

GESTION DE LOS DATOS DE LA CAMPAÑA DE VIGILANCIA DEL AIRE EN LA REGION DEL GOLFO

Por Julie A. HAGGERTY, David B. JOHNSON y Darrel G. BAUMGARDNER*

Introducción

Tras la Guerra del Golfo, a principios de 1991, los campos de petróleo de Kuwait fueron destruidos e incendiados. Se temió que el humo y el petróleo emitido por más de 600 pozos petrolíferos incendiados amenazase a la salud pública, dañase al medio ambiente y afectase al clima regional o mundial. Se comenzó un proyecto internacional bajo el liderazgo de la Organización Meteorológica Mundial para vigilar los efectos del humo y de los incendios en el medio ambiente. Participaron en esta acción muchas instituciones científicas de Norteamérica, Oriente Medio, Europa y Japón enviando investigadores a la zona afectada.

En marzo de 1991 comenzaron campañas intensivas de medida; la vigilancia de los efectos atmosféricos continuó hasta después de que todos los incendios se apagaron en noviembre de 1991. La vigilancia incluyó medidas desde tierra y desde aviones, así como estudios de modelización y datos de satélites (OMM, 1991). En varios puntos se midieron la composición química del humo, las propiedades ópticas y la dispersión. Se utilizaron predicciones de modelos de dispersión de penachos para planificar experimentos y para anticipar los posibles riesgos para la salud. Se utilizaron imágenes de satélite de gran resolución para seguir visualmente a los penachos.

El carácter internacional de este programa, el breve lapso de tiempo en que se organizó y la naturaleza interdisciplinaria del fenómeno contribuyeron a que la gestión posterior de los datos supusiera un reto especial. Para un análisis eficaz y puntual de los datos se requería un sistema de gestión que proporcionase pleno acceso a la colección primaria de datos. Además, ese sistema debería proporcionar necesariamente datos en

forma digital, reflejando el uso cada vez mayor de los ordenadores en todo el mundo para estudios ambientales. La OMM reconoció la necesidad de un centro moderno de archivo de datos que facilitase la distribución de los datos a los investigadores de muchos y diferentes campos. En el verano de 1991 se seleccionó al National Center for Atmospheric Research (NCAR) como centro de archivo. Bajo el patrocinio de la OMM, un cursillo práctico definió los objetivos del proyecto de archivo y determinó los conjuntos de datos a incluir (Baumgardner y Friesen, 1991). Las secciones siguientes informan de los trabajos que siguieron al cursillo, incluido el diseño y la puesta en práctica del sistema de gestión de datos, la confección del inventario de datos y la utilización del sistema.

Estructura del sistema de archivo y gestión de datos

El Archivo de Datos de Kuwait (ADKu) se diseñó como almacén de todas las medidas atmosféricas especiales que se hicieron durante los incendios de los pozos de petróleo, junto con las medidas de satélite y las de superficie rutinarias disponibles. También se incluyeron los datos complementarios que describen las emisiones de petróleo y de humo, los incendios y el terreno circundante. La finalidad global de este proyecto era la de recopilar un archivo digital que fuese accesible a los investigadores de disciplinas variadas. Los objetivos específicos eran conseguir los conjuntos pertinentes de datos; archivar dichos datos en un lugar centralizado, proporcionar el acceso en línea a los metadatos (la información que describe los datos) para todos los usuarios, distribuir los datos en forma digital a petición y proporcionar el soporte lógico para

* National Center for Atmospheric Research (NCAR) P.O. Box 3000, Boulder, CO 80307, EE.UU.
Telephone: (303) 497-1029. Fax: (303) 497-1092 Internet: kudastaff @ kuda. atd. ucar. edu. Omnet: ncar. raf.
El NCAR está financiado por la National Science Foundation de los EE.UU.

leer los datos.

Estos objetivos se cumplieron en un periodo de tiempo relativamente corto. Al construir un sistema de dos componentes (figura 1), se ha proporcionado acceso en línea a los metadatos y se ha establecido un mecanismo para obtener datos. Una de las componentes, el visor de los metadatos, es un sistema de programas que permite la lectura interactiva de metadatos y el envío de órdenes de datos utilizando un sistema de gestión de bases de datos relacionales (DBMS). La otra componente es el propio archivo de datos, que reside en el archivo central de datos del NCAR. Conjuntamente, las componentes de este sistema satisfacen el objetivo general del proyecto.

El visor de metadatos

El visor de metadatos se construyó utilizando la aplicación comercial DBMS (Empress, 1990). Una interfaz gráfica de usuario presenta los metadatos almacenados en tablas de bases de datos que le permiten al usuario realizar búsquedas en el inventario de datos. Las búsquedas en el inventario se pueden realizar especificando la localización, la hora, el tipo de dato, el parámetro, la institución o la plataforma de medida. Las órdenes para conjuntos de

datos específicos se pueden cursar inmediatamente usando el software del visor de metadatos.

La figura 2 muestra el menú principal del visor de metadatos, en el que se dispone de varias opciones. La primera opción de la lista realiza una búsqueda en el inventario de datos. Cuando se selecciona, aparece la Pantalla de Búsqueda en el Inventario de Datos (figura 3). Aquí, el usuario especifica la localización, la fecha, la hora y el tipo de datos antes de hacer la búsqueda en el inventario. (En el ejemplo mostrado, se han seleccionado los datos del avión Electra del NCAR tomados el 2 de junio de 1991). A partir de este momento, el visor dispone de abundante información descriptiva relativa a cada conjunto de datos. Por ejemplo, cada plataforma de medida se describe con las horas y lugares de operación, los sensores utilizados, los parámetros medidos, la institución responsable, el número de observaciones que contiene el conjunto de datos y otra información descriptiva que ayuda al usuario a comprender las medidas. Cuando se ejecuta una búsqueda en el inventario, el resultado es una lista de conjuntos de datos que se ajustan a los criterios del usuario. A partir de esta lista se pueden cursar órdenes para conjuntos de datos específicos.

Ciertos conjuntos de datos (pequeños) se

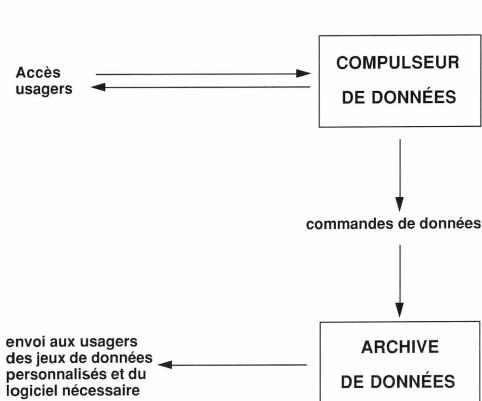


Figura 1 – Esquema conceptual del Sistema de Archivo de Datos de Kuwait



Figura 2 – Menú principal del visor de metadatos del Archivo de Datos de Kuwait

Search Data Inventory

| | | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------|------------------|-----------|
| Location > Choose Defaults | North: + 50.00000 | Latitude | East: + 08.00000 | Longitude |
| | South: + 10.00000 | | West: + 28.00000 | |
| Time(UTC) > Choose Defaults | Start: 02/06/91 | Date(DD/MM/YY) | Time(HH:MM) | |
| | Stop: 02/06/91 | | 00:00 | 23:59 |
| Data Class: Trackline/Point Data | | Gridded Data | Image Data | |
| Type > | aircraft | | | |
| Agency > | NCAR | | | |
| Platform Name > | Electra | | | |
| Data Group > | | | | |
| Parameter > | | | | |
| Clear All: F6 | Prev Data Class: L-Arrow | View Data Source Info: F9 | | |
| Clear Field: F7 | Next Data Class: R-Arrow | Go to Main Window: F4 | | |
| Clear All: F6 | Enable/Disable Data Class: F5 | S/F2 | Prev Screen: F8 | |
| | Search Data Inventory: F3 | | Help: F10 | |
| | View Selection List: F3 | | | |

Figura 3 – Pantalla de Búsqueda en el Inventario de Datos del visor de metadatos del Archivo de Kuwait.
Los usuarios llenan los huecos correspondientes a la localización, la fecha, la hora y la clase de datos para definir los criterios de búsqueda en el inventario de datos

pueden ver en línea directamente con el visor. Por ejemplo, se pueden ver submuestras de imágenes de satélite si el usuario dispone de una interfaz gráfica X-windows. También se dispone en línea de un inventario cronológico de los incendios de los pozos de petróleo y de un resumen de las características del crudo kuwaití.

Las características adicionales del visor permiten a los usuarios introducir comentarios sobre un conjunto concreto de datos. También se mantiene en el visor una lista de las publicaciones pertinentes y se anima a los usuarios a introducir nuevos títulos. Están

disponibles los informes del estado del proyecto para su inspección, y los usuarios pueden enviar preguntas al visor vía el correo electrónico. Finalmente, el usuario puede vigilar el estado de las peticiones de datos pendientes.

El archivo de datos

Los datos digitales están almacenados en el Sistema de Almacenamiento Masivo del NCAR, que es un biblioteca de cartuchos IBM de alta capacidad que se cargan automáticamente por un dispositivo robotizado. Los usuarios del

Tabla I
Resumen de las operaciones de los aviones

| <i>Nombre del avión</i> | <i>Periodo experimental</i> | <i>Número</i> |
|--|-----------------------------|---------------|
| Meteorological Research Flight C-130 8 | 23-31 marzo 1991 | 8 |
| University of Washington Convair | 19 mayo - 4 junio 1991 | 15 |
| NCAR Electra | 19 mayo - 12 junio 1991 | 14 |
| German MEP Piper | 20 mayo - 6 junio 1991 | 17 |
| Battelle (US Dept. of Energy Gulfstream-I) | 2-17 agosto 1991 | 12 |

ADKu no interactúan directamente con el sistema de archivo de datos. En su lugar, cursan órdenes para colecciones de datos específicos utilizando el visor de metadatos. Los conjuntos de datos solicitados se recuperan del archivo por los miembros de la plantilla del ADKu, quienes a continuación suministran los datos tal como se describe más adelante.

El inventario de datos

Los datos archivados se dividen en tres clases: puntos o trayectorias, rejillas e imágenes. En la clase de datos de puntos o trayectorias se incluyen las medidas hechas en un punto fijo o a lo largo de una línea. Son ejemplos de esta clase las medidas desde aviones, las observaciones en superficie y las medidas desde barcos. En la clase de datos de rejilla se incluyen los campos de salida de los modelos tridimensionales. En la clase de datos de imágenes están comprendidos los datos de

satélite archivados, aunque en principio podrían incluirse también las imágenes de radar y lidar.

Clase de datos de puntos o trayectorias

Los conjuntos de datos de puntos o trayectorias se obtuvieron varias instituciones. Constituyen actualmente una parte del archivo las medidas desde avión tomadas por el NCAR, la Universidad de Washington, el Servicio Meteorológico del Reino Unido (Vuelos de Investigación Meteorológica), el Departamento de Energía de los EE.UU. (Battelle Pacific Northwest Lab.) y el Ministerio de Protección Ambiental de Alemania (UMWELT-DATA GmbH). Incluyen medidas de los parámetros del estado de la atmósfera, de la química del aire, de la radiación y de la física de los aerosoles y de las nubes (Hobbs y Radke, 1992). En la tabla I se relacionan los períodos experimentales y el número de vuelos archivados de cada avión.

La figura 4 es un ejemplo de las medidas del Electra del NCAR tomadas el 2 de junio de

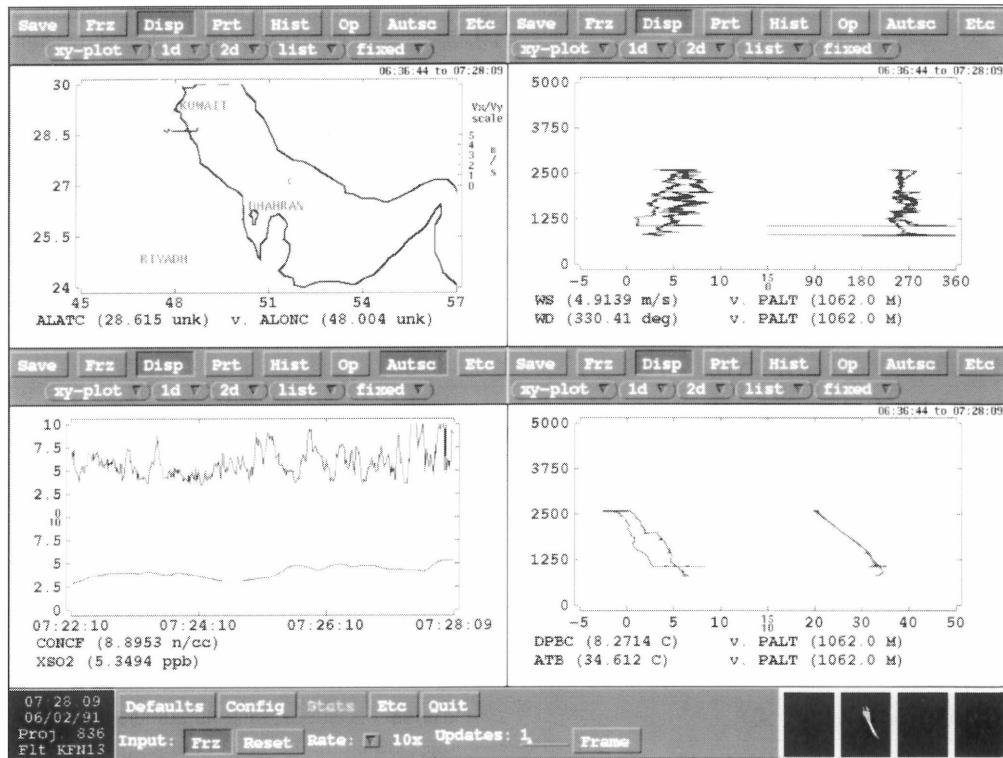


Figura 4 – Gráficos de los parámetros seleccionados medidos por el *Electra* del NCAR el 2 junio de 1991. Se muestran los gráficos: de la posición del avión (trayectoria de vuelo) en el cuadrante superior izquierdo; de la concentración de partículas y la concentración de dióxido de azufre en función del tiempo (inferior izquierdo); de la dirección y la fuerza del viento en función de la altitud (superior derecho); y de la temperatura y la temperatura del punto de rocío en función de la altitud (inferior derecho)

1991 (0636 a 0727 TU). En el cuadrante superior izquierdo aparece la trayectoria del vuelo mostrando el recorrido del *Electra* cuando hizo repetidas pasadas a través del penacho de humo entre los niveles de 1 000 m y 2 500 m. (Véase la imagen de satélite de la figura 6 para localizar ese día el penacho de humo). La gráfica de la serie cronológica del cuadrante inferior izquierdo muestra la concentración de partículas en el intervalo de tamaños 0,5-47 μm (curva superior) y la concentración de dióxido de azufre (curva inferior) medidas durante una parte del vuelo. El cuadrante superior derecho es una gráfica de la dirección y fuerza del viento en función de la altitud. Nótese que los vientos eran débiles del oeste-noroeste en estos niveles, lo que sugiere que el humo debería adveccarse hacia el sur y hacia el este de la fuente. Un gráfico similar de la

temperatura y del punto del rocío (cuadrante inferior derecho) refleja las condiciones cálidas y secas de ese día.

Están disponibles las observaciones meteorológicas superficiales y los sondeos en altura de las estaciones de observación normalizadas de la región del Golfo. Las medidas aerológicas incluyen la presión, la temperatura, la depresión del punto de rocío y la velocidad y dirección del viento (en la mayoría de los casos) en los niveles significativos y en los obligatorios. En las observaciones en superficie se incluyen las mismas variables, junto con la nubosidad, la visibilidad y las temperaturas diarias máxima y mínima. La figura 5 es un mapa que muestra las posiciones de las estaciones de observación en superficie y aerológicas. La tabla II muestra la lista de estaciones

Tabla II

Número de observaciones aerológicas en las estaciones de la región del Golfo durante 1991

| <i>Nombre de la estación</i> | <i>ID de la estación</i> | <i>Número de observaciones</i> |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| HAFR AL-BATIN ARPT, SD | 40373 | 596 |
| HAIL, SD | 40394 | 652 |
| DHAHRAN INTL (MIL), SD | 40416 | 635 |
| RIYADH/KING KHALID, SD | 40437 | 625 |
| RIYADH (SAUD-AFB), SD | 40438 | 34 |
| KUWAIT INTL (MIL), KW | 40582 | 337 |
| BAKHTARAN (ARMY/CIV), IR | 40766 | 521 |
| DEZFUL(IRAN-AFB), IR | 40795 | 5 |
| ESFAHAN (CIV/AFB), IR | 40800 | 359 |
| AHWAZ, IR | 40811 | 36 |
| KERMAN, IR | 40841 | 482 |
| SHIRAZ (CIV/AFB), IR | 40848 | 106 |
| BUSHEHR (CIV/AFB), IR | 40858 | 2 |
| BANDAR ABBAS INTL, IR | 40875 | 250 |
| OBAYLAH (AUT), SD | 41014 | 12 |
| DOHA INTL AIRPORT, QT | 41170 | 303 |
| ABU DHABI/BATEEN, ER | 41216 | 2 |
| ABU DHABI INTL, ER | 41217 | 1405 |
| SEEB INTL/MUSCAT, OM | 41256 | 5 |

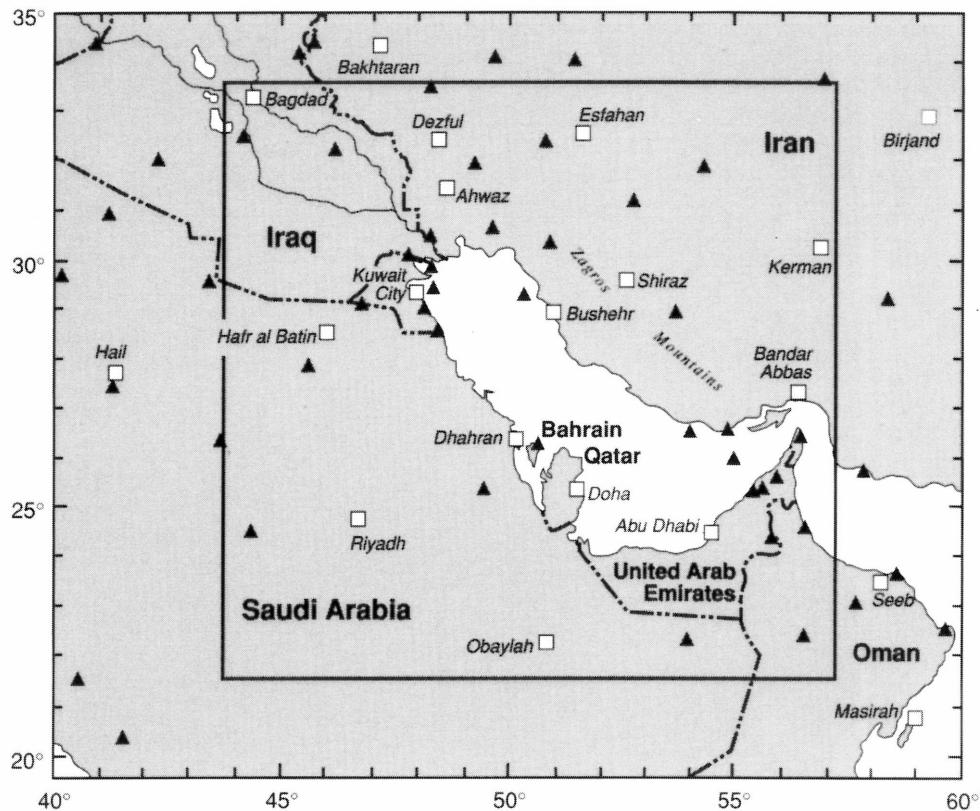


Figura 5 – Localización de las estaciones de observación de superficie y de altura. Las estaciones de altura están marcadas con un cuadrado hueco y el nombre de la estación. Las estaciones de superficie están marcadas con triángulos rellenos. El recuadro grande señala la región de 1 200 por 1 200 km, en la que se dispone de imágenes de satélite en alta resolución

aerológicas del archivo y el número de observaciones disponibles de cada estación. La tabla III da la misma información de las estaciones de superficie. El periodo de tiempo cubierto por estas observaciones es de enero a diciembre de 1991, si bien algunas estaciones funcionaron esporádicamente o fueron embargadas durante la guerra.

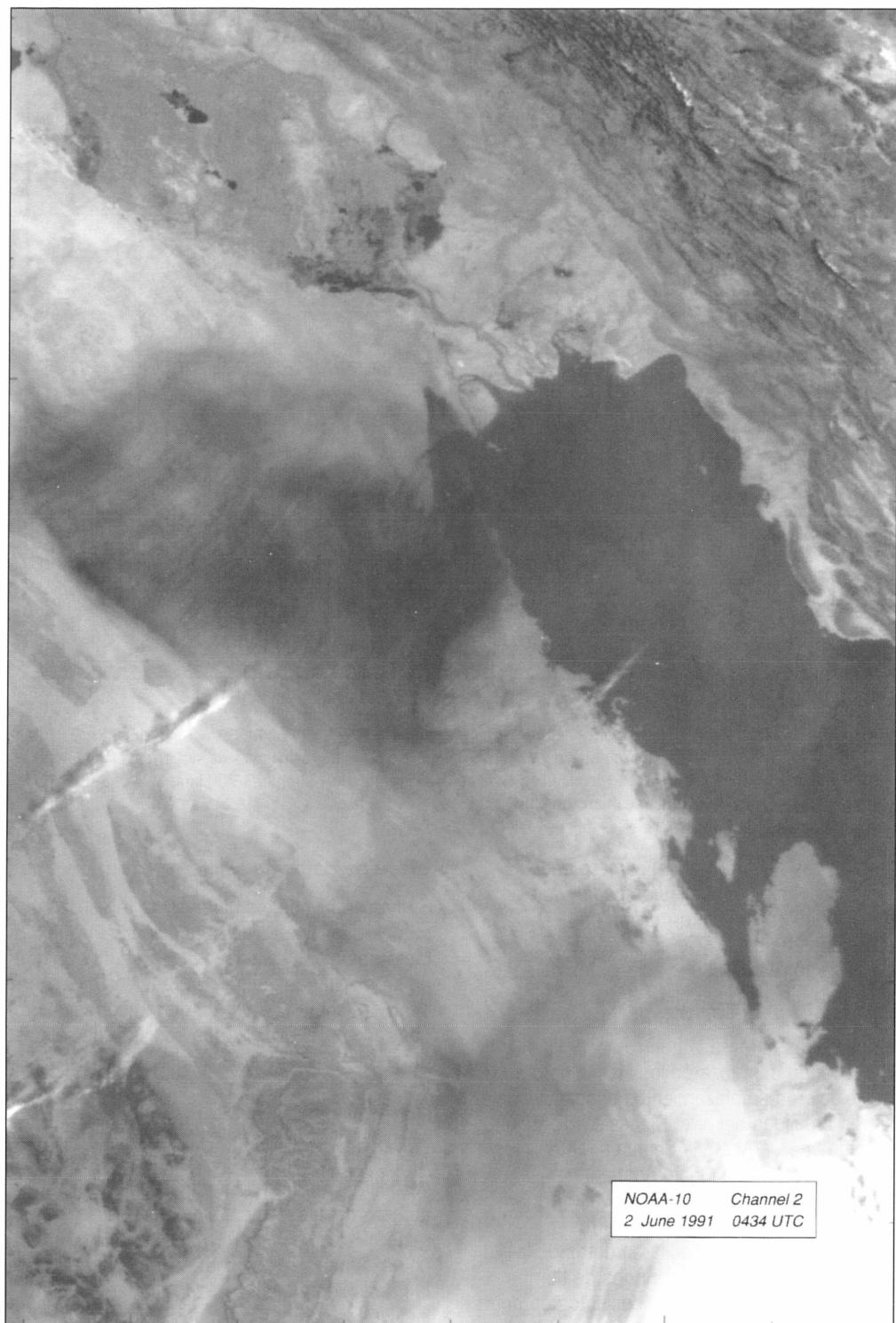
Cuando comenzaron los incendios, se establecieron emplazamientos especiales para vigilar la calidad del aire. Dichas medidas, tomadas por la Agencia Saudí de Meteorología y de Protección del Medio Ambiente en varios puntos de Arabia Saudí y de Kuwait, forman actualmente parte del archivo. Otros numerosos grupos recopilaron datos de la calidad del aire durante períodos de tiempo limitados. Muchos de estos conjuntos de datos están disponibles. También se han archivado medidas radiométricas de superficie patrocinadas por la Agencia de Defensa Nuclear de los Estados Unidos.

Clase de datos de rejilla

Se han archivado los campos de rejilla de los modelos mundiales de predicción del Centro Meteorológico Nacional de los Estados Unidos en subconjuntos del periodo enero a diciembre de 1991 sobre una región de tamaño variable centrada en el Golfo. Cada conjunto de salidas del modelo incluye los campos de la temperatura, la humedad, la presión o altura y la velocidad del viento. En la tabla IV se relacionan, para cada conjunto de datos de rejilla, la resolución, el número de niveles en la vertical, el periodo de tiempo abarcado y el número de integraciones del modelo. En general sólo se han archivado los análisis; es una excepción el conjunto especial de datos de la Predicción a Medio Plazo, que también incluye los campos previstos a seis horas.

Clase de datos de imágenes

Las imágenes de satélite digitales en alta



NOAA-10 Channel 2
2 June 1991 0434 UTC

Figura 6 – Detalle de una imagen de satélite en alta resolución en forma de puntos de rejilla basada en los datos HRPT recopilados en Arabia Saudí. Las marcas de latitud y longitud a lo largo del borde de la imagen (a intervalos de un grado) pueden utilizarse para orientar la imagen y conocer su escala. Un grado de latitud corresponde a una distancia de unos 110 km

Tabla III

Número de observaciones de superficie en las estaciones de la región del Golfo en 1991

| <i>Nombre de la estación</i> | <i>ID de la estación</i> | <i>Número de observaciones</i> |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| ABU KAMAL, SY | 40072 (S) | 2257 |
| ARAR, SD | 40357 (S) | 2356 |
| AL-JOUF (CIV/MIL), SD | 40361 (S) | 2370 |
| RAFHA (PRIVATE), SD | 40362 (S) | 2296 |
| HAFR AL-BATIN ARPT, SD | 40373 (S) | 2341 |
| HAIL, SD | 40394 (S) | 2290 |
| GASSIM, SD | 40405 (S) | 2157 |
| DHAHRAN INTL (MIL), SD | 40416 (S) | 2298 |
| AL AHSA, SD | 40420 (S) | 2369 |
| DAWADMI, SD | 40435 (S) | 395 |
| RIYADH/KING KHALID, SD | 40437 (S) | 2352 |
| RIYADH (SAUD-AFB), SD | 40438 (S) | 2298 |
| YANBU (AUT), SD | 40440 (S) | 1054 |
| ABDALY , KW | 40550 (S) | 6 |
| KUWAIT INTL (MIL), KW | 40582 (S) | 1208 |
| AL-SHUAIBA, KW | 40585 (S) | 5 |
| FAILAKA ISLAND, KW | 40588 (S) | 3 |
| AL-NWAISEEB, KW | 40594 (S) | 12 |
| KANAQIN, IQ | 40637 (S) | 4 |
| KUT-AL-HAI, IQ | 40665 (S) | 13 |
| AMARAH, IQ | 40680 (S) | 10 |
| GHASRE-SHIRIN, IR | 40765 (S) | 70 |
| BAKHTARAN (AMRY/CV), IR | 40766 (S) | 2211 |
| ARAK, IR | 40769 (S) | 2147 |
| KHORRAM ABAD, IR | 40782 (S) | 1288 |
| KASHAN, IR | 40785 (S) | 1379 |
| TABAS, IR | 40791 (S) | 1984 |
| DEZFUL (IRAN-AFB), IR | 40795 (S) | 3 |
| SHAHRE-KORD, IR | 40798 (S) | 1269 |
| ESFAHAN (CIV/AFB), IR | 40800 (S) | 2149 |
| BIRJAND, IR | 40809 (S) | 2126 |
| AHWAZ, IR | 40811 (S) | 2163 |

Tabla III (cont.)

| <i>Nombre de la estación</i> | <i>ID de la estación</i> | <i>Número de observaciones</i> |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| MASJED-SOLEYMAN, IR | 40812 (S) | 773 |
| ABADEH, IR | 40818 (S) | 1219 |
| YAZD, IR | 40821 (S) | 1915 |
| ABADAN INTL AIRPORT, IR | 40831 (S) | 1593 |
| AGHA JARI, IR | 40833 (S) | 991 |
| GACH SARAN (PRIVATE), IR | 40835 (S) | 945 |
| KERMAN, IR | 40841 (S) | 2125 |
| KHARG ISLAND, IR | 40845 (S) | 993 |
| BAM, IR | 40845 (S) | 1123 |
| BUSHEHR (CIV/AFB), IR | 40858 (S) | 689 |
| FASA, IR | 40859 (S) | 1956 |
| BANDAR ABBAS INTL, IR | 40875 (S) | 2163 |
| KISH ISLAND, IR | 40882 (S) | 20 |
| BANDAR LENGEH, IR | 40883 (S) | 1487 |
| ABU MUSA ISLAND, IR | 40890 (S) | 847 |
| JASK, IR | 40893 (S) | 1473 |
| OBAYLAH (AUT), SD | 41014 (S) | 28 |
| SHAWALAH (AUT), SD | 41016 (S) | 13 |
| TAIF (CIV/MIL), SD | 41036 (S) | 2368 |
| AL BAHA, SD | 41055 (S) | 2351 |
| BAHRAIN INTL ARPT, BN | 41150 (S) | 2435 |
| DOHA PORT, QT | 41168 (S) | 25 |
| DOHA INTL AIRPORT, QT | 41170 (S) | 2462 |
| RAS AL KHAIMAH, ER | 41184 (S) | 2729 |
| DUBAI INTL AIRPORT, ER | 41194 (S) | 2732 |
| SHARJAH INTL ARPT, ER | 41196 (S) | 2733 |
| ABU DHABI/BATEEN, ER | 41216 (S) | 2730 |
| ABU DHABI INTL, ER | 41217 (S) | 2734 |
| KHASSAB (MIL), OM | 41240 (S) | 2636 |
| BURAIMI (AUT), OM | 41244 (S) | 2239 |
| SOHAR MAJIS, OM | 41246 (S) | 2657 |
| SAIQ, OM | 41254 (S) | 2140 |

Tabla III (cont.)

| <i>Nombre de la estación</i> | <i>ID de la estación</i> | <i>Número de observaciones</i> |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| SEEB INTL/MUSCAT, OM | 41256 (S) | 2666 |
| QABOOS PORT, OM | 41258 (S) | 650 |
| FAHUD (AUT), OM | 41262 (S) | 2496 |
| SUR, OM | 41268 (S) | 2632 |
| MASIRAH (OM-AFB), OM | 41288 (S) | 2637 |

resolución constituyen la clase más numerosa de datos del archivo. Los datos, todos ellos de los satélites meteorológicos de órbita polar, se resumen en la tabla V. Antes de incluir estos datos en el archivo, la plantilla del proyecto ADKu realizó un esfuerzo considerable para procesarlos de forma que los pudieran usar fácilmente los investigadores de todo el mundo.

Una gran parte de las imágenes de satélite en alta resolución la recogió una estación terrestre disponible comercialmente (un sistema TeraScan de SeaSpace Corp.), manejada por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos en Arabia Saudí. Esta estación recopiló un amplio archivo digital de imágenes en alta resolución (HRPT) de los cuatro satélites de órbita polar de la NOAA (NOAA-9, NOAA-10, NOAA-11 y NOAA-12), así como las imágenes del Sistema Operativo de Barido de Líneas (OLS) de los tres satélites del Programa de Satélites Meteorológicos para la Defensa (DMSP) (Klein y col., 1992). Estos conjuntos de datos se ampliaron con las imágenes digitales de

Cobertura de Área Local (LAC) obtenidas de los archivos de la NOAA.

Los conjuntos de datos LAC y HRPT son ambos imágenes en alta resolución (1,1 km en el nadir) multiespectrales (cinco canales: uno visible, otro en el infrarrojo (IR) próximo, otro en el IR medio y dos en el IR térmico) obtenidas por el radiómetro avanzado de muy alta resolución (AVHRR) que llevan a bordo los satélites de órbita polar de la NOAA. Para facilitar el uso de estos datos por los científicos que no tengan acceso al sofisticado software de proceso de imágenes de satélite, cada imagen digital del archivo ADKu se ha navegado a mano y grabado con una rejilla normalizada en latitud y longitud que cubre un cuadrado de 1 200 km de lado centrado en el Golfo. En la figura 5 se representa enmarcada en negro esta zona de análisis de las imágenes de satélite. Están disponibles los cinco canales AVHRR, cada uno grabado en la misma rejilla de datos de 1 200 km de lado. Los datos OLS de los satélites DMSP están disponibles en dos

Tabla IV
Descripción de los conjuntos de datos de modelos en el ADKu

| Modelo | Periodo de tiempo (Nº de integraciones) | Resolución horizontal | Resolución vertical | Nº de niveles (coordenada vertical) |
|--------------------------------|--|------------------------------|----------------------------|--|
| Análisis MRF NMC | 1 en.–31 dic. 1991 (723) | 2,5° | 12 h | 12 (presión) |
| Integraciones MRF especial NMC | 22 jul.–16 sep. 1991 (201) | 91 km | 6h | 10 (sigma) |
| Espectral | 6 mar.–25 sep. 1991 (718) | 1,125° | 6 h | 11 (sigma) |
| Campos de flujo NMC | 7 mar.–31 dic. 1991 (1 164) | 0,93° | 6 h | 4 (altura) |

Tabla V
Descripción de las imágenes de satélites en el ADKu

| <i>Tipo de imagen</i> | <i>Periodo de tiempo</i> | <i>Resolución espacial</i> | <i>Nº de imágenes</i> |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|
| NOAA-GAC | 1 en.-31 dic. 1991 | 5 km | 524 |
| NOAA-LAC | 6 en.-21 dic. 1991 | 1 km | 203 |
| DOD-DMSP | 8 mar.- 20 sep. 1991 | 0,5 km | 126 |
| NOAA-HRPT | 7 mar.-26 nov. 1991 | 1 km | 303 |

canales (visible e IR térmico). Los datos OLS del visible tienen una resolución de 550 m (en el nadir), mientras que los datos correspondientes del IR tienen una resolución de sólo 2,7 km. En ambos casos, sin embargo, los datos se han dispuesto en una rejilla idéntica de 2 400 x 2 400 puntos, que cubre la misma zona geográfica que se ha utilizado para el proceso de los datos del AVHRR.

La figura 6 muestra una parte de la imagen de satélite HRPT del NOAA-10, de la mañana del 2 de junio de 1991 (0734 hora local), de la parte norte del Golfo. El humo procedente de los incendios del petróleo oscurece la línea de costa en las proximidades de Kuwait. Además de la nube de humo principal encima e inmediatamente al oeste de Kuwait, también se presenta una zona de humo mayor y más difusa en las partes central e inferior de la imagen. La región está despejada de nubes, con la excepción de unas pocas nubes altas orientadas según los vientos en niveles altos. Inicialmente, el propio penacho de humo sigue los vientos de niveles bajos del norte-noroeste, pero después soplan hacia atrás en dirección oeste-noroeste a medida que se asciende. La capa de humo elevada muestra una gran estructura fina, en su mayor parte por la presencia de ondas gravitatorias en la atmósfera estable.

Aunque las imágenes LAC, HRPT y DMSP proporcionan una extensa colección de imágenes del Golfo, la cobertura no es homogénea durante todo el año. Por ello, el archivo de imágenes se ha aumentado con un conjunto completo de imágenes vespertinas diarias del satélite NOAA-11. Estas imágenes de Cobertura de Área Mundial (GAC) se obtuvieron del archivo de la NOAA con la cooperación de la NASA. Las imágenes son un subconjunto con resolución reducida (4 km en el nadir) de los datos AVHRR. Se han procesado en una rejilla de resolución nominal 5 km, pero

sobre una zona mayor (una matriz de 621 x 441 que cubre una zona desde los 12° hasta los 40° N y desde los 38° a los 60° E). Al igual que los conjuntos de datos de alta resolución, el conjunto de datos GAC contiene datos digitales de rejilla de los cinco canales del instrumento AVHRR.

Datos de referencia

Complementando a las tres clases de datos mencionadas, hay otro tipo de datos conocidos como datos de referencia. Estos conjuntos de datos no son realmente medidas atmosféricas, si bien pueden necesitarlos los investigadores que estudian los datos atmosféricos. Los actuales conjuntos de datos de referencia incluyen un inventario semanal de los incendios de los pozos de petróleo, un resumen de la composición del crudo kuwaití, una lista de publicaciones, datos del terreno y datos de localización de la línea de costa.

Acceso al sistema y su uso

Se dispone de acceso al ADKu tanto para los usuarios locales como remotos mediante una estación de trabajo dedicada (Sun SparcStation 1 +), que ejecuta el visor de metadatos. Los usuarios pueden conectarse con la estación del ADKu y ejecutar el visor de metadatos desde diferentes terminales, incluidos PC y Macintosh (utilizando un software de emulación de terminal), VT100, y estaciones de trabajo en entorno X-windows (probablemente, el sistema puede soportar otras configuraciones de terminal, si se solicita). La estación de trabajo del ADKu es accesible vía la red de ordenadores Internet o bien utilizando un modem telefónico. Los usuarios tanto de Europa como de los EE.UU. se han conectado con éxito por ambos métodos. Se dispone de un número sin tarifa para los usuarios de los EE.UU. que se conecten

por teléfono y modem; se dispone de otros números para los usuarios internacionales. Las velocidades en baudios que soporta el sistema son de 1 200, 2 400 y 9 600. Se espera que con el tiempo se disponga también de un enlace a través de Omnet.

A través del visor de metadatos se dispone inmediatamente de la información que describe cada colección de datos. Después de leer la información, el usuario puede cursar una petición que es procesada por un miembro de plantilla del ADKu. Se pueden suministrar los datos digitales al usuario de varias formas. Para los usuarios de Internet una opción es el programa de transferencia de ficheros (ftp). De otra manera, los ficheros de datos pueden grabarse en uno de los varios tipos de soportes magnéticos (p. ej., cintas de 4 y 8 mm, cintas de 9 pistas, diskettes de 3,5 o de 5,25 pulgadas o cartuchos) según especifique el usuario al hacer la petición. Los conjuntos pequeños de datos pueden suministrarse en papel o vía correo electrónico, y están disponibles en número limitado copias en diapositivas de las imágenes de satélite. Con cada petición, se proporciona software especializado para leer datos digitales y si es necesaria está disponible la asistencia de la plantilla del ADKu. Actualmente, no se cobra por el suministro de los datos.

Desde que el visor de metadatos se puso en línea en la primavera de 1992, han accedido al sistema más de 100 usuarios. Han solicitado y recibido aproximadamente 20 gigabytes de datos. Las imágenes de satélite y las medidas desde aviones han sido los datos más frecuentemente solicitados, pero casi todos los datos se han pedido al menos una vez.

Planes futuros

Los conjuntos de datos del ADKu se mantendrán en el Sistema de Almacenamiento Masivo del NCAR indefinidamente, si bien el acceso en línea se ofrecerá a partir de 1993 o cuando lo permitan los fondos. Los datos se distribuirán cuando se soliciten incluso si no está disponible el acceso en línea. Continuará la adquisición de más conjuntos de datos a medida que los investigadores proporcionen sus datos de archivo.

Periodicamente se publican boletines informativos que describen los desarrollos relacionados con el archivo. Para añadir su nombre a la lista de correo del ADKu, o para

obtener más información relativa al ADKu, los autores pueden dirigirse al National Center for Atmospheric Research (véase la dirección en la página 350).

Agradecimientos

Se reconocen y agradecen los esfuerzos de John Robinson (de la Oficina del Programa del Golfo, de la NOAA de EE.UU.) para organizar y dar facilidades a este proyecto. También se aprecian las contribuciones de conjuntos de datos hechas por numerosas instituciones y la asistencia proporcionada por sus representantes. En particular, la Fuerza Aérea de los Estados Unidos proporcionó muchas de las imágenes de satélite, y la SeaSpace Corporation proporcionó asistencia de programación para procesar las imágenes. La sección de Servicios de Apoyo de Datos del NCAR fue también de mucha ayuda al facilitar la adquisición de conjuntos de datos de modelos, de observaciones en superficie y en altura e imágenes adicionales de satélite.

Referencias

- BAUMGARDNER, D. and R. FRIESEN: *Workshop Review, Management of Data Collected in GRAMP*, NCAR Technical Note (NCAR/TN-363+PROC), 22-24 July 1991.
- EMPRESS SOFTWARE INC. (Toronto): *Product Profile and Overview*, Version 4, 1990.
- HOBBS, P.V. and L.F. RADKE, 1992: The United States interagency airborne study of the smoke from the Kuwait oil fires, *Sciences*, **256**, 987.
- KLEIN, W.D., G.A. MANDT, and J. GAGLIARDO, 1992: *Defense meteorological satellite program*. Preprints, Sixth Conference on Satellite Meteorology and Oceanography, American Meteorological Society, Boston, 450-452.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION: *Report of the WMO Meeting of Experts on the Atmospheric Part of the Joint UN Response to the Kuwait Oilfield Fires*, Geneva, 27-30 April 1991.
- N.B. La mención de productos o compañías privadas en este artículo no significa que la Organización Meteorológica Mundial, el Centro Nacional para la Investigación Atmosférica (NCAR) o la Fundación Nacional para la Ciencia los favorezcan, respalden ni recomiendan.