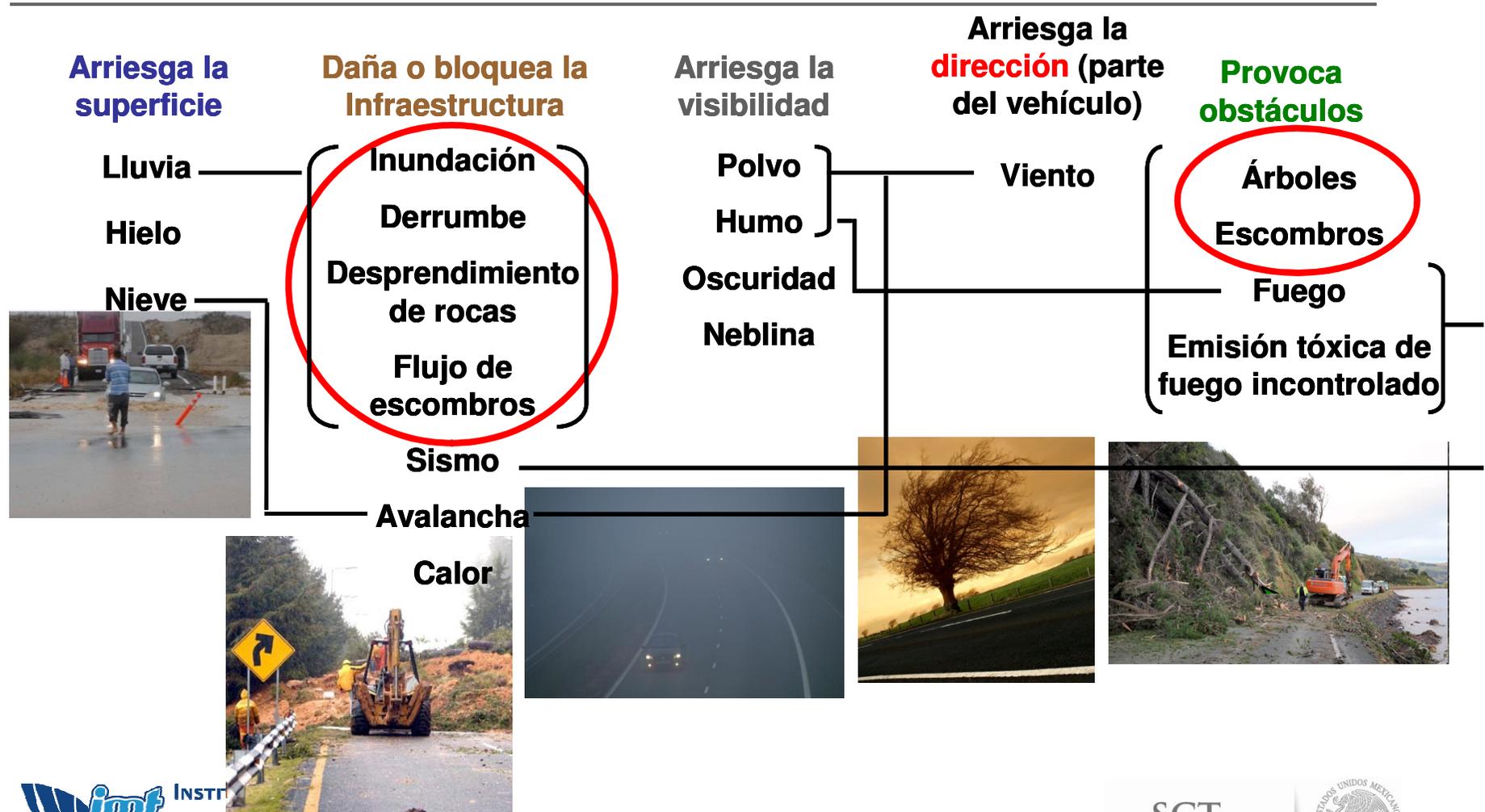




Priorización sistémica de la reapertura de tramos carreteros en México a través de un SIG

Dra. Luz A. Gradilla Hernández
Ing. Roberto Aguerrebere Salido
24 de septiembre, 2014

Causas o afectaciones



Sistemas vitales



Dificultades para la logística humanitaria postdesastre



Fuente: periódico El Universal, 19/09/13

Objetivo:

Obtener jerarquía de tramos, identificar **tramos críticos**



**MEDIR
CONSECUENCIAS**



Medición de los impactos de la interrupción de un tramo en el funcionamiento de la red de carreteras

Identificar tramos críticos para:

- Priorizar la **reapertura** de tramos después de un desastre.
- Priorizar **mantenimiento** y realizar **construcción estratégica** de nuevos tramos.

Minimizar las **consecuencias** de las **fallas** de la red federal de carreteras, en México

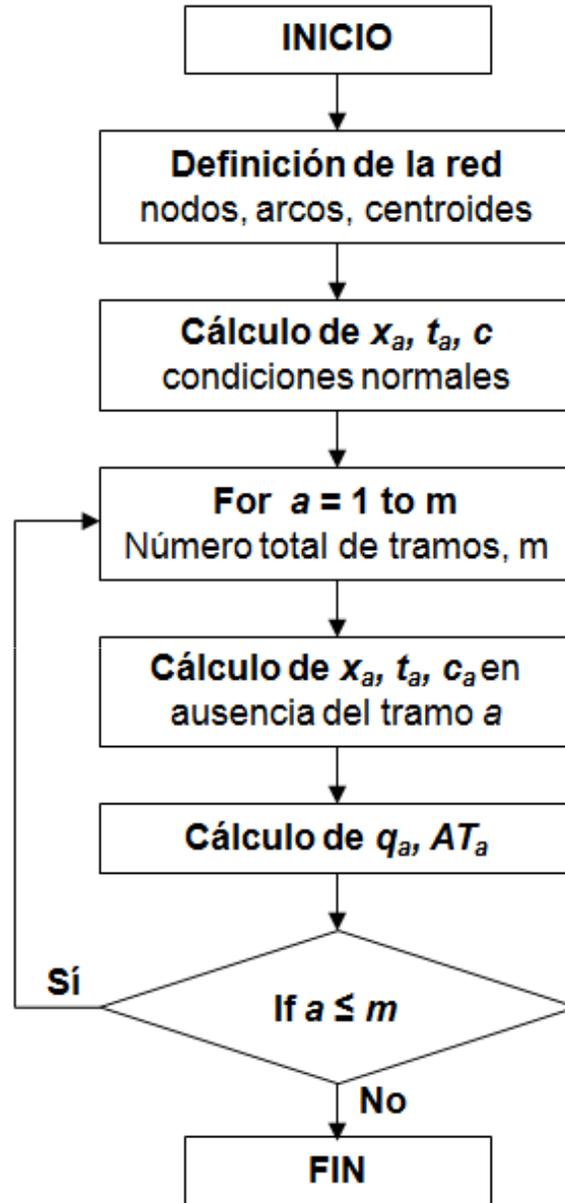


Base metodológica



- Las consecuencias del cierre de un tramo se miden en términos de la variación del **tiempo de viaje de los vehículos**.
- Los **valores más altos** corresponden a los **tramos críticos**; es decir, aquellos cuya interrupción provoca los mayores efectos en el funcionamiento de toda la red como un sistema.

Impacto en el tiempo de viaje



Programado en:

Caliper Corporation



TransCAD

Impacto en el tiempo de viaje

$$AT_a = \frac{c_a}{c}$$

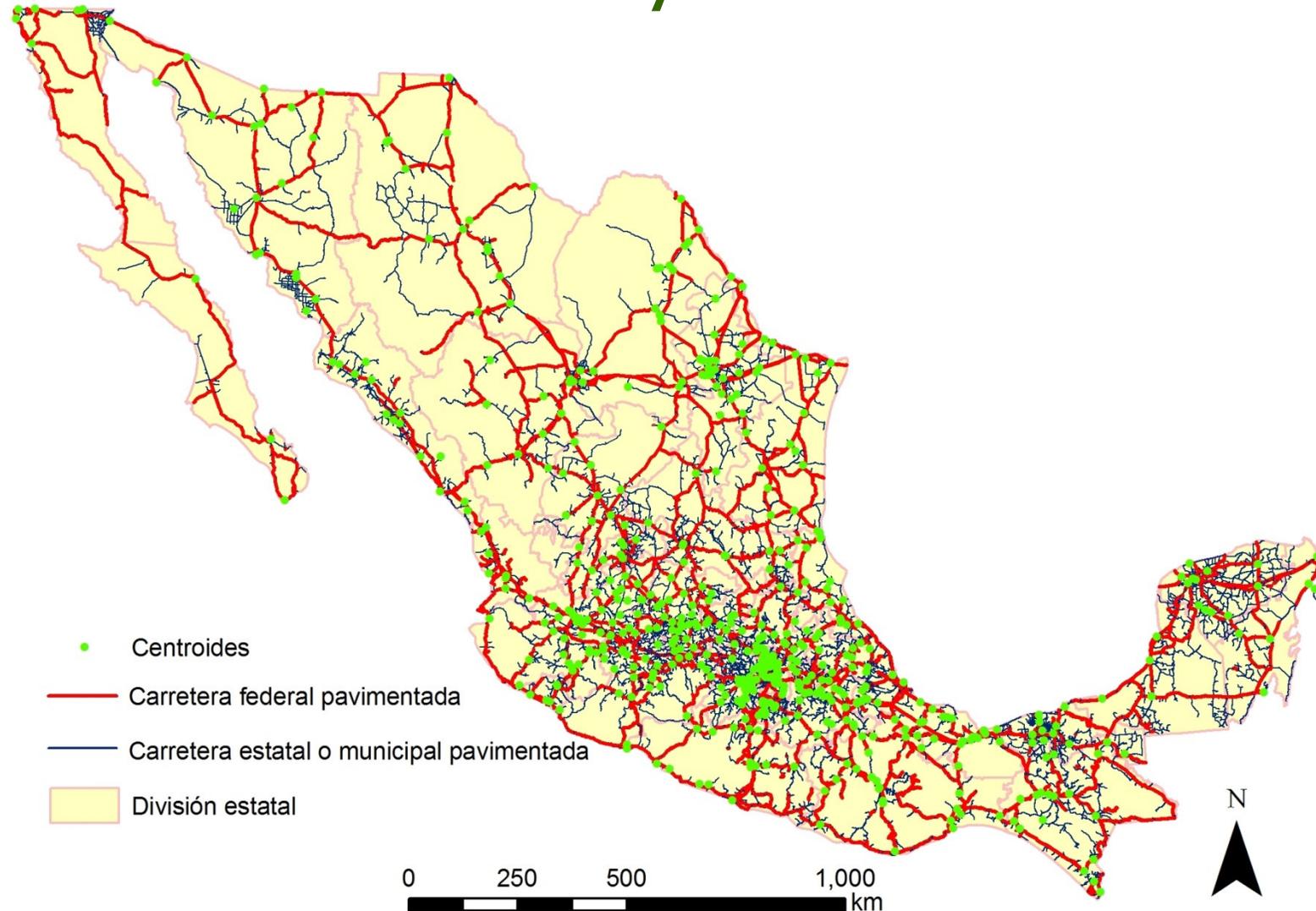
$$c_a = \sum_a t_a(x_a) \delta_a \quad \delta_a = \begin{cases} 1 & \text{si el tramo } a \text{ no es el removido} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$c = \sum_a t_a(x_a)$$

**Modelo de
asignación,
equilibrio del
usuario**

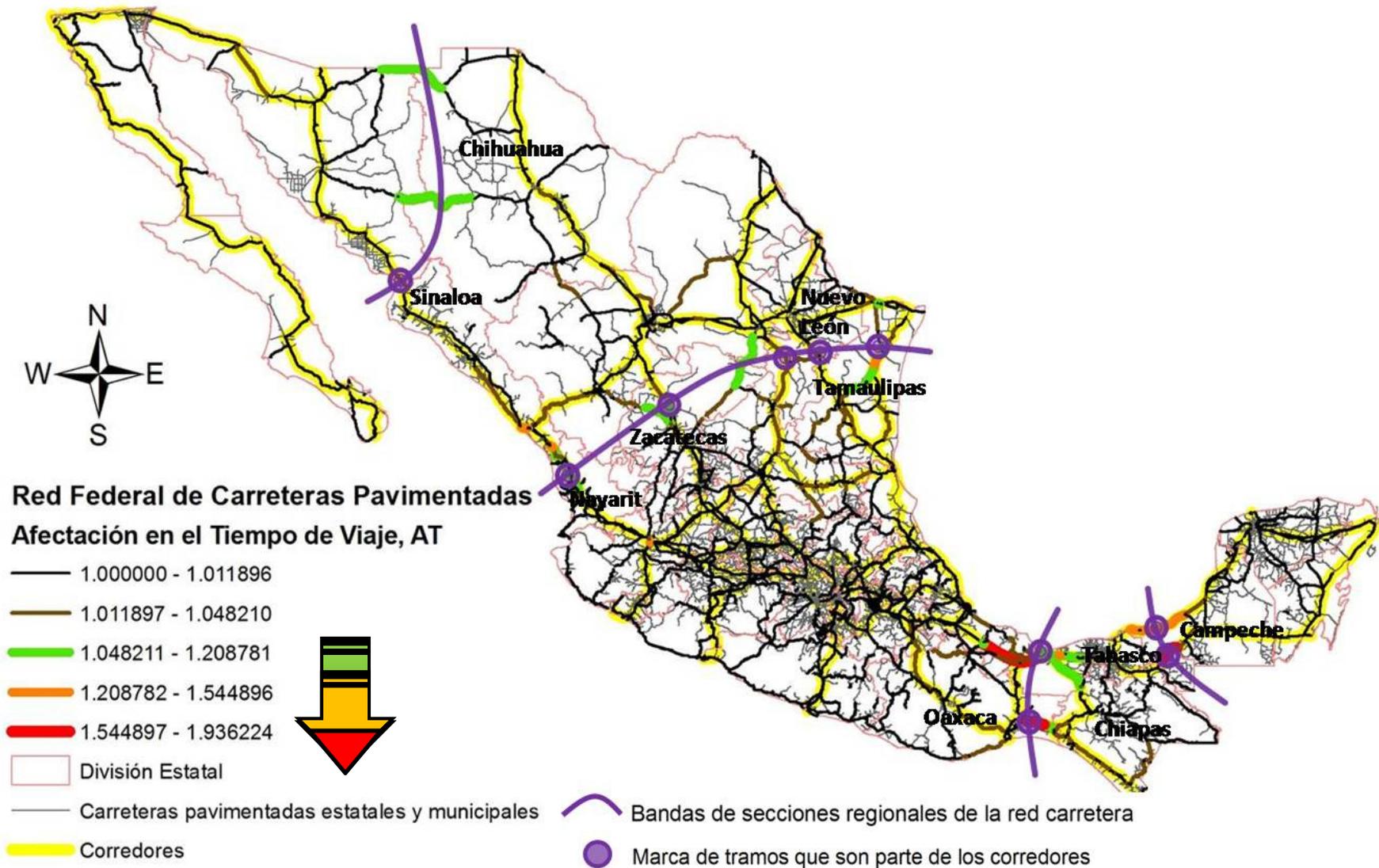
- ❑ c : tiempo de viaje de todo el sistema cuando están presentes la totalidad de los tramos.
- ❑ c_a : tiempo de viaje de todo el sistema cuando está inhabilitado el tramo a
- ❑ t_a : : tiempo de viaje de cada tramo a de la red.
- ❑ x_a : : flujo en el tramo a .

Red de carreteras y centroides



Fuente: **Inventario Nacional de Infraestructura para el Transporte 2007**, de la Unidad de Sistemas de Información Geoespacial-IMT

Resultados



Fuente: Elaboración propia con información de la Unidad de Sistemas de Información Geoespacial (USIG)-IMT

Ejemplo de jerarquía de tramos

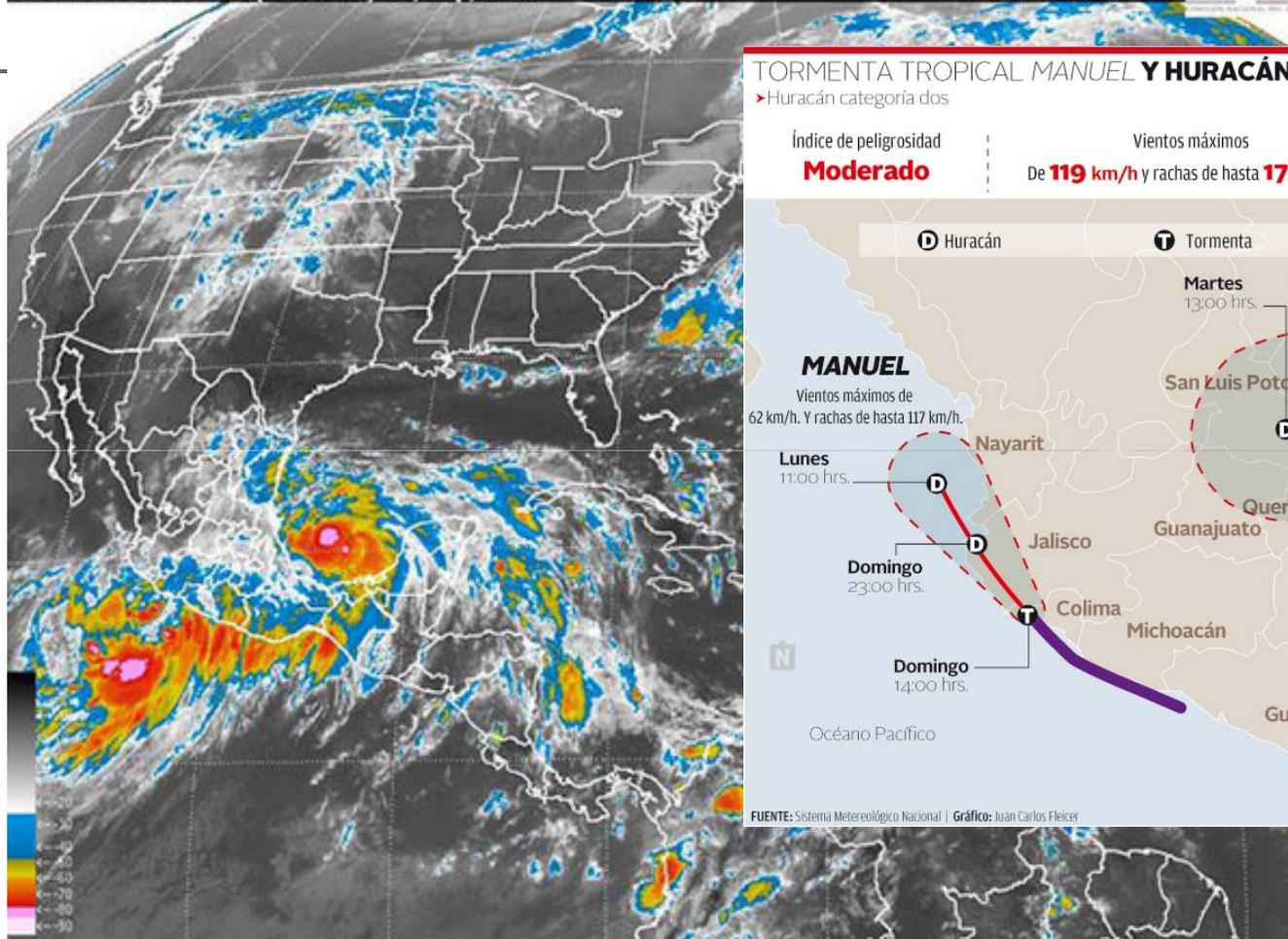
Tramo	Jerarquía	Carretera	Estado	AT _a
01858	1	Tepic-Mazatlán, 15	Sinaloa	1.476
01726	1	Tepic-Mazatlán, 15	Sinaloa	1.296
11345	1	La Ventosa-Tapana	Oaxaca	1.652
09545	2	Culiacán – Los Mochis, 15	Sinaloa	1.040
21087	2	Victoria – San Fernando, 101	Tamaulipas	1.375
00100	2	México 15	Sonora	1.023
07356	2	T. Chicharrona–Cuencamé, 49	Zacatecas	1.114

Niveles de jerarquía 1-5



CGSMN GOES 13 IR4 (14:45 Z) 14/Sep/2013

CONAGUA



TORMENTA TROPICAL MANUEL Y HURACÁN INGRID

► Huracán categoría dos

Índice de peligrosidad
Moderado

Vientos máximos
De **119 km/h** y rachas de hasta **177 Km/h**

Velocidad aproximada de
11 Km/h



FUENTE: Sistema Meteorológico Nacional | Gráfico: Juan Carlos Fleicer



Afectaciones por "Ingrid" y "Manuel"

RECUENTO DE DAÑOS EN MÉXICO

La Secretaría de Gobernación (Segob) emitió la Declaratoria de Desastre Natural para 77 municipios del país y se realizó un recuento de los daños que se tienen hasta el momento, por las fuertes lluvias que azotaron la mayoría del territorio nacional. Las autoridades permanecen en alerta por la llegada de una nueva amenaza sobre las dos penínsulas mexicanas

ESTADOS MÁS AFECTADOS

12

LAS NUEVAS AMENAZAS

Depresión tropical "Manuel"

Baja presión

MUERTOS

80

Notimex

Fuente: Notimex, Secretaría de Gobernación, Presidencia de la República, Conagua, Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena)

MUNICIPIOS AFECTADOS

254

Declarados en desastre

77



DAMNIFICADOS

LOS DAÑOS

APOYO CON EL PLAN DN-III

1.2 millones



39 mil desalojados



23 mil en albergues



100 ríos y arroyos desbordados



91 carreteras con afectaciones

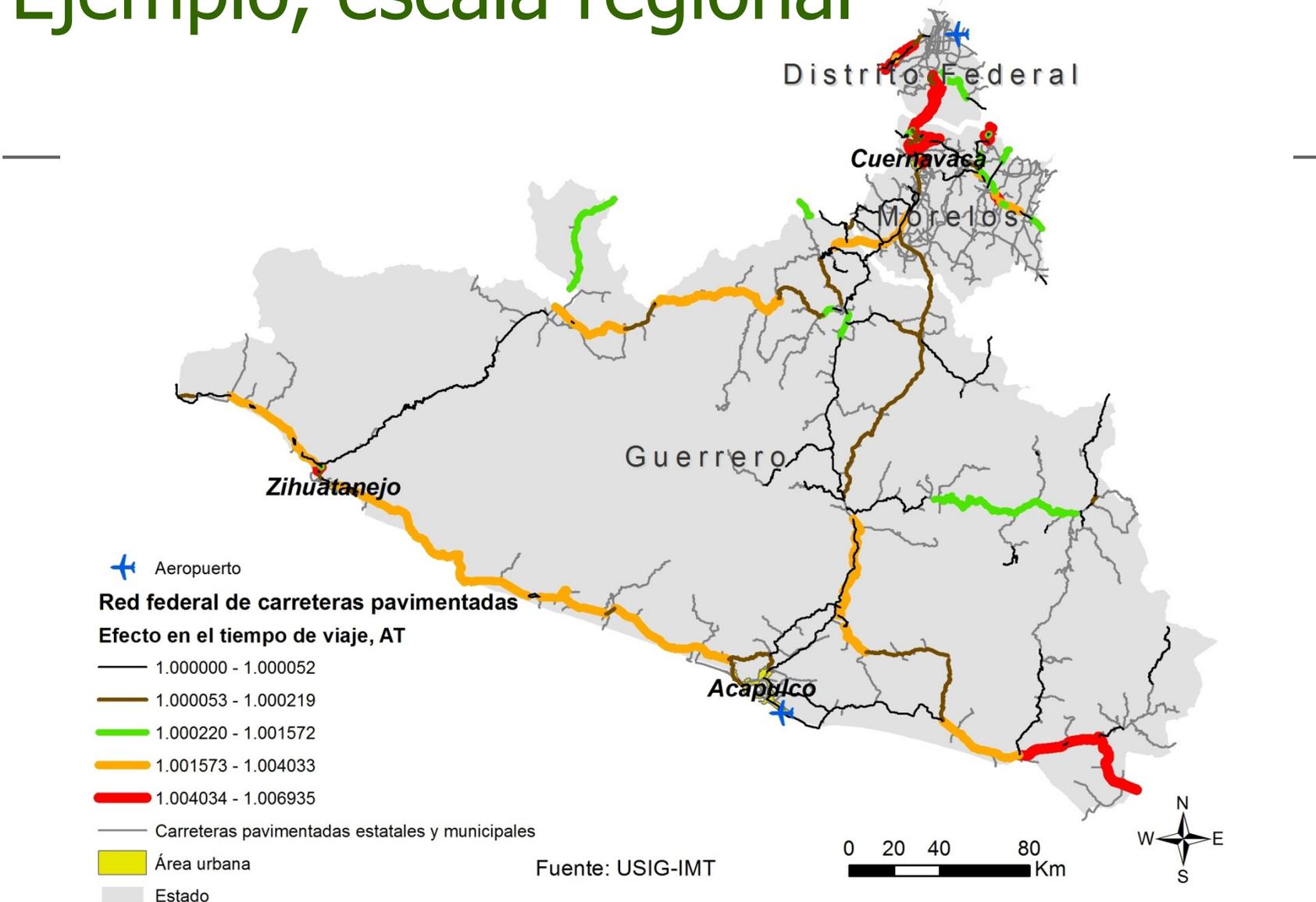


Más de 20 mil viviendas afectadas

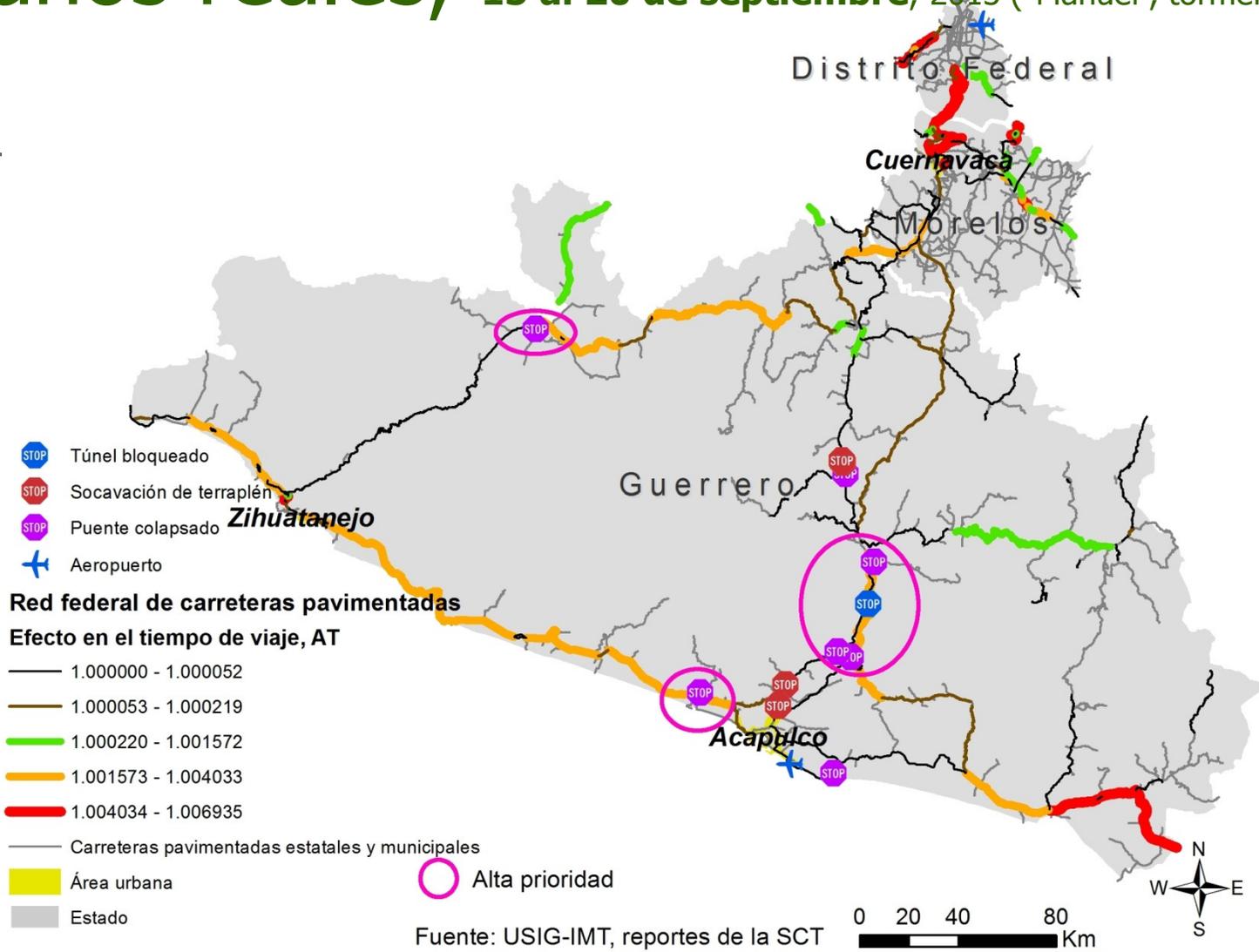
Atención a más de 30 mil personas, y despliegue de ocho mil efectivos en los estados afectados. Hasta el momento se han trasladado 27 toneladas de diferentes artículos, 60 toneladas de despensa y líquidos, y se espera la llegada de más apoyos.



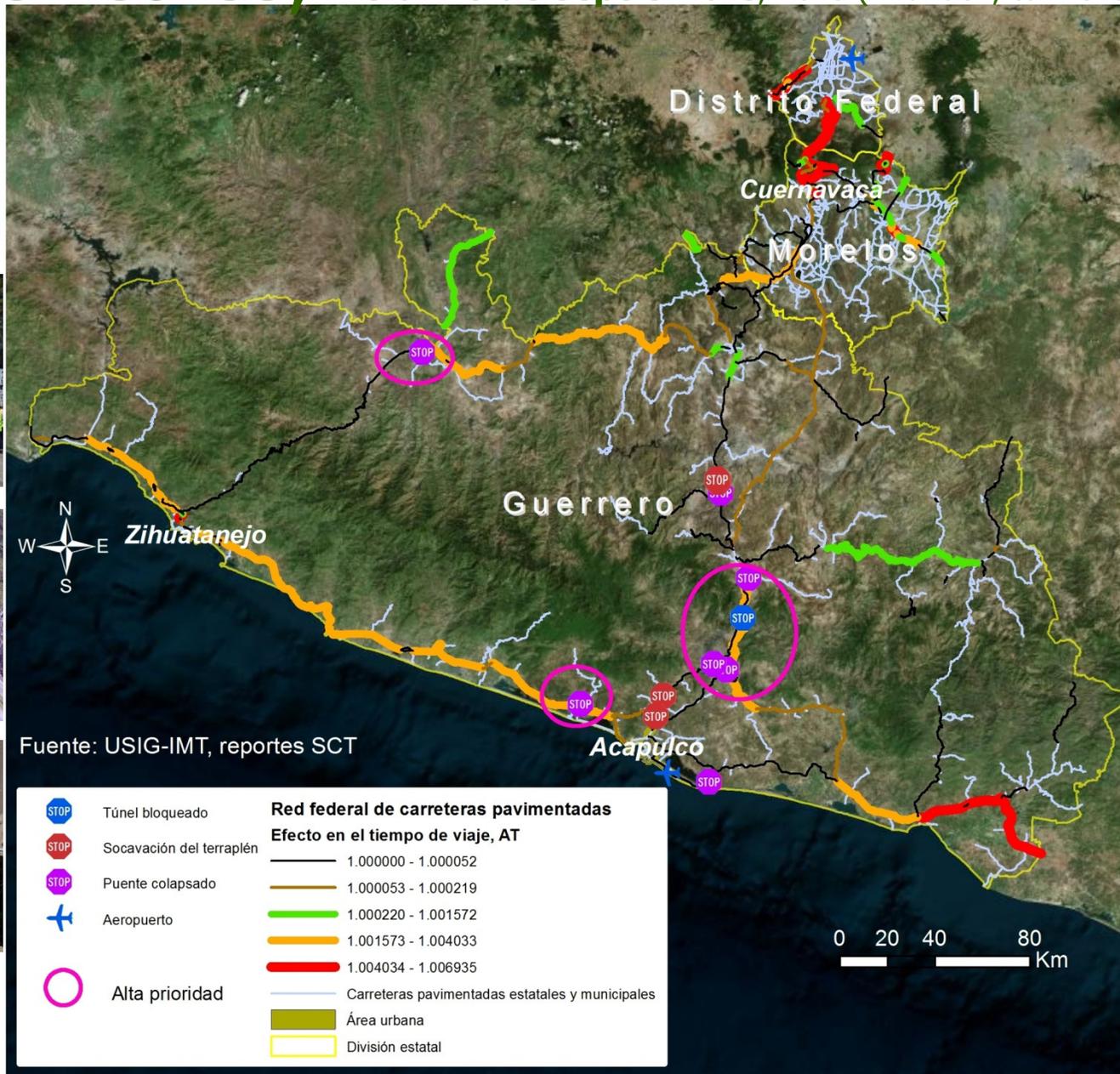
Ejemplo, escala regional



Daños reales, 15 al 20 de septiembre, 2013 ("Manuel", tormenta tropical)

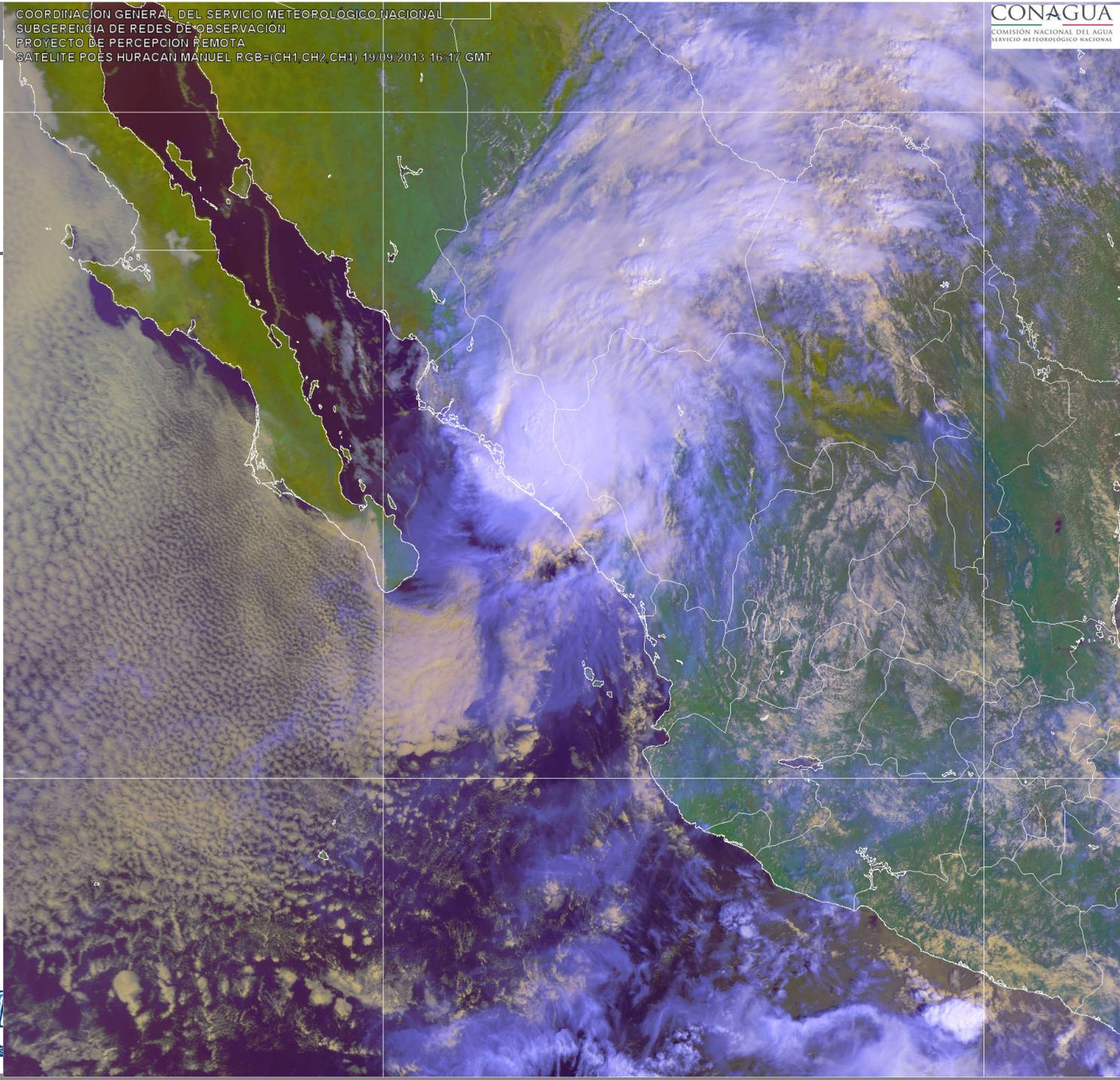


Daños reales, 15 al 20 de septiembre, 2013 ("Manuel", tormenta tropical)

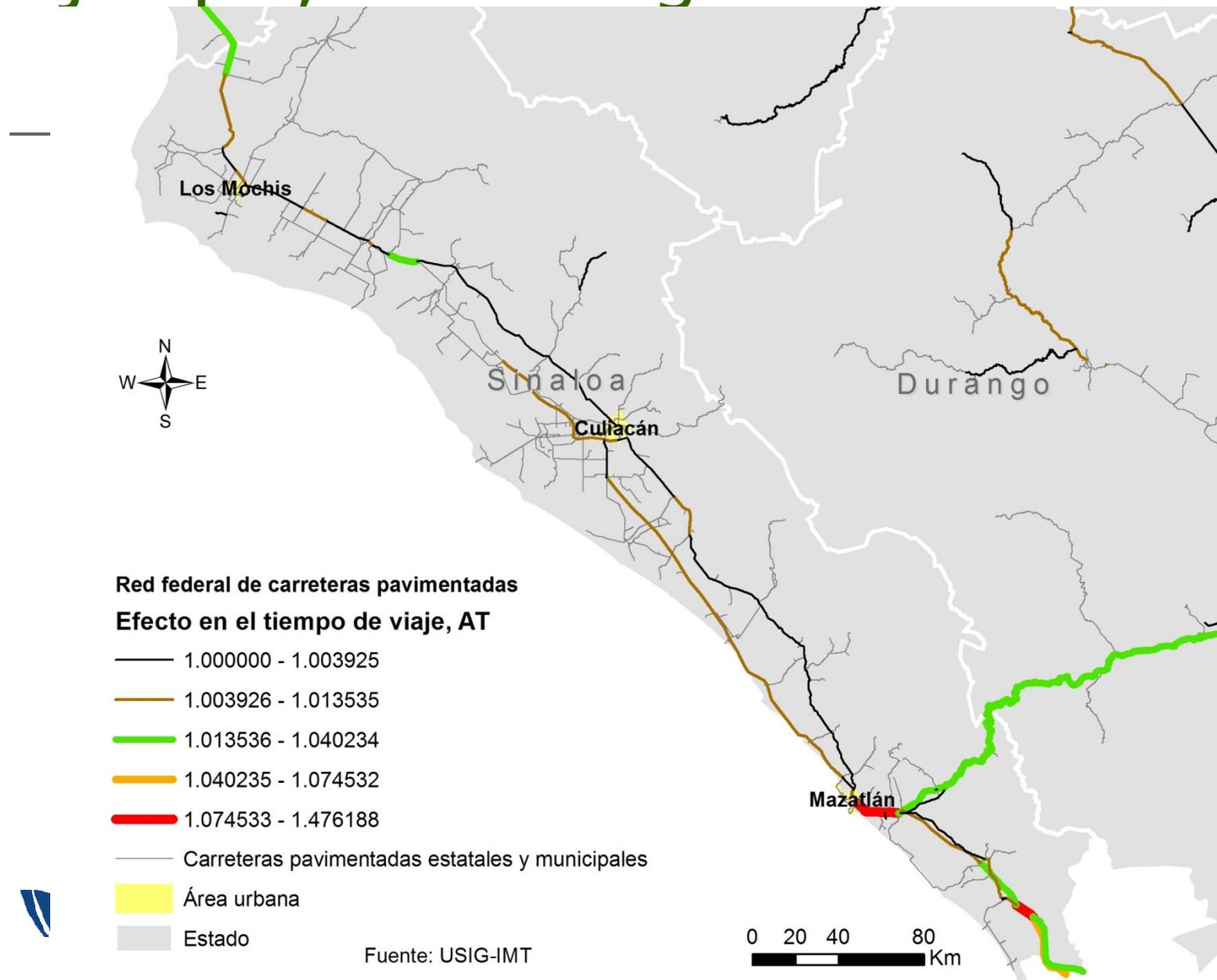


COORDINACION GENERAL DEL SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
SUBGERENCIA DE REDES DE OBSERVACION
PROYECTO DE PERCEPCION REMOTA
SATELITE POES HURACAN MANUEL RGB=(CH1.CH2.CH4) 19/09/2013 16:17 GMT

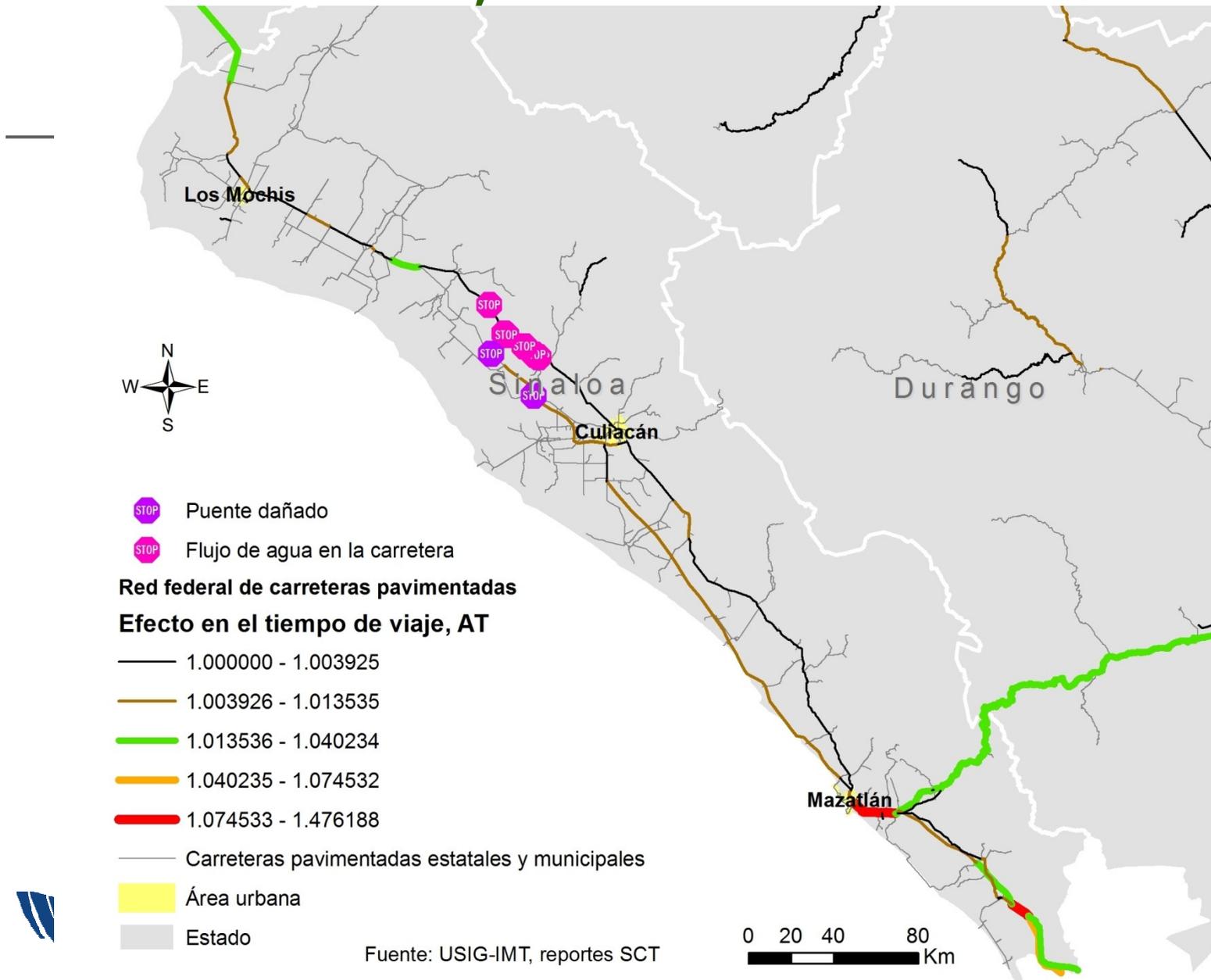
CONAGUA
COMISION NACIONAL DEL AGUA
SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL



Ejemplo, escala regional



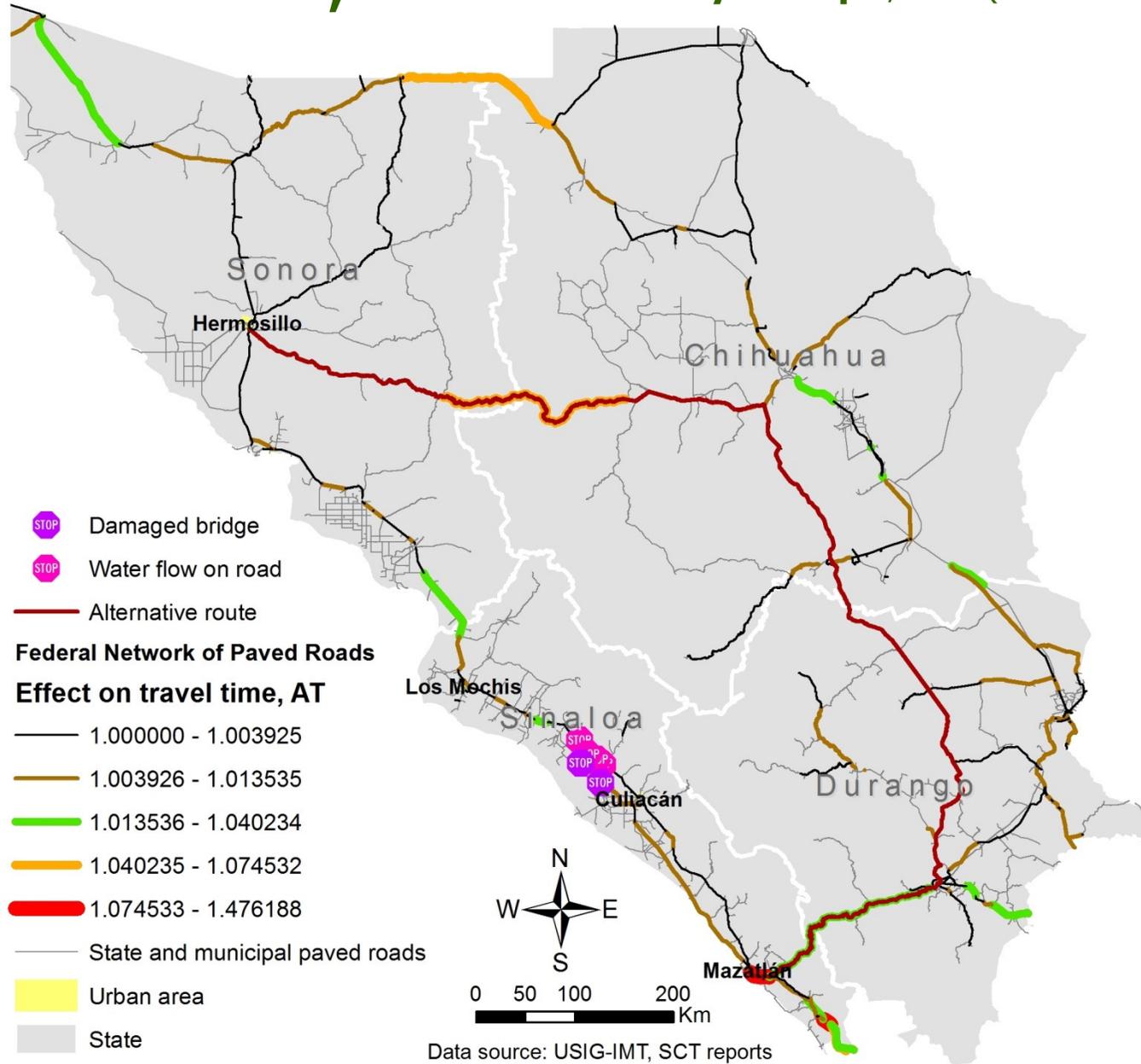
Daños reales, noche entre el 19 y 20 sept., 2013 (huracán "Manuel")



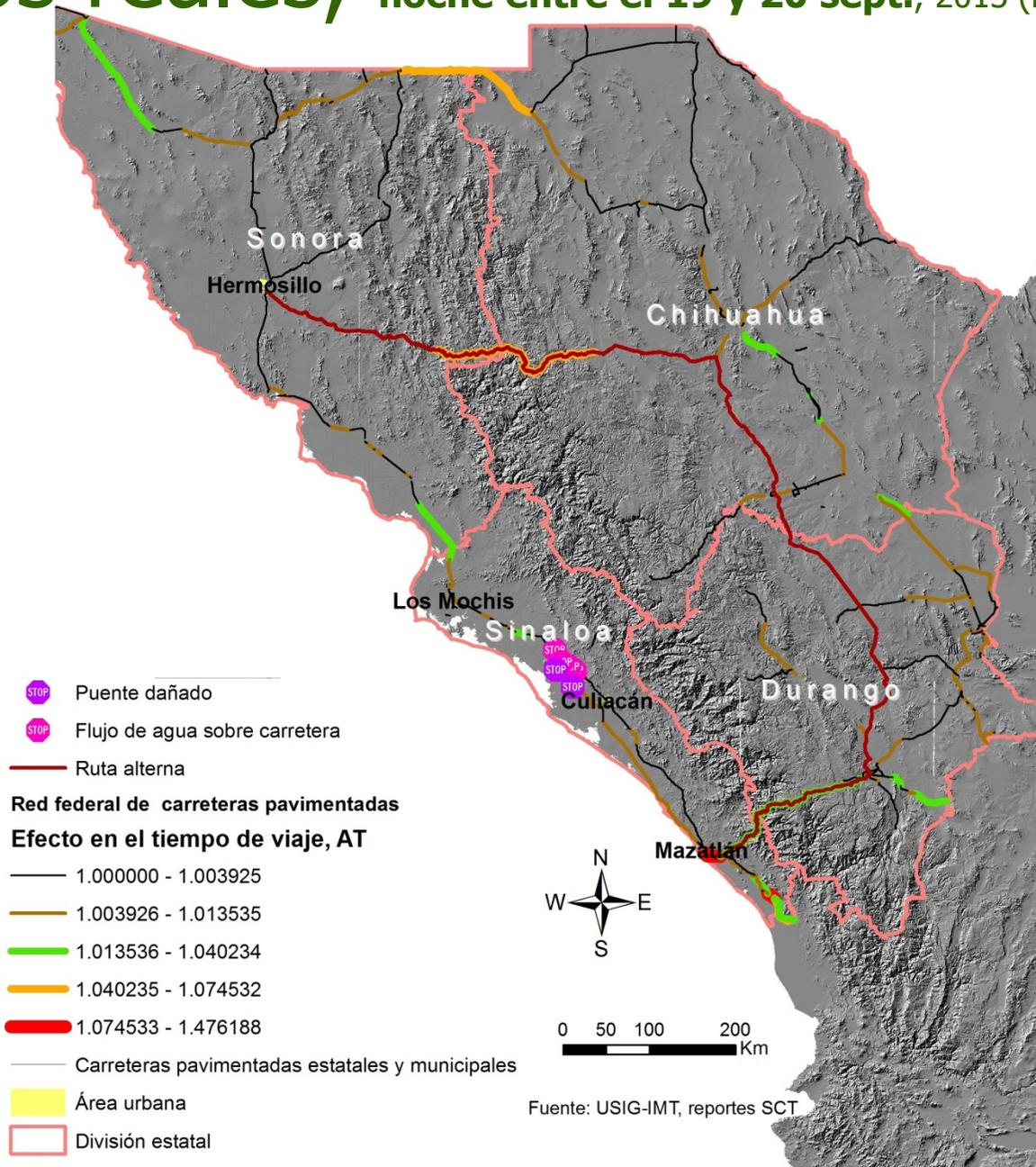
Daños reales, noche entre el 19 y 20 sept., 2013 (huracán "Manuel")



Daños reales, noche entre el 19 y 20 sept., 2013 (huracán "Manuel")



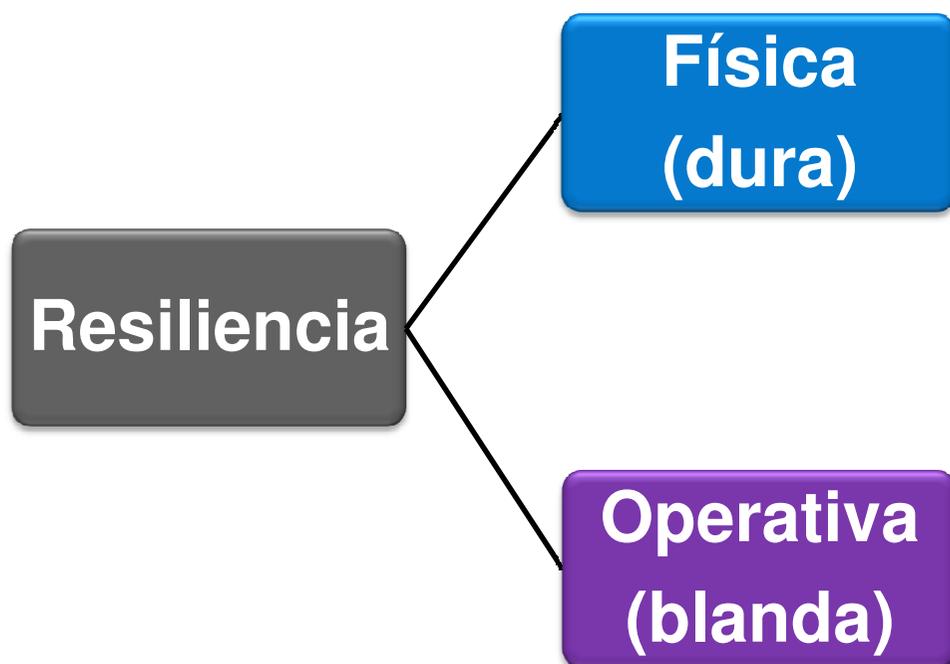
Daños reales, noche entre el 19 y 20 sept., 2013 (huracán "Manuel")



Conclusiones



Aumentar la capacidad de adaptación



- **Fortaleza de la infraestructura**
- **Enlaces redundantes- rutas alternativas**

- **SIG colaborativos+ CAPITAL SOCIAL**
- **Intersectorial**
- **Gestión Integral de Riesgos**



Gracias por su atención

Dra. Luz A. Gradilla
luz.gradilla@imt.mx