



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GESTION PARA LA REDUCCION DE RIESGOS

“Evaluación y propuesta de Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones en el departamento de Escuintla ”



Presentada por:
Arq. German Gualberto Alfaro Ruiz
Para optar al título:
MAESTRO EN CIENCIAS EN GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

Guatemala, noviembre 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

"Evaluación y propuesta de Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones en el departamento de Escuintla "

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA POR:
ARQ. GERMAN GUALBERTO ALFARO RUIZ

PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS

"El autor es responsable de las doctrinas sustentadas, originalidad y contenido del trabajo final de maestría, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala".

JUNTA DIRECTIVA

Decano	Msc. Arq. Edgar Armando López Pazos
Vocal I	Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea
Vocal II	Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
Vocal III	Msc. Arq. Alice Michele Gómez García
Vocal IV	Br. Andrés Cáceres Velazco
Vocal V	Br. Andrea María Calderón Castillo
Secretario Académico	Arq. Marco Antonio de León Vilaseca

TRIBUNAL EXAMINADOR

Dr. Arq. Byron Alfredo Rabe Rendón
Msc. Arq. Publio Alcides Rodriguez Lobos
Ph. D. Ing. Marvin Roberto Salguero Barahona
Msc. Ing. Thylma María Chamorro Batres
Msc. Lic. Bernardo Obdulio Fuentes Ruano

Dedicatoria

A DIOS

Por darme sabiduría y la oportunidad de finalizar este ciclo en mi vida.

A mi madre, Mirna Ruiz

Gracias madre linda, te amo y sabes que siempre estaré agradecido por todo lo que me has dado en la vida.

A mi esposa, Yulizza Martínez

La mujer que me apoya en todo momento y me motiva a seguir superándome. GRACIAS porque sin tu apoyo no hubiera sido posible realizar este proceso y por motivarme a cerrar este ciclo. Te AMO y gracias por estar acompañándome siempre y hacerme reír cada día.

A mis dos hermosos hijos

Luis Pablo y Andrea Mariajosé Alfaro Martínez; dos personitas que hacen que todo esfuerzo y sacrificio en la vida, valga la pena; los amo y deseo que este sea un ejemplo de superación en sus vidas.

A la familia Guzmán Alfaro

Gracias por todo su cariño y por estar siempre a mi lado.

A toda la familia Martínez Gómez

Con mucho aprecio a cada uno de ustedes.

A ese grupo selecto de amigos (esposas e hijos)

Familias Fajardo/ Popa/ Arango/ Girón / Álvarez / Centes/ Fuentes/JC López y D. Chilín
Por seguir celebrando la vida juntos.

A mi equipo de trabajo “Programa de Gestión de Riesgo de Desastres” del ICC

Francisco Fuentes, Amy Molina, Hernán Turcios por haberme apoyado en el desarrollo de esta investigación, gracias por acompañarme en este proceso y haberlo fortalecido.

A todo el equipo del ICC y sus directores

En especial al Ph. D. Alex Guerra (Director General) un agradecimiento por haber creído en mí desde el inicio y darme la oportunidad de pertenecer a tan magnífica institución, donde he logrado poner en practica la Gestión de Riesgo de Desastres en todos sus ámbitos.

Al equipo de SAT de CONRED

Thylma Chamorro, Karen Arredondo y Wanderlay Pérez por haberme apoyado en todo momento y aún más, durante el desarrollo de este trabajo.

A mi asesor Ph. D. Marvin Salguero y consultores Obdulio Fuentes y Thylma Chamorro por compartir parte de sus conocimientos y por ese profesionalismo.

A la escuela de Estudios de Postgrado

Arq. Claudia Romero, Gracias por todo su apoyo

A la facultad de Arquitectura

A la Gloriosa Universidad de San Carlos de Guatemala

Acción Contra el Hambre, Comisión Europea (ECHO),

Y a todos los que colaboraron con este trabajo, mi más sincero agradecimiento.

Contenido

1	Introducción	1
1.1	Introducción.....	2
1.2	Antecedentes	3
1.3	Justificación.....	4
1.4	Delimitación	6
1.4.1	Geográfica	6
1.4.2	Temporal	7
1.5	Objetivos	9
1.5.1	Objetivo General	9
1.5.2	Objetivos Específicos.....	9
1.6	Metodología de la investigación	10
1.6.1	Fase de investigación Bibliográfica	10
1.6.2	Fase de campo	10
1.6.3	Diseño de la investigación.....	11
2	Marco Teórico y Legal.....	16
2.1	Marco Conceptual.....	17
2.1.1	Amenaza.....	17
2.1.2	Vulnerabilidad	18
2.1.3	Riesgo	18
2.1.4	Desastre	19
2.1.5	Emergencia.....	19
2.1.6	Fenómenos Naturales	20
2.1.7	Fenómenos Hidrometeorológicos	20
2.1.8	Inundaciones	20
2.2	Marco Legal.....	24
2.2.1	Sistemas de alerta temprana en el marco de acuerdos globales, regionales y nacionales sobre reducción de riesgo a desastres	24
2.2.2	Estado de Guatemala	27
2.2.3	Ley 109-96 de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)	28

2.2.4	Acuerdo Gubernativo del Reglamento de la ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres	28
2.2.5	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Decreto No. 68-86	29
3	Resultados	30
3.1	Evaluación de Sistemas de Alerta Temprana en el departamento de Escuintla	31
3.1.1	Resultados y Discusión;.....	31
3.1.2	Situación general de los Sistemas de Alerta Temprana en el departamento de Escuintla	49
3.2	Evaluación de la instrumentación utilizada para el monitoreo de crecidas	53
3.2.1	Instrumentación de monitoreo; SAT-CONRED	53
3.2.2	Instrumentación de monitoreo; SAT-GAL.....	56
3.2.3	Comparación entre ambos modelos.....	68
3.2.4	Identificar sistemas de alerta temprana alternativos que puedan ser aplicados bajo similares condiciones de la Costa Sur de Guatemala.....	70
3.2.4.3	Sistema de Alerta Temprana (SAT) de Inundaciones en la Cuenca del río Cabra, Panamá	81
4	Propuesta.....	92
4.1	Análisis FODA de los Sistemas de Alerta Temprana del Departamento de Escuintla.....	93
4.1.1	Fortalezas	93
4.1.2	Oportunidades	93
4.1.3	Debilidades.....	94
4.1.4	Amenazas	94
4.2	Propuesta para la implementación y mejoramiento de los SAT del Departamento de Escuintla.....	95
4.2.1	Propuesta componente Conocimiento del Riesgo.....	95
4.2.2	Propuesta componente Servicio de Seguimiento y Alerta	96
4.2.3	Propuesta componente Difusión y Comunicación.....	98
4.2.4	Propuesta componente Capacidad de Respuesta	99
5	Conclusiones y Recomendaciones.....	100
5.1	Conclusiones	101
5.2	Recomendaciones.....	102
6	Bibliografía.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación geográfica y principales cuencas del departamento de Escuintla	6
Figura 2. Línea de tiempo desarrollo e importancia de los SAT	7
Figura 3. División político administrativo del departamento de Escuintla	8
Figura 4. Metodología de la investigación	10
Figura 5. Boleta utilizada en entrevistas. (Adaptación de la lista de comprobación presentado en la tercera conferencia internacional sobre alerta temprana (UNISDR 2006b; Pérez 2015).	13
Figura 6. Trabajo desarrollado a nivel de campo. a) y f) Reunión con líderes de río María Linda, b) entrevista con señor alcalde y director de la Dirección Municipal de Planificación DMP de Masagua, c) taller con personal de COMRED de Siquinalá d) entrevista a líder del río Achiguate, e) taller con personal de COMRED de Santa Lucia Cotzumalguapa.....	14
Figura 7. Instrumentación utilizada a nivel de comunidades. a) cajas del equipo instalado por Universidad Galileo, b) base de radio comunicación de CONRED, d) revisión de equipo instalado en río Coyolate, d) evaluación de sondas de monitoreo de crecidas en Parcelamiento el Naranja, río Coyolate e) evaluación de equipo en finca la Llave, río Maria Linda.....	15
Figura 8. Elementos de un Sistema de Alerta Temprana, centrado en la población.....	22
Figura 9. Comunidades evaluadas, en base al listado de verificación propuesto por la EIRD.....	32
Figura 11. Conocimiento sobre, Sistema de Alerta Temprana. Comparación 4 cuencas evaluadas	34
Figura 10. Conocimiento sobre ¿Qué es un Sistema de Alerta Temprana?	34
Figura 12. Conocen cómo funciona un Sistema de Alerta Temprana.....	34
Figura 13. Conocimiento sobre los elementos en que se compone un SAT centrado en la población.....	34
Figura 14. Organizaciones que consideran responsables de realizar la evaluación de Amenazas y Vulnerabilidad.....	35
Figura 15. Arreglos organizativos.....	35
Figura 16. Identificación de Amenazas Naturales.....	36
Figura 17. Análisis de la vulnerabilidad en las comunidades.....	36
Figura 18. Evaluación de Riesgo por cuenca.....	37
Figura 19. Almacenamiento y acceso a la información	37
Figura 20. Conocimiento del Riesgo a nivel de cuenca.....	39
Figura 21. Establecimiento de mecanismos institucionales. a) Conocimiento y significado de alertas e instituciones que la emiten, b) Tipo de instrumentación utilizada para transmisión de alertas, c) Desarrollo de protocolos y mecanismos para transmisión de la alerta	39
Figura 22. Desarrollo de sistemas de seguimiento	41
Figura 23. Establecimiento de sistemas de pronóstico y alerta	41
Figura 24. Servicio de Seguimiento y Alerta	42
Figura 25. Institucionalización de procesos organizativos y de toma de decisiones.....	43
Figura 26. Instalación de sistemas y equipos eficaces de comunicación.....	43
Figura 27. Difusión y Comunicación.....	44
Figura 28. Respeto a las alertas	45
Figura 29. Elaboración de Planes de Preparación y respuesta en caso de Desastres	45
Figura 30. Evaluación y Fortalecimiento de Capacidades.....	46
Figura 31. Incremento a la concientización y la educación pública.....	46
Figura 32. Estrategia para concientizar a la población	47
Figura 33. Capacidad de Respuesta	48

Figura 34. Resumen por cuenca de los cuatro elementos de un sistema de alerta temprana basados en la población.....	50
Figura 35. Componentes a nivel del departamento de Escuintla	51
Figura 36. Mapas donde se presenta el resultado de los 4 componentes del SAT y estado general por Cuenca.....	52
Figura 37. Capacitación sobre Intercambio de tecnologías entre CONRED y UGAL 2013, a) introducción, participantes de INSIVUMEH, Galileo e ICC, b)Desarrollo e instalación de panel con luces LED y alarma, c)construcción de sonda de inmersión con sensores e instalación de cables, d)sonda de inmersión, e)Noticia publicada en página web de CONRED 2013. (Informes del programa de Gestión de Riesgo de Desastres – ICC, 2013)	55
Figura 38.instrumentación SAT-GAL. a y b) base de concreto reforzado para sonda de inmersión, c) instalación de panel solar, d) sonda de inmersión, e) capacitación a personal de CONRED, ACH e ICC en construcción de sonda Galileo, f)instalación de componentes en casa del voluntario.....	59
Figura 39. Esquema general de instalación de equipo SAT GAL. Adaptado de esquemas de talleres en UGAL, 2015.	61
Figura 40. Componentes equipo SAT-GAL. Adaptado de esquemas de talleres en UGAL, 2015.	61
Figura 41. Esquema de ubicación de base de monitoreo	62
Figura 42. Entrada para limpieza de tubería.....	62
Figura 43. Plano estructura de base de monitoreo	63
Figura 44. a y b) Problema de Azolvamiento en las tuberías, c) Equipo de mantenimiento del ICC.....	64
Figura 45. Ubicación de bases de monitoreo del río Coyolate	65
Figura 46.Ubicación de bases de monitoreo del río María Linda	66
Figura 47. Mapa de inundaciones y uso del suelo en la cuenca del río Jiboa (Monge 2007).....	73
Figura 48. Base para el planteamiento del SAT; utilizando los cuatro componentes propuestos por UNISDR (–GWP- El Salvador 2011).....	75
Figura 49. Ubicación del –SAT- San Pedro Masahuat (Proyecto RyGRAC de GIZ).	75
Figura 50. Fotografía de entrega de equipo comunitario (Informa-T 2011).	76
Figura 51. Mapa de riesgo de la cuenca del río Chillón (MINAM, n.d.)	77
Figura 52. Ubicación de la instrumentación de monitoreo (Soluciones Prácticas).	79
Figura 53. Reglas limnimétricas para monitoreo de altura de ríos y pluviómetros comunitarios (Marina de Guerra del Perú).....	80
Figura 54. Mapa de inundaciones de la cuenca del río Cabra (ETESA, n.d).....	82
Figura 55. a) mapa de ubicación de estaciones y reglas limnimétricas en la cuenca del río Cabra, b) Perfil longitudinal del río Cabra y ubicación de puntos de monitoreo (ETESA, n.d).....	83
Figura 56. Fotografías detalladas del equipo y la experiencia de ese SAT analizado. a) Estación meteorológica satelital en Cerro Pelón, b) Estación hidrológica satelital en Rancho Café. Fotografías parte inferior; Reglas limnimétricas para monitoreo de altura del rio, c) Puente Rancho Café, d) Puente Panamericana, e) Puente Zarzo (ETESA, n.d.).....	84
Figura 57. Mapa de la geomorfología fluvial de Barranquilla (IDEAM, n.d.)	86
Figura 58. Diseño del Sistema. a) Mapa del recorrido del arroyo b) Diseño del poste de monitoreo c) Conexión del sistema (Cama-Pinto et al. 2016).....	87
Figura 59. Geo portal y APP SIATA. Sistema de alerta temprana de Medellín y Valle de Aburrá, SIATA ...	90
Figura 60. Cuadro comparativo de SAT´s.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas de Alerta Temprana, trabajados en el departamento de Escuintla	33
Tabla 2. Criterios de categorización de los sistemas de alerta temprana en el departamento de Escuintla	49
Tabla 3. Ubicación actual de los SAT-CONRED en el departamento de Escuintla	54
Tabla 4. Funcionamiento de instrumentación SAT-CONRED	54
Tabla 5. Ubicación de equipo de monitoreo instalado con el apoyo de la Universidad Galileo, fondos DIPECHO VIII.....	57
Tabla 6. Funcionamiento del sistema SAT-GAL.....	60
Tabla 7. Ventajas y Desventajas de los modelos de CONRED y UGAL.....	68
Tabla 8. Contexto Socio-Demográfico San Pedro Masahuat	71
Tabla 9. Rangos de alerta establecidos en la provincia de Lima.....	80

1 Introducción

1.1 Introducción

El departamento de Escuintla por su ubicación geográfica y condiciones geológicas, se encuentra expuesto a fenómenos naturales que frecuentemente pueden provocar daños a la población y principales medios de vida. Estos fenómenos se convierten en los detonantes de amenazas que al interrelacionarse con la vulnerabilidad de la población, se convierte en un riesgo que puede provocar pérdida de vidas humanas, daños a la infraestructura básica y cultivos, traduciéndose en millonarias pérdidas económicas.

El agua, a pesar de ser un elemento clave dentro del territorio, tanto para el desarrollo humano, turístico, como agrícola, en ocasiones llega a convertirse en una problemática para la población. Ya que, en ciertas temporadas, deben lidiar con el exceso (inundaciones) y en otras ocasiones con la escasez (sequía).

Las inundaciones están entre las amenazas derivadas de los fenómenos hidrometeorológicos que más daño provocan a nivel mundial. Según la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR), las inundaciones para el año 2012 habían afectado a un total de dos mil 437 millones de personas en veinte años, siendo el cuarto fenómeno más mortífero (Prensa Libre 2012).

El departamento de Escuintla se ubica en la vertiente del Pacífico de Guatemala, siendo esta una zona altamente vulnerable a inundaciones. Las intensas lluvias que se generan durante la época lluviosa son el detonante de las crecidas en los principales cauces, que cobran mayores proporciones de agua durante las tormentas y depresiones tropicales (Alfaro, Chamorro, and Guerra Noriega 2013), provocando el desbordamiento de los ríos en el departamento.

En el caso de las inundaciones, los Sistemas de Alerta Temprana –SAT juegan un papel fundamental para salvaguardar la vida de las personas y sus bienes. La UNISDR (2009) define un SAT como, el conjunto de capacidades necesarias para generar y difundir información oportuna, que permita que las personas que se encuentran en condiciones vulnerables ante una amenaza puedan actuar y/o responder con suficiente tiempo para reducir la posibilidad de producir posibles pérdidas o daños. Definiendo cuatro elementos claves que se deben cumplir en la implementación de un SAT centrado en la población, para que sea un sistema eficaz de alerta temprana.

A nivel nacional, el territorio de Escuintla ha sido uno de los departamentos donde diferentes organizaciones nacionales e internacionales han invertido en el desarrollo y en mejorar los SAT's. Sin embargo, muchos de estos esfuerzos se han diluido y enfocado en el desarrollo de capacidades; algunos han trabajado el tema de instrumentación, pero pocos han sido los proyectos que se han dedicado al desarrollo y conocimiento de la amenaza.

En el departamento se han desarrollado proyectos que contemplan la implementación de SAT's ante inundaciones, estos en su mayoría se han ejecutado con fondos de la Comisión Europea, a través de los proyectos DIPECHOS (VII y VIII) y han contado con el cofinanciamiento del sector privado y el acompañamiento del sector público y academia. El mayor trabajo de estos últimos proyectos se ha encaminado en perfeccionar la instrumentación para el monitoreo de crecidas, mismo que ha sido deficiente en campo y sobre todo en momentos estratégicos o de mayores crecidas.

Por tal razón, se pretende desarrollar un análisis para evaluar que ha funcionado y sigue funcionando después de 20 años de haberse implementado el primer proyecto "SAT" en el departamento de Escuintla. Conocer qué instrumentación se utiliza actualmente e identificar cual ha sido la mejor estrategia de comunicación entre las comunidades para brindar alertas, saber cuáles han sido los vacíos entre los diferentes componentes, lo que evita ser un Sistema de Alerta como lo requieren los estándares internacionales. Análisis que servirá para proponer recomendaciones y posibles soluciones al sistema actual.

1.2 Antecedentes

A nivel internacional los Estados miembros de las Naciones Unidas desde el año 1991 reconocieron la importancia de la alerta temprana en la reducción de desastres, estableciendo un programa objetivo para el año 2000 (Goldammer 1997). Seguidamente se promueve el desarrollo y el fortalecimiento de los Sistemas de Alerta Temprana, efectuándose conferencias, cumbres mundiales¹ y el desarrollo del Marco de Acción de Hyogo el cual finalizó en el 2015. A partir de ese año y para dar continuidad a las acciones y compromisos adquiridos, se tiene el nuevo Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres.

En el transcurso de estos 25 años se ha venido subrayando, la importancia de conocer los riesgos y potenciar la alerta temprana para reducir los desastres, siendo este un elemento clave para la implementación de políticas y planes de desarrollo de los países (CENAPRED 2010). Así como promover la seguridad de la población evitando la pérdida de vidas humanas y disminuyendo los impactos económicos y materiales de los desastres (UNESCO 2012).

A nivel de Guatemala la UNESCO (2013), realizó un inventario y caracterización de los Sistemas de Alerta Temprana, dentro del proyecto de "Fortalecimiento de los SAT en América Central". Donde se hace referencia del gran número de estudios e informes realizados dentro de la temática a nivel nacional, siendo uno de ellos el realizado por la "Consulta Hemisférica sobre Alerta Temprana" donde se hace mención de los SAT implementados hasta el año 2003.

Dentro de ese inventario resalta el SAT del río Coyolate ubicado en el departamento de Escuintla, el cual data del año 1997. La cuenca del río Coyolate, ubicada en la vertiente del Pacífico, la primera en contar con un proyecto denominado como "SAT" está compuesta de una red de bases de monitoreo vía radio y desde entonces ha sido uno de los ríos que ha operado de manera relativamente "exitosa". Abarca un total de 18 comunidades que son beneficiadas con este sistema, con una población aproximada de 102,157 habitantes (SE-CONRED, n.d.).

Posteriormente a partir del año 2009, la Organización de Ayuda Humanitaria Acción Contra el Hambre –ACH, trabajó dentro del DIPECHO² VI (2009), VII (2010) y VIII (2013), proyectos que fueron de fortalecimiento comunitario ante emergencias y la implementación de nueva tecnología para el monitoreo de crecidas, nombrado como SAT-GAL por la unión con la Universidad Galileo. Trabajo desarrollado a nivel del departamento de Escuintla y Santa Rosa, específicamente en las cuencas de los ríos Coyolate, María Linda y Los Esclavos.

Luego de finalizar el financiamiento de ECHO, el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático -ICC ha dado continuidad en el desarrollo de la tecnología, siendo la única institución a nivel departamental comprometida con los acuerdos firmados entre ACF e instituciones municipales y gubernamentales, donde se indicaba dar continuidad al trabajo desarrollado y mantenimiento de la instrumentación. A nivel municipal, luego del cambio de autoridades, no se atendieron los compromisos adquiridos, ni ha existido mayor interés para dar sostenimiento al tema.

¹ Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Reducción de Desastres Naturales. Yokohama, Japón 1994.
Conferencia Internacional sobre SAT (EWC'98 Potsdam).

Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002.

Segunda Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana -EWCI'2003 Bonn, Alemania.

Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana "Del concepto a la acción" -EWC III'2006, Bonn, Alemania. (CENAPRED 2010)

² El programa de preparación a desastres (DIPECHO por sus siglas en inglés) de la Comisión Europea (ECHO), aspira a mejorar la preparación de las comunidades más vulnerables y más expuestas a amenazas naturales.

A pesar del trabajo que se ha desarrollado entre ICC con el apoyo de la Universidad Galileo y CONRED, la instrumentación no ha funcionado en los momentos claves, por lo cual, el ICC ha hecho un alto al trabajo para hacer un análisis de dicho sistema y buscar alternativas que sean de mayor beneficio y funcionen durante las crecidas, con el objetivo de brindar un mejor monitoreo y alertar a las comunidades en tiempo real. Esta condición ha dado lugar a efectuar un diagnóstico integral de un SAT ante inundaciones, donde atienda todas las etapas que dicta la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres -EIRD.

1.3 Justificación

Al hablar de las inundaciones, la EIRD (2010, citado en Alvarado 2010) explica que la palabra proviene del latín “inundare”, que significa “cubrir las tierras con agua” y como la presencia de grandes cantidades de agua que el suelo no puede absorber. El INSIVUMEH (n.d.) indica que los ríos que corresponden a la vertiente del Pacífico, tiene longitudes relativamente cortas (110 km promedio), y se originan a una altura de 3,000 msnm generando pendientes entre 10% y 20% cambiando bruscamente en la planicie costera, creando grandes zonas susceptibles a inundaciones. Estas condiciones fisiográficas producen crecidas instantáneas de gran magnitud y corta duración, así como tiempos de propagación muy cortos.

Otra característica de estos ríos, es que acarrean grandes volúmenes de material, especialmente escorias y cenizas volcánicas, debido a que la cadena volcánica se encuentra entre los límites de la vertiente. Debido a este arrastre de material los ríos tienen cursos inestables causando daños e inundaciones en la planicie costera. La precipitación en la vertiente del Pacífico tiene períodos de gran intensidad, típica de las zonas costeras con una precipitación media anual de 2200 mm.

La instrumentación de apoyo para el monitoreo, deben estar diseñados e instalados en zonas estratégicas que permita alertar a la población con antelación. Es importante que la instrumentación para el monitoreo cumpla con una serie de requisitos técnicos y estudios, con el propósito de medir el caudal aguas arriba de las comunidades que se encuentren en riesgo.

El departamento de SAT de la SECONRED, resalta la importancia de los cuatro componentes propuestos por UNISDR en 2006, para garantizar un efectivo funcionamiento de los SAT centrados en la población. Aunque estos componentes tienen funciones específicas, se deben complementar para obtener resultados positivos y no ver de una manera separada o de manera equivocada pensando que existe un componente social y un técnico, ya que estos son parte fundamental y se encuentran inmersos dentro de los cuatro componentes. En el transcurso de estos 20 años se ha tenido una serie de debilidades en su implementación, provocando que los SAT que se han instalado, no generen una alerta temprana y no funcionen como un sistema.

A nivel del departamento de Escuintla, se han hecho intentos de mejorar la instrumentación para el monitoreo de crecidas, obteniendo avances a través de la utilización de la tecnología actual, así como en el desarrollo de capacidades de respuesta de la población. Lamentablemente con la instrumentación no se ha logrado obtener los frutos esperados y los grupos organizados han ido decayendo en el transcurso del tiempo. Una de las causas, se considera puede ser el bajo interés y compromiso de parte de las autoridades municipales y la falta de capacidad tanto de recursos financieros como humanos del ente rector, ya que no pueden llegar a todos los niveles para continuar con el desarrollo y fortalecimiento de capacidades, por lo cual ha debilitado el trabajo desarrollado.

La EIRD sugiere que un SAT debe cumplir con 4 elementos, de estos 4 se observa que se logra o intenta mantener 1 en el transcurso del tiempo, siendo el de Difusión y Comunicación, y este únicamente funciona en el tema de comunicación entre el ente rector, teniendo la debilidad de difundir la alerta a toda la población. Sin embargo, no se puede tener la certeza del funcionamiento al 100% en el tema de comunicación, ya que de todas las bases de radio que conforman los SAT funcionan o se mantienen activas menos del 30%, el mayor problema se encuentra comúnmente en la falta de baterías.

Otro aspecto que se ha intentado desarrollar y mantener son los sistemas de monitoreo (Servicio de seguimiento y Alerta) mismos que no han funcionado en los momentos claves. El ICC hace referencia que, durante el último año

ha hecho un alto a las inversiones que venía ejecutando, así como al mantenimiento de equipo, porque a pesar que la instrumentación se mejoró luego de haber finalizado el proyecto con ECHO, está no funcionó o no alertó en los momentos de mayor necesidad.

Por tal razón se pretende a través del presente proyecto se realice una evaluación de los sistemas de alerta temprana ante inundaciones implementados en las cuencas del departamento, identificar cuáles son las acciones que han funcionado, cuáles han fallado, principales debilidades, que sigue funcionando y cuál ha sido el éxito de lo que funciona. Identificar cual es la mejor vía de comunicación entre los pobladores.

Otro aspecto, es conocer otras técnicas o instrumentación para poder implementar a nivel de territorio y que sirva para el monitoreo de las crecidas y la precipitación. Asimismo, en la medida de lo posible verificar la lista de chequeo que sugiere UNISDR realizada en Bonn, Alemania en el año 2006 en la III conferencia sobre SAT.

Se considera de gran importancia continuar con el desarrollo del Sistema, pero por la misma dinámica del territorio y de los ríos, *se debe re evaluar las acciones que se han venido desarrollando* durante los últimos 20 años. Por tal razón, se desarrolló esta investigación para tener una evaluación y proponer nuevas alternativas para el desarrollo de tecnología o investigaciones, para continuar con el desarrollo de los SAT ante inundaciones en el departamento de Escuintla.

Propuestas que servirán para ser implementadas en la medida de lo posible por el ICC con el apoyo de alianzas público-privadas, ONG y academia.

1.4 Delimitación

1.4.1 Geográfica

El desarrollo de la investigación se efectuó en las cuencas de los ríos Achiguate, Madre Vieja, María Linda y Coyolate de la vertiente del Pacífico de Guatemala, específicamente en el Departamento de Escuintla.

Este departamento cuenta con 6 cuencas de gran importancia en la Costa Sur, sin embargo 4 de ellas (María Linda, Achiguate, Madre Vieja y Coyolate) cobran mayor importancia históricamente por el impacto que han ocasionado en cuanto a las inundaciones. Estas 4 cuencas han sido de mayor interés por diversos proyectos para el desarrollo de SAT ante Inundaciones en el departamento (Figura 1).

El departamento de Escuintla, cuenta con una extensión territorial de 4,384 km², con una altitud media de 347 msnm.

Se ubica al sur de Guatemala, limita al Norte con los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez, al Sur con el océano Pacífico, al Este con el departamento de Suchitepéquez. Sus coordenadas son latitud 14°18'03" Norte y longitud 90°47'08" Oeste (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplan) 2011).

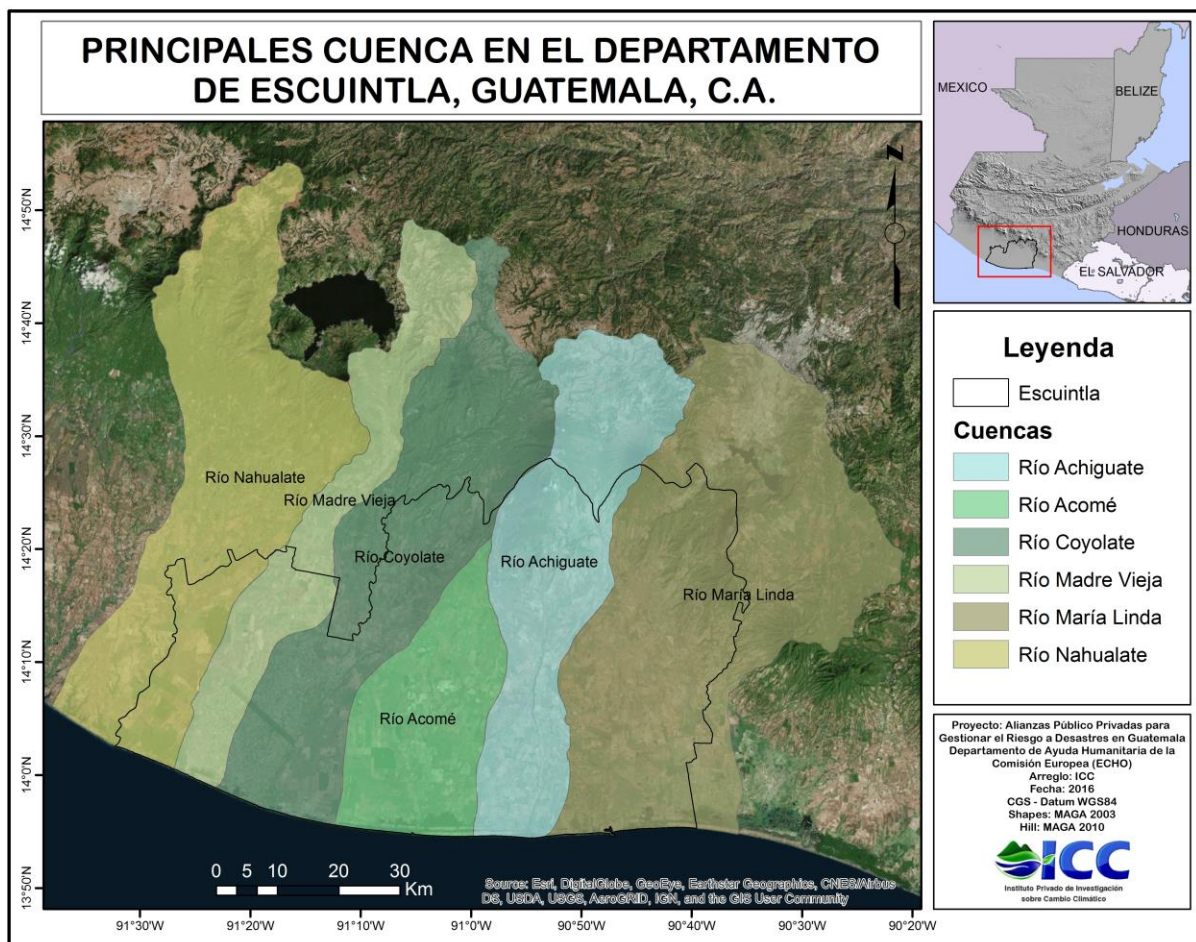


Figura 1. Delimitación geográfica y principales cuencas del departamento de Escuintla

El departamento cuenta con 1,540 lugares poblados, 3 ciudades, 17 pueblos, 53 aldeas, 213 caseríos y otro número de lugares poblados entre fincas, haciendas, colonias, parcelamientos y microparcelamientos. Además, ocupa el 4% del territorio de la República. Los municipios con mayor extensión territorial son: Escuintla con el 12.97% de extensión territorial del departamento y la Nueva Concepción con 12.44% (Figura 3).

1.4.2 Temporal

La delimitación temporal de la investigación, se enfoca a partir del año 1990 (Figura 2) cuando Naciones Unidas reconoce a nivel internacional la importancia de la alerta temprana en la reducción de desastres, e iniciando con programas objetivos e incluyéndolo en los diferentes acuerdos a nivel global. A nivel nacional se delimita a partir del año 1997 cuando se inicia con los primeros trabajos de Alerta Temprana en el país y como este ha evolucionado después de 20 años.

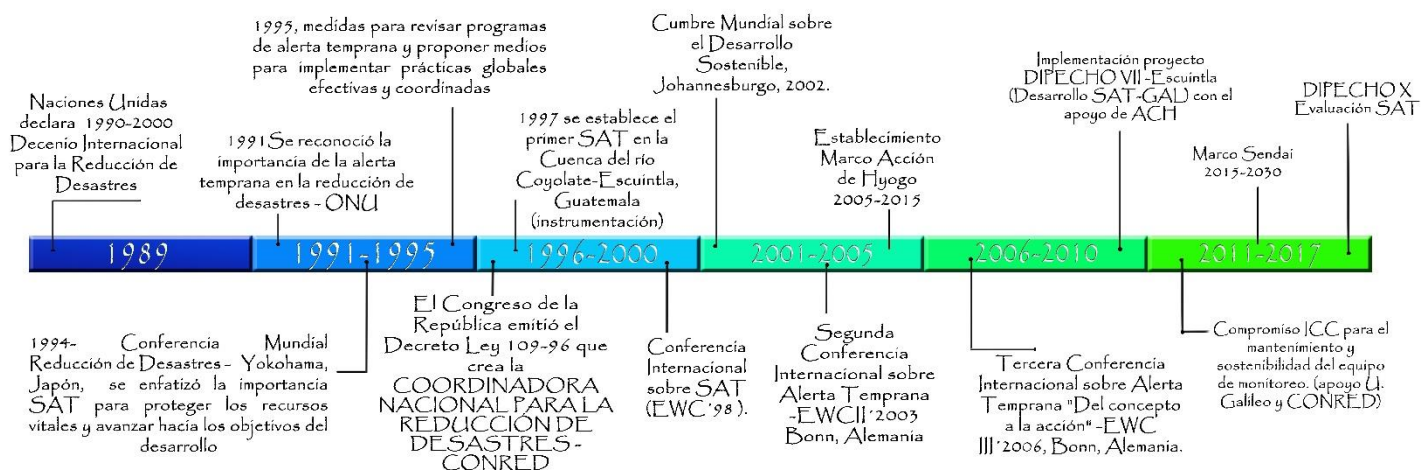


Figura 2. Línea de tiempo desarrollo e importancia de los SAT
Fuente:(Goldammer 1997; UNESCO 2013a)- Elaboración propia.

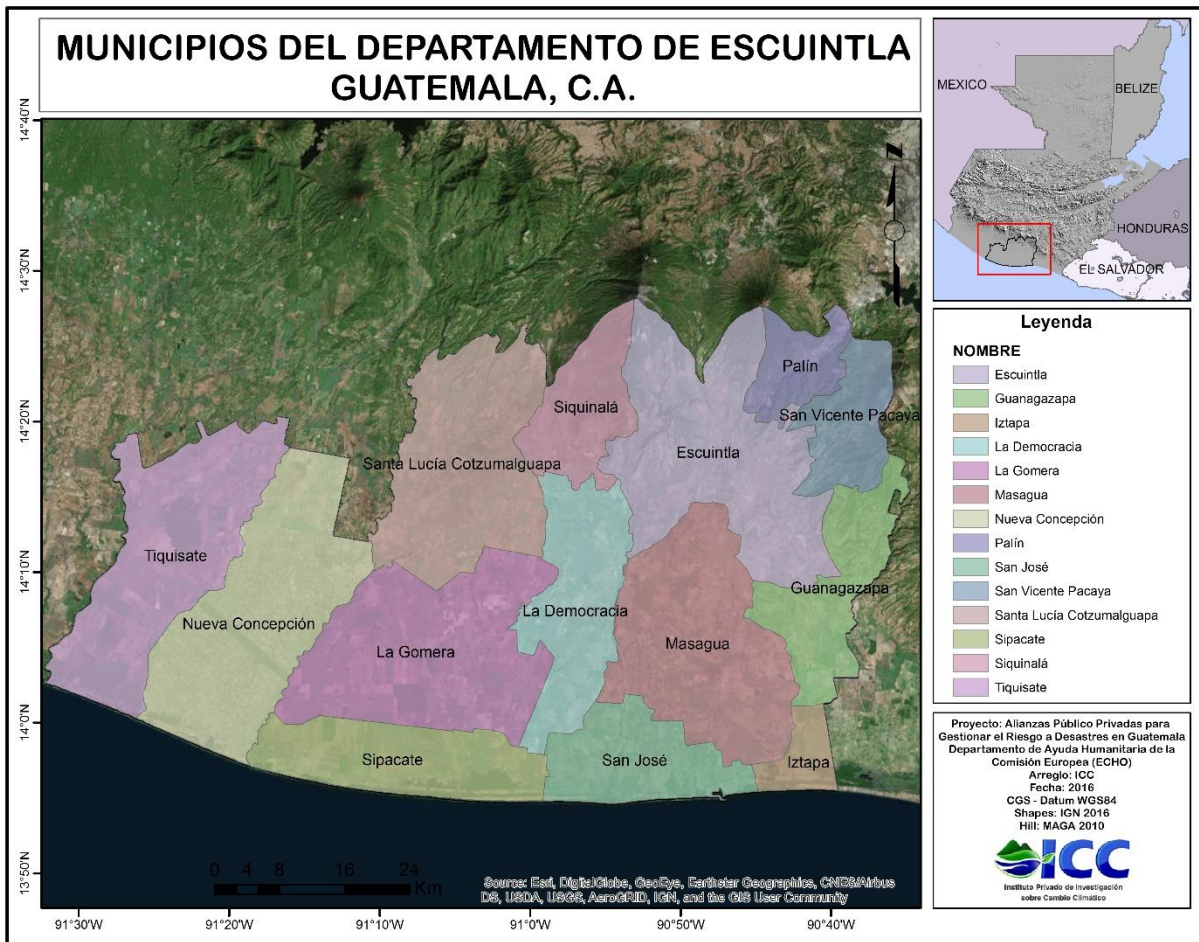


Figura 3. División político administrativo del departamento de Escuintla

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Evaluar los Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones, mediante el análisis de sus componentes en el Departamento de Escuintla.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar la operación de los componentes técnicos del SAT, para identificar las posibles causas de fallas técnicas y la falta de continuidad de operación.
- Evaluar el componente social para determinar el sistema óptimo de comunicación de la alerta.
- Identificar sistemas de alerta temprana alternativos que puedan ser aplicados bajo similares condiciones de la Costa Sur de Guatemala.
- Brindar recomendaciones técnicas para mejorar los SAT ante inundaciones a nivel del departamento de Escuintla.

1.6 Metodología de la investigación

El desarrollo de la investigación se propuso en 4 fases según se indica en la (Figura 4), contando con el apoyo del departamento de Sistemas de Alerta Temprana –SAT de la SE-CONRED, personal de ACH y equipo del programa de Gestión de Riesgo de Desastres del ICC, para el desarrollo y asesoría en cada fase.

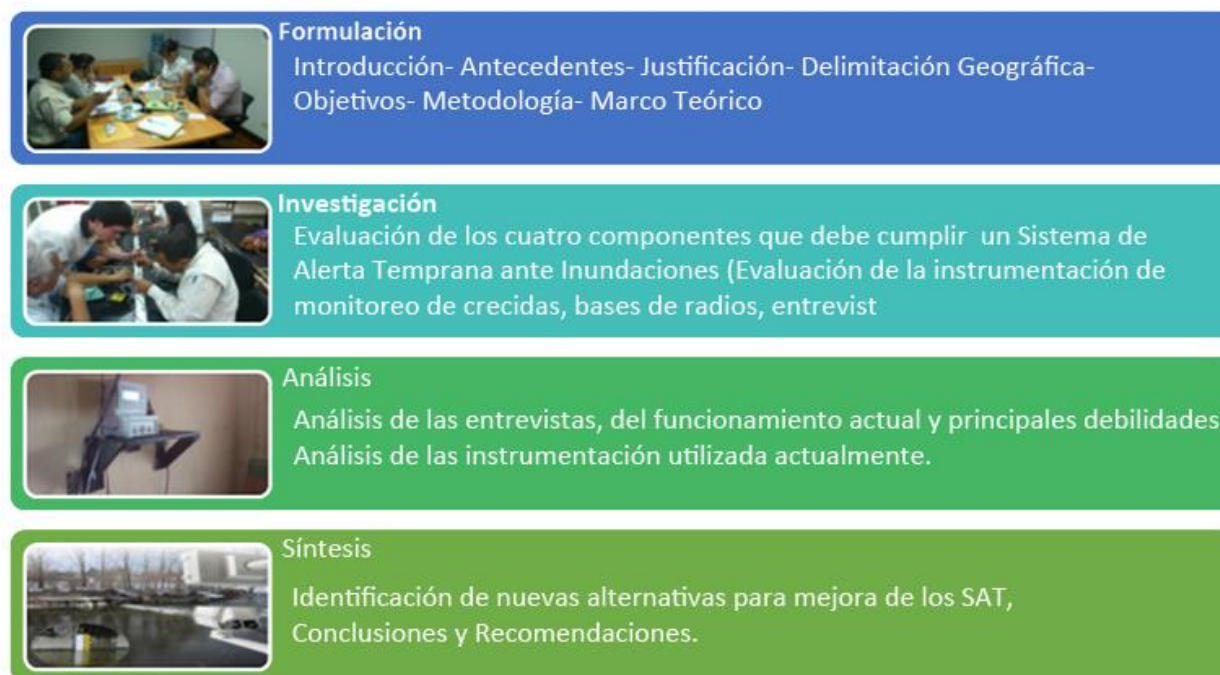


Figura 4. Metodología de la investigación

1.6.1 Fase de investigación Bibliográfica

Inicialmente el estudio se realizó por medio de la fase de recolección bibliográfica para la elaboración del marco teórico, coadyuvando al desarrollo de la investigación y los objetivos iniciales de la evaluación. Luego continuó con la fase de reconocimiento del área de estudio para el trabajo de campo.

1.6.2 Fase de campo

Se planteó trabajar en dos etapas la investigación de campo; siendo primordial conocer el trabajo que se ha desarrollado a nivel comunitario por medio de proyectos financiados por la cooperación, esta es una de las bases para reconocer con exactitud las debilidades que se tienen y lo que las personas identifican como problema del funcionamiento del SAT.

La segunda etapa consistió en evaluar el tipo de instrumentación que se ha trabajado e instalado para el monitoreo de las crecidas de los ríos, con el propósito de identificar cual es el equipo que está funcionando y bajo qué condiciones. Estas etapas sirvieron para obtener un conocimiento general y específico de la problemática de los SAT. Por último, se desarrolló el trabajo a nivel de gabinete para analizar la información recabada a nivel de campo.

1.6.3 Diseño de la investigación

Para el desarrollo de la investigación de campo se realizaron los siguientes pasos:

1.6.3.1 Análisis de variables a evaluar

Para el diseño y planificación de campo, se tomaron de base las variables propuestas por la UNISDR (2006) en la lista de comprobación presentada en la tercera conferencia internacional sobre alerta temprana. Estas variables sirvieron de base para el desarrollo de una boleta que fue utilizada al momento de realizar las entrevistas a nivel de campo. Seguidamente, la metodología fue planteada, evaluada y avalada por el personal de SAT de CONRED y personal de la ONG ACH, instituciones que tienen experiencia y han participado en el desarrollo de acciones a nivel territorial.

Las variables propuestas por cada uno de los componentes son las siguientes:

Conocimiento del riesgo:

- Arreglos organizativos; en esta variable se trata de identificar las instituciones que reconoce la población para el desarrollo de estudios o evaluación de riesgos, la funciones que consideran deben desarrollar. Por otro lado, identificar las estrategias que tiene la organización tanto municipal, como comunitaria. Y la información que cuenta la organización en temas de amenazas y vulnerabilidades.
- Identificación de Amenazas Naturales; se obtuvieron dos preguntas puntuales, siendo estas, si la organización o comunidad cuenta con estudios sobre evaluación y las principales características de las amenazas; como la elaboración de mapas donde se identifique las zonas geográficas o comunidades que pueden ser afectadas por las inundaciones.
- Análisis de la Vulnerabilidad en las comunidades; se consultó sobre la elaboración de mapas de vulnerabilidad, censos poblacionales, donde incluya el tema de género y discapacidad, temas económicos e infraestructura crítica, que puede ser impactada por las inundaciones.
- Evaluación del Riesgo: conocer si la organización o comunidad ha efectuado la interrelación entre las amenazas y vulnerabilidad para determinar las zonas de mayor riesgo en la comunidad o municipio. Se consultó si conocen el tiempo de traslado de la amenaza de inundaciones de un punto a otro. Se incluyó la interacción entre la comunidad y el sector privado; conocer si en conjunto han elaborado mapas e identificado zonas de riesgo y si esta información ha sido tomada en cuenta dentro de los planes de desarrollo o de gestión de riesgos de la comunidad.
- Almacenamiento y acceso a la información: en esta variable básicamente se consultó si cuentan con una base de datos o información histórica del impacto de las inundaciones en la zona.

Servicio de seguimiento y alerta:

- Establecimiento de mecanismos institucionales; donde se trató de identificar si los líderes conocen las instituciones que generan las alertas a nivel municipal, departamental y nacional. Saber si entienden sobre el lenguaje y significado de las alertas; también se trató de identificar cuáles son los medios utilizados para comunicar la alerta desde lo nacional hasta lo local y si existe algún plan donde se establezcan protocolos y definan responsabilidades de los voluntarios. Por último, conocer si existe algún comité dentro de la comunidad que tenga vinculación con las autoridades nacionales en temas de riesgos.

- Desarrollo de sistemas de seguimiento; en esta variable se trató de enfocar básicamente en la instrumentación que están utilizando en la actualidad. Conocer el equipo utilizado para el monitoreo de la amenaza y para la comunicación de las alertas.
- Establecimiento de sistemas de pronóstico y alerta; se trató de identificar si la población tiene la capacidad de analizar las alertas emitidas, la forma en que se genera y difunde la alerta dentro de los municipios o comunidades y si esta es oportuna. También se evaluó el medio más utilizado para enterarse si existe una emergencia.

Difusión y comunicación:

- Institucionalización de procesos organizativos y de toma de decisiones; el propósito conocer si existe una cadena de difusión de las alertas; como un canal de transmisión del nivel municipal al local y si existe algún método eficaz para transmitir la alerta a la población.
- Instalación de sistemas y equipos eficaces de comunicación; se busca verificar la utilidad y adaptabilidad de los sistemas de comunicación que se han venido utilizando durante los últimos años. Conocer cuáles son los medios de comunicación más efectivos. Identificar el apoyo del sector privado.
- Reconocimiento y comprensión de los mensajes; verificar si las alertas y mensajes se adaptan y comprende según las necesidades de las personas que se encuentran en riesgo. Evaluar si las personas dimensionan la amenaza y sus consecuencias y si existen mecanismos para informar a la población que la amenaza ha pasado.

Capacidad de respuesta:

- Respeto a las alertas; el propósito es evaluar la percepción de la población sobre el tema de riesgos y la respuesta de las comunidades, reducir al mínimo las falsas alarmas para crear mayor credibilidad de la población.
- Elaboración de planes de preparación y respuesta en caso de desastres: en esta variable se trató de conocer si existen planes locales o municipales de respuesta ante emergencias, el uso de materiales como mapas de riesgos para la elaboración de planes, planificación de obras de mitigación, conocer la percepción del apoyo que brinda la agroindustria en los procesos de gestión de riesgo. Así mismo conocer si cuentan con albergues y si estos cuentan con las medidas mínimas de seguridad y servicios básicos.
- Evaluación y fortalecimiento de las capacidades de respuesta de la comunidad: conocer el interés de la población para el desarrollo de capacidades por medio de sesiones de trabajo y preparación, si existen o han existido programas de capacitación para los voluntarios.
- Incremento de la concientización y la educación pública: es esta variable se trató de conocer la opinión de las personas para trabajar con los jóvenes y niños, con el propósito de crear conciencia sobre los desastres, que reconozcan sus principales amenazas, vulnerabilidades y saber cómo se puede adaptar las campañas de concientización desde el nivel escolar hasta el trabajo con los adultos.

1.6.3.2 Entrevistas:

- Como se comentó anteriormente, con la propuesta de las variables se diseñó una boleta (Figura 5) basada en la lista de comprobación presentado por UNISDR (2006), siendo esta base para efectuar entrevistas a nivel social, específicamente con actores clave que han trabajado o son voluntarios a nivel comunitario y/o municipal. En algunos casos se efectuaron entrevistas con grupos focales, tanto a nivel municipal como comunitario (Figura 6).
- Es importante resaltar que el análisis o entrevistas no corresponden a una muestra estadística, ya que esta se basa en un análisis cualitativo de cómo las personas comprenden y entienden el significado y funcionamiento de un SAT y como se ha operativizado en el departamento. Por tal razón, las comunidades y municipalidades fueron elegidas al azar dentro de cada cuenca para conocer la percepción de la población.
- También se desarrollaron entrevistas no estructuradas, para conocer la opinión de diferentes actores. Y evaluar las técnicas ancestrales utilizadas o conocidas por los líderes comunitarios, estas se desarrollaron en menor cantidad y fueron muy puntuales.

Evaluación Componente Social "Sistemas de Alerta Temprana -SAT" del departamento de Esquiúda.			
Nombre de la comunidad:			
Cuenca:			
Nombre persona entrevistada:			
Cargo dentro de la comunidad:			
Aspectos Generales		SI	NO
¿Sabe que es un Sistema de Alerta Temprana?			
¿Identifica como funciona un Sistema de Alerta Temprana?			
¿Conoce los elementos en que se compone un SAT?			
Lista de Chequeo sobre "Conocimiento del Riesgo"			
1. Arreglos organizativos			
¿Que organización considera usted que es la responsable de realizar la evaluación de Amenazas, Vulnerabilidades y Riesgos?			
CONREO	MUNICIPALIDAD	ONG'S	SECTOR PRIVADO (Ingenios)
OTROS (describa)			
¿Que función considera usted que deben desarrollar las siguientes instituciones en relación al tema de Riesgos?			
Municipalidad			
CONREO			
Sector Privado (Agroindustrial)			
ONG's			
¿Su organización (comunitaria/municipal) cuenta con una estrategia o plan para que participen las comunidades activamente en el análisis de las Amenazas y Vulnerabilidad?			
SI _____ NO _____ Describe:			
¿Su organización revisa y actualiza anualmente la información sobre Riesgos, incluida la información sobre cualquier nueva Vulnerabilidad o Amenaza o en proceso de información?			
SI _____ NO _____ Describe:			
2. Identificación de Amenazas Naturales		SI	NO
¿Cuentan con estudios sobre análisis y evaluación de las características principales de la amenaza de inundaciones (intensidad, frecuencia y probabilidad) y datos históricos?			
¿Han elaborado mapas de amenazas para identificar zonas geográficas y comunidades que pueden verse afectadas por las inundaciones?			

3. Análisis de la vulnerabilidad en las comunidades	SI	NO
¿Han documentado y/o elaborado mapas de vulnerabilidad de las comunidades? (ej: comunidades cercanas a las riberas de los ríos, tipo de infraestructura, etc)		
¿Se cuenta con información sobre género, discapacidad, acceso a la infraestructura, diversidad económica y áreas sensibles del medio ambiente a nivel de comunidades o municipio?		
¿La comunidad/municipio cuenta con censos de población para conocer el número de personas vulnerables?		
4. Evaluación de Riesgo	SI	NO
¿Se ha realizado la interacción entre las amenazas y vulnerabilidades para determinar el grado de riesgo que enfrenta la comunidad/municipio?		
¿Se ha efectuado algún análisis de Riesgos que incluya la interacción entre la comunidad y la Agroindustria? Observación:		
¿Se realizan actualizaciones periódicas para identificar el incremento del Riesgo?		
¿Se ha integrado los resultados de las evaluaciones de riesgos en los planes locales de gestión de riesgos, planes de desarrollo y/o en los mensajes de alerta?		
¿Conoce usted el tiempo en que tarda en llegar la crecida del río a su comunidad?		
5. Almacenamiento y acceso a la información	SI	NO
¿Cuentan con registro de información histórica (noticias, documentos, mapas, etc) del impacto del riesgo de inundaciones en la zona?		
Observaciones:		

Figura 5. Boleta utilizada en entrevistas. (Adaptación de la lista de comprobación presentado en la tercera conferencia internacional sobre alerta temprana (UNISDR 2006b; Pérez 2015).



Figura 6. Trabajo desarrollado a nivel de campo. a) y f) Reunión con líderes de río María Linda, b) entrevista con señor alcalde y director de la Dirección Municipal de Planificación DMP de Masagua, c) taller con personal de COMRED de Siquinalá d) entrevista a líder del río Achiguate, e) taller con personal de COMRED de Santa Lucía Cotzumalguapa.

1.6.3.3 Visitas técnicas

- En otro período se planificó la realización de recorridos para evaluar la instrumentación y las bases de monitoreo de crecidas que se encuentra instalada en los diferentes ríos Coyolate, Madre Vieja y María Linda, (Figura 7).
- Se hicieron visitas a las bases de radio comunicación a nivel departamental, para conocer su estado y funcionamiento.
- Se verificó el tipo de instrumentación que se sigue utilizando y que ha sido más eficaz durante las emergencias.

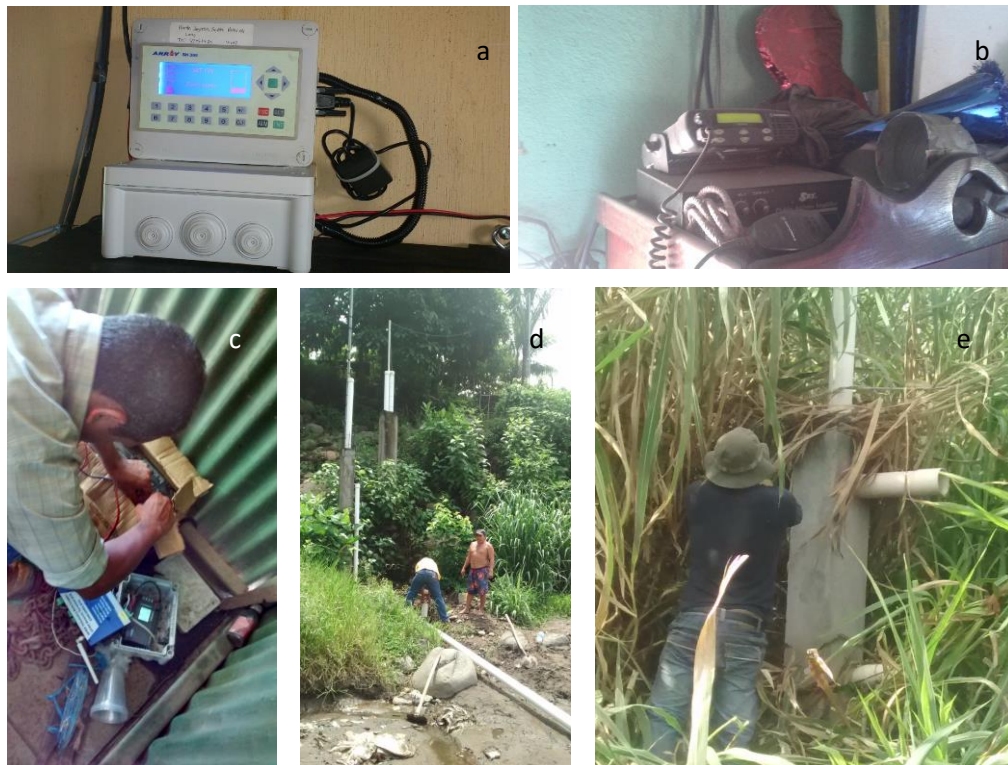


Figura 7. Instrumentación utilizada a nivel de comunidades. a) cajas del equipo instalado por Universidad Galileo, b) base de radio comunicación de CONRED, d) revisión de equipo instalado en río Coyolate, d) evaluación de sondas de monitoreo de crecidas en Parcelamiento el Naranja, río Coyolate e) evaluación de equipo en finca la Llave, río María Linda.

1.6.3.4 A nivel de Gabinete

- Se digitó, tabuló y analizó toda la información obtenida durante el proceso de trabajo de campo, analizada por cada uno de los componentes del SAT, a nivel de cuenca y departamental.
- Se recopiló información de otros sistemas de alerta temprana que se han desarrollado en diferentes regiones para conocer sus cualidades, funcionamiento y bajo qué condiciones funcionan.
- Definir posibles alternativas de mejoras en Sistemas de Alerta Temprana – SAT ante inundaciones para el Departamento de Escuintla.

2 Marco Teórico y Legal

2.1 Marco Conceptual

“Es necesario que las comunidades tengan conciencia de que están expuestas a peligros naturales y pueden tomar medidas para disminuir su vulnerabilidad.” (Ban Ki-moon 2007), Secretario General de las Naciones Unidas en el período del 2007-2016.

El impacto de los desastres ha sido un tema tratado durante varios años, en un amplio número de publicaciones desarrolladas por diversas disciplinas, que han conceptualizado sus componentes en forma diferente (Cardona 1991). Dicha terminología tuvo mayor relevancia por las disciplinas relacionadas en ciencias de la tierra, quienes durante años han dedicado a comprender de una mejor manera el comportamiento y los detonantes de las amenazas.

Según Cardona (2004) la incursión de las ciencias sociales en la investigación de los riesgos fue posterior, introduciendo el término de vulnerabilidad, como la necesidad de ser relacionado con el grado de exposición y fragilidad expuesta ante los fenómenos naturales.

Dicha terminología ha evolucionado de una manera dinámica, y los aspectos sociales han contribuido a la construcción del riesgo, siendo una complementariedad de los conceptos. La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas –EIRD a partir del lanzamiento del Marco de Acción de Hyogo en 2005, actualiza y promueve la estandarización de conceptos para un mejor entendimiento en la temática referente a la reducción de desastres (UNISDR 2009b).

Definiendo la terminología básica de la siguiente manera:

2.1.1 Amenaza

Peligro y/o fenómenos externos, en donde se ejerce poco o ningún control. Puede causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica, es la posibilidad de ocurrencia de un riesgo (UNISDR 2009; Maskrey 1993; CONRED, n.d.).

Este puede ser caracterizado por su ubicación, intensidad, frecuencia y probabilidad, de manera que se logre determinar las acciones para intervenir y disminuir la posibilidad de ocurrencia de un riesgo.

Las amenazas se han clasificado como geológicas, hidrometeorológicas, Socio-organizativas, químicas y sanitarias. Siendo las de orden hidrometeorológico las que se estarán tratando más adelante, por tener mayor relación con el tema de los Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones.

Aunque en muchos casos, estos eventos naturales se interrelacionan y pueden ser detonantes o disparadores de otras amenazas, como por ejemplo el exceso de lluvias que puede ser el detonante de la inundaciones en las partes bajas de las cuencas, también puede llegar a provocar un movimiento de tierra, que al saturarse los suelos de agua puede provocar un deslizamiento causando problemas a la población; otro ejemplo: pueden ser los lahares a causa de la actividad volcánica (erupciones) que al tener un exceso de precipitación puede llegar a provocar un fluido de corriente de tierra con agua, arrastrando rocas, arboles, etc. llegando a provocar un incremento de caudal y desbordamiento de los ríos en la parte media y baja de la cuenca. Es por ello que no se puede ver un evento aisladamente, ya que estos tienen interrelación entre sí.

Al final el impacto del mismo será en relación al grado de exposición de la población y su infraestructura; en áreas donde no hay intereses humanos, los fenómenos naturales no constituyen amenazas ni tampoco resultan en desastres (OEA/USAID 1991).

2.1.2 Vulnerabilidad

Se comprende por el grado de susceptibilidad que presenta la sociedad, el ambiente, la infraestructura y demás, dependiendo de la capacidad de absorber la gravedad de la situación y la recuperación de los daños sufridos (UNISDR 2009).

La CONRED (s/f) lo define como las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, políticos, económicos y ambientales, que aumentan la predisposición, susceptibilidad y exposición de una comunidad al impacto negativo de un fenómeno físico destructor producido por amenazas naturales o antrópicas.

En relación a este término, la vulnerabilidad técnica ha sido una de las más estudiadas, logrando desarrollar formas y estudios para su medición, siendo un área donde se han enfocado muchos esfuerzos. Pero dentro de esta temática no se puede dejar de lado el enfoque social, donde el centro es el ser humano (CONRED 2015).

La CEPAL (2010) hace referencia que las vulnerabilidades es un conjunto de acciones acumuladas a nivel de territorio, donde se tienen **vulnerabilidades a nivel social** de acuerdo al patrón demográfico y por la situación de asentamientos, estructura familiar, organización comunitaria, nivel de hacinamiento; la **vulnerabilidad económica** que va asociada a la escasa diversidad económica que tiene la población y muy ligada a su situación de pobreza y desigualdad. En cuanto a la **vulnerabilidad Institucional** se resalta la falta de ordenamiento territorial, la falta de reglamentos de construcción y de verificación en relación a la calidad de materiales y patrones inapropiados de construcción, así como la debilidad en los procesos institucionales; por último la **vulnerabilidad ambiental** donde se resalta el uso y/o explotación de los recursos naturales, la contaminación ambiental, disposición de los desechos sólidos y líquidos, el uso del recurso hídrico y la frontera agrícola.

La CONRED (2015) establece ocho vulnerabilidades, instituyéndose como base para estudios a nivel de país. Incluyendo las 4 anteriormente descritas por la CEPAL (2010) adicionando la **vulnerabilidad física**; refiriéndose al lugar donde se localiza la población en relación al riesgo físico, vías de acceso, urbanización, ubicación geográfica y relación a nivel de cuenca.

En cuanto a la **vulnerabilidad técnica**; se resalta el tipo de material utilizado en la construcción y si este es de mampostería reforzada o no para ser sismo resistentes o que se adapten a sus condiciones según la amenaza. **Vulnerabilidad educativa**; el porcentaje de población que tiene acceso a la educación, la calidad educativa, analfabetismo y educación universitaria. Por último, se expone la **vulnerabilidad política**; refiriéndose a las debilidades o limitantes de las políticas o planes existentes en el país, la falta de interés o acceso para gestionar la reducción de desastres.

2.1.3 Riesgo

La UNISDR (2009) define el riesgo como la combinación de la probabilidad que ocurra un evento y las consecuencias negativas. Comentando que la población no siempre le da la misma connotación a esta terminología, ya que a nivel popular se refiere a la posibilidad que ocurra algo; a nivel técnico se refiere a las posibles pérdidas que puede ocasionar un evento. La CONRED (s/f) lo define como la probabilidad de sufrir daños tanto sociales, económicos y ambientales, debido a la existencia de una amenaza y las condiciones de vulnerabilidad.

Al referirse al término de Riesgo puede ser generalizado, al final puede ser aplicado en diferentes disciplinas y tener amplias definiciones o usos. Es por ello que dentro de la temática que se está abordando, se hace mayor referencia a la problemática de los desastres; definiéndose como Riesgo de Desastres.

El **Riesgo de Desastres**; se ha definido por dos tendencias siendo una la que refiere a las ciencias de la tierra, donde se habla de la ocurrencia de un evento físico dañino, dando mayor énfasis a la amenaza o al evento físico que puede detonar el desastre. Por otro lado, se encuentra la definición que incluye el tema social y económico; resaltando la probabilidad de daños y pérdidas futuras a causa de un evento físico dañino (Narváez, Lavell, and Ortega 2009).

La UNISDR (2009) y CONRED (s/f) define el riesgo de desastres como las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas humanas, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica y servicios, que puede ocurrir en una comunidad en particular en un período específico en el futuro. Como resultado de la interacción entre una amenaza de origen natural o antropogénica y condiciones de vulnerabilidad que está expuesta una comunidad.

Existe una extensa relación de términos relacionados con el riesgo, desde el tema del riesgo social o la construcción del mismo; que hace referencia a la exposición de la población o por la intervención y transformación del ser humano al ambiente natural. La dinámica de la naturaleza puede crear una serie de eventos físicos naturales, pero su transformación en amenazas reales para la población está intermediada por la acción del ser humano (Narváez, Lavell, and Ortega 2009).

El Riesgo Extensivo; se relaciona con la exposición de aquellos poblados o comunidades dispersas, que son condicionadas reiteradamente con una intensidad baja o moderada, a menudo de naturaleza altamente localizada, lo cual puede conducir a un impacto acumulativo muy debilitante de los desastres (UNISDR 2009).

Este riesgo es una característica de las zonas rurales donde las comunidades están expuestas y son vulnerables a las inundaciones, tormentas recurrentes. La UNISDR (2009) agrega que este riesgo está muy relacionado con la pobreza, la urbanización y la degradación ambiental.

2.1.4 Desastre

El desastre es la concepción del riesgo o como le llaman otros autores la transformación del riesgo actual o futuro y este hace referencia a los daños sociales, económicos y ambientales causados por un fenómeno de origen natural o provocado, originado por el resultado de una correlación de amenaza y vulnerabilidad, interrumpiendo el desarrollo de una sociedad (The United Nations and Bank 2010).

En él, se incluyen las pérdidas de vidas humanas, enfermedades, lesiones y efectos negativos en el bienestar físico, mental y social humano, como la destrucción de bienes, servicios y degradación ambiental, sobre pasando la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos (UNISDR 2009; CONRED, n.d.). Condiciones en las que se nombra una situación en estado de emergencia.

2.1.5 Emergencia

Es la situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento de una comunidad. Esta alteración es causada por un evento adverso que obliga a la reacción inmediata y que requiere la respuesta de las instituciones del estado, medios de comunicación y del sector privado, sociedad civil y comunidad en general (CONRED, n.d.).

2.1.6 Fenómenos Naturales

Los fenómenos naturales según Maskrey (1993), son todos aquellos eventos originados por la atmosfera y origen geológico tales como huracanes, tormentas, sismos, erupciones volcánicas, inundaciones y demás; estos pueden originar desastres, si estos se presentan en áreas con una alta vulnerabilidad y con la intervención del ser humano, en el caso del uso inadecuado de la tierra, falta de ordenamiento territorial. Los tipos de fenómenos naturales son: Geológicos, Hidrológicos y Atmosféricos (Acosta, n.d.).

2.1.7 Fenómenos Hidrometeorológicos

Son los fenómenos de origen climático que serán influenciados por las modificaciones de la atmosfera (Eslava Morales et al. 2005), estos pueden ser clasificados en los siguientes grupos: Inundaciones, Depósito de sedimentos, Mareas, Sequías, Huracanes, Nevadas, Heladas.

2.1.8 Inundaciones

Es un fenómeno natural el cual cubre de agua zonas o áreas que en condiciones normales se encuentran secas junto al cauce. Se producen debido al efecto del ascenso temporal del nivel del río, lago u otro, superando la capacidad del mismo. En cierta medida, las inundaciones pueden ser eventos controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra y las medidas para la mitigación (CONRED, n.d.; INSIVUMEH 2008; X. Davila 2011).

Se considera inundación al flujo o invasión de agua, que por exceso, satura o desborda y por falta de un escurrimiento superficial como drenaje natural o artificial satura de agua los terrenos o comunidades (ERN-CAPRA, n.d.). Las inundaciones es una de las amenazas hidrometeorológicas que más daño provocan a nivel mundial, así como en el territorio guatemalteco. Según la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR), las inundaciones para el año 2012 habían afectado a un total de dos mil 437 millones de personas en veinte años, siendo el cuarto fenómeno más mortífero (Prensa Libre 2012).

El desbordamiento de ríos en la planicie costera, es el resultado de fenómenos naturales y/o por la intervención incorrecta del ser humano sobre los recursos naturales. Las intensas precipitaciones que ocurren cotidianamente durante la época lluviosa son el motor de las crecidas en los cauces y el arrastre de sedimento, cobrando mayores proporciones durante las tormentas y depresiones tropicales (Alfaro, Chamorro, and Guerra Noriega 2013b).

Las inundaciones pueden ser devastadoras y generar un impacto negativo en la población, desde la pérdida de seres humanos, problemas en la salud, pérdidas de cultivos, infraestructura y económico. Los problemas en la salud del ser humano se tiene por la contaminación y colapso de los sistemas de aguas negras, provocando problemas gastrointestinales, se aumenta el riesgo de enfermedades respiratorias, endémicas y la proliferación de vectores (Salud, n.d.).

Las inundaciones pueden ser provocadas por factores naturales como la misma geografía y meteorología de la zona; pero también pueden ser por factores humanos como por el **cambio del uso de la tierra**; por el tema de deforestación, el incremento de las superficies impermeables, construcción de caminos. Así como la misma **modificación del cauce**; debido a la ejecución de diques que pueden reducir los cauces, la ejecución de presas, extracción de arena, la ejecución de red de canales de riesgo y drenaje para el abastecimiento de agua.

2.1.8.1 Tipos de Inundaciones

Los tipos de inundaciones se definen según el origen de las mismas, estas pueden ser pluviales o fluviales (CENAPRED 2009). Las inundaciones pluviales son a causa de la precipitación, ocurre en suelos con problemas de drenaje, por lo general arcillosos o por la altura del manto freático, el cual puede ser muy superficial, el exceso de lluvia comienza a acumularse llegando a provocar saturación de agua en terrenos planos o viviendas. Las inundaciones fluviales son a causa del desbordamiento de ríos, ocurre en superficies que se encuentran aledañas a los mismos.

2.1.8.2 Inundación repentina

Son las que ocurren dentro de las primeras seis horas de precipitación pluvial intensa, asociado con nubes cúmulos altas, tronadas, ciclones tropicales o paso de frentes de clima frío (Fortes 2006). Por lo general estas son de mayor daño, ya que ocurren en un corto tiempo. La IFRC³ resalta que este tipo de inundaciones no puede predecirse, dado que se producen con rapidez; cuando ocurren, las personas no tienen tiempo para escapar o llevar consigo alimentos y otros artículos esenciales.

2.1.8.3 Llanuras de Inundación

Son áreas generalmente cubiertas por depósitos aluviales tipo arenas, que dan como resultado depósitos arcillosos y/o limosos por inundaciones periódicas (Kingma, Westen, and Vargas 2003). Estas son adyacentes a los ríos, y tienen la cualidad de ser zonas planas, generalmente está compuesto por material depositado no consolidado, derivado de sedimentos transportados por el río (OEA 1993). Esta zona se convierte en área de peligro para el desarrollo de actividades humanas, debido a la frecuencia de las inundaciones.

2.1.8.4 Mitigación

La CONRED cita en su glosario a la UNISDR (2004) donde definen como las medidas estructurales y no estructurales emprendidas para reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y degradación ambiental. La UNISDR (2009) agrega que los impactos de las amenazas no se pueden prevenir en su totalidad, pero se puede disminuir considerablemente su escala y severidad mediante diferentes estrategias.

Estas medidas de mitigación pueden ser tomadas con anticipación al desastre, con el ánimo de reducir su impacto sobre la sociedad y medio ambiente. Se incluyen obras de ingeniería y obras de medidas de protección física, así como medidas legislativas para el control del uso de la tierra y ordenamiento urbano (CONRED, n.d.; UNISDR 2009). Estas medidas las define el Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente y Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de los Estados Americanos (1991) como medidas de **mitigación estructural**; las cuales se enfocan en todas las medidas físicas o ingenieriles, incluyendo los códigos de construcción, tipo y resistencia de materiales, readaptación de las estructuras ya existentes para aumentar su resistencia y mecanismo de protección, dentro de estos últimos entra el tema de diques longitudinales (bordas) por ejemplo; las cuales se utilizan para mitigar el impacto de las inundaciones a comunidades aledañas a los cauces de los ríos. La otra medida que definen es la **mitigación no estructural**; la cual se concentra en identificar las áreas de alto riesgo y limitar su uso. Como, por ejemplo, la zonificación del uso de la tierra, reubicación de residentes, programas de seguros y dentro de esta categoría entran el establecimiento de sistemas de alerta temprana.

³ Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja -IFRC

2.1.8.5 Sistema de Alerta Temprana –SAT-

El desarrollo de sistemas de alerta temprana (SAT) es un herramienta que permite fortalecer las capacidades locales de respuesta frente a una inundación, súbita o por efectos de un fenómeno de tipo hidrometeorológico de diferente magnitud, estos elementos tienen que ser desarrollados con anticipación y deben estar basados en estudios y análisis técnicos para comprender la dinámica de la amenaza (Alfaro, Chamorro, and Guerra Noriega 2013b).

Estos sistemas tienen que ser cuidadosamente planificados, contar con una transmisión eficiente de la información y una organización comunitaria o empresarial que reaccione en forma adecuada a los efectos del evento monitoreado. Pueden apoyar a reducir o evitar la pérdida de vidas humanas, salvaguardar maquinaria o infraestructura clave de las empresas y comunidades, disminuye los impactos económicos y materiales de que pueden provocar los desastres (UNISDR 2006b).

La CONRED lo define como, "un medio de generación y comunicación de información que permite a una comunidad organizada, evacuar de forma preventiva al momento de una emergencia". La UNISDR (2006) indica que es importante comprender que un SAT centrado en la población, se compone de 4 elementos fundamentales como se esboza en la Figura 8.



Figura 8. Elementos de un Sistema de Alerta Temprana, centrado en la población.

Fuente: "Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones en América Latina", Davila 2016. Basado en EIRD. EWC III. Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana. Desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana, 2006.

En la Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana (EWC III por sus siglas en inglés) (2006) se describen estos cuatro elementos de la siguiente manera:

- **Conocimiento del riesgo:** este se refiere específicamente al conocer las amenazas y vulnerabilidades, mediante la evaluación y desarrollo de mapas; teniendo en cuenta el carácter dinámico de la amenaza y los procesos de la vulnerabilidad como el cambio en el uso de la tierra, la urbanización, la degradación del medio ambiente. Las evaluaciones y los mapas de riesgo son herramientas de utilidad que pueden servir para establecer las prioridades de los sistemas de alerta temprana.

- **Seguimiento o monitoreo, el análisis y el pronóstico de las amenazas:** estos constituyen la base científica para prever y prevenir las amenazas, basado en elementos fiables de pronóstico y alerta. Siendo este uno de los componentes fundamentales del sistema. Contar con datos históricos de las amenazas es indispensable para elaborar alertas más precisas y oportunas. Es importante pensar en un sistema de monitoreo multiamenaza, partiendo de este criterio, pensar en la utilización de los mismos medios de coordinación y comunicación.
- **Comunicación o difusión de las alertas:** uno de los principales objetivos es salvar vidas humanas y sus principales medios de vida, por tal razón las alertas deben llegar a las personas en peligro y estos mensajes deben ser claros, a tiempo y de interpretar de una manera sencilla.

Es necesario definir y tener claridad en los sistemas de comunicación a utilizarse en todos los niveles, desde lo nacional hasta lo local, así como, la institución que será la encargada de oficializar estas alertas. Se debe garantizar que la información llegue al mayor número de personas.

- **Capacidades locales para responder frente a la alerta recibida:** se resalta la importancia que las comunidades comprenda y conozcan el riesgo que corren, respeten el servicio de alerta y sepan cómo reaccionar. El desarrollo de capacidades, concientización y preparación es esencial. Asimismo, se considera de suma importancia el desarrollo de planes de gestión de desastres que hayan sido objeto de prácticas y sometidos a pruebas. La población debe estar informada de las acciones a efectuarse durante una emergencia, conocer las rutas de evacuación, conocer los lugares seguros y las rutas de escape existente y la mejor de evitar daños y pérdidas.

La Organización Acción Contra el Hambre -ACH (2011; 2013) describe dos tipos de sistemas de alerta temprana ante inundaciones. Los operados por los servicios hidrometeorológicos nacionales, los cuales son sistemas centralizados; y los sistemas operados por las comunidades, conocidos como SAT's comunitarios.

El SAT Centralizado; es un sistema que utiliza tecnología que requiere de conocimiento técnico experto en lo que se refiere a la observación y monitoreo del fenómeno y en la elaboración del pronóstico de crecida. La observación y monitoreo se basa en redes telemétricas de estaciones de lluvia y nivel de los ríos, que permiten pronósticos de crecida precisos y con anticipación. Se apoya en redes de observación global, como el radar, que permiten desarrollar modelos y pronósticos de tiempo y utiliza una base científica que requiere la participación de profesionales con conocimiento y entrenamiento avanzado para desarrollar modelos hidrometeorológicos en los cuales se basan los pronósticos de crecidas. Estos pronósticos permiten la difusión de avisos con antelación a las alertas, aumentando así el tiempo de preparación.

El SAT de inundaciones comunitario, por otro lado, es un sistema sencillo que se caracteriza por el uso de equipos de bajo costo y de fácil manejo operados por miembros de las comunidades, tanto en los componentes de observación y monitoreo del fenómeno como en la comunicación de la alerta.

Están basados en la participación activa de voluntarios de las comunidades que viven en la cuenca donde se ha establecido el sistema. Los voluntarios cumplen funciones de trabajo en la respuesta, pero también participan en tareas de prevención que no requieren de conocimiento técnico experto. El papel del voluntario en el control y monitoreo hidrometeorológico es de vital importancia en estos sistemas. La OEA desde 1994 ha apoyado en la implementación de Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones a nivel de Centroamérica.

Estos sistemas se basaron en la participación activa y voluntaria de la comunidad y en el desarrollo de equipos artesanales de medición de lluvia y niveles de río. Llamándolos como sistemas comunitarios de alerta temprana ante inundaciones (UNESCO 2012). En Guatemala se han implementado sistemas de alerta temprana que deben ser evaluados en forma crítica para hacerlos operativos, para que llenen su función (MARN 2007).

2.2 Marco Legal

2.2.1 Sistemas de alerta temprana en el marco de acuerdos globales, regionales y nacionales sobre reducción de riesgo a desastres

2.2.1.1 Sistemas de Alerta Temprana en el Marco de Naciones Unidas

I. Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales⁴

En el decenio comprendido entre los años 1990 y 2000 la Organización de Naciones Unidas declaró el período denominado: “Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales”, cuyo objetivo primordial fue reducir la pérdida de vidas, daños a la propiedad y desajustes económicos causados por desastres a través de la ayuda internacional, especialmente en países en desarrollo (ONU 1997).

Derivado de la iniciativa de establecer el Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales –DIRDN-, el Comité Científico y Técnico Internacional se dio a la tarea de crear un objetivo que permitiera evaluar los logros y éxitos de dicho decenio, promoviendo entre otros aspectos el acceso a sistemas de alerta temprana en los ámbitos global, regional, nacional y local en el marco de la planificación del desarrollo de cada Estado miembro.

En el año 1994, también en el espacio facilitado en la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Reducción de Desastres Naturales, la que se efectuó en Yokohama, Japón, el Comité Técnico sobre Alerta Temprana enfatizó la importancia de este aspecto para proteger los recursos vitales y alcanzar el desarrollo.

En 1995, por medio de la DIRDN y a solicitud de la Asamblea General de las Naciones Unidas se establecieron medidas para revisar los programas de alerta temprana existentes dentro del sistema de Naciones Unidas, cuyo propósito fundamental fue proponer medios para implementar prácticas globales más efectivas y mejor coordinadas.

De las conclusiones derivadas del trabajo interdisciplinario que nació en el seno de Naciones Unidas, cuya labor estuvo orientada a generar una serie de recomendaciones para el abordaje del Programa de Alerta Temprana de Incendios y otros Peligros Ambientales dentro del Decenio Internacional, se pueden recapitular los siguientes resultados:

- Diseñar e implementar un inventario global de incendios que, elabore un producto de primer orden que sirva de base a los sistemas de alerta temprana, siendo este producto mejorado para su aplicación estandarizada.
- Establecer un proceso oportuno de recolección e intercambio de información en tiempo real.

⁴ Se utiliza los nombres y la terminología original, para evitar confusión del mismo.

NOTA: Los desastres **NO** son “Naturales” porque la amenaza es socialmente construida, los eventos extremos forman parte de la naturaleza; donde los sistemas humanos y naturales interactúan, al ocurrir fenómenos naturales con manifestación extrema se pueden producir cambios en el medio ambiente, que afectan negativamente a la población (Lavell 1993; CEPAL 2002).

- Proveer la transferencia tecnológica e intercambio de información sobre sistemas de alerta temprana a través de acuerdos de colaboración o programas de asistencia técnica en el ámbito internacional.
- Dar prioridad al desarrollo de tecnologías de sensores espaciales para realizar tareas específicas como reconocer los precursores de desastres de incendios destructivos, actividades de incendios y sus impactos (ecológicos, atmosféricos, químicos).
- Realizar más investigaciones en los lugares donde los sistemas de alerta temprana existentes no puedan aplicarse debido a las relaciones particulares entre vegetación, clima local y regional y condiciones socioeconómicas o culturales que favorecen los incendios destructivos y sus daños secundarios, tales como la contaminación atmosférica.
- Respaldar la propuesta de establecer un centro mundial de investigación y manejo de incendios auspiciado por la ONU a fin de facilitar el desarrollo del sistema de información global sobre incendios de vegetación.

II. Sistemas de Alerta Temprana en el Marco del Informe de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres. Kobe, Hyogo (Japón), 18 a 22 de enero de 2005. Marco de Acción de Hyogo 2005-2015.

El Marco de Acción de Hyogo fue el mecanismo por medio del cual el sistema de Naciones Unidas ratificó el compromiso de tomar medidas para reducir el riesgo de desastres y adoptó como lineamiento las prioridades de acción, cuyo objetivo fue reducir las vulnerabilidades frente a las amenazas naturales. Este Marco ofreció asistencia a los esfuerzos de las naciones y los Estados, incluso desde el nivel local, para trabajar la resistencia a las amenazas que pusieran en riesgo a las poblaciones, así como buscar los mecanismos para enfrentar de mejor forma dichas amenazas.

Dentro de las prioridades definidas en el Marco de Acción de Hyogo se estableció la necesidad de conocer el riesgo y tomar medidas, en este sentido, la identificación, evaluación y observación de los riesgos de los desastres se definió que sería importante si se buscaba la mejora de las alertas tempranas. Siendo el propósito, reducir las vulnerabilidades de los territorios, los países y niveles locales deben estar provistos de toda la información pertinente respecto al riesgo que los rodea, de tal forma que les permita adoptar las medidas pertinentes, teniendo como base el conocimiento.

Sin embargo, el Marco de Acción de Hyogo estableció claramente que, para el logro de dicho fin, era necesaria la inversión en desarrollar las capacidades científicas necesarias, así como las técnicas e institucionales para observar, registrar, investigar, analizar, predecir, modelar y elaborar mapas de amenazas naturales. Adicionalmente, planteó la necesidad de desarrollar y diseminar instrumentos técnicos que permitieran hacer más eficientes los sistemas de alerta temprana en cada país, sobre todo, que estuvieran orientados y adaptados a las características propias de cada territorio.

Finalmente, el Marco de Acción de Hyogo claramente estableció que, para el logro y alcance de la prioridad que hace referencia al conocimiento del riesgo, los sistemas de alerta temprana constituyen un componente vital de la reducción del riesgo de desastres, ya que ofrecen la información que la población vulnerable requiere sobre las amenazas a las que se encuentra expuesta y permite poner en marcha los planes necesarios para tomar medidas que permitan salvar miles de vidas (ONU/Marco de Acción de Hyogo 2005).

III. Sistemas de Alerta Temprana en el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

Este es el instrumento sucesor del Marco de Acción de Hyogo, adoptado en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas celebrada en Sendai, Japón el 18 de marzo de 2015. Es producto de una serie de consultas y negociaciones intergubernamentales que fueron propiciadas por los Estados miembros de Naciones Unidas con el objetivo de continuar el trabajo en la reducción del riesgo de desastres. Los instrumentos generados en este marco buscan garantizar la continuidad del trabajo realizado por los países en aras de reducir el riesgo existente y garantizar la resiliencia, con un enfoque basado en la prevención y la participación de toda la sociedad (ONU/Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015).

El Marco de Sendai ha planteado el siguiente objetivo para el logro del resultado previsto: “Prevenir la aparición de nuevos riesgos de desastres y reducir los existentes implementando medidas integradas e inclusivas de índole económica, estructural, jurídica, social, sanitaria, cultural, educativa, ambiental, tecnológica, política e institucional que prevengan y reduzcan el grado de exposición a las amenazas y la vulnerabilidad a los desastres, aumenten la preparación para la respuesta y la recuperación y refuercen de ese modo la resiliencia”.

Con el fin de apoyar la evaluación de los avances mundiales en el logro del resultado y el objetivo del Marco de Sendai, se han acordado siete metas mundiales y se complementarán con el trabajo destinado a preparar los indicadores pertinentes. Dentro de las metas antes mencionadas se encuentra la siguiente que, de manera explícita hace referencia a los **sistemas de alerta temprana** en el marco de la gestión para reducción de riesgo a desastres como un elemento esencial:

“g) Incrementar considerablemente la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana sobre amenazas múltiples y de la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidas a las personas, y el acceso a ellos, para 2030”.

También es importante resaltar que el Marco de Sendai contempla los conocimientos tradicionales, experiencia, aptitudes y sabiduría de las personas de edad y los pueblos indígenas, considerando que éstos brindan un aporte esencial en el diseño de políticas, planes y mecanismos que incluyen entre otros temas vitales, las alertas tempranas, principalmente en el nivel local como un elemento del desarrollo.

Respecto a la prioridad 4: Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción, en el nivel nacional y local, para lograr esta prioridad establece que es necesario:

“b) Desarrollar, **mantener y fortalecer sistemas de alerta temprana** y de predicción de amenazas múltiples que sean multisectoriales y estén centrados en las personas, mecanismos de comunicación de emergencias y riesgos de desastres, tecnologías sociales y sistemas de telecomunicaciones para la supervisión de amenazas, e invertir en ellos: desarrollar esos sistemas mediante un proceso participativo; adaptarlos a las necesidades de los usuarios, teniendo en cuenta las particularidades sociales y culturales, en especial de género; promover el uso de equipo e instalaciones de alerta temprana sencillos y de bajo costo; y ampliar los canales de difusión de información de alerta temprana sobre desastres naturales”.

2.2.1.2 Sistemas de Alerta Temprana en el Marco de la Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo

Dentro del marco de la Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo como instrumento marco del Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central – CEPREDENAC-, cabe mencionar los elementos esenciales construidos en este espacio. En este sentido, dicha política hace referencia a la gestión de reducción del riesgo de desastres en el objetivo general:

“Dotar a la región centroamericana de un marco orientador en materia de gestión integral del riesgo de desastres, que facilite el vínculo entre las decisiones de política con sus correspondientes mecanismos e instrumentos de aplicación, entrelazando la gestión del riesgo con la gestión económica, la gestión de la cohesión social y la gestión ambiental, desde un enfoque integral (multisectorial y territorial), de respeto y garantía de los DDHH, y considerando la multiculturalidad y la equidad de género” (CEPREDENAC 2011).

Adicionalmente, esta política comprende cinco ejes estratégicos que han constituido la base de los acuerdos regionales de trabajo sobre la gestión de reducción de riesgo de desastres siendo el eje de “Gestión de los desastres y recuperación” el que integra los componentes fundamentales de los **sistemas de alertas tempranas** haciendo referencia a la “Búsqueda de estandarización del manejo de información y evaluación de daños”, acción que busca el establecimiento de sistemas de monitoreo y alerta temprana compatibles en la región, teniendo como objetivo principal mejorar el manejo de información y canales de comunicación entre los países.

2.2.1.3 Sistemas de Alerta Temprana en el Marco de la Política Nacional de Reducción de Riesgo de Desastres

También en el marco de los esfuerzos que el Estado de Guatemala ha realizado como signatario de los acuerdos y convenios internacionales derivados del trabajo del Sistema de Naciones Unidas, la Política Nacional de Reducción de Riesgo de Desastres, es el instrumento normativo a la fecha, que regula y establece condiciones para la gestión centrada en el riesgo y no en los desastres, para una coordinación efectiva de todos los estamentos del Estado en el tema, con asignación de acciones de acuerdo a los ejes estratégicos construidos en este marco y las competencias de cada institución.

Dentro de los ejes estratégicos, actualizados según el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres se encuentra la “Identificación, análisis y valoración del riesgo”, que, dentro de sus acciones establece que el trabajo sobre los Sistemas de Alerta Temprana es prioritario para tener información plena del nivel y tipo de riesgo en el país (PNRRD 2011).

2.2.2 Estado de Guatemala

El estado de Guatemala es independiente y democrático, se organiza con el fin de proteger a las personas, la familia y realizar el bien común. Su deber es garantizar a la población la vida, la libertad, la justicia, la seguridad, la paz y el desarrollo integral de la persona, todo esto en el marco del cumplimiento de los derechos humanos de su población. Como lo dicta en los artículos 1 y 2 de la Constitución Política de la República.

En el Artículo 119. Indica que son "Obligaciones del Estado" a) Promover el desarrollo económico de la Nación, estimulando la iniciativa en actividades agrícolas, pecuarias, industriales, turísticas y de otra naturaleza; b) Promover en forma sistemática la descentralización económica administrativa, para lograr un adecuado desarrollo regional del país; c) Adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente; d) Velar por la elevación del nivel de vida de todos los habitantes del país procurando el bienestar de la familia; e) Fomentar y proteger la creación y funcionamiento de cooperativas proporcionándoles la ayuda técnica y financiera necesaria; (...).

El Congreso de la República de Guatemala en el decreto legislativo número 109-96 (Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres) considera; que debido a las características del territorio guatemalteco, derivadas de su posición geográfica y geológica hace susceptible al país a la ocurrencia periódica de fenómenos generadores de desastres que, con su caudal de pérdidas de vidas humanas, materiales y económicas, provocan la paralización y retraso del desarrollo. Donde se puede resaltar la siguiente información:

2.2.3 Ley 109-96 de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)

Artículo 3. Finalidades.

La Coordinación Nacional tendrá como finalidades las siguientes:

f) Impulsar y coadyuvar al desarrollo de los estudios multidisciplinarios, científicos, técnicos y operativos sobre la amenaza, vulnerabilidad y riesgo para la reducción de los efectos de los desastres, con la participación de las Universidades, instituciones y personas de reconocido prestigio; (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres 2014).

g) La Junta Ejecutiva podrá: Declarar de Alto Riesgo cualquier región o sector del país con base en estudios y evaluación científica y técnica de vulnerabilidad y riesgo para el bienestar de vida individual o colectiva. No podrá desarrollarse ni apoyarse ningún tipo de proyecto público ni privado en el sector, hasta que la declaratoria sea emitida en base a dictámenes técnicos y científicos de que la amenaza u ocurrencia ha desaparecido.

2.2.4 Acuerdo Gubernativo del Reglamento de la ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres

Capítulo V PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

Artículo 82. Proyectos de Prevención y Mitigación

La Secretaría Ejecutiva, el Consejo Científico y las Coordinadoras Regionales, Departamentales, Municipales y Locales, implementarán e impulsarán proyectos de prevención y mitigación de desastres de conformidad con los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que se realicen.

Artículo 84. Estudios de Riesgo

El Consejo Científico de CONRED, podrá solicitar la colaboración de instituciones, gremiales, profesionales, académicas, ciudadanas y del sector privado, para asesorar a la Secretaría Ejecutiva en el desarrollo de una metodología y una guía metodológica para la realización de estudios de vulnerabilidades y de riesgo ante desastres. La guía metodológica incluirá los requisitos mínimos necesarios que deberán cumplirse para realizar estudios de riesgo, en concordancia con el artículo 3: finalidades, literal f) de la Ley de CONRED.

Artículo 90. Sistemas de alerta temprana

Las Coordinadoras impulsarán, implementarán, operarán y darán mantenimiento al sistema de alerta temprana con la participación de las comunidades con el objeto de establecer los mecanismos de aviso y alerta tendientes a reducir el impacto de los desastres.

2.2.5 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Decreto No. 68-86

Artículo 1

El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.

3 Resultados

3.1 Evaluación de Sistemas de Alerta Temprana en el departamento de Escuintla

Para el desarrollo de la evaluación, se dividió en dos etapas: en la primera etapa, se pretendía conocer la percepción de la población e identificar el conocimiento que tienen en relación al tema de riesgos y a los cuatro componentes que conforman los Sistemas de Alerta Temprana; la segunda etapa, se enfocó en evaluar la instrumentación instalada a nivel de campo. El propósito de esta división fue conocer el estado en que se encuentran los sistemas de alerta temprana a nivel de departamento, es importante resaltar que en ningún momento se dividió pensando que son componentes independientes, ya que son complementarios entre sí, y van inmersos dentro de los 4 componentes que propone la EIRD.

En el planteamiento de los objetivos específicos, se consideró importante dividir los dos aspectos; con el propósito de conocer que ha funcionado en el transcurso de estos 20 años. Ha habido grandes inversiones en temas de desarrollo de capacidades, capacitación, organización, al igual que en temas de instrumentación para el monitoreo de crecidas de ríos, comunicación e investigación. El inconveniente que, en algunos casos, no se ha efectuado de una manera integral y se han tenido avances en diferentes componentes, pero se han dejado de atender otros.

El principal propósito de la evaluación es conocer el estado actual en relación al conocimiento del riesgo; seguimiento, monitoreo y pronóstico; comunicación y difusión de las alertas; y capacidad de respuesta; e identificar que componentes han tenido mayor avance y qué ha funcionado en el transcurso de estas dos décadas.

3.1.1 Resultados y Discusión

Para el desarrollo de esta actividad se tomó y adaptó el listado de verificación propuesto por la Estrategia Internacional para la reducción de desastres EIRD, en la Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana-EWC III (2006). La consulta se realizó en comunidades de la cuenca del río María Linda, río Achiguate, río Coyolate y río Madre Vieja del departamento de Escuintla (Figura 9). El criterio de selección de estas áreas, fue al azar como se describió en la metodología de la investigación; tomando en cuenta las comunidades que conforman el SAT de las cuatro cuencas.

Con el apoyo del departamento de SAT de la CONRED, se identificaron líderes y voluntarios del sistema de comunicación de CONRED al azar para poder efectuar entrevistas. Seguidamente se trabajó con las Coordinadoras Municipales para la Reducción de Desastres –COMRED de Santa Lucía Cotzumalguapa, Siquinalá y Masagua, así como la entrevista a miembros de Coordinadoras Locales para la Reducción de Desastres –COLRED.

Por cada componente se adaptó una serie de preguntas, mismas que sirvieron como indicadores para el análisis del sistema, a su vez, estas son divididas por variables según propone en la EWC III. Inicialmente se evaluaron aspectos generales, sobre el entendimiento de la población en relación a un sistema de alerta temprana, su funcionamiento, para luego evaluar el conocimiento sobre sus componentes.

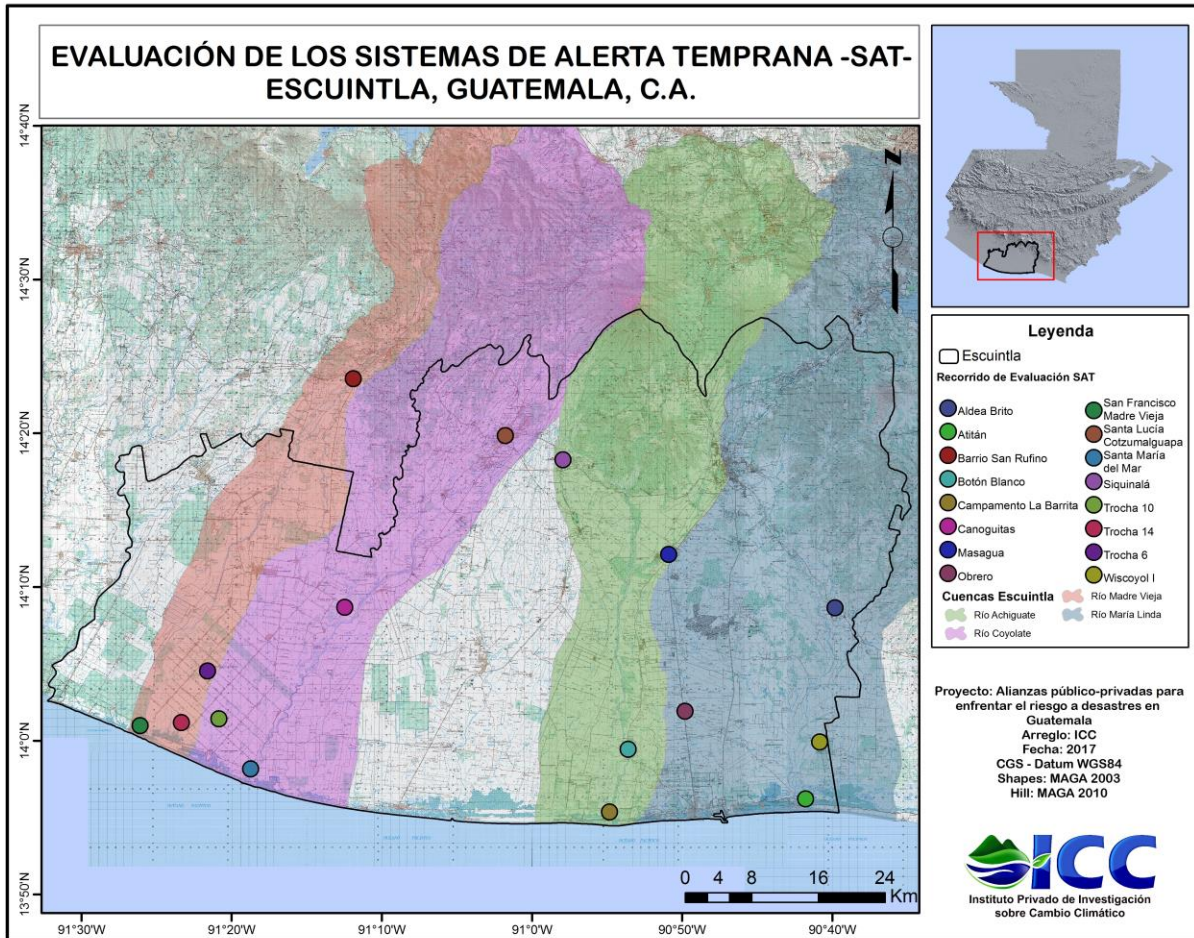


Figura 9. Comunidades evaluadas, en base al listado de verificación propuesto por la EIRD

3.1.1.1 Aspectos generales; conocimiento general de la población

En el aspecto general se trató de identificar el grado de conocimiento de las personas y/o grupos entrevistados, con el objetivo de saber que conocen sobre la terminología y como han tratado o trabajado el tema dentro de su organización o comunidad. Planteando las siguientes preguntas:

- ¿Sabe qué es un sistema de alerta temprana?
- ¿Identifica como funcionan un sistema de alerta temprana?
- ¿Conoce los elementos que se compone un sistema de alerta temprana?

A nivel general el 78% de la población entrevistada conocen o han escuchado hablar sobre los sistemas de alerta temprana, en la Figura 11 se muestra el resultado de las 4 cuencas evaluadas, indicando únicamente el 22% de la población que nunca han escuchado hablar sobre el tema.

En la Figura 10 se hace la comparación de las 4 cuencas, siendo la de mayor conocimiento sobre el tema la población del río Coyolate, seguida de María Linda, comunidades que se ha desarrollado trabajo de capacitación de parte de la CONRED y el desarrollo de proyectos con fondos ECHO durante los años 2011 y 2013 respectivamente. La población que menos conocen del tema es la ubicada en la cuenca baja del río Madre Vieja.

Según el inventario efectuado por la CONRED y diferentes fuentes como OEA, UNESCO, CEPREDENAC y ACH, los trabajos en estas cuencas se iniciaron según se describe en la Tabla 1; asimismo se hace una pequeña descripción de los últimos trabajos que se han desarrollado en cada una de estas cuencas:

Tabla 1. Sistemas de Alerta Temprana, trabajados en el departamento de Escuintla

Cuenca	Año de inicio	Observaciones
Coyolate	1997	El último proyecto ejecutado en esta zona fue durante el año 2012 con fondos del DIPECHO VII, ejecutado por ACH, el cual incluyó el fortalecimiento de capacidades y organización de COLRED. Así como el desarrollo de instrumentación para el monitoreo de crecidas. El ICC con el apoyo de la Universidad Galileo trabajo en el mantenimiento de la instrumentación hasta el año 2015. Y con la CONRED ha continuado el trabajo de restablecimiento de bases de radio hasta el 2016. El ICC a partir del 2011 inicio con el desarrollo del estudio Hidrológico y en el año 2013 el desarrollo del estudio hidráulico de la cuenca, así como la calibración de niveles en bases de monitoreo. Anteriormente se desarrollaron estudios y modelos hidrológicos por la OEA en el 2009-2010, y ACH con el DIPECHO VII, así como el desarrollo de estudios financiados por el sector azucarero de Guatemala y entregados al Ministerio de Comunicaciones. Estudios que no se logró obtener copias; por tal razón el ICC desarrollo los estudios con el apoyo de información generada en campo por ingenios Azucareros.
María Linda	2000	La UNESCO (2012) refiere que en el año 2000 se inició con el trabajo de instalación y capacitación sobre SAT en la cuenca, esta con el apoyo de cooperantes como el MAGA con fondos del BID, el mayor desarrollo se realizó en el establecimiento de bases de comunicación. Sin embargo, durante el año 2013 en coordinación con ACH, U. Galileo, CONRED e ICC se realizó la instalación de instrumentación de monitoreo del río e instalación de bases de radio. ACH por medio del DIPECHO VIII realizo la organización de COLRED's y trabajos de capacitación. El ICC desarrollo el estudio hidrológico de la cuenca en el año 2012 y en el año 2013 un estudio para la calibración de niveles en relación a las bases de monitoreo instaladas con el proyecto DIPECHO VIII. El departamento de SAT de la SE CONRED continuó con el monitoreo y apoyo a voluntarios de la cuenca, así como el apoyo de mantenimiento de bases de monitoreo hasta el año 2015, con el apoyo del ICC y U. Galileo.
Achiguate	2000	Esta cuenca inicialmente fue desarrollada con bases de comunicación por medio de fondos ejecutados por el MAGA-BID. Sin embargo estas no recibieron el mantenimiento adecuado y se fue perdiendo el equipo. Actualmente se desconoce de la instalación de bases de radio en la cuenca. Durante los años 2008-2012 trabajo en la parte baja, específicamente el puerto de San José, la ONG CPDL, quien apoyo en la capacitación y conformación de COLRED's y desarrolló planes de respuesta ante emergencias; asimismo implementaron una serie de bases de radio para el monitoreo comunitario. La organización salió del municipio y la población fue perdiendo los radios por falta de mantenimiento. El ICC desarrolló el estudio hidrológico del río Achiguate en el año 2012.

Madre Vieja	2003	Proyecto financiado con fondos DIPECHO, específicamente en el tema de comunicación (UNESCO 2012). Según referencia de varios líderes de la zona, varias bases de radios fueron instaladas entre los años 1996 -1997. El ultimo intercambio entre líderes en temas de riesgos, indican que se realizó aproximadamente en el año 2003. El ICC en el año 2015 realizó el estudio hidrológico de la cuenca.
-------------	------	---

Fuente: UNESCO 2012; CONRED 2012; OEA 2009. Datos obtenidos en campo ICC; 2017.

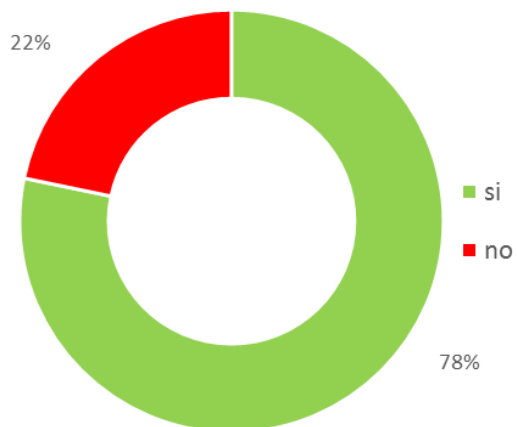


Figura 11. Conocimiento sobre ¿Qué es un Sistema de Alerta Temprana?

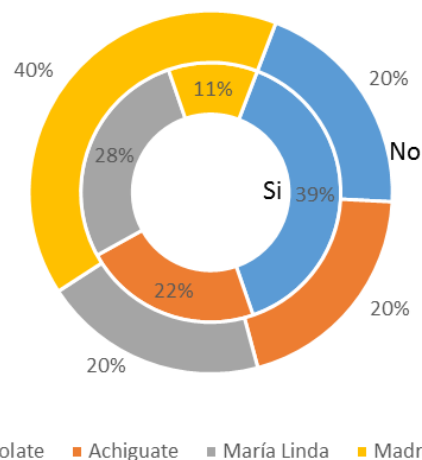


Figura 10. Conocimiento sobre, Sistema de Alerta Temprana. Comparación 4 cuencas evaluadas

En relación al funcionamiento y los componentes de un sistema de alerta temprana, el 64 % de personas respondieron que conocían o tenían una idea de cómo funciona un SAT (Figura 12), sin embargo, la mayoría se refiere al tema de instrumentación o de bases de radio. Mientras que el 86% (Figura 13) expresaron, que desconocen los elementos en que se compone un SAT, únicamente las personas de la cuenca del río Coyolate dijeron que tenían conocimiento o habían escuchado en capacitaciones sobre estos 4 elementos.



Figura 12. Conocen cómo funciona un Sistema de Alerta Temprana

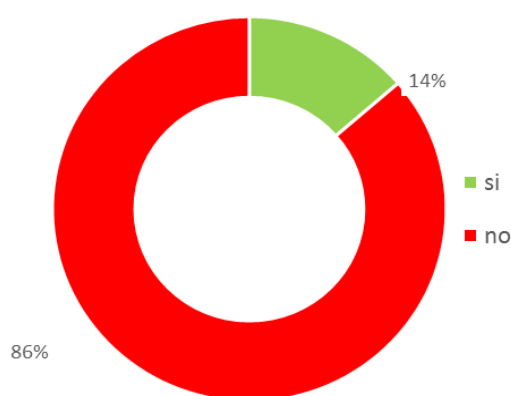


Figura 13. Conocimiento sobre los elementos en que se compone un SAT centrado en la población.

En términos generales, las personas del río Madre Vieja y Achiguate son los que expresan más desconocimiento del tema.

3.1.1.2 Conocimiento del riesgo:

La EWC III (2006) establece, el “conocimiento del riesgo” como el primer elemento clave de la lista de comprobación. Describiendo el objetivo: como el establecimiento de procesos sistemáticos y uniformizados para recopilar, evaluar y compartir información, mapas y tendencias en cuanto a la amenaza y vulnerabilidad. Sugiriendo la participación de actores de organizaciones internacionales, nacionales, expertos en diferentes disciplinas, como el involucramiento de comunidades, todos relacionados con el tema de Gestión de Riesgos.

Para la evaluación de este componente se determinaron cinco variables obteniendo los siguientes resultados:

Para la primera variable sobre “**Arreglos organizativos**” (Figura 14) la mayoría de comunidades (56%) identifica a la CONRED como la encargada de efectuar la evaluación de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos a nivel de territorio. El 35% reconoce a la municipalidad como una de las organizaciones responsables de este tema a nivel comunitario y un 6% mencionan a las ONG como responsable y que brindan este apoyo; solo un 3% considera que el Sector privado debe apoyar en evaluaciones a nivel comunitario.

Al consultar sobre las principales funciones que considera debe desarrollar cada institución o sector, la mayoría se enfoca en la atención de emergencias, y menos en las actividades de prevención. Dentro de las funciones que consideran debe desarrollar la CONRED, coinciden las opiniones en que debe brindar apoyo en la atención de las emergencias, en la organización de albergues, en temas de monitoreo siendo ellos los responsable de velar por el tema de los SAT.

Dentro de las funciones de la municipalidad; consideran que son los responsables de apoyar al momento de las evacuaciones, en la entrega de víveres en albergues y el enlace con la CONRED. Pero no la asemejan como la institución responsable del desarrollo de mapas de riesgo, estudios y evaluaciones.

El sector privado, consideran que puede apoyar durante las emergencias con transporte y maquinaria, sobre todo lo relacionan con el apoyo en construcción de obras de mitigación como lo son diques longitudinales (bordas). La mayoría considera que el sector privado, perjudica más a la población por las derivaciones que hacen en los ríos, que provocan escasez de agua. Sin embargo, no dudan que puedan apoyarles durante las emergencias. Únicamente a nivel municipal mencionan del apoyo que brindan los Ingenios Azucareros a los albergues, con el tema de raciones calientes; y el apoyo del ICC con el desarrollo de estudios a nivel municipal y comunitario.

La opinión en relación a las ONG, consideran que han apoyado a las comunidades en el desarrollo de capacidades y en la organización de las COLRED, y estas organizaciones son clave por la ayuda que brindan durante las emergencias.

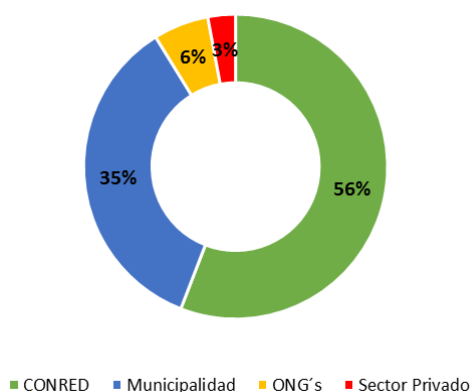
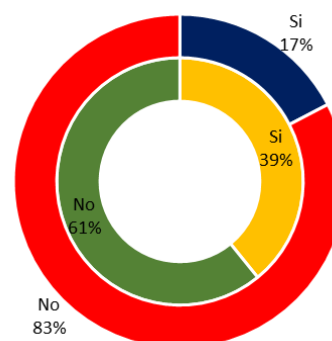


Figura 14. Organizaciones que consideran responsables de realizar la evaluación de Amenazas y Vulnerabilidad



Interna: Estrategia para que participen las comunidades en el análisis de las amenazas y vulnerabilidad. **Externa:** Actualización anual de riesgos.

Figura 15. Arreglos organizativos

El 61% de comunidades expresan, que no cuentan con una estrategia donde se incentive a las personas a participar activamente en temas de análisis de amenazas y vulnerabilidades (Figura 15). Las comunidades de la cuenca del río Achiguate cuentan con planes de desarrollo, donde tocan temas de riesgo de desastres, este involucra la zona donde residen para efectuar el análisis de sus principales amenazas y vulnerabilidades. Estos planes se encuentran desactualizados; la COMRED de Masagua expresó que el último análisis que se realizó fue en el 2014 con fondos del PNUD.

Las personas del río Coyolate expresan que hay comunidades que trabajaron planes de respuesta y efectuaron un análisis de riesgo con el apoyo de ACH; pero ya no fue actualizada la información desde que se generó. La COMRED de Santa Lucía Cotzumalguapa expresa que no cuentan con información actualizada. En la cuenca del río Madre vieja, las comunidades carecen de un plan y desconocen si algún día se trabajó algún mapeo de riesgos en las comunidades. En María Linda, las comunidades han realizado análisis de la situación de inundaciones en la zona, algunas cuentan con planes donde han documentado dicha información.

En resumen, el 83% de personas, indicó que no cuentan con información sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgos actualizado.

Con la variable de **“Identificación de Amenazas Naturales”** (Figura 16) la mayoría expresa que no cuentan con estudios técnicos sobre la intensidad, frecuencia y probabilidad de la amenaza de inundaciones. Desconocen si alguna institución los ha desarrollado. A excepción de comunidades del río Coyolate, quienes mencionan conocer el estudio hidráulico del Ministerio de Comunicaciones, desarrollado en el año 2010; el cual fue financiado por la agroindustria Azucarera, específicamente mencionan a los ingenios Madre Tierra y La Unión. A nivel de comunidades resaltan los mapas elaborados por ACH en relación al mapeo de la amenaza de inundación.

El área del río Madre Vieja, a pesar que conocen las principales amenazas en las comunidades, no han realizado estudios para analizar el comportamiento y características de las mismas. En algún momento se contó con un mapa de las zonas de amenaza, pero esta información se perdió según lo que indican. La municipalidad de Masagua indica, que cuentan con mapa sobre áreas de inundación, pero desconoce sobre el desarrollo de estudios o modelos hidráulicos. En el río María linda, se indica que han realizado estudios en donde describen las características de las inundaciones que han impactado a las comunidades, y cuentan con mapas en donde identifican la amenaza.

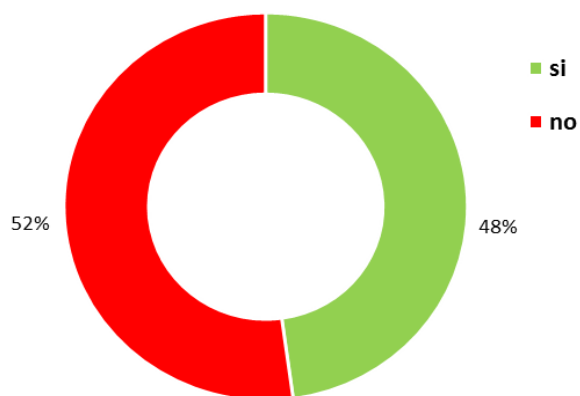


Figura 16. Identificación de Amenazas Naturales

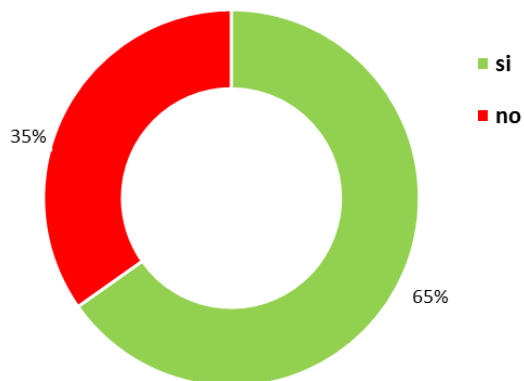


Figura 17. Análisis de la vulnerabilidad en las comunidades

La tercera variable se refiere al **“Análisis de la vulnerabilidad en las comunidades”** (Figura 17) en esta variable la mayoría de las comunidades y COMRED’s indican que se cuentan con censos actualizados generados por el centro de salud; donde se tiene información por género, personas discapacitadas, y de la tercera edad. Sin embargo, la mayoría coincide que no cuentan con información detallada en temas económicos o de infraestructura crítica. Otra

de las debilidades es, que no cuentan con mapas de vulnerabilidad, donde se tenga una cuantificación exacta de las viviendas y familias afectadas por la amenaza. Se conoce las áreas de inundación y que familias son las afectadas, pero no se tiene documentado o mapas formales que describan la situación.

La cuarta variable sobre **“Evaluación de Riesgo”** (Figura 18) en la cuenca del río Achiguate hacen referencia que por la experiencia de eventos anteriores (Mitch, Stan) las personas reconocen el riesgo al que están expuestos, pero nunca han efectuado un documento donde se haga la interacción entre la amenaza y la vulnerabilidad. No han trabajado con la agroindustria, pero sí, le han exigido que al finalizar la zafra quiten los vados y restablezcan las bordas del Achiguate. La COMRED de Masagua, indica que la información de riesgo se ha utilizado para la gestión de proyectos pero no cuentan con esta información dentro del plan de desarrollo del municipio. Las personas tienen una estimación de lo que tarda la crecida del río en llegar a sus comunidades, presentando una ventaja al momento de la transmisión de una alerta.

En el río Coyolate a pesar de contar con documentos en donde identifican su amenaza y vulnerabilidad, no han realizado un análisis para evaluar el riesgo ante una inundación; no todas las personas conocen o estiman los tiempos de traslado de las crecidas a sus comunidades. Consideran que han trabajado de cerca con la agroindustria, identificado puntos de desbordamiento del río, solicitando el apoyo de las empresas para solucionar este tipo de problemas. El 55% indicó que el tema de riesgo no se ha trabajado y desconocen sobre el tema.

Las comunidades de la cuenca del río María Linda son las que expresaron contar con más detalle de información sobre riesgos, indican que tienen establecido reuniones mensuales con personal de los ingenios, donde se tratan temas de escasez de agua e inundaciones; de esta manera han trabajado ya durante varios años y en conjunto han ido buscando solución a la evacuación del agua y construcción de diques longitudinales (bordas) para disminuir el impacto de las inundaciones. Las personas tienen un cálculo de las horas que tarda una crecida de trasladarse de un punto a otro.

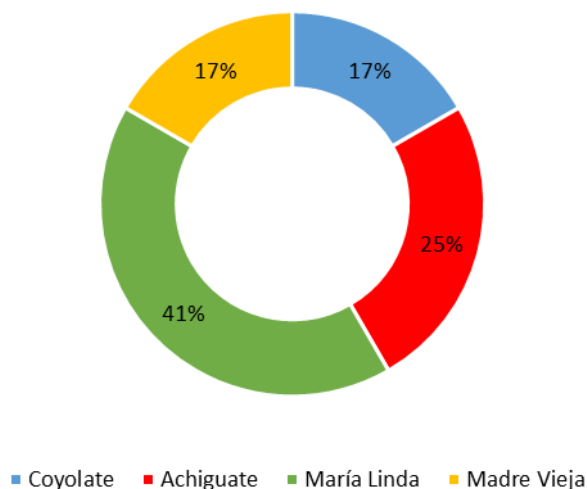


Figura 18. Evaluación de Riesgo por cuenca

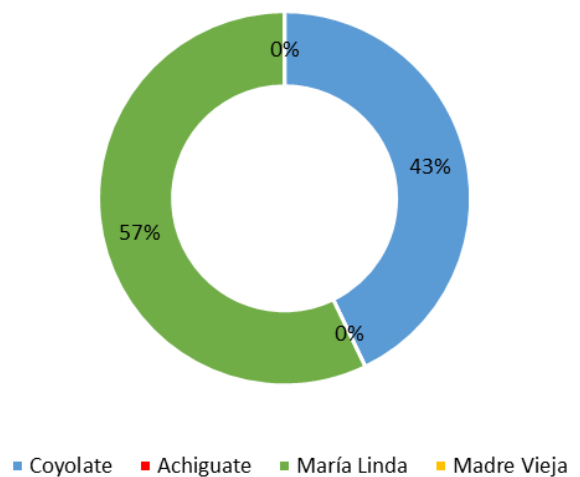


Figura 19. Almacenamiento y acceso a la información

En la quinta variable evaluada en el tema de conocimiento del riesgo, sobre **“Almacenamiento y acceso a la información”** (Figura 19), únicamente las comunidades de María Linda y Coyolate indican que cuentan con registros históricos, como noticias, algunos documentos que han proporcionado las organizaciones, información generada por FUNDAZUCAR como antecedentes de los planes comunitarios de desarrollo, así como información generada a nivel municipal. Madre Vieja y Achiguate indican que no cuentan con documentos o registros históricos.

A nivel general sobre el componente de **“Conocimiento del Riesgo”** se observa que la mayoría cuenta con información sobre sus principales amenazas o tienen conocimiento sobre el impacto que puede ocasionar, pero carecen de mapas o documentos que fundamenten ese conocimiento; este sigue siendo empírico. A nivel institucional, se han desarrollado documentos y estudios, la mayoría no han sido socializados con la población que habita en zonas de riesgo. El conocimiento de la población es imprescindible, la mayoría conoce e identifica las áreas de desbordamiento del río, las zonas inundables dentro de la comunidad y la dinámica del mismo.

En el análisis de la vulnerabilidad hay avances, sobre todo en el tema de censos a nivel comunitario, se tienen actualizados, gracias al apoyo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS. En estos censos se cuenta con información disgregada por género, identificada la población de la tercera edad y discapacitados, según informan las personas. Carecen en su mayoría con mapas sobre las personas o infraestructura que se encuentran vulnerables dentro de la comunidad o municipio.

La población de las cuencas de los ríos María Linda y Coyolate, son las únicas zonas que expresan tener información o documentos sobre la interacción entre la Amenaza y Vulnerabilidad para determinar el grado de Riesgo dentro de sus comunidades. Documentos que fueron generados en su mayoría por medio de proyectos financiados por ECHO y ejecutados por ACH a nivel local. El problema de estos documentos, es que fueron elaborados hace más de dos años y no han sido actualizados. En términos generales, en las 4 cuencas han tenido que coordinar con el Sector Privado, sobre todo en el tema de apoyo para construcción de diques longitudinales y refuerzo en áreas de mayor vulnerabilidad. Son pocas las comunidades, como las ubicadas en el río María Linda y río Coyolate, que mantienen una coordinación más constante por el tema de inundaciones.

Es general, la escasez de registro de información histórica sobre el impacto de las inundaciones, tanto a nivel comunitario como municipal. No cuentan con información de registros históricos sobre precipitación o niveles máximos de caudales, a pesar que en el 2009 trabajaron una consultoría con fondos de la OEA, donde trataba sobre el rediseño y actualización del SAT del Coyolate, y en el que, una de las recomendaciones era que los voluntarios llevaran estos registros y se agregara en sus boletas de observación. En algunos casos se estuvo llevando este registro como el caso del Parcelamiento El Naranja, donde el líder expresa que por un tiempo llevó estos registros tanto de precipitación, como niveles de río, pero al no ver ninguna institución que recabar la información, consideró que no era de importancia.

La mayoría de comunidades ven a la CONRED como la institución encargada y líder en el tema de evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgo; de igual manera la relacionan como la encargada de brindar apoyo durante las emergencias. Pocas comunidades y hasta las mismas Coordinadoras Municipales reconocen que ellos deben efectuar este tipo de análisis o mapeo, consideran más la coordinación durante época de emergencias. Se considera por parte de los entrevistados, que las ONG, son importantes para el tema de organización y capacitación, así como en temas de ayuda humanitaria. El Sector Privado lo visualizan en su mayoría como algo aislado, con el cual no pueden comunicarse fácilmente y que únicamente les puede brindar apoyo en temas de construcción de obras de mitigación o apoyo de maquinaria.

A nivel general las comunidades del río Madre Vieja son las que desconocen más sobre los temas, posiblemente porque desde hace varios años que no se capacitan sobre el tema de riesgos, por lo que se identificó la necesidad de la re-organización de COLRED, y es lo que provoca que carezcan de información o documentos sobre riesgo de desastres. Seguidamente el río Achiguate, que desde hace varios años no cuentan con actualización de esta información, sin embargo, la municipalidad sí resalta el proyecto ejecutado por el PNUD el cual sirvió para actualizar mapas de amenazas.

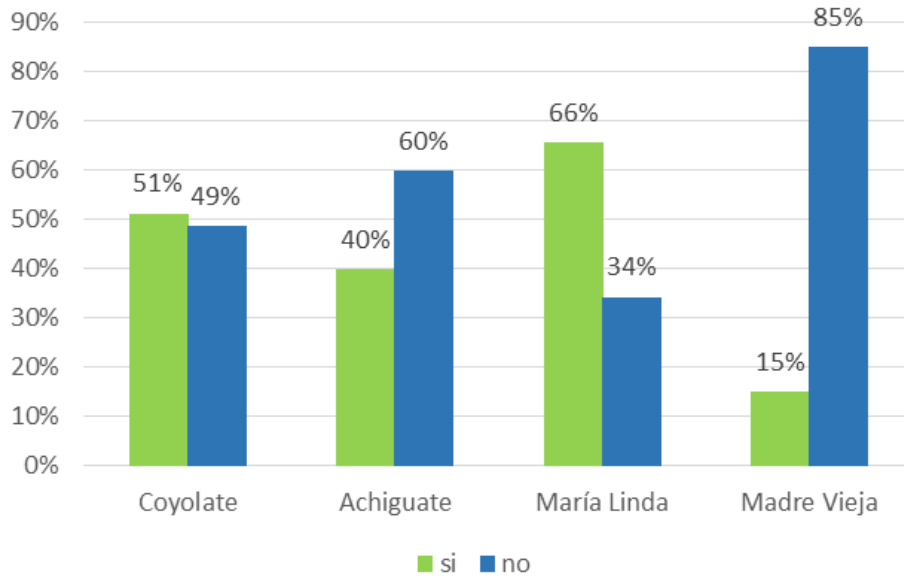


Figura 20. Conocimiento del Riesgo a nivel de cuenca

3.1.1.3 Servicios de Seguimiento y Alerta

Este es el segundo elemento para el funcionamiento o desarrollo de los SAT, el objetivo general; es establecer un servicio eficaz de seguimiento y alerta de amenazas con una sólida base científica y tecnológica. Dentro de los principales actores se tienen los servicios de meteorología e hidrología, como lo es INSIVUMEH, centros especializados en observación y alerta, en este caso –CONRED, las universidades, sector privado, centros de telecomunicación, ONG (UNISDR 2006b).

Para la evaluación de este componente se determinaron tres variables obteniendo los siguientes resultados:

En relación al “Establecimiento de mecanismos institucionales” (Figura 21) la mayoría de personas (83%) identifican a la CONRED como el ente institucional para la generación de alertas a nivel nacional; el 17% restante hace referencia o consideran que es INSIVUMEH, Gobernación o las municipalidades las encargadas de emitir las alertas, otras personas desconocen del tema y no logran entender o interpretar las alertas.

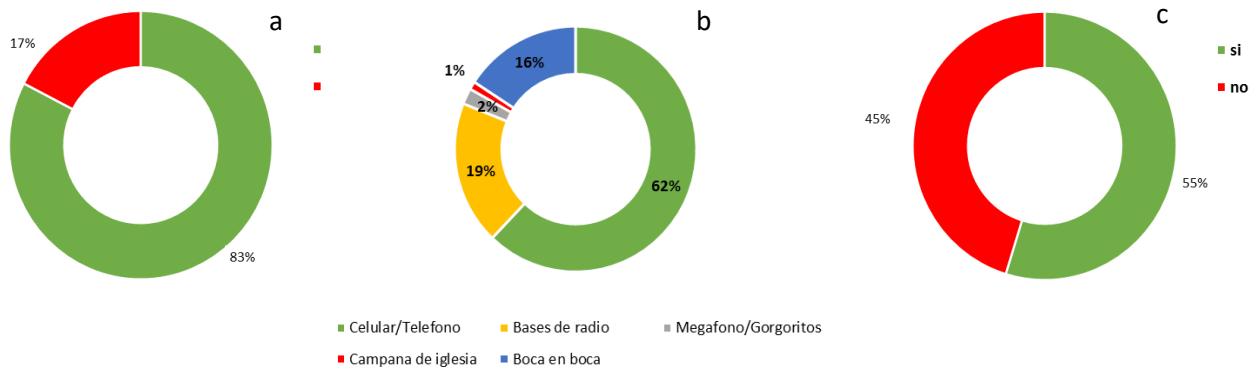


Figura 21. Establecimiento de mecanismos institucionales. a) Conocimiento y significado de alertas e instituciones que la emiten, b) Tipo de instrumentación utilizada para transmisión de alertas, c) Desarrollo de protocolos y mecanismos para transmisión de la alerta

Las comunidades de la cuenca del río Achiguate, indican que algunas comunidades cuentan con líderes o voluntarios y años atrás, por medio de las ONG's o misma municipalidad han tenido un intercambio de experiencias entre voluntarios. Hace más de 10 años que efectuaron un simulacro, después de eso se conformaron COLRED's pero ya no fueron actualizados y la estructura se fue desintegrando; no cuentan con protocolos establecidos.

En la cuenca baja del río María Linda, varias comunidades cuentan con COLRED, las cuales fueron organizadas por ACH en el DIPECHO VIII, pero estas ya no fueron reestructuradas y capacitadas como dicta la CONRED. Sin embargo, varias Coordinadoras siguen activas y mencionan que han sido capacitadas y en el 2013 se capacitaron en temas de SAT, donde les dieron a conocer el significado de las alertas. Cuentan con planes locales de respuesta ante emergencias, estableciendo protocolos, pero estos no contemplan la difusión de las alertas. Indican que los mensajes son recibidos por medio de bases de radio del ente rector, a nivel comunitario la transmisión del mismo es por medio de celulares o de boca en boca.

En el río Coyolate, las COLRED's que fueron organizadas y capacitadas por ACH, han dejado de funcionar en un 60%. Al igual que en María Linda se han quedado algunas Coordinadoras Locales como grupo organizado, sin embargo, ya no fueron actualizados. En el año 2012, fue cuando se organizaron y recibieron capacitación sobre el lenguaje y significado de las alertas. Ese mismo año, se finalizó el proyecto con la realización de un simulacro a nivel de cuenca media y baja. Consideran que las bases de radio son fundamentales para obtener la alerta y saber cómo se encuentra el río aguas arriba, a nivel de comunidades la transmisión de la alerta es por medio de celulares.

En el río Madre Vieja, indican que por la eventualidad de los fenómenos naturales a los que se han enfrentado las comunidades, han creado grupos o voluntarios para monitorear el río. Estos voluntarios representan a diferentes barrios dentro de la comunidad, lo que facilita transmitir la alerta y que ésta llegue a más personas dentro de la comunidad. Cuentan con base de radio, pero éstos no tienen un plan del manejo y mantenimiento del equipo, sin embargo han recibido capacitación para el uso e interpretación del mismo. No cuentan con protocolos establecidos dentro de la comunidad.

A nivel general comentan que la base de radio es el medio de comunicación para informar a la CONRED sobre la situación a nivel local, pero también, les ha sido de mucha utilidad para conocer la situación aguas arriba de su comunidad. Asimismo, esta base sirve para recibir las alertas emitidas por la CONRED. A nivel local, el celular es el principal medio para comunicarse con la municipalidad, comunidades y empresas. Algunas en las comunidades cuentan con una bocina, o campana de la iglesia para alertar. La mayoría de voluntarios que operan las bases de radio tienen identificados cuales son las bases de monitoreo claves para su comunidad. Por ejemplo; en la cuenca baja del río Coyolate, la base de radio de Delta 3 es de suma importancia para tomar la decisión de evacuar o no las comunidades, o simplemente saber cómo se encuentra la situación aguas arriba.

La siguiente variable evaluada es el **“Desarrollo de Sistemas de Seguimiento”** dentro de esta se habla de la existencia de equipo técnico, adaptado para las condiciones y circunstancias locales, así como el desarrollo de las capacidades de los voluntarios para poder operar, leer e interpretar la información generada por el equipo. A nivel general el 71% (Figura 22) de la población entrevistada desconoce si existe equipo técnico instalado en los diferentes ríos. Únicamente el 29% de las personas entrevistadas hicieron mención de las bases de monitoreo trabajadas por CONRED, ACH e ICC en donde se instalan sondas para medir el nivel del río.

En las 4 cuencas evaluadas se han construido bases de monitoreo, en la actualidad 3 cuencas cuentan con bases y de estas únicamente los ríos Coyolate y María Linda ha tenido mayor inversión por diversas fuentes de financiamiento. El monitoreo en río María Linda fue fortalecido en el año 2013 por medio del proyecto DIPECHO VIII con el apoyo del ICC, CONRED y Universidad Galileo. Sin embargo, son pocos los líderes o COLRED que conocen

o saben sobre la existencia del equipo instalado, varias personas de estos mismos ríos indican que no existe ningún equipo de monitoreo instalado.

El total de bases de monitoreo instaladas en el departamento de Escuintla es de 10, en el río María Linda 5 y en río Coyolate 5. De estas 10, únicamente 1 voluntario indica que considera que puede utilizar el equipo instalado, el resto indica que desconoce sobre el uso e interpretación del mismo. Consideran que la alerta se puede obtener en tiempo real, si funcionara adecuadamente y correctamente el equipo.

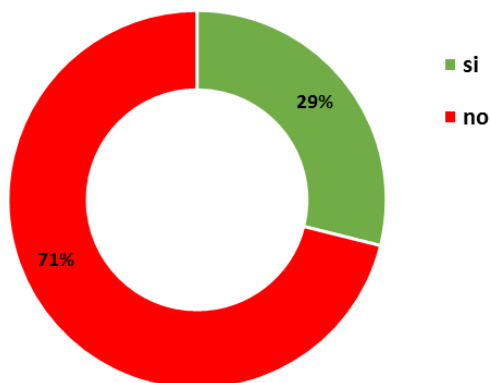


Figura 22. Desarrollo de sistemas de seguimiento

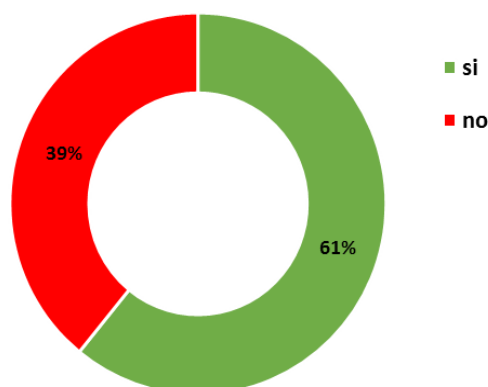


Figura 23. Establecimiento de sistemas de pronóstico y alerta

La última variable de esta componente es **“Establecimiento de sistemas de Pronóstico”** en síntesis, el 61% (Figura 23) de la población considera que la generación de la alerta se realiza de manera eficiente y oportuna. El problema es a nivel comunitario, que muchas veces no se le da seguimiento o transmite la información. Un 39% considera que ésta no es eficiente porque no llega a todas las personas que se encuentran en zonas de riesgo, considerando que se debe reforzar para garantizar que la mayor parte de la población se entere de la alerta.

La mejor fuente y por donde logra enterarse la población que puede haber una emergencia, es a través de medios de comunicación, especialmente por medio de las estaciones de radio y en menor escala por la televisión. Las COMRED indican que ellos únicamente dan seguimiento a la información transmitida por los medios de comunicación y en algunas ocasiones se comunican directamente con los delegados de CONRED.

En resumen de este componente se puede expresar que la población entiende y sabe interpretar el significado de las alertas, identifican a la CONRED como la institución que las genera y emite a nivel nacional. A nivel local, consideran de mucha importancia mantener las bases de radios activas y en buen estado, porque saben que a través de ellas se logra obtener la información y el estado del río aguas arriba de las comunidades, así como estar informados de las alertas que puede transmitir CONRED. A nivel interno, es más común utilizar los celulares para comunicarse entre los mismos miembros de la comunidad, municipalidad o empresas.

Son pocas las personas que conocen sobre algún equipo de monitoreo instalado a nivel del cauce. El equipo que se ha instalado en los ríos ha dejado de funcionar por falta de mantenimiento y falta de interés de algunos voluntarios. Adicional a los problemas de vandalismo que se tiene, ya que la misma población daña el equipo instalado.

No se cuentan con protocolos establecidos, donde se definan los canales de comunicación para difundir claramente y garantizar que la alerta llegue a toda la población. Consideran de gran importancia el desarrollo de simulacros e intercambio de experiencias entre otros líderes, con el propósito de crear una red de monitoreo.

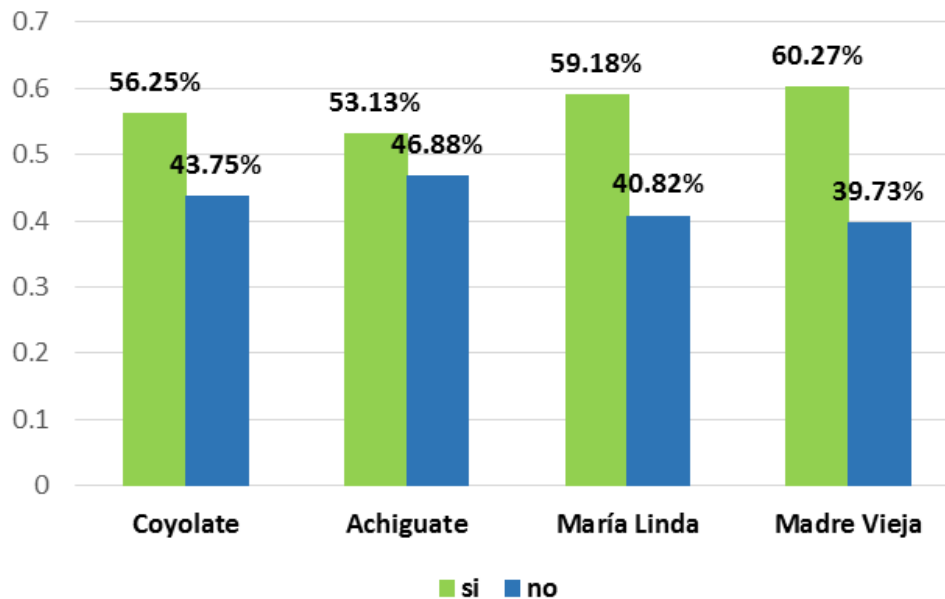


Figura 24. Servicio de Seguimiento y Alerta

3.1.1.4 Difusión y comunicación

Este componente es el tercer elemento clave y su objetivo es; desarrollar sistemas de comunicación y difusión para advertir de antemano a las personas y comunidades de una amenaza natural inminente y facilitar la coordinación y el intercambio de información en los ámbitos nacionales y regionales.

Dentro de los actores clave se encuentra; las agencias nacionales y locales de Gestión de desastres, servicios meteorológicos, autoridades civiles, medios de comunicación como la prensa escrita, televisión, radio y servicios en línea. Así como empresas del sector privado o instituciones que se encuentren vulnerables (UNISDR 2006).

Para la evaluación de este componente se determinaron tres variables obteniendo los siguientes resultados:

En el tema de **“Institucionalización de procesos organizativos y de toma de decisiones”** (Figura 25) la percepción de la población, consideran que la difusión de la alerta no llegará de lo nacional a lo local, según comentan los representantes de las COMRED y de los grupos entrevistados, consideran que muchas o la mayoría de alertas van del nivel local a lo nacional; a excepción de eventos como Mitch, Agatha por ejemplo, que las instituciones como INSIVUMEH y CONRED pueden emitir la alerta. Únicamente los miembros de la COMRED entienden y confirman que existe un procedimiento a nivel nacional, siendo INSIVUMEH el que monitorea el evento y sugiere a la CONRED emitir cierto nivel de alerta, por último publicar a nivel nacional las alertas.

La pérdida en la transmisión de la alerta se da posiblemente a nivel departamental, ya que las instituciones o municipalidades no transfieren la información hasta el nivel local, no cuentan con protocolos para hacer llegar dicha información. Las comunidades indican que la manera de enterarse es

por medio de las bases de radio del sistema de CONRED o los medios de comunicación, como lo es la radio y televisión.

En talleres realizados por ACH con las COLRED de Coyolate y María Linda, indican que ha sido interesante compartir y conocer a voluntarios de las partes altas de la cuenca, quienes son los encargados de transmitir alertas a nivel local.

En la variable de **“Instalación de sistemas y equipos eficaces de comunicación”** (Figura 26) la apreciación de la población es, que por la falta de un equipo adecuado o de un sistema a nivel comunitario para transmitir la alerta hace que se vuelva ineficiente el proceso.

En la actualidad se utilizan los celulares, como un medio de comunicación más eficaz e instantáneo. Sin embargo, el problema es la estrategia que se debe utilizar para transmitir dicha información, porque no se puede cubrir al 100% de familias de la comunidad. Por tal razón, en río Madre Vieja indican que en sus organizaciones debe haber un representante de cada barrio, para que sean ellos los que puedan difundir la información y se realice de una manera más eficiente. En la mayoría de comunidades indicaron que el sistema de difusión de la alerta se hace de casa en casa, haciéndolo ineficaz si se requiere que las personas evacuen inmediatamente la vivienda.

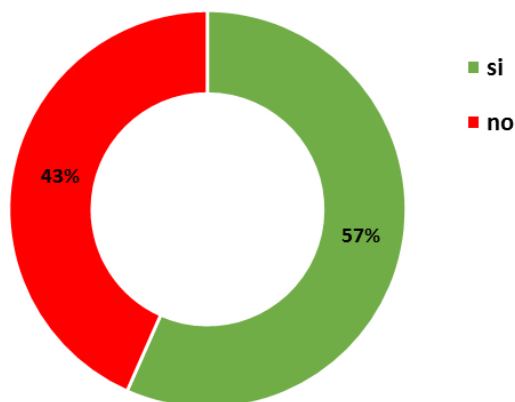


Figura 25. Institucionalización de procesos organizativos y de toma de decisiones

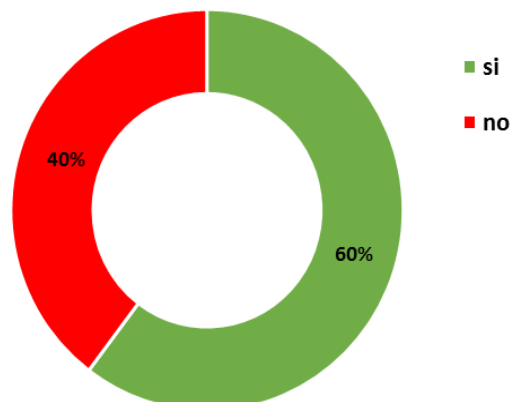


Figura 26. Instalación de sistemas y equipos eficaces de comunicación

Los voluntarios que cuentan con bases de radios, indican que ellos han aprendido a dar mantenimiento básico al equipo, y por la importancia que tiene el radio tratan de mantenerlo activo. Ya que al dañarse, se reporta a la CONRED, pero los técnicos tardan en llegar a la comunidad a repararlo. Al tener problemas con la batería ya no las reparan, hasta que llega el personal de CONRED a hacer el cambio de la misma. Indican que los técnicos de transmisión de CONRED llegan de 2 a 3 veces al año a revisar todo el equipo.

En el tema **“Reconocimiento y comprensión de los mensajes”** la población comprende y entiende los mensajes de alerta; también dimensionan el grado de la amenaza y las consecuencias que implica, pero la reacción de ellos o de la población en general, es hasta el último momento. Como lo comentan los líderes del río Achiguate, la convivencia que han tenido con el río hace que conozcan y dimensionen la magnitud del evento, resaltan que se espera hasta el último minuto para tomar la decisión si deben evacuar o no. Indican los habitantes del río Coyolate, que el principal problema es el vandalismo, por tal motivo las personas comprenden y dimensionan el riesgo, pero no evacuan por miedo a los robos. No existe una forma o mecanismo para informar que la amenaza ha pasado, se carece de un protocolo donde se establezcan los procedimientos, informa la población y los integrantes de las COMRED en general.

En resumen de este componente, el personal de las COMRED indican que no existe un mecanismo de difusión directo donde les informen sobre el tipo de alerta, básicamente se enteran por medio de las noticias de los eventos. Si existe un problema a nivel comunitario se enteran hasta que ya está la emergencia. Se carece de una cadena de difusión, las autoridades pueden recibir mensaje de los delegados de CONRED, pero no existe un mecanismo o protocolo para bajar la información a nivel local.

A nivel local, la población tiene las mayores dificultades para transmitir la alerta y difundir la evacuación, sin embargo, han creado estrategias para poder informar a la población de casa en casa y vía celular. La mayoría de veces se enteran de las alertas por medio de las bases de radio y por los medios de comunicación.

Consideran que el equipo instalado de transmisión se adapta a las circunstancias de la población y a sus necesidades, siendo este de mucha importancia para las comunidades. Las bases de radio piensan que es el medio o equipo más importante y eficaz, para transmitir las alertas y para estar informados de lo que está pasando en comunidades de la parte alta de las cuencas. Asimismo, indican que el celular es la mejor herramienta para comunicarse, ya que este no se centraliza en una sola persona, se puede tener contacto y comunicarse con otras comunidades, instituciones de gobierno, municipalidades y sector privado.

Con el sector privado, no tienen ninguna comunicación en relación a las alertas, básicamente con ellos se coordinan después o durante la emergencia, el apoyo que pueden brindarles es únicamente con maquinaria, agua y alimentos expresan.

En las 4 cuencas coinciden que los mensajes se adaptan y consideran que son comprensibles para toda la población que vive en la zona, el problema, que este no llega instantáneamente al 100% de la población, sobre todo la que está en mayor riesgo. Indican que dimensionan la amenaza y su riesgo, pero la misma convivencia con el río saben hasta que momento puede provocarles mayores daños. A excepción de las personas del río Achiguate, quienes indican que la población no logra dimensionar el evento y muchas veces se confían de lo que puede llegar a pasar.

Al igual que la difusión de la alerta, no cuentan con protocolos o mecanismos para informar a la población que la emergencia ya ha finalizado.

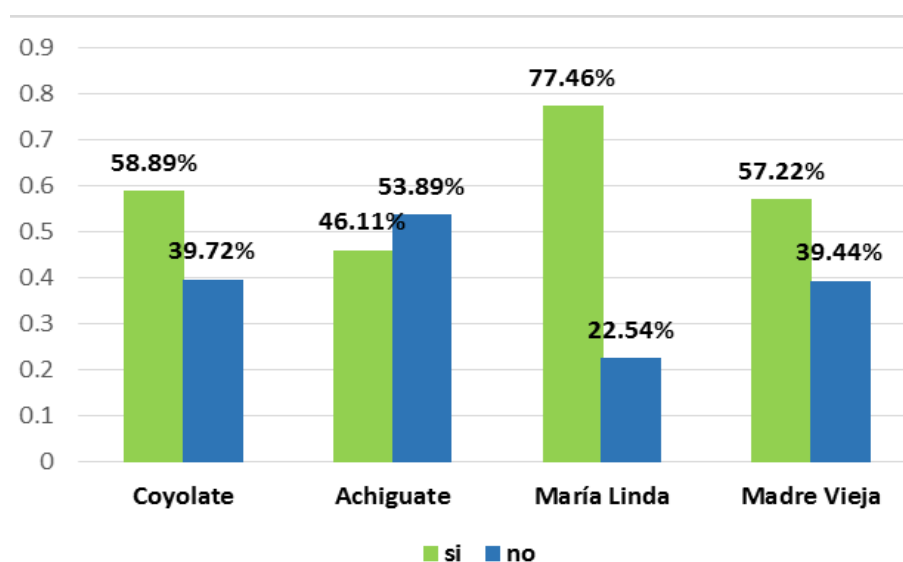


Figura 27. Difusión y Comunicación

3.1.1.5 Capacidad de Respuesta

Para la UNISDR (2006) y su lista de chequeo, este es el cuarto elemento clave. Su objetivo es fortalecer la capacidad de las comunidades para responder a los desastres mediante una mejor educación sobre el riesgo de las amenazas naturales, la participación de las comunidades y la preparación de desastres. Dentro de los actores principales se resalta la participación activa de las comunidades, escuelas, medios de comunicación, instituciones técnicas con conocimiento en temas de riesgos, instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

Para la evaluación de este componente se determinaron cuatro variables obteniendo los siguientes resultados:

La opinión y resultados en la primera variable en relación al “**Respeto de las alarmas**”, la percepción general en las 4 cuencas es, que la población no respeta las alarmas, el 59% (Figura 28) de las personas entrevistadas coinciden con este tema. En ninguna cuenca se tiene alguna estrategia para infundir credibilidad y confianza en relación al tema. Algunos líderes comentan (Coyolate) que ya no les creen cuando avisan a las personas, porque algunas veces que evacuaron no ocurrió nada; por tal razón, esperan hasta que el río está a punto de desbordar o inicia a desbordarse.

Como se comentaba anteriormente, hay población que convive con el río y aunque esté se haya desbordado no evacuan o evitan por miedo a que les roben. Un sistema de alerta o señal que tienen muchas personas de manera ancestral, es el momento en que escuchan que las ranas abandonan la orilla del río y se dirigen hacia la comunidad, saben que, en ese momento, el río inicia a desbordarse, esta es una señal o alerta que identifican por las noches.

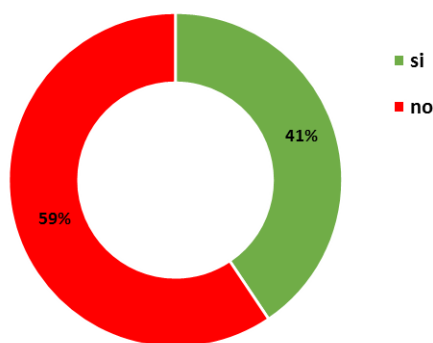


Figura 28. Respeto a las alertas

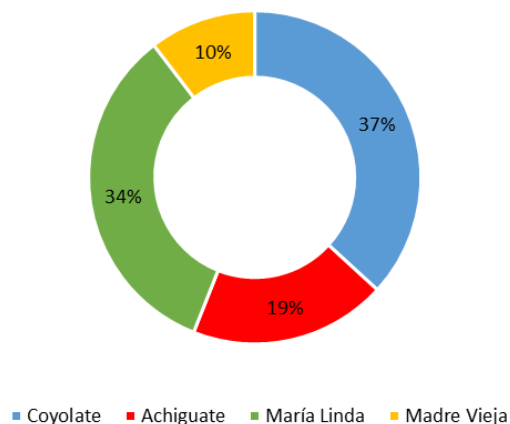


Figura 29. Elaboración de Planes de Preparación y respuesta en caso de Desastres

En el tema de “**Elaboración de planes de preparación y respuesta en caso de desastres**”, las COMRED de Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa que participaron en los talleres realizados, mencionan que cuentan con planes de respuesta ante emergencias, el cual fue elaborado durante el año 2016 con el apoyo de CONRED/SHARE. La municipalidad de Masagua, menciona que están en el proceso de reorganizar la Coordinadora y restablecer un plan de emergencias nuevamente.

A nivel comunitario como se expresa en la Figura 29; en la cuenca del río María Linda cuentan con planes, estos ya no fueron actualizados desde el 2013, se realizaron por medio del proyecto DIPECHO VIII con el apoyo de ACH. En esa ocasión se efectuó la capacitación y acreditación de la COMRED de Iztapa, pero esta ya no fue reorganizada con el nuevo gobierno. En el río Achiguate, indican las comunidades que desde el 2009 con apoyo de las Iglesias evangélicas y CONRED recibieron capacitaciones sobre el tema, no se conformaron las COLRED's a excepción de la

parte baja de la cuenca, en comunidades del Puerto de San Jose que se trabajó con CPDL la acreditación de COLRED.

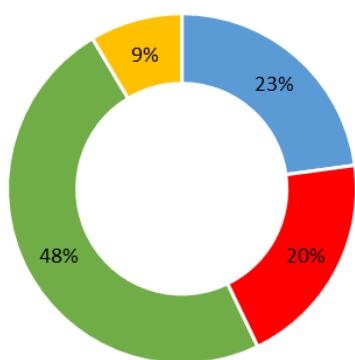
En río Coyolate en 2012 fue el último trabajo realizado con fondos de proyecto DIPECHO VI y VII con el apoyo de ACH, donde se elaboraron planes comunitarios de respuesta ante inundaciones. En Madre Vieja, indica la población que no cuentan con planes de respuesta.

A nivel municipal se cuentan con albergues, el caso de Santa Lucia Cotzumalguapa y Siquinalá, tienen identificados sus albergues y estos cuentan con los servicios básicos y se encuentran en zonas seguras. El ICC apoyo en el 2015 a la municipalidad de Siquinalá hacer una evaluación de sus principales albergues, dando una serie de recomendaciones de remozamiento y seguridad.

A nivel comunitario cuentan con albergues siendo estos, escuelas, iglesias, salones comunitarios, no todos cumplen con las medidas mínimas. En el caso de María Linda y Coyolate por medio de fondos de ECHO, fueron remozados y construidos albergues en áreas seguras, contando con servicios básicos y medidas estructurales de seguridad.

A nivel comunitario se gestionan obras de mitigación y varias de estas se logran implementar, sin embargo, no responden a un plan de respuesta, únicamente es por la necesidad detectada por las personas. En río María Linda se efectuó un simulacro en 2013, donde se puso a práctica el fortalecimiento y la respuesta comunitaria, así como el uso de formatos EDAN. En el río Coyolate, el último simulacro se efectuó en el 2012, donde se puso a prueba los planes de respuesta, la instrumentación SAT e implementación de EDAN. En los ríos Achiguate y Madre Vieja no tienen registros de haber participado en algún ejercicio de esta categoría.

Las personas expresan, que es vital la ayuda que pueden obtener de parte de la agroindustria, para el fortalecimiento y rehabilitación de las comunidades.



■ Coyolate ■ Achiguate ■ María Linda ■ Madre Vieja

Figura 30. Evaluación y Fortalecimiento de Capacidades

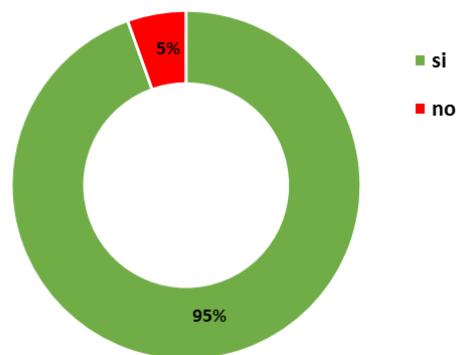


Figura 31. Incremento a la concientización y la educación pública

En “Evaluación y fortalecimiento de las capacidades de respuesta comunitaria”, los últimos programas de capacitación y fortalecimiento como se ha indicado anteriormente, se hicieron a través de los proyectos DIPECHO VI, VII y VIII; en las cuencas de los ríos Coyolate, María Linda y donde se evidencia mayor trabajo relacionado a la temática (Figura 30). Sin embargo, personas de las 4 cuencas mencionan que las mujeres han trabajado en programas desarrollados por FUNDAZUCAR, donde les han hablado del tema de Gestión de Riesgos y planes de respuesta a nivel familiar.

Algunas personas de comunidades del río Coyolate indicaron que únicamente han recibido charlas sobre Gestión de Riesgos de Desastres por medio de un diplomado impartido por el ICC en el año 2015 aproximadamente. En el

lado de Madre Vieja algunos líderes mencionaron que han recibido algunas pláticas por medio de las empresas bananeras y APIB con el apoyo del ICC, donde les han capacitado sobre la temática de Riesgos.

A nivel municipal las COMRED de Siquinalá y Santa Lucia Cotzumalguapa, resaltaron el trabajo realizado por los delegados de CONRED y la ONG SHARE, que durante el 2016 fueron capacitados en temas de Riesgo de Desastres y asimismo, evaluados por una empresa consultora para conocer el grado de entendimiento sobre la temática, proyecto que fue financiado con fondos de USAID. El personal de MASAGUA resalto el apoyo brindado por PNUD en el 2014, desde entonces no han logrado realizar capacitaciones sobre este tema.

En la última variable se habló sobre el **“incremento de la concientización y la educación pública”** (Figura 31) donde la mayoría de personas coincidieron que es importante el desarrollar una campaña para difundir de manera sencilla la información sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgo, resaltando la forma en que se debe actuar y las acciones a ejecutar para reducir el impacto de los desastres en las comunidades.

Al consultar sobre las estrategias que consideran se debe desarrollar para difundir la información y concientizar, las respuestas han sido variadas. Sin embargo, el 75% (Figura 32) comunidades coinciden en el desarrollo de capacitaciones y talleres presenciales; otras comunidades del lado de Achiguate mencionan que es difícil que las personas se reúnan, considerando que no funciona esa estrategia, indican que una forma más sencilla es hacerlo de manera gráfica, por medio de rótulos, mensajes, folletos.

Consideran que los spots publicitarios son buenos, crean conciencia y se debe hacer en las radios más populares del departamento. Creen que es de suma importancia hacerles conciencia a las personas para que tomen sus precauciones y reduzcan su grado de vulnerabilidad. Al consultarles sobre la forma más efectiva de transmitir la alerta en su mayoría coincide utilizando el celular; haciendo ver que las bases de radio son fundamentales. Por último, consideran que el trabajo que se hace desde las escuelas en relación al tema de riesgos, es importante para crear la cultura de prevención desde la niñez. La mayoría coincide que han escuchado que a los niños en las escuelas de sus comunidades les han capacitado sobre el tema, algunas veces han hecho simulacros.

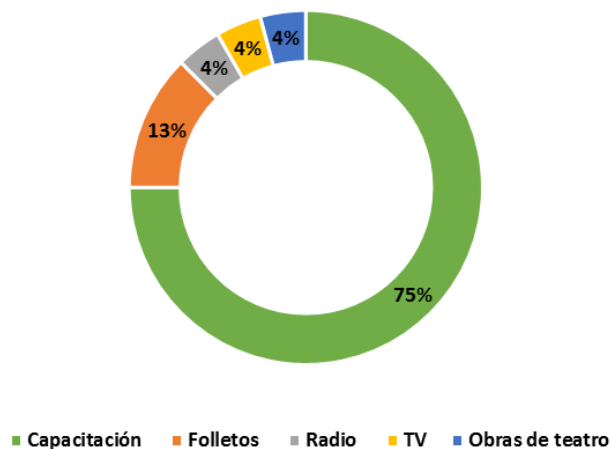


Figura 32. Estrategia para concientizar a la población

El componente de capacidad de respuesta, se puede observar que las personas hacen caso omiso de las alertas; dificultando aún más cuando solicitan realizar la evacuación de la vivienda; esta acción la realizan hasta que se encuentran en situación realmente crítica, de lo contrario evitan retirarse de sus hogares para no dejar sus pertenencias por el miedo a los robos. La mayoría de la población conoce la dinámica del río, lo que hace que no dimensionen las consecuencias de las inundaciones.

El mayor reto es lograr que la población tenga credibilidad y confianza en las alertas, para no difundir falsas alarmas y poner en riesgo la vida de las personas, con el propósito de no emitir una falsa alarma esperan hasta el último minuto para alertar a la población.

Al no mantener un análisis de la dinámica del río, las alertas que aplicaban para otros años, determinado por diferentes estudios, es importante resaltar que no son las mismas para los siguientes años, esto debido a la dinámica que tiene de los ríos de la vertiente del pacífico. El arrastre de sedimentos es de suma importancia porque modifica las secciones de monitoreo y eso implica que los umbrales cambien, provocando que se pierda credibilidad, y no depende únicamente que la instrumentación funcione.

Como se ha expresado anteriormente, las comunidades cuentan con planes, pero están desactualizados, a excepción del nivel municipal que tienen planes más recientes. La mayoría de comunidades tienen establecidas sus rutas de evacuación, pero no están señalizadas. Básicamente es por puro conocimiento de la población por los lugares o caminos más cortos que deben tomar para salir del peligro. Se cuenta con albergues tanto a nivel municipal como comunitarios, en algunas comunidades se han tenido financiamientos externos para poder remodelar y readecuar salones comunitarios, de esta forma contar con los servicios básicos en el albergue. A nivel municipal se han realizado evaluaciones de infraestructura y la aplicación de las normas de seguridad de CONRED para cumplir con el normativo nacional.

La mayoría (4 cuencas) indican que se desarrollan obras de mitigación ante inundaciones, sobre todo en puntos más vulnerables a desbordamiento del río. Este tipo de obras de mitigación no responden a un plan de respuesta como tal. En el tema de simulacros, se han realizado ejercicios donde se ha puesto en práctica los EDAN y sistema de comunicación, únicamente que estos se efectuaron hace más de 3 años en el caso del río María Linda. Los programas de educación y capacitación donde se informe sobre las amenazas, vulnerabilidades y riesgos, lo consideran de mucha importancia, para crear conciencia en la población y evitar que se siga construyendo el riesgo. Se resalta la importancia de trabajar con los jóvenes y niños sobre esta temática, para ir creando una cultura de prevención.

A nivel de las 4 cuencas, se percibe un mayor avance en la cuenca del río María Linda (figura 32). Donde la población sigue comprometida con la organización comunitaria y dispuesta a brindar apoyo durante una emergencia. Seguidamente del Achiguate, donde la población a pesar de no contar con mayor número de planes, se consideran capaces de brindar ayuda y dar respuesta a una emergencia. De igual forma en el río Coyolate, donde se cuenta con más información y trabajo, el problema ha sido que las COLRED han dejado de trabajar, necesitando las comunidades se actualicen los planes y se reorganicen. De las 4 las comunidades del río Madre Vieja consideran no estar preparados para dar respuesta a una emergencia como tal.

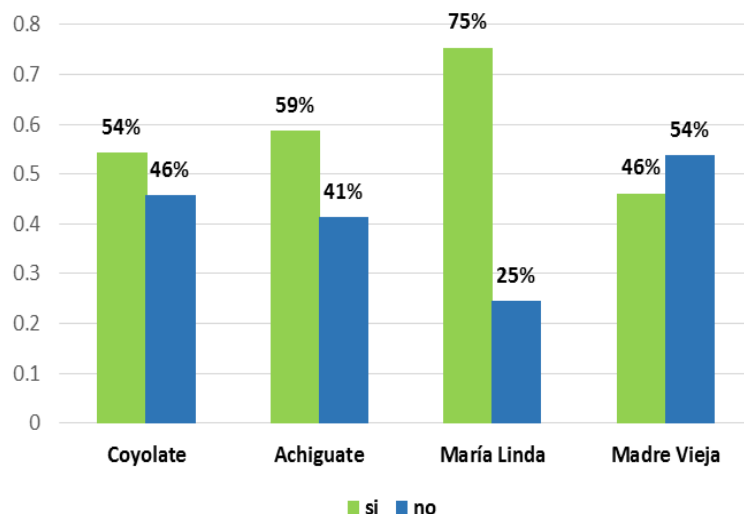


Figura 33. Capacidad de Respuesta

3.1.2 Situación general de los Sistemas de Alerta Temprana en el departamento de Escuintla

A partir del año de 1997 se dio mayor importancia a los sistemas de alerta temprana, tanto a nivel nacional como departamental. La CONRED desde ese año prioriza los trabajos en el departamento de Escuintla, debido a la recurrencia de las inundaciones en la zona. A pesar de haberse desarrollado acciones sobre los sistemas de alerta temprana en 4 de las 6 cuencas que atraviesa al departamento, todavía se tienen muchas debilidades. Luego de aplicar los cuatro criterios propuestos por UNISDR (2006), se propuso una categorización para determinar el grado de avance y el estado en el departamento, los criterios se proponen en la Tabla 2.

Tabla 2. Criterios de categorización de los sistemas de alerta temprana en el departamento de Escuintla

Categoría	Porcentaje	Observaciones
Critico	0 – 25%	Indica que no se ha desarrollado nada en el tema, existe un desconocimiento de la población o existen pocos avances en uno de los componentes del sistema de alerta temprana. Se necesita enfocar mayor el trabajo en el tema.
Deficiente	26% - 50%	Refiere a que existe un avance y desarrollo de acciones, pero sigue siendo escaso o deficiente el trabajo; la población no entiende sobre del tema o no están capacitados y/o enterados de los esfuerzos y estudios que se desarrollan. Se necesita seguir trabajando y desarrollando acciones para alcanzar su nivel óptimo. El trabajo se encuentra a un nivel bajo, el sistema se encuentra vulnerable a perder lo que se ha desarrollado.
Eficiente	51% - 75%	Señala que se tiene un mayor avance en los componentes, a pesar de sus debilidades cuenta con actividades establecidas las cuales están funcionando y son reconocidas por la población. Actualmente se puede encontrar en un punto medio, donde las acciones a desarrollar pueden ser más fáciles efectuarlas para lograr llevar los componentes a un estado óptimo, no se puede descuidar por el retroceso o pérdida que se puede llegar a tener.
Optimo	76% - 100%	Este demarca todas las cualidades ideales para que el sistema de alerta temprana funcione de la mejor manera. La población es parte activa de los sistemas y su funcionamiento sea el adecuado para evitar un impacto negativo en la población. Lo ideal es llevar al 100% el desarrollo del sistema.

Fuente: Elaboración propia- Programa Gestión de Riesgo de Desastres –ICC

Siguiendo como base esos criterios se presenta un resumen por cuenca (Figura 34) de la situación de cada componente, los cuales fueron descritos anteriormente. Se logra observar que la población establecida en las partes medias y bajas de la cuenca del río María Linda se encuentra en un estado eficiente con un promedio de avance en los cuatro componentes de 69%, siendo el más débil el de servicios de seguimiento y alerta, el de mayor avance el componente de difusión y comunicación.

La otra cuenca que se encuentra en condiciones eficientes es la población del río Coyolate, quienes tienen un promedio de 55% como se expresa en la Figura 34, siendo el conocimiento del riesgo el que sale más bajo en relación al tema de vulnerabilidad de la población; ya que varios de los líderes conocen y han vivido el impacto de las inundaciones en la zona. El componente más alto es el de difusión y comunicación.

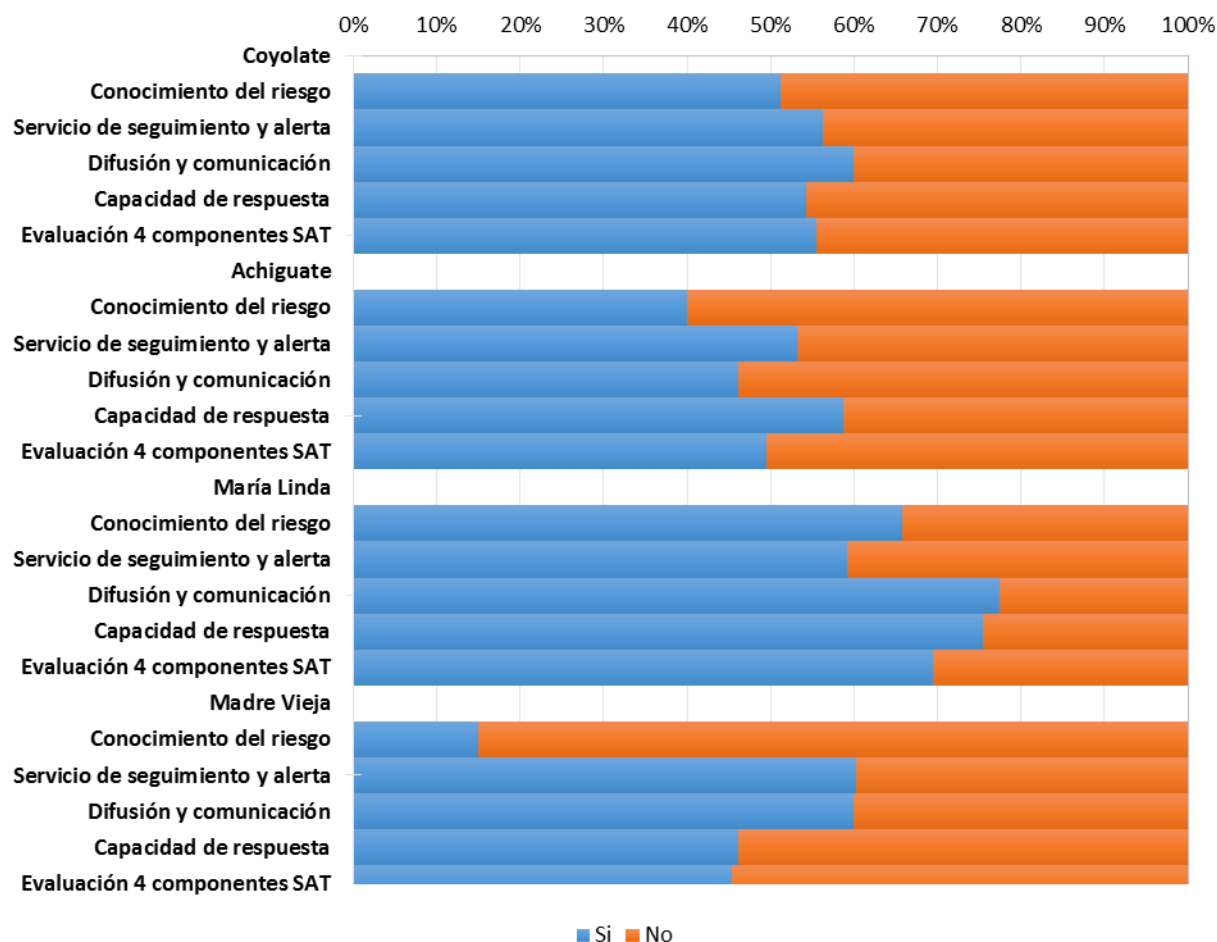


Figura 34. Resumen por cuenca de los cuatro elementos de un sistema de alerta temprana basados en la población

La población del río Achiguate tiene un promedio de 49 % de avance en relación a los cuatro componentes (Figura 34), siendo el de conocimiento del riesgo el más bajo y el de mayor avance el de capacidad de respuesta. Por último, la cuenca del río Madre Vieja quien tiene el promedio más bajo en relación a los cuatro componentes, siendo este de 45% el cual se encuentra en un estado deficiente por la falta de trabajo y actualización de la información en la zona. El componente más bajo es el de conocimiento del riesgo el cual se encuentra en un punto crítico con un 15% de promedio del componente; entre los más altos se encuentran los componentes de servicio de seguimiento y alerta con el de difusión y comunicación estando en una categoría de eficiente y el componente de capacidad de respuesta que se encuentra en un estado deficiente.

A nivel general del departamento de Escuintla se tiene un promedio de avance en el tema de SAT de 55% (Figura 35) ubicándose en un estado eficiente. Este se encuentra en un rango bajo de la categoría, por lo cual, se necesita desarrollar acciones para evitar la pérdida y avance del trabajo que se ha desarrollado a nivel departamental.

En relación a cada componente, el primer elemento clave se encuentra en una categoría deficiente con un promedio de 43% de avance; el segundo elemento clave un 57% en una categoría de eficiente; el tercer componente clave de difusión y comunicación es el más alto, donde se tiene un mayor avance según la percepción de la población de Escuintla, el cual tiene un promedio de 61% ubicándose en la categoría de eficiente, con un rango más alto que el anterior; y por último el componente clave número cuatro sobre capacidad de respuesta se promedió con un 59% de avance, quedando siempre dentro de la categoría de eficiente.

Es importante ver que los componente 2 y 4 se encuentran en la categoría de eficiente, pero están relativamente bajos, siendo necesario apuntalar esfuerzos para lograr incrementar el avance en estos componentes y evitar la pérdida de trabajo que se ha realizado en los últimos 10 años.

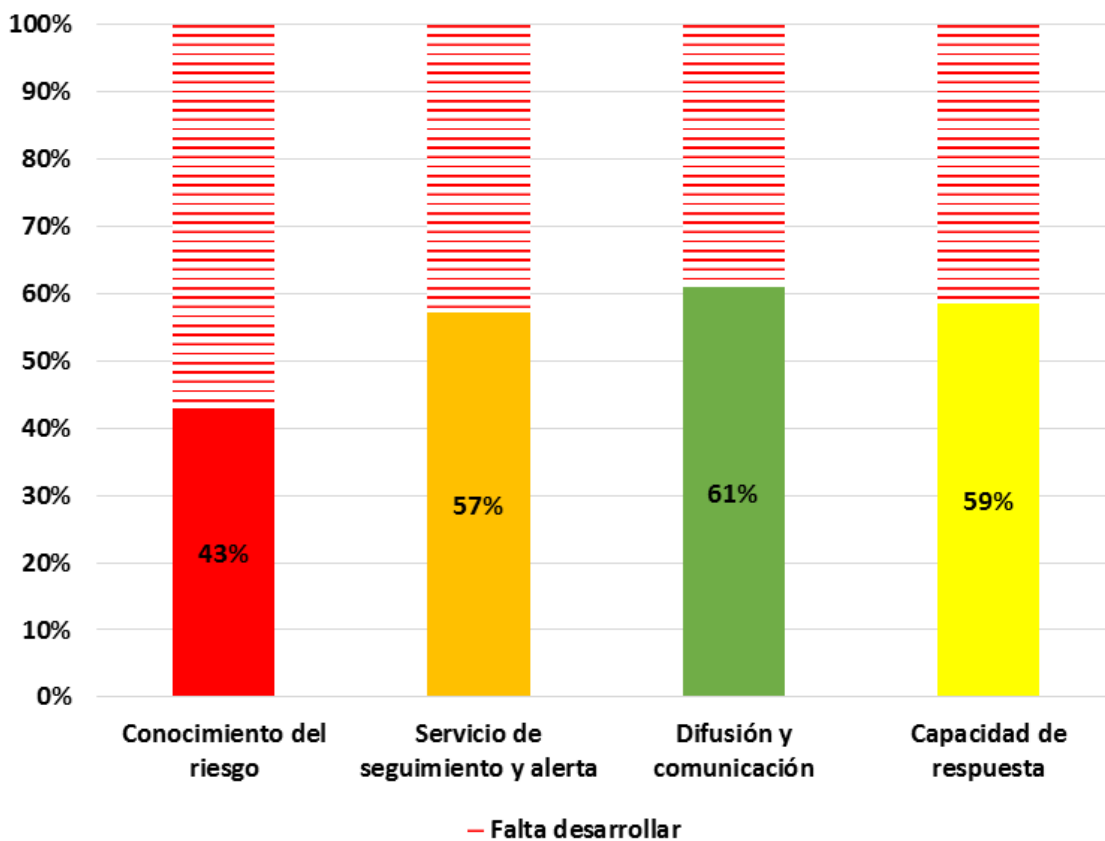


Figura 35. Componentes a nivel del departamento de Escuintla

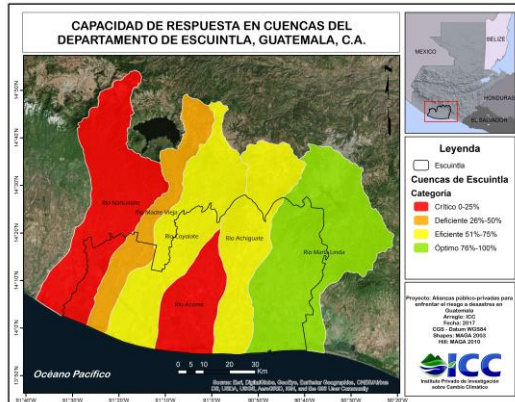
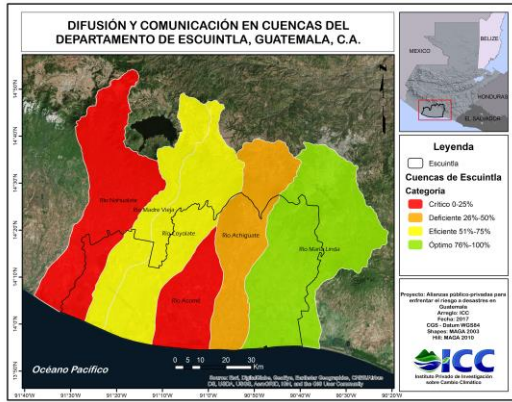
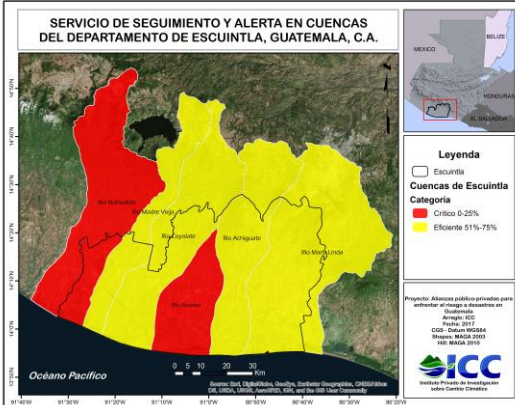
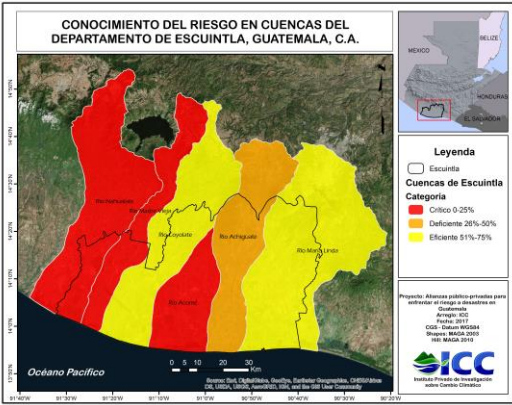
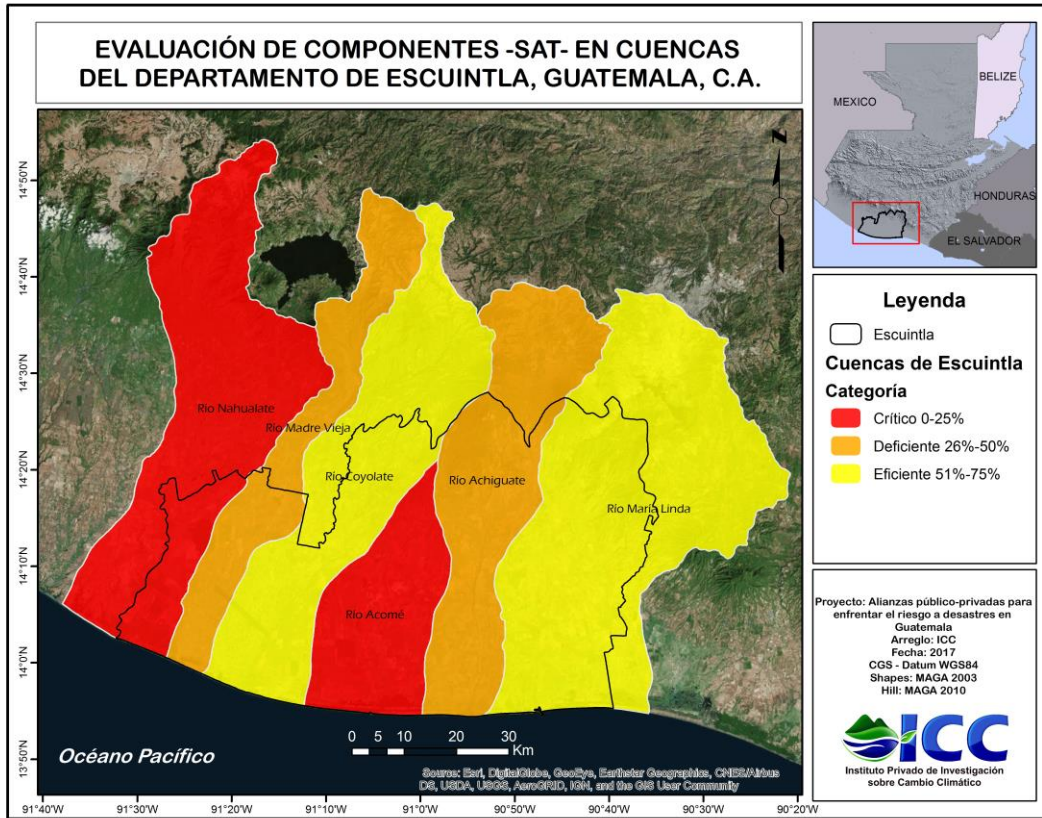


Figura 36. Mapas donde se presenta el resultado de los 4 componentes del SAT y estado general por Cuenca

3.2 Evaluación de la instrumentación utilizada para el monitoreo de crecidas

Se consideró de suma importancia realizar una evaluación del estado actual del equipo, porque este se ha desarrollado por CONRED desde sus inicios, con la característica de ser un equipo de bajo costo y se tecnificó con el apoyo de la Universidad Galileo, con el objetivo de enviar mensajes de texto a los celulares y llevar un registro de los eventos. El ICC invirtió tiempo y recursos en garantizar el funcionamiento de la instrumentación instalada en la Costa Sur de Guatemala, sin embargo, en los momentos de mayor necesidad y de crecidas, no se logró obtener la información o alerta requerida.

Por tal motivo, se considera de suma importancia evaluar la instrumentación y conocer el estado que se encuentra cada una de las bases de monitoreo, que a nivel del departamento de Escuintla se tienen únicamente 5 bases ubicadas en la cuenca del río Coyolate y 5 en el río María Linda. Cabe mencionar que a pesar que se tienen estaciones hidrométricas operadas por INSIVUMEH, no se evaluó el funcionamiento de las mismas por falta de información y de conocer el inventario y estado actual de las mismas.

El ICC durante los años 2013 y 2014, apoyo al departamento de Hidrología del INSIVUMEH, con el levantamiento de secciones transversales, donde se encuentran instaladas estaciones hidrométricas. Siendo un total de 7 estaciones que se encontraban funcionando dentro del departamento de Escuintla y 2 más aguas arriba del departamento. El inconveniente que se genera por medio de estas estaciones, es la difusión de la información, que no está conectada a la cadena de información a nivel comunitario y/o municipal.

Por estas y otras generalidades nos enfocaremos en el equipo instalado a nivel comunitario. El cual ha obtenido el desarrollo de varias iniciativas, proyectos y financiamientos, tanto nacionales, regionales como internacionales.

3.2.1 Instrumentación de monitoreo; SAT-CONRED

Según información obtenida por el departamento de SAT de CONRED, indican que la instrumentación utilizada para el monitoreo de ríos, en las diferentes vertiente del país, fue desarrollada inicialmente por estudiantes y profesionales de la Universidad Galileo, contando entre ellos con el apoyo del Dr. Juan Carlos Villagrán; seguidamente se mejoró a través de un proyecto financiado por cooperación Alemana a través de GTZ, donde el Dr. Villagrán acopló y mejoró los prototipos, instalando los primeros en el departamento de Escuintla.

Donde se construyó un sistema de monitoreo de niveles de río de muy bajo costo y con características de operación muy sencillas pero efectiva; evitando componentes sofisticados y enfocándose más en la eficiencia de la operación. Actualmente en el departamento de Escuintla se encuentran ubicados en los ríos Coyolate y María Linda, como se indica en la Tabla 3. En la cuenca del río Madre Vieja se tiene instrumentación instalada, pero esta se encuentra a la altura de Cicales, municipio de Patulul, Suchitepéquez, por lo cual no se incluye en la descripción.

Estos son un conjunto de instrumentos designados para la medición y registro de un cambio en el aumento de caudal del río.

Este sistema se complementa con una serie de bases de radio, ubicadas estratégicamente, permitiendo que la información y niveles de alarma sean divulgados de manera precisa y oportuna.

Tabla 3. Ubicación actual de los SAT-CONRED en el departamento de Escuintla

SAT-CONRED	
Cuenca	Ubicación
Coyolate	DELTA 3 Parcelamiento El Naranja Seguridad SAFARI S.A. Parcelamiento El Socorro
María Linda	Rancho María Linda (Aguacapa) Aldea Brito Puerto de Iztapa (Garita de peaje)

Fuente: Elaboración propia- Programa Gestión de Riesgo de Desastres –ICC

3.2.1.1 Descripción de componentes y operación

El equipo utilizado por CONRED se compone de los siguientes elementos como se describe en la Tabla 4.

Tabla 4. Funcionamiento de instrumentación SAT-CONRED

Sistema de alimentación del equipo	
Panel solar fotovoltaico	Transforma la energía solar en energía eléctrica.
Batería	Constituye la principal fuente de poder, almacena y distribuye la energía a cada uno de los componentes
Regulador	Maximiza y regula la cantidad de energía solar hacia la batería.
Sistema graficador y transmisor	
Panel luminoso	Por medio de una escala luminosa (verde, amarillo y rojo), permite chequear la corriente de operación de la sonda de inmersión con 9 escalas de altura y visualizar los cambios de lectura de las resistencias.
Sirena	Pasado el umbral de alerta, por la crecida o incremento de caudal del río, se emite una señal de alerta por medio de un dispositivo sonoro.
Sistema lector de niveles	
Sonda de inmersión	Este que se fabrica artesanalmente y está compuesto por resina en su interior y cables conectados a diferentes electrodos. Este es calibrado y diseñado según los diferentes tipos de ríos. Su funcionamiento consiste en el cierre de contactos, conforme va incrementando el espejo de agua. Este cierre de contacto envía una señal de corriente al panel luminoso que se ubica dentro de la vivienda. Esta sonda es instalada en una base de concreto fundida a la altura del cauce del río.

Fuente: Elaboración propia- Programa Gestión de Riesgo de Desastres –ICC

Este sistema de monitoreo, no fue diseñado para el almacenamiento y/o registro de datos de crecidas del río, su principal función es alertar en tiempo real a los voluntarios y comunitarios para implementar las acciones de respuesta ante la posible emergencia y emitir información a diferentes bases de respuesta.



a



b



c



d

SE-CONRED REALIZÓ TALLER SOBRE CONSTRUCCIÓN, USO Y MANEJO DE SENSORES DE RIOS



Jueves, 21 de Marzo de 2013 17:06

e



La semana anterior, la Secretaría Ejecutiva de la

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres -SE-CONRED-, realizó el taller sobre "Construcción, uso y manejo de los sensores de nivel de ríos", impartido a personal de Acción Contra el Hambre -ACH-; el Instituto de Cambio Climático - ICC-; Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología - INSIVUMEH-; y representantes de la Universidad Galileo, quienes como parte del Programa de Preparación ante Desastres financiados por el Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil - DIPECHO VIII- elaborarán dichos sensores para instalarlos en diferentes ríos del país.

Dicho taller se realizó el jueves 14 y viernes 15 de marzo en las instalaciones de la SE-CONRED con el objetivo de dar a conocer el funcionamiento y el manejo adecuado sobre los señores que se van a instalar y de esta manera evitar errores al momento de su instalación, además de explicar a los voluntarios el funcionamiento de cada equipo instalado.

Figura 37. Capacitación sobre Intercambio de tecnologías entre CONRED y UGAL 2013, a) introducción, participantes de INSIVUMEH, Galileo e ICC, b) Desarrollo e instalación de panel con luces LED y alarma, c) construcción de sonda de inmersión con sensores e instalación de cables, d)sonda de inmersión, e)Noticia publicada en página web de CONRED 2013. (Informes del programa de Gestión de Riesgo de Desastres – ICC, 2013)

3.2.1.2 Funcionamiento de la instrumentación SAT-CONRED

La instrumentación general como lo son los sensores de nivel de río, bases de radio, alarmas y sus componentes como panel solar, sirena, batería, etc. se instala en la casa del voluntario, el cual debe estar cerca del cauce del río, no más de 150 m para lograr obtener una buena señal. En uno de los márgenes del río se construye una base de concreto, con un tubo interno de 4", donde se introduce la serie de electrodos, además, cuenta con tubería para el ingreso de agua, conforme el nivel del río aumenta. La serie de electrodos funciona al cerrar el circuito por el contacto del agua con los electrodos o resistencias que se instalan en la sonda de una manera fija. Al cerrar el circuito se emite una señal por medio de corriente, transportándose por medio de un cable conectado al panel luminoso, de esta manera, se enciende la luz que corresponde según los niveles del río.

Los niveles son determinados y calibrados según las cualidades del río, sin embargo, los electrodos se instalan a una distancia aproximada de 0.30 m. Cuando la altura del espejo de agua supera el nivel 6, el agua dentro de la tubería eleva un flotador que cierra el contacto eléctrico para activar una sirena, garantizando que el voluntario pueda obtener la información sin necesidad de estar frente al panel.

El sistema SAT-CONRED presenta muy pocos fallos en su operación, esto debido a la sencillez de sus componentes, responde a la finalidad primordial de informar en tiempo real y sin tecnología propensa a fallos. Otro aspecto que permite una operación continua, es que la sonda al ser sólida y con las resistencias estáticas, no se ve afectada por la sedimentación, permitiendo operar en condiciones críticas.

Los problemas más recurrentes se presentan en las batería, que pierden su carga de operación optima, también los cables de la sonda hacia la ubicación del panel luminosos, frecuentemente sufren rupturas por caída de ramas y/o daños por personas del lugar.

Dentro de sus debilidades, no tienen la capacidad de almacenar datos y de esta manera llevar un registro de las crecidas. La alerta es emitida únicamente en la casa del voluntario, al activarse debería de informar a la base central ubicada en CONRED, el inconveniente si no hay personas en la vivienda se puede activar la alerta sin poder informar a las comunidades para que activen sus planes de respuesta.

3.2.2 Instrumentación de monitoreo; SAT-GAL

El Sistema de monitorio del SAT-GAL, consiste en una serie de monitores colocados en diferentes puntos del río con el objetivo de conocer y registrar la cantidad de fluido del mismo (Galileo 2011). Este sistema ha sido desarrollado desde el año 2010 aproximadamente, se ha elaborado por medio de estudiantes con la asesoría de profesionales de la Universidad. Es un trabajo bien elaborado con grandes cualidades, al realizarse pruebas a nivel de laboratorio ha funcionado en óptimas condiciones.

Los mayores inconvenientes han sido al momento de instalarse en los ríos de la Costa Sur, ya que estos son muy dinámicos y acarrear grandes cantidades de sedimentación, haciendo del equipo vulnerable a las condiciones y dinámica de los ríos de la Costa Sur de Guatemala. En la actualidad se tienen instalados 10 bases en el departamento de Escuintla ubicadas en su mayoría en los mismos lugares donde se encuentran las sondas de CONRED, según se indica en la Tabla 5. Equipo que no está activo en la actualidad por falta de seguimiento y funcionamiento en los momentos más críticos.

El trabajo desarrollado en el río Coyolate, fue con financiamiento del proyecto DIPECHO VII en 2012, a través de ACH. Período en que se diseñaron e instalaron los primeros prototipos de parte de estudiantes de la Universidad Galileo.

En el caso del trabajo desarrollado en río María Linda, se invirtieron fondos del proyecto DIPECHO VIII, ejecutado por ACH. También hubo una contrapartida de parte del ICC; teniendo a cargo la construcción de las bases de concreto reforzado, la compra de material para la elaboración de las sondas y otro equipo que se requirió en su momento.

La Universidad fue la encargada de la ejecución de la instrumentación; la instalación se realizó con el apoyo de CONRED, ACH, UGAL e ICC. Los puntos de monitoreo fueron seleccionados a través de las 4 instituciones, donde se realizaron visitas de campo, y evaluación de aspectos técnicos para el monitoreo de las crecidas.

Tabla 5. Ubicación de equipo de monitoreo instalado con el apoyo de la Universidad Galileo, fondos DIPECHO VIII

SAT-GAL	
Cuenca	Ubicación
Río Coyolate	DELTA 3 Parcelamiento El Naranja Seguridad SAFARI S.A. Parcelamiento El Socorro San Juan La Selva Curva 1 Cerro Colorado
Río María Linda	Rancho María Linda (Aguacapa) Aldea Brito Finca La Llave Puerto de Iztapa (Garita de peaje) Aldea La Esmeralda

Fuente: Elaboración propia- Programa Gestión de Riesgo de Desastres –ICC

Dentro de las interrogantes surge la siguiente ¿Por qué se instalaron las dos bases de monitoreo en los mismos lugares? Las repuestas son las siguientes;

- Al inicio del planteamiento de los proyectos, se pretendía sustituir las sondas convencionales por la nueva tecnología. Por tal razón en el río Coyolate, se construyeron en las mismas comunidades donde CONRED ya contaba con voluntarios y manejaban las bases de radio comunicación.
- En el río María Linda, fueron instaladas en conjunto, en las mismas bases para aprovechar la infraestructura de la cual CONRED carecía.
- El inconveniente ha sido la falta de aceptación de parte de CONRED hacia la nueva tecnología, y esto se debe, a que la nueva tecnología propuesta por la UGAL ha funcionado de una mejor manera en laboratorio, pero como se indicó anteriormente, bajo las condiciones críticas de los ríos de la Costa Sur no se ha logrado ver los resultados del proyecto. Por tal razón, la CONRED previendo un fallo de esta nueva tecnología considero de importancia instalar las dos sondas para garantizar el funcionamiento de una y alertar a los voluntarios; sobre todo que en río María Linda no contaban con dicha instrumentación.

La finalidad de este sistema monitoreo, diseñado por UGAL, se fundamenta en ser de bajo costo relativamente y de fácil construcción, permitiendo una rápida producción de sus componentes básicos, en comparación a otros desarrollados con tecnología similar. Lógicamente por el uso de instrumentación moderna, los precios se elevan 5 veces más que las sondas producidas por CONRED.

Dentro de los propósitos de la tecnología se tiene, realizar un monitoreo permanente del río, no importando las condiciones climáticas, minimizando el riesgo de exposición de los voluntarios a nivel comunitario.

Todo esto, por medio de una serie de componentes de operación (internos y externos), que al presentarse cambios en los niveles del río, el monitor envíe una señal por medio de tecnología GPRS y envíe mensajes de texto a los celulares de personas que se encuentren dentro del área de riesgo, permitiendo también avisar a las autoridades, municipalidades y entidades gubernamentales (Galileo, 2011).

3.2.2.1 Funcionamiento de la instrumentación SAT-GAL

El sistema se basa en los siguientes componentes (Alfaro, Chamorro, and Guerra Noriega 2013; ACH 2012, 2013):

Base de monitoreo de río: esta base se compone de concreto reforzado que está diseñada para soportar fuertes crecidas y su ubicación se encuentra en la orilla del cauce mayor del río. En su interior cuenta con un tubo con tres accesos de agua, el objetivo, que se introduzca el agua y marque los niveles de crecida del río.

Sonda de inmersión para la medición de niveles de río: este es el elemento que se introduce dentro de la base de monitoreo. La sonda cuenta con una serie de sensores de nivel a cada 0.14 m en las áreas de monitoreo de la parte alta de la cuenca, en el nivel medio y bajo la distancia entre sensores de nivel se encuentra a cada 0.07 m. Estos registran el aumento del caudal del río, enviando la información por medio de una línea de transmisión a la vivienda del voluntario.

Estación Local de Monitoreo: este equipo se ubica dentro de la casa del voluntario, el cual informa de manera gráfica y textual cómo se encuentra el comportamiento del río y el tipo de alerta en que se encuentra. La información se almacena a nivel local y automáticamente envía, en tiempo real, la información a una oficina de monitoreo, con tecnología GPRS. La información es registrada y, en un lapso de segundos, es enviada a los voluntarios de las comunidades de la parte baja de la cuenca informando de la situación en que se encuentra el río aguas arriba.

Oficina de Monitoreo: Esta oficina se ubica en el departamento de SAT de CONRED y del ICC en Santa Lucía Cotzumalguapa. Las oficinas reciben de manera inalámbrica y simultánea la información de cada uno de los puntos de monitoreo. La Universidad Galileo creó un software que fue diseñado especialmente para el monitoreo del SAT, el cual apoya en la generación de reportes acerca del comportamiento y dinámica del río de una forma automática.

Información recabada de ACH y del artículo titulado: Cooperación interinstitucional para la gestión de riesgo a inundaciones: el sistema de alerta temprana en las cuencas de los ríos María Linda y Los Esclavos, Guatemala. Donde se describe a detalle el desarrollo de acciones y estudios efectuados para la Instalación del sistema de alerta temprana del río María Linda. Donde se relata el trabajo desarrollado de manera coordinada por las cuatro instituciones involucradas en el desarrollo de esos puntos de monitoreo.

El sistema SATGAL por su funcionamiento, se pueden clasificar sus componentes de la siguiente manera como se explica en Tabla 6:

- Sistema de alimentación del equipo.
- Sistema graficador y transmisor.
- Sistema de almacenamiento interno.
- Sistema lector de niveles.



Figura 38. instrumentación SAT-GAL. a y b) base de concreto reforzado para sonda de inmersión, c) instalación de panel solar, d) sonda de inmersión, e) capacitación a personal de CONRED, ACH e ICC en construcción de sonda Galileo, f) instalación de componentes en casa del voluntario.

Tabla 6. Funcionamiento del sistema SAT-GAL

Sistema de alimentación del equipo	
Panel solar fotovoltaico	Transforma la energía solar en energía eléctrica.
Batería	Constituye la principal fuente de poder, almacena y distribuye la energía a cada uno de los componentes
Regulador SHS-6	Maximiza y regula la cantidad de energía solar hacia la batería y evitando que las celdas internas se sequen.
Sistema graficador y transmisor	
APB-24 MRDL	Control principal del ARRAY SH-300, en caso de corto circuito, se apaga automáticamente para evitar daños al transmisor.
ARRAY SH-300	Pantalla graficadora y ajuste de niveles de alerta, permite chequear la corriente de operación de la sonda de inmersión, visualizar los cambios de lectura de las resistencias al momento de su calibración manual.
Sistema de almacenamiento interno	
DATTA LOGER	Memoria interna y almacenamiento de datos del sistema.
Sistema lector de niveles	
Sonda de inmersión	Tubo calibrado, el cual se compone de diferentes niveles. Al igual que el de CONRED, al incrementarse el nivel del caudal los niveles cuentan con flotadores y estos van cerrando sus circuitos generando una señal por medio de corriente. Información que es enviada a través del cable transmisor a la instrumentación ubicada dentro de la vivienda del voluntario.

Fuente: Elaboración propia- Programa Gestión de Riesgo de Desastres –ICC

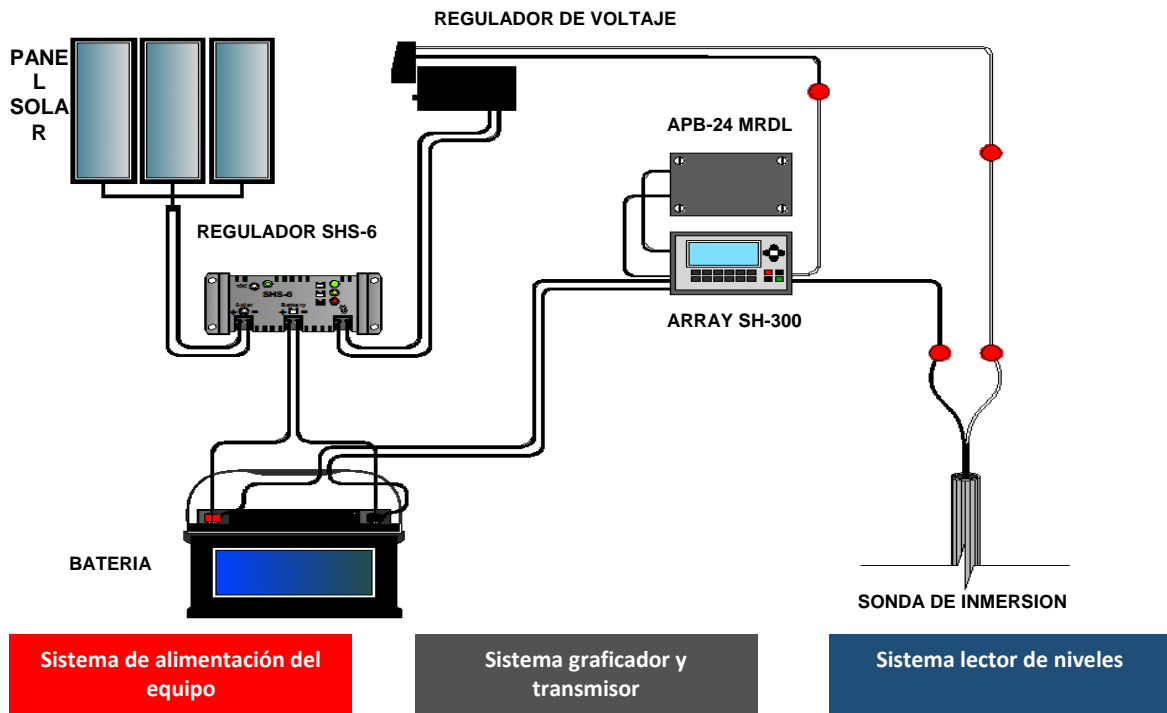


Figura 39. Esquema general de instalación de equipo SAT GAL. Adaptado de esquemas de talleres en UGAL, 2015.



Figura 40. Componentes equipo SAT-GAL. Adaptado de esquemas de talleres en UGAL, 2015.

Al inicio el SAT-GAL utilizó la tecnología GSM para él envió de datos a un software centralizado, presentando problemas relacionados a falta de cobertura de señal de las compañías de comunicación. El sistema de transmisión frecuentemente era afectado por las condiciones climáticas (cielos parcial o completamente cerrados por nubosidad) y por último los costos relativamente elevados por la realización de recargas mensuales a los chips instalados, para evitar el corte de la línea por la empresa proveedora (situación que pudo ser contrarrestada con la programación periódica en intervalos de tiempo y cantidad de mensajes enviados). Costos que fueron absorbidos mensualmente por el ICC.

En el año 2015 y como resultado de las evaluaciones de operación, se propuso el cambio de transmisor, pasando de tecnología GSM a GPRS. Equipo adquirido por fondos del ICC, estos nuevos módulos de transmisión permitieron una comunicación con mayor estabilidad teniendo registros constantes de envío y recepción de datos. Un avance notable en comparación al sistema inicial de transmisión; otra cualidad fue la reducción de costos en la transmisión de datos.

Una de las ventajas que se tuvo, que todos los elementos utilizados con el anterior transmisor GSM, se lograron acoplar al equipo nuevo de GPRS, bajando relativamente los costos de inversión; en los dos casos se instaló un Data Logger para almacenamiento interno de datos.

En la base de concreto reforzado, ya se habían efectuado cambios en relación a como se trabajó la primera vez en 2011, agregando dos ingresos más de tubería a la sonda, para evitar la obstrucción a causa de sedimentos, garantizando la lectura de la sonda (Figura 41).

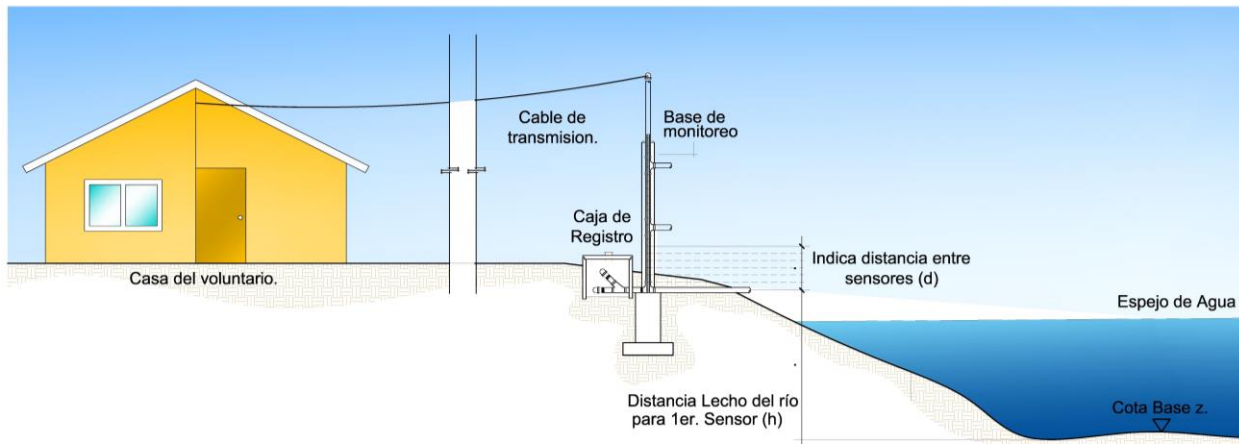
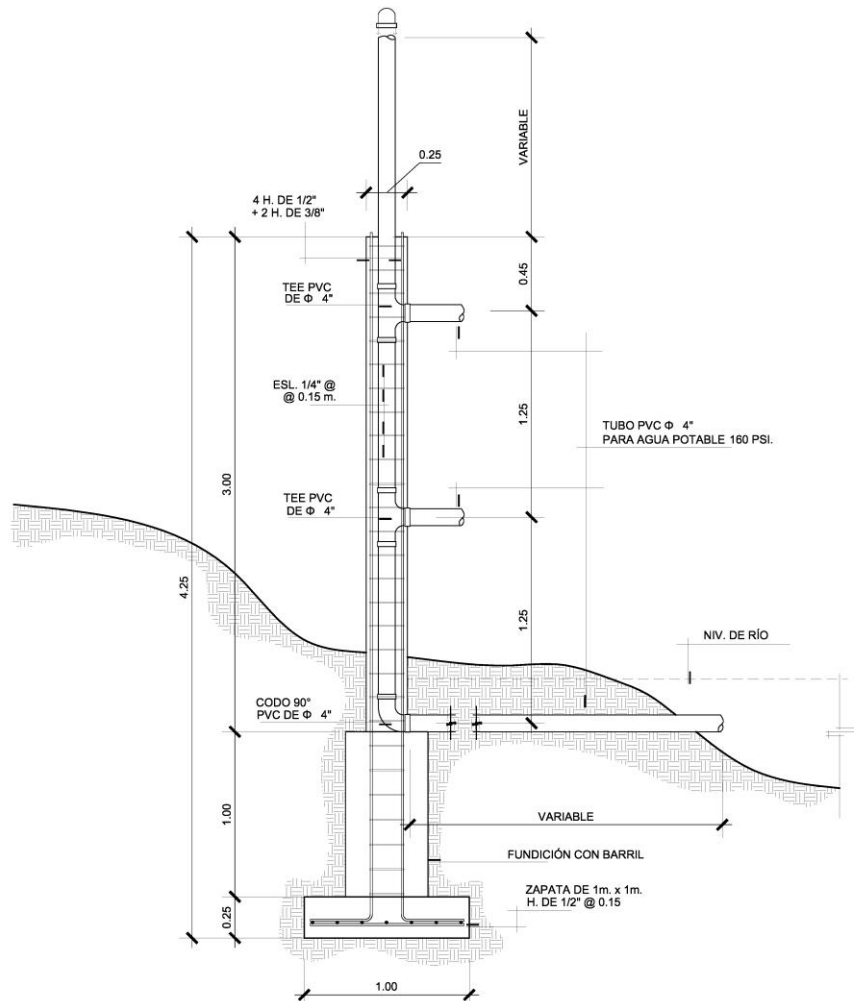


Figura 41. Esquema de ubicación de base de monitoreo



Figura 42. Entrada para limpieza de tubería

Las tuberías se giraron 45° en relación a la corriente para evitar el ingreso de sedimento, y se instaló una tubería adicional para facilitar su limpieza (Figura 42), de esta manera evitar azolvamiento directo, y reducir el impacto de la corriente.



PERFIL DE COLUMNA PARA RÍOS

MONITOREO SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA -SAT-



Figura 43. Plano estructura de base de monitoreo

Debido a la dinámica de los ríos, el cual se caracteriza por corrientes con un alto grado de sedimentos (Figura 44), provoca que las tuberías se tapen y azolven de manera inmediata, obstruyendo el ingreso del agua a la sonda, siendo el principal problema para la operación de SAT-GAL. A nivel de ICC, se mejoró el proceso de mantenimiento y limpieza de la sonada de inmersión, con el uso de una bomba a motor y reductores de diferentes diámetros que permitieran una mejor presión de agua sobre las tuberías evitando dañar los sensores.

También se ha detectado que existe obstrucción de tubería a causa de personas, en la mayoría de los casos las bases están cerca de puntos que son utilizados para el lavado de ropa, esto hace más propenso a que los niños metan piedras, ramas y otros objetos a la tubería.



Figura 44. a y b) Problema de Azolvamiento en las tuberías, c) Equipo de mantenimiento del ICC

3.2.2.2 Estado actual de la instrumentación instalada en los ríos María Linda y Coyolate; con ambas tecnologías

SAT río Coyolate: a continuación se describe la situación actual de cada uno de los puntos de monitoreo instalados en el departamento de Escuintla. En la Figura 45 se exponen los lugares donde se ubica cada base de monitoreo.




Figura 45. Ubicación de bases de monitoreo del río Coyolate

SAT río María Linda: a continuación se describe la situación actual de cada uno de los puntos de monitoreo instalados en el departamento de Escuintla. En la Figura 46 se exponen los lugares donde se ubica cada base de monitoreo.



Figura 46.Ubicación de bases de monitoreo del río María Linda

Aldea Brito	SAT-GAL	<p>Situación: No operativa. Problemas con la sonda de inmersión, alto grado de sedimentación en el río, azolvamiento constante de la tubería. El equipo instalado dentro de la vivienda provoca mucho ruido dañándose por falta de mantenimiento. Dejo de funcionar 2016.</p>
	SAT-CONRED	<p>Situación: No operativa. Problemas de batería y en panel de luces led. La sonda fue retirada en el año 2015, debido a que un camión paso cortando los cables de transmisión de señal.</p>

Finca La Llave



SAT-GAL

Situación: No operativa desde el 2015.
Presentó mucho problema de azolvamiento, teniendo que reubicar la entrada de agua a la sonda, problemas de señal y envío de datos. En el 2015 se realizó una instalación provisional para lograr un registro de datos, pero no se logró obtener la información requerida. El acceso es complicado al punto durante la época lluviosa, según recomendaciones de INSIVUMEH esta se encuentra en una mala ubicación respecto a una curva aguas arriba, sin embargo, el punto es importante por ser la unión del río Michatoya con María Linda.

Rancho María Linda



SAT-GAL

Situación: No operativa.
Problemas por el equipo instalado dentro de la vivienda y se pierde la señal. Se han tenido problemas por azolvamiento. Esta fue una de las pocas bases que logro registrar fuertes crecidas, debido a la apertura de compuertas de hidroeléctricas aguas arriba.

SAT-CONRED

Situación: No operativa.
Los principales problemas en este punto, se han tenido con la batería y el panel solar. Se ha tenido problemas por insectos, el panel de luces LED ha dejado de funcionar. Recientemente se dio mantenimiento a la batería, sin embargo la sonda no se encuentra en funcionamiento.

**Iztapa
Garita de peaje**



SAT-GAL

Situación: No operativa desde el año 2015.
Alto grado de sedimentación, las sondas han fallado debido a la salinización del agua, teniendo cortos. Problemas por azolvamiento constante de la tubería.

SAT-CONRED

Situación: Operativa únicamente base de radio. Se ha tenido mejor cuidado y mantenimiento del equipo en este punto de monitoreo, debido a la importancia del puente y lo que representa este paso hacia el lado de Monterrico. Interés que m
Problemas de emisión y recepción de señal, alto grado de sedimentación en el río, azolvamiento constante de la tubería. El problema con la sonda se ha tenido por la corrosión de sus contactos debido a la salinización, dejando de funcionar.

**Parcelamiento
La Esmeralda**



SAT-GAL

Situación: No operativa desde el 2014
Problemas de emisión y recepción de señal.
Batería retirada para uso personal del voluntario, no se logró establecer señal con la base.

3.2.3 Comparación entre ambos modelos

A continuación, se hace una comparación de las ventajas y desventajas de la instrumentación utilizada por CONRED y la instrumentación propuesta por la Universidad Galileo para el monitoreo de ríos.

Tabla 7. Ventajas y Desventajas de los modelos de CONRED y UGAL

	SAT- CONRED	SAT-GAL
VENTAJAS	<p>Se puede obtener la alarma en tiempo real.</p> <p>Sigue siendo un instrumento de bajo costo.</p> <p>Se adapta a las condiciones de cualquier río.</p> <p>Es rustico, lo que lo hace fuerte y que soporte cualquier adversidad.</p> <p>Es monolítico debido a su diseño.</p> <p>El diámetro del tubo de la sonda es reducido, lo que ayuda al momento del azolvamiento para que no se dañe.</p> <p>Se ha logrado promover en todo Centroamérica esta tecnología.</p>	<p>Puede obtener alarma en tiempo real y trasmitirla a una central de monitoreo.</p> <p>Puede transmitir la alarma a mucha población, utilizando mensajes de texto a través de celulares.</p> <p>Se puede llevar un registro de las crecidas y contar con copia de seguridad.</p> <p>La distancia de la base de monitoreo para la vivienda puede ser mayor que la de CONRED.</p> <p>Con la información generada se puede hacer un cálculo del tiempo de traslado de la crecida de un punto a otro.</p> <p>Se pueden desarrollar futuros estudios con información histórica de crecidas. Información que es muy escasa a nivel de país.</p>

DESVENTAJAS	<p>No puede transmitir señal muy lejana del cauce del río, por pérdida de corriente.</p> <p>No almacena datos.</p> <p>Únicamente alerta al voluntario</p> <p>No hay interés de evolucionar con el sistema, y adaptarlo a nuevas tecnologías para el almacenamiento de datos.</p> <p>En 20 años no ha habido mayor evolución con el sistema.</p> <p>Al dañarse el panel de luces LED, el voluntario se queda sin información.</p>	<p>El diámetro del tubo de la sonda (2”) es muy grande y la exposición de los sensores y cables, hace que sea muy vulnerable y se dañe fácilmente.</p> <p>La sonda se vuelve muy sensible.</p> <p>Se debe tener mayor mantenimiento, tanto de la sonda como del equipo técnico instalado dentro de la vivienda.</p> <p>Se necesita una persona con conocimientos de electrónica y programación para restablecer el sistema.</p> <p>El costo del equipo a pesar que es bajo, es mucho más caro que el utilizado por CONRED.</p> <p>No todo el equipo se encuentra a nivel nacional.</p> <p>Se debe revisar y cambiar piezas como baterías a los Datta Loguer, lo que incrementa los costos de mantenimiento del equipo.</p>
--------------------	--	--

En conclusión; se considera que ambos modelos son buenos, tiene sus particularidades lo que hace que tengan ventajas uno sobre otro. Sin embargo, el mayor problema hasta la fecha es que de los 10 puntos instalados en el departamento, no se tiene funcionando ninguno, debido a diversos problemas. Se considera interesante la tecnología empleada por el SAT-GAL, pero el inconveniente es que las instituciones encargadas deben contar con personal especializado para lograr tener el equipo en funcionamiento.

Por otro lado, el equipo sigue desarrollándose dentro de la Universidad, siendo propiedad de la universidad el desarrollo del mismo, no cediendo la información completa para su mantenimiento y desarrollo. En relación a la sonda es muy frágil en comparación con la utilizada por CONRED, sin embargo, no ha habido interés de ninguna de las dos organizaciones en querer fusionar ambas tecnologías.

Con el desarrollo de talleres e intercambio de tecnologías en el 2013, el ICC promovió que hubiera una fusión de ambas tecnologías y que surgiera un nuevo prototipo de sistemas de monitoreo, pero no se logró, ya que ambas instituciones defienden su punto de vista y no quieren ceder espacio para que otra institución intervenga en su tecnología. La debilidad de la CONRED se refleja, en que su sistema no logra almacenar datos, esto hace que no se logre avanzar y actualice según las nuevas tecnologías.

Debido a todas estas limitantes de ambos sistemas, el ICC decidió no continuar invirtiendo económicamente en el tema de instrumentación, hasta que se logre evolucionar y ver nuevas formas de monitoreo, tecnologías que se adapten adecuadamente y se logre tecnificar el monitoreo del caudal del río, para la obtención y desarrollo de un verdadero sistema de alerta temprana centrado en la población.

Se consideró impórtate conocer qué tipo de instrumentación se está aplicando en otros países, con condiciones similares a las de Guatemala, y cómo funcionan sus sistemas de alerta temprana, dando como resultado la siguiente información.

3.2.4 Identificar sistemas de alerta temprana alternativos que puedan ser aplicados bajo similares condiciones de la Costa Sur de Guatemala.

3.2.4.1 Sistema de alerta temprana (SAT) de San Pedro Masahuat, departamento de la paz, El Salvador

3.2.4.1.1 Antecedentes

Según GWP-Salvador (2011), el país salvadoreño ha sufrido los efectos de fenómenos de orden hidrometeorológicos durante muchos años, actividad muy recurrente en los países centroamericanos. Según los datos de la Dirección General del Servicio Nacional de Estudios Territoriales –SDGNET (n.d.), en 1934 se generaron inundaciones por efectos de un huracán (no bautizado) a lo largo del país, con registro de 500 mm de precipitación pluvial en un período de 3 días. En 1974 el huracán Fifi, provocó serios daños a la sociedad, infraestructura y economía local. La vulnerabilidad del país se evidenció con el paso del huracán Mitch en 1998, huracán Stan 2n 2005 y la tormenta tropical Agatha en 2010.

3.2.4.1.2 Datos geográficos

Según los datos recabados por Naciones Unidas, El Salvador posee un 89% de vulnerabilidad a los efectos de los fenómenos de orden natural, con una población expuesta del 95%; un porcentaje de pobreza a nivel nacional del 40%, factor directo en el incremento de la vulnerabilidad y los efectos de cualquier tipo natural, no importando la magnitud y frecuencia del mismo.

El país ha realizado mucho avance en el monitoreo de las condiciones de riesgo a nivel nacional, mucho de estos avances se han alcanzado por el apoyo de muchas instituciones científicas, que han realizado una serie de estudios de monitoreo y modelación de escenarios.

Uno de estos proyectos fue el implementado en el municipio de San Pedro Masahuat, del departamento de La Paz; está ubicado en la región central del país. Cuenta con una extensión territorial de 96.38 km², de los cuales 6.93 km² corresponden al área urbana y 89.43 km² al área rural. Está integrado por 16 cantones y 27 caseríos (ORMUSA 2010).

Tabla 8. Contexto Socio-Demográfico San Pedro Masahuat

Población total	29,884 hab.
Mujeres	51.71%
Hombres	48.29%
Jóvenes	22.2%
Densidad poblacional	307 hab. X Km Según GWP-Salvador (2011), el país salvadoreño ha sufrido los efectos de fenómenos de orden hidrometeorológicos durante muchos años, actividad muy recurrente en los países centroamericanos. Según los datos de la Dirección General del Servicio Nacional de Estudios Territoriales –SDGNET (n.d.), en 1934 se generaron inundaciones por efectos de un huracán (no bautizado) a lo largo del país, con registro de 500 mm de precipitación pluvial en un período de 3 días. En 1974 el huracán Fifi, provocó serios daños a la sociedad, infraestructura y economía local. La vulnerabilidad del país se evidenció con el paso del huracán Mitch en 1998, huracán Stan 2n 2005 y la tormenta tropical Agatha en 2010.
Distribución geográfica de la población	
Población rural	51.74%
Población urbana	48.26%

Fuente: ORMUSA, 2010

3.2.4.1.3 Condiciones naturales

Según el perfil situacional 2010 de San Pedro Masahuat, el municipio tiene una zona montañosa con altitudes de hasta 400 metros sobre el nivel del mar, las características topografía de la zona son semiplanas a pendientes moderadas, predominando las pendientes de entre 30 a 40 grados. Sus principales fuentes hídricas son los ríos Jiboa y el río Sepaquiapa, con una longitud de recorrido dentro del municipio de 18.5 y 15 kilómetros respectivamente. Estos ríos se cruzan en la región central del municipio, donde la pendiente del terreno es mínima, lo que propicia a su desbordamiento en época de lluvia (ORMUSA 2010).

Una característica de los ríos Jiboa y Sepaquiapa es su alto porcentaje de sedimentación de tipo aluvial que conducen, esta condición es para la mayoría de ríos del El Salvador, que transportan gran cantidad de sedimentación, debido a las pendientes naturales del terreno, son drenajes naturales de las partes altas de las cordilleras, estos ríos se desbordan en época de lluvia (Guadrón 2007).

A través de modelación hidrológica de la cuenca del río Jiboa, con el modelo WEAP para evaluación del recurso hídrico; la herramienta WEAP sirve para modelar, planificar y determinar la distribución de agua, puede ser aplicada a diferentes escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta extensas cuencas (Centro de Cambio Global 2009). Por medio de la modelación se determinaron las áreas vulnerables a inundaciones de la cuenca baja del río Jiboa. Donde la falta de cubierta vegetal en las partes altas y medias de la cuenca, debido a la deforestación incrementa los factores de riesgo. Esta falta de cobertura provoca que la escorrentía de la lluvia fluya con mayor rapidez, provocando erosión de los suelos, el material suelto de la tierra se deposita en el lecho del río provocando azolvamientos e incremento de sedimentación, incrementando el riesgo de desbordamiento en la planicie costera.

En las partes bajas de la cuenca se incrementa el riesgo de sufrir mayores daños al momento de las inundaciones, debido a la topografía del terreno y la falta de drenajes naturales. Aunado a las condiciones anteriores, el nivel freático a lo largo del recorrido del río limita la capacidad de infiltración de la lluvia, provocando inundaciones pluviales por abnegación de las partes bajas de la cuenca. Así mismo inundaciones en las zonas cercanas a la costa por efectos de mareas altas (COEM 2003).

3.2.4.1.4 Condiciones Humanas

La vulnerabilidad de la población ante la amenaza de inundaciones es muy alta, sobre todo en la cuenca baja del río Jiboa y Sepaquiapa. Las comunidades con mayor riesgo y recurrencia a las inundaciones en un evento de nivel medio a extremo son: El Achiotal, El Porvenir, Las Isletas, El Pimental, Marcelino, Santa María, Las Moras, El Coyol y Las Hojas (Partnership 2011).

La organización GWP-Salvador (2011) indica que la vulnerabilidad a las inundaciones se puede relacionar con varios factores claves, mencionando entre otros, las características naturales del terreno, los cambios de uso del suelo de vocación forestal a cultivos de subsistencia, ganadería extensiva y cultivos de caña, son algunas de las condiciones que están incrementando los niveles de vulnerabilidad local.

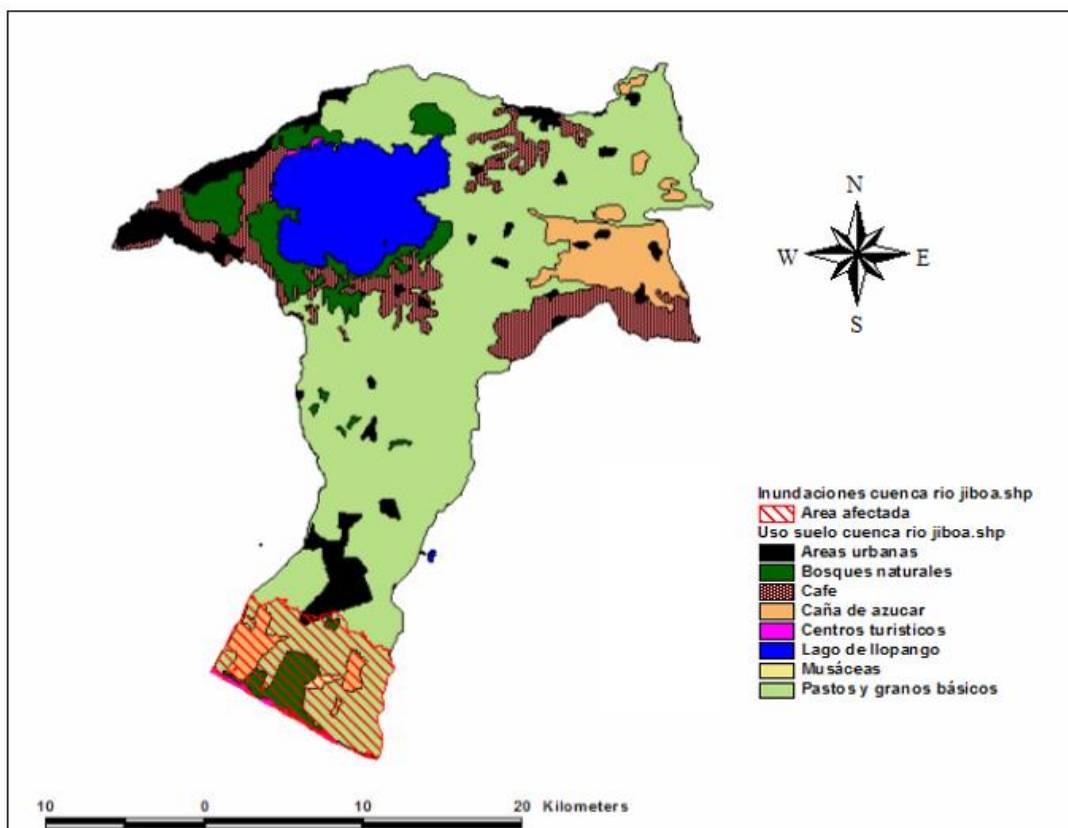


Figura 47. Mapa de inundaciones y uso del suelo en la cuenca del río Jiboa (Monge 2007)

3.2.4.1.5 Tipo de análisis previos

Según la información recabada, para el desarrollo del Sistema de monitoreo y alerta, se realizaron estudios hidrológicos y una serie de caracterizaciones de la cuenca, dentro de los estudios desarrollados se mencionan los siguientes:

- Estudios realizados en el año 2009, por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador, MARN-, en conjunto con el Servicio Nacional de Estudios Territoriales, donde se elaboró el mapa de amenazas del municipio de San Pedro Masahuat, departamento de La Paz.
- Modelación hidrológica de la cuenca del río Jiboa, con el modelo WEAP para evaluación del recurso hídrico. Tesis Celia Elizabeth Monge Guadrón, 2007, Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas
- Plan de emergencia municipal y mitigación de riesgos de San Pedro Masahuat, elaborado en el 2003, por Cruz Roja Americana, USAID, Cruz Roja Salvadoreña, International Resources Group (IRG), Comité de Emergencia Nacional (COEN) y la municipalidad de San Pedro Masahuat.

- La Juventud de San Pedro Masahuat. Perfil situacional, elaborado en el año 2010 por la Organización de Mujeres Salvadoreñas por la Paz –ORMUSA-, el documento cuenta con una caracterización detallada del municipio y aspectos de vulnerabilidad social ante fenómenos naturales.
- Informe técnico de la implementación del Sistema de Alerta temprana –SAT- de San Pedro Masahuat, departamento de La Paz, El Salvador. Elaborado por Global Water Partnership –GWP- El Salvador, en el año 2011.

3.2.4.1.6 Tipo de sistema implementado

El Sistema de Alerta Temprana –SAT- ante inundaciones de San Pedro Masahuat, es un conjunto de herramientas y procedimientos técnicos, con la participación directa de la comunidad. Su finalidad poder monitorear las condiciones climáticas y los caudales del río Jiboa; con el propósito de alertar de manera oportuna y efectiva de un posible impacto por efectos de inundaciones a las comunidades de la cuenca baja.

VARIABLES QUE TOMAN EN CUENTA

- Registro de estaciones sobre la precipitación pluvial (Pronóstico).
- Monitoreo del río por medio de las escalas gráficas (Observadores locales).

Se han identificado que los parámetros para la ocurrencia de una inundación en el río Jiboa, depende de lluvias conocidas como “temporales” o persistentes. Por lo regular lluvias continuas mayores a 24 horas, llegan a ocasionar inundaciones repentinas (Ramos 2006).

3.2.4.1.7 Instrumentación

El –SAT- de San Pedro Masahuat, cuenta con 46 bases de radio de comunicación, que permite cubrir gran parte de las zonas consideradas de alto riesgo, también cuenta con escalas gráficas para monitoreo de caudales del río y torres de alarma comunitarias (Kohler 2011). Cuentan con un monitoreo hidrometeorológico a lo largo de la cuenca, por medio de estaciones que permite generar un análisis y pronóstico. Con la información generada se hace la comparación con diferentes años para establecer el comportamiento de las condiciones y establecer modelos o tendencias de posibles inundaciones.

A nivel comunitario, cuentan con megáfonos y auto-parlantes que permiten emitir los niveles de alerta a los vecinos, dar aviso si fuera necesaria una evacuación preventiva. Las comunidades de mayor riesgo, fueron equipadas con kits de emergencia (Molina 2011).

3.2.4.1.8 Componente social del SAT

Este componente es el principal dentro del sistema, se compone de una serie de observadores locales (voluntarios), que miden la precipitación pluvial en la cuenca alta y media, llevan un monitoreo de caudales del río y son los responsables de transmitir esta información para la toma de decisiones en caso de una emergencia.



Figura 48. Base para el planteamiento del SAT; utilizando los cuatro componentes propuestos por UNISDR (-GWP- El Salvador 2011).

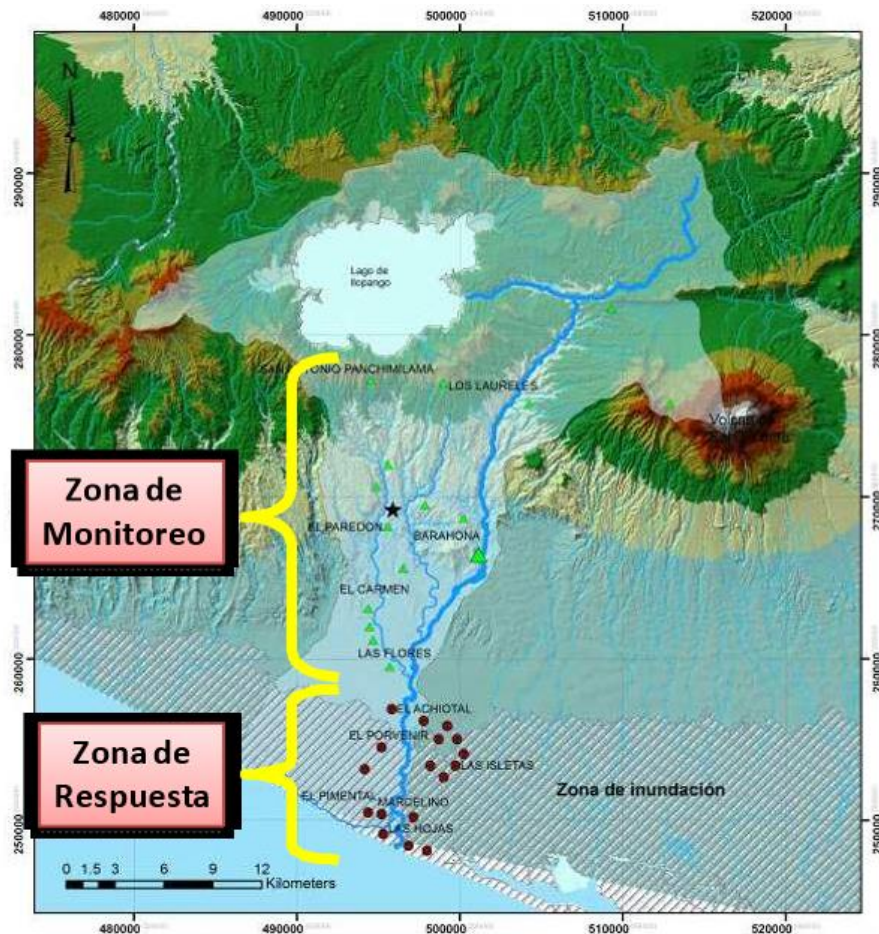


Figura 49. Ubicación del -SAT- San Pedro Masahuat (Proyecto RyGRAC de GIZ).



Figura 50. Fotografía de entrega de equipo comunitario (Informa-T 2011).

3.2.4.2 El Sistema De Alerta Temprana (SAT) Provincia De Lima Y Canta, Departamento De Lima, Perú

3.2.4.2.1 Antecedentes

El Perú por su ubicación geográfica se ve afectada por fenómenos naturales de diferente tipo, pero los de orden hidrometeorológicos han sido los más recurrentes, con efectos negativos a la economía local, nacional y daño a los medios de vida de las comunidades, atentando contra la integridad física de las personas y en algunos casos pérdida de las mismas.

El impacto de las inundaciones depende de la ubicación geográfica y el entorno en que se generen. Por ejemplo; en la sierra peruana las inundaciones son por desborde de ríos, o por aluviones acompañados de deslizamientos y derrumbes; en la zona selvática, las inundaciones llegan a abarcar un amplio territorio y podrían permanecer semanas y meses (Onuma 2012).

3.2.4.2.2 Datos geográficos

Según el Plan de ordenamiento de la Cuenca del Chillón (n.d.), dentro de la cuenca del río Chillón existe un desequilibrio poblacional, el 99.3% de la población de la Cuenca vive en la zona de la parte baja y el 0.7% de la población total en sus zonas altas y medias.

Situación que incrementa el nivel de riesgo, debido a que la mayor concentración de la población se ubica en la zona inundable. Actualmente se tiene una población aproximada de 2 millones de personas, siendo una de las tasas de crecimiento altas del país, así mismo, en esta zona se tiene niveles de pobreza muy altos (Alternativa, n.d.)

3.2.4.2.3 Condiciones naturales

La cuenca del río Chillón es una de las tres principales vertientes que se encuentran en la ciudad de Lima. Sus crecientes se presentan durante los meses de verano (enero a marzo), temporada de lluvias en la sierra, época en la cual suceden la mayor cantidad de desastres. (Villacorta 2010).

La cuenca del río Chillón tiene una extensión aproximada de 2444 km², un recorrido de 152 km. Debido a las características topográficas del terreno, cuenta con quebradas de fuerte pendiente y con cauces reducidos, que incrementan la velocidad de tránsito de la corriente y un mayor nivel de escurrimiento superficial. Uno de los factores que permite un incremento súbito de caudal del río durante el verano, es el deshielo de la Cordillera de la Viuda (Ministerio de Agricultura, n.d.).

Por la composición geológica de la cuenca, existe mucha presencia de material rocoso y debido la fuerza de arrastre de la corriente, permite el desplazamiento de material grueso en la parte alta y media, teniendo flujos de lodo de composición arcillosa. Debido a la ausencia de una cubierta vegetal estable, la sedimentación del río se incrementa por los efectos de la erosión fluvial del suelo.

3.2.4.2.4 Condiciones humanas

La cuenca baja del río Chillón es considera de alto riesgo a inundaciones, siendo los primeros meses del año cuando el nivel de alerta es mayor para la población; una de las condiciones que incrementa el riesgo a inundaciones en la zona, es la concentración urbana a lo largo de la ribera del río.

Las comunidades que se encuentran en mayor riesgo son los distritos del Callao, Ventanilla, Los Olivos y Puente Piedra, siendo el más afectado el distrito de San Martín de Porres, la vulnerabilidad ante los efectos de las crecidas del río, están relacionadas por la ubicación de viviendas en áreas no habitables y la precariedad de las construcciones (Coral 2007).

Pendiente abrupta de las laderas marginales del río, la mayoría de centros poblados se encuentran en zonas bajas respecto al cauce del río.

Buena capacidad hidráulica e infraestructura vial gracias a los puentes. Se tienen desbordes de río en menor magnitud.

Zona inundable.

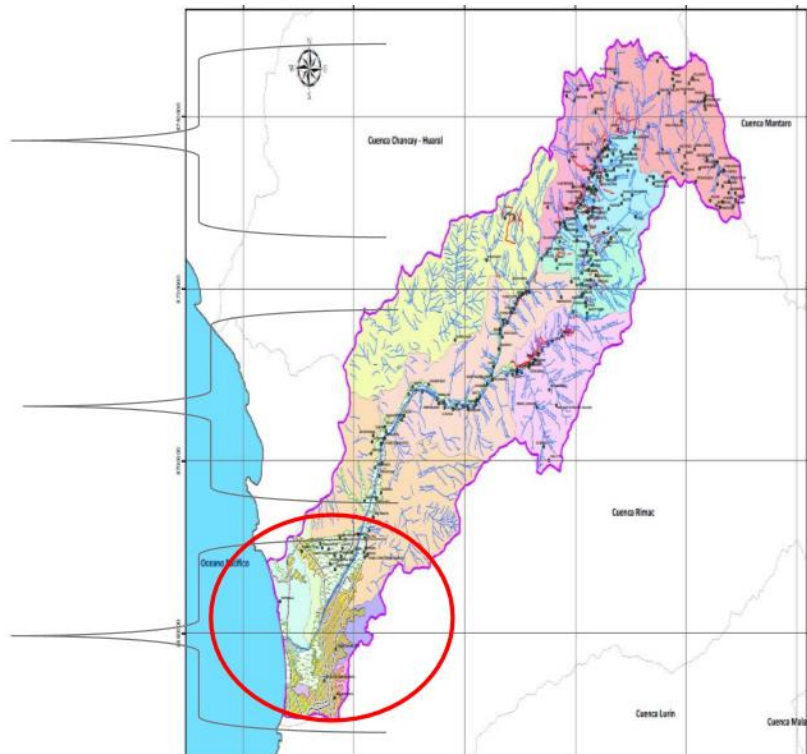


Figura 51. Mapa de riesgo de la cuenca del río Chillón (MINAM, n.d.)

3.2.4.2.5 Tipo de análisis previos

- Estudio realizado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú, -INGEMMET-, sobre las zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la cuenca del río Chillón, en el año 2010.
- Evaluación las medidas de mitigación y prevención de inundaciones en el tramo bajo del río Chillón mediante la técnica del Análisis de Multi-criterios (MCA), Jessica Celmi Coral, Universidad Nacional de Ingeniería, 2007.
- Estudios de riesgo de desastres, Metodologías, resultados y usos PPR 068-PREVAED, Dirección General de Ordenamiento Territorial –MINAM-.
- Estudio realizado por el Ministerio de Agricultura del Perú, sobre el Diagnostico de la calidad del agua en la vertiente del Perú.

3.2.4.2.6 Tipo de sistema implementado

El Sistema de Alerta Temprana combina el trabajo comunitario y el trabajo del Servicio nacional de Meteorología e Hidrología –SENAMHI-, que recolectan información de las siguientes valorables: precipitación, temperatura y humedad relativa. También se realizan lectura de pluviómetros comunitarios y monitoreo de niveles de río, por medio de reglas limnimétricas.

La comunicación se realiza por medio de una red de radio (HF-VHF) y vía celular, para la emisión de alertas a nivel comunitario, se utilizan sirenas y auto-parlantes (Soluciones prácticas, n.d.).

Conocimiento del Riesgo y Vigilancia permanente:

Cuentan con mapas de riesgo desarrollados a nivel comunitario, además del desarrollo de estudios de modelación hidrológica. Una red de estaciones meteorológicas, llevan registro de datos pluviométricos y a nivel del río reglas limnimétricas de los observadores locales, registro a través de bitácoras.

Servicio de Seguimiento y alerta:

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, durante la temporada lluviosa analizan, comparan y determinan si pueden existir inundaciones en las partes bajas de la cuenca.

Capacidad de Respuesta:

Han conformado comités para la atención de emergencias a nivel comunitario.

Difusión y Comunicación:

Utilizan radios y celulares para difundir las alertas a nivel comunitario. Y el sistema utilizado en las comunidades es a través de auto-parlantes para comunicar al resto de la población.

3.2.4.2.7 Instrumentos

- 7 estaciones meteorológicas convencionales.
- Bases de radio comunitarias.
- Celulares de los observadores locales.
- Reglas limnimétricas.

Dentro de la metodología propuesta para la planificación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) ante inundaciones para la región del Perú, se propone el uso de las herramientas SIG para la predicción y prevención de las amenazas, utilizando las herramientas como el ArcGIS con las extensiones: 3D Analyst y HEC – GeoRAS y software de modelación hidrológica HEC – RAS. Así mismo, el uso del software TerraMA2 (Meoño 2014). Para la realización de modelaciones hidráulicas y conocer el comportamiento de las inundaciones en la zona.

3.2.4.2.8 Social

Al igual que en Guatemala, se cuenta con observadores voluntarios para el monitoreo de condiciones climáticas, registro de datos de pluviómetros y medición de altura del río. La organización comunitaria es imprescindible para contar con equipos de respuesta ante emergencias.

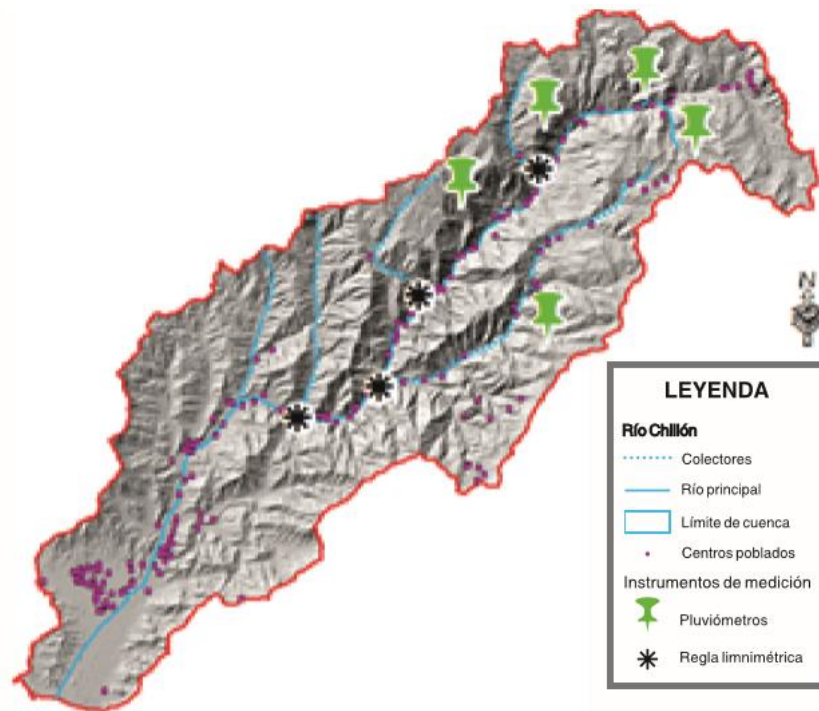


Figura 52. Ubicación de la instrumentación de monitoreo (Soluciones Prácticas).

3.2.4.2.9 Variables que toman en cuenta el Sistema de monitoreo

- Estimación de datos de estaciones del SENAMHI. Precipitación media mensual.
- Lectura de pluviómetros comunitarios. (Tres lecturas diarias 6am, 12pm y 6pm)
- Pronóstico con los datos históricos durante la estación de lluvias, que permite definir patrones de inundación probables.

- Reglas limnimétricas, que permiten medir el nivel del caudal del río en afluentes de mayor importancia. (Tres lecturas diarias 6am, 12pm y 6pm).

Los rangos para la estimación de emisión de alertas que se manejan en la zona se expresan en la Tabla.

Tabla 9. Rangos de alerta establecidos en la provincia de Lima

Tipo de alerta	Condición de la alerta	Acciones
Aviso	El promedio acumulado sobrepasa los 2 mm en las primeras 2 horas. (Lectura de campo y parámetro inicio comparativo).	Aviso a la Población para que den seguimiento al comportamiento de las lluvias.
Alerta	Promedio acumulado supere los 5 mm en las primeras 2 horas.	Alerta a los encargados comunitarios para implementar acciones de evacuación.
Alarma	Promedio acumulado supere los 10 mm en las primeras 2 horas.	Alarma a la población para implementar planes de contingencia.

Fuente: Municipalidad de Lima.



Figura 53. Reglas limnimétricas para monitoreo de altura de ríos y pluviómetros comunitarios (Marina de Guerra del Perú)

3.2.4.3 Sistema de Alerta Temprana (SAT) de Inundaciones en la Cuenca del río Cabra, Panamá

Durante los últimos años en Panamá se ha promovido acciones para el desarrollo e implementación de sistemas de alerta temprana. Estos han sido financiados por fondos del gobierno e internacionales. Dentro de las instituciones que han estado financiando este tipo de proyecto se encuentra el proyecto BOSAI del gobierno de Japón; el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); la Cooperación Española a través del FODM; la Unión Europea y CEPREDENAC por medio de PREVDA; así como la Organización de los Estados Americanos OEA. Panamá a través de los fondos de gobierno provenientes de proyecto de desarrollo sostenible de Bocas de Toro; partidas nacionales en instituciones públicas, y presupuestos de gobiernos locales (Copri 2011).

3.2.4.3.1 Datos geográficos

El distrito de Panamá está conformado por 24 corregimientos (nombre asignado para la división de jurisdiccional del territorio). Dentro de sus principales ríos se encuentra el río Cabra, ubicado en la vertiente del Océano Pacífico, entre los ríos Tataré y Tocumén.

3.2.4.3.2 Condiciones naturales

La cuenca del río Cabra tiene la característica de ser sumamente pequeña, una longitud de 38 kilómetros desde su nacimiento hasta la desembocadura, incluso se ha llegado a conocer como una fuente hídrica tipo arroyo. La mayoría de las inundaciones se dan por los efectos de lluvias conectivas (efecto generalizado a lo largo de la vertiente del Pacífico y del Caribe de Panamá), se caracteriza por lluvias muy intensas y de corta duración, ocasionando crecidas repentinas y altamente peligrosas, sobre todo en ríos y quebradas de las cuencas más pequeñas (ETESA, n.d.).

Según el Ministerio de Obras Públicas de Panamá (2016), el cauce del río Cabra debe tener de 22 a 25 metros de ancho; presenta un alto nivel de sedimentación, provocando la reducción de 2 metros de ancho, situación que pone en riesgo a las comunidades aledañas a sus riveras.

3.2.4.3.3 Condiciones Humanas

La problemática referente a inundaciones en la zona aledaña al río Cabra ha sido recurrente a lo largo de los años, las comunidades que presentan mayor riesgo son: Prados del Este, El Pantanal, Nueva Esperanza Arriba, Nueva Esperanza Abajo, Montería, Palo Alto y Tocumen (RIMD, n.d.). La necesidad de implementar un –SAT- en el río Cabras, se evidencio con las inundaciones del 17 de septiembre de 2004; con un resultado de 12 víctimas mortales, 700 casa inundadas, 6 casa destruidas en su totalidad, 25 comunidades afectadas aledañas al río, 3,000 personas afectadas y pérdidas millonarias por los daños a los medios de vida (ETESA, n.d.).

Otros eventos significativos se suscitaron el 17 de noviembre de 2011, la corriente del río Cabra afecto la barriada 24 de diciembre, debido a las lluvias que cayeron en la ciudad capital. El río alcanzó su máximo nivel afectando a las comunidades de Camino de Omar, Nueva Esperanza y Felipillo Sector 1, (Martínez 2011), así mismo, el 3 de octubre de 2013, el río se desbordo afectando 81 familias en Pacora, 39 viviendas inundadas en la comunidad Nueva Esperanza, y 42 viviendas en la barriada Caminos de Omar (Editora Panamá América S.A. 2013).

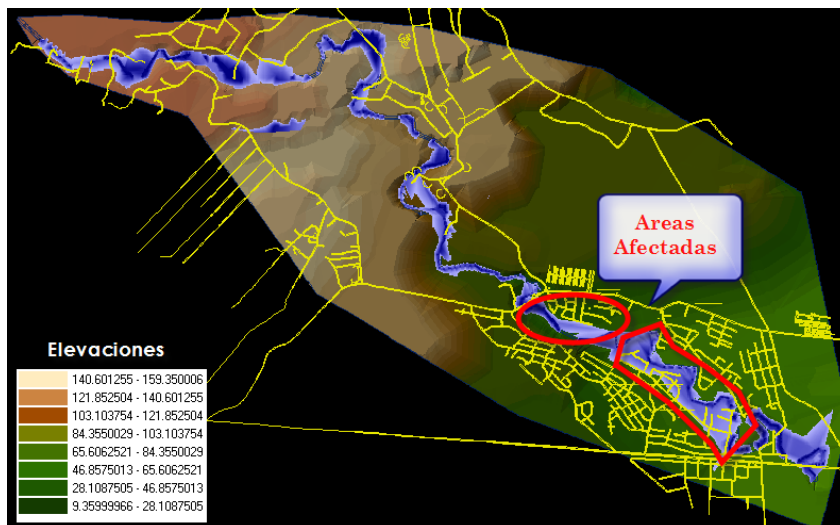


Figura 54. Mapa de inundaciones de la cuenca del río Cabra (ETESA, n.d)

3.2.4.3.4 Tipo de análisis previos

- Calculo de caudales de crecidas, caso de estudio cuenca del río Cabra, Panamá. Diego Arturo González Jaén. 2010. Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala.
- Inventario y caracterización SAT. Informe Panamá. VII Plan de Acción DIPECHO/ECHO UNESCO-CEPRENAC, 2,011.
- Régimen Hidrológico de Panamá, Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. –ETESA–.
- Sistema de Alerta Temprana (SAT) de Inundaciones en la Cuenca del Río Cabra, Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. –ETESA–.

3.2.4.3.5 Tipo de sistema implementado

El sistema de Alerta temprana de río Cabra, es operado por la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. -ETESA. Este sistema cuenta con personal de vigilancia meteorológica; quienes son los encargados de observa la formación de los diferentes sistemas hidrometeorológicos que se estén formando y puedan ocasionar un mal tiempo. También procesan la información de los observadores voluntarios locales de SINAPROC. Se realiza un análisis meteorológico e hidrológico dando seguimiento a los registros de las estaciones y se elaboran pronósticos especiales de probabilidad de ocurrencia de inundaciones.

El –SAT- cuenta con una estación meteorológica satelital en Cerro Pelón en la cuenca alta; una estación hidrológica satelital en el Rancho Café cuenca media, que registra niveles del río Cabra y precipitación pluvial; tienen instalados 3 puntos de control con reglas limnimétricas (graduadas en unidades métricas), para monitoreo del nivel del rio, ubicadas en Rancho Café, puente colgante El Zarzo y en el puente de la carretera Interamericana (ETESA, n.d.).

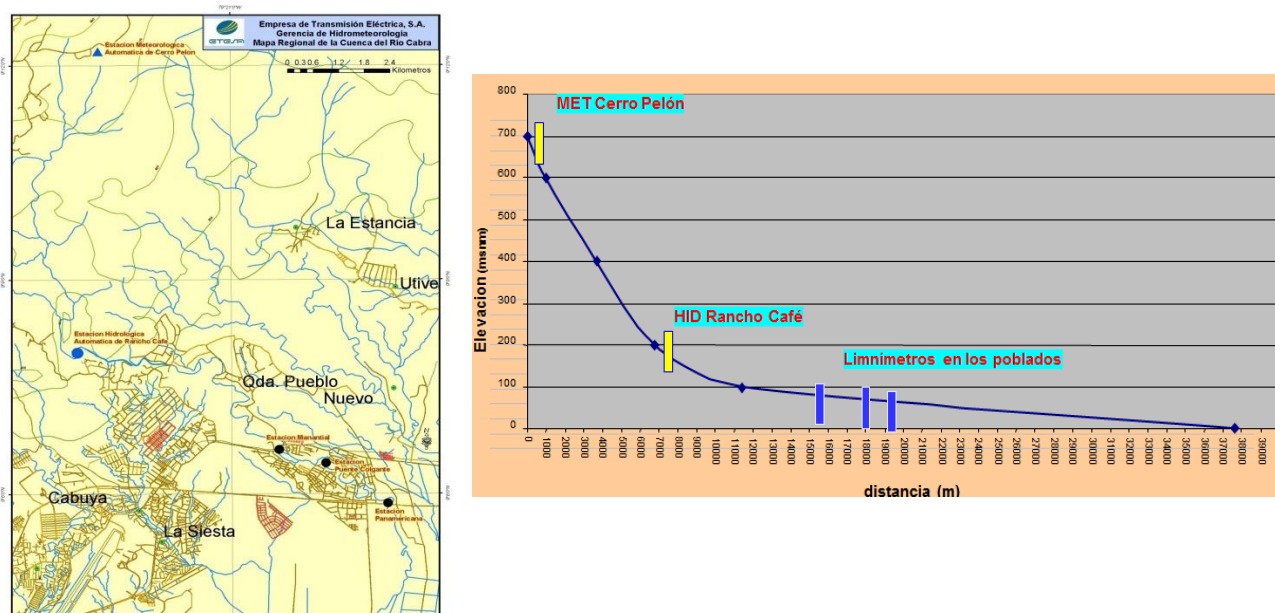


Figura 55. a) mapa de ubicación de estaciones y reglas limnimétricas en la cuenca del río Cabra, b) Perfil longitudinal del río Cabra y ubicación de puntos de monitoreo (ETESA, n.d).

3.2.4.3.6 Instrumentos

- Imágenes Satelitales
- Radar de ACP (Autoridad del Canal de Panamá)
- Imágenes satelitales del sistema RAMSDIS (hidroestimador de precipitación pluvial)
- Transmisiones de las estaciones meteorológicas e Hidrológicas.
- Lecturas de las reglas en el río.
- Radios de comunicación SINAPROC-ETESA
- Sistema de detección de tormentas eléctricas
- Información horaria de la Autoridad de Aeronáutica Civil (METARES y SPECI)
- CAFFG Sistema Satelital de Crecidas Repentinas

3.2.4.3.7 Social

El SAT se encuentra vinculado al Sistema Nacional para la reducción de desastres, quien es el encargado de emitir alertas a las comunidades, activando los protocolos de emergencia y evacuación preventiva si fuera necesario.

3.2.4.3.8 Variables que toman en cuenta en el SAT

- Niveles del río Cabra. (Estación meteorológica satelital, reglas limnimétricas).
- Precipitación pluvial. (Estación meteorológica e hidrológica satelital).

$$Tc > Ta = t_1 + t_2 + t_3$$

Tc = tiempo de concentración de la cuenca.

Ta= tiempo total requerido para dar la alerta.

t₁ = tiempo para registrar y transmitir los datos.

t₂ = tiempo para realizar la evaluación y cálculos.

t₃ = tiempo requerido de reacción.

3.2.4.3.9 Funcionamiento

El Sistema de Alerta temprana del río Cabra fue instalado desde el año 2007. Una de las observaciones realizadas a este sistema, es que requiere fortalecer los protocolos de respuesta ante la emergencia, incrementar los radios de comunicación a nivel comunitario, falta mantenimiento al equipo instalado para la medición de niveles y no existe un sistema sonoro para alertar a la población. Su mayor enfoque se encuentra en los elementos de Observación y Monitoreo, Pronóstico del evento, Identificación de la alerta (UNESCO 2011).



Figura 56 Fotografías detalladas del equipo y la experiencia de ese SAT analizado. a) Estación meteorológica satelital en Cerro Pelón, b) Estación hidrológica satelital en Rancho Café. Fotografías parte inferior; Reglas limnimétricas para monitoreo de altura del rio, c) Puente Rancho Café, d) Puente Panamericana, e) Puente Zarzo (ETESA, n.d.).

3.2.4.4 Sistemas de Alerta Temprana para la Reducción del Riesgo de Inundaciones Súbitas y Fenómenos Atmosféricos en el Área Metropolitana de Barranquilla

La Región Caribe Colombiana ha sido una de las zonas más afectadas debido a inundaciones súbitas y fenómenos atmosféricos, es una zona vulnerable debido a factores económicos, sociales y ambientales, lo que aumenta considerablemente su nivel del riesgo (Coll, 2013).

Según el Banco Mundial (2013), en el informe “Intercambio de Experiencias de Ciudades Colombianas en Gestión del Riesgo de Desastres”, más del 75% de la población colombiana vive actualmente en áreas urbanas, en los últimos 40 años se ha incrementado el número de la población expuesta a amenaza sísmica, volcánica, deslizamientos e inundaciones.

3.2.4.4.1 Datos geográficos

Barranquilla es un departamento colombiano, ubicado en el extremo Atlántico del país, sobre el margen occidental del río Magdalena. Cuenta con una población en el área metropolitana de 1, 193,667 habitantes. Está conformada por 5 zonas, siendo estas la Localidad de Murillo Sur Occidente, Localidad de Murillo Sur Oriente, Localidad Norte – Centro Histórico, Localidad Metropolitana y Localidad de Ríomar (Secretaria Distrital De Salud Pública , n.d.).

3.2.4.4.2 Condiciones naturales

Las inundaciones en la zona urbana de la ciudad de Barranquilla se originan a causa de las precipitaciones torrenciales y falta de capacidad de drenajes y desagües. El problema se incrementa dependiendo de la intensidad y duración de la precipitación, lo que produce una mayor escorrentía superficial aumentando su velocidad por el alto número de zonas permeables. Adicionalmente a estas variables se le agrega las características del suelo, el uso de la tierra, la deforestación, incrementando el riesgo de la población.

El diseño toma como referencia el recorrido del arroyo "La Brigada", cuyas características de los suelos y las cuencas hidrográficas que lo delimitan provocan la formación de las inundaciones repentinas, por el alto porcentaje de superficie impermeable, pendiente pronunciada; y adicionalmente por el pobre drenaje de aguas pluviales

Las inundaciones repercuten sobre las estructuras de edificaciones y equipamientos, al igual que la infraestructura vial. Adicionalmente, se presentan riesgos de salinización de las fuentes de agua para la potabilización (AFD 2013).

3.2.4.4.3 Condiciones Humanas

Las inundaciones ocasionadas por los arroyos en Barranquilla, provocan daños ambientales, parálisis en la actividad comercial, industrial y en el transporte urbano, deterioro en la salud pública y accidentes con pérdida de vidas humanas. Esta situación afecta de manera directa e indirecta a toda la población, en algunos puntos con abnegación total de las zonas urbanas y de manera indirecta con el corte de servicios públicos y por el caos vehicular, producto de la obstrucción de las principales vías de acceso (Arroyos de Barranquilla 2016).

La ciudad de Barranquilla es la segunda a nivel nacional en ser afectada por los efectos de las inundaciones, siendo muy difíciles de predecir. Debido a la pérdida de vidas humanas, Cama-Pinto et al. (2016) indican que la alcaldía de Barranquilla fue sancionada por el consejo del Estado, obligando a indemnizar a las familiares de las víctimas que sean afectadas.

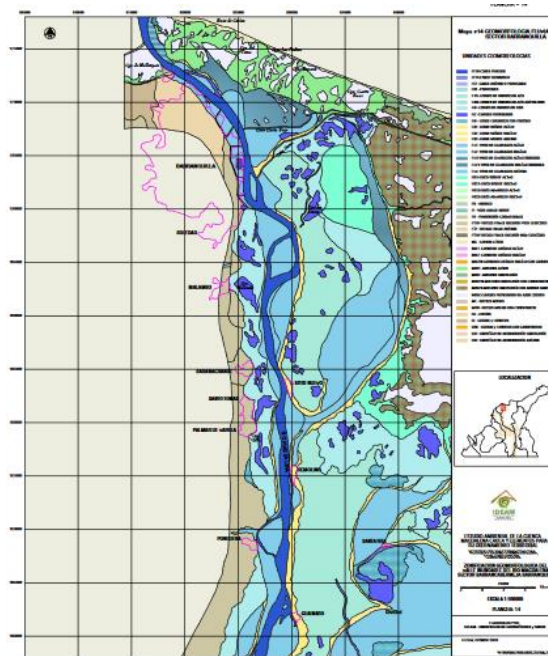


Figura 57. Mapa de la geomorfología fluvial de Barranquilla (IDEAM, n.d.)

3.2.4.4.4 Tipo de análisis previos

- Geomorfología y susceptibilidad a la inundación del valle fluvial del Magdalena –Boca de Ceniza-. Ministerio de Media Ambiente de la Republica de Colombia. 2001.
- Plan de Salud Territorial Distrito de Barranquilla, Secretaria Distrital De Salud Pública, Barranquilla, s/d.

3.2.4.4.5 Tipo de sistema implementado

El objetivo del proyecto es diseñar y desarrollar un prototipo experimental de un Sistema de Alertas Tempranas (S.A.T), que permita entregar datos importantes en tiempo real a la ciudadanía sobre el nivel de caudal, la fuerza de empuje del arroyo, e indicar su nivel de peligrosidad (Coll 2013). Desarrollado por los programas de Ingeniería Electrónica, Eléctrica, Industrial, Civil y Sistemas.

3.2.4.4.6 Instrumentos

Cama-Pinto et al. (2016) comentan que “Las Redes de Sensores Inalámbricos o WSN (*Wireless Sensor Networks*) están conformadas principalmente por micro sensores los que están desplegados en una región a monitorizar. Estos al ser integrados permiten a la red examinar, recolectar, procesar y transmitir datos de variables dentro del área de cobertura”. También agregan que el escenario para el diseño de la WSN, se caracterizó una sección del recorrido del arroyo llamado comúnmente "La Brigada".

La WSN sería el componente tecnológico para la captura de información y posterior divulgación de los datos variables que toman en cuenta en el SAT

- Intensidad de la lluvia
- Temperatura
- Presión atmosférica
- Humedad relativa
- Velocidad y dirección del viento
- Caudal del arroyo.
- Fuerza de empuje de la corriente.

Dentro de las desventajas que ven Cama-Pinto et al. (2016) frente a los sistemas tradicionales, que los sensores se pueden quedar desconectados o fuera de línea en cualquier momento, debido a diferentes causas como fuente de poder agotada, cambios en las condiciones de configuración y cambios de posición de los nodos por causas ajenas al sistema.

Las ventajas en relación a los tradicionales que envían información en tiempo real; comenta Montoya et al. (2013) & Piñeres et al. (2013), es que estos sistemas logran hacer un despliegue de datos y una instalación en lugares muy complicados o de difícil acceso, donde las redes tradicionales no podrían instalarse. Además, las configuraciones del sistema permiten que los sensores sean configurados de una manera dinámica. Haciendo de este sistema más robusto y con mejores cualidades.

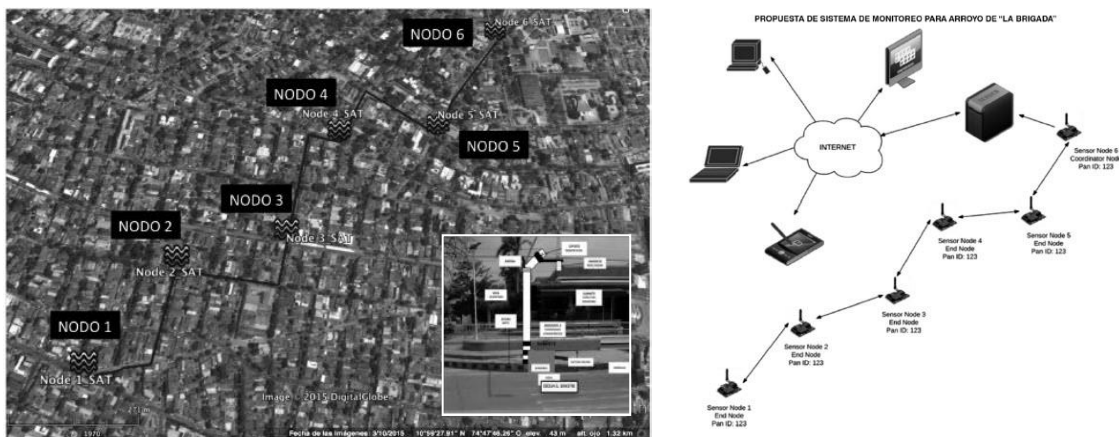


Figura 58. Diseño del Sistema. a) Mapa del recorrido del arroyo b) Diseño del poste de monitoreo c) Conexión del sistema (Cama-Pinto et al. 2016)

3.2.4.5 Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá

Este sistema de Alerta temprana fue diseñado para la ciudad de Medellín, el cual se considera un proyecto de muchas cualidades positivas, se ha contado con el involucramiento del Sector Público y Privado donde se ha puesto en práctica la ciencia y la tecnología como lo demarcan sus creadores y administradores.

Según indica (D. Davila 2011) en el documento titulado “21 experiencias de Sistemas de Alerta Temprana en América Latina”; el proyecto se desarrolló a través del Departamento de Administrativo de Gestión de Riesgo (DAGRED) de la municipalidad de Medellín, con el apoyo de otras empresas del sector público y la empresa generadora de electricidad de ISAGEN que desde el 2016 es privada.

3.2.4.5.1 Datos geográficos

El sistema SIATA como es denominado se ubica en el valle del Aburrá, ciudad de Medellín. EL valle de Aburrá Esta es la segunda de Colombia; se ubica a 1475 msnm., cuenta con una superficie de 1,152 km², cuenta con 10,210 ha. de suelo urbano, 401 ha., de expansión urbana y 27,010 ha. de suelo rural, siendo este el 71.8% de acuerdo como lo define el Plan de Ordenamiento Territorial (Departamento Administrativo de Planeación Medellín 2006). El valle se encuentra en el centro-sur de Antioquia, en medio del valle de central de los Andes; teniendo de limite los municipios de Bello, Copacabana y San Jerónimo; por el sur con Envigado, Itagüí, La Estrella y El Retiro; por el oriente con Guarne y Rio negro y por el occidente con Angelópolis, Ebéjico y Heliconia. El río Medellín atraviesa la ciudad de sur a norte, (Restrepo, Piedad; Roldan, Luis Miguel; Hernandez, Paula; Vallejo 2015; D. Davila 2011).

3.2.4.5.2 Condiciones naturales

Davila (2011) indica que la topografía y desarrollo de Medellín, se ha alterado las corrientes tributarias al río, tanto de sus condiciones naturales de drenaje como el entorno de la cuenca. Por la dinámica de crecimiento de la ciudad, la población se ha ido asentando en zonas inundables; provocando episodios con trágicas consecuencias, debido al desbordamiento del río. Continúa describiendo, que estas inundaciones afectan una buena parte de la población, y se generan casi todos los períodos lluviosos.

El río de Medellín atraviesa de sur a norte el valle de Aburrá, su cuenca se caracteriza por tener una topografía irregular y pendientes pronunciadas, a lo largo de su recorrido se le unen diferentes afluentes, lo que genera que en el valle se tengan zonas con alta susceptibilidad a las inundaciones y avenidas torrenciales debido a la interacción de múltiples factores.

3.2.4.5.3 Condiciones Humanas

Como se comentó anteriormente el crecimiento urbano y el cambio natural y antropogénico de la cuenca del río de Medellín hace que mucha población se encuentre vulnerable a las inundaciones, la que se pueden dar de tipo lento y rápido. El número de población para el valle de Aburrá es de 2, 945,034 habitantes; siendo un 54.4% de mujeres y un 45.6% de hombres (Departamento Administrativo de Planeación Medellín 2006).

Por la característica física del territorio y la forma en que se fueron desarrollando y asentando los pobladores en laderas y cauces, la población llega hacer afectada por diversos tipos de amenazas de origen natural. Siendo este un alto potencial para sufrir daños, debido a las condiciones de vulnerabilidad de los pobladores. El SIATA tiene como propósito alertar a la comunidad vulnerable de manera anticipada ante condiciones hidrometeorológicas extremas en la región (Caballero 2011; Banco Mundial 2013).

El Banco Mundial (2013) resalta la participación de la sociedad, quienes han desarrollado un trabajo en conjunto con el SIATA; se han capacitado los comités barriales de emergencia, los coordinadores de los CLOPAD y los Comités Ambientales CUIDÁ del área metropolitana.

3.2.4.5.4 Tipo de análisis previos

Dentro de los análisis que se han desarrollado en la zona, que son parte de la base de implementación del SAT son los siguientes:

- Desarrollo de modelos hidrológicos y meteorológicos, ajustado para el valle de Aburrá.
- Diseño y desarrollo de sensores con tecnología telemétrica, para el monitoreo de los ríos.
- Evaluación de las avenidas torrenciales (2011) por José Humberto Caballero Acosta.
- Evaluación de umbrales de precipitación para el departamento de Antioquía.

3.2.4.5.5 Instrumentos

El Banco Mundial (2013) indica que se ha implementado la siguiente instrumentación para el funcionamiento del SIATA:

68 pluviógrafos (10 de los cuales cuentan con información meteorológica de velocidad y dirección del viento, humedad relativa y temperatura) distribuidos en 13 cuencas hidrográficas.

25 estaciones de nivel de corrientes de agua.

1 radar meteorológico de banda C de doble polarizado, implementado en el 2011.

9 cámaras, las cuales sirven para el monitoreo en tiempo real del cielo de la ciudad

Disdrómetros para medir la cantidad de gotas que caen en puntos específicos durante un evento de lluvia, medir el diámetro de cada gota y la velocidad con la que cae Instalación de sensores de campo eléctrico; estas pueden detectar actividad de rayos en un radio entre 5 y 10 kilómetros a su alrededor

3 cámaras térmicas ubicadas en puntos estratégicos del Valle de Aburrá para monitorear focos de calor en las laderas y así hacer una detección temprana de incendios forestales

Estaciones de humedad para realizar el monitoreo de laderas; están ubicadas en algunas laderas del área metropolitana e indican el nivel de saturación de humedad de los suelos, temperatura y conductividad eléctrica y determinan, bajo estudios y modelos hidrológicos en los cuales trabaja el Equipo de Hidrología, el nivel de riesgo que representan para la ciudadanía, en términos de posibilidad de ocurrencia de deslizamientos.

Sensor Celiómetro, este es un sensor láser diseñado para tomar perfiles verticales de la atmósfera, que informa acerca de la altura de la base de las nubes y da indicios de la concentración aerosoles en la tropósfera

El SIATA indica que también se cuente con una red de “Ciudadanos Científicos” iniciativa que entrega a 100 ciudadanos del Valle de Aburrá un sensor de medición de calidad de aire y una aplicación para dispositivos móviles que se constituyen como herramientas pedagógicas para realizar un proceso de educación en temas meteorológicos y de calidad del aire.

Radar Perfilador de Vientos; permite monitorear la estructura vertical de los vientos en el valle de Aburrá, mediante ondas electromagnéticas que interactúan con la humedad presente en atmósfera; registrando información desde la superficie hasta 10 km de altura. Esta información permite determinar el potencial de formación de lluvias y tormentas, así como su propagación

El radiómetro se encarga de monitorear la estructura vertical de la atmósfera midiendo variables como temperatura, humedad y cantidad de agua en la atmósfera. Medellín fue la primera ciudad en Colombia en contar con este equipo, que es clave para el pronóstico meteorológico a corto plazo y determinante para entender los fenómenos que se generan en el valle, entre ellos a detectar el grado de inestabilidad atmosférica, al igual que la influencia del estado de la atmósfera en la calidad de aire.

Dentro de sus debilidades el Banco Mundial (2013) indica que falta mayor interacción con el sistema nacional; estos se encuentran desarticulados realizando un traslape de funciones, responsabilidades y uso de recursos de otros proyectos. Se considera que se debe ampliar las redes de monitoreo (densificar), continuar con el desarrollo tecnológico para integrar las redes con el radas meteorológico y poner en marcha un proceso de predicción numérica meteorológica e hidrológica regional; se debe reforzar los datos para la calibración y operación de los modelos meteorológicos e hidrológicos, logrando mayor exactitud en los pronósticos.



Figura 59. Geo portal y APP SIATA. Sistema de alerta temprana de Medellín y Valle de Aburrá, SIATA

Nombre del -SAT-	Ubicación	País	Río	Características de la cuenca	componente		Variables
					Instrumentos	Social	
San Pedro Masahuat	San Pedro Masahuat	El Salvador	Jiboa y Sepaquiapa	Falta de cubierta vegetal. Erosión de suelos. Alta grado de sedimentación. Cambios de pendiente natural del terreno.	46 bases de radio de comunicación. Reglas limnimétricas, monitoreo de caudales. Red de estaciones hidrometeorológicas.	Observadores locales (voluntarios).	Registro de la precipitación pluvial (Pronóstico). Monitoreo del río escalas gráficas (Observadores locales).
Lima y Canta	Lima	Perú	Chillón	Fuertes pendientes y con causas reducidos. Cuenca colectora de los deshielos de la Cordillera de la Viuda. Flujos de lodo de composición arcillosa. Alta grado de sedimentación.	7 estaciones meteorológicas convencionales. Bases de radio comunitarias. Celulares de los observadores locales. Reglas limnimétricas.	Observadores voluntarios de condiciones climáticas, registro de datos de pluviómetros y medición de altura del río.	Estimación de datos precipitación media mensual. Lectura de pluviómetros comunitarios Medición del caudal del río.
Río Cabra	Panamá	Panamá	Cabra	Cuenca sumamente pequeña. Efectos de lluvias conectivas. Reducción de cause. Azolvamiento. Alta grado de sedimentación.	Imágenes Satelitales Radar de ACP (Autoridad del Canal de Panamá) Imágenes satelitales del sistema RAMSDIS (hidroestimador de precipitación pluvial) CAFFG Sistema Satelital de Crecidas Repentinias Transmisiones de las estaciones meteorológicas e Hidrológicas. Lecturas de las reglas en el río. Radios de comunicación SINAPROC-ETESA Sistema de detección de tormentas eléctricas Información horaria de la Autoridad de Aeronáutica Civil (METARES y SPECI).	Vinculado al Sistema Nacional del CEPREDENAC.	Tiempo de concentración de la cuenca. Tiempo total requerido para dar la alerta. Tiempo para registrar y transmitir los datos. Tiempo para realizar la evaluación y cálculos. Tiempo requerido de
Barranquilla	Ciudad de Barranquilla	Colombia	Magdalena	Las precipitaciones torrenciales. La ausencia y falta de capacidad de drenajes y desagües.	Redes de Sensores Inalámbricos o WSN.	Comunicación y divulgación de alertas.	Precipitación pluvial. Caudal del arroyo. Fuerza de empuje de la corriente.
SIATA	Ciudad de Medellín y Valle de Aburrá	Colombia	Medellín	Topografía irregular, Pendientes muy pronunciadas, inundaciones repentinas y rápidas, se generan avalanchas a causa de los derrumbes	68 Pluviógrafos, 10 estaciones de nivel de corriente de agua, 1 radar meteorológico, 9 cámaras, 32 acelerógrafos, disdrómetros, estaciones de humedad, ceilómetro, radar perfilado, radiómetro	100 ciudadanos científicos, comités barriales de emergencia, coordinadores del CLOPAD y comités ambientales CUIDA del área metropolitana	Precipitación pluvial, caudal, viento, humedad, monitoreo del cielo, dimensión de gotas, temperatura, altura de nubes, estructura vertical del viento.

Figura 60. Cuadro comparativo de SAT's

4 Propuesta

4.1 Análisis FODA de los Sistemas de Alerta Temprana del Departamento de Escuintla

4.1.1 Fortalezas

- El departamento ha tenido avances en la implementación de SAT
- Hay lecciones aprendidas después de 20 años
- Existen estudios hidrológicos sobre la amenaza de inundaciones en la mayoría de las cuencas del departamento
- A nivel comunitario se cuenta con estadísticas actualizadas por medio del MSPAS, donde se tienen datos disgregados (genero, edad, discapacidad)
- Las comunidades identifican a la CONRED como líder del tema de Riesgos
- Ya se comprobó que no funciona el equipo de bajo costo
- Hay grupos organizados a nivel comunitario
- Actualmente se cuentan con las COMRED organizadas en el departamento
- La población tiene un conocimiento empírico de la dinámica del río y de las inundaciones
- La población toma en cuenta el conocimiento ancestral, como alerta
- Las municipalidades están haciendo uso del celular para tener una comunicación con los líderes de las comunidades, no específicamente para este tema, pero ya existe el uso de esta tecnología.
- Se cuentan con bases de radio comunicación en algunas comunidades
- El trabajo entre CONRED e ICC en el desarrollo de SAT a nivel Departamental

4.1.2 Oportunidades

- Marco de Sendai
- Importancia del tema a nivel internacional
- Realizar alianzas público-privadas
- Intereses de las empresas del sector agroindustriales en monitorear los eventos hidrometeorológicos
- Inversión del sector privado en la instalación de estaciones meteorológicas e hidrológicas.
- Inversión de proyectos de la Comisión Europea (apoyo en compra de radios para comunidades que no cuentan con equipo de comunicación) organización y capacitación a nivel comunitario
- Existen espacios a nivel departamental para el monitoreo de amenazas, como las mesas técnicas de agua
- Interese del ICC y Universidades en desarrollar estudios, apoyar en acciones de monitoreo y desarrollo de capacidades

- Desarrollo de nuevas tecnologías para el monitoreo de la amenaza
- Las instituciones cuentan con personal multidisciplinario y capacitado a nivel de gobierno (CONRED e INSIVUMEH) y de instituciones de investigación tanto universidades, como del sector privado.

4.1.3 Debilidades

- Confusión en terminología y separación de componentes
- No adoptar y desarrollar un SAT integralmente
- Las municipalidades no tienen interés o no asumen su papel en el tema de Riesgos
- Se sigue realizando una gestión de desastres (reactiva)
- El cambio de autoridades (cuando se logra capacitar e involucrar a los procesos, existe cambio de autoridades y se debe empezar de cero nuevamente)
- Resistencia del personal de CONRED en cambiar y evolucionar su instrumentación.
- A pesar que el trabajo de la Universidad Galileo es muy bueno, no funciona y hubo poco interés de cambiar parte del equipo, para adaptarse a las condiciones de los ríos de la Costa Sur.
- La temporalidad que duran las coordinadoras locales para la reducción de desastres y la falta de seguimiento y desarrollo de capacidades
- La falta de presupuesto y de personal técnico de la SECONRED para llegar a comunidades y continuar con el desarrollo de capacidades y de investigación que fortalezca el SAT
- Falta de presupuesto para restablecer las bases de radio (el principal problema son las baterías)
- Falta de coordinación y protocolos a todo nivel para transmitir las alertas
- Desconfianza de las comunidades y organizaciones de gobierno hacia el sector privado

4.1.4 Amenazas

- La destrucción de las personas a los sistemas de monitoreo, a causa de la ignorancia y desinformación del por qué o para qué sirve el equipo
- El desinterés de la población en comunicar las alertas
- El cambio de gobierno y de personal de las instituciones
- Las falsas alarmas, noticieros o páginas de internet que crean pánico en la población a causa de la desinformación
- El desconocimiento de las amenazas o el impacto de la misma, que puede provocar mayores daños en la población, a causa del acomodamiento. El ejemplo más común es que, piensan que gracias a la construcción de diques longitudinales (bordas) ya no tendrán más inundaciones en su comunidad.
- El bajo presupuesto que se puede obtener para invertir en un SAT a nivel Departamental, a causa de las inversiones anteriores.
- La variabilidad climática que pueden provocar intensas lluvia y provocar inundaciones.

4.2 Propuesta para la implementación y mejoramiento de los SAT del Departamento de Escuintla

El Departamento de Escuintla ha sido pionero en el trabajado de sistemas de alerta temprana a nivel nacional, se ha logrado avanzar en 4 de las 6 cuencas que atraviesan el Departamento de norte a sur. Pero se siguen teniendo debilidades, según se observó en los resultados del análisis que se realizó por componente. De igual forma, aunque en temas de instrumentación se consideraba bastante avance, se logra observar que en la actualidad se carece de instrumentación a nivel local y la que existe tiene muchas debilidades. A excepción de las bases de radio, que siguen siendo un elemento clave en el tema de comunicación; pero a pesar de ser un elemento importante, se está perdiendo el equipo por la falta de inversión económica en relación a la compra de baterías, paneles solares o cambio de reguladores de voltaje.

Con el propósito de mejorar estos sistemas y no perder la inversión e instrumentación que se ha efectuado a nivel de campo, se sugiere efectuar las siguientes acciones de mejora y que sirvan de base para la implementación de nuevos sistemas de alerta temprana a nivel nacional. Es importante mencionar, que no todas las cuenca o ríos son iguales, cada uno tiene su particularidad y dinámica, por tal razón no, se puede dar una receta que deba ser respetada en su totalidad; pero se sugieren actividades comunes para su perfeccionamiento, donde se logre incluir las acciones de cada uno de los componentes que sugiere la lista de comprobación, EWC III (2006). Tampoco se está inventando algo nuevo, únicamente, se está tratando de ordenar e incrementar las acciones donde se tengan mayores vacíos a nivel departamental, incorporando los cuatro componentes, para que en realidad funcione y alerte a la población.

4.2.1 Propuesta componente Conocimiento del Riesgo

En la prioridad 1 del Marco de Sendai (2015) se habla de Comprender el Riesgo; donde se resalta que se debe comprender el riesgo en todas sus dimensiones de vulnerabilidad, capacidad, grado de exposición de las personas y sus bienes; así como conocer y entender las características de las amenazas y el entorno. A nivel de país se cuenta con una serie de estudios tanto de la amenaza de inundaciones como de vulnerabilidad, el problema es la falta de socialización de los mismos.

La CONRED como ente rector en tema de Riesgos, debería ser la institución encargada de avalar cualquier estudio que se genere a nivel nacional en temas de evaluación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo. Se debe fortalecer la alianza con Universidades, centros de Investigación públicos, privados y las ONG para exigir que estos cuenten con un numero de aval donde certifique su recepción y luego pueda ser publicada, asimismo, se entregue una copia al centro de documentación de la CONRED con el objetivo de fortalecer el trabajo que desarrollan y contar con todos los análisis realizados a nivel de territorio.

En el territorio de Guatemala se realizan muchos diagnósticos, evaluaciones, estudios, modelaciones, pero su mayor debilidad, es que estas inversiones quedan archivadas y no llegan los resultados a los verdaderos beneficiarios. Por tal razón, cuando hay nuevas inversiones se vuelve a efectuar los mismos estudios, no teniendo un avance y/o nuevas propuestas en el país. Por lo que EWC (2006) recomienda que se debe establecer un proceso sistemático y uniformizado para recopilar, evaluar y compartir información, mapas y tendencias en cuanto a las amenazas y vulnerabilidades.

A nivel de Secretaría de CONRED se cuenta con estudios y análisis de las características de las amenazas, vulnerabilidad y riesgos; posiblemente se necesite actualizar la información en algunos casos. Es ahí, donde entra el papel de las universidades, ONG, OG y centros de investigación para apoyar en la actualización de dichos modelos, estudios y mapas.

Las municipalidades deben tomar su rol como Coordinadoras y no hacer una gestión de desastres, siendo únicamente reactivos. Se debe realizar una gestión prospectiva para evitar la acumulación de nuevos riesgos; y correctiva para reducir los riesgos actuales. A través de la asesoría de la CONRED debería ser el responsable de actualizar periódicamente los mapas de riesgos e incluir estos resultados en los Planes de Desarrollo Municipal y Ordenamiento del Territorio. Asimismo, garantizar que la información llegue a las comunidades para que estén actualizadas y entiendan el riesgo al que están expuestas.

Son pocas las municipalidades que cuentan con oficinas de Gestión de Riesgos a nivel nacional, en el departamento de Escuintla no existe en ninguna municipalidad esta dirección. Por lo que se sugiere crear estas direcciones, para que sean los responsables a nivel territorial de apoyar en temas de gestión de riesgos a nivel prospectivo y de llevar el control o identificación del incremento del riesgo a nivel comunitario. Asimismo, sea el centro de documentación a nivel de Municipio, donde se cuente con toda la información geográfica e información completa sobre los riesgos, desastres y amenazas.

La EWC (2006) sugiere fortalecer la interacción entre comunidad e industria para garantizar que la información sobre riesgos sea exhaustiva e incluya el conocimiento histórico e indígena.

Se debe fortalecer a nivel nacional el centro de documentación de CONRED, para lograr tener disponibilidad actualizada de toda la información que se genera relacionada al tema. También se debe fortalecer al INSIVUMEH para realizar análisis o estudios más específicos a nivel de cuenca con información histórica.

4.2.2 Propuesta componente Servicio de Seguimiento y Alerta

Dentro de este componente se debe garantizar que el servicio sea eficaz, que se genere un monitoreo constante de la amenaza y que la alerta de la amenaza se por medio de una base sólida científica y tecnológica de la mano con el ente rector (INSIVUMEH) en el monitoreo de amenazas (UNISDR 2006b).

A nivel nacional se tiene establecidos los mecanismos a seguir al momento de establecer una alerta en relación a cualquier amenaza. A nivel de Departamento es donde se tiene debilidades, porque nadie quiere asumir su responsabilidad. La mayoría de veces se carga dichas responsabilidades a los delegados departamentales, quienes a su vez deben responder a un cierto número de comunidades y municipios en un corto tiempo; esta recarga de trabajo es por el propio desconocimiento de la ley y por la falta de interés de los responsables a nivel departamental y municipal.

Es importante establecer un protocolo donde se definan las responsabilidades y los canales de comunicación a nivel nacional, departamental, municipal y comunitario.

Se debe contar con Planes locales, municipales y departamental con el fin de establecer los mecanismos y canales de comunicación y monitoreo, para evitar duplicidad de funciones, garantizando la emisión de las alertas.

Los canales de comunicación con la CONRED, deben estar establecidos y activos, para conocer la emisión de boletines del INSIVUMEH y otros entes internacionales, canalizados siempre por la Coordinadora Nacional; con el objetivo de evitar incertidumbre y falsas alarmas.

Se deben conformar/reactivar o reorganizar las COLRED, COMRED del departamento para contar con una base de datos actualizada y mantener activa la comunicación entre comunidad y municipalidad.

Se sugiere realizar un intercambio semestral o trimestral, con voluntarios de comunidades para informarles y capacitarles sobre temas relacionados al monitoreo de la amenaza y las alertas.

Por lo menos 1 vez cada dos años, se tiene que realizar ejercicios donde se ponga a prueba todo el sistema de alerta, con el propósito de fortalecer las debilidades del mismo. (Se sugiere cada dos años por los altos costos que este puede ocasionar).

La población identifica y conoce que en la CONRED se tiene un centro de atención con personal en todo momento 24/7.

4.2.2.1 Monitoreo de la amenaza

El tema de monitoreo, es un aspecto donde más se debe poner atención a nivel departamental. Se debe iniciar replanteando la instrumentación que se ha utilizado en los últimos años; ésta debe evolucionar con la tecnología que se tiene en la actualidad. Se considera importante involucrar al sector Privado y academia para el desarrollo de nueva tecnología basada en lo técnico y científico.

No se debe olvidar las condiciones y circunstancias a las que estará expuesto el equipo, a causa de las acciones naturales y humanas a nivel de cuenca. Este se debe adaptar a todas las circunstancias.

El equipo que se instale debe funcionar en todo momento, no debe estar condicionado a tiempo de aire, saldo o número de mensajes, este debe ser constante y confiable; garantizando que enviará información en los momentos más críticos.

Para el monitoreo y establecimiento del sistema de alerta temprana se deben establecer dos factores muy importantes, siendo estos;

- **monitoreo continuo de la lluvia y**
- **monitoreo de la humedad del suelo**

Se debe establecer una red de pluviómetros y sensores de humedad que funcionen teleméricamente; con el propósito que envíen información en tiempo real, con intervalos de regulares de tiempo entre 5, 10, 15 o 20 minutos; que estos sean transmitidos a un sistema central de monitoreo el cual debe ser el ente rector, que se encarga de transmitir las alertas.

Estos sensores se deben distribuir en toda la cuenca, en el caso del río María Linda se tiene las mayores precipitaciones en la parte alta y media alta, donde se debería de tener la mayor cantidad de pluviómetros y en las partes medias y bajas contar con más sensores de humedad del suelo, con el propósito de emitir alertas y el desarrollo de modelos matemáticos; en el caso de las cuencas como Madre Vieja, Coyolate y Achiguate donde los mayores acumulados de precipitación se tienen en la parte media, se debe tener mayor concentración y monitoreo continuo de lluvia y en las comunidades de la parte media y baja contar con sensores de humedad del suelo.

Contar con una red de estaciones meteorológicas es importante, para medir diferentes variables como los es la temperatura, humedad relativa del ambiente, dirección y velocidad del viento. El ICC cuenta con 15 estaciones meteorológicas distribuidas en las 6 cuencas del departamento de Escuintla y 1 en la parte alta de la cuenca del río Coyolate, en el departamento de Chimaltenango. Información que es de libre acceso y cuenta con un control de calidad; el mantenimiento de las estaciones es constante, y continuo con intervalos de 15 minutos, la actualización de información.

En el tema de monitoreo de los caudales, Lopardo y Seoane (2000) indican que “las actividades de manejo operacional de crecidas puede considerarse como una secuencia de cuatro actividades: a) detección hidrometeorológica de la probabilidad de formación de crecidas, b) pronóstico de las condiciones de escurrimiento, c) alerta de la severidad y tiempo en que llegará la crecida, d) respuesta a la emergencia por parte de autoridades y pobladores”.

El monitoreo de los niveles del caudal es de suma importancia; para esto se recomienda contar con una red de sensores de nivel, los cuales se deben instalar en la desembocadura de cada microcuenca. Estos puntos deben ser analizados estratégicamente para lograr determinar el caudal de escurrimiento. Asimismo es recomendable contar con escalas hidrométricas instaladas estratégicamente para la medición del caudal.

Se recomienda una alianza Público-Privada con el INSIVUMEH, para garantizar la operatividad de las estaciones que actualmente se tienen instaladas en estas cuencas de estudio. Asimismo, apoyar con la constante calibración de dichas estaciones. El ICC, durante el presente año (2017) instaló la primera estación hidrológica con tecnología ultrasónica; estación que se encuentra a prueba y en etapa de calibración, se espera que para inicios del año 2018, se tenga la segunda estación instalada en la desembocadura para medir el tiempo de propagación del caudal.

Es importante que toda la información que se puede generar por medio de los diferentes sensores, se almacene en un servidor; información que será de mucha utilidad para el desarrollo de modelos matemáticos de predicción de crecidas en un determinado tiempo, ya sea de horas o días de anticipación a las inundaciones.

Es importante evaluar la información que está generando el radar meteorológico del INSIVUMEH, ya que este puede servir para realizar un barrido atmosférico, basado en el efecto Doppler. Este se basa en la emisión de ondas que rebotan en las gotas de agua de las nubes, por lo que se puede medir la cantidad de agua que ella transportan, pudiendo predecir las lluvias con horas o días de antelación (López 2005).

Es importante tener instalada toda la instrumentación anteriormente descrita a nivel de cuenca, pero se considera más importante el uso e interpretación de la información. Para ello se necesita contar con personal multidisciplinario, que esté capacitado y realice una correcta interpretación de la información, que pueda mantener el equipo y calibrar el mismo.

Se deben emitir las alertas según las normas y protocolos establecidos. Esta debe hacerse de forma eficiente y oportuna.

Es importante establecer un presupuesto y mantenimiento constante del equipo, para garantizar el buen funcionamiento sobre todo en momentos de mayor emergencia.

4.2.3 Propuesta componente Difusión y Comunicación

Es necesario establecer una cadena de difusión de las alertas, para garantizar que las alertas generadas por el sistema CONRED, lleguen a nivel municipal y este baje a nivel comunitario.

Con el tema de la instrumentación es importante contar con tecnología GPRS para la transmisión de las estaciones hasta el servidor, garantizando que el flujo de la información sea más constante y que en la central de monitoreo se cuente con información actualizada de todas las variables monitoreadas.

A nivel Municipal y comunitario; el uso de los celulares es un elemento clave para transmitir cualquier tipo de alerta, garantiza que el mensaje llegará a todos los contactos.

A nivel de comunidades se necesita fortalecer las funciones y responsabilidades del voluntario, con el propósito de difundir ampliamente la alerta, y lograr que llegue a todos los hogares. Para esto es necesario utilizar sirenas e instalarse a nivel comunitario, en puntos estratégicos.

Es necesario dar mantenimiento y restablecer todas las bases de radio comunicación, este es un mecanismo clave en todo momento. Garantiza seguir en comunicación con las comunidades y que los voluntarios sigan informando de la situación de su comunidad. Se necesita capacitar a los voluntarios sobre el uso e importancia de las bases de radio.

Se considera importante retirar las bases de radio donde los voluntarios no deseen tenerla o no den correcto uso del mismo.

Es necesario establecer alianzas con los medios de comunicación, para que se transmita una correcta información y alerta; evitando que generen información alarmante a la población.

Por medio del proyecto DIPECHO X el ICC ha entregado 10 radios portátiles a la CONRED, para que estos sean distribuidos en comunidades y municipalidades donde carezcan de este sistema de comunicación, con el nivel central. También se adquirieron 10 baterías para el restablecimiento de bases de radio, a nivel departamental. Pero continúa siendo necesario la instalación de radios a nivel de municipalidades, así como concientizar al personal para su correcto uso.

4.2.4 Propuesta componente Capacidad de Respuesta

Es necesario reorganizar y crear una campaña de sensibilización y fortalecimiento de las COLRED's, la población desconoce sobre la temporalidad de las acreditaciones, por tal razón en algunas comunidades continúan trabajando en equipo. Para estos grupos organizado es necesario realizar talleres y fortalecer sus capacidades, evitando se pierda el interés de pertenecer a la Coordinadora.

Es importante vincularlo con el COCODE de la comunidad e involucrar a los niños y jóvenes dentro de estas campañas de sensibilización.

Se necesita actualizar y hacer en otros casos los planes para la atención de emergencias de los municipios y comunidades.

Se debe capacitar a la población sobre los SAT, establecer rutas de evacuación, albergues, que hacer al momento de una emergencia. Capacitar sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Indicar cuales son los medios de comunicación fiables al momento de recibir una alerta.

Capacitarlos sobre el tipo de alertas que se emiten, como usar la tecnología instalada, apoyar en dar un mantenimiento básico

Se deben realizar campañas de sensibilización a través de spots publicitarios.

5 Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- El departamento de Escuintla ha sido la base para el desarrollo e implementación de proyectos relacionados a SAT a nivel nacional, debido a la recurrencia de sus inundaciones, esto hace que ya se tengan algunas bases establecidas y no se encuentre totalmente en cero. Al evaluar los diferentes componentes del SAT se observa que ha habido algunos avances por medio de inversiones tanto de instituciones nacionales como internacionales, sin embargo, estas acciones están decayendo por la falta de interés, seguimiento y fortalecimiento de parte del sector público (municipalidades, INE, CONRED, INSIVUMEH, MSPAS entre otras) y comunidad.
- Es necesario socializar a nivel Departamental, municipal y comunitario los análisis y estudios que se generen en relación al tema de riesgo de Inundaciones, con el propósito que la población conozca y comprendan sus principales riesgos; para realizar una gestión prospectiva y correctiva.
- Las bases de radio siguen siendo elemento clave para las comunidades, pero el uso de la nueva tecnología como el celular y el uso de las redes sociales (app) son claves en la actualidad, para lograr una comunicación efectiva entre comunidades y municipalidad, así como transmitir una señal de alerta por crecidas de ríos.
- La instrumentación que actualmente se encuentra instalada en los ríos para el monitoreo de caudal, no está funcionando y no ha funcionado. Dentro de las principales causas de fallo, se tuvo el exceso de sedimentos de los ríos, provocando taponamiento en el ingreso del agua hacia la sonda; la fragilidad del equipo, debido a la exposición de sus cables; la falta de señal por el uso de tecnología; la corrosión del equipo a causa de la salinidad del agua; adicionalmente los problemas sociales provocando la destrucción de tubos, cortes de alambres.
- Se necesita reinventar y/o renovar todo el sistema de monitoreo, por medio de la utilización de sensores más específicos que midan diferentes variables en tiempo real y teleméricamente. Si se desea dar un paso más en el monitoreo y poder alertar a las personas con horas o días de anticipación, no se puede seguir pensando en lo mínimo o más barato (lo barato sale caro) se debe evolucionar y garantizar la seguridad de la vida humana, y para ello se debe invertir en sensores de mejor calidad y que se adapten a las condiciones de los ríos.
- Es necesario fortalecer las alianzas público-privadas a nivel del departamento y garantizar la unión entre ambos sectores para el desarrollo eficaz de un Sistema de Alerta Temprana, centrado en el resguardo de la población y sus principales medios de vida.
- A nivel latinoamericano se tienen grandes avances en el desarrollo de SAT, sobre todo en Sur América, donde han desarrollado sistemas basados en alta tecnología, conformando equipos de trabajo multidisciplinarios para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas y poder alertar en tiempo real a la población. Siendo este un referente para la implementación de un nuevo sistema de alerta temprana, pudiendo desarrollarse con multiamenazas, tanto para sequías, inundaciones y deslizamientos.

5.2 Recomendaciones

- Se debe diseñar una estrategia de intervención para la conformación y acreditación de las Coordinadoras Municipales y Locales para la Reducción de Desastres en el Departamento de Escuintla.
- Actualizar los estudios y mapas de percepción de riesgos a través de talleres a nivel local y municipal.
- Se recomienda hacer un inventario de todas las bases de radio del departamento de Escuintla, para conocer su estado real y dar mantenimiento para su restablecimiento.
- La CONRED actualmente cuenta con una APP para información y monitoreo, se considera que esta debería de ser una herramienta que se puede aprovechar para la transmisión de alertas; pero se debe promover más a nivel de las COMRED. A nivel local, se puede aprovechar los celulares para que la población reciba un mensaje de texto sobre el nivel de alerta, ya sea por mensaje de texto o utilizando las redes sociales.
- Se requiere realizar un convenio público-privado con las empresas de telefonía a nivel nacional para obtener el servicio de mensajes gratuitos y poder alertar a toda la población sobre algún tipo de emergencia.
- Realizar una alianza entre el Sector Privado y Academia, para el desarrollo de nueva tecnología y apoyo al INSIVUMEH con las actuales estaciones hidrométricas que se tienen a nivel de departamento.
- Es necesario cambiar de tecnología e innovar, aprovechando los nuevos recursos; medir nuevas variables y no solo depender del monitoreo del caudal.
- Es importante seguir indagando el trabajo que desarrollan otros países y tratar de efectuar un intercambio de experiencias o tener asesoría para el desarrollo del sistema de alerta temprana a nivel de Departamento.

6 Bibliografía

- Acosta, Antonio. n.d. "Características Y Prevención de Fenómenos Hidrometeorológicos."
- Alfaro, German, Thylma Chamorro, and Alex Guerra Noriega. 2013a. "Cooperación Interinstitucional Para La Gestión de Riesgo a Inundaciones: El Sistema de Alerta Temprana En Las Cuencas de Los Ríos María Linda Y Los Esclavos, Guatemala." In *"El Cambio Climático: Enfoques Latinoamericanos E Internacionales Antes Sus Amenazas,"* edited by Walter Leal Filho, Nelson Amaro, José Milan, and Robert Guzman, 278. Guatemala.
- . 2013b. "Cooperación Interinstitucional Para La Gestión de Riesgo a Inundaciones: El Sistema de Alerta Temprana En Las Cuencas de Los Ríos María Linday Los Esclavos, Guatemala." In *"El Cambio Climático: Enfoques Latinoamericanos E Internacionales Antes Sus Amenazas,"* edited by Walter Leal Filho, Nelson Amaro, José Milan, and Robert Guzman, 278.
- Americanos, Estados. 2010. "Manual Para El Diseño, Instalación, Operación Y Mantenimiento de Sistemas Comunitarios de Alerta Temprana Ante Inundaciones Organización."
- Ban Ki-moon. 2007. "Día Internacional Para La Reducción de Los Desastres." <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/prensa/noticias/comunicados/9/30049/P30049.xml&xsl=/prensa/tpl/p6f.xml&base=/prensa/tpl/top-bottom.xsl>.
- Banco Mundial. 2013. "SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA POR FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN COLOMBIA: HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN MOMENTOS DE EMERGENCIAS." Baranquilla, Colombia. <http://documents.worldbank.org/curated/en/552431468242406765/pdf/884980WPOSPANI00Box385225B00PUBLIC0.pdf>.
- Basterrechea, Manuel., and Asociados S.A. 2000. "Desastres Naturales Y Zonas de Riesgo En Guatemala.pdf." <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0089/doc0089.pdf>.
- Caballero, José. 2011. "Las Avenidas Torrenciales: Una Amenaza Potencial En El Valle De Aburrá." *Revista Gestión Y Ambiente* 14 (3): 45–50. http://www.bdigital.unal.edu.co/6118/1/Gest._y_Amb._Vol.14,_no._3.pdf.
- Cama-Pinto, A., G.D. Pineres-Espitia, R. Zamora-Musa, M. Acosta-Coll, J.G. Caicedo-Ortiz, and J.A. Sepulveda-Ojeda. 2016. "Design of a Wireless Sensor Network for Monitoring of Flash Floods in the City of Barranquilla Colombia." *Ingeniare : Revista Chilena De Ingeniería* 24 (0718–3305): In Press. www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052016000400005&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- CENAPRED. 2009. "Inundaciones."
- . 2010. "Sistemas de Alerta Temprana Con Enfoque de Género." In , 18. http://www.cenapred.unam.mx/simposioDIRDN/documentos/documentosGral/R_Quaas_SAT.pdf.

- Centro de Cambio Global, Universidad de Chile. 2009. "Modelación Hidrológica Y De Recursos Con El Modelo Weap." *Universidad Catolica de Chile*, 86.
- Centroamericano, Programa, Alerta Temprana, Plataforma Regional, Secretaria Ejecutiva, Coordinadora Nacional, and Para La. n.d. "D O C U M E N T O D E P R O Y E C T O."
- Centroamericano, Programa, Alerta Temprana, Plataforma Regional, Informe Final, Secretaria Ejecutiva, Coordinadora Nacional, and Para La. 2009. "D E L A C U E N C A D E L R Í O C O Y O L A T E , A N Á L I S I S H I D R O L Ó G I C O , P R O P U E S T A S D E R E D I S E Ñ O Y Contenido."
- CEPAL. 2005. "EFECTOS EN GUATEMALA DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES Y LA TORMENTA TROPICAL STAN , OCTUBRE DE 2005." <http://www.segeplan.gob.gt/stan/docs/informeguatemala.pdf>.
- CONRED, Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. n.d. "Glosario." Guatemala. <http://conred.gob.gt>.
- Constituyente, Asamblea Nacional. 1985. *Constitución Política de La Republica de Guatemala*.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. 2014. "Ley Y Reglamento," 1–140.
- Damman, Gregory. 2008. *Sistemas de Información Y Alerta Temprana Para Enfrentar Al Cambio Climático* *Sistemas de Información Y Alerta Temprana Para Enfrentar Al Cambio Climático*. Edited by Grégory Damman and Responsables. Primera ed. Lima, Perú. www.solucionespracticas.org.pe.
- Davila, Dilma. 2011. "21 Experiencias de Sistemas de Alerta Temprana En América Latina." Lima, Perú. <http://www.solucionespracticas.org.pe/21-experiencias-de-sistema-de-laerta-temprana-en-america-latina>.
- Davila, X. 2011. "Equipo de Respuesta a Emergencias Comunitarias Inundaciones," 1–8.
- Departamento Administrativo de Planeación Medellín. 2006. "Documento Técnico de Soporte POT." Medellín, Colombia. [https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcccontent/Sites/Subportal del Ciudadano/Plan de Desarrollo/Secciones/Información General/Documentos/POT/medellinPoblacion.pdf](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Plan%20de%20Desarrollo/Secciones/Informaci%20n%20General/Documentos/POT/medellinPoblacion.pdf).
- Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente., and Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de los Estados Americanos. 1991. *Desastres , Planificaci{ó}n Y Desarrollo : Manejo de Amenazas Naturales Para Reducir Los Da{ñ}os*. <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/oea57s.pdf>.
- ERN-CAPRA. n.d. "Metodología de Modelación Probabilística de Riesgos Naturales." Nicaragua.
- Eslava Morales, Hector, Martin Jimenez Espinosa, Marco Antonio Salas Salinas, Fermin García Jimenez, and María Teresa Vázquez Conde. 2005. "Fenómenos Hidrometeorológicos." *Elaboración de Mapas de Riesgo Por Inundaciones Y Avenidas Súbitas En Zonas Rurales, Con Arrastre de Sedimentos*, 181–247.
- Fortes, Antonio. 2006. "El Problema de Las Inundaciones Y Sus Posibles Soluciones," no. 2004: 1–10. [https://portal.uc3m.es/portal/page/portal/inst_pascual_madoz/Publicaciones/Otras_publicaciones/riesgos por inundaciones.p](https://portal.uc3m.es/portal/page/portal/inst_pascual_madoz/Publicaciones/Otras_publicaciones/riesgos%20por%20inundaciones.p).

- Goldammer, Johann. 1997. "Anexo I." Ginebra, Suiza.
<http://www.bvsde.paho.org/bvsci/e/fulltext/incendio/anexoi.pdf>.
- INSIVUMEH. 2008. "BOLETIN No. 11." Guatemala.
- Jacks, Elliot, Jim Davidson, H G Wai, Aportaciones De Charles Dupuy, and Vlasta Tutis. 2010. "Guidelines on Early Warning Systems and Application of Nowcasting and Warning Operations (PWS 21)." *Organización Meteorológica Mundial (OMM)*.
http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/publicationsguidelines_en.htm.
- Kingma, Nanette, Cees Van Westen, and Ruben Vargas. 2003. "Identificación de Inundaciones," 1–45.
- Lopardo, Raul, and Rafael Seoane. 2000. "Resumen : " *Ingeniería Del Agua* 7: 11–21.
- López, José Luis. 2005. "Estrategias de Mitigación Y Control de Inundaciones Y Aludes Torrenciales En El Estado Vargas Y En El Valle de Caracas : Situación Actual Y Perspectivas Futuras," 23.
- Maskrey, Compilador: Andrew. 1993a. "Evaluacion de La Amenaza, La Vulnerabilidad Y El riesgo 'Elementos Para El Ordenamiento Y La Planeación Del Desarrollo.'" *Taller Regional de Capacitación Para La Administración de Desastres ONAD/PNUD/OPS/UNDRO*, 140.
- . 1993b. "Evaluacion de La Amenaza, La Vulnerabilidad Y El riesgo 'Elementos Para El Ordenamiento Y La Planeación Del Desarrollo.'" *Taller Regional de Capacitación Para La Administración de Desastres ONAD/PNUD/OPS/UNDRO*, 140.
- Narváez, Lizardo, Allan Lavell, and Perez Ortega. 2009. *La Gestión Del Riesgo: Un Enfoque Basado En Procesos*. Primera Ed. Peru.
- OEA. 1993. "Manual Sobre El Manejo de Peligros Naturales En La Planificación Para El Desarrollo Regional Integrado ÍNDICE." Washington, D.C.
<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch13.htm#1>. inundaciones, llanuras de inundación y áreas inundables.
- OEA/USAID. 1991. *Desastres , Planificación Y Desarrollo : Manejo de Amenazas Naturales Para Reducir Los Daños*. <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/oea57s.pdf>.
- Pérez, Wanderlay. 2015. "ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE HURACANES DEL ATLANTICO –SATHA- EN LA COMUNIDAD DE MEDIA LUNA EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL." San Pablo de Guatemala.
- Prensa Libre. 2012. "ONU: Desastres de Los Últimos 20 Años Mataron a 1.3 Millones de Personas." *ONU*, June 13. http://www.prensalibre.com/internacional/Desastres-mataron-millones-personas-ONU_0_718128284.html.
- Restrepo, Piedad; Roldan, Luis Miguel; Hernandez, Paula; Vallejo, Felipe. 2015. "Medellin Como Vamos." <http://www.medellincomovamos.org/quienes-somos/>.
- Sacalxot, A., S. Santay, and E. Say. 2013. "Sistematización de Sistemas de Alerta Temprana Ante Inundaciones Comunitario, de Las Cuencas de Los Ríos Los Esclavos Y Maria Linda." [http://www.desaprender.org/fileSendAction/fcType/5/fcOid/387341836538990801/fodoid/387341836538990800/SistematizaciónherramientaSATComunitario.pdf%5Cnhttp://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Sistematizacion de Sistemas de Alerta Temp](http://www.desaprender.org/fileSendAction/fcType/5/fcOid/387341836538990801/fodoid/387341836538990800/SistematizaciónherramientaSATComunitario.pdf%5Cnhttp://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Sistematizacion%20de%20Sistemas%20de%20Alerta%20Temp).

- Salud, Ministerio de. n.d. "Las Inundaciones." Argentina. <http://www.msal.gob.ar/salud-y-desastres/index.php/riesgos-de-desastres-en-argentina/principales-amenazas/inundaciones>.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplan). 2011. "Plan de Desarrollo Departamental, Escuintla 2011-2025."
- SEGEPLAN. 2011. *Plan de Desarrollo Integral Del Litoral Del Pacífico*. Guatemala. <http://www.segeplan.gob.gt/2.0/media/k2/attachments/dlp.pdf>.
- Talledo, Cesar. 2010. "Lecciones Aprendidas de La Gestión Del Riesgo En Procesos de Planificación E Inversión Para El Desarrollo Lecciones Aprendidas de La Gestión Del Riesgo En Procesos de Planificación E Inversión Para El Desarrollo." Perú. http://www.unisdr.org/files/18953_leccionesderiesgovf911.pdf.
- The United Nations, and The World Bank. 2010. *Peligros Naturales, Desastres Evitables. La Economía de La Prevención Efectiva*.
- UNESCO. 2011. "Inventario Y Caracterización Sat." Panamá. <http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/San-Jose/pdf/Informe SAT Panama.pdf>.
- . 2012. "Inventario Y Caracterización de Los Sistemas de Alerta Temprana En América Central." San José, Costa Rica. <http://www.unesco.org/new/es/sanjose/natural-sciences/proyecto-dipecho/>.
- . 2013a. "Propuesta Para El Fortalecimiento de La Temática SAT En Centroamérica."
- . 2013b. "Propuesta Para El Fortalecimiento de La Temática SAT En Centroamérica."
- UNISDR, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. 2006a. "Desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana : Lista de Comprobación." In , 10. Bonn, Alemania. http://www.unisdr.org/files/608%7B_%7Dspanish.pdf.
- . 2006b. "Desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana : Lista de Comprobación." In , 10. Bonn, Alemania. http://www.unisdr.org/files/608_spanish.pdf.
- . 2009a. "Terminología Sobre Reducción Del Riesgo de Desastres." Ginebra, Suiza. http://www.unisdr.org/files/7817%7B_%7DUNISDRTerminologySpanish.pdf.
- . 2009b. "Terminología Sobre Reducción Del Riesgo de Desastres." Ginebra, Suiza. http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf.
- Universidad Galileo. n.d. "Manual General sistemas de alerta temprana para la prevención de desastres Índice."

Guatemala, octubre 10 de 2019.

Señor Decano
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala
MSc. Edgar Armando López Pazos

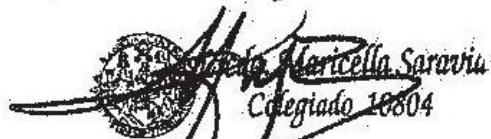
Presente.

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento que con base en el requerimiento del estudiante de la **MAESTRÍA EN GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS** de la Facultad de Arquitectura –USAC–, **ARQ. GERMAN GUALBERTO ALFARO RUIZ**, Número de Colegiado: **2594** y Carné de Maestría: **100018439**, realicé la Revisión de Estilo de su trabajo final de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA ANTE INUNDACIONES EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, asesorado por el Dr. Marvin Salguero, previamente a conferírsele el Grado Académico de *Magister / MSc. en gestión para la reducción de riesgos*.

Y, habiéndosele efectuado al trabajo referido, las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta, cumple con la calidad técnica y científica requerida, por lo que recomiendo darle continuidad a los trámites correspondientes, antes de que se realice la impresión de dicho documento de investigación.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,



M.A. Maricella Saravia
Colegiado 10804

M.A. Maricella Saravia de Ramírez
Colegiada 10,804

M.A. Maricella Saravia de Ramírez
Licenciada en la Enseñanza del Idioma Español - de la Literatura
Especialidad en corrección de textos científicos universitarios

Teléfonos: 3123 8900 - 5838 2093 - 2252 9859 - ✉ maricellasaravia@hotmail.com

“Evaluación de los Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones en el departamento de Escuintla”.

Maestría de Gestión para la Reducción del Riesgo



Arq. German Gualberto Alfaro Ruiz
Sustentante



Ph.D. Marvin Salguero
Asesor de tesis





M.Sc. Thylma Chamorro
Consultor de Tesis



M.Sc. Obdulio Fuentes
Consultor de Tesis

IMPRIMASE

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”



M. Sc. Arq. Edgar Armando López Pazos
Decano Facultad de Arquitectura
USAC

