

Observaciones espaciales de la Tierra en beneficio de la sociedad

por Shahid Habib¹, Maryvonne Plessis-Fraissard² y Stephen D. Ambrose³

Introducción

La Conferencia Internacional sobre “Condiciones de vida seguras y sostenibles: beneficios sociales y económicos de los servicios meteorológicos, climáticos e hidrológicos”, organizada por la OMM, tuvo lugar en Madrid (España), del 19 al 22 de marzo de 2007. La Conferencia se celebró con el patrocinio de Su Majestad la Reina Doña Sofía, y bajo los auspicios del Ministerio de Medio Ambiente y el Instituto Nacional de Meteorología de España. Asistieron multitud de participantes, entre los que se encontraban representantes de Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales, agencias internacionales y nacionales, organizaciones no gubernamentales, el sector privado, gestores políticos e investigadores.

El objetivo de la Conferencia era contribuir a las condiciones de vida seguras y sostenibles de los pueblos del mundo entero mediante la evaluación, la demostración y, en definitiva, el fomento de los beneficios sociales y económicos de los servicios meteorológicos, climáticos e hidrológicos. Se trató de recopilar información fiable de los usuarios, y uno de los resultados que vio la luz se conoce como el Plan de Acción de Madrid. La finalidad de este Plan es la de mejorar el valor que tienen la información y los servicios meteorológicos, climáticos e hidrológicos para la sociedad. Se identificaron quince acciones concretas, que están disponibles en: http://www.wmo.int/pages/themes/weather/documents/Madrid_Statement_ActionPlan.doc. Véase también el *Boletín de la OMM* 56 (1) y (3). Cabe esperar que una ejecución satisfac-

toria del Plan contribuya en gran medida a formular y desarrollar una respuesta eficaz a los desafíos fundamentales que se plantean mediante la rápida urbanización, la globalización económica, la degradación ambiental, los peligros naturales y las amenazas derivadas del cambio climático.

El Congreso llamó la atención para entablar un diálogo más cercano, crear asociaciones y comprensión multidisciplinaria entre los proveedores y los usuarios de los servicios meteorológicos, climáticos e hidrológicos, en la medida que estos son esenciales para mejorar el proceso de toma de decisiones y la obtención de beneficios sociales y económicos. La Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA) y el Banco Mundial participaron en la Conferencia, y consideran necesario analizar algunos aspectos de sus estrategias de cara a permitir el uso práctico de las observaciones espaciales del tiempo, el clima y los recursos hidrológicos, a fin de lograr un beneficio social.

Por consiguiente, el presente artículo pone de manifiesto los aspectos relevantes tanto del programa científico de teledetección terrestre de la NASA como de las actividades afines llevadas a cabo por el Banco Mundial, y se centra en la posible capacidad de predicción en los sectores de la gestión hídrica, la agricultura, los peligros y vulnerabilidad naturales y los procesos que afectan a la Tierra sólida, hasta llegar a los esfuerzos adicionales realizados por la comunidad nacional e internacional para solucionar los problemas sociales básicos.

Objetivos de la NASA

La NASA está haciendo uso de la posición de ventaja que le brinda el espacio para mejorar el conocimiento del sistema Sol-Tierra a través de observaciones globales de nuestro planeta. Las observaciones satelitales y desde el aire efectuadas por la NASA proporcionan medidas que se emplean en la investigación científica para comprender el comportamiento de nuestro planeta como un sistema integrado y para desarrollar capacidades de predicción de los cambios provocados por factores antropogénicos y naturales. Asimismo, el Programa de ciencias aplicadas incluye ámbitos específicos beneficiosos para las necesidades sostenibles y sociales, como por ejemplo: calidad del aire, gestión de desastres, sanidad pública, agricultura, disponibilidad de agua, gestión de zonas costeras y ecosistemas.

La NASA dispone de asociaciones con organismos federales y con organizaciones regionales y/o nacionales e internacionales que cuentan con responsabilidades y mandatos operativos para gestionar áreas de importancia para la sociedad y para desarrollar aspectos relacionados con la mitigación y con las estrategias y escenarios de mejora. Los desastres afectan a la sociedad de muchas maneras; para garantizar la eficacia en su gestión, el control de riesgos en tiempo real, la preparación eficaz y la gestión eficiente de las situaciones de emergencia que se produzcan, es esencial que las distintas partes interesadas fomenten las asociaciones. A este respecto, entre los socios de la NASA en los Estados Unidos puede citarse a la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA), la Agencia para la Protección del Medio Ambiente, el Departamento para la Seguridad Nacional, la Administración Federal de Aviación, el Departamento de Agricultura de los EEUU, el Centro para el Control de Enfermedades

1 Centro de Vuelos Espaciales Goddard de la NASA, Directorado de Exploración Científica, Greenbelt, Md (EEUU)

2 Asesora independiente, Vicepresidenta del Comité de Actividades Internacionales de la Junta de Transporte e Investigación de los Estados Unidos; antigua directora de la Red de Desarrollo Sostenible del Banco Mundial, Washington, DC (EEUU)

3 Sede de la NASA, Directorado de Misiones Científicas, Washington, DC (EEUU)

des y el *US Geological Survey*. Además, la NASA colabora con organizaciones internacionales y con otras entidades en actividades que tienen la posibilidad de extender los beneficios científicos a toda la comunidad internacional.

Contribución de la NASA

El Programa de ciencias aplicadas de la NASA tiene un carácter transversal y establece vínculos con otras áreas de aplicación nacionales, como pueden ser la aviación, las especies invasivas, la gestión de la energía, la predicción ecológica, la sanidad pública, la calidad del aire y la gestión del agua. El programa responde a los requisitos de prioridad de la administración norteamericana, entre los que se incluyen los establecidos por el Comité de la Casa Blanca sobre el medio ambiente y los recursos naturales/Subcomité sobre reducción de desastres, el Grupo norteamericano de observaciones de la Tierra, y los programas interagencias relativos a la ciencia y la tecnología del cambio climático. Su Programa de gestión de desastres colabora con organismos internacionales como la OMM, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Comité sobre satélites de observación de la Tierra, así como con algunos socios nacionales.

Las misiones espaciales de la NASA cuentan con instrumentos de investigación de calidad, a fin de estudiar la química atmosférica, los procesos biosféricos, los procesos oceanográficos y la productividad de la Tierra así como las variaciones de la Tierra sólida (véase el cuadro). La Misión topográfica Radar Shuttle (SRTM) voló en el transbordador espacial en el año 2000. Los datos del radar interferométrico de apertura sintética obtenidos de esa misión permitieron la producción de mapas de elevación de la superficie del planeta, con una resolución vertical de más de 10 m.

La mayor parte de estas misiones se desarrollan y ponen en marcha con socios nacionales e internacionales. Las misiones previstas proporcionarán información sobre la humedad del suelo, los aerosoles atmosféricos, la estructura de la precipitación y de las nubes, y el dióxido de carbono. Las observaciones y los productos derivados de los datos científicos de estas misiones se aplican en tareas adicionales de evaluación en lo que respecta a inundaciones (Figura 1), corrimientos de

Misiones de la NASA

Algunas de las misiones actuales

- Terra (variabilidad climática y del ecosistema)
- Aqua (ciclo hidrológico de la Tierra)
- Aura (química atmosférica)
- GRACE (*Gravity Recovery and Climate Experiment*) (Experimento de recuperación gravitacional y clima)
- QuickScat (dispersómetro rápido) (vientos de la superficie oceánica obtenidos por el dispersómetro SeaWinds)
- ICESAT (satélite de observación del hielo, la nubosidad y la elevación terrestre)
- Jason (topografía de la superficie oceánica)
- ACRIMSAT (*Active Cavity Radiometer Irradiance Monitor*) (Sistema de control de la irradiancia con radiómetro de cavidad activa) (observación de la irradiancia solar total)
- SORCE (*Solar Radiation and Climate Experiment*) (Experimento sobre radiación solar y clima)
- TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) (Misión de medición de lluvias tropicales)

Algunas misiones futuras (previstas para su lanzamiento en los próximos siete años)

- NPP (proyecto preparatorio del NPOESS o sistema nacional de satélites de órbita polar para el estudio del medio ambiente) (tendencias climáticas y productividad biológica global)
- Aquarius (salinidad global de la superficie marina)
- Glory (aerosoles e irradiancia solar total)
- LDCM (*Landsat Data Continuity Mission*) (Misión continua de datos Landsat) (cobertura mundial de la superficie terrestre del planeta)
- GPM (*Global Precipitation Mission*) (Misión de medición de la precipitación global)
- OCO (*Orbiting Carbon Observatory*) (Observatorio en órbita del carbono) (observaciones de dióxido de carbono atmosférico)

tierra, cubierta terrestre y utilización de la misma, contaminación transfronteriza y calidad del aire (Figura 2), y temas relacionados con los recursos hídricos y con los incendios (Figura 3). Las señales electromagnéticas precursoras proporcionan información relativa a terremotos, física de huracanes y predicción de trayectorias, estado de los cultivos y predicción de sequías, y enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria y la fiebre del Valle del Rift.

Los planes de los proyectos asociados al Programa de gestión de desastres designan sensores y modelos concretos, además de establecer actividades de asociación específicas encaminadas a ampliar las mediciones científicas, los datos medioambientales y los parámetros geofísicos de la NASA (disponibles en <http://aiwv.gsfc.nasa.gov>). Además, el programa está trabajando con la NOAA en su Sistema avanzado de proceso meteorológico interactivo, en el Centro de teledetección y aplicaciones del Servicio Forestal de los EEUU y en el Centro nacional interagen-

cias de lucha contra el fuego, para ofrecer ayuda en caso de incendio. La actividad principal se centra en comprender las necesidades de las agencias operativas y dirigir la investigación aplicada para convertir las observaciones de la Tierra que realiza la NASA, y sus productos asociados, en herramientas y procesos de decisión.

Proyecto de seguimiento de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (CMDS)

El programa de seguimiento de la CMDS, del Módulo 3 del Comité sobre satélites de observación de la Tierra, actuó como elemento impulsor del trabajo que la NASA está llevando a cabo actualmente sobre desarrollo sostenible y gestión de desastres en África. La NASA participó en el Módulo 3 que, a la postre, llegó a su fin, aunque continúa con actividades relativas a la gestión de desastres para ayudar a los responsables de la adopción de decisiones en el continente africano.

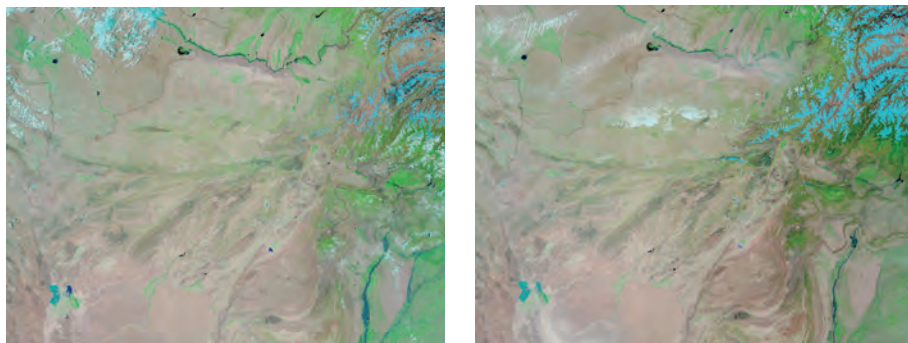


Figura 1 – Inundación de la cuenca del río Indo en 2006

A día de hoy el proyecto intenta, por un lado, identificar los actuales esfuerzos de la NASA que respaldan los objetivos de la CMDS y, por otro, definir las herramientas de apoyo a la toma de decisiones que existen en la actualidad para poder satisfacer las necesidades de un desarrollo sostenible dentro de África, especialmente en lo que se refiere a la gestión de desastres, conflictos y otros ámbitos de aplicación. Posteriormente, de este proyecto se espera: identificar los productos de investigación de la NASA que cuenten con un elevado potencial de contribución para cumplir con los requisitos de estas herramientas de apoyo a la decisión; comparar y analizar las utilidades de estos productos; identificar carencias en las prestaciones de las herramientas de apoyo a la decisión a fin de satisfacer las necesidades de los beneficiarios pretendidos; y apoyar la transición hacia la operatividad de las capacidades de la NASA, según lo acordado con los socios de la propia NASA. La Tabla I resume las entradas que existen actualmente en la página web de la CMDS (<http://aiwg.gsfc.nasa.gov/>) y que la NASA quiere seguir aumentando.

El papel del Banco Mundial para facilitar la realización de observaciones de la Tierra

El Banco Mundial es un usuario de la información de referencia espacial y de las observaciones espaciales generadas por los operadores de satélite, bien directamente para su trabajo analítico o bien por medio de sus préstamos o subvenciones. Aunque las observaciones de la Tierra no se emplean de manera normalizada por parte del Banco Mundial, se utilizan con una frecuencia cada vez mayor en todas las fases del trabajo analítico y operativo.

La información geográfica ha sido objeto de mayor atención en los últimos años, puesto que la agenda para el desarrollo está tratando de integrar las demandas de un mundo sujeto a una rápida urbanización con los desafíos derivados del desarrollo sostenible, junto con las demandas de la adaptación al cambio climático y de la vulnerabilidad a los desastres naturales. Plantear como objetivos el respaldo social para las familias más pobres, el control de los ecosistemas y las actividades humanas, y la planificación y gestión de los recursos hídricos son solamente algunos de los numerosos ejemplos de la utilización de las observaciones de la Tierra con fines de desarrollo que tienen un importante impacto social.

A la hora de abordar temas relativos al desarrollo, las observaciones espaciales se utilizan acompañadas de información

adicional. Por ejemplo, la combinación de observaciones terrestres a partir de datos ecológicos, climáticos y meteorológicos con información socioeconómica y relativa a la pobreza obtenida a partir de encuestas en hogares, supone una potente aportación para mejorar la eficacia de las intervenciones dirigidas a reducir la pobreza. Cada vez resulta más habitual el empleo de la teledetección como herramienta para los estudios socioeconómicos. A través de este enfoque, la información de referencia espacial puede ser cartografiada e integrada con los datos obtenidos mediante estudios sobre el terreno. Este planteamiento también ayuda a aumentar el nivel de confiabilidad de los resultados del mencionado estudio de campo.

Las observaciones espaciales se antojan fundamentales para establecer un vínculo entre el conocimiento a nivel mundial con la información regional, nacional, local y comunitaria. Esto es especialmente importante en el caso de la información meteorológica y climática en los países más pobres y de menor tamaño, que pueden sacar partido de una información imposible de generar por separado. Este es el caso, por ejemplo, de los pequeños estados africanos que tienen que enfrentarse a una elevada variabilidad climática con una infraestructura de almacenamiento de agua a todas luces insuficiente y con incipientes sistemas de gestión de los recursos hídricos. En Kenia se ha puesto de relieve

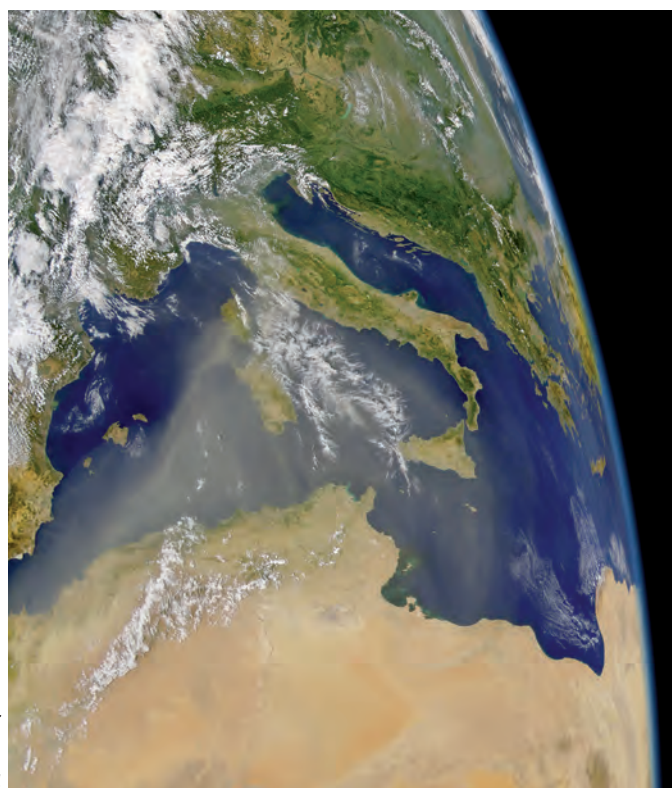


Figura 2 – Polvo africano sobre el Mar Mediterráneo, 19 de agosto de 2004

Glosario

AMSR	<i>Advanced Microwave Scanning Radiometer</i> (Radiómetro de exploración en microondas avanzado)	MEWS	<i>Malaria Early Warning Systems</i> (Sistemas de alerta temprana para casos de malaria) (USAID)
AMSU	<i>Advanced Microwave Sounding Unit</i> (Sonda mejorada de microondas)	MODIS	<i>Moderate resolution Imaging Spectroradiometer</i> (Espectrorradiómetro de formación de imágenes de resolución moderada)
ASTER	<i>Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer</i> (Radiómetro espacial de emisión y reflexión térmica avanzado)	NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i> (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio)
AVHRR	<i>Advanced Very High Resolution Radiometer</i> (Radiómetro perfeccionado de muy alta resolución)	NPOESS	<i>National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite Systems</i> (Sistema nacional de satélites de órbita polar para el estudio del medio ambiente) (Estados Unidos)
CADRE	<i>Crop Condition Data Retrieval and Evaluation</i> (Recuperación y evaluación de datos de las condiciones de las cosechas) (USDA/FAS)	NPP	<i>NPOESS Preparatory Project</i> (Proyecto preparatorio del NPOESS)
CARPE	<i>Central African Regional Programme for the Environment</i> (Programa regional centroafricano para el medio ambiente) (USAID)	PECAD	<i>Production Estimates and Crop Assessment Division</i> (División de estimaciones de producción y pronóstico de cosechas) (USDA/FAS)
CNES	<i>Centre national d'études spatiales</i> (Centro nacional de estudios espaciales) (Francia)	SPOT	<i>Satellite pour l'observation de la Terre</i> (Satélite de observación de la Tierra) (Francia)
DST(s)	<i>Decision support tool(s)</i> (Herramienta(s) de apoyo a las decisiones)	SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i> (Misión topográfica radar Shuttle)
ETM	<i>Enhanced Thematic Mapper</i> (Generador temático mejorado de mapas)	TRMM	<i>Tropical Rainfall Measuring Mission</i> (Misión de medición de lluvias tropicales)
FAS	<i>Foreign Agriculture Service</i> (Servicio agrícola exterior) (USDA)	USAID	<i>US Agency for International Development</i> (Organismo de los Estados Unidos para el desarrollo internacional)
FEWS	<i>Famine Early Warning Systems</i> (Sistemas de alerta temprana para casos de hambruna) (USAID)	USDA	<i>US Department of Agriculture</i> (Departamento de agricultura de los Estados Unidos)
GIS	<i>Geographical Information System</i> (Sistema de información geográfica)	USGS	<i>US Geological Survey</i> (Inspección Geológica de los Estados Unidos)
GSFC	<i>Goddard Space Flight Center</i> (Centro de vuelos espaciales Goddard) (NASA)	VIIRS	<i>Visible/Infrared Imager/Radiometer Suite</i> (Conjunto radiómetro/receptor de imágenes en el espectro visible y en el infrarrojo)

que, cuando se dispone de una información adecuada acerca de las proyecciones pluviométricas, la producción agrícola de las comunidades rurales se multiplica. Aunque el acceso a los datos globales y espaciales ha mejorado sobremanera, la capacidad de integrar los datos locales en sistemas globales se presenta ahora como un desafío.

Las observaciones de la Tierra se utilizan sobre todo en aquellos lugares donde las actividades y la utilización de la tierra tienen que estar sometidas a un control. Este es el caso de la presa Nam Theun 2, financiada por el Banco Mundial y situada en la República Democrática Popular de Laos. El Gobierno ha reservado una gran zona de la cuenca hidrográfica alrededor del futuro embalse como área de conservación, y dentro de ella no se permite ningún tipo de explotación forestal. La vigilancia del cumplimiento de esta norma se lleva a cabo mediante la combinación de análisis de datos satelitales con controles aéreos desde helicópteros, y por la recopilación de datos sobre el terreno utilizando saté-

lites de posicionamiento global. Toda la información se integra en un exhaustivo sistema de información geográfica. El control completo y en tiempo real, así como la transparencia de las fuentes de datos, han hecho posible que el Gobierno pueda aplicar de forma rigurosa la prohibición de explotación forestal.

Durante los últimos 20 años, solo el Banco Mundial ha aportado más de 26 000 millones de dólares norteamericanos destinados a 550 proyectos de reconstrucción y mitigación en sus países cliente. Cada vez en mayor medida, los proyectos de recuperación de desastres del Banco y de otras agencias multilaterales y bilaterales incluyen elementos de mitigación de desastres o bien aparecen seguidos de proyectos concretos para la mitigación de los mismos en países de alto riesgo. Sin embargo, el desafío sigue intimidando: los riesgos asociados a los desastres en los países en vías de desarrollo siguen aumentando rápidamente como consecuencia del urbanismo no planificado, la degradación medioambiental, la intensificación de actividades

en tierras delicadas y el correspondiente incremento de la vulnerabilidad de la población. La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) es el paraguas bajo el cual las instituciones de NU y los socios internacionales comparten experiencias y refuerzan la coordinación y la coherencia de las políticas y prácticas dirigidas a reducir los desastres. En 2006 el Banco Mundial puso en marcha el Servicio mundial para la reducción y la recuperación de desastres, en el marco de NU/EIRD, con el fin de reunir a los socios de los sectores público y privado para incorporar la gestión de riesgos y la preparación frente a ellos en las estrategias de reducción de la pobreza de las naciones. Cabe esperar que a lo largo de 2008 cerca de la mitad de los países más vulnerables del mundo hayan comenzado a gestionar la reducción del riesgo de desastres como si se tratara de una prioridad para el desarrollo nacional.

Aunque un elevado índice de urbanización supone que las personas están cada vez más expuestas a los riesgos asocia-

Tabla 1 – Proyectos de la NASA que han originado la utilización de sus productos

Ámbito de aplicación	Nombre del proyecto	Recursos del proyecto
Eficacia agrícola	PECAD/CADRE: Integración de las observaciones MODIS y VIIRS NPP en el sistema de decisiones USDA FAS	Desarrollo de una nueva versión de respuesta rápida de los datos del Índice de vegetación obtenido con el sistema MODIS, integración multisensorial con AVHRR y SPOT y nuevos productos, incluyendo un Índice de estrés hídrico para la vegetación. Los datos se evalúan para su uso en herramientas de apoyo a las decisiones y en el sistema empleado por el Servicio agrícola exterior del USDA para generar estimaciones de producción y rendimiento de las principales materias primas agrícolas a nivel mundial.
	Sistema de información agrícola y análisis multisatélite de precipitaciones para PECAD/CADRE	Integración de los datos pluviométricos de la TRMM y de las medidas del MODIS de 250 m con pasos temporales de 10 días para el Explorador de cosechas del USDA, una herramienta mundial de exploración y análisis.
	Sistema de vigilancia en tiempo casi real de lagos y embalses para FAS PECAD	Misiones satelitales NASA/CNES TOPEX/POSEIDÓN (T/P) y Jason-1 para su uso por parte de las herramientas de apoyo a las decisiones de PECAD/CADRE.
Gestión del carbono	Biomasa forestal y modificación en el uso de la tierra en África Central: reducción de la incertidumbre regional sobre el ciclo del carbono	Los datos de los sistemas MODIS, ASTER y Landsat ETM+ se incorporarán a un mapa del cambio en el uso y cubierta terrestre para la cuenca central del Congo.
	Integración de los resultados de la Iniciativa para las ciencias de la Tierra en el programa de Apoyo a la toma de decisiones en áreas protegidas para la región africana de la Albertina – Vigilancia de zonas protegidas en la Albertina	Los datos Landsat 5 y 7 proporcionan análisis detallados del estado de los ecosistemas tropicales, la magnitud y ritmos de cambio para la utilización eficaz de los sistemas de apoyo a las decisiones y de cara a las políticas de conservación en la cuenca forestal tropical.
Gestión de desastres	LEWS (<i>Livestock Early Warning System</i>) (Sistema de alerta temprana para la ganadería)	Utilización de datos ASTER, SRTM y TRMM para caracterizar y controlar el suministro de agua y las amenazas de crecida a través de las rutas migratorias utilizadas por los pastores, de cara a la protección de su sustento y de la seguridad alimentaria.
	Simulación de crecidas y corrimientos de tierra	Utilización de TRMM, SRTM, AMSR-E y MODIS para su introducción en un modelo global de corrimientos de tierra y en un sistema de predicción de crecidas.
	Sistema avanzado de información sobre incendios forestales (Sudáfrica)	Datos sobre incendios obtenidos a partir del Meteosat de segunda generación y del MODIS para proteger el suministro energético, creando un sistema de generación de alarmas automáticas cuando se detecten incendios activos en áreas de Sudáfrica definidas previamente.
Predicciones ecológicas	Información sobre incendios forestales para el Sistema de información de gestión de recursos	A través de las Naciones Unidas se implantará, a nivel mundial, la integración de los datos de incendios obtenidos con MODIS en un sistema WebGIS con mapas interactivos y alertas por correo electrónico y mensaje de texto a teléfonos móviles, que servirá para avisar en caso de incendio en áreas protegidas, o alrededor de ellas.
	Vigilancia forestal mediante satélites de la cuenca del Congo para CARPE 2	Utilización de AMSU-A, Landsat 5 y 7, y Terra MODIS para mejorar el apoyo a las decisiones y los productos educativos y de gestión de la Comisión de bosques de África Central.
Gestión energética	Evaluación de los recursos energéticos solares y eólicos: ayuda sobre recursos de energías renovables para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente	La investigación de SRTM, TRMM y USGS sobre el control de sequías e inundaciones proporcionará estimaciones del flujo de corriente necesario para llevar a cabo pequeños proyectos hidroeléctricos en Kenia, Etiopía y Ghana.
Sanidad pública	MEWS/FEWS NET – Proyecto del USAID de Alerta temprana para casos de hambrunas y malaria	Los datos pluviométricos de AURA, MODIS y TRMM 3B42 se introducirán en sistemas de alerta temprana que detectan la inseguridad alimentaria y los brotes de malaria en las zonas semiáridas. FEWS NET es un proyecto del USAID que integra la información por teledetección y los datos económicos con el fin de suministrar información sobre crisis de seguridad alimentaria.
Gestión del agua	Recursos hídricos y de los ecosistemas en el desarrollo regional	Radar TRMM de precipitaciones y microondas para controlar las fluctuaciones de las variables y ecosistemas hidrológicos, así como tendencias probables en lo que respecta a las características fundamentales de la cuenca del río Okavango en el sur de África de cara al apoyo de las decisiones sobre la planificación del uso de la tierra. (Angola, Botswana, Namibia).
Calidad del aire	AERONET (<i>Aerosol Robotic Network</i>) (Red robótica de aerosoles)	AERONET proporciona una base de datos pública a largo plazo, continua y fácilmente accesible sobre las propiedades ópticas, microfísicas y radiativas de los aerosoles con fines de su investigación y caracterización, validación de las recuperaciones de información de los satélites y sinergias con otras bases de datos.

<i>Investigador principal</i>	<i>Nombre del usuario final</i>	<i>Localización del usuario final</i>	<i>Fuente de financiación de la NASA</i>
Chris Justice Universidad de Maryland	Servicio agrícola exterior del USDA y usuarios de su servicio de exploración de cultivos	Sudáfrica, África Oriental, nivel mundial	Decisiones de 2004, notificaciones de acuerdo cooperativo
Steve Kemplar NASA GSFC	Servicio agrícola exterior del USDA y usuarios de su servicio de exploración de cultivos	Sudáfrica, África Oriental, nivel mundial	Financiación directa a cargo del Programa de ciencias aplicadas
Charon Birkett Universidad de Maryland	USDA/FAS	Sudáfrica, África Oriental, nivel mundial	NNS06AA15G SAI: 050125-7198 01-5-26221
Nadine Laporte Instituto de Investigación Woods Hole	Instituto congoleño de conservación de la naturaleza, Servicios forestales del Congo, Camerún, Gabón, República Centroafricana	Congo, República Democrática del Congo, Camerún, Gabón, República Centroafricana	NNG05GD14G
Nadine Laporte Instituto de Investigación Woods Hole	Parques y departamentos turísticos del Congo, República Democrática del Congo, Uganda, República Unida de Tanzania	Congo, República Democrática del Congo, Uganda, República Unida de Tanzania	05-2-0000-0147
Gabriel Senay USGS, Sioux Falls	Sistemas nacionales de investigación agrícola de Kenia	Etiopía y Kenia	NNA06CH75I 2006 ROSES
Robert Adler, NASA GSFC	Nivel mundial	Disponible en la web	Financiación directa a cargo del Programa de ciencias aplicadas
Diane Davies Universidad de Maryland	Departamento de recursos hídricos y forestales	Pretoria (Sudáfrica)	Financiación directa a cargo del Programa de ciencias aplicadas de la NASA
Diane Davies Universidad de Maryland	Parques nacionales de Tanzania, SAFNet, MET Botswana, Autoridad de protección de la naturaleza de Uganda, etc.	Botswana, Madagascar, Mozambique, Namibia, Senegal, Sudáfrica, República Unida de Tanzania	NNS06AA04A Decisiones de 2004, notificaciones de acuerdo cooperativo
Chris Justice Universidad de Maryland	ERAIFT de la Comisión de bosques de África Central (COMIFAC), Asociación forestal de la cuenca del Congo	África Central	NNG06GC41G Financiación directa a cargo del Programa de ciencias aplicadas
Eugene A. Fosnight USGS, Sioux Falls	Consumidores, promotores, inversores y gestores políticos del sector energético	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; disponible en la web	NNA06CH74I 2006 ROSES
Molly Brown NASA GSFC/ James Verdin USGS, Sioux Falls	Servicios meteorológicos africanos, USAID y Programa alimentario mundial de las Naciones Unidas	Países africanos participantes en FEWS NET (25)	Decisiones de 2004, notificaciones de acuerdo cooperativo
Dominic Kniveton Universidad de Sussex	Comisión permanente de aguas de la cuenca del río Okavango	Angola, Botswana, Namibia	Sin apoyo de la NASA
Brent Holben NASA GSFC	Servicio de protección de la naturaleza de Kenia	Kenia	Financiación directa de investigación y análisis, notificaciones de acuerdo cooperativo/ solicitudes de propuestas



Figura 3 – Incendios forestales en el sur de California, 20 de octubre de 2007

dos a los peligros naturales, un amplio abanico de la población de las zonas rurales sigue siendo extremadamente vulnerable, debido a carencias en la capacidad institucional y en los servicios de comunicaciones, transporte y salud. El calentamiento global, vinculado a prácticas de desarrollo insostenibles desde el punto de vista medioambiental, está agravando la vulnerabilidad de comunidades e infraestructuras con una mayor exposición a los episodios extremos más intensos y frecuentes.

La pobreza y la vulnerabilidad ante los desastres son dos elementos que cuentan con un vínculo intrínseco. Existe la necesidad de desarrollar bases lógicas económicas más creíbles para llevar a cabo inversiones en planes de desarrollo para la reducción de riesgos, concretamente en programas de alivio de la pobreza. Introducir el análisis de riesgos en los estudios de cada país y desarrollar un modelo de alta resolución que evalúe los riesgos derivados de peligros múltiples a nivel de cada uno de estos países son aspectos que se convierten en prioridades. La evaluación de riesgos de un país, en la que se incluyen aspectos como el desarrollo de mapas de peligros y de vulnerabilidad y otras valoraciones económicas, permite identificar las causas que subyacen tras la vulnerabilidad. La reducción de esta se logra aplicando de

una forma participativa el análisis de riesgos, junto con las políticas adecuadas de desarrollo económico y social. Cuando las responsabilidades estén claras y los ciudadanos puedan impulsar la demanda, se llevarán a cabo estudios sobre casos específicos encaminados a simular los riesgos catastróficos para introducirlos en las estimaciones macroeconómicas y en los resultados de la pobreza a nivel nacional, con el fin de servir de información a las decisiones políticas y a la asignación de recursos.

Un ejemplo de este trabajo puede encontrarse en la evaluación de las actividades agrícolas en Etiopía. Los datos pluviométricos están siendo proporcionados por el Centro de Predicción Climática de la NOAA y por la red del Sistema de alerta temprana para casos de hambruna, con financiación del Organismo de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. El programa vigila los fenómenos meteorológicos y ayuda a establecer la forma del campo de precipitación, mientras que las observaciones pluviométricas determinan la intensidad y las observaciones de satélite se emplean para rellenar las lagunas de datos.

Resumen

Las observaciones espaciales de la Tierra suponen una importante contribución a

nuestra capacidad de analizar situaciones a nivel regional. Muchas aplicaciones extraen información localizada geográficamente a partir de las observaciones de la Tierra para hacer hincapié en diversas cuestiones de importancia regional. De hecho, las observaciones globales ofrecen condiciones precisas y con límites casi en tiempo real para los modelos regionales y/o mesoescalares que se emplean en el análisis y/o predicción de las condiciones locales. Si la calidad del aire a nivel local es pobre no tiene por qué deberse necesariamente a condiciones propias de la zona, de modo que se antoja fundamental poder utilizar las observaciones de la Tierra para que nos ayuden a comprender la contaminación transfronteriza y sus fuentes de origen. Los índices mundiales de precipitación nos facilitan la identificación de las localizaciones más vulnerables a los corrimientos de tierras en todo el mundo así como el desarrollo de mapas de posibles inundaciones. Todas estas mediciones, y la ciencia asociadas a ellas, cuentan con un gran potencial para servir de ayuda a la humanidad.

También es importante resaltar que la observación y cartografía de la Tierra constituyen instrumentos fundamentales de transparencia, buen gobierno y eficacia, ya que se puede acceder a la mayor parte de ellos en tiempo casi real. Además, la cartografía permite incluso que alguien que no cuente con el suficiente conocimiento técnico pueda comprender el diseño de proyectos y la toma de decisiones, y relacionarlos con el control y evaluación de los impactos. A través de una difusión adecuada, las responsabilidades se tornan más claras, y los ciudadanos pueden demandar políticas basadas en pruebas y erigirse en sujetos con influencia en el proceso.

Las organizaciones de financiación, como el Banco Mundial, el Organismo de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y otras están comenzando a colaborar en la puesta en marcha de esta tecnología para comunidades de usuarios de todo el mundo. La revolución espacial ha comenzado a impactar en la sociedad de forma positiva y sustancial, pero aún queda mucho camino por recorrer. Nuestro objetivo es proteger el planeta para las generaciones futuras y reducir los riesgos climáticos del conjunto de la población mundial. Este es solo un pequeño paso en el esfuerzo por construir una sociedad segura y sostenible.