y su gran eje, la Avenida de la Esperanza se afectó una laguna remanente de la que previamente había dividido la Avenida el Dorado y de la que hoy solo sobrevive el humedal de Capellanía (Figura No. 3). En la actualidad se pretende realizar la construcción de la Avenida Longitudinal de Occidente (ALO) (Figura No. 4), una nueva vía con estas especificaciones técnicas, implica una pérdida de área en un 26% del área actual (7 Has aproximadamente).



Fuente: Elaboración propia. Imagen tomada de Google Earth. Año 2008

Figura No. 3: Fragmentacion al interior del Humedal causada por la red vial actual y proyectada



Fuente: IDU ([www.idu.gov.co](http://www.idu.gov.co))

Figura No. 4: Proyecto Avenida Longitudinal de Occidente ALO

La metodología a seguir para el desarrollo de este proyecto se divide en siete etapas; la primera consiste en realizar un breve estado del arte acerca de los resultados obtenidos de las investigaciones y proyectos que se han elaborado sobre análisis de firmas espectrales adquiridas en humedales a nivel nacional e internacional, publicados previamente como papers, artículos, posters, entre otros; considerando un tiempo aproximado de dos semanas para la recopilación y análisis de información pertinente. En la segunda etapa se llevará a cabo un estudio de campo en el humedal para categorizar las coberturas presentes y observar cómo se comporta el ecosistema (Figura No. 5), realizando un trabajo interdisciplinario al contar con el apoyo prestado por estudiantes con conocimientos en el área de botánica, a desarrollarse en un tiempo estimado de tres semanas.



*Figura No. 5: Fotografías del Humedal Capellanía*

En la tercera etapa se procede a tomar las firmas de las coberturas a través de la espectroscopia, una técnica no destructiva, rápida, de gran precisión y exactitud, encargada de obtener estimaciones de la composición química de diferentes materiales (Figura No. 6), para este proceso se utiliza el espektoradiómetro "HandHeld 2 Portable Spectroradiometer" el cual emplea una matriz de detectores de alta sensibilidad, una luz difusa bajo la rejilla, un obturador incorporado con un campo de visión de 25°, y el filtrado de segundo orden para producir un alto espectro de señal a ruido en menos de un segundo, con un rango de longitud de onda de 325-1075 nm, una precisión de  $\pm 1$  nm, y una resolución espectral de <3 nm a 700 nm.

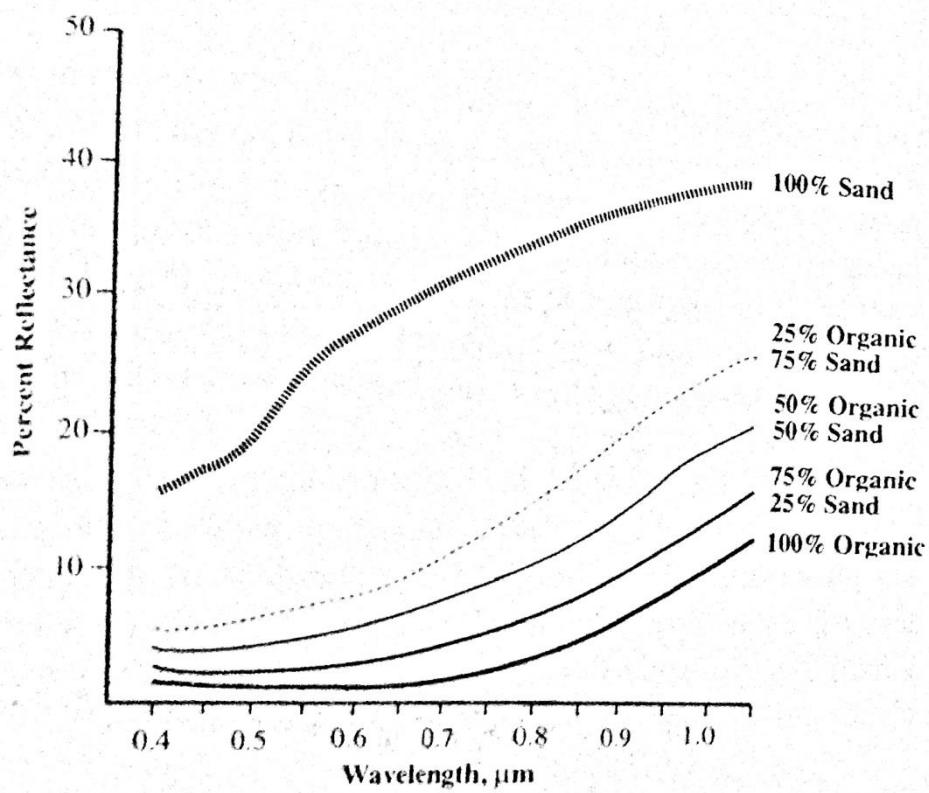
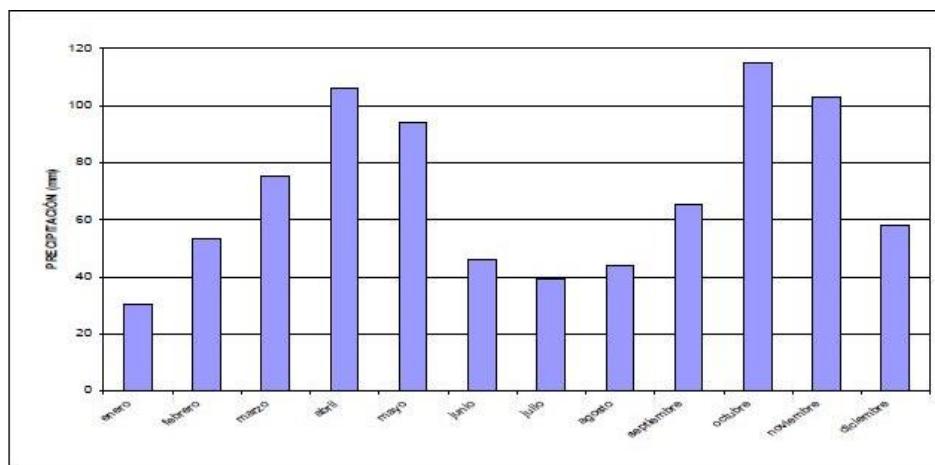
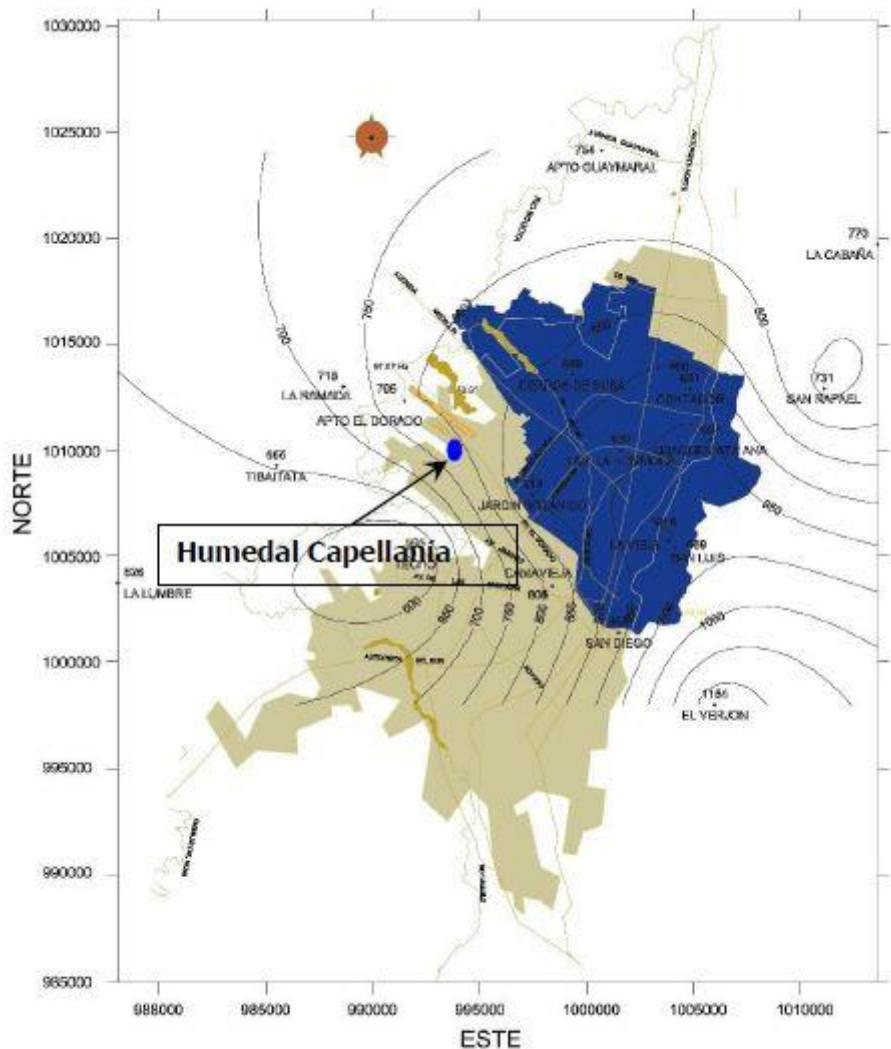


Figura No. 6: Firmas de suelos con diferentes porcentajes de materia orgánica y arena

Dicho proceso se realizara entre las 10 y las 12 del día ya que este horario presenta las condiciones óptimas para la captura, las firmas serán tomadas en temporadas secas del año correspondiente a los periodos de enero- febrero y julio-agosto, y en temporadas húmedas correspondientes a los periodos marzo-mayo y octubre-noviembre (Figuras No.7 y No. 8).



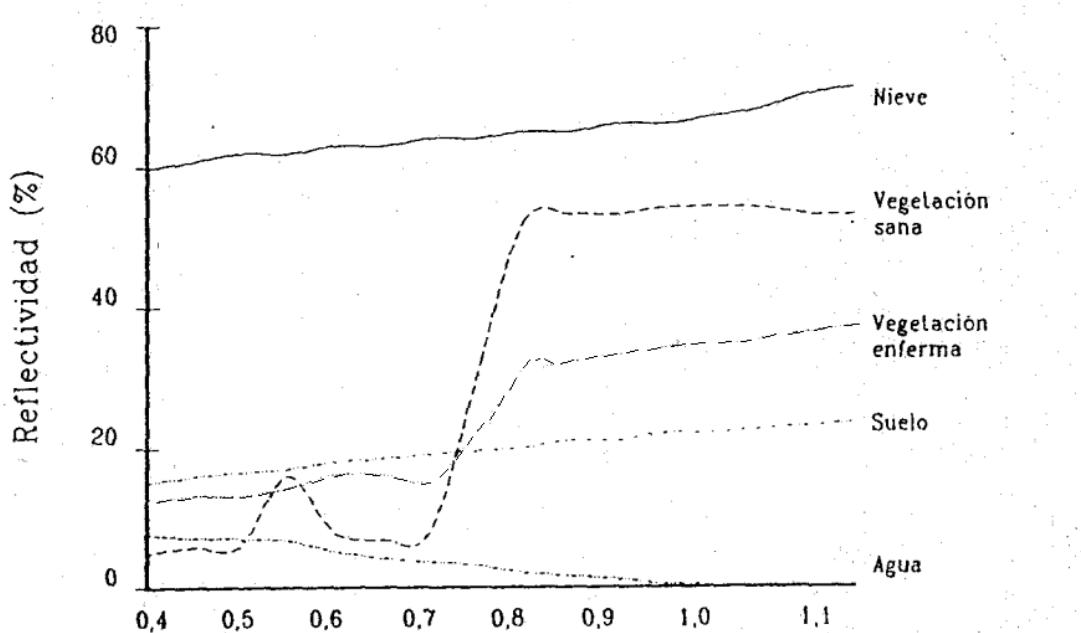
*Figura No. 7: Histograma de precipitación media mensual de la zona*



**Fuente:** Conservación Internacional (2005)

*Figura No. 8: Isoyetas de precipitacion media anual*

Posteriormente en la cuarta etapa se recopila y analiza la información adquirida en campo, procesándola con el software RS<sup>3</sup> de adquisición espectral, el cual se puede utilizar para la recogida de datos, de promedios, almacenamiento y visualización de DN, reflectancia, luminosidad o espectros de irradiancia en 'tiempo real' y el área del espectro; con el fin de asegurar y mantener la colección más precisa de datos, RS<sup>3</sup> guarda el espectro mostrado, no el espectro de recogida actual lo que los resultados finales de los usuarios van a representar los datos más precisos, fijando un tiempo de ejecución entre dos a cuatro semanas (Figura No. 9).



*Figura No. 9: Firmas de diferentes coberturas*

En la quinta etapa se desarrollará el proceso de selección de la imagen pertinente, buscando en cada uno de los programas la misión que se ajuste a los requerimientos en cuanto a resolución espacial, espectral y radiométrica, es importante en esta etapa tener en cuenta la disponibilidad de las imágenes en la base de datos del semillero, en dado caso de que no se cuente con ninguna imagen con los requisitos para la realización del

proyecto se buscaran convenios con entidades e instituciones académicas interesadas en contribuir a este; el proceso de selección se efectuara en un periodo máximo de dos semanas, sin embargo la adquisición de la imagen adecuada está sujeta a agentes externos que no permitirán dar un tiempo estimado. La sexta etapa consiste en la comparación de los datos obtenidos por el espectroradiómetro con los datos espectrales extraídos de la imagen seleccionada, las imágenes satelitales se manejaran a través del programa PCI, un software que integra las herramientas profesionales necesarias para la teledetección, fotogrametría digital, análisis de imágenes, producción de mapas, y mosaicos; permitiendo manipular las diferentes bandas del espectro electromagnético captadas por los sensores para ser mostradas por los cañones de color Red, Green, Blue (RGB) que se consideren pertinentes a la hora de identificar y analizar las distintas coberturas, además de extraer perfiles donde se evidencie los valores de reflectancia más altos detectados en cada banda (Figura No. 10); se estipula que el tiempo de ejecución de esta etapa será de dos semanas.

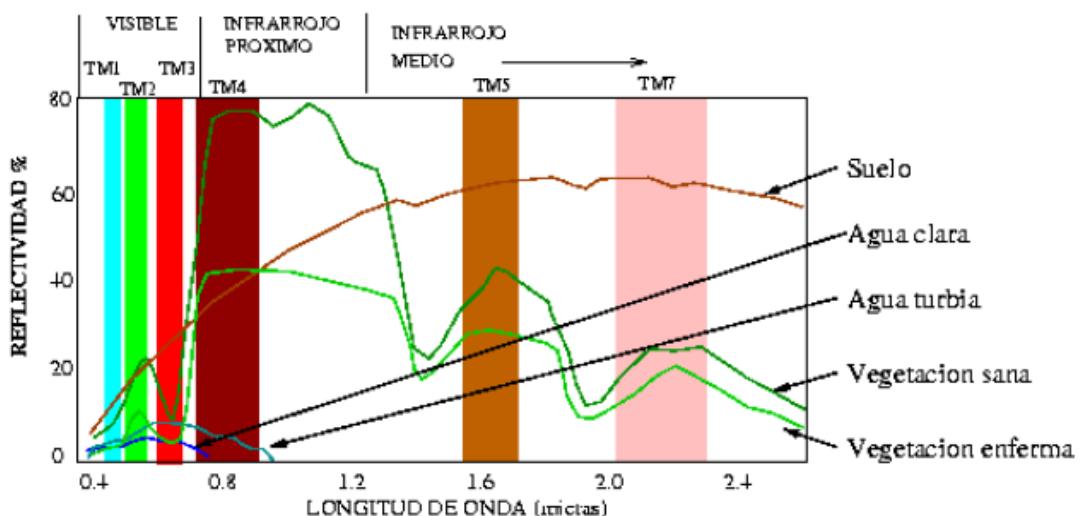


Figura No. 10: Respuesta espectral y valores de reflectancia entre las bandas

Por último se realizará la compilación de toda la información obtenida en el estudio, junto con su análisis y respectivas conclusiones, con el fin de ponerse a disposición y servicio de la comunidad.

## **Resultados**

Se pretende obtener para el mes de agosto del presente año las primeras firmas espetrales las cuales servirán de base para desarrollar el análisis de cada cobertura en el humedal, al ser contrastadas con muestras estándar se determinara como y cuanto varían en su comportamiento espectral en condiciones normales. Posteriormente se procederá a la captura de firmas en los periodos húmedo y seco de la ciudad a lo largo del año como se planteó anteriormente en la metodología; a través de estas se establecerán los cambios de reflectancia de las coberturas, se espera realizar más capturas en años posteriores en las mismas épocas para poder examinar los cambios en el comportamiento espectral de las firmas y de este modo poder determinar cambios en su composición| y en el clima, además de encontrar las causas de la variación de dicho comportamiento. En la temporada seca, por ejemplo, se espera evidenciar una disminución en los niveles de reflectancia en el rango del infrarrojo cercano y variaciones en los valores medidos en el espectro visible que se podrán percibir con un cambio en la tonalidad de la cobertura; por otro lado, en la temporada húmeda se espera que la firma presente un aumento en los niveles de reflectancia en el rango del infrarrojo cercano. Otro ejemplo de los cambios espetrales en una cobertura son los pastos, los cuales presentan cambios de coloración en la época seca que se ven reflejados en un cambio en la reflectancia en el infrarrojo visible, por otra parte en la época lluviosa parte de los pastos se inunda haciendo que la firma de esta cobertura tome el comportamiento de agua con clorofila.

Se desea adquirir una imagen que abarque la totalidad del humedal contando con una excelente resolución espacial, espectral y radiométrica, en al menos una de las dos temporadas climatológicas del año; de estas imágenes se extraerán los perfiles y valores significativos de reflectancia en cada cobertura.

Se espera que el estudio llegue a ser utilizado por la alcaldía, el acueducto o por las mesas ambientales de la localidad para generar una planeación y un mejoramiento en la administración del humedal. Además, se pretende lograr la inclusión de toda la información espectral que se recolectará a lo largo de este proyecto en un sistema de información geográfica (SIG), ya que el carácter espacial de las firmas permitiría su incorporación en este. La naturaleza geográfica y ambiental de este proyecto puede ayudar a solucionar los problemas que presenta el humedal, integrándose y colaborando con sistemas de monitoreo; procurando su contribución al Sistema de monitoreo multitemporal “Análisis Multitemporal del Impacto Ambiental en el Humedal Capellanía a través del Uso de Imágenes Multisensor” , propuesto en el XII Encuentro Regional de Semilleros de Investigación (REDCOLSI), dando así un respaldo al proceso de observación y análisis para generar un mejor control sobre este ecosistema.

A largo plazo se desea implementar la metodología de captura y análisis de firmas en otros humedales de la ciudad de Bogotá contribuyendo al programa de recuperación ecológica y participativa de los humedales distritales.

## **Conclusiones**

- La espectroscopia es una técnica que puede dar validación a los datos cartográficos y científicos respectivos a humedales con los que se está trabajando el programa de recuperación ecológica y participativa de los humedales distritales.
- A través de las firmas se puede ver el cambio en la respuesta espectral y en la composición de las coberturas a causa del fenómeno del niño y de la niña.
- Con el estudio del consolidado de las firmas se podrá identificar y ayudar a generar programas de atención a riesgos y amenazas.
- La respuesta espectral de las coberturas en temporadas secas y húmedas a lo largo de los años de captura permitirán identificar los cambios climatológicos.

## Referencias Bibliográficas

- CONVENIO DE COOPERACIÓN TECNOLÓGICA ACUEDUCTO DE BOGOTÁ CONSERVACIÓN INTERNACIONAL, Plan de manejo ambiental humedal Capellanía Diagnóstico. Acueducto de Bogotá, 2008. Colombia No. 9-07-24100-658-2005.
- CHUVIECO SALINERO, Emilio. Fundamentos de teledetección espacial. 2 edición. Madrid: RIALP S.A., 1995, ISBN 84321-2680-2.
- ASD INC. productos, software, RS<sup>3</sup> [En línea] <<http://www.asdi.com/products/spectroscopy-software/rs3>> [citado el 6 de agosto de 2014].
- ASD INC. productos, espectroradiómetros, handheld 2 portable [En línea] <<http://www.asdi.com/products/fieldspec-spectroradiometers/handheld-2-portable-spectroradiometer>> [citado el 6 de agosto de 2014].
- PCI GEOMATICS. página principal [En línea] <<http://www.pcigeomatics.com/>> [citado el 7 de agosto de 2014].
- UNIVERSIDAD DE MURCIA. Temario\_10 [En línea] <[http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario\\_10.pdf](http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_10.pdf)> [citado el 9 de agosto del 2014].
- ACUEDUCTO. Humedales en la historia de Bogotá, fragmentación de los humedales[En línea]<<http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/swf/revis>tas/revista\_hum/HUMEDALES.html> [citado el 14 de julio del 2014].

- Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- JENSEN, Jhon R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. 2 edición. Prentice Hall, 2006.