



Antenna Chetumal: Use of remote sensing data for environmental and civil security applications in Mexico



USO DE SENSORES REMOTOS
PARA LA PROTECCION CIVIL Y
LA PREVENCIÓN DE DESASTRES
EN MÉXICO

CONABIO-DLR
México, D.F., 22 abril, 2008



CENAPRED



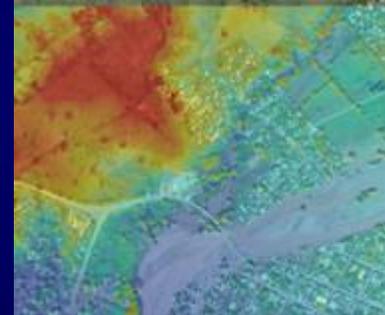
MISION:

Es el órgano del Gobierno Federal que previene y alerta para mitigar el riesgo de la población ante fenómenos naturales y antropogénicos que amenacen sus vidas, bienes y entorno, a través de la investigación, el monitoreo, la capacitación y la difusión.



Objetivos Estratégicos:

- **Advertir del peligro de un fenómeno**
- **Identificar la condición de vulnerabilidad**
- **Señalar los niveles de riesgo**
- **Proponer medidas de mitigación**
- **Evaluar el impacto de los desastres**
- **Difundir una cultura de la prevención**





Agenda de Riesgos y Exposición a Fenómenos Naturales



	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.	octubre	nov.	dic.
Ciclones Tropicales	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO
Inundaciones	MEDIO	MEDIO	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO
Sistemas Invernales	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
Sequías	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Incendios Forestales	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Sismos	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Tsunamis	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Volcanes	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Deslizamiento de Laderas	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Marea Roja	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Accidentes Químicos	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO

■ ALTO
■ MEDIO
■ BAJO



Fenómeno	Area (km ²)	% del Territorio	Habitantes (millones)
Lluvias, ciclones e inundaciones	815'353	41%	31.3
Sismos	540'067	27%	31.0
Heladas	633'827	32%	21.3
Sequías	573'300	29%	21.2
Incendios	747'574	37%	28.4



Sismo y tsunami el 26 de diciembre de 2004





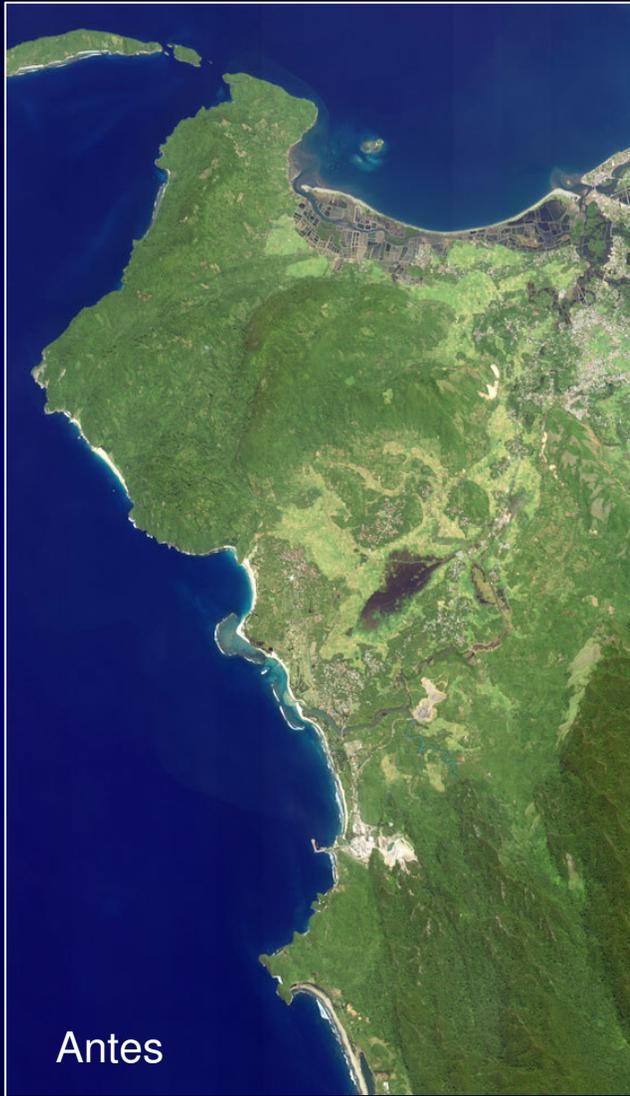
Efectos del sismo y del tsunami en Banda Aceh



Zona de devastación total



Afectación de Banda Aceh, antes ... y después



Antes



Después



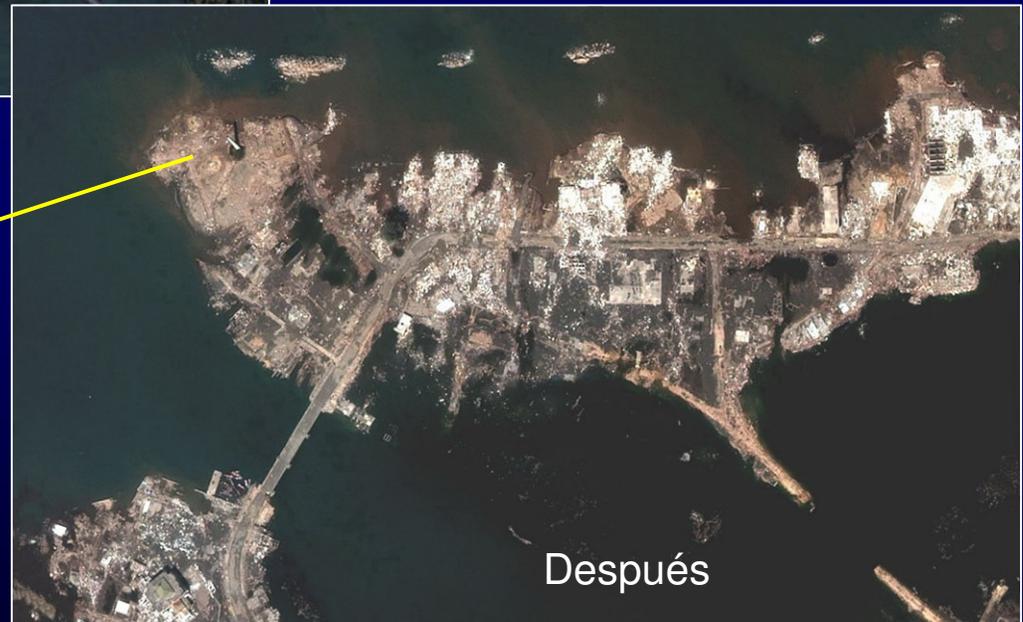
Banda Aceh, antes ... y después (recuadro 1)



Antes



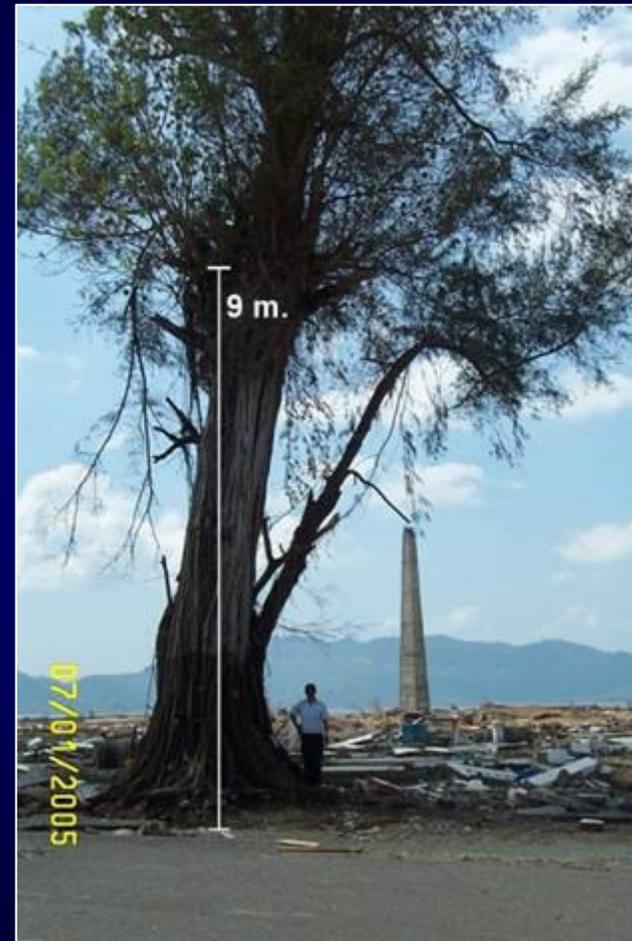
Obelisco



Después



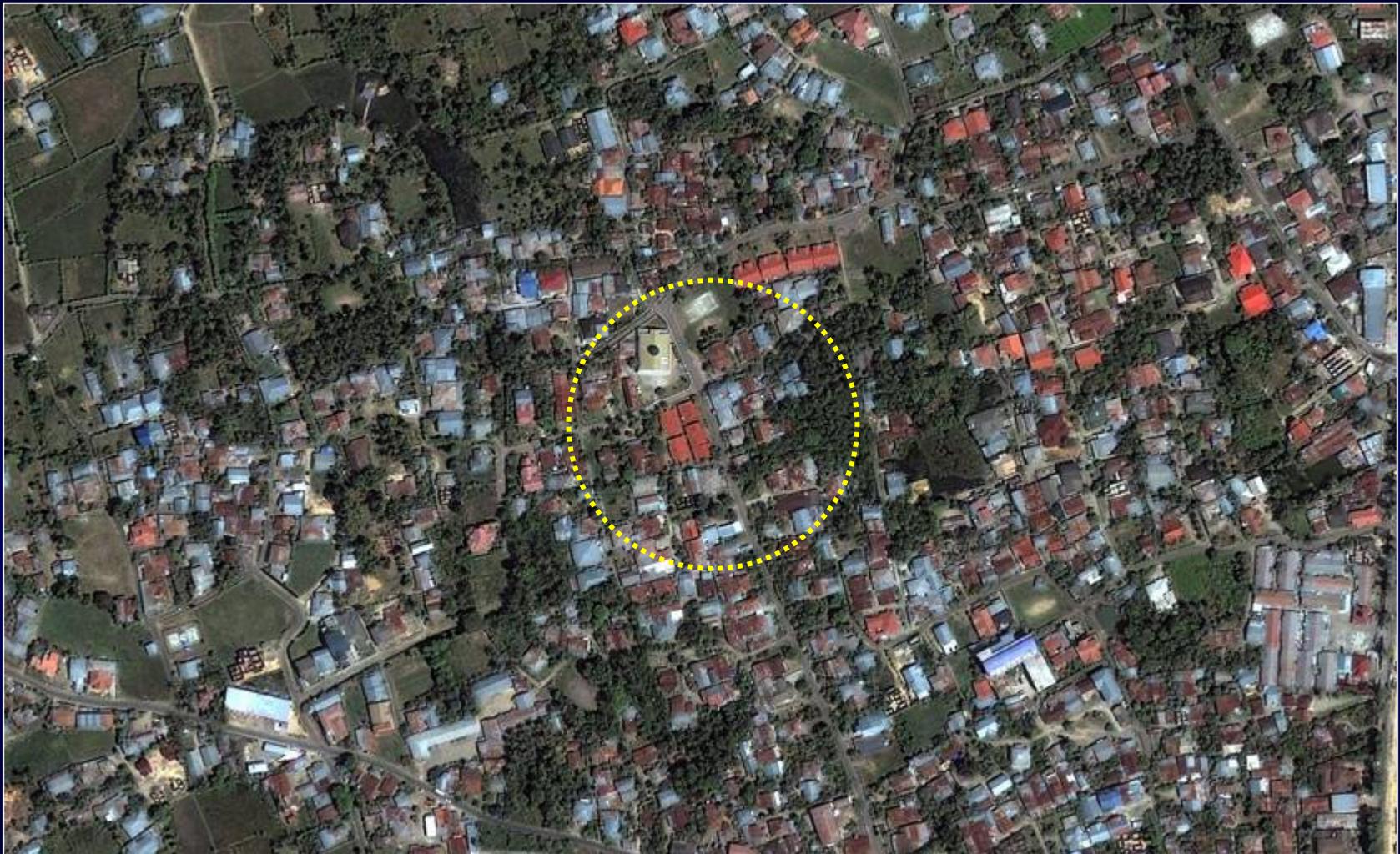
Evidencia de la altura de la ola



Obelisco y evidencias de la altura de la ola



Banda Aceh, antes ... (recuadro B)



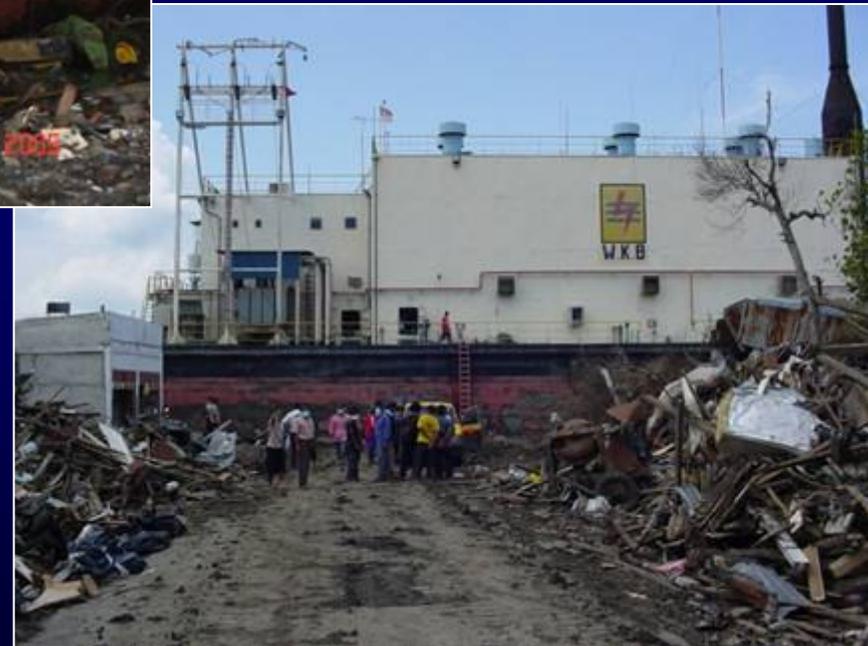


Banda Aceh, ... después (recuadro B)





Embarcación trasladada 3.5 km por la ola



Largo: 60 m.
Ancho: 15 m.
Línea de flotación: 2.8 m.



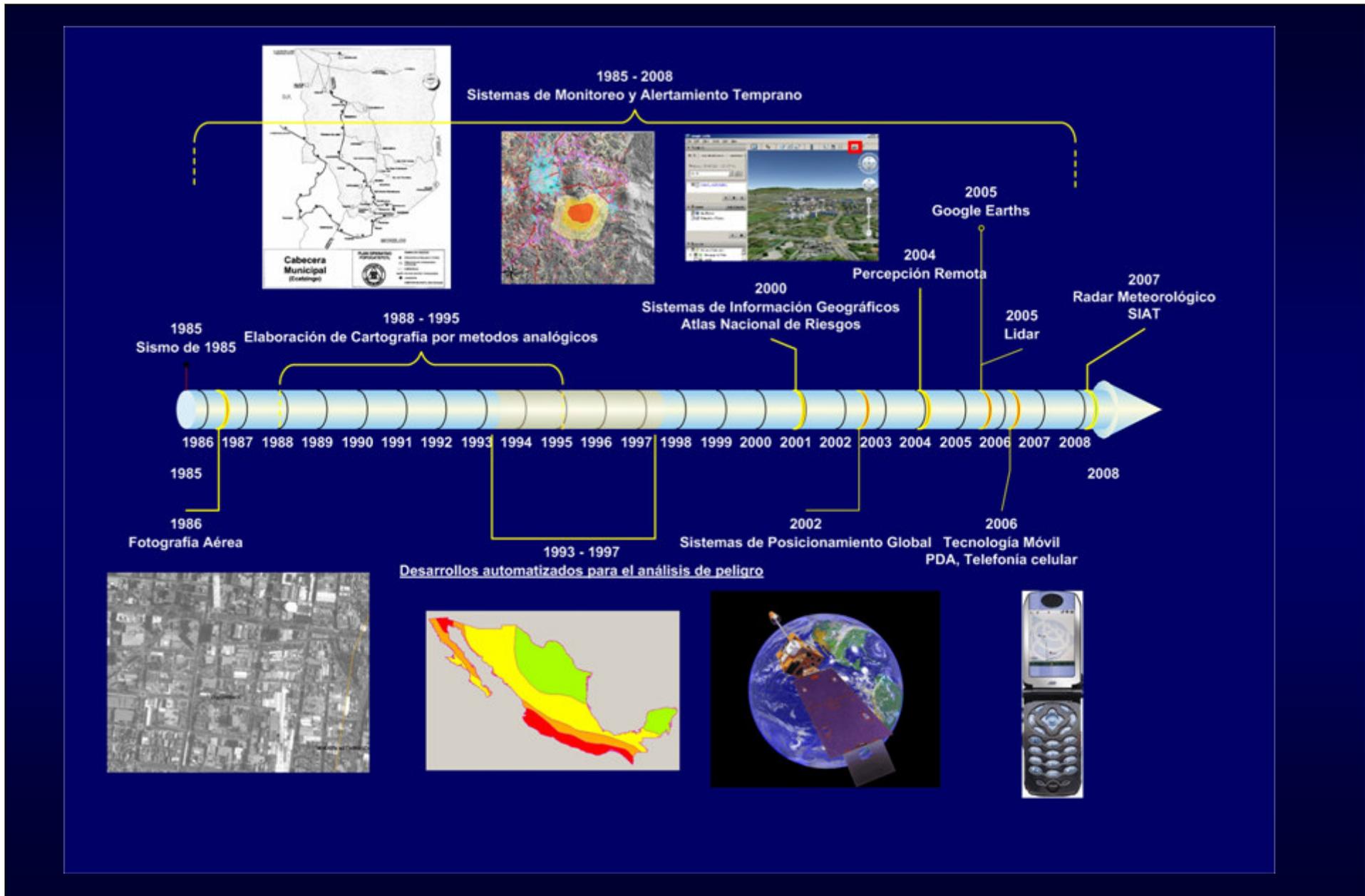
Introducción



- Para el Programa de Aplicaciones Espaciales de las Naciones Unidas la tecnología geoespacial juega un rol importante en la reducción de los desastres. El uso de cada una de las tecnologías de la información puede ser utilizada en el diagnóstico de peligro, la mitigación, y la atención de emergencias.
- La tecnología espacial resulta además indispensable para las alertas tempranas y el manejo de los efectos de los desastres. Además para las naciones en desarrollo, incorporar de manera cotidiana el uso de la tecnología espacial se ve reflejada en mejorar el tiempo de respuesta, y la capacidad de reconstrucción.



Evolución tecnológica para fines de Protección Civil en México





- Preventivos
 - Sistemas que permitan el monitoreo y/o alertamiento por diversos fenómenos
 - Sistemas de Información Geoespacial
 - Planes de Emergencia
 - Mapas de Riesgo
 - Desarrollo Urbano y Reordenamiento Territorial

- Reactivos
 - Evaluación del impacto de diversos fenómenos
 - Coordinación de la emergencia
 - Estrategias para la reconstrucción



Peligro

Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un lapso dado. El potencial del peligro se mide por su intensidad y su periodo de retorno [0 a 1].



Exposición

Cantidad de personas, bienes, valores, infraestructura y sistemas que son susceptibles a ser dañados o perdidos [\$ o vidas].



Vulnerabilidad

Susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados [0 a 1].

$$R = f(\text{Peligro} * \text{Exposición} * \text{Vulnerabilidad})$$

La información básica requerida es:

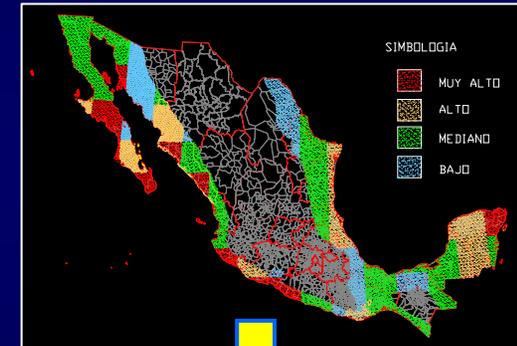
Características del Medio físico



Entorno Socio-económico



Características de la infraestructura



Metodologías

Peligro

Sistema Expuesto

Vulnerabilidad

Información sobre el nivel de Riesgo



Modelo Espacial del Riesgo



Capas de peligro natural (ambiente físico) *

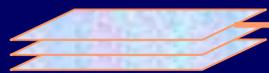
- Topografía
- Clima
- Hidrología
- Geología
- Cobertura vegetal



- Inundaciones
- Sismos
- Volcanes
- Tsunamis
- Ciclones
- Deslizamiento de laderas

Capas de peligro químico (antropogénico) *

- Fuentes Fijas
- Fuentes móviles



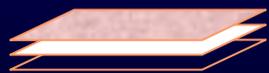
Modelo de peligro

Intensidad
Periodo de retorno



Capas de Exposición *

- Población
- Infraestructura
 - Educativa
 - Salud
 - Vivienda
 - Carreteras



Funciones

Modelo de vulnerabilidad

Mapa de vulnerabilidad



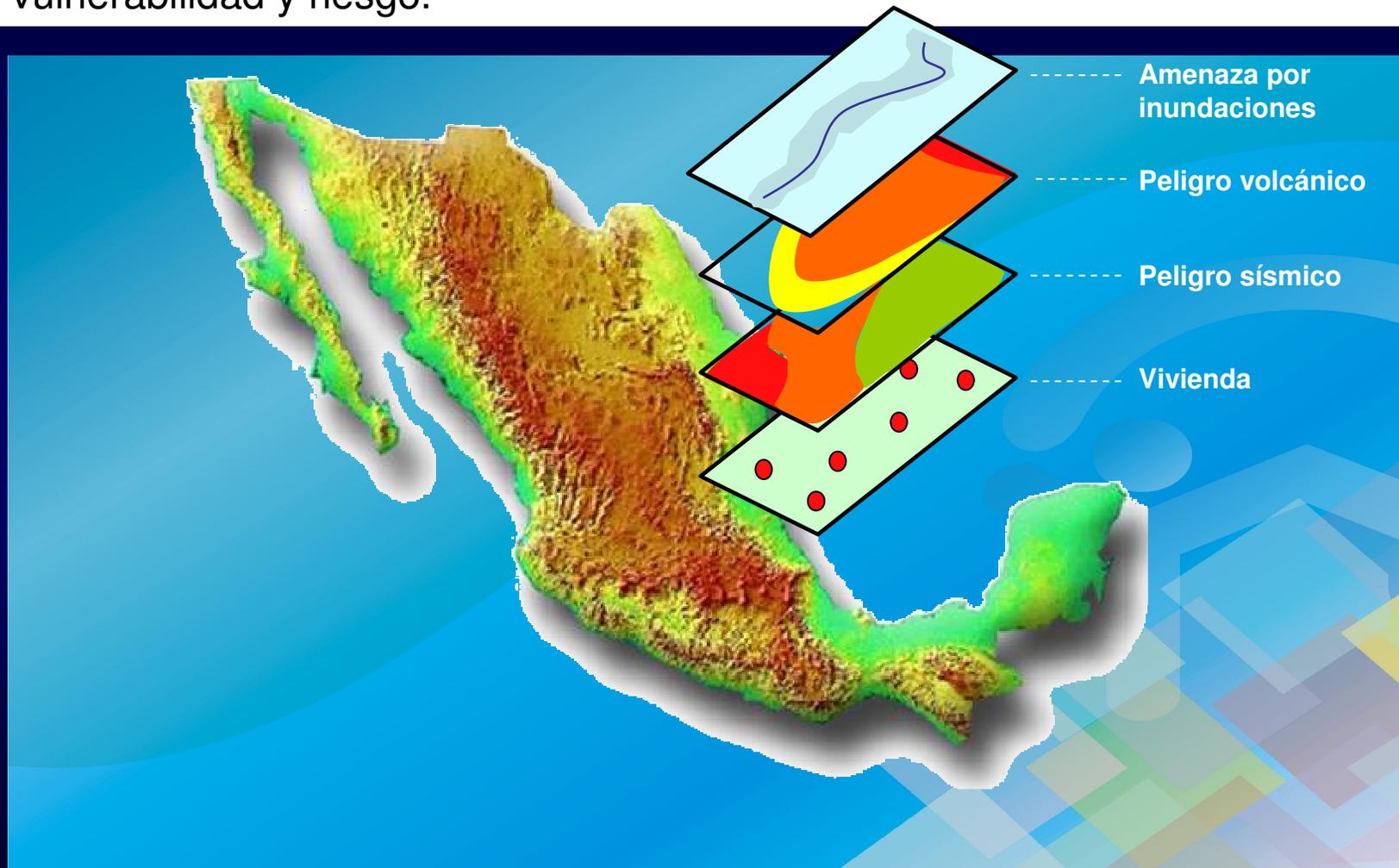
Modelo de riesgo

Mapas de riesgo
Escenarios de riesgo



* Procesos en los que es indispensable la Percepción Remota

El proceso esencialmente se basa en agregar, a una plataforma estadística y geográfica única, las distintas capas de información sobre peligros, exposición, vulnerabilidad y riesgo.





Sensores y su aplicación (CENAPRED)



Alta resolución

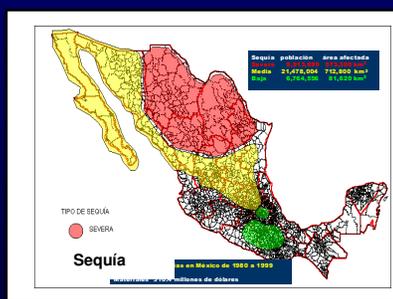
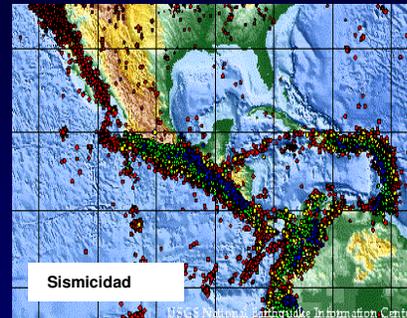
Sensor / Aplicación	QUICK BIRD	IKONOS	EROSA	SPOT 5	IRS *	LANDAST 7 *	SPOT 4	ASTER	LANDAST 5 *	MERIS	VEGETATION	ERS 1 & 2	ASAR	RADARSAT *	TERRASAT *
Óptico / Radar	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	r	r	r	r
Cartografía															
Redes de Comunicación															
Gestión de Riesgo															
Agricultura															
Aspectos Forestales															
Geología															
Medio Ambiente															

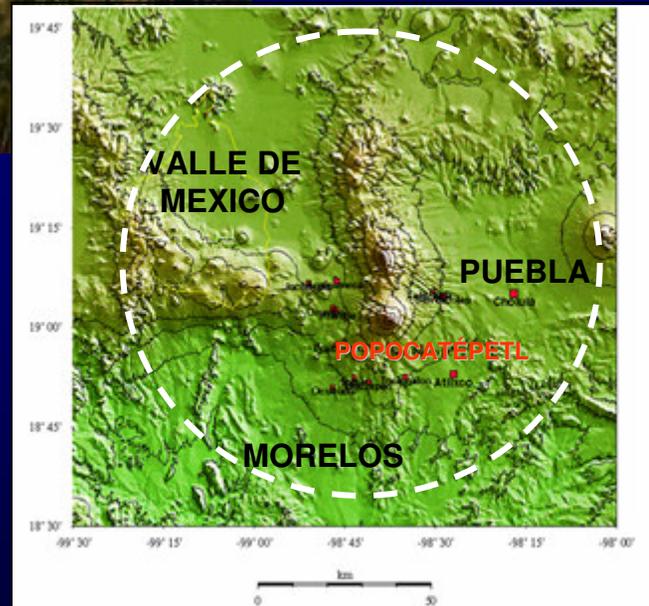
- Muy útil
- Útil
- Útil bajo algunas condiciones

* Sensores disponibles en la Antena de Chetumal



Mosaico de los principales Peligros en México

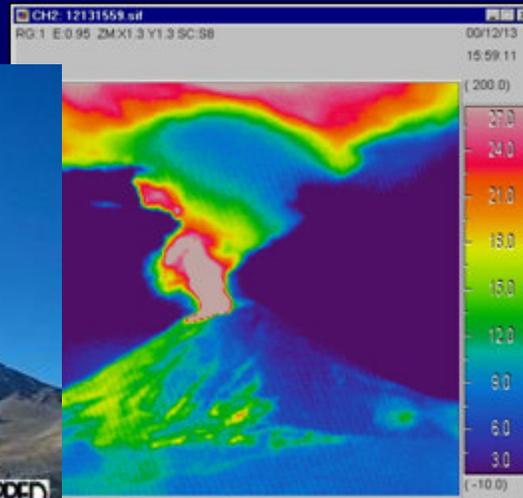




- 5452 m de altura
- Edad 50,000 años
- Última erupción pliniana, hace 14,000 años.
- Erupciones importantes:
~800, 1347, 1509, 1530, 1571, 1592, 1642, 1663, 1720, 1802, 1917-1928, 1994-
- **En un radio de 80 km viven cerca de 23 millones de habitantes!**



Monitoreo del Volcán Popocatepetl





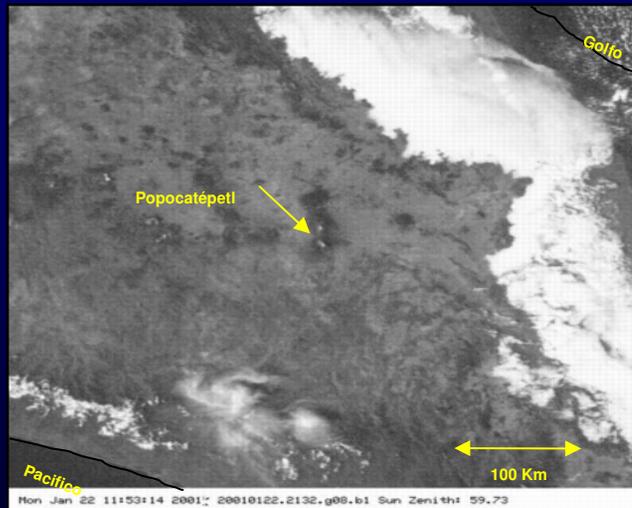
Actividad del Volcán Popocatépetl



Erupción el 19 de Diciembre de 2000



Explosión del 14 de Febrero de 2003



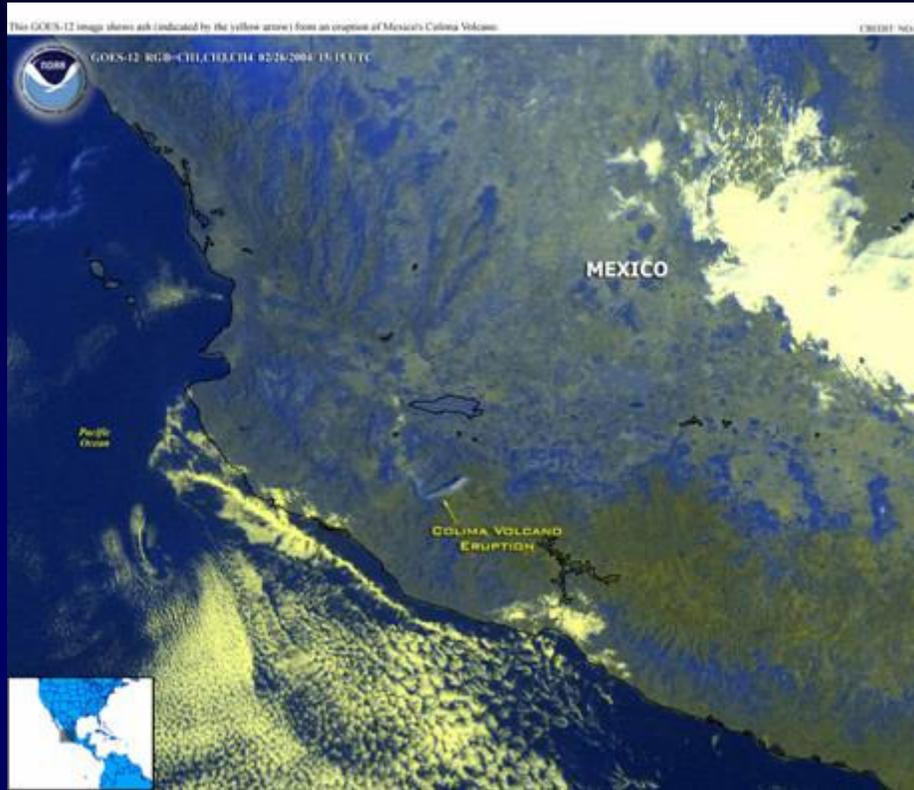
Erupción del 22 de Enero de 2003



Explosión el 19 de Julio de 2003



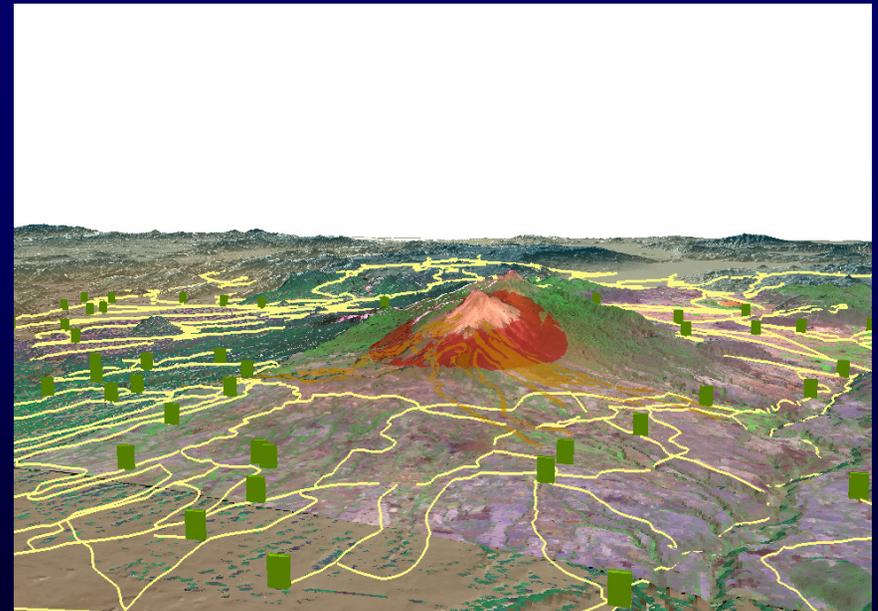
Actividad del Volcán de Fuego de Colima



GOES-12, 02-26-2004



Evaluación del uso de suelo,
actualización de la traza urbana



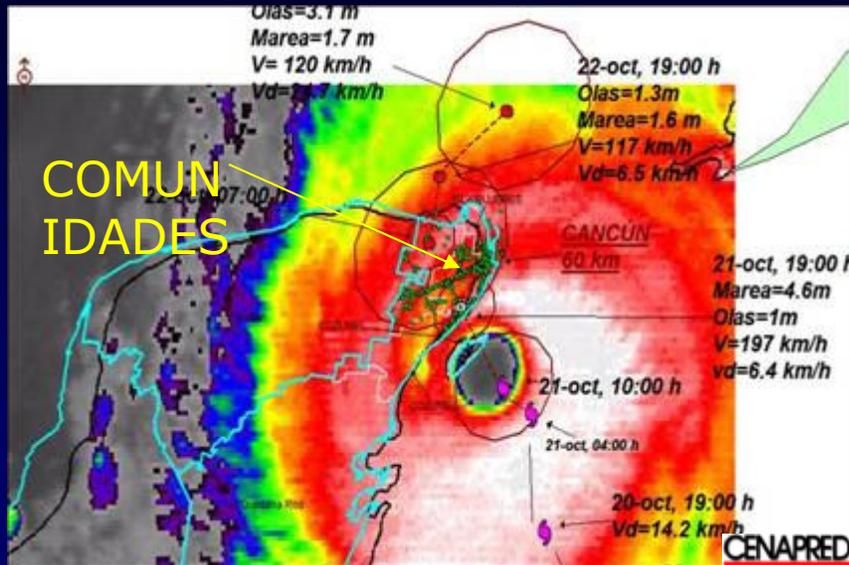


Huracán "Wilma", Cat IV

Precipitaciones en octubre de 2005

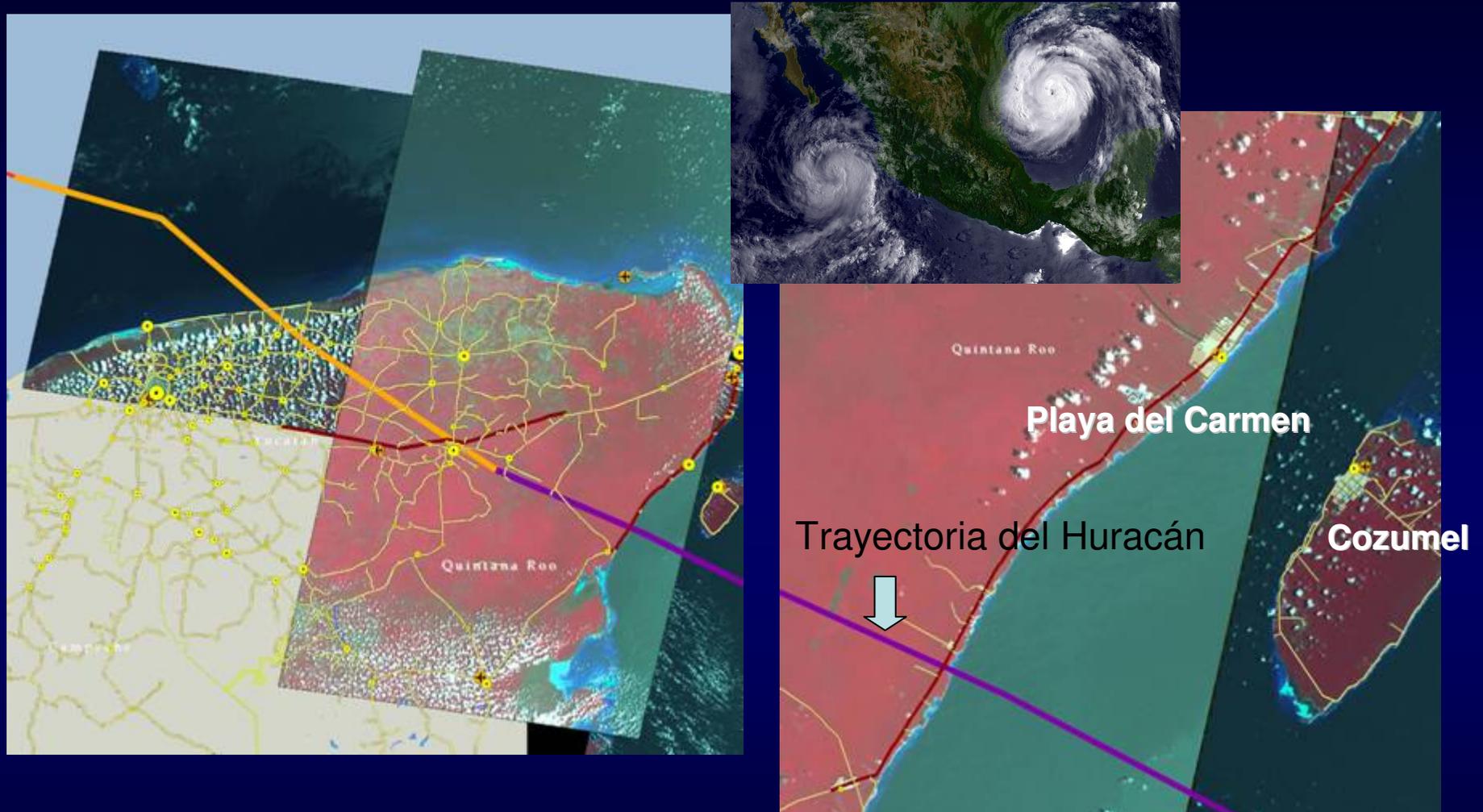


Precipitación acumulada de 1748 mm en Isla Mujeres , Q.R. (1748 litros /m²)!





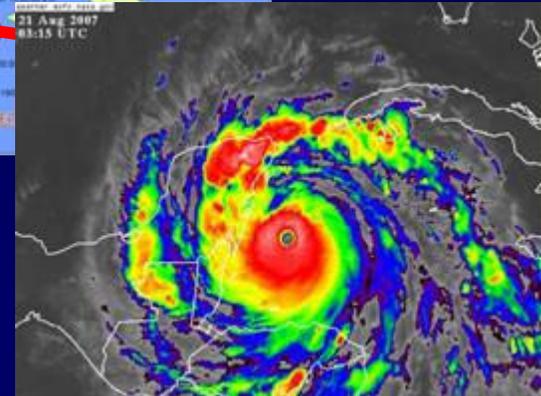
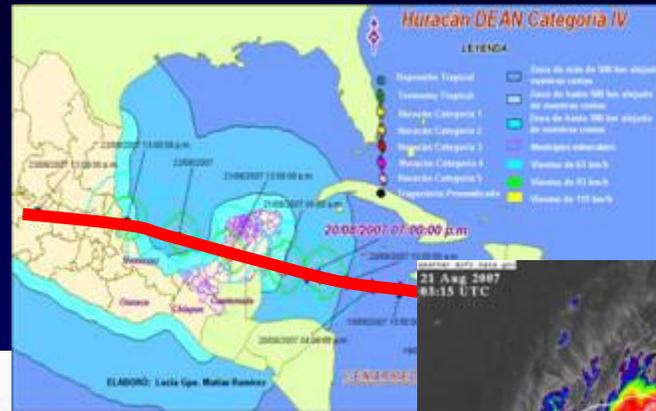
Huracán Emily, 2006 (Landsat ETM 2002)



Entrada del huracán con intensidad IV a la Península, aproximadamente a 4.3 km de la localidad de Playa del Carmen y de Cozumel. Las imágenes fueron utilizadas como marco de referencia espacial.



Huracán "Dean", Cat. V, agosto 2007



INUNDACION FLUVIAL POR "DEAN"
(en el Norte de Veracruz, Río Cazones)





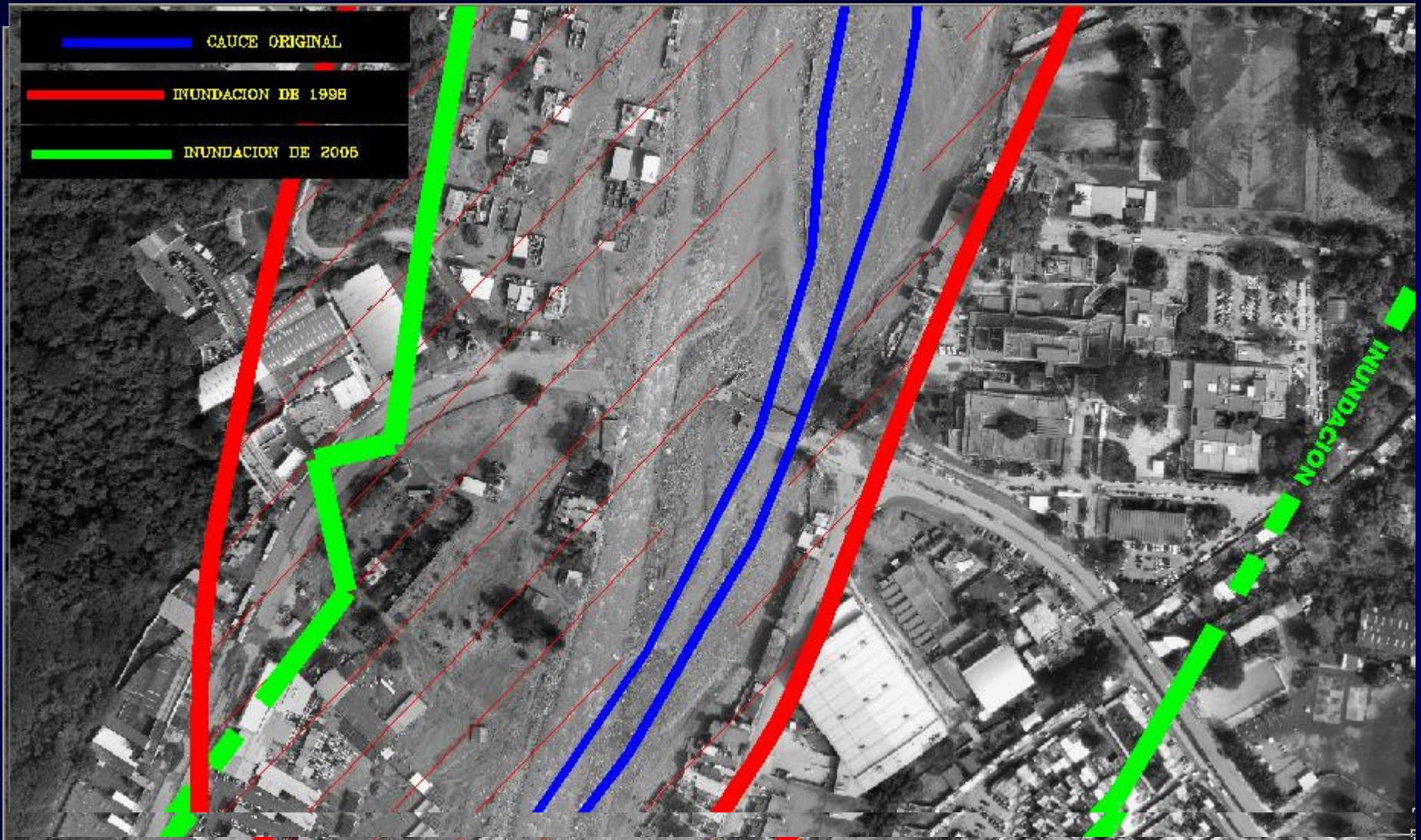
*Stan, Tapachula 2005
(Spot 4 y 5)*



Cambios en el uso de suelo, cobertura vegetal, extensión del impacto del fenómeno.



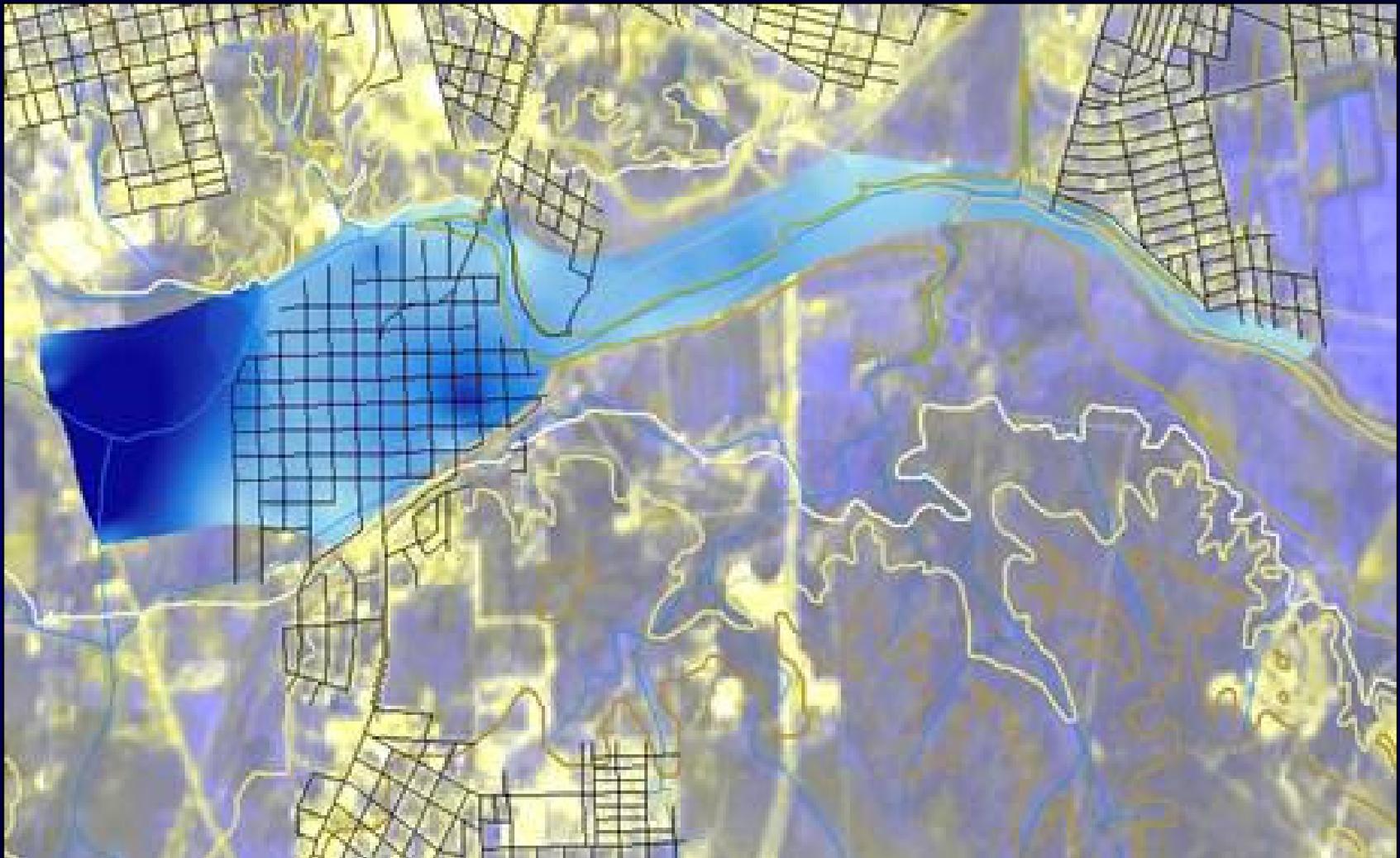
Tapachula, Chiapas, 2005 (después de STAN)



CONAGUA

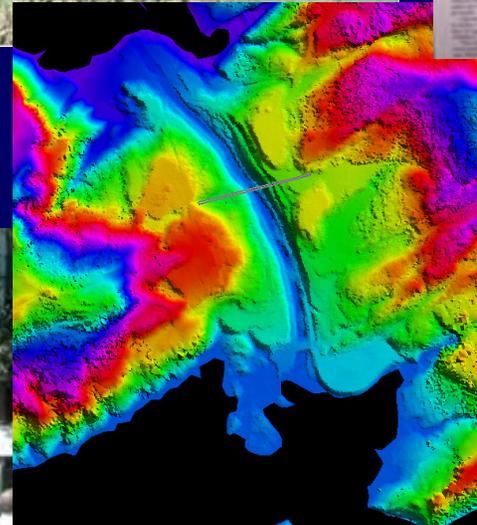
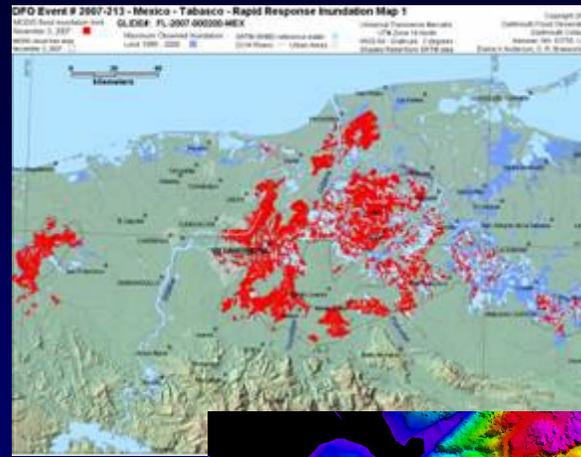
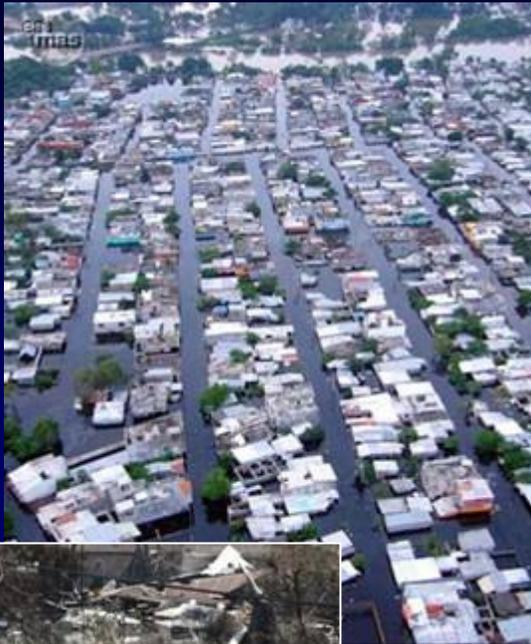


*Inundación en Piedras Negras Coahuila,
2004 (Spot 5)*





Inundaciones en Tabasco y Chiapas Octubre - Noviembre 2007



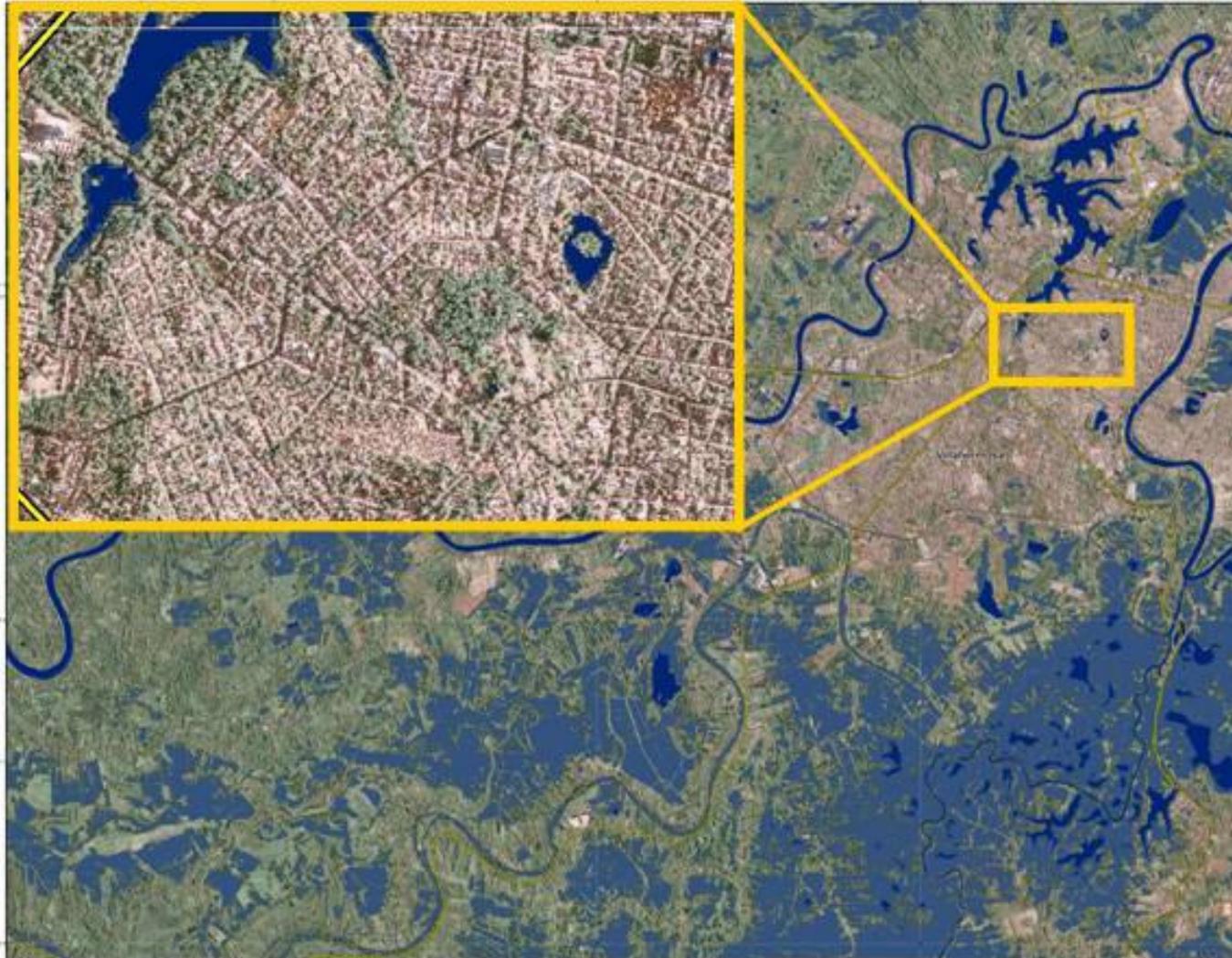


Imágenes satelitales de radar de la zona inundada de Tabasco TerraSAR-X (DLR)



Tabasco, México, Zonas inundadas en Villahermosa. Imagen de Radar

00



Center for Satellite Based Crisis Information
Emergency Mapping & Change Monitoring

German Remote Sensing Data Center
German Aerospace Center

Legend

Settlement	Vegetation/Forest	Agriculture

Preparation Date: 2007

Water surface

Normal water level

Information

A series of heavy rains caused more to continue submerging large parts of the state of Tabasco and the neighboring state of Chiapas. The city of Villahermosa with a population of more than half a million people has been most severely hit by the flood event.

This map shows the extent of the flood situation in the region of Villahermosa, Tabasco, Mexico as revealed by the German TerraSAR-X radar satellite on November 4, 2007. TerraSAR-X is jointly operated by the German Aerospace Center (DLR) and Airbus DS/CRS, Germany. Please note that the flood extent is often given only in some cases not be detected properly due to water geometry.

For availability reasons an artificial SPOI image (pseudo-multiplex of 100m) was combined with the TerraSAR-X image and used as background.

The map was produced in order to support the Mexican Red Cross and other agencies (CENAPRED).

Scale: 1:20,000 in DTM-projection

Reference coordinate system: [Geographic coordinate system](#)
 Projection: UTM Zone 18 N
 Spheroid: WGS 84
 Datum: WGS 84

Map Sources

© 2007
 © 2007
 © German Aerospace Center (DLR) 2007
 Commercial exploitation rights: [DLR/CRS](#)

Processing/Analysis

Image processing and map creation by DLR
 - Detection of change water areas from SPOI
 - Detection of flooded water areas from TerraSAR-X

Map created November 6, 2007 by [csb-ci](#) and updated November 9, 2007 by [csb-ci](#)

For more information visit [http://www.csb-ci.de](#)

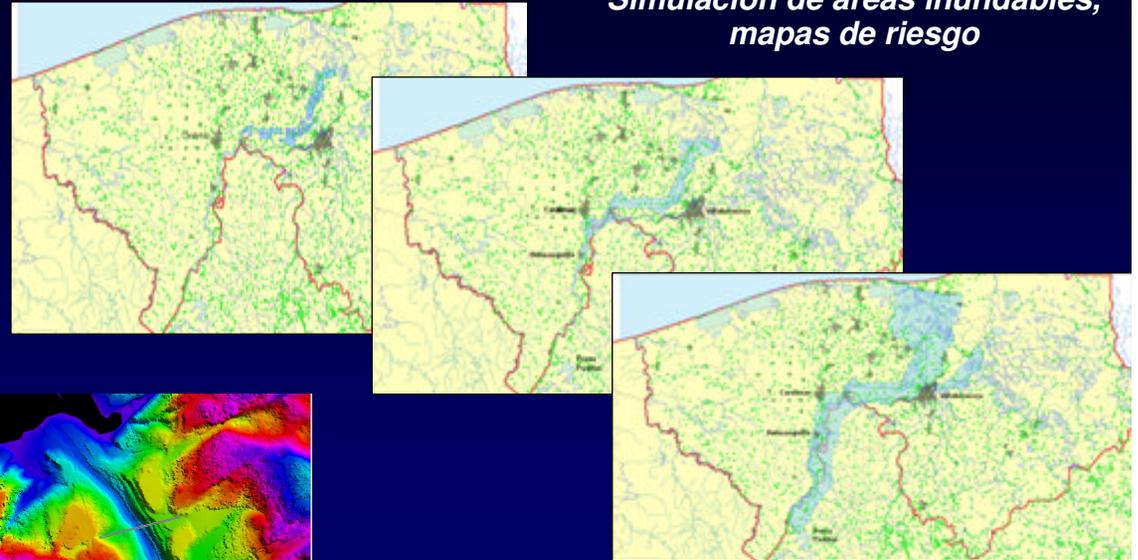


La experiencia en Tabasco y Chiapas

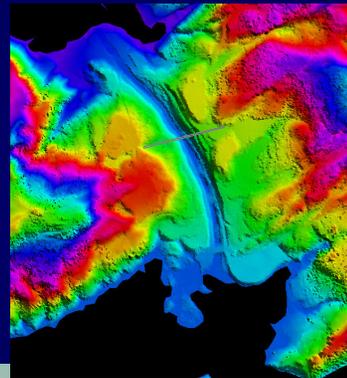


- *Fotografía satelital especial y preparación de cartografía de alta resolución*
- *Asesorías y evaluación técnicas*
- *Análisis de escenarios y preparación de planes de emergencia para Villahermosa, Tabasco por inundaciones*

Simulación de áreas inundables, mapas de riesgo

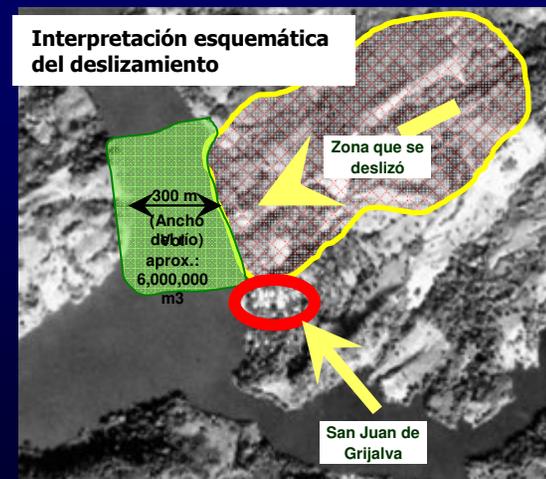


Gestión de fotografía satelital y preparación de cartografía de alta resolución



Deslizamiento en San Juan Grijalva, Chiapas

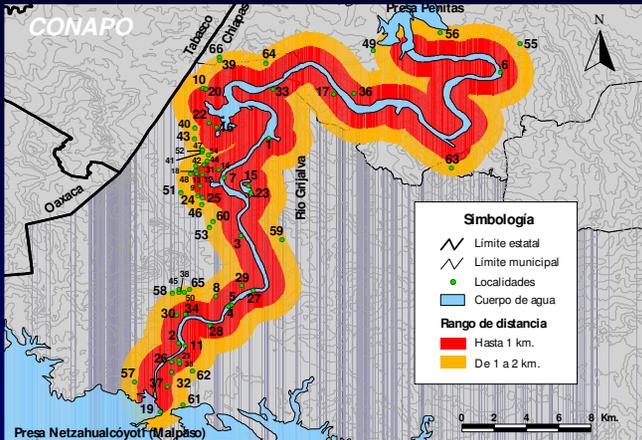
Interpretación esquemática del deslizamiento



San Juan Grijalva



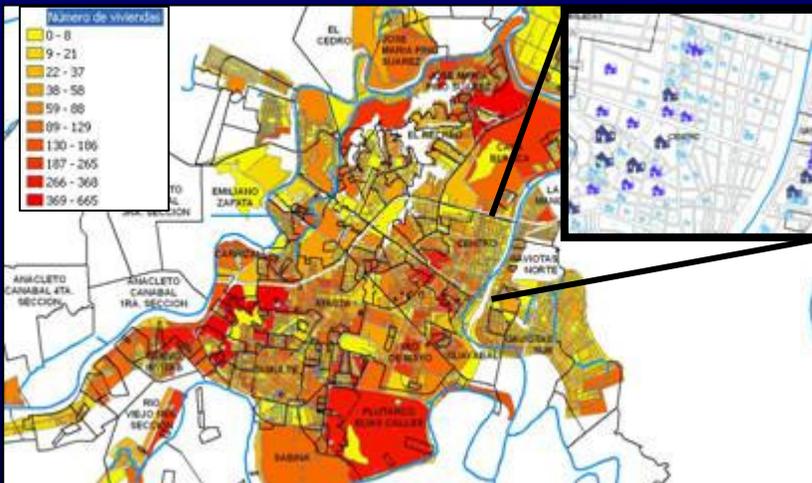
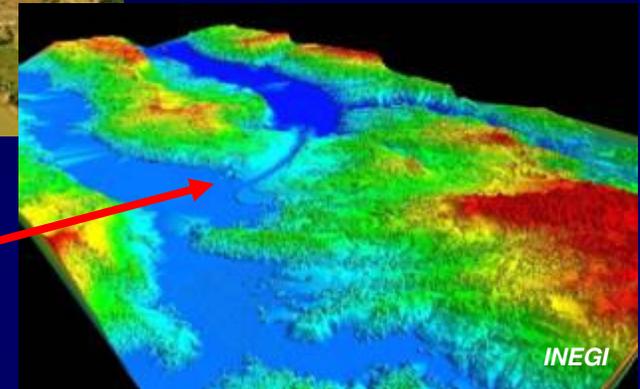
La experiencia en Tabasco y Chiapas



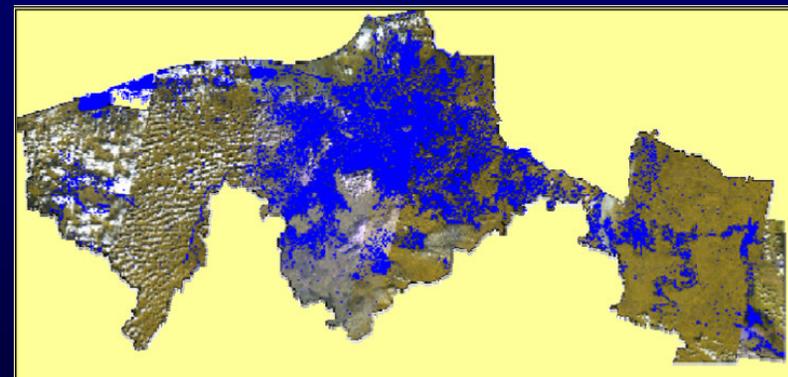
Población en posibles zonas inundables del río Grijalva



Uso del LIDAR para generar modelos digitales de elevación de alta resolución para el canal en San Juan Grijalva

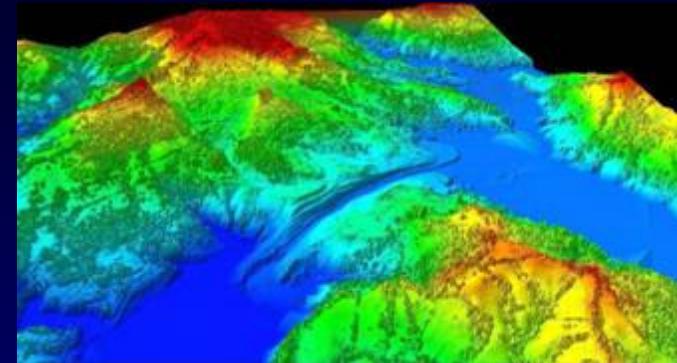


Vivienda total habitada por manzana y colonia, INEGI



Afectaciones al sector agrícola. SAGARPA y SEMAR, imágenes SPOT y RADAR

- Para la generación de información y variables para la gestión del riesgo
- Insumos para los sistemas de monitoreo y alertamiento temprano
- Usa Tecnologías como: Fotografía Aérea, LIDAR, Imágenes de Satélite, Radar, GPS
- Apoya a la integración de Información estadística (indispensable para el análisis de vulnerabilidad)
- Permite elaborar mapas temáticos con aplicaciones específicas para el sector salud, vivienda, educación, comunicaciones, protección civil, etc.



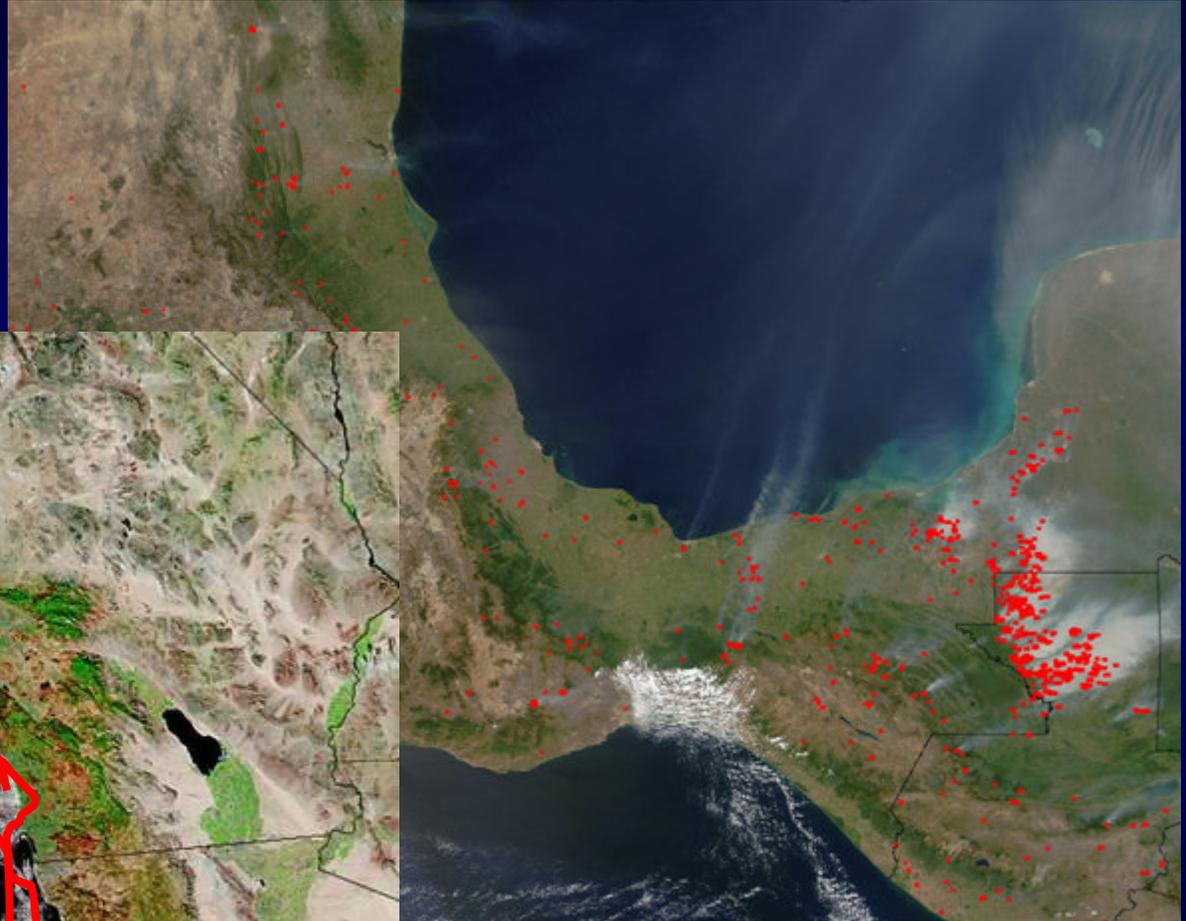


Afectación a Piedras Negras Coahuila por Tornado, 2007, Fotografía Aérea (INEGI)



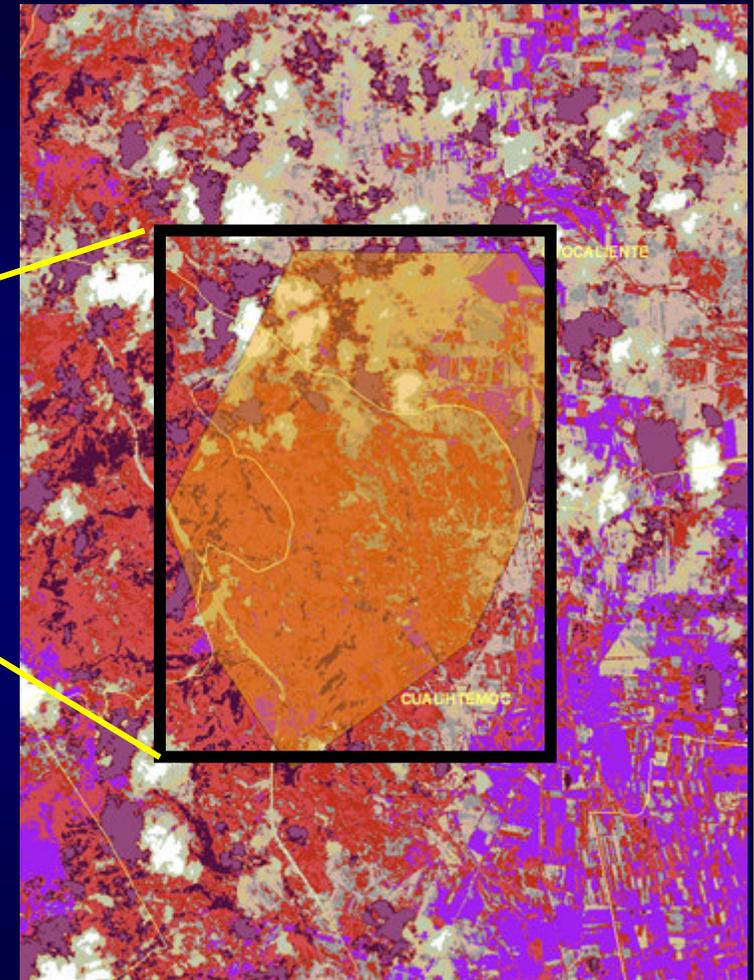
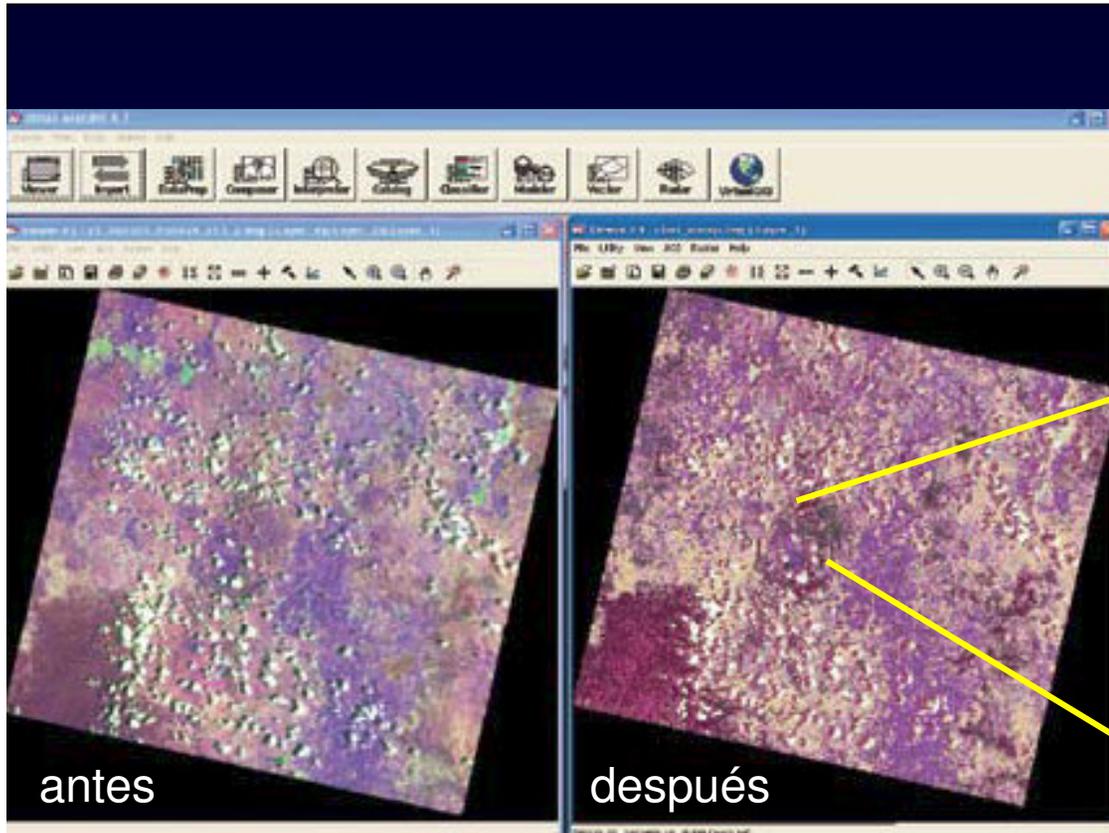


Puntos de Calor e Incendios Forestales Modis - Conabio





Incendios Forestales, Zacatecas 2005 (SPOT 5, 4)



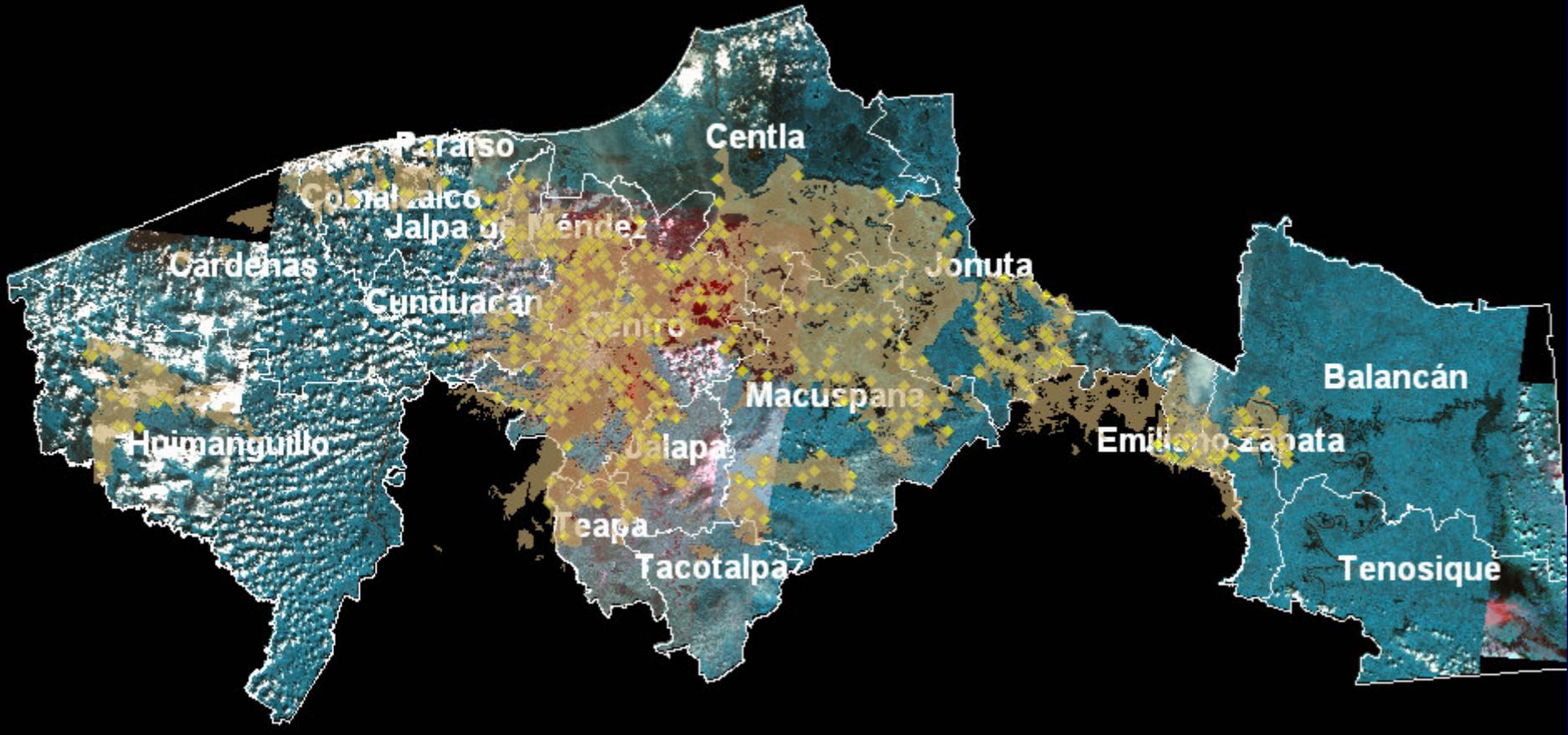
Se evaluó el daño en la vegetación y el suelo causado por los incendios forestales.

Se aprecia en gris las zonas quemadas.

Levantamiento en sitio con GPS

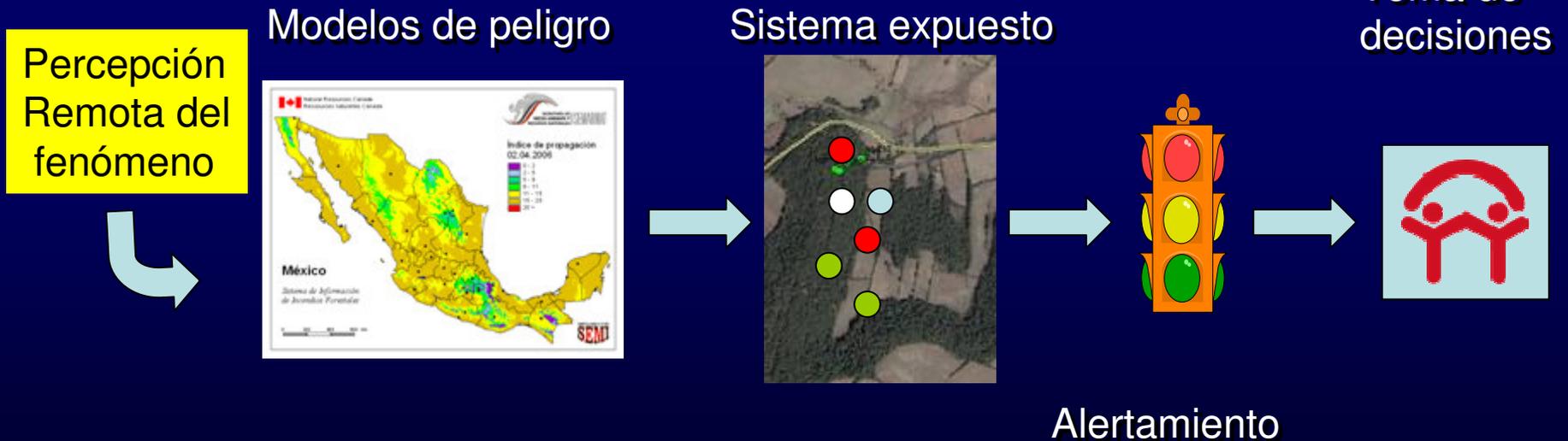


Inundación y Frentes Fríos en Tabasco y Chiapas (2007) - (Spot 4 y 5)

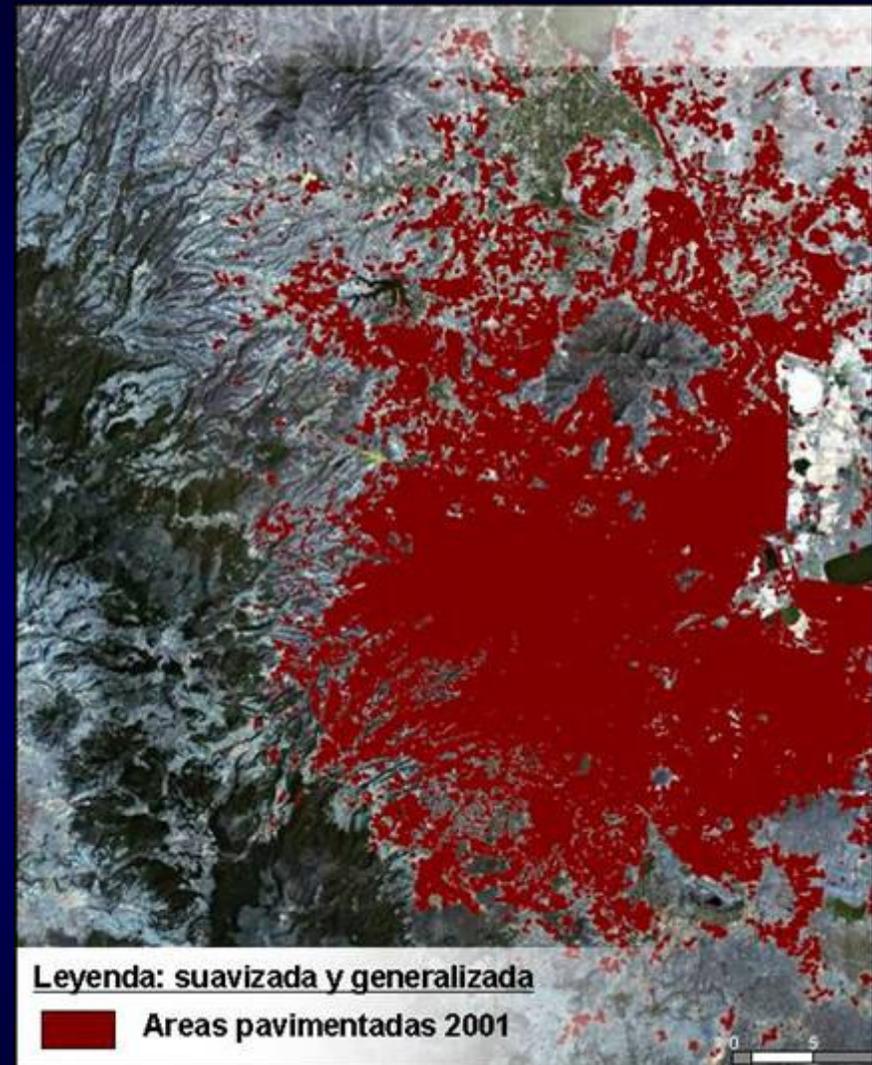


Áreas de Inundación

- Automatizar los procesos para que, a partir del análisis de imágenes, se generen procesos de monitoreo y alertamiento para diversos fenómenos.
 - Incendios forestales
 - Subsistencia
 - Evaluación de daños, etc....

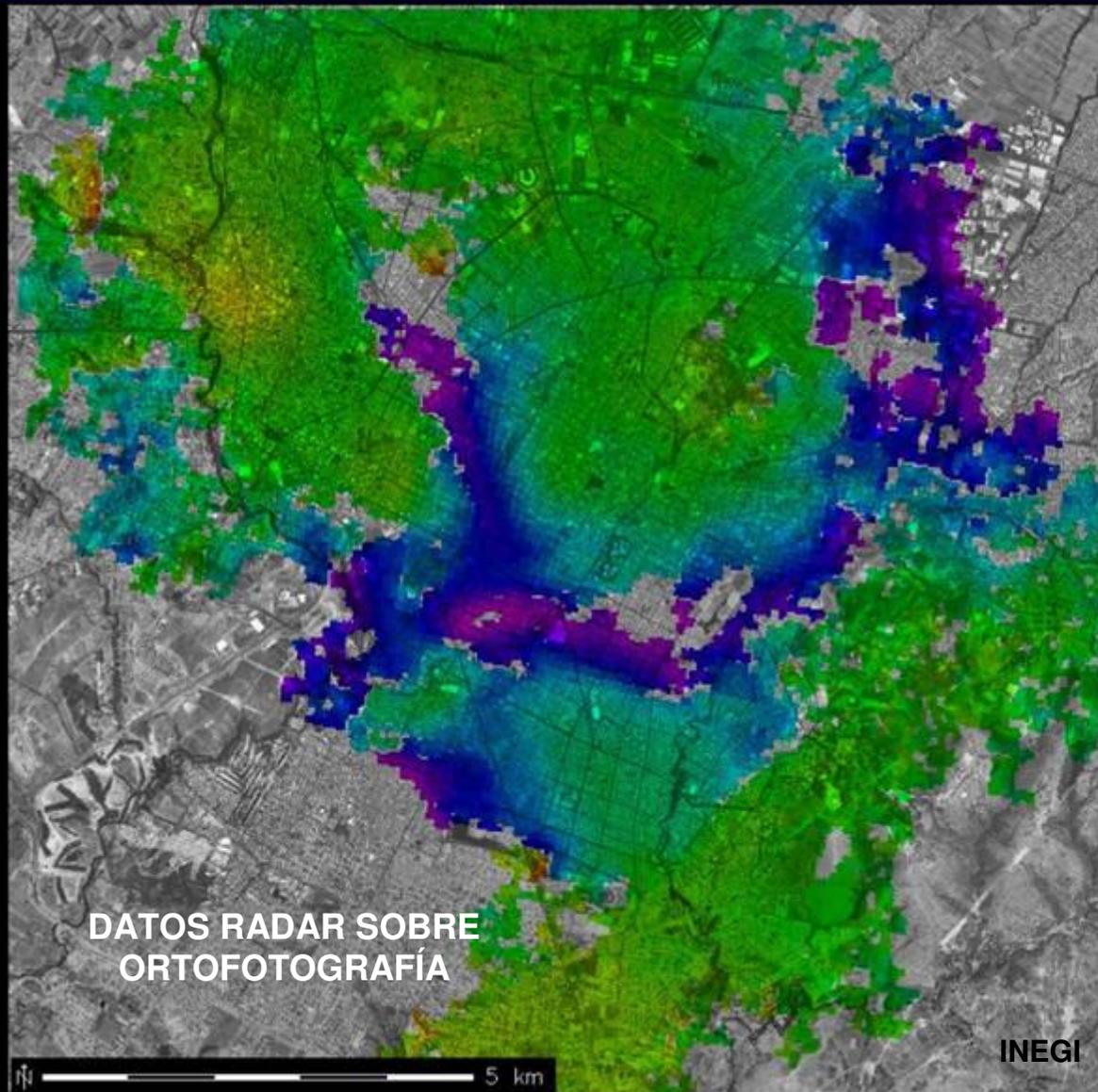


- Fenómeno antrópico, causas naturales
- Interferometría radar diferencial
- Fenómeno cada vez más presente en grandes ciudades (D.F., Morelia, Puebla)
- Monitoreo constante



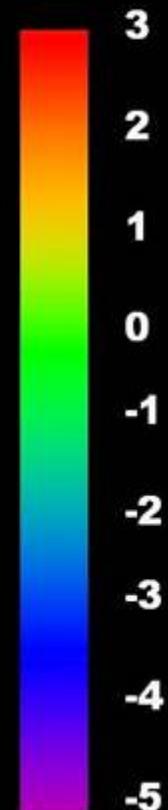


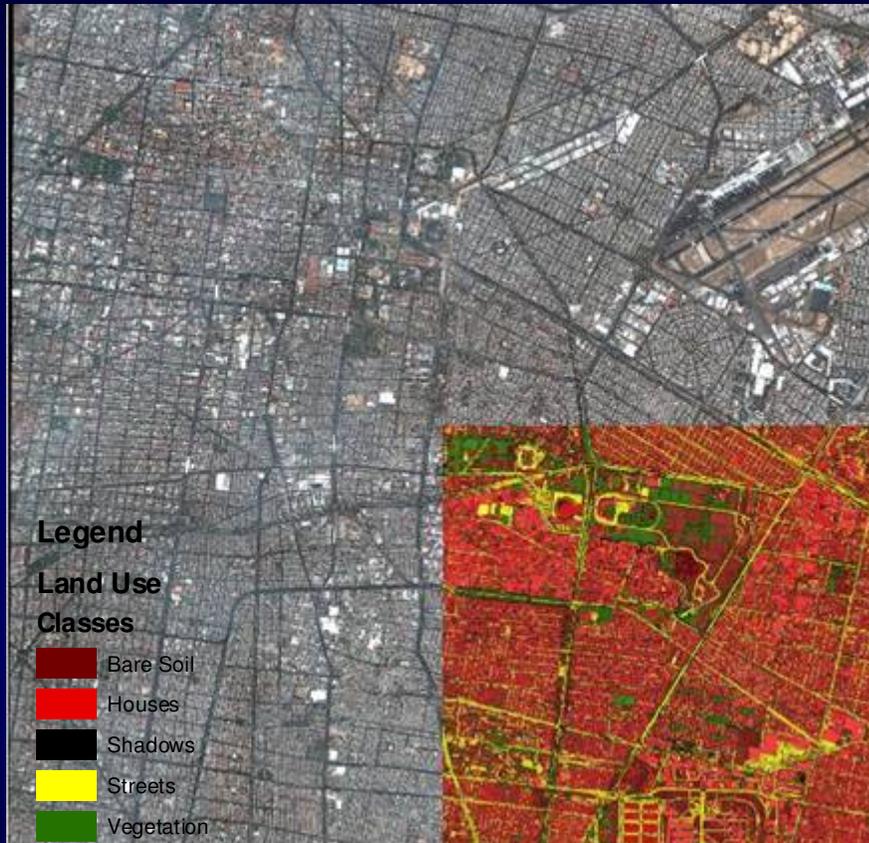
Mapa de deformación del terreno Puebla de Zaragoza (INEGI)



Fechas
16 Agosto 1998
3 Diciembre 2000

Deformación LOS*
(cm)





A partir de imágenes ópticas y de radar de alta resolución, se puede caracterizar la construcción e infraestructura, para determinar posteriormente su vulnerabilidad



Reflexiones finales -1



- México agradece a la Agencia Aeroespacial Alemana (DLR), su pronta respuesta y el oportuno apoyo por la ayuda brindada en el desastre de Tabasco.
- El uso de imágenes tiene un potencial y ámbito extensos de aplicación, particularmente en la protección civil y la prevención de desastres.
- Los sensores utilizados han demostrado en las recientes experiencias, ser una herramienta indispensable en la toma de decisiones por parte de las autoridades.
- La aplicación de las tecnologías espaciales comienza a mostrar sus bondades, sin embargo falta aún investigación aplicada que permita la automatización de los procesos, que hoy en día son muy especializados.
- El uso de la Percepción Remota y la interpretación de imágenes, tiende actualmente, a reducir los tiempos de acceso a información útil.



Reflexiones finales -2



- La antena de Chetumal, abre un nuevo horizonte en el uso de la tecnología espacial a través de una importante gama de sensores que sin duda derivará en múltiples aplicaciones en distintos campos del conocimiento.
- En particular para la Protección Civil, se abren interesantes proyectos de investigación aplicada, de manera conjunta con varios sectores del gobierno, de la academia y del ámbito privado.
- Las tecnologías espaciales tienen cada día una relación costo-beneficio más favorable para las instituciones que las utilizan, de manera que, directamente un amplio espectro de la sociedad se ve beneficiada de su uso y aplicaciones.
- Indiscutiblemente serán herramientas indispensables para darle seguimiento al cambio climático y sus consecuencias.
- Un país que no haga uso de estas tecnologías, será un país, rezagado, desprotegido y dependiente. Además promueven esquemas globales de desarrollo y la cooperación internacional.