

# Secretaría de Energía Tecnología de la Información

## Sensores Remotos

Detección de Venteo de Gas

### EVALUACIÓN DE SENSORES Sensor MODIS

*Informe Octubre 2007*

**Sensor MODIS** (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)

#### INTRODUCCIÓN

MODIS (o espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada) es un instrumento a bordo del satélite **Terra** (EOS AM) y **Aqua** (EOS PM). Terra orbita alrededor de la Tierra de norte a sur pasando a través del ecuador por la mañana, mientras que Aqua pasa de sur a norte sobre el ecuador por la tarde. MODIS Terra y MODIS Aqua cubren toda la superficie de la tierra cada 1 a 2 días, adquiriendo datos en 36 bandas espectrales, o grupos de longitudes de onda.

Debido a las bandas espectrales sobre las cuales toma información, sus aplicaciones más destacadas son el análisis de:

- Cobertura de la tierra
- Aerosoles de la atmósfera
- Nubosidad
- Temperatura de la tierra
- Temperatura de nubes
- Fitoplancton
- Color del océano
- Ozono
- Vapor de agua

Dentro de estas aplicaciones, la de Temperatura de la tierra es la que puede ser de interés para el objetivo que persigue la Secretaría, ya que a partir de ella es que pueden ser detectados los focos de calor. Esta información se ha utilizado ampliamente para la detección de incendios forestales, por lo que MODIS entrega algunos productos en este sentido, siendo uno de ellos el MODIS Thermal Anomalies.

El producto MODIS Thermal Anomalies incluye ocurrencia de incendios (diurnos / nocturnos), la ubicación de incendios, el criterio lógico utilizado para la selección de incendios, y un cálculo de la energía para cada incendio. El producto Level 3 Daily fire incluye datos de 8 días separados detallando para cada píxel el nivel de confianza de que sea un incendio. Se debe tener en cuenta que la resolución especial usada es de 1 km. Aún así, debido a la alta sensibilidad de los sensores, pueden ser detectados incendios, o puntos calientes, mucho menores a esta resolución, dependiendo ello de la energía emitida por el foco caliente.

Los productos que se entregan en este sentido son:

<b>Product Name</b>	<b>Terra Product ID</b>	<b>Aqua Product ID</b>
1) Thermal Anomalies/Fire Daily L3 Global 1km	<a href="#">MOD14A1</a>	<a href="#">MYD14A1</a>
2) Thermal Anomalies/Fire 8-Day L3 Global 1km	<a href="#">MOD14A2</a>	<a href="#">MYD14A2</a>
3) Thermal Anomalies/Fire 5-Min L2 Swath 1km	<a href="#">MOD14</a>	MYD14

### **Descripción del producto**

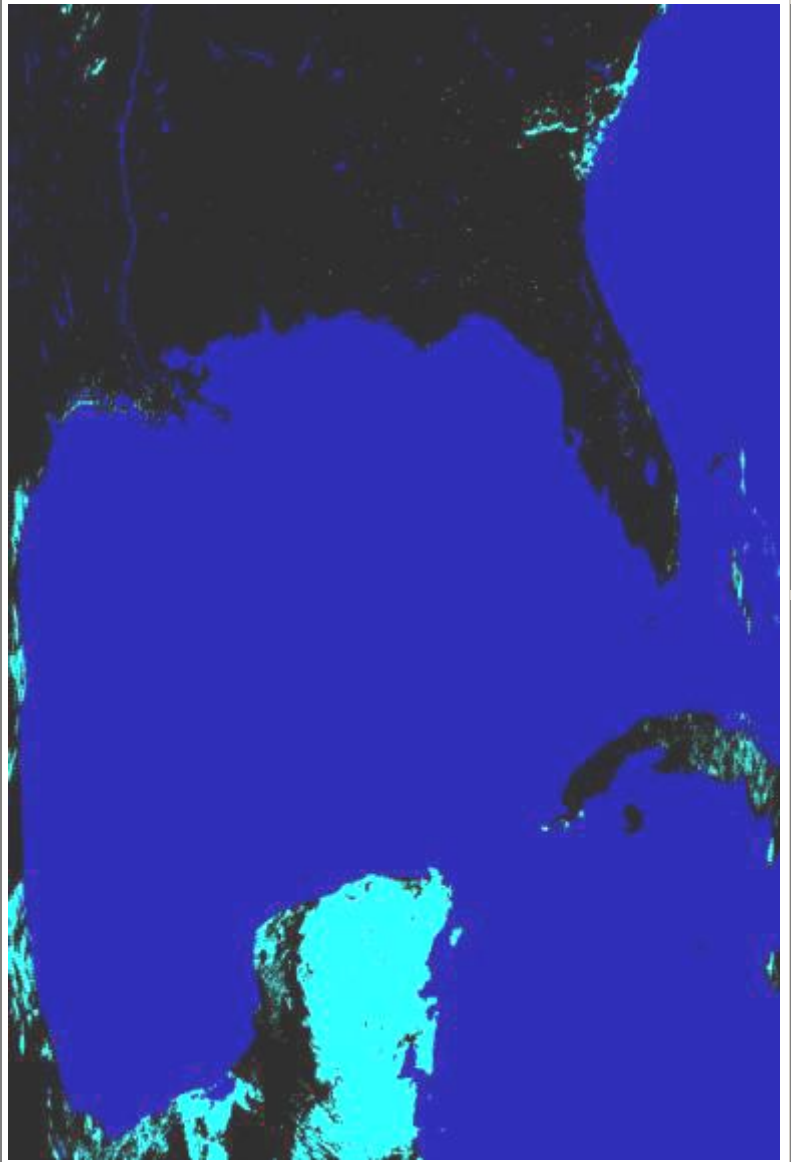
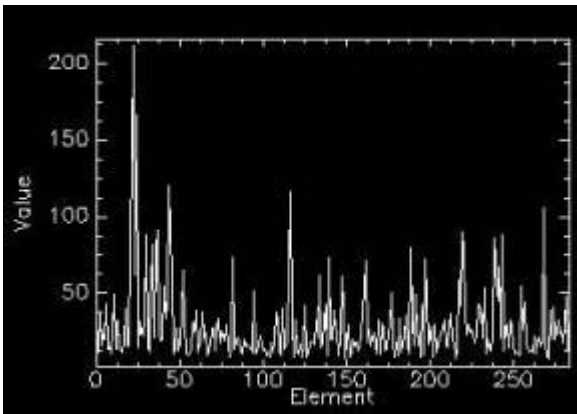
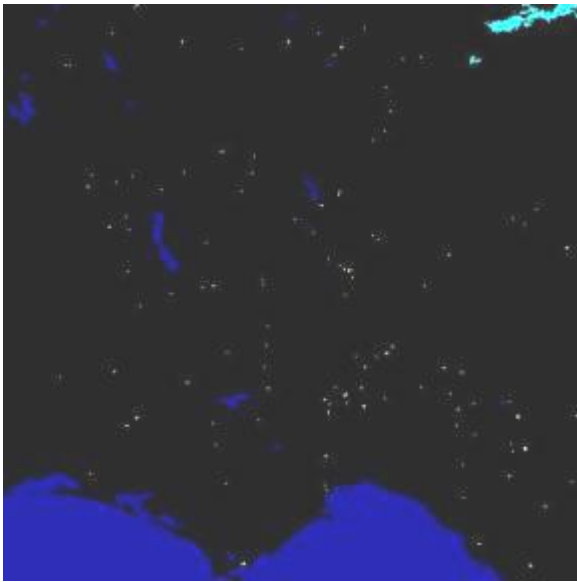
MODIS Thermal Anomalies/Fire es derivado de la radiancia de las bandas correspondientes a 4 micrómetros (Infrarrojo Medio) y 11 micrómetros (Infrarrojo Térmico). La estrategia de detección está basada en la detección absoluta de incendios (cuando estos tienen la energía suficiente), y en la detección relativa (cuando el valor del píxel, eliminando la reflexión del sol, es mayor a lo normal para esa superficie, y en relación a su entorno). En la detección de incendios es muy común el alto número de falsas alarmas, por lo que se aplican diversos ensayos para eliminar el brillo del sol y las líneas de costas, situaciones que generalmente generan falsas alarmas.

MOD14A1 se genera cada 8 días en una resolución de 1 km como una grilla, proyección Sinusoidal. En este producto se informa: Mascara de incendios (fire-mask 1D) y una potencia de radiación máxima del incendio (maximum fire-radiative-power 2D). Por lo tanto, el archivo contendrá una máscara de incendio con 8 bandas secuenciadas (una por cada día).

El instrumento MODIS Terra adquiere datos dos veces al día (10:30 AM y PM), al igual que el Aqua MODIS (2:30 PM y AM), por lo cual constituyen 4 tomas de datos.

La Version 5 MODIS / Terra producto Thermal Anomalies/Fire son validados en una Fase 1, lo que significa que la precisión se ha estimado utilizando un pequeño número de mediciones independientes obtenidos a partir de determinados lugares y períodos de tiempo y un programa de actividades de verdad de campo.

A continuación se describen cada uno de los tres productos:



<b>Data</b>	<b>Characteristics</b>
Area: ~2330 x 1300 kilometers	
Dimensions: 2030 x 1354 rows/columns	
File Size: ~0.4 MB	
Resolution: 1 kilometer	
Projection: None (swath data)	
Fire Mask Data Type: 8-bit unsigned integer	
Data Format: HDF-EOS	
Science Data Sets (SDS HDF Layers): <a href="#">23</a>	
Dimensions: 3 ( row x column x <a href="#">Fire Pixel Table</a> )	

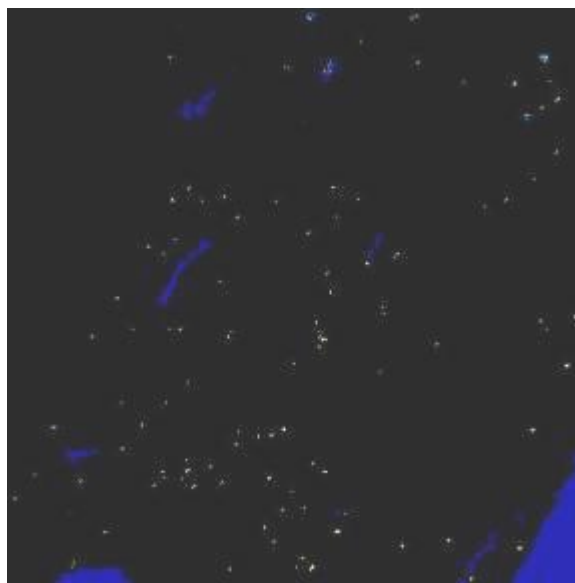
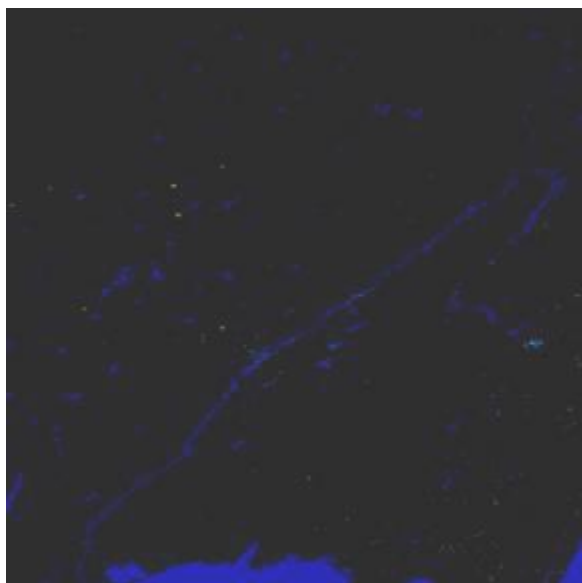
Esta imagen fue creada a partir de MODIS level-2 datos de incendios adquiridos el 8 de Marzo de 2007.

Las áreas azules corresponden a cuerpos de agua, cyan (turquesa) son nubes, amarillos son los puntos de incendios y negro continente.

La imagen de arriba a la izquierda corresponde a un sector de la primer imagen, donde se pueden observar mejor los puntos de incendios.

La imagen de abajo a la izquierda es un grafico en megawatts de la potencia radiativa de los incendios o focos de calor (Fire Radiative Power o FRP), reportados por 283 puntos.

### V005 MOD14A1: Información de Calidad

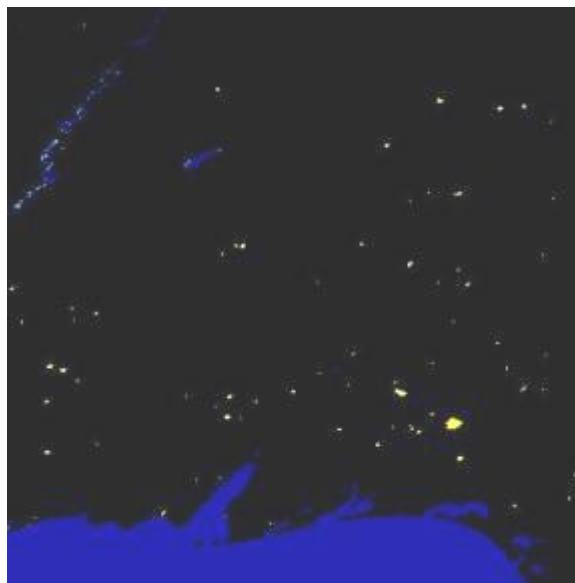
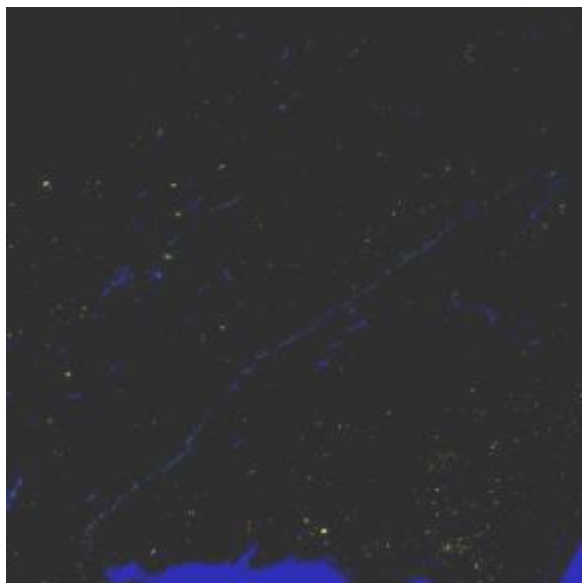


#### Data Characteristics

Area: ~10 degrees x 10 degrees  
Dimensions: 1200 x 1200 rows/columns  
File Size: ~0.5 MB  
Resolution: 1 kilometer  
Projection: Sinusoidal  
Fire Mask Data Type: 8-bit unsigned integer  
Data Format: HDF-EOS  
Science Data Sets (SDS HDF Layers):  
[4 + Vdata table](#)  
Dimensions: 3 ( row x column x day)

Las imagenes anteriores muestran las áreas incendiadas para un sector del sur de Estados Unidos ocurridos el 8 de Marzo de 2007, a partir del producto MOD14A1. Usando el Producto Fire Mask, se puede enmascarar cuerpos de agua en azul e incendios en puntos amarillos. La imagen de la izquierda es un zoom de la imagen de la derecha.

### V005 MOD14A2: Información de Calidad



#### Data Characteristics

Area: ~10 degrees x 10 degrees  
Dimensions: 1200 x 1200 rows/columns  
File Size: ~0.04 MB  
Resolution: 1 kilometer

La imagen de arriba corresponde a la composición de 8 días de incendios (6 al 13 de Marzo de 2007), en el Sur de Estados Unidos. Usando el producto MOD14A2 se pueden ver en amarillo los puntos de incendios y en azul los

Projection: Sinusoidal  
Fire Mask Data Type: 8-bit unsigned integer  
Data Format: HDF-EOS  
Science Data Sets (SDS HDF Layers):

cuerpos de agua.

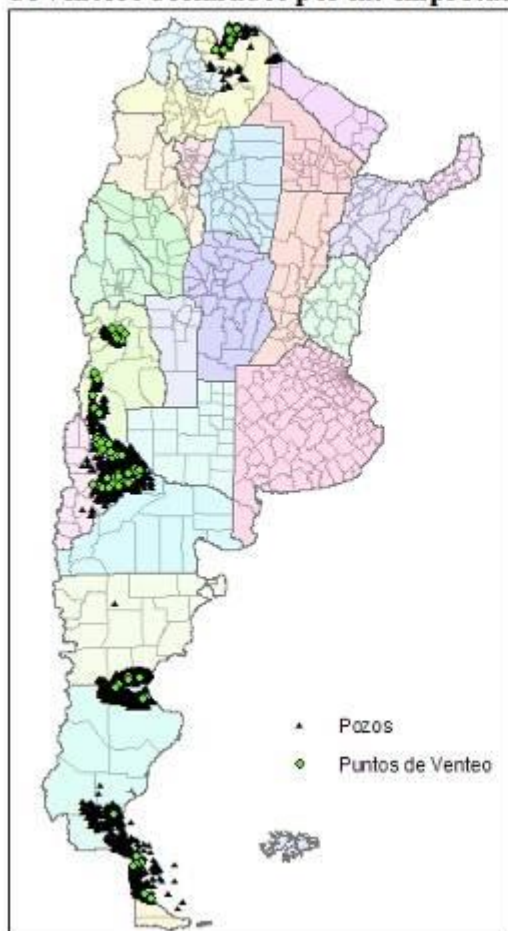
## APLICACIÓN DE LOS DATOS

Además de la información presentada, la NASA creó el FIRMS (**Fire Information for Resource Management System**), brindando distintos sistemas de alertas de incendios. Uno de ellos es a través de alerta de mail, el cual se configura seleccionando un área de interés. Hecho esto, cada punto anómalo detectado en el área es informado en una tabla por medio de coordenadas geográficas. Informa además el nivel de confianza determinado para el punto, fecha y hora de adquisición y por que satélite fue tomado (Terra o Aqua).

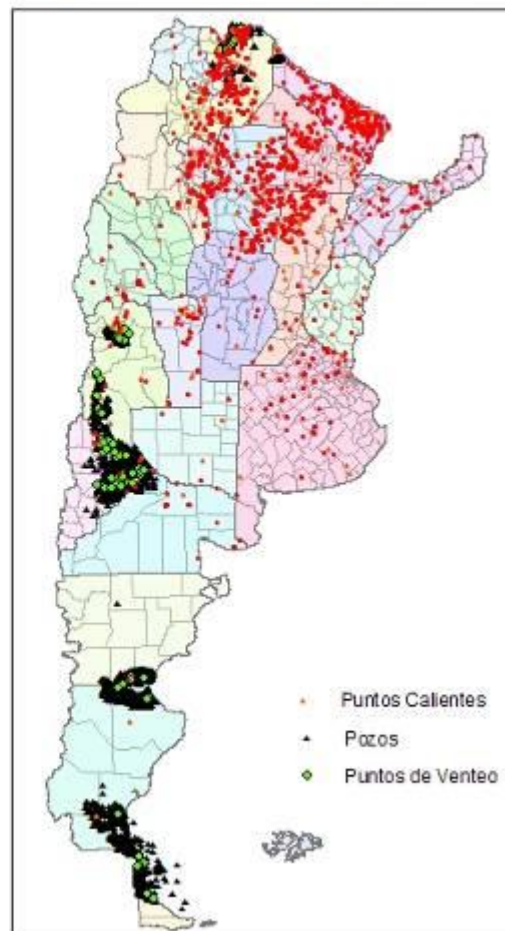
Si bien esta información se recibe preprocesada, constituye una práctica manera de poner a pruebas los datos, los cuales serán más profundamente analizados en caso de comprobarse su utilidad.

De esta manera, a partir del 18 de octubre de 2007 se comenzó a recibir dicha información, a fin de evaluar los sitios donde eran declarados los incendios.

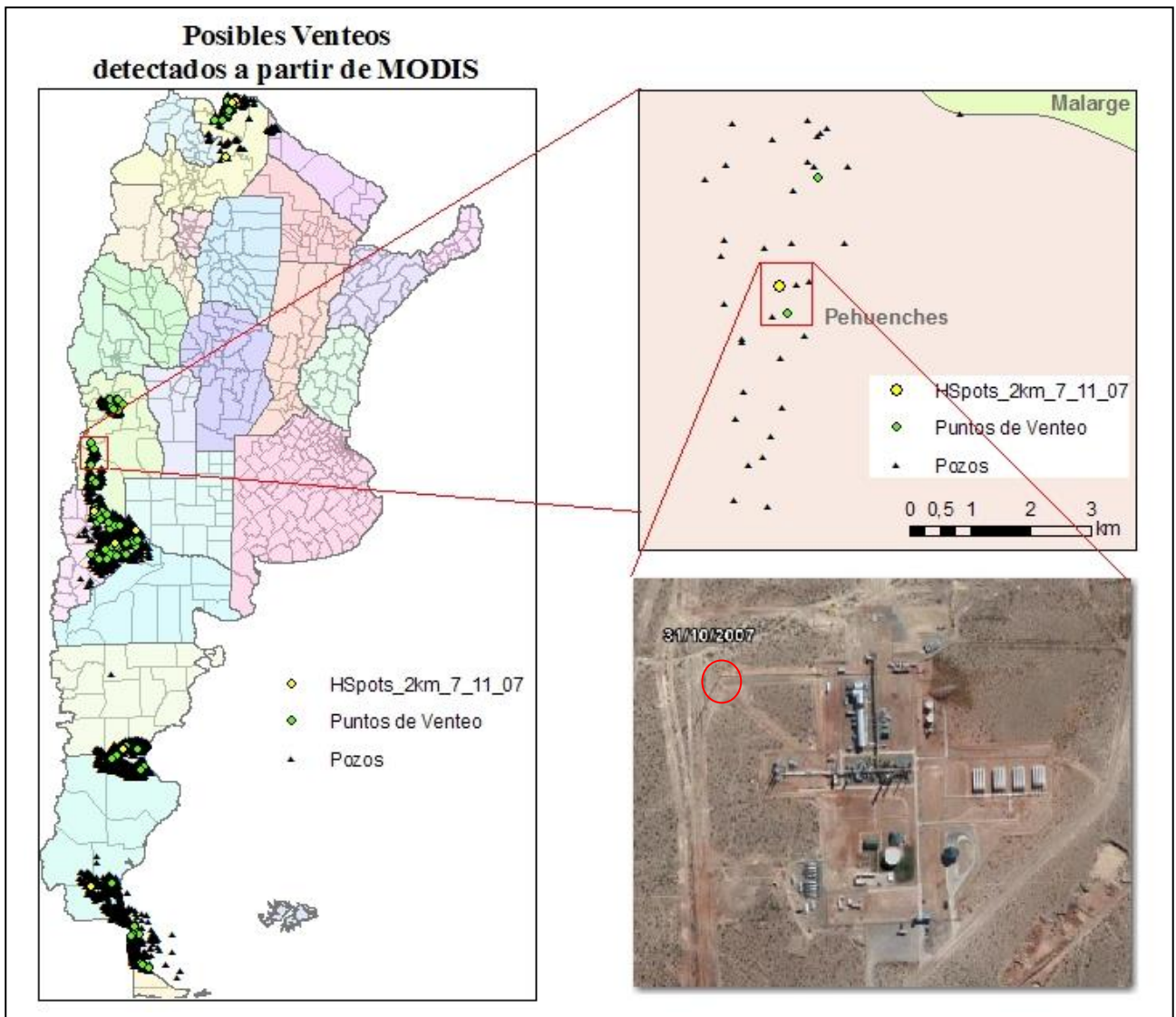
**Distribución de pozos y puntos de venteo declarados por las empresas**



**Distribución de Incendios  
Período 18-oct-07 al 07-nov-07**



A partir de esta información se seleccionaron todos aquellos puntos calientes que se encontraban a menos de 2000 metros de un Pozo de petróleo. Esta distancia se estimó en base al tamaño del píxel con el cual es detectado el Punto Caliente (1 km) y el error de georreferenciación propio de las imágenes satelitales (aproximadamente 1 píxel = 1 Km). El siguiente mapa es el que se obtuvo.



Se puede observar en el gráfico anterior la imagen de Google Earth (alta resolución) que el punto de venteo (chimenea) y el punto detectado están muy próximos, por lo que constituye una información contundente. A esto se agrega que como información anexa del punto detectado como Punto Caliente tiene un nivel de confianza de 100 %. A continuación se presenta una imagen con mayor detalle:



Punto de Venteo Declarado	Punto detectado																																																																						
<p>Location: -69,656500 -37,160000 Decimal Degrees</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Field</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>FID</td><td>42</td></tr> <tr><td>Shape</td><td>Point</td></tr> <tr><td>OBJECTID</td><td>43</td></tr> <tr><td>IDPV</td><td>27082494</td></tr> <tr><td>PV</td><td>OESTE-EPT-BR-MGF GLP Vteo Compresora-EPn B/A Mza-1</td></tr> <tr><td>TIPOPV</td><td>MECHERO</td></tr> <tr><td>PROCD</td><td>PLANTA COMPRESORA</td></tr> <tr><td>PROCDDET</td><td>PTA COMPRESORA DE GAS EPN-2</td></tr> <tr><td>OPERADOR</td><td>YPF SA</td></tr> <tr><td>LAT</td><td>-37,16</td></tr> <tr><td>LON</td><td>-69,6565</td></tr> <tr><td>Z</td><td>815</td></tr> <tr><td>ZTYPE</td><td>Nivel del terreno</td></tr> <tr><td>ZREF</td><td>Cota</td></tr> <tr><td>XORIG</td><td>0</td></tr> <tr><td>YORIG</td><td>0</td></tr> <tr><td>SISREF</td><td></td></tr> <tr><td>OBSERVA</td><td></td></tr> <tr><td>NOTA</td><td>0</td></tr> <tr><td>CD</td><td>0</td></tr> <tr><td>VDESDE</td><td>05/10/2007</td></tr> <tr><td>VHASTA</td><td>&lt;null&gt;</td></tr> <tr><td>FPROCESO</td><td>08/10/2007</td></tr> <tr><td>EMPFUEENT</td><td>YPF</td></tr> <tr><td>ACTIVO</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Field	Value	FID	42	Shape	Point	OBJECTID	43	IDPV	27082494	PV	OESTE-EPT-BR-MGF GLP Vteo Compresora-EPn B/A Mza-1	TIPOPV	MECHERO	PROCD	PLANTA COMPRESORA	PROCDDET	PTA COMPRESORA DE GAS EPN-2	OPERADOR	YPF SA	LAT	-37,16	LON	-69,6565	Z	815	ZTYPE	Nivel del terreno	ZREF	Cota	XORIG	0	YORIG	0	SISREF		OBSERVA		NOTA	0	CD	0	VDESDE	05/10/2007	VHASTA	<null>	FPROCESO	08/10/2007	EMPFUEENT	YPF	ACTIVO	1	<p>Location: -69,657805 -37,155722 Decimal Degrees</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Field</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>FID</td><td>7</td></tr> <tr><td>Shape</td><td>Point</td></tr> <tr><td>LATITUDE</td><td>-37,156</td></tr> <tr><td>LONGITUDE</td><td>-69,658</td></tr> <tr><td>CONFIDENCE</td><td>100</td></tr> <tr><td>ACQDATE</td><td>31/10/2007</td></tr> <tr><td>TIME</td><td>335</td></tr> <tr><td>SATELLITE</td><td>T</td></tr> </tbody> </table> <p>Satelite MODIS/Terra Pasada 03:45 am (pasada nocturna)</p>	Field	Value	FID	7	Shape	Point	LATITUDE	-37,156	LONGITUDE	-69,658	CONFIDENCE	100	ACQDATE	31/10/2007	TIME	335	SATELLITE	T
Field	Value																																																																						
FID	42																																																																						
Shape	Point																																																																						
OBJECTID	43																																																																						
IDPV	27082494																																																																						
PV	OESTE-EPT-BR-MGF GLP Vteo Compresora-EPn B/A Mza-1																																																																						
TIPOPV	MECHERO																																																																						
PROCD	PLANTA COMPRESORA																																																																						
PROCDDET	PTA COMPRESORA DE GAS EPN-2																																																																						
OPERADOR	YPF SA																																																																						
LAT	-37,16																																																																						
LON	-69,6565																																																																						
Z	815																																																																						
ZTYPE	Nivel del terreno																																																																						
ZREF	Cota																																																																						
XORIG	0																																																																						
YORIG	0																																																																						
SISREF																																																																							
OBSERVA																																																																							
NOTA	0																																																																						
CD	0																																																																						
VDESDE	05/10/2007																																																																						
VHASTA	<null>																																																																						
FPROCESO	08/10/2007																																																																						
EMPFUEENT	YPF																																																																						
ACTIVO	1																																																																						
Field	Value																																																																						
FID	7																																																																						
Shape	Point																																																																						
LATITUDE	-37,156																																																																						
LONGITUDE	-69,658																																																																						
CONFIDENCE	100																																																																						
ACQDATE	31/10/2007																																																																						
TIME	335																																																																						
SATELLITE	T																																																																						

## CONCLUSIONES

- La metodología empleada muestra que pueden ser detectados posibles Puntos de Venteos a partir de imágenes MODIS.
- Si bien el caso presentado es contundente, en los casos restantes no siempre se contó con imágenes de alta resolución para corroborar el sitio donde es detectado el Punto Caliente, o bien, no fue posible reconocer una planta de tratamiento o chimenea.
- Los puntos detectados como Puntos Calientes que se encuentran a menos de 2 km de un pozo requieren ser corroborados con información anexa para poder determinarlos como Puntos de Venteo, constituyendo un sitio y momento altamente probable de venteo.
- La información anexa necesaria (deseable) para corroborar los Puntos de Venteo estaría formada por: imagen satelital del mismo momento (o lo mas próximamente posible) de otro tipo de satélite, imágenes de alta resolución (QuickBird, pancromático), o producto satelital similar, datos de confiabilidad del punto detectado, declaración jurada de la empresa, información de campo del momento de venteo.
- También se puede destacar que las pasadas nocturnas de los satélites son de mayor peso debido a la confiabilidad que presentan. Esto es de esperar ya que de noche son más fácilmente detectables puntos de calor.
- A fin de poner a punto una metodología consistente y operacional se analizaran también otros sistemas sensores de similares características (NOAA-AVHRR)

## REFERENCIAS

- <http://modis-fire.umd.edu/>
- <http://modis-land.gsfc.nasa.gov/fire.htm>
- <http://maps.geog.umd.edu/firms/>
- <http://www.geog.umd.edu/>
- Dozier, J., 1981, A method for satellite identification of surface temperature fields of subpixel resolution. *Remote Sensing of Environment*, 11:221-229.
- Giglio, L., Descloitres, J., Justice, C. O., and Kaufman, Y., 2003, An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 87:273-282.
- Matson, M., and Dozier, J., 1981, Identification of subresolution high temperature sources using a thermal IR sensor. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 47:1311-1318.
- Roy D.P., Lewis P.E., Justice C.O., 2002, Burned area mapping using multi-temporal moderate spatial resolution data - a bi-directional reflectance model-based expectation approach. *Remote Sensing of Environment*, 83:263-286.