

*Impactos del Huracán Isaac en la calidad del agua en Luisiana
con MODIS 250m*

Thais J. Alicea González y Héctor M. Crespo Jones

Departamento de Geología

Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez

Resumen

Las costas de Luisiana en el Golfo de México, en los últimos años han estado impactadas por una alta actividad ciclónica. Recientemente el Huracán Isaac entró a Luisiana el 28 de agosto de 2012, con vientos de 130 km/h. Como consecuencia algunos ríos como el Río Mississippi, con una extensión de 6,270 km. de longitud, y el Río Atchafalaya tienen una variedad de tributarios que desembocan en el Golfo de México. Estos descargan una gran cantidad de sedimentos suspendidos durante las lluvias. Por tal razón se quiere estudiar la calidad del agua en el delta del río Mississippi antes, durante y después del huracán Isaac. Este estudio es durante el periodo del 29 de julio de 2012 al 20 de septiembre de 2012. Se utilizó MODIS 250m con las bandas 1 y 2 para hacer este estudio procesando las imágenes en ENVI.

Palabras clave: Calidad del agua, ENVI, Isaac, Luisiana, MODIS

Introducción

Percepción remota es la ciencia que estudia o descifra la información de un medio sin necesidad de tener contacto con éste (Lintz and Simonett, 1976). La técnica de percepción remota es muy eficiente en cuanto a estudios de sedimentos

suspendidos, estructuras en las superficies, población, vegetación, clima, temperatura, clorofila; entre otras todo depende de qué modelo se tomará la imagen y sus respectivas resoluciones. Se utilizará el sensor MODIS, ya que tiene una alta resolución espacial. MODIS es muy

utilizado para estudiar los fenómenos atmosféricos, ya que, abarca tierra y océanos. Este método es costo efectivo porque es gratis, toma imágenes diariamente por la mañana y en la tarde ya que está instalado en dos satélites Aqua y Terra, tiene una base de datos con una amplia cantidad de información y consta de una resolución espacial muy eficaz como mencionamos anteriormente y conveniente para el trabajo.

En este estudio se utilizará MODIS Aqua 250m donde se estudiará el impacto del huracán Isaac en la calidad de las aguas del Golfo de México en Luisiana. Uno de los métodos utilizados para evaluar la calidad del agua es por medio de las concentraciones de clorofila. Éstas nos dicen cuan pobre o buena es la calidad del agua por medio del rango de USEPA en el 2004. Ya que las concentraciones clorofila están relacionadas al crecimiento de algas y no permiten la entrada de luz a mayor profundidad donde se encuentran otros

organismos que mueren debido a la ausencia de luz. El criterio utilizado para determinar cuán severa es la distribución de clorofila está basado por (Huang, 2011). El criterio es el siguiente: concentraciones mayores de 20 μ g/L de clorofila representan una baja calidad; concentraciones entre 5 y 20 μ g/L representan una calidad regular; y concentraciones menores de 5 μ g/L representan una calidad excelente (Huang *et. al*, 2011). Otro método es utilizando las concentraciones de sedimentos suspendidos en un área determinada. Estos se deben a efectos naturales y producidos por el hombre al momento que llegan a las desembocaduras de los ríos y al mar pueden producir cambios en las corrientes marina y en el ecosistema del lugar (Escobar, 2002). Además la descarga de sedimentos de los ríos es importante debido a que el exceso de sedimento suspendido tiene un impacto nocivo en la flora y fauna de las áreas costeras (Escobar, 2002).

Área de estudio

El área de estudio queda en el Golfo de México en las costas de Luisiana donde el huracán Isaac causó revuelos económicos, ecológicos, marítimos entre otros (Figura 1). Luisiana tiene varios ríos que son ramificaciones o tributarios con el río Mississippi, como el río Atchafalaya y el río Rojo que desembocan en el Golfo de México.

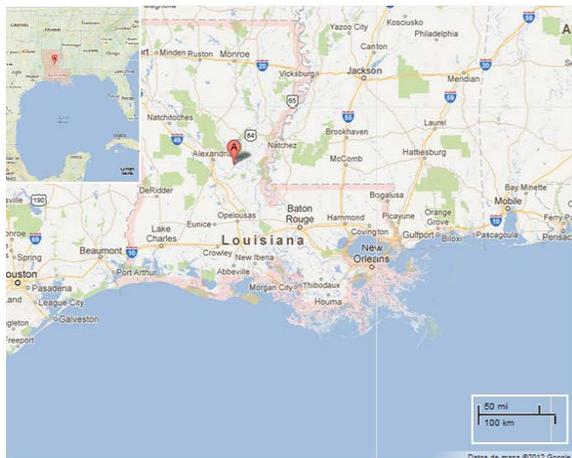


Figura 1: Imagen sobre la localización de Luisiana creada en Google Map.

Huracán Isaac

El huracán Isaac entró a Luisiana el 28 de agosto de 2012, con vientos de 130 km/h como un huracán de categoría uno con lluvias intensas (Figura 2). Causando inundaciones extremas y una marejada

ciclónica entre 6m y 12m (National Hurricane Center, 2012). Isaac tuvo una trayectoria muy complicada y una velocidad lenta de traslación en la cual dejó caer hasta 50 cm o 20 pulgadas de lluvia en algunas áreas (Burdeau and Kunzelman, 2012).

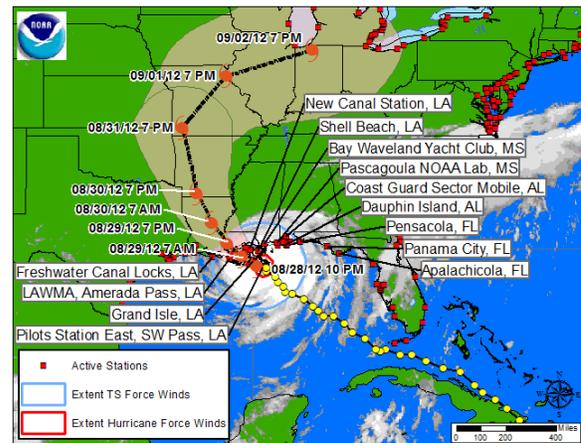


Figura 2: Imagen sobre la trayectoria del huracán Isaac y su posible trayectoria por el estado de Luisiana, para el día 28 de agosto de 2012 cuando estaba entrando en dicho estado. Imagen tomada de NOAA Storm QuickLook.

Según CNN Money informó que Isaac dejó a más de 644,000 personas sin energía eléctrica (Liberto, 2012). También anunció por medio de Eqcat, una firma que modela catástrofes, que Isaac causó estragos en propiedades residenciales y comerciales, producción de energía, excluyendo pérdidas

por inundaciones estarían entre 500-1,500 millones de dólares (Liberto, 2012).

Objetivos

Se quiere estudiar la calidad del agua en el delta del río Mississippi relacionado al paso del huracán Isaac. Por eso este estudio comprende el periodo del 29 de julio de 2012 al 20 de septiembre de 2012. Por medio de la USGS compararemos las concentraciones de las descargas del río para esas fechas con las imágenes procesadas en ENVI. También se utilizarán herramientas de ENVI classic como; corrección atmosférica, geo-referencia, “Bow-tie correction” y una clasificación no supervisada por el método de Isodata para poder tener una interpretación eficiente.

Metodología

Las imágenes para llevar a cabo la investigación fueron tomadas de la página <http://lance-modis.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/imagery/realtime.cgi>, estas imágenes

están en su estado más crudo posible. Las imágenes seleccionadas tienen una resolución espacial de 250m que solo incluye las bandas 1 y 2 de MODIS. La resolución de MODIS 250m tiene un largo de onda de 648 a 858nm (Chen, D, et al, 2005). Las coordenadas aparecen bajo la imagen seleccionada en un enlace llamado LAADS Web Level 1 and Atmosphere Archive and Distribution System que aparecerá en otra ventana <http://ladsweb.nascom.nasa.gov/>. Esta página nos llevó al link *data* en el cual puedes obtener información de Modis Level 1 (atmosphere and land data products). Luego entramos al enlace del *FTP site* este enlace finalmente lleva al *Browse LAADS FTP site*. Ese enlace debe abrir de la siguiente manera; *geometa/Terra/2012*, procedimos a un registro de fechas donde se escogen las fechas para las imágenes que hayas tomado para la investigación. En nuestro estudio se escogieron las fechas para

un día antes del huracán el 29 de julio de 2012, 3 días después de que el huracán tocará tierra en Luisiana, el 31 de agosto de 2012 y después del huracán el 20 de septiembre de 2012. Cada uno de los archivos e imágenes fueron guardados para hacer un pre-procesamiento y procesamiento a la imagen.

El programa ENVI Classic se utilizó para llevar a cabo los procesamientos necesarios para generar el producto final de las imágenes. La primera parte del pre-procesamiento fue geo-referenciar y hacer el “Bow-tie correction” a la imagen. La geo-referencia simplemente le añade las coordenadas a la imagen y el “Bow-tie” elimina el efecto circular de la Tierra. Esto se debe a que MODIS toma imágenes muy grandes y aparece el efecto de la curvatura de la Tierra. Luego se utilizó realizado fue el “spatial subset” donde seleccionamos el área a la que le daremos énfasis para los efectos del huracán en la calidad del agua cercano a

las costas de Luisiana. El último paso del pre-procesamiento fue el método del “dark subtract” para hacer una corrección atmosférica donde se elimina el exceso de información provista por la atmosfera, ya que lo que queremos estudiar es la calidad del agua.

Una vez culminado el pre-procesamiento de la imagen pasamos al procesamiento. Para este paso decidimos hacer solo una clasificación no supervisada para ver las concentraciones de sedimento en el mar y de estas determinar la calidad del agua en la región de Luisiana con el impacto del huracán Isaac.

Resultados y Discusión

Al observar la primera imagen del 29 de julio podemos ver que las aguas estaban bastante claras con una excepción justo hacia el este del delta del río Mississippi donde se puede observar un plumacho de sedimentos proveniente del río (Figura 3). Al comparar esta imagen de la banda 2 de

MODIS junto a la clasificación Isodata de ENVI podemos distinguir el océano fácilmente del plumacho. En este caso el plumacho es el color azul y el agua es color verde según muestra Isodata (Figura 4). La descarga del río Mississippi para este día según la estación del USGS en Belle Chase Luisiana fue aproximadamente de 5040 m³/s.

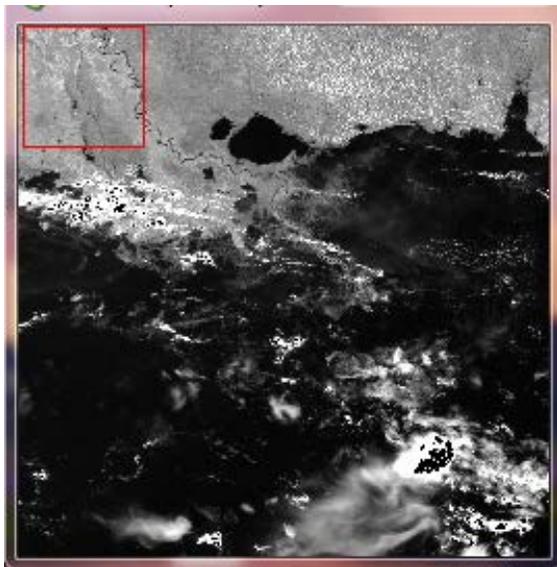


Figura 3: Imagen de las costas de Luisiana del 29 de julio de reflectancia con la banda 2 de MODIS.

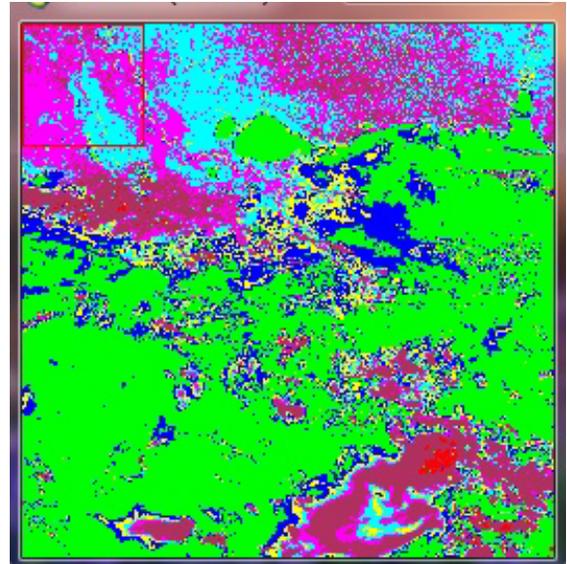


Figura 4: Clasificación Isodata de la imagen de las costas de Luisiana del 29 de julio.

Una vez observamos la imagen de 3 días después de que el huracán Isaac tocara tierra todavía hay una cantidad significativa de nubosidad que impide una interpretación efectiva de la imagen (Figura 5). Al comparar esta imagen con la obtenida por medio de Isodata es muy difícil poder identificar cual clase es el agua y cual es sedimentos (Figura 6). Lo que podría ayudarnos a entender esta situación es la descarga que tuvo el río Mississippi en esos días. La descarga fue de aproximadamente 9000 m³/s según el USGS Water Watch casi el doble de lo que se registraría un día

normal en el área de Belle Chase, Luisiana. Esto implica que casi el doble de los sedimentos que llegaron para el 29 de julio llegaría al mar el 31 de agosto. Por lo tanto el plumacho debería ser mucho más grande. Pero en la imagen de la banda 2 mostrando al reflectancia y la imagen con el isodata no muestran claramente donde están las concentraciones de sedimentos para saber cómo está la calidad del agua en la región.

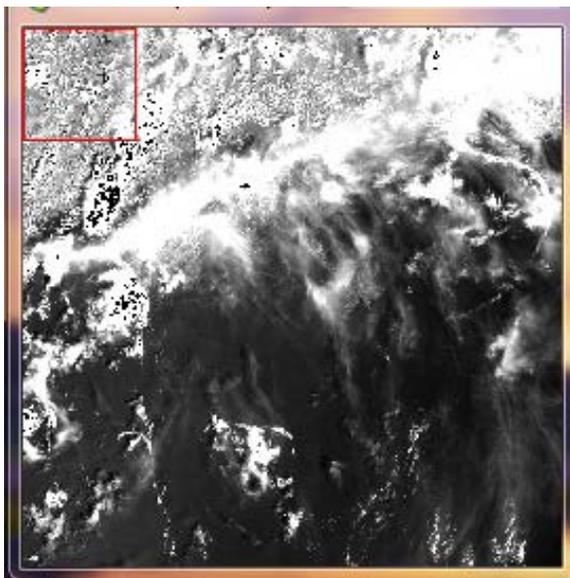


Figura 5: Imagen de las costas de Luisiana de reflectancia con la banda 2 de MODIS, el 31 de agosto de 2012, 3 días después del huracán Isaac. En la imagen se aprecian los remanentes del sistema.

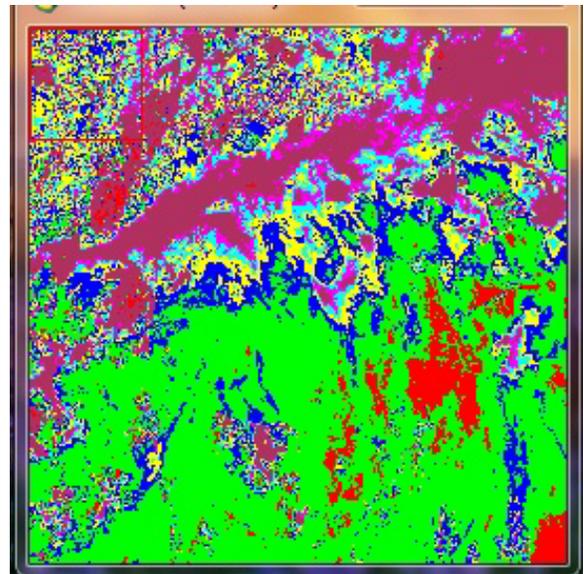


Figura 6: Imagen de las costas de Luisiana el 31 de agosto de 2012, procesada por medio de Isodata.

En el último set de imágenes aproximadamente 3 semanas después del huracán se pueden observar las aguas costeras de Luisiana bastante claras. En esta imagen en ENVI las clases de la clasificación no supervisada de Isodata prácticamente se invirtieron y en la imagen de reflectancia de la banda 2 es imposible determinar si hay sedimentos. Por lo tanto, no es posible comparar esta imagen con las anteriores. En este periodo la descarga del río es de aproximadamente $5380 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figura 9). Esta descarga es similar a la de la

primera fecha por lo que se esperaba que la imagen resultante con la clasificación no supervisada con ENVI resultara similar, pero no fue así.

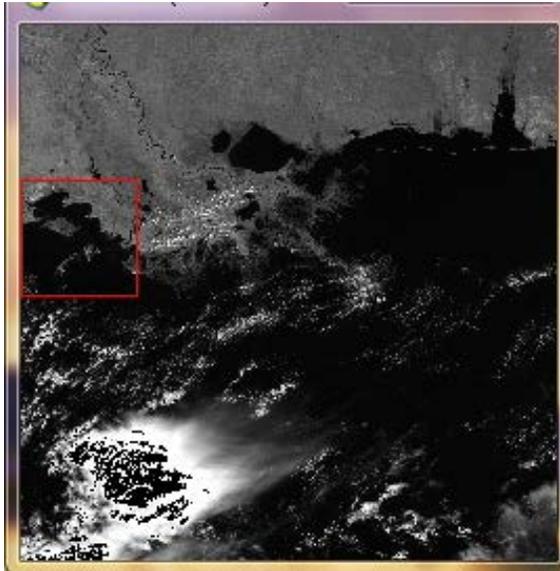


Figura 7: Imagen de las costas de Luisiana de reflectancia con la banda 2 de MODIS, el 20 de septiembre de 2012.

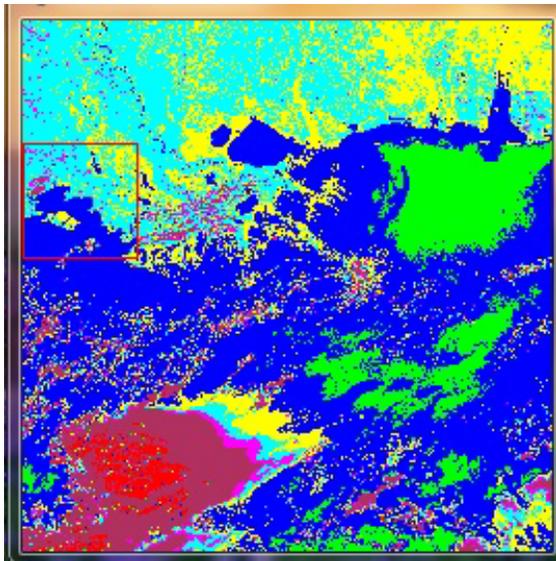


Figura 8: Imagen de las costas de Luisiana el 20 de septiembre de 2012, procesada por medio de Isodata.

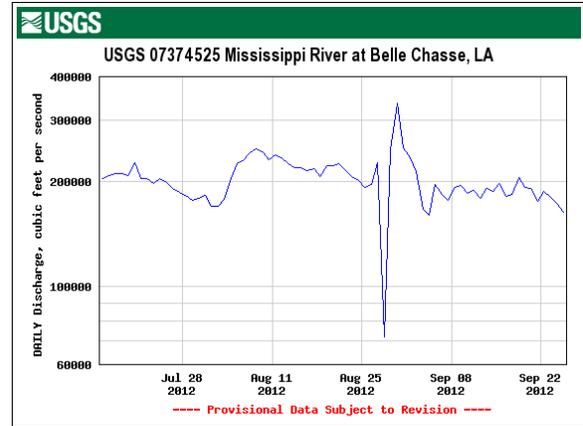


Figura 9: Gráfica mostrando la descarga del río Mississippi en Belle Chase desde el 15 de julio hasta el 25 de septiembre del 2012.

Conclusión

Las imágenes de MODIS 250m no son ideales para realizar estudios de calidad del agua usando el parámetro de sedimentos suspendidos porque después de analizar las imágenes no es totalmente seguro que lo que estamos observando sea sedimento suspendido. La nubosidad en el área probó ser un factor importante ya que la alta concentración de nubes es otro factor que afectó los resultados. La búsqueda de nuevas imágenes con menor cantidad de nubes aumentaría la probabilidad para tener un mejor análisis pero entre más lejos la fecha de la llegada del huracán no se pueden

observar los impactos de este en la calidad del agua.

Reconocimientos

Queremos agradecerles a todas las personas involucradas en el proyecto por brindarnos su apoyo y en especial al Profesor Fernando Gilbes por proporcionarnos las imágenes y por toda la ayuda que nos proporcionó con los diferentes problemas que tuvimos con el proyecto.

Referencias

Burdeau, C., and Kunzelman, M., 2012, Hurricane Isaac 2012 Floods Regions Around New Orleans., August,30.,11:38am, Published in Huff Post Green.

Chen,D., Huang,J., Jackson,T., 2005, Vegetation water content estimation for corn and soybeans using spectral indices derived from MODIS near- and short-wave infrared bands, Remote Sensing of Environment, V.98,Issues 2-3,p.225-236.

Escobar, J., 2002.,Recursos Naturales e Infraestructura., Serie 50, Division de Recursos Naturales E

infraestructura.,Publicacion de las naciones Unidas., 69pag., Santiago de Chile.
Huang, W., Mukherjee, D. and Chen, S., 2011, Assessment of Hurricane Ivan Impact on Chlorophyll-a in Pensacola Bay by MODIS 250 m Remote Sensing, Marine Pollution Bulletin, V. 62, #3, p. 490-498.

Liberto, J., Hurricane Isaac damages could hit \$1.5 billion, August 29, 2012: 2:20 pm, [@CNNMoney](#).

Lintz and Simonett., 1976, Remote Sensing of Environment, Addison-Wesley Pub. Co., Advanced Book Program, 694 p.

U. S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Center for Operational Oceanographic Products & Services (CO-OPS), National Ocean Service (NOS), Storm QuickLook, http://tidesandcurrents.noaa.gov/cgi-bin/quicklook_archive.cgi?ql=Hurricane_ISAAC_08-28-2012_2300_CDT

U. S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Tropical Storm Isaac Advisory 30, 2012, <http://www.nhc.noaa.gov/archive/2012/al09/al092012.public.030.shtml?>

U. S. Department of the Interior, U. S. Geological Survey, USGS Water Resources, USGS Surface-Water Daily Data for Louisiana, <http://waterdata.usgs.gov/la/nwis/dv?>

USEPA, 2004, National coastal condition report II, EPA 620/R-03/002, Office of Water, Washington, DC.