

GUÍA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA (SAT)



GUÍA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA

(SAT)

**SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN
DEL RIESGO DE DESASTRES**



Iván Duque Márquez
Presidente de la República

Eduardo José González Ángulo
Director General UNGRD

Gerardo Jaramillo Montenegro
Subdirector General

Lina Dorado González
Subdirectora para el Conocimiento del Riesgo – UNGRD

Ariel Enrique Zambrano Meza
Subdirector para el Manejo de Desastres – UNGRD

Equipo Técnico UNGRD

Christian Euscátegui C. – SCR
Sandra Martínez Rueda – SCR
Gabriel García – SMD

Revisión técnica

Joana Pérez Betancourt – SCR- UNGRD
Oscar Lozano – SRR - UNGRD
Fabio Andrés Bernal - IDEAM
Jacipt Alexander Ramón – Universidad de Pamplona

Diseño y diagramación

Jonatan Reyes Garzón
Oficina Asesora de Comunicaciones

ISBN (digital): 978-958-5509-20-7

Bogotá D.C., Colombia

© Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2021
Distribución gratuita

Está prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación con fines comerciales. Para utilizar información contenida en ella se requiere citar la fuente.

www.gestiondelriesgo.gov.co

PRESENTACIÓN

Los desastres causados por fenómenos de origen natural, tales como terremotos, inundaciones, deslizamientos, sequías, incendios forestales, ciclones tropicales, erupciones volcánicas, tsunamis y otros, han causado una gran cantidad de pérdidas, tanto en términos de vidas humanas como en la destrucción de la infraestructura económica y social, sin mencionar su impacto negativo en los ecosistemas frágiles existentes. Entre 1960 y 2000, el análisis de registros permitió establecer un incremento significativo en la ocurrencia, severidad e intensidad de los desastres. Dicha tendencia, ha puesto de manifiesto el riesgo para el desarrollo sostenible, situación que implica continuar promulgando y ejecutando acciones enfocadas a la prevención, a partir del conocimiento del riesgo como base para la toma de decisiones (UNDRR, 2001).

En ese sentido, el Gobierno Nacional promulgó la Ley 1523 de 2012, la cual crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) y adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Bajo el esquema del SNGRD, se fijan roles de importancia para la gestión del riesgo en los ámbitos nacional y territorial; a partir de ello y de todas las emergencias sucedidas en la última década, se ha incrementado paulatinamente la necesidad de contar con Sistemas de Alertas Tempranas (SAT) con un objetivo claro: “salvaguardar vidas”. En el marco de dicha ley y como parte de las definiciones de SAT, es preponderante la comunidad con la corresponsabilidad que le asiste frente a la gestión del riesgo de desastres, en pro del desarrollo local, lo que la convierte en un actor fundamental para la integralidad que implican los Sistemas de Alerta Temprana.

Así mismo, los Sistemas de Alerta Temprana tienen una profunda relación con un territorio seguro, es por ello por lo que se ha incluido este tema en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2015-2025, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 y en la actualización de las metas de Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) compromiso de Colombia a nivel internacional en materia de adaptación al cambio climático.

La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) ha venido realizando diferentes esfuerzos y acciones encaminadas a la articulación de los Sistemas de Alerta Temprana (SAT), como una herramienta fundamental para la reducción del riesgo de desastres. Es así como la motivación del presente documento surge de la necesidad de realizar una actualización de la “Guía para el Desarrollo de Sistemas de Alertas Tempranas”, realizada por la UNGRD en el año 2016. Siendo la versión de dicha guía enfocada en buena parte a los sistemas comunitarios (algo sumamente importante en los SAT), se incluyen en esta nueva versión los componentes que debe contener un SAT, para asegurar el éxito de su funcionamiento, buscando con ello mayores elementos en función de la prevención y de manera específica, buscando salvaguardar vidas, y también adoptando medidas para la protección de sistemas productivos e infraestructura vital, cuando el fenómeno y la alerta temprana así lo permite.

Se espera que la guía propuesta para la implementación de Sistemas de Alerta Temprana se convierta en la hoja de ruta de tomadores de decisión a nivel territorial, especialmente para coordinadores municipales y departamentales para la gestión del riesgo. Así mismo, para las autoridades ambientales en los territorios, de manera particular para las Corporaciones Autónomas Regionales y también para la comunidad en general, a fin de que sea de ayuda al entendimiento del rol y función que pueden desem-

peñar en un momento dado, al interior de la estructura del sistema, lo que sin duda contribuirá al éxito del funcionamiento de los SAT.

Es un compromiso y un deber seguir fortaleciendo el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, por ello, la corresponsabilidad de las entidades y de los tomadores de decisión son relevantes para continuar construyendo una política nacional de Sistemas de Alerta Temprana que permita una Colombia más preparada y prevenida.

EDUARDO JOSÉ GONZÁLEZ ÁNGULO
Director General UNGRD

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA	12
2.1. ¿Qué es un Sistema de Alerta Temprana (SAT)?.....	13
2.2. Objetivos de un SAT	13
2.3. Importancia de los SAT.....	14
2.4. Tipos de SAT	14
2.4.1 Tipos de SAT según el fenómeno monitoreado.....	14
2.4.2. Tipos de SAT según el mecanismo de funcionamiento.....	15
3. COMPONENTES DE UN SAT	17
3.1. Componentes técnicos	20
3.1.1. Componente 1. Conocimiento y análisis del riesgo	20
3.1.2. Componente 2. Monitoreo y vigilancia	20
3.1.3. Componente 3. Difusión de alertas.....	21
3.1.4. Componente 4. Capacidad de respuesta	21
3.2. Elementos transversales	21
3.2.1. Actores	21
3.2.2. Gobernabilidad y aspectos interinstitucionales.....	22
3.2.3. Logística y sostenibilidad	22
3.3. Enfoques	24
3.3.1. Nacional.....	24
3.3.2. Departamental y regional.....	24
3.3.3. Municipal	26
3.3.4. Comunitario y diferencial	26
3.3.5. Enfoque multiamenaza	27

4. ¿CÓMO DESARROLLAR UN SAT?	29
4.1. Fases de desarrollo	30
4.2. Desarrollo de un SAT para fenómenos hidrometeorológicos	31
4.2.1. Planeación y diseño	31
4.2.1.1. Conocimiento y análisis del riesgo Monitoreo y seguimiento	31
4.2.1.2. Monitoreo y vigilancia	44
4.2.1.3. Difusión de alertas	52
4.2.1.4. Capacidad de respuesta	53
4.2.2. Implementación	55
4.2.2.1. Conocimiento y análisis del riesgo	55
4.2.2.2. Monitoreo y seguimiento	55
4.2.2.3. Difusión de alertas	56
4.2.2.4. Capacidad de respuesta	56
4.2.3. Operación	58
4.3. Desarrollo de un SAT para fenómenos geológicos	59
4.3.1. SAT por actividad volcánica	59
4.3.2. SAT para tsunamis	63
4.3.2.1 Niveles de actividad volcánica y niveles de alerta	59
5. CONSIDERACIONES FINALES	68
6. ANEXOS	71
6.1 Procedimientos mínimos para funcionamiento de un CECOSEM	72
6.2 Enlaces de acceso a sistemas de alerta y redes de monitoreo en Colombia	74
7. BIBLIOGRAFÍA	75

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sistema de Alertas Tempranas Multiamenaza. Componentes de un SAT.	18
Ilustración 2. Esquema para el funcionamiento de un SAT.....	19
Ilustración 3. Componentes de un SAT.	20
Ilustración 4. Esquema o formato de visualización de lo que podría ser un Centro de Control, Seguimiento y Monitoreo.	25
Ilustración 5. Fases desarrollo de un SAT.	30
Ilustración 6. Fases y componentes para desarrollo de un SAT.....	30
Ilustración 7. Ciclo anual de la lluvia para Bogotá (izq.) y Medellín (der.).	39
Ilustración 8. Ciclo anual de la lluvia para Quibdó (izq.) y Santa Marta (der.).	39
Ilustración 9. Ciclo anual de la lluvia para Villavicencio (izq.) y Leticia (der.).	39
Ilustración 10. Día habitual vs día meteorológico.....	40
Ilustración 11. Volcanes activos en Colombia.	61
Ilustración 12. Niveles de alerta por tsunami	65
Ilustración 13. Sistema de alerta personal para tsunami.	65
Ilustración 14. Ejemplo de procedimiento general de funcionamiento de un CECOSEM.	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo de inventario simple de elementos expuestos.	43
Tabla 2. Niveles de actividad volcánica.....	60
Tabla 3. Consideraciones para un sistema de alerta por actividad volcánica territorial.....	63
Tabla 4. Consideraciones para un sistema de alerta por tsunami.....	67

Acrónimos

- AIS:** Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica
- CECOSEM:** Centro de Control, Seguimiento y Monitoreo
- DIMAR:** Dirección General Marítima
- EDRE:** Estrategia Departamental de Respuesta a Emergencias
- EMRE:** Estrategia Municipal de Respuesta a Emergencias
- ENSO:** El Niño Oscilación del Sur – Niño/Niña
- IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
- NSR-10:** Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente
- OMM:** Organización Meteorológica Mundial
- ONU:** Organización de las Naciones Unidas
- PDGRD:** Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres
- PMGRD:** Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres
- SAT:** Sistema de Alerta Temprana
- SGC:** Servicio Geológico Colombiano
- SNDAT:** Sistema Nacional de Detección y Alerta de Tsunami
- SNGRD:** Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- UNGRD:** Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
- ZCIT:** Zona de Convergencia Intertropical



1

INTRODUCCIÓN

Las pérdidas humanas y materiales provocadas por los desastres van en contravía del desarrollo sostenible. En ese contexto la implementación de los Sistemas de Alertas Tempranas (SAT) se constituyen en una herramienta fundamental para el desarrollo territorial, pues a partir de un completo y organizado funcionamiento de un SAT, es posible proteger vidas y en cierta forma salvaguardar sistemas productivos, infraestructura vital y otros bienes.

La mejora continua en las predicciones y avisos, así como una educación y empoderamiento continuo de la población, mejora la capacidad de respuesta, reduciendo en cierta forma el riesgo de desastres.

Cabe mencionar que, en el contexto mundial la variabilidad y el cambio climáticos han exacerbado el tiempo severo y los eventos extremos. La 25ª edición de la Declaración de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) sobre el estado del clima mundial, correspondiente a 2018, pone de relieve la elevación récord del nivel del mar, así como temperaturas terrestres y oceánicas excepcionalmente altas en los últimos cuatro años. Esta tendencia al calentamiento se inició a principios de siglo y se prevé que continúe¹.

Sumado a la tendencia climática global referida, el territorio colombiano se caracteriza por su complejidad física. Su ubicación geográfica en la intersección de dos océanos representa una constante interacción con la zona continental de nuestro País, dando lugar a que haya una diversa gama de climas que van desde condiciones extremadamente secas, hasta zonas tan lluviosas como nuestro Pacífico colombiano, el cual ha sido catalogado como una de las áreas en donde más precipita a nivel mundial.

Dicha localización, enmarcada meteorológica y climatológicamente hablando por la zona en donde confluyen los vientos alisios del noreste con los alisios del sureste (Zona de Convergencia

Intertropical - ZCIT²), le dan una connotación especial al clima de nuestro país, con un ciclo anual de la lluvia que en los departamentos andinos presenta dos temporadas marcadas de precipitación (bimodal), mientras que en el oriente del país, se ve reflejado en un pico máximo de lluvias hacia mediados de año (monomodal).

La región Pacífica suele presentar tiempo predominantemente lluvioso a lo largo del año con un ligero incremento entre abril y agosto; los volúmenes de lluvia superan los 700 milímetros por mes en el periodo referido, siendo consecuencia en buena parte, la presencia y constante actividad de un sistema de baja presión contiguo al Chocó. Por el contrario, la región Caribe suele registrar una condición muy seca desde diciembre hasta abril, con precipitaciones muy escasas, e inclusive nulas.

Adicional a ello, a nivel atmosférico el País se ve “perturbado” por fenómenos de variabilidad climática en la escala interanual como los ENSO (El Niño Oscilación del Sur – Niño/Niña) y por otros en una escala de mayor frecuencia (30 a 60 días aproximadamente) como lo son las ondas intraestacionales Madden And Julian, sumado a la presencia o tránsito de fenómenos en la escala de tiempo meteorológico como lo son entre otros: ondas tropicales, ciclones tropicales, frentes fríos del hemisferio norte y el ingreso de humedad desde la Amazonía brasilera por actividad de frentes en el hemisferio sur.

En razón a lo aquí mencionado, es muy frecuente que a lo largo del año podamos tener una amenaza importante por probabilidad de ocurrencia de eventos de origen hidrometeorológico en diversas zonas del país, o bien por condiciones muy secas (lo que en un momento dado exacerba las condiciones propicias para la ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal o de eventos localizados de sequía), o por condiciones de mucha precipitación (especialmente en temporadas de lluvia en zonas andinas, incrementando la proba-

1. UNISDR. El estado del clima en 2018 pone de manifiesto un aumento de los efectos del cambio climático. Disponible en internet en : <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-estado-del-clima-en-2018-pone-de-manifiesto-un-aumento-de-los-efectos>.

2. La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) es una franja de bajas presiones ubicada en la zona ecuatorial, en donde confluyen los vientos alisios del sureste y del noreste, generando perturbaciones tropicales asociadas con nubosidad densa y precipitaciones de variada intensidad.

bilidad de deslizamientos de tierra, crecientes súbitas e inundaciones, así como posibles avenidas torrenciales). Y claro, es común que, en diversas zonas de nuestra geografía nacional se presente una alta susceptibilidad a diferentes fenómenos naturales, encontrando así, amenazas concatenadas o complejas que se “disparan” principalmente en temporadas de lluvia.

Por otro lado, Colombia se encuentra situada en la convergencia de tres placas litosféricas: Nazca, Caribe y América del Sur. El movimiento relativo entre estas tres placas ha originado el relieve y la estructura actual de las cordilleras colombianas, que, en consecuencia, generan una actividad sísmica y volcánica que impacta a gran parte del territorio nacional.

El territorio colombiano presenta una gran cantidad de sistemas de fallas geológicas localizadas en diferentes zonas del país, y de acuerdo con el estudio de amenaza sísmica incorporado en el Reglamento NSR-10, de las cabeceras municipales, el 39.7% se encuentran en zonas de amenaza sísmica alta; el 47.3% en zonas de amenaza sísmica intermedia; y el 13% en zonas de amenaza sísmica baja (AIS, 2010). Esta interacción ha generado eventos relevantes que han quedado en la memoria histórica del país, algunos de ellos, el sismo de 1875 que generó la destrucción total de Cúcuta, el de 1984 en Popayán y el sismo del Eje Cafetero en 1999.

Esta sismicidad, también supone para el país una considerable amenaza por tsunami, debido a la interacción de las placas litosféricas, principalmente en el pacífico, actividad que ocasionó el sismo en Tumaco en 1906, el mayor sismo en tiempos modernos del que se tenga registro en Colombia, que tuvo una magnitud de 9,2Mw y que ocasionó un tsunami en la zona, dejando más de un millar de pérdidas de vidas humanas en Colombia y Ecuador. Posteriormente en 1979, también frente a las costas de Tumaco, tuvo lugar un sismo de magnitud 8.1Mw que de igual manera ocasionó

un tsunami que afectó en mayor medida a las poblaciones de Tumaco, El Charco, San Juan de la Costa y Mosquera. Para la época, el país no contaba con un sistema de monitoreo de tsunami, por lo cual no se recibió ninguna alerta que pudiera advertir sobre el tsunami posterior al sismo.

Así mismo, dentro de esta compleja dinámica geológica, Colombia también presenta actividad volcánica. Los volcanes actualmente considerados como activos se encuentran a lo largo de la Cordillera Central de Colombia y hacia el sur en la depresión Cauca-Patía y Cordillera Occidental, estos han generado eventos como la erupción del volcán Nevado del Ruiz en 1985 que causó el desastre en la población de Armero en Tolima y en los municipios de Villamaría y Chinchiná, en el departamento de Caldas. Se suma la actividad del Volcán Galeras en Nariño, Volcán Nevado del Huila y más recientemente la de los Volcanes Chiles y Cerro Negro, también en Nariño. Los eventos ocurridos han motivado el fortalecimiento de la red de vigilancia y monitoreo de la actividad volcánica, en cabeza del Servicio Geológico Colombiano, lo que hoy le permite al país contar con información oportuna para la toma de decisiones.

La presente guía corresponde a la actualización de la “Guía para el Desarrollo de Sistemas de Alertas Tempranas”, realizada por la UNGRD en el año 2016. Siendo la versión de dicha guía enfocada en buena parte a los sistemas comunitarios (elemento de gran importancia en los SAT), se incluyen en esta nueva versión los demás componentes que debe contener, para asegurar el éxito de su funcionamiento, buscando con ello, mayores elementos en función de la reducción y de manera específica, buscando salvaguardar vidas.

Así bien, en el presente documento, se fijan las principales actividades que debería contemplar la implementación y puesta en operación de un Sistema de Alertas Tempranas (SAT), para lo cual se debe considerar que seguramente habrán algunos aspectos adicionales que se puedan incluir

en la implementación de un SAT, pues debido a aspectos propios no solo de la amenaza y el riesgo, sino de otro tipo de situaciones sociales, económicas y culturales, puede sugerir algunas variantes en la propuesta que aquí se presenta.

Se hace especial énfasis en los eventos de origen hidrometeorológico, toda vez que las alertas tempranas por dichos fenómenos incluyen las cuatro fases que normalmente contiene un SAT, diferente a lo que sucede con los fenómenos de origen geológico, los cuales se monitorean desde el ámbito nacional, particularmente desde el Servicio Geológico Nacional y la Dirección General Marítima – DIMAR como entidades que tienen el rol y función a nivel país. No obstante, se toman en cuenta de forma descriptiva algunos elementos que deben considerarse de manera especial frente a la actividad sísmica, volcánica y tsunami.

Esta guía está dirigida, en especial, a los tomadores de decisión a nivel departamental, municipal y regional responsables de la gestión del riesgo territorial en donde sea perentorio la implementación y funcionamiento de un SAT; así mismo, para aquellas zonas del país en donde se hayan implementado algunos sistemas netamente comunitarios u otros que pueden carecer en un momento dado de algunos elementos básicos, o de condiciones antecedentes, o del seguimiento y monitoreo mismo, que fortalecerían dichos SAT, en función de un mayor conocimiento y mejor tiempo de respuesta, lo que sin duda favorece la prevención de manera especial en función de salvaguardar vidas.



2

CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA

2.1. ¿Qué es un Sistema de Alerta Temprana (SAT)?

Para definir qué es un Sistema de Alerta Temprana (en adelante SAT), se retoma el concepto de alerta contemplado en la Ley 1523 de 2012:

“Alerta: estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento peligroso, con base en el monitoreo del comportamiento del respectivo fenómeno, con el fin de que las entidades y la población involucrada activen procedimientos de acción previamente establecidos”

Ahora bien, por definición, un **Sistema de Alerta Temprana (SAT) es**³:

Sistema o conjunto de capacidades relacionadas entre sí para la vigilancia, previsión y predicción de amenazas, evaluación de los riesgos de desastres, así como, actividades, sistemas y procesos de comunicación y preparación, que permite proveer y diseminar información oportuna y eficiente a individuos, comunidades expuestas a una amenaza, instituciones y autoridades, para actuar con tiempo suficiente de antelación y de manera oportuna ante un evento peligroso, a fin de reducir la posibilidad de daños y pérdidas sobre las personas, bienes y servicios, infraestructura, sistemas productivos y medio ambiente (adaptación de ONU).

En este sentido, también es necesario precisar, que un SAT requiere de la interacción de varios componentes para su funcionamiento, por lo cual, cualquier elemento aislado o independiente como equipos de monitoreo, alarmas, cadenas de llamada, entre otros, que no se encuentren previa y debidamente articulados, no se constituyen como un SAT, pues no garantizan la generación oportuna y veraz de la información y su posterior diseminación con las partes interesadas.

2.2. Objetivos de un SAT

Con la implementación de un Sistema de Alerta Temprana se busca que instituciones y comunidad cuenten con un elemento que les permita tomar acciones oportunas frente a la cercana o inminente ocurrencia de un evento peligroso. En tal sentido, se puede decir que los objetivos de un SAT son:

- Conocer los fenómenos amenazantes que se pueden manifestar en un territorio determinado, los elementos y población expuesta, su vulnerabilidad y escenario de riesgo asociado. Lo anterior a través de estudios y mapas específicos, o las caracterizaciones de escenarios de riesgo contenidos en los PMGRD.
- Definir umbrales y parámetros, entendidos como el valor mínimo o máximo de una variable que pueda ser alcanzado o excedido, y a partir de los cuales se tomará la decisión de alertar o no.
- Generar mecanismos para la vigilancia, el monitoreo, la evaluación y predicción, 24 horas los 7 días de cada semana, de los fenómenos amenazantes objeto del SAT.
- Definir estados o niveles de alerta para cada fenómeno amenazante.
- Establecer procedimientos y mecanismos para la emisión y diseminación de alertas tempranas.
- Diseñar e implementar planes, procedimientos, protocolos, entre otros, de preparación y ejecución de la respuesta a emergencias, complementarios a la EMRE, para cada fenómeno amenazante.
- Fortalecer las capacidades comunitarias en gestión del riesgo, especialmente con relación a la organización y planificación.

3. Naciones Unidas (2016). Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres (A/71/644), aprobado por la Asamblea General el 2 de febrero de 2017 (A/RES/71/276). Disponible en: https://www.preventionweb.net/files/resolutions/N1702972_en.pdf

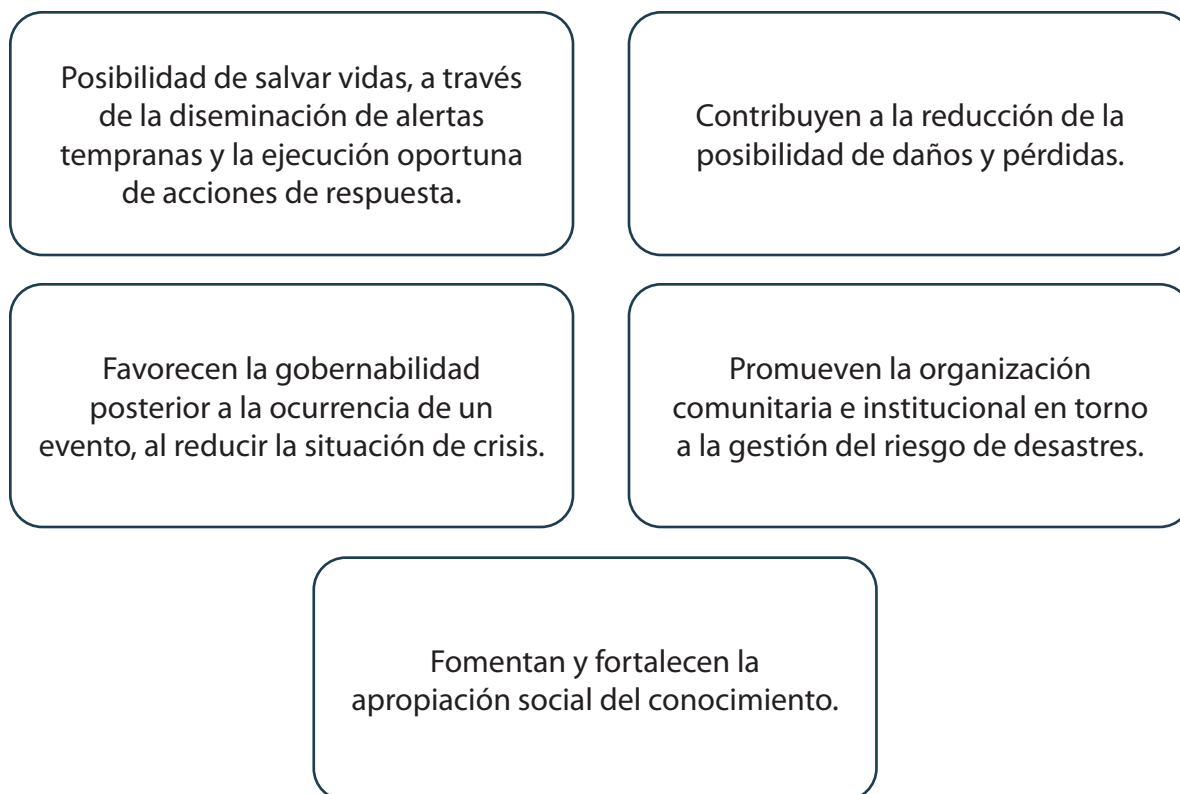
- Fomentar la apropiación social del conocimiento del riesgo de desastres y su gestión.
- Emitir información sobre el comportamiento de los fenómenos amenazantes y mensajes o activación de alarmas de alerta temprana.

2.3. Importancia de los SAT

Los desastres por fenómenos de origen natural en muchas ocasiones no son predecibles, pero si en buena parte previsible. Los SAT justamente van en esa vía, por ello siempre será importante trabajar

para lograr la mayor eficiencia y oportunidad; adicionalmente serán definitivas unas acciones de preparación y ejecución de la respuesta que no solamente están en función del tipo de amenaza y las condiciones socioeconómicas de la población, sino también a su vez, de la misma cultura de la población expuesta y tomadores de decisión de la zona en donde se ha implementado el SAT.

Dada la relevancia de la información generada a través de los SAT y las acciones derivadas de la misma, la importancia de los SAT se ve reflejada en:



2.4. Tipos de SAT

De acuerdo con las características de los Sistemas de Alerta Temprana, estos se pueden clasificar en:

- 1) Según el tipo de fenómeno que monitorea, y
- 2) Según los mecanismos de funcionamiento, así:

2.4.1. Tipos de SAT según el fenómeno monitoreado

En el contexto de emergencias y desastres, y según los fenómenos que un Sistema de Alerta Temprana monitorea, estos se pueden tipificar como:

- **SAT hidrometeorológicos:** son aquellos diseñados para el monitoreo y pronóstico de eventos amenazantes desencadenados por el comportamiento de los diferentes elementos del clima (precipitación, temperaturas, humedad, radiación, vientos, entre otros). Este tipo de SAT podrían subdividirse por cada uno de los fenómenos para los cuales están dirigidos, como SAT para inundaciones lentas y rápidas, para sequía, para heladas, para incendios de la cobertura vegetal, entre otros.
- **SAT geológicos:** estos SAT se enfocan en fenómenos que tienen origen en la dinámica geológica del territorio, especialmente en fenómenos como movimientos en masa, actividad volcánica y tsunamis.
- **SAT ambiental:** son los sistemas que se encargan de monitorear y alertar frente a la potencial degradación del medio ambiente a través de procesos de contaminación del aire, agua o suelo, así como pérdida de biodiversidad.
- **SAT en salud:** son los que permiten detectar, comunicar y controlar rápidamente eventos agudos de salud pública de cualquier origen.
- **SAT multiamenaza:** conocidos también como SAT multirriesgos, son los que abordan varias amenazas en los que los sucesos peligrosos pueden producirse de uno en uno, simultáneamente, en cascada o de forma acumulativa con el tiempo, y teniendo en cuenta los posibles efectos relacionados entre sí. Un sistema de alerta temprana de amenazas múltiples con capacidad para advertir de una o más amenazas aumenta la eficiencia y coherencia de las alertas mediante mecanismos y capacidades coordinados y compatibles, en los que intervienen múltiples disciplinas para una identificación de amenazas actualizada y precisa y para la vigilancia de amenazas múltiples (OMM, 2018).

Los SAT multiamenaza son los más recomendados, dada su versatilidad, eficiencia y utilidad, pues a partir de una misma red se monitorea y alerta frente a diferentes fenómenos potencialmente peligrosos.

En el contexto de esta guía, no se abordarán los SAT ambientales y de salud, pues si bien se ha visto su estrecha relación con la gestión del riesgo de desastres, estos son objeto de otros instrumentos más específicos.

2.4.2. Tipos de SAT según el mecanismo de funcionamiento

De acuerdo con el mecanismo de funcionamiento, los Sistemas de Alerta Temprana pueden clasificarse en:

- **SAT comunitario:** un sistema de alerta comunitario se basa en la integración de los saberes y capacidades de una comunidad, relacionados con la potencial ocurrencia de un evento peligroso. Estos sistemas suelen funcionar a través de mapas comunitarios de riesgo, instrumentos artesanales para el monitoreo, la implementación de acciones para la difusión de la alerta y la implementación de planes de evacuación y protección comunitarios. Si bien pueden contar con apoyo de instituciones para su funcionamiento, la base fundamental de estos SAT es la capacidad de organización, liderazgo y autogestión de las comunidades, frente a sus propios riesgos.
- **SAT institucional:** este tipo de SAT suelen funcionar bajo el liderazgo y administración de instituciones públicas o privadas. Los SAT institucionales tienen como base la instalación de redes de equipos tecnológicos para el monitoreo, el funcionamiento de centrales de monitoreo 24/7, mecanismos tecnológicos de gran alcance para la difusión de alertas y acciones territoriales de preparación y ejecución de la respuesta ante las posibles emergencias.

- **SAT mixto:** un sistema mixto, combina los dos tipos anteriores, por lo cual este requiere la integración de prácticas, saberes y organización comunitarias con instrumentos y procedimientos institucionales. Este tipo de sistemas son los más recomendados para ser implementados en los territorios, pues promueven la apropiación por parte de la comunidad y los hace partícipes en la gestión de sus propios riesgos.





3

COMPONENTES DE
UN SAT

El funcionamiento de un SAT requiere de componentes técnicos que provean, procesen y difundan la información acerca de los fenómenos amenazantes o potencial materialización de los mismos. Sin embargo, no son estos los únicos componentes claves de un SAT, a su vez son necesarios algunos elementos transversales que permitan articular de manera adecuada las acciones para el funcionamiento del sistema y que garanticen su sostenibilidad, y así mismo, se requieren diversas miradas o enfoques, que faciliten la implementación de los SAT y su correcta integración con el territorio, sus comunidades y las instituciones.

La primera conferencia de alerta temprana multiamenaza en mayo de 2017, en Cancún (México), reafirmó que *“La alerta temprana es un elemento importante de la reducción del riesgo de desastres. Puede prevenir la pérdida de vidas y reducir los impactos económicos y materiales de los eventos peli-*

grosos, incluidos los desastres. Para ser efectivos, los Sistemas de Alerta Temprana deben involucrar activamente a las personas y comunidades en riesgo debido a una variedad de peligros, facilitar la educación pública y el conocimiento de los riesgos, difundir mensajes y advertencias de manera eficiente y garantizar que haya un estado constante de preparación y que la acción temprana está habilitada” (UNISDR, 2017).

De manera reciente, la actualización de la lista de chequeo recomendada por la oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, de manera conjunta con la Organización Meteorológica Mundial, mantiene dentro de la metodología para la implementación de un Sistema de Alertas Tempranas Multiamenaza, los cuatro componentes necesarios para el funcionamiento de un SAT, así:

Conocimiento sobre los riesgos de desastres

- ¿Se han definido los principales peligros y amenazas conexas?
- ¿Se efectúa una evaluación del grado de exposición, las vulnerabilidades, las capacidades y los riesgos?
- ¿Se definen claramente las funciones y responsabilidades de las partes interesadas?
- ¿Se consolida la información sobre los riesgos?

Detección, vigilancia, análisis y predicción de los peligros y consecuencias posibles

- ¿Se ha establecido sistemas de vigilancia?
- ¿Se prestan servicios de predicción y aviso?
- ¿Se dispone de mecanismos institucionales?

Difusión y comunicación de avisos

- ¿Se han establecido y se aplican procesos de organización y adopción de decisiones?
- ¿Se han establecido y puesto en marcha sistemas y equipos de comunicación?
- ¿Se comunican eficazmente alertas tempranas que tienen en cuenta los impactos a fin de que los grupos destinatarios actúen rápidamente?

Capacidades de preparación y respuesta

- ¿Se han elaborado y se aplican medidas de preparación para casos de desastres, en particular planes de respuesta?
- ¿Se llevan a cabo campañas de educación y concienciación del público?

De igual manera, en el documento se insta a que los SAT se articulen con planes operativos eficaces en los que se definan las funciones de las diferentes partes involucradas, en particular la delegación de autoridad para la toma de decisiones inmediata ante la inminente ocurrencia de un

fenómeno amenazante. Así mismo, los SAT deberán ponerse a prueba periódicamente e incluir un proceso de retroalimentación que contribuya con la mejora continua de los sistemas.

Ver ilustración 2.

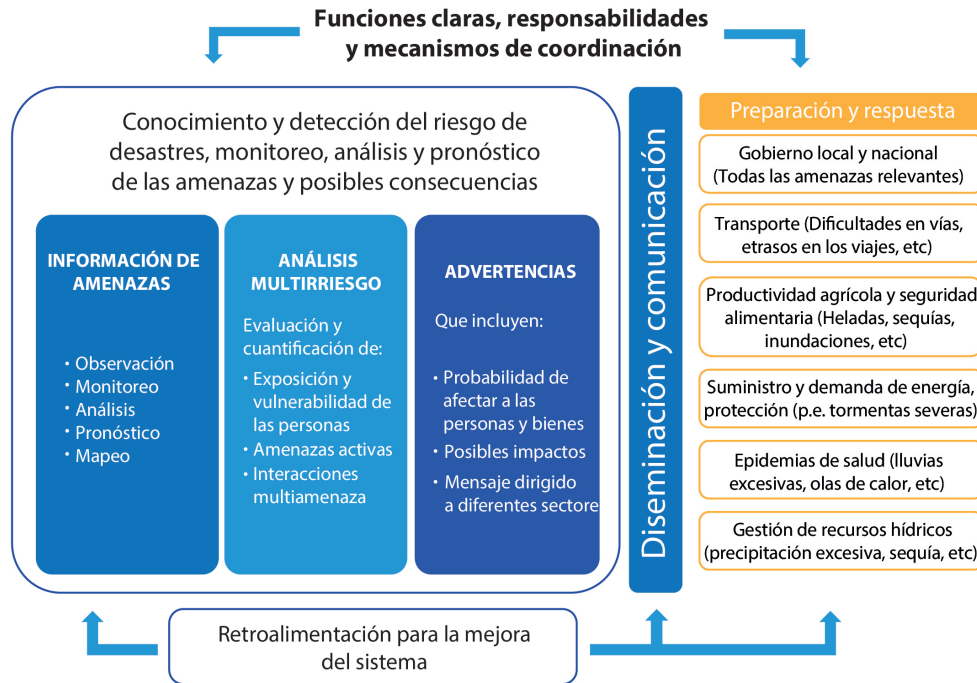


Ilustración 2. Esquema para el funcionamiento de un SAT.
Fuente: OMM. 2018.

Por último, se menciona los elementos transectoriales sin los cuales los sistemas de alerta no contarían con suficiente sostenibilidad y su operación se podría comprometer considerablemente.

Siguiendo los preceptos y acuerdos a los que se llegó en la primera conferencia de alerta temprana multiamenaza, esta guía recoge y amplía dichos componentes, los cuales se dividen así:

• Componentes técnicos:

- a) Conocimiento del riesgo
- b) Monitoreo y vigilancia
- c) Difusión de alertas
- d) Capacidad de respuesta

• Elementos transversales:

- a) Actores clave
- b) Gobernabilidad
- c) Logística y sostenibilidad

• Enfoques:

- a) Nacional
- b) Departamental
- c) Municipal
- d) Comunitario y diferencial
- e) Enfoque multiamenaza

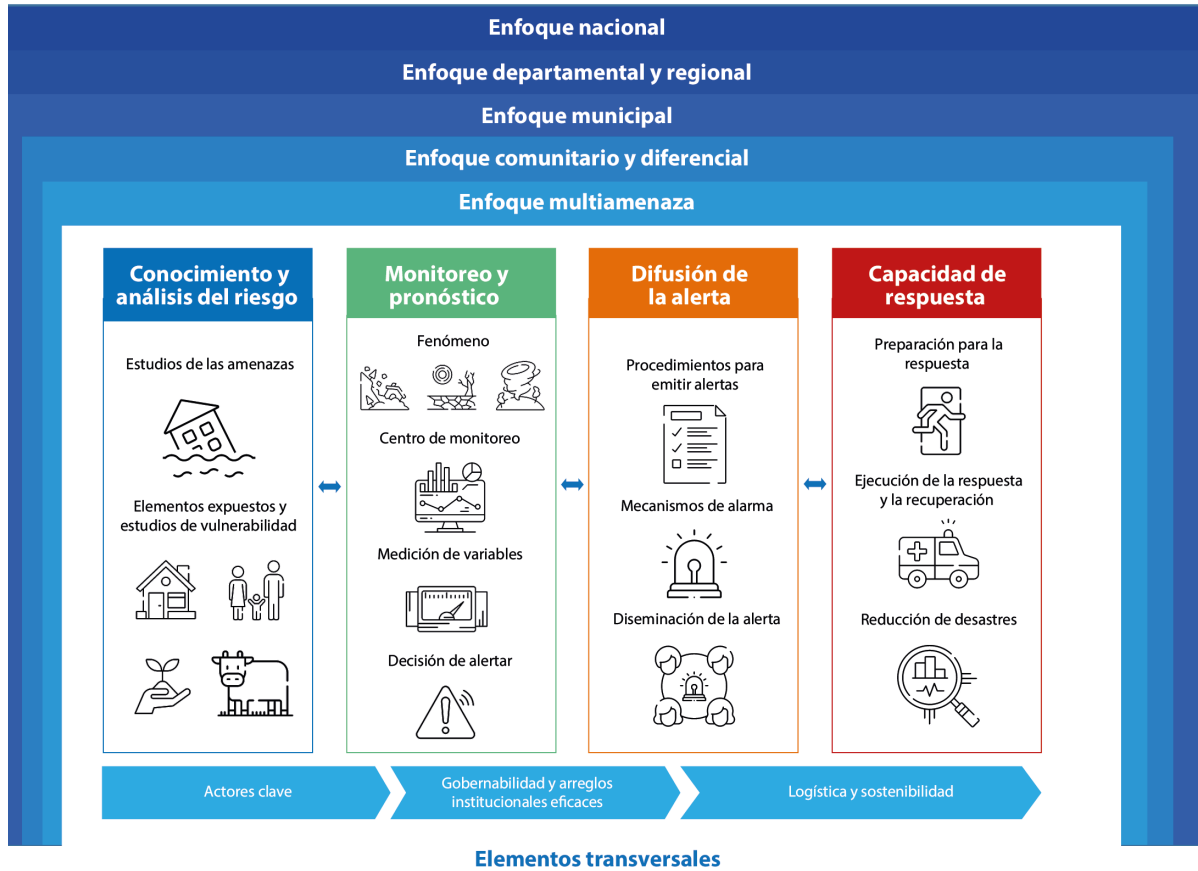


Ilustración 3. Componentes de un SAT.
Fuente. UNGRD .2020.

3.1. Componentes técnicos

Independiente del tipo de amenaza, el SAT debe estar constituido por los cuatro (4) componentes referidos, los cuales, a su vez, deben contar con algunas consideraciones y principios, a saber:

3.1.1. Componente 1. Conocimiento y análisis del riesgo

- Los riesgos en un lugar determinado son el resultado de una combinación de dos aspectos: amenazas y vulnerabilidades.
- La evaluación de los riesgos requiere de la recopilación y de análisis sistemáticos de información y debe tener en cuenta el carácter dinámico de las amenazas y vulnerabilidades que generan

procesos tales como la urbanización, cambios en el uso de la tierra en zonas rurales, la degradación del medio ambiente y el cambio climático.

- Las evaluaciones y los mapas de riesgo ayudan a motivar a la población, establecen prioridades para las necesidades de los Sistemas de Alerta Temprana y sirven de guía para las acciones de preparación y ejecución de la respuesta.

3.1.2. Componente 2. Monitoreo y vigilancia

- Los servicios de alerta constituyen el componente fundamental del sistema.
- Es necesario contar con una base científica sólida para prever y prevenir amenazas y con un sistema fiable de pronósticos y alerta que funcione las 24 horas al día.

- Un seguimiento continuo de los parámetros y los aspectos que antecedieron las amenazas es indispensable para elaborar alertas precisas y oportunas.
- Los servicios de alerta para las distintas amenazas deben coordinarse en la medida de lo posible para aprovechar las redes comunes institucionales, de procedimientos y de comunicaciones.

3.1.3. Componente 3. Difusión de alertas

- Las alertas deben llegar de manera oportuna a las personas en peligro.
- Para generar respuestas adecuadas que ayuden a salvar vidas y medios de sustento, se requieren de mensajes claros que ofrezcan información sencilla y útil.
- Es necesario definir previamente los sistemas de comunicación en los planos regional, nacional y local y designar portavoces autorizados.
- El empleo de múltiples canales de comunicación es indispensable para garantizar que la alerta llegue al mayor número posible de personas, para tener respaldos en caso de que algún canal falle y para reforzar el mensaje de alerta.

3.1.4. Componente 4. Capacidad de respuesta

- Es de suma importancia que las comunidades comprendan el riesgo al que están expuestos, así como el respeto y conocimiento del servicio de alerta y que sepan cómo reaccionar.
- Al respecto, los programas de educación y preparación comunitaria desempeñan un papel esencial dentro de la planificación territorial y preparación para la respuesta.
- Asimismo, es indispensable que existan estrategias de respuesta a emergencias y protocolos específicos, que hayan sido objeto de prácticas

y sometidos a prueba. Estos deben ser del orden nacional, departamental, municipal, sectorial, comunitario, familiar, empresarial, institucional, de acuerdo con cada caso particular.

- La población debe estar muy bien informada sobre las opciones en cuanto a una conducta segura, las rutas de evacuación y puntos de encuentro, acciones de protección y las mejores medidas para evitar daños y pérdidas de bienes.

- Se deberán programar actividades de capacitación, entrenamiento, simulacros, simulación, tanto con instituciones como con comunidad, así como resocialización permanente del funcionamiento del SAT.

Con base en lo anterior, la integralidad del Sistema de Alerta Temprana debe mantener un vínculo importante entre cada uno de sus diferentes componentes. De esta forma, es recomendable que cada componente tenga un líder que debe coordinar todo tipo de acción, teniendo en cuenta cambios repentinos ante situaciones no esperadas.

Se ampliará cómo desarrollar cada uno de los componentes técnicos en el capítulo 4 de esta guía.

3.2. Elementos transversales

3.2.1. Actores

Son fundamentales los consejos municipales y departamentales para la gestión del riesgo de desastres; en esa medida alcaldías y gobernaciones, a través de sus secretarías y de manera especial, las autoridades ambientales e instituciones de educación superior. Así mismo, Defensa Civil, Bomberos, Cruz Roja, Fuerzas Militares, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, IDEAM, y por supuesto la comunidad, entre otros, son actores clave en el desarrollo y funcionamiento de los SAT.

Recuerde

- Realizar un listado de posibles actores claves en el diseño, implementación y operación del SAT.
- Tener en cuenta los actores para cada componente del SAT y durante todas las fases de desarrollo de este.
- Identificar claramente los roles y responsabilidades de cada actor, garantizando siempre la sostenibilidad del SAT. Se sugiere que el liderazgo del proceso esté en cabeza de las alcaldías, gobernaciones y autoridades ambientales, y se sugiere la articulación y apoyo técnico con instituciones de educación superior.
- Las comunidades son actores fundamentales, y beneficiarios principales de los SAT, por lo que deben ser partícipes de todo el proceso de desarrollo del SAT, desde la planeación y diseño, hasta la operación de este.
- Los líderes o coordinadores deberían estar en capacidad y disposición de reunirse con cierta frecuencia, no solo para revisar el estado y funcionamiento de cada componente, sino también para recordar y reafirmar las acciones, compromisos y responsabilidades de cada uno de ellos.
- Como apoyo fundamental para el desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana, se recomienda explorar la posibilidad de realizar acuerdos con instituciones de educación superior, las cuales, a través de sus programas académicos, centros o semilleros de investigación y programas de pasantías y prácticas, pueden ser un aliado estratégico para los Sistemas de Alerta Temprana.

3.2.2. Gobernabilidad y aspectos interinstitucionales

Los SAT deben contar con voluntad política. Lo descrito debe ser soportado a través de una base muy sólida de apoyo estatal y marco normativo

local, que establezca responsabilidad institucional y garantice la operación y sostenibilidad del SAT.

Recuerde

- Implementar estrategias realizables para aumentar la conciencia y apropiación del conocimiento en torno al SAT y su relevancia para la protección de la vida de los pobladores, puede que las instituciones y comunidades no tengan claridad al respecto.
- Ligadas a los planes de desarrollo, será importante definir y dejar en firme, las líneas presupuestales y metas necesarias para el desarrollo y sostenibilidad de los SAT. Si no está actualmente contemplado, inclúyalo en los planes operativo-anales.
- Soportar el funcionamiento y sostenibilidad de los SAT a través de reglamentación, será una base sólida para el mismo. Será importante a través del CMGRD/CDGRD, proyectar actos administrativos que permitan la sostenibilidad del sistema de alerta y gestionar su trámite y expedición.
- Realizar acuerdos, convenios, protocolos, entre otros, donde se plasmen los arreglos interinstitucionales, los roles, responsabilidades y acciones específicas para el desarrollo de SAT en todas sus fases.

3.2.3. Logística y sostenibilidad

Para el funcionamiento de los SAT se requiere un fuerte componente logístico que garantice la operación permanente del SAT, así como su sostenibilidad.

Recuerde

- Indague si existe algún tipo de Sistema de Alertas o monitoreo en su municipio o algún ejerci-

- cio que se pueda aproximar a lo que es un SAT o que sirva como punto de partida. En caso de que sea afirmativo, deberían aplicarse algunos de los elementos, actividades y tareas que se detallan en la presente guía. Así mismo, es importante establecer si ha sido objeto de prácticas y sometido a alguna prueba, estableciendo algunas lecciones aprendidas de las mismas.
- Realizar un inventario de los recursos disponibles para la implementación del Sistema de Alertas Tempranas en el departamento o municipio (documentos, mapas, estudios, recurso humano, recursos tecnológicos y económicos que se puedan destinar), que aporten a la implementación y operación del SAT.
 - Realizar jornadas de socialización y capacitación sobre la importancia de los SAT, así como las diferentes fases que conlleva y el rol que podrían “jugar” diferentes actores, incluyendo el papel esencial de los vigías y lo asociado a las responsabilidades.
 - Evaluar las instituciones que cuenten con condiciones logísticas y operacionales, en especial, el espacio físico para el seguimiento y monitoreo 24/7. Dentro de las opciones, pueden estar los organismos de socorro que funcionen 24/7, instituciones de educación superior (en el marco de semilleros de investigación, grupos específicos, prácticas educativas, servicios sociales, entre otros).
 - Es importante hacer mención en este punto, sobre el servicio de internet, lo cual es un factor decisivo e imprescindible en la operación y funcionamiento del SAT.
 - Se deben diseñar e implementar manuales, procedimientos y/o protocolos para el mantenimiento de equipos/instrumentos/sensores, así como frente a toda la infraestructura que soporta el SAT. Entidades técnicas pueden brindarle asesoría en este aspecto, como el IDEAM, autoridades ambientales, SGC, DIMAR, según sea el caso.
 - Conocer y socializar los productos que entidades del orden nacional producen, y que aportan información al funcionamiento del SAT. Boletines, informes, reportes, entre otros emitidos por el IDEAM, SGC, DIMAR. Recuerde que puede solicitar capacitación a dichas entidades.
 - Desde su fase de planeación es importante contar con un claro principio de sostenibilidad que permita asegurar en el tiempo, el funcionamiento y empoderamiento del SAT, tanto a nivel de gobierno local, como a nivel de la comunidad. Es imperativo además que en dicho proceso participen las autoridades de tipo ambiental, así como las que hacen parte de la gestión del riesgo territorial.
 - Contemple los costos de vigilancia y seguridad que sean pertinentes, así como alquiler espacio, costos de mantenimiento, reparación, asistencia técnica, capacitación, y demás costos para el funcionamiento del SAT, y garantice su disponibilidad anual.
 - Los Sistemas de Alerta Temprana deben tener un buen equilibrio tecnológico: ni ser tan simples que no cumplan su cometido ni tan complejos que no se puedan mantener sin ayuda externa (Ocharán, 2007).
 - De acuerdo con el tipo de fenómeno, existe una pérdida aceptable de equipos de monitoreo dentro de un sistema de alerta temprana, como es el caso principalmente de las avenidas torrenciales, inundaciones súbitas, ciclones tropicales, movimientos en masa, actividad volcánica, Tsunami, Erosión fluvial y costera.
- Esto debido a las características de los mencionados fenómenos, pues se trata de fenómenos violentos que en el momento que suceden arrastran los equipos de monitoreo. Esta pérdida se dice aceptable debido a que los instrumentos de monitoreo deben estar ubicados en sitios estratégicos que sirven para activar una determinada aler-

ta, pero justamente cuando se produce un evento extremo los sensores pueden llegar a ser “arrasados” producto de dichas condiciones extremas.

3.3. Enfoques

3.3.1. Nacional

Algunos sistemas de alerta se basan en el monitoreo y vigilancia por parte de entidades nacionales, esto debido a la complejidad del monitoreo, a la amplia cobertura que podría tener la manifestación de los fenómenos monitoreados, y debido a la necesidad de analizar conjuntamente información nacional y la recibida por agencias internacionales. Tales son los casos de:

- Actividad volcánica (SGC)
- Ciclones tropicales, sequía y ENSO (Niño/Niña) (IDEAM)
- Tsunami (DIMAR)

Estos sistemas de alerta se basan en dicho monitoreo y a través de la UNGRD y Gobernaciones se inicia la diseminación de la alerta en las regiones del país que sea pertinente.

De tal manera, que es fundamental que los instrumentos como estrategias de respuesta, protocolos, planes, y otros de carácter territorial, contemplen claramente la articulación con la UNGRD y entidades nacionales para la recepción de la información, comunicación y diseminación de la alerta local y la activación de los protocolos de respuesta. Todo esto debe estar alineado y debe ser consecuente con las estrategias, planes y protocolos nacionales, de ser necesario es posible solicitar asistencia técnica a la UNGRD para su correcta articulación.

3.3.2. Departamental y regional

Es claro que en muchas de las regiones de Colombia hay condiciones extremas en su clima. Un ejemplo de ello se presenta especialmente en zo-

nas de las regiones Caribe y Orinoquía en donde las temporadas secas o de menos lluvias acentúan la amenaza por probabilidad de incendios de la cobertura vegetal e inclusive favorecen eventos localizados de sequía; pero a su vez, en esas mismas zonas, podemos tener en temporadas de lluvia anegamientos, inundaciones y otros eventos extremos por lluvias fuertes de corta duración, estas condiciones ameritan un SAT multiamenaza. De igual manera, eventos como avenidas torrenciales, crecientes súbitas, pueden tener origen en un segmento de la cuenca que se encuentra en un departamento, pero presentar afectación en otro.

En este mismo sentido, los ciclones tropicales, tsunamis y erupciones volcánicas suelen afectar a varios departamentos simultáneamente, lo que amerita una coordinación y articulación regional.

Ante estas situaciones ¿qué entidad u organismo, debería “apalancar” el proceso? Es recomendable fijar alianzas interinstitucionales y estratégicas de carácter regional que proporcionen garantías frente a la correcta planeación y sostenibilidad del proceso. Instituciones de educación superior podrían ser actores clave en el desarrollo de sistemas de alerta, en articulación con las oficinas departamentales de gestión del riesgo de cada gobernación y las autoridades ambientales.

Dicha alianza estratégica, y otras con actores clave presentes en la región, permitirán asegurar en cierta forma la sostenibilidad del sistema, de manera especial, porque a través de un programa de pasantías o semilleros de investigación, se puede capacitar a los futuros profesionales en labores asociadas al seguimiento y monitoreo de diversos fenómenos, con el objeto de contar con personal que opere las 24 horas del día los 365 días del año.

La alianza con una institución de educación superior ofrece también una clara posibilidad de que se impulsen trabajos, proyectos e investigaciones en pro de la consecución de mejores elementos

en función del SAT, como lo son: mejora en la susceptibilidad a los diferentes fenómenos amenazantes en el departamento, definición de umbrales de las amenazas, caracterización de los diferentes fenómenos, modelamiento, entre otros; adicionalmente, puede convertirse en un nicho importante de investigación para otros sectores en donde la información hidrometeorológica y geológica es fundamental.

Se debe apostar entonces, a que, a través de dichas alianzas, se pueda contar con un Centro de Control, Seguimiento y Monitoreo (CECOSEM⁴) en el que se pueda visualizar de manera continua (24/7) toda la información posible: mapas de susceptibilidad, zonas de riesgo, imágenes de satélite, registro de estaciones en tiempo real, condiciones antecedentes, modelamiento y pronóstico de corto y mediano plazo, entre otros (Ilustración 4).

Un CECOSEM, no implica desconexión con la entidad nacional que tiene por ley, la emisión y difusión de pronósticos, alertas, o información sobre

el monitoreo y vigilancia a nivel nacional. Por ello, debe haber comunicación constante con las entidades nacionales las cuales cuentan con oficinas específicas que operan 24/7; en esa medida, deberá haber continua retroalimentación ante cualquier eventualidad o situación inquietante, que en un momento dado pueda implicar la intensificación de una amenaza.

Adicionalmente, la información proveniente de vigías y de la comunidad en general, deberá hacer parte de los insumos y elementos que aporten a la emisión de alertas. Por ello, el CECOSEM debe tener los canales necesarios de comunicación, con el fin de poder conocer de primera mano, la presencia de algún evento extremo e inusual que pueda ser reportado por los diferentes Coordinadores Municipales para la Gestión del Riesgo de Desastres y de manera especial por los vigías de zonas en donde las amenazas y riesgos están pre-establecidos.

Ilustración 4. Esquema o formato de visualización de lo que podría ser un Centro de Control, Seguimiento y Monitoreo. Fuente. UNGRD. 2020.



4. Se propone la sigla y acrónimo CECOSEM, para referirse a los Centros de Control, Seguimiento y Monitoreo de condiciones hidrometeorológicas en función del monitoreo del riesgo, a implementar de manera particular por parte de los CDGRD.

Un CECOSEM debería tener un espacio de por lo menos 40 m², en donde se puedan instalar los equipos de cómputo con las respectivas pantallas de seguimiento. Así mismo, se debería disponer de un espacio adicional, en donde se realicen otro tipo de actividades que aporten a las labores de seguimiento y monitoreo. Para poder operar 24/7, se deberá entonces realizar protocolos o procedimientos que aseguren el funcionamiento y operación del centro de control.

En relación con los productos que servirán de apoyo a ese seguimiento y monitoreo, será necesario establecer alianzas con el IDEAM, SGC y/o DIMAR, según cada caso, a fin de recibir capacitación relacionada con la interpretación de los productos generados por cada entidad; así mismo, es importante la instrucción relacionada con análisis que puedan realizarse a nivel de región, en función de la emisión de alertas y que solo requieran de algunos días de capacitación, lógicamente con una retroalimentación continua.

Toda la logística de pantallas e información dispuesta en las mismas estará en función de la disponibilidad de información con la cual se cuente.

3.3.3. Municipal

Se debe partir de las capacidades que se puedan tener a nivel de municipio, lo cual repercute de una u otra forma en la eficiencia y eficacia del SAT. Sin embargo, lo anterior no puede ser una limitante para avanzar en una implementación de bajo costo, basado en la participación de la comunidad con algunos aportes tecnológicos en términos del monitoreo y seguimiento.

Para ello, serán definitivos los recuentos de eventos históricos que puedan hacerse en trabajos con la comunidad; esa memoria, aporta sin duda a la definición de umbrales de una determinada amenaza.

A nivel de municipio, las alcaldías serán quienes en principio asumen la responsabilidad del SAT.

En los municipios en donde se cuente con algún centro universitario, debe evaluarse la posibilidad de que el CECOSEM pueda ubicarse en las instalaciones del centro educativo y que estudiantes de últimos semestres sean quienes a través de pasantías asuman ese seguimiento y monitoreo básicamente en función de alertar sobre alguna situación que pueda dar lugar a un determinado peligro.

En el caso de que no se cuente con el centro universitario, será importante realizar alianzas con municipios vecinos en función de salvaguardar vidas, más aún cuando muchas de las amenazas suelen no tener límites, ni jurisdicciones. De forma adicional, será importante contar con al menos un funcionario (aparte del Coordinador Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres) a fin de establecer los mecanismos de monitoreo y seguimiento, en alianzas estratégicas con otros organismos del SNGRD y/o con entidades de carácter ambiental o del agro en la región, que apoyen esta iniciativa ante intereses que pueden tener como común denominador el riesgo.

Uno de los factores fundamentales para asegurar el éxito de un SAT es el seguimiento las 24 horas del día, por lo que se debería propender por la búsqueda de acciones y gestiones para contar con un equipo humano, con el cual se logre cubrir no solamente el día, sino a su vez la noche, más aún cuando un buen porcentaje de los eventos hidrometeorológicos de mayor destrucción se han presentado durante la noche y/o madrugada. Será importante recibir una capacitación general y reinstrucción permanente del IDEAM con fines de un seguimiento eficiente y oportuno; en esa medida, debe haber una interacción y constante retroalimentación con la Oficina de Pronósticos y Alertas del IDEAM.

3.3.4. Comunitario y diferencial

Otro aspecto fundamental a considerar está relacionado con el reconocimiento, potencialización y aprovechamiento de las capacidades de una co-

unidad que se encuentra en el área de influencia de un SAT, a partir de sus características y diversidad cultural, étnica, generacional, discapacidad y de género. A partir de ello, deberían identificarse las capacidades, oportunidades y relaciones de los diferentes grupos poblacionales en función de la implementación del SAT, existen diversas herramientas de abordaje comunitario para realizarlo. Es primordial que todas las comunidades se sientan incluidas dentro del proceso y que sean actores principales del mismo.

Es fundamental realizar talleres o mesas de trabajo con la comunidad donde se aborden temas como:

- Organización comunitaria para la gestión del riesgo.
- Relaciones de la comunidad con la institucionalidad.
- Fenómenos amenazantes, ¿cómo se comportan?
- Definición de zonas de amenaza y de riesgo (mapas comunitarios de riesgo).
- ¿Qué es un SAT?, ¿cómo funciona?, ¿cuál es el papel de la comunidad en su funcionamiento?
- Técnicas e instrumentos comunitarios para el monitoreo, vigilancia y alerta.
- Planes de emergencia comunitarios y familiares.
- Identificación de roles y funciones (vigías comunitarios, líderes de evacuación, comunicadores, entre otros).
- Identificación de medios y canales de comunicación comunitarios y con las instituciones.
- Reconocimiento de los sitios en donde se podría contar con información de eventos recurrente.
- Análisis con la comunidad de los sitios óptimos para la ubicación de sistemas de alarma (sirenas), junto con las entidades del SNGRD en la zona.

- Una vez se instalan los equipos, realizar la socialización sobre funcionamiento del sistema de alerta temprana y realización de simulacros; redefinición de roles y funciones de ser el caso.

Se resalta la importancia en la conformación de una red comunitaria de apoyo con la cual se puedan tener algunos registros complementarios que la comunidad pueda observar y percibir, y así mismo, comunicar al CECOSEM, para ser tenidos en cuenta para el análisis de los fenómenos. Estos registros dependerán de los fenómenos monitoreados, pero se incluyen en ellos: lluvias, vientos, represamientos de cauces; en actividad volcánica: emisión de gases, sismos, fumarolas; para incendios forestales: columnas de humo, evidencia de quemas, entre otros. Será importante definir procedimientos para el registro y canales de comunicación para los reportes.

En este proceso es fundamental, actividades con la comunidad que redunden en la confianza de la efectividad del SAT, lo que implica un adecuado programa de capacitación y entrenamiento frente al funcionamiento e importancia de cada uno de los componentes del sistema y el rol que cada individuo juega en el mismo.

3.3.5. Enfoque multiamenaza

Teniendo en cuenta lo sugerido a nivel internacional, de manera particular, las recomendaciones dadas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y por la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR) es importante que el enfoque en la implementación de un Sistema de Alertas Tempranas sea multiamenaza.

Se entiende como multiamenaza, la selección de amenazas múltiples o varios impactos de tipos similares o diferentes, en contextos en los que los sucesos peligrosos pueden producirse de uno en uno, simultáneamente, en cascada o de forma acumulativa con el tiempo, y teniendo en cuenta los posibles efectos relacionados entre sí (Adap-

tado de OMM). Un ejemplo de ello es cuando durante las temporadas de más lluvias se presentan inundaciones, movimientos en masa y tormentas eléctricas, de manera simultánea.

“Los Sistemas de Alerta Temprana multiamenaza tiene capacidad para advertir de una o más amenazas, aumentando la eficiencia y coherencia de las alertas mediante mecanismos y capacidades coordinados y compatibles, en los que intervienen múltiples disciplinas para una identificación de amenazas actualizada y precisa”. (OMM, 1992)

En principio, es importante reconocer las amenazas y posibles riesgos por probabilidad de ocurrencia de eventos desastrosos, más allá de no tener un conocimiento profundo de ello, es el “motor” que impulsa la implementación de SAT. Aunque es muy probable que empezando no se cuente con suficiente información que alimente y sustente la eficiencia del SAT a implementar, debe realizarse una lista de chequeo o verificación de las necesidades de cada uno de los componentes mencionados.

Aunque esta es una actividad ligada en buena parte a la fase de Conocimiento, se debe tener cierta certidumbre en relación con las amenazas y los riesgos que enfrenta su municipio o departamento y en esa medida establecer si el enfoque del SAT será multiamenaza. Esta situación delimitará en cierta forma las necesidades de recursos, en función de lograr los objetivos propuesto del SAT a implementar.



4

**¿CÓMO
DESARROLLAR UN SAT?**

4.1. Fases de desarrollo

Para el desarrollo de un Sistema de Alertas Tempranas, se plantea un modelo en 3 fases, presentados como un ciclo, pues siempre serán susceptibles de reevaluación y ajuste, por lo cual el mismo se debe enmarcar en un proceso de mejora continua.

Ahora bien, durante cada fase se deben desarrollar actividades muy específicas para cada uno de los componentes del sistema de alerta, para con ellos lograr el éxito del SAT.

Con base en lo anterior, se plantea una matriz que permita cruzar las fases con los componentes de un SAT, para que de esta manera facilitar la visualización global del proceso de desarrollo, así:

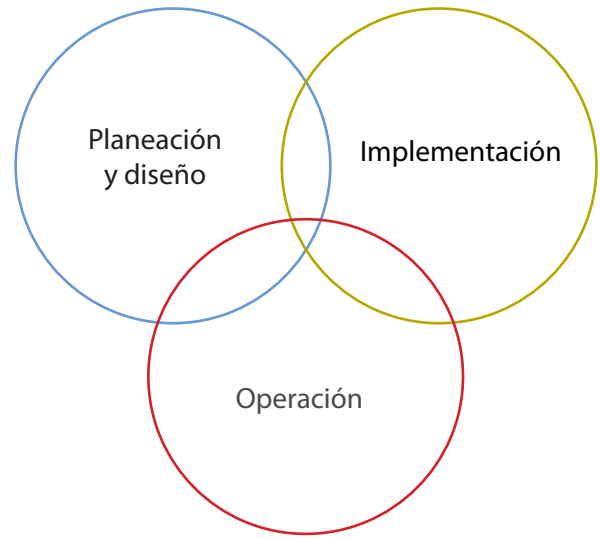


Ilustración 5. Fases desarrollo de un SAT.
Fuente: UNGRD. 2020

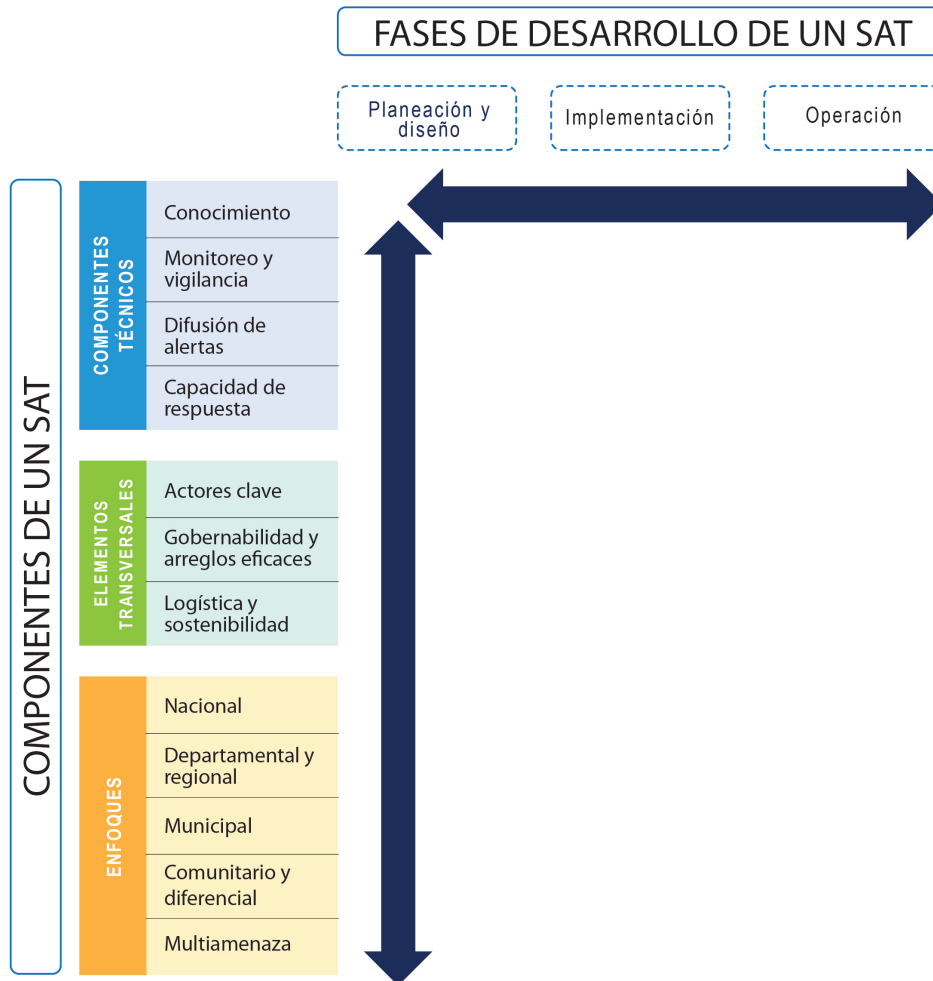


Ilustración 6. Fases y componentes para desarrollo de un SAT.
Fuente: UNGRD. 2020

Para ampliar la información general del proceso de desarrollo de un SAT, a continuación, se presentan todas las consideraciones a ser tenidas en cuenta para cada fase y componente para el desarrollo de un SAT.

4.2. Desarrollo de un SAT para fenómenos hidrometeorológicos

4.2.1. Planeación y diseño

4.2.1.1. Conocimiento y análisis del riesgo Monitoreo y seguimiento

Es necesario delimitar la jurisdicción de este. Dicha delimitación debe realizarse a partir de la cartografía existente para la zona y así mismo, debe socializarse con la comunidad partiendo de una justificación sólida y robusta.

De otra forma, se recomienda en principio un enfoque departamental y si se quiere ser más específico llegar hasta lo municipal. Para ello, es conveniente definir y tener muy claro la(s) amenaza(s) que motivan la implementación del SAT. En ese sentido se sugiere la visión multiamenaza, es decir que puedan incluirse el monitoreo y alerta para varios fenómenos amenazantes dentro del sistema.

• Cartografía básica disponible

Se debe hacer la revisión de la cartografía disponible a nivel digital a través de lo que pueda indagarse a través del IGAC, con la ayuda de la(s) Corporación(es) Autónoma(s) Regional(es). En lo posible es conveniente disponer de la escala de mayor detalle que haya para la zona en jurisdicción del SAT, pues permitirá tener mejores y mayores elementos para la elaboración del modelo digital de terreno, mapas de pendientes y otros insumos de carácter hidrológico.

• Fenómeno amenazante: Características y frecuencia

En relación con la información básica, será importante identificar los fenómenos amenazantes que representen un determinado riesgo para el municipio. Aunque es complejo alertar algunos fenómenos que se presentan de manera súbita, cada vez se puede contar con una mayor cantidad de insumos y herramientas que permitirán lograr los objetivos planteados por el SAT.

Algunas preguntas orientadoras serían:

- ¿Existe un mapa de susceptibilidad o mapas de amenaza?
- ¿Está identificado y espacializado el riesgo?
- ¿Cuál ha sido el evento más fuerte que ha sucedido en la comunidad, con respecto al (los) fenómeno(s) identificado(s) para el SAT?
- ¿Se cuenta con información disponible sobre antecedentes de ocurrencia, frecuencia e intensidad de una emergencia en jurisdicción del SAT?

De manera inicial, dependiendo del fenómeno a que el municipio esté expuesto, es importante establecer con el IDEAM, una primera aproximación en la definición de la amenaza, pues, aunque la cartografía temática disponible en dichas instituciones es de carácter general, puede dar una primera señal frente a la delimitación de la susceptibilidad a un determinado fenómeno.

Con base en ello y en lo posible, realizar un análisis más detallado con un especialista, establecer las áreas que podrían verse afectadas. Será necesario socializar posteriormente el resultado con la comunidad y otros actores del SAT.

El análisis de la amenaza debe informar cómo mínimo sobre los siguientes aspectos:

- Zona de posible afectación.

- Tiempos de llegada de un posible creciente súbita o inundación, así como de otros fenómenos de origen hidrometeorológico de los que se dispongan datos, con los cuales se pueda llegar a establecer dicha información. Los tiempos referidos deben tomarse con cierta flexibilidad, tratando de ajustarlos progresivamente en la medida que puedan tenerse más datos u otro tipo de señales.
- Tiempo de actuación, según los minutos, horas o días que se puedan anteceder en la alerta a la emergencia.
- Efectos esperados.

Es importante tener presente que es preciso determinar las diferentes zonas de amenaza para todos los fenómenos hidrometeorológicos que se pueden presentar en el municipio o región: inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, rayos, sequía, incendios de la cobertura vegetal, vendavales, heladas y ciclones tropicales.

Para tener en cuenta

Inundaciones lentas

- Se producen en zonas planas o de pendientes suaves, los incrementos diarios suelen ser unos pocos centímetros.
- Es relativamente fácil establecer el día en el que se espera empieza a causar afectación, llegando en ocasiones a ser de grandes extensiones, aunque generalmente no representa pérdida de vidas humanas.

Crecientes súbitas

- Se presentan en zonas de altas pendientes y cauces angostos, que, al recibir fuertes precipitaciones en sus partes altas, responde de manera vertiginosa, incrementando rápidamente su nivel en un periodo de tiempo corto.
- Las áreas de afectación pueden ser menores que las que dejan las inundaciones lentas, pero su poder destructivo es mayor, de manera especial, porque suelen dejar pérdidas de vidas humanas.

General

- Si no se dispone de mapas que definan claramente las zonas con potencial de inundación, será conveniente realizar un levantamiento de información con el cual se pueda tener una primera aproximación de dicha cobertura, logrando el afinamiento constante en la delimitación de la amenaza en sus categorías baja, moderada, alta o muy alta
- Esencial la instalación de sensores de precipitación y nivel en al menos dos puntos de referencia. Realizar un análisis para ubicarlos en zonas estratégicas que permitan establecer de forma clara la alerta, y que tenga las mejores posibilidades de transmisión para que se logre la oportunidad y eficacia del SAT.
- Establecer otro tipo de aspectos hidrológicos como la medición de caudales.
- Estudiar la relación con la morfometría y fisiografía de la cuenca de la corriente que represente un riesgo, con miras a realizar una modelación hidrológica que nos permita tener un mayor detalle de las posibles variaciones que podría tener el flujo en términos de nivel y caudal. Lo anterior, redundaría ostensiblemente en una mejora del pronóstico hidrológico.

Movimientos en masa

- Es necesario en primera instancia contar con dicha cartografía, y a su vez, con los estudios que se dispongan en la zona de estudio a nivel de geología y geomorfología que permitan en un momento dado una mayor resolución espacial en la definición de las unidades de amenaza a nivel municipal.
- En la medida de lo posible será determinante realizar algunos estudios geotécnicos en esas zonas consideradas de mayor riesgo ante la probabilidad de ocurrencia de este tipo de eventos, con el objeto de identificar y entender la clase de proceso de degradación, posibles mecanismos de falla, sus causas y efectos
- La Guía Metodológica para evaluación de amenaza por movimientos en masa 1:25.000", generada por el SGC, debería ser la hoja de ruta, en función de una mejor definición de unidades y límites de zonas con mayor nivel de amenaza.

Avenidas torrenciales

- Se deberá analizar con detenimiento lo indicado por la climatología, a fin de estar muy atentos especialmente a los meses en los que los volúmenes de precipitación pueden ser sustanciales y en los que la frecuencia de lluvias fuertes de corta duración es significativa (dado por el análisis de las lluvias máximas en 24 horas).
- Algunos eventos como el de Mocoa, han sido modelados para establecer con mayor precisión hasta dónde podría llegar el flujo torrencial, pero dicha modelación requiere de una serie de insumos y de mano de obra especializada para llegar a ese nivel de detalle, lo cual en muchas ocasiones dificulta su inclusión en los SAT.
- La geomorfología local y el diálogo de saberes con comunidad que tenga la historia de los eventos que en algún momento han generado desastres por este tipo de fenómenos, será fundamental para realizar el levantamiento de un mapa de susceptibilidad a este tipo de evento.

Rayos

- El IDEAM actualmente cuenta con un servicio de una red de rayos dispuesta para el País, con la cual se logra establecer las zonas que pueden estar presentando actividad eléctrica. Con base en los registros, será importante solicitarle al IDEAM las zonas de mayor actividad dentro del departamento y/o municipio, con base en los históricos con los cuales cuenta
- Es recomendable contar con la distribución anual de la variable, con el objeto de determinar los meses en los que la frecuencia es mayor y también las horas en las que más suelen presentarse.
- Se puede llegar a advertir la probabilidad de tormentas eléctricas en un área específica para los próximos minutos con un nivel relativamente alto de acierto, sin embargo, se requiere de algunos esfuerzos adicionales que implican un servicio adicional en relación con lo que cuenta IDEAM.

Sequia

- Es de considerar que estacionalmente hay zonas del país que suelen presentar sequía todos los años y para la misma época, asociado con un descenso notorio de las precipitaciones como una condición propia y normal para la época del año, como es el caso de amplias zonas de La Guajira y del centro y norte de la costa Caribe, zonas en los departamentos andinos y algunas áreas de la Orinoquía.
- Con la presencia de los fenómenos extremos de variabilidad climática asociados a déficit de precipitaciones, se logrado establecer los escenarios en donde puede llegar a presentarse sequía, y las épocas y zonas con mayor propensión a ser afectadas.
- Será clave establecer épocas en donde se haya evidenciado una mayor condición de sequía y en lo posible la presencia de fenómenos de variabilidad climática como El Niño. Se recomienda recolectar información en relación con los impactos que pudo haber dejado un evento de sequía en los diferentes sectores (agrícola, salud, agua, energético y ambiente), así como posibles pérdidas económicas.

Incendios de la cobertura vegetal

- Se producen en el país, en su gran mayoría, a partir de actividades humanas.
- En algunas épocas las precipitaciones disminuyen en intensidad y frecuencia, sumado a un aumento de la temperatura, situación que favorece la combustión en ciertos tipos de vegetación. Dicha condición, se ve exacerbada en ocasiones por la aparición de vientos fuertes, que contribuyen en la propagación del fuego.
- Será importante conocer el ciclo anual de las lluvias y las temperaturas, especialmente para las zonas y épocas en las que las cantidades son escasas, así como información histórica del comportamiento de los vientos.
- El mapa de susceptibilidad de incendios de la cobertura vegetal realizado por el IDEAM a escala 1:500.000, siendo de carácter general, podría ser de utilidad en un SAT departamental. Para estudios de detalle a nivel municipal, se recomienda tomar la metodología del IDEAM como base, a fin de que la información, sea homologable o comparable con el estudio nacional.

Vendavales

- Por ser fenómenos muy locales, anticiparse a su ocurrencia es en algo complejo. Determinar espacialmente zonas de mayor propensión, puede ser una tarea difícil de establecer, sin embargo, al interior de un SAT será importante tener en cuenta la posibilidad de que puedan presentarse vendavales y/o temporales, dado que su origen en buena parte está asociado a nubes de tormenta de buen desarrollo vertical.

- Para municipios y/o departamentos en donde se tenga memoria de eventos recientes es conveniente realizar recolección de información que dé lugar a tener un inventario robusto, que permita en un momento dado definir algunas áreas de mayor propensión.
- Ante una evidente amenaza por probabilidad de ocurrencia de este tipo de eventos, se deben tomar todas las actividades de prevención, pues ante la fuerza de los vientos todo tipo de elementos inestables suelen venirse abajo.
- Se recomienda realizar ejercicios con la comunidad, que permitan complementar la información histórica.

Heladas

- Aunque este tipo de eventos no implica en un momento dado pérdida de vidas, si ocasiona pérdidas agrícolas, especialmente de algunos municipios de Cundinamarca, Boyacá, Norte de Santander, Santander, Antioquia, Caldas, Cauca y Nariño, ante lo cual se justifica totalmente la alerta temprana.
- Se deberá establecer las áreas que pueden tener una mayor propensión a que pueda presentarse dicho evento y las épocas del año en las que el evento es más frecuente, tomando como base los registros históricos de heladas.
- Es importante un trabajo conjunto con las comunidades y productores agrícolas, quienes pueden tener información valiosa. Será fundamental que, en la caracterización de escenarios de riesgo, se incluyan los cultivos y animales de cría en los elementos expuestos.

Ciclones tropicales

- Especialmente para municipios de la costa Caribe en donde históricamente se ha registrado una incidencia notoria tras el paso de un ciclón tropical, representado en lluvias abundantes e incremento en la probabilidad de ocurrencia de inundaciones, crecientes súbitas, movimientos en masa y/o marea de tormenta que produce inundaciones costeras.
- La mayor frecuencia de formación de ciclones se ha dado históricamente entre el 1 de junio y el 30 de noviembre por lo que se ha oficializado como la “temporada de huracanes” en el Atlántico y mar Caribe. Sin embargo, esto no implica que no pueda formarse un sistema antes o después del periodo referido.
- Históricamente el tránsito de ciclones en cercanías de territorio colombiano es bajo, esto no indica que no puedan suceder, particularmente en La Guajira y el Archipiélago de San Andrés y Providencia, con los consecuentes efectos. Aunque un ciclón no transite directamente por el territorio nacional, su interacción con otros sistemas meteorológicos puede exacerbar las lluvias y vientos, incrementando las amenazas hidrometeorológicas, especialmente en la región Caribe, frente a lo cual cobra gran relevancia la considerable vulnerabilidad estructural del territorio.

- Se recomienda tener presente la “Propuesta Metodológica para elaborar mapa de amenaza de ciclones tropicales para Colombia”, a la hora de realizar los estudios de amenaza locales.

• Integración de redes de monitoreo

¿De dónde debería partir el municipio para la integración de la red hidrometeorológica? Aunque lo ideal es partir y contar con los registros, así como la información disponible y oficial de IDEAM, siempre será importante realizar una revisión detallada de las redes hidrometeorológicas disponibles en el área de jurisdicción del SAT y en sectores aledaños al mismo. En diversas zonas del País, Corporaciones Autónomas Regionales, algunas Universidades, institutos de investigación, asociaciones de agricultores, entre otros, han instalado estaciones hidrológicas y meteorológicas para sus propios fines. Por lo anterior, la colaboración interinstitucional será un aspecto fundamental en función de fijar alianzas que favorezcan la integración de la red no solo en el área de jurisdicción del SAT, sino a su vez en los alrededores, pues es importante contar con estaciones de apoyo con las cuales se pueda complementar especialmente en esas zonas del área del sistema en donde las estaciones son escasas o nulas.

Se debe empezar por realizar un inventario que incluya datos específicos de localización (incluyendo el entorno), características generales del instrumento de medición o sensor (en el caso de mediciones automáticas), así como el historial de registro, método o procedimiento para realizar las mediciones y demás información que sea posible inventariar.

Para la integración de la red se deberá tener en cuenta la forma en la que esté dispuesta la información histórica para llevarla al formato del IDEAM; se cita como ejemplo, algunas entidades que han venido tomando los registros diarios de lluvia entre las 00:00 y las 23:59 horas, cuando el periodo estándar para Colombia es entre las 7:00 horas del día anterior y las 7:00 horas del día ac-

tual. Pueden también existir algunos aspectos en las mediciones hidrológicas y meteorológicas que pueden variar a como lo ha venido realizando históricamente el IDEAM, es decir, bajo los estándares de la Organización Meteorológica Mundial.

Lo anterior, debe tenerse muy en cuenta a fin de que las mediciones que se tengan de la lluvia en diferentes puntos sean relacionables con las mediciones de la lluvia realizadas por el IDEAM. Dicha estandarización no solo será clave para tener mayor y mejor información con la que se pueda obtener el comportamiento medio de determinada variable, sino también a su vez, será un factor preponderante para la determinación de umbrales y consecuentemente los niveles de alerta que se establezcan en el SAT.

En caso de estaciones manuales o artesanales que se hayan habilitado por necesidad misma del SAT es importante implementar una ficha que incluya: localización (latitud, longitud, altitud, vereda, municipio, referencias particulares del lugar de ubicación y demás); en el caso de mediciones de nivel de un río o quebrada características del elemento o los elementos fijados como mira o limnómetro y cambios en la referencia de lectura y motivo del cambio; observador y datos generales del mismo con información de contacto; otro tipo de información que se considere relevante. La ficha mencionada debe reposar a nivel de copia actualizada en los archivos del CECOSEM, siendo importante en la medida de lo posible, contar con información fotográfica de dichos puntos.

Un aspecto adicional que deberá considerarse para el caso de las estaciones automáticas es lo relacionado con la frecuencia en los registros, así como el tipo y características de la transmisión, y no menos importante, el tipo de sensores y la estandarización de los mismos. En dicha actividad,

deberá realizarse la respectiva consulta al IDEAM a fin de garantizar resultados óptimos frente a la integración de estaciones hidrológicas y meteorológicas automáticas. En esa misma línea, cabe mencionar, que las estaciones automáticas son esenciales y definitivas para la emisión de alertas tempranas, mientras que las estaciones convencionales y/o de registro diario se convierten en estaciones que apoyan de manera decisiva el seguimiento frente a la persistencia de ciertas condiciones que favorecen la ocurrencia de un determinado evento.

Se debe buscar en la medida de lo posible, disponer de toda la información de estaciones hidrometeorológicas en una sola plataforma de visualización, en la que se pueda integrar otro tipo de información asociada al seguimiento y el monitoreo de la amenaza y el riesgo, con el objeto de tener mayor oportunidad y eficacia para la toma de decisiones. Esta plataforma debe ser pública, de manera que cualquier persona interesada pueda acceder a la información.

• **Acopio de información histórica y análisis de necesidad de monitoreo.**

Después de haber hecho un ejercicio juicioso y detallado de la red de sensores existentes para la jurisdicción del SAT, se hace necesario determinar con qué información se cuenta. La principal recomendación cuando se implemente una medición es asegurar en un alto porcentaje la frecuencia de los registros, así como el que pueda mantenerse en un mismo sitio o lugar por un tiempo indeterminado, recordando que la Organización Meteorológica Mundial, recomienda que, para establecer la climatología de una zona, se debería contar con series de datos de por lo menos 30 años. No obstante, con series de al menos 10 años podemos empezar a tener algunas señales de lo que puede ser el ciclo anual de la lluvia, así como una distribución espacial de las mismas.

En relación con los datos, se requiere contar una suficiente cantidad de registros, a fin de adquirir

un mayor conocimiento sobre las amenazas. En muchos casos será necesario instalar sensores en algunos sitios considerados “claves” para el funcionamiento, eficacia y oportunidad de un SAT.

Pero el ejercicio de integración de redes no solo servirá para establecer el comportamiento histórico, sino a su vez para conocer la información que pueda disponerse en tiempo real. De esta forma, se determinarán las zonas que requieren ser instrumentadas, dependiendo de la amenaza que queramos monitorear con instrumentos y/o sensores que permitan alertar en el menor tiempo posible. Dicha localización debe partir de lo técnico, en relación con aspectos fisiográficos de la zona, pero debe incluir dos aspectos fundamentales: la socialización y trabajo conjunto para definir junto con la comunidad las zonas en donde se instalarán los sensores, así como también un análisis de la transmisión de los datos provenientes de los sensores.

Ante la falta o poca disposición de estaciones en la zona, deberán hacerse los esfuerzos para la instalación de estaciones hidrológicas y/o meteorológicas en sitios que puedan considerarse claves para la emisión de alertas oportunas ante la ocurrencia de eventos extremos y repentinos; en ese sentido, la falta de información que suele tenerse en las partes altas de las cuencas, no permite advertir una situación extrema de forma oportuna, como ha sucedido en muchos de los desastres del País asociados a amenazas de origen hidrometeorológico.

También será importante todo tipo de medición de la lluvia, desde la comunitaria a partir de medidores artesanales de la lluvia, hasta estaciones o pluviómetros⁵ convencionales de lectura diaria, es decir, con los que no se puede establecer el registro de la cantidad de lluvia minuto a minuto, sino los que determinan la cantidad de lluvia acumulada para 24 horas. Esta información será importante para el seguimiento de lluvia antecedente y contenidos de humedad en los suelos. Las

5. El pluviómetro es el instrumento utilizado en meteorología para medir la precipitación, es decir, para medir la cantidad de lluvia caída en un lugar durante un tiempo específico.

series de registros deben estar dispuestas de forma organizada y homogénea. En esa medida, es recomendable realizar un tratamiento estadístico para establecer su confiabilidad y valores atípicos que puedan ser considerados en un momento dado como “errores”.

Como información de apoyo al comportamiento histórico, de ser posible, deberán incluirse los registros de estaciones comunitarias que demuestren cierto nivel de organización, tanto en la toma de datos como en el acopio de estos. De no ser posible esto, será de todas formas importante el viabilizar la integración de redes comunitarias al SAT, siendo un aporte en términos de referencia y apoyo a los registros hidrometeorológicos en tiempo real o de frecuencia diaria de los que disponga el sistema. En ese sentido, podrían realizarse algunos análisis de convalidación de datos, para lo cual se sugiere indagar en un momento dado también al IDEAM cuando haya dudas de algún registro que pueda parecer dudoso.

Así mismo, será importante disponer de datos de niveles de los cursos de agua, especialmente de aquellos que representan una determinada amenaza, ojalá y en lo posible, que pudiesen instalarse algunos sensores que permitan tener los registros en tiempo real, lo cual aportaría a la eficiencia y oportunidad de los registros en función de la alerta temprana. Adicionalmente, pueden incluirse algunas medidas comunitarias a partir de elementos que permitan tener una medida que pueda ser usada con la frecuencia necesaria para la emisión de las alertas.

En algunos casos puede llegar a ser determinante la instalación de sensores que permitan establecer el desplazamiento de terreno con fines de mo-

nitoreo para movimientos en masa, y se podrán complementar con instrumentos artesanales que la misma comunidad puede monitorear de manera permanente.

• **Análisis de la climatología (series históricas).**

En general para la implementación de un SAT por eventos de origen hidrometeorológico, se debe identificar de acuerdo con la climatología, cuáles son los meses del año en los que se presentan normalmente las temporadas de lluvia. Así mismo, las épocas secas o de menos lluvias y los meses en los que las temperaturas normalmente se incrementan.

Las ilustraciones 7, 8 y 9, detallan el ciclo anual de la precipitación para algunas ciudades del País; en ellos se demuestra que no solo que existe una notoria diferencia en los meses de más lluvias, sino a su vez de la distribución de estas a lo largo del año, así como en las cantidades.

En ese orden de ideas, con los datos disponibles en el municipio o departamento, se organizan las series de tiempo, ojalá con algún tratamiento estadístico para completar las series, y en lo posible, con la asesoría de un meteorólogo y de personal del IDEAM con el objeto de asegurar el proceso y dar mayor confiabilidad a la información obtenida. Cabe mencionar que además de ese comportamiento típico a través del año, se debe establecer las zonas en jurisdicción del SAT, en donde se presenta históricamente una condición más fuerte; por ejemplo, si llueve más en una zona de alta pendiente o si el viento suele presentar ráfagas de viento, más en unas zonas que en otras.

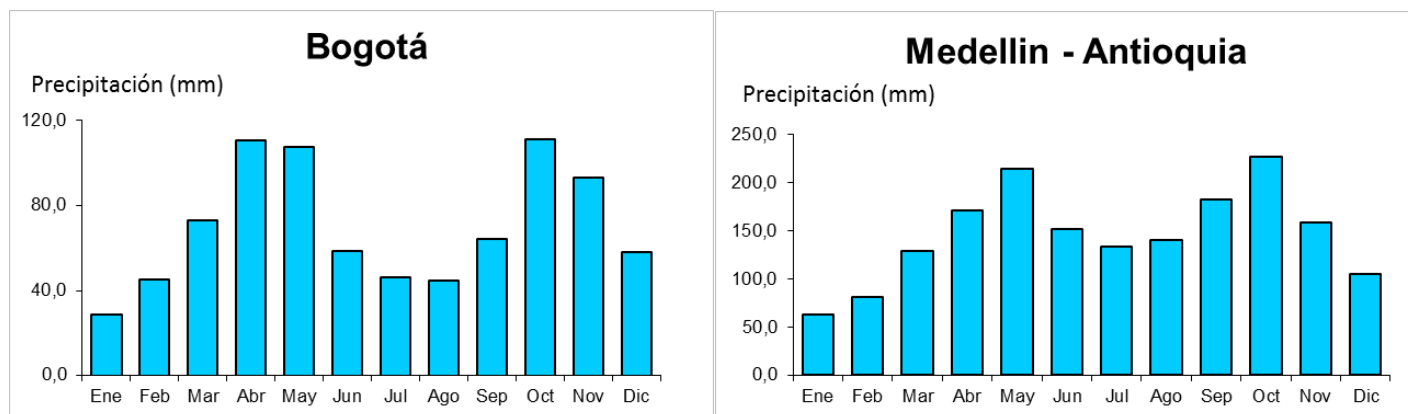


Ilustración 7. Ciclo anual de la lluvia para Bogotá (izq.) y Medellín (der.).
Fuente: IDEAM (Serie 1981-2010).

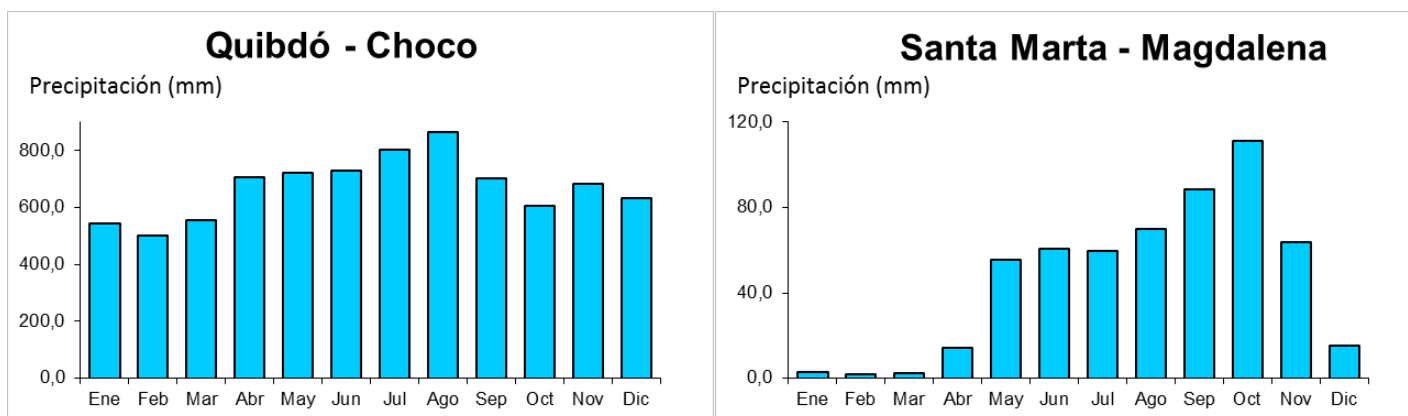


Ilustración 8. Ciclo anual de la lluvia para Quibdó (izq.) y Santa Marta (der.).
Fuente: IDEAM (Serie 1981-2010).

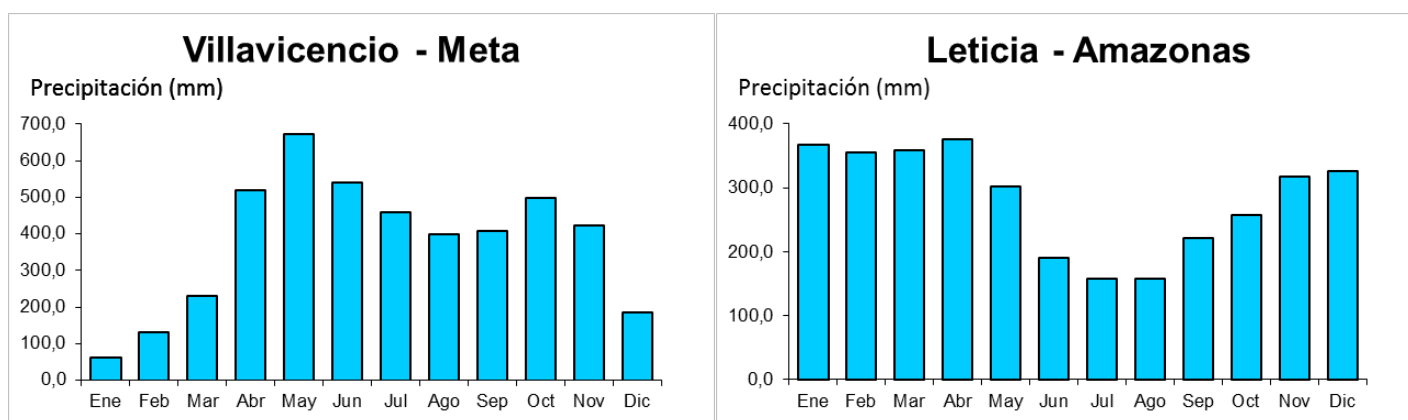


Ilustración 9. Ciclo anual de la lluvia para Villavicencio (izq.) y Leticia (der.).
Fuente: IDEAM (Serie 1981-2010).

La información obtenida con base en los registros históricos debe tomarse como una referencia o señal, de manera especial, porque de acuerdo con dicha historia, hay una mayor frecuencia de un evento hidrometeorológico como inundaciones, movimientos en masa y avenidas torrenciales principalmente, en los meses en los que normalmente las lluvias suelen ser intensas. Será clave aquí, los diálogos de saberes con la comunidad y el total empoderamiento de esta con el reconocimiento de esas zonas en dónde un determinado elemento del clima puede ser fuerte.

En relación con el comportamiento histórico de las temperaturas, se debe también analizar las series de tiempo disponibles en la región para determinar las épocas de mayores y menores valores, así como algunos registros que puedan considerarse extremos, ojalá estableciendo su impacto e inclusive posibles causas, para lo cual sería necesario el análisis de un meteorólogo o del IDEAM.

De igual forma, es importante conocer el comportamiento de variables como la dirección y velocidad del viento, que para el caso de la caracterización de escenarios por vendavales es definitiva; más allá de la poca información que existe de la variable debería poder contarse con algunas señales a través de mapas de escala general o regional. Existen otras variables como el brillo solar y la humedad relativa que en un momento dado aportan a la proyección de una probable condición de amenaza por lo cual se sugiere analizar la información disponible de dichas variables.

En esta actividad, deberá realizarse ejercicios con la comunidad, que permitan llegar a un mayor conocimiento y entendimiento del clima del territorio, en el contexto de la gestión del riesgo. En esa medida, será importante establecer una clara relación entre los fenómenos amenazantes y las épocas en donde la frecuencia o recurrencia es mayor, delimitando si se quiere, periodos (inicio-final) en los que el porcentaje de ocurrencia de los eventos supera aproximadamente el 80-90%.

Dicho análisis, además de ser cuantitativo deberá incluir el resultado de los trabajos y conclusiones a los que se ha llegado con la comunidad, pues la población debe estar plenamente identificada con esos periodos en los que se deberá estar más atentos a las actividades de prevención y respuesta frente a un posible evento de origen hidrometeorológico.

Mención especial en relación con los registros horarios, los cuales son muy importantes para establecer una mayor frecuencia en la ocurrencia de eventos extremos en una jornada o periodo de tiempo determinado. Para el caso, las lluvias prolongadas e intensas suelen presentarse con mayor frecuencia durante la tarde y noche en algunos lugares del País, mientras que, en otros, son más frecuentes entre la noche y la madrugada. En esa medida, debemos poder reconocer este comportamiento horario, ojalá con datos, pero en donde no de disponga de ellos, será importante establecer un diálogo de saberes con la comunidad, a fin de que podamos tener una idea que poco a poco podemos ir afinando.

- Estimación de eventos extremos de lluvia Normalmente en muchas zonas del País, se suele tener la memoria histórica de eventos de lluvia extremos, debido a que se han presentado solo en algunas ocasiones, lo que en términos estadísticos constituye lo “menos probable”. En esa medida, cuando un evento de lluvia se acerca o supera esos históricos, que en general son de menor probabilidad que la lluvia normal para la zona, dicha situación representa una mayor condición de amenaza por probabilidad de ocurrencia de un evento de origen hidrometeorológico. En general cuando dicha situación se presenta, es mucho más probable que la población esté menos preparada para enfrentarla.

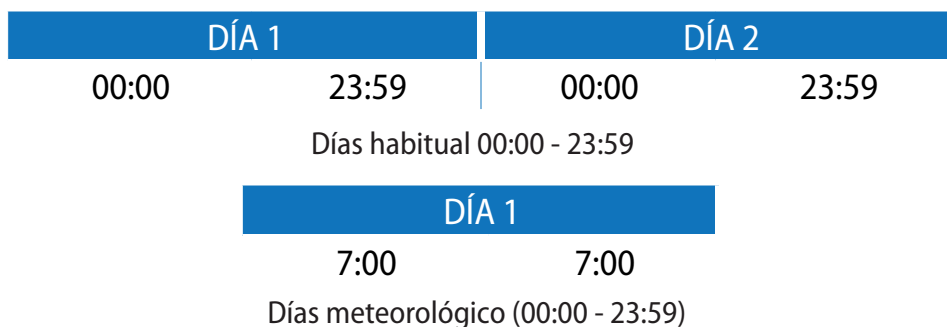
Para establecer esa condición extrema, diversos estudios y trabajos a nivel internacional sugieren realizar análisis de percentiles de series de datos de lluvias diarios. De los mismos, se sugiere tomar

el percentil 90 como una referencia para eventos lluviosos y el 95 como eventos extremos muy fuertes de lluvia.

Ésta es una tarea muy importante que debería ser el resultado de un trabajo juicioso y detallado, ojalá con el acompañamiento de un estadístico y/o del IDEAM, a fin de poder garantizar el resultado de los análisis de eventos extremos por cada punto en donde se cuente con registros. Se recomienda realizar una buena exploración de datos, con su respectivo análisis de homogeneidad de estos, partiendo lógicamente del inventario de estaciones existentes, que midan lluvia diaria en el área de jurisdicción del SAT.

Aunque se requiere, no solo de dicha experticia, sino a su vez el contar con series de datos con cierta calidad y pocos vacíos, no debe verse como una tarea compleja o como algo inalcanzable.

Un aspecto que es importante recordar, es que, para nuestro país, el “día meteorológico” es el periodo que abarca entre las 07:00 a. m. del día anterior y las 07:00 a. m. del día actual, correspondiendo a la lluvia del día anterior.



• La reconstrucción de la hidrología como un instrumento estratégico para inundaciones y crecientes súbitas

Así como existen series de datos que permiten determinar la climatología, también existen registros para establecer el régimen hidrológico de un determinado curso de agua. En ese sentido, a nivel hidrológico existen medidas de nivel y caudal, sin embargo, ésta última variable presenta un mayor nivel de complejidad, dado que para obtenerla se requiere realizar una serie de mediciones en campo llamadas aforos, con el objeto de determinar la relación de área – velocidad de la sección; a partir de ello, se obtiene la curva de gastos la cual es una herramienta que establece la relación nivel vs caudal.

Entre tanto, para la toma de registros de niveles, se utilizan miras (graduadas en centímetros), las cuales se instalan muy próximas al borde del cau-

ce asegurándose que puedan tener cierta estabilidad, con el objetivo que puedan perdurar en el tiempo y así evitar correr el riesgo de perder la referencia y, por ende, la continuidad en las mediciones.

El IDEAM posee una red hidrológica en las cinco regiones hidrográficas del País. No obstante, para el seguimiento y monitoreo de una corriente que represente una amenaza, se debe contar varios puntos en donde se ubique una mira o una referencia clara y visible en el tiempo, con la cual se logre establecer aumentos o decrecimientos de nivel.

Cabe mencionar, que las referencias en los niveles establecidos a través de las miras o limnómetros por parte del IDEAM deben ser considerados referencias relativas, por ello, cuando una de dichas referencias se aproxima a cero, no quiere decir irrestrictamente que el curso de agua está seco.

En el análisis de registros de niveles y caudales, es imperativo el apoyo y asesoría de los especialistas de IDEAM, con el objeto de disponer de toda la información hidrológica con que cuente el instituto para el área del SAT; a su vez, para tomar cualquier tipo de decisión frente a la posible instalación de sensores de nivel y frente a la homologación de información de otras fuentes, con el fin de que puedan integrarse a la información de la red hidrológica del IDEAM.

Adicionalmente, es importante hacer referencia a los registros automáticos, los cuales son muy importantes a nivel de alertas tempranas. El IDEAM ha dispuesto al público desde 2015 aproximadamente, registros de niveles y caudales de una serie de estaciones en tiempo real, los cuales pueden ser visualizados a 2021 en el siguiente vínculo en internet: <http://fews.ideam.gov.co/colombia/MapaEstacionesColombiaEstado.html>. En caso de que hubiese hacia el futuro algún tipo de dificultad en la apertura de dicho vínculo, se recomienda consultar con el IDEAM para que pueda habilitarse nuevamente el sitio web.

También es recomendable realizar talleres de socialización y diálogo de saberes, a fin de establecer en los nuevos SAT que se deseen implementar, las cotas críticas de los cursos de agua que representen algún tipo de riesgo para los diferentes niveles de alerta (amarilla, naranja o roja); dicha información se puede ir afinando con el tiempo, dado los cambios y la dinámica misma que tengan los cursos o drenajes monitoreados al interior del SAT. En la medida de lo posible es conveniente contar con un sensor automático con transmisión en tiempo real, ubicado de forma estratégica en función de la(s) amenaza(s) de origen hidrometeorológica y lógicamente enfocada a salvaguardar vidas.

• Definición de umbrales

Para el caso de esas zonas en donde se ha presentado algún evento de origen hidrometeoro-

lógico relevante, se deberá realizar un análisis de relación que permita establecer o percibir ciertos umbrales, los cuales implicarán una respuesta de actuación.

En dicha actividad, además del análisis de los datos, será indispensable el trabajo con la comunidad a fin de establecer de forma general la posible intensidad que pudo haber tenido un determinado evento, así como las condiciones que pudieron anteceder al mismo.

Después de haber determinado a través de diversas fuentes unas fechas de ocurrencia de los eventos de mayor impacto y frecuencia en el departamento o municipio, deberá organizarse dicha documentación en una base de datos con la mayor cantidad de información posible. Para el caso de los eventos de origen hidrometeorológico, hay que realizar un análisis de los registros a fin de establecer de forma clara, el comportamiento de los detonantes días previos a la ocurrencia de un determinado evento. Para esto, será muy importante realizar un análisis de calidad de los registros, para lo cual se sugiere consultar con el IDEAM o con un profesional en Estadística, que permita llegar a un nivel de certidumbre frente a los datos y en esa medida, frente a los análisis de las condiciones antecedentes y establecimiento de umbrales.

Una pregunta orientadora sería: ¿se deben establecer umbrales para todo tipo de amenaza? La respuesta es sí. Y esto no quiere decir que de no tenerse no se pueda empezar con el proceso de implementación del SAT. Es algo que se puede ir construyendo, pero ojalá con unas bases muy sólidas, sin que esto implique que no deban hacerse los ajustes del caso para definir los diferentes niveles de alerta (amarilla, naranja y roja) y, por ende, las posibles actividades de contingencia y respuesta, no solo ante el incremento en el nivel de alerta, sino inclusive ante la probable ocurrencia de lluvias fuertes.

En relación con los diferentes niveles de alerta, se sugiere dar continuidad a la forma en la que se

han venido emitiendo las alertas desde la Oficina de Pronósticos y Alertas del IDEAM por más de tres décadas. En ese orden de ideas y reconociendo que cada nivel de alerta debe tener unas actividades de respuesta que deben ser muy claras para todo tipo de usuario, se define que la alerta amarilla es para informarse, la naranja para prepararse y la roja para actuar, teniendo cada uno de dichos niveles un umbral preestablecido para la emisión de una alerta por probabilidad de un determinado evento.

• Identificación de elementos y población expuestos

El SAT no solo debe involucrar a la comunidad en todos sus contextos y con todas sus diversidades, sino a su vez, estar plenamente coordinado con los temas administrativos y legales del gobierno local. Con base en la delimitación de las posibles áreas de afectación, se debe establecer la población, bienes y servicios que se encuentran expuestos a los diferentes fenómenos, y de ser posible, determinar el grado de vulnerabilidad de estos.

No obstante, realizar estudios de vulnerabilidad puede llegar a ser complejo y costoso, por lo cual

se puede optar por realizar inventarios de elementos expuestos, los cuales pueden ser levantados de manera sencilla con el apoyo de la población, entidades de gobierno y sector privado de ser necesario.

Los inventarios de elementos expuestos muestran la cantidad de elementos y personas que se encuentran ubicadas en una zona de amenaza, así pues, se trata de un ejercicio para el cual la información existente será muy valiosa. Las entidades municipales, podrán tener registro de familias discriminadas por barrios y veredas, las empresas o industrias, cultivos, animales, antenas, torres de energía, repetidoras, centros de salud, centros educativos, bocatomas, y demás elementos que se encuentren dentro de la zona de amenaza.

Conocer los elementos y población expuestos, no sólo es importante para establecer las acciones de reducción, sino también para elaborar los planes de evacuación y protección, que como ya se mencionó, hacen parte de las acciones del componente de capacidad de respuesta del SAT. De acuerdo con la ubicación de las personas y los elementos, con relación a la amenaza, se podrán definir rutas de evacuación, puntos de encuentro, medidas de protección para infraestructura, cultivos, animales, entre otros.

Amenaza por inundación									
VEREDA / BARRIO	Población				Salud	Educación	Comunicaciones	n.	n.
	Familias	Hombres	Mujeres	Niños	Centros de salud	Centros educativos	Repetidoras		
La pepita									
Cerro bajo									
Alcázar									
n...									

Tabla 1. Ejemplo de inventario simple de elementos expuestos.
Fuente. UNGRD. 2020.

Dentro de lo planteado, es imperativo poder llevar la información a un mapa que pueda superponer capas de información, teniendo en cuenta aspectos de la amenaza y la ubicación de los elementos expuestos.

De acuerdo con los recursos disponibles, se podrá completar la evaluación de riesgo, haciendo estudios detallados de vulnerabilidad, exposición, probabilidad, impactos, análisis costo-beneficio, entre otros.

• Mapas comunitarios de riesgo

Dentro de los análisis previos del riesgo en el territorio, será fundamental orientar con la comunidad un proceso de reconocimiento de las dinámicas propias del mismo, y la percepción que puedan tener frente al riesgo. Una de las formas de realizar esta labor, es construyendo mapas comunitarios de riesgo, para lo cual existen guías y metodologías de abordaje comunitario para lograr con éxito esta tarea. Entidades como la Cruz Roja, Defensa Civil o Bomberos, trabajadores sociales e instituciones de educación superior, pueden apoyar este tipo de actividades.

4.2.1.2. Monitoreo y vigilancia

El seguimiento y monitoreo de las lluvias debe ser el primer aspecto a tener en cuenta en un SAT por eventos de origen hidrometeorológico. Por lo anterior, debe tenerse un contexto histórico con base en las estaciones disponibles para el área de jurisdicción del sistema, con base en lo referido en la integración de las redes de información disponibles para la zona.

• Seguimiento a condiciones antecedentes.

Para el caso de los SAT enfocados en buena parte hacia los eventos hidrometeorológicos, con base en los registros de estaciones hidrológicas y meteorológicas, se deberá realizar un seguimiento a condiciones antecedentes, de manera especial de

los acumulados de precipitación en 1, 3, 5, 10, 20, 30, 45 y 60 días, lo cual permitirá tener señales en relación con saturación de los suelos, lo que apoya la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos.

Teniendo registros puntuales dados por estaciones meteorológicas, se recomienda realizar una interpolación de los datos a fin de tener un estimado de las condiciones antecedentes de lluvia para toda el área de influencia del SAT. Dicha información deberá ser complementada con los aportes que haga la comunidad a fin de ajustar en cuanto más sea posible la interpolación obtenida con los registros. Se destaca también en este ítem los avances que tiene el IDEAM en relación con la estimación de lluvias a partir de imágenes de satélite. Dicha información debería tenerse inmersa dentro del SAT a implementar, proyectándose a futuro una estimación más robusta en la que se incluyan además de las imágenes, las estaciones meteorológicas dispuestas en la zona y la información de radar meteorológico que pueda tener buen cubrimiento en jurisdicción del SAT.

Para zonas en donde se presente una amenaza por movimientos en masa y/o avenidas torrenciales entre moderada y muy alta, deberá tenerse especial atención a los acumulados referidos. Aunque el análisis de umbrales puede fijar acumulados en periodos de tiempo diferentes, será muy importante establecer diariamente la evolución de los acumulados de lluvia.

Para niveles de los ríos será importante conocer la condición actual, comparada con años anteriores; así mismo, en zonas de altas pendientes, será importante el análisis de lluvia antecedente, pues ante una probable condición de suelos saturados por lluvias persistentes, la amenaza por crecientes súbitas se incrementa.

En zonas de amenaza por probabilidad de incendios y/o condiciones de sequía, será fundamental hacer seguimiento de las temperaturas máximas, en términos de anomalías y persistencia de las

mismas, es decir, establecer qué tan anómalos han sido esos valores de temperaturas máximas, qué tanto han excedido esa condición normal (media) y si ha sido persistente, estableciendo un porcentaje de condiciones por encima de la condición media para 10, 20, 30 y 60 días antecedentes.

Lo anterior, debe ir de la mano de un análisis de la persistencia de días sin lluvia; para ello, se recomienda determinar en qué momento se ha presentado una precipitación superior a 1 milímetro, en un análisis de 30, 60, 90 y 120 días antecedentes. De esta forma, si ha habido en cada uno de esos tiempos o en alguno de esos tiempos alguna(s) precipitación superior a 1 milímetro puede disminuir en cierta forma la amenaza de sequía e incendios, sin embargo, como ya se dijo, deberá hacerse de forma alterna el análisis de temperaturas máximas.

Se recomienda también para monitoreo de sequía hacer seguimiento al Índice estandarizado de precipitación (SPI), así como del Pronóstico estacional para Suramérica que emite mensualmente el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN).

Para el caso de municipios en donde se presenta normalmente una amenaza por heladas, especialmente en las épocas en donde es normal que la nubosidad disminuya, deberá hacerse un seguimiento diario de la humedad, brillo solar y nubosidad para las 24 horas, con especial atención desde mediados de la tarde y en el comienzo de la noche, cuando se logran alcanzar ciertos umbrales en las variables establecidas que incrementan la probabilidad de que dicho fenómeno se presente.

Sumado a lo anterior, será importante también estar atentos a la información emitida por el IDEAM, en relación con condiciones oceánicas y atmosféricas que definan la probable ocurrencia de un fenómeno Niño, el cual, dependiendo de su inten-

sidad, suele ocasionar déficits de lluvia especialmente en regiones Caribe, Andina y Pacífica. La ocurrencia de un Niño de intensidad moderada a fuerte acentúa las temporadas secas o de menos lluvias, favoreciendo la ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal, así como de eventos de sequía.

• Modelamiento

Ésta es una actividad que normalmente es desarrollada por personal que tiene la experticia y experiencia en el tema, enfocada a la proyección de un incremento o “desaceleración” de un determinado nivel de alerta. En general, se trata con ello de simular probables condiciones de amenaza o no, a 6, 12, 24, 48 y hasta 72 horas. Aunque algunos tipos de modelos permiten ir un poco más allá, pueden ser tomados como una señal o posible patrón, es necesario el continuo seguimiento y verificación de lo que proyecta un determinado modelo.

Para el caso de alertas por niveles de los ríos, se debe apuntar a realizar la modelación hidrológica requerida con el apoyo y/o asesoría del Centro de Modelación del IDEAM. De igual forma, en lo relacionado con la modelación de avenidas torrenciales, movimientos en masa e incendios de la cobertura vegetal. En la medida de lo posible es recomendable hacer una especie de “ventana” de modelación a lo que ya tiene el IDEAM, lo cual como ya se ha anotado es de carácter general, requiriendo el ajuste de las bases temáticas con un mayor nivel de detalle (escalas detalladas).

En relación con la modelación del tiempo, es conveniente utilizar para el seguimiento y el monitoreo la información dispuesta por el IDEAM.

Cabe aquí mencionar, la importancia que tiene en un momento dado realizar las acciones necesarias enfocadas a la modelación del riesgo, pues siempre será de suma relevancia contar con una herramienta que permita cuantificar el riesgo en términos objetivos.

Los modelos probabilistas del riesgo ofrecen una metodología rigurosa para evaluar las pérdidas potenciales por eventos adversos antes de que estos ocurran. El uso adecuado de estas metodologías proporciona la información para una toma de decisiones adecuada. Y con las posibilidades informáticas actuales, el avance de los sistemas de información geográfica y el desarrollo de herramientas de software libre (open source), los instrumentos para modelar el riesgo de manera probabilista están actualmente al alcance de gobiernos y particulares (Yamin, L. E.; Ghesquiere, F.; Cardona, O. D.; Ordaz, M. G., 2013).

• Seguimiento al pronóstico del tiempo

Actualmente existen diversas plataformas en las que se pueden obtener pronósticos del tiempo, sin embargo, teniendo en cuenta que el IDEAM cuenta con un grupo de meteorólogos las 24 horas del día, se recomienda establecer los canales del caso, mediante los cuales se tenga dispuesta la información de pronósticos generada por dicha entidad en un formato óptimo para que pueda ser llevado a la plataforma de visualización, en donde se tenga toda la información inherente al SAT; de igual forma, se recomienda establecer de manera coordinada con el IDEAM, que se disponga la información en un sitio específico desde el cual se pueda “jalar” con la periodicidad requerida, proyectando que se pueda llegar a disponer de automáticamente de toda la información de pronósticos en el Centro de Control, Seguimiento y Monitoreo del SAT.

De esta forma, se deberá realizar un seguimiento continuo a los pronósticos del tiempo, especialmente a las zonas de interés para el SAT (partes altas de las cuencas y algunas zonas aguas arriba en donde los niveles presenten incrementos importantes), en donde se presenta un mayor nivel de riesgo. Para ello, deberá establecerse una conexión e interacción constante con el IDEAM, a fin de hacer énfasis del pronóstico en las zonas al interior del SAT que pueden ser consideradas en

un momento dado como relevantes en función de la emisión de alertas; cabe mencionar que con dicho pronóstico se logra identificar las zonas en donde es probable se presenten lluvias a 3, 6, 12, 18, 24 y hasta 72 horas, con la contingencia de tener un aproximado de los posibles volúmenes o acumulados de lluvias en las próximas horas.

A partir de ello, será fundamental establecer algunos mecanismos de verificación que nos permitan determinar mayores niveles de confiabilidad frente a la certidumbre del pronóstico elaborado por el IDEAM. Más allá de ser una función del mismo instituto, se puede aportar a dicha actividad que finalmente redundará en mejores elementos para el monitoreo.

Con base en las probables condiciones de lluvia esperadas para las próximas horas, se puede involucrar dicha información en la modelación que se tenga de las diferentes amenazas, con el objeto de proyectar posibles condiciones que ameriten cierto nivel de alerta.

• Monitoreo a las condiciones hidrometeorológicas

En lo que tiene que ver con el monitoreo, se debe hacer constante seguimiento a las imágenes de satélite del GOES16, las cuales están dispuestas en la página del IDEAM. Sin embargo, pensando en una plataforma de visualización será importante establecer con el IDEAM la forma en que puedan exportarse y el formato requerido para que pueda ser sobrepuesta la información de imágenes de satélite con otros insumos que aportan a la certidumbre y eficacia de la alerta.

Para un primer acercamiento a probabilidad de lluvias fuertes, se debe contar con un análisis somero de imágenes de satélite que permita determinar que hay una posibilidad importante que un sistema nuboso asociado a fuertes lluvias como producto de algún sistema meteorológico pueda dar lugar a la ocurrencia de lluvias intensas. Se

recomienda no solo el acompañamiento permanente de manera virtual con la Oficina del Servicio de Pronósticos y Alertas del IDEAM, sino a su vez poder realizar trabajos periódicos de inducción con el grupo de meteorólogos a fin de tener mayores elementos de juicio a la hora de hacer el seguimiento y monitoreo a través de dicha herramienta.

Así mismo, deberá verificarse con el IDEAM la posible cobertura de radar meteorológico para el área del SAT. El instituto junto con otras entidades ha venido aportando progresivamente a la masificación de dicha información que es de suma relevancia en términos de la oportunidad y certidumbre de probables condiciones de lluvia fuerte. Por lo anterior, se recomienda indagar con el IDEAM no solo la cobertura actual que pueda haber, sino a su vez la proyección de instalación que pueda haber de radares meteorológicos.

En la medida que haya cobertura, se debe realizar la gestión con el IDEAM a fin de disponer de los datos de radar al interior del área del SAT, así como de zonas aledañas al mismo, con el ánimo de anticiparse a eventos extremos de precipitación. De manera progresiva y en un análisis que requiere de mayor profundidad se debe llegar a establecer cantidades de lluvia estimadas a través de la medición de la reflectividad dada por el radar.

Un aspecto fundamental para el monitoreo será sin lugar a duda, los datos de estaciones hidrológicas y meteorológicas en tiempo real, así como los datos e información que pueda ser suministrada en el menor tiempo posible por parte de la comunidad. En ese sentido, es reconocida la participación comunitaria en este tipo de ejercicios los cuales aportan a la información antecedente y al monitoreo a través de imágenes, radar y estaciones.

Tanto la información de radar, como los registros de estaciones hidrometeorológicas y algún dato de la comunidad en tiempo real, serán fundamen-

tales para la eficacia y oportunidad de una determinada alerta.

Con base en la modelación preestablecida y los análisis de pronóstico del tiempo, incluido los pronósticos a menos de 3 horas (nowcast) a partir de la información de radar meteorológico, se recomienda realizar las corridas que sean necesarias del (los) modelo(s) hidrológico(s) a fin de anticiparse a una posible condición extrema; de igual forma, en relación con la modelación de otro tipo de eventos de origen hidrometeorológico como lo son los movimientos en masa y las avenidas torrenciales.

Otra herramienta que puede ser importante y aporta al SAT, es la instalación de cámaras de seguimiento de condiciones hidrológicas y atmosféricas, las cuales deben instalarse en sitios estratégicos definidos por los coordinadores municipales, después de haber realizado una priorización de sitios, a partir de su conocimiento y el de la población. Actualmente se cuenta con una tecnología que permite evaluar de manera constante (en modo video) las condiciones meteorológicas, así como las variaciones de nivel en diferentes drenajes.

En zonas en donde es latente la amenaza y riesgo por movimientos en masa, será importante conocer el comportamiento de variables como humedad y desplazamiento del suelo, para ello, existen algunos sensores que permiten identificar dichas condiciones y lógicamente posibles variaciones que indiquen una condición anómala.

Sin embargo, vale la pena mencionar que, para la instalación de sensores y todo tipo de información en tiempo real, se debe contar con la asesoría o participación de electrónicos, así como del IDEAM (de ser posible), pues todo lo relacionado con la transmisión de la señal es un tema de suma relevancia que debería ser inclusive uno de los primeros aspectos a evaluar cuando sea necesaria la instalación de un determinado sensor, estación, cámara y demás.

En relación con el seguimiento a las condiciones propicias de ciclón tropical o el probable fortalecimiento de un sistema ciclónico ya formado, deberá tenerse en cuenta información de la temperatura del océano en sus alrededores, así como condiciones de humedad y nubosidad que puedan favorecer un mayor desarrollo.

Normalmente los eventos intensos de lluvia de corta duración pueden dar lugar a inundaciones y encharcamientos, lo que en algunas ocasiones deja pérdidas de vidas humanas, así como daños en bienes muebles e inmuebles; sin embargo, es importante señalar que más allá de la intensidad de las lluvias, lo dañino de un posible evento en zonas urbanas, está muy asociado a sistemas de alcantarillado que superan su capacidad para contener los efectos de lluvias muy intensas.

• **Infraestructura para seguimiento y monitoreo 24/7**

Adicional a lo que se advirtió en 2.1. se hace énfasis en el hecho de fijar alianzas interinstitucionales y estratégicas que proporcionen garantías frente a la sostenibilidad del proceso. Como ya se advirtió, a nivel departamental una buena alternativa es contar con el apalancamiento del proceso por parte de una Universidad, junto con el apoyo decidido del organismo de gestión del riesgo a nivel departamental, es decir, el Consejo Departamental para la Gestión del Riesgo en representación de la respectiva gobernación, siendo esta instancia en donde recae la responsabilidad del SAT.

Se debe apostar entonces, a que, a través de la alianza entre gestión del riesgo departamental y una universidad de la región, se pueda contar con un Centro de Control, Monitoreo y Seguimiento, en el que se pueda visualizar de manera continua (24/7) toda la información posible: mapas de susceptibilidad, zonas de riesgo, radar meteorológico, imágenes de satélite, registro de estaciones en tiempo real, condiciones antecedentes, modelamiento y pronóstico de corto y mediano plazo, entre otros.

A nivel municipal, de no contarse con una Universidad que apoye el proceso deberán realizarse todas las gestiones a que haya lugar desde la Alcaldía hacia los diferentes organismos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SN-GRD) y de otras entidades de carácter ambiental o del agro en la región, a fin de coordinar la participación y funcionamiento del Centro de Control las 24 horas del día, los 365 días del año.

Dicho Centro de Control, Seguimiento y Monitoreo (CECOSEM) deberá estar en retroalimentación constante con la Oficina de Pronósticos y Alertas del IDEAM, así como con Sala de Crisis Nacional de la UNGRD, a fin de estimar y/o definir posibles condiciones esperadas en pocas horas o minutos.

En dicha actividad deberá incluirse la retroalimentación constante por parte de la comunidad (vigías) la cual puede advertir cualquier situación “sospechosa”, la cual debe ser comprobada y ratificada tanto por IDEAM, como por el personal al interior del centro de control. En ese orden de ideas deben fijarse de forma clara roles y responsabilidades a fin de coordinar las acciones del caso.

Para el funcionamiento del CECOSEM deberá contar con procedimientos establecidos, debidamente adoptados a través de los sistemas integrados de gestión de las entidades participantes. Allí, deberá contarse, además, con todos los medios de comunicación posibles, de manera que el sistema sea redundante, esto incluye medios de comunicación con la comunidad, instituciones locales, así como departamentales.

Para el éxito del Sistema de Alerta Temprana, un aspecto que es transversal y fundamental tiene que ver con las relaciones interinstitucionales. En ese sentido, será fundamental establecer alianzas con otras entidades de carácter nacional y territorial; así mismo, es importante señalar la importancia de contar con información de municipios aledaños al SAT, a fin de que sean complemento especialmente en los límites del área de su juris-

dicción del o de zonas en donde la información hidrometeorológica es mínima.

En términos de la infraestructura física y en general lo relacionado con la logística requerida para el correcto y óptimo funcionamiento del CECOSEM, deberá revisarse y analizarse muy bien la logística requerida en términos de proyección de costos; a manera de ejemplo se citan algunos aspectos a tener en cuenta como costos de personal, servicios de agua, luz e internet, mantenimiento de equipos e instalaciones.

• Tipos de sensores para monitoreo hidrometeorológico en tiempo real

En el mundo de la meteorología se han definido dos tipos de estaciones: convencionales y automáticas. Las primeras de ellas, utilizadas a nivel mundial para establecer la climatología de una u otra zona y para conocer las variaciones espaciales de los diferentes elementos del clima (precipitación, temperaturas, humedad, radiación, vientos, entre otros); dichas estaciones han sido referencia de estudios relacionados con variabilidad y cambio climáticos, sin embargo, en función de los SAT tienen la limitante de no transmitir en tiempo real.

Por lo anterior, lo aquí referido se presenta en función de estaciones automáticas, las cuales entre otras cosas se han venido masificando en el ámbito mundial, dada la necesidad de contar con datos en tiempo real y con una alta frecuencia de recepción de registros, lo que permite en un momento dado tomar decisiones más eficientes y oportunas, siendo determinantes en los Sistemas de Alertas Tempranas.

SENSORES DE NIVEL

o **Sensores Ultrasónicos:** como su nombre lo indica, los sensores ultrasónicos miden la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas. Los sensores ultrasónicos miden la distancia al objeto

contando el tiempo entre la emisión y la recepción. Dado que las ondas ultrasónicas pueden reflejarse en una superficie de vidrio o líquido, y retornar al cabezal, incluso los objetos transparentes pueden ser detectados. La detección no se ve afectada por la acumulación de polvo o suciedad. La detección de presencia es estable, incluso para objetos o materiales de superficies irregulares.

o **Sensores de nivel por radar:** emite pulsos de microondas cortos y luego mide el tiempo transcurrido entre la emisión y el retorno de los pulsos, esta medición se utiliza para calcular la distancia entre el sensor y el objetivo (p. Ej., Agua, lodo). Este tipo de sensores son adecuados para su uso en fuentes hídricas que presentan caudales altos y/o secciones transversales muy amplias.

SENSORES DE VARIABLES METEOROLÓGICAS

o **Pluviómetro:** este es un dispositivo que se emplea para poder medir las precipitaciones que caen en una zona durante una determinada cantidad de tiempo. Los datos de precipitación se van recolectando, siendo un aspecto fundamental para determinar la condición climática de una zona dada. A partir de ello, se puede establecer el comportamiento medio horario, mensual y anual, estableciendo inclusive fluctuaciones y posibles tendencias de la precipitación a lo largo del tiempo.

o **Barómetro:** instrumento que mide la presión atmosférica, definida como el peso por unidad de superficie ejercida por la atmósfera. Su caracterización con base en una serie de datos en el tiempo permite establecer patrones meteorológicos que son fundamentales para el pronóstico de un cambio abrupto en las condiciones de tiempo meteorológico. En Colombia infortunadamente no hay una buena red de dicha variable.

o **Anemómetro:** el anemómetro es un instrumento meteorológico utilizado para medir la ve-

locidad del viento siendo una información muy importante como insumo para la predicción del tiempo. De igual forma, permiten establecer cualquier tipo de condición anómala del viento en términos de rafagiosidad, siendo muy importantes para la caracterización de vendavales. Los anemómetros de hélice son los más utilizados por su simplicidad y suficiente exactitud para la mayor parte de las necesidades de medición, así como por la relativa facilidad de permitir la medición a distancia.

- **Veleta:** sistema mecánico, perfectamente balanceado y paralelo al suelo. Puede ser de chapa común. Debe estar orientada perfectamente Norte-Sur. La información se transmite a través de electricidad (puede ser a través de un motor sincro-repetidor, que hace girar una aguja la misma cantidad de grados que ha girado la veleta; o a través de un disco codificado. Como complemento a la velocidad del viento, es fundamental la caracterización de la dirección del viento, situación que es posible establecer con una buena cantidad de registros durante varios años. El comportamiento medio de dicha variable se puede ver “perturbado” por cambios súbitos de presión, lo que genera una condición anómala en la dirección del viento, siendo en cierta forma un precursor de lluvia e inclusive de un posible evento extremo, dependiendo del comportamiento de otras variables como la humedad y la temperatura del aire.
- **Termómetro digital:** los termómetros digitales son aquellos que, valiéndose de dispositivos transductores, utilizan luego circuitos electrónicos para convertir en números las pequeñas variaciones de tensión obtenidas, mostrando finalmente la temperatura en un visualizador. El seguimiento a la variable es muy importante en el reconocimiento de valores extremos, los cuales inducen en un momento dado, la ocurrencia de fenómenos de origen hidrometeorológico como las heladas y los incendios de la cobertura vegetal. Adicionalmente, como insumo de indi-

cadores que permiten en un momento dado advertir elementos precursores de sequías.

- **Sensor radiación solar:** se utiliza para medir la radiación solar dentro de un rango de longitud de onda.
- **Micro radar:** por medio de ondas electromagnéticas permite determinar la presencia de vapor de agua o agua líquida hasta 3.5 km de altura.
- **Radar hidrometeorológico:** funcionan a través de la transmisión de una señal de radiofrecuencia u ondas electromagnéticas, las cuales se reflejan hacia el radar una vez encuentran gotas de agua y otros hidrometeoros como granizo o nieve, permitiendo medir la intensidad de la precipitación y el lugar de ocurrencia. También pueden permitir hacer seguimiento y estudio de fenómenos severos como huracanes, y algunos tienen la posibilidad de realizar estudios de volumen de la nube, a diferentes cortes o secciones

SENSORES DE MOVIMIENTO EN MASA

- **Geófono:** los geófonos son transductores de desplazamiento, velocidad o aceleración que convierten el movimiento del suelo en una señal eléctrica. Casi todos los geófonos empleados para la prospección sísmica en la superficie terrestre son del tipo electromagnético.
- **Acelerómetro:** un acelerómetro es un dispositivo que mide la vibración o la aceleración del movimiento de una estructura. La fuerza generada por la vibración o el cambio en el movimiento (aceleración) hace que la masa “comprima” el material piezoeléctrico, generando una carga eléctrica que es proporcional a la fuerza ejercida sobre él.
- **Giroscopio:** El giroscopio, o girómetro, es un dispositivo que mide o mantiene el movimiento de rotación. MEMS (sistemas microelectromecá-

nicos) los giroscopios son sensores que permiten medir la velocidad angular y las inclinaciones presentadas.

OTROS EQUIPOS DE MONITOREO

- **Cámaras:** su instalación permite monitorear en tiempo real diversos elementos, dependiendo del uso que se requieran pudiendo ser monitoreo de niveles de cuerpos de agua, columnas de humo, encharcamientos o inundaciones en puntos críticos, entre otros.
- **Cámaras térmicas:** permite monitorear la aparición de focos de calor para detectar incendios forestales.

TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN DE DATA DE LA RED DE SENSORES AUTOMÁTICOS

Para instalar una red de dispositivos en lugares retirados del casco urbano, en sitios rurales o lugares remotos, se deben utilizar tecnologías de transmisión de datos que permitan extraer la información de estos sitios y llevarla hasta la Central de Monitoreo e inclusive subirla a la Nube⁶, lo cual permite monitorear y realizar un seguimiento de manera remota a cada componente del SAT. A continuación, mencionaremos algunas de las tecnologías comúnmente utilizadas en la implementación de Sistemas de Alerta Temprana:

- **Comunicación Satelital:** las señales son transmitidas de forma directa, gracias a la presencia en el espacio de satélites artificiales situados en órbita alrededor de la Tierra. Su ventaja es que necesita poca infraestructura para operar desde cualquier parte del mundo, sin embargo, depende de las condiciones meteorológicas y su costo es bastante elevado.
- **ZigBee:** es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radio-difusión digital de bajo consumo, basada en el

estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal. Se necesita implementar una red de repetidoras y establecer una topología de red para llevar la señal hasta el sitio de monitoreo.

- **LoRaWAN:** es una especificación para redes de baja potencia y área amplia, LPWAN (Low Power Wide Area Network), diseñada específicamente para dispositivos de bajo consumo de alimentación, que operan en redes de alcance local, regional, nacionales o globales.
- **SigFox:** esta red, de la compañía que lleva su nombre, implementa una red que funciona con la tecnología de transmisión UNB –ultra narrow band– y consiste en emplear canales estrechos del espectro para alcanzar grandes distancias con un requerimiento mínimo de energía.
- **Radioenlaces:** este tipo de equipos de telecomunicaciones incluye cualquier interconexión entre terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Típicamente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

La tecnología de telecomunicaciones que generalmente se utiliza en los Sistemas de Alerta Temprana como respaldo a los diferentes canales de comunicación estándar, son equipos en la banda HF (rango de 3 a 30 MHz), banda VHF (de 30 a 300 MHz) y banda UHF (RANGO DE 300 A 462 MHz, exceptuando el rango 452.5 A 459.4 MHz).

CENTRAL DE MONITOREO

La Central de Monitoreo se define como: “el lugar físico donde se encuentran los recursos humanos y técnicos necesarios para la recepción y procesamiento de las diferentes señales que generan los sistemas de alarmas instalados en los puntos críticos a vigilar; y desde donde este, se coordina la respuesta o reacción a las señales recibidas, ac-

6. En términos simples, la “nube” permite almacenar y acceder a datos y programas a través de Internet en lugar del disco duro de un computador convencional.

tivaciones y demás procedimientos que haya lugar para la respuesta a la emergencia”.

El lugar de ubicación debe ser un sitio seguro, provisto con personal 24/7, con la instalación de pantallas donde se pueda realizar un monitoreo en tiempo real de los eventos y verificación continua de las variaciones registradas en los sensores y su posterior análisis.

Se debe contar con canales de comunicación diversos, entre estos de radiofrecuencia para garantizar un canal independiente, teniendo en cuenta que los canales de comunicación convencionales tales como líneas de telefonía fijas, telefonía celular, internet y demás tienden a colapsarse e incluso a afectar con la ocurrencia de eventos de emergencia de gran magnitud.

PARÁMETROS DE DISEÑO Y REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE UN SAT

Teniendo en cuenta que un Sistema de Alerta Temprana se encuentra conformado por diferentes tipos de dispositivos se recomienda tener en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

- Sistema de alimentación autónoma por cada uno de los dispositivos (Energía eólica, solar, o de otro tipo de generación de energía alternativa no convencional).
- Central de monitoreo con procesador de bajo consumo y especificaciones técnicas que permitan un buen desempeño con un mínimo consumo, asegurando su funcionamiento continuo 7/24.
- Ubicación estratégica de las sirenas, de tal manera que el diagrama de propagación sonora cubra la totalidad de la ubicación de la población vulnerable.
- El diseño debe ir acompañado con el organismo de gestión del riesgo de desastres del sector del

ente territorial vulnerable, teniendo en cuenta que los puntos a monitorear y la ubicación de las alarmas debe contar con la participación de las entidades operativas autoridades.

ESTADO DEL ARTE, MODERNIZACIÓN CONTINUA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

La innovación tecnológica se refiere a la creación o mejoramiento de un nuevo producto o servicio. En otras palabras, existe innovación cuando se presenta en el mercado nuevos elementos o, en su defecto, mejoran los ya existentes. Aunque esta innovación suele ir dirigida a la comercialización del producto o servicio también puede relacionarse con los procesos de producción. En definitiva, la innovación tiene que ver con el cambio y/o mejoramiento dentro de un proceso o servicio.

Acorde a lo anterior, los Sistemas de Alerta Temprana se deben mantener en una continua modernización y evolución tecnológica acorde a los avances en los dispositivos comerciales y desarrollos realizados.

• Monitoreo comunitario

Dependiendo del SAT a desarrollar, se podrá incorporar al proceso de monitoreo la participación de la comunidad. Algunas de las acciones que se han desarrollado en los territorios para esta articulación son la instalación de instrumentos artesanales para el monitoreo y conformación de grupos de vigías comunitarios. Las acciones emprendidas por la comunidad deberán siempre estar articuladas con el funcionamiento global del SAT.

4.2.1.3. Difusión de alertas

Este componente agrupa las acciones, instrumentos y herramientas para la comunicación y divulgación de los mensajes de alerta, con suficiente antelación para tomar las medidas necesarias de protección y respuesta.

• Sistema de Torres de Sirenas

Sirena digital: las alarmas comunitarias de tipo sonoro son esenciales en los Sistemas de Alerta Temprana, estas deben estar ubicadas en lugares estratégicos, y de manera previa se debe realizar un diagrama de propagación que cumpla con la normativa vigente frente a los niveles sonoros permitidos, que no afecten el oído humano a las personas que se encuentren ubicadas en los alrededores donde se encuentren instaladas. Es importante considerar y realizar los análisis necesarios para garantizar una adecuada ubicación de las sirenas en las zonas rurales, que permita que sean audibles por los pobladores. Para esto se deben considerar las condiciones topográficas y elementos que puedan obstaculizar la propagación del sonido, así como las condiciones que pueden favorecer la acústica de las sirenas.

Como todos los componentes tecnológicos de un SAT, su alimentación eléctrica debe ser completamente autónoma, independiente de la red eléctrica del sector, ya que en muchas ocasiones estas se ven afectadas por los eventos de emergencia, deben estar dispuestos con seguridad y cumpliendo la normativa eléctrica vigente.

Adicionalmente, según sea el caso y la pertinencia de este, puede considerarse la automatización de la activación de sirenas, en el momento en el que los niveles de los sensores sobrepasen los umbrales establecidos para la activación de una determinada alerta de origen hidrometeorológico. De esta forma, no sería necesario el componente humano para realizar funciones de articulación entre los sistemas de sensores y sirenas; sin embargo, deben realizarse una serie de acciones enfocadas a la validación de las alertas con una confiabilidad del sistema lo suficientemente alta, depurando las lecturas erróneas de los sensores y a su vez, validando la información del sistema de tal manera que no se produzcan falsas alarmas, pues esto repercute negativamente en la confianza o confiabilidad que pueda tener la comunidad alrededor del funcionamiento del SAT.

• Procedimientos para la difusión de alertas

Se debe considerar en el diseño del SAT la necesidad que se tendrá de elaborar procedimientos, instructivos, modelos de mensaje y otros mecanismos necesarios para garantizar que las alertas serán emitidas de manera eficiente y oportuna. Los procedimientos deberán ser armonizados e incluidos en el sistema de gestión de la entidad responsable de la emisión de las alertas, y estos deberán estar debidamente articulados con las estrategias de respuesta a emergencias, planes y/o protocolos.

• Diseminación de las alertas

En la fase de diseño, se deberán considerar los mecanismos que se usarán para hacer extensivos los mensajes de alerta a todos los actores y grupos de interés, como mensajería instantánea, redes sociales, correo electrónico, cadenas de llamadas, radio, televisión, entre otros. Se recomienda elaborar borradores de los mensajes que se usaran para los diferentes estados de alerta, de manera que, en el momento de ser emitidos, se agilice esta acción.

4.2.1.4. Capacidad de respuesta

En lo relativo a la capacidad de respuesta, será necesario desarrollar acciones en torno a los diferentes componentes de la preparación para la respuesta. Es de resaltar, que una preparación efectiva, es la clave para tener una respuesta de calidad, por lo cual es fundamental un trabajo conjunto liderado desde cada uno de los sectores (salud, educación, ambiente, agro, etc.), y con una activa participación comunitaria.

• Organización y coordinación

Para asegurar un adecuado funcionamiento del SAT, es fundamental contar con una adecuada organización de todos los recursos dispuestos para

el SAT, y unos mecanismos de coordinación que permitan establecer claramente roles, responsabilidades, puntos de interacción, líderes y demás aspectos organizacionales. Lo anterior debe contemplarse para todos los niveles de acuerdo con cada SAT, departamental, municipal, comunitario, institucional, etc.

El esquema de organización y coordinación debe verse reflejado en diferentes instrumentos, que van desde la Estrategia Municipal de Respuesta, hasta procedimientos detallados para cada rol.

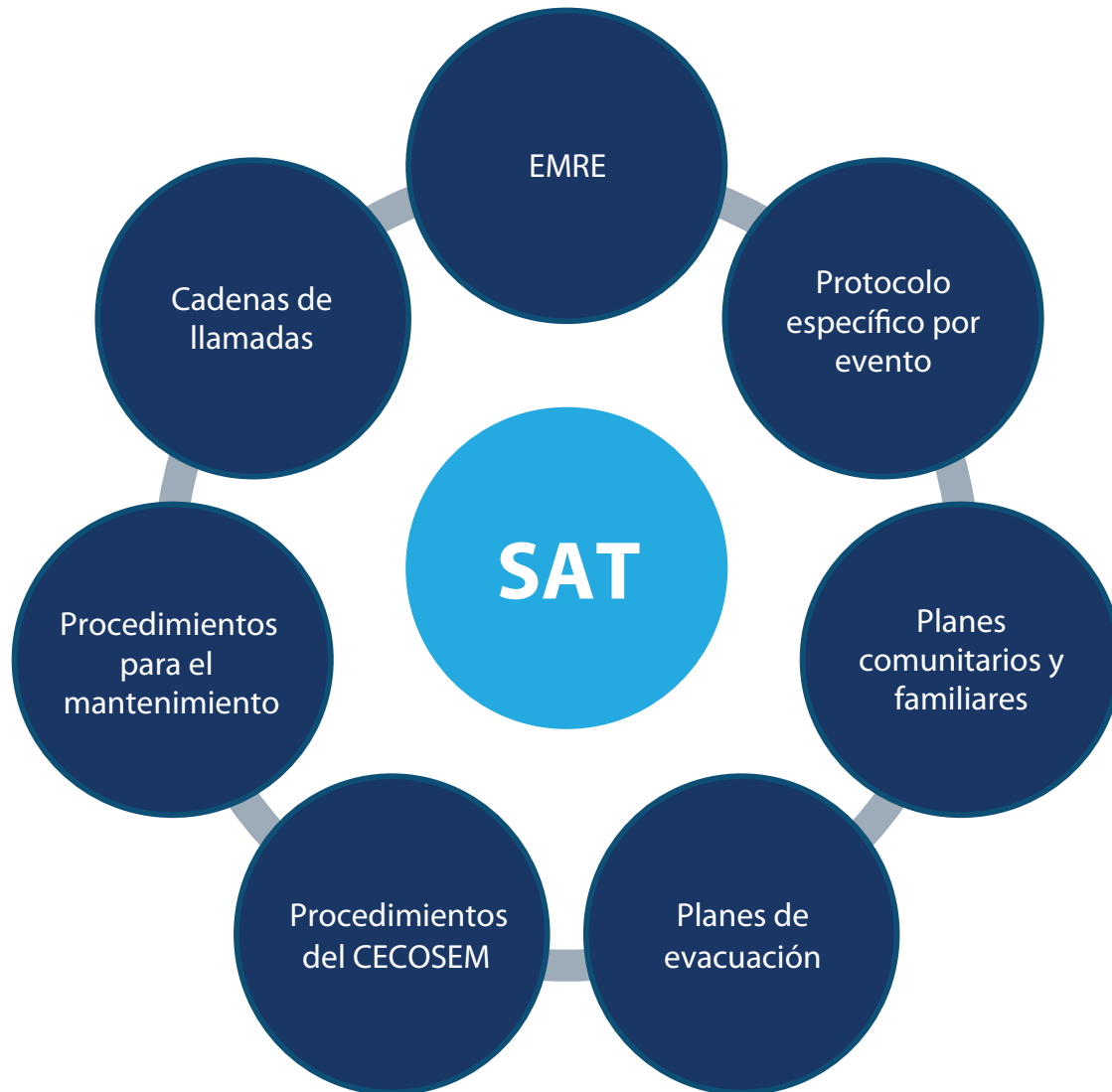


Ilustración 10. Instrumentos de organización y coordinación para el funcionamiento de un SAT.
Fuente. UNGRD. 2020

• Equipamiento y centros de reserva

Como medida de preparación para la respuesta, se debe contemplar el equipamiento necesario en función de las acciones esperadas al activar un estado de alerta a través del SAT. En este sentido, será importante prever elementos como megáfonos, linternas, paletas de señalización, chalecos, radios y otros que se consideren necesarios para poder desarrollar las acciones vitales al recibir una alerta, especialmente la evacuación de emergencia. Sin embargo, ex ante, también será necesario contemplar dentro del equipamiento, la instalación de señalización y demarcación de zonas de riesgo, rutas de evacuación y puntos de encuentro.

También se considera dentro del equipamiento, aquel necesario para garantizar una prestación oportuna de los servicios de respuesta a emergencias contemplados en la EMRE (Salud, búsqueda y rescate, medios de vida, agua y saneamiento, entre otros).

Por su parte, los centros de reserva son los espacios físicos donde se almacenarán los equipamientos, y donde se dará el proceso logístico necesario. Pueden existir varios centros de reserva en un municipio, de acuerdo con las capacidades institucionales y podrán funcionar en red. En tal caso, deberán estar ubicados de manera estratégica garantizando el acceso a los equipos cuando estos sean requeridos. Se deberá contemplar contar con centros de reserva tanto dentro de las zonas de amenaza, como fuera de ellas.

Para la fase de planeación y diseño, se deberán identificar los recursos existentes, realizando inventarios de capacidades con el fin de identificar las necesidades para el fortalecimiento en términos de equipamiento, y también determinar tal vez, necesidades en la redistribución de dichos equipos.

• Capacitación y entrenamiento

Es un componente fundamental, en el cual se deben considerar procesos de capacitación en todos los niveles y para todos los actores. En tal sentido, se deberá realizar un programa de capacitación diferenciado para cada una de las fases del desarrollo del SAT, así, dentro de la fase de planeación y diseño, se hará énfasis en el conocimiento mismo sobre los fenómenos amenazantes y su comportamiento, para que sirva un SAT y cómo funcionan, así mismo, capacitaciones sobre organización comunitaria y autogestión del riesgo.

Dentro del proceso de capacitación, será fundamental realizar talleres con las entidades locales y departamentales, y con los tomadores de decisión, recordando que la base normativa y el buen gobierno son esenciales para la eficiencia de un sistema de alerta.

4.2.2. Implementación

4.2.2.1. Conocimiento y análisis del riesgo

Para la fase de implementación del SAT, las acciones de conocimiento del riesgo estarán dirigidas a sistematizar la información a través de plataformas que permitan una consulta ágil de la misma, visores, portales geográficos, bases de datos y otros en los que los diferentes actores puedan visualizar la información de manera integrada.

Los datos generados por las estaciones hidrometeorológicas deberán ser llevados a la misma plataforma de visualización referida en el anterior ítem.

4.2.2.2. Monitoreo y seguimiento

Será fundamental que, en la implementación del SAT, se realice la adecuación del espacio para el funcionamiento del Centro de Control, Segui-

miento y Monitoreo – CECOSEM 24/7, así como la instalación de los instrumentos de monitoreo, calibración y prueba de estos.

Se deberán ajustar, adoptar y socializar los procedimientos de monitoreo y demás instrumentos para el funcionamiento del CECOSEM.

Para la implementación, será esencial capacitar al personal que realizará el mantenimiento periódico de los equipos. De igual manera, capacitar al personal que operará el CECOSEM, en uso de software, análisis de la información, emisión de alertas, manejo asertivo de la comunicación, resolución de problemas y otros temas que sean relevantes y necesarios para una correcta operación del SAT.

4.2.2.3. Difusión de alertas

Para este componente, durante la fase de implementación, se realizará la instalación de los equipos para emitir y comunicar la alerta como los son las sirenas con sus respectivos sistemas de respaldo de energía, así como la realización de pruebas de estos.

Al realizar pruebas de sirenas, es preciso informar a la comunidad, con el fin de no generar pánico o estados de alerta innecesarios. Los ejercicios de prueba deben ser planificados y socializados con la población y entidades.

Además de los sistemas sonoros de largo alcance como sirenas, también será fundamental articular acciones de difusión y procedimientos para ellos, con emisoras y canales de televisión locales, los cuales pueden ser muy eficientes para zonas rurales apartadas, donde sea difícil la ubicación y alcance de las sirenas. Son medidas complementarias que redundan la difusión de alertas. Así mismo sucede con el establecimiento de cadenas de llamadas comunitarias e institucionales.

Es pertinente, socializar con la comunidad los di-

ferentes mecanismos por los cuales podrán enterarse de los estados de alerta, para que reconozcan los medios oficiales, el tipo de información que recibirán, cómo interpretarla y cómo actuar.

Otros canales podrán ser utilizados para la difusión de alertas, como mensajes de texto, aplicaciones celulares de mensajería instantánea, radio, televisión, correos electrónicos. Para esto es necesario elaborar modelos de boletines y mensajes, plantillas prediseñadas de los mensajes, donde sólo se deban ajustar los datos específicos del fenómeno. Esto facilitará la labor de los operadores del CECOSEM.

Es fundamental elaborar, socializar e implementar los procedimientos para la emisión de alertas y su disseminación. Los procedimientos deben ser adoptados por medio del sistema de gestión documental de la entidad responsable, y deben estar articulados con la Estrategia de Respuesta a Emergencias y protocolos o planes complementarios, así como con los planes familiares, comunitarios e institucionales.

Por último, es importante capacitar a los tomadores de decisión en los procedimientos y actuaciones prioritarias una vez se establece un estado de alerta. Será entonces importante también elaborar borradores de declaratorias de alerta para cada fenómeno, lo anterior amerita que, dentro de los procesos de capacitación, participe personal del área jurídica de alcaldías y gobernaciones. Así mismo, es fundamental capacitar a los equipos de prensa y comunicaciones con el fin de difundir de manera prudente y asertiva la información del evento.

4.2.2.4. Capacidad de respuesta

Teniendo en cuenta los componentes de la preparación para la respuesta vistos en el numeral 4.2.1.3, para la implementación del SAT se desarrollarán las actividades que durante la fase de planificación se hayan identificado. Es así como

para la implementación se deberán desarrollar acciones como:

- Ajustes y socialización de estrategias de respuesta a emergencias, planes, protocolos y procedimientos.
- Redefinición de roles y funciones de ser necesario.
- Distribución y entrega de equipamiento institucional para la respuesta.
- Instalación de señalización de zonas de riesgo, rutas de evacuación y puntos de encuentro.
- Actividades de capacitación para la respuesta, especialmente en temas relacionados con evacuación, primeros auxilios, búsqueda y rescate, medios de vida, asistencia humanitaria y otros servicios de respuesta a emergencias. Es importante realizar capacitaciones para las entidades de respuesta, así como para la comunidad.
- Actividades de capacitación para tomadores de decisión y asesores jurídicos, especialmente en las acciones prioritarias como declaratoria de alerta y orden de evacuación, comunicación en situaciones de crisis, manejo de crisis, declaratorias de calamidad o desastre.

Es muy importante articular todas las acciones, en torno a la Estrategia Municipal de Respuesta a Emergencia, para lo cual se sugiere acoger lo contenido en la *“Guía Metodológica para la Elaboración de Estrategias Territoriales de Respuesta a Emergencias”*, elaborada por la UNGRD en el año 2018. “Las autoridades distritales y municipales formularán y concertarán con sus respectivos consejos de gestión del riesgo, un plan de gestión del riesgo de desastres y una estrategia para la respuesta a emergencias de su respectiva jurisdicción. Artículo 37, ley 1523”.

Es de suma importancia que las comunidades comprendan la amenaza y el riesgo que enfrentan; en esa medida que se asuma en su totalidad la alerta que pueda ser emitida, teniendo claridad frente a las acciones que se deben tomar. La población debe estar muy bien informada sobre las

opciones en cuanto a una conducta segura, las rutas de escape existentes y la mejor forma de evitar daños y pérdidas de bienes, es decir, que las comunidades especialmente en riesgo, entiendan a lo que se pueden llegar a enfrentar y cómo reaccionar ante una posible emergencia.

Al respecto, los programas de educación y preparación desempeñan un papel esencial. Así mismo, es “clave” todo tipo de actividades organizadas por los entes territoriales de gestión del riesgo en función de brindar a la comunidad mayores elementos frente a su actuación ante un posible evento. En ese sentido, es necesario contar con protocolos o procedimientos los cuales deberían ser puestos a prueba a través de algunos ejercicios de simulacro o simulación, para lo cual se sugiere que, para la planeación, diseño, ejecución y evaluación de este tipo de ejercicios, se use la *“Guía Metodológica para el Desarrollo de Simulaciones y Simulacros”* segunda edición 2016.

La coordinación de roles y responsabilidades, unas alianzas estratégicas institucionales, una decidida fuerza y actitud por parte de los entes territoriales de gestión del riesgo, así como unos planes de acción ajustados a la realidad son un punto clave para una alerta temprana efectiva. Asimismo, la conciencia pública y la educación son aspectos críticos de la mitigación de desastres. La falla de cualquier parte del sistema implicará la falla de todo el sistema.

Las alertas son estados declarados que deben comunicar cómo mínimo dos aspectos: la información sobre la evolución de un fenómeno, y las acciones y disposiciones que deben ser asumidas por los Comités para la Gestión del Riesgo de Desastres y comunidades para enfrentar la situación que se prevé.

En relación con los niveles de alertas, cada CM-GRD/CDGRD debe definir en la EMRE/EDRE y protocolos específicos complementarios los niveles de alerta, sus criterios y parámetros para ser declarados, así como los mecanismos para su difu-

sión. Los alcaldes, *“como jefes de la administración local representan al Sistema Nacional en el Distrito y el municipio. El alcalde, como conductor del desarrollo local, es el responsable directo de la implementación de los procesos de gestión del riesgo en el distrito o municipio, incluyendo el conocimiento y la reducción del riesgo y el manejo de desastres en el área de su jurisdicción”* (Artículo 14, Ley 1523 de 2012), lo anterior, en el marco del manejo de desastres, incluye la comunicación y divulgación oportuna de estados de alerta frente a la inminente ocurrencia de un evento peligroso.

4.2.3. Operación

La operación de un SAT supone poner en funcionamiento todos los aspectos, actividades e instrumentos descritos en las fases de planificación y diseño, y de implementación. En esta fase, ya todos los equipos han sido instalados y operan perfectamente, y los procedimientos se encuentran vigentes.

La fase de operación es la que mantendrá a través del tiempo el SAT, para lo cual es fundamental relacionar esta fase, con el elemento transversal de *“Logística y sostenibilidad”*.

La sostenibilidad del sistema de alerta requiere de acciones de mejoramiento continuo, actualización de instrumentos, renovación tecnológica, mantenimiento técnico del equipamiento y capacitación y entrenamiento constante.

Algunas actividades recomendadas durante la fase de operación son:

Conocimiento y análisis del riesgo

- Actualización periódica de los estudios realizados.
- Resocialización permanente de los estudios. Especialmente importante cuando hay cambios sustanciales en el personal de las entidades.
- Actividades periódicas para la apropiación social del conocimiento.

Monitoreo y seguimiento – difusión de alertas

- Mantenimiento de equipos.
- Reposición de elementos dañados o perdidos.
- Renovación tecnológica.
- Capacitación permanente del personal del CE-COSEM, entidades y comunidad.
- Actualización de procedimientos.

Capacidad de respuesta

- Capacitación y entrenamiento
- Realización de simulacros y simulaciones, por lo menos dos veces al año.
- Actualización y resocialización de estrategias de respuesta, protocolos y planes.

Es fundamental calcular los costos anuales de operación del SAT, y generar la estrategia para su sostenimiento a largo plazo. Se deben considerar los costos de las actividades enunciadas, algunos a considerar son:

- Personal
- Mantenimiento de equipos
- Reposición de elementos dañados o perdidos
- Renovación tecnológica
- Actualización de instrumentos de planificación (PMGRD, EMRE, protocolos, planes, procedimientos)
- Capacitación y Simulacros
- Pólizas de seguros
- Arrendamiento de espacios
- Servicio de internet

Por último, es vital mantener a la comunidad activa en el tiempo en función de la operación del SAT. Con el tiempo, y ante la baja ocurrencia de eventos que se podría presentar en algunos casos, el interés puede ir disminuyendo, y tanto comunidad como entidades pueden desconectarse del proceso, lo cual, sin duda puede resultar en que, ante la emisión de una alerta no se reaccione de la manera adecuada.

4.3. Desarrollo de un SAT para fenómenos geológicos

Este título se centra en los SAT para actividad volcánica y tsunami. Es importante recordar que estos dos fenómenos, con relación a la amenaza y a su monitoreo, son vigilados por entidades nacionales, como los son el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la Dirección General Marítima (DIMAR), respectivamente.

Lo anterior indica que los estudios de la amenaza volcánica y por tsunami, así como las redes de monitoreo y centrales de vigilancia 24/7 son administradas y operadas por dichas entidades, es decir que gran parte de los componentes de conocimiento y monitoreo, están bajo su responsabilidad y liderazgo. Esto amerita, que desde las gobernaciones y alcaldías se complemente el funcionamiento del SAT principalmente en los componentes de difusión de la alerta y capacidad de respuesta.

Muchas de las acciones descritas en el capítulo de SAT para fenómenos hidrometeorológicos son aplicables a los SAT por fenómenos geológicos, sin embargo, hay algunas particularidades muy concretas que se deben tener en cuenta para desarrollar un SAT para estos fenómenos, partiendo del conocimiento de los mecanismos nacionales de monitoreo, por lo que en adelante se hará una descripción para cada fenómeno y se presentarán las acciones principales a desarrollar para cada fenómeno.

4.3.1. SAT por actividad volcánica

De conformidad con las disposiciones del Decreto 4131 de 2011, el Servicio Geológico Colombiano (SGC), como instituto científico y técnico, adscrito al Ministerio de Minas y Energía, reconocido por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS (hoy Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación – Minciencia) como centro de investigación (Resolución No.

1057 del 02 de diciembre de 2014), le corresponde investigar eventos de origen geológico generadores de amenazas y evaluar su impacto en el ámbito regional y nacional, así como proponer, evaluar y difundir metodologías de evaluación de amenazas con afectaciones departamentales y municipales.

Es así como el SGC ha implementado una red de tres Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos (en las ciudades de Manizales, Popayán y Pasto), con el fin de monitorear los volcanes considerados como activos del país (Servicio Geológico Colombiano, 2020).

La red de vigilancia telemétrica de los volcanes está conformada por estaciones telemétricas y portátiles, las cuales cuentan con sensores de las distintas áreas del monitoreo (geofísico, geoquímico y geodésico), complementada con repetidoras (equipos de telecomunicaciones) cuyo propósito es transmitir la información desde cada una de las estaciones hasta la sede de cada observatorio.

4.3.2.1. Niveles de actividad volcánica y niveles de alerta

Basados en los resultados de los datos obtenidos en las diferentes disciplinas de monitoreo volcánico, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) ha establecido cuatro niveles para determinar la intensidad de la actividad volcánica.





NIVEL	NÚMERO	ESTADO DE ACTIVIDAD	ESCENARIO POSIBLE	NIVEL DE ALERTA	
	IV	Volcán activo y comportamiento estable	Volcán en un estado base que se caracteriza por periodo de reposo o quietud, puede registrar actividad sísmica, fumarólica u otras manifestaciones de actividad en superficie.	Vigilancia	Hay un peligro mínimo para las poblaciones y las actividades económicas en la zona de influencia del volcán.
	III	Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica	Pueden registrarse fenómenos como enjambres de sismos, algunos de ellos sentidos; cambios morfológicos; ruidos; olores de gases volcánicos, entre otros, que pueden alterar la calidad de vida de las poblaciones en la zona de influencia volcánica.	Preparación	Hay un peligro bajo a moderado para todas las poblaciones que viven en las zonas de influencia del volcán. Si ocurren sismos son magnitudes significativas y las viviendas no están bien construidas, entonces pueden provocar daños. Si hay emisiones de ceniza puede irritar los ojos, la garganta y las vías respiratorias.
	II	Erupción probable en término de días o semanas	Los cambios en la actividad volcánica son más frecuentes y pueden sugerir una erupción o actividad que implique explosiones o expulsión de material volcánico.	Alistamiento	Hay un peligro moderado para las personas que viven cerca de las riberas de los ríos que nacen en el volcán, donde hay amenaza alta por flujos de lodo o lahares.
				Evacuación	Hay un peligro alto para todas las personas que viven cerca al volcán en las zonas de amenaza alta. Para estado de actividad naranja (II) se realizarán la evacuación inmediata de todas las personas que se localicen en zonas de amenaza alta por flujos piroclásticos, avalanchas de escombros, y proyectiles balísticos.
	I	Erupción inminente o en curso	Proceso eruptivo en progreso cuyo clímax se puede alcanzar en horas o evento eruptivo en curso. La fase eruptiva sea explosiva o efusiva puede estar compuesta de varios episodios. El tiempo de preparación y respuesta es muy corto.	Evacuación	Hay un peligro alto para todas las personas que viven cerca al volcán en las zonas de amenaza alta. Para estado de actividad naranja (II) se realizarán la evacuación inmediata de todas las personas que se localicen en zonas de amenaza alta por flujos piroclásticos, avalanchas de escombros, y proyectiles balísticos.

Tabla 2. Niveles de actividad volcánica y de alerta.
Fuente. UNGRD – SGC - OCYT. 2020.

En la actualidad, se encuentran identificados para Colombia los siguientes volcanes activos:



Ilustración 11. Volcanes activos en Colombia.
Fuente: SGC. 2020

Como se ha mencionado, la vigilancia y monitoreo de la actividad volcánica en Colombia, se encuentra bajo el liderazgo del Servicio Geológico Colombiano, no obstante, las gobernaciones y alcaldías son parte fundamental para el funcionamiento del sistema de alerta.

Actualmente el SGC vincula a diferentes actores en el proceso de vigilancia y monitoreo de la actividad volcánica, como a parques nacionales y po-

blación habitante en las zonas de influencia de los volcanes activos. Por lo anterior es fundamental que dichas acciones se encuentren articuladas a través de las estrategias de respuesta a emergencias y protocolos específicos.

Para el adecuado funcionamiento del sistema de alerta por actividad volcánica, se sugiere que las gobernaciones y alcaldías desarrollen acciones así:

FASES DE DESARROLLO DE UN SAT

Planeación y diseño

Implementación

Operación

COMPONENTE TÉCNICO DE CONOCIMIENTO

Construcción de la caracterización del escenario de riesgo por actividad volcánica, en el marco de los planes de gestión del riesgo. El escenario debe contar como mínimo de una descripción y georreferenciación de las zonas de amenaza, con base en el mapa de amenaza elaborado por el SGC, y un inventario detallado de elementos expuestos.

En colaboración con las entidades del SN-GRD, realizar estudios detallados de vulnerabilidad y riesgo.

Socialización de los fenómenos, mapas de amenaza, inventario de elementos expuestos con población e instituciones de los municipios ubicados en el área de influencia del volcán.

Actualización periódica de los estudios realizados.

Resocialización permanente de los estudios. Especialmente importante cuando hay cambios sustanciales en el personal de las entidades.

Actividades periódicas para la apropiación social del conocimiento. Importante mantener el interés de la población a través del tiempo.

COMPONENTE TÉCNICO DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Articular con el SGC, a través del protocolo específico, las acciones de apoyo para el monitoreo comunitario. Este monitoreo se enfoca a reporte de sismos sentidos, observación de fumarolas, reporte de caída de cenizas o percepción de olores como azufre, en el aire o cuerpos de agua que nacen en el volcán, deshielos, entre otros.

Identificación de redes de monitoreo necesarias y/o fortalecimiento de las ya existentes.

Instalación y prueba de los instrumentos necesarios para el funcionamiento de la red de monitoreo y vigilancia.

Socialización con población e instituciones de los municipios ubicados en el área de influencia del volcán de la red y su funcionamiento.

Capacitación a técnicos y demás personal necesario, sobre la operación de los equipos y mantenimiento básico.

Mantenimiento de equipos.

Reposición de elementos dañados o perdidos.

Actualización tecnológica.

Capacitación permanente del personal del CECOSEM, entidades y comunidad.

Actualización de procedimientos.

COMPONENTE TÉCNICO DE DIFUSIÓN DE ALERTAS

Determinar los canales y medios disponibles y necesarios para la difusión de alertas. Será pertinente evaluar la disponibilidad de redes de radiocomunicación VHF y UHF, internet, telefonía celular. Así también, revisar disponibilidad y alcance de emisoras de radio y canales de televisión. Es importante evaluar la disponibilidad y necesidades para las zonas urbanas y rural que se encuentren en las zonas de amenaza por actividad volcánica.

Elaboración de procedimientos para la emisión y difusión de alertas. Incluir borradores de decretos para las declaratorias de alerta.

Socialización y capacitación sobre procedimientos para la emisión y difusión de alertas.

Resocializar periódicamente los niveles de actividad del volcán y los estados de alerta, con comunidad y entidades locales.

Verificar de manera permanente el funcionamiento de los medios para informar de una alerta volcánica. Realizar pruebas y simulacros.

Fortalecer de manera permanente los medios para difundir alertas, incluyendo emisoras comunitarias y otros canales locales.

FASES DE DESARROLLO DE UN SAT

Planeación y diseño

Implementación

Operación

COMPONENTE TÉCNICO DE CAPACIDAD DE RESPUESTA

<p>Priorización de acciones de preparación para la respuesta a emergencias en el plan de gestión del riesgo.</p> <p>Construcción e implementación del protocolo de respuesta por actividad volcánica de manera complementaria a la Estrategia de Respuesta a Emergencias, el cual incluya un capítulo de monitoreo y alerta, recordando que es responsabilidad de los gobernadores y alcaldes la declaratoria de estados de alerta. El protocolo debe contemplar todas las acciones y procedimientos para la emisión de alertas y los mecanismos para la difusión de estas.</p> <p>Los sistemas que se conciben desde el nivel departamental deberán contemplar los diferentes fenómenos amenazantes para cada municipio, unos podrán ser afectados por lahares, otros por caída de piroclastos, por lahares, o por todos. Es fundamental la diferenciación para cada municipio, y así mismo ajustar sus instrumentos de planificación para la respuesta a emergencias.</p>	<p>Elaboración de un programa de capacitación y simulacros, anual.</p>	<p>Capacitación permanente a grupos de respuesta, entidades locales y comunidades.</p> <p>Actualización y resocialización de estrategias de respuesta, protocolos y planes.</p> <p>Realización de simulacros, por lo menos dos veces al año.</p>
---	--	--

Tabla 3. Consideraciones para un sistema de alerta por actividad volcánica territorial
Fuente: UNGRD. 2020

4.3.2. SAT para tsunami

Un Tsunami, es un término japonés que significa ola (“nami”) en puerto (“tsu”), y se refiere a una serie de ondas de longitud y período sumamente largos, normalmente generados por perturbaciones asociadas con terremotos que ocurren bajo el fondo oceánico o cerca de él. Así mismo, las erupciones volcánicas, los deslizamientos de tierra submarinos, los derrumbes costeros de montañas, y el impacto en el mar de un meteorito de gran tamaño, también pueden dar origen a la generación de un tsunami. Estas ondas pueden alcanzar grandes dimensiones y viajar por toda la

cuenca oceánica perdiendo poca energía. Al acercarse a aguas someras (de poca profundidad), las ondas de tsunami se amplifican y aumentan en altura, inundando áreas bajas; y donde la topografía submarina local provoca amplificación extrema de las olas, éstas pueden romper y causar daños importantes.

Un tsunami es un evento de alto potencial destructivo que puede traer consecuencias devastadoras para las poblaciones costeras vulnerables a este fenómeno.

Colombia se encuentra expuesta a amenaza de tsunami en sus dos costas. El litoral pacífico tiene una amenaza por tsunami mayor a la del Caribe, debido a la interacción directa de la placa litosférica de Nazca, la cual se subduce⁷ a la placa suramericana. Por su parte, el Caribe tiene una amenaza menor por tsunami debido a que las placas tectónicas de esta región no se subducen entre sí, sin embargo, las pérdidas por tsunami podrían ser mayores en la costa Caribe por su concentración de población e infraestructura.

Los departamentos expuestos son Nariño, Cauca, Valle del Cauca y Chocó, en el Pacífico, y La Guajira, Bolívar, Atlántico, Magdalena, Sucre, Córdoba, Antioquia, Chocó, y San Andrés y Providencia en el Caribe (UNGRD, 2018).

Los tsunamis se clasifican según su origen en:

Tsunami local

proveniente de una fuente cercana con efectos destructivos en costas situadas a una distancia inferior a 200 kilómetros del origen, o a menos de una hora de viaje de la onda del tsunami hasta la costa.

Tsunami Regional

capaz de causar efectos en una región geográfica, normalmente situada a 1.000 kilómetros como máximo de su fuente, en zonas situadas de 1 a 3 horas de tiempo de viaje de las ondas del tsunami hasta la costa.

Tsunami de campo lejano

tsunami originado por una fuente distante, generalmente a más de 1.000 kilómetros o más de 3 horas de tiempo de viaje de las ondas de tsunami desde su origen hasta la costa. Sus ondas siguen viajando por la cuenca del océano con energía suficiente para causar más víctimas y destrucción en costas ubicadas a más de 1.000 kilómetros de la fuente.

Para el monitoreo y predicción de tsunami, Colombia cuenta con el Sistema Nacional de Detección y Alerta de Tsunami (SNDAT), liderado por la DIMAR como punto focal internacional de alerta por este fenómeno. En el SNDAT participan también el IDEAM para suministro de información complementaria mareográfica, y el SGC quienes suministran la información sísmica, tanto nacional como internacional, con cual se activa el **Protocolo de Detección y Alerta de Tsunami**. Dado lo anterior, la predicción de tsunami en Colombia depende de la información sísmica, lo cual precisa aclarar que el país no cuenta con sistemas de predicción de tsunami originados por deslizamientos o actividad volcánica submarina, caída de meteoritos u otras causas no sismológicas.

El Protocolo Nacional de Detección y Alerta de Tsunami, se encuentra disponible para su consulta en el Centro de Documentación e información de Gestión del Riesgo de Desastres a través de la web <http://cedir.gestiondelriesgo.gov.co/>, se toman del protocolo, los niveles de alerta allí contemplados:

ESTADO	ARACTERÍSTICAS GENERALES	CCIONES REQUERIDAS
INFORMATIVO	Sismo que no requiere ninguna acción preventiva por parte del SNGRD.	Divulgar información sobre la no existencia de peligro al SNDAT, SNGRD y comunidad en general.

7. Subducción: es cuando dos placas chocan, por tener movimientos con direcciones opuestas, la más densa se hunde debajo de la menos densa a lo largo de lo que se conoce como zona de subducción. (Servicio Geológico Mexicano, 2020)




VIGILANCIA	Sismo de origen regional o lejano que está siendo evaluado con el fin de determinar si existe peligro o no para las costas colombianas.	Divulgar información al SNDAT, SNGRD y comunidad en general indicando que la evaluación del evento se encuentra en curso. Se debe esperar un nuevo boletín.
ADVERTENCIA	Sismo de origen local, regional o lejano capaz de producir corrientes fuertes u olas de tsunami que constituyan un peligro para las personas que se encuentren en el mar o cerca a la costa.	Divulgar información al SNDAT, SNGRD y comunidad en general indicando la probabilidad que se generen corrientes fuertes u olas de tsunami que constituyan un peligro para las personas que se encuentren en el mar o cerca a la costa (un tsunami de menor altura). ORDENAR EL CIERRE TOTAL Y EVACUACIÓN DE PLAYAS, MALECONES Y ZONAS DE BAJAMAR HACIA SITIOS DE MENOR EXPOSICIÓN (ZONAS ALTAS Y/O ALEJADAS DE LA COSTA). PROHIBICIÓN DEL TRÁFICO MARÍTIMO, ACTIVIDADES EN EL MAR Y MEDIDAS ESPECÍFICAS EN PUERTOS, MUELLES, EMBARCADEROS. Activación de Sala de Crisis Nacional. Cada entidad del SNDAT garantizará la disponibilidad en sus sedes de un enlace permanente con la Sala de Crisis Nacional.
ALERTA	Se declara cuando se espera o es inminente la ocurrencia de un tsunami acompañado de inundaciones fuertes y generalizadas.	Divulgar información al SNDAT, SNGRD y comunidad en general indicando la alta probabilidad de que se genere un Tsunami para las costas colombianas. ORDENAR LA EVACUACIÓN DE LAS ZONAS QUE PODRÍAN SER AFECTADAS HACIA SITIOS DE MENOR EXPOSICIÓN, PROHIBICIÓN DE ACTIVIDADES EN EL MAR, CIERRE TOTAL DE PLAYAS, MALECONES Y ZONAS DE BAJAMAR MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA EL TRÁFICO MARÍTIMO, PUERTOS, MUELLES Y EMBARCADEROS. Activación de Sala de Crisis Nacional. Cada entidad del SNDAT garantizará la disponibilidad en sus sedes de un enlace permanente con la Sala de Crisis Nacional.
CANCELACIÓN	Se declara cuando, según evaluación del CNAT, se determine que NO arribarán más olas de tsunami. Se genera posterior a los estados de ADVERTENCIA o ALERTA.	Informar a las autoridades que NO arribarán más olas de tsunami. Las órdenes de precaución y evacuación que se hayan impartido deben mantenerse hasta que las autoridades así lo indiquen.


Ilustración 12. Niveles de alerta por tsunami.

Fuente. Protocolo Nacional de Detección y Alerta de Tsunami. SNGRD. 2018.

****NOTA IMPORTANTE: ¡Los estados no son consecutivos! Corresponden a la evaluación técnica del evento realizada por el CNAT y dependen de las características del evento.**

Es importante resaltar, que los tsunamis de origen local producidos por un sismo, generan señales que las personas pueden percibir. Estas señales, se agrupan en el sistema conocido como “Alerta personal”:

	SENTIR Un sismo fuerte que dificulta a las personas permanecer en pie o caminar.
	OBSERVAR Un aumento o retroceso repentino del nivel del mar.
	ESCUCHAR Un ruido extraño, fuerte e inusual que viene del mar.



Si percibe cualquiera de las señales anteriores, las personas que habitan municipios costeros no deben esperar una orden oficial de evacuación, se deben dirigir de inmediato a los puntos de encuentro o zonas de menos exposición (zonas altas y/o alejadas de la costa).

Ilustración 13. Sistema de alerta personal para tsunami.
Fuente. SNGRD. 2020

Para el adecuado funcionamiento del sistema de alerta por tsunami, y su integración adecuada en los territorios, las gobernaciones y alcaldías podrán desarrollar acciones en torno a:

FASES DE DESARROLLO DE UN SAT		
Planeación y diseño	Implementación	Operación
COMPONENTE TÉCNICO DE CONOCIMIENTO		
<p>Construcción de la caracterización del escenario de riesgo por tsunami, teniendo en cuenta su origen: local, regional o lejano, recordando que, en el caso de tsunami local, el escenario de daños será una combinación del escenario por tsunami y de sismo.</p> <p>El escenario podrá hacerse en el marco de los planes de gestión del riesgo, o como un estudio técnico especializado. El escenario debe contar como mínimo de una descripción y georreferenciación de las zonas susceptibles de inundación por tsunami, y un inventario detallado de elementos expuestos.</p> <p>En colaboración con las entidades del SNGRD, realizar estudios detallados de vulnerabilidad y riesgo.</p>	<p>Socialización de los fenómenos, mapas de amenaza, inventario de elementos expuestos con población e instituciones de los municipios ubicados en zona de amenaza por tsunami. Es importante recordar que esta labor se debe hacer no solo con comunidades costeras, sino aquellas que se encuentran asentadas sobre o cerca de las riveras de ríos y esteros que desembocan en el mar. De hecho, muchas de las cabeceras municipales en la costa pacífica colombiana, se encuentran aguas arriba, y no sobre la costa.</p>	<p>Actualización periódica de los estudios realizados.</p> <p>Resocialización permanente de los estudios. Especialmente importante cuando hay cambios sustanciales en el personal de las entidades.</p> <p>Actividades periódicas para la apropiación social del conocimiento. Importante mantener el interés de la población a través del tiempo.</p>
COMPONENTE TÉCNICO DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO		

FASES DE DESARROLLO DE UN SAT

Planeación y diseño	Implementación	Operación
<p>Articular con la DIMAR, gobernaciones y municipios, a través del protocolo específico, las acciones de apoyo para el monitoreo comunitario. Este monitoreo se enfoca en el reporte de sismos sentidos, comportamiento de marea y comportamiento de ríos y esteros.</p> <p>Identificación de redes de monitoreo necesarias y/o fortalecimiento de las ya existentes.</p>	<p>Socialización con población e instituciones sobre el funcionamiento del sistema de alerta, cómo suena y cómo se debe actuar.</p> <p>Cobra especial relevancia, el sistema de alerta personal, el cual todos los pobladores deben conocer.</p>	<p>Capacitación permanente del personal del CECOSEM, entidades y comunidad.</p> <p>Actualización de procedimientos y protocolos.</p>

COMPONENTE TÉCNICO DE DIFUSIÓN DE ALERTAS

<p>Determinar los canales y medios disponibles y necesarios para la difusión de alertas. Será pertinente evaluar la disponibilidad de redes de radiocomunicación VHF y UHF, internet, telefonía celular. Así también, revisar disponibilidad y alcance de emisoras de radio y canales de televisión. Es importante evaluar la disponibilidad y necesidades para las zonas urbanas y rural que se encuentren en las zonas de amenaza por tsunami.</p> <p>Elaboración de procedimientos para la emisión y difusión de alertas. Incluir borradores de decretos para las declaratorias de alerta.</p>	<p>Socialización y capacitación sobre procedimientos para la emisión y difusión de alertas.</p> <p>Instalación de sirenas y otros medios para difusión de alertas.</p> <p>Integración con emisoras y otros medios locales para la difusión de alertas. Elaboración de procedimientos para tal fin.</p>	<p>Socializar periódicamente los niveles de actividad del volcán y los estados de alerta, con comunidad y entidades locales.</p> <p>Verificar de manera permanente el funcionamiento de los medios para informar de una alerta por tsunami. Realizar pruebas y simulacros.</p> <p>Fortalecer de manera permanente los medios para difundir alertas, incluyendo emisoras comunitarias y otros canales locales.</p>
---	--	---

COMPONENTE TÉCNICO DE CAPACIDAD DE RESPUESTA



5

CONSIDERACIONES FINALES

- La severidad y frecuencia de las emergencias y los desastres asociados a eventos de origen hidrometeorológico se incrementan en la medida que los efectos del cambio climático son más notorios y significativos, y que la población continúa en aumento. Dicha situación se ve agravada por una mayor densidad poblacional en áreas vulnerables, sumado a una degradación de los ecosistemas y del medio ambiente en general.
- Colombia ha sido pionera en América Latina en el desarrollo de una visión más integral frente al tratamiento de los riesgos y desastres, permitiendo una disminución de las pérdidas de vidas; sin embargo, los daños en la propiedad, la infraestructura y los medios de subsistencia siguen en aumento y evidencian que los desastres no son eventos de la naturaleza, sino el resultado de la construcción social del riesgo a través de la aplicación de modelos inapropiados de desarrollo, que no consideran la relación sociedad-naturaleza.
- El territorio colombiano está constituido por una amplia diversidad geológica, geomorfológica, hidrológica y climática, la cual se expresa en un conjunto de fenómenos que representan una potencial amenaza para el desarrollo social y económico del País. El crecimiento de la población y de los bienes localizados en áreas expuestas a fenómenos hidrometeorológicos son factores determinantes en el aumento del riesgo. No todos los riesgos existentes se materializan en pérdidas o desastres; sin embargo, cuando se presentan, se asumen como un indicador del comportamiento de los riesgos por fenómenos socio naturales frecuentes (Ibidem).
- Dada estas situaciones relacionadas con la complejidad física, socioeconómica y cultural, es en cierta forma difícil agrupar en una sola guía, una completa solución como Sistema de Alerta Temprana. No obstante, con base en las lecciones aprendidas desde lo nacional hasta escenarios más regionales, así como un mayor conocimiento frente a las condiciones cambiantes de tiempo y clima en nuestro territorio, se ha tratado de agrupar al máximo, las acciones que integran un SAT multiamenaza por fenómenos de origen hidrometeorológico.
- En relación con la implementación de un SAT, teniendo en cuenta algunos eventos extremos asociados a fenómenos de variabilidad climática como los efectos de las Ondas MJO y de los fenómenos El Niño/ La Niña, en las escalas de la variabilidad climática intraestacional e interanual, respectivamente, será importante realizar algunos análisis que permitan definir posibles relaciones entre el comportamiento de la precipitación y las fases en las que se pueda encontrar cualquiera de los sistemas referidos.
- En ese mismo sentido, será fundamental establecer históricamente lo sucedido en las zonas de amenaza y riesgo, no solo en términos de déficit o de exceso de lluvia ante cierto fenómeno meteorológico o climático, sino a su vez en relación con eventos extremos de lluvia y la ocurrencia de alguna situación adversa o emergencia.
- Pero adicional a lo anteriormente mencionado, para la mejora en la predicción de las alertas, es necesario llegar a un mejor detalle de la cartografía que soporta la susceptibilidad a un determinado evento; de igual forma, frente a la instrumentación que debe complementar lo existente haciendo énfasis en la necesidad de contar con datos en tiempo real. Y claro, debe garantizarse una difusión masiva de las alertas, a partir de alarmas sonoras y/o visuales que, en un momento dado, pueden activarse de forma automática cuando se alcanza o se supera un umbral preestablecido. Es por ello, que debe dársele preponderancia a la tecnología, sin que esto implique que sea un obstáculo rotundo para dar los primeros pasos en la implementación del SAT.
- Los desastres amenazan especialmente al segmento de la población que es más vulnerable,

- en gran parte porque son altamente sensibles a los peligros y tienen capacidades limitadas para hacer frente a los impactos resultantes. Por ello, en el contexto de la información emitida desde un Centro de Control, Seguimiento y Monitoreo, será fundamental la mejora progresiva en el lenguaje y terminología utilizada para llegar de forma clara y efectiva a diferentes niveles de usuario. En esa misma vía, es fundamental el empoderamiento de la población en función del SAT, a partir de escenarios de educación y socialización que permitan establecer un mayor acercamiento al conocimiento y a la función misma o rol de cada individuo en el funcionamiento del SAT.
- Por lo anterior, es indispensable la unificación de criterios por parte de todas las entidades al interior del Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), y en lo posible, de autoridades ambientales involucradas de una u otra forma en el proceso de implementación de un Sistema de Alertas Tempranas, para lo cual deben crearse los medios y canales de difusión que aseguren el resultado de esta tarea. A partir de allí, se tendrán más elementos que apunten a la correcta socialización de los roles y funciones de todos los actores alrededor del SAT, incluyendo lógicamente a la comunidad.
 - Es probable que, ante la falta de información, se pueda considerar como imposible la implementación de un SAT, sin embargo, más allá de que su eficiencia y oportunidad, pueden ir muy de la mano de los recursos, infraestructura y organización con la que se cuente para iniciar el desarrollo de un SAT.
 - La eficiencia y oportunidad de un SAT están ligadas con los recursos, infraestructura, organización y demás con la que se cuente; por lo anterior, es probable que ante la falta de información, se pueda considerar como un imposible la implementación de un SAT, sin embargo, siempre será preferible y conveniente organizarse en comunidad y fijar algunas tareas, actividades y alcances que vayan en función de una implementación del SAT, que progresivamente dé lugar a mejores herramientas y elementos inherentes al sistema, es decir, que la recomendación siempre será empezar con ésta tarea que es definitiva para salvaguardar vidas.
 - Se pueden presentar una serie de problemáticas en los Sistemas de Alerta Temprana, asociados a falsas alertas (dadas o no por los encargados de emitir las), lo que en un momento dado podría generar desconfianza y una disminución de la credibilidad frente al riesgo mismo; de igual forma, por diversos motivos y situaciones se puede llegar a tener múltiples fuentes de información y/o discrepancia de las fuentes de información, lo cual ocasiona confusión entre la población.
 - Para el caso de SAT por actividad volcánica y tsunami, es aconsejable solicitar asistencia técnica a la UNGRD, SGC y DIMAR, según sea el caso.
 - Se sugiere que se implementen Sistemas de Alerta Temprana mixtos, descritos en el numeral 2.4.2, ya que estos favorecen la participación ciudadana en la gestión del riesgo de desastres, promueven la apropiación social del conocimiento y fomentan la organización y planificación comunitarias, además de generar una dinámica de corresponsabilidad frente a la gestión de sus propios riesgos.



6

ANEXOS

FASES DE DESARROLLO DE UN SAT		
Planeación y diseño	Implementación	Operación
<p>Priorización de acciones de preparación para la respuesta a emergencias en el plan de gestión del riesgo.</p> <p>Construcción e implementación del protocolo de respuesta por tsunami de manera complementaria a la Estrategia de Respuesta a Emergencias, el cual incluya un capítulo de monitoreo y alerta, recordando que es responsabilidad de los gobernadores y alcaldes la declaratoria de estados de alerta, así como la responsabilidad de activar la alerta personal por tsunami local. El protocolo debe contemplar todas las acciones y procedimientos para la emisión de alertas y los mecanismos para la difusión de estas.</p>	<p>Elaboración de un programa de capacitación y simulacros, anual.</p>	<p>Capacitación permanente a grupos de respuesta, entidades locales y comunidades.</p> <p>Actualización y socialización de estrategias de respuesta, protocolos y planes.</p> <p>Realización de simulacros, por lo menos dos veces al año.</p>

Tabla 4. Consideraciones para un sistema de alerta por tsunami.
Fuente. UNGRD. 202

6.1 Procedimientos mínimos para funcionamiento de un CECOSEM

De acuerdo con las particularidades de cada SAT y los manuales de procedimientos de cada entidad, los procedimientos serán muy específicos. Es importante precisar que para cada componente del SAT deberán existir procedimientos estandarizados, con especial atención en las tareas críticas como análisis de datos recientes, análisis en tiempo real, verificación de umbrales, decisión para establecer niveles de alerta y difusión de la alerta, cada una de las anteriores actividades, amerita procedimientos específicos ajustados al contexto del SAT, de las entidades y de la EMRE / EDRE.

Debido a lo anterior y a manera de orientación, se plantea un procedimiento general para el funcionamiento de un CECOSEM:

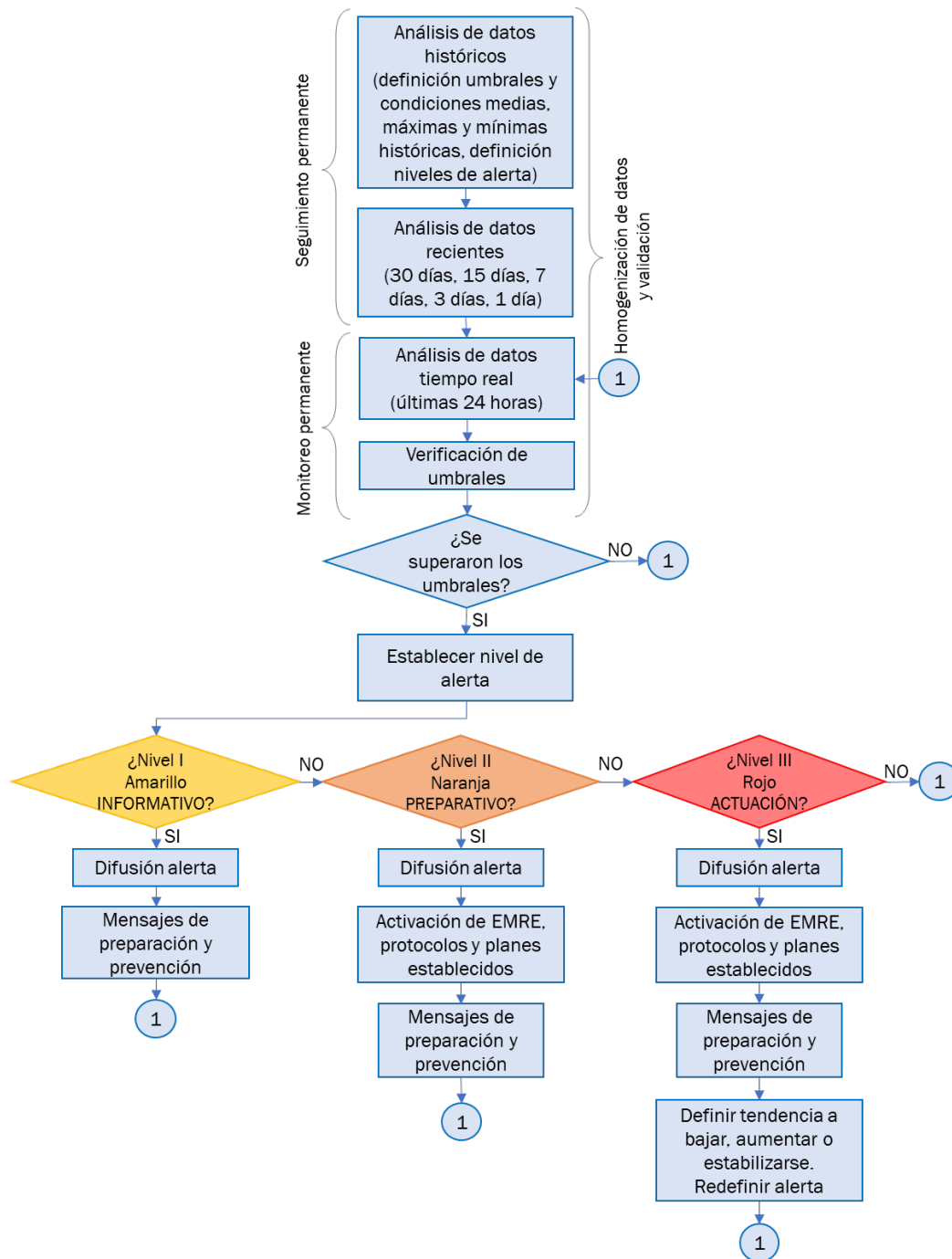


Ilustración 14. Ejemplo de procedimiento general de funcionamiento de un CECOSEM.
Fuente. UNGRD. 2020.

6.2 Enlaces de acceso a sistemas de alerta y redes de monitoreo en Colombia

• Nacionales

IDEAM – Pronósticos y Alertas

<http://www.ideam.gov.co/web/pronosticos-y-alertas>

DIMAR – Red de medición de parámetros oceanográficos y Meteorología Marina

<https://dimar.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/48d2c76148af428789abae6b3a-8789de>

CIOH – oceanografía operacional

<https://www.cioh.org.co/meteorologia/index.php>

SGC – Monitoreo de actividad volcánica

<https://www.sgc.gov.co/volcanes>

• Territoriales

SIATA – Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá

https://siata.gov.co/siata_nuevo/index.php/mapa

SAB – Sistema de Alerta de Bogotá

<https://www.sire.gov.co/web/sab>

SATC - Sistema de Alerta Temprana Climatológica de Norte de Santander

<https://www.satcnortedesantander.gov.co/geoportal.php> y a través de la aplicación para móviles "SATC Norte de Santander"



7

BIBLIOGRAFÍA

- AIS. (2010). NSR - 10.
- Comunidad Andina. (2018). GLOSARIO DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES PARA LOS PAÍSES MIEMBROS DE LA COMUNIDAD ANDINA. Obtenido de <http://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2018619133838Glosario-GestionDeRiesgoSGCA.pdf>
- Cruden. (1991). A simple definition of a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology - Bulletin de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur.
- DNP Y OTROS. (2012). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Glosario. Obtenido de <https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Documents/Parties/Colombia%20NAP%20Spanish.pdf>
- Grupo multinacional de Estándares para Movimientos en Masa (gemma) . (2007). Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas.
- Hungr, e. a. (2001). A review of the classification of the landslides of the flow type. Environmental and Engineering Geoscience, 221–238.
- IDEAM. (2005). Atlas climatológico de Colombia, 219. (IDEAM, Ed.) Bogotá, D. C, Colombia.
- IDEAM. (Marzo de 2015). Estudio Nacional del Agua ENA 2014. (IDEAM, Ed.) Bogotá, D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.
- IPCC. (2013). The Physical Science Basis. Summary for Policymakers, Technical Summary and Frequently Asked Questions. Glossary. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ISO/IEC. (2009). ISO GUIDE 73:2009. Frequency
- 3.6.1.5. Risk Management Vocabulary. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:guide:73:ed-1:v1:en>
- Lavell, A. (2007). Apuntes para una reflexión institucional en países de la Subregión Andina sobre el enfoque de la Gestión del Riesgo. Perú: Predecan.
- Ley 1523 de 2012. (s.f.). Bogotá, Colombia: Diario Oficial de la República de Colombia. 24 de abril de 2012.
- Ley 388 de 1997. (s.f.). Bogotá: Diario Oficial de la República de Colombia. 18 de Julio de 1997.
- MADS. (2012). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Marco conceptual y lineamientos. Bogotá: Ministerio de Medio ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Méndez. (2011). Enfoque de adaptación al cambio climático basado en comunidades. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Méndez, O. (2011). Enfoque de adaptación al cambio climático basado en comunidades. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Ocharán, J. (2007). Sistemas de Alerta Temprana. Fotografía actual y retos futuros. Cuadernos Internacionales de Tecnología para el Desarrollo Humano.
- OMM. (1992). Vocabulario meteorológico internacional. Ginebra : Organización Meteorológica Mundial OMM - No. 182.
- OMM. (2018). Multi-hazard Early Warning Systems: A Checklist. World Meteorological Organization.
- OSSO & LA RED. (2009). Guía metodológica Versión 8.1.9. DesInventar.

- SGC. (2017). Las amenazas por movimientos en masa de Colombia una visión a escala 1:100.000. Servicio Geológico Colombiano. Obtenido de <https://n9.cl/nu9e>
- SGC. (2020). Boletín de sismos, Volumen 28 N° 3.
- UNDRR. (Junio de 2001). Marco de Acción para la Implementación de la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (EIRD). Obtenido de <https://eird.org/esp/acerca-eird/marco-accion-esp.htm>
- UNGA. (2016). Recommendations of the Open-ended Intergovernmental Expert Working Group on Indicators and Terminology relating to Disaster Risk Reduction. Geneva (Original en Inglés): United Nations General Assembly.
- UNGRD – Universidad Javeriana. (2018). Instructivo de capacitación respecto al sistema de alerta temprana para avenidas torrenciales y crecientes súbitas en las microcuencas de los ríos Mulato, Sangoyaco y quebradas Taruca y Taruquita del municipio de Mocoa. Obtenido de https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/27207/Productos_Mocoa13_Instructivo_SAT.pdf?sequence=13&isAllowed=y
- UNGRD. (2016). Guía para la elaboración de planes de evacuación. Bogotá: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- UNGRD. (2016). Guía para la Implementación de Sistemas de alerta temprana. Bogotá D.C.: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- UNGRD. (2016-1). Guía metodológica para el desarrollo de simulaciones y simulacros. Bogotá: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- UNGRD. (2017). Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes. Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo SNGRD. Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómeno. Bogotá D.C.: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- UNGRD. (2018). Atlas de riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes. Bogotá.
- UNISDR. (2006). Basics of early warning. Platform for the Promotion of Early Warning. Obtenido de <https://www.unisdr.org/2006/ppew/whats-ew/basics-ew.htm>
- UNISDR. (2009). Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas. Terminología sobre reducción del riesgo de desastre. Obtenido de https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- UNISDR. (2017). Multi-hazard Early Warning Systems: A Checklist. Platform for the Promotion of Early Warning. Obtenido de <https://reliefweb.int/report/world/multi-hazard-early-warning-systems-checklist>
- Yamin. L. E.; Ghesquiere, F.; Cardona, O. D.; Ordaz, M. G. (2013). Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre: el caso de Bogotá, Colombia. Bogotá: Banco Mundial, Universidad de los Andes.



LA PREVENCIÓN ES DE **TODOS**

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
Av. Calle 26 No. 92-32, Edificio Gold 4 - piso 2
Línea gratuita de atención: 01 8000 11 32 00
PBX: (57 1) 5529696
Bogotá D.C. - Colombia
www.gestiondelriesgo.gov.co



Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres