

**Secretaría de Energía
Tecnología de la Información**

Sensores Remotos

*Informe General de Avance
10 de Julio de 2008*

INDICE

1. Introducción	- 3 -
2. Objetivos del Área Sensores Remotos.....	- 4 -
Generales:.....	- 4 -
Específicos:	- 4 -
3. Avances del área Sensores Remotos	- 5 -
3.1. Plan de actividades	- 5 -
4.1. Gestiones, Contactos y Convenios realizados.....	- 5 -
4.2. Evaluación de Sensores	- 6 -
4.2.1. Desarrollo en Venteo y Quema de Gas	- 7 -
4.2.2. Desarrollo en Derrames de Petróleo en Mar Argentino.....	- 11 -
4.2.2.1. Generalidades	- 11 -
4.2.2.2. Avances	- 11 -
4.2.3. Desarrollo en Venteo de Gas <i>sin</i> quemar	- 12 -
4. Balance y Requerimientos del Área.....	- 12 -
4.1. Emergencias ocurridas 2007 - 2008	- 12 -
4.2. Consideraciones finales.....	- 13 -

1. Introducción

El incremento de la demanda energética que atraviesa nuestro país en estos últimos años debido al aumento de la actividad industrial y demográfica, motivó a esta oficina a buscar una alternativa para mejorar nuestro actual sistema de gestión y control sobre la explotación de Petróleo y Gas en la Republica Argentina.

Dadas las características propias de nuestro país en general, (extensión relieve climas, etc.) y de la actividad petrolera en particular, (ubicación, acceso, distribución etc) hacen que la evaluación con métodos tradicionales se dificulte siendo poco efectiva y antieconómica.

Por tal motivo, luego de evaluar distintas alternativas, una de las más prometedoras, de amplia difusión dando excelentes resultados en varios países, es la evaluación mediante "sensores remotos", entendiéndose por tales: Imágenes Satelitales Ópticas, Imágenes Satelitales Radar, Fotografías Aéreas, información vectorial etc. Todo esto apoyado por un sólido soporte de bases de datos e información vectorial con el cual contamos en Tecnología de la Información.

Debido a esto surge la necesidad de crear a mediados del 2007 el Área de Sensores Remotos dentro del sector de Tecnología de la Información con el objetivo concreto de desarrollar una metodología que permita modernizar y dinamizar nuestro actual sistema de fiscalización de la industria petrolera.

Las problemáticas que incentivan la creación del área y sobre las cuales se centraran los estudios y propuestas, se numeran según orden de prioridad en el cuadro siguiente:

Prioridad	Problemáticas
1	Venteo y quema de Gas en cuencas petrolíferas
2	Derrames de petróleo en el mar Argentino
3	Venteo de Gas sin quemar

2. Objetivos del Área Sensores Remotos

Generales:

- Desarrollar y probar metodologías de evaluación y control de la actividad Petrolera, basando las mismas en la utilización de imágenes satelitales.
- Poner en practica estas metodologías, a fin de mejorar y dinamizar la fiscalización que lleva a cabo la Secretaría de Energía, en lo referente a Detección de Venteo y Quema de Gas, Derrames de Petróleo en el mar Argentino y Venteo de Gas sin Quemar.
- Colaborar con información para el cumplimiento de uso racional de un recurso natural estratégico no renovable como es el petróleo.
- Posibilitar la obtención y generación de información fidedigna de grandes áreas en lapsos de tiempo razonables dinamizando la fiscalización, toma de decisiones y generación de políticas futuras
- Generar a largo plazo un sub-sector de investigación que este al servicio de la Secretaria de Energía desarrollando y generando metodologías concretas de evaluación, fiscalización y control proveyéndole a la misma las herramientas necesarias para resolver futuras contingencias.

Específicos:

- Desarrollar métodos de detección según orden de prioridad:
 - **Venteo y quema de Gas en cuencas petrolíferas**
 - **Derrames de petróleo en el mar Argentino**
 - **Venteo de Gas sin quemar**
- Diseñar y poner en marcha un sistema de control y monitoreo que permita evaluar los ítems mencionados anteriormente.
- Crear un banco de imágenes Satelitales en la Secretaria de Energía
- Mantener adecuadamente actualizado el sistema de control a fin de garantizar su eficacia y confiabilidad

3. Avances del área Sensores Remotos

3.1. Plan de actividades

En el mes de julio de 2007 se inicio la planificación para el logro de los objetivos específicos planteados según orden de prioridad.

Se estableció un sistema de trabajo con informes de avance mensual y/o bimestral para dinamizar y documentar los resultados obtenidos en cada etapa.

Cabe aclarar que la metodología de desarrollo priorizó la utilización de material gratuito y datos de bajo costo que en esta primera etapa puedan estar al alcance de este sector. A medida que se avance en las líneas de trabajo es posible que surjan metodologías basadas en sensores cuyos datos no sean posibles de conseguir en forma gratuita; en tal caso llegado el momento se evaluará la necesidad de la utilización de los mismos.

Para el desarrollo metodológico se establecieron las siguientes etapas:

- Recopilación y estudio de información (gabinete)
- Organización de la plataforma de trabajo (información vectorial anexa y pequeñas bases de datos) sobre ArcGis 9.2.
- Análisis de distintos sensores remotos (Procesamiento de imágenes, clasificaciones, vectorización, etc.)
- Desarrollo y aplicación de una metodología operativa, en función de los resultados del punto anterior.
- Etapa de validación (corroboración a campo y con información provista por las empresas concesionarias)
- Conclusión. En función de los resultados, elegir definir y diagramar la metodología más adecuada y puesta en funcionamiento de la misma.

3.2. Gestiones, Contactos y Convenios realizados

Contactos con organismos internacionales:

- GGFR (Global Gas Flaring Reduction)
- National Geophysical Data Center (NGDC) de la NOAA (EE.UU.)

Gestiones ante organismos nacionales:

- CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales)
- Prefectura Naval (AIS)

Para mas información véase **Anexo I**.

3.3. Evaluación de Sensores

Como primer paso se analizó el total de datos satelitarios disponibles. Para ello se determinaron algunos criterios de selección:

- Sensores cuya resolución espacial no supere el km de resolución
- Alta frecuencia de tomas de imágenes del mismo punto de la tierra, es decir, alta resolución temporal
- Posibilidad de adquisición de imágenes nocturnas
- Alta sensibilidad en el rango del infrarrojo térmico (para el caso de venteo y quema de gas)
- Sensores con la mayor cantidad de bandas espectrales posible (alta resolución radiométrica)
- Alta disponibilidad y bajo costo de las imágenes.

De acuerdo a los criterios de selección, se realizó un listado de satélites posibles de ser evaluados:

<ul style="list-style-type: none">• <u>Venteo y quema de gas</u>	<ul style="list-style-type: none">○ Satélite Landsat 7 ETM+ nocturno○ Satélite Landsat 5 TM○ Satélite Aqua sensor Modis○ Satélite Terra sensor ASTER○ Satélite NOAA sensor AVHRR○ Satélite Terra sensor Modis○ Satélite SAC-C sensor HRTC nocturno
<ul style="list-style-type: none">• <u>Emisión de metano</u>	<ul style="list-style-type: none">○ Satélite ENVISAT sensor SCIAMACHY
<ul style="list-style-type: none">• <u>Derrames de petróleo</u>	<ul style="list-style-type: none">○ Satelite ENVISAT sensor ASAR○ Satelite SAC-C sensor MMRS

3.3.1. Desarrollo en Venteo y Quema de Gas

Previo a seleccionar los satélites se realizó un análisis de las características de los venteos (forma, tamaño, etc.) y su entorno participando de una reunión con especialistas en el área (Ing. Bassani e Ing Kowalsky) De esta manera se determinó cuales eran las características necesarias que debía tener un satélite a fin de detectar estos puntos de calor:

- Alta revisita (pasadas del satélite periódicas sobre el mismo lugar)
- Capaz de observar pequeños focos de calor
- Capaz de cuantificar la cantidad de energía emitida por el foco de calor

Dado que ningún satélite cuenta *a priori* con todos los requisitos, que todos ellos son afectados por la presencia de nubes y previendo las dificultades de adquisición de imágenes de cualquier sensor a través de CONAE, se realizó una selección del conjunto de satélites que más se ajustaban al objetivo propuesto.

- a) Landsat 5 y 7.
 - b) DMSP (U.S. Air Force Defense Meteorological Satellite Program. Sensor **OLS** (Operational Linescan System)
 - c) NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) Sensor **AVHRR** (Advanced Very High Resolution Radiometer)
 - d) TERRA Sensor **ASTER** (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)
 - e) TERRA / **MODIS** y AQUA / **MODIS** (Moderate resolution Imaging Spectroradiometer)
 - f) Imágenes de alta resolución (**QuickBird, IKONOS, WorldView**)
 - g) En un futuro cercano, a esta lista deberá agregarse un nuevo satélite todavía no operacional, en etapa de calibración, desarrollado por JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) , MOE (Ministry of the Environment) and NIES (National Institute for Environmental Studies) llamado **GOSAT** (Greenhouse Gas Observing Satellite) específicamente desarrollado para la detección de gases efecto invernadero dentro de los cuales se encuentra el METANO, muy interesante para la evaluación de venteos de gas sin quemar.
- a) Como primer paso se evaluó el satélite Landsat ya que es de uso ampliamente difundido, genera información constante y con buen detalle y actualmente es de adquisición gratuita. Las pruebas con dicho satélite resultaron ser insatisfactorias (documentadas en informes) por lo que se concentró el trabajo en la búsqueda de otros sensores satelitales que puedan cumplir con la primera instancia de detección de venteo y quema de gas. Cabe aclarar que si bien se conocía que la vida útil del sensor ya ha sido superada ampliamente, y que no se puede plantear un trabajo a futuro con este satélite, se evaluaron sus características a fin de determinar si eran las correctas para el trabajo planteado.

- b) El satélite DMSP reúne las mejores características respecto al resto de los satélites, y de hecho, uno de los objetivos de su creación fue la detección y cuantificación de venteo de gas alrededor del mundo. Actualmente es utilizado por el Banco Mundial, el cual creó el Global Gas Flaring Reduction (GGFR). Este organismo está formado por países que se comprometen a reducir las emisiones de gas a cambio de capacitación y créditos para lograrlo. A fin de conocer los requisitos para integrar el organismo se establecieron contactos vía mail (los avances en este sentido pueden consultarse en el **Anexo I**). La desventaja de este sensor es que sus imágenes no están disponibles, excepto que se integre el grupo GGFR.
- c) La serie de Satélites NOAA-AVHRR es una de las más antiguas. Debido a sus características fue pensado como satélite meteorológico, aunque luego fue utilizado para evaluación de recursos naturales. Respecto a la utilización para la detección de venteos las pruebas no fueron suficientes. Si bien las imágenes tienen bajo costo o son gratuitas, la adquisición y pre-procesamiento es engorroso como para el desarrollo de una metodología operativa.
- d) Terra-ASTER es un sensor de media-alta definición y muy baja revisita. Estas características si bien lo invalidan para un monitoreo continuo de venteos, puede ser utilizado para un análisis detallado del área donde se encuentran los venteos. De esta manera podría utilizarse para la etapa de validación.
- e) TERRA / **MODIS** y AQUA / **MODIS**

MODIS (o espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada) es un instrumento a bordo del satélite **Terra** (EOS AM) y **Aqua** (EOS PM). MODIS Terra y MODIS Aqua cubre 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 de interés para el objetivo que persigue la Secretaría, ya que a partir de ella es que podrían 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.

Debido a sus características técnicas, adquisición gratuita y versatilidad de los productos generados se comenzó a utilizar desde octubre de 2007, documentando los resultados en informes (**Anexo II**). En cada informe se presenta:

- Ubicación de la anomalía térmica.
- Concesión de Explotación a la que corresponde dicha ubicación.
- Pozos y Sitios de Venteo Declarados más cercanos a la anomalía térmica
- Análisis del área con imágenes de alta resolución (en caso de contar con ella)

Si bien esta metodología tiene sus limitaciones, como ser:

- La presencia de nubes imposibilita la detección de anomalías térmicas sobre el terreno;
- Requiere de una validación en terreno, de lo contrario sólo se puede presentar resultados en términos de probabilidad.
- A pesar de existir una gran cobertura del satélite la órbita por la que pasa cada día no es la misma, y por lo tanto a menudo pueden quedar puntos ciegos.

...los resultados arrojados por esta metodología muestra que las concesiones en las que se han repetido anomalías térmicas son las siguientes (**Anexo II**):

Concesión AGUADA PICHANA
Concesión EL PORTON
Concesión CAMPO BOLEADORAS
Concesión SAN ROQUE
Concesión CENTENARIO
Concesión LOMA LA LATA - S.A. BARROSA

Actualmente esta metodología se encuentra en una etapa avanzada del desarrollo y aplicación. Resta validar los resultados obtenidos con trabajos de campo o imágenes satelitales de alta resolución espacial, las cuales **no son gratuitas** y su costo variara según la concesión y el área de la misma a analizar.

f) Imágenes de alta resolución (**QuickBird, IKONOS, WorldView**)

Estos satélites comparten la característica de tener píxeles submétricos, es decir que pueden identificar elementos menores a un metro. Poseen visión lateral, que les permite

acudir a un mismo sitio cada un día y medio. Como desventaja presentan el alto costo para la adquisición de una imagen (**aproximadamente USD 19 por Km², con un mínimo de 25 Km².**), aunque comparado con un vuelo fotogramétrico (material homólogo) es económico.



g) GOSAT (Greenhouse Gas Observing Satellite)

Se trata de un satélite con la finalidad de realizar observaciones de los gases efecto invernadero, cuyo componente principal es un interferómetro que ha sido fabricado en Québec por la empresa *ABB Analytique*

Es el primer satélite de este tipo y su potencialidad es prometedora, si todo sale bien en el lanzamiento y puesta a punto de este satélite, posiblemente abra un campo nuevo en el desarrollo de metodologías de detección de gases efecto invernadero.

Este sensor en nuestro caso en particular, podría generar un nuevo campo de trabajo en el desarrollo y prueba de metodologías económicas en la **detección de Metano de pozos que ventean sin quemar el gas.**

3.3.2. Desarrollo en Derrames de Petróleo en Mar Argentino

3.3.2.1. Generalidades

Los derrames de petróleo en el mar son eventos que ocurren a diario y que generalmente se informan en el momento en que se encuentran sobre la costa y las consecuencias son irreversibles o requieren de un gran trabajo de saneamiento. En muchos casos las causas provienen de los buques de alta mar (petroleros) que para lavar los tanques de almacenamiento vierten los desechos (hidrocarburos) en aguas abiertas. En otros casos accidentes, maniobras de cargas de petróleo o roturas de oleoductos submarinos son las causas de estas manchas.

Si bien existen acciones de contingencias en casos de presencia de manchas de hidrocarburos, en algunos casos los sensores remotos puede ayudar a prevenir las consecuencias realizando alertas tempranas del evento.

Los sistemas sensores generalmente utilizados en estos casos son RADAR (**R**adio **D**etection and **R**anging), que permiten observar la rugosidad de la superficie del mar. Una mancha de petróleo sobre el agua genera una película que cubre un área determinada, atenuando el oleaje. Aunque esta no es la única causa de atenuación del oleaje del mar, existen posibilidades de poder diferenciar una mancha de petróleo de otros tipos de atenuaciones de oleaje (viento, cambios de dirección de mareas, tormentas, etc.) dependiendo ello de la magnitud del derrame y condiciones del mar.

Una de las ventajas del RADAR es que debido a la longitud de onda en la que trabaja no se ve afectados por la presencia de nubes. Ello permite tomar imágenes de la superficie casi en cualquier estado meteorológico del tiempo.

En la actualidad, si bien existen una gran cantidad de sensores RADAR en órbita, no están disponibles radares con alta periodicidad, como para acudir a imágenes en el momento de una emergencia. Lamentablemente debe coincidir el momento de pasada del satélite con el evento. Si bien hay numerosos trabajos realizados en este sentido, el tiempo de revisita del satélite y la disponibilidad restringida de las imágenes no permiten generar una metodología operativa en el tiempo.

Otro material satelital que puede ser utilizado son las imágenes de alta resolución de satélites como IKONOS, QuickBird o WorldView. La alta resolución de estos satélites (comparables al de una fotografía aérea) permitiría en algunos casos analizar manchas de petróleo en el mar, pero su alto costo obliga a analizar la relación costo/beneficios y magnitud del evento.

3.3.2.2. Avances

Respecto a los avances en este sentido se realizaron gestiones con CONAE, las cuales coinciden con los avances en el tema de venteos (**Anexo I**, notas enviadas a CONAE). Si bien existen algunas imágenes radar disponibles en CONAE que podrían solicitarse, no se cuenta con información de referencia con la cual contrastar lo observado en la imagen, es decir, no existe información acerca de presencia de una mancha de petróleo en el momento de la toma de la imagen. En el caso del derrame ocurrido en Caleta Córdova no existió una imagen radar disponible en el momento del evento, además de tratarse de un derrame de pequeñas dimensiones (difícil de detectar) en un área crítica.

Debido a los inconvenientes encontrados en este caso, se realizaron gestiones ante Prefectura Naval Argentina, quien ha desarrollado el Servidor Nacional AIS. De las siglas en

inglés, Automatic Identification System o en español Sistema de Identificación Automática, es un sistema complementario de ayuda a la navegación que se integra a los sistemas que forman parte de los VTS (Vessel Traffic System). Sencillamente explicado, son tres los componentes principales, un receptor de GPS, un transceptor de VHF y una computadora, en donde el receptor de GPS recibe en forma precisa la información de posicionamiento, la computadora procesa dicha información (junto a la de otros equipos y sensores de abordo) y los transmite mediante el transceptor.

La información así generada se vuelca sobre un Sistema de Cartas Electrónicas de modo tal que todo buque dentro de área tiene un conocimiento preciso acerca de su entorno. De esta manera Prefectura puede conocer la ubicación precisa de cada embarcación en un momento dado.

Con el fin de adquirir dicha información a cambio de servicios que pudiera brindar la oficina de Tecnología de la Información a Prefectura, se solicitó mediante nota al Prefecto General Bourilhon el acceso a la misma.

Lamentablemente, y a pesar de haber solicitado la información avalada por el Subsecretario de combustibles, no se ha logrado hasta la fecha acordar con dicho organismo (se adjuntan en el **Anexo I**).

Por este motivo el tema de derrames de petróleo aún se encuentra en la fase preliminar de análisis de Sensores Remotos disponibles.

3.3.3. Desarrollo en Venteo de Gas *sin* quemar

Debido a el orden de prioridad de los temas presentados y la escasa disponibilidad de sensores aptos para dicha aplicación, el tema Venteos sin quema de gas no se ha abordado de manera exhaustiva. El mismo se desarrollará en etapas más avanzadas de los dos temas anteriormente descriptos.

4. Balance y Requerimientos del Área

3.1. Emergencias ocurridas 2007 - 2008

Derrame de petróleo en Caleta Córdova:

El 25 de diciembre fue de público conocimiento un derrame de petróleo que afectó las costas de Caleta Córdova, Chubut, causando serios problemas en su ecosistema. Notificados del hecho se comenzó a trabajar en la evaluación y cuantificación de daños. Luego de un análisis de gabinete se solicitó en forma urgente a CONAE imágenes de alta resolución de la zona (óptico – radar) ya que la magnitud del evento en ese momento se reducía a unos pocos km². Lamentablemente por distintas razones no se pudo acceder a dicho material para la generación de un ágil informe de relevamiento de lo acontecido.

Debido a la importancia de la emergencia se confeccionó un informe básico (Anexo III) basado en el procesamiento de información gratuita adquirida vía web (<http://glovis.usgs.gov/>)

Cabe destacar que para responder a emergencias de este tipo en forma rápida se requiere contar con imágenes de alta resolución, imágenes radar, programación de tomas, etc., que no son gratuitas.

Incendio cercano a pozos en Tres Picos, Santa Cruz:

En el mes de abril se produjo un gran incendio de pastizales cercano a la localidad de Tres Picos y muy próximo a pozos de petróleo. Al notificarse al sector del hecho se comenzó a trabajar en el tema con el objetivo de delimitar el área afectada. Dado que este tipo de eventos es estudiado con imágenes ópticas, las cuales se ven afectadas por las condiciones meteorológicas, no fue posible relevar el área debido a la presencia de nubes durante un largo período de tiempo.

En estos casos la solución es un relevamiento a campo y posterior trabajo de gabinete.

Incendio en el Delta del Río Paraná:

Con el objeto de testear metodologías, se realizó un relevamiento básico sobre los incendios del Delta donde se pudo diferenciar usando imágenes de acceso gratuito (MODIS, Landsat) focos de altas temperatura de las áreas de pastizal quemado, obteniendo muy buenos resultados.

También en este caso sería de gran importancia un estudio de campo para corregir y avalar los resultados obtenidos

3.2. Consideraciones finales

En lo que respecta a evaluación de emergencias, la obtención de resultados en forma rápida queda comúnmente supeditada a los fondos con que se cuenta para la elección del sensor más adecuado y oportuno, y la realización de trabajos de campo.

Por tal motivo según la prioridad que considere la Secretaría De Energía que se le debe dar a cada evento determinará la metodología afectada al análisis y obviamente los resultados obtenidos.

Empresas proveedoras de imágenes satelitales

ENGESAT (Brasil)

<http://www.engesat.com.br/>

Email: engesat@engesat.com.br , ventas@engesat.com

Landsat
IRS
CIBERS
ALOS
IKONOS

INFOSAT (Argentina)

Representante de Digital Globe

<http://www.infosat.com.ar/imagenes.htm>

Imágenes:
QuickBird
IKONOS
WorldView 1
Radarsat

Se adjunta respuesta de Infosat al solicitarle un presupuesto a modo de tener como referencia.

Mensaje de respuesta ante la solicitud de imágenes QuickBird

Nuestra modalidad es entregar los valores de las imágenes por medio de una cotización oficial. Sin embargo, puedo adelantarle algunos valores estimativos.

El costo del km² es de aproximadamente **10 USD** siendo 25 km², la superficie mínima de adquisición en toma de archivo. De tratarse de una Toma Nueva, la superficie mínima es de 64 km² y el costo es de alrededor de **19 USD / km²**.

Imágenes QuickBird

	De Archivo (mínimo 25 km ²)	Toma nueva Programada (mínimo 64 km ²)
Costo del km ² Dólares	10 Dls/ km ²	19 Dls/ km ²