

SECCIÓN

Tópicos Latinoamérica

Geomática aplicada a los delitos ambientales, estudio de la dispersión de contaminantes en aguas costeras

Geomatics applied to environmental crimes, study of the dispersion of pollutants in coastal waters

Fecha de presentación: 15 febrero 2017
Fecha de aceptación: 31 marzo 2017

Dr. Omar Mireles ^{1,3}, Mtro. Anatoliy Filonov ^{1,2}, Lic. Carlos González De La Luna ²

¹ Doctorado en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas. Centro Universitario de la Costa. Universidad de Guadalajara.

² Maestría en Ciencias en Hidrometeorología. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería. Universidad de Guadalajara.

³ Instituto Mexicano de Formación Pericial

“La Geomática método sistemático que utiliza datos obtenidos de sensores remotos (satélites, radares, ecosondas, entre otros)”

Resumen

Con técnicas estándar de teledetección se propone realizar un análisis del lugar del hallazgo desde la óptica de un delito ambiental. Para este estudio se crea un producto combinado de escenas Landsat y MODIS dirigidas al análisis de los contaminantes vertidos por el río Ameca en las aguas costeras de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. México.

Palabras clave

Geomática, lavado continental, lugar del hecho, lugar del hallazgo, Landsat, Modis.

Abstrac

With standard techniques of remote sensing it is proposed to carry out an analysis of the place of discovery from the perspective of an environmental crime. For this study, a combined product of Landsat and MODIS scenes is created to analyze the contaminants discharged by the Ameca River in the coastal waters of Banderas Bay, Jalisco-Nayarit. Mexico.

Keyword

Geomatics, continental washing, fact place, find place, Landsat, Modis.

Introducción

Desde la óptica de la criminalística de campo, la escena del crimen ambiental es difícil de analizar ya que, a diferencia de otros tipos de escenas, ésta es dinámica tanto espacial como temporalmente, y por lo general los elementos de prueba se encuentran a decenas de kilómetros del lugar del hecho, por lo que contar con las herramientas de análisis adecuadas es de vital importancia para el perito investigador, y entre estas herramientas se encuentra la geomática.

La Geomática se puede entender como un método sistemático que utiliza datos obtenidos de sensores remotos (satélites, radares, ecosondas, entre otros) y la cual integra las medicio-

“Geomática información geográfica mediante utilización de tecnologías de la información”

nes, el análisis, el manejo, el almacenamiento y el despliegue de descripciones y localizaciones de datos geoespaciales o terrestres para el apoyo de actividades científicas, administrativas y legales (Vásquez, 2009).

Aterrizando este trabajo a dispersión de contaminantes vertidos en aguas costeras, podemos establecer que cuando hablamos de aguas costeras, nos referimos a aquellas aguas marinas que bañan las costas y se extienden unas pocas decenas de kilometro hacia mar adentro. La importancia de esta sección del litoral radica en el impacto económico que se tiene sobre las comunidades limítrofes y los Estados, ya que son las zonas que albergan la mayor parte de turismo nacional e internacional en México, así como representan una importante zona de pesca. La importancia de lo anterior hace que el mismo Estado este a cargo de su cuidado y conservación.

En materia de delitos ambientales, uno de los más comunes en aguas costeras es la de descargas de contaminantes (aguas residuales, aguas industriales, desechos sólidos, entre otros), lo que merma la calidad del agua ayudando a que se produzcan mortandad de peces, mal olor, enfermedades de la piel y enfermedades gastrointestinales en los bañistas, etc. Estas descargas pueden venir de zonas urbanas, hoteleras e industriales ubicadas sobre el litoral y que realicen las descargas de manera directa a través de tuberías hacia el mar o desde zonas urbanas, agrícolas e industriales ubicadas a cientos de kilómetros continente dentro y que realicen las descargas en ríos que desembocuen al mar, incluso los contaminantes pueden llegar por las lluvias en procesos de “lavado continental”.

Entre los indicadores más importantes para el análisis de la calidad del agua están los Sólidos Suspendidos (SS), los cuales son una medida de la calidad del agua que se utiliza para determinar la cantidad de sustancia orgánicas e inorgánicas presentes en el agua (Sereviche, 2013), los cuales de manera

clásica se determinan a través de muestreos *in situ*, los cuales requieren de un equipo humano y tecnológico especializado así como de campañas de muestreo en diferentes épocas del año, lo que hace que este tipo de estudios sean caros y poco prácticos para fines de un juicio si es que se carece de una base de datos previa, además de que la integración de los datos en elementos de prueba concluyentes requiere de trabajo multidisciplinario con otros especialistas que ayuden a establecer los parámetros físicos como lo son las corrientes y mecanismos de dispersión de los contaminantes.

El objetivo de este trabajo es presentar un método rápido para determinar la dirección y velocidad del transporte de contaminantes en aguas costeras utilizando técnicas de teledetección, lo cual puede resultar mucho más barato y viable al momento de querer acreditar responsabilidad ambiental en el marco de un proceso judicial; y robustecemos el trabajo utilizando el caso de estudio de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México desde la óptica del análisis de una escena del crimen ambiental.

ANTECEDENTES

El estudio de contaminación de recursos hídricos y sus efectos cuando se vierten al mar, han sido ampliamente estudiados ya que estos son considerados por la normativa mexicana como delitos ambientales (NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-143-SEMARNAT-2003), sin contar con todos los problemas sociales que pueden causar (Montero y Sandí, 2009), así como los de salud pública (Orta, 2002) e impacto ecológico (Escobar, 2002); incluso el problema es tan importante que las universidades y grupos de investigación en todo el mundo han realizado enormes esfuerzos para crear modelos numéricos que permitan simular esta dispersión y así prever posibles desastres ecológicos (Yzocupe, 2005; Ramírez y Diniz, 2006; Siguero, 2010; Sámano, 2011).

Sin embargo, no existe ningún trabajo que considere también el estudio del lugar del hecho y del hallazgo como escenas criminales, lo que dificulta a los juristas la integración de los elementos encontrados en estos casos a la colección de pruebas que tengan intención de asociar una responsabilidad específica a un imputado.

Entre los pocos trabajos que consideran procedimientos claros de investigación de delitos ambientales analizando también el lugar del hecho y del hallazgo como elementos principales en este tipo de investigación se encuentra García (2014).

DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DEL HALLAZGO

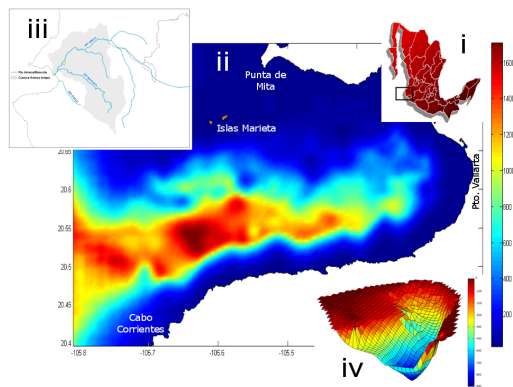


Figura 1. i) Ubicación geoespacial del lugar del hallazgo, ii) Batimetría del lugar del hallazgo, iii) Ubicación geoespacial del río Ameca con respecto al lugar del hallazgo y iv) Modelo digital 3D del lugar del hallazgo.

Parte de la dificultad de establecer un lugar del hecho en materia de delitos ambientales (y en específico en materia de dispersión de contaminantes en aguas costeras) radica en que estos contaminantes pueden ser transportados por mecanismos naturales desde distancias muy grandes y pueden depender en gran medida de las condiciones meteorológicas locales, las cuales pueden influir en el transporte de los contaminantes incluso sin que haya existido omisión por parte de un actor, por lo que si hay impacto ecológico pero no un delito meramente.

Por ejemplo, se pueden utilizar fertilizantes en diferentes campos de cultivo a lo largo de una gran franja continental y a niveles permitidos por las autoridades, pero por acciones de las lluvias y condiciones de porosidad del suelo estos se terminan mezclando, concentrando y vertiendo en aguas costeras produciendo una mortandad de peces y daños a la salud pública. Aquí ningún agroindustrial cometió omisiones a las normas, pero en conjunto y por acciones climáticas si existió un daño medioambiental grave.

Expuesto lo anterior y con la intención de demostrar que un estudio del *lugar del hecho* puede ser exhaustivo y escapa al objetivo de este trabajo, solo nos concentraremos en *el lugar del hallazgo*.

En este trabajo, se considera como *el lugar del hallazgo* la Bahía de Banderas, la cual se ha visto impactada en años recientes por descargas incontroladas de aguas residuales por parte de la creciente mancha urbana y hotelera. *El lugar del hallazgo* en materia de delitos ambientales se debe de estudiar desde dos puntos de vistas diferentes: 1) su descripción geoespacial, 2) la descripción temporal del delito dentro del *lugar del hallazgo*.

Descripción Geoespacial

La delimitación geoespacial del *lugar del hallazgo* se centra en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México (figura 1.i). Esta bahía se localiza en la Costa Occidental de México y constituye el límite sur del Golfo de California en su parte continental, abarcando parte de los estados de Jalisco y Nayarit. Geográficamente, la bahía está ubicada entre los 20°25' y 20°47' de Latitud Norte y los 105°41' y 105°25' de Longitud Oeste (figura 1-ii).

La bahía tiene un ancho promedio (Norte-Sur) de 30 km y una longitud promedio (Este-Oeste) de 40 km. Al Sureste, el *lugar del hallazgo* está rodeada de montañas con una altura máxima de 1,500 m; al Norte, existen lomas con elevaciones que van de 500 a 750 m. Entre las montañas del Este y las lomas del Norte se halla un valle, alrededor de 15 km de ancho, a través del cual fluye el río Ameca, que en este trabajo representa la principal fuente de vertido de contaminantes a la bahía, y que es el río más grande de la región con un caudal de 80 m³/s.

Este río nace en el Bosque de la Primavera, a escasos 23 km del Oeste de la ciudad de Guadalajara y discurre en dirección Oeste, tomando su nombre de la ciudad de Ameca que atraviesa. Tiene como afluentes principales los ríos Ahuacatlán y Amatlén de Cañas, pasando en su recorrido hasta Bahía de Banderas que es donde desemboca por zonas industriales, urbanas y de cultivo (figura 1-iii).

Al Noroeste del *lugar del hallazgo* y aproximadamente a 10 km de Punta de Mita se encuentra el archipiélago de las Islas Marietas, que son un conjunto de islas pequeñas, islotes y bajos con una extensión de 8.3 km. Al suroeste de la bahía, se halla el grupo de islotes conocido como los Arcos, que ocupan aproximadamente 0.3km².

La profundidad máxima del *lugar del hallazgo* es de 1,436 m (INEGI-SPP, 1983) y su profundidad promedio es de 273 m (figura 1- iv). La pendiente de fondo en la parte Norte, con un valor promedio de 0.012, es mucho menor que en la parte Sur, con un valor promedio de 0.080. Hacia el centro de la bahía, a unos 0 km de la costa sur, se localiza un cañón profundo cuyo eje mayor está orientado aproximadamente en dirección Este-Oeste y que se extiende hasta el extremo Este de la bahía. Al Noroeste de la bahía, en la zona comprendida entre las Islas Marietas y Punta de Mita, la profundidad es menor a 25 m y existe un banco de arena sumergido que no permite el libre intercambio de masas de agua entre la parte Noroeste de este cuerpo de agua y mar abierto (Mireles, 2012).

La dinámica general de corrientes oceánicas en el lugar del hallazgo consta de dos corrientes diferentes: la de California, de masas de agua fría y de baja salinidad, que fluye hacia el Sur desde Baja California, y la de Costa Rica, que posteriormente se convierte en la Corriente Norecuatorial, de masas de agua caliente, salinidad intermedia y que fluye hacia el Norte desde el sureste de México. Además, el lugar del hallazgo tiene un aporte de aguas cálidas y de alta salinidad del Golfo de California. La convergencia de estas corrientes da lugar a cambios de salinidad, temperatura y patrones de circulación estacional en la región (Álvarez y Gaitán, 1994).

Descripción Temporal

El delito de vertimiento de contaminantes en aguas costeras depende de varias variables físicas que pueden acentuar el impacto ambiental. En este caso en particular la más importante es la lluvia, ya que esta permite un mejor transporte de los contaminantes a través de los afluentes hacia la bahía, lo que puede incrementar la concentración de contaminantes.

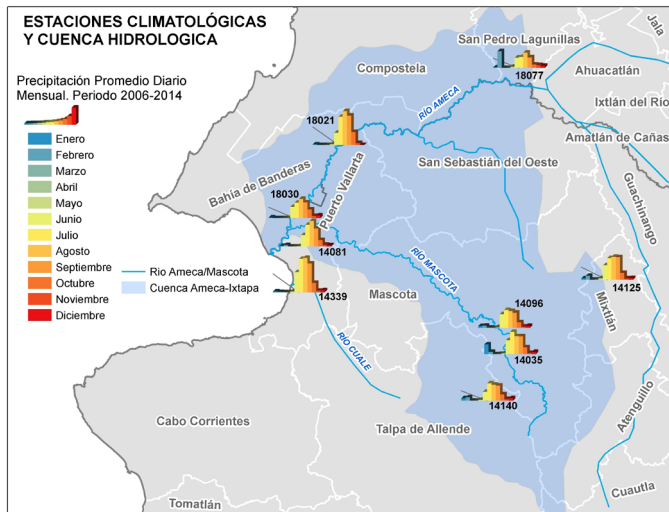


Figura 2. En azul se marca la cuenca hidrológica de Bahía de Banderas y con los histogramas se establecen los promedios mensuales de lluvia del periodo de estudio en 9 estaciones meteorológicas analizadas.

Para una correcta descripción temporal de la variable de precipitación se analizaron 9 estaciones meteorológicas situadas sobre la cuenca hidrológica de Bahía de Banderas (figura 2). Estas estaciones son importantes porque mucha del agua de la lluvia que cae en esas zonas va a terminar vertida en la bahía aprovechando el cauce de los ríos. En los diferentes histogramas se puede observar que los meses de mayor precipitación y por ende aquellos en los que la pluma de SS se encuentre más marcada en el *lugar del hallazgo* es en Julio-septiembre, lo que de entrada nos da información preliminar para predecir el comportamiento de los SS. También el análisis de los histogramas nos permite ver que existen dos épocas bien definidas en el *lugar del hallazgo*, una época de estiaje (época seca) que corre de noviembre a mayo, y otra de lluvias que corre de junio a octubre.

Si se realizara un estudio in situ en el *lugar del hallazgo* sin esta información estadística se obtendrían resultados sesgados que llevarían a una conclusión errónea sobre el comportamiento e intensidad del impacto ambiental y por ende una mala clasificación del delito ambiental.

MATERIALES

Dado que los contaminantes en el agua se mueven de un lugar a otro con el tiempo, y también la concentración de estos depende de si ha llovido o no (lo que significa que no es igual estudiar

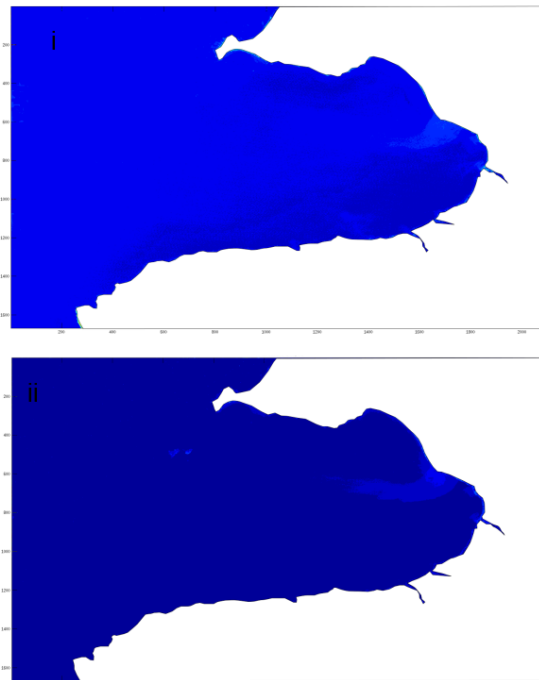
un vertido ilegal de contaminantes en aguas costeras en época de estiaje que en época de lluvias) podemos decir que son dinámicos tanto espacial como temporalmente, y que su duración está fuertemente vinculada a fenómenos estacionales, por ese motivo lo primero que debemos de asegurar para el correcto estudio de este tipo de hechos es una serie de datos que abarquen mucho tiempo (serie de tiempo larga).

El insumo principal para este estudio son escenas satelitales Landsat (5,7 y 8) y MODIS, las cuales se pueden obtener de manera gratuita en la página del servicio geológico de estados unidos (<https://www.usgs.gov/>).

Los satélites Landsat tienen un periodo de paso de cada 20 días existiendo un promedio de dos escenas por mes en los años en donde se encuentran en operación los satélites Landsat 5 y 7 y; un promedio de 3 escenas por mes en los años en donde entró en operación el satélite Landsat 8. La resolución espacial de estos satélites es de 30 m.

Por otra parte, las escenas MODIS solo contienen las 3 bandas con resolución aceptable y corresponden al espectro visible. Están codificadas a 8 bits y tienen una resolución espacial de 250 metros. Estos satélites

"Imágenes satelitales Landsat"



tienen un periodo de paso de cada 2 días (figura 3).
Figura 3. Ejemplo de, i) Escena MODIS (250 m de resolución espacial), ii) Escena Landsat (30 metros de resolución). En ambas escenas se puede apreciar la pluma de contaminantes dentro del lugar del hallazgo, sin embargo, por la diferente

resolución espacial esta se aprecia distinta.

La resolución temporal total con el producto combinado de escenas de ambos satélites es de 9 años, que abarcan del periodo 2006 – 2014 (Tabla 1).

Tabla 1. Catálogo de escenas utilizadas, donde los números en negro representan escenas Landsat y en rojo escenas Modis. Esta tabla también muestra y análisis visual previo sobre lo nítido de la pluma de

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL AÑO
2006		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
2007	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
2008	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
2009	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22
2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
2011	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
2012	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31
2014	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26
TOTAL MES	19	15	14	12	15	16	17	17	13	20	18	18	194

1	Pluma muy difuminada o poco visible
2	Pluma medianamente difuminada de tamaño regular
3	Pluma muy visible de tamaño considerable
4	Meses sin información de ningún satélite
5	Imágenes Modis

contaminantes en cada escena (González-De Luna, 2017).

MÉTODOS

Las escenas de satélite por lo general contienen muchos elementos que adicionan ruido espectral a los análisis, por ejemplo, las nubes y la porción de tierra continental. Para mejorar la resolución espectral del *lugar del hallazgo* y poder realzar las plumas se somete cada imagen a un proceso de clasificación no supervisada y después a un realce en falso color, la cual es una técnica que consiste en asignar un color a imágenes monocromas basándonos en varias propiedades del contenido del nivel predominante de la imagen original.

$$a = a_{i-1} + \frac{a_i - a_{i-1}}{128} (p - g_{i-1})$$

donde $a = R, G, B, g_o = 0, g_1 = 128$ y $p =$ nivel del color (en la imagen monocromática).

Mediante la siguiente transformación se pueden asignar diferentes colores a una imagen monocromática:

Ya teniendo la imagen en falso color se aplica un análisis de transectos de la radianza espectral y se compara con firmas espectrales conocidas para determinar la cantidad de SS presentes en la pluma de contaminación.

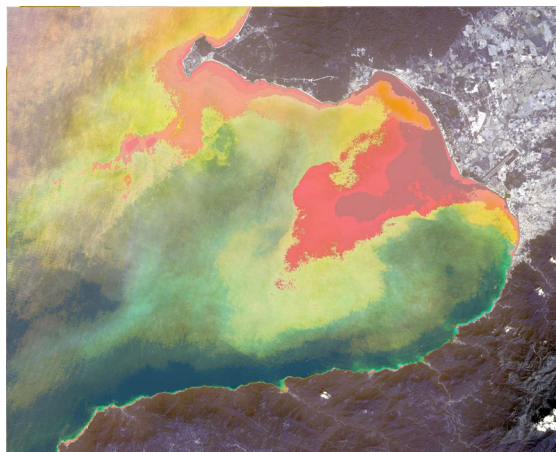
RESULTADOS Y DISCUSIONES

El río Ameca desemboca en Bahía de Banderas, y en su caudal lleva desechos residuales, industriales y agroindustriales que va acumulando a lo largo de su recorrido. La cantidad de desechos que vierte en la bahía no son preocupantes según la SEMARNAT, que año con año realiza análisis *in situ* de estas aguas por el Programa Playas Limpias, sin embargo, el producto puede servir para establecer un panorama preventivo en materia de contaminación ambiental, ya que se puede observar con claridad hacia donde se

dispersan los contaminantes.

La figura 5 muestra una imagen en falso color del lugar del hallazgo ya sin ruido espectral causado por las nubes. En esta imagen (que no es representativa del transporte de contaminantes ya que solo fue hecha con una escena del 26 de octubre del 2013 del satélite Landsat) se puede observar la pluma de contaminantes que vierte el río Ameca en varios niveles de concentración.

Los colores más morados representan mayor

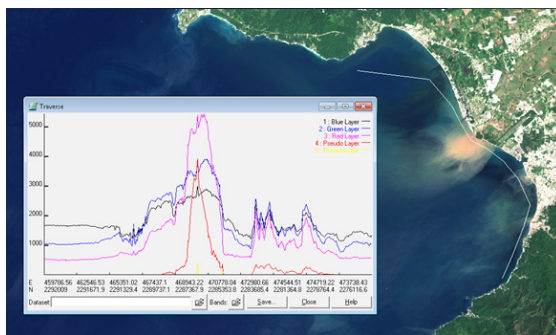


concentración de SS, mientras que los verde-amarillos hablan de una concentración menor.

Figura 4. Imagen en falso color obtenida de una escena Landsat de octubre del 2013, donde se observa con claridad diferentes niveles de la pluma de contaminantes vertida por el río Ameca en el lugar del hallazgo.

También se puede observar que los contaminantes tienen dos direcciones preferenciales, 1) hacia el centro de la bahía y 2) hacia el norte, bordeando la bahía y bañando las costas de nuevo Vallarta.

Para determinar la cantidad de SS en este lugar

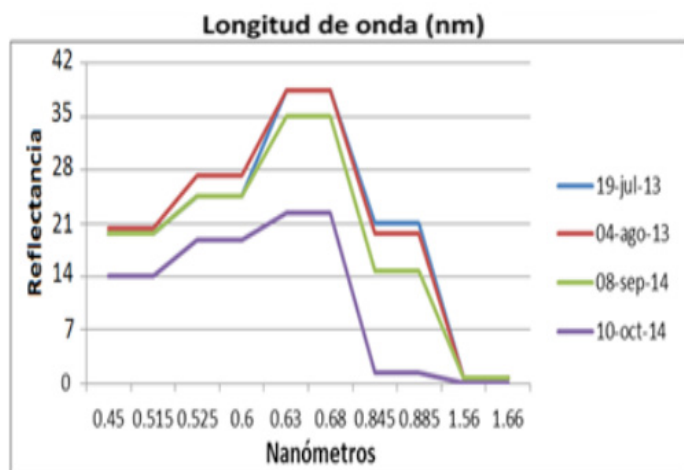


del hallazgo debemos de analizar la firma espectral en las escenas originales (figura 5).

Figura 5. Escena Landsat del 10 de octubre del 2014 en falso color donde se muestra un transecto para analizar la firma radiométrica de las bandas espectrales (González, 2017).

Al realizar el análisis de las firmas espectrales se puede observar que estas firmas son sensibles al color de la pluma de contaminantes, causando picos en el espectro de energía de cada una de las bandas analizadas. Esto significa que con esta técnica podemos determinar niveles de concentración de SS y de esta manera establecer si el vertido está en parámetros de las Normas Ambientales Mexicanas.

En este caso en particular (figura 6) al analizar la reflectancia de la señal con respecto a diferentes tamaños de partículas suspendidas vemos que la señal corresponde a un rango de entre 0.45 a 0.68 nm con respecto a la firma del 10 de octubre del



2014, lo que corresponde con resultados adquiridos *in situ* y reportados por SEMARNAT ese mismo año.

Figura 6. Longitud de onda de las bandas espectrales de diferentes escenas analizadas (González, 2017)

CONCLUSIONES

La geomática presenta una técnica eficiente para el análisis de dispersión de contaminantes en aguas costeras, ya que permite obtener imágenes que son fáciles de interpretar, así como cuantificar algunos parámetros de contaminantes entre los que se encuentran los SS.

Los métodos de teledetección son más económicos que los métodos *in situ*, ya que permiten al perito realizar la investigación sin necesidad de trasladarse físicamente al *lugar del hallazgo*, así como permiten tener series de tiempo más largas con las que se pueden obtener imágenes de valor estadístico que resultan casi imposibles de obtener con cualquier otro método en los cortos tiempos judiciales designados para la realización del dictamen.

Más allá del dictamen en el marco de un juicio, este producto y técnica también les abre una nueva puerta a los criminalistas ya que pueden colaborar en materia de análisis de riesgos a nivel municipal y estatal con un producto que hasta ahora no se contempla en los Atlas de Riesgos y que es el de mapas de vulnerabilidad en materia de contaminantes vertidos en aguas costeras.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, A.D. & Gaitán, J. (1994) Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano: Geología. En: De La Garza, G. & Cáceres, C. (eds). Technical report. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México, 13 – 74 pp.
- Escobar, J. (2002) La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. Naciones Unidas. CEPAL. ECLAC. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile. ISBN: 92-1-322090-1, ISSN impreso: 1680-9017. ISSN electrónico: 1680-9025.
- García, T.M. (2014) Procedimiento de Investigación del Delito en Contra de los Recursos Forestales en el Municipio de Cobán, Alta Verapaz. Tesis de Grado. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Licenciatura en Investigación Criminal y Forense. San Juan Chamelco, Alta Verapaz. Campus "San Pedro Claver, S.J." De la Verapaz. Guatemala.
- González, De L.C. (2017) Geomática aplicada al estudio de dispersión de detritos en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. México. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara. Posgrado en Hidrometeorología. Departamento de Física.
- INEGI-SPP (1983) Carta Batimétrica. Isla Revillagigedo, escala 1:1,000,000, cve. CB-006.
- Mireles, L. I. O. (2012). Estructura Termohalina y Circulación Geostrofica en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Tesis de Maestría, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías división de ciencias básicas / departamento de física Maestría en ciencias en Hidrometeorología, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Montero, M.A. y Sandí, M.J. (2009) La Contaminación de las aguas mieles en Costa Rica: Un conflicto de Contenido Ambiental (1840 – 1910). Universidad de Costa Rica. Diálogos Revista Electrónica de Historia, Vol. 10, núm 1, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. pp. 4 – 15. ISSN: 1409 – 469x.
- NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permitidos de contaminantes en la descarga de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM-143-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.
- Orta, A.L. (2002) Contaminación de las aguas por plaguicida Químicos. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Fitosanidad, vol. 6, núm. 3. La Habana, Cuba. pp. 55 – 62. ISSN: 1562 – 3009.

Ramírez, B.C. y Diniz, G.L. (2006) Aproximación y simulación de un modelo de dispersión de contaminantes sobre superficies esféricas. Universidad de Quindío, Armenia. Colombia. Sociedad Colombiana de Matemáticas. XV Congreso Nacional de Matemáticas. Lecturas Matemáticas. Volumen Especial. pp. 271 – 284.

Sámano, C.M. (2011) Desarrollo e Integración de Modelos Numéricos de Calidad del Agua en un Sistema de Información Geográfica. Tesis Doctoral. Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente. Universidad de Cantabria. Santander, España.

Sereviche, S.C., Castillo, B.M. Y Acevedo, B.R. (2013) Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas. Biblioteca Virtual. eumed.net Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso. Cartagena de Indias, Colombia.

Siguero, G.A. (2010) Modelado numérico del comportamiento de los vertidos de hidrocarburos vertidos al mar. Tesis de Grado. Escola Técnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya.

Vásquez, A.M. (2009) La Geomática y su importancia en el desarrollo de los Estados. Revista Digital REVISMAR. Vol. 3. pp 268 – 270

Yzocupe, V.A. (2005) Modelo de dispersión de contaminantes en

aguas rasas. Laboratorio de Fluidodinámica Computacional. Departamento de Ingeniería Mecánica de Fluidos. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Revista de Investigación de Física. Vol. 8. No. 1. pp. 46 – 53.

GOBIERNO FAVORECE PROYECTOS CONTAMINANTES

ACUÍFEROS TOTALES



657

104 SOBREEXPLOTADOS Y CONTAMINADOS
40 CON DEGRADACIÓN ANTROPOGÉNICA
33 CON INTRUSIÓN SALINA

SENTENCIAS JUDICIALES INCUMPLIDAS CUANDO FAVORECEN A LAS COMUNIDADES AFECTADAS:



MINERA SAN XAVIER, CERRO DE SAN PEDRO, SAN LUIS POTOSÍ



PRESA HIDROELÉCTRICA LA PAROTA, ACAPULCO, GUERRERO



PRESA EL ZAPOTILLO, TEMACAPULÍN, ACASICO Y PALMAREJO, JALISCO



SUPERVÍA PONIENTE, MAGDALENA CONTRERAS, DISTRITO FEDERAL

REPRESIÓN DE LUCHAS AMBIENTALES



SAN SALVADOR ATENCO, ESTADO DE MÉXICO, 2006

SANTA ANA XALMIMITULCO, PUEBLA, 2007

XOXOCOTLA, MORELOS, 2008

MAZATLÁN, SINALOA, 2012

SAN JOSÉ DEL PROGRESO, OAXACA, 2012

SAN FRANCISCO XOCHICUAUTLA, ESTADO DE MÉXICO, 2012

FUENTE: ASAMBLEA NACIONAL DE AFECTADOS AMBIENTALES

INFOGRAFÍA: CECILIA MARTÍNEZ