



Sistemas de Alerta Temprana



Diplomado en Protección Civil

Contenido

Manual de Sistemas de Alerta Temprana en México	2
Resumen Ejecutivo	2
Introducción	3
Objetivos	5
Desarrollo de los Sistemas de Alerta Temprana en México	6
Sistema de Alerta Sísmica Mexicano (SASMEX)	6
Sistema de Alerta Temprana Volcánica (Semáforo de Alerta Volcánica)	9
Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT-CT)	13
Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis (SINAT) y Centro de Alerta de Tsunamis (CAT)	17
Alertas Hidrometeorológicas (lluvias extremas, inundaciones, etc.)	20
Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF)	22
Canales Complementarios de Alertamiento y Difusión	25
Protocolo de Alerta Común (CAP) – Unificando la Difusión de Alertas	28
Alineación con el Marco de Sendai 2015-2030	30
Meta G: Disponibilidad de Sistemas de Alerta Temprana Multiamenaza	31
Prioridad 1: Comprender el Riesgo de Desastres (Información para Alertas) ...	33
Prioridad 2: Fortalecer la Gobernanza del Riesgo (Coordinación de Alertas) ...	35
Comparativa Internacional de Sistemas de Alerta Temprana	37
Japón: Pionero en Alerta Temprana Multiamenaza	37
Estados Unidos: Alerta Integrada y Enfoque Multicanal	40
Chile: Reacción Tras Tragedias y Sistema Celular de Última Milla	43
Nueva Zelanda: Cobertura Celular Nacional y “No Confiar en un Solo Canal” ..	45
Casos de Éxito y Lecciones Aprendidas Globales	46
Conclusiones	48
Anexos	50
Referencias	51

Manual de Sistemas de Alerta Temprana en México

Resumen Ejecutivo

Los **Sistemas de Alerta Temprana (SAT)** son herramientas fundamentales para proteger a la población ante desastres naturales. En México existen SAT para distintos peligros – sismos, volcanes, ciclones tropicales, tsunamis, fenómenos hidrometeorológicos e incendios forestales – complementados por diversos canales de difusión masiva. Este manual técnico describe detalladamente cada uno de estos sistemas mexicanos, explicando su funcionamiento, alcances y limitaciones, e incluye referencias documentales y citas textuales. Se presenta también el **Protocolo de Alerta Común (CAP)**, un estándar internacional que unifica la emisión de alertas multiamenaza, detallando sus ventajas y forma de operación. Adicionalmente, se alinea la situación de México con el **Marco de Sendai 2015-2030** – particularmente la Meta G (aumento de la disponibilidad de alertas) y las Prioridades 1 y 2 (comprensión del riesgo y fortalecimiento de la gobernanza) – para evaluar el avance nacional en la materia. Finalmente, se comparan las experiencias de México con sistemas de alerta de otros países líderes (Japón, Estados Unidos, Chile, Nueva Zelanda), identificando **casos de éxito y lecciones aprendidas**.



Introducción

México es un país expuesto a múltiples amenazas naturales debido a su ubicación geográfica y condiciones climáticas. Terremotos, erupciones volcánicas, huracanes, inundaciones, sequías e incendios forestales han ocasionado a lo largo de la historia grandes pérdidas humanas y materiales. Tan¹ solo entre 2000 y 2018, *el 86.8% de los daños y pérdidas en México fueron causados por fenómenos hidrometeorológicos (huracanes, tormentas, inundaciones y deslizamientos)*, reflejando la enorme relevancia de contar con mecanismos eficaces para alertar a la población ante estos peligros. Los **Sistemas de Alerta Temprana (SAT)** son un elemento clave de la gestión del riesgo de desastres, pues *proporcionan información crítica y alertas oportunas a autoridades y comunidades*, permitiendo tomar acciones preventivas o de respuesta antes de que el fenómeno cause daños mayores.

La reducción del riesgo de desastres es hoy un esfuerzo estratégico a nivel global. El **Marco de Sendai 2015-2030**, adoptado por la ONU, establece como **Meta G “incrementar considerablemente la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana multiamenaza y el acceso a ellos para 2030”**² Asimismo, resalta en sus **Prioridades 1 y 2** la importancia de *“comprender el riesgo de desastres en todas sus dimensiones” (Prioridad 1)* y *“fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionarlo” (Prioridad 2)*. Los SAT contribuyen directamente a estos objetivos al integrar conocimiento científico-técnico del riesgo (amenazas y vulnerabilidades) con mecanismos institucionales coordinados para difundir alertas eficaces a la población.

Este manual técnico tiene como propósito ofrecer una **visión profunda y estructurada de los sistemas de alerta temprana en México**, abarcando desde su diseño y operación hasta su inserción en marcos internacionales. En la siguiente sección se describen a detalle los principales SAT implementados en el país para distintos tipos de amenazas, incluyendo sus antecedentes, responsables, tecnología empleada, cobertura y procedimientos de activación. Posteriormente, se explica el **Common Alerting Protocol (CAP)** o Protocolo de Alerta Común, estándar adoptado para homogenizar y agilizar la emisión de alertas

¹ (El pionero sistema de alerta temprana de Japón, una modelo para la adaptación al cambio climático | Foro Económico Mundial)

² (Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030).

³ (Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030).

multirriesgo. Luego, se analiza cómo estos sistemas se alinean con las metas y prioridades del Marco de Sendai, evaluando avances y áreas de oportunidad. Más adelante, se presenta una comparación con **casos internacionales** destacados – Japón, EE.UU., Chile, Nueva Zelanda – resaltando aprendizajes que pueden enriquecer la práctica en México.

Este documento está dirigido a profesionales de protección civil, gestores de riesgos, autoridades locales y público interesado en comprender cómo funcionan las alertas tempranas en México y cómo pueden mejorarse.



Objetivos

Los objetivos específicos de este manual son:

- **Describir en profundidad los sistemas de alerta temprana existentes en México** para diferentes tipos de amenazas naturales, detallando su funcionamiento técnico y operativo, su evolución histórica y su estado actual, con apoyo de citas textuales de fuentes oficiales y académicas.
- **Documentar el Protocolo de Alerta Común (CAP)**, explicando qué es, cómo funciona y cuáles son sus ventajas para la emisión de alertas multiamenaza, incluyendo ejemplos de su uso e implementación en México y otros países, con las referencias correspondientes.
- **Evaluar la alineación de los SAT mexicanos con el Marco de Sendai 2015-2030**, especialmente respecto a la Meta G (alertas tempranas) y a las Prioridades 1 (comprender el riesgo) y 2 (gobernanza del riesgo), identificando logros y desafíos en el cumplimiento de estos compromisos internacionales.
- **Comparar los sistemas de alerta temprana de México con los de otros países líderes** en la materia (Japón, Estados Unidos, Chile, Nueva Zelanda), presentando casos de éxito, buenas prácticas y lecciones aprendidas que puedan ser útiles para el contexto mexicano.
- **Proporcionar un recurso técnico exhaustivo y bien organizado** (formato de manual) que incluya introducción contextual, desarrollo temático por secciones, conclusiones y anexos (por ejemplo, tablas resumen, glosario de siglas, diagramas ilustrativos), redactado en español con un lenguaje claro pero preciso, de manera que sea accesible para diversos públicos técnicos.

Este manual busca consolidar información clave y actual sobre los sistemas de alerta temprana en México, enmarcándola en el contexto global de la reducción del riesgo de desastres, para apoyar la toma de decisiones, la mejora continua de estos sistemas y la concientización sobre su importancia entre autoridades y sociedad.

Desarrollo de los Sistemas de Alerta Temprana en México

Sistema de Alerta Sísmica Mexicano (SASMEX)

El **Sistema de Alerta Sísmica Mexicano (SASMEX)** es uno de los primeros sistemas de alerta temprana sísmica en el mundo y el más conocido en México. Fue desarrollado por el **Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES, A.C.)** con apoyo del gobierno y comenzó a operar en la década de 1990. *El SASMEX se conformó inicialmente por el Sistema de Alerta Sísmica para la Ciudad de México (SAS), en operación desde 1991, y el Sistema de Alerta Sísmica para la Ciudad de Oaxaca (SASO), en servicio desde 2003.* Es decir, originalmente cubría la costa de **Guerrero** (para alertar a la Ciudad de México) y luego se amplió a **Oaxaca**, integrando ambas redes en un sistema unificado. Desde entonces, *el SASMEX se encuentra en etapa de **ampliación de su cobertura** a otras regiones de peligro sísmico que pudieran afectar a ciudades como la propia Ciudad de México.* Actualmente, SASMEX cuenta con **96 estaciones sismo-sensoras** distribuidas en los estados con mayor riesgo (principalmente a lo largo de la zona de subducción en la costa del Pacífico: Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y partes de Puebla⁴). Estas estaciones detectan en tiempo real los temblores fuertes y, si se estima que el sismo podría causar efectos severos en alguna ciudad, el sistema emite de inmediato una **alerta pública** antes de la llegada de las ondas sísmicas destructivas.



Ilustración 1. Estaciones Sismo -Sensoras. Fuente : Cires A.C.

⁴ SASMEX en tu estado: Guerrero

El principio de funcionamiento de SASMEX se basa en la diferencia de velocidades entre las ondas sísmicas y las telecomunicaciones: cuando ocurre un sismo importante en la costa, las ondas sísmicas tardan decenas de segundos en llegar a ciudades del interior (como CDMX), pero la detección automática y transmisión de la alerta es casi instantánea, ganando valiosos segundos. Por ejemplo, *en la Ciudad de México, debido a la distancia hasta la costa de Guerrero, el SAS ha proporcionado avisos de alerta con un tiempo de oportunidad de ~60 segundos*⁵ antes de que se sientan los efectos fuertes.

En Oaxaca, la alerta puede anteceder al sismo en ~30 segundos debido a la menor distancia⁶. Este “tiempo de oportunidad” permite que las personas ejecuten medidas de protección (como evacuar edificios, cortar suministro de gas/electricidad, resguardarse) antes del arribo de las ondas más peligrosas.



El SASMEX opera de forma automatizada: cuando los sensores detectan un movimiento fuerte, un algoritmo central valida la magnitud estimada y determina si se supera el umbral de activación. En caso afirmativo, se generan dos tipos de alertas según la intensidad esperada:

⁵ CENAPRED

⁶ CENAPRED

- **Alerta Pública:** cuando se espera un sismo de efectos fuertes en la zona alertada (umbral de activación alto). Esta es la que se difunde masivamente a la población mediante sirenas, radiodifusoras, TV y otros medios.
- **Alerta Preventiva:** para sismos moderados (umbral más bajo), que generalmente se notifica solo a autoridades o ciertas instituciones, sin activación masiva.

La señal de alerta del SASMEX se distribuye vía radio VHF y por enlaces dedicados a receptores instalados en ciudades protegidas. En la Ciudad de México, más de 12,000 altavoces en la vía pública (integrados al C5) reproducen el sonido característico de la “**alerta sísmica**” en cuanto reciben la señal de alerta pública. Asimismo, varias estaciones de radio y televisión interrumpen su programación para difundir el aviso sonoro, gracias a convenios establecidos (desde sus inicios, la Asociación de Radiodifusores del Valle de México apoyó al SAS) En años recientes, el SASMEX también se enlazó a sistemas digitales: se integra al Servicio de Radiodifusión Celular (cell broadcast) y aplicaciones móviles oficiales, ampliando los canales de difusión (esto se detalla en *Canales Complementarios*). Cabe destacar que el SASMEX cuenta con redundancias de energía (paneles solares, baterías) y comunicaciones para asegurar su funcionamiento continuo incluso en condiciones adversas.

Un ejemplo de activación exitosa fue la del **7 de septiembre de 2017** (sismo M8.2 frente a Chiapas): SASMEX alertó con ~86 segundos de anticipación en CDMX, lo que permitió evacuar muchos edificios antes de que se sintiera el temblor fuerte⁷. Estudios posteriores atribuyen a la alerta sísmica el haber reducido significativamente el riesgo de víctimas en ese evento.

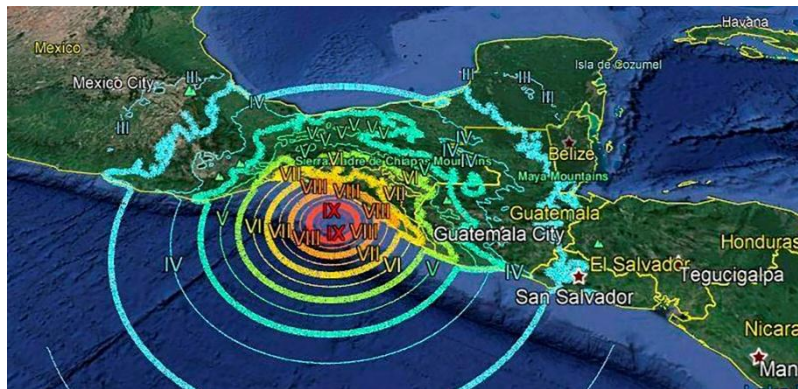


Ilustración 2. Sismo del 07 de septiembre de 2017. Fuente: CENAPRED

⁷ (El pionero sistema de alerta temprana de Japón, una modelo para la adaptación al cambio climático | Foro Económico Mundial)

Sin embargo, el sistema también enfrenta desafíos: falsas alarmas son muy raras pero han ocurrido (p.ej., por fallas técnicas aisladas), lo cual puede mermar la confianza; igualmente, no todas las zonas sísmicas del país están cubiertas aún (el **norte de México** carece de alerta sísmica porque los principales riesgos allá –fallas locales– dejan poco margen de alerta). Aun así, SASMEX es considerado un sistema pionero que ha inspirado desarrollos similares en otros países. De hecho, *se le reconoce como el primero de su tipo en el mundo que **registra, evalúa y alerta** sismos de gran magnitud⁸* de forma pública automatizada.

La alerta sísmica mexicana (SASMEX) brinda a millones de personas segundos valiosos para protegerse antes de un terremoto. Su eficacia se basa en una densa red de sensores, algoritmos robustos, difusión inmediata por múltiples vías y el entrenamiento ciudadano (simulacros) para responder correctamente. Es un componente crítico de la gestión del riesgo sísmico en México y sigue en expansión para cubrir más regiones del país.

Sistema de Alerta Temprana Volcánica (Semáforo de Alerta Volcánica)

México cuenta con varios **volcanes activos** potencialmente peligrosos, entre ellos el **Popocatepetl**, el **Colima** y el **Cinturón Volcánico Transmexicano** en general. Para alertar a la población sobre la actividad volcánica y posibles erupciones, se utiliza principalmente un esquema de **Semáforo de Alerta Volcánica**, coordinado por el **Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)** en conjunto con Protección Civil. A diferencia de los sismos (que ocurren sin aviso), los volcanes suelen dar señales precursoras; por ello el enfoque es mantener una vigilancia constante y comunicar oportunamente cambios en el nivel de peligrosidad.

El **Semáforo de Alerta Volcánica⁹** tiene **tres colores con fases** que indican el nivel de actividad del volcán y las acciones recomendadas:

- **Verde (normalidad)** – Actividad volcánica baja o quietud. Es una fase de tranquilidad; se aprovecha para preparativos de largo plazo (educación a la población, revisión de rutas de evacuación, refugios, etc.)

⁸ (El Sistema de Alerta Temprana en Incendios Forestales (SATIF))

⁹ (Semáforo de alerta volcánica).



Ilustración 3. Semáforos de Alerta Volcánica Fuente CENAPRED

Amarillo (alerta) – Indica que el volcán muestra signos de aumento en su actividad. Se subdivide en fases:

- **Amarillo Fase 1** – *Manifestación de actividad inicial*: sísmicidad local frecuente, exhalaciones esporádicas de ceniza leve.
- **Amarillo Fase 2** – *Incremento de actividad*: emanación continua de vapor de agua/gases, caída ligera de ceniza, expulsión de fragmentos incandescentes cerca del cráter.
- **Amarillo Fase 3** – *Actividad intermedia a alta*: crecimiento rápido de domos de lava y expulsiones explosivas moderadas, columnas de ceniza más grandes.

Durante amarillo (particularmente Fase 2-3) la población y autoridades deben **prepararse para una posible evacuación**, revisando planes y alistando recursos, aunque aún no se da la orden de evacuar.

- **Rojo (alarma)** – Indica **erupción inminente o en curso**. También con fases:
 - **Rojo Fase 1** – *Erupción moderada*: explosiones de intensidad intermedia-alta, columnas eruptivas de kilómetros, caída de tefra notable.
 - **Rojo Fase 2** – *Erupción mayor (peligro extremo)*: emisión masiva de material, columnas eruptivas muy altas, posibilidad de flujos piroclásticos, fuerte caída de ceniza a mayores distancias.

En Rojo, las autoridades ordenan evacuaciones inmediatas de zonas de alto riesgo. La población debe ya haberse retirado o estar haciéndolo de forma segura siguiendo rutas establecidas.

Cada color/fase va acompañado de mensajes específicos a la ciudadanía sobre qué hacer. Por ejemplo, en Amarillo se insiste en prepararse y mantenerse informado; en Rojo se ordena evacuar zonas cercanas. **CENAPRED** monitorea volcanes como el Popocatepetl **24 horas al día, 365 días del año** con una variedad de instrumentos (sismógrafos, cámaras, sensores de gases, deformación, etc.). Cuando detecta cambios significativos (enjambres sísmicos, deformación del volcán, explosiones), en coordinación con el Comité Científico Asesor, recomienda cambiar la fase del semáforo. Protección Civil federal y estatales difunden entonces la actualización del semáforo mediante comunicados oficiales, medios de comunicación y ahora también redes sociales.

Un ejemplo: el volcán **Popocatepetl** ha oscilado en los últimos años entre **Amarillo Fase 2** y **Fase 3**, con breves lapsos en Amarillo Fase 1 cuando está más calmado. La última vez que alcanzó **Rojo Fase 1** fue durante la erupción de diciembre de 2000, lo que conllevó evacuaciones preventivas de decenas de miles de personas en Puebla, Tlaxcala y Estado de México. Gracias al semáforo y los planes preparados, esa evacuación se hizo ordenadamente y sin pérdidas humanas directas, considerándose un caso de éxito.

El Semáforo de Alerta Volcánica forma parte de un **Programa Operativo** amplio que establece responsabilidades de cada autoridad. Por ejemplo, cuando se llega a Amarillo Fase 3, se instalan puestos militares de control, se revisan rutas de evacuación, y se alerta

a transporte y servicios de salud. En Rojo, se activa el **Plan Popocatepetl** (en el caso de ese volcán), con participación del ejército (Plan DN-III) para evacuar y asegurar zonas abandonadas. Toda esta coordinación es parte del **Sistema Nacional de Protección Civil** alineado al semáforo.



Ilustración 4. Sistema de alerta temprana Popocatepetl. Elaboración propia con información de CENAPRED.

En complemento al semáforo general, las comunidades cercanas a volcanes a veces cuentan con **señales audibles (sirenas)** que pueden activarse localmente si hay una situación urgente (p. ej., lahares repentinos por lluvias). Sin embargo, la principal herramienta sigue siendo la difusión masiva de la fase del semáforo a través de medios informativos y alertas de protección civil.

En síntesis, la alerta volcánica en México se basa en **niveles graduales de advertencia (Verde, Amarillo, Rojo)** que traducen el complejo comportamiento volcánico en indicaciones claras para autoridades y población. Si bien no permite avisar con minutos de antelación como en sismos (pues la dinámica es distinta), sí proporciona un **marco anticipatorio**: conforme un volcán muestra más actividad, se **escala la alerta** y se toman acciones progresivas (preparación, evacuación) para mitigar el impacto de una erupción.

Este sistema ha probado su utilidad, por ejemplo, evitando víctimas en erupciones moderadas de Popocatepetl en las últimas décadas, aunque siempre existe el reto de mantener a la población informada y evitar la complacencia en periodos largos de calma.

Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT-CT)

México, con costas en el **Océano Pacífico y Atlántico/Mar Caribe**, es impactado cada año por ciclones tropicales (depresiones, tormentas y huracanes). Para reducir los riesgos que estos fenómenos suponen (vientos extremos, lluvias torrenciales, marejadas y tormentas), la **Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC)** implementa el **Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT-CT)**. Este sistema, operativo desde el año 2000, fue diseñado tras los desastres causados por los huracanes de 1999 en Puebla, Veracruz, Hidalgo y Tabasco, que evidenciaron la necesidad de *“mejorar la coordinación de acciones para prevenir y mitigar grandes catástrofes”*¹⁰. El SIAT-CT funciona como un mecanismo **consensuado** entre instituciones federales, estatales, municipales, fuerzas armadas, servicios meteorológicos y la sociedad, para responder organizada y escalonadamente ante la amenaza de un ciclón tropical.

SIAT-CT: Tablas de Alertamiento para Ciclones Tropicales

ASPECTOS TÉCNICOS

- Intensidad del ciclón tropical (escala Saffir-Simpson)
- Intensidad en la Escala Circulatoria
- Velocidad de traslación
- Distancia del ciclón con respecto a la costa o área afectada y tiempo de llegada estimado

Ilustración 5. SIAT-CT. Fuente: SINAPROC

El SIAT-CT establece un **alertamiento gradual de cinco niveles de peligro**¹¹, identificados por colores, según la cercanía e intensidad del ciclón. Estos niveles se aplican tanto para la fase de **acercamiento** (cuando el ciclón se aproxima a la costa) como de **alejamiento** (después de impacto, mientras aún puede causar efectos):

¹⁰ ([SIAT-CT](#))

¹¹ (La Preparación Ante los Desastres y la RRD Hacen la Diferencia)

- Azul – Peligro mínimo:** Se emite cuando se detecta un ciclón tropical que aún está a más de 72 horas de posible impacto en territorio nacional. Implica un aviso inicial; la población debe mantenerse informada, pero sin alarma. Las autoridades activan comunicación interna y notificación a instancias, pero sin movilización mayor. *“La alerta azul se establece cuando un ciclón tropical permanece a >72 horas... Se considera que el peligro es mínimo. Se emitirán boletines al menos cada 24 horas”* (). Es básicamente un estado de **vigilancia lejana** (antes llamada **Aviso**).
- Verde – Peligro bajo:** Cuando el ciclón se acerca (entre ~72 y 24 horas de impacto, dependiendo de su velocidad e intensidad). Corresponde a preparativos preventivos iniciales. *“Alerta Verde – Prevención: se establece cuando un ciclón se ha acercado a tal distancia que... puede impactar en 72-24 horas... peligro es bajo; se emiten boletines al menos cada 12 horas”* () (). Las autoridades revisan planes de emergencia, alistan refugios temporales y recursos, y mantienen informada a la población para que prepare suministros y conozca sitios seguros.
- Amarillo – Peligro moderado:** Indica que el ciclón podría impactar en 24–48 horas aproximadamente (fase de **Preparación**) con fuerza significativa. Se intensifican acciones: posible instalación de consejos de protección civil, pre-despliegue de recursos, evacuación de poblaciones en islas o muy expuestas, etc. Se emiten boletines cada 6 horas. La población debe asegurar sus viviendas, reunir documentos importantes, y estar lista para evacuar si es necesario. *(Ejemplo: “Alerta Amarilla: valorar activar consejos estatales/municipales, preparar refugios; población: prepararse para posible evacuación”)*
- Naranja – Peligro alto:** Ciclón muy cercano (menos de ~24 h) o inminente, con alta probabilidad de impacto severo.
- Es fase de **Alistamiento** final: evacuaciones preventivas en zonas costeras bajas, suspensión total de actividades, posición de fuerzas de tarea de emergencia. Boletines al menos cada 3 horas. La población en áreas indicadas debe evacuar hacia refugios o zonas seguras tierra adentro, siguiendo instrucciones oficiales.

- **Roja – Peligro máximo:** Ya sea porque el ciclón está impactando o es inminente en cuestión de horas, con efectos muy peligrosos. Corresponde a la fase de **Alarma/Emergencia**.
- Se ordena a toda la población en zonas de alto riesgo que *permanezca resguardada en refugios o lugares seguros*, se prohíbe salir. Boletines pueden ser horarios. Las autoridades enfocan todos los esfuerzos en la **respuesta de emergencia** y ultiman evacuaciones tardías (si alguna quedó pendiente).

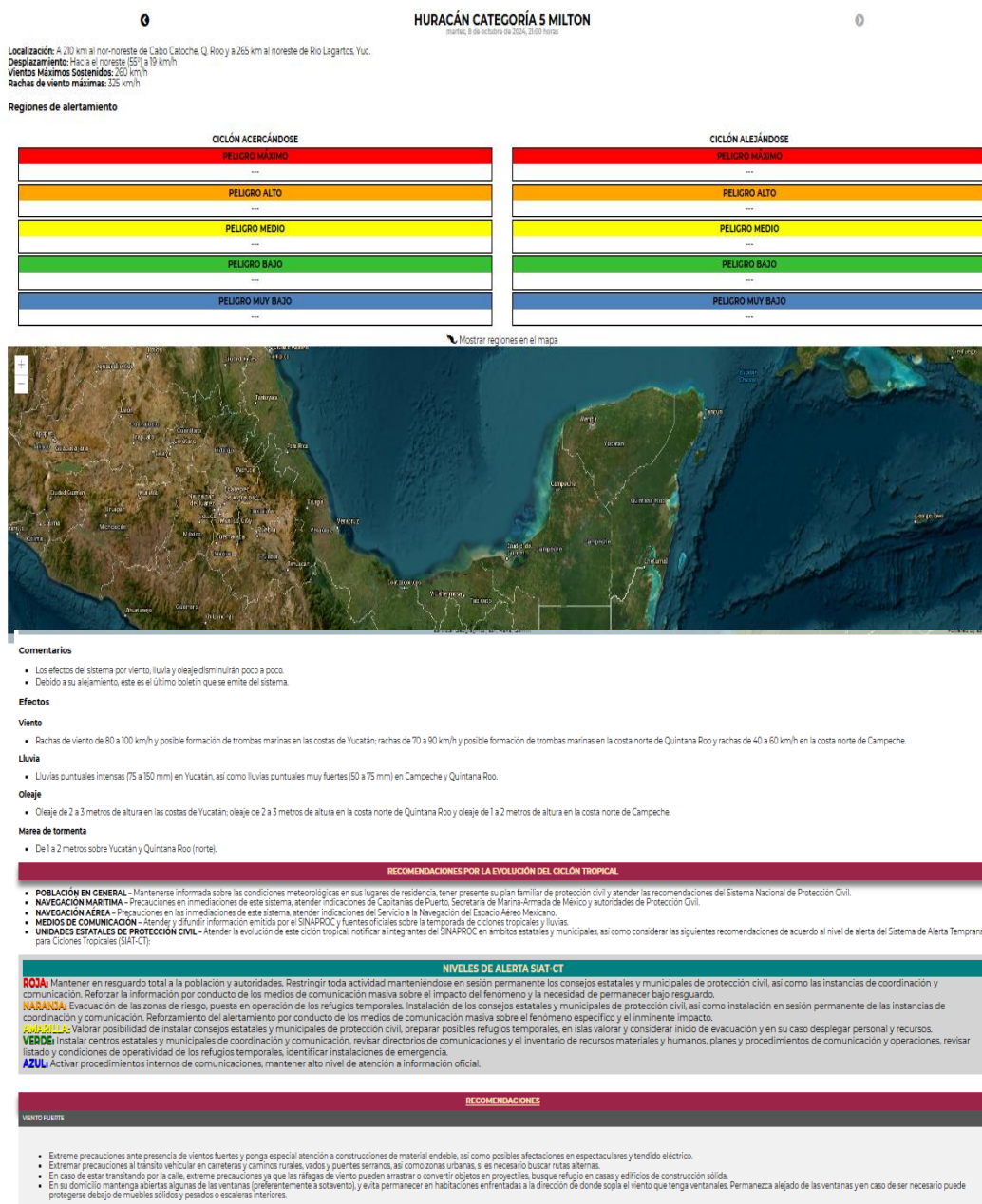


Ilustración 6.SIAT-CT. Fuente: SINAPROC

Resumiendo los colores: Azul – *peligro mínimo*; Verde – *bajo*; Amarillo – *moderado*; Naranja – *alto*; Rojo – *máximo*. Este sistema de **alerta multicolor** permite una comunicación sencilla al público, similar al semáforo volcánico, pero enfocado en huracanes. Cada nivel viene acompañado de un boletín del SIAT-CT que especifica las regiones en alerta (pues se regionaliza por estado/costa) y las medidas a tomar. Dichos boletines son difundidos ampliamente a autoridades locales y medios de comunicación para que lleguen al público. Por ejemplo, se publican en las redes sociales oficiales de CNPC (Twitter, Facebook) y son retomados por las unidades estatales de protección civil.

Técnicamente, el SIAT-CT se basa en análisis del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del **Centro de Huracanes de EE.UU. (NHC)**, junto con modelos nacionales (ej. modelos de inundación costera) (). La información de la posición, intensidad (categoría Saffir-Simpson) y trayectoria probable del ciclón se traduce en un “promedio de escalas” de peligro con criterios de distancia-tiempo. Así se determina el color de alerta para cada zona del litoral. El **Grupo Interinstitucional de Análisis y Coordinación para Ciclones Tropicales (GIAC-CT)** verifica estos análisis y recomienda los niveles de alerta.

Durante la temporada de huracanes, el SIAT-CT ha demostrado ser efectivo. Un **caso de éxito** fue el manejo del huracán **Patricia (2015)** –uno de los más intensos registrados– donde gracias a alertas tempranas Naranja/Roja en costa de Jalisco-Colima, se evacuó preventivamente a la población costera; al tocar tierra, los daños fueron menores a lo esperado y prácticamente no hubo pérdidas humanas directas. *La eficacia del Sistema se demostró en el seguimiento a huracanes como Isidore y Kenna (2002), catalogados como altamente destructivos* (), logrando reducir su impacto a través de alertas oportunas y respuesta coordinada.

Como lecciones aprendidas, tras eventos severos se han afinado aspectos del SIAT-CT: en 2017 se revisaron criterios con autoridades estatales para precisar mejores regiones de alerta dentro de cada estado, y se integró información adicional (como escenarios de inundación por marejada) para complementar las alertas (). Todo ello para **fortalecer** continuamente este SAT multiamenaza. En conclusión, el SIAT-CT es un ejemplo de alerta temprana hidrometeorológica que, mediante fases coloridas y coordinación institucional, *“indica a las autoridades qué hacer y cuándo; y a la población, las medidas de preparación según la cercanía del ciclón”*, salvando vidas y bienes ante el embate de los huracanes.

Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis (SINAT) y Centro de Alerta de Tsunamis (CAT)



Los **tsunamis** son eventos menos frecuentes pero potencialmente devastadores en las zonas costeras. México ha sufrido tsunamis históricos (p. ej., en 1787 en la costa de Oaxaca, en 1932 en Jalisco, o asociado al sismo de Chile de 1960 con afectación menor en Pacífico mexicano). Tras el tsunami del Océano Índico en 2004, México fortaleció su vigilancia de tsunamis creando el **Centro de Alerta de Tsunamis (CAT)**, operado por la Secretaría de Marina–Armada de México

(SEMAR) a través de la Dirección de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología. Este centro forma parte del **Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis (SINAT)**, en coordinación con CENAPRED y Protección Civil, integrado a su vez al sistema regional Pacífico de la COI/UNESCO.

El **CAT de la SEMAR** funciona los **365 días del año, 24 horas al día**, monitoreando en tiempo real la ocurrencia de sismos fuertes en zonas costeras y la información de nivel del mar para determinar si se ha generado un tsunami. *Su misión es “difundir información oportuna sobre la generación de tsunamis lejanos, regionales y locales que afecten las costas del territorio nacional, y que permita salvar vidas y bienes”*. Para ello, el CAT recibe

automáticamente datos del Servicio Sismológico Nacional (local) y centros internacionales (como el Pacific Tsunami Warning Center, PTWC), así como lecturas de una red de mareógrafos (medidores de nivel del mar) instalados en puertos mexicanos y boyas de mar abierto. Cuando ocurre un sismo mayor que pudiera generar tsunami, los analistas del CAT

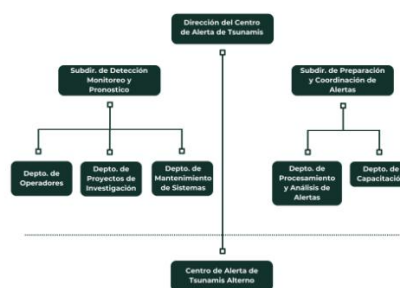


Ilustración 7. Estructura Orgánica CAT.

evalúan: la magnitud, ubicación y tipo de evento, y buscan señales anómalas en los mareógrafos.

El protocolo de alerta de tsunamis tiene típicamente cuatro fases de boletines, siguiendo estándares internacionales:

- **Boletín Informativo:** se emite tras un sismo fuerte cuyo potencial tsunamigénico está en evaluación o se descarta tsunami. Por ejemplo, el CAT informó: *“En base a la información preliminar del sismo NO se espera la generación de variaciones del nivel del mar...”*. Este boletín va dirigido a autoridades (Protección Civil, mandos navales) para tranquilizar o mantener vigilancia.
- **Boletín de Alerta/Advertencia de Tsunami:** si los datos indican que sí hay posibilidad de tsunami afectando costas mexicanas. Detalla las áreas en riesgo y la hora estimada de llegada de las primeras olas. Se activa cuando un tsunami es **probable** o está generándose. Las autoridades locales entonces inician evacuaciones de zonas costeras bajas en las áreas señaladas.
- **Boletín de Seguimiento:** se van emitiendo actualizaciones (por ejemplo, cada 30 minutos o cuando se tengan nuevas mediciones) con la altura de olas observadas en los mareógrafos y recomendaciones. Por ejemplo, un boletín puede listar las alturas registradas en puertos: *“Altura registrada del tsunami en el litoral del Pacífico Mexicano: Manzanillo 0.95 m; Acapulco 0.18 m; Huatulco 0.10 m...”*. Esto ayuda a dimensionar el impacto real.
- **Boletín de Cancelación:** se emite cuando ya pasó el peligro o no se observó tsunami significativo, para dar por finalizada la alerta. Por ejemplo: *“Este será el último boletín que se emita para este evento, a menos que se reciba información complementaria”*.

autoridades civiles y militares (Protección Civil nacional/estatal, mandos navales locales, y son estas quienes implementan las acciones (sirenas en poblados

costeros, mensajes locales). En algunos sitios de alta vulnerabilidad, se han instalado **sirenas de alarma de tsunami** que pueden ser activadas una vez que Protección Civil recibe la alerta del CAT. Esto ocurre, por ejemplo, en Chiapas y Oaxaca¹², donde proyectos piloto han puesto sirenas en comunidades costeras para alertar evacuación tras un sismo mayor cercano. Adicionalmente, gracias a convenios internacionales, hoy día servicios como **Google Public Alerts** o sistemas de mensajería masiva podrían difundir una alerta de tsunami al público si es emitida en formato CAP (ver sección CAP).

SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO
 SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO
 =====
 BOLETIN DE CANCELACION DE TSUNAMI NUMERO 000
 CENTRO DE ALERTA DE TSUNAMIS (CAT-SURF)
 FECHA Y HORA DE EMISION: 20 de marzo de 2025, 13:00 hrs. "S", (19:00 hrs. "T").
 ORIGEN EXCLUSIVAMENTE A LAS AUTORIDADES DE PROTECCION CIVIL DEL GOBIERNO FEDERAL, GOBIERNO AUTONOMO, GOBIERNO FEDERAL, PAISES DE LA AMBITO DE SUS ATRIBUCIONES DIFUNDIR LAS ACCIONES CORRESPONDIENTES.
 EL USO DE LA INFORMACION ES RESPONSABILIDAD DE QUEN LA CONSULTA.
 INFORMACION CONFIRMADA DEL SISMO:
 TIEMPO DE ORIGEN DEL SISMO: 20 de marzo de 2025, 09:00 hrs. "S", (15:00 hrs. "T").
 REGION DEL EPICENTRO: 15 km Noreste de Jamilica
 LOCALIZACION: Lat. 18.2 N, Lon 72.4 W
 PROFUNDIDAD: 25 km
 MAGNITUD: 8.8
 INFORMACION DEL TSUNAMI:
 Las condiciones del mar se han normalizado, por lo que se da por cancelada la alerta.
 Se mantiene el monitoreo del nivel del mar a traves de la Red Mareografica del SIO.
 RECOMENDACIONES:
 Ninguna.
 Este momento se da por concluido el SIMULACRO de ALERTA de TSUNAMI CARIBE AME
 ESTE SERA EL ULTIMO BOLETIN QUE SE EMITA PARA ESTE SIMULACRO.
 =====
 SE SOLICITA CONTESTAR POR INTERNET EL FORMULARIO DE EVALUACION POST-SIMULACRO DENTRO DE LOS SIGUIENTES CINCO (5) DIAS HABILES POSTERIORES, A TRAVES DEL SIGUIENTE ENLACE:
<https://forms.gle/7VWbWj5j7Wv8u5>
 =====
 SIMULACRO (09:52 hrs. "S")
 CAT/NOPI
 NOTA: EL MENSAJE FUE ESCRITO SIN AGENCIAS
 SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO
 SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO
 SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO SIMULACRO

Un caso significativo fue el del **19 de septiembre de 2022**, cuando un sismo M7.7 ocurrió en Michoacán (curiosamente el mismo día de otros grandes sismos de años previos). El CAT evaluó tsunami local; al poco tiempo emitió un boletín informando de olas menores (<1 m) en algunas costas, recomendando precaución en puertos pero sin ordenar evacuación general. Este evento mostró la capacidad del sistema para responder rápidamente incluso cuando el país lidiaba simultáneamente con la emergencia sísmica.

En síntesis, el Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis de México, a través del CAT de la SEMAR, provee un **mecanismo confiable 24/7** para detectar y alertar sobre tsunamis en nuestras costas. Si bien los tsunamis son raros, su rápida detección y la **difusión inmediata de alertas a las autoridades** permiten ganar valioso tiempo para evacuar zonas costeras de ser necesario. La efectividad final depende de que la alerta llegue hasta las comunidades

¹² (Sirens warn just seconds before the earthquake arrives in Chiapas ...)

costeras –por ello se trabaja en protocolos locales, educación (programa **Tsunami Ready** de UNESCO) y mejora de comunicaciones. Alineado con la Meta G de Sendai, México busca asegurar que todas las comunidades costeras vulnerables estén cubiertas por planes y medios de alerta de tsunami para 2030.

Alertas Hidrometeorológicas

Además de ciclones tropicales, México enfrenta otras amenazas hidrometeorológicas: lluvias torrenciales, inundaciones repentinas (fluviales o pluviales), ondas de calor, frentes fríos severos, sequías, etc. Si bien no existe un único sistema nacional integrador para **todas** estas amenazas, sí operan diversos mecanismos de alerta temprana hidrometeorológica a cargo del **Servicio Meteorológico Nacional (SMN)**, la **Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)** y las unidades de protección civil en sus diferentes niveles.

Para fenómenos como lluvias intensas e inundaciones, el SMN emite **avisos meteorológicos y alertas de posible tormenta** con antelación de horas a días. Por ejemplo, se genera diariamente un pronóstico de precipitación e identifican zonas con potencial de tormentas severas. Cuando se espera lluvia excepcionalmente fuerte en alguna región, el SMN emite un **Aviso de Tiempo Severo** indicando posible acumulación de lluvia, vientos, granizo. Esta información se difunde a Protección Civil, que a su vez puede activar alertas locales (p. ej., en CDMX la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y PC maneja un *Alerta Temprana Meteorológica* con colores amarillo/naranja/rojo por lluvias según umbrales que afectan la ciudad, disparando mensajes a población vía redes y altavoces). En zonas propensas a inundaciones fluviales, CONAGUA opera sistemas de monitoreo de ríos y puede declarar alertas por crecientes. Algunas cuencas cuentan con **Sistemas de Alerta Temprana de Inundaciones (SATI)** locales; un SATI típicamente tiene pluviómetros y sensores en ríos que al llegar a cierto nivel activan alarmas (sirenas río arriba, mensajes a la comunidad). Un ejemplo es el SAT implementado en Villahermosa, Tabasco, tras las inundaciones de 2007, que mediante estaciones telemétricas en la cuenca del Río Grijalva permite avisar con horas de anticipación a la ciudad para evacuar zonas bajas.

Según la conceptualización del IMTA¹³, “*un SATI consiste en 4 elementos: a) Identificación de riesgos, b) Monitoreo y servicios de alerta, c) Diseminación y comunicación, d) Capacidad de respuesta*”. Esto aplica a nivel local donde comunidades instalan sistemas comunitarios de alerta de inundación (sirenas que suenan cuando un río crece demasiado, manejadas por comités locales). Sin embargo, a nivel nacional no hay un semáforo estandarizado como en ciclones. En la práctica, se manejan **alertas específicas por evento**: por ejemplo, durante la tormenta tropical “**Gamma**” 2020, se emitieron alertas especiales de posible inundación para la costa de Tabasco, con evacuación preventiva de algunas comunidades. Estas alertas se comunicaron vía mensajes SMS de PC Tabasco, radio local y perifoneo.

Un esfuerzo reciente a nivel nacional es la implementación del sistema de **Avisos con código de colores del SMN** para lluvias, temperaturas extremas y vientos, siguiendo estándares de la Organización Meteorológica Mundial. En 2022 el SMN comenzó a emitir mapas de alerta por lluvias intensas (colores amarillo, naranja, rojo) indicando riesgo de inundaciones en ciertos estados, similares a los utilizados en Europa. Esto busca homologar la comunicación de alertas hidrometeorológicas.

Para **deslizamientos de ladera**¹⁴ inducidos por lluvias (deslizamientos que han causado cientos de muertes históricamente en México, se están desarrollando proyectos de alerta temprana comunitaria. Por ejemplo, el **INECC** ha colaborado en instalar sistemas piloto de monitoreo de lluvias en zonas serranas de Chiapas y Puebla, donde cuando la lluvia acumulada supera cierto umbral (que puede causar deslaves), se alerta a la comunidad para evacuar pendientes inestables. Aunque estos esfuerzos son todavía puntuales, representan un avance hacia SAT multiamenaza locales.

En cuanto a **fenómenos de frío o calor extremos**, la alerta suele ser preventiva sanitaria: la Secretaría de Salud y el SMN manejan avisos como la **Declaratoria de Emergencia por Onda Cálida** cuando se esperan olas de calor peligrosas, o el **Operativo Temporada Invernal** cuando vienen heladas severas, con anticipación de días. Esto permite habilitar refugios contra frío, distribuir cobijas o lanzar campañas de hidratación en calor.

¹³ (Riesgo_Inundaciones_Qro_2015)

¹⁴ (Sistemas de alerta temprana y reducción de riesgos por inestabilidad de laderas asociados a deforestación y degradación por cambio climático)

Un caso notorio que evidenció la importancia de alertas hidrometeorológicas fue la tormenta “**Alex**” (2010) en Monterrey: aunque se conocía su llegada, la magnitud de lluvia fue subestimada localmente y causó desbordes catastróficos. Después de ello, NL implementó un sistema más robusto de radar meteorológico y alertamiento a municipios río abajo. Igualmente, las inundaciones de 2020 en Tabasco reactivaron proyectos para SATI modernos, incluyendo la propuesta de un sistema estatal con sensores en ríos.

En conclusión, las **alertas hidrometeorológicas** en México se componen de un entramado de avisos del SMN/CONAGUA, protocolos locales y acciones de protección civil basadas en pronósticos y monitoreo. Si bien no hay un solo sistema nacional con nombre (más allá del SIAT-CT para huracanes), en la práctica México sí cuenta con mecanismos para alertar por lluvias intensas (a corto plazo), crecientes de ríos (a mediano plazo, horas) y otros peligros climáticos. Un desafío pendiente es integrar mejor estos mecanismos bajo un enfoque **multiamenaza unificado** – tal como impulsa la iniciativa mundial "Alertas Tempranas para Todos" de la ONU. Lograr que *nadie quede atrás, ni desprotegido por falta de alerta temprana* implica extender la cobertura de estos sistemas a las comunidades más remotas y vulnerables, y asegurarse de que las alertas sean entendidas y atendidas por la población.

Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF)

Los **incendios forestales** representan una amenaza recurrente en temporada seca, agravada en años recientes por sequías y olas de calor. Si bien la ocurrencia de un incendio no se puede predecir con exactitud, sí es posible anticipar condiciones de peligro (alto riesgo de fuego) y detectar oportunamente focos para movilizar recursos. Para ello, México ha desarrollado el **Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF)**, liderado por la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)** en colaboración con la **Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)** y apoyos internacionales.

Desde 1998, la CONABIO ha sido pionera en usar tecnología satelital para la **detección y monitoreo de fuegos activos**, proporcionando información casi en tiempo real a las instancias responsables. El SATIF se basa en la recepción de datos de sensores remotos (satélites como MODIS y VIIRS de NASA/NOAA) que detectan **puntos de calor** en la superficie. Cada vez que un satélite pasa y registra un hotspot que podría ser incendio, este

dato llega a la base de CONABIO, donde sistemas automáticos filtran (por temperatura, duración) y humanos verifican con contexto (cercanía a áreas forestales, etc.). Luego, el sistema envía alertas a brigadistas y autoridades locales indicando la ubicación del posible incendio.

En enero de 2022 se lanzó una **nueva versión web del SATIF** para México y Centroamérica, modernizando la plataforma con nuevos productos y funcionalidades. *“Gracias al trabajo continuo de 30 años de CONABIO, hoy es posible... la nueva versión del sitio SATIF, proporcionando nuevos productos como apoyo para la toma de decisiones en prevención y combate de incendios”*. Esta plataforma (incendios.conabio.gob.mx) muestra en mapas interactivos los focos de calor detectados en las últimas horas/días, el índice de riesgo de incendio (basado en meteorología) y la condición de la vegetación. Los tomadores de decisiones pueden suscribirse para recibir **alertas por correo electrónico o SMS** cuando surjan incendios en su región. Adicionalmente, la CONAFOR emite un **Boletín Meteorológico de Incendios** diario durante la temporada, con pronóstico de peligro de incendio (bajo, moderado, alto, muy alto, extremo) por zonas, usando índices como el Canadian Fire Weather Index adaptados a México.



Ilustración 8. Sistema de Predicción de Peligro de Incendios forestales.

El SATIF es un SAT multicomponente: no solo detecta incendios ocurridos, sino que evalúa las condiciones predisponentes. Por ejemplo, integra mapas de **sequía, contenido de humedad en vegetación, y pronóstico de viento** que permiten anticipar que regiones están en alerta de posible incendio. Estos informes se distribuyen a los centros regionales de manejo del fuego. En caso de condiciones extremas (digamos, ola de calor + sequía + vientos fuertes), se declara **Alertamiento Temprano Preventivo**: se posicionan brigadas,

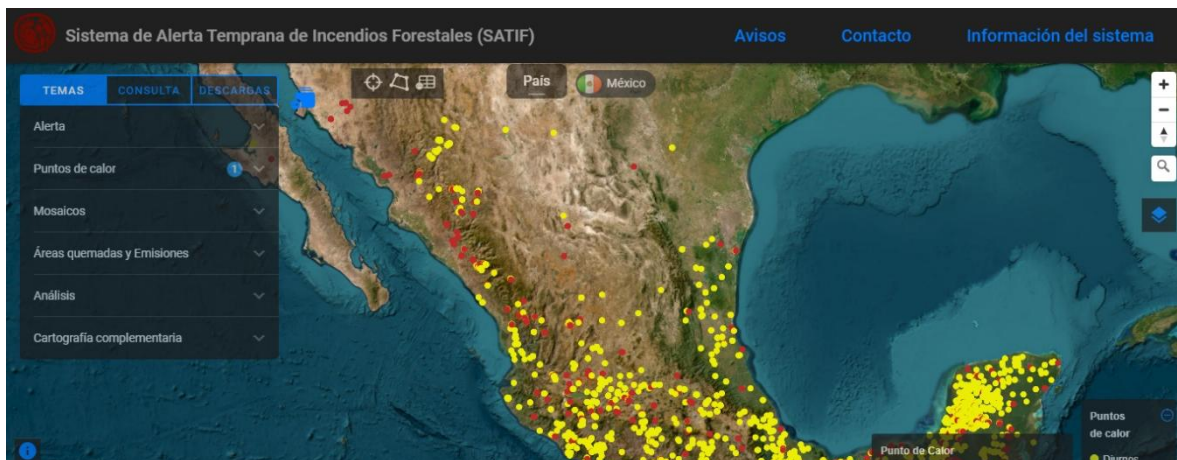


Ilustración 9. Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF)

se restringe el acceso a ciertas áreas forestales (para evitar incendios por actividades humanas) y se avisa a comunidades del riesgo.

Cuando desgraciadamente inicia un incendio, detectarlo en sus primeros minutos es crucial. Ahí, el **componente de detección satelital y monitoreo de despachos** es vital. Un ejemplo exitoso: en la **Reserva de la Biósfera Montes Azules (Chiapas)**, en marzo 2021, un incendio de rayo fue detectado vía satélite la misma noche de iniciación; gracias al aviso temprano a CONAFOR, se movilizaron brigadas al área remota y se controló el incendio antes de que creciera sin control. Este es el tipo de impacto que busca el SATIF: *proporcionar información oportuna, en tiempo casi real, a las instancias responsables de atender incendios para que puedan responder antes de que los siniestros se salgan de control.*

El SATIF colabora con agencias internacionales como **NASA** (que provee los datos MODIS/VIIRS), **USAID y US Forest Service** (que han apoyado financieramente mejoras). Además, México comparte sus alertas con países vecinos de Centroamérica, cumpliendo un rol regional. Cabe mencionar que existen proyectos complementarios, como sistemas locales de monitoreo con **cámaras de detección de humo** en bosques (pilotos en Jalisco)

o uso de **drones** para patrullaje preventivo en parques nacionales. No obstante, la cobertura satelital sigue siendo la columna vertebral por la vasta extensión que cubre.

Como reto, el SATIF no es un sistema de alerta pública (no le avisa directamente a comunidades de un incendio inminente, excepto por canales como redes sociales de CONAFOR que informan de incendios grandes). Más bien es un SAT para **apoyo a decisiones de combate**. Sin embargo, indirectamente protege a la población al facilitar contener incendios antes de que amenacen ciudades o propiedades. Hacia el futuro, podría integrarse con sistemas de alerta a la población en caso de incendios cercanos (por ejemplo, envíos de notificaciones de evacuación si un incendio se aproxima, vía CAP/celular).

En conclusión, el Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales de México combina tecnologías de **detección remota, información climatológica y coordinación interinstitucional** para enfrentar de manera proactiva el creciente riesgo de incendios. Como señala CONABIO, *“la tecnología avanza rápidamente y es preciso actualizarse... hoy es posible mantenerse a la vanguardia tecnológica”* en este campo; el SATIF 2022 es reflejo de ello. Con estas herramientas, México busca minimizar el impacto de los incendios en sus ecosistemas y comunidades, salvaguardando vidas (cada año mueren bomberos y civiles en incendios, pero podrían ser más sin alerta temprana) y reduciendo pérdidas ecológicas.

Canales Complementarios de Alertamiento y Difusión

Además de los sistemas especializados por tipo de fenómeno, México cuenta con diversos **canales de comunicación masiva** que sirven para difundir las alertas tempranas a la población de manera eficiente. La eficacia de una alerta depende no solo de detectarla y decidirla, sino de *transmitirla rápidamente a quienes están en peligro*. A continuación se describen los principales canales y herramientas complementarias usadas en México para este fin:

- **Radiodifusión (Radio/TV):** Es el medio tradicional más utilizado. Existen acuerdos para que las principales estaciones de radio y televisión difundan alertas de Protección Civil. Por ejemplo, la alerta sísmica SASMEX está conectada a la radio pública y a una red de radiodifusores que interrumpen la señal al recibir el tono de

alerta. De igual forma, ante huracanes o emergencias, Protección Civil envía *boletines* a medios, que los presentan como noticias de último momento. La televisión abierta ha transmitido en vivo declaratorias de alerta volcánica o avisos de tsunami. La ventaja es su amplio alcance poblacional; la limitante, que requiere que la gente esté sintonizando en ese momento.

- **Sirenas y Altavoces Públicos:** Varias ciudades han instalado **sistemas de altavoces** para emergencias. El caso más notorio es Ciudad de México con su red de altavoces en postes, que suenan para alerta sísmica y pueden también emitir mensajes de voz (usados en simulacros y contingencias). Otras ciudades como Oaxaca, Chilpancingo, Acapulco, Morelia, Puebla, etc., han implementado sirenas para sismos o están en proceso. En costas, algunas comunidades tienen sirenas de tsunami. Incluso se aprovechan sirenas de patrullas municipales (p. ej. en simulacros sísmicos en zonas donde no hay altavoces, patrullas recorren con la sirena encendida emulando alerta). Las sirenas permiten cubrir zonas incluso sin electricidad o sin que la gente tenga dispositivos encendidos; su desventaja es el alcance limitado (son audibles en ciertos radios) y la necesidad de pruebas periódicas para confianza.
- **Mensajes SMS y Cell Broadcast a celulares:** Esta es un área de desarrollo crítico. A raíz de la popularización de celulares, surgieron iniciativas privadas (como la app **SkyAlert** desde 2013) que envían avisos de alerta sísmica a sus suscriptores. Sin embargo, a nivel oficial se buscaba algo más universal. En 2015-2016 se inició el proyecto de Servicio de Radiodifusión Celular (CBC) en México. Finalmente, en 2021 el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) emitió los **Lineamientos del Protocolo de Alerta Común**, estableciendo la cooperación entre CNPC y operadoras móviles para enviar alertas a celulares compatibles. En septiembre de 2024, por primera vez se probó el envío de la *alerta sísmica a teléfonos celulares* durante el simulacro nacional: *“Los mensajes de alerta se recibirán en teléfonos móviles compatibles con el Servicio de Radiodifusión Celular en CDMX y zona conurbada”*. Esta prueba fue exitosa y marcó un hito. Asimismo, el SINAPROC ha utilizado el envío de SMS geo-dirigidos en emergencias localizadas (por ejemplo, en la explosión de un volcán submarino en 2022, se envió SMS de posible tsunami a usuarios de Oaxaca). El sistema de **Cell Broadcast** (diferente al SMS normal, pues envía a todas las terminales en una celda telefónica sin conocer números individuales) garantiza difusión masiva instantánea. La meta es escalarlo a todo el

país y para múltiples alertas (no solo sismos). Esto corresponde a la plataforma similar a WEA (*Wireless Emergency Alerts*) de EE.UU. y el SAE de Chile.

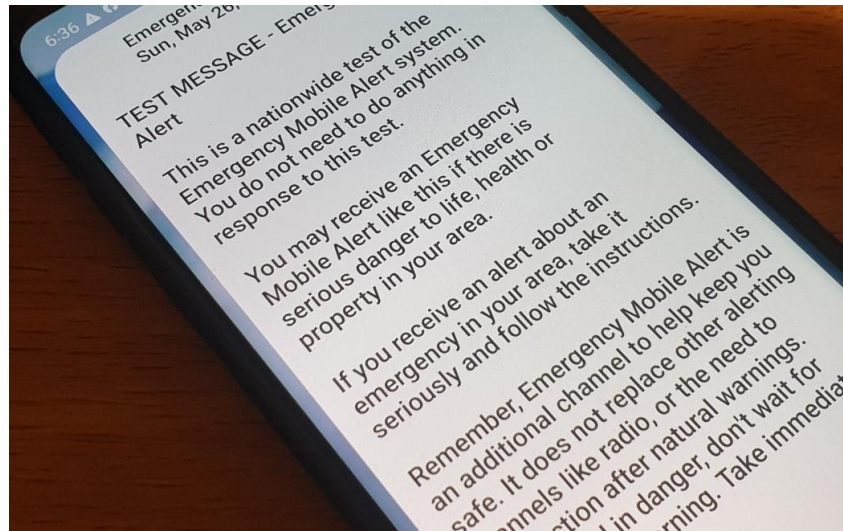


Figura: Mensaje de prueba del sistema de alerta de emergencia móvil en un teléfono (Nueva Zelanda). En México se están implementando mensajes similares vía cell broadcast para alertas de sismo u otras emergencias, siguiendo estándares internacionales (CAP).

- **Aplicaciones Móviles y Redes Sociales:** Aunque no son “oficiales” en un inicio, hoy en día constituyen canales complementarios muy influyentes. Aplicaciones como SkyAlert o Alerta Sísmica DF han sumado usuarios; no obstante, su tiempo de entrega puede variar según conectividad y saturación. Más confiables han resultado las **redes sociales oficiales**: la CNPC, CENAPRED, SMN, gobiernos estatales y municipales usan Twitter, Facebook y hasta WhatsApp para difundir alertas. Por ejemplo, la CNPC emite alertamientos vía redes sociales con el *Boletín SIAT-CT indicando nivel y color*. En sismos, segundos después de la alerta sonora, las cuentas de PC publican “Alerta Sísmica activada en CDMX” para quien no la escuchó. En eventos de desarrollo más lento (huracanes, frentes fríos), se realizan campañas en redes con infografías y recomendaciones. Estas plataformas ayudan a amplificar el mensaje, sobre todo entre públicos jóvenes, aunque también pueden ser foco de desinformación si no se siguen cuentas oficiales.

- **Tecnologías emergentes:** México explora el uso de **sistemas tecnológicos innovadores**. Por ejemplo, integraciones con dispositivos: radios meteorológicos SAME (muy usados en EE.UU.) que en México comienzan a distribuirse (operando en VHF 162 MHz) para recibir alertas meteorológicas automatizadas. También alertas mediante **servicios de internet**: navegadores web y motores de búsqueda que muestran alertas locales (Google muestra Alertas Públicas CAP en sus resultados de búsqueda y mapas). Incluso asistentes virtuales o altavoces inteligentes podrían en un futuro reproducir alertas oficiales.
- **Medios Tradicionales Locales:** No hay que olvidar que en comunidades rurales, a veces **el altavoz del pueblo (perifoneo)** o los **radiocomunicados por bandas VHF** entre autoridades pueden ser los medios más directos. Muchas comunidades indígenas tienen radios comunitarias, que coordinadas con PC retransmiten avisos en lengua local. El **“tocando campanas”** de iglesias aún se incluye en protocolos de pueblos ante crecientes de ríos.

En conjunto, México avanza hacia un **sistema multimodal** de difusión de alertas, donde un mensaje originado (idealmente en formato CAP unificado) dispare múltiples canales: sirenas sonando, mensajes en teléfonos, notificaciones en TV/radio, posteos en redes, etc., asegurando que *la mayoría de personas posibles reciban la alerta por al menos una vía*. Un ejemplo de meta lograda en otro país es Nueva Zelanda: en 2024 alcanzaron que **9 de cada 10 celulares** recibieran la alerta de prueba nacional, pero aun así recalcan no depender de un solo medio y complementar con radio, etc. En México, gracias a los canales complementarios, la cobertura de alertamiento se ha incrementado significativamente en la última década, aunque persisten zonas remotas sin acceso inmediato a estos medios, lo cual representa un pendiente para cumplir la universalidad planteada por Sendai (Meta G).

Protocolo de Alerta Común (CAP) – Unificando la Difusión de Alertas

La diversidad de sistemas y canales de alerta plantea un reto: ¿cómo asegurarse de que **todos los medios difundan un mensaje coherente y simultáneo** sin tener que prepararlo múltiples veces para cada plataforma? Ahí es donde entra en juego el **Protocolo de Alerta Común**, más conocido como **CAP** por sus siglas en inglés (**Common Alerting Protocol**). El CAP es un estándar de formato de datos desarrollado por la OASIS y adoptado por la OMM/ONU, que permite intercambiar información de alertas de manera **estandarizada, multicanal y multilingüe**.

En términos simples, CAP es como un **formulario universal de alerta** en formato digital (XML/JSON), que contiene campos como: tipo de amenaza, área geográfica afectada, nivel de urgencia, severidad, recomendación de acciones, validez temporal, remitente, etc. Un mensaje CAP bien estructurado puede ser leído tanto por personas (tiene campos de texto claro) como por máquinas (es **legible por sistemas automatizados** que pueden desencadenar acciones, ej. encender sirenas, mandar SMS).

¿Cómo funciona CAP?

Imaginemos que el CNPC decide emitir una alerta de tsunami para la costa de Guerrero. Usando una herramienta de generación CAP (software) llena los campos: *evento="Tsunami", severidad="Extrema", urgencia="Inmediata", área="Costa de Guerrero: 5 km tierra adentro", instrucción="Evacuar zonas bajas y dirigirse a terreno elevado inmediatamente"*, etc. Ese archivo CAP se envía al "agregador" (en México se está implementando un **Colector de Mensajes** en la plataforma de la CNPC/IFT). Desde allí, automáticamente:

- Se puede retransmitir a todas las compañías celulares vía **cell broadcast** (ya en el formato requerido, con encabezados específicos).
- Se formatea a **EAN (Emergency Alert Notification)** para el sistema de Alertas por TV/Radio (similar al EAS de EE.UU.).
- Se publica en la web (por ejemplo en la página de CNPC o CENAPRED) para que servicios de internet lo tomen.
- Se envía a integraciones como **sirenas electrónicas** conectadas (ciudades con CIRES SASPER, por ejemplo, que reciben CAP y detonan audio).

Todo con un solo mensaje de origen. *"Un único mensaje de alerta de emergencia puede activar una variedad de sistemas de alerta pública, incrementando la probabilidad de que las personas reciban la alerta por una o más vías¹⁵".* Esta es una de las **grandes ventajas de CAP**: evita la dispersión y los retrasos. FEMA (EE.UU.), pionero en adoptarlo con su sistema IPAWS, destaca que CAP permite agregar **contenido rico** (imágenes, mapas) a las alertas, dirigirlas geográficamente con precisión (geocodificando polígonos de área

¹⁵ (Common Alerting Protocol | FEMA.gov)

afectada), y manejar mensajes multilingües – por ejemplo, una misma alerta CAP puede incluir texto en español e inglés, y cada usuario la verá en su idioma preferido.

México, a través del IFT y CNPC, formalizó la adopción de CAP en 2020-2021. Los *Lineamientos del Protocolo de Alerta Común* publicados en DOF establecen las especificaciones técnicas y responsabilidades: la CNPC generará las alertas en CAP; las televisoras, radiodifusoras y operadoras móviles deberán integrarlas en sus sistemas en tiempo real. Este esfuerzo tuvo su prueba de fuego en el Simulacro Nacional 2024 con la alerta sísmica a celulares, mostrando que la cadena completa (CNPC -> colector CAP -> radiodifusión celular) funcionó exitosamente. La expectativa es que en 2025-2026 CAP esté ya plenamente operativo para todas las alertas: sismos, tsunamis, volcán, huracán, química (por ejemplo, si hay una emergencia química en alguna ciudad, vía CAP podría enviarse evacuación local).

Otra ventaja crucial: CAP **facilita la interoperabilidad internacional**. Por ejemplo, si en Guatemala ocurre un sismo fuerte con posible impacto en Chiapas, Guatemala podría enviar un CAP que México reciba automáticamente como alerta entrante (y viceversa para huracanes compartidos en el Caribe, etc.). Esto se alinea con la visión de *“alertas tempranas sin fronteras”*. De hecho, CAP fue diseñado post-2004 para que países con distintos idiomas/sistemas pudieran compartir alertas de tsunami. Hoy es usado por más de 70 países.

En resumen, el **Protocolo de Alerta Común (CAP)** es el *“idioma universal”* de las alertas tempranas. Permite que los múltiples sistemas y canales hablen entre sí, haciendo llegar el mensaje correcto a la persona indicada en el momento oportuno. Como indica la UNDRR, *“el PAC (Protocolo de Alerta Común) es la base para un marco común de alertamiento público multi-medio, multi-riesgo”*. Su implementación en México marcará un antes y un después: de sistemas aislados a un **Sistema Integral de Alertamiento Multiamenaza**. Si bien conlleva inversión y coordinación (técnica y legal), los beneficios en eficiencia y alcance justifican plenamente su adopción, abonando al cumplimiento de la Meta G de Sendai y la iniciativa global de Alertas Tempranas para Todos.

Alineación con el Marco de Sendai 2015-2030

El **Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030**, adoptado por México y la comunidad internacional, coloca a los sistemas de alerta temprana en un lugar central para lograr comunidades más resilientes. En particular, la **Meta (objetivo) G** y las **Prioridades 1 y 2** del Marco se relacionan directamente con los SAT. A continuación se analiza cómo los sistemas de alerta temprana existentes en México contribuyen a dichos objetivos y qué acciones se están tomando para fortalecer esa alineación.

Meta G: Disponibilidad de Sistemas de Alerta Temprana Multiamenaza

La **Meta G de Sendai** plantea: *“Incrementar considerablemente la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana sobre amenazas múltiples y de la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidas a las personas, y el acceso a ellos, para 2030¹⁶”*. Esta meta busca que **toda la población en riesgo tenga acceso a alertas tempranas eficaces** para ese año. En 2015¹⁷, al inicio del marco, la ONU estimaba que solo alrededor de la mitad de los países contaban con EWS adecuados, y que 1 de cada 3 personas en el mundo seguía sin protección de alerta.

En el caso de **México**, podemos decir que se han logrado avances importantes hacia la Meta G, aunque persisten brechas. Por un lado, México **sí dispone de SAT para las principales amenazas naturales**: como hemos descrito, hay sistemas operativos para sismos, ciclones, tsunamis, erupciones e incendios, entre otros. Esto coloca al país entre aquellos con mayor cobertura de peligros monitoreados. De hecho, la **Oficina de la ONU para RRD (UNDRR)** ha destacado prácticas de México, por ejemplo: *“la CNPC adopta la prioridad 1 a través de la implementación del SIAT-CT, un mecanismo consensuado de alerta para ciclones tropicales”*, mostrando que México actúa en línea con las metas de alertamiento multiamenaza.

Sin embargo, **“disponibilidad”** en Meta G no solo implica que exista el sistema, sino que **todas las personas expuestas puedan beneficiarse** de él. Aquí hay retos pendientes en México:

¹⁶ (Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030)

¹⁷ (El pionero sistema de alerta temprana de Japón, una modelo para la adaptación al cambio climático | Foro Económico Mundial)

- **Cobertura geográfica:** El SASMEX cubre varias ciudades, pero no todo el país (ej. estados del norte sin alerta sísmica a pesar de tener sismos moderados; aunque de menor riesgo, es un hueco). En alertas hidromet, comunidades rurales aisladas pueden no recibir a tiempo avisos de crecidas o tormentas. Alcanzar Meta G implicaría expandir sistemas o implementar soluciones comunitarias en esas zonas.
- **Multiamenaza integrada:** Hasta hace poco, los SAT operaban en “silos” por fenómeno. La Meta G habla de “*alerta temprana sobre amenazas múltiples*”, es decir, sistemas integrados. México está avanzando con CAP hacia eso, pero al día de hoy una comunidad podría tener buen acceso a alerta de huracán pero no de sismo, o viceversa. La visión es que cualquier población tenga cobertura de *todos* los peligros pertinentes en su localidad. Por ejemplo, una ciudad costera en Guerrero debería estar cubierta por alerta sísmica, de tsunami y de huracán; actualmente la sísmica y huracán están, pero ¿la de tsunami llega a la población general? Quizás vía autoridades solamente. Entonces es un área de mejora.
- **Accesibilidad y enfoque inclusivo:** Meta G enfatiza llegar a todas las personas, incluyendo grupos vulnerables (p. ej. discapacitados auditivos/visuales, hablantes de lenguas indígenas, turistas). México ha dado pasos: las alertas vía TV ahora incluyen **textos escritos** y lenguaje de señas en transmisiones de emergencia; se difunden boletines en inglés en zonas turísticas (ej. alertas de huracán en Quintana Roo). No obstante, hay que continuar. CAP ayudará con capacidad multilinguaje. Un punto a considerar es la cultura indígena: integrar *saberes tradicionales* con SAT modernos, y garantizar que las alertas se difundan en lenguas locales. Por ejemplo, en 2021, Protección Civil tradujo materiales de alerta volcánica del Popo al náhuatl para las comunidades de esas zonas.

En términos cuantitativos, México mide los indicadores de Sendai. Para Meta G, el indicador G1 es el porcentaje de población cubierta por SAT multiamenaza. México reportó avances en su plataforma nacional, pero se identifica la necesidad de mejores datos. Una acción en curso es el proyecto “**Alertas Tempranas para Todos**” de UNDRR donde México participa en diagnóstico y mejora (focalizado inicialmente en hidrometeorológicos).

En conclusión, México muestra una alineación positiva con Meta G al contar con múltiples SAT y esfuerzos para integrarlos, pero debe **cerrar brechas** para 2030: cobertura universal (incluyendo comunidades apartadas), consolidación del enfoque multiamenaza (CAP, plataformas únicas), y accesibilidad total. Compromisos como el recientemente anunciado

despliegue de alertas celulares a nivel nacional y la firma de convenios de cooperación (ej. con CTBTO para alerta de tsunamis reafirman el rumbo hacia Meta G.

Prioridad 1: Comprender el Riesgo de Desastres (Información para Alertas)



La **Prioridad 1 de Sendai** exhorta a “comprender el riesgo de desastres en todas sus dimensiones de vulnerabilidad, capacidad, exposición de personas y bienes, características de las amenazas”. Un SAT eficaz se sustenta en ese conocimiento de riesgo: no basta con la tecnología, se requiere entender qué se está alertando y a quién.

México ha invertido en la generación de información de riesgo que alimenta sus SAT. Ejemplos claros:

- Investigación científica y monitoreo:** CENAPRED, UNAM y otros realizan estudios de amenazas (mapas de peligros volcánicos, sismológicos, modelos de huracanes) y vulnerabilidad (¿qué tan expuestas están las poblaciones?). Esa comprensión permite definir umbrales de alerta adecuados. Por ejemplo, el semáforo volcánico está basado en décadas de estudio del Popocatepetl (se sabe qué niveles de temblor o exhalaciones preceden erupciones mayores), y también en entender la vulnerabilidad de pueblos a distintos alcances de caída de ceniza. Otro caso: el SIAT-CT fue diseñado tras analizar los desastres de 1999 y los “*diversos mecanismos de alertamiento con que contaban las instancias, que entonces eran aislados*”, es decir, aprendieron del riesgo existente (poblaciones en cauces inundables, deficiencias de coordinación) y con esa información estructuraron un nuevo sistema.
- Atlas Nacional de Riesgos:** México cuenta con un Atlas Nacional de Riesgos (y varios estatales), donde se integran mapas de amenaza y riesgo. Estos atlas, gestionados por CENAPRED, son herramientas clave de Prioridad 1. Alimentan a

los SAT en el sentido de que identifican dónde se debe poner más sensores o qué poblaciones requieren planes especiales. Por ejemplo, el atlas muestra qué municipios costeros tienen mayor riesgo de tsunami, lo que prioriza dónde instalar más mareógrafos o sirenas (ha guiado en parte el plan de cobertura del CAT-SINAT). Similarmente, el atlas de incendios forestales de CONAFOR muestra las regiones críticas, guiando el enfoque del SATIF en esas zonas.

- **Memoria y lecciones de desastres pasados:** Comprender el riesgo también implica aprender de eventos previos. México ha investigado incidentes como el sismo y tsunami de 2010 en Chile para evitar errores similares aquí. En 2010 Chile no contaba con un sistema público de alerta masiva de tsunami y lamentablemente la gente no evacuó a tiempo, cobrando vidas. Esa lección contribuyó a que México reforzara su protocolo de tsunami y equipara sus costas. Así, el país avanza su Prioridad 1 no solo con conocimiento propio sino asimilando experiencias internacionales.

La Prioridad 1 también resalta la importancia de *educar y difundir la información de riesgo* a todos los niveles. En México, los SAT van acompañados de campañas de difusión: simulacros (el 19/S nacional), talleres comunitarios (ej. en comunidades cercanas al volcán enseñan qué significa Amarillo vs Rojo), boletines educativos en temporada de huracanes, etc. Esto mejora la comprensión pública del riesgo, logrando que las alertas tempranas sean efectivas (porque la gente las entiende y actúa). Un indicador de éxito es que ya mucha población sabe, por ejemplo, que con *Alerta Sísmica* debe evacuar ordenadamente o *qué hacer en cada color del semáforo volcánico*.

En síntesis, México está alineado con la Prioridad 1 al invertir en ciencia (monitoreos de CENAPRED, SMN, etc.), en sistemas de información (Atlas de Riesgos) y en la difusión masiva del conocimiento (simulacros, cultura de protección civil). Los SAT mexicanos son reflejo de esa comprensión del riesgo, pues han sido diseñados *con base en el análisis detallado de las amenazas y las vulnerabilidades locales*. No obstante, la tarea es continua: el cambio climático, la urbanización, etc., modifican el riesgo, y los SAT deben actualizarse acorde a nuevos datos (ej. integrar escenarios de lluvia más extrema por cambio climático).

en alertas). Mantener este **ciclo virtuoso de conocimiento actualizado** -> mejora del **SAT** asegurará que México siga cumpliendo la Prioridad 1.

Prioridad 2: Fortalecer la Gobernanza del Riesgo (Coordinación de Alertas)

La **Prioridad 2 de Sendai** enfatiza la necesidad de “*fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres*”, lo cual implica marcos institucionales claros, coordinación entre sectores y niveles de gobierno, y participación de la sociedad en la gestión del riesgo. Los sistemas de alerta temprana son un excelente indicador de la gobernanza del riesgo, pues su éxito depende de la articulación efectiva de múltiples actores: científicos, autoridades, comunicadores, comunidad.

En México, el **Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC)** provee la estructura para esta gobernanza. Los SAT presentados operan dentro de este marco: por ejemplo, el SIAT-CT funciona con *mesas técnicas y comités de seguimiento encabezados por Protección Civil pero con la participación de CONAGUA, SEDENA, SEMAR, gobiernos estatales, etc.* Esto demuestra gobernanza horizontal (entre agencias) y vertical (federal-estatal-municipal).

Un *ejemplo práctico* lo da ONEMI Chile en un documento: ante un aviso de posible emergencia meteorológica con días de anticipación, convocan una Mesa Técnica con todas las instituciones para definir acciones preventivas () (). En México sucede algo similar: si SMN avisa 5 días antes de un huracán, CNPC convoca reuniones del *Comité Nacional de Emergencias* donde cada entidad (Pemex, CFE, Cruz Roja, etc.) prepara su respuesta. Así, la alerta temprana activa los mecanismos de gobernanza del riesgo ya establecidos.

Otro aspecto de la Prioridad 2 es el **marco jurídico y normativo**. México ha fortalecido sus leyes y normas en torno a alertas. *La existencia de estos lineamientos con fuerza legal es reflejo directo del fortalecimiento de la gobernanza del riesgo*, pues alinean al sector privado con los objetivos de protección civil.

La Prioridad 2 también habla de *participación inclusiva y enfoque de todos los sectores*. En los SAT mexicanos se ha visto involucramiento del **sector académico** (UNAM opera redes de monitoreo volcánico y sísmico clave para las alertas), del **sector privado** (empresas como SkyAlert suplen con innovación tecnológica donde el gobierno tarda más; medios de comunicación privados dedican tiempos aire para alertas), y de la **sociedad civil**

(organizaciones como la Cruz Roja Mexicana difunden alertas y ayudan en respuesta; comités comunitarios en zonas de inundación vigilan ríos). Esta pluralidad refuerza la gobernanza.

Un caso que ilustra la mejora de gobernanza tras experiencias es la respuesta a sismos. Después del 19S 2017, se detectó cierto caos en la difusión de información y alertas tras el evento; a raíz de ello, se consolidó el protocolo “**Plan MX**” en CDMX que integra a autoridades, sociedad civil y sector privado en un mando coordinado para futuras emergencias. Así, *cada simulacro nacional es hoy un ejercicio de gobernanza del riesgo*, donde suenan alertas (tecnología) pero también se activan comités de emergencia, centros de comando, etc. Esto va en línea con Sendai Prioridad 2 sobre *establecer y fortalecer foros de coordinación gubernamental*.

En resumen, México ha avanzado en Prioridad 2 al institucionalizar los SAT dentro de un marco legal y organizacional robusto. Los sistemas de alerta temprana están respaldados por leyes, normas, planes y presupuestos que los sostienen (por ejemplo, el FONDEN, antes de desaparecer, financió equipos de alerta; ahora se transfiere esa responsabilidad a otros fondos). Quedan áreas de mejora, como asegurar el mantenimiento continuo de los sistemas (gobernanza implica financiamiento sostenible: CIRES por ejemplo requiere recursos constantes para operar SASMEX; la gobernanza debe prever eso). También fortalecer la participación ciudadana en el proceso de alerta: hacer que comunidades locales se apropien de sus sistemas (como los comités de agua en Chiapas monitoreando lluvia). Pero en balance, la articulación interinstitucional mexicana para alertas es sólida y reconocida. Un informe de UNISDR mencionó que “*México fortalece la gobernanza de alertas a través de sus Plataformas Nacionales y mecanismos de coordinación multi-nivel*” (lo cual se evidencia en la operación diaria de los SAT).

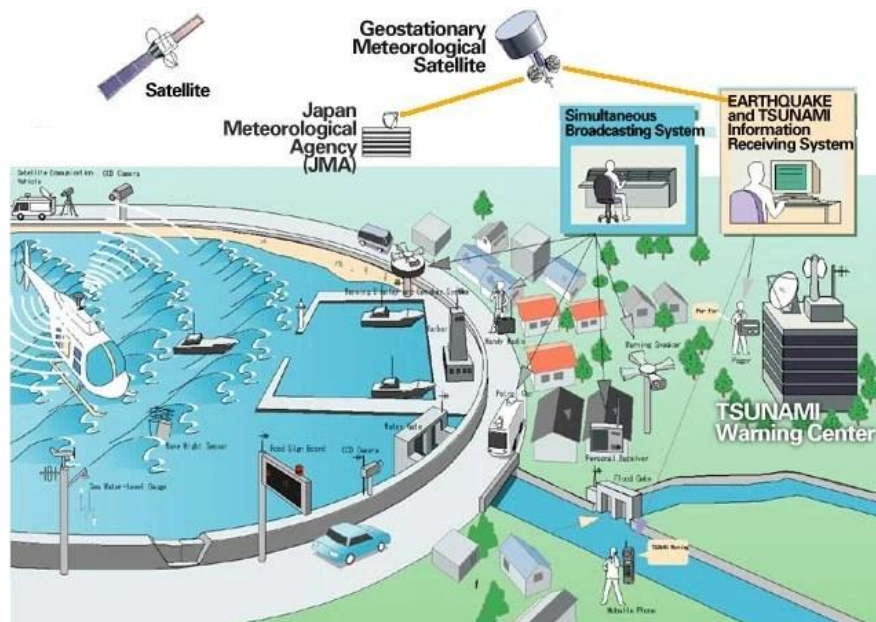
Concluyendo esta sección, los Sistemas de Alerta Temprana en México **apoyan directamente** el logro de la Meta G y Prioridades 1 y 2 del Marco de Sendai: aumentan la cobertura de alertamiento, se basan en conocimiento del riesgo y están implementados mediante una gobernanza colaborativa. Continuar invirtiendo en ellos y perfeccionándolos es clave para cumplir las metas de Sendai al 2030, disminuyendo significativamente el riesgo de desastres en el país.

Comparativa Internacional de Sistemas de Alerta Temprana

Para contextualizar los avances de México, es útil comparar sus sistemas de alerta temprana con los de otros países que han desarrollado mecanismos similares. En esta sección se analizan brevemente los SAT de **Japón, Estados Unidos, Chile y Nueva Zelanda**, seleccionados por su relevancia y similitudes en amenazas con México. Se resaltan casos de éxito y lecciones aprendidas de cada país que pueden ofrecer ideas para fortalecer los SAT mexicanos.

Japón: Pionero en Alerta Temprana Multiamenaza

Japón es internacionalmente reconocido por su extensa experiencia en desastres naturales (terremotos, tsunamis, tifones, erupciones) y por haber desarrollado algunos de los sistemas de alerta temprana más avanzados. De hecho, *“el país fue pionero en las tres dimensiones del éxito en la implantación de sistemas de alerta temprana: **tecnología, instituciones y participación de la comunidad** a diferentes escalas”*; Japón ha logrado integrar estos elementos, convirtiéndose en **líder mundial en innovación, desarrollo y aplicación de SAT eficaces**.



Alerta Sísmica y Tsunami: Japón implementó desde 2007 un **sistema nacional de alerta sísmica temprana** operado por la Agencia Meteorológica de Japón (JMA). Funciona similar al SASMEX: sensores cerca del epicentro detectan un sismo y envían alertas antes de que lleguen las ondas fuertes a ciudades alejadas. Estas alertas se difunden vía televisión, radio y, crucialmente, **a prácticamente todos los teléfonos celulares** mediante un servicio llamado “*Área Mail*” (cell broadcast), logrando una cobertura casi total. La población japonesa está muy familiarizada con recibir en su móvil un pitido de “*Alerta de Terremoto Entrante*” seguido de indicaciones. Este sistema ha dado resultados tangibles; por ejemplo, en el gran sismo de 2011, algunos avisos llegaron con hasta ~15 segundos de antelación en Tokio, permitiendo que los trenes bala se detuvieran automáticamente, evitando descarrilamientos.

Japón complementa esto con un robusto sistema de **alerta de tsunami**. La JMA emite en minutos avisos detallados tras un sismo mayor: utiliza términos de “Alerta de Tsunami Mayor” o “Aviso de Tsunami” según la magnitud prevista de las olas. Aprovechan sistemas como **J-Alert**, una red de transmisión satelital que envía mensajes automáticos a municipios, los cuales a su vez activan sirenas locales y altavoces. J-Alert no es solo para tsunamis: sirve para misiles balísticos (amenaza bélica), erupciones volcánicas y clima severo. Es un sistema integral que ejemplifica la *multiamenaza*. Una lección de Japón fue la tragedia del tsunami 2011: aunque tenían alerta, la subestimaron inicialmente (anunciaron olas de 3 m cuando fueron de >10 m). Aprendieron a ser más precavidos en mensajes iniciales y a mejorar la educación: ahora enfatizan “si sientes un sismo muy fuerte en costa, evacúa a lo alto sin esperar detalles”.



Ilustración 10.J-Alert.

Alerta Meteorológica (tifones, lluvias): Japón cuenta con un servicio meteorológico de primer nivel que emite alertas tempranas de tifones con varios días de anticipación. De hecho, *“en 2015, Japón demostró por primera vez que es posible predecir la aparición de un tifón con dos semanas de antelación”* gracias a supercomputadoras (como la Fugaku) y modelos numéricos avanzados. Tienen sistemas de aviso escalonado muy parecido al SIAT-CT: avisos tempranos, alertas, y advertencias especiales. A nivel local, existen cientos de sirenas anti-tifón/inundación y redes de parlantes en cada municipalidad que difunden instrucciones (la cultura comunitaria de “Jishu-bosai” hace que vecinos se organicen). Un éxito fue en 2019 con el tifón Hagibis, uno de los más fuertes: gracias a pronósticos precisos y evacuaciones pre-evento (millones recibieron alertas en sus móviles y por TV), las pérdidas humanas fueron relativamente bajas comparado con el potencial destructivo.

Participación ciudadana: La sociedad japonesa practica simulacros constantes (el 1 de septiembre es el Día de la Prevención de Desastres, con evacuaciones masivas simuladas). Esto ha creado una población que confía y responde a las alertas. Por ejemplo, en 2022 cuando sonó J-Alert por un misil norcoreano, la población en las áreas indicadas siguió las indicaciones (ir a refugio) en orden. La confianza en los SAT es fundamental: en Japón se ha logrado en buena medida, aunque también enfrentan saturación de información (alert fatigue).

Innovación continua: Japón experimenta con nuevas tecnologías: alertas vía redes sociales (LINE, popular en Japón, difunde mensajes de gobierno), apps multiidioma para extranjeros (muy importante durante Juegos Olímpicos se desarrolló una app en 14 idiomas con alertas), y sistemas de sensores IoT (por ejemplo, detectores de flujos de lodo post-erupción que envían alarma inmediata a poblados).

Lecciones para México: Japón demuestra que invertir en **tecnología puntera** (sensores, supercómputo), en **marcos institucionales** (JMA, bomberos, municipios todos coordinados) y en **educación ciudadana** crea SAT sumamente eficaces. Una lección específica: el enfoque *multidimensional*. México ha progresado en tecnología e instituciones, pero quizá falta lograr mayor penetración comunitaria; allá cada barrio tiene su comité de desastre equipado con radio receptor, algo que en México podría replicarse en comunidades rurales. Otra lección es la **redundancia**: Japón tiene al menos 5 medios redundantes para cada alerta (sirena, celular, TV, radio, internet). México se mueve hacia eso con CAP.

En conclusión, Japón es un modelo a seguir: su SAT multiamenaza salvó incontables vidas, reduce daños en ~30% en promedio con un día de aviso (, y sirve como ejemplo de cómo adaptar la innovación tecnológica a la cultura local. El intercambio México-Japón en esta materia ha sido fructífero (hay cooperación JICA en tsunamis, etc.) y sin duda seguir aprendiendo de su experiencia abonará a fortalecer nuestros sistemas.

Estados Unidos: Alerta Integrada y Enfoque Multicanal

Estados Unidos enfrenta también múltiples amenazas (huracanes, tornados, incendios, terremotos en zonas como California, etc.) y ha desarrollado un ecosistema robusto de alertamiento público, combinando agencias federales, estatales y sector privado. Su aproximación se distingue por la integración de alertas de distintos tipos bajo un sistema nacional unificado llamado **IPAWS (Integrated Public Alert and Warning System)**, gestionado por FEMA. Este sistema es quizás el referente más cercano a lo que México busca lograr con CAP e IFT.

Multihazard & Multichannel (IPAWS): *“FEMA ha adoptado formalmente CAP y el perfil IPAWS para implementar un sistema integrado de alertas”* En la práctica, esto significa que sea una alerta de clima severo del Servicio Meteorológico (NWS), una orden de evacuación por incendio forestal de una oficina del sheriff, o un alerta Amber (niño desaparecido), todas se canalizan a través de IPAWS y se difunden por los **mismos canales nacionales**: el **Emergency Alert System (EAS)** que interrumpe radio/TV a nivel local, y el **Wireless**



Emergency Alerts (WEA) que envía notificaciones de texto a todos los celulares de la zona afectada. Este enfoque unificado ha multiplicado el alcance de las alertas. Un logro citado: en 2018 durante los incendios de California, las alertas WEA permitieron evacuar barrios enteros en tiempo récord (aunque el caso Paradise evidenció que si la infraestructura cae, hay problemas; se aprendió a no depender de una sola vía).



Alertas meteorológicas: El Servicio Nacional de Meteorología (NWS/NOAA) emite alertas de tornado con muy poca anticipación (minutos), pero con un sistema local de sirenas y mensajes WEA han salvado muchas vidas en el “Tornado Alley”. Sin embargo, tras eventos como el tornado de Joplin 2011 donde murieron 150 personas, estudiaron el fenómeno de “siren fatigue” – la gente había oído tantas sirenas que no actuó de inmediato. Como resultado, cambiaron las políticas: ahora los mensajes son más explícitos (“tornado catastrófico, amenaza a la vida”) y usan canales adicionales (WEA manda texto vibrante incluso si no se oye sirena). *La lección es que la alerta debe ser clara y contundente para motivar acción.* NWS ajustó sus productos en base a ciencias sociales.

EE.UU. tiene un servicio similar a SASMEX en la costa oeste llamado **ShakeAlert** (operativo desde 2019 en California, Oregón, Washington). Emplea CAP para mandar alertas a celulares (Android implementó alerta integrada), pero están en fase de educar al público ya que es reciente. En 2021 un sismo en California generó la primera alerta ShakeAlert real al público vía WEA; muchos se sorprendieron con 5-10 segundos de aviso en el móvil. Fue un éxito modesto pero mostró que el sistema funciona, aunque la población debe acostumbrarse como los mexicanos a reaccionar rápido.

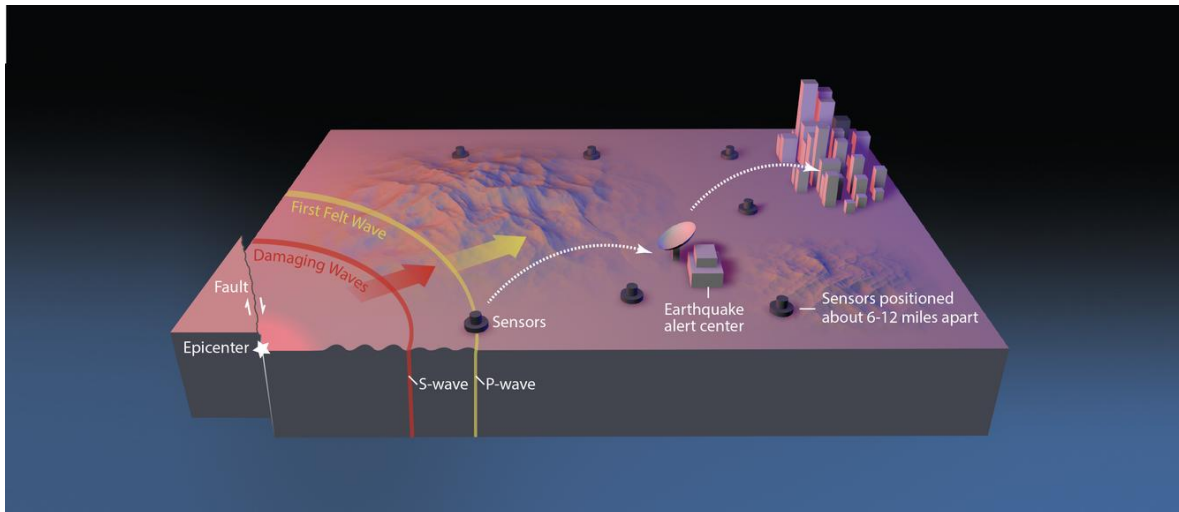


Ilustración 11. ShakeAlert

Comunidad y privado: Un punto fuerte en EE.UU. es la participación de empresas tecnológicas. **Google** y **Apple** integraron en sus sistemas operativos funciones de alerta (Android tiene Earthquake Alerts, iOS habilita WEA por defecto). Empresas como **Everbridge**, **Alertus** proveen soluciones a condados y universidades para alertas localizadas (ej. altavoces en campus). Esto crea un mercado que incentiva innovación. Una diferencia cultural es que en EE.UU. llegan alertas muy segmentadas: un condado puede mandar alerta por “*toque de queda*” o “*agua contaminada*” usando IPAWS, temas que en México no se suelen manejar vía SAT. La flexibilidad de su sistema les permite usarlo en cualquier riesgo. México podría aprovechar CAP para más cosas (ej. alertas químicas, radiológicas) con el tiempo.

Un **caso de éxito:** en enero 2023, el sistema WEA se usó en Nueva York para difundir rápidamente la orden de buscar a un atacante del metro, contribuyendo a su captura. Aunque no era desastre natural, ilustra la versatilidad de un sistema de alerta integrado en salvar vidas.

Lecciones para México: La importancia de un sistema integrado multicanal (hacia allá vamos con CAP+Radiodifusión Celular). También la necesidad de adaptación constante: tras cada gran evento, EE.UU. revisa sus protocolos (post-Katrina 2005 se modernizó mucho WEA para inundaciones; post-Paradise 2018 se trabaja en alertas en redes malladas cuando antenas caen). Su enfoque de involucrar al público es notable: tienen

programas como **StormReady** y **TsunamiReady** que certifican comunidades preparadas, similar a Tsunami Ready que México adopta.

EE.UU. muestra cómo la **gobernanza federal fuerte combinada con la innovación local** produce SAT efectivos. México puede observar su ejemplo para mejorar la integración nacional (un “IPAWS mexicano” con CNPC-IFT) y ampliar el uso de alertas a todo tipo de emergencia, creando así una cultura donde cualquier situación de peligro se comunica inmediatamente a todos los afectados.

Chile: Reacción Tras Tragedias y Sistema Celular de Última Milla

Chile comparte con México la amenaza sísmica-tsunamis y de hecho sufrió en 2010 un terremoto 8.8 con tsunami devastador que dejó lecciones importantes. En ese evento, la falta de una alerta pública oportuna de tsunami fue crítica. *“Durante el terremoto y tsunami del 27F 2010 no existía un sistema de comunicación masiva para alertar a la población”* (), lo que llevó a que muchas personas no evacuaran a tiempo. A raíz de ello, Chile reformó completamente su sistema de alertamiento. La **Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI)**, análoga a CNPC, creó el **Sistema de Alerta de Emergencia (SAE)** para celulares como componente central de alertas públicas.

SAE (Sistema de Alerta de Emergencia): Este es un sistema de mensajes de texto de difusión celular (cell broadcast) implementado desde 2012-2014. *Su objetivo: “alertamiento masivo y localizado a toda la población, 24/7, integración con otras plataformas, robusto y de amplia cobertura”* (). La ONEMI junto a la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) definieron estándares obligatorios: todas las compañías móviles deben soportar mensajes SAE prioritarios que no pueden ser bloqueados (), y desde 2017 todos los teléfonos vendidos en Chile deben ser compatibles (traer activado de fábrica la recepción de SAE) (). Esto es un paso más allá de muchos países, garantizando homogeneidad tecnológica. Hoy, cuando ONEMI emite una alerta SAE, aparece en los celulares de la zona un estridente sonido y un mensaje de hasta 90 caracteres en español e inglés (cubriendo turistas) () (). La gente no puede optar por salirse (excepto hackers, pero en general está siempre activo). Este sistema se ha usado para sismos mayores (aunque en sismo la alerta llega casi al mismo tiempo que el temblor, se usa más para avisar “evacuar, viene tsunami”), para alertas de tsunami (han hecho simulacros nacionales con SAE), incendios (“evacuar tal localidad por incendio forestal”), erupciones (“zona de exclusión alrededor de volcán X”).

Un **caso de éxito** fue en septiembre 2015: tras un 8.3 en Illapel, Chile emitió alertas SAE de tsunami que ayudaron a evacuar decenas de miles en minutos, evitando muertes por tsunami (las 15 víctimas fueron del sismo mismo). También en 2021, cuando un terremoto en la Antártida generó confusión, se envió SAE a toda la costa por error; si bien fue una falsa alarma para muchas ciudades, demostró que el mensaje sí llegó masivamente, y sirvió para afinar protocolos y evitar sobre-alertar innecesariamente.

Chile complementa SAE con sirenas costeras (han ido instalando luego de 2010, aunque no están en todas partes), con la red de radio de Carabineros y bomberos (muy capilar en Chile), y fuerte presencia en TV (ONEMI tiene convenios similares a SASMEX para insertar cintillos en TV). Una lección de Chile es el valor de la **cultura sísmica/tsunami**: tras 1960 y 2010, los chilenos costeros saben evacuar cerros apenas sienten un sismo fuerte, con o sin alerta. Esa autoprotección es algo que Sendai promueve (le llaman “alerta natural”).

En gobernanza, Chile unificó su mando de alerta en ONEMI y el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) para tsunamis. Después de 2010 donde hubo descoordinación ONEMI-SHOA, ahora trabajan codo a codo; esta mejora institucional es un ejemplo para todos de aprender de errores.

Para México, Chile ofrece la experiencia de un país que tras una tragedia implementó un **moderno sistema celular de alerta**. México ha tomado nota: los lineamientos IFT de 2020 se inspiran en parte en Chile (y en Japón/EEUU). La insistencia chilena en homologar equipos fue importante; México en 2023 ha empezado a acordar con fabricantes que los celulares vendidos aquí tengan activado el cell broadcast. Otra lección es ser conscientes de la posibilidad de *falsas alarmas* y educar a la gente para no entrar en pánico sino evacuar ordenadamente (en Chile 2021 con la falsa alarma de Antártida hubo caos en algunas zonas, mostrando que el sistema técnico funcionó pero hay que entrenar a la población en su correcto uso).

En síntesis, Chile logró en una década pasar de carecer de alerta pública a tener uno de los sistemas más **eficientes y penetrantes** (llegan a ~95% de celulares encendidos). Esto ha incrementado enormemente la rapidez de evacuación en emergencias. La clave fue la **voluntad política post-desastre**, traducida en presupuesto y cambios normativos. México afortunadamente puede implementar similar sin esperar un desastre de gran magnitud, aprovechando la voluntad preventiva actual.

Nueva Zelanda: Cobertura Celular Nacional y “No Confiar en un Solo Canal”

Nueva Zelanda, país sísmico y con riesgos de tsunami y climáticos, es otro ejemplo interesante. Si bien de menor población, sus estrategias ofrecen lecciones. En 2017 lanzaron su **Emergency Mobile Alert (EMA)**, sistema de alertas a celulares por cell broadcast muy parecido al SAE chileno. En su primer prueba en 2017 alcanzaron ~60% de celulares, pero tras campañas y actualizar equipos en 2023 lograron ya cubrir **90% de los celulares del país** “Nueve de cada diez neozelandeses recibieron la alerta de prueba nacional en sus teléfonos”, anunciaron en 2024, lo que demuestra una alta penetración tecnológica. Este éxito se atribuye a una fuerte campaña de comunicación y a que los ciudadanos confían en el sistema.

Sin embargo, un mantra que repite la autoridad de NZ (NEMA) es: “*no depender solo del celular, usar múltiples canales*” (. En efecto, en NZ siguen utilizando sirenas (especialmente para tsunamis en poblaciones costeras pequeñas), radio (muchos tienen radios de baterías en casa como respaldo) y enfatizan la “*alerta natural*” (si hay un terremoto largo y fuerte, evacúa playas sin esperar anuncio). Esto es importante: la alta tecnología no reemplaza la educación básica en riesgos.

Una anécdota: en marzo 2021, se produjeron tres sismos grandes seguidos (7.4, 7.3 y 8.1) en la región de Kermadec; se emitieron alertas de evacuación por tsunami para distintas zonas. Las sirenas sonaron en varias localidades y se enviaron EMA a miles. El resultado fue ordenado: gente evacuó a zonas altas, y no hubo daños. Al final no llegó un tsunami destructivo, pero la respuesta fue exitosa. NEMA luego recibió retroalimentación y mejoró algunos mensajes para distinguir alertas de diferentes eventos seguidos (algo complejo, pero manejable en CAP ajustando ID de evento).

NZ también destaca por incluir la **comunidad científica** en la decisión de alertas (tienen un panel que evalúa rápido). Y tienen enfoque inclusivo: el sistema manda en inglés y maorí en algunas áreas. Además, prueban nuevas formas: en pruebas 2022 enviaron a **todos los sitios web y apps de gobierno** un banner de alerta durante la prueba, para aquellos en internet.

Lecciones para México: NZ muestra que incluso un país pequeño requiere *redundancia de canales y mensajes claros*. Su insistencia en “tener radio a la mano” es algo que en México

no siempre se subraya (muchos hogares ya no tienen radios portátiles; tras 2017 se recomendó comprarlos de nuevo). También su práctica de pruebas anuales nacionales con feedback público es buena: en México se hace simulacro 19S pero no se recoge feedback ciudadano de las alertas, algo que NZ sí (encuestas indican 80% cree que EMA es efectivo). Incorporar esa retroalimentación mejoraría la percepción pública aquí.

Casos de Éxito y Lecciones Aprendidas Globales

Casos de éxito destacados:

- *Alerta Sísmica de México (SASMEX) 2017*: Salvó posiblemente cientos de vidas al alertar antes de sismo 8.2 de Chiapas y 7.1 de Puebla; aunque el 19S 2017 la alerta no sonó (epicentro muy cercano), en el de Chiapas demostró su valor.
- *Tifón Hagibis, Japón 2019¹⁸*: Evacuaciones masivas bien coordinadas tras alertas tempranas; daños significativos pero pocas muertes comparado con tifones similares en el pasado gracias a mejor alerta y respuesta.
- *Terremoto & Tsunami Illapel, Chile 2015*: Rápida alerta de tsunami (sirenas y SMS) permitió evacuar costas norte y centro, evitando fatalidades mayores.
- *Sistema WEA en Hawai 2018 (falso misil)*: Aunque fue un error humano enviar alerta de misil balístico inexistente, sirvió de prueba: llegó a casi todos los celulares y demostró potencia del sistema. Lección: la capacitación es vital para evitar falsas alarmas y protocolo de cancelación (Hawái tardó en desmentir, causando pánico).
- *Incendios Forestales Australia 2020*: Uso de alertas móviles para evacuar comunidades ante fuegos rápidos fue crucial; NZ y EE.UU. aprendieron de eso y reforzaron sus sistemas de alerta de incendios.
- *Erupción Volcán La Soufrière, San Vicente 2021*: Aunque en otra escala, fue ejemplo de éxito regional: con alertas de la UWI y autoridades, evacuaron ~20 mil personas antes de erupción mayor, cero muertes directas.

Lecciones aprendidas generales:

1. **La tecnología sola no basta**: Debe estar respaldada por educación y confianza pública. Ej: en Indonesia 2018 hubo fallas en alertas de tsunami por Sulawesi y la

¹⁸ (El pionero sistema de alerta temprana de Japón, una modelo para la adaptación al cambio climático | Foro Económico Mundial)

gente no estaba bien entrenada, resultando en tragedia; ahora invierten más en capacitación comunitaria.

2. **Integración de sistemas:** países con alertas separadas (ej. sismo vs meteorológica) tienden a avanzar hacia plataformas unificadas (CAP) para eficiencia.
3. **Mantenimiento y modernización continua:** Una alerta temprana es tan buena como su mantenimiento. Falta de cuidado puede dejar sensores dañados o sirenas sin funcionar justo cuando se necesitan. Invertir en modernización (como CONABIO hizo actualizando SATIF en 2022 es esencial.
4. **Llegar al “último kilómetro”:** La alerta debe alcanzar a la persona en riesgo. Esto implica traducir a lenguas locales, asegurarse que discapacitados sensoriales puedan enterarse (vibración, luces parpadeantes, vecinos apoyando), que turistas entiendan señalética, etc. La inclusión salva vidas.
5. **No sobre-alertar (credibilidad):** Si se dan demasiadas falsas alarmas o alarmas innecesarias, la gente puede empezar a ignorarlas. Los sistemas deben buscar el balance entre sensibilidad y especificidad. Ejemplo: el US NWS redujo la emisión de alertas de tornado a las más confiables para evitar “cry wolf”.

Las experiencias de estos países y casos confirman la relevancia de seguir fortaleciendo los SAT en México. Cada desastre evitado o mitigado reafirma la inversión en alerta temprana como una de las medidas de adaptación más costo-efectivas (se estima que \$1 invertido en SAT ahorra hasta \$10 en pérdidas evitadas). México, al ser parte activa de redes globales (como la Plataforma Global de RRD) tiene la oportunidad de compartir sus buenas prácticas (SASMEX es estudiado globalmente) y aprender de otras (CAP, SAE, etc.), avanzando conjuntamente hacia el objetivo de “**Alertas Tempranas para Todos**”.

Conclusiones

Los **Sistemas de Alerta Temprana (SAT)** se han consolidado en México como pilares fundamentales de la gestión del riesgo de desastres. A lo largo de este manual técnico se revisaron en detalle los diversos SAT implementados para enfrentar las amenazas más significativas en el país: sismos, erupciones volcánicas, ciclones tropicales, tsunamis, fenómenos hidrometeorológicos e incendios forestales. Cada sistema tiene sus particularidades tecnológicas y operativas, fruto de la experiencia histórica y las condiciones propias de cada amenaza. En conjunto, proporcionan a la población y a las autoridades **preciosos minutos, horas o incluso días de anticipación** para tomar acciones que salvan vidas y reducen pérdidas.

Entre las conclusiones destacadas, podemos mencionar:

- México cuenta con **capacidades instaladas de alerta temprana** comparables a las de naciones más desarrolladas en esta materia. El SASMEX es un referente mundial en alerta sísmica; el SIAT-CT es un modelo integral para ciclones tropicales reconocido por UNDRR; el Centro de Alerta de Tsunamis de SEMAR opera con estándares internacionales 24/7; y sistemas como el SATIF emplean tecnología satelital de vanguardia para detección de incendios. Esto refleja décadas de trabajo interinstitucional y compromisos sostenidos.
- Los sistemas de alerta temprana mexicanos se alinean fuertemente con los **principios del Marco de Sendai**. Contribuyen directamente a la Meta G, aumentando la cobertura de alertamiento multiamenaza a la población, y encarnan las Prioridades 1 y 2: están basados en la comprensión científica del riesgo (Prioridad 1) y funcionan gracias a arreglos de coordinación y gobernanza claros (Prioridad 2). La adopción del **Protocolo de Alerta Común (CAP)** y la integración de canales (radio, TV, celular, sirenas) muestran el compromiso de México por fortalecer aún más estos sistemas de cara a 2030.
- Las **experiencias internacionales** analizadas corroboran muchas de las prácticas de México e inspiran mejoras adicionales. Países como Japón y EE.UU. validan la importancia de la tecnología y la redundancia multicanal en alertas, a la vez que subrayan la necesidad de preparar a la población mediante educación y simulacros. Chile y Nueva Zelanda demuestran la efectividad de la difusión masiva vía celulares, pero también enseñan a gestionar cuidadosamente la emisión de alertas para evitar

confusión. México ha incorporado varias de estas lecciones (por ejemplo, el desarrollo del sistema de alertas por celular es un claro aprendizaje de otros casos exitosos) y debe continuar abierto al intercambio de conocimiento.

- Se destaca la relevancia de la **colaboración intersectorial** en la operación de los SAT. Ningún sistema funciona en solitario: detrás de cada alerta hay redes de instituciones (científicas, militares, civiles, de comunicaciones) trabajando en conjunto. La consolidación del SINAPROC y la inclusión de actores privados (telecomunicaciones, medios) y sociales (comunidades locales, voluntarios) son ingredientes indispensables para que la alerta temprana realmente logre su cometido último: que el mensaje de alerta llegue **rápida y claramente** a la persona en peligro, y que esta persona *sepa qué hacer* inmediatamente.
- Aunque los avances son notables, persisten **retos y áreas de oportunidad**. Entre ellas: extender la cobertura de alerta a zonas y poblaciones más remotas o vulnerables (por ejemplo, mediante sistemas comunitarios locales donde la tecnología nacional aún no cubre totalmente), asegurar la sostenibilidad financiera y técnica de los sistemas en el largo plazo (mantenimiento de... (continuación) ...

Aun con los logros alcanzados, es necesario **mantener y fortalecer** estos sistemas de alerta. Es vital garantizar la actualización y mantenimiento de los equipos (sensores, sirenas, telecomunicaciones) para su correcto funcionamiento continuo. Asimismo, se debe **asegurar el financiamiento sostenible** y la capacitación del personal operativo. La educación y sensibilización permanente de la población sigue siendo prioritaria: solo una sociedad informada y preparada podrá reaccionar apropiadamente cuando suene una alerta temprana.

México ha construido una base sólida de sistemas de alerta temprana que protegen a millones de personas. Continuar por este camino –integrando nuevas tecnologías, cubriendo vacíos remanentes, aprendiendo de cada experiencia y cooperando internacionalmente– permitirá cumplir el objetivo de que **nadie quede atrás ni sin alerta** ante un peligro inminente. Las alertas tempranas salvan vidas, y México está comprometido con seguir mejorándolas como parte fundamental de su estrategia de reducción del riesgo de desastres.

Anexos

Anexo 1. Resumen de Sistemas de Alerta Temprana en México

Sistema (Acrónimo)	Fenómeno	Cobertura (área/población)	Institución líder	Canales de Difusión
Sistema de Alerta Sísmica Mexicano (SASMEX)	Sismos fuertes	Ciudades del centro y sur (CDMX, Oaxaca, etc.)	CIRES A.C. / CNPC	Sirenas públicas, Radio/TV, App, Celular (piloto)
Semáforo de Alerta Volcánica	Erupciones volcánicas	Volcanes activos (Popocatepetl, Colima, etc.)	CENAPRED / CNPC	Boletines PC, Radio/TV, Redes sociales
SIAT-CT (Ciclones Tropicales)	Huracanes y tormentas	Costas del Pacífico, Golfo y Caribe (nacional)	CNPC (DGPC)	Boletines PC (colores), Radio/TV, Twitter
SINAT/CAT Tsunamis	Tsunamis	Costas Pacífico y Atlántico (zonas vulnerables)	SEMAR (DIGAOHM)	Boletines a PC, Sirenas locales (selecto), SMS local
Alertas Hidromet (varias)	Lluvias, inundaciones, frentes fríos, etc.	Nacional (pronósticos SMN); cuencas específicas	SMN / CONAGUA / PCs estatales	Avisos meteorológicos, Perifoneo local, Radio/TV
SATIF (Incendios Forestales)	Incendios forestales	Nacional (áreas forestales); MX y C. América	CONABIO / CONAFOR	Mapas web, Correos/SMS a brigadas, Boletines riesgo
Canales Complementarios (CAP)	<i>Multiamenaza</i>	Nacional (en desarrollo pleno)	CNPC / IFT	Cell Broadcast (AlertaMX), EAS Radio/TV, apps, web

Referencias (formato APA 7)

- CENAPRED. (2013). *Sistema de Alerta Temprana para Sismos en México*. Presentación INSARAG, Diciembre 2013 ([Diapositiva 1](#)).
- CENAPRED. (2019, 02 de octubre). *Semáforo de alerta volcánica*. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Blog Popocatepetl ([Semáforo de alerta volcánica | Centro Nacional de Prevención de Desastres | Gobierno | gob.mx](#)) ([Semáforo de alerta volcánica | Centro Nacional de Prevención de Desastres | Gobierno | gob.mx](#)).
- Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC). (2019). *Manual del Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT-CT)* () ([La Preparación Ante los Desastres y la RRD Hacen la Diferencia](#)).
- UNDRR. (2020). *SIAT-CT Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales – Evidencias que hacen la diferencia*. Oficina de Naciones Unidas para la RRD ([La Preparación Ante los Desastres y la RRD Hacen la Diferencia](#)) ([La Preparación Ante los Desastres y la RRD Hacen la Diferencia](#)).
- Secretaría de Marina – SEMAR. (2022). *Centro de Alerta de Tsunamis (CAT)* – Portal Web DIGAOHM ([CAT | Centro de Alerta de Tsunamis](#)).
- INECC. (2020, 07 de enero). *Sistemas de alerta temprana y reducción de riesgos por inestabilidad de laderas*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático ([Sistemas de alerta temprana y reducción de riesgos por inestabilidad de laderas asociados a deforestación y degradación por cambio climático | Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático | Gobierno | gob.mx](#)) ([Sistemas de alerta temprana y reducción de riesgos por inestabilidad de laderas asociados a deforestación y degradación por cambio climático | Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático | Gobierno | gob.mx](#)).
- CONABIO. (2022, 18 de enero). *Nuevo sitio web del Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF) para México y Centroamérica*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad ([Nuevo sitio web del Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales para México y América Central \(SATIF\) | Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad | Gobierno | gob.mx](#)) ([Nuevo sitio web del Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales para México y América Central \(SATIF\) | Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad | Gobierno | gob.mx](#)).

- Google Public Alerts. (s.f.). *¿Qué es el CAP?* Centro de Ayuda de Alertas Públicas ([¿Qué es el CAP? - Ayuda de Alertas Públicas](#)).
- FEMA. (s.f.). *Common Alerting Protocol (CAP) – IPAWS*. Federal Emergency Management Agency ([Common Alerting Protocol | FEMA.gov](#)) ([Common Alerting Protocol | FEMA.gov](#)).
- UNISDR. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Naciones Unidas, Tercera Conferencia Mundial (Sendai, Japón) ([Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030](#)) ([Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030](#)).
- Verma, S. (2023, 13 de septiembre). *El pionero sistema de alerta temprana de Japón, un modelo para la adaptación climática*. Foro Económico Mundial ([El pionero sistema de alerta temprana de Japón, una modelo para la adaptación al cambio climático | Foro Económico Mundial](#)) ([El pionero sistema de alerta temprana de Japón, una modelo para la adaptación al cambio climático | Foro Económico Mundial](#)).
- European Emergency Number Association (EENA). (2021). *Public Warning in Chile – Resilient Culture*. (Caso de estudio ONEMI Chile) () ().
- RNZ News. (2024, 27 de mayo). *Emergency Mobile Alert reaches 90% of cellphones*. Radio New Zealand ([Emergency Mobile Alert reaches 90% of cellphones | RNZ News](#)) ([Emergency Mobile Alert reaches 90% of cellphones | RNZ News](#)).
- Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT). (2024, 17 de septiembre). *Por primera vez se difundirán alertas de sismo en teléfonos celulares como parte del Simulacro Nacional* (Comunicado 87/2024) ([Por primera vez se difundirán alertas de emergencia por sismo en teléfonos celulares como parte del simulacro nacional. \(Comunicado 87/2024\) 17 de septiembre | Instituto Federal de Telecomunicaciones - IFT](#)).
- Preparados.gob.mx. (s.f.). *Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT-CT) – Descripción y aspectos técnicos* ([SIAT-CT](#)) ([SIAT-CT](#)).
- Blog CIRES. (2024). *SASMEX en tu estado: Michoacán/Guerrero*. Blog Oficial del CIRES A.C. ([SASMEX en los Estados](#)).