



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO

**Metodología para la planificación de un
Sistema de Alerta Temprana (SAT) a inundaciones para
la región de Madre de Dios, Perú**

por

Daniel Alejandro Yabar Meoño

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

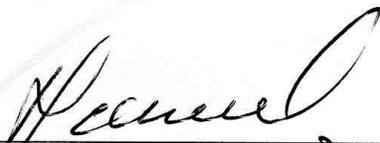
Magister Scientiae en Manejo y Gestión Integral de
Cuencas Hidrográficas

Turrialba, Costa Rica, 2014

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL
DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

FIRMANTES:

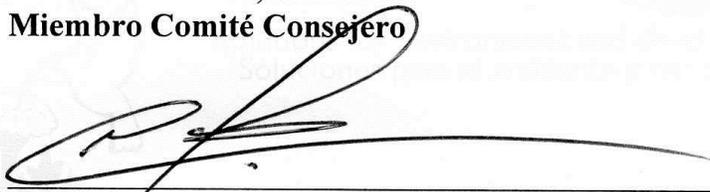


Jorge Faustino, Ph.D.
Codirector de tesis

Raúl Pinedo, M.Sc.
Codirector de tesis



Francisco Jiménez, Dr.Sc.
Miembro Comité Consejero



Fernando Carrera, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Thomas Dormody, Ph.D. / Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano / Vicedecano de la Escuela de Posgrado



Daniel Alejandro Yabar Meoño
Candidato

DEDICATORIA

A mi abuelo Bernardo, que es uno de mis ejemplos a seguir como persona, padre, esposo y profesional, y que siempre me envía sus buenos deseos y éxitos en todo lo que hago.

AGRADECIMIENTOS

A mi querida esposa Marjorie, que fue la que me motivo desde un inicio a seguir la maestría y estuvo ahí cuando la necesitaba, fue mi motor y guía para cumplir con esta difícil pero gratificante tarea; todos mis triunfos y logros se los debo y dedico a ella.

A mi familia, mis padres Alejandro y Cristina, por sus consejos y apoyo en todas las decisiones que he tomado y me han impulsado a tomar para mi beneficio desde pequeño, a David, mi hermano que siempre me ha acompañado en mis travesías, divirtiéndonos juntos desde que éramos pequeños.

A mis profesores del comité asesor, Jorge Faustino, Francisco Jimenez y Fernando Carrera, por sus consejos y su labor guía para la elaboración de mi trabajo. Sus enseñanzas en clase no sólo fueron de carácter profesional sino también, enseñanzas de vida, iniciaron siendo profesores para mí y terminaron siendo grandes amigos con los cuales contaré por siempre.

A mis compañeros del CATIE, con los que hemos pasado momentos inolvidables en estos dos años de maestría, y espero que la distancia no sea un obstáculo para seguir comunicados y en algún momento volver a verlos.

A la beca otorgada por la Universidad de Nairobi – IDRC que brindó los fondos necesarios para mi trabajo de investigación de la maestría.

Finalmente a la Iniciativa para la Conservación de la Amazonia Andina - ICAA - USAID y a Raúl Pinedo como gerente general del Proyecto Especial Madre de Dios por la oportunidad de desarrollar este trabajo y el financiamiento en la fase de campo.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
TABLA DE CONTENIDO	V
RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos del estudio.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos y preguntas de investigación	2
2. MARCO CONCEPTUAL.....	3
2.1 Desastres por amenazas naturales	3
2.2 Riesgo a desastres.....	3
2.2.1 Inundaciones.....	3
2.2.2 Capacidad de pronóstico	4
2.3 Gestión del riesgo	5
2.4 Vulnerabilidad.....	5
2.4.1 Vulnerabilidad global	5
2.4.2 Vulnerabilidad física.....	6
2.4.3 Vulnerabilidad económica.....	6
2.4.4 Vulnerabilidad política.....	6
2.4.5 Vulnerabilidad técnica.....	6
2.4.6 Vulnerabilidad ideológica y cultural	6
2.4.7 Vulnerabilidad educativa	7
2.4.8 Vulnerabilidad institucional.....	7
2.4.9 Vulnerabilidad ecológica.....	7
2.5 Análisis de vulnerabilidad.....	7

2.6	Sistema de alerta temprana (SAT)	8
2.7	Instrumentos de difusión de un SAT.....	9
2.8	Sistemas de información geográfica (SIG).....	9
2.9	Modelación Hidrológica	10
2.9.1	HEC – RAS y HEC – GeoRAS	10
2.10	Plataforma de monitoreo (TerraMa2).....	10
3.	LITERATURA CITADA	10
4.	ARTÍCULO I. Desarrollo de una metodología para la planificación de un SAT a inundaciones.....	14
4.1	RESUMEN	14
4.2	INTRODUCCIÓN	14
4.3	METODOLOGÍA	15
4.3.1	Área de estudio	15
4.4	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	16
4.4.1	Registro de información.....	16
4.4.2	Elaboración de la metodología.....	17
4.4.3	Socialización	17
4.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.5.1	Importancia del SIG como herramienta para la predicción de zonas vulnerables inundaciones	18
4.5.2	Metodología para la planificación de SAT a inundaciones en la región de Madre de Dios	20
4.5.3	Socialización de la metodología SAT	28
4.5.4	Lecciones aprendidas	29
4.6	CONCLUSIONES	29
4.7	RECOMENDACIONES	30
4.8	LITERATURA CITADA.....	31
5.	CONTRIBUCIONES DE LA GESTIÓN DEL RIESGO AL DESARROLLO	33
6.	METODOLOGÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DE UN SAT Y LA GENERACIÓN DE POLÍTICAS	34
7.	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA O ANEXOS	35

RESUMEN

El presente estudio reúne la incorporación de la herramienta SIG y una hoja de ruta para la implementación de la metodología para la planificación de un sistema de alerta temprana (SAT) a inundaciones en la región de Madre de Dios, en Perú. El uso de las herramientas SIG muestra la capacidad de la tecnología como un aliado a la predicción y prevención de las amenazas a los desastres por eventos extremos de fácil uso y manejo, con el fin de detectar zonas vulnerables o propensas a inundaciones. Las herramientas usadas son el ArcGIS 10 con las extensiones: 3D Analyst y HEC – GeoRAS, así como el software de modelación hidrológica HEC – RAS.

En el desarrollo de la metodología para la planificación del SAT, se analizaron a los actores clave, su nivel de interés y poder; y su participación en el tema de gestión de riesgos, realizando un diagnóstico inicial del sistema de alerta temprana ya existente en la zona, un análisis de la gestión administrativa, operativa, y la percepción de los expertos ante su sistema de alerta temprana y la participación de la población.

En el diagnóstico inicial del sistema de alerta temprana, impera el trabajo individual de los actores e instituciones, lo que dificulta las acciones colectivas y la solución de problemas. Destacan algunos actores con alto compromiso en la gestión de riesgos. En general, existe mucha voluntad; pero, a nivel comunitario, se da cierta incredulidad por varios factores: incumplimiento, veracidad de información y falta de trabajo conjunto.

La metodología que se elaboró para este estudio, determinó: (1) las zonas vulnerables a inundaciones, y el nivel de participación social ante amenaza, en donde el estado tiene un nivel medio de participación y la población un nivel bajo de participación, (2) procesos y procedimientos en el SAT actual que son de difícil ejecución por razones técnicas y administrativas, los cuales sirvieron para elaborar su reformulación, (3) Las lecciones del presente estudio plantean nuevos elementos, herramientas y enfoques en los planes estratégicos de intervención regional, para solucionar los problemas identificados en el Sistema de Alerta Temprana (SAT) de la región de Madre de Dios, con el fin de lograr la sostenibilidad del trabajo.

Palabras clave: SIG, Sistema de Alerta Temprana, metodología, vulnerabilidad, desastres

SUMMARY

This study meets the inclusion of GIS tool and a roadmap for the implementation of the methodology for planning an early warning system (EWS) for floods in the region of Madre de Dios, Peru. Using GIS tools shows the ability of technology as an ally to the prediction and prevention of threats to disasters from extreme events easy use and management, in order to detect vulnerable or flood prone areas. The tools used are the ArcGIS 10 with the extensions: 3D Analyst and HEC - GeoRAS and hydrologic modeling software HEC - RAS.

In developing the methodology for planning EWS, analyzed the key players, their level of interest and power; and involvement in the issue of risk management, making an initial diagnosis system existing early warning in the area, an analysis of administrative, operational management, and perception of the experts to its early warning system and participation population.

In the initial diagnosis of early warning system, prevails individual work of actors and institutions, which makes collective action and problem solving. Highlights some actors with high commitment to risk management. In general, there is a lot of will; but, at Community level, disbelief is given by several factors: compliance, accuracy of information and lack of working together.

The methodology developed for this study determined: (1) areas vulnerable to flooding, and the level of threat to social participation, where the state has a medium level of participation and low standards of participation, (2) processes and procedures in the current EWS that are difficult to implement due to technical and administrative reasons, which served to develop his reformulation, (3) The lessons of this study raise new elements, tools and approaches in the strategic plans of regional intervention to solve the problems identified in the Early Warning System (EWS) region of Madre de Dios, in order to achieve sustainability of the work.

Keywords: GIS, Early Warning System, methodology, vulnerability, disaster

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista de personas entrevistadas	35
Cuadro 2. Matriz de calificación de actores por su importancia e interés	36
Cuadro 3. Matriz para medir el avance de la implementación de un SAT en la Región de Madre de Dios	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de cuencas hidrográficas de la región de Madre de Dios	16
Figura 2. Diagnóstico inicial del SAT en la región de Madre de Dios.....	18
Figura 3. Mapa de inundación para la ciudad de San Lorenzo	19
Figura 4. Mapa de la ZEE y las planicies de inundación para la cuenca del río Tahuamanu ..	20
Figura 5. Flujograma de la metodología para la planificación de un SAT para inundaciones en la región de Madre de Dios.....	21
Figura 6. Comparación de la segunda etapa entre el SAT presente en la región y la metodología propuesta.....	22
Figura 7. Comparación del SAT presente en la región con la metodología SAT propuesta	23
Figura 8. Flujo de la información en la región de Madre de Dios	24
Figura 9. Flujo de la información a través del ARA	24
Figura 10. Flujo de comunicación para las alertas en la región de Madre de Dios	25
Figura 11. Flujo de la información de las alertas para la metodología SAT.....	26
Figura 12. Respuesta ante la emergencia en la región y de la metodología SAT propuesta ..	26
Figura 13. Seguimiento del SAT para la región de Madre de Dios.....	27
Figura 14. Factores claves como condición habilitadora para la implementación de la metodología SAT	28

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

ARA: Autoridad Regional Ambiental

COER: Centro de Operaciones de Emergencia Regional

CPTEC: Centro de Previsao de Tempo e Estudos Climáticos

DEM: Digital Elevation Model

GOREMAD: Gobierno Regional de Madre de Dios

HEC – GeoRAS: Hydrologic Engineering Centers Geospatial River Analysis System

HEC – RAS: Hydrologic Engineering Centers River Analysis System

INDECI: Instituto Nacional de Defensa Civil

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

ONG: Organismo No Gubernamental

PEMD: Proyecto Especial Madre de Dios

PREDES: Centro de Estudios y Prevención de Desastres

SAT: Sistema de Alerta Temprana

SEMA: Secretaría de Estado de Medio Ambiente

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

SIG: Sistema de Información Geográfica

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación

TIN: Triangulated Irregular Network

UNISDR: United Nation International Strategy for Disasters of Reduction

UNISDRT: United Nations International Strategy for Disasters Reduction Terminology

ZEE: Zonificación Ecológica Económica

1. INTRODUCCIÓN

La evidencia científica permite conocer cada vez con mayor precisión las causas, características y consecuencias de un fenómeno como los desastres. Desde distintas instancias de la comunidad internacional se alerta de la existencia de un incremento en la frecuencia e intensidad de los desastres en las últimas décadas (IPCC 2007; Comisión Europea 2009; Guha-Sapir *et al.* 2011).

Si se atiende al tipo de desastre, los que se producen con mayor frecuencia y tienen mayor impacto en cuanto a víctimas y daños económicos son los de naturaleza hidrológica, seguidos de cerca por los de carácter meteorológico, geofísico y climatológico (Suárez 2012).

Dentro de la multiplicidad de acciones relacionadas con la gestión del riesgo a desastres, el Sistema de Alerta Temprana (SAT) es uno de los elementos principales, ya que contribuye a evitar la pérdida de vidas y disminuir el impacto económico, material y humano en las poblaciones vulnerables y afectadas por eventos destructivos (Armién 2011).

Los SAT 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.

Según Armién (2011), la eficacia de estos sistemas se fundamentan en el conocimiento de la existencia de riesgos, en la activa participación de las comunidades, en un compromiso institucional que involucra a la educación como factor indispensable para la toma de conciencia ciudadana, la difusión eficiente de las alertas y la preparación constante.

En el Perú, los desastres han ocasionado a la población grandes pérdidas no sólo materiales sino también de vidas humanas. Algunas de las amenazas que suceden en todo el país son: deslizamientos, inundaciones, incendios forestales, tsunamis, terremotos y aluviones, siendo Madre de Dios la región amazónica más afectada por inundaciones de manera continua y durante todo el año (INDECI 2009).

Además, las actividades humanas desarrolladas en las últimas décadas junto con las características propias de una región amazónica, como la diversidad y heterogeneidad territorial y social, están generando condiciones de alta vulnerabilidad en el territorio y la sociedad, presentando escenarios de frecuentes desastres, los cuales al desencadenarse producen múltiples peligros en el entorno (León 2008).

La región de Madre de Dios es una de las que sufre fuertemente los embates de la naturaleza. Según INDECI (2009) se registran problemas por inundaciones todos los meses del año, principalmente de noviembre a marzo.

Es por esto, que el propósito de esta investigación es contribuir a la gestión de riesgos a desastres por inundaciones mediante la elaboración de una propuesta metodológica para la planificación de un Sistema de Alerta Temprana en la región de Madre de Dios en Perú. La misma que servirá para definir los principales elementos de diseño que permitirán orientar a técnicos y profesionales encargados para la instalación, operación y mantenimiento de un sistema de alerta temprana ante inundaciones con base en las experiencias y lecciones

aprendidas de distintos SAT creados para países de América Latina, así como la incorporación de herramientas técnicas basadas en los SIG para el monitoreo, prevención y preparación antes estas amenazas.

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Contribuir a la gestión de riesgos a desastres por inundaciones mediante el desarrollo de una metodología para la planificación del Sistema de Alerta Temprana en la región de Madre de Dios, Perú.

1.1.2 Objetivos específicos y preguntas de investigación

OE 1. Aplicar la herramienta SIG para predicción de zonas vulnerables a inundación como complemento al análisis de vulnerabilidad en la propuesta metodológica para la planificación de sistemas de alerta temprana

¿Por qué es importante el análisis SIG en el análisis predictivo como componente de la metodología para la planificación de un SAT?

OE 2. Desarrollar una metodología para la planificación de sistemas de alerta temprana a inundaciones.

¿Cuál es la percepción de diferentes actores locales de la zona de estudio sobre la problemática de inundaciones, la necesidad de un SAT y las posibilidades de implementación de los mismos?

¿Qué elementos o componentes específicos debe tener la planificación de un SAT a inundaciones en la zona de estudio?

¿Cómo se relacionan sistémicamente los diferentes componentes de la planificación?

¿Qué condiciones habilitadoras se requieren para pasar a la implementación de la planificación de un SAT en la zona de estudio?

OE 3. Socializar y validar metodología de planificación de sistemas de alerta para inundaciones.

¿Qué mejoras y ajustes sugieren expertos en los temas de: SAT, inundaciones, gestión del riesgo a desastres, gestión de cuencas hidrográficas y otros a la metodología de planificación de SAT?

¿Cuál sería la hoja de ruta incluyendo los responsables y responsabilidades para implementar la metodología de SAT en la zona de estudio?

¿Cuáles fueron las lecciones aprendidas en el proceso de desarrollo de la metodología?

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Desastres por amenazas naturales

Para referirnos a desastres por amenazas naturales primero debemos tener en cuenta los tipos de peligros que originan los desastres. En este sentido, el peligro es la probabilidad de que un fenómeno potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos (CENEPRED 2013).

Así, según la UNISDR (2009), un desastre es la combinación de diferentes factores en una comunidad, la vulnerabilidad y la capacidad para reducir el daño, ocasionando diferentes tipos de impactos, pérdidas materiales, económicas, de la vida, así como la generación de enfermedades y efectos negativos en el medio físico, mental y social de la humanidad.

“Un desastre es una situación o acontecimiento que supera la capacidad local y que requiere asistencia externa a nivel nacional o internacional; un acontecimiento imprevisto y frecuentemente repentino que causa grandes daños, destrucción y sufrimiento humano” (Suárez 2012).

A su vez, para que un desastre sea considerado como tal y registrado a efectos estadísticos y de análisis en la base de datos internacional sobre desastres, debe cumplir al menos con uno de los siguientes criterios: causar la muerte de 10 o más personas; afectar a 100 o más; que se declare el estado de emergencia; o que se solicite asistencia internacional (Suárez 2012).

Todas estas situaciones suelen dar lugar a una situación de emergencia y a una eventual “crisis humanitaria”. No obstante, pese a la existencia de aspectos comunes, tanto las causas que conducen a sendas situaciones, como las estrategias para su prevención y resolución son de distinta índole (WB 2006).

2.2 Riesgo a desastres

2.2.1 Inundaciones

Una inundación es un exceso de agua que sumerge la tierra que por lo general no se encuentra cubierta por agua. El volumen de agua, dentro de un cuerpo de agua, tal como un río o lago, excede la capacidad total de sus límites, y como resultado, algunos de los flujos de agua se encuentran fuera de los perímetros normales del cuerpo de agua. Una definición más simple: Una inundación es cuando el agua de un río se derrama fuera del lecho del río (Neussner 2009).

Según INDECI (2011), podemos determinar dos diferentes tipos de inundaciones según su duración y según su origen. Dentro de las inundaciones por su duración, encontramos las inundaciones dinámicas o rápidas y las estáticas o lentas, y según su origen, tenemos las pluviales y fluviales.

2.2.1.1 Inundaciones dinámicas o rápidas

Se producen en ríos de montaña o en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes y por el efecto de lluvias intensas. Las crecidas son repentinas y de corta duración. Son estas las que suelen producir los mayores estragos en la población, sobre todo porque el tiempo de reacción es prácticamente nulo (Cruz *et al.* 2005).

2.2.1.2 Inundaciones estáticas o lentas

Se produce cuando lluvias persistentes y generalizadas, aumentan gradualmente el caudal del río, hasta superar su capacidad máxima de transporte provocando que el río se salga de su cauce, inundando áreas planas cercanas al mismo. Las zonas que periódicamente suelen quedar inundadas se denominan llanuras de inundación (Cruz *et al.* 2005).

2.2.1.3 Inundaciones pluviales

Es la que se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que ese fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de precipitaciones intensas o persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable (Cruz *et al.* 2005).

2.2.1.4 Inundaciones fluviales

Es ocasionada por el exceso de lluvias, provocando el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Esta inundación es comúnmente conocida como "crecida" (Cruz *et al.* 2005).

2.2.2 Capacidad de pronóstico

Para pronosticar una inundación fluvial es necesaria la recopilación de datos hidrometeorológicos debido a que la inundación, es provocada por la precipitación, el derretimiento de nieve en la cuenca de captación, o por una inundación río arriba. Puede pronosticarse con anticipación varias semanas antes de sucedido el evento (Jiménez 2011).

Sin embargo, las inundaciones causadas de forma repentina dependen de los pronósticos meteorológicos y del conocimiento de las condiciones geográficas de la cuenca, el manejo de técnicas de percepción remota, como por ejemplo las imágenes de satélite, las cuales nos ayudan a interpretar las zonas inundables o susceptibles a inundarse (Jiménez 2011).

Esfuerzos como la OMM con su Programa Mundial de Vigilancia del Clima y el Sistema de Procesamiento de Datos Globales, están constantemente mejorando sus pronósticos, siendo de gran ayuda para visualizar las condiciones de inundación en varios países; sin embargo, las observaciones hechas por los servicios meteorológicos nacionales, son las que activan las advertencias de alerta de inundación (Jiménez 2011), por lo que se deberá tener mayor cuidado en su procesamiento e interpretación.

2.3 Gestión del riesgo

Es una práctica que consiste en la evaluación y análisis del riesgo, con el fin de ejecutar acciones para reducir, controlar o transferir el riesgo a través de la práctica de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales (UNISDR 2009).

Cuando se habla de gestión del riesgo, se refiere a la capacidad que tiene una comunidad, región o país para manejar y transformar las condiciones que permiten o favorecen un desastre antes de que este ocurra. La gestión del riesgo se fundamenta en el conocimiento de los factores (amenazas y vulnerabilidad), que al combinarse producen efectos negativos sobre una comunidad y su entorno (PREDES 2007), y de calcular cualitativa y cuantitativamente esos efectos a manera de evitarlos, interviniendo sobre las causas que los producen o favorecen (Wilches-Chaux 1998).

La gestión del riesgo de desastre en forma general, se define como un proceso social con el objetivo de previsión, reducción y control del elementos de riesgo de desastre para una sociedad, la cual debe estar integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial de manera sostenible (Narváez *et al.* 2009).

2.4 Vulnerabilidad

Es la característica que tiene una población o comunidad de ser susceptible a los efectos de una amenaza. Se debe a muchos factores: ambientales, sociales, económicos y de infraestructura, y varía según la comunidad y el transcurso del tiempo (UNISDR 2009).

La vulnerabilidad significa también una falta de las comunidades, poblaciones o ciudades en la resiliencia y resistencia así como la falta de condiciones en la recuperación y reconstrucción del ambiente, bienes y personas afectadas (Lavell *et al.* 2003).

Los elementos de una población ya sean infraestructura, servicios, cultivos, ganado, entre otros, corren el riesgo a ser dañados por las inundaciones, afectando la vulnerabilidad. Otros factores como refugios insuficientes, falta de información al público sobre las rutas de escape y otras actividades adecuadas de respuesta aumentan la vulnerabilidad de las comunidades (Jiménez 2011).

En Perú, la institución encargada de velar por la seguridad del país y su población con referencia a la gestión del riesgo es INDECI, así mismo para el tema de vulnerabilidad, INDECI emplea un manual propio, el cual asemeja en gran medida al análisis de vulnerabilidad global por Wilches-Chaux (1998), este manual contempla los siguientes tipos de vulnerabilidad: ambiental y ecológica, física, económica, social, educativa, cultural e ideológica, política e institucional y científica y tecnológica, las cuales tienen sus propios indicadores y son descritas a continuación.

2.4.1 Vulnerabilidad global

Surge como consecuencia de la interacción entre una serie de factores y características, tales como: eventos naturales, relieve, infraestructura, etc. las mismas que convergen en una comunidad o población (Wilches-Chaux 1998). Cada factor representa una vulnerabilidad

distinta, por ejemplo, si nos referimos al relieve o el terreno, estamos ante una vulnerabilidad física.

2.4.2 Vulnerabilidad física

Se refiere principalmente a la ubicación de la población en zonas en las que se sabe que son de alto riesgo por dos factores: (1) la precariedad de sus construcciones y (2) la pobre calidad del suelo, que hace inestable la vivienda. Generalmente, los asentamientos humanos se ubican en dichas zonas de riesgo (Bisbal *et al.* 2006).

2.4.3 Vulnerabilidad económica

Es la capacidad que tiene una comunidad a nivel organizacional y de participación conjunta, a la prevención y respuesta ante las amenazas o situaciones de emergencia (Bisbal *et al.* 2006). Está dada directamente por los indicadores de desarrollo económico presentes en una población, pudiéndose incluso afirmar que cuanto más deprimido es un sector, es decir; mayor índice de pobreza; mayor es la vulnerabilidad a la que se encuentra ante los desastres.

Por otro lado, Wilches-Chaux (1993) menciona que el nivel de traumatismo social resultante de un desastre, es inversamente proporcional al nivel de organización existente en dicha comunidad afectada.

2.4.4 Vulnerabilidad política

Constituye el valor recíproco del nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de decisiones que le afectan, es decir mientras mayor sea la autonomía, mayor será la vulnerabilidad política de la comunidad.

Bisbal *et al.* (2006) la define como la capacidad institucional y política dentro de una comunidad o población para tomar decisiones para una mejor gestión del riesgo, vinculada también a la capacidad institucional para cumplir con sus funciones en los temas de prevención y respuesta ante las emergencias.

2.4.5 Vulnerabilidad técnica

Viene dada por la presencia y/o ausencia de infraestructuras o diseños de edificaciones resistentes o adaptables a la diversidad de eventos o amenazas a la cual está una comunidad expuesta. Se entiende por el conocimiento científico y el nivel técnico con el que cuenta las instituciones de una comunidad o población para afrontar las amenazas de origen natural, así mismo como la capacidad para la información y sus técnicas de uso para proveer mayor seguridad a la población (Bisbal *et al.* 2006).

2.4.6 Vulnerabilidad ideológica y cultural

Se refiere a la respuesta de una comunidad ante una amenaza de desastre por eventos naturales, o ante el desastre mismo. Depende en gran medida de la concepción del mundo y

de la concepción sobre el papel de los seres humanos en el mundo para una determinada cultura.

Si en la ideología predominante se imponen concepciones fatalistas, según las cuales los desastres "naturales" corresponden a manifestaciones de la voluntad de Dios, contra las cuales nada podemos hacer los seres humanos, las únicas respuestas posibles serán el dolor, la espera pasiva y la resignación. Está referida a la percepción de la persona o grupo de personas, comunidad o población sobre ellos mismos y su capacidad de reacción ante los desastres por eventos naturales y estará influenciado por sus creencias, costumbres, leyendas, mitos, etc. (Bisbal *et al.* 2006).

2.4.7 Vulnerabilidad educativa

Está representada principalmente con la preparación académica en distintos niveles, que permite a los ciudadanos aplicar tales conocimientos en su vida cotidiana como herramienta válida para enfrentar las situaciones de peligro presentes en la zona que habitan.

2.4.8 Vulnerabilidad institucional

Viene representada por la presencia o ausencia de organizaciones o comités encargados de actuar, manejar y coordinar las situaciones de emergencias presentes, como consecuencias de un evento o desastre, esto es la capacidad de respuesta ante tales situaciones de emergencia.

2.4.9 Vulnerabilidad ecológica

La definen las condiciones ambientales y ecológicas presentes en una zona, esto es, cuanto mayor sea la degradación ambiental y cuanto menos sostenible sea el uso dado a los recursos naturales presentes, mayor será la vulnerabilidad ecológica. Por ser la naturaleza un sistema en constante actividad que desarrolla dentro de sí ciclos, es posible afirmar que así como ingresa energía a ésta, así mismo expulsará la misma cantidad con el fin de mantener el balance interno e incluso externo.

2.5 Análisis de vulnerabilidad

Proceso para determinar y priorizar los componentes críticos, débiles o susceptibles de daño o interrupción en edificaciones, instalaciones, servicios y sistemas, grupos humanos, sistemas productivos y naturales y el ambiente, así como las medidas de prevención, preparación y mitigación a tomar ante una amenaza específica o un grupo de ellas, a fin de procurar la reducción o eliminación de esa vulnerabilidad (Jiménez 2011).

El análisis de vulnerabilidad estima el nivel de pérdida o daño que pueda causar un desastre por eventos naturales a determinada zona, comunidad o población. Los componentes que se analizan incluyen las poblaciones, instalaciones y recursos físicos tales como centros de producción, lugares de reunión pública, patrimonio cultural, actividades económicas, entre otros (Auge 2004).

Según Wilches-Chaux (1993), la vulnerabilidad global está interpretada por diferentes vulnerabilidades, entre ellas: física, social, política, ideológica, educativa, cultural, económica, ecológica y técnica. Teniendo en cuenta estas vulnerabilidades es que se creó una metodología, aplicada en la actualidad en la mayoría de estudios y tesis de vulnerabilidad en cuencas, sobre todo de Centroamérica por instituciones gubernamentales y no gubernamentales, entre ellas tesis como *Evaluación del riesgo a inundaciones y deslizamientos en la parte alta de la cuenca del río Chiriquí Viejo, Panamá* (Gálvez 2010)

Para el análisis de la vulnerabilidad, se requiere tener en cuenta tres conceptos fundamentales según CENEPRED (2013). Primero la exposición, relacionada con decisiones y prácticas que ubican a una unidad social (familia o comunidad) estructura física o actividad económica en las zonas de influencia de un peligro. Este factor explica la vulnerabilidad porque expone dicha unidad social al impacto negativo del peligro. Por ejemplo, la ubicación de viviendas y terrenos agrícolas en zonas de laderas o en cauces secos de ríos o la población, bienes u otros elementos presentes en la zonas de amenazas y que están expuestos a presentar daños o pérdidas (UNISDR 2009).

Un segundo concepto a tener en cuenta es la fragilidad, la cual se refiere al nivel o grado de resistencia y/o protección frente al impacto de un peligro, es decir, las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social. En la práctica, se refiere a las formas constructivas, calidad de materiales, tecnología utilizada, entre otros. Por ejemplo, las viviendas prefabricadas instaladas en zonas bajas y húmedas, sin especificaciones técnicas son mucho más frágiles que las de construcción noble o de concreto (WB 2006).

Por último, la resiliencia se define como la capacidad de un sistema, población, comunidad o sociedad para resistir, recuperarse y adaptarse ante el embate de un desastre por eventos naturales (UNISDR 2009). Está asociada al nivel o grado de asimilación y/o recuperación que pueda tener la unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica después de la ocurrencia de un peligro.

2.6 Sistema de alerta temprana (SAT)

El Sistema de Alerta Temprana (SAT) es una herramienta que consiste en un conjunto de mecanismos y procedimientos de detección de peligros, vigilancia de indicadores, comunicación de alertas y alarmas y evacuación de las poblaciones vulnerables hacia los lugares o zonas seguras (PREDES 2007).

Comprende la suma de las políticas, estrategias, instrumentos y acciones particulares referidos a la identificación y monitoreo de amenazas, vulnerabilidades y riesgo, el diseño e implementación de alertas o alarma relacionada con la ocurrencia inminente de eventos peligrosos; los preparativos para la respuesta a emergencias y la ejecución de los mismos (OEA 2010) para la atención eficaz, y contempla por lo general cuatro elementos importantes: el conocimiento del riesgo, el monitoreo o seguimiento de los factores, la comunicación de las alertas y la respuesta ante las amenazas (UNISDR 2009).

El funcionamiento adecuado de un SAT demanda la actuación responsable de los organismos, instituciones y población que se moviliza para evitar daños y pérdidas de vidas o bienes en las poblaciones vulnerables (PREDES 2007).

Un SAT, es una herramienta flexible en cuanto al evento natural para el que se le implementa, cuando nos referimos a un SAT para inundaciones, lo más recomendable es hacerlo en un enfoque de cuencas, sub cuencas o microcuencas (CENEPRED 2013) ya que la delimitación del área es de forma natural lo que simplifica mucho la elaboración y/o implementación de uno.

Hoy en día se puede decir que existen dos tipos de sistemas de alerta temprana, (1) los que son operados por los servicios hidrometeorológicos nacionales y (2) las que son operadas por las comunidades.

2.7 Instrumentos de difusión de un SAT

En la última década, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han contribuido sustancialmente a la detección y prevención de los desastres naturales, cooperando activamente en la coordinación y gestión de la ayuda humanitaria (De Pedro Carracedo 2009).

Las TIC son los instrumentos necesarios para lograr que un SAT funcione de forma eficaz y eficiente, brindando la información inmediata para una alerta o un proceso de evacuación. Deben contar con un sistema de difusión de alertas que asegure una comunicación eficaz de las advertencias y cualquier otra información pertinente, llegando a los lugares más remotos con acceso limitado a la información (Neussner 2009).

Los instrumentos de difusión son de gran importancia para alertar a la comunidad de un inminente peligro, y dar la voz para el proceso de evacuación de manera simultánea. Algunos de los instrumentos utilizados son sonidos de sirenas, campanas u otros, los cuales se puedan implementar en la comunidad. Los medios de comunicación como radios y teléfonos, son otras alternativas para transmitir el estado de alerta (González 2006).

2.8 Sistemas de información geográfica (SIG)

Según Velásquez (2009), los Sistemas de Información Geográfica (SIG) están conformados por equipos y programas utilizados para almacenar, recuperar, analizar y representar datos geográficos.

La importancia del SIG está en la solución de problemas que necesitan diferentes tipos de información que sólo pueden ser conseguidos por distribución espacial; el SIG permite manejar y almacenar información para el análisis, relaciones, y tendencias.

Actualmente los SIG son una herramienta muy usada y de gran alcance, puesto que facilitan a los tomadores de decisión, la evaluación y apreciación de los fenómenos naturales desde un punto de vista más gráfico. Son usados también para el estudio de desastres y peligros naturales en un contexto geo-espacial y temporal, debido a que, por ejemplo, tienen

la habilidad de integrar datos ambientales y socioeconómicos para el análisis de vulnerabilidad (Álvarez, 2001).

2.9 Modelación Hidrológica

La modelación hidrológica es una descripción matemática de una cuenca ante la ocurrencia de los eventos de precipitación, al igual que se dice que es un sistema matemático o físico que obedece a condiciones específicas y que su comportamiento es para entender un sistema físico, biológico o social (Solis et al. 1993).

La modelación hidrológica es aplicada para conocer los avances y el manejo de los recursos hídricos, y su contribución es importante para la gestión de riesgos y la toma de decisiones ante las amenazas a desastres por eventos naturales porque permite calcular, por ejemplo el caudal de un río y su posible desborde (Jayakrishnan *et al.* 2005). Existen distintos paquetes tecnológicos que permiten su simulación, los más utilizados por su disposición libre y su practicidad se describen a continuación.

2.9.1 HEC – RAS y HEC – GeoRAS

HEC-RAS es un paquete integrado de programas de análisis hidráulicos, en la que el usuario interactúa con el sistema a través del uso de una interfaz gráfica de usuario (GUI). El sistema es capaz de realizar cálculos de agua permanentes como no permanentes de flujo de superficie de perfil, el transporte de sedimentos / móvil cálculos de límites, análisis de calidad de agua y varios cálculos de diseño hidráulico (Nanía y Molero 2007).

Hec-GeoRAS 10 es una extensión para ArcGIS 10 desarrollada conjuntamente por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos y Environmental System Research Institute (ESRI). Es un conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades diseñadas para procesar datos georreferenciados que permiten a través del SIG, facilitar y complementar el trabajo con HEC-RAS (Brunner 2010).

2.10 Plataforma de monitoreo (TerraMa2)

Una plataforma de monitoreo climático es un desarrollo tecnológico basado en TIC y los SIG, que soporta la gestión de riesgos a desastres por eventos naturales con el monitoreo y análisis de datos meteorológicos y ambientales, entrega información del monitoreo climático en tiempo cercano al real para la generación de alertas tempranas.

TerraMA2 es un *software*, un sistema computacional en base a una arquitectura de servicio abierto, que proporciona la infraestructura tecnológica necesaria para el desarrollo de los sistemas operativos brindando el seguimiento de alertas de riesgo ambiental (Lopes 2012).

3. LITERATURA CITADA

Auge, M. 2004. Vulnerabilidad de acuíferos. Revista Latinoamericana de Hidrología 4:85-103

- Armién, F. 2011. MANUAL SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA 10 Preguntas - 10 Respuestas. UNESCO.; COMISION EUROPEA.; SICA.; CEPREDENAC. Panamá, MEDUCA (Ministerio de Educación de Panamá,,). 60 p. Consultado 01/11/2012. Disponible en http://www.unesco.org/pv_obj_cache/pv_obj_id_0B11A2B5B51564455D3EFE8B9FC648DCE8921C00/filename/Panama%20MANUAL%20INFORMATIVO.pdf
- Bisbal, A; Picón, J; Casaverde, M; Jáuregui, F; Anchayhua, R; Masana, M. 2006. Manual Básico para la estimación del riesgo. Lima, PE., INDECI (Insituto Nacional de Defensa Civil). 75 p.
- Brunner, G. 2010. HEC-RAS, River Analysis System User's Manual. EEUU, US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center. 790p.
- CENEPRED (Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres, PE). 2013. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Lima, PE 256 p.
- Cruz, E; Castro, M; Ibarra, J; Blanco, M; Herrera, M; Montes, E; Nuemann, A; Rueda, E; Saavedra, C. 2005. Inundaciones fluviales, Mapas de Amenazas. Managua, NI, Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales. 71 p.
- COMISION EUROPEA. 2009. ESTRATEGIA DE LA UE EN APOYO DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE CATÁSTROFES EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO. Bruselas, Comisión Europea. 15 p. Consultado 01/11/2012. Disponible en http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/COMM_PDF_COM_2009_0084_FES_COMMUNICATION.pdf
- De Pedro Carracedo, J. 2009. Las TIC en la prevención de desastres naturales. Disponible en <http://redusoi.org/docs/publicaciones/P11-Las%20TIC%20en%20la%20prevencion%20de%20desastres%20naturales.pdf>
- Gálvez, C. 2010. Evaluación del riesgo a inundaciones y deslizamientos en la parte alta de la cuenca del río Chiriquí Viejo, Panamá (en línea). Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 175 p. Consultado 21 oct. 2013. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5963E/A5963E.PDF>
- González, A (Lima). 2006. Sistema de Alerta Temprana cuenca alta del río Inambari. Sandía, Puno, PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres,,). Consultado 27/09/2012. Disponible en <http://www.desaprender.org/tools/sistema-de-alerta-temprana-sat-ante-inundaciones-en-la-cuenca-del-rio-inambari--2?locale=en>
- Guha-Sapir, D; Vos, F; Below, R; Ponserre, S. 2011. Annual Disaster Statistical Review 2010: The Numbers and Trends. CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters,). Bruselas, Belgium, Ciaco Imprimerie, Louvain-la-Neuve. 50 p. Consultado 27/02/2012. Disponible en http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2010.pdf.
- _____. 2011. Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales. (Cuaderno técnico Nº 2). Lima, Perú, INDECI. 85 p. Consultado 02/10/2011. Disponible en <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1743/doc1743.htm>
- IPCC (GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO,). 2007. 4º Informe de Evaluación. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. 1045 p. Consultado 20/10/2012. Disponible en http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html

- Jayakrishnan, R; Srinivasan, R; Santhi, C; Arnold, J. 2005. Advances in the application of the SWAT model for water resources management. *Hydrological Processes* 19(3):749-762.
- Jiménez, F. 2011. Gestión del riesgo a desastres Turrialba, Costa Rica, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,,CR). 144 p.
- Lavell, A; Mansilla, E; Smith, D. 2003. La gestión local del riesgo, nocieones y precisiones en torno al concepto y la práctica (en línea). CEPREDENAC (Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturlaes en América Central):60 p. Consultado 27 may.2013. Disponible en <http://www.eird.org/encuentro/pdf/spa/doc15783/doc15783-contenido.pdf>
- León, A. 2008. Estimación de riesgos de la cuenca del río Tahuamanu. Perú, WWF (World Wildlife Found,,PE). 43 p.
- Lopes, E. 2012. Curso TerraMA2 - Plataforma de monitoreo, análisis y alertas a los extremos ambiental. Rio de Janiero, BR, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 50 p.
- Nanía, L; Molero, E. 2007. Manual Básico de HEC-RAS 3.1.3 y HEC-GeoRAS 3.1.1. Granada, Universidad de Granda.
- Narváez, L; Lavell, A; Pérez, G. 2009. La Gestión del riesgo de desastres: Un enfoque basado en procesos. Lima, Perú, Secretaria General de la Comunidad Andina. 106 p.
- Neussner, O. 2009. Manual Local Flood Early Warning Systems Experiences from the Philippines. Philippines, GTZ, Comisión Europea. 100 p. Consultado 01/11/2012. Disponible en http://www.planet-action.org/automne_modules_files/polyProjects/public/r5886_93_gtz_phil_lfews_manual_dec09_low_res.pdf
- OEA (Organización de los Estados Americanos,). 2010. Manual para el Diseño, Instalación, Operación y Mantenimiento de Sistemas Comunitarios de Alerta Temprana ante Inundaciones. Nicaragua 103 p.
- PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres, PE). 2007. Sistema de Alerta Temprana SAT ante inundaciones en la cuenca del río Inambari. LIma, Perú, PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres,,). 19 p. Consultado 15/10/2012. Disponible en <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc17332/doc17332.htm>
- Solís Bolaños, H; Oreamuno Vega, R; Murillo Montero, W; Chacón Solano, JJ. 1993. Modelación hidrológica e hidráulica para el control de inundaciones en Centroamérica: Casos Río Purires y Turrialba. CATIE. Disponible en <http://desastres.unanleon.edu.ni/pdf2/2005/septiembre-octubre/parte2/pdf/spa/doc6433/doc6433.htm>
- Suárez, I. 2012. De la emergencia al desarrollo: la estrategia de la Unión Europea para la reducción del riesgo de desastres naturales. Madrid, Fundacion Carolina. 70 p. Consultado 27/10/2012. Disponible en <http://www.fundacioncarolina.es/es-ES/publicaciones/avancesinvestigacion/Documents/AI77.pdf>
- UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction, SUI). 2009. Terminology on Disaster Risk Reduction. Ginebra, SUI, United Nations International Strategy for Disaster Reduction. 39 p. Velásquez, S. 2009. Curso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 38p.

- WB (The World Bank, USA). 2006. Hazards of Nature, Risk to Development. An IEG Evaluation of World Bank Assistance for Natural Disasters. Washington, DC 236 p.
- Wilches-Chaux, G. 1993. Los desastres no son naturales. La RED. 140 p. Consultado 02/10/1993. Disponible en <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>
- _____. 1998. Auge, Caída y Levantada de Felipe Pinillo, Mecanico y Soldador. Panamá, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América. 105 p. Consultado 02/11/2012. Disponible en <http://www.desenredando.org/public/libros/1998/gglr/>

4. ARTÍCULO I. Desarrollo de una metodología para la planificación de un SAT a inundaciones

Daniel Alejandro Yabar Meoño, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba 7170, yabar.daniel@gmail.com

4.1 RESUMEN

Las variaciones del clima a nivel mundial están aumentando y con mayor variabilidad, principalmente por influencias humanas, lo que genera un aumento de los desastres por eventos naturales como por ejemplo, las inundaciones. Las recientes inundaciones en los poblados de Iberia e Iñapari, localidades situadas en la región de Madre de Dios, Perú iniciaron el debate sobre las herramientas y aspectos para la protección frente a inundaciones.

En el presente trabajo se describen los aspectos teóricos y los principales resultados en el desarrollo de una metodología para la planificación de un sistema de alerta temprana para inundaciones en la región de Madre de Dios. Esta metodología se podría caracterizar como una herramienta fundamental para las autoridades locales con el fin de mejorar la comprensión y predicción de fenómenos meteorológicos extremos. La metodología para el sistema de alerta temprana sugiere enlazarla con sistemas de información geográfica, monitoreo a tiempo real, medios de comunicación y planes de seguridad con el fin de mitigar los efectos causados por los eventos meteorológicos extremos.

Con el fin de ayudar a los tomadores de decisión en la mejora de políticas regionales y la implementación de nuevas herramientas para la prevención, un grupo interdisciplinario de expertos en el tema aportó una serie de recomendaciones para la mejora de esta metodología.

Palabras clave: Metodología, sistema de alerta temprana, herramientas, inundaciones, prevención.

4.2 INTRODUCCIÓN

La evidencia científica permite conocer cada vez con mayor precisión las causas, características y consecuencias de un fenómeno como los desastres naturales. Desde distintas instancias de la comunidad internacional se alerta de la existencia de un incremento en la frecuencia e intensidad de los desastres naturales en las últimas décadas (IPCC 2007; Comisión Europea 2009; Guha-Sapir *et al.* 2011).

Las variaciones naturales en el clima mundial se rigen por complejas interacciones entre la atmósfera, los océanos y la cubierta vegetal. Modelos climáticos modernos sugieren que estas variaciones continuarán, pero con magnitudes más grandes y una mayor variabilidad debido a las influencias humanas. Esto se espera que aumente el riesgo de los desastres de las inundaciones (Levy *et al.* 2005).

Las inundaciones urbanas deben ser mitigadas por tener una mezcla juiciosa de estrategias estructurales y no estructurales, que se seleccionan con la plena participación de todos los interesados (Price y Vojinovic 2008).

La región de Madre de Dios, por su ubicación geográfica, las características de su territorio, su condición de departamento de selva, y con un desarrollo impulsado, está generando condiciones de alta vulnerabilidad en su territorio y sociedad, tiene escenarios de frecuente desastres, desencadenados por múltiples peligros que responden a su diversidad y heterogeneidad territorial y social (León 2008).

La región de Madre de Dios presenta altas precipitaciones en la época de lluvias y altas temperaturas en la época de sequías, las precipitaciones generan inundaciones en el territorio provocando principalmente pérdidas materiales y económicas, la importancia de un sistema de alerta temprana para la mejora de prevención y capacidad de respuesta de las poblaciones y comunidades ante las inundaciones es evidente.

El documento presenta una metodología para lidiar con los riesgos que son parte de la gestión integral del riesgo de inundación. Esto incluye los principales elementos del análisis de riesgos, control de riesgos, medios de comunicación, medidas de emergencia y la participación pública, lo cual se propone como una herramienta que puede implementarse en la región de Madre de Dios y contribuir a mejorar su resiliencia ante estos eventos extremos.

La metodología presentada en este trabajo tiene como base la metodología actual de la región y en la que se incorporan nuevos aportes y mejoras generados por el trabajo de investigación.

4.3 METODOLOGÍA

4.3.1 Área de estudio

La región de Madre de Dios tiene una superficie de 85 301 km² y está ubicado en la parte sur oriental del territorio peruano. Limita por el norte con el departamento de Ucayali y la República de Brasil, por el sur con los departamentos de Puno y Cusco, por el este con la República de Bolivia y al oeste con los departamentos de Cusco y Ucayali, representa el 6,6% del territorio nacional. La provincia de Tambopata es la más extensa y abarca el 42,5% del territorio de la región, presenta un clima tropical cálido y húmedo por las constantes precipitaciones pluviales y con una temperatura media anual entre los 26°C a 38°C, y de 8 °C en la época de friaje¹. (INDECI 2009).

La región de Madre de Dios como área de estudio se divide en tres provincias, la provincia del Manu, Tambopata y Tahuamanu. Así mismo la región contiene 12 cuencas, como lo muestra la siguiente figura, donde los ríos más importantes son el río Madre de Dios, Tambopata, Tahuamanu, Yaverija y Acre, siendo los dos últimos de gran importancia tri-nacional con Brasil y Bolivia.

¹ Friaje: Incursión de masas de aire frío y seco procedentes de la región polar hacia latitudes tropicales, generando el descenso de la temperatura también conocida como heladas.

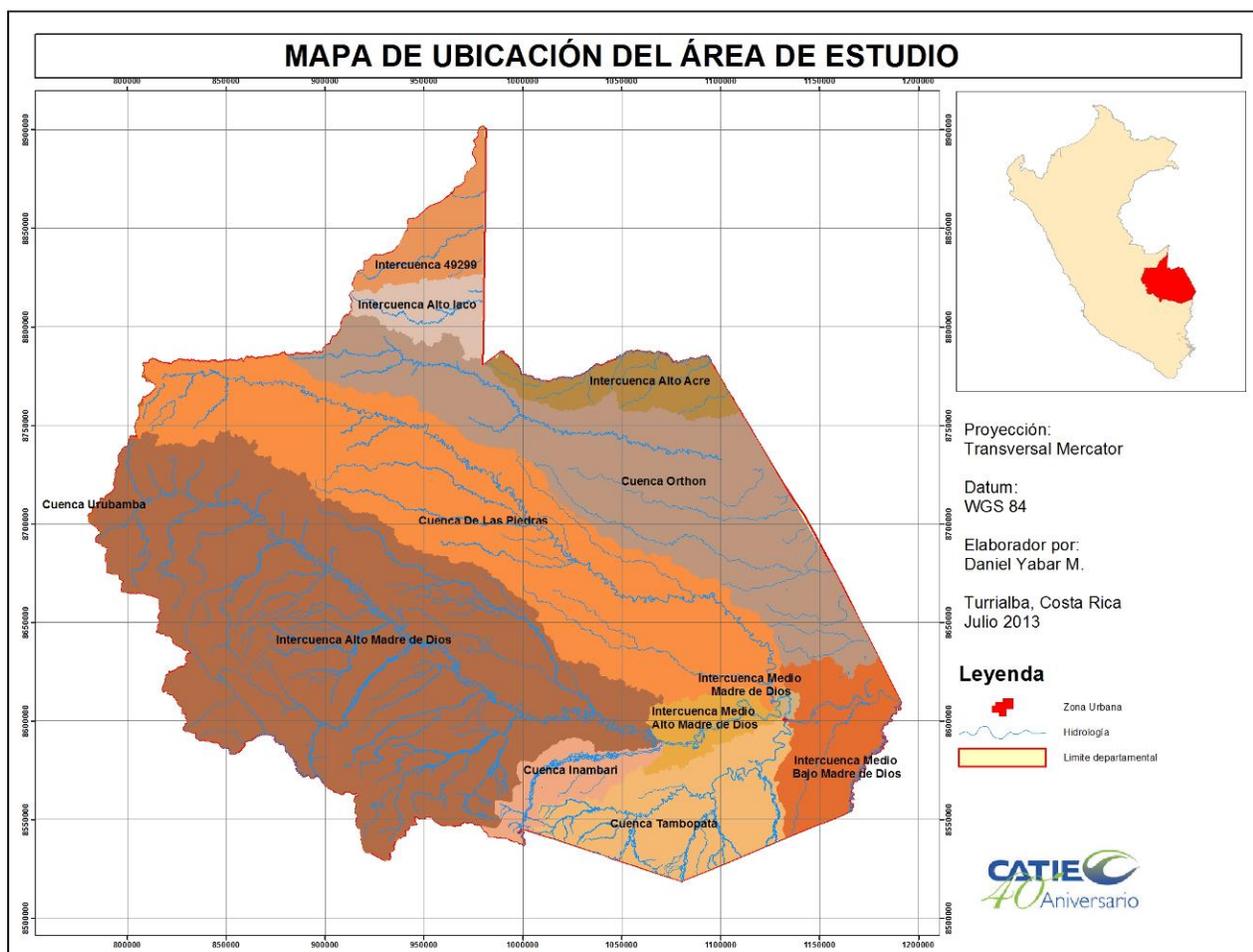


Figura 1. Mapa de cuencas hidrográficas de la región de Madre de Dios

4.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

La metodología constó de tres partes: registro de información, elaboración de la metodología para la planificación de un SAT y socialización.

4.4.1 Registro de información

Con base al registro de información secundaria por intermedio de documentos, publicaciones, estudios realizados, etc. se tiene una visión general de lo que presenta y no la región de Madre de Dios en tema de gestión del riesgo, a esto se suma la identificación de actores clave en la región de Madre de Dios (municipalidades provinciales, comunidades, ONG, entidades nacionales y empresas privadas), por medio de entrevistas abiertas a expertos o personal involucrada en la gestión del riesgo se recogió información sobre la necesidad y participación en el SAT, así como las iniciativas presentes y el esquema del sistema de alerta temprana con la que cuenta la región.

4.4.2 Elaboración de la metodología

Por medio de la información obtenida a través de las entrevistas sobre el funcionamiento e importancia del SAT en la región, se elabora una secuencia metodológica a partir del sistema de alerta temprana existente en la región como se muestra en la figura 2, la identificación de los puntos fuertes y débiles del SAT actual se visualiza con el diagnóstico inicial, a su vez permite identificar los responsables y actores que participan en el SAT.

La identificación de nuevas herramientas, así como mejoras tecnológicas (Terra Ma2, GIS y HEC RAS) y el enfoque de cuencas que es ideal para estos fines, ya que designa un proceso natural y social integral, aceptado por especialistas, decisores, donantes, cooperantes y actores locales (Jimenez 2012). Esta metodología toma como ejemplo los esfuerzos conjuntos que se vienen realizando con los países fronterizos de Brasil y Bolivia en el estado de Acre y la provincia de Pando, respectivamente.

La metodología toma como base el manual de OEA (2010) donde muestra las etapas o fases que contiene un SAT y como punto de partida el SAT que funciona actualmente en la región. Con el fin de incluir aportes y mejoras al SAT de la región se utilizó la matriz de "valor agregado" que consiste en analizar las actividades de un proceso en dos enfoques o dimensiones: "agrega o no valor al proceso" y "es o no necesaria en el proceso" (SFP 2008).

Fue así como se elaboró una secuencia de elementos y pasos importantes que se debe tener en cuenta para la implementación a futuro de un Sistema de Alerta Temprana en la Región de Madre de Dios para el caso de inundaciones.

4.4.3 Socialización

La socialización de esta metodología se realiza con la presencia de expertos y personal involucrado en la gestión de riesgo a desastres en la región de Madre de Dios con el fin de obtener aportes, recomendaciones, los enfoques de la gestión de riesgo en cada una de sus áreas y responsabilidades, poniendo en claro muchas de las funciones que cumplen las organizaciones así como los alcances que tienen en la gestión de riesgos, sus debilidades y fortalezas lo que beneficia la mejora de esta nueva metodología.



Figura 2. Diagnóstico inicial del SAT en la región de Madre de Dios

4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.5.1 Importancia del SIG como herramienta para la predicción de zonas vulnerables inundaciones

Los sistemas de información geográfica (SIG) es una herramienta importante para la gestión de riesgos por la capacidad geoespacial que ofrece y los distintos elementos que la conforman como son las imágenes de satélite, la elaboración de mapas y los modelos de simulación que ofrecen como el HEC RAS y el HEC GeoRAS, así como otros modelos (IBER, FLOOD AREA, etc).

La figura 3, muestra la capacidad de la modelación hidrológica con programas como el HEC RAS y el HEC GeoRAS el cual permite determinar las planicies o llanuras de inundación presentes en una región y determinar el nivel de vulnerabilidad de una población, esta modelación se puede realizar para diferentes periodos de retorno.

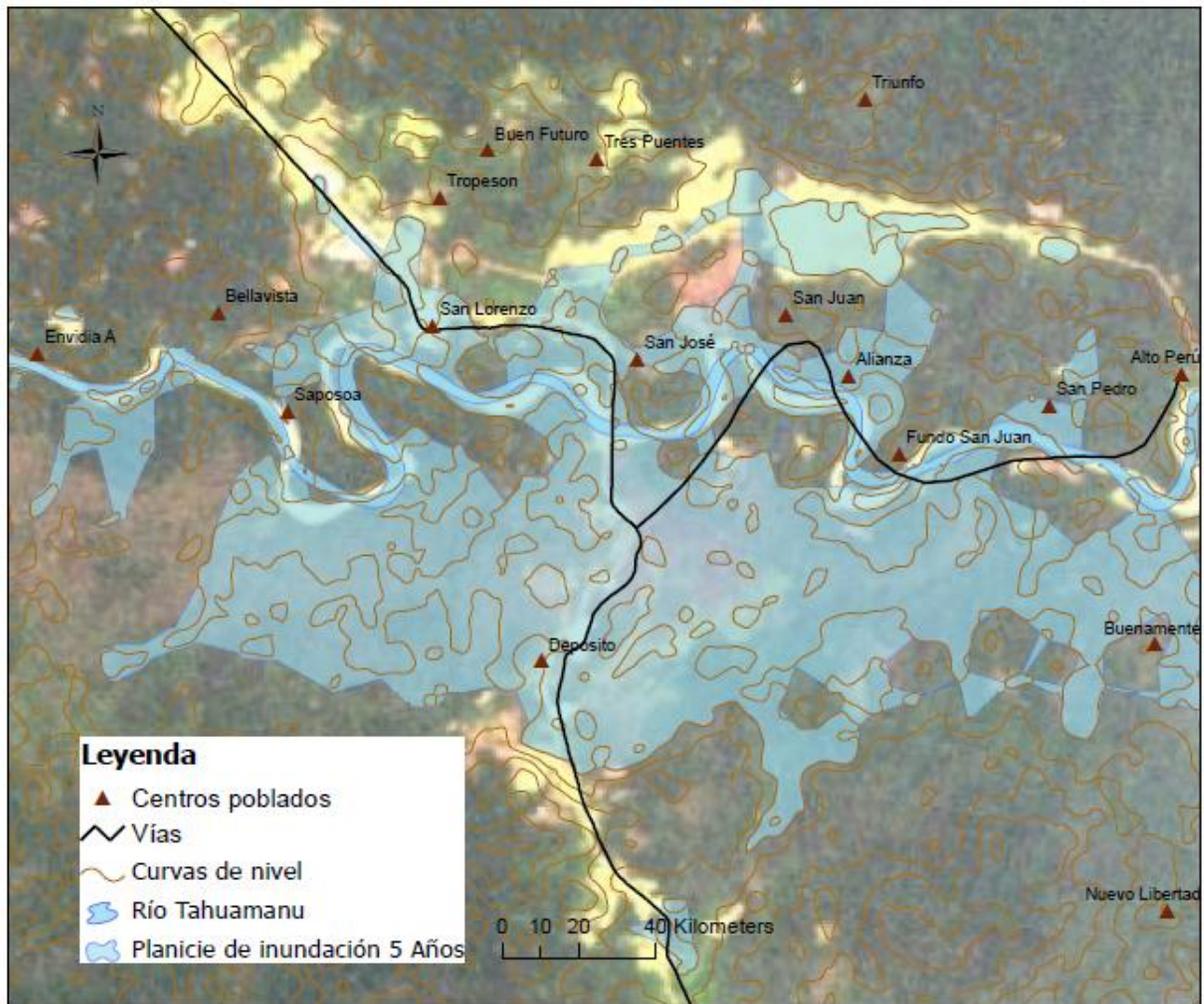


Figura 3. Mapa de inundación para la ciudad de San Lorenzo

Muchas comunidades, ciudades y poblaciones se establecen al margen o en las cercanías de los ríos y la presión económica y de crecimiento urbano las obliga a construir en las llanuras o planicies de inundación (Wheater y Evans 2009).

El daño estructural que se genera en carreteras y puentes son debido a las inundaciones es algo que se tiene que tener bien claro en la gestión del riesgo, la figura 3 muestra como el puente Tahuamanu es afectado por la inundación así como tramos de la carretera interoceánica que comunica la región de Madre de Dios con el estado de Acre así como la ruta afirmada hacia un pequeño poblado en la región de Cobija. La integración de las herramientas e información principalmente de datos meteorológicos y de la sociedad permite determinar las zonas vulnerables a las inundaciones con el fin de desarrollar planes de prevención, preparación y respuesta ante las emergencias (Wilhelmi y Morss 2013)

Las modelaciones hidrológicas permiten elaborar mapas de riesgos a inundaciones (figura 4), e incorporar información geográfica de todo tipo como ZEE, usos de suelos, infraestructura y centros poblados con el fin de elaborar planes, respuestas precisas y oportunas ante el riesgo a inundación.

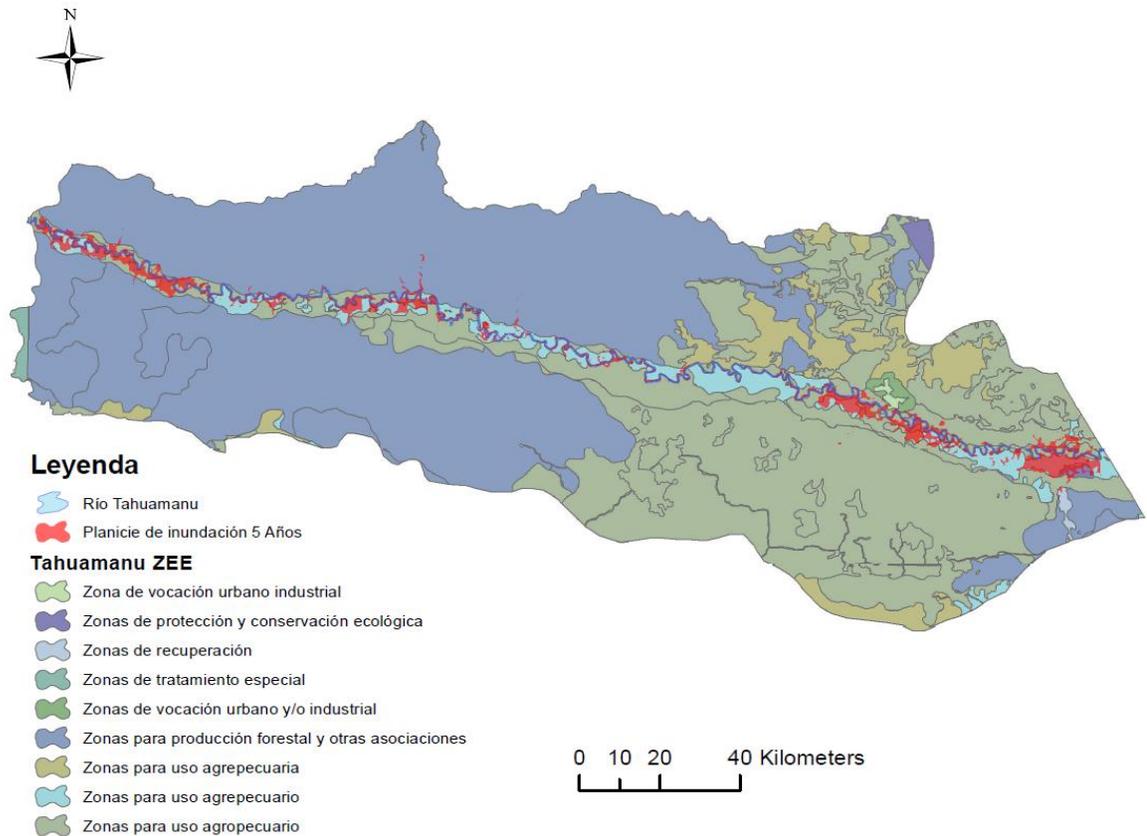


Figura 4. Mapa de la ZEE y las planicies de inundación para la cuenca del río Tahuamanu

Con el fin de elaborar respuestas precisas y oportunas para evitar y enfrentar las inundaciones se enfatiza el análisis de distintos elementos en un marco de riesgos: los peligros, la vulnerabilidad y la exposición, así como las características del entorno físico y el uso del suelo como pieza importante a la exposición de las personas a las inundaciones (Każmierczak y Cavan 2011).

4.5.2 Metodología para la planificación de SAT a inundaciones en la región de Madre de Dios

Teniendo en claro las funciones actuales de los actores clave y el diagnóstico inicial del sistema de alerta temprana en la región de Madre de Dios, se elaboró una hoja de ruta de los pasos o etapas que contiene la metodología para la planificación de un sistema de alerta temprana a inundaciones, los nuevos aportes realizados y los actores que participan en cada una de estas etapas de la metodología el cual se aprecia en la leyenda del siguiente esquema (figura 5), con el fin de establecer sus funciones.

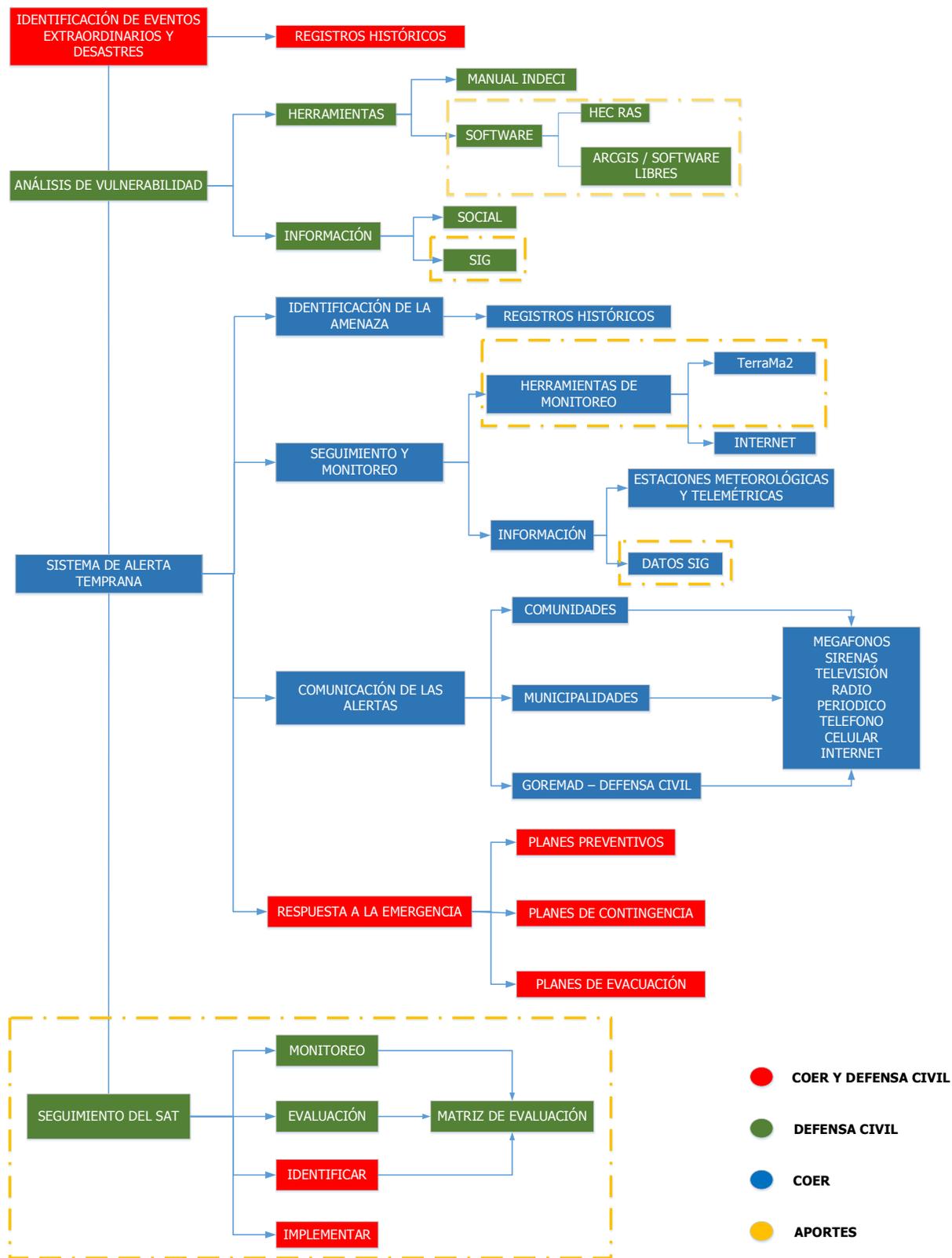


Figura 5. Flujograma de la metodología para la planificación de un SAT para inundaciones en la región de Madre de Dios.

La metodología SAT está conformada por 4 etapas: Identificación de eventos extremos y desastres, análisis de vulnerabilidad, sistema de alerta temprana y seguimiento del SAT.

La primera etapa consiste en la identificación de los eventos extremos y desastres que se presentan en el lugar o región de análisis, en el sistema de alerta presente en la región de Madre de Dios y en la propuesta metodológica se mantiene de la misma manera, es importante la identificación de estos eventos para el correcto funcionamiento del SAT así como la implementación y el uso correcto de las herramientas a usar.

Según Levy *et al.* (2005), las variaciones naturales en el clima mundial se rigen por complejas interacciones entre la atmósfera, los océanos y la cubierta vegetal, los modelos climáticos modernos sugieren que estas variaciones continuarán.

En la segunda etapa de la metodología se incluyen herramientas de modelación hidrológica y *softwares* GIS, para la predicción y simulación de los eventos extremos con el fin de identificar las zonas vulnerables a inundaciones en la región de Madre de Dios, la figura 6 muestra la comparación del SAT presente con la metodología que se propone.

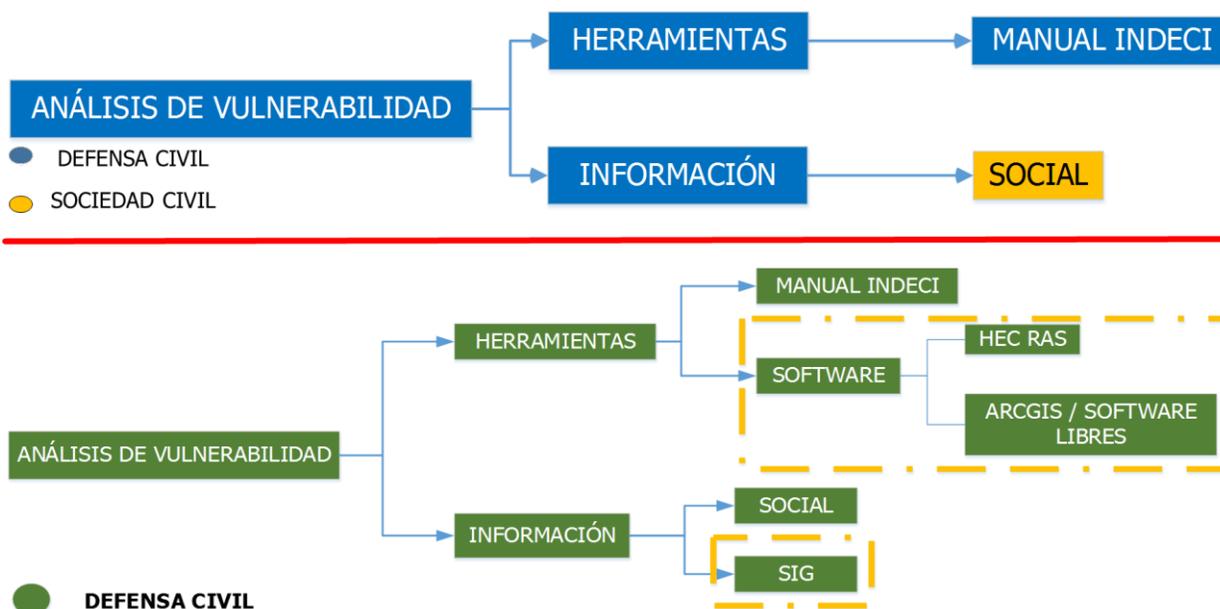


Figura 6. Comparación de la segunda etapa entre el SAT presente en la región y la metodología propuesta.

Para el análisis de vulnerabilidad INDECI cuenta con una herramienta cuantitativa que permite determinar en campo la vulnerabilidad a la cual está sujeta una población o comunidad ante un posible evento extremo, la incorporación de herramientas GIS permite el aumento del alcance del análisis de vulnerabilidad a niveles de predicción y simulación para optimizar de mejor manera los esfuerzos y recursos en dichas zonas.

La tercera etapa abarca los componentes más importantes del SAT son: (1) Identificación de la amenaza (2) seguimiento y monitoreo, (3) comunicación de las alertas y

(4) respuesta frente a la emergencia; cada uno de estas etapas se pueden dividir en sub-etapas dependiendo del usuario o el alcance que se le quiere dar.

Al igual que en la etapa anterior la figura 7 muestra la comparación de las primeras fases del sistema de alerta temprana que se realiza en la región con la metodología propuesta.



Figura 7. Comparación del SAT presente en la región con la metodología SAT propuesta

Siendo la etapa de seguimiento y monitoreo una de las más críticas para el sistema de alerta temprana, el COER siendo la entidad responsable no cuenta con los instrumentos y las herramientas adecuadas para dicha actividad, la metodología SAT para la región incorpora herramientas tecnológicas como el TerraMa2, la información GIS y el acceso a los datos de las estaciones meteorológicas y telemétricas.

TerraMa2 es un producto, un sistema computacional en base a una arquitectura de servicios, abierto, que proporciona la infraestructura tecnológica necesaria para el desarrollo de los sistemas operativos para el seguimiento de alertas de riesgos ambientales, tiene una capacidad amplia de usos y la cual permite la recolección de datos a tiempo real por internet, de las estaciones meteorológicas del INPE, satélites y de su base de datos (CPTEC).

La tecnología de posicionamiento global y evaluación de desastres ha generado un cambio positivo en monitoreo y prevención de inundaciones en China, lleva montado y probado por 3 años desempeñando un papel importante en la mitigación de las inundaciones convirtiéndose en parte fundamental del sistema de gestión de las inundaciones en la Sede Nacional de Control de Inundaciones de China (Zhang et al. 2002).

El flujo de la información para estos casos es deficiente la figura 8 nos muestra de forma gráfica como es el tránsito de la información así como quien la genera y la capacidad de uso.

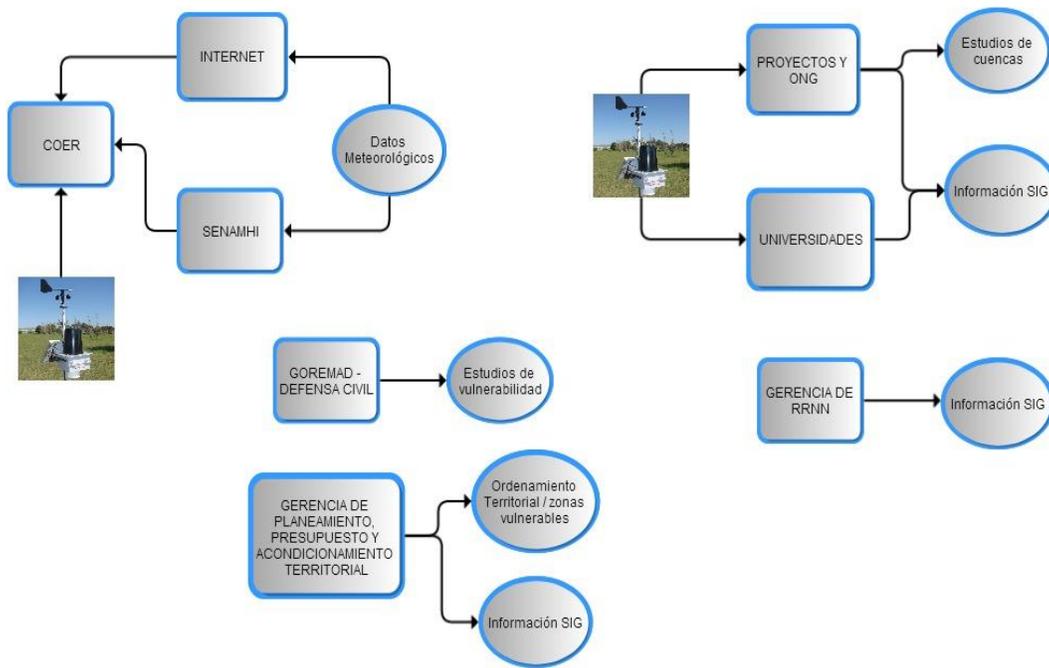


Figura 8. Flujo de la información en la región de Madre de Dios

La creación del ARA es una iniciativa que se está en proceso de implementación con la cual mejorará el flujo y adquisición de la información ya sea geográfica o climática, las instituciones del estado o privadas generan información la cual será captada por el ARA y concentrada para su uso cuando se necesite como se muestra en la figura 9.

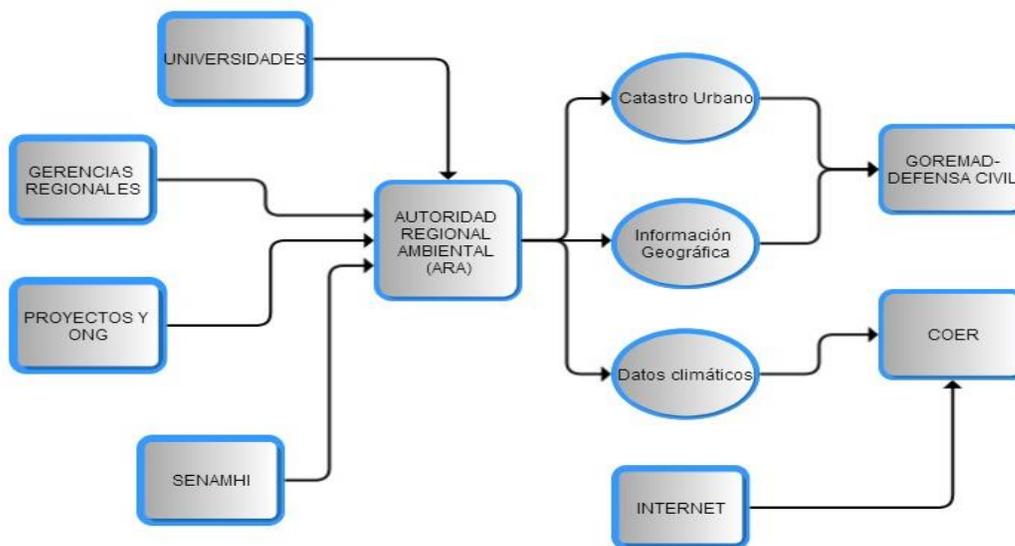


Figura 9. Flujo de la información a través del ARA

En la región de Madre de Dios existen muchos lugares vulnerables a inundaciones y en los cuales la comunicación es escasa², tanto los mecanismos de comunicación como los flujos de esta comunicación entre los organismos o instituciones es deficiente (ver figura 10).

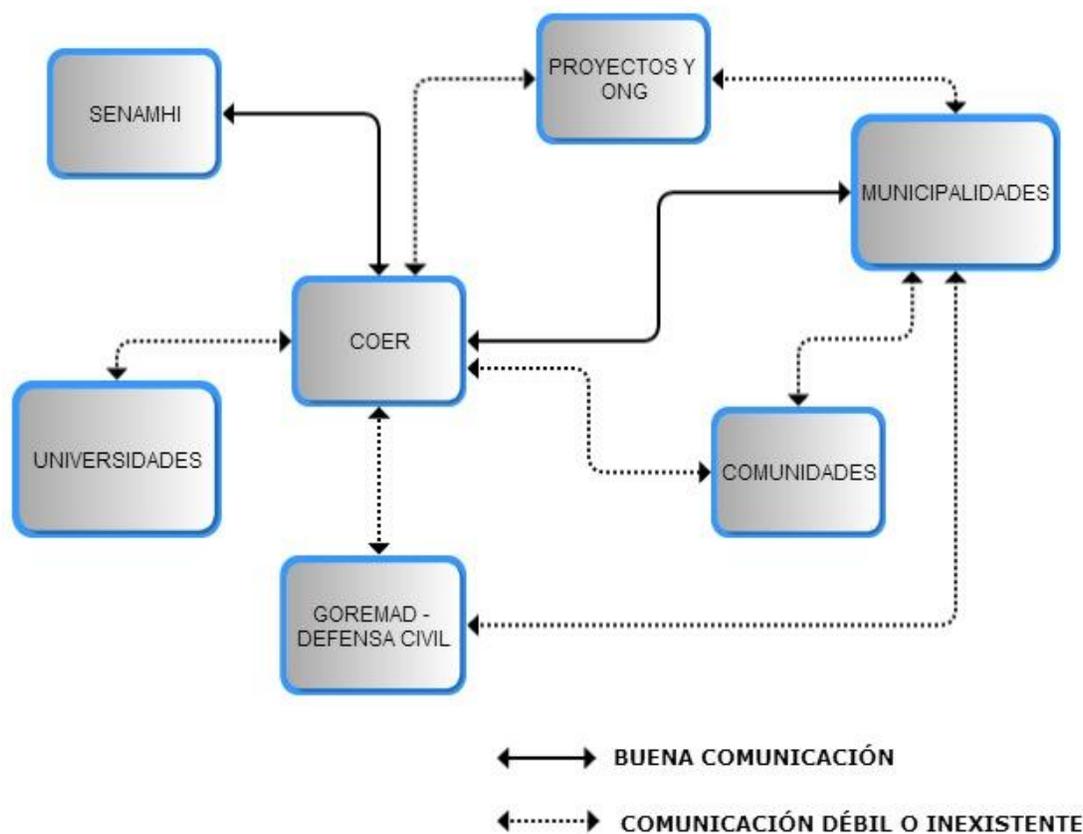


Figura 10. Flujo de comunicación para las alertas en la región de Madre de Dios

Las estrategias de una comunicación efectiva permitirá una respuesta antes las emergencias de forma inmediata y efectiva, en la región de Madre de Dios la comunicación en las distintas zonas es a través del celular, internet o radio, se pueden utilizar los tres medios de comunicación, sin embargo hay zonas o localidades donde el único medio de comunicación es la radio.

La figura 11 muestra el flujo de comunicación para las alertas, planteada para la metodología SAT para la región de Madre de Dios.

² Usca, M. 2013. Coordinador del Módulo de Operaciones – COER (entrevista). Puerto Maldonado, PE



Figura 11. Flujo de la información de las alertas para la metodología SAT

Existe la necesidad de combinar los avances tecnológicos apropiados y datos digitales, no sólo para desarrollar planes eficaces de gestión de desastres, sino también para comunicar información y conocimiento preciso y comprensible para los interesados y tomadores de decisiones (Price y Vojinovic 2008).

Como parte del sistema de alerta temprana la respuesta ante las emergencias con la que cuenta la región de Madre de Dios, la figura 12 muestra la etapa de respuesta ante la emergencia

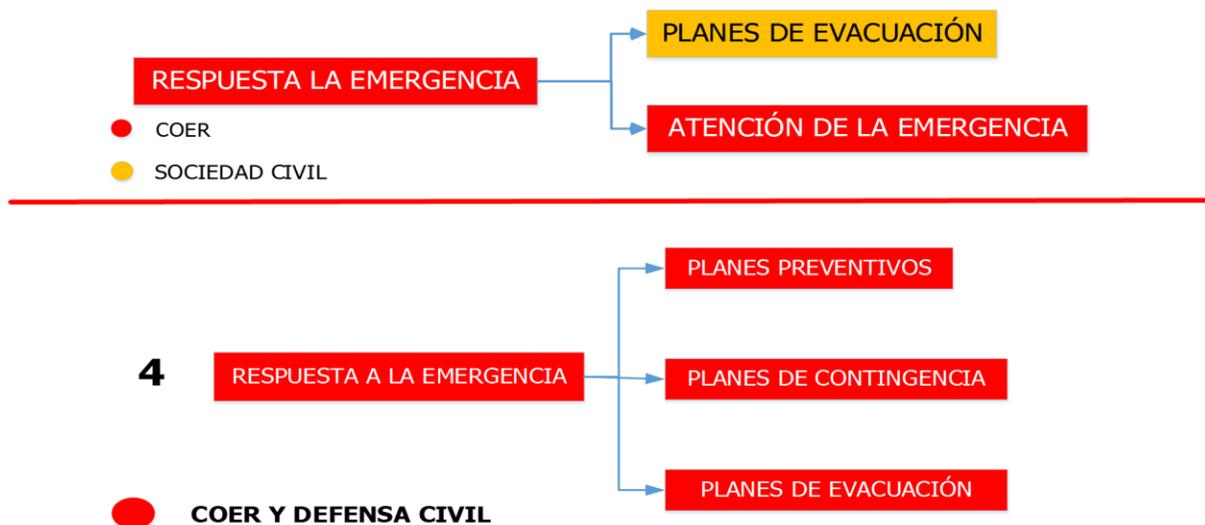


Figura 12. Respuesta ante la emergencia en la región y de la metodología SAT propuesta

La región de Madre de Dios carece de una oportuna y eficaz respuesta ante las emergencias, los planes de evacuación son generados y ejecutados por la población, COER Y Defensa Civil están en la obligación de instruir y capacitar³ a los municipios y comunidades para la elaboración de planes de contingencia y evacuación con el fin de brindarles herramientas para que sepan actuar ante las emergencias.

La respuesta ante las emergencias son un conjunto de actividades relacionadas con la gestión del riesgo, la respuesta a una alerta de desastres naturales debe ser inmediata, integral y demostrar líneas muy claras de mando (Price y Vojinovic 2008).

Como etapa final de esta metodología se suma el seguimiento del sistema de alerta temprana con el fin de la mejora continua, en todo proceso de implementación y desarrollo se encuentran fallas y/u obstáculos. Las lecciones aprendidas que estas pueden generar permitirán que el SAT mejore a cada momento y convirtiéndolo en una herramienta mucho más precisa, confiable y eficiente.

La siguiente figura muestra el esquema de esta etapa junto con las autoridades que como responsables son los que deben mejorar esta herramienta.

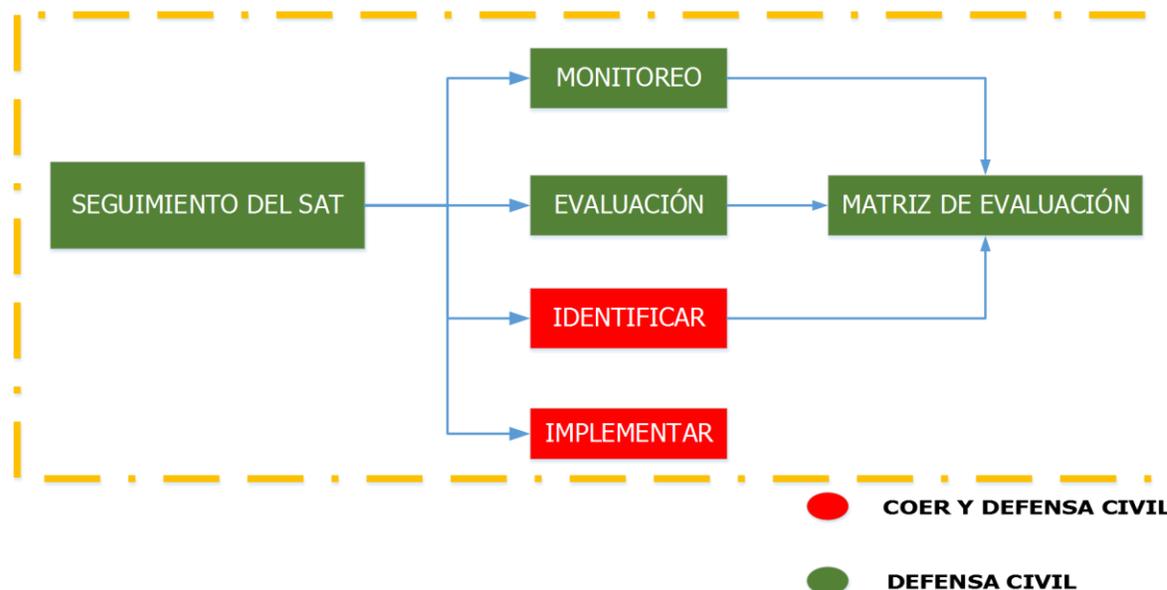


Figura 13. Seguimiento del SAT para la región de Madre de Dios

Para el seguimiento del Sistema de Alerta Temprana se adoptó e incorporó la matriz de avance para la implementación de un SAT del Marco de Acción de Hyogo, elaborado por la Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (EIRD/ONU), herramienta que permitirá realizar la evaluación del sistema de alerta temprana así como la gestión del riesgo en la región, evaluando los aspectos políticos, técnicos-científicos, socioeconómicos y socioculturales⁴.

³ Ríos, J. 2013. Evaluador del Módulo de Operaciones – COER (entrevista). Puerto Maldonado, PE

⁴ Foster, I. 2013. Científico – Investigador WHRC/UFAC (entrevista). Puerto Maldonado, PE

Para que el SAT funcione de la mejor manera se debe tener una participación conjunta de todos los actores involucrados. Según López (2004) esto implica la participación compartida en forma adecuada de las responsabilidades de monitoreo, investigación, alerta, comunicación y financiamiento de los mismos, en los cuales el involucramiento de todos los componentes de la sociedad en los niveles locales, nacionales, regionales e internacionales juega un papel importante que potencia las capacidades individuales.

4.5.3 Socialización de la metodología SAT

La socialización como parte de este trabajo logró ser un aporte importante a la investigación por la forma en que instituciones como COER y Defensa Civil participaron activamente, mostrando las carencias de la región y brindando aportes a la metodología propuesta.

Reuniones con expertos y el mapeo de actores logra identificar tres factores clave, que mediante una participación conjunta, de acuerdo a sus funciones y posibilidades, deben presentarse en la región como una de las condiciones habilitadoras para poder implementar esta metodología de alerta temprana con el fin de cumplir con los objetivos de prevenir, alertar y atender las emergencias provocadas por las inundaciones.

La siguiente figura muestra estos factores clave: técnico, institucional y social, y sus componentes

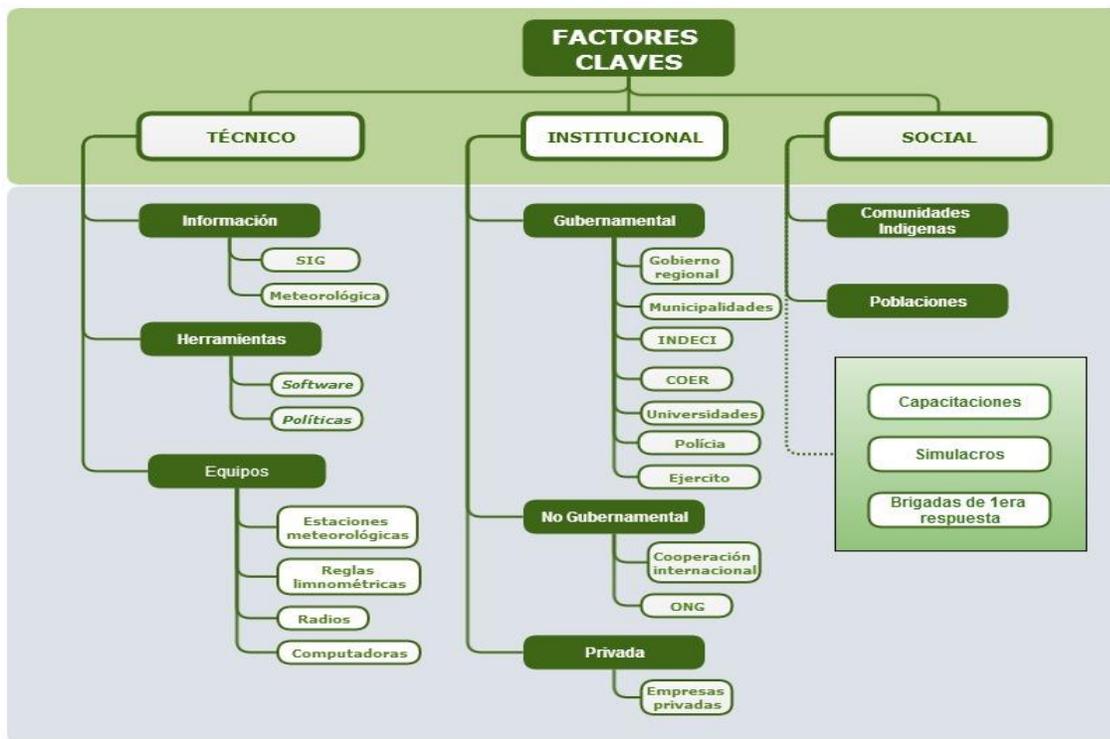


Figura 14. Factores claves como condición habilitadora para la implementación de la metodología SAT

4.5.4 Lecciones aprendidas

Para iniciar cualquier proyecto de gestión de riesgo a desastres se debe contar con un plan estratégico de intervención, determinar los actores claves locales e instituciones nacionales, así como para garantizar la sostenibilidad del proyecto.

Los sistemas de comunicación o el flujo de la comunicación por radio, teléfono o celular cumplen con la función de salvar vidas y prestar un servicio social, mucho más en las áreas en que no tienen mucho acceso a estos medios de comunicación, sirviendo además para otro tipo de emergencias.

El éxito de este tipo de proyectos depende de la forma como se involucre y se le de participación activa a la comunidad, así como de la integración de ésta con las diferentes autoridades (municipales, provinciales, privadas y los organismos de atención de emergencias y preparativos, COER y Defensa Civil), para que sean ellos mismos los que brinden soluciones frente a cualquier evento que afecte a la comunidad.

En comunidades que viven continuamente en riesgo, donde los desastres efecto de inundaciones suelen repetirse año tras año, los sistemas de alerta temprana suelen tener mayor aceptación y credibilidad por parte de la comunidad, en razón a que es una herramienta que ayuda a disminuir el riesgo de pérdidas materiales y económicas en caso de la ocurrencia de una emergencia o desastre.

Para lograr la sostenibilidad de un proyecto de gestión de riesgo y de sus metas, es determinante poner énfasis en acciones iniciales como la sensibilización hacia un grupo local sobre la gestión de riesgo a desastres como enfoque y como práctica

Es necesario establecer estrategias para la generación de mecanismos de cooperación entre las autoridades locales nacionales y privadas a fin de obtener las condiciones habilitadoras para la implementación de la metodología.

4.6 CONCLUSIONES

Según las entrevistas realizadas a los expertos y personas involucradas con la gestión del riesgo y el sistema de alerta temprana presente en la región, así como los diferentes actores sociales, se concluye que ocurren inundaciones en zonas que no eran consideradas vulnerables, por lo que el sistema de alerta temprana necesita mejorarse o fortalecerse siguiendo la metodología propuesta en este estudio.

La incorporación de nuevas herramientas: análisis SIG para el análisis de vulnerabilidad, una plataforma de monitoreo y mejoras en los componentes de comunicación y repuesta ante las emergencias, fortalece y mejora la metodología para la elaboración del sistema de alerta temprana a inundaciones en la zona de estudio.

Mediante las entrevistas realizadas a expertos y personal encargada de la gestión del riesgo se logró identificar que la región no considera un enfoque de cuencas para la aplicación del sistema de alerta temprana.

El sistema de comunicación entre las instituciones o actores involucrados, directa e indirectamente con la gestión de riesgos es seriamente ineficiente, la cooperación entre estos actores es muy débil lo cual perjudica directamente la capacidad de brindar comunicación sobre alertas

Existe la intención y el compromiso para que la metodología se lleve a la implementación, así como la voluntad política y social en la región.

El correcto funcionamiento de un SAT, involucra a todos los actores con una acción responsable de parte de cada uno de ellos, organismos, instituciones y la población misma con el fin de evitar daños, pérdidas materiales y de vidas humanas de las poblaciones o zonas vulnerables.

Esta metodología es una herramienta fundamental para que las autoridades locales (primer y segundo nivel de piso) elaboren estrategias e instrumentos con el fin de organizar y poner en práctica planes eficientes para mitigar el riesgo.

4.7 RECOMENDACIONES

El trabajo de investigación reveló que en la región no se trabaja con un enfoque de cuencas y que se centran en las poblaciones afectadas antes que en el ambiente en conjunto, se recomienda que tanto el COER como Defensa Civil cambien este pensamiento y los trabajos que se realicen a futuro sean con un enfoque de cuencas.

Las estaciones meteorológicas o hidrometeorológicas que instale COER para el monitoreo de datos climáticos deben ser localizadas en las cabeceras de cuencas, teniendo en cuenta la accesibilidad y el resguardo de los equipos, así como la información que se recopile para planes de prevención y preservación sean a lo largo de las cuencas involucradas.

La creación del ARA es un gran paso para mejorar el flujo y adquisición de la información, ya sea geográfica o climática, por lo que sería recomendable formar alianzas o convenios entre las instituciones nacionales y privadas que están a cargo de las gestión del riesgo en la región, con el fin ayudar a que su labor sea más eficiente.

Las herramientas e instrumentos para la comunicación de las alertas y monitoreos de las variables climáticas como los equipos de radio UHF, celular o la instalación de señal de internet en los lugares vulnerables debe ser impulsada por el COER y Defensa Civil para mejorar la capacidad de respuesta ante las emergencias.

Se recomienda el mapeo de instituciones como ONG, universidades o entidades privadas, que cuenten con equipos o instrumentos que permitan o recaben información utilizable para la gestión de riesgo, con el fin de generar vínculos para la obtención de dicha información.

4.8 LITERATURA CITADA

- COMISION EUROPEA. 2009. ESTRATEGIA DE LA UE EN APOYO DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE CATÁSTROFES EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO. Bruselas, Comisión Europea. 15 p. Consultado 01/11/2012. Disponible en http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/COMM_PDF_COM_2009_0084_FES_COMMUNICATION.pdf
- EIRD (Estrategia Internacional para Reducción de Desastres, SUI). 2004. Vivir con el riesgo, Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Suiza, Estrategia Internacional para Reducción de Desastres. 624 p.
- Guha-Sapir, D; Vos, F; Below, R; Ponserre, S. 2011. Annual Disaster Statistical Review 2010: The Numbers and Trends. CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters,). Bruselas, Belgium, Ciaco Imprimerie, Louvain-la-Neuve. 50 p. Consultado 27/02/2012. Disponible en http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2010.pdf.
- Hicks, FE; Peacock, T. 2005. Suitability of HEC-RAS for Flood Forecasting. Canadian Water Resources Journal 30(2):159-174. Consultado 2013/11/03. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4296/cwrj3002159>
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil, PE). 2009. Plan Regional de Educación Comunitaria en Gestión del Riesgo de Desastres Gobierno Regional de Madre de Dios. Madre de Dios, GOREMAD (Gobieron Regional de Madre de Dios). 82 p. Consultado 01/11/2012. Disponible en http://www.indeci.gob.pe/planes_proy_prg/p_estrategicos/planes_reg_com10/plan_reg_edu_com_grd_mdd.pdf
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales, BR). 2011. Sitio Oficial del INPE (en línea). Sao Paulo, BR. Consultado 27 mar. 2013. Disponible en <http://www.inpe.br/>
- IPCC (GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO,). 2007. 4º Informe de Evaluación. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. 1045 p. Consultado 20/10/2012. Disponible en http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html
- Jiménez, F. 2012. Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas. Turrialba, Costa Rica, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,,CR). 43 p.
- Levy, JK; Gopalakrishnan, C; Lin, Z. 2005. Advances in Decision Support Systems for Flood Disaster Management: Challenges and Opportunities. International Journal of Water Resources Development 21(4):593-612. Consultado 2013/10/30. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1080/07900620500258117>
- López, D. 2004. Sistema de alerta temprana por inundaciones experiencia en El Salvador - SNET (en línea). El Salvador, Servicio Nacional de Estudios Territoriales. 21p. Consultado 03 nov.2013. Disponible en <http://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00230/doc00230.htm>
- Nastos, PT; Matsangouras, IT. 2013. A proposed Atmospheric Hazards Early Warning System (AHEWS) incorporated in the new structure of the Greek Regional Administration 'Kallikratis'. Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards:1-8. Consultado 2013/10/30. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1080/17499518.2013.773817>

- León, A. 2008. Estimación de riesgos de la cuenca del río Tahuamanu. Perú, WWF (World Wildlife Found,,PE). 43 p.
- Neussner, O. 2009. Manual Local Flood Early Warning Systems Experiences from the Philippines. Philippines, GTZ.
- OEA (Organización de los Estados Americanos,). 2010. Manual para el Diseño, Instalación, Operación y Mantenimiento de Sistemas Comunitarios de Alerta Temprana ante Inundaciones. Nicaragua 103 p.
- PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres, PE). 2007. Sistema de Alerta Temprana SAT ante inundaciones en la cuenca del río Inambari. Lima, Perú, PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres,,). 19 p. Consultado 15/10/2012. Disponible en <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc17332/doc17332.htm>
- Pender, G; Néelz, S. 2007. Use of computer models of flood inundation to facilitate communication in flood risk management. Environmental Hazards 7(2):106-114. Consultado 2013/10/30. Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1016/j.envhaz.2007.07.006>
- Price, RK; Vojinovic, Z. 2008. Urban flood disaster management. Urban Water Journal 5(3):259-276. Consultado 2013/11/02. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1080/15730620802099721>
- SFP (Secretaria de la Función Pública, MX). 2008. Herramientas para el análisis y mejora de procesos. Mexico, Programa Especial de la Administración pública. 41p
- UNISDR (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas, SUI). 2009. Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra, SUI, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. 39 p.

5. CONTRIBUCIONES DE LA GESTIÓN DEL RIESGO AL DESARROLLO

Históricamente la región de Madre de Dios ha sufrido por los constantes embates de la naturaleza, como son las inundaciones en las temporadas de lluvias y de incendios forestales, debido a las altas temperaturas. El incremento en la frecuencia con la que estos desastres se están presentando puede ser debido al cambio climático. Esto genera un impacto negativo al desarrollo local debido a la pérdida de recursos naturales y de los recursos económicos. Sin embargo, la región viene realizando esfuerzos de forma conjunta con las organizaciones del estado y privadas en planes y proyectos de adecuación y adaptación al cambio climático. El estudio constó en una metodología para la planificación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para inundaciones en la región de Madre de Dios, Perú, con el fin de contar con una herramienta capaz de brindar las alertas de forma oportuna, eficaz y eficiente para la respuesta a las emergencias y mitigar el riesgo.

Los Medios de vida de la región, como la agricultura, aprovechamiento forestal, ganadería y el comercio se ven afectados por estos desastres, la generación de planes y proyectos para la adaptación al cambio climático promueve una mejora en los mercados productivos y en el desarrollo de la región. El estudio permitió identificar las zonas vulnerables a inundaciones, insumo con el cual se puede generar información para orientar un correcto desarrollo y crecimiento de la población, así como un correcto uso del suelo para el desarrollo de las actividades económicas de las poblaciones. Esto permitiría generar conciencia a las poblaciones y empresas madereras en la región en temas de preservación y desarrollo sostenible en sus actividades económicas para mitigar el daño causado por los desastres.

Los esfuerzos a nivel local para el desarrollo de una agricultura y ganadería diversificada así como las buenas prácticas de manejo forestal son promovidos por organizaciones sin fines de lucro o por la cooperación internacional para generar adaptabilidad al cambio climático, que junto con la población forman grupos de acción locales para minimizar los daños y pérdidas ocasionados por los desastres. Un ejemplo de esto es el Proyecto Especial Madre de Dios que junto con el Gobierno Regional estableció e mejoramiento genético del cacao en las comunidades cercanas a Iñapari.

Este estudio revela un ambiente favorable con respecto a los capitales político y social para el aporte al desarrollo de la metodología del Sistema de Alerta Temprana (SAT) para inundaciones en la región de Madre de Dios, Perú. Sin embargo la comunicación interinstitucional y social debe ser más eficiente, lo que permitirá un avance satisfactorio en lo que se quiere lograr. Como conclusión, el aporte al desarrollo de los medios de vida en general está relacionado a la prevención y adaptación a los desastres por eventos naturales y la gestión del riesgo. La región de Madre de Dios tiene el compromiso de mejorar las condiciones necesarias para favorecer el desarrollo de los capitales de la comunidad.

6. METODOLOGÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DE UN SAT Y LA GENERACIÓN DE POLÍTICAS

El estudio considera la generación de políticas para la gestión de desastres a nivel regional y/o municipal a través de ordenanzas regionales y/o municipales con el fin de obtener mayor apoyo en la implementación de esta metodología. En este contexto las políticas de gestión del riesgo han logrado avances significativos en la prevención y preparación ante los desastres por eventos naturales en el país.

La creación o modificación de las políticas de gestión de riesgo pretenden la transversalización de la gestión del riesgo de desastres en los tres niveles de gobierno (nacional, regional y municipal), por lo que impulsa el desarrollo de una cultura de prevención en todos los niveles sociales.

El estudio evidencia vínculos público – privados, Instituciones estatales como el Ministerio de la Producción, Ministerio del Ambiente, Municipalidades, centros educativos y organizaciones privadas. El Proyecto Especial Madre de Dios y el Gobierno regional de Madre de Dios forman una alianza con el fin de convertirse en tomadores de decisiones e iniciativas a nivel regional, con el fin de lograr el desarrollo de políticas locales en la región para la gestión del riesgo, impulsando el desarrollo de la cultura de prevención entre los actores y todos los niveles sociales, así mismo apoya el diseño y la implementación de planes de desarrollo, metodología SAT y zonificación territorial a través de procesos participativos con actores sociales, por lo tanto en el contexto de generación e incidencias de las políticas, estas contribuirán al desarrollo de una conciencia de prevención, participación y adaptación ante los desastres por eventos naturales.

Para el caso de la región de Madre de Dios la propuesta y la incidencia de una política a nivel regional para la gestión del riesgo y la implementación de la metodología SAT para inundaciones busca realizar mejoras para los diferentes sectores productivos y sociales. De esta manera se podrán llevar a cabo prácticas de mitigación, prevención, preparación y adaptación para los desastres por eventos naturales acordes a los medios de vida de la región y lograr un bienestar local en todo sentido.

7. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA O ANEXOS

Cuadro 1. Lista de personas entrevistadas

LISTA DE PERSONAS ENTREVISTADAS		
NOMBRE	INSTITUCION	CARGO
Dr. Erwin Foster Brown	WHRC/Consortio MDD/UFAC	Experto internacional
Dra. Vera Reis	SEMA – Brasil	Asesora Técnica
James Bezerra Gomes	Cuerpo de bomberos de Acre	Mayor
Dra. Maria del Pilar Cornejo	Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos	Secretaria Técnica
Jose Luis Aruquipa	SENAMHI BOLIVIA	Director Regional
Hugo Fuentes	ONG Herencia	Analista SIG
Zenon Huaman	SENAMHI PERÚ	Director Regional
Celso Curi	Municipalidad de Iñapari	Alcalde
Leonor Perales	Municipalidad de Iñapari	Regidora SENAMHI Iñapri
Raul Ramos	COER – MDD	Director Regional
Frank Cardenas	COER – MDD	Técnico en monitoreo
Jaime Rios	COER - MDD	Evaluador
Edgar Cáceres	GOREMAD – DEFENSA CIVIL	Director Regional
Bruno Sanguinetti	UNIVERSIDAD FLORIDA – CONSORCIO MDD	Gerente
Raúl Pinedo	Proyecto Especial Madre de Dios – USAID/UF	Gerente

Cuadro 2. Matriz de calificación de actores por su importancia e interés

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE PODER/INTERES							
CRITERIO	ACTORES IDENTIFICADOS	GRADO DE INTERES			GRADO DE PODER		
		ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
Planifican, deciden, fiscalizan	DEFENSA CIVIL	x			x		
	GOREMAD	x			x		
	MUNICIPALIDADES		x				x
	COMUNIDADES	x					x
Benefician	MUNICIPALIDADES	x				x	
	COMUNIDADES	x					x
Producen riqueza	COMUNIDADES	x					x
	EMPRESAS PRIVADAS	x			x		
Manejan información y conocimiento	DEFENSA CIVIL	x			x		
	MEDIOS DE COMUNICACIÓN		x		x		
	GOREMAD	x			x		
	WWF		x				x
	AIDER			x			x
	ACCA		x				x
	USAID	x				x	
	COER	x			x		
Protegen derechos	DEFENSORIAS		x			x	
Cooperan	USAID	x				x	
	GIZ			x		x	

Cuadro 3. Matriz para medir el avance de la implementación de un SAT en la Región de Madre de Dios

MEDIR EL AVANCE DE UN SAT SEGÚN EL MARCO DE ACCION DE HYOGO PARA MADRE DE DIOS			
N	ACCIONES PRIORITARIAS	INDICADORES	EVALUACIÓN
1	Velar por que la reducción del riesgo de desastres constituya una prioridad regional y comunitaria con una sólida base institucional de aplicación	Existen políticas y marcos regionales, institucionales y jurídicos para la reducción del riesgo de desastres, con responsabilidades y capacidades descentralizadas a todo nivel.	
		Hay recursos dedicados y adecuados para ejecutar acciones para la reducción del riesgo de desastres en todos los niveles administrativos.	
		Se vela por la participación comunitaria y la descentralización a través de la delegación de autoridad y de recursos en el ámbito local.	
		Está en funcionamiento una plataforma regional multisectorial para la reducción del riesgo de desastres.	
2	Identificar, evaluar y seguir de cerca el riesgo de desastres y potenciar la alerta temprana	Las evaluaciones de los riesgos regionales y locales, basadas en datos sobre las amenazas y las vulnerabilidades, están disponibles e incluyen valoraciones del riesgo para cada sector clave.	
		Los sistemas están habilitados para seguir de cerca, archivar y diseminar datos sobre las principales amenazas y vulnerabilidades.	
		Los sistemas de alerta temprana están habilitados y disponibles para todas las amenazas principales, con un elemento de alcance comunitario.	
		Las evaluaciones de los riesgos regionales y locales toman en cuenta los riesgos transfronterizos, con una perspectiva de cooperación regional para la	

		reducción del riesgo	
3	Utilizar el conocimiento, la innovación y la educación para establecer una cultura de seguridad y de resiliencia a todo nivel	Hay disponible información relevante sobre los desastres y la misma es accesible a todo nivel y para todos los grupos involucrados (a través de redes, el desarrollo de sistemas para compartir información, etc.	
		Los planes educativos, los materiales didácticos y las capacitaciones más relevantes incluyen conceptos y prácticas sobre la reducción del riesgo de desastres y la recuperación.	
		Se desarrollan y fortalecen los métodos y las herramientas de investigación para las evaluaciones de amenazas múltiples y los análisis de costo-beneficio.	
		Existe una estrategia regional de sensibilización pública para estimular una cultura de resiliencia ante los desastres, con un elemento de alcance comunitario en las zonas rurales y urbanas.	
4	Reducir los factores subyacentes del riesgo	La reducción del riesgo de desastres es un objetivo integral de las políticas y los planes relacionados con el medio ambiente, lo que incluye la gestión de los recursos naturales y el uso del suelo, al igual que la adaptación al cambio climático.	
		Las políticas y los planes de desarrollo social se están implementando con el fin de reducir la vulnerabilidad de las poblaciones que enfrentan un mayor riesgo.	
		Las políticas y los planes económicos y sectoriales productivos se han implementado con el fin de reducir la vulnerabilidad de las actividades económicas.	

		La planificación y la gestión de los asentamientos humanos incorporan elementos de la reducción del riesgo de desastres, entre ellos el cumplimiento de los códigos de construcción.	
		Las medidas para la reducción del riesgo de desastres se integran en los procesos de recuperación y rehabilitación post desastres.	
		Los procedimientos están habilitados para evaluar el impacto del riesgo de desastres de los principales proyectos de desarrollo, especialmente de infraestructura	
5	Fortalecer la preparación en casos de desastres, a fin de asegurar una respuesta eficaz a todo nivel.	Existen sólidos mecanismos y capacidades políticas, técnicas e institucionales, para la gestión del riesgo de desastres, con una perspectiva sobre su reducción.	
		Se establecen planes de preparación y de contingencia en caso de desastres en todos los niveles administrativos, y se llevan a cabo con regularidad simulacros y prácticas de capacitación con el fin de poner a prueba y desarrollar programas de respuesta frente a los desastres.	
		Hay reservas financieras y mecanismos de contingencia habilitados para respaldar una respuesta y una recuperación efectivas cuando sean necesarias.	
		Existen procedimientos para intercambiar información relevante durante situaciones de emergencia y desastres, y conducir revisiones después de éstas	

Siendo la valorización del 1 al 5, siendo 1 Deficiente y 5 Muy bueno