

# *Comparación de sedimentos descargados en el Delta del Río Mississippi durante el año 2006, utilizando imágenes del sensor MODIS*

Aitza L. Pérez, María Torres, Yamira Adorno, Denisse M. Ocasio  
Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, Geol 4048/Sec. 040  
Diciembre 6, 2006

---

## **Resumen**

Localizado al Sur-Centro de los Estados Unidos de América, el delta del Río Mississippi es uno de los de mayor impacto ambiental en cuanto a descarga de sedimentos y nutrientes se refiere, en la región. El delta del Mississippi, el más grande de Norteamérica y uno de los más caudalosos del mundo, se ha hundido un metro en un siglo. A principios del siglo XX el área total del delta, incluyendo pantanos e islas arenosas era de 25,000 km<sup>2</sup>. Desde 1930 hasta hoy, el ritmo de pérdida de tierras es de 100 km<sup>2</sup>/año y ya se han perdido un total de 3900 km<sup>2</sup> de humedales costeros. Con una extensión que comprende alrededor de 3 millones de acres de humedales y 40% de pantanos hipersalinos de estados contiguos, es considerado una zona de gran importancia biológica y económica. El Río Mississippi tiene una extensión de 6,270 Km. de longitud y drena el agua de la mayor parte del área entre las Montañas Rocallosas y los Apalaches, exceptuando los grandes lagos. El mismo pasa por 10 estados entre ellos Minnessotta, Wisconsin, Iowa, Illinois, Missouri, Kentucky, Arkansas, Tennessee, Mississippi y Louisiana.

En esta investigación se pretende determinar el cambio en la cantidad de sedimentos descargados en el Golfo de México por el Río Mississippi durante el 2006 haciendo uso de imágenes de MODIS. Este sensor ha causado gran impacto hoy día utilizándose para el estudio de la atmósfera, la tierra y el océano. Este trabajo se realizó con la ayuda del Instituto de Remote Sensing de la Universidad de South Florida. Este instituto provee imágenes diarias de la descarga del Delta desde el año 1996.

**Palabras Claves:** Percepción Remota, MODIS, Delta del Río Mississippi, ENVI, Golfo de México

---

## 1. Introducción

Percepción remota es una herramienta poderosa y muy práctica que permite ver el mundo desde una perspectiva diferente. Más que una herramienta es toda una ciencia que permite derivar información de un lugar o cosa sin tener que visitarlo o tenerlo de frente físicamente. Existen cientos de aplicaciones de percepción remota para el estudio de la atmósfera, tierra y océano.

En esta ocasión, estudiaremos la posibilidad de utilizar dicha ciencia en el estudio comparativo de descargas de sedimentos en el delta del Río Mississippi en el tiempo, haciendo uso de imágenes del satélite MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer).

## 2. Localización

El delta del Río Mississippi está localizado en Norte América. Este delta descarga las aguas del Río Mississippi y sus tributarios en el Golfo de México (Figura1). En este delta se han realizado varias investigaciones por su importancia ecológica y económica.

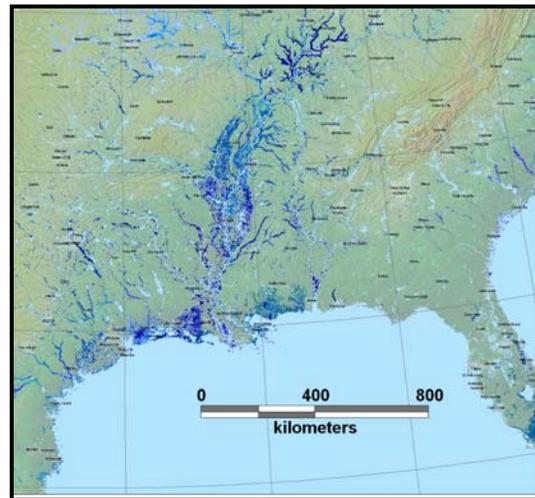


Figura 1: Localización del Delta del Río Mississippi

## 3. Trabajos Anteriores

Uno de los trabajos más importantes asociado a este tema ha sido *Coral Water Depths--Develop Improved Methods for Estimating Bathymetry in Shallow Water* (Stumpf, 2002). El señor Richard Stumpf se destaca por ser uno

de los científicos que ha realizado varios estudios en el área. En este estudio se desarrollaron métodos para extraer datos de profundidad de imágenes de satélite utilizando diferencias en resoluciones espaciales incluyendo caracterizaciones biogeográficas. Se utilizaron imágenes de SeaWiFS, Landsat e IKONOS; además de fotografías aéreas.

Otros estudios realizados por Richard Stumpf han sido: *HAB Forecasting in Gulf of Mexico--Develop Methods to use Satellite Imagery, Meteorological Data, and other Data Collected and Processed across NOAA for Monitoring and Forecasting of HABs* (2002) y *Monthly Mean Chlorophyll and SST from Satellite for Sanctuaries* (2004).

Otro estudio de suma importancia fue *Mississippi Delta*, realizado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus

siglas en inglés) como parte de **Lansat Project**. Este estudio se enfoca en los cambios en la pérdida de pantano al sureste del delta. Ellos se enfocaron en estudiar como los canales artificiales distribuidos a lo largo del Río Mississippi son causantes de la disminución en los sedimentos.

También estudiaron como el aumento en el nivel del mar ha erosionado el delta y los pantanos. En este estudio se determinó que el Delta ha cambiado en lo pasados 10,000 años (Figura 2a, b, c).

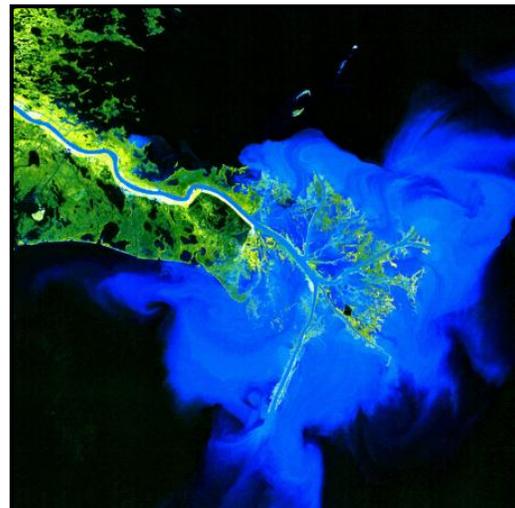


Figure 2a: Cambios en el Delta del río Mississippi (Landsat 1 Jan 16, 1973).

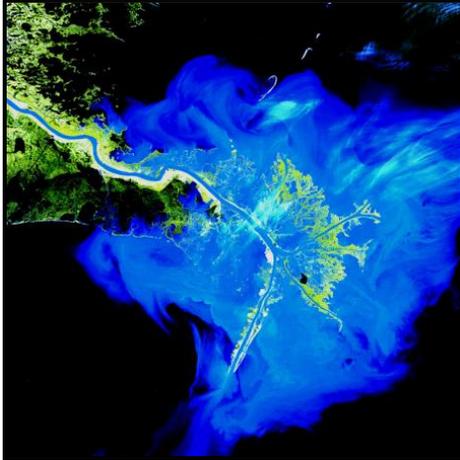


Figure 2b: Cambios en el Delta del río Mississippi (Landsat 5 Mar 12, 1989).

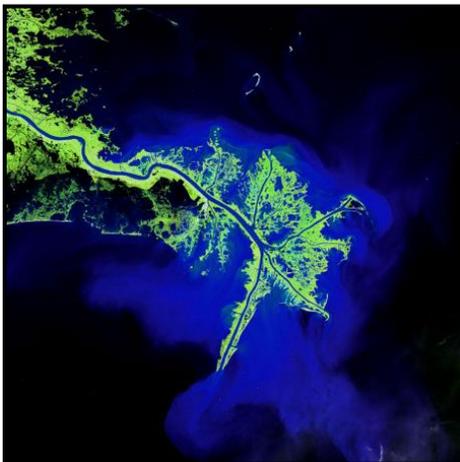


Figure 2c: Cambios en el Delta del río Mississippi (Landsat 7 Jan 06, 2003).

#### 4. Metodología

Se seleccionó el sensor **MODIS** (Moderated Resolution Imaging Spectrometer) para realizar esta investigación. El sensor MODIS es un sensor hiperspectral desarrollado por Engineering Model en 1995 para el estudio de atmósfera, océano y tierra.

Este sensor está instalado en los satélites Terra y Aqua por lo que se pueden obtener imagen de toda la tierra. MODIS tiene una resolución espectral de 36 bandas y su resolución radiométrica es de 12 bit. Además tiene una resolución espacial de: 250 m en las bandas 1-2, 500 m en las bandas 3-7 y 1000 m en las bandas 8-36 (Apéndice A).

Las imágenes MODIS del delta fueron obtenidas a través de la página electrónica del Marine Remote Sensing Institute de la Universidad de South Florida en formato HDF-EOS<sup>1</sup>. De las imágenes disponibles se seleccionaron tres archivos correspondientes a las fechas del 18 de enero, 15 de marzo y 29 de octubre de 2006, por mayor ausencia de nubes (Figura 3) (Apéndice B). El sitio web proveía la imagen con las primeras siete bandas del sensor MODIS.

---

<sup>1</sup> Hierarchal Data Format (HDF) es una estructura eficiente para guardar múltiples sets científicos, imágenes y datos auxiliares en un solo archivo.

Se utilizaron estas en el análisis dándole énfasis a las bandas rojas e infrarrojas que es donde mayormente reflejan los sedimentos. Luego con el programa ENVI (*Environment for Visualizing Images*), se desplegó el archivo descargado utilizando las siete bandas y se le aplicó una máscara de tierra. Se corrió una clasificación no supervisada (Figura 4), (Apéndice C). Luego a la misma primera imagen con la máscara de tierra y nubes se le seleccionaron 5 regiones de interés: tierra, océano, sedimentos 1, sedimentos 2, sedimentos 3 para practicarle una clasificación supervisada (Figura 5) (Apéndice D). Se corrió la clasificación supervisada con dos iteraciones. Se hizo una comparación entre las 3 imágenes de color real (JPEG) y las 6 imágenes obtenidas de las clasificaciones comparando la descarga de sedimentos en el delta.



Figura 3: Ejemplo de imagen disponible en la web (18 de enero de 2006).

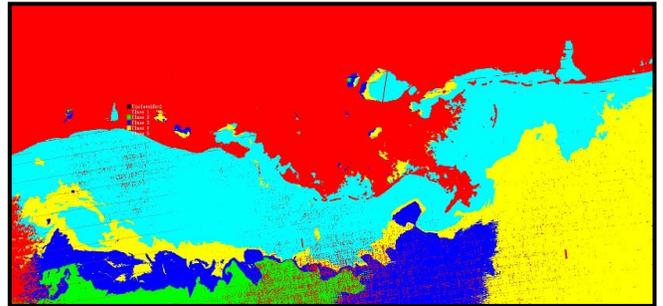


Figura 4: Ejemplo clasificación no supervisada (18 de enero de 2006).

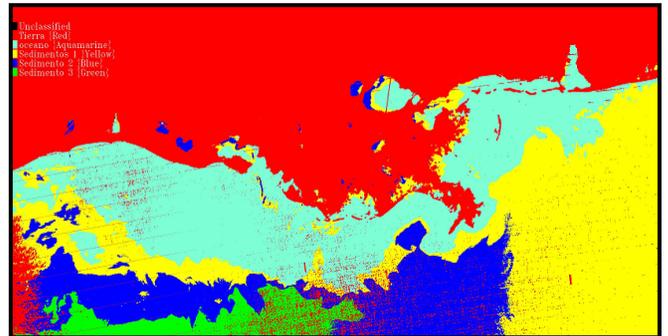


Figura 5: Ejemplo clasificación supervisada (18 de enero de 2006).

## 5. Resultados y discusión

En las imágenes en color real se pudo observar que la descarga de sedimentos por parte del Río Mississippi en el Golfo de México fue mayor durante el mes de marzo. Posiblemente

este aumento se deba al derretimiento de la nieve de tierras más altas con la llegada de la primavera, lo cual implica una descarga mayor de sedimentos y nutrientes del Río Mississippi en el golfo. Por otro lado, en el mes de octubre la descarga fue promedio, aún se observan algunos parchos con altas concentraciones de sedimentos en el golfo. Sin embargo, entrada la época de lluvia se esperaba que la descarga fuera significativa; en la imagen del 29 de octubre no lo es tanto. Se interpreta que posiblemente se deba a una época de poca actividad de lluvia. En enero, la descarga parece haber sido menos, no hay grandes concentraciones definidas de sedimentos, más bien los sedimentos suspendidos aparentan estar más homogéneamente distribuidos a lo largo del delta que en las otras. En enero es época de invierno, muchos de los tributarios del río se encuentran

congelados por lo que la cantidad de agua que llega al río disminuyendo por lo tanto la cantidad de sedimentos descargados en el delta disminuyó.

Las imágenes obtenidas de la clasificación supervisada y no supervisada de alguna forma corroboraban lo que se pudo observar en las imágenes de color real.

## **6. Conclusiones**

Por medio del análisis de imágenes de satélites se puede determinar y realizar modelos de las descarga de sedimentos y desplazamiento de estos en zona de aguas costeras siendo una herramienta útil para estudios científicos y ambientales. Sobre todo si dichas aguas costeras son de gran importancia económica y ambiental para el área que comprenden, tal como lo es el delta del Mississippi.

Frecuentemente se da el caso en el que es necesario determinar la calidad del agua a una escala temporal-espacial para la toma de decisiones importantes y manejo ambiental. La percepción remota ofrece una buena alternativa para tales casos.

Mediante percepción remota, tal como se evidencia en este trabajo, se hace indudable como las descargas de sedimentos se pueden monitorear haciendo uso de imágenes de satélite de buena resolución espacial, como las de MODIS. Además, las imágenes utilizadas están disponibles en variedad de portales de Internet de forma hasta gratuita. Las ventajas que ofrece MODIS tales como alta resolución radio métrica, zonas rastreadas dos veces al día por MODIS Aqua y Terra, y la alternativa de seleccionar para el análisis dos escalas espaciales de alta y moderada resolución, y de la existencia

de programas para el fácil procesamiento de la imágenes tales como ENVI, da pie a que este campo de investigación se preste para variedad de estudios que podrían realizarse en esta área. Entre estos, se podría incluir comparaciones anuales, mensuales, semanales y diarias de las descargas y su concentración de sedimentos. Estudios de humedales, pantanos e islotes y sobre cómo han disminuido debido a la construcción de diques y represas. MODIS y percepción remota son una gran alternativa para tales estudios.

## 7. Referencias

- [http://en.wikipedia.org/wiki/Mississippi\\_River](http://en.wikipedia.org/wiki/Mississippi_River)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Mississippi\\_River\\_Delta,](http://en.wikipedia.org/wiki/Mississippi_River_Delta)
- <http://modis.marine.usf.edu/weekly/mriver/mriver.index.html>
- Richard L. Miller Richard L., McKee, Brent A. (2004) *Using MODIS Terra 250 m imagery to map concentrations of total suspended matter in coastal waters*. Remote Sensing of Environment 93 (2004) 259–266.

# Appendice A

## Especificaciones de MODIS

Primary Use	Band	Bandwidth <sup>1</sup>
<b>Land/Cloud/Aerosols Boundaries</b>	1	620 - 670
	2	841 - 876
<b>Land/Cloud/Aerosols Properties</b>	3	459 - 479
	4	545 - 565
	5	1230 - 1250
	6	1628 - 1652
	7	2105 - 2155
<b>Ocean Color/ Phytoplankton/ Biogeochemistry</b>	8	405 - 420
	9	438 - 448
	10	483 - 493
	11	526 - 536
	12	546 - 556
	13	662 - 672
	14	673 - 683
	15	743 - 753
	16	862 - 877
<b>Atmospheric Water Vapor</b>	17	890 - 920
	18	931 - 941
	19	915 - 965
<b>Surface/Cloud Temperature</b>	20	3.660 - 3.840
	21	3.929 - 3.989
	22	3.929 - 3.989
	23	4.020 - 4.080
<b>Atmospheric Temperature</b>	24	4.433 - 4.498
	25	4.482 - 4.549
<b>Cirrus Clouds Water Vapor</b>	26	1.360 - 1.390
	27	6.535 - 6.895
	28	7.175 - 7.475
<b>Cloud Properties</b>	29	8.400 - 8.700
<b>Ozone</b>	30	9.580 - 9.880
<b>Surface/Cloud Temperature</b>	31	10.780 - 11.280
	32	11.770 - 12.270
<b>Cloud Top Altitude</b>	33	13.185 - 13.485
	34	13.485 - 13.785
	35	13.785 - 14.085
	36	14.085 - 14.385

## **Apendice B:**

**Imágenes disponibles en el site del Marine Remote Sensing Institute de la  
Universidad de South Florida**

Enero 18, 2006



Marzo 15, 2006

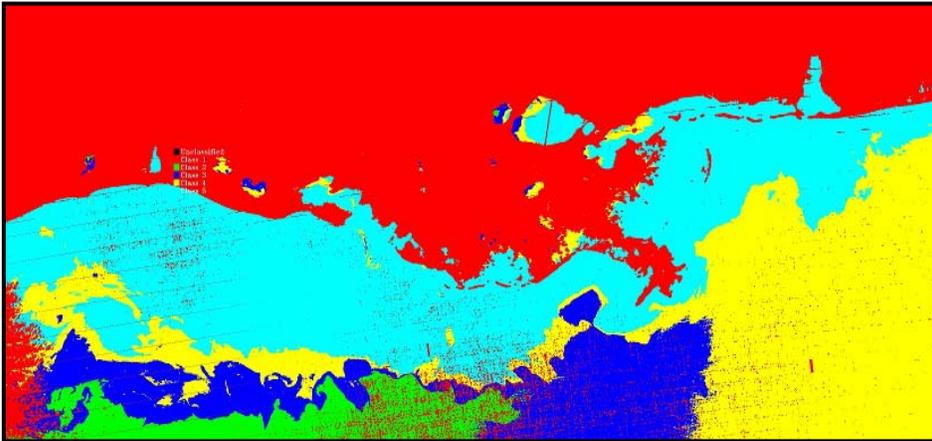


Octubre 29, 2006

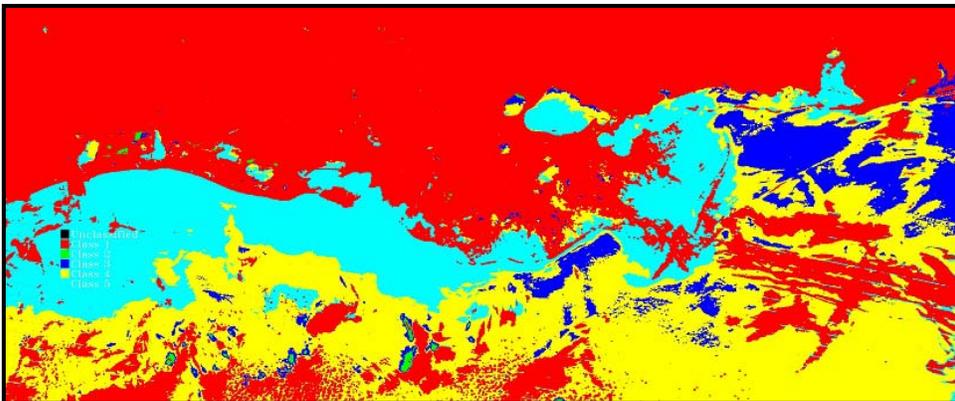


## Apéndice C: Clasificación No Supervisada

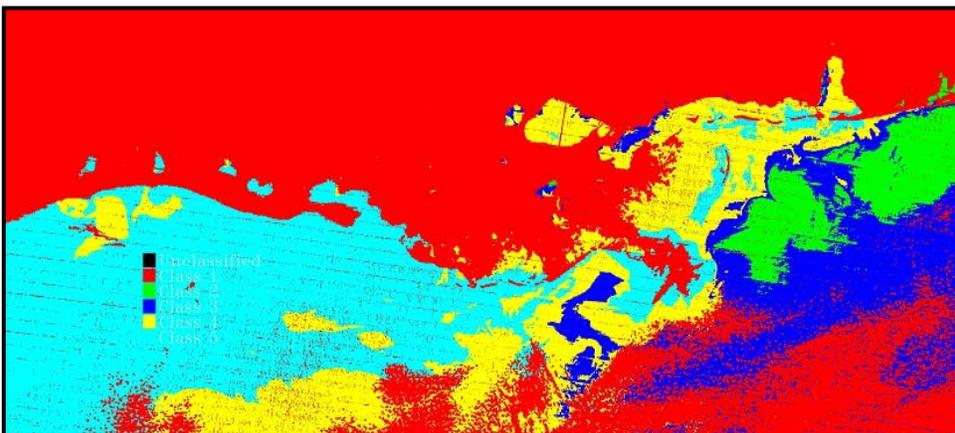
Enero 18, 2006



Marzo 15, 2006.

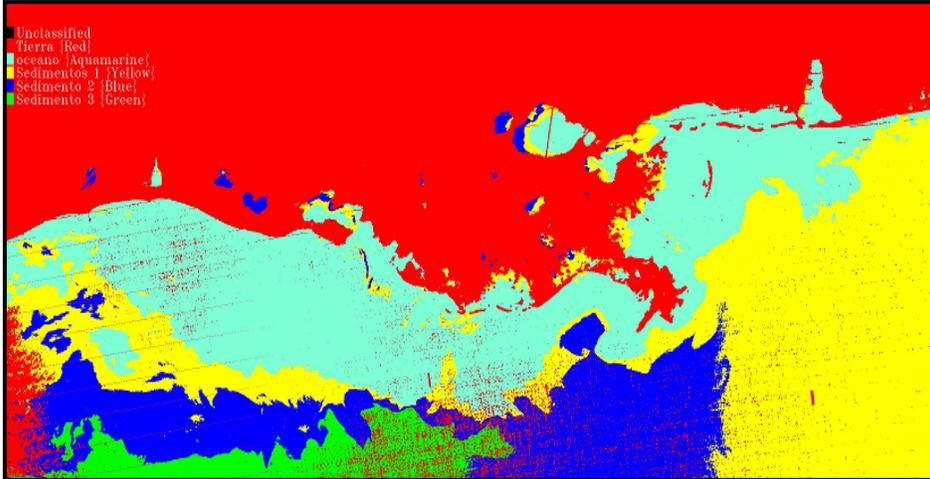


Octubre 29, 2006.

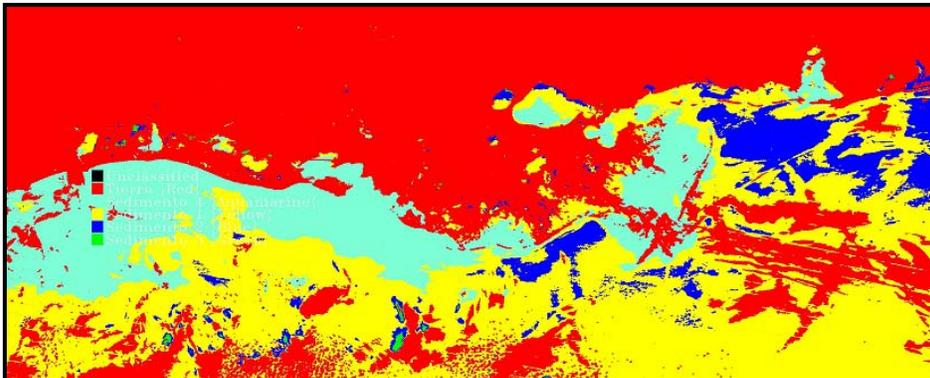


## Apéndice D: Clasificación Supervisada

Enero 18, 2006



Marzo 15, 2006.



Octubre 29, 2006.

