

## SISTEMA DE ALERTA SÍSMICA TEMPRANA (ALERTES)

### Descripción

Los **Sistemas de Alerta Sísmica Temprana (SAST)**, en inglés: "Earthquake Early Warning Systems", EEWS) son sistemas de alarma ante la ocurrencia de un terremoto destructor. Se basan en que en los primeros segundos de la onda P (la primera generada por el terremoto y que viaja a mayor velocidad) ya hay información suficiente para poder calcular su tamaño y capacidad destructora, por lo que se puede dar una alerta antes de la llegada de las ondas más destructoras (las S) a un emplazamiento más lejano. El tiempo de que se dispone para dar la alerta puede variar entre decenas de segundos a algunos minutos y permite poder tomar ciertas decisiones (Figura 1) que aminoren los daños causados por el terremoto (por ejemplo, medidas de autoprotección, disminuir la velocidad en trenes de alta velocidad o parar ciertos procesos industriales, cortar el suministro de gas, alertar hospitales, impedir despegue o aterrizaje de aviones, etc).

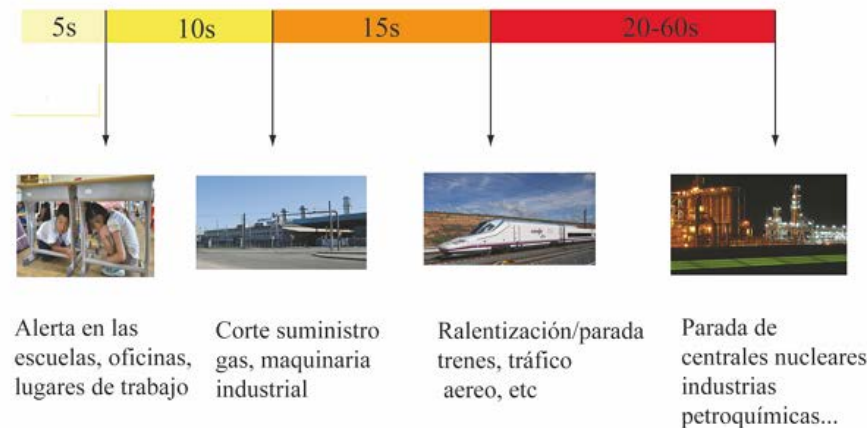


Figura 1. Rango de tiempos de alerta de un SAST (modificado de Conte, 2013)

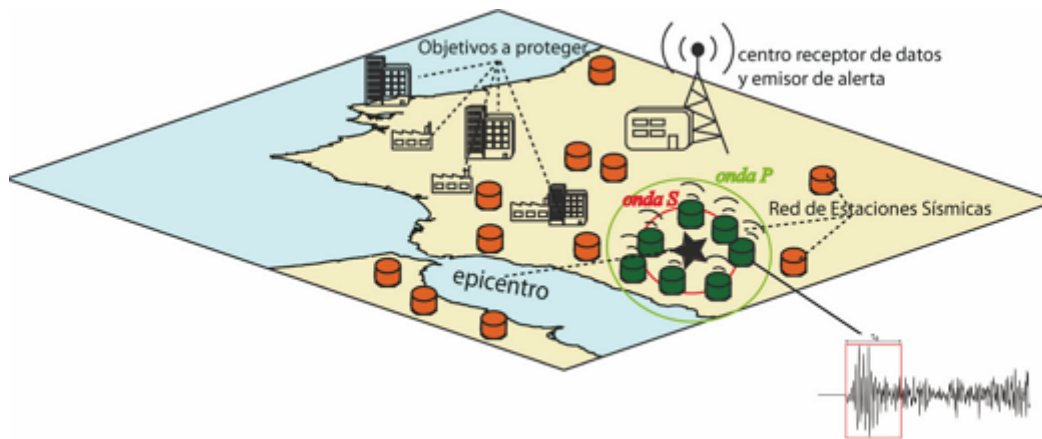
### Cómo funciona

Los terremotos son fenómenos naturales que no se pueden predecir ni evitar y, por tanto, el reto es conseguir que la sociedad esté preparada para afrontarlos, mitigando y minimizando en lo posible sus daños. Los Sistemas de Alerta Sísmica Temprana (SAST), son una de las herramientas más novedosas, desarrolladas en la última década, para conseguir este fin y que más expectación han despertado. La eficacia de estos sistemas se ha podido comprobar con la ocurrencia del gran terremoto de Japón de marzo de 2011, lo que ha incrementado el interés por estos sistemas.

La hipótesis básica que utiliza un SAST es que los primeros segundos del registro de la onda P, la primera onda generada por el terremoto, ya hay información suficiente para poder determinar su tamaño. Esta es la principal diferencia con los sistemas clásicos, que esperan a disponer del registro completo del terremoto para calcular su magnitud, y por lo tanto de su capacidad destructora. Si el registro del terremoto (sismograma) en una estación cercana al foco se transmite en tiempo real al centro de procesamiento de datos, bien por internet, satélite, teléfono, etc, la información viaja a la velocidad de la luz (300.000 km/s) y por tanto más rápida que las ondas sísmicas que se propagan a velocidad de 6km/s las ondas P y a unos 4 km/s las de cizalla y superficiales, las más destructoras. Estos primeros segundos de señal se procesan en el centro de datos y el SAST es capaz de estimar los parámetros de la alerta (Figura 2). Si estos superan un valor umbral, el SAST genera de forma automática una alerta. Un factor a tener en cuenta en un SAST es el tamaño de la **zona ciega** ("blind zone"), esto es la zona alrededor del epicentro en que no se puede dar la alerta. Para que un SAST sea eficaz la zona ciega debe ser lo más pequeña posible o no incluir los emplazamientos a proteger. El tiempo que se dispone para dar la alerta depende de la distancia entre la estación que registra el terremoto y el emplazamiento a proteger. El primer paso, antes de implementar un SAST en una región es estudiar la viabilidad del mismo.

## Ventajas

En España, han ocurrido grandes terremotos que han ocasionado cuantiosas pérdidas económicas y víctimas. Ejemplos son los terremotos de Lisboa de 1755, que fue seguido de un gran tsunami, Torrevieja (Alicante) de 1829 o Arenas del Rey (Granada) de 1884. Pero incluso, terremotos de magnitud pequeña-moderada, como el de Lorca de 2011, han causado grandes daños materiales y lo que es más lamentable la pérdida de vidas humanas. Por tanto, existe un riesgo importante de que en España ocurra un terremoto de gran tamaño y en consecuencia disponer de un SAST para instalaciones o emplazamientos determinados permitiría mitigar y reducir los daños. Por otra parte, las características de la sismicidad de España, hacen necesario que un SAST para España disponga de correlaciones específicas para nuestro país. El proyecto ALERTES y su continuación, ALERTES-RIM, ha permitido comprobar la viabilidad de un SAT para España, desarrollar y verificar correlaciones específicas para la zona sísmica, y realizar simulaciones de su funcionamiento para el sur de España.



*Esquema de un SAST. La estrella representa el epicentro, los cilindros las estaciones sísmicas (en verde las que ya ha llegado la onda P y están calculando los parámetros de la alerta). También se muestra un sismograma y la ventana de tiempo utilizada (modificado de Carranza, 2016).*

## ¿Dónde se ha desarrollado?

El equipo investigador que ha desarrollado esta tecnología, está formado por miembros del Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I, de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense (coordinadora del proyecto), junto con el Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando (Cádiz) y el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (Barcelona). El objetivo de la investigación ha sido obtener correlaciones empíricas entre parámetros de la alerta y magnitud del terremoto y el desarrollo de un prototipo de SAST.

## Y además

[El grupo de investigación de Sismicidad, Sismotectónica y Riesgo Sísmico de la UCM](#) ofrece su experiencia y conocimientos para estudios de sismicidad (histórica e instrumental), evaluación de daños, estimación de la intensidad, mecanismo focal de los terremotos (fuente puntual y extensa), estudios de directividad, determinación del esfuerzo regional, modelos sismotectónicos y procesos de ruptura de terremotos.

## Investigadora responsable

Elisa Buforn: [ebufornp@ucm.es](mailto:ebufornp@ucm.es)  
Departamento de Geofísica y Meteorología  
Facultad Ciencias Físicas