



CARTILLA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA POR INUNDACIONES 2014

Carlos Iván Márquez Pérez
**Director Unidad Nacional Para la Gestión del Riesgo
de Desastres – UNGRD**

Pilar del Rocio García
Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Julio González
Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Renny Balanta Murcia
**Contratista Subdirección para el Conocimiento del
Riesgo - UNGRD**
**Ingeniero Civil , Magister en Ingeniería Recursos
Hidráulicos**

Bogotá D.C. Colombia
2014

Contenido

1. CONCEPTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTAS TEMPRANAS FRENTE A INUNDACIONES.

2. SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA TEMPRANA FRENTE A INUNDACIONES.

3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

4. ALERTAS Y ACCIONES A TOMAR POR LA COMUNIDAD.

BIBLIOGRAFÍA



Presentación

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 4147 de 2011, es función de la Subdirección de Conocimiento, entre otras, promover y fortalecer el desarrollo de instrumentos de monitoreo del riesgo de desastres a través de las diferentes entidades técnicas del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres - SNPAD. El diseño e implementación de sistemas de alertas tempranas se considera como una medida posible a implementar con el fin de disminuir los impactos que puede presentar un evento de inundación.

Atendiendo la necesidad de crear instrumentos de monitoreo del riesgo de desastres a través de las diferentes entidades técnicas del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres –SNPAD, así como la necesidad de estudiar el comportamiento de inundaciones en la cuencas colombianas y las amenazas asociadas a la población, se desarrolla esta cartilla que contiene el diseño de una metodología para el monitoreo comunitario y alerta por inundaciones.



1 CONCEPTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTAS TEMPRANAS FRENTE A INUNDACIONES

EL CICLO HIDROLÓGICO

El ciclo del agua explica como el agua se mueve a través de nuestro planeta. De manera resumida, aunque este no tiene inicio ni final, se puede decir que el proceso comienza con el calentamiento del agua almacenada en ríos, embalse, océanos, etc., generando su evaporación hacia la atmósfera como vapor de agua. Dado que las capas superiores de la atmósfera dado el cambio de temperatura del aire, el vapor de agua se condensa, formando las nubes. Las corrientes de aire mueven las nubes sobre el globo, las partículas de nube colisionan, crecen y caen en forma de precipitación.

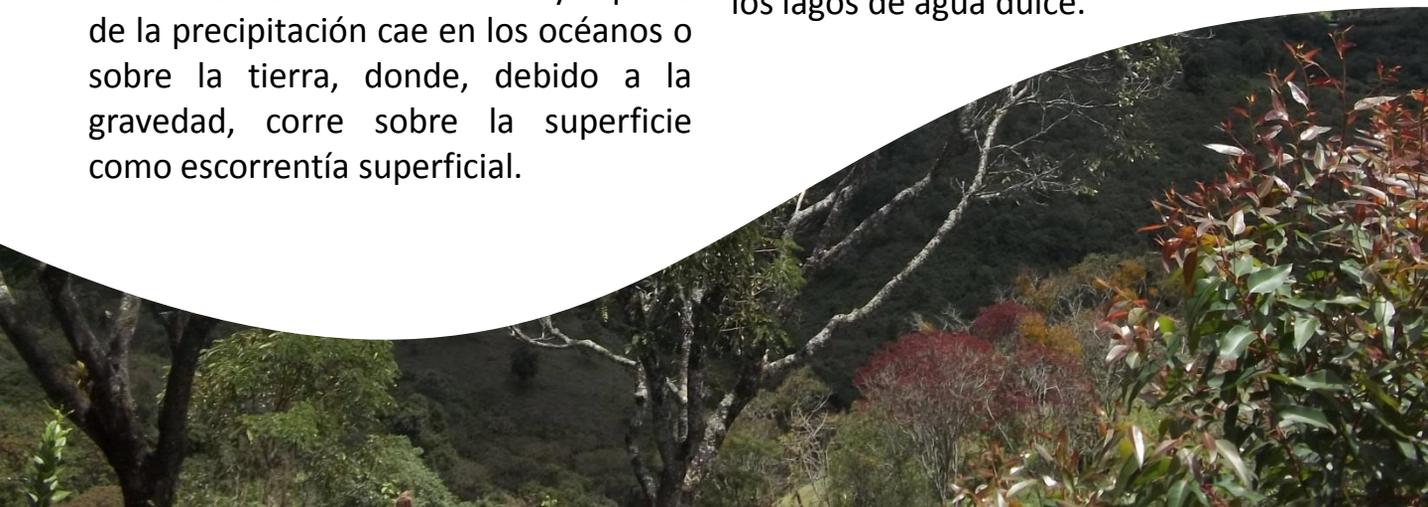
Parte de esta precipitación cae en forma de nieve o lluvia. La mayor parte de la precipitación cae en los océanos o sobre la tierra, donde, debido a la gravedad, corre sobre la superficie como escorrentía superficial.



Figura 1. Ciclo del agua.

Fuente: <http://water.usgs.gov/edu/>

Una parte de esta escorrentía alcanza los ríos en las depresiones del terreno; en la corriente de los ríos el agua se transporta de vuelta a los océanos. El agua de escorrentía y el agua subterránea que brota hacia la superficie, se acumula y almacena en los lagos de agua dulce.



1. CONCEPTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTAS TEMPRANAS FRENTE A INUNDACIONES

EL CICLO HIDROLÓGICO

No toda el agua de lluvia fluye hacia los ríos, una gran parte es absorbida por el suelo como infiltración. Parte de esta agua permanece en las capas superiores del suelo, y vuelve a los cuerpos de agua y a los océanos como descarga de agua subterránea. Otra parte del agua subterránea encuentra aperturas en la superficie terrestre y emerge como manantiales de agua dulce. El agua subterránea que se encuentra a poca profundidad, es tomada por las raíces de las plantas y transpirada a través de la superficie de las hojas, regresando a la atmósfera. Otra parte del agua infiltrada alcanza las capas más profundas de suelo y recarga los acuíferos, los cuales almacenan grandes cantidades de agua dulce por largos períodos de tiempo (USGS, 2014).

Dentro del ciclo hidrológico, es la escorrentía superficial la que usualmente genera los fenómenos de inundación. Generalmente, parte de la lluvia que cae es absorbida por el suelo (infiltración), pero cuando la lluvia cae sobre suelo saturado (por lluvias antecedes) o impermeable (suelo urbanizado) comienza a correr sobre el suelo sobrepasando la capacidad de almacenamiento o transporte de los cuerpos de aguas, como ríos, quebradas, embalses, generando una inundación



1. CONCEPTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTAS TEMPRANAS FRENTE A INUNDACIONES

¿QUÉ ES INUNDACIÓN Y TIPOS DE INUNDACIÓN?

Las inundaciones pueden definirse como la ocupación por el agua de zonas o áreas que en condiciones normales se encuentran secas. También se dice es el aumento del agua por encima del nivel normal, entendiendo nivel normal como la elevación de la superficie del agua que no causa daño.

Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, quebradas y áreas costeras.

Dependiendo de su causa, las inundaciones pueden clasificarse así:

Inundación por desbordamiento: Es la consecuencia del exceso de lluvias. Causada por el aumento brusco del volumen de agua que supera la capacidad de transporte de un cauce durante la creciente.



Figura 3. Inundación Fluvial por desbordamiento. Río Bogotá 2010. Fuente: Presentación FOPAE 2011

Inundación por encharcamiento: Producida por la acumulación de agua lluvia en un determinado lugar o área geográfica que presenta dificultades de drenaje. Esta inundación no coincide necesariamente con el desbordamiento de un cuerpo de agua que ocurre por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un tiempo muy breve o por una lluvia moderada y constante durante un largo tiempo.

1 CONCEPTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTAS TEMPRANAS FRENTE A INUNDACIONES

Inundación por reflujo: Se presenta cuando la elevación del nivel del agua en ríos o cuerpos de agua donde desembocan los alcantarillados, produce el reflujo de aguas negras (retorno de aguas de alcantarillas y desagües)

Inundación por rompimiento de jarillones o presas: Ocurre cuando se presenta la falla de alguna de estas estructuras y el agua contenida por ellas pasa a ocupar sus zonas de influencia



Figura 4. Rompimiento jarillón Canal del Dique, 2010.
Fuente: www.emisoraatlantico.com.co

De acuerdo con las características de las cuencas y la rapidez con la cual se producen los desbordamientos, las inundaciones se pueden clasificar en (FOPAE, 2010):

Inundación rápida o avenida torrencial: Se refiere a crecientes que ocurren de manera repentina debido a la alta pendiente del río o de la quebrada y su cuenca. En ocasiones se produce el arrastre de una gran cantidad de material como lodo, piedras y árboles.

Inundación lenta: Se produce cuando hay un aumento gradual del nivel del río hasta superar su capacidad máxima. El río se sale de su cauce, inundando las áreas planas cercanas al mismo.



1. CONCEPTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTAS TEMPRANAS FRENTE A INUNDACIONES

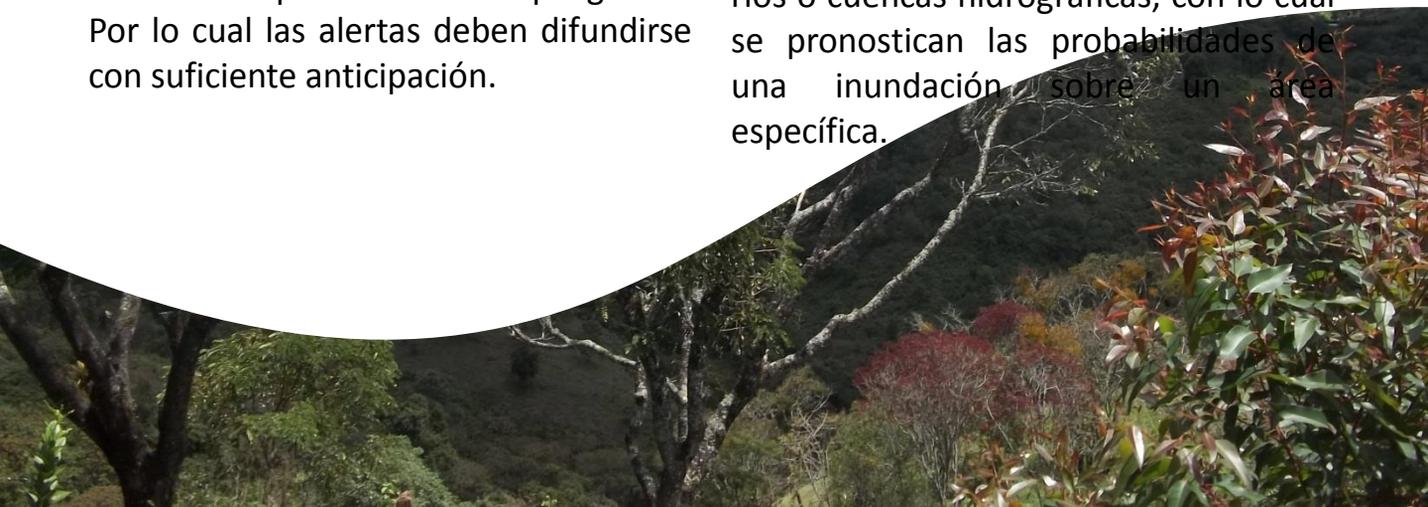
¿QUÉ ES UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA?

Un sistema de Alerta Temprana (SAT) es el conjunto de equipos, mecanismos de información, procedimientos y planes de respuesta, y recursos humanos, cuyo funcionamiento integrado incrementa el tiempo de anticipación con el cual puede emitirse una alerta, permitiendo que las autoridades y la comunidad puedan tomar acciones para reducir el daño y proteger sus vidas frente a la ocurrencia de una inundación.

La importancia de un SAT, radica en que permite conocer anticipadamente y con cierto nivel de certeza, en que tiempo y espacio, una amenaza o evento adverso de tipo natural o generado por la actividad humana puede desencadenar situaciones potencialmente peligrosas. Por lo cual las alertas deben difundirse con suficiente anticipación.

El objetivo fundamental de un SAT es, reducir o evitar la posibilidad que se produzcan lesiones personales, pérdidas de vidas, daños a los bienes y al ambiente, mediante la aplicación de medidas de protección y reducción de riesgos. Los Planes de Gestión de Riesgo o Respuesta de Emergencias son medidas indispensables para que una alerta sea efectiva.

Sistemas de Alerta Temprana para inundaciones juegan un papel importante al monitorear las condiciones hidrometeorológicas y el comportamiento de los cauces de los ríos o cuencas hidrográficas, con lo cual se pronostican las probabilidades de una inundación sobre un área específica.



2. SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA TEMPRANA FRENTE A INUNDACIONES

En un SAT se identifican cuatro componentes fundamentales que deben ser tomados en cuenta para la creación de un SAT, esto son el Sistema de Monitoreo y vigilancia, Sistema de Comunicaciones, Sistema de alarmas y el Plan de Evacuación (Cruz Roja Colombiana, 2010).

A continuación se presenta la propuesta metodológica a partir de la cual las comunidades que habitan zonas de amenaza por inundación, acompañadas por las entidades territoriales, puedan diseñar, construir, instalar y monitorear pluviómetros e instrumentos de medición de los niveles de los ríos, con la finalidad de operar un sistema alerta temprana por inundaciones que les permita emitir alertas cuando se pronostique un evento de inundación y tomar las acciones del caso para protegerse.

Esta metodología se basa en la propuesta presentada por la OEA (2001), “Manual para el diseño e implementación de un sistema de alerta temprana de inundaciones en cuencas menores”, adaptadas a las condiciones propias de nuestro territorio. La metodología consiste en seis pasos generales:

Paso 1: Organización comunitaria.

Paso 2: Reconocimiento de la cuenca.

Paso 3: Construcción, instalación y operación de los instrumentos de monitoreo.

Paso 4: Funcionamiento del sistema de alerta.

Paso 5: Evaluación de la situación, difusión de la alerta y plan de emergencia.

Paso 6: Revisión y evaluación de la operación del sistema de alerta.



2. SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA TEMPRANA FRENTE A INUNDACIONES

PASO 1: ORGANIZACIÓN COMUNITARIA

La comunidad es muy importante en los sistemas de alertas tempranas porque son los habitantes los conocedores primarios del territorio, los primeros afectados en caso de presentarse un evento de inundación y los primeros que pueden actuar oportunamente para reducir el impacto de la emergencia antes de la llegada de los organismos competentes. En esta etapa de la implementación el objetivo es conformar los grupos de trabajo de la comunidad necesarios para la implementación del sistema de monitoreo y alerta. Estos grupos son:

Responsables de la construcción, instalación, operación, y mantenimiento de los instrumentos de medición: Este grupo debe ser integrados por personas con habilidades manuales que puedan desarrollar las labores de construcción de los instrumentos de monitoreo. los cuales estarán elaborados



Figura 7. Funciones del grupo de construcción.

Se requiere de dentro del grupo se cuente con personas que sepan leer y escribir y que estén en capacidad de interpretar el instructivo de elaboración de los instrumentos.



2. SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA TEMPRANA FRENTE A INUNDACIONES

Responsables de comunicaciones y transmisión de información:

Conformado por personas con capacidades para personas con habilidades comunicativas y que tengan disponibilidad para desplazarse o comunicarse con las entidades locales encargadas del tema de gestión del riesgo y/o el Comité local para la prevención y atención de desastres – CLOPAD.

Este grupo tiene la responsabilidad de buscar información hidrológica y de trabajar en el Centro de Operaciones de Emergencia (COE). El COE es el lugar que será establecido con el propósito de recibir la información, procesarla, y pronosticar la inundación cuando sea necesario.

Responsables de activar el plan de emergencia como respuesta a un pronóstico de inundación:

En este paso, la comunidad con la ayuda de los entes territoriales y de gestión del riesgo deberá informarse acerca de los conceptos generales de los SAT.

De igual forma, en este paso se debe concretar un cronograma de actividades donde se definan las acciones a seguir para la implementación del sistema de monitoreo comunitario.



2. SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA TEMPRANA FRENTE A INUNDACIONES

PASO 2: RECONOCIMIENTO DE LA CUENCA.

Con la comunidad organizada y con conocimiento del proceso que se está emprendiendo se procede al reconocimiento de la cuenca.

Este paso también puede llamarse Análisis Situacional Participativo. Este proceso participativo asume la comunidad como expertos para conocer la realidad de su territorio. La comunidad será capaz de generar conocimiento acerca de las amenaza, vulnerabilidad, y riesgo. De igual forma, analizará su capacidad de respuesta.

En esta etapa de la implementación del SAT se deberá recoger información acerca de la cuenca a través de diferentes herramientas como cartografía (mapa social y de recursos, mapas de accesibilidad y amenazas, y mapas de vulnerabilidad), calendario estacional, recorridos, observación directa, entrevistas semi-estructuradas.

De las herramientas antes mencionadas una de las más útiles para el reconocimiento de la cuenca es la cartografía social. La comunidad deberá elaborar un mapa sencillo, donde se muestre la ubicación de las carreteras, avenidas, casas, colegios, municipalidad, iglesia, etc., con respecto a los cuerpos de agua que cruzan o que rodean a toda la comunidad (OEA, 2001).

A través de este ejercicio se puede identificar los sitios vulnerables a futuras inundaciones, la posible localización de los instrumentos de medición, las condiciones que anteceden a los eventos de inundación. Dentro del mapa se pueden dibujar las zonas vulnerables, e identificar las zonas con alto, medio y bajo riesgo.



2. SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA TEMPRANA FRENTE A INUNDACIONES

PASO 3: CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MONITOREO.

Este paso tiene como objetivo principal la construcción, instalación y medición de los instrumentos, a través de los cuales se realizará el monitoreo constante de los eventos amenazantes (lluvias, obstrucciones del cauce, entre otras). El monitoreo continuo de los parámetros de riesgo y los factores contribuyentes es esencial para generar alertas precisas y oportunas.

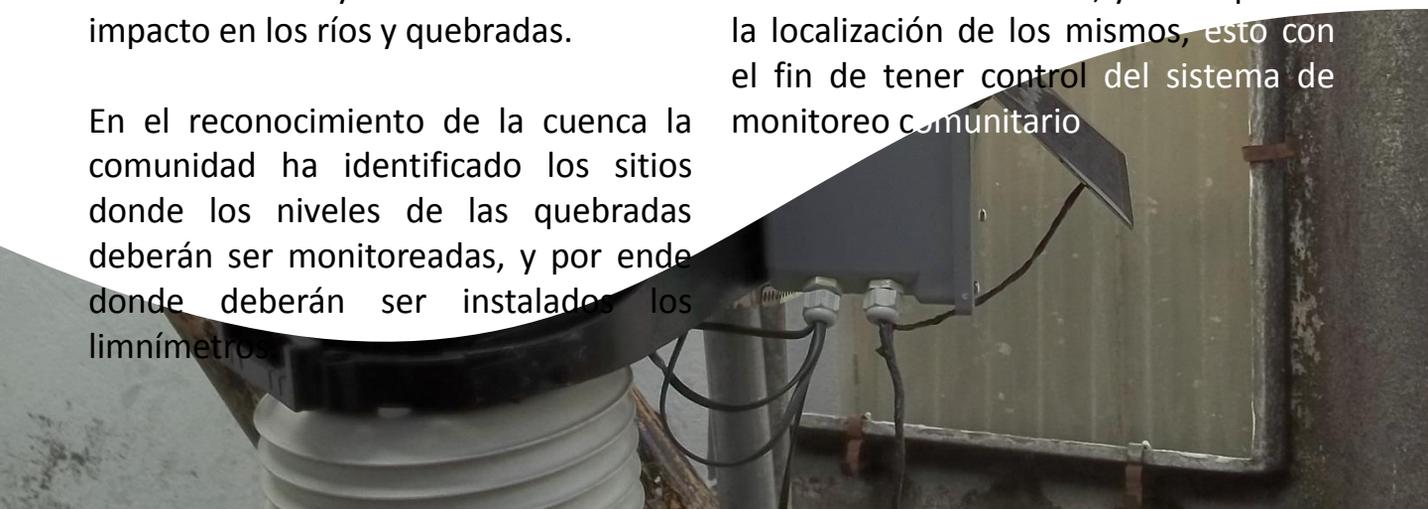
El sistema de monitoreo comunitario y alerta deberá contar con una red de pluviómetros y limnímetros para poder brindar un tiempo de aviso adicional antes de una inundación. Este tiempo adicional se logra midiendo la cantidad de lluvia caída y calculando su futuro impacto en los ríos y quebradas.

En el reconocimiento de la cuenca la comunidad ha identificado los sitios donde los niveles de las quebradas deberán ser monitoreadas, y por ende donde deberán ser instalados los limnímetros.

Así mismo, se han identificado las partes altas de la cuenca donde deberán ser instalados los pluviómetros.

Aunque el propósito es que la comunidad sea la encargada de la construcción de estos instrumentos, durante la construcción e instalación se deberá contar con el apoyo de un experto que posibilite resolver las dudas que tenga la comunidad al respecto.

La comunidad, en especial el COE (Centro de Operaciones de Emergencia) deberá quedar con inventario de los instrumentos instalados, y un mapa con la localización de los mismos, esto con el fin de tener control del sistema de monitoreo comunitario.



2. SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA TEMPRANA FRENTE A INUNDACIONES

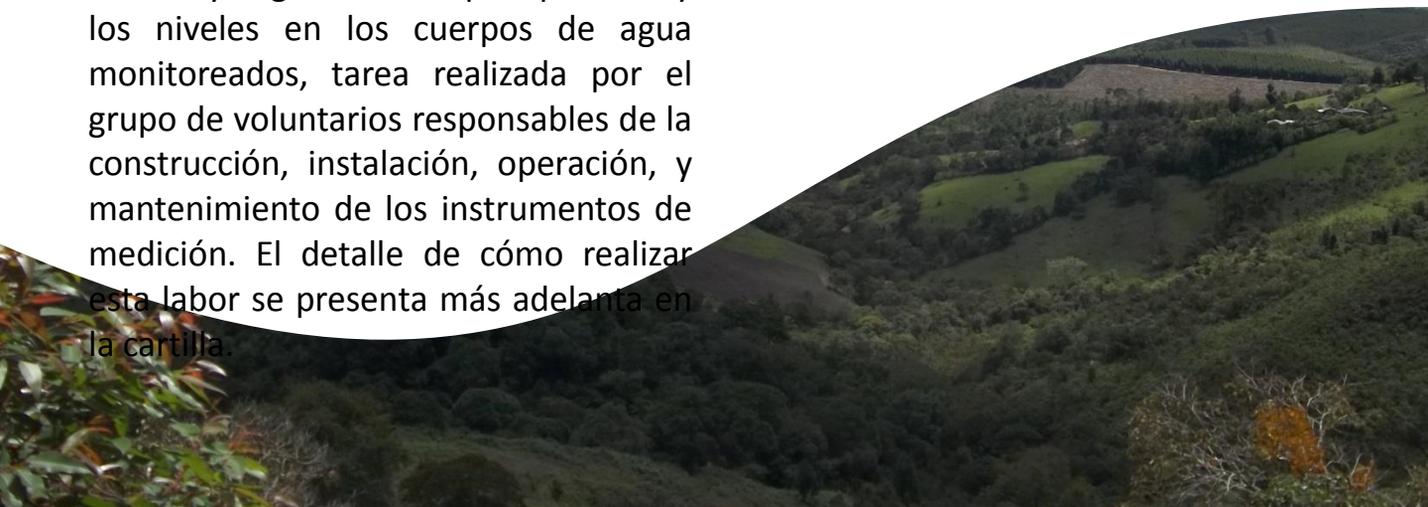
PASO 4: FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALERTA.

Previo al inicio de esta etapa la comunidad deberá conocer aspectos relacionados con la toma de lecturas de los instrumentos, diligenciamiento de formatos de consolidación, frecuencia de lectura y transmisión de datos entre otros aspectos.

Así mismo se deberá definir en qué instancia de la organización municipal o la comunidad se realizará el análisis de la información obtenida del monitoreo y se tomarán las acciones pertinentes en caso de evidenciar la materialización de condiciones de riesgo real.

El funcionamiento del SAT inicia con la lectura y registro de la precipitación y los niveles en los cuerpos de agua monitoreados, tarea realizada por el grupo de voluntarios responsables de la construcción, instalación, operación, y mantenimiento de los instrumentos de medición. El detalle de cómo realizar esta labor se presenta más adelante en la cartilla.

A la vez que la información está siendo registrada, estará siendo transmitida, para que los encargados los cálculos necesarios y se realicen los pronósticos respectivos, sobre la posible ocurrencia o no de un evento adverso o destructivo. En un sistema comunitario, se utilizarán los equipos que estén a su alcance, y se ajusten a las condiciones, presupuesto o cultura, como por ejemplo, sistemas de radiocomunicación, radioemisoras, teléfonos o cualquier otro medio que permita en forma segura y rápida enviar los datos.



2. SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA TEMPRANA FRENTE A INUNDACIONES

Una vez registrados los datos por los voluntarios y transmitidos al Centro de Operación de Emergencia (COE), este deberá analizar la información para establecer si estos indican la posibilidad o no de manifestarse un evento adverso o destructivo.

Las instituciones encargadas o los miembros de los comités de Emergencias de las comunidades, evalúan la información o el resultado del análisis de los datos procesados y lo contrastan con un Mapa de Riesgo, determinando así el daño potencial, nivel y tipo de alerta que se debe declarar y emitir. Al contar con la alerta oficial debidamente definida, emitida y comprobada, se procede a notificarla a la población. Se activa el Plan de Emergencias o Respuesta

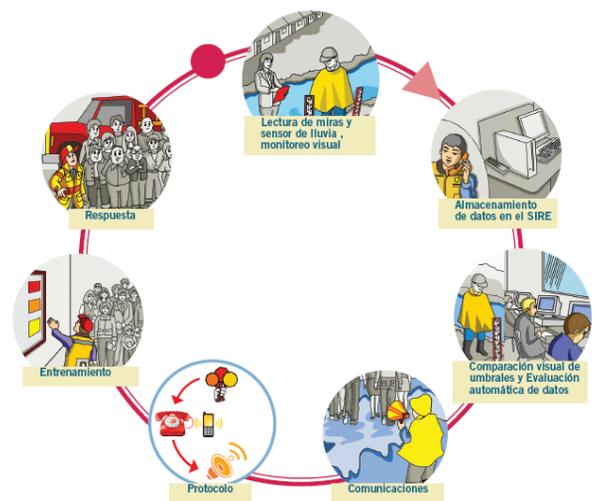


Figura 6. Componentes de un SAT e interacción entre los mismo. Fuente: FOPAE (2010)



2. SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA TEMPRANA FRENTE A INUNDACIONES

PASO 5: EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN, DIFUSIÓN DE LA ALERTA Y PLAN DE EMERGENCIA.

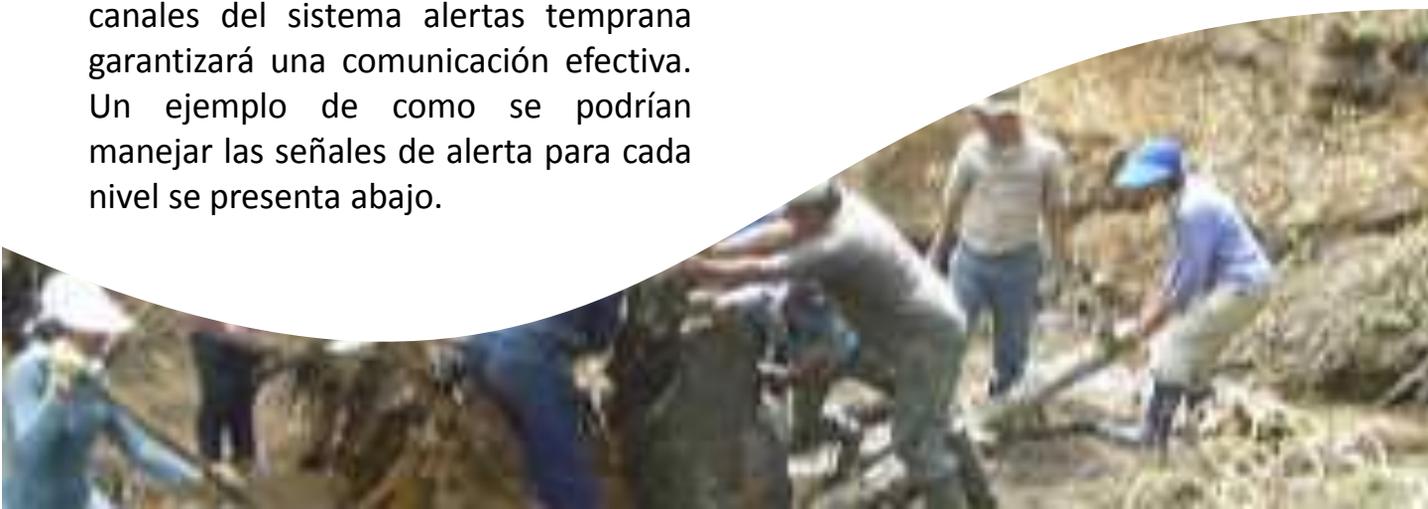
El objetivo de este paso es dar alerta a toda la comunidad cuando hay peligro inminente de inundación para que se ejecuten las acciones para la protección de la vida y los bienes.

La alerta se difundirá utilizando la radio local, la campana de iglesia, radioparlantes, bocinas, sirena, bandera roja y cualquier otro instrumento que tenga el mayor alcance y que se acordado con la comunidad para que esta pueda ser avisada. Las situaciones de emergencia no permiten largas conversaciones. Por tanto, la información debe ser breve, clara y comprensible. Un código común en los canales del sistema alertas temprana garantizará una comunicación efectiva. Un ejemplo de como se podrían manejar las señales de alerta para cada nivel se presenta abajo.

Alerta	Señal
Verde	Un sonido de la sirena, larga pausa (se repite)
Amarillo	Dos sonidos consecutivos de la sirena, larga pausa (repite)
Rojo	Sonidos continuos de la sirena

Tabla 1. Ejemplo de señales por niveles de alerta

Cualquier comunidad que es vulnerable a inundaciones debe siempre contar con un plan de emergencia para así saber responder ante un posible peligro de inundación. Este plan consiste en haber pensado de antemano en una serie de medidas que tienen por finalidad brindar seguridad a la población.



2. SISTEMA DE MONITOREO COMUNITARIO Y ALERTA TEMPRANA FRENTE A INUNDACIONES

El plan de respuesta a la emergencia deberá ser desarrollado, discutido, y compartidos dentro de la comunidad. Este debe dar dirección de qué hacer, una vez ocurrida la inundación, en cuanto a la comunicación, la evacuación, la búsqueda y rescate de personas, primeros auxilios, refugio, acceso a los servicios básicos como el agua potable y alimentos.

El plan de emergencia como mínimo deberá contener quiénes conformaran el comité de emergencia local, quiénes serán responsables de emitir las alertas, cómo se activará la alarma para evacuación, una vez se active la alarma cuáles serán los pasos a seguir dentro de la evacuación, cuál será la ruta de evacuación y donde se organizarán los albergues



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

Para la hacer seguimiento a la amenaza de inundación, se debe como mínimo monitorear la lluvia en la cuenca y el nivel de agua en los ríos donde se halla identificado que existe este riesgo. Los instrumentos para la medición de la lluvia se llaman pluviómetros y los de nivel de agua de los ríos se llaman limnómetros.

PLUVIÓMETROS

Un pluviómetro consta de un tanque cilíndrico que capta la lluvia que cae directamente sobre él. Dado que el pluviómetro tiene un área de captación pequeña, los registros de estos aparatos se consideran puntuales.

El volumen de agua que cae como precipitación en una zona definida, durante un periodo dado, se expresa en milímetros (mm). Cuando se dice que ha caído 1mm de lluvia esto indica que ha caído un volumen igual a 1mm por un área de 1m², es decir, 1mm x 1000mm x 1000mm, lo que es lo mismo que decir que cayeron 1000cm³.

Existen dos tipos de medidores de precipitación, medidores con registros, o pluviógrafos, y medidores sin registro o pluviómetros.

Un medidor con registro es un aparato que registra automáticamente la profundidad de lluvia en intervalos tan pequeños como un minuto de duración. Los medidores sin registro se miden manualmente en intervalos de tiempo mayores.

Existen dos tipos de medidores de precipitación, medidores con registros, o pluviógrafos, y medidores sin registro o pluviómetros. Un medidor con registro es un aparato que registra automáticamente la profundidad de lluvia en intervalos tan pequeños como un minuto de duración. Los medidores sin registro se miden manualmente en intervalos de tiempo mayores.



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

La propuesta para un monitoreo comunitario apunta a tener medidores de registro manual dado que son de bajo costo, de fácil operación y mantenimiento. Los pluviómetros consisten en recipientes abiertos con lados verticales, en los cuales la profundidad de precipitación se mide usando un cilindro graduado o una vara de medición.

Existen diferentes tipos de pluviómetros de fabricación casera. Están los de botella o de tubo PVC. A continuación se presentan dos opciones para la construcción.

Pluviómetro de botella de plástico Tipo 1 (OEA, 2001).

Los materiales a usar son: 1 botella de plástico (como las de gaseosa de 2 litros), tijeras, marcador, regla, un nivel de mano (opcional), balde, una tabla o madera de más o menos 30cm por 30cm centímetros, un tornillo, un destornillador, cinta adhesiva, un pedazo de papel, arcilla o plastilina.

El procedimiento de construcción consiste en, primero se corta la parte superior de la botella, aproximadamente un tercio de todo el alto de la botella. Después, se llena el fondo de la botella con plastilina o arcilla hasta formar una capa horizontal y se coloca la parte superior pico abajo dentro de la botella en forma de embudo, como se muestra en la figura siguiente.

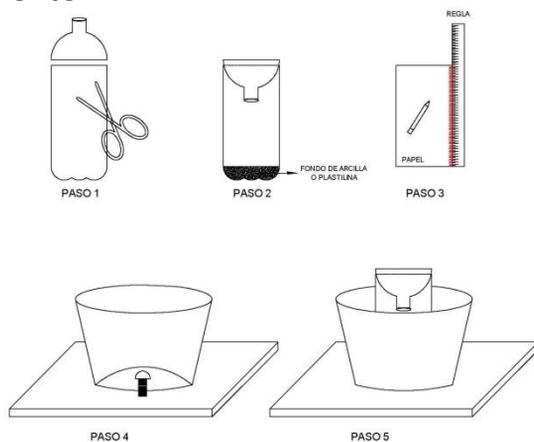


Figura 9. Construcción de un pluviómetro de botella de plástico tipo 1.



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

Una vez lo anterior, se marca el papel utilizando la regla, colocándola al costado del papel y dividiendo la graduación en 0.5 centímetro. Este papel debe cubrirse con cinta adhesiva para protegerlo de la lluvia. Se pega el papel graduado a la botella haciendo coincidir el 0 con la parte superior de la capa de arcilla. Alternativamente, se puede hacer la graduación directamente en la botella utilizando un plumón.

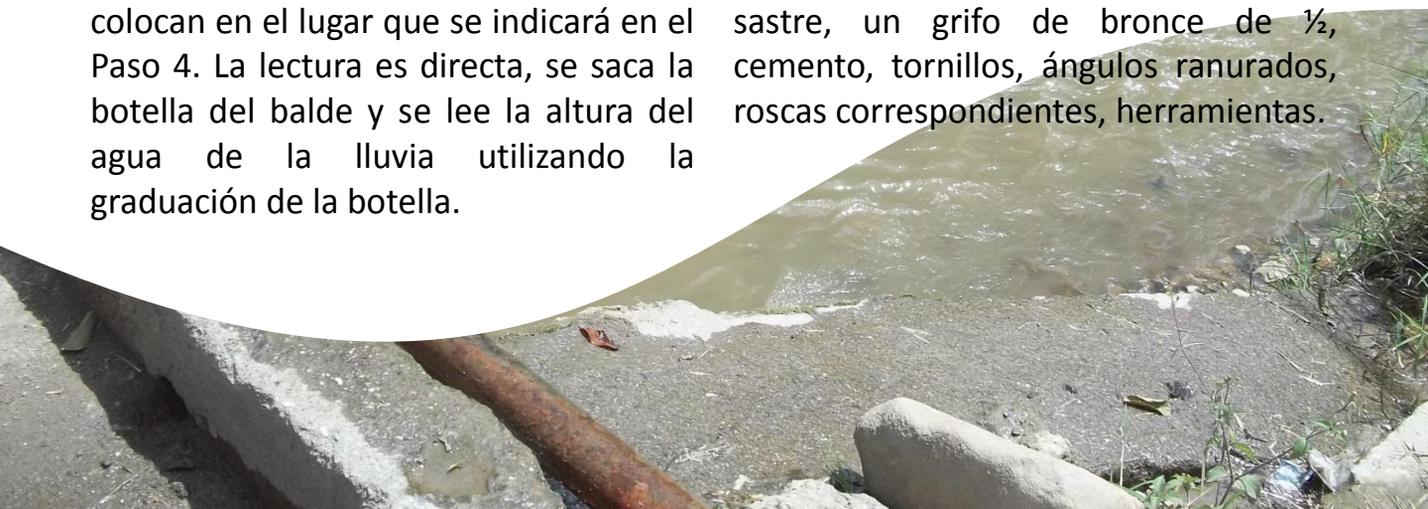
Finalmente, se une el balde con la tabla utilizando el tornillo o perno y el destornillador y se coloca la botella con el embudo dentro del balde. Así se recolectará la lluvia.

Los pluviómetros de botella de plástico no requieren mayor instalación, sólo se colocan en el lugar que se indicará en el Paso 4. La lectura es directa, se saca la botella del balde y se lee la altura del agua de la lluvia utilizando la graduación de la botella.

Esta lectura se escribirá en formato dispuesto para la recolección de los datos. La lámina de lluvia en (mm) se calcula dividiendo el área la lectura realizada entre el área del fondo de la botella, todo en unidades consistentes.

Pluviómetro de tubo de PVC (OEA, 2001)

Para construir este tipo de pluviómetro se necesitan los siguientes materiales: un tubo de PVC de 6 pulgadas de diámetro y 70 centímetros de longitud, una rejilla para poner en la parte superior del tubo, un tubo de PVC de ½ ", una reducción para insertar el tubo de 6 " con el tubo de ½, una conexión tipo "T" de PVC de ½ ", una manguera transparente de más de 1 m y 5 cm de largo, una cinta métrica o cinto de sastre, un grifo de bronce de ½, cemento, tornillos, ángulos ranurados, roscas correspondientes, herramientas.



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

El procedimiento consiste en, primero, en la parte inferior del tubo de 6" se inserta el tubo de ½" usando la reducción. Luego, al otro lado del tubo de ½" se le coloca la conexión tipo T. La conexión tipo T tiene dos lados. En un lado se coloca la manguera y en el otro se coloca el grifo de ½".

Instalada la T, se sujeta la manguera al tubo paralelamente, se pega la cinta métrica en el tubo de 6" paralelamente a la manguera.

El tubo recolector de agua del pluviómetro está conectado a una manguera transparente la que actúa como un sifón. De esta manera, el nivel del agua captada en el pluviómetro es representado en la manguera graduada. Se utilizará el número al cual el nivel del agua en la manguera esté más cercano; por ejemplo, si el nivel del agua está entre 0.5 y 1.0 pero más cercano a 1.0, la lectura será 1.0.

Las conexiones de este tipo de pluviómetro pueden con el tiempo originar una fuga de agua en alguna parte. Esto debe repararse inmediatamente; de lo contrario, la lectura de datos será incorrecta.

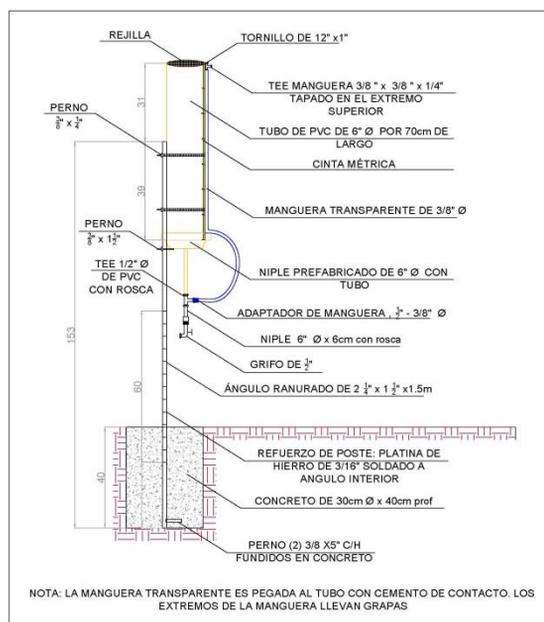
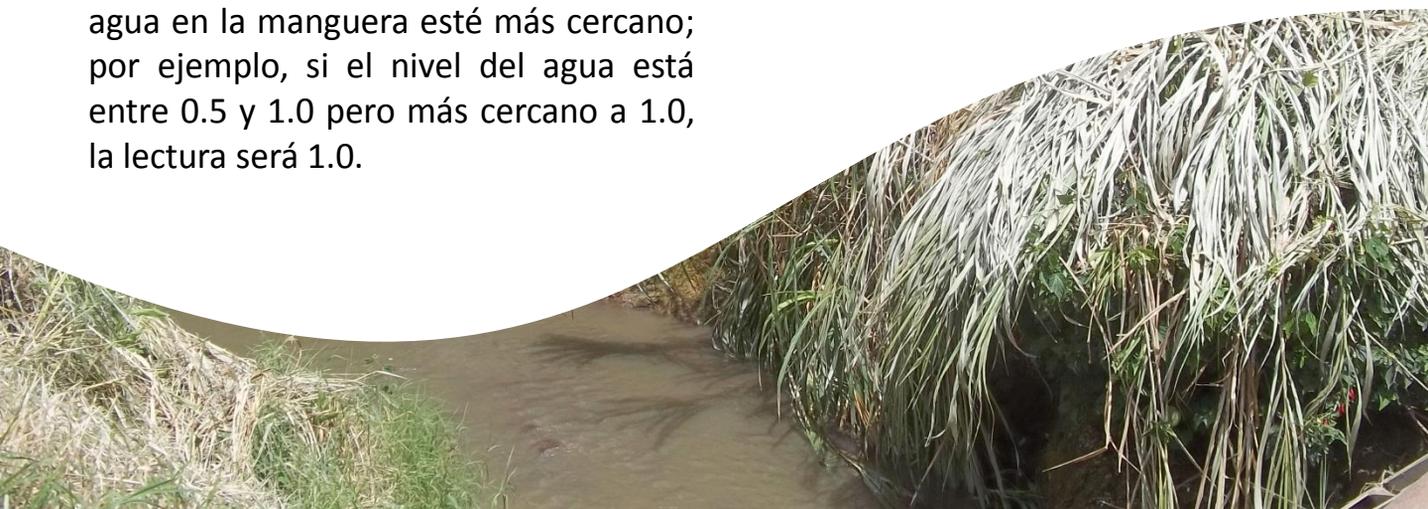


Figura 10. Pluviómetro de elaboración manual.



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

Para calcular la lámina de precipitación, el COE contará con una gráfica Lectura vs Lluvia que se construirá de la siguiente manera:

Calcular el área interna de la tubería de PVC, usualmente un tubería de 6 pulgadas tiene un área interna igual a

$$A = \pi r^2 = 3,1416 \times (7.6\text{cm})^2 = 182\text{cm}^2$$

Se debe verificar que el radio del tubo si corresponda a lo indicado en la ecuación, de lo contrario se debe hacer la corrección.

Estimada el área, se calcula la relación entre los milímetros de agua leídos en el pluviómetro y los milímetros de lluvia caída.

Técnicamente 1mm de lluvia representa un volumen igual a 1000cm³. Por cada cm de lámina de agua que se lea en el pluviómetro se tendría un volumen de lluvia igual a

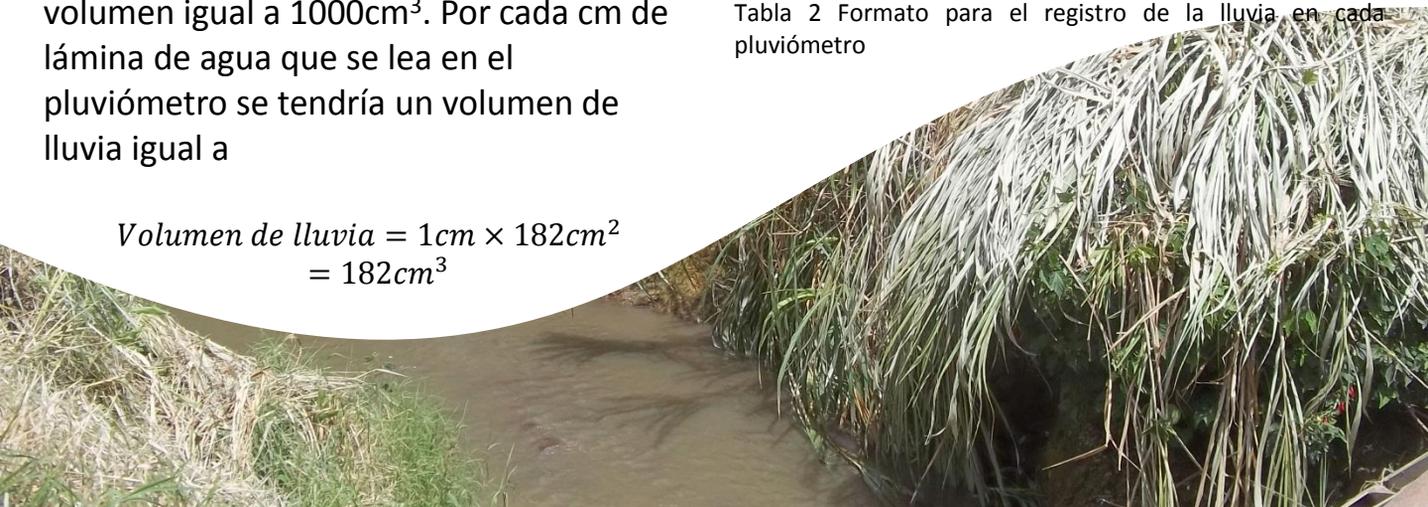
$$\begin{aligned} \text{Volumen de lluvia} &= 1\text{cm} \times 182\text{cm}^2 \\ &= 182\text{cm}^3 \end{aligned}$$

Una simple relación o regla de tres entre el volumen de agua registrado en pluviómetro por cada cm de lámina dentro del tubo de PVC y el volumen de agua de cada cm de lluvia por m² de área, nos lleva a establecer que 1 cm en el tubo representan 0.18mm de lluvia reales.

Se seleccione cualquiera de los dos tipos de pluviómetros, las lecturas se harán a las horas en punto o cada 45, 30 o 15 minutos según la intensidad de la lluvia para cuidar que los pluviómetros no se rebasen.

FORMATO REGISTRO DE LLUVIA				
ID PLUVIÓMETRO				
VOLUNTARIO				
FECHA				
Hora	Intervalo de lectura (min)	Lectura Pluviografo (cm)	Precipitación (mm)	Observaciones
TOTAL				

Tabla 2 Formato para el registro de la lluvia en cada pluviómetro



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

Si en la cuenca se llegaron a instalar varios pluviómetros, los datos deberán ser consolidados para estimar la precipitación promedio. El siguiente formato puede ser utilizado para tales fines.

Hora	Tiempo Acumulado (min)	Lectura P1 (mm)	Lectura P2 (mm)	Promedio $X=(P1+P2)/2$	Promedio Acumulado (mm)
	10	48	55	51.5	51.5
	20	58	62	60	111.5
	30				

Tabla 3 Tabla para consolidación y análisis de la información de precipitación por el COE.

LIMNÍMETRO

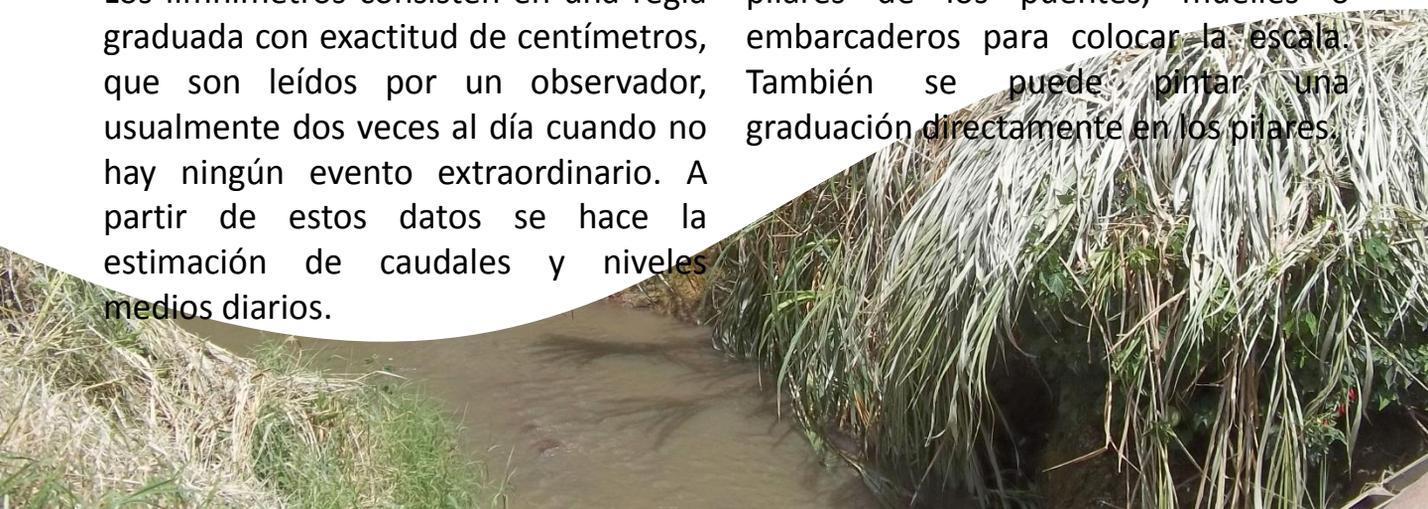
Los limnímetros son instrumentos empleados para medir los niveles de los ríos, lagos, embalses. El nivel es la altura de la lámina de agua de una corriente con respecto a una determinada referencia. Este instrumento es fundamental en un sistema de alerta temprana, puesto que son los niveles de un cuerpo de agua los que definen las diferentes alertas o la alarma ante una inminente inundación.

Los limnímetros consisten en una regla graduada con exactitud de centímetros, que son leídos por un observador, usualmente dos veces al día cuando no hay ningún evento extraordinario. A partir de estos datos se hace la estimación de caudales y niveles medios diarios.

Este instrumento puede ser construido manualmente por la comunidad. A continuación se describe el los materiales y procedimiento para la construcción de una limnómetro sujeto a estructuras fijas.

Escala hidrométrica sujeta a estructuras fijas

Esta escala se utiliza cuando existen estructuras fijas. Se aprovechan los pilares de los puentes, muelles o embarcaderos para colocar la escala. También se puede pintar una graduación directamente en los pilares.



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

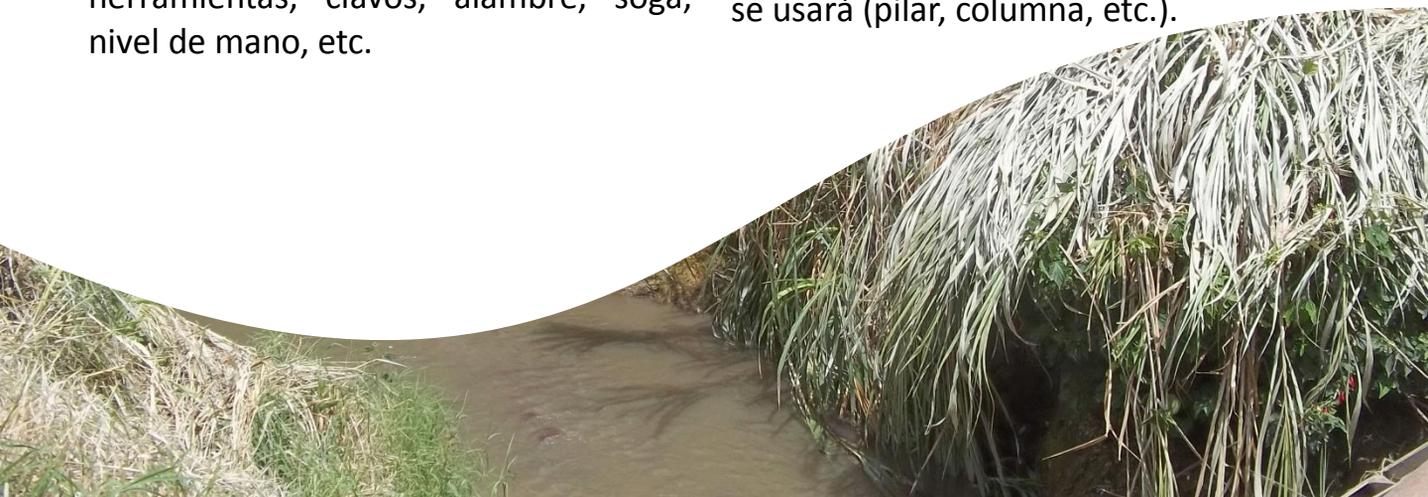


Figura 11 Escala hidrométrica sujeta a estructuras fijas

Los materiales a utilizar para su construcción son: pintura fosforescente, viga de madera, cinta métrica, herramientas, clavos, alambre, sogas, nivel de mano, etc.

Para la construcción e instalación, primero, en la época seca se mide el nivel mínimo del río o quebrada donde se va a colocar la escala, luego se mide desde una punta de la viga el nivel mínimo más un espacio para enterrar la viga en el lecho del río, esta medida será el punto 0 de la escala.

Una vez lo anterior, se procede a hacer más divisiones en la viga, las cuales pueden ser de cada 25 cm o cada medio metro. Los números indicarán los metros completos y las rayas intermedias los incrementos de 0.25 o 0.5 m, según sea el caso. Se entierra una parte de la escala en el lecho del río, haciendo coincidir el punto cero con el nivel mínimo del agua. Por último, se sujetará la escala a la estructura fija que se usará (pilar, columna, etc.).



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

Otra manera de construir una escala es simplemente pintando las graduaciones en los pilares de los puentes u otras estructuras. La comunidad decidirá cuál de estos dos métodos se adecúa más a las condiciones del lugar

El limnómetro debe ajustarse de modo que el valor cero corresponda a un nivel inferior al más bajo que pueda preverse para evitar las lecturas negativas. El cero del limnómetro debe verificarse anualmente mediante la nivelación con niveles de referencia locales. Es importante mantener el mismo cero o punto de referencia de la escala en todo el período de registro. El cero de referencia local debe referirse en lo posible a un nivel cartográfico nacional o regional.

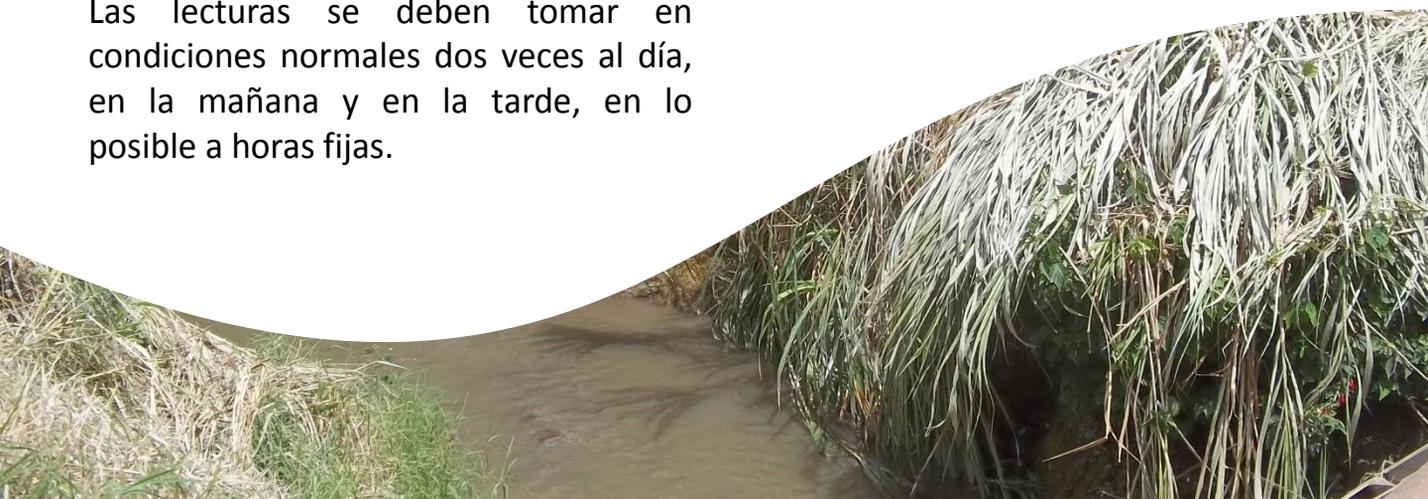
Las lecturas se deben tomar en condiciones normales dos veces al día, en la mañana y en la tarde, en lo posible a horas fijas.

Cuando el río comienza a subir de forma rápida, aunque no esté lloviendo, se deben tomar lecturas por los menos cada 30 o 15 minutos, dependiendo de la respuesta de la Quebrada o Río

El siguiente formato puede ser utilizado para el registro de la información

FORMATO PARA REGISTRO DE NIVELES		
ID. LIMNIMETRO		
VOLUNTARIO		
FECHA		
HORA	INTERVALO DE LECTURA (MIN)	NIVEL (m)

Tabla 4 Formato para el registro de niveles en el río o quebrada



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

COMO DEFINIR LOS UMBRALES DE PRECIPITACIÓN Y NIVELES

Un umbral de precipitación es la cantidad de lluvia a partir de la cual empieza a ser perceptible los efectos de la misma en la cuenca, en relación con la posibilidad de que se presente una inundación.

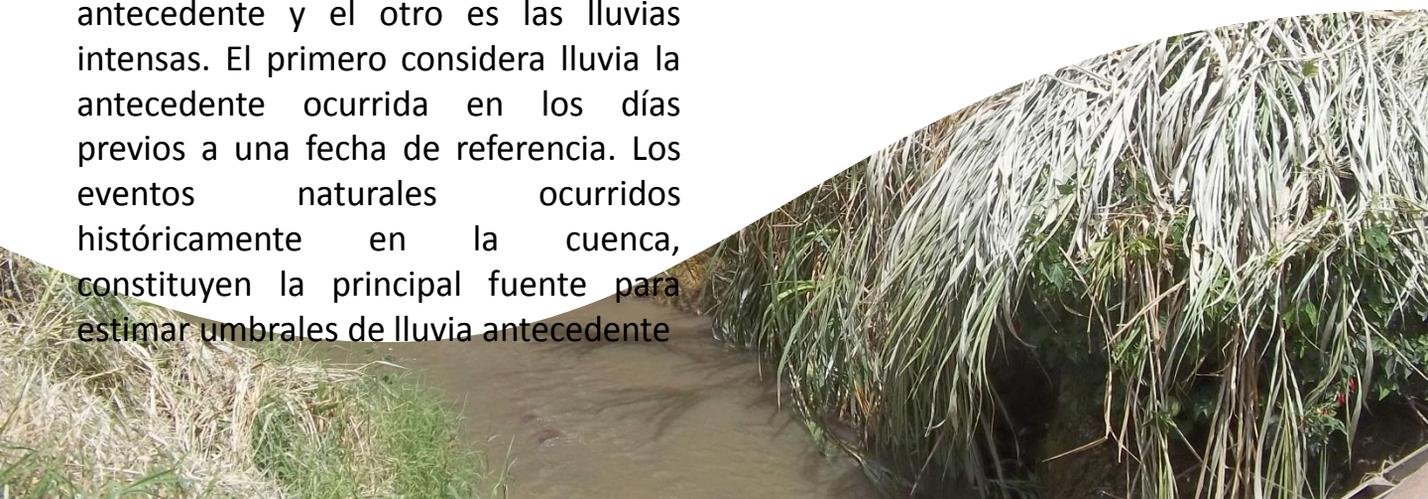
En ese mismo sentido, un umbral de nivel se puede entender como el aumento de la elevación del agua a partir del cual es perceptible el cambio en la dinámica del río o quebrada. Algunos lineamientos de cómo definir estos umbrales se exponen a continuación

Umbrales para lluvia:

En los umbrales de lluvia existen dos tipos principalmente, uno es la lluvia antecedente y el otro es las lluvias intensas. El primero considera lluvia la antecedente ocurrida en los días previos a una fecha de referencia. Los eventos naturales ocurridos históricamente en la cuenca, constituyen la principal fuente para estimar umbrales de lluvia antecedente

Aunque el ejercicio puede ser realizado por la comunidad para definir un umbral de lluvia acumulada, esto en caso que exista información suficiente para ello, en esta propuesta de un sistema de monitoreo comunitario la alerta será activada a partir del umbral de lluvia intensas. Lo anterior no quiere decir que si la cuenca registra valores importantes de lluvias durante un periodo de 5 a 10 días, la comunidad omite esto como una señal de que se debe estar alerta a los cambios en los niveles en los río.

El umbral de lluvias intensas busca detectar lluvias altas de corta duración que puedan provocar una inundación rápida torrencial.



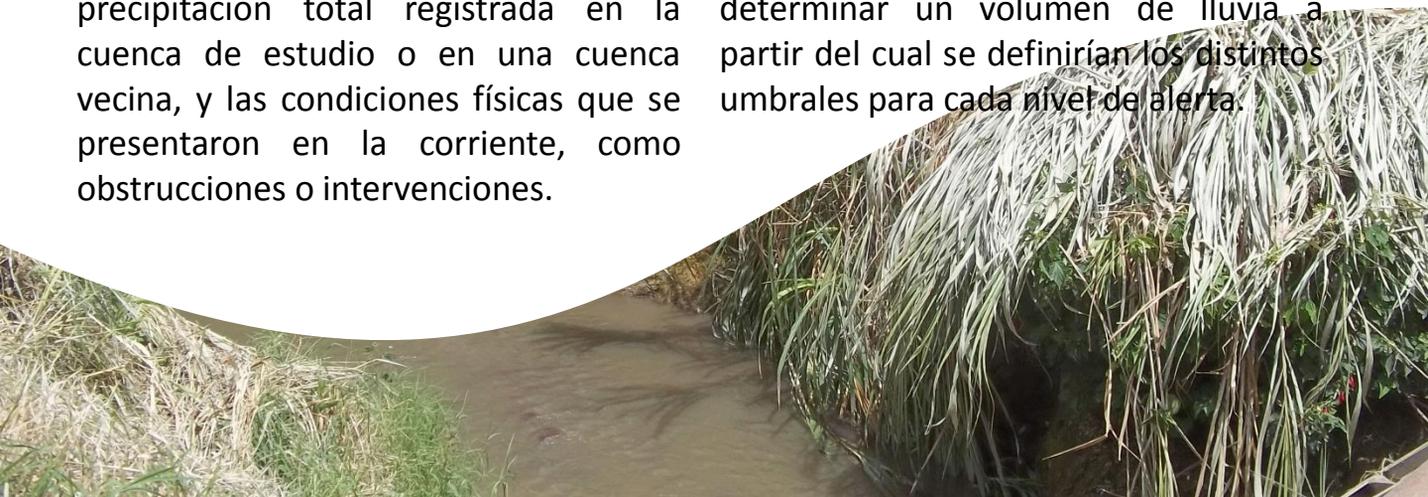
3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

Si se cuenta con el apoyo de un especialista, la mejor manera de establecer este tipo de umbral de precipitación es a través de una modelación hidrológica e hidráulica de la cuenca, ya que permiten el análisis de diferentes escenarios de precipitación, humedad del suelo, condiciones en la corriente, entre otros aspectos. Como resultado de este ejercicio no sólo se obtendrán los umbrales de precipitación, sino también los niveles en los cuerpos de agua que requerirían de la emisión de alertas.

Si no se cuenta con la participación de un especialista o hidrólogo, una primera aproximación a la cantidad de lluvia que puede desatar un evento de inundación se obtiene revisando los días en los que se presentaron inundaciones y la precipitación total registrada en la cuenca de estudio o en una cuenca vecina, y las condiciones físicas que se presentaron en la corriente, como obstrucciones o intervenciones.

Usualmente las inundaciones se asocian a eventos de lluvia máximos, que a su vez se asocian a periodos de retorno, es decir, a un tiempo de recurrencia. La cantidad de lluvia registrada en inundaciones pasadas en la cuenca se puede comparar con las precipitaciones máximas estimadas para diferentes periodos de retorno, y con ello se identifica la posible recurrencia del evento. La cantidad de lluvia asociado al periodo de recurrencia estimado se establece como la lluvia que podría desatar una inundación.

Es importante señalar que el análisis de los volúmenes de lluvia asociados a los tiempos de recurrencia nos es un paso obligado para definir los umbrales de precipitación. Un simple análisis de los eventos de inundación y la lluvia total registrada para tales eventos, permitiría determinar un volumen de lluvia a partir del cual se definirían los distintos umbrales para cada nivel de alerta.



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

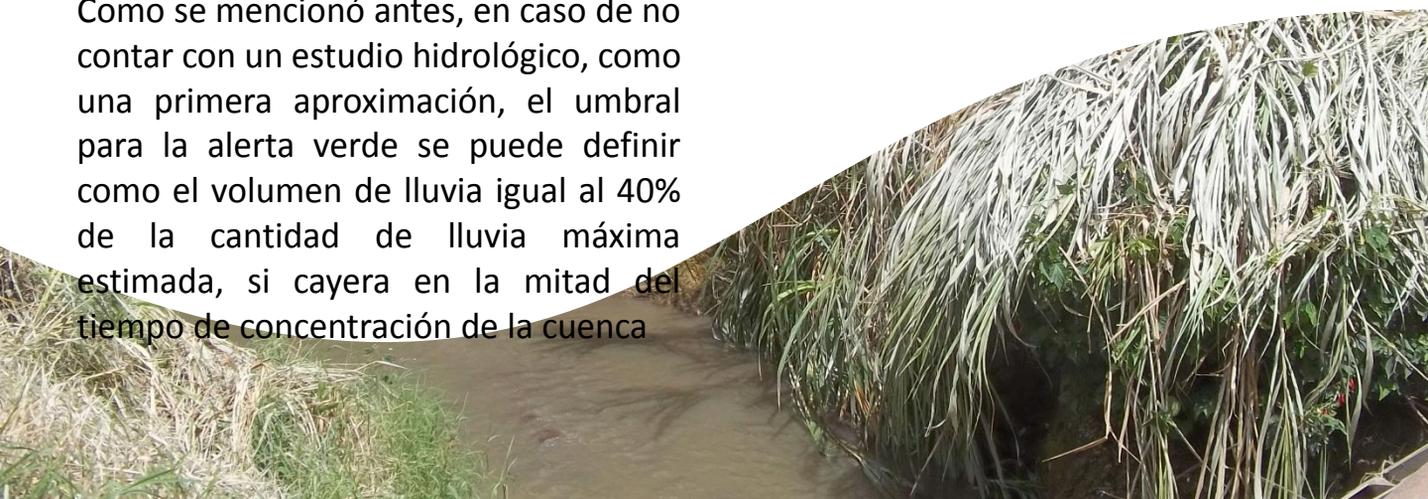
Como valor inicial se podría tomar el registro de lluvia total más pequeño que haya generado una inundación en la cuenca. Este valor se podrá ir ajustando con la ocurrencia de nuevas inundaciones.

El tiempo de concentración de la cuenca se entiende como el tiempo de respuesta de la misma, en otras palabras, esto es el tiempo que se demora el río a la quebrada en subir los niveles una vez ha caído una lluvia en la parte alta de la cuenta. El tiempo de respuesta de la cuenca se establece a partir de la información suministrada por la comunidad. Este dato es importante porque los umbrales de lluvia intensa que definen los diferentes niveles de alerta se amarran al tiempo de concentración.

Como se mencionó antes, en caso de no contar con un estudio hidrológico, como una primera aproximación, el umbral para la alerta verde se puede definir como el volumen de lluvia igual al 40% de la cantidad de lluvia máxima estimada, si cayera en la mitad del tiempo de concentración de la cuenca

.Para la alerta amarilla, el umbral sería igual al 70% del volumen de la lluvia máxima estimada, si cayera en las dos terceras partes del tiempo de concentración de la cuenca. Por último, la alerta roja se emitiría si cae el 90% de la lluvia máxima estimada en el tiempo de concentración

Los porcentajes de lluvia y tiempo arriba mencionados, sólo deben ser tomados como un punto de referencia, pues es la comunidad con el conocimiento del territorio quienes deberán ajustar los umbrales en la medida que se construya el conocimiento de la cuenca.



3. MONITOREO COMUNITARIO DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN: LLUVIA Y NIVELES DE LOS RÍOS

Umbrales de niveles de agua

Los umbrales de niveles son diferentes valores que podrían llegar a tener el cuerpo de agua y su estimación inicial requiere de algún tipo de análisis hidráulico del lugar. En caso que no se cuente con esto, los umbrales se establecerán a partir de la información suministrada por la comunidad, y con estos se definirán las diferentes alertas, verde, amarilla, y roja.

En caso de que no exista ningún registro de precipitación al sistema de monitoreo que permitiera definir los umbrales de lluvia, inicialmente el sistema de monitoreo emitiría la alerta a partir de los niveles definidos en la Quebrada o río, hasta tanto se comprenda la relación entre la lluvia y el aumento de los niveles en el cuerpo de agua.



Figura 12 Umbrales de nivel. Fuente: Fotografía SAT Combeima



4. ALERTAS Y ACCIONES A TOMAR POR LA COMUNIDAD.

Una alerta es un acto declaratorio debido a la inminente ocurrencia de un fenómeno para advertir a la comunidad y a los sistemas de prevención y atención de desastre sobre la posibilidad de sufrir impactos negativos, con el fin de que se tomen medidas pertinentes para enfrentar la situación prevista. En los sistemas de alerta temprana las alertas permiten activar los planes y protocolos previamente determinados entre los técnicos, organismos de respuesta y la comunidad (SAT Combeima).

Los niveles de alerta se han identificado a través de colores: alerta verde, amarilla y roja, en donde la primera indica la superación de niveles normales con pronósticos desfavorables y la última significa riesgo inminente.

En la siguiente tabla brevemente se señalan la condición de cada alerta, lo que significa cada alerta, y las acciones a seguir



4. ALERTAS Y ACCIONES A TOMAR POR LA COMUNIDAD.

Alerta	Condición de la Alerta	Mensaje	Acciones
Verde	<p>La emite el COE a partir de la información suministrada por los voluntarios que hacen el seguimiento a la precipitación y los niveles de los cuerpos de agua, cuando se alcance uno de los dos umbrales definidos, el de lluvia o el de nivel en el río o quebrada.</p> <p>Valor umbral de precipitación puede variar según la ubicación y las cuencas hidrográficas.</p> <p>En cuanto a los ríos y quebradas, la alerta se define en función de los niveles de alerta previamente definidos por la población.</p>	Existe la posibilidad de inundación	<p>Indica que se debe estar atento al comportamiento y evolución del fenómeno o evento monitoreado, y de las alertas que se continúen emitiendo.</p> <p>Esta alerta debe dirigirse a los especialistas de las instituciones, los encargados del Plan de Emergencia y los habitantes de las comunidades en peligro</p>
Amarillo	<p>La emite el COE a partir de la información suministrada por los voluntarios que hacen el seguimiento a la precipitación y los niveles de los cuerpos de agua.</p> <p>Se emite cuando el nivel de agua en el río aumentó en X metros según, el umbral calculado.</p>	Aumenta la posibilidad de inundación	<p>Aumenta la alerta y los diferentes equipos e instituciones inician sus preparativos para ejecutar las acciones correspondientes, dirigidas a enfrentar el impacto del evento y sus consecuencias.</p> <p>Dar alerta a los encargados para implementar acciones previas a una inundación</p>
Rojo	<p>La emite el COE a partir de la información suministrada por los voluntarios que hacen el seguimiento a la precipitación y los niveles de los cuerpos de agua.</p> <p>Se emite cuando el nivel de agua en el río aumentó en XX metros según el umbral calculado.</p>	La inundación es inminente	<p>Se activa el Plan de Emergencias y, en la mayoría de los casos, se ordenará la evacuación de los pobladores a zonas seguras o albergues, además otras acciones, según las condiciones en que se presenta el evento.</p> <p>Se debe dar alarma a las comunidades aguas abajo para implementar planes de emergencia</p>



Bibliografía

- Andjelkovic Ivan (2001). Guidelines On Non-Structural Measures In Urban Flood Management. Technical Documents in Hydrology | No. 50 UNESCO, Paris, 2001.
- Balica Stefania Florina (2012). Applying the Flood Vulnerability Index as a knowledge base for flood risk assessment. Dissertation Submitted in fulfillment of the requirements of the Board for Doctorates of Delft University of Technology and of the Academic Board of the UNESCO-IHE Institute for Water Education for the Degree of DOCTOR.
- Céspedes Cuevas, Nelly Angélica, (2012). Desarrollo metodológico del sistema de monitoreo comunitario de movimientos en masa para ser aplicado en el territorio colombiano. Unidad Nacional de Gestión del Riesgo y Desastres.
- CORPOGUAJIARA (2011). Diseño de un sistema de alerta temprana por inundación y deslizamiento en el flanco nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta – Departamento de la Guajira.
- CREPAD DEL TOLIMA, INGEOMINAS, UNIVERSIDAD DE ZÚRICH, COSUDE. (2010) Implementación de un sistema de alerta temprana para la Cuenca del río Combeima, departamento del Tolima – Colombia. Proyecto Combeima. Fase I – II (2006-2010).
- FOPAE (2010). Cartilla Básica de Sistemas de Alerta Temprana Frente a Inundaciones. Bogotá.
- IAvH, IDEAM, IIAP, INVEMAR, SINCHI, 2011. Informe del Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 384 p 2011.
- IDEAM, (2011). Las inundaciones ocasionadas por el fenómeno de la Niña y su impacto en la infraestructura nacional. Ponencia Marzo 25 de 2011. Bogotá.
- IGAC, IDEAM, DANE (2011) Reporte final de áreas afectadas por inundaciones 2010 – 2011, con información de imágenes de satélite a junio 6 de 2011.
- NOAA - National Weather Service International Activities Office. (2012). Guía de referencia para sistemas de alerta temprana de crecidas repentinas. ISBN 978-0-615-62968-1.
- Organización de los Estados Americanos (OEA), Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de Irlanda (2001) Manual para el diseño e implementación de un sistema de alerta temprana de inundaciones en cuencas menores. Proyecto de Peligros Naturales de la Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente



Bibliografía

- UNESCO, Comisión Europea, SICA, CEPREDEMAC (2010). Manual Sistemas de alerta temprana 10 preguntas - 10 respuestas. Guatemala.
- IFRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies) (2012). Community early warning systems: guiding principles. Geneva.
- Silva Medina Gustavo (1998). Hidrología Básica. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. ISBN 958-8051-4-3.
- Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays (1994). Hidrología Aplicada. ISBN 0-07-010810-2.
- Monasterio Pedro, Pierre Francis, Barreto Trino, Alejos Gleenys, Maturet Waner, Tablante Jacinto. (2008). El pluviómetro artesanal: una manera práctica de medir la precipitación. En <http://www.inia.gov.ve/instituto>. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Venezuela.
- Organización Meteorológica Mundial-OMM. (1994). Guía de Prácticas Hidrológicas. Quinta Edición. ISBN 92-63-30168-9.
- Banco Interamericano de Desarrollo – BID, Comisión Económica para América Latina y el Caribe – Cepal (2012). Valoración de daños y pérdidas Ola invernal en Colombia 2010-2011. <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/0/47330/OlainvernalColombia2010-2011.pdf>.
- Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial Región de América Latina y El Caribe (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: Un aporte para la construcción de políticas públicas. <http://www.sigpad.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>
- Ministerio de Hacienda. (2012) Protección Financiera ante Desastres por Fenómenos de la Naturaleza. Caso Colombia. <http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/HomeMinhacienda/creditoydeudapublicos/Riesgo/PasivosContingentes1/ProteccionFinancieraAnteDesastresPublicar.pdf>
- Colombia Humanitaria, Fondo Nacional para la Gestión del Riesgo, Fedesarrollo (2013). Resumen Ejecutivo. Acciones de Colombia Humanitaria para Mitigar los daños causados por el Fenómeno de la Niña 2010-2011. <http://www.colombiahumanitaria.gov.co/ENC/Documents/2014/fedesarrollo.pdf>
- UNESCO (2002). Agua para Todos, Agua para la Vida. www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.



Bibliografía

- UNESCO (2002). Agua para Todos, Agua para la Vida. www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.
- Gómez Piñeiro Javier (2010). Aproximación a la formulación del diagnóstico territorial. Cátedra de Análisis Geográfico Regional. Universidad de Deusto.
- Céspedes Cuevas Nelly Angélica (2012). Desarrollo metodológico del sistema de monitoreo comunitario de movimientos en masa para ser aplicado en el territorio colombiano. Unidad Nacional de Gestión del Riesgo y Desastres.
- León Peláez Juan Diego (2009). Curso Planificación del Territorio Rural: Orientaciones para la elaboración del Diagnóstico Territorial. Departamento de Ciencias forestales. Universidad Nacional de Colombia. http://www.docentes.unal.edu.co/jdleon/docs/Curso_PTR/Docs_para_lectura/Contenido%20Diagn%20Terr.pdf.
- Anup Phaiju, Debnarayan Bej, Sagar Pokharel, Ulla Dons (2010). Establishing Community Based Early Warning System, Practitioner's Handbook. Mercy Corps and Practical Action 2010.
- USGS (2014). ¿Qué es el ciclo del agua? <http://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html#runoff>. Last Modified: Mar 17, 2014

