

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del mar

“PROPUESTA DE UN DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTA
TEMPRANA POR INUNDACIÓN EN EL SECTOR DE MONTE SINAI,
GUAYAS-ECUADOR”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniería Oceanográfica

Presentado por:

Elvis Joel Piguave Tarira

Miriam Daniela Fernández Bustamante

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres y hermanos los cuales siempre me apoyaron sobre el camino que deseaba tomar y me apoyaban todos los días en lo que me planteaba a realizar; a nuestros tutores de proyecto; al INAMHI por su apoyo directo como tutores externos del presente proyecto.

De igual forma a las instituciones que nos brindaron información y guía para realizar nuestro proyecto; el Ilustre Municipio de Guayaquil y al Servicio Nacional de Gestión de Riesgos.

Elvis Joel Piguave Tarira

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi familia, en especial a mi padre (que sé que desde el cielo se encuentra orgulloso de mí), a mi consejero académico Franklin Ormaza Ph. D., a nuestros tutores de INAMHI por confiar en nuestra propuesta del Sistema de Alerta Temprana, al departamento de Educación Organizacional Continua por su apoyo, a Leandro Pombo y a Janneth AVECILLAS por su ayuda.

También se lo dedico a la Dirección de Gestión de Riesgos de la M.I. Municipalidad de Guayaquil y al Servicio Nacional de Gestión de Riesgos, con el deseo de que se aplique esta propuesta.

Miriam Daniela Fernández Bustamante

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a Dios, por darme la fortaleza mental para culminar esta etapa. A mis padres por brindarme la educación para aspirar un futuro prometedor y cumplir mis metas.

A mis hermanos quienes siempre expresaban de alguna u otra forma sus palabras de aliento.

A la Facultad de Marítima y Ciencias del Mar, sus autoridades, docentes y trabajadores por su orientación.

Al INAMHI por darnos la oportunidad de realizar este proyecto en su organización.

Elvis Joel Piguave Tarira

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a Dios, a mi familia, a mi compañero Elvis Piguave por su invaluable apoyo durante la realización de este proyecto y a mis amigos Reyes, Ponce, Palacios, Morán, Novillo, Zambrano, Carrillo, Arreaga y Narváez.

Agradezco también a nuestros tutores Luis Altamirano, M. Sc., Jonathan Cedeño M. Sc., Ing. José González e Ing. Carlos Navarro por guiarnos cálidamente y ayudarnos con todo lo necesario para encaminar bien el proyecto.

Miriam Daniela Fernández Bustamante

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Elvis Joel Piguave Tarira* y *Miriam Daniela Fernández Bustamante* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOl realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Elvis Joel Piguave
Tarira



Miriam Daniela
Fernández Bustamante

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:
**LUIS MIGUEL
ALTAMIRANO
PEREZ**

.....
Nombre del Profesor

LUIS MIGUEL ALTAMIRANO PÉREZ



Firmado electrónicamente por:
**LUIS MIGUEL
ALTAMIRANO
PEREZ**

.....
Nombre del Profesor

LUIS MIGUEL ALTAMIRANO PÉREZ

RESUMEN

El presente documento contiene la propuesta de un sistema alerta temprana por inundaciones para el sector de Monte Sinaí en la ciudad de Guayaquil en Ecuador. Un sistema alerta temprana es aquel conjunto de acciones encaminadas a proteger y resguardar la seguridad de seres vivos, estructuras, naturaleza e inmuebles contra diversos agentes naturales o antropogénicos que ponen en peligro o riesgo su integridad. También incluye la protección mediante la prevención del impacto de, en este caso, las precipitaciones. El objetivo del diseño de este sistema se cumplió por medio del cálculo de un umbral de lluvia sectorizado y con el propósito de añadir a futuro una nueva estación meteorológica ubicada en la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar con el fin de mejorar la red de datos provista por INAMHI para este efecto. Este objetivo fue desarrollado con el justificativo del historial de noticias que datan de eventos de lluvias de abundante intensidad que se convierten en factores claves en el desarrollo de inundaciones para el sector estudiado. Los materiales empleados han sido medios tecnológicos para realizar investigaciones, las estaciones meteorológicas y los datos que el INAMHI obtuvo de ellas. Además, se empleó la base legal de cada organismo involucrado y la lista de comprobación de la tercera conferencia internacional sobre alerta temprana del 2006. Los resultados obtenidos han sido el diseño de las comunicaciones a establecerse para cada escenario planteado a partir de los diferentes niveles de riesgo posicionados por medio del umbral empírico de precipitaciones.

Palabras Clave: Alerta temprana, Precipitación, Umbral, Comunicación, Riesgo.

ABSTRACT

This document contains the proposal for an early warning system for floods for the Monte Sinaí sector in the city of Guayaquil in Ecuador. An early warning system is that set of actions aimed at protecting and safeguarding the safety of living beings, structures, nature and real estate against various natural or anthropogenic agents that endanger and at risk their integrity. It also includes protection by preventing the impact of, in this case, precipitation. The design objective of this system was met by calculating a sectored rain threshold and with the purpose of adding a new meteorological station located in the Faculty of Maritime Engineering and Marine Sciences in the future to improve the network of data provided by INAMHI for this purpose. This objective was developed with the justification of the history of news dating back to intense rainfall events that become key factors in the development of floods for the studied sector. The materials used have been technological means to carry out research, weather stations and the data that INAMHI obtains from them. In addition, the legal basis of each organization involved and the checklist of the third international conference on early warning in 2006 were used. The results obtained have been the design of the communications to be established for each scenario proposed from the different levels of risks positioned by means of the empirical precipitation threshold.

Keywords: Early warning, Precipitation, Threshold, Communication, Risk.

ÍNDICE GENERAL

<i>RESUMEN</i>	<i>I</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>II</i>
<i>ÍNDICE GENERAL</i>	<i>III</i>
<i>ABREVIATURAS</i>	<i>VI</i>
<i>SIMBOLOGÍA</i>	<i>VII</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>VIII</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	<i>IX</i>
<i>CAPÍTULO 1</i>	<i>1</i>
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Marco teórico	4
1.4.1 Sistema de Alerta Temprana.....	4
1.4.2 Gestión de Riesgos	5
1.4.3 Red Pluviométricas	7
1.4.4 Umbral de Precipitación	7
<i>CAPÍTULO 2</i>	<i>9</i>
2. Metodología	9
2.1 Localización	9
2.2 Conocimiento del Riesgo	10
2.3 Servicio de seguimiento y alerta	11

2.3.1	Identificación de actores.....	13
2.3.2	Parámetro de medición y amenaza de inundación.....	14
2.4	Difusión y Comunicación	21
2.4.1	INAMHI.....	21
2.4.2	Secretaria de Gestión de Riesgos.....	22
2.4.3	Ilustre Municipio de Guayaquil	26
2.5	Capacidad de respuesta	26
2.6	Gobernabilidad y arreglos institucionales	27
CAPÍTULO 3.....		28
3.	Resultados y Análisis	28
3.1	Umbral de Precipitación para el sector de Monte Sinaí	28
3.2	Flujogramas de acción.....	29
3.2.1	Flujograma de Aviso para escala verde de precipitación y nivel 1 de riesgo	30
3.2.2	Flujograma de alerta para escala amarilla de precipitación y nivel 2 de riesgo	30
3.2.3	Flujograma de alerta para escala roja de precipitación y nivel 2 de riesgo	32
3.3	Inventario y cotización de estación meteorológica en FIMCM	34
CAPÍTULO 4.....		35
4.	<i>Conclusiones y Recomendaciones</i>	35
4.1	Conclusiones	35
4.2	Recomendaciones	35
BIBLIOGRAFÍA.....		36
APÉNDICES		40
4.3	Marco Legal	1
5.	Gráficos.....	2

5.1	Gráficos de tendencias potenciales	2
6.	Inventario	6
7.	Actividades.....	8

ABREVIATURAS

CIRD	Centro Regional de Información sobre Desastres para América Latina y el Caribe
CGR	Comité de Gestión de Riesgos
COE	Comité de Operaciones de Emergencia
DGRC	Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación
DGRC-G	Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación de Guayaquil
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GAD	Gobiernos Autónomos Descentralizados
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INOCAR	Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada
INIGEMM	Instituto Nacional de Investigaciones Geológico, Minero, Metalúrgico
IGPN	Instituto Geofísica de la Escuela Politécnica Nacional
MIMG	Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil
MREMH	Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana
PMP	Precipitación máxima probable
RRD	Plataforma Regional para la Reducción de Desastres
SAT	Sistema de Alerta Temprana
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
SGR	Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos
SIGRU-G	Sistema Integrado de Gestión de Riesgos Urbanos de Guayaquil
SNGRE	Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias
TSM	Temperatura Superficial del Mar
UNISDR	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres

SIMBOLOGÍA

mm	Milímetro
mm/h	Milímetros por hora
km ²	Kilómetros cuadrados

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 2-1 Expansión Urbana de Guayaquil.....	9
Ilustración 2-2 Localización del área de estudio y estaciones en la derecha y localización de comunas del Monte Sinaí en la izquierda.....	10
Ilustración 2-3 Mapa de amenaza de la población por inundación en Guayaquil.	12
Ilustración 2-4 Niveles de precipitación mensual promedio para la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Fuente:	14
Ilustración 2-5 Ubicación de las estaciones meteorológicas y pluviométricas.	15
Ilustración 2-6 Tendencia Potencial para el período de 2 años de retorno.	18
Ilustración 2-7 Tendencia de la regresión potencial.....	18
Ilustración 2-8 Precipitaciones máximas ilustradas en gráfico IDF.	20
Ilustración 2-9 Difusión de datos desde estaciones automáticas hasta el centro de datos.	22
Ilustración 2-10 Comunicación institucional de eventos peligrosos de alto nivel de afectación	25
Ilustración 3-1 Flujograma de Aviso para escala verde de precipitación y nivel 1 de riesgo	30
Ilustración 3-2 Flujograma de alerta para escala amarilla de precipitación y nivel 2 de riesgo	32
Ilustración 3-3 Flujograma de alerta para escala roja de precipitación y nivel 2 de riesgo	33
Ilustración 3-4 Mapa propuesta de distribución de vigías y sirenas en Monte Sinaí .	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.2 Inventario de la estación pluviométrica de la facultad de FIMCM de la ESPOL.....	16
Tabla 2.2 Valores de Precipitación Máxima Probable 2018-2022.....	16
Tabla 2.3 Valores de Precipitación Máxima Probable Para Períodos de retorno de 2 a 100 años.	17
Tabla 2.4 Intensidad de lluvia en mm/hr según periodos de retorno y horas diarias. Revisar que fuente va	17
Tabla 2.5 Tabla IDF.	19
Tabla 2.6 Cálculo empírico de caudal y coeficiente de escorrentía.	20
Tabla 3.1 Umbrales de precipitación por día/hora para Monte Sinaí.	29
Tabla 3.2 Cotización de equipos a implementar a la estación en FIMCM.	34

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

Ecuador se encuentra posicionado en la parte centro de Sudamérica. Entre la latitud $0^{\circ}21'$ N y longitud $78^{\circ}44'$ O, con la latitud 05° S y longitud $78^{\circ} 55'$ O (XIX Curso Superior, 1992). Su clima se comprende en dos estaciones, la húmeda de diciembre a mayo y la seca de junio a noviembre. A estas le afectan dos fenómenos de frecuencia interanual, irregular y global que están relacionados entre sí: El Niño en la estación húmeda y La Niña en la seca. La frecuencia e intensidad de las precipitaciones se agravan por los períodos en los que tiene lugar el fenómeno de El Niño. En condiciones normales, los vientos alisios del Pacífico tropical se trasladan continuamente en dirección este en ambos hemisferios, formando la celda de Walker que mueve masas de aguas cálidas superficiales consigo hacia el oeste del continente asiático y Oceanía. Esto permite la entrada de la corriente fría de Humboldt en la costa oeste de Sudamérica que reduce las lluvias por el descenso de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en las costas ecuatorianas. Sin embargo, cuando tiene lugar El Niño, los vientos alisios se debilitan y las aguas cálidas regresan al Ecuador, produciéndose el incremento de la TSM. Como consecuencia, se intensifican las lluvias en las costas ecuatorianas (OMM, 2018).

Por otro lado, cuando sucede el fenómeno de La Niña, los vientos alisios se intensifican desplazándose mucha más masa cálida de las aguas ecuatoriales hacia el oeste y da como resultado menor lluvia y periodos de sequía intensificados en el Ecuador litoral (IMARPE, 2013).

Según el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), en los años 1982 y 1997 Ecuador fue golpeado severamente por El Niño con grandes afectaciones materiales y pérdidas de vidas (SRG, s.f.). La existencia de El Niño o La Niña viene dada por el índice ENOS, que muestra cuándo sucede cada uno aunque la intensidad con la que tenga lugar puede variar ampliamente por diversos factores. Con

base a este valor, desde el 2000, se han dado diversos fenómenos El Niño en los años 2002, 2010, 2015 con mayor intensidad en ese último año (IMARPE, 2013).

Entre las amenazas que puede enfrentar el país, se encuentran los movimientos sísmicos, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra, inundaciones, fenómeno de El Niño, incendios forestales, sequías, maremotos y huracanes (Naciones Unidas, 2020).

Las épocas invernales de Ecuador afectan al sector urbano, en mayor medida a sectores con un sistema de alcantarillado deficiente frente a las lluvias que se generan entre los meses de diciembre a mayo, provocando fuertes inundaciones que afectan la calidad de vida e infraestructuras.

Varias amenazas de origen hidro-meteorológico y geológico afectan a la zona del Guayas. Esta parte de Ecuador está históricamente muy expuesta a las inundaciones, que se estima serán cada vez más graves, dadas las condiciones del clima cambiante y sus consecuencias y, asimismo por los efectos de la intervención humana, como, por ejemplo, la deforestación (la cual incrementa los procesos de deposición de sedimentos en el delta), y la tala de manglares, acrecida en su mayor envergadura en décadas pasadas (Plan de Acción para la Reducción del riesgo de desastres en Guayaquil-Ecuador).

El sector de Monte Sinaí no es ajeno a los desastres por inundación debido a crecidas torrenciales, generando el colapso de los canales y micro canales que la rodean e inundando sus alrededores, eventos reportados como en el 9 de marzo de 2021 donde se detectaron niveles de precipitación de más de 100 mm por día con un 40% de precipitación mensual en dicho día según (Comercio, 2021). Monte Sinaí, se fundó mediante asentamientos irregulares, es una de las áreas del noroeste consideradas como propensas a inundaciones y parte del 20% de la ciudad que está en riesgo, según el comité de Gestión de Riesgos Cantonal (Universo, 2015).

Monte Sinaí presenta una vulnerabilidad de inundación extra debido que inciden 4 canales diferentes entre ellos el canal de trasvase siendo el de mayores dimensiones, canal del burro, canal de dos bocas y canal de tres bocas.

Según la funcionaria Tania González, coordinadora zonal 8 del Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), detectaron que en la extensión del canal El Burro cruza 5 cooperativas donde habitan 800 familias asentadas, de las cuales 500 tienen un nivel de riesgo alto y 300 un nivel medio de riesgo (Telégrafo, 2015).

1.2 Justificación del problema

Los canales de dos y tres bocas han sido los detonantes de inundaciones por precipitaciones que han dado como resultado el rebose de sus canales según (ANDRÉS, 2015), en el 2012 el canal de tres bocas una precipitación de 12 horas continuas provocó el desbordamiento del canal. Mientras que en el 2013 el desbordamiento se suscita en el canal de dos bocas en la estación de invierno, coincidiendo con un período de aguaje y marea alta (Salud, 2013).

Pese a que Ecuador tiene una época de invierno predecible, los sistemas de alertas no reflejan una precisión adecuada para sectores concretos de alta vulnerabilidad frente a inundaciones como lo es Monte Sinaí, siendo esto amortiguado por un sistema de alerta temprana más sectorizado enfocado en las precipitaciones más contundentes del sector, períodos de tiempo y presencia de subidas de mareas, mejorando la respuesta a eventos previos a una inundación.

En vista a la necesidad que tiene el sector de monte Sinaí, se propone diseñar un sistema de alerta temprana analizando registros históricos y las condiciones meteorológicas e hidrológicas actuales.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un diseño de sistema de alerta temprana frente a inundaciones para el sector de Monte Sinaí al noroeste de la ciudad de Guayaquil, mediante datos de precipitación histórica provista por la red de estaciones pluviométricas, Monte Sinaí, Nueva Prosperina y Sergio Toral.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar un umbral de lluvias sectorizado, para mejorar la respuesta del sistema de alerta temprana del sector Monte Sinaí.
2. Mejorar la red de datos provista por el INAMHI, mediante la propuesta de rehabilitación y anexo de la estación de la ESPOL para generar una cuadratura de datos históricos al noroeste de Guayaquil.
3. Desarrollo de los primeros componentes del Sistema de Alerta Temprana.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Sistema de Alerta Temprana

Se conoce con sus siglas SAT, según el Centro Regional de Información sobre Desastres para América Latina y el Caribe (CIRD) son un conjunto de procesos y herramientas, con las cuales se monitorea una amenaza o evento adverso previsible que puede ser de origen natural o antrópico, y mediante la recolección y procesamiento de datos se puede ofrecer una predicción temporal del evento y posibles efectos (Lavell, 2001). En otras palabras, un SAT tiene como propósito reducir el riesgo (probabilidad de daño) por una amenaza a través de reducir su vulnerabilidad (exposición al riesgo) y así aumentar su resiliencia.

1.4.1.1 Sistema de Alerta Temprana - Inundaciones

Las amenazas a las que hace frente un SAT son diversas. Para el caso de las inundaciones, son las condiciones en las que, alcantarillado, cuencas, microcuencas o ríos debido al aumento considerable de su caudal, empiezan a desbordarse y su flujo sale del cauce regular, provocando a las poblaciones bajo su zona de influencia (GONZÁLEZ & NARANJO, 2018).

Según la ONU, sólo 95 países tienen un SAT para hacer frente a los diferentes riesgos (ONU, 2021). Por ejemplo, en Croacia se tiene un SAT en el que la respuesta viene dada por el envío y emisión de alertas específicas reguladas para la población u organismos de respuesta según el nivel del peligro potencial o real (Jacks, Davidson, & Wai, 2010).

1.4.1.2 Componentes de un Sistema de Alerta Temprana

En base al acuerdo del Marco de Sendai (2015-2030) de la Agenda 2030, un SAT tiene como fin reducir la vulnerabilidad a un riesgo con el Estado, como actor principal, locales, privados y otros (UNDRR, 2020). De tal manera, los elementos que dan pie a la creación de un SAT son: reconocimiento del riesgo, seguimiento de alerta, difusión de alerta y desarrollo de respuestas (Naciones Unidas, 2006).

1.4.1.2.1 Conocimiento del riesgo

En esta fase se identifican y localizan los riesgos, con el fin de poder establecer cuál es el entorno físico y la forma de recolección de información pertinente (Naciones Unidas, 2006).

1.4.1.2.2 Servicio de seguimiento

Este segundo elemento consiste en realizar la recolección y el análisis de la información, de manera constante (Naciones Unidas, 2006).

1.4.1.2.3 Difusión

Este componente trata de las relaciones necesarias a establecer para transmitir de manera clara y efectiva la información para ser entendida por cada actor involucrado (Naciones Unidas, 2006).

1.4.1.2.4 Respuesta

El último elemento de un SAT comprende a las relaciones y acciones a establecer para cumplir planes de respuesta frente al riesgo hacia el que está dirigido el SAT (Naciones Unidas, 2006).

1.4.2 Gestión de Riesgos

Según Lavell (1993), en nuestra región de América Latina se lo define como un modelo tecnocrático para combatir los desastres en un sector concreto de estudio, enfocándose en las ciencias naturales y desastres.

Kuriwa Julio define a la gestión del riesgo como al conjunto de procesos de planificación estratégica mediante el conocimiento de su marco legal, instituciones,

principales actores y sus intereses, de sus amenazas que pueden llegar a ser terremotos, deslizamientos, inundaciones, erupciones volcánicas, huracanes, y demás, de las vulnerabilidades y sus riesgos con el fin de cuantificar, ver y decidir acciones de prevención, mitigación y reducción de los efectos que traen consigo la naturaleza y la corresponsabilidad de la sociedad (Julio, 2002).

1.4.2.1 Componentes del Riesgo

Según (León, 2001) el riesgo es un conjunto entre las vulnerabilidades, amenazas y deficiencia en las medidas precautelarias. (Wilches-Chaux, 1993) lo define como cualquier fenómeno que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada (Esteves, 2006).

Las amenazas pueden llegar a ser naturales o antropogénicas. Las naturales ocurren por un fenómeno de origen natural, estos afectan a la naturaleza y a los organismos que habitan en el mismo, en este caso al hombre y a sus infraestructuras debido a su expansión territorial en el sitio donde ocurre este fenómeno natural. Las antropogénicas son debido a acciones inducidas por mano de obra del hombre, poniendo en riesgo a las comunidades aledañas (Fuentes, 2002).

Según Gustavo Wilches-Chaux, experto en temas de educación ambiental y manejo de desastres, se define la amenaza como la probabilidad de que un riesgo ocurra en una comunidad vulnerable (Wilches-Chaux, 1993).

La vulnerabilidad según (Rivera, 2011) siempre se la define en relación a un tipo de amenaza específica, estas pueden ser por ejemplo sequías, terremotos, inundaciones, enfermedades y amenazas antropogénicas.

También se define como el individuo, hogar o grupo social vulnerable ante una amenaza específica, o es vulnerable a estar en situaciones de pérdida de la salud, ingresos o de las capacidades básicas (Watts & Bohle, 1993).

Considerando las definiciones del riesgo, amenaza y vulnerabilidad, se define al desastre como la combinación de los dos factores de riesgo y vulnerabilidad en un sitio concreto (Wilches-Chaux, 1993).

1.4.3 Red Pluviométricas

Usualmente se recogen datos pluviométricos mediante un organismo regional o estatal, generando una red de pluviómetros para estudios adecuadamente diseñada, dependiendo del relieve, densidad poblacional, interés para obras hidráulicas y previsión de tránsito. Como primera aproximación suelen situarse estaciones con pluviómetro cada 250 km², pero en zonas de montaña este valor debe ser aumentado (Javier Sánchez, 2022).

1.4.3.1 Períodos de Retorno de Precipitación

Definido como el valor esperado de la cantidad de intentos necesarios hasta lograr que el evento de interés ocurra por primera vez (Benjamin & Cornell, 1970). En el caso de eventos simples que se completan en un intento en situaciones no periódicas, como ocurre comúnmente con las crecidas máximas anuales, la relación entre la probabilidad de excedencia $P = \text{Prob}(X > x_0)$, y periodo de retorno, T , es inmediata, ya que éste corresponde al inverso de la probabilidad de excedencia, es decir $T=1/P$ denominada como frecuencia (Fernández & Montt, 2001).

El concepto de períodos de retorno es usado en el análisis de la precipitación donde la intensidad es medida en mm/h y su valor varía durante la precipitación.

El período de duración es un período de tiempo dentro de la duración de la tormenta, estos pueden ser de 10 minutos, 60 minutos, 240 minutos, lo que sea necesario para su estudio.

1.4.4 Umbral de Precipitación

Los umbrales de precipitación son un tipo de umbral hidrometeorológico para poder emitir las alarmas de emergencia por parte de los organismos a cargo de la comunidad que se encuentra en riesgo (Sene, 2008).

La definición de umbral de precipitación ha sido adaptada para el desarrollo de los SAT por inundación, siendo esta la cantidad de lluvia acumulada en cierto período de

tiempo, que puede generar caudales críticos, desbordamientos, deslizamientos, transporte de masas, o inundaciones (Georgakakos, 1995).

Los métodos para determinar umbrales de precipitaciones son en base a los parámetros a disposición del área, tecnología y la complejidad del SAT a desarrollar (Montesarchio, y otros, 2015). Estas pueden ser, metodologías empíricas, metodologías basadas en modelos hidrológicos o probabilísticos.

1.4.4.1 Método distribución, Precipitación Máxima Probable e Intensidad

La precipitación máxima probable o PMP es el límite superior, climatológicamente justificado, de la tasa de precipitación mediante a la distribución de valores extremos, formulada por (Gumbel, 1941) y posteriormente (Chow, 1951) que es una distribución logarítmica normal, para lo cual, el valor extremo o valor máximo X .

Para calcularla (Hershfield, 1981) propone un método basado en la ecuación general de la frecuencia para obtener la PMP en un sector concreto para un determinado rango de tiempo N y lapsos de tiempos t . Pese a no estar restringido a una duración dada, la mayor disponibilidad de datos pluviométricos ha inducido a que este método se aplique, casi con exclusividad, en estudios de lluvia en 24 horas o lapsos mayores (Hershfield, 1981).

La precipitación máxima probable se la distribuye en función del tiempo como una intensidad, el proceso de cambio de PMP a gráfico de intensidad, duración y frecuencia mediante lo propuesto por (Campos, 1978) relacionando los valores en un lapso de horas a lo largo del día mediante cocientes y períodos de retorno.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Localización

La ciudad de Guayaquil se sitúa en el cantón del mismo nombre, en el límite sur de la provincia del Guayas, asentada sobre el margen oeste del río Guayas, con fácil acceso al Océano Pacífico por medio de los ramales del estuario interior del Golfo de Guayaquil. El desarrollo de gran parte de la ciudad de Guayaquil ha sido sobre planicies, llanuras de inundación y ocupando áreas de manglar y del Estero Salado.

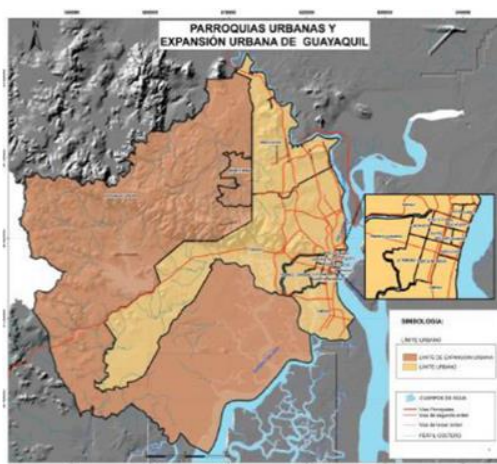


Ilustración 2.1 Expansión Urbana de Guayaquil.

La población de monte Sinaí, situada al noroeste de la ciudad de Guayaquil, es atravesada por microcuencas con un alto grado de exposición frente a cambios hidrográficos debido su ubicación y cercanía a las cuencas hidrográficas originadas por el río achiote a la izquierda de su ubicación.

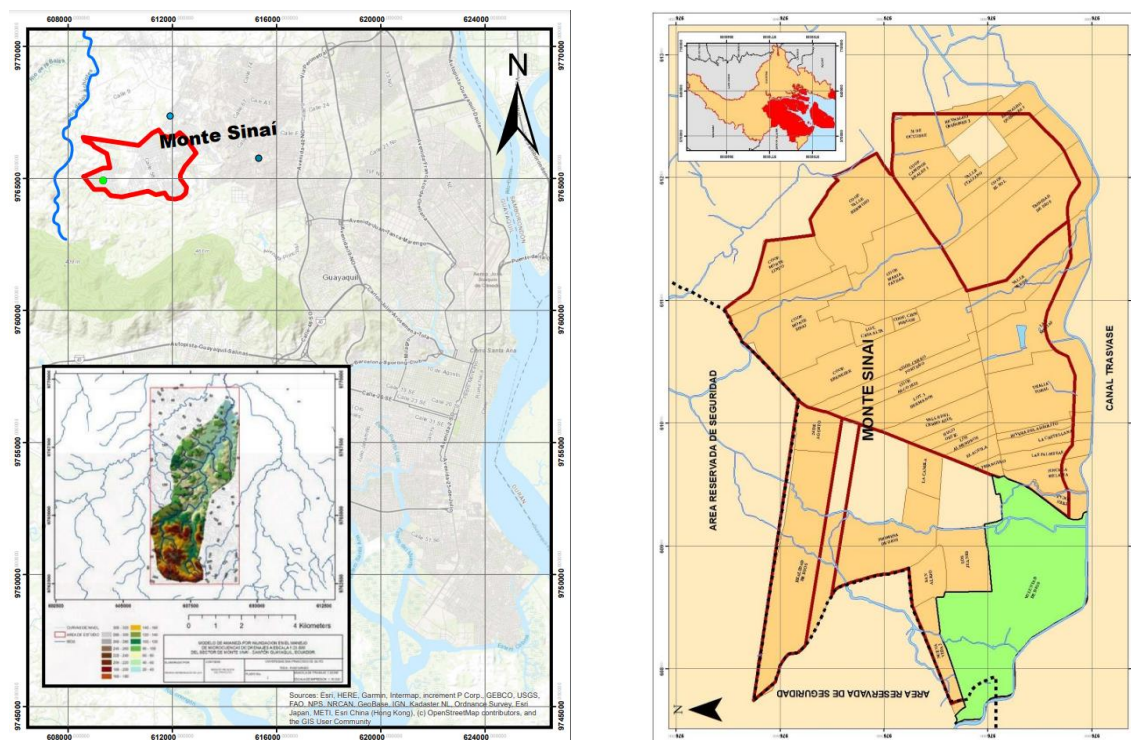


Ilustración 2.2 Localización del área de estudio y estaciones en la derecha y localización de comunas del Monte Sinaí en la izquierda (Autores) (ANDRÉS, 2015).

Las cuencas hidrográficas se dividen en espacios menores, de acuerdo con la relación de estos drenajes con el cauce principal del río Achiotes, los afluentes secundarios de microcuenca, comprenden a las microcuencas de Tres Bocas, Dos Bocas, Canal del Burro y Canal de Traslase.

2.2 Conocimiento del Riesgo

Al frente de la protección contra los diversos riesgos que enfrenta el país, se encuentra el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) que estableció el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos con responsabilidad directa en los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD). La cooperativa de Monte Sinaí es competencia del GAD Municipal de Guayaquil por medio de la Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación (DGRC) en su proyecto Sistema Integrado de Gestión de Riesgos Urbanos (SIGRUG) que funciona a través del Comité de Gestión de Riesgos (CGR) y el Comité de Operaciones de Emergencia (COE). Estos realizan plenarios en donde participan diferentes entes rectores del ámbito científico, técnico, de servicio de alerta, asistencia y alerta (GADMG, 2014).

Dentro de los objetivos y metas de la DGRC se encuentra la identificación de las áreas de riesgo basadas en normativas municipales (Moreno, 2022).

A nivel de comunidad ejerce el Comité Comunitario de Gestión de Riesgos, cuyo presidente distribuye las actividades sobre diferentes líderes comunitarios para la gestión de prevención y reacción correspondiente frente a la interacción contra los riesgos (ANDRÉS, 2015).

2.3 Servicio de seguimiento y alerta

Mediante el ya creado ente rector nacional descentralizado de gestión de riesgos del Ecuador, dirige al SIGRU-G para establecer las leyes de procesos, funciones y responsabilidades de organizaciones que emiten las alertas (SGR, 2015).

Se estableció según la normativa de áreas de monitoreo de eventos adversos que las organizaciones tienen un mismo lenguaje para emitir alertas en el mismo canal de comunicación, en este caso la variable a resaltar fue la precipitación donde organizaciones como el INOCAR y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), disponen de los equipos de monitoreo como organismos técnico científicos nacionales.

El área de monitoreo de eventos adversos presenta a las autoridades competentes escenarios posibles e información consolidada, ordenada, oportuna y segura para la toma de decisiones; además de asegurar el funcionamiento del sistema de monitoreo y conservación de la información en época de normalidad como de crisis (SGR, 2015).

Se estableció que los actores principales para los sistemas de alerta deben ser locales, asociaciones, grupos comunitarios, GAD municipales y parroquiales, propios actores nacionales como la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) y el SNGRE, así como instituciones técnico-científico a nivel nacional como: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN) para sismos y erupciones volcánicas, Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM) para fenómenos de remoción en masa (deslizamientos, hundimientos, derrumbes, aluviones, etc.), INAMHI para fenómenos meteorológicos e Hidrológicos e INOCAR para tsunamis, marejadas y

eventos oceánicos en general, encargados en realizar el seguimiento e implementación del manejo de SAT.

Para el riesgo de amenazas meteorológicas y climáticas se encontró el mapa de amenaza de la población de Guayaquil por inundación provisto por la Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación de Guayaquil (DGRC-G) para las áreas de expansión urbanas descripta en la siguiente Figura 2.3, teniendo un nivel alto de referencia de inundación en la zona de estudio.

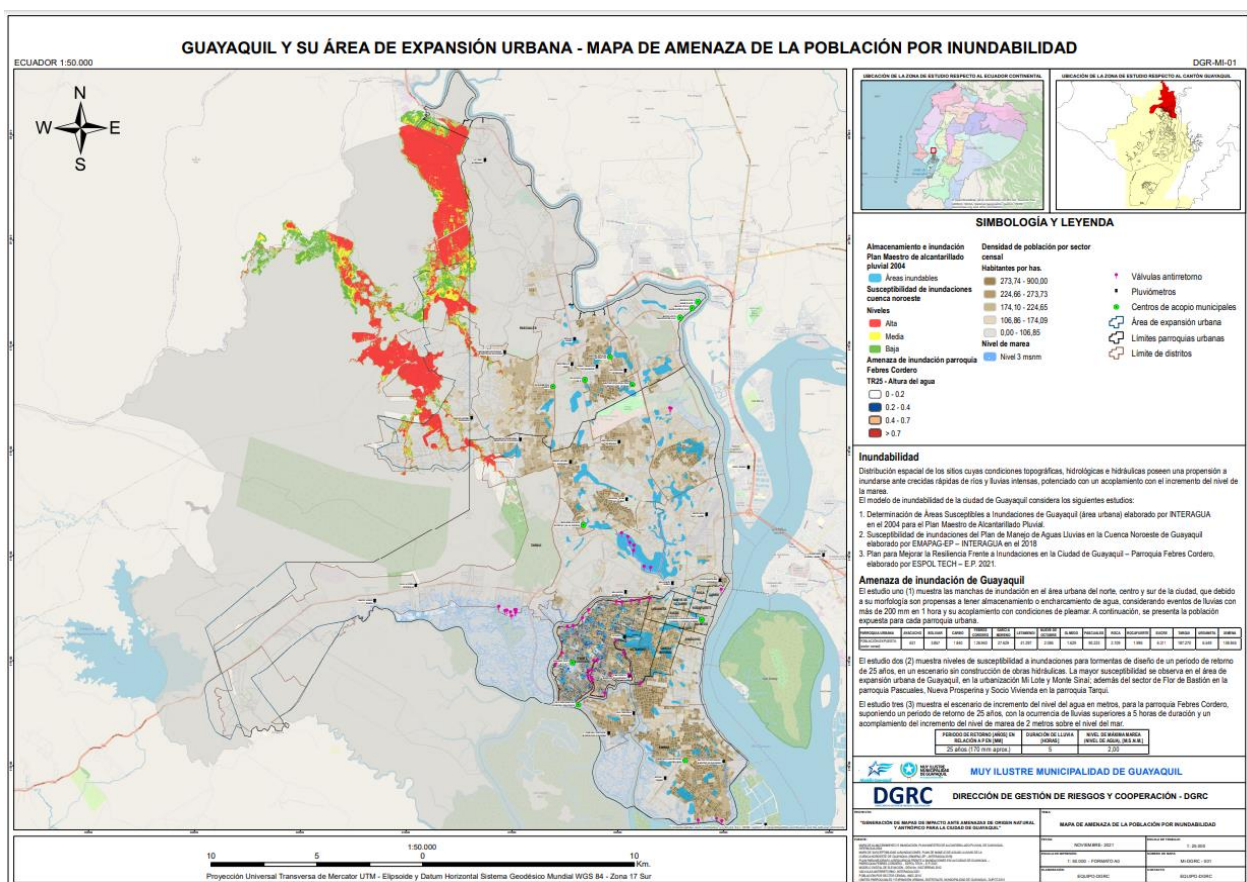


Ilustración 2.3 Mapa de amenaza de la población por inundación en Guayaquil.

Se estableció que la Plataforma Regional para la Reducción de Desastres (RRD), encargada de definir el manual del Comité de Operaciones de Emergencia (COE) sea la ya gestionada por la DRG, Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR) y Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana (MREMH) (Plataforma Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres de las Américas, s.f.).

El organismo principal para acatar las alarmas viene dado por la organización local de la Sala Cantonal de Guayaquil y Zonal de la DRG para gestionar el intercambio de información entre el presidente del Comité Comunitario de Gestión de Riesgos (CCGR) y los coordinadores, líderes comunitarios y brigadas de ayuda provistas por unidades de instituciones articuladas como el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, GAD y Municipio de Guayaquil.

2.3.1 Identificación de actores

Identificados los servicios de seguimiento para un SAT, se reconocieron a los actores locales que contribuyen con el proceso.

Tabla 2.1 Tabla de actores

Actores	Rol en el Desarrollo / Implementación
UNISDR (International Strategy for Disaster Reduction)	Enfoque para desarrollo de alertas tempranas
INAMHI	Organismo encargado del monitoreo meteorológico e hidrológico
DGSGR	Entidad rectora de la gestión de riesgos a nivel nacional
UGR – Guayaquil	Unidad de gestión de riesgos a nivel local
Sala cantonal de Guayaquil y zonal de la SGR	Dan aviso y alerta emitidos por el INAMHI al CCGR
Presidente del CCGR (Comité Comunitario de Gestión de Riesgos)	Comunicación entre líderes comunitarios y organismos de respuestas
Líderes comunitarios	Planifica, coordina y ejecuta acciones de prevención, preparación y respuesta para la atención a la población antes, durante y después de una emergencia
Brigadas comunitarias	Intervienen en los sectores afectados o que puedan resultar afectados
Gobierno local o GAD municipal de Guayaquil	Implementación y operación del SAT
COE (Comité de Operaciones de Emergencias)	Coordinan las operaciones de respuesta ante una emergencia
Organismos de respuesta (bomberos, ECU – 911, CSCG)	Instituciones que ofrecen respuesta ante alertas

En la tabla se muestran los actores inmersos en la prevención y protección de frente a desastres y emergencias.

2.3.2 Parámetro de medición y amenaza de inundación.

El desarrollo del SAT tomó como parámetro principal la precipitación. De acuerdo con sitios webs especializados en recopilar datos promedios de precipitaciones mensuales, se ubica a la ciudad de Guayaquil con los siguientes niveles de precipitación propuestos (WeatherSpark, 2022).

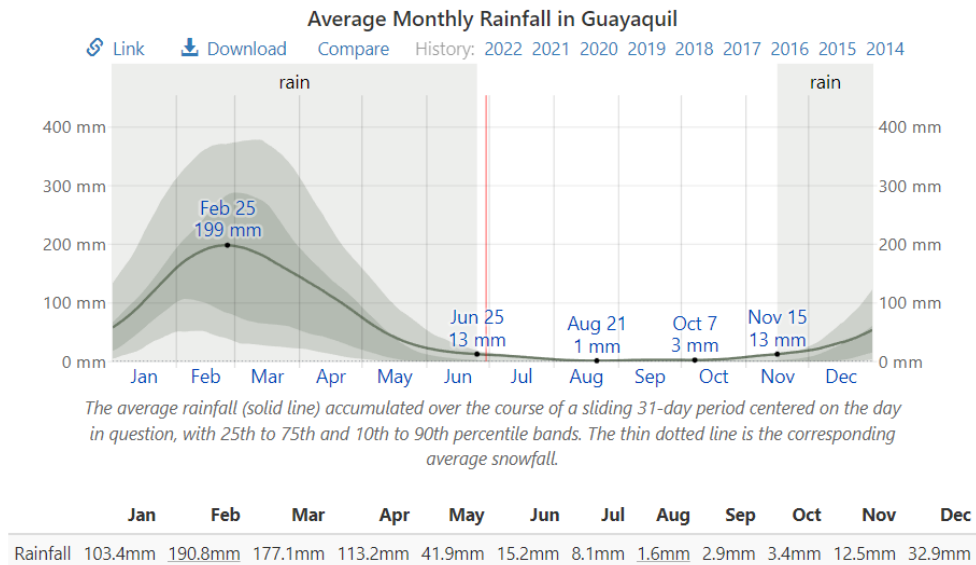


Ilustración 2.4 Niveles de precipitación mensual promedio para la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Fuente: (WeatherSpark, 2022)

Se encontró que los meses puntuales dentro de la época lluviosa del Ecuador para los años desde el 2018 al 2022, los cuales se usaron de guía para recopilar la información de meses precisos con las precipitaciones máximas por parte del INAMHI, son diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo. Se organizaron las precipitaciones diarias de estos meses como se presenta en la tabla 2.2.

Se obtuvieron los valores de precipitaciones máximas probables para cada año con los datos de las estaciones: Sergio Toral, Monte Sinaí y Nueva Prosperina partiendo del método de Hershfield y distribución de Gumbel (Hershfield, 1981).



Ilustración 2.5 Ubicación de las estaciones meteorológicas y pluviométricas. (Autores)

El método utilizado para obtener la precipitación máxima probable afina los valores con la mayor participación de estaciones alrededor de la localización de estudio. La estación pluviométrica de la ESPOL formaría una mejora significativa para el primer paso de obtención de un umbral fiable de precipitación dada a su ubicación al sur este en el punto de estudio como se puede apreciar en la tabla, lugar en el cual no se ha establecido estación pluviométrica, posteriormente se gesta su rehabilitación para su futura inclusión.

**Tabla 2.1.2 Inventario de la estación pluviométrica de la facultad de FIMCM de la ESPOL.
(Autores)**

Dispositivo	Empresa	Nombre	Precio estimado	Descripción de parámetro
Pluviómetro	Texas Electronics	9.66" Tipping Bucket Rain Gauge	\$485.18	50 mm per hour; +/-1%
Memoria interna	All - Amazon	Memory Card - PCMCIA	\$10-\$40	128 MB - 2 GB
Data logger	Theodor Friedrichs & Co	COMBILOG 1022	-	.csv format mediante Software: COMGRAPH32
Fuente de Poder	Traco Power / Digi Key (EC)	TCL 024-112 DC	\$90	Power Rating 24W
Filtro de EMC	Singapore Automation	MA05 filtrar telemático	\$112	-
Fusible	Ferraz Shawmut	Portafusible modular 32A 690V	\$9	32A-690V-3W
Hidro-termómetro Interno	Fischer	Hygrometer	\$60-\$200	Temperatura y Presión
Regulador de carga fotovoltaica	Steca A Kratek Brand	STECA PR 03-05	\$40	12V 3mA
Panel Solar	KYOCERA	-	-	-

Dispositivos identificados en la estación meteorológica no operativa en FIMCM.

Tabla 2.2 Valores de Precipitación Máxima Probable 2018-2022 (Autores)

	Milímetros por día (mm*día)				
	2018	2019	2020	2021	2022
Sergio Toral	62.80	78.18	108.40	97.40	107.40
Monte Sinaí	56.80	74.70	88.90	91.60	97.50
N. Prosperina	46.60	80.90	45.80	105.00	90.40
Media	55.40	77.93	81.03	98.00	98.43
Desv	8.19	3.11	32.03	6.72	8.54
km	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
PMP	55.40	81.03	81.03	98.00	106.97

Siguiendo la teoría de valores extremos obtenemos los valores necesarios para establecer las precipitaciones en base a varios períodos de retorno, y a su vez se

estimó un factor de corrección del 10% obteniendo los valores máximos corregidos por período de retorno.

Tabla 2.3 Valores de Precipitación Máxima Probable Para Períodos de retorno de 2 a 100 años. (Autores)

Período de Retorno	yt	xt	f(x)	xt Corregido
2	0.367	81.25	0.50	89.37
5	1.500	98.69	0.80	108.56
10	2.250	110.24	0.90	121.26
25	3.199	124.83	0.96	137.32
50	3.902	135.66	0.98	149.23
75	4.311	141.95	0.99	156.15
100	4.600	146.41	0.99	161.05

creo que se debería explicar en este pie de tabla qué significan esas abreviaciones. Por ejemplo: En esta tabla se muestran las coordenadas yt y xt de la función f(x) que muestra la precipitación acumulada que da el valor de xt Corregido que es tal cosa.

Se estableció mediante el método propuesto por (Campos, 1978) obtener los valores de intensidades de lluvia en milímetros sobre hora para períodos de retorno, representadas en horas al día.

Tabla 2.4 Intensidad de lluvia en mm/h según periodos de retorno y horas diarias. (Autores)

Tiempos		Intensidad de lluvia en mm/h según periodos de retorno y horas diarias						
h	min	2	5	10	25	50	75	100
24	1440	3.72	4.52	5.05	5.72	6.22	6.51	6.71
18	1080	4.52	5.49	6.13	6.94	7.54	7.89	8.14
12	720	5.96	7.24	8.08	9.15	9.95	10.41	10.74
8	480	7.60	9.23	10.31	11.67	12.68	13.27	13.69
6	360	9.09	11.04	12.33	13.96	15.17	15.88	16.37
5	300	10.19	12.38	13.82	15.65	17.01	17.80	18.36
4	240	11.62	14.11	15.76	17.85	19.40	20.30	20.94
3	180	13.70	16.65	18.59	21.06	22.88	23.94	24.69
2	120	17.43	21.17	23.65	26.78	29.10	30.45	31.40
1	60	26.81	32.57	36.38	41.20	44.77	46.84	48.31

Con los valores de la tabla 2.3, se desarrollaron los gráficos mediante el método de tendencia potencial mejorada con el método de los mínimos cuadrados desarrollada en Excel, las gráficas fueron resueltas para cada período de retorno según el apéndice B.

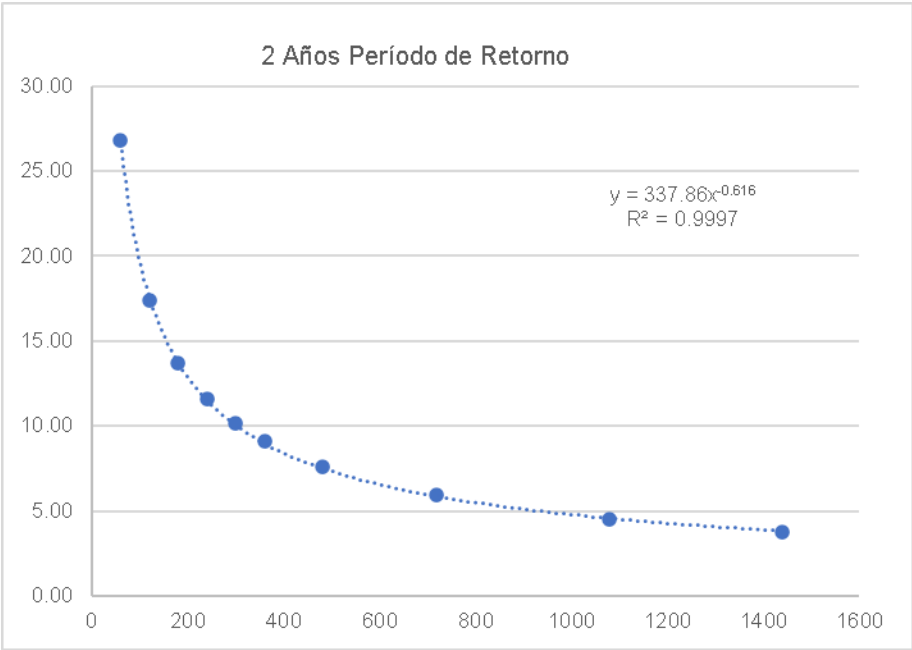


Ilustración 2.6 Tendencia Potencial para el período de 2 años de retorno. (Autores)

Mediante estos gráficos se obtuvo los valores de los coeficientes de regresión lineal y el exponencial de regresión, para realizar el gráfico de regresión potencial.

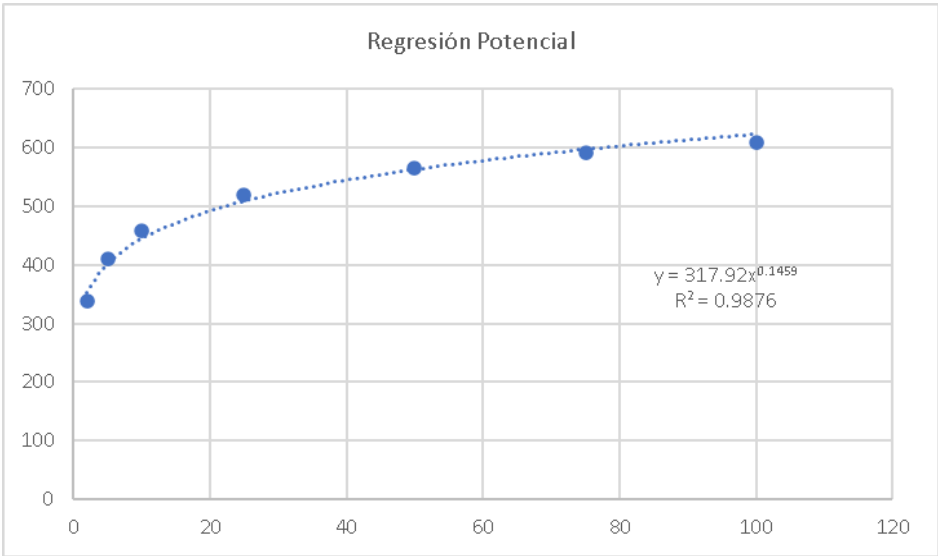


Ilustración 2.7 Tendencia de la regresión potencial. (Autores)

Una vez se realizó la gráfica, los coeficientes obtenidos en la exponencial de regresión y la exponencial de la regresión potencial, se obtuvo la intensidad válida de precipitación distribuida por períodos de frecuencia T y duración t.

Tabla 2.5 Tabla IDF. (Autores)

Intensidad, Duración y Frecuencia (Período de retorno)							
Duración t en min	Frecuencia en Años						
	2	5	10	25	50	75	100
10	85.16	97.34	107.70	123.11	136.21	144.51	150.70
20	55.57	63.51	70.27	80.32	88.87	94.29	98.33
30	43.28	49.48	54.74	62.57	69.23	73.45	76.60
40	36.26	41.44	45.85	52.41	57.99	61.52	64.16
50	31.60	36.12	39.96	45.68	50.54	53.62	55.92
60	28.24	32.28	35.72	40.83	45.17	47.92	49.98
70	25.68	29.36	32.48	37.13	41.08	43.58	45.45
80	23.66	27.04	29.92	34.20	37.84	40.14	41.86
90	22.00	25.15	27.82	31.80	35.19	37.33	38.93
100	20.62	23.57	26.07	29.80	32.98	34.99	36.49
110	19.44	22.22	24.59	28.10	31.10	32.99	34.40
120	18.43	21.06	23.30	26.64	29.47	31.27	32.61
130	17.54	20.05	22.18	25.36	28.05	29.76	31.04
140	16.76	19.16	21.19	24.22	26.80	28.44	29.66
150	16.06	18.36	20.31	23.22	25.69	27.25	28.42
160	15.43	17.64	19.52	22.31	24.69	26.19	27.31
170	14.87	17.00	18.80	21.49	23.78	25.23	26.31
180	14.35	16.41	18.15	20.75	22.96	24.36	25.40
190	13.88	15.87	17.56	20.07	22.21	23.56	24.57
200	13.45	15.38	17.01	19.45	21.52	22.83	23.81
210	13.05	14.92	16.51	18.87	20.88	22.15	23.10
220	12.69	14.50	16.04	18.34	20.29	21.53	22.45
230	12.34	14.11	15.61	17.84	19.74	20.94	21.84
240	12.02	13.74	15.21	17.38	19.23	20.40	21.28

El gráfico resultante de los valores de la tabla de IDF, muestra las intensidades en relación con su duración y frecuencia, denominadas gráfico IDF.

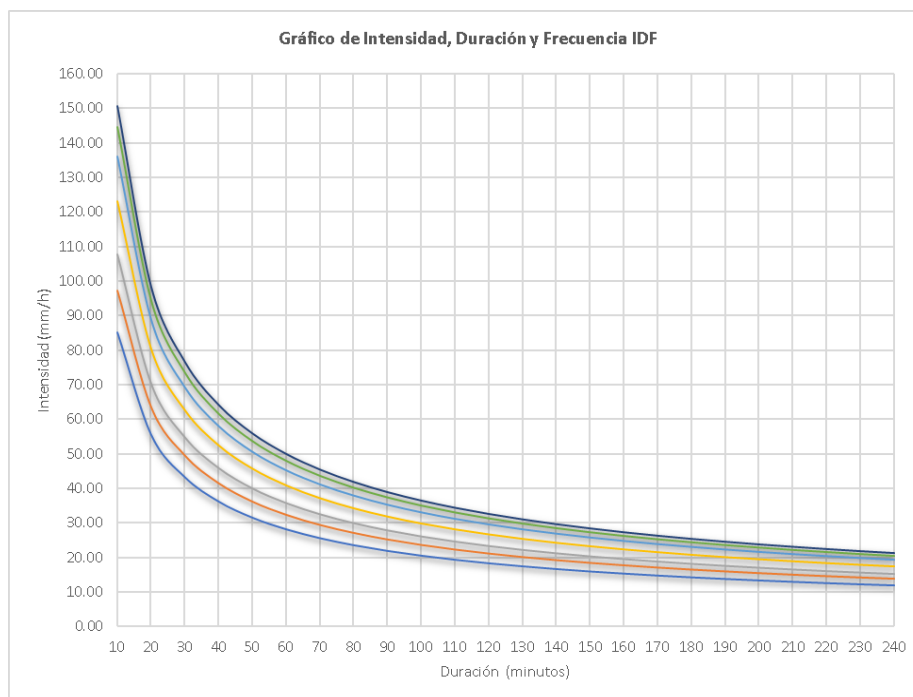


Ilustración 2.8 Precipitaciones máximas ilustradas en gráfico IDF. (Autores)

Se identificaron los límites o capacidades mínimas del caudal de los microcanales y canales situadas en monte Sinaí, mediante el método racional utilizando los datos provistos por la tabla de IDF de precipitación, identificando los valores extremos que generan un colapso en los canales que actúan de alcantarillado para zonas suburbanas mediante su coeficiente de escorrentías.

Tabla 2.6 Cálculo empírico de caudal y coeficiente de escorrentía. (Autores)

Clasificación	Coficiente de escorrentía "C"	AREA "A" (km ²)	"C" * "A"
Parques	0.25	0.00	0.00
Zonas de edificios	0.7	0.00	0.00
Zonas suburbanas	0.3	1.00	0.30
Praderas (suelo arcilloso)	0.75	1.00	0.75
Praderas (suelo arenoso)	0.45	1.00	0.45
Total		3.00	1.50

Para los valores de "K" igual a 317.92, "a" de 0.1459, "b" de 0.616, tiempo de duración "t" de 60 minutos, periodo de retorno "T" de 10 años, intensidad máxima por hora de 35.7 mm/h y coeficiente de escorrentía ponderado de 0.50, se obtiene por el método racional el caudal empírico "Q" de 49.65 m³/s.

2.4 Difusión y Comunicación

2.4.1 INAMHI

El INAMHI es un organismo técnico adscrito a la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. Seccionando las competencias a través de su coordinación general técnica, el desarrollo del sistema de alerta temprana trabaja en conjunto con la dirección regional técnica e información hidrometeorológica. Se utilizó la información de las estaciones pluviométricas secundarias como las estaciones Sergio Toral y Nueva Prosperina, así como la estación pluviométrica principal ubicada en la estación meteorológica de Monte Sinaí, ubicadas en el Guayas en la Zona 5 de la Región Litoral según la división zonal del Ecuador.

Los datos obtenidos de las estaciones son transmitidos mediante la tecnología MPLS y GPRS para ser procesados en el centro de datos de Lñaquito en Quito y entregado al de Guayaquil mediante el enlace directo de la red celular UIO-GYE, en donde el INAMHI procesa y transmite la información a los usuarios y organismos afines a los sistemas de alertas bajo la supervisión de los monitores y directores del centro, donde se efectúan las primeras comprobaciones de registros anómalos en la precipitación, mediante el equipamiento informático que ofrece mayor capacidad de almacenamiento y potencia de cálculo para sobrellevar el incremento de datos, modelos de predicción numérico del tiempo y sistemas de alerta temprana. (Santiago & Valeria, 2014)

Entre los técnicos y especialistas en pronósticos y alertas hidrometeorológicas, analizan las condiciones meteorológicas y en función de que, si se trata de un evento que repercute una amenaza, preparan el aviso, luego es revisado y aprobado por los directores de pronóstico y ejecutivo y luego autorizan la emisión por los canales de comunicación.

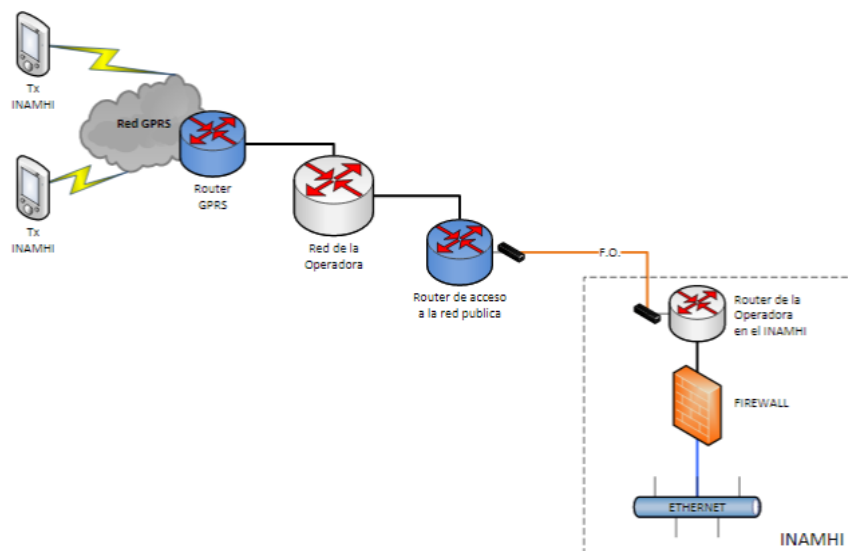


Ilustración 2.9 Difusión de datos desde estaciones automáticas hasta el centro de datos.

La comunicación hacia la comunidad se realiza mediante las actualizaciones de alertas en momentos puntuales y boletines periódicos meteorológicos en redes sociales como Twitter y páginas web del INAMHI, con un lenguaje entendible y otros dirigidos a agencias de emergencia y seguridad.

La comunicación entre organismos parte desde el aviso previo a la Secretaría de Gestión de Riesgos, GAD municipales e instituciones zonales mediante líneas seguras de radio y llamadas telefónicas.

2.4.2 Secretaría de Gestión de Riesgos

En una reunión otorgada por el SNGRE por parte del Ing. Stalin Jiménez, se dio a conocer el actuar en eventos de riesgos, donde estos son separados entre eventos súbitos como lo son los sismos, actividad volcánica y tsunamis, y los eventos progresivos, con técnicos especializados para cada tipo de amenazas trabajando en la subsecretaría de análisis de riesgos.

El SNGRE tiene 6 centros de redundancia para dar las alarmas en caso de que el funcionamiento del lugar de emisión no esté disponible, dos ubicados de Guayaquil, en Manta, Puerto Viejo, Quito y El Oro.

La información cuantitativa entregada por los organismos de investigación y monitoreo, el SNGRE lo transforma y maneja como dato cualitativo para comunicar el nivel de alerta.

Al momento de recibir el informe del instituto científico específico del tipo de evento el monitor empieza la cadena de llamadas en la institución en el siguiente orden: hacia el director de área, director general (dependiendo de la alerta se realiza la comunicación con el presidente de la república), de igual forma se realizan las réplicas a unidades de monitoreo cercanas a la zona del evento para poder recibir información puntual de lo que ocurre en los alrededores, y se realiza contacto con el municipio encargado. Las comunicaciones hacia la comunidad se realizan por medio de redes sociales y prensa.

El subdirector luego de recibir el comunicado se comunica con el subsecretario de respuesta y al director de operaciones para definir en qué escala de alerta se deberá trabajar. Si es local deben contactar con los municipios para que trabajen en su área de actuación con su capacidad, si no se puede local o cantonal lo escalan a nivel provincial y luego a nivel nacional.

El SNGRE retransmite la información al municipio y con él a los respectivos UGR para que puedan dar información más puntual, retroalimentando al SNGRE con la información histórica o de modelamiento, en los primeros 15 minutos.

Los niveles de emergencia con los que se comunica el SNGRE son 5, donde el 1 es si la emergencia es bastante baja y no requiere de acciones o son mínimas, 2 atiende el municipio a nivel de parroquia, 3 a nivel de cantones, 4 a nivel nacional, activando el COE nacional y el nivel 5 es cuando el país no puede responder la emergencia y necesita ayuda internacional.

El flujo de comunicación es el mismo siempre y cuando sobrepase el umbral de alarma para cada evento. Por debajo de esto es una alerta o aviso. De igual forma se tienen flujos de comunicación de respaldo en caso de que si no se receipta el mensaje por parte de un eslabón del flujo se intente nuevamente la comunicación hasta 3 veces.

El flujo interno de difusión y comunicación de la información dura hasta 10 minutos ya que poseen un script puntual para comunicar establecido, para agilizar la transferencia

de información con las demás instituciones. Luego de realizar la comunicación empiezan a realizar un barrido de información del evento suscitándose, información de magnitudes y daños para generar una respuesta.

Las herramientas con las que cuenta la SNGRE parten de la entrega de manchas provista por las instituciones de investigación para poder dar una predicción de un posible riesgo que pueda darse. Este aviso se transmite de igual forma a los municipios, y de darse el caso de convertirse en alerta empiezan la operación de catalogación por parte de los UGR brindando información histórica de daños y ubicaciones vulnerables para posteriormente dar seguimiento a estas ubicaciones y saber con precisión las familias y negocios más afectados que puedan aplicar a ayudas monetarias, este censo este hecho por delegados zonales.

Como mecanismo de respuesta el censo de daño dura máximo 15 días y la reparación hasta 3 meses o de manera indefinida, los más afectados pueden ser beneficiados por un bono monetario de damnificados o ayuda para reajustar sus negocios, siendo el primer dato ofrecido por el COE del municipio al SNGRE es un estimado de las afectaciones de la emergencia, este dato es provisto en las primeras horas basado en datos históricos y de nivel de vulnerabilidad de infraestructura que posee cada zona.

Para dar la alerta del SAT, se usa la consola de mando desde el SNGRE para dar aviso y activar las sirenas dispuestas por el SNGRE. Localmente los líderes comunitarios pueden tener el manejo de otras sirenas, las sirenas de alarma tienen un rango de acción de 1.5 y 2 kilómetros y son ubicadas estratégicamente y se activan máximo a 15 minutos luego de confirmar la alerta.

De igual manera una estrategia de retroalimentación frente a las alertas es la ayuda de vigías dispuestos en las zonas cercanas dentro de la zona vulnerable donde pueden ser empleados anexos al municipio o ciudadanos naturales ubicados en las cercanías, para obtener información de la zona.

La comunidad y el municipio están a cargo de realizar las rutas de evacuación y mapas de amenaza. Actualmente se obvia la vulnerabilidad de las zonas antes alertas ya que

no existe una ley de gestión de riesgos actual que impulse a realizar estudios más profundos.

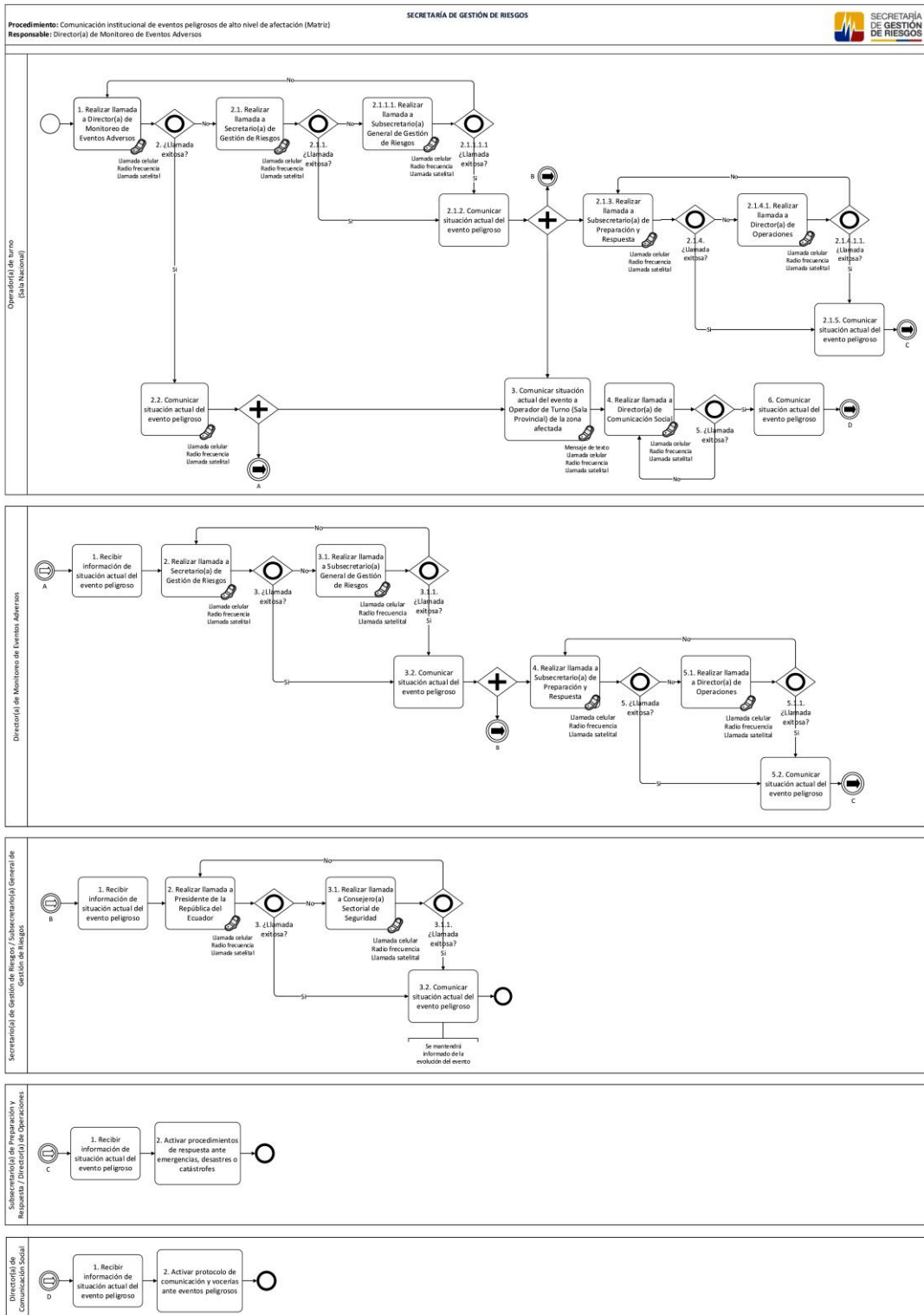


Ilustración 2.10 Comunicación institucional de eventos peligrosos de alto nivel de afectación (Secretaría de Gestión de Riesgos)

2.4.3 Ilustre Municipio de Guayaquil

Mediante la charla con él señor director de la Dirección de Gestión de Riesgos del municipio de Guayaquil Allan Hacay Chang se obtuvo que en 2015 se comenzó la implementación de sistemas de válvulas antirretorno de mareas, en las salidas de los grandes drenajes de la ciudad, para que el agua no regrese al sistema del drenaje cuando las mareas son altas. Al momento van 46 instalados, por ejemplo, en sectores como Urdesa, la Alborada o Ceibos.

Las alertas tempranas están centralizadas por el SNGRE. Este transmite a la sala situacional de Guayaquil la información, incluida la del INMAHI. Está situada en la Corporación para la Seguridad Ciudadana, institución que recibe la información y la convierte en boletines que son enviados a todas las autoridades por redes sociales. Las llamadas al ECU911 llegan a ellos también (Dirección de Gestión de Riesgos) porque ellos son los nuevos encargados de Guayaquil, para dar un evento de respuesta.

Según información otorgada mediante una reunión, la Dirección de Gestión de Riesgos de la M.I. Municipalidad de Guayaquil recibe pronósticos por parte de INAMHI. La sala situacional mantiene la comunicación con los líderes comunitarios vía WhatsApp.

2.5 Capacidad de respuesta

Por su parte, el SNGRE designa a la Dirección de Gestión de Riesgos y ellos a su vez al COE y el CGR, quienes derivan a los líderes comunitarios la respuesta y actividades de capacitación hacia la comunidad, como simulacros. Cuando, la capacidad de respuesta de la DGR es superada por el evento, entonces esta dirección solicita apoyo al SNGRE, a la empresa privada, pública, servicios de emergencia y/o ONGs.

Se tienen diferentes escenarios de trabajo. En el primero, mientras el umbral de precipitación se mantiene en nivel bajo, se mantienen las comunicaciones y evaluaciones de la situación sin emisión de alerta a la población. En cambio, en el nivel medio el SNGRE prepara los protocolos por si se llega al nivel alto. En este último, suenan las sirenas que dan paso a la evacuación.

2.6 Gobernabilidad y arreglos institucionales

Tanto el SNGRE como la DRG contemplan en su marco legal (ver apéndice A) el desarrollo de los anteriores componentes de un SAT el mapeo, seguimiento, difusión y la respuesta de manera integral frente a los eventos adversos sobre todo en zonas vulnerables.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Umbral de Precipitación para el sector de Monte Sinai

Mediante los valores de la ilustración 2.8 del gráfico IDF, y el método de escorrentía se propone implementar los umbrales por hora y día para tres tipos de eventos clasificados de manera cualitativa mediante los colores que van desde verde para el de menor nivel, amarillo nivel medio y rojo como el nivel más alto.

De igual forma el umbral esta realizado considerando la existencia de aguajes incrementando el riesgo por colapso de capacidades de los canales frente a las precipitaciones. Esto se debe a que el mecanismo de desfogue final de los canales en aguaje suele presentar retorno debido al incremento de los niveles del agua en sus salidas, siendo la principal causante del incremento de los canales en zonas lejanas a la salida de agua.

Se seleccionaron intervalos de media hora a partir de la primera hora de lluvia debido a que las mayores intensidades de precipitación se dan en esta franja corta de tiempo, para los dos primeros niveles de color verde y amarillo el intervalo de tiempo entre la primera hora y la siguiente media hora de precipitación será comúnmente la etapa en donde monitores y directores del INAMHI realizan los estudios pertinentes para pronosticar los efectos del día donde se confirma la alerta y esta es comunicada al SNGRE como datos puntuales de precipitación hacia el monitor y gráficos de manchas de precipitación hacia la dirección técnica del SNGRE. Los flujogramas de comunicación tienen que por objetivo no demorar más de las 2 horas donde los niveles acumulados de precipitaciones pueden generar afectaciones considerables.

Tabla 3.1 Umbrales de precipitación por día/hora para Monte Sinaí. (Autores)

Precipitación por día	Precipitación por hora	Aguaje	Horas	Nivel
40-55	20	No	1	Bajo
			1.5	Bajo
			2	Medio
	20	Sí	1	Bajo
			1.5	Bajo
			2	Medio
55-70	27	No	1	Bajo
			1.5	Medio
			2	Alto
	27	Sí	1	Medio
			1.5	Medio
			2	Alto
70-100	35	No	1	Medio
			1.5	Medio
			2	Alto
	35	Sí	1	Medio
			1.5	Alto
			2	Alto
100-170	50	No	1	Alto
			1.5	Alto
			2	Alto
	50	Sí	1	Alto
			1.5	Alto
			2	Alto

3.2 Flujogramas de acción

Los flujogramas de acción se realizaron mediante los niveles de umbrales zonales, los niveles de eventos del SNGRE, y la clasificación y diferencias entre avisos y alertas. Como resultado se obtienen flujogramas para los siguientes casos.

- Flujograma de Aviso para escala verde de precipitación y nivel 1 de riesgo
- Flujograma de Alerta para escala amarilla de precipitación y nivel 2 de riesgo
- Flujograma de Alerta para escala roja de precipitación y nivel 2 de riesgo

3.2.1 Flujograma de Aviso para escala verde de precipitación y nivel 1 de riesgo

El uso del primer flujograma es para dar aviso de precipitaciones por encima del umbral de 20 mm en su primera hora de registro y paulatinamente puede llegar o no incrementarse el índice de precipitación hasta un máximo de 55 mm de precipitación en el día, los datos de precipitación son validados por el monitor y director del INAMHI pasada la media hora, luego de realizar los pronósticos de precipitación el INAHMI da el aviso al SNGRE y el SNGRE recibe la información del aviso para constatar si efectivamente la precipitación llega al nivel 2 de alerta, en la segunda hora el INAHMI comparte datos con el SNGRE y viceversa para afirmar o cancelar el aviso.

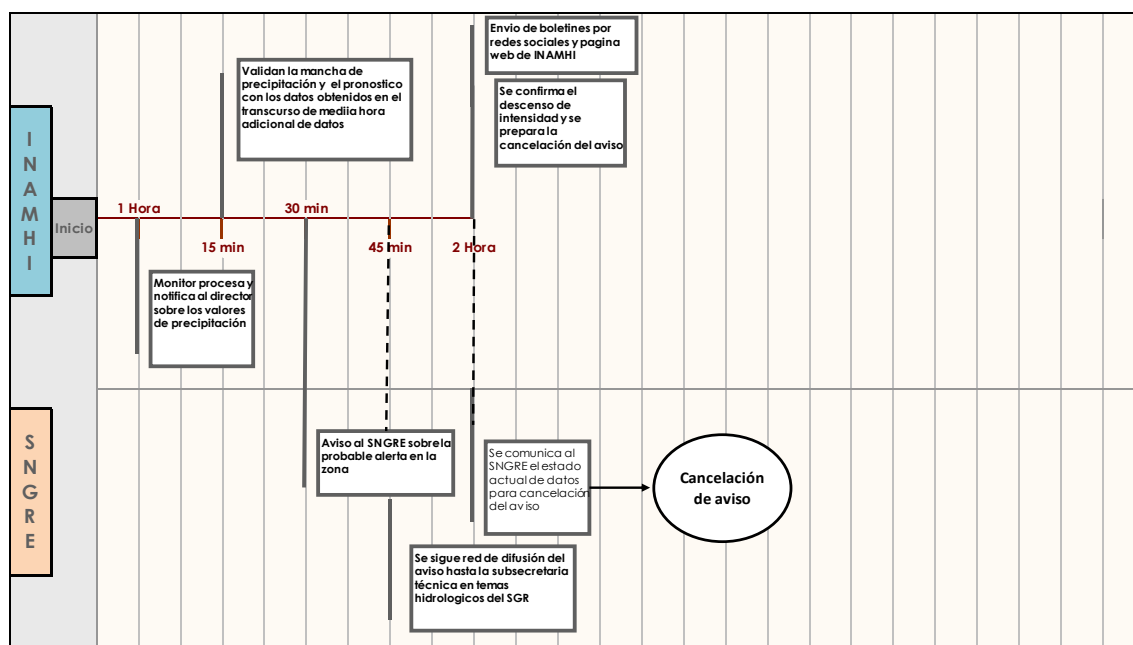


Ilustración 3.1 Flujograma de Aviso para escala verde de precipitación y nivel 1 de riesgo.

3.2.2 Flujograma de alerta para escala amarilla de precipitación y nivel 2 de riesgo

El uso del segundo flujograma es para dar aviso de precipitaciones por encima del umbral de 27 mm en su primera hora de registro y paulatinamente puede llegar o no incrementarse el índice de precipitación hasta un máximo de 70 mm de precipitación en ese día, los datos de precipitación son validados por el monitor y director del INAMHI pasada la media hora, luego de realizar los pronósticos de precipitación el INAHMI da el aviso al SNGRE y al Municipio, el SNGRE recibe la información, ejecuta el primer

protocolo de comunicación interno y externa para contactar el estado actual de la zona mediante los vigías dispuestos por el líder de la comunidad, se retroalimenta información con el INAMHI, Municipio acerca de la limpieza previo o programada de canales y vigías para constatar si efectivamente la precipitación llega al nivel 2 de alerta, en la segunda hora el INAHMI comparte datos con el SNGRE y viceversa para afirmar o cancelar el aviso, luego de ejecutada se cancela la alerta posterior a la precipitación.

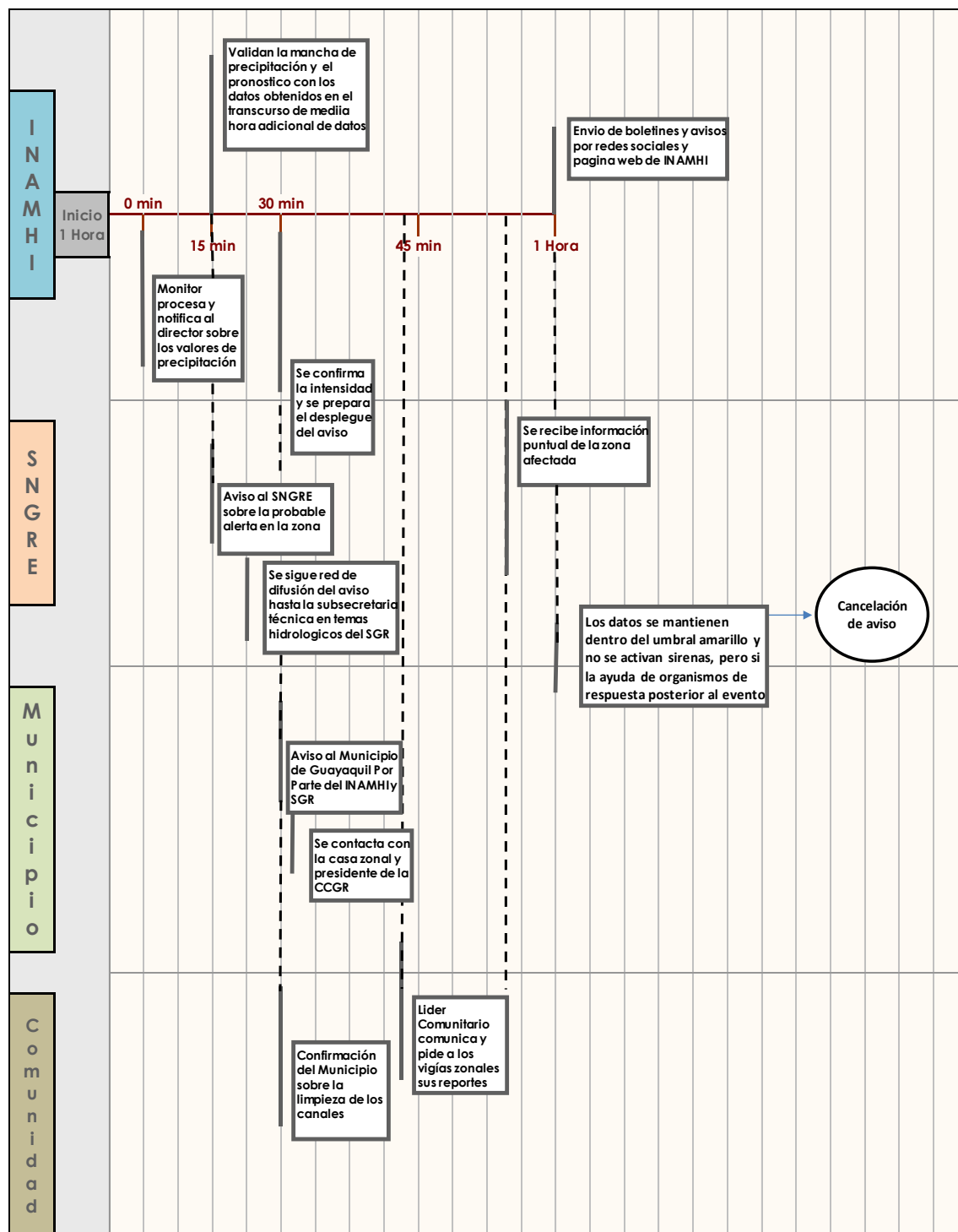


Ilustración 3.2 Flujograma de alerta para escala amarilla de precipitación y nivel 2 de riesgo

3.2.3 Flujograma de alerta para escala roja de precipitación y nivel 2 de riesgo

El uso del segundo flujograma es para dar aviso de precipitaciones por encima del umbral de 35 mm en su primera hora de registro y paulatinamente puede llegar o no

incrementarse el índice de precipitación hasta un máximo de 100 mm de precipitación en ese día cumpliendo el protocolo completo de alerta y activación de sirenas.

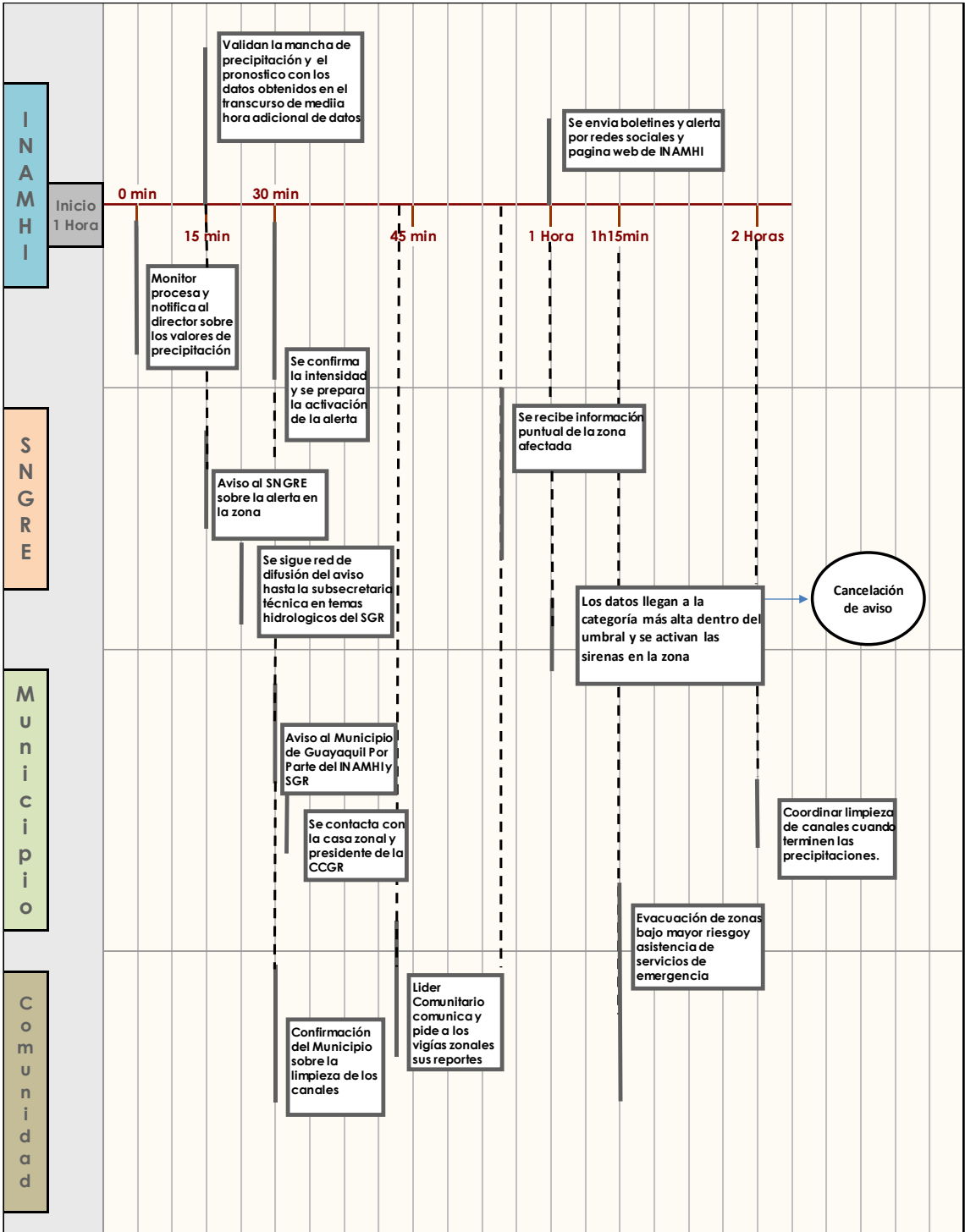


Ilustración 3.3 Flujo de alerta para escala roja de precipitación y nivel 2 de riesgo

La principal propuesta indagando en el último punto del sistema de alerta temprana para precipitaciones se indica la colocación de sirenas solo activadas en escala roja del

umbral de precipitación, y el sistema de retroalimentación temprana mediante vigías activado a partir de la escala amarilla del umbral de precipitación. Es por esto que se crea un prototipo de mapa ilustrando las principales zonas a cubrir dada su cercanía a los micro canales naturales y canales artificiales.



Ilustración 3.4 Mapa de propuesta de distribución de vigías y sirenas en Monte Sinaí.

3.3 Inventario y cotización de estación meteorológica en FIMCM

La actual estación meteorológica en la FIMCM dispone de una serie de equipos, dispuestos en la sección de apéndice C, que se encuentran en estado no operativo. Tras consultar una cotización, se muestra el respectivo inventario y cotización de los equipos necesarios para la toma de datos que se emplean para el umbral de precipitación.

Tabla 3.2 Cotización de equipos a implementar a la estación en FIMCM.

No.	Categoría	Equipo	Valor
1	Equipos	Estación de monitoreo de parámetros (concentrador de datos).	\$157.45
2	(Yubox)	Pluviómetro	\$100.00
3	Honorarios	Sueldos ingenieros Jr. (2 en total)	\$2,400.00
Total			\$2,657.45

La cotización incluye \$2,400.00 por concepto de los honorarios a favor de los investigadores.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Los niveles de precipitación tienen diferentes afectaciones dependiendo de la situación de la zona, por relieve, por red de alcantarillado y por cercanía a cuerpo de agua como los canales, debido a esto, precipitaciones de umbral bajo para zonas urbanizadas pueden ser más sensibles en zonas con alcantarillado deficiente.

El uso correcto de las estaciones pluviométricas alrededor de zonas vulnerables es de gran ayuda a la hora de realizar sistemas de alertas tempranas zonales mediante la generación de un umbral de precipitación más preciso y desarrollado de acuerdo con las necesidades y estado de la zona.

El mapa y la disposición de las sirenas tiene como principal objetivo el alertar a los habitantes y prevenir catástrofes debido a su acceso frecuente a los canales usados para la disposición de basura o recreación de los menores.

La acción rápida y efectiva dentro de los organismos principales involucrados es de vital importancia. Por ejemplo, la limpieza de canales por parte de la DGR reduce el riesgo posterior al suceso, ya que la obstrucción de estos reduce el tiempo de evacuación en caso de superar el umbral de precipitación y entrar en escala roja.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda incorporar a la estación pluviométrica de la facultad de FIMCM de la ESPOL para a futuro mejorar la red de datos necesarias para afinar el método de generaciones de umbrales de precipitación.

La propuesta de mapa de distribución de sirenas es parte del desarrollo que debe ser ejecutado en los pasos venideros del desarrollo y ejecución del SAT.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade Rodríguez, D. A. (2015). *Plan de emergencia ante amenaza de inundación, en la Cooperativa “Voluntad de Dios” del sector Monte Sinaí Distrito 8 Cicuito 5 de acuerdo a la planificación de SENPLADES*. Tesis de posgrado, Universidad de Guayaquil, Departamento de Posgrado, Guayaquil. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41468/1/PLAN_EMERGENCIA_INUNDACION_SINAI-VOLUNTAD_DE_DIOS_APROBADA_NOV.pdf
- Benjamin, J., & Cornell, C. (1970). *Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Campos, D. (1978). *Cálculo de las curvas IDF, a partir de registros de lluvia máxima en 24 horas y relaciones: duración, lluvia y promedio*. México: Subdirección Regional Noreste de Obras Hidráulicas e Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Rural.
- Chow, V. T. (1951). *A general formula for hydrologic frequency analysis*. Eos, Transactions American Geophysical Union.
- El Comercio. (9 de marzo de 2021). *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/fuertes-lluvias-marea-alertas-guayaquil.html>
- Esteves, J. M. (2006). *La conformación de los “desastres naturales” Construcción social del riesgo y variabilidad climática en Tijuana*. Tijuana: Frontera Norte.
- Fernández, B., & Montt, J. (2001). *Estimación del periodo de retorno de sequías meteorológicas e hidrológicas mensuales*. Ingeniería hidráulica en México.
- Fuentes, M. Y. (2002). *Determinación de riesgo: análisis y generación de mapas: informe final 2002*. Guatemala: CONRED.
- GADMG. (2014). *Guía de organización multinivel para la reducción de riesgos de desastres en contextos urbanos, con un enfoque basado en derechos*. Guía, Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación, Guayaquil. Obtenido de <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/guia-multinivel-diagramado.pdf>
- Georgakakos, K. P. (1995). *Real-time prediction for flood warning and management’, U.S- Italy Research workshop on the Hydrometeorology, Impacts, and Management of Extreme Floods*. Perugia.

- Gumbel, E. (1941). *The return period of flood flows*. The annals of mathematical statistics.
- Hershfield, D. (1981). *The magnitude of the hydrological frequency factor in maximum rainfall estimation*. Hydrol. Sci.
- IMARPE. (2013). *El Niño - Oscilación del Sur*. Obtenido de Instituto del Mar del Perú - IMARPE:
http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id_seccion=101780100000000000
- IMARPE. (2013). *Índice Multivariado ENOS (MEI v2)*. Obtenido de El Niño - Oscilación del Sur:
http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id_seccion=101780906000000000
- Jacks, E., Davidson, J., & Wai, H. (2010). *Directrices sobre Sistemas de Alerta Temprana y aplicación de predicción inmediata y operaciones de aviso*. PWS, Organización Meteorológica Mundial. Obtenido de https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9457
- Javier Sánchez, F. (2022). *Hidrología Superficial y Subterránea*. España: San Román Dpto. Geología-Universidad de Salamanca.
- Julio, K. (2002). *Reducción de Desastres, Viviendo en Armonía con la Naturaleza*. PNUD.
- Lavell, A. (2001). *Centro Regional de Información sobre Desastres para América Latina y el Caribe CRID*.
- León, V. d. (2001). *Manual para la estimación cuantitativa de riesgos asociados a diversas amenazas. Guatemala, Acción Contra el Hambre*. CONRED.
- Montesarchio, V., Napolitano, F., Rianna, M., Ridolfi, E., Russo, F., & Sebastianelli, S. (2015). *Comparison of methodologies for flood rainfall thresholds estimation*.
- Moreno, H. (2022). *Ley de Transparencia. Junio 2022. Literal a4) Metas y objetivos unidades administrativas*. Ley de transparencia. Informe mensual: junio 2022, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil, Dirección financiera, Guayaquil. Obtenido de <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/Ley%20de%20Transparencia%202022/06.%20Junio/literal%20a4%20metas%20y%20objetivos%20unidades%20administrativas.pdf>

- Naciones Unidas. (2006). Desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana: Lista de Verificación. *Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana*. International Strategy ISDR for Disaster Reduction. Federal Foreign Office.
- Naciones Unidas. (3 de Enero de 2020). *América Latina y el Caribe: la segunda región más propensa a los desastres*. Obtenido de Noticias ONU. Cambio climático y Medioambiente: <https://news.un.org/es/story/2020/01/1467501>
- Naciones Unidas. (22 de Mayo de 2021). Noticias ONU - Asuntos económicos. *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2022/05/1509412>
- OMM. (14 de Junio de 2018). *El Niño/La Niña hoy*. Obtenido de Organización Meteorológica Mundial: <https://public.wmo.int/es/media/noticias/el-ni%C3%B1o-la-ni%C3%B1a-hoy-junio-de-2018>
- Organización Panamericana de la Salud. (2013). *Informe de Situación de Inundaciones en Ecuador*.
- Peña González, E. Y., & Buitrago Naranjo, H. (2018). *Definición de parámetros para la estructuración de un Sistema de Alerta Temprana, en la cuenca media del río Cauca en función de sus características hidrológicas*.
- Ruiz Rivera, N. (2011). *La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo*. Ciudad de México.
- Santiago, V. N., & Valeria, V. D. (2014). *ISEÑO DE LA RED DE SERVICIOS DE VOZ, DATOS Y VIDEO DEL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI)*. Quito.
- Sene, K. (2008). *Flood Warning, Forecasting and Emergency Response*. Springer.
- SGR. (septiembre de 2015). Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/Normativa-Resolucion-SGR-044-2015.pdf>
- SRG. (s.f.). *SRG confirma la presencia del fenómeno de El Niño en Ecuador*. Obtenido de Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/sgr-confirma-la-presencia-del-fenomeno-del-nino-en-ecuador/>
- telegrafo, E. (22 de octubre de 2015). *El telegrafo*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/1/500-familias-viven-en-situacion-de-alto-riesgo-en-los-margenes-del-canal-el-burro>
- UNDRR. (2020). *¿Qué es el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres?* Obtenido de Implementando el Marco de Sendai:

<https://www.undrr.org/es/implementando-el-marco-de-sendai/que-es-el-marco-de-sendai-para-la-reduccion-del-riesgo-de>

UNISDR. (2018). *Plan de Acción para la Reducción del Riesgo de Desastres en Guayaquil-Ecuador*. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres. Obtenido de <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/PlandeAccionparalaReducciondelriesgode-desastresGuayaquilEcuador.pdf>

UNISDR. (s.f.). *Plataforma Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres de las Américas*. Obtenido de <https://www.eird.org/pr14/agenda.html>

universo, E. (09 de septiembre de 2015). *el universo*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/09/15/nota/5126687/lluvias-burro-seria-destructivo-monte-sinai/>

Watts, M. J., & Bohle, H. G. (1993). *The space of vulnerability – the causal–structure of Hunger and Famine*. *Progress in Human Geography*, vol. 17.

WeatherSpark. (29 de Junio de 2022). *WeatherSpark*. Obtenido de <https://weatherspark.com/y/19346/Average-Weather-in-Guayaquil-Ecuador-Year-Round>

Wilches-Chaux, G. (1993). *La vulnerabilidad global*. Lima: La Red.

XIX Curso Superior, S. N. (1992). *Apreciación geopolítica del Ecuador*. Quito: IAEN. Obtenido de <https://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/4571>

APÉNDICES

APÉNDICE A

4.3 Marco Legal

Tabla A.1. Resumen del marco legal de las instituciones más relevantes

Marco legal	Contenido del artículo
Constitución de la República del Ecuador, 2008. Arts. 261, 389, 390 y 397.	El estado protegerá de manera inmediata la salud de los ciudadanos al reducir la vulnerabilidad frente a desastres y riesgos naturales.
COOTAD, 2016. Arts. 54, literal o), 84, literal n) y 140.	Se establece que la planificación, construcción y gestión de riesgos y desastres se harán bajo normativas, descentralización, servicios y entidades adscritas a los GAD municipales.
Código Orgánica de Entidades de Seguridad Ciudadana y Orden Público. Art. 245.	En caso de riesgos en los que actúen varias fuerzas de socorro, el mando técnico general lo asumirá el COE al sector que competa y las operaciones estarán a cargo de la Policía Nacional.
Reglamento Orgánico Funcional de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, gaceta no. 35 del 8 de julio del 2021. Arts. 48, 49, 50, 51 y 52.	Coordinar políticas y acciones para la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres. Para ello: La DGRC se encargará de la cooperación entre instituciones, el COE de las comunicaciones y capacitaciones hacia la población y las demás áreas a contribuir con información, gestión u supervisión claves.
Ley del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Arts. 1, 2, 16 y 19.	El INAMHI se encarga de supervisar las condiciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas de todo el territorio ecuatoriano. Para ello hará uso de las estaciones meteorológicas del Estado y las instituciones que requieran instalarlas podrán con conformidad con este instituto sujetas a sus normas y especificaciones.

APÉNDICE B

5. GRÁFICOS

5.1 Gráficos de tendencias potenciales

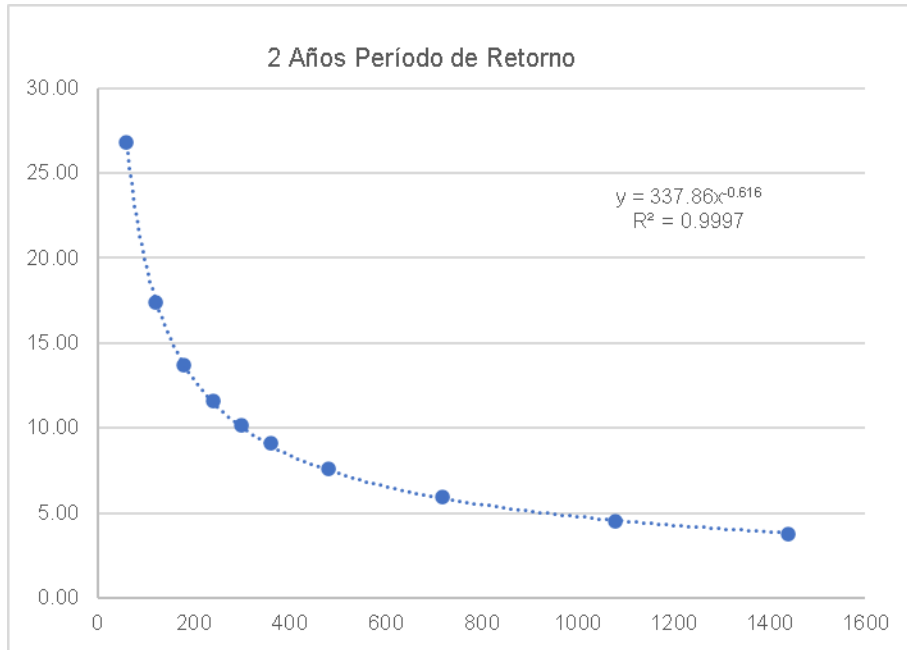


Ilustración B.1 Tendencia potencial para el período de 2 años de retorno. (Autores)

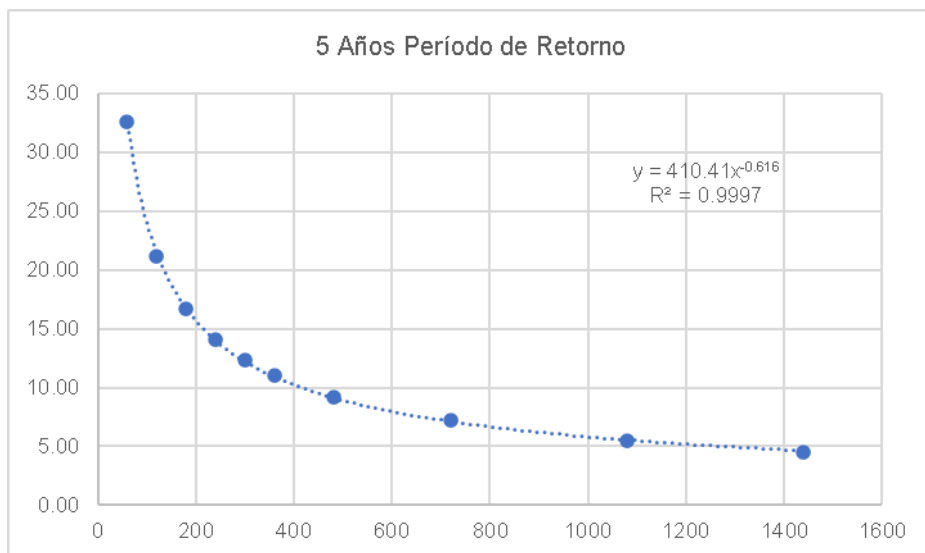


Ilustración B.2 Tendencia potencial para el período de 5 años de retorno. (Autores)

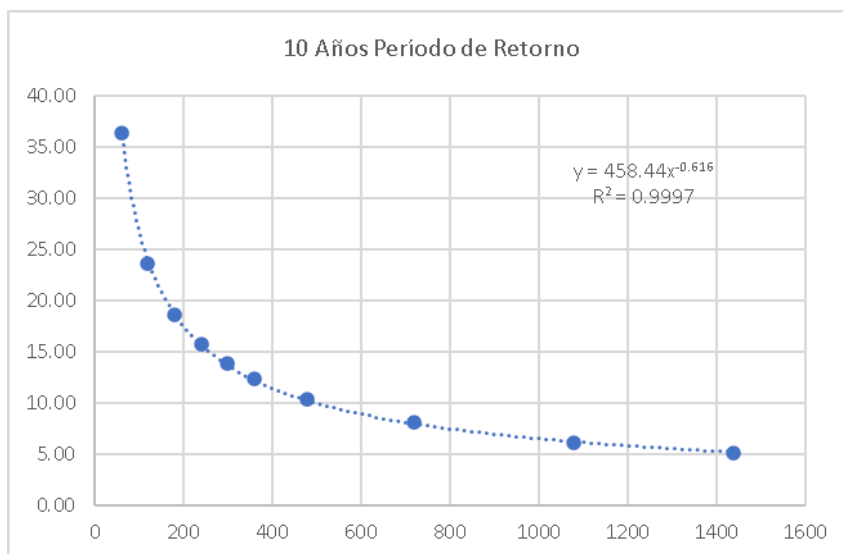


Ilustración B.3 Tendencia potencial para el período de 10 años de retorno. (Autores)

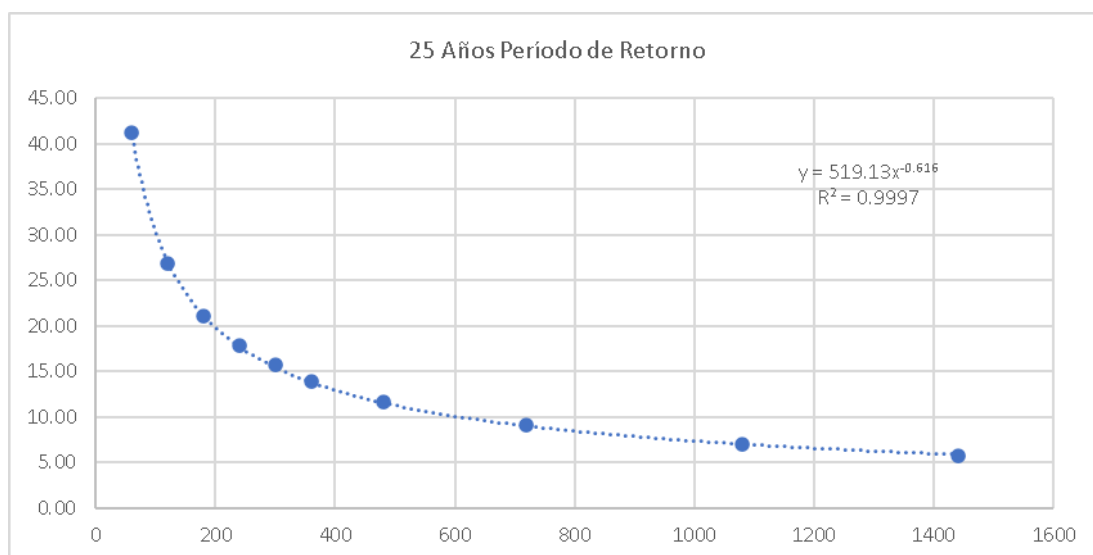


Ilustración B.4 Tendencia potencial para el período de 25 años de retorno. (Autores)

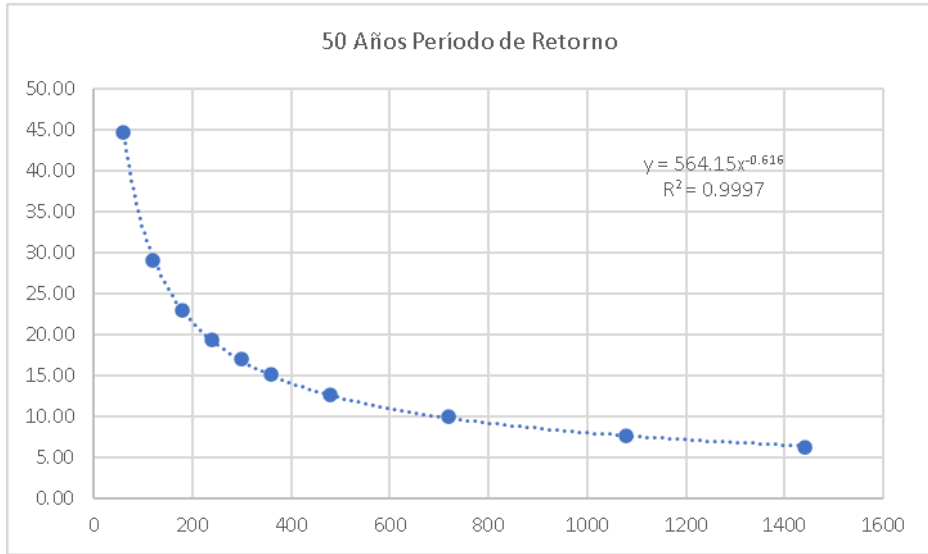


Ilustración B.5 Tendencia potencial para el período de 50 años de retorno. (Autores)

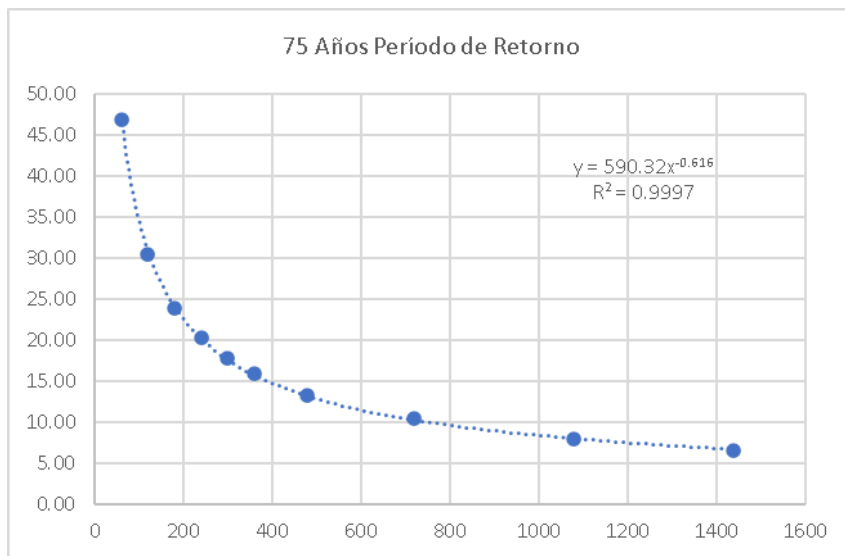


Ilustración B.6 Tendencia potencial para el período de 75 años de retorno. (Autores)

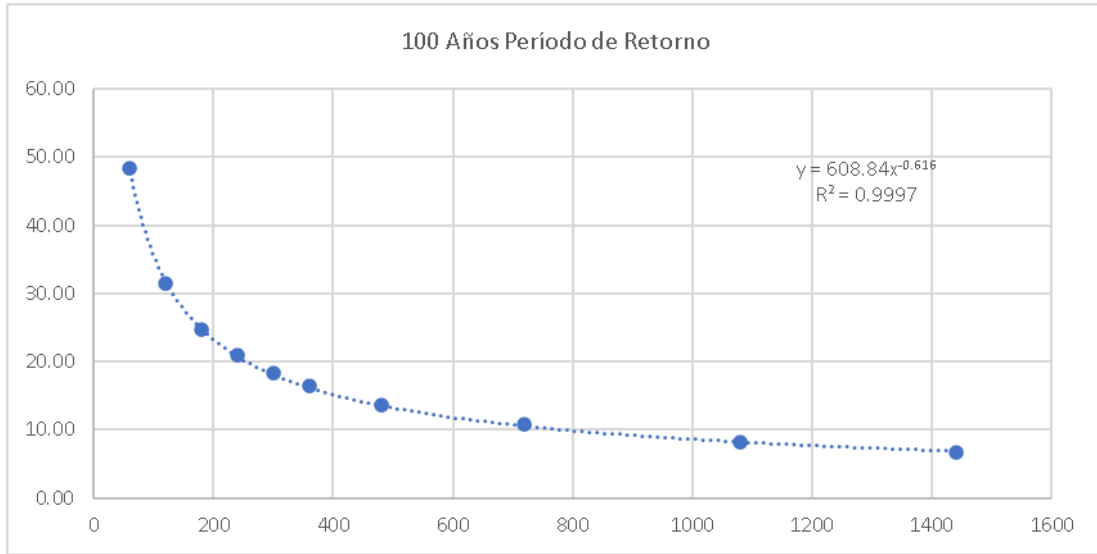


Ilustración B.7 Tendencia potencial para el período de 100 años de retorno. (Autores)

APÉNDICE C

6. INVENTARIO

En esta sección se muestran los equipos y dispositivos identificados en la estación de FIMCM.

Tabla C.1. Inventario de la estación no operativa en FIMCM. (Autores)

No.	Dispositivo	Empresa	Nombre	Precio estimado	Descripción de parámetro
1	Pluviómetro	Texas Electronics	9.66" Tipping Bucket Rain Gauge	\$485,18	50 mm per hour; +/-1%
2	Memoría interna	All - Amazon	Memory Card - PCMCIA	\$10-\$40	128 MB - 2 GB
3	Data logger	Theodor Friedrichs & Co	COMBILOG 1022	-	.csv format mediante software: COMGRAPH32
4	Fuente de Poder	Traco Power / Digi Key (EC)	TCL 024-112 DC	\$90	Power Rating 24W
5	Filtro de EMC	Singapore Automation	MA05 filtrar telemático	\$112	-
6	Fusible	Ferraz Shawmut	Portafusible modular 32A 690V	\$9	32A-690V-3W
7	Hidro-termometro Interno	Fischer	Hygrometer	\$60-\$200	Temperatura y Presión
8	Regulador de carga fotovoltaica	Steca A Kratek Brand	STECA PR 03-05	\$40	12V 3mA
9	Panel Solar	KYOCERA	-	-	-

La mayoría de los componentes de la tabla, estaban en necesidad de revisión. Los equipos y componentes cotizados en vistas a ser implementados a futuro se disponen en la sección de resultados y análisis.

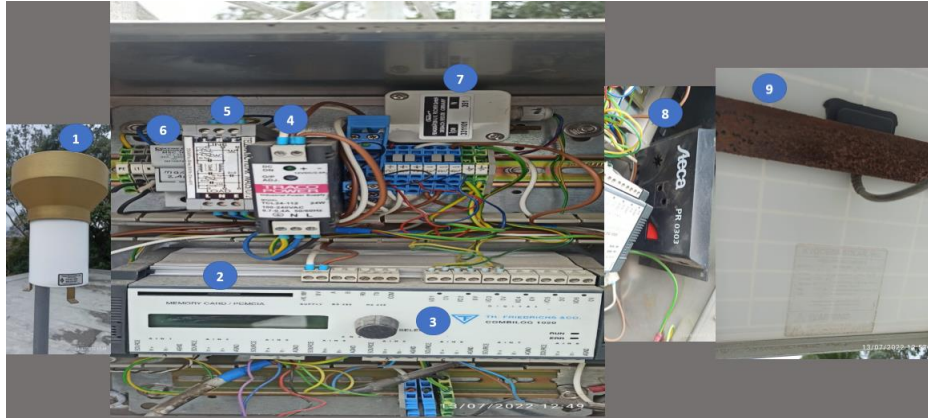


Ilustración C.1 Elementos principales encontrados en la estación. (Autores)

APÉNDICE D

7. ACTIVIDADES

Tabla D.1. Cronograma de reuniones

Semana		1	2	3	4	5	6	7	8	9
16-may	20-may	x								
23-may	27-may		x							
30-may	3-jun			x	x					
27-jun	1-jul					x				
11-jul	15-jul						x	x		
25-jul	29-jul								x	
29-ago	2-sep									x

La numeración corresponde al número de reunión realizada. Se muestra a continuación junto a detalles adicionales.

1. Semana del 16 al 20 de mayo. Reunión 1.
2. Semana del 23 al 27 de mayo. Reunión 2.
3. Semana del 30 de mayo al 3 de junio. Reuniones 3 y 4.
4. Semana del 6 al 10 de junio. Suspensión de actividades presenciales por paro nacional.
5. Semana del 27 de junio al 1 de julio. Reunión 5.
6. Semana del 11 al 15 de julio. Reuniones 6 y 7.
7. Semana del 25 al 29 de julio. Reunión 8.
8. Semana del 1 al 5 de agosto. Visita a la DGR.
9. Semana del 15 al 19 de agosto. Envío de avance de proyecto integrador.
10. Semana 29 de agosto al 2 de septiembre. Reunión 9. Conversación sobre avance al respecto de la estación meteorológica.
11. Semana del 5 al 9 de septiembre. Revisión de avance.
12. Semana del 12 al 16 de septiembre. Defensa y participación en concurso 5 Min Pitch.
13. Semana del 19 al 22 de septiembre. Participación en la final del concurso 5 Min Pitch.