



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**MODELAMIENTO Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE
RIESGOS ANTE INUNDACIONES POR EFECTO DE LA
PRECIPITACION EN LA PARROQUIA CATARAMA 2020
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AMBIENTAL

**AUTORES
ARTEAGA LÓPEZ SELENA ESTEFANIA
GUAMÁN YCAZA MARCO LEONIDAS**

**TUTOR
Oce. ZAMBRANO ZAVALA LEILA ELIZABETH M.Sc.**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ZAMBRANO ZAVALA LEILA ELIZABETH**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **MODELAMIENTO Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE RIESGOS ANTE INUNDACIONES POR EFECTO DE LA PRECIPITACION EN LA PARROQUIA CATARAMA 2020**, realizado por los estudiantes **ARTEAGA LÓPEZ SELENA ESTEFANÍA**; con cédula de identidad N° 0951572684 y **GUAMÁN YCAZA MARCO LEONIDAS**; con cédula de identidad N° 1206703397 de la carrera **INGENIERIA AMBIENTAL**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Oce. Zambrano Zavala Leila, M.Sc.

Guayaquil, 16 de junio del 2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“MODELAMIENTO Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE RIESGOS ANTE INUNDACIONES POR EFECTO DE LA PRECIPITACION EN LA PARROQUIA CATARAMA 2020”**, realizado por los estudiantes **ARTEAGA LÓPEZ SELENA ESTEFANÍA y GUAMÁN YCAZA MARCO LEONIDAS**, los mismos que cumplen con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. García Ortega Yoansy, M.Sc.
PRESIDENTE

Oce. Zambrano Zavala Leila, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Dra. Jácome Murillo Emma, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Guayaquil, 11 de junio del 2021

Dedicatoria

A mi madre Karina, que con su amor y esfuerzo forjó en mí, un hombre de bien.

A mis abuelos Enrique y Tania, que han sido el eterno pilar y orgullo de mi vida.

A mis padrinos Marcos y Julia, seres de luz que me acogieron y apoyaron en cada momento.

A mis hermanos Harold, Nataly y Nayra por llenar mi existencia de felicidad absoluta.

- Leonidas

A mi mamá, Luz Imelda, quien siempre vivirá en mi corazón y pensamientos, quién dio todo para que yo haya llegado hasta aquí, quien desde el paraíso guía todos mis pasos y me bendice infinitamente y a quien le dedico todos mis logros.

A mi papá, Jaime Arturo, quien siempre me ha apoyado incondicionalmente y me ha demostrado todo su amor.

A mis hermanas Belén y Sofía, mis motores, ellas son el tesoro más valioso que tengo.

A mis abuelitos, a todos mis tíos y tías quienes siempre han estado ahí para mí demostrándome su amor y apoyo.

- Selena

Agradecimiento

Agradezco a Dios por la vida, por guiarme a lo largo de esta basta existencia. A mis amigos Fernando, Selena, Marcela, Erika, y Roberto por haber compartido su conocimiento y tiempo conmigo a lo largo de la preparación de nuestra profesión. A la Universidad Agraria del Ecuador por haberme formado. Y de manera especial a la Oce. Leila Zambrano, y al Ing. Kleber González mentores de mi proyecto de investigación quienes me han orientado y apoyado siempre como docentes y amigos.

- Leonidas

Agradezco a Dios por permitirme haber llegado a este punto de mi vida, por regalarme a la familia hermosa que tengo y por haberme cruzado en el camino a amigos y colegas a los que siempre llevaré en mi memoria y corazón. Gracias infinitas a mi amigo Leonidas, una parte importantísima de mi formación personal y académica, y gran responsable de que ahora esté escribiendo estas palabras. A la Oce. Leila Zambrano por ser un ejemplo de profesionalismo y por guiarme y darme aliento para continuar pese a las adversidades.

- Selena

Autorización de Autoría Intelectual

Nosotros **ARTEAGA LÓPEZ SELENA ESTEFANÍA** y **GUAMÁN YCAZA MARCO LEONIDAS**, en calidad de autores del proyecto realizado, sobre **“MODELAMIENTO Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE RIESGOS ANTE INUNDACIONES POR EFECTO DE LA PRECIPITACION EN LA PARROQUIA CATARAMA 2020”** para optar el título de Ingeniero Ambiental, por la presente autorizamos a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autores me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, junio 17, 2021

ARTEAGA LÓPEZ SELENA ESTEFANÍA
C.I. 0951572684

GUAMÁN YCAZA MARCO LEONIDAS
C.I. 1206703397

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de autoría intelectual.....	6
Índice general.....	7
Índice de tablas	15
Índice de figuras	18
Resumen.....	20
Abstract	21
1. Introducción	22
1.1 Antecedentes del problema.....	22
1.2 Planteamiento y formulación del problema	23
1.2.1 Planteamiento del problema	23
1.2.2 Formulación del problema	27
1.3 Justificación de la investigación.....	27
1.4 Delimitación de la investigación	29
1.5 Objetivo general	29
1.6 Objetivos específicos	29
1.7 Hipótesis.....	30
2. Marco teórico	31
2.1 Estado del arte	31
2.2 Bases teóricas.....	36

2.2.1 Ciclo hidrológico.....	36
2.2.1.1 Componentes del ciclo hidrológico.....	37
2.2.2.1.1 Condensación	37
2.2.2.1.2 Precipitación	37
2.2.2.1.3 Evaporación	38
2.2.2.1.4 Infiltración.....	38
2.2.2.1.5 Escorrentía	38
2.2.2.1.6 Transpiración	39
2.2.2 Tipos de precipitaciones	39
2.2.2.1 Precipitación convectiva	39
2.2.2.2 Precipitación frontal	39
2.2.2.3 Precipitación orográfica	39
2.2.3 Inundación.....	40
2.2.3.1 Tipos de inundaciones	40
2.2.3.1.1 Inundaciones fluviales.....	40
2.2.3.1.2 Inundaciones repentinas	40
2.2.3.1.3 Inundaciones pluviales.....	41
2.2.3.1.4 Inundaciones lentas.....	41
2.2.3.1.5 Inundaciones urbanas	41
2.2.4 Alcantarillado	42
2.2.4.1 Tipos de alcantarillado	42
2.2.4.1.1 Alcantarillado sanitario.....	42
2.2.4.1.2 Alcantarillado pluvial	42
2.2.5 Desastres naturales	42
2.2.6 Agentes generadores de desastres	43

2.2.6.1 Riesgo	43
2.2.6.2 Amenaza	44
2.2.6.3 Vulnerabilidad	44
2.2.6.4 Riesgo de inundación	45
2.2.7 Gestión de riesgo de desastres	45
2.2.7.1 Gestión de riesgos	45
2.2.7.2 Análisis de riesgo	45
2.2.7.3 Evaluación de amenazas	46
2.2.7.4 Evaluación de vulnerabilidad	46
2.2.7.5 Prevención, reducción y mitigación de riesgos.....	47
2.2.7.6 Preparación comunitaria	47
2.2.7.7 Plan de respuesta comunitario	47
2.2.7.8 Elementos clave de un plan comunitario	48
2.2.7.9 Mitigación de desastres.....	48
2.2.7.10 Medidas ante de riesgo inundaciones	49
2.2.7.10.1 <i>Medidas estructurales</i>	49
2.2.7.10.2 <i>Medidas no estructurales</i>	49
2.2.8 Sensores remotos.....	49
2.2.9 Sistemas de información geográfica	50
2.2.9.1 Análisis de datos geográficos.....	50
2.2.9.2 Modelo de elevación digital.....	51
2.2.9.3 Análisis DEM para inundaciones	51
2.2.9.4 Uso de los sistemas de información geográfica en la gestión de riesgos.....	52
2.3 Marco legal	53

2.3.1 Constitución de la república del Ecuador	53
2.3.2 Ley de seguridad pública y del estado	54
2.3.3 Reglamento a la ley de seguridad pública y del estado	54
2.3.4 Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas.....	56
2.3.5 Ley orgánica de ordenamiento territorial uso y gestión de suelo	56
2.3.6 Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomías y descentralización (COOTAD)	57
2.3.7 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021	57
3. Materiales y métodos.....	58
3.1 Enfoque de la investigación	58
3.1.1 Tipo de investigación	58
3.1.1.1 Investigación descriptiva	58
3.1.1.2 Investigación documental	58
3.1.1.3 Investigación exploratoria.....	58
3.1.2 Diseño de investigación	59
3.2.1 Variables	59
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	59
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	60
3.2.2 Tratamientos	60
3.2.3 Diseño experimental	60
3.2.4 Recolección de datos	61
3.2.4.1. <i>Recursos</i>	62
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i>	62
3.2.4.2.1 <i>Descripción del área</i>	62

3.2.4.2.2 Metodología para generar mapa de modelamiento de inundaciones en la parroquia Catarama	62
3.2.4.2.3 Factores de análisis y su valoración: mapa de densidad de flujo combinado con pendiente y geomorfología	63
3.2.4.2.4 Uso actual del suelo y cobertura vegetal	63
3.2.4.2.5 Geología (Hidrogeología)	63
3.2.4.2.6 Isoyetas o precipitaciones.....	64
3.2.4.2.7 índice de saturación.....	64
3.2.4.2.8 Método histórico	64
3.2.4.2.9 Método descriptivo	64
3.2.5 Análisis estadístico.....	65
3.2.5.1 Cálculo de tamaño de la muestra	65
3.2.5.2 Cálculo de la media aritmética	65
3.2.5.3 Varianza	66
3.2.5.4 Tendencia	66
3.2.6 Cálculo de la vulnerabilidad.....	66
3.2.6.1 Vulnerabilidad ambiental.....	67
3.2.6.2 Vulnerabilidad social	68
3.2.6.3 Vulnerabilidad económica.....	68
3.2.6.4 Vulnerabilidad física	68
3.2.6.5 Vulnerabilidad en conocimiento sobre riesgos	68
3.2.6.6 Vulnerabilidad institucional	68
3.2.7 Elaboración de mapas de vulnerabilidad	69
3.2.8 Estructura del plan de riesgo ante inundaciones en la Parroquia de Catarama	70

4. Resultados.....	71
4.1 Recopilación información geográfica, meteorológica y poblacional del área de estudio donde se efectuará el proyecto mediante búsqueda bibliográfica.....	71
4.2 Procesamiento y adaptación la información adquirida en un modelo cartográfico para la elaboración de un modelamiento de inundación en el área de estudio mediante la utilización de un software libre.....	78
4.2.1 Capa de índice de saturación.....	79
4.2.2 Capa de Pendiente.....	80
4.2.3 Capa uso de suelo y cobertura vegetal.....	81
4.2.4 Capa Hidrogeológica.....	82
4.2.5 Precipitación.....	83
4.2.5.1 Información generada para la predicción de la tendencia de la variable precipitación en la parroquia Catarama.....	83
4.2.6 Capa de amenazas.....	86
4.2.7 Mapa de amenazas.....	87
4.2.8 Automatización del proceso de elaboración del mapa de amenazas de inundaciones de la parroquia Catarama mediante la herramienta Model Builder.....	88
4.3 Descripción los factores de amenazas asociados a eventos de inundación mediante los datos obtenidos de los mapas de amenazas de Catarama.....	91
4.3.1 Mapa de pendiente.....	91
4.3.2 Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal.....	92
4.3.3 Mapa de índice de saturación.....	93

4.3.4 Mapa geológico	94
4.3.5 Mapa de precipitación	95
4.4 Determinación el grado de vulnerabilidad a inundaciones mediante la realización de encuestas georreferenciadas a los habitantes de la parroquia Catarama	96
4.4.1 Vulnerabilidad física	97
4.4.2 Vulnerabilidad económica	98
4.4.3 Vulnerabilidad social	100
4.4.4 Vulnerabilidad ambiental	102
4.4.5 Vulnerabilidad en conocimiento sobre riesgos	104
4.4.6 Vulnerabilidad institucional	106
4.4.7 Determinación de la vulnerabilidad global	106
4.4.8 Elaboración de mapas de vulnerabilidad	108
4.4.8.1 <i>Mapa de vulnerabilidad ambiental</i>	108
4.4.8.2 <i>Mapa de servicios básicos</i>	109
4.4.8.3 Mapa de medios de comunicación	110
4.4.8.4 <i>Mapa de instrucción académica</i>	111
4.4.8.5 <i>Mapa de personas vulnerables</i>	112
4.4.8.6 <i>Mapa de ingresos mensuales y estructura</i>	113
4.4.8.7 <i>Mapa de vulnerabilidad de conocimiento sobre riesgos</i>	114
4.5 Establecimiento procedimientos de intervención ante situaciones de emergencia por inundaciones en la parroquia de Catarama mediante un plan de prevención y mitigación de riesgos	116
4.5.1 Aspectos generales del plan	116
4.5.1.1 <i>Componentes del plan</i>	116

4.5.1.2 Objetivo principal.....	117
4.5.1.3 Objetivos específicos	117
4.5.1.4 Ubicación de la zona de estudio	118
4.5.2 Identificación de las zonas de riesgos	118
4.5.2.1 Identificación de la amenaza, causas y consecuencias	118
4.5.2.2 Análisis de la vulnerabilidad	120
4.5.2.3 Cartografía del escenario de riesgos.....	123
4.5.3 Plan de acción.....	124
4.5.3.1 Organización del comité interinstitucional de gestión de riesgos	124
4.5.3.2 Planes de prevención, emergencia y recuperación.....	126
5. Discusión.....	131
6. Conclusiones	135
7. Recomendaciones	138
8. Bibliografía	140
9. Anexos	155
9.1 Anexo 1. Figuras	155
9.2 Anexo 2. Tablas complementarias.....	158

Índice de tablas

Tabla 1. Datos de precipitación total mensual (mm) de la estación Pueblo Viejo	73
Tabla 2. Datos de precipitación total mensual (mm) de la estación Echandía .	74
Tabla 3. Precipitación de la estación Echandía.....	76
Tabla 4. Precipitación de la estación Pueblo Viejo.....	77
Tabla 5. Tabla de datos medios de precipitación	85
Tabla 6. Respuestas: Material de construcción de vivienda.....	97
Tabla 7. Respuestas: Ingresos mensuales en el hogar.....	98
Tabla 8. Respuestas: Acceso a servicios básicos	99
Tabla 9. Respuestas: Acceso a medios de comunicación.....	100
Tabla 10. Respuestas: Personas vulnerables	101
Tabla 11. Respuestas: Instrucción académica	101
Tabla 12. Respuestas: Tipo de contaminación.....	102
Tabla 13. Respuestas: Disposición final de residuos domésticos	103
Tabla 14. Respuestas: Vivienda o sector se inunda.....	104
Tabla 15. Respuestas: Capacitación en riesgos existente en la comunidad .	105
Tabla 16. Respuestas: Conoce las zonas seguras de su comunidad.....	105
Tabla 17. Resultados del cálculo de la vulnerabilidad	107
Tabla 18. Análisis de la amenaza por inundación en la parroquia Catarama	119
Tabla 19. Consecuencias de las inundaciones en la parroquia Catarama	119
Tabla 20. Encargados de las comisiones y personal por grupo	125
Tabla 21. Matriz del plan de prevención ante inundaciones.....	127
Tabla 22. Matriz del plan de emergencia ante inundaciones.....	129
Tabla 23. Matriz del plan de recuperación ante inundaciones.....	130

Tabla 24. Escala de la vulnerabilidad.....	158
Tabla 25. Valoración de los indicadores de vulnerabilidad.....	158
Tabla 26. Pregunta 1: Disposición final de los residuos	158
Tabla 27. Pregunta 2: ¿Su casa o sector se inunda?.....	158
Tabla 28. Pregunta 3: Tipo de contaminación aledaña a su vivienda.....	159
Tabla 29. Pregunta 4: Ingresos mensuales en el hogar	159
Tabla 30. Pregunta 5: Acceso a servicios básicos	159
Tabla 31. Pregunta 6: Acceso a la comunicación (Dispositivos)	159
Tabla 32. Pregunta 7: Tipo de material de la vivienda.....	160
Tabla 33. Pregunta 8: Nivel educativo	160
Tabla 34. Analfabetismo	160
Tabla 35. Pregunta 9: Nivel de conocimiento sobre riesgos.....	160
Tabla 36. Pregunta 10: Conoce las zonas seguras de su comunidad	161
Tabla 37. Pregunta 11: Personas vulnerables por edad y/o discapacidad	161
Tabla 38. Accesibilidad a la zona de estudio	161
Tabla 39. Red de alcantarillado	161
Tabla 40. Personal capacitado en Riesgos dentro del GAD.....	162
Tabla 41. Planes de prevención y mitigación elaborados por el GAD	162
Tabla 42. Clases de pendientes.....	162
Tabla 43. Uso de suelo	162
Tabla 44. Geología (Hidrogeología)	163
Tabla 45. Clasificación de los valores de precipitación	164
Tabla 46. Índice de saturación	164
Tabla 47. Recursos humanos	164
Tabla 48. Recursos software	165

Tabla 49. Estructuración del plan de riesgo ante inundaciones en la Parroquia de Catarama	165
---	-----

Índice de figuras

Figura 1. Capa de saturación	80
Figura 2. Capa de pendiente.....	81
Figura 3. Capa de uso de suelo y cobertura vegetal	82
Figura 4. Capa geológica	83
Figura 5. Línea de tendencia de precipitación de la estación meteorológica Echandía.....	83
Figura 6. Línea de tendencia de precipitación de la estación meteorológica Pueblo Viejo.....	84
Figura 7. La línea de tendencia obtenida a partir de la nueva tabla de datos medios	86
Figura 8. Capa de amenazas	87
Figura 9 .Modelamiento de inundación por precipitación en la parroquia "Catarama 2020"	88
Figura 10. Model Builder del modelamiento de inundación de la parroquia "Catarama 2020".....	90
Figura 11. Mapa de pendiente de la parroquia "Catarama 2020"	92
Figura 12. Mapa de uso de suelo de la parroquia "Catarama 2020"	93
Figura 13. Mapa de índice de saturación de la parroquia "Catarama 2020"	94
Figura 14. Mapa geológico de la parroquia "Catarama 2020"	95
Figura 15. Mapa de precipitación Parroquia Catarama	96
Figura 16. Mapa de vulnerabilidad ambiental.....	109
Figura 17. Mapa de servicios básicos	110
Figura 18. Mapa de medios de comunicación.....	111
Figura 19. Mapa de instrucción académica	112

Figura 20. Mapa de personas vulnerables	113
Figura 21. Mapa de ingresos económicos y estructuras de viviendas	114
Figura 22. Vulnerabilidad en conocimiento sobre riesgos	115
Figura 23. Plan de prevención y mitigación.....	117
Figura 24. Mapa de ubicación del área del proyecto	118
Figura 25. Vulnerabilidad estimada ante inundaciones del cantón Catarama	120
Figura 26. Mapa de vulnerabilidad ambiental por residuos y tipo de contaminación en la parroquia Catarama	121
Figura 27. Mapa de inundaciones y cobertura de alcantarillado según pobladores encuestados	122
Figura 28. Mapa de amenazas de inundaciones	123
Figura 29. Estructura del Comité interinstitucional de gestión de riesgos para la parroquia Catarama	124
Figura 30. Mapa de ubicación del proyecto "Parroquia Catarama"	155
Figura 31. Encuestas georreferenciadas.....	155
Figura 32. Estaciones meteorológicas georeferenciadas	156
Figura 33. Encuesta para la evaluación de vulnerabilidad socioeconómica y conocimiento sobre riesgos en la Parroquia Catarama	157

Resumen

El presente trabajo de investigación da a conocer la importancia de los sistemas de información geográfica, como una herramienta para la gestión y análisis de datos, que permite a su vez diseñar indeterminados escenarios de riesgos de inundación en base a las condiciones geográficas de un área, contrastados con la realidad, a fin de elaborar, programar, establecer y ejecutar mecanismos de intervención ante situaciones de emergencia por inundaciones, a través de un plan de prevención ante estos eventos. La metodología aplicada para la realización del diseño de inundación fue desarrollada por la SNGR. Los resultados obtenidos del modelamiento denotan una clasificación de amenaza baja, amenaza media, amenaza alta y amenaza muy alta lo que permitió identificar las zonas con mayor susceptibilidad a inundación dentro de la parroquia. Otro factor de estudio en el presente trabajo de investigación fue la vulnerabilidad a la que está sujeta la población, la cual fue obtenida mediante encuestas realizadas a la población de la zona de estudio, de las cuales se obtuvieron resultados de las condiciones ambientales, socioeconómicas, físicas, institucional y de conocimiento en riesgos de los habitantes de la zona de estudio, lo que arrojó como resultado que la población está condicionada por una vulnerabilidad de grado medio. Gracias a los resultados obtenidos de los factores de amenaza conjuntamente con el cálculo de la vulnerabilidad se elaboró un plan de riesgo que contiene procedimientos de prevención, emergencia y recuperación adecuados a la situación de la zona.

Palabras clave: Amenaza, Inundación, Precipitación, Riesgo, Vulnerabilidad.

Abstract

This research study reveals the importance of geographic information systems as a tool for data management and analysis, which in turn allows the design of indeterminate flood risk scenarios based on the geographic conditions of an area, contrasted with reality, in order to develop, program, establish and implement intervention mechanisms in emergency flood situations, through a prevention plan for these events. The methodology applied to carry out the flood design was developed by the SNGR. The results obtained from the modeling denote a classification of low threat, medium threat, high threat and very high threat, which made it possible to identify the areas with the greatest susceptibility to flooding within the parish. Another factor of study in this research work was the vulnerability to which the population is subject, which was obtained through surveys of the population of the study area, from which results were obtained on the environmental, socioeconomic, physical, institutional and knowledge of risk conditions of the inhabitants of the study area, which resulted in the population being conditioned by a medium degree of vulnerability. Thanks to the results obtained from the hazard factors together with the calculation of vulnerability, a risk plan was elaborated containing prevention, emergency and recovery procedures appropriate to the situation of the area.

Key words: Hazard, Vulnerability, Flood, Precipitation, Risk.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

“Una amenaza climática es la ocurrencia de un evento climático extremo, como las precipitaciones intensas, que ocasionan efectos físicos directos como inundaciones, capaces de causar pérdidas de vida, daños y afectaciones en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, ecosistemas” (Ministerio de Ambiente del Ecuador [MAE], 2019, pág. 18).

Según datos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (2014) las inundaciones son causantes de millones de muertes cada año en todo el mundo; entre los años 1970 y 2012 los desastres naturales producidos por precipitaciones intensas provocaron el 55% de muertes y el 86% de pérdidas económicas. Durante este mismo periodo en América Latina se registraron 696 desastres que tuvieron como consecuencia el fallecimiento de 54.995 personas y pérdidas económicas de hasta 71.800 millones de dólares; de estos desastres naturales las inundaciones causaron la mayor cantidad de muertes 80% y las mayores pérdidas económicas 64%.

El Ecuador es un país con una elevada vulnerabilidad debido a que está situado en el cinturón de bajas presiones que rodea al planeta Tierra, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2012) esto provoca que el país sea un área sujeta a fenómenos y amenazas hidrometeorológicas como son las inundaciones provocadas como consecuencia del fenómeno El Niño que ocasionan miles de pérdidas de vidas humanas, así como también la destrucción de cultivos, millonarias pérdidas económicas y un atraso en el desarrollo del país.

En su Informe de Inundaciones en Ecuador la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2008) estableció que en el año 2008 el Gobierno del Ecuador

mediante el Decreto 900 declaró al país en estado de catástrofe nacional al ampliar el estado de emergencia debido a las intensas precipitaciones, siendo las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Los Ríos las más golpeadas, reportándose al menos 31.500 damnificados, un sistema de salud colapsado y millonarias pérdidas económicas.

La secuencia de los desastres naturales ocurridos a lo largo del tiempo en el Ecuador muestra un incremento en la cantidad de fenómenos suscitados, así como también su eventual impacto, en particular de “las inundaciones, sequías y temperaturas extremas: de los 29 desastres naturales de gran escala que han afectado al país en los últimos veinte años, el 59 por ciento tenía origen climático” (FAO, 2012, pág. 2).

La FAO (2012) manifiesta en su publicación “En tierra segura”, que Ecuador es un país en el que prima la acción pública post-desastre, en lugar de realizar una gestión de riesgos a desastres que priorice el fortalecimiento de la prevención, mitigación y preparación, esto para poder minimizar los efectos de las catástrofes en cuanto pérdida de vidas humanas como perjuicios económicos.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Años atrás Ecuador carecía de una regulación urbanística eficiente, esto provocó una mala gestión del uso del suelo, lo que según El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda trajo las siguientes consecuencias mencionadas en la Ley Orgánica de ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (LOOTUGS):

Desigualdades en el territorio, ciudades dispersas, ineficientes, sin acceso a la totalidad de los servicios básicos y que, además, las rentas que genera el mercado del suelo por intervenciones o decisiones públicas queden en manos principalmente de los propietarios del suelo (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018, pág. 15).

La gestión poco eficiente en la planificación territorial del Ecuador ha contribuido con graves perjuicios como: la especulación y tráfico ilegal de tierras, destrucción de ecosistemas, que grupos urbanos invadan y se asienten en zonas de alto riesgo y vulnerabilidad que además carecen de servicios básicos, así lo indica la FAO en su informe “En tierra segura” en el que también manifiesta que:

La evacuación y traslado voluntario de la población residente en zonas de riesgo es ya por sí misma una acción difícil, pero resulta aún mucho más complicada por la resistencia de los habitantes de estas zonas a abandonar sus tierras y sus animales, que en muchos casos constituyen su único patrimonio y sustento familiar (FAO, 2012, pág. 7).

Teniendo en cuenta los antecedentes, la tendencia a inundaciones que presenta el cantón Urdaneta se debe principalmente a que:

La orografía del cantón Urdaneta, la zona baja es susceptible a inundaciones, a esto se suma la poca cobertura vegetal tanto en los márgenes de los ríos como es la zona alta del cantón y los problemas ambientales en la cuenca media y baja. Los periodos invernales son una gran amenaza para la población y zonas agrícolas, y más aún en un contexto de cambio climático, en donde a futuro los eventos climáticos extremos podrían ser más intensos. Gobierno Autónomo (Descentralizado del Cantón Urdaneta [GAD UDANETA], 2020, pág. 82).

“El cantón Urdaneta cuenta con tres tipos de clima: Mesotérmico Semihúmedo, que ocupa el 2.53% del territorio, el clima Tropical Megatérmico Semihúmedo representa el 29.25% del área y; finalmente el clima Tropical Megatérmico Húmedo presente en el 68.22% del territorio” (GAD URDANETA, 2020, pág. 18).

El cantón Urdaneta contiene una red hidrológica de suma importancia para la provincia de los Ríos, entre ellos se encuentran:

El río Catarama circunda gran parte del territorio, es el más caudaloso y en las épocas de invierno es el que provoca grandes inundaciones en la parte baja de la parroquia Ricaurte; el río Salampe tiene como afluentes a los ríos Potosí, el Estero Casquete y el Estero Cristal, sus aguas bañan la parte central de la parroquia se originan en las partes altas y en la Provincia de Bolívar (GADP RICAURTE, 2014, pág. 93).

El Gobierno Autonomo Descentralizado del Cantón Urdaneta (GAD URDANETA, 2012) afirma que en el Ecuador uno de los cantones que a lo largo del tiempo se ha visto afectado por desastres naturales es Urdaneta, tanto la zona rural como urbana se ven deterioradas por inundaciones en la época lluviosa, dejando como consecuencia la perdida de plantaciones, así como también el daño parcial o total a viviendas o edificaciones, producto de las fuertes precipitaciones.

En cuanto a los riesgos y desastres relacionados con las inundaciones en la zona urbana del cantón, se determina que, el mayor índice causal de este problema se produce por el desbordamiento del río Urdaneta. “Lógicamente este fenómeno está ligado con la ocurrencia de lluvias extraordinarias, las características físicas de las sub cuencas y micro cuencas, donde el tamaño, forma y pendiente de la superficie del terreno, son parámetros muy importantes” (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Ricaurte [GADP RICAURTE], 2014, pág. 106).

A su vez el GAD URDANETA (2020) indica que de acuerdo al estudio basado en el historial lluvias intensas e inundaciones ocurridas dentro del sector es posible pronosticar futuras amenazas de lluvias de alta intensidad, obteniendo una tendencia en aumento de 1 día cada 2 o 5 años, y habría 6 días más con lluvias extremas hacia el año 2030, y 15 días más con lluvias extremas hacia el año 2040.

En el análisis efectuado por el GAD del cantón en su Plan de Ordenamiento Territorial establece como resultado que:

La precipitación en todo el territorio cantonal llega de 1800 a 2500 mm promedio al año, teniendo como período lluvioso los meses de diciembre a abril regularmente, teniendo como secuelas las inundaciones a las poblaciones de la zona baja especialmente la que comprende parte de la parroquia

Urdaneta y Ricaurte siguiendo el curso del Río Catarama. (GAD URDANETA, 2020, pág. 22).

Las inundaciones causadas por las precipitaciones dentro de Urdaneta están condicionadas principalmente por las:

Deficiencias en el sistema de drenaje (suelos de texturas pesadas) y en áreas bajas de topografía plana con suaves pendientes; en general la aparición de este fenómeno es más lenta que el caso del desbordamiento, pero de mayor duración con respecto a éste las áreas de amenaza por anegamiento constan de una superficie aproximada de, 12041,26 ha, que corresponden al 31,85% de la superficie total cantonal. (GADP RICAURTE, 2014, pág. 106).

GAD URDANETA (2020) determina que las poblaciones con una elevada tasa de amenaza por inundación se encuentran ubicados dentro de valles aluviales, causes abandonados, cuerpos de agua de transición con pendientes de 0 a 2%.entre los que constan los siguientes poblados, La Troncal, Gualuvi, Catarama, Ricaurte, San Antonio del Río, La Providencia, Cerritos, El Guayabo. La Prudencia, San José, y El Progreso.

En base al estudio plan de usos y gestión del suelo del cantón Urdaneta, establece que es un Cantón eminentemente rural, puesto que:

La conexión de las viviendas a sistemas de alcantarillados o de disposición adecuada de aguas servidas es bastante deficiente y se constituye en un reto municipal en el contexto de garantizar condiciones de vida digna en la población rural, como una estrategia que contribuya con la permanencia de la población en el sector agrícola, principal fuente generadora de riqueza en Urdaneta. “En ese sentido, apenas el 13,8% de las viviendas del Cantón están conectadas a la red de alcantarillado (GAD URDANETA, 2020, pág. 21).

Según la International Business School (CEREM) (2020) la adecuada gestión del riesgo de desastres debe estar enmarcada en tres fases que son: pre-desastre, respuesta y post desastre, estas etapas buscan fortalecer la resiliencia de las sociedades, salvar vidas e infraestructuras, dotar de insumos básicos a la población y contar con un buen sistema de salud.

En la “Guía metodológica sobre buenas prácticas en gestión de inundaciones” se recomienda que:

Es fundamental frenar el desarrollo urbano en zonas inundables y no consolidar más espacio urbano en el ámbito fluvial, evitando por ejemplo que se legalicen urbanizaciones periféricas ubicadas en espacio inundable. También hay que restringir las nuevas infraestructuras, redes de servicios, colectores, gasoductos, que en ningún caso deberían circular por los cauces fluviales o junto a ellos, por cuanto consolidan las orillas y pueden dificultar o alterar los procesos de desbordamiento (Ollero, 2014, pág. 105).

Es así que el presente estudio servirá como base para determinar los puntos más susceptibles a inundaciones dentro de la parroquia de Catarama, así como también el poder elaborar un plan prevención de riesgos ante inundaciones producto de las precipitaciones, permitiendo así, planificar, identificar y gestionar de forma más eficaz los posibles desastres naturales que se puedan generar, beneficiando de esta manera a la ciudadanía y a los sectores estratégicos de la ciudad.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué tipo de daños generan las inundaciones en la parroquia Catarama, consecuentes de las fuertes precipitaciones cuando el sistema de aguas lluvias tiende a colapsar durante la época lluviosa?

1.3 Justificación de la investigación

Teniendo claro el problema, la principal razón por la que un simple evento meteorológico tal como la precipitación, genera un elevado índice de inundaciones, se debe en general a la mala gestión y planificación del territorio tanto urbano como rural, puesto que aquellas áreas donde las personas tienden a construir y habitar no tienen algún tipo de estudio que certifique su seguridad ante fenómenos naturales, convirtiendo al área ya habitada en un sitio de alto riesgo ante desastres naturales demostrando que los “fenómenos naturales en sí no

implican a los desastres, sino las sociedades convierten a los eventos de origen natural en peligros y éstos resultan en un riesgo y posteriormente en desastres al ser combinados con la vulnerabilidad de las poblaciones” (Vergara Tenorio, Ellis, Cruz Aguilar, Alarcón Sánchez, & Galván del Moral, 2011, pág. 48).

Queda claro que la vulnerabilidad y el riesgo a desastres naturales es consecuencia de una ineficiente planificación territorial pero también de la falta de educación pero sí mucha astucia de los poblados que se asentaron cerca de ríos y suelos fértiles, bosques, zonas mineras o cualquier recurso natural del cual pudiesen beneficiarse, sin tener en cuenta que los fenómenos naturales se pueden convertir en desastres provocando la muerte, pérdidas económicas millonarias y años de retraso a la comunidad.

Además cabe recalcar que el estado actual de la zona urbana del cantón contiene un gran déficit de sistema de alcantarillado, ya que se estima que tan solo el 13,8% de las viviendas de Catarama se encuentra conectado a la red de alcantarillado público siendo este uno de los principales factores que generan la inundación en épocas invernales producto de la precipitación dado que en gran parte el agua que se acumula en las calles de Catarama no tiene un medio de desfogue óptimo para evitar inundaciones.

La frecuencia y los estragos que dejan las inundaciones que golpean al cantón Urdaneta fundamentan la importancia de este estudio, puesto que son uno de los principales riesgos vinculados con el medio físico, a esto se le suma los factores antrópicos que convierten a estos fenómenos naturales en potenciales desastres, que además afecta a los agricultores con la pérdida de miles de hectáreas de cultivos de arroz, maíz, cacao y limón debido a las inundaciones.

Establecer un sistema de prevención y mitigación ante emergencia por inundaciones en lugares propensos a que ocurran estos fenómenos naturales es de vital importancia para la correcta acción que se debe tomar frente al desastre, es por esto que en la comunidad autónoma de Andalucía en España se establece lo siguiente:

La prevención y gestión del riesgo ante inundaciones implica la necesidad de desarrollar distintas líneas de actuación. Unas dirigidas a la aplicación de medidas directas de prevención y protección, tales como obras de corrección y contención, y otras dirigidas a la aplicación de medidas de planificación ante la eventual ocurrencia de situaciones de emergencia (Junta de Andalucía, 2005, pág. 5).

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Cantón Urdaneta, en la parroquia Catarama (Ver Anexo Figura 30), que se sitúa sobre las coordenadas 668780 E – 9827700 N y 670300 E – 9825300 N.
- **Tiempo:** El tiempo que requiere esta investigación es de 3 meses.
- **Población:** El presente trabajo investigativo de titulación está dirigido en forma general a la población urbana de la parroquia de Catarama que según el INEC (2010) es 6.240 habitantes.

1.5 Objetivo general

Diseñar un escenario de riesgos ante inundaciones en la parroquia de Catarama, por efecto de la precipitación frente a un posible colapso del sistema de drenaje público para la elaboración de un plan de prevención de riesgos.

1.6 Objetivos específicos

- Recopilar información geográfica, meteorológica y poblacional del área de estudio donde se efectuará el proyecto mediante búsqueda bibliográfica.

- Procesar y adaptar la información adquirida en un modelo cartográfico para la elaboración de un modelamiento de inundación en el área de estudio mediante la utilización de un software libre.
- Describir los factores de amenazas asociados a eventos de inundación mediante los datos obtenidos de las capas del modelamiento de inundación.
- Determinar el grado de vulnerabilidad a inundaciones mediante la realización de encuestas a los habitantes de la parroquia Catarama.
- Establecer procedimientos de intervención ante situaciones de emergencia por inundaciones en la parroquia de Catarama mediante un plan de prevención y mitigación de riesgos.

1.7 Hipótesis

El diseño de un escenario de inundación en la parroquia Catarama permitirá identificar áreas sujetas a riesgo, para la posterior realización de propuestas de prevención y mitigación los cuales minimizarán los daños resultantes de las inundaciones.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Olivera et al. (2011) demuestran el potencial de los sistemas de información geográfica (SIG) y la evaluación multicriterio (EMC) para identificar con precisión el mapeo de áreas susceptibles a inundaciones, que a su vez permite la cuantificación de factores ambientales naturales pudiendo determinar el nivel adecuado, para reducir la subjetividad en el proceso de análisis, teniendo como objetivo determinar la población, los servicios y la infraestructura económica que son susceptibles a eventos de inundación o eventos de inundación, mapear y delimitar las áreas de la cuenca donde se producen lluvias intensas periódicamente. Por tanto, los resultados obtenidos permiten identificar factores vulnerables que produjeron inundaciones en la cuenca, entre las que se destacó Camp Town Los antiguos pueblos de Florido, Brisas del Mar y Guanabo, infraestructura vial y ganadera.

Chávez, Binnqüist, y Salas (2015) dan a conocer en su investigación que el propósito de la investigación fue evaluar y dividir la sensibilidad sujeta a inundaciones de la subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez con base en el índice de vulnerabilidad biofísica (IVBF) establecido por el estándar de ponderación, utilizando el proceso de jerarquía analítica (PJA) y a su vez la utilización de la plataforma del Sistema de información geográfica (SIG), obteniendo resultados que demostraron que el 38,39% de la superficie de la cuenca se clasificó como altamente vulnerable, siendo las zonas más vulnerables, Vales Etna, Tlacolula, Zatmatlan, Ocotlán, Ejutla, Miyavat, mientras que en las áreas metropolitanas de Miahuatlán y la ciudad de Oaxaca, las condiciones

dependen de la proximidad a cuerpos de agua, Cobertura terrestre, tipo de suelo y condición geológica.

Torres (2017) destaca la elaboración de un mapeo de inundaciones a través de la investigación hidrológica en la Cuenca del Río Frío A nivel de la ciudad de Chaya y con la ayuda de Software HECRAS y ArcGIS, se utilizaron los datos de flujo para Pte, Virginia, ubicado en el río Frío, a su vez se ajustaron los registros históricos a la función de densidad de probabilidad para obtener probabilidad y frecuencia, después de ajustar los datos con la función Los parámetros Gumbel y Pearson III, se calculó el caudal máximo del ciclo de retorno 2,33, 5, 10, 20, 50 y 100 años. En la aplicación HECRAS, se realizó el modelado hidráulico, es decir, el perfil de flujo, nivel de agua y número de Floyd. Después de eso, los resultados se exportan a ArcGIS, que se encarga de dibujar polígonos de inundación, donde se entatiza un período de recuperación que es de 50 y 100 años que son los mas criticos.

Eslava et al. (2006) argumentan en su trabajo que tiene como objetivo difundir a los usuarios, especialmente en el ámbito de la protección civil, y avances en el campo, conocimiento y desarrollo tecnológico brindando lineamientos metodológicos para la elaboración de mapas de riesgo de inundaciones, arrastre de sedimentos e identificación de inundaciones súbitas Finalmente, esta aplicación muestra como resultado los mapas de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo de inundaciones de la población sujeta al estudio dentro del contexto de esta investigación. Los resultados obtenidos de la primera fase del proyecto fueron una serie de mapas de amenazas de origen natural a nivel nacional, cuyo propósito fue que en la segunda fase se promueva la selección de áreas geográficas prioritarias en base a los factores con mayor grado de riesgo.

Demoraes y D'ercole (2001) declaran que se evaluaron los peligros de origen natural presentes en el Ecuador, así como también la división del área más vulnerable a desastres naturales-terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, deslizamientos de tierra y tsunamis, a fin de desarrollar planes de prevención, mitigación y preparación, y reducir la vulnerabilidad de las personas potencialmente afectadas, fortaleciendo el apoyo a las comunidades de asentamientos en áreas.

Lucas (2018) sostiene por objetivo analizar los factores de riesgos de inundación del recinto Roblecito para la elaboración de medidas que permitan disminuir los daños potenciales. Este estudio consta de una primera etapa donde se determinó la vulnerabilidad global para lo cual se estudiaron 7 tipos de vulnerabilidad: económica, educativa, social, ambiental, física, cultural y científica, mientras que en la segunda etapa, se utilizaron mapas para el análisis a nivel de microcuenca: elevación, pendiente, curvatura, TWI, SPI, número de curvas y distancia del río para determinar el grado de amenaza, y posteriormente se utilizó SIG para generar mapas de vulnerabilidad y amenaza. Los resultados demostraron que, en muchas áreas de investigación, la vulnerabilidad es alta, pero las características de la amenaza son muy altas. Con base en estos cálculos, se puede determinar que la mayoría de las ciudades y pueblos tienen un riesgo muy alto de inundaciones.

En el análisis integral del riesgo a deslizamientos e inundaciones en la microcuenca del Río Gila, Copán, Honduras realizado por Salgado (2005), el autor manifiesta la importancia de determinar los distintos tipos de vulnerabilidades asociadas a eventos de inundación, pues estos elevan muchísimo el riesgo de tener resultados catastróficos después de un desastre, es

por ellos que evaluar condiciones de vulnerabilidad como: el nivel socioeconómico de los habitantes, el estado ambiental de la zona de estudio, las condiciones físicas y el apoyo institucional es primordial para determinar el grado de vulnerabilidad global a la que están condicionados los habitantes de la zona de estudio; para después poder trabajar en estas vulnerabilidades y hacer menos susceptible a la población en casos de emergencias por inundaciones que por la ubicación geográfica de la zona es bastante propensa a sufrir de eventos de este índole.

Carrizo, Ferreyra, Astudillo, y Soldá (2018) mencionan en su estudio que el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) pronosticó hace diez años atrás que la provincia de Córdoba sería víctima de fuertes precipitaciones e inundaciones y que es imprescindible la adaptación de esta zona a esas circunstancias. La ciudad de Jesús María perteneciente a la provincia de Córdoba registra eventos de inundaciones en los años 2000, 2007, 2007 y 2014 que tuvieron como consecuencias, pérdidas humanas, la rotura de puentes daños en infraestructuras entre otras. El objetivo de este trabajo es problematizar los límites de la gestión del riesgo a partir del análisis de la inundación ocurrida en el año 2015 en la ciudad de Jesús María perteneciente a la provincia de Córdoba, en el estudio se explican que las acciones tomadas por el Sistema Político y el de Información-Comunicación son claves en los tres momentos en los que se analizan los desastres, es decir, en la prevención, respuesta y reparación, la visión de los autores propone la socialización de un modelo de adaptación al cambio climático que se enmarque en los principios de la sustentabilidad, con responsabilidades públicas y privadas que defiendan los derechos humanos, el medio ambiente y las infraestructuras.

A causa de las inundaciones ocurridas en la ciudad de Andalucía, La Junta de Andalucía (2005) elabora un Plan de emergencia ante Riesgo de Inundaciones para la mencionada ciudad española, este plan tiene como finalidad el establecimiento de una estructura organizativa que conste de algunos comités conformados por asesores, un gabinete de información, un grupo sanitario, asesores técnicos, entre otros comités, encargados de los procedimientos que deben realizarse para una respuesta eficaz al enfrentarse a una emergencia por inundación en la comunidad. Asimismo, se optó por la caracterización de la zona a su vez tomando en consideración los aspectos hidrológicos, meteorológicos, territoriales, socioeconómicos y medioambientales, por lo que se vuelve imprescindible la colaboración de todos los organismos implicados en las materias antes mencionadas. Para el análisis de riesgo de inundación en la localidad de Andalucía se elaboró un plan con la siguiente información: la información territorial, tipología y causas de las inundaciones en Andalucía, un análisis de riesgo de inundación y por último la caracterización detallada de las zonas inundables.

La investigación realizada por Centeno (2018) tiene como finalidad la determinación de la efectividad de la educación sobre riesgos y desastres naturales en la población de Quinocay; en su estudio de tipo cuantitativo con método cuasi-experimental usa técnicas de encuestas resueltas por los 60 habitantes que fueron sujetos a estudio, en los resultados obtuvo que el 92% de la población desconocía sobre la prevención de riesgos de desastres naturales lo que evidencia una completa desinformación sobre el tema. Después de haber impartido información mediante capacitaciones y charlas sobre riesgos se volvió a encuestar a la población teniendo como resultado que el 100% conocía sobre el

tema, por lo que se concluye que la intervención educativa que se aplicó a la comunidad de Quinocay fue exitosa y se resuelve que es imprescindible la capacitación sobre temas de riesgo en especial en las comunidades con alto grado de vulnerabilidad.

El Instituto Nacional de Defensa Civil de Perú en conjunto con el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2013) elaboraron un Manual de Mapa Comunitario de Riesgos que tiene como objetivo proporcionar lineamientos metodológicos para que la comunidad participe y reflexione sobre el peligro, vulnerabilidad, riesgos de desastres y recursos que existen en su ambiente. Se plantea que la elaboración de estos mapas debe estar a cargo de la comunidad debido a que son los miembros de esta los que conocen su realidad fenomenológica, identifican sus recursos potencialidades y limitaciones, sin embargo, es imprescindible que los habitantes estén asesorados por un técnico que los oriente. Una vez que el grupo haya socializado sobre lo que se encuentra en la zona de estudio, se procede a elaborar los mapas ubicando los peligros, vías de acceso, infraestructuras, vulnerabilidades, recursos entre otros, el manual propone que haya un facilitador que conozca sobre técnicas participativas, que respete la cultura de la comunidad y que tenga conocimiento sobre Gestión de Riesgos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Ciclo hidrológico

Bateman (2007) define que este es el ciclo básico para comprender los procesos que ocurren en la tierra puesto que requiere de conocimientos multidisciplinarios, y a su vez que en este ciclo no hay comienzo ni fin en la recirculación de agua entre la atmosfera y la tierra, pero obviamente, se basa en

todos los estados de la materia, sólido, líquido y gaseoso, dado que son muy importantes en términos de recursos humanos para la relación entre el hombre y la naturaleza y su influencia en el ciclo hidrológico.

Loera (2002) indica que el ciclo hidrológico se produce en tres niveles del sistema terrestre: la atmósfera que es la capa gaseosa que rodea la tierra, la litosfera correspondiente a la parte sólida de la superficie terrestre y la hidrosfera formada por objetos terrestres de agua que cubren la superficie, ciertamente, aún no se sabe dónde comienza el ciclo hidrológico, pero se piensa que dado que los océanos ocupan el 70% de la superficie terrestre, es ahí donde comienza el ciclo, ya que su evaporación es mucho mayor en comparación a otras partes de la tierra y la atmósfera.

2.2.1.1 Componentes del ciclo hidrológico

2.2.2.1.1 Condensación

Desde la posición de las autoras Daza y Pérez (2013) la condensación es el proceso en el cual el agua que se encuentra en estado gaseoso pasa a un estado líquido. EL vapor de agua se expande y se enfría cuando se encuentra a bajas temperatura, ya que puede condensarse en pequeñas gotas de agua para formar nubes.

2.2.2.1.2 Precipitación

La precipitación es un proceso meteorológico que principalmente incluye. “La lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre, tales como granizo y nevisca” (Chow, Maidment, & Mays, 1994, pág. 65). Para que la precipitación se genere, necesita elevar la temperatura de los cuerpos de agua en la atmósfera para enfriarla y condensarla. “Desde el punto de vista de la hidrología, la precipitación es la fuente primaria del agua de la

superficie terrestre, y sus mediciones y análisis, forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua” (Villón Béjar, 2020, pág. 69).

2.2.2.1.3 Evaporación

Como afirman Daza y Pérez (2013) la evaporación es un proceso en el cual el agua que se encuentra en estado líquido pasa a un estado gaseoso, e lo contrario del proceso de condensación puesto que la evaporación ocurre cuando el agua líquida entra en contacto con la atmosfera, cabe recalcar que existen varias propiedades físicas que afectan a la evaporación, y están asociadas a la temperatura del aire, temperatura del agua, el movimiento del aire en la superficie del agua y la presión de vapor.

2.2.2.1.4 Infiltración

Daza y Pérez (2013) mencionan que la infiltración es el flujo de agua que va desde la superficie terrestre al suelo, esta variable depende de varios aspectos, entre ellos el estado de la superficie del suelo, la cobertura vegetal y las propiedades del suelo (porosidad, conductividad hidráulica y contenido de humedad. Esta es de gran trascendencia en hidrología urbana porque reduce y retrasa la escorrentía que se generan en las áreas permeables, en relación a las áreas impermeables, por lo que la debe ser considerada de manera importante al momento de planificar cualquier tipo de desarrollo urbanístico.

2.2.2.1.5 Escorrentía

Según las autoras Daza y Pérez (2013) la escorrentía es agua proveniente de la lluvia que no se absorbe ni se retiene en el suelo, sino que fluye por encima del mismo, así por ejemplo la escorrentía urbana proviene de ciudades con carreteras, obras y techos, es decir, cualquier lugar donde se impermeabilice la

superficie, donde hay muchas formas de drenar el agua de lluvia mediante el uso de alcantarillas, desagües y depósitos.

2.2.2.1.6 Transpiración

Daza y Pérez (2013) enfatizan que es el proceso de evaporación del agua presente en plantas, donde se extrae el agua del suelo a través del sistema radicular este efecto es producido por la combinación de evaporación y transpiración, el cual es denominado como evapotranspiración, el cual contiene factores que afectan al agua del suelo.

2.2.2 Tipos de precipitaciones

2.2.2.1 Precipitación convectiva

Jagsich (1954) expresa que la precipitaciones convectivas se tienden a producir por un declive convectivo, a su vez caracterizan por su corta duración acompañada de lluvias abundantes y alta intensidad, generalmente, la lluvia convectiva tiene características de chubasco, aguaceros y está relacionada con otros fenómenos meteorológicos convectivos, tales como granizo, viento fuerte, relámpagos, rayos, etc.

2.2.2.2 Precipitación frontal

“Se originan de la ascendencia frontal. sus características están determinadas por el tipo de sistema frontal y su edad, aunque es evidente que se producen por la convergencia horizontal de dos masas de aire con caracteres físicos y dinámicos distintos” (Blanco, 2016, pág. 6).

2.2.2.3 Precipitación orográfica

Blanco (2016) especifica que este tipo de precipitación es conocida como lluvia de relieve, es la lluvia provocada por el declive del terreno en este caso, la configuración topográfica del espacio determinará la duración, proporción,

intensidad, extensión y dirección de la lluvia, por lo tanto, el flujo de aire cambiará cuando entre en altas montañas o mesetas.

2.2.3 Inundación

Según González (2014) la inundación se refiere al estancamiento temporal fuera de los cauces de los ríos, esto sucede porque el canal de escorrentía excede la capacidad de retención e infiltración del suelo o la capacidad de transporte del canal la inundación es un evento periódico específico de la dinámica natural de la cuenca hidrológica.

2.2.3.1 Tipos de inundaciones

2.2.3.1.1 Inundaciones fluviales

Según González (2014) la inundación se refiere al estancamiento temporal fuera de los cauces de los ríos, esto sucede porque el canal de escorrentía excede la capacidad de retención e infiltración del suelo o la capacidad de transporte del canal la inundación es un evento periódico específico de la dinámica natural de la cuenca hidrológica.

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2019) afirma que estas inundaciones se producen cuando el agua desbordada del río permanece en la superficie del terreno cercano a ellos. En este tipo de inundaciones, el agua derramada sobre el terreno adyacente corresponde a la precipitación registrada en cualquier parte de la cuenca tributaria.

2.2.3.1.2 Inundaciones repentinas

“Ocurren en un tiempo muy corto. Las aguas desarrollan grandes velocidades y un gran caudal. El no crece, en ocasiones en forma gigantesco, en tiempos que suelen ser menores de dos horas a partir del inicio de un fuerte aguacero” (Cruz Roja Colombiana, 1990, pág. 9).

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2011) asegura que, debido a las fuertes lluvias, que ocurren en los ríos escarpados de la cuenca, la inundación de este tipo tiende a ser breve y de corta duración con un tiempo de respuesta casi nulo, siendo este tipo de inundaciones las que más daño han causado a la población

2.2.3.1.3 Inundaciones pluviales

“Son consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el terreno está saturado y el agua de lluvia excedente comienza acumularse, pudiendo permanecer horas o días hasta que se evapore y el terreno recupere su capacidad de infiltración” (CENAPRED, 2009, pág. 8). Su característica principal es que el agua estancada es producto de la precipitación ocurrida en una zona específica.

2.2.3.1.4 Inundaciones lentas

“Se presentan cuando el agua proveniente de lluvias o del desbordamiento de una corriente de agua cubre poco a poco zonas cercanas a su cauce, anegando, es decir, llenando de agua las planicies y valles que rodean el río” (Cruz Roja Colombiana, 1990, pág. 13). Provocando daños a las edificaciones, cultivos agrícolas, e infraestructuras aledañas a la zona de riesgo, así como también causando afectaciones a la salud de la población.

2.2.3.1.5 Inundaciones urbanas

Generalmente se encuentran asociado a que según Morelli (2007):

Las inundaciones aumentan su frecuencia y magnitud debido a la impermeabilización del suelo y la construcción de redes de conductos pluviales. El desarrollo urbano puede también producir obstrucciones al escurrimiento, como rellenos sanitarios, puentes, drenajes inadecuados, obstrucciones al escurrimiento junto a conductos y colmatación. Generalmente estas inundaciones son vistas como locales porque involucran cuencas pequeñas (< 100 km², y muy frecuentemente cuencas < 10 km²). (pág.30).

2.2.4 Alcantarillado

Curco (2014) declara que se trata de procesos hidráulicos cuya finalidad es la captación, conducción y tratamiento de aguas residuales y pluviales para evitar problemas sanitarios e inundaciones. El sistema de aguas residuales y pluviales también puede entenderse como un conjunto de acciones, materiales o medidas que no pretenden evitar que las fuentes de agua de lluvia causen daños a las personas o bienes de la ciudad o dificulten el normal desarrollo de la vida urbana.

2.2.4.1 Tipos de alcantarillado

2.2.4.1.1 Alcantarillado sanitario

Comisión Nacional del Agua (2009) indica que el sistema de tratamiento de aguas residuales consta de una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para la recepción, conducción, ventilación y evacuación de las aguas residuales servidas, puesto que, sin estas redes de recolección de agua, la salud de las personas se verá seriamente amenazada debido al riesgo de epidemias.

2.2.4.1.2 Alcantarillado pluvial

Este tipo de alcantarillado se encuentra “constituida por un conjunto de tuberías que permitirá la evacuación de forma técnica de aguas provenientes exclusivamente de lluvias. Las aguas lluvias serán receptadas por sumideros de calzada que a través de tuberías será conducidas a la estructura de descarga” (Cando, 2017, pág. 65).

2.2.5 Desastres naturales

La definición obtenida del Manual de Capacitación de la Coordinadora Local para la Reducción de Desastres obtenida de la Biblioteca virtual en Salud y Desastres de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el concepto de desastre es la siguiente:

Es la afectación extrema del funcionamiento de una sociedad que causa extensas pérdidas humanas, materiales o ambientales que exceden la capacidad de la sociedad afectada de recuperarse con sus propios recursos. El desastre es la materialización del riesgo y por lo tanto la magnitud del desastre está en función de la magnitud de la amenaza y la vulnerabilidad. (OXFAM GB; Fundación Esperanza y Fraternidad (ESFRA); Instituto para la Superación de la Miseria Urbana (ISMUGUA), 2007, pág. 5).

Sepúlveda (2008) denomina a los fenómenos naturales como “toda manifestación de la naturaleza que es producto de su funcionamiento”, estos fenómenos podrían convertirse en desastres debido al espacio social construido, es decir, el inadecuado asentamiento de las personas en zonas con suelos inestables, viviendas en mal estado, y terminan siendo las condiciones socioeconómicas las que definen la gravedad de los efectos causados por los fenómenos naturales.

En síntesis Espinoza (2008) se puede decir que un desastre no es un fenómeno natural sino más bien el impacto que se produce en la sociedad debido a los factores de vulnerabilidad.

2.2.6 Agentes generadores de desastres

2.2.6.1 Riesgo

Según Cardona (2005), el riesgo está estrechamente relacionado con la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad, es decir que el riesgo es la posibilidad de que una amenaza se convierta en desastre debido a la vulnerabilidad que de las condiciones.

El documento conceptos sobre riesgo del autor Soldano (2009) recopila varias definiciones sobre riesgo, donde se concluye que el riesgo es “la probabilidad de que ocurra algún hecho indeseable” y está estrechamente ligado a factores culturales, históricos, políticos, socioeconómicos y ambientales, así mismo en el

documento se plantea que la vulnerabilidad y las amenazas por separadas no siempre representan peligro, pero juntas dan como resultado el riesgo y aumentan la posibilidad de ocurrencia de desastre.

2.2.6.2 Amenaza

El Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente (1991) caracteriza a los peligros naturales como aquellos elementos del medio ambiente que son dañinos para los seres humanos y son causados por fuerzas externas, particularmente de origen no antrópico, los cuales ocurren frecuentemente en medios naturales tales como la atmósfera, la hidrología, la geología, que pueden provocar efectos adversos en los seres humanos, edificaciones y actividades.

Las definiciones obtenidas de la Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres (UNISDR) (2009) describen que existen varios tipos de amenaza, entre ellas están: las biológicas, geológicas, hidrometeorológicas, tecnológicas, entre otras. La amenaza socio natural está determinada por eventos geofísicos o hidrometeorológicos, y son las actividades humanas -como por ejemplo el asentamiento de poblados en zonas de riesgo- las que acrecientan la ocurrencia de estas amenazas, así como también el riesgo a desastre, sin embargo, estas amenazas socio naturales podrían reducirse e incluso evitarse mediante una correcta gestión del suelo y de los recursos naturales.

2.2.6.3 Vulnerabilidad

Reyes, Montilla, Castillo, y Zambrano, (2017) definen a la vulnerabilidad como aquel estado o condición que imposibilita o dificulta enfrentar una situación fortuita a la que se enfrenta una población, es decir, la predisposición de los sujetos a sufrir algún tipo de daño en este caso físico- provenientes de agentes externos.

2.2.6.4 Riesgo de inundación

Ramírez (2012) afirma los factores que influyen en que aumente el riesgo de que una zona determinada se inunde son: las lluvias de alta intensidad, el desborde de ríos, el colapso de estructuras como represas, un sistema de alcantarillado deficiente, la deforestación y el cambio climático. Todos estos factores influyen en que aumente el riesgo de inundación.

2.2.7 Gestión de riesgo de desastres

2.2.7.1 Gestión de riesgos

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2012) menciona que se trata de un plan para reducir el estado de riesgo de desastres de una comunidad, región o país, un proceso consistente, participativo e integral, lo que significa que las capacidades y recursos locales, regionales y nacionales son complementarios y están estrechamente relacionados con la búsqueda del desarrollo sostenible.

La definición general de gestión del riesgo de desastres se refiere al proceso social cuyo propósito. “Es la previsión, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles” (Narváez, Lavell, y Pérez Ortega, 2009, pág. 33).

2.2.7.2 Análisis de riesgo

Según el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) (2002) el análisis de riesgos engloba todos aquellos estudios que se enfocan en identificar y evaluar amenazas, vulnerabilidad y riesgos de un sector específico y tiene como finalidad la elaboración de planes de reducción de desastres. Se plantea que estos análisis de riesgos deben realizarse por especialistas conjuntamente con la

participación de la municipalidad y aún más importante socializarlos con la comunidad a través de charlas participativas y entrevistas a los líderes comunitarios para el levantamiento de información actual e histórica. El Análisis de riesgos se fundamenta en tres partes que son: la evaluación de amenazas, la evaluación de vulnerabilidad y la evaluación del riesgo.

2.2.7.3 Evaluación de amenazas

La Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) (2002) expone que la evaluación de amenazas se lleva a cabo mediante la identificación e inventario de las amenazas, esto debe realizarse con participación activa de la población y la municipalidad con personal capacitado, e incluye observaciones de campo y la revisión de datos e información disponible como mapas, informes y documentación histórica sobre los fenómenos, con el objetivo de obtener la probabilidad de ocurrencia y severidad de estos, y que pueden acontecer en una zona determinada de la cual se elabora un mapa de amenazas que es una herramienta indispensable para la evaluación de riesgos actuales y potenciales.

2.2.7.4 Evaluación de vulnerabilidad

La evaluación de la vulnerabilidad se basa en el estudio de los factores que traen como consecuencia la creación de vulnerabilidad, que según La Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) (2002) los factores que pueden causar vulnerabilidad son por ejemplo: bajos recursos económicos, desinformación y poco conocimiento sobre las amenazas del sector que se habita, infraestructuras en mal estado, entre otras; en este proceso de evaluación se identificarán dichos factores y se determinará tentativamente el grado de afectación y daño ante la posible ocurrencia de una amenaza.

2.2.7.5 Prevención, reducción y mitigación de riesgos

Según el Ministerio de Salud de Perú (2014) la prevención y reducción de riesgos son todas aquellas acciones orientadas y diseñadas en términos de gestión del desarrollo sostenible, para evitar y minimizar la vulnerabilidad a los riesgos causados por fenómenos naturales.

2.2.7.6 Preparación comunitaria

Las Organizaciones OXFAM GB; la Fundación Esperanza y Fraternidad (ESFRA); y el Instituto para la Superación de la Miseria Urbana (ISMUGUA) (2007), definen a la preparación comunitaria como todas aquellas acciones o medidas realizadas con antelación, es decir previas al desastre, que permiten que la respuesta sea más eficiente ante el impacto de dicho desastre. Algunas de las actividades de preparación son la organización y capacitación comunitaria, elaboración de protocolos de alerta temprana y evacuación de la población amenazada. La capacidad de respuesta de la comunidad ante un desastre es una de las principales herramientas para minimizar las consecuencias devastadoras de los desastres.

2.2.7.7 Plan de respuesta comunitario

Izaguirre, Pérez, Gamarra, y Álvarez, (2014) exponen al plan de respuesta comunitario como un instrumento de la Gestión de Riesgos cuya finalidad es la de preparar a la comunidad para responder de la mejor manera ante una emergencia, estos planes están conformados por una serie de pasos elaborados a partir del estudio de los escenarios de riesgos, que permiten definir de forma ordenada aquellas acciones de corto, mediano y largo plazo que contribuyen a minimizar los riesgos de desastres; estos planes comunitarios contienen información actualizada y verás sobre la realidad de la comunidad en donde se

resaltan los niveles de riesgo mediante la determinación de las áreas vulnerables lo que permite planificar el desarrollo y evitar el crecimiento poblacional en esas zonas para así evitar generar más riesgos.

2.2.7.8 Elementos clave de un plan comunitario

- Caracterización de la comunidad/barrio: datos geografía, población, cultura, historia, medios de vida, etc.
- Servicios e infraestructuras existentes (viviendas, agua y saneamiento, energía, vías de acceso, telecomunicaciones, etc.).
- Análisis del tejido social y organización de la comunidad/barrio. Análisis de Riesgos (amenazas, vulnerabilidades y capacidades): mapa/croquis de riesgo.
- Acciones de reducción del riesgo de desastres (prevención, mitigación, preparación, respuesta y recuperación).
- Anexos: detalle de inventarios, registros, censos de medios humanos y materiales disponibles en la comunidad. (Izaguirre, Pérez, Gamarra, & Álvarez, 2014, pág. 12).

2.2.7.9 Mitigación de desastres

Cardoso (2017) afirma que la mitigación de los desastres es una de las actividades más importantes en la gestión de riesgos, debido a que busca minimizar considerablemente las consecuencias de uno o más eventos naturales que golpeen a una comunidad; para poder hacer efectivas las acciones de mitigación es imprescindible que se incorporen programas de planificación y desarrollo del área afectada, algunas de las actividades de mitigación son: estudios de amenazas y vulnerabilidad física, social, económica y ecológica; desarrollar planes de ordenamiento territorial y así definir las áreas vulnerables, otra acción mitigante es el reforzamiento de las infraestructuras y la gestión del sistema de alcantarillado; planes de conservación de suelos como estabilización de taludes para para el control de avalanchas e inundaciones en cuencas de pendiente alta.

2.2.7.10 Medidas ante de riesgo inundaciones

2.2.7.10.1 Medidas estructurales

García (2014) menciona que las medidas estructurales son todas aquellas obras de infraestructuras e ingeniería que buscan contener, reducir e incluso evitar los posibles impactos de las amenazas, alguna de estas medidas estructurales pueden ser: las represas, los diques y obras de drenaje, todas estas con el objetivo de reducir caudales, niveles de agua de inundación y la duración de la misma.

2.2.7.10.2 Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales son las que no suponen la realización de construcciones físicas, sino más bien usa la impartición de conocimiento, la realización de estudios, practicas o acuerdos a través de leyes, con la finalidad de reducir o mitigar los impactos del desastre así García (2014) también menciona que algunas de las medidas no estructurales son: la cartografía de riesgos, ordenación territorial de las zonas inundables, sistemas de alerta temprana, protección civil, entre otros.

2.2.8 Sensores remotos

Van Westen (2011) destaca que hoy en día, los sensores remotos se ha convertido en una herramienta importante para monitorear cambios en la cobertura del tierra, en el océano y en la atmósfera, esta herramienta se utiliza cada vez más como base para la alerta temprana de eventos peligrosos., puesto que la teledetección proporciona información sobre el tema para el modelado de desastres, como topografía, litología y cobertura terrestre.

Torres (2015) argumenta sobre la importancia de utilizar sensores remotos y sistemas de información geográfica como herramientas apropiadas para el

monitoreo de inundaciones, registro de datos y cambios en áreas específicas, dado que los sensores remotos tienen la habilidad de detectar y medir una serie de elementos, como la forma, densidad y expansión del área de los centros de población. Además, el uso de GIS ayuda a identificar, localizar y mapear diferentes formas y tipos de accidentes geográficos, el cual también es apropiado para elaborar mapas temáticos y monitorear cambios de una zona específica en un intervalo de tiempo.

2.2.9 Sistemas de información geográfica

“Los SIG son una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato” (Peña, 2006, pág. 3).

“La definición de SIG consiste en un sistema de software con la capacidad de capturar, almacenar, analizar y visualizar información geográfica” (Torres, 2015, pág. 26). La preeminencia de utilizar SIG radica en el uso, aplicación y procesamiento de bases de datos geográficas, que pueden actualizarse según el tipo de investigación requerida.

2.2.9.1 Análisis de datos geográficos

De acuerdo en Damayanti (2011) citado en Torres (2015) plantea que, al analizar las amenazas de inundaciones, consideremos: la geología, geomorfología, uso de la tierra, dado que estas condiciones se han tenido en cuenta para la simulación el comportamiento de las inundaciones, entre los que destacan los siguientes:

- Profundidad de inundación de eventos importantes.

- Verificación de mapa de eventos de inundación para posterior comparación con el mapa de peligro generado.
- Características físicas del área de estudio: caminos y diques.

2.2.9.2 Modelo de elevación digital

Se define al DEM como:

La representación de la superficie del terreno en donde los puntos de elevación son almacenados en una cuadrícula rectangular. Una simple celda rectangular que cubre un área y es representada por una elevación del mismo valor. Hay otros formatos digitales para representar el DEM como la cuadrícula, el TIN (triangular irregular network) y líneas de contorno. De esto, el formato de cuadrícula es el más utilizado debido a que fácilmente puede ser almacenado y manipulado. Varias fuentes de datos se aplican para generar el DEM y así generar precisión vertical, tal como:

- Medición del terreno con 0.06 de precisión.
- Información de hojas topográficas (puntos de elevación y líneas de contorno con precisión en metros).
- Imágenes estereoscópicas de fotografías aéreas o imágenes satelitales (Landsat, ASTER, SPOT, Ikonos).
- Escaneo láser aéreo LIDAR puede llegar a tener 15 cm de precisión. (Torres, 2015, pág. 28).

2.2.9.3 Análisis DEM para inundaciones

Getahun y Gebre (2015) citado en Torres (2015) utilizan El DEM para crear TIN, facilita el cálculo de pendientes y accidentes geográficos, esto ayuda a identificar áreas vulnerables a inundaciones y a su vez a visualizar la red de drenaje para identificar la fuente del aumento de flujo más frecuente durante la temporada de lluvias, lo que ayuda al modelado 2D y 3D representando áreas específicas, para posteriori toma de decisiones, especialmente en la planificación del uso del suelo.

El análisis tridimensional permite el procesamiento de superficies TIN, dependiendo de la interpolación entre puntos o píxeles, que permite aproximarse a gran detalle, con pendientes y geoformas que dan la idea de la geomorfología de la región. Dentro de las características del análisis 3D se mencionan:

- Diseño de un modelo espacial que permita la conservación de rasgos geométricos que conservan casi en su totalidad las formas originales de campo. A su vez, se crean bases de datos geográficas que permiten su constante actualización, asimismo, este modelo debe ser entendido por el público en general.
- Realización del modelo espacial que conlleve la rectificación y transformación de coordenadas y manejo de bases de datos geográficas. Además, el desarrollo de la estructura de datos, que abarcan fuentes distintas, con la finalidad de procesarlos dentro de un sistema integrado.
- La visualización del modelo espacial a través de la preparación de elementos necesarios para la visualización en 2D o 3D, lo que también permitirá la optimización en recursos y tiempo.
- Capacidad para que otros operadores puedan actualizar información, con base en las necesidades del proyecto.
(Torres, 2015, pág. 29)

2.2.9.4 Uso de los sistemas de información geográfica en la gestión de riesgos

Sirven para “combinar información sobre peligros naturales, recursos naturales, población e infraestructura puede ayudar a los planificadores a identificar áreas menos expuestas a los peligros y más aptas para actividades de desarrollo áreas que requieren evaluación adicional de los peligros” (Alvarado, 2014, pág. 20).

En lo que respecta a la gestión de inundaciones, los instrumentos proporcionados por los SIGS se tratan principalmente de lo que el auto Giuseppe (2018) describen son:

Mapas de riesgo de inundaciones, esto permite facilitar la toma de decisiones y reconocer áreas que requieren atención inmediata, zonas que ameritan la implementación de estrategias de gestión de riesgos y lugares en donde se debe profundizar los estudios sobre riesgos de inundación, a nivel local y comunitario los sistemas de información geográfica permiten a los planificadores territoriales conocer las infraestructuras que se encuentran en zonas potencialmente inundables y que demandan la creación de planes de emergencia y actividades de respuesta. (pag.19).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

(Asamblea Constituyente, 2008)

Art. 35.- Las personas adultas mayores, niñas, niños y adolescentes, mujeres embarazadas, personas con discapacidad, personas privadas de libertad y quienes adolezcan de enfermedades catastróficas o de alta complejidad, recibirán atención prioritaria y especializada en los ámbitos público y privado. La misma atención prioritaria recibirán las personas en situación de riesgo, las víctimas de violencia doméstica y sexual, maltrato infantil, desastres naturales o antropogénicos. El Estado prestará especial protección a las personas en condición de doble vulnerabilidad. (pág.18)

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

1. Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.
2. Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.
3. Planificar, construir y mantener la vialidad urbana.
4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.
5. Crear, modificar o suprimir mediante ordenanzas, tasas y contribuciones especiales de mejoras.
6. Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte público dentro de su territorio cantonal.
7. Planificar, construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos de salud y educación, así como los espacios públicos destinados al desarrollo social, cultural y deportivo, de acuerdo con la ley.
8. Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines.
9. Formar y administrar los catastros inmobiliarios urbanos y rurales.
10. Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley.
11. Preservar y garantizar el acceso efectivo de las personas al uso de las playas de mar, riberas de ríos, lagos y lagunas.
12. Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras.
13. Gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios.
14. Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias. (pág. 101)

Art. 340.- El sistema nacional de inclusión y equidad social es el conjunto articulado y coordinado de sistemas, instituciones, políticas, normas, programas y servicios que aseguran el ejercicio, garantía y exigibilidad de los derechos reconocidos en la Constitución y el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo. El sistema se compone de los ámbitos de la educación, salud, seguridad social, gestión de riesgos, cultura física y deporte, hábitat y vivienda, cultura, comunicación e información, disfrute del tiempo libre, ciencia y tecnología, población, seguridad humana y transporte. (pág. 126)

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad. (pág. 140)

Art. 390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad. (pág. 141)

Art. 391.- El Estado generará y aplicará políticas demográficas que contribuyan a un desarrollo territorial e intergeneracional equilibrado y garanticen la protección del ambiente y la seguridad de la población, en el marco del respeto a la autodeterminación de las personas y a la diversidad. (pág. 141)

2.3.2 Ley de seguridad pública y del estado

(LEY DE SEGURIDAD PUBLICA Y DEL ESTADO, 2014)

Art. 3.- De la garantía de seguridad pública. - Es deber del Estado promover y garantizar la seguridad de todos los habitantes, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos del Ecuador, y de la estructura del Estado, a través del Sistema de Seguridad Pública y del Estado, responsable de la seguridad pública y del Estado con el fin de coadyuvar al bienestar colectivo, al desarrollo integral, al ejercicio pleno de los derechos humanos y de los derechos y garantías constitucionales. (pág. 2)

Art. 11.- De los órganos ejecutores. - Los órganos ejecutores del Sistema de Seguridad Pública y del Estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y gestión de riesgos, conforme lo siguiente:

d) De la gestión de riesgos. - La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (pág.5)

2.3.3 Reglamento a la ley de seguridad pública y del estado

(REGLAMENTO A LA LEY DE SEGURIDAD PUBLICA Y DEL ESTADO, 2018)

Art. 3.- Del órgano ejecutor de Gestión de Riesgos. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos es el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. Dentro del ámbito de su competencia le corresponde:

- a) Identificar los riesgos de orden natural o antrópico, para reducir la vulnerabilidad que afecten o puedan afectar al territorio ecuatoriano;
- b) Generar y democratizar el acceso y la difusión de información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo;
- c) Asegurar que las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión;
- d) Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción;
- e) Gestionar el financiamiento necesario para el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos y coordinar la cooperación internacional en este ámbito;
- f) Coordinar los esfuerzos y funciones entre las instituciones públicas y privadas en las fases de prevención, mitigación, la preparación y respuesta a desastres, hasta la recuperación y desarrollo posterior;
- g) Diseñar programas de educación, capacitación y difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos; y,
- h) Coordinar la cooperación de la ayuda humanitaria e información para enfrentar situaciones emergentes y/o desastres derivados de fenómenos naturales, socio naturales o antrópicos a nivel nacional e internacional.
(pág. 2)

Art. 18.- Rectoría del Sistema. - El Estado ejerce la rectoría del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, cuyas competencias son:

- a) Dirigir, coordinar y regular el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos;
- b) Formular las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, bajo la supervisión del Ministerio de Defensa Nacional, para la aprobación del Presidente de la República;
- c) Adoptar, promover y ejecutar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema;
- d) Diseñar programas de educación, capacitación y difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos;
- e) Velar por que los diferentes niveles e instituciones del sistema, aporten los recursos necesarios para la adecuada y oportuna gestión;
- f) Fortalecer a los organismos de respuesta y atención a situaciones de emergencia, en las áreas afectadas por un desastre, para la ejecución de medidas de prevención y mitigación que permitan afrontar y minimizar su impacto en la población; y,

g) Formular convenios de cooperación interinstitucional destinados al desarrollo de la investigación científica, para identificar los riesgos existentes, facilitar el monitoreo y la vigilancia de amenazas, para el estudio de vulnerabilidades. (pág. 6)

Art. 19.- Conformación. - El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos: local, regional y nacional. (pág. 6)

Art. 24.- De los Comités de Operaciones de Emergencia (COE). - son instancias interinstitucionales responsables en su territorio de coordinar las acciones tendientes a la reducción de riesgos, y a la respuesta y recuperación en situaciones de emergencia y desastre. Los Comités de Operaciones de Emergencia (COE), operarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico, como lo establece el artículo 390 de la Constitución de la República. (pág. 6)

Art. 25.- De la Educación. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, en coordinación con el Ministerio de Educación, incorporará la gestión de riesgos en los programas de educación básica, media y técnica en el idioma oficial del Ecuador y en los idiomas oficiales de relación intercultural. (pág. 7)

Art. 26.- De la Capacitación. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos diseñará y aplicará programas de capacitación dirigidos a las autoridades, líderes comunitarios, población en general y medios de comunicación, para desarrollar en la sociedad civil destrezas en cuanto a la prevención, reducción mitigación de los riesgos de origen natural y antrópico. (pág. 7)

2.3.4 Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas

(Ministerio de Finanzas del Ecuador, 2010).

Art. 64.- Preeminencia de la producción nacional e incorporación de enfoques ambientales y de gestión de riesgo. - En el diseño e implementación de los programas y proyectos de inversión pública, se promoverá la incorporación de acciones favorables al ecosistema, mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales. (pág. 23)

2.3.5 Ley orgánica de ordenamiento territorial uso y gestión de suelo

(Ley orgánica de ordenamiento territorial uso y gestión de suelo, 2016).

Art. 11.- Alcance del componente de ordenamiento territorial. - Además de lo previsto en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y otras disposiciones legales, la planificación del ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados observarán, en el marco de sus competencias, los siguientes criterios:

1. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados regionales delimitarán los ecosistemas de escala regional; las cuencas hidrográficas y localizarán las

infraestructuras hidrológicas, ¿de conformidad con las directrices de la Autoridad Única del Agua; la infraestructura de transporte y tránsito, así como el sistema vial de ámbito regional.

2. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados provinciales integrarán el componente de ordenamiento territorial de los cantones que forman parte de su territorio en función del modelo económico productivo, de infraestructura y de conectividad de la provincia.
3. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital, fomentarán la calidad ambiental, la seguridad, la cohesión social y la accesibilidad del medio urbano y rural, y establecerán las debidas garantías para la movilidad y el acceso a los servicios básicos y a los espacios públicos de toda la población. Las decisiones de ordenamiento territorial, de uso y ocupación del suelo de este nivel de gobierno racionalizarán las intervenciones en el territorio de los otros niveles de gobierno.
4. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados parroquiales rurales acogerán el diagnóstico y modelo territorial del nivel cantonal y provincial, y podrán, en el ámbito de su territorio, especificar el detalle de dicha información. Además, localizarán sus obras o intervenciones en su territorio. (pág. 7)

2.3.6 Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomías y descentralización (COOTAD)

(Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía Descentralización, 2010).

Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. (pág. 58)

2.3.7 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021

(Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017)

Según los Lineamientos territoriales para cohesión territorial con sustentabilidad ambiental y gestión de riesgos en su literal b, se establece que la sostenibilidad ambiental y la gestión integral de riesgos incluye medidas destinadas a mejorar la adaptabilidad de la población, según el nivel, el tipo de riesgo y los efectos adversos de los peligros naturales. (pág. 58)

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

3.1.1.1 Investigación descriptiva

La presente investigación es de tipo descriptiva puesto que según Morales “consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores” (Morales, 2012, pág.13). Las inundaciones provocadas por las lluvias en Catarama han sido poco estudiadas, estas a su vez están asociadas a los defectos presentes en el sistema de drenaje, terrenos planos y áreas bajas de pendiente suave generalmente este fenómeno ocurre de forma lenta y dura más que cualquier otro tipo de factor de inundación, lo que consecuentemente denota la vulnerabilidad a la cual se encuentra expuesta la población durante la época lluviosa.

3.1.1.2 Investigación documental

Este proyecto de investigación es de tipo bibliográfico, dado que por su necesidad de ejecución analizará y utilizará los principales recursos de la literatura, como libros, artículos científicos, periódicos, revistas, tesis y trabajos de posgrado, informes de investigación y páginas web (Tancara, 1993, pág. 91).

3.1.1.3 Investigación exploratoria

La presente investigación es de tipo exploratoria dado que se basa en “examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, pág. 91). Puesto que estudios, como el presente no han sido efectuados dentro de la parroquia de Catarama, el cual busca a su vez determinar la vulnerabilidad ante inundaciones consecuentes de las fuertes precipitaciones y

los factores de riesgos a la cual se encuentra expuesta la ciudadanía. Esto nos permitirá obtener datos y elementos necesarios para posterior elaboración de un plan de prevención y mitigación de riesgos ante inundaciones.

3.1.2 Diseño de investigación

El presente trabajo ejecutará una investigación de tipo no experimental dado que no es posible inducir sobre las variables de investigación, es decir, que no podrán ser manipuladas. Es descriptiva puesto que se analizará de forma cuantitativa el nivel de conocimiento sobre riesgos de inundación y sus peligros asociados, es de tipo transversal ya que se analizarán datos recopilados de una muestra de población predefinido durante un período de tiempo. Y documental ya que se recopilarán datos geográficos, poblacionales y climáticos para posterior elaboración del diseño de un modelamiento inundación.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

- **Precipitación:** Se recolectarán datos del INAMHI entre los años 1997 - 1998, puesto que en este lapso de tiempo se suscitaron precipitaciones anormales como consecuencia del fenómeno del niño, lo que se usarán en la unidad de milímetros de precipitación (mm).
- **Uso de suelo:** Se obtendrán datos del GAD Municipal de Catarama los que serán usados para el procesamiento del modelamiento de inundación.
- **Modelo de elevación digital:** Se recolectarán imágenes raster de altitud en el GAD Municipal de Catarama, estos a su vez se utilizarán dentro del proceso del diseño del modelamiento de inundación.

- **Vulnerabilidad global:** Se determinará el nivel de vulnerabilidad de la que son víctimas los habitantes de la Parroquia Catarama mediante la utilización de encuestas geo referenciadas para posteriormente procesarlos y representarlos en un mapa temático.
- **Factores de amenazas:** Se describirán los factores de amenaza mediante los datos obtenidos de los mapas de amenaza de la Parroquia Catarama.

3.2.1.2. Variable dependiente

- **Inundación:** Esta información indicará las zonas susceptibles a riesgos de inundación en relación a la variable precipitación durante el período de estudio.
- **Plan de riesgo ante inundación:** Mediante el análisis de vulnerabilidad y riesgo se elaborará un plan de riesgo ante inundación enfocado específicamente en las necesidades de la zona de estudio.

3.2.2 Tratamientos

No se efectuará ningún tipo de tratamiento para el presente trabajo de investigación denominado modelamiento y elaboración de un plan de riesgos de inundación por efecto de la precipitación en la parroquia de Catarama 2020.

3.2.3 Diseño experimental

Se realizará un análisis anual donde se tomarán datos promedios mensuales, además de correlacionar y comparar los valores de las estaciones establecidas en la zona de estudio. Asimismo, se estudiará la vulnerabilidad y riesgo de la misma zona, para la posterior elaboración de un plan de riesgos ante inundaciones.

3.2.4 Recolección de datos

Para la recolección de datos se usarán técnicas como la observación de la zona de estudio y entrevistas a la comunidad, posteriormente la información obtenida será organizada en matrices y representada en gráficos.

- **Observación:**

Tal como lo indican Campos, Covarrubias y Lule (2012) la observación es una técnica del método científico que consiste en la verificación de lo que se requiere conocer mediante el sentido de la visión; a través de la observación se analiza, describe y explica de forma objetiva el evento de estudio.

- **Encuesta:**

Según Arnau, Anguera, y Gómez (1990) la encuesta es una herramienta metodológica usada en la investigación (Ver Anexo Figura 33) que busca recolectar información sobre una determinada muestra de la población para medir cuantitativamente sus opiniones, actitudes y conocimiento sobre un tema específico. Los resultados y el análisis de la encuesta realizada se muestran a partir de (Ver página 96), perteneciente al capítulo 4 del trabajo de titulación.

- **Matrices:**

Una matriz es un esquema o tabla rectangular que de acuerdo a lo que explican Blázquez y Peretti (2007) sirve para la construcción de información mediante la síntesis y organización lógica de datos, con la finalidad de analizar y evaluar la consistencia de cada uno de ellos dentro del sistema de información.

- **Gráficos estadísticos:**

Son una herramienta de la estadística exploratoria que sirven para representar gráficamente la información que contienen las tablas y matrices, estas gráficas proporcionan una visión más clara y sintetizada de los datos, además de eso,

Vargas (1995) también resalta a los programas informáticos de hoy en día, pues estos proporcionan gran cantidad de modelos de gráficos estadísticos que permiten determinar la estructura de los datos, analizar posible relación entre ellos e incluso estudiar hipótesis.

3.2.4.1. Recursos

Como recursos necesarios para la recopilación de datos se considerarán las siguientes fuentes:

- INAMHI (Página web e Institución).
- GAD Municipal del Cantón Urdaneta.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1 Descripción del área

El cantón de Urdaneta se ubica al sur este de la provincia de los Ríos, la temporada de lluvias suele traer como consecuencia grandes inundaciones que llegan a las personas de las zonas más bajas, especialmente a las que forman parte de la parroquia Catarama, que a su vez se caracteriza por su riqueza natural, que involucra la producción de tierras aptos para cultivos como maíz, cacao, arroz y banano, los mismos que suelen verse afectados por las inundaciones del área de estudio.

3.2.4.2.2 Metodología para generar mapa de modelamiento de inundaciones en la parroquia Catarama

La metodología desarrollada por la SNGR propone evaluar la amenaza por inundaciones según el esquema y la fórmula, de acuerdo al escenario. Para ello, se deben expresar los factores o parámetros de análisis en diferentes mapas rasterizados y reclasificados, en función del peso asignado según su importancia. Posteriormente con el Raster Calculator o Weighted Overlay, herramientas del Spatial Analyst, a cada uno de los mapas se le atribuye un porcentaje cuya suma total cuya suma total equivale al 100%. El método considera 5 factores, cada uno de ellos representados por un parámetro, valorado en la mayoría de los casos entre 1 a 5 y expresados en mapas. Cada factor de análisis se afecta por un factor de ponderación o peso, repartido de

acuerdo a su valoración. Posteriormente, para obtener el valor de At se suman los mapas. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2010, pág. 1).

$$At = [densidad] * 0.20 + [uso\ suelo] * 0.15 + [isoyetas] * 0.30 \\ + [indice\ de\ saturacion] * 0.15 + [hidrogeologia] * 0.30$$

3.2.4.2.3 Factores de análisis y su valoración: mapa de densidad de flujo combinado con pendiente y geomorfología

Con el Modelo Digital de Elevaciones (DEM) a partir de la topografía digitalizada de cada zona de estudio, se genera la pendiente del terreno, así como posibles líneas de recorrido de flujos determinando la densidad de flujos. Estos factores se reclasifican en 5 clases distintas con la opción de intervalos que refleje más adecuadamente las condiciones locales del factor y se atribuye un valor de 1 a 5 a cada clase. 3 Posteriormente, ambos factores se combinan con la geomorfología del terreno a través del relieve relativo, obteniendo la densidad de flujos combinada y clasificada en 5 clases diferentes, con la opción de intervalos que refleje más adecuadamente las condiciones locales del factor (p.e. intervalos geométricos) y se valoran de 1 a 5 (Ver Anexo Tabla 42). El valor 1 indica condiciones menos favorables para la generación de zonas susceptibles a Inundaciones, mientras que el valor 5 es indicativo de generación de zonas susceptibles a Inundaciones. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2010, pág. 2).

3.2.4.2.4 Uso actual del suelo y cobertura vegetal

Para la determinación de este factor se consideran a la vez el uso actual del suelo y la cobertura vegetal, así como la textura del suelo en una combinación visual, prevaleciendo el uso actual del suelo y cobertura vegetal para la asignación del peso. Se clasifica el uso del suelo y la textura del suelo en 5 clases y a cada una se le atribuye un valor entre 1 y 5, como se muestra en la (Ver Anexo Tabla 43). El valor de 1 significa que la clase va a tener menor influencia en la generación de zonas susceptibles a inundaciones, mientras que, el valor de 5 es indicativo que la clase va a tener mayor influencia en la generación de zonas susceptibles a inundaciones. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2010, pág. 3).

3.2.4.2.5 Geología (Hidrogeología)

Este factor se expresa a través de la litología o geología del basamento. La litología de las formaciones geológicas se representa y describe en los mapas geológicos y en estudios geológicos para diferentes fines. Se asigna un valor en base a la descripción litológica (Ver Anexo Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 44) y a las características ingenieriles de las rocas (resistencia al corte del material, grado de fisuración, cementación o dureza del material, etc.) en relación a su potencial para generar zonas susceptibles a inundaciones. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2010, pág. 4).

3.2.4.2.6 Isoyetas o precipitaciones

Para analizar este factor se consideran las isoyetas anuales y el uso actual y cobertura vegetal, para lo cual se combina la vegetación y el rango medio de isoyetas asignando un peso que varía de 1 a 5 (Ver Anexo Tabla 45). El valor 1 significa que la clase va a tener menor influencia para la generación de zonas susceptibles a inundaciones mientras que, el valor de 5 indica que la clase va a tener mayor influencia en la generación de zonas susceptibles a inundaciones. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2010, pág. 6).

3.2.4.2.7 Índice de saturación

Para obtener este mapa se realiza el análisis por cuenca, subcuenca o microcuenca que intervienen en el cantón. A través del software "MapWindows GIS", se analiza el DEM.asc, y se determina el índice de Saturación, posteriormente se convierte a RASTER y se lo reclasifica de 1 a 5 (Ver Anexo Tabla 46). (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2010, pág. 7).

3.2.4.2.8 Método histórico

Según Torres (2020) gracias a este método es posible estudiar las diferentes fases por las que atraviesa un fenómeno, desde su surgimiento para conocer su evolución con la finalidad de hallar tendencias. Es por ello que este método permitirá realizar la descripción de las variables mediante la revisión bibliográfica sobre eventos de inundaciones pasadas en la parroquia de Catarama, gracias a esto se establecerán los principales riesgos y vulnerabilidades a los que está expuesta la zona de estudio.

3.2.4.2.9 Método descriptivo

Según Calduch (1998) este método sirve para detallar el objeto sujeto a análisis a través de la medición de sus atributos con la finalidad de interpretar con el máximo rigor o exactitud posible la información obtenida. Es por ello que se llevará a cabo una encuesta que permitirá analizar el nivel de conocimiento de la población sobre los riesgos a los que está expuesta su comunidad.

3.2.5 Análisis estadístico

Este proyecto utiliza análisis estadístico puro sobre la base de cálculos, tales como: media (media) y varianza. También se utilizará estadística descriptiva a través de tablas; la representación de la línea de tendencia se incluye en el gráfico generado por el programa Excel.

3.2.5.1 Cálculo de tamaño de la muestra

Esta operación se realizará para calcular el tamaño de la muestra de una población de 6.240 habitantes. Según Aguilar-Barojas (2005), la fórmula a utilizar para calcular el tamaño de la muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 * Q * P * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * Q * P}$$

n: Tamaño de la muestra

Z: Nivel de confianza (95%) = 1.96

e: Error de estimación (5%) = 0.05

P: Probabilidad de éxito = 0.5

Q: Probabilidad de fracaso = 0.5

N: Población = 6.240

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 6240}{0.05^2(6240 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 362 \text{ encuestados}$$

3.2.5.2 Cálculo de la media aritmética

El cálculo se realizará para obtener una estimación en cuanto a la vulnerabilidad mediante la sumatoria de los puntajes totales de los resultados obtenidos de la encuesta, y a su vez indicará los valores medios de precipitación

calculado con los valores obtenidos del INAMHI, los resultados obtenidos estarán establecidos en milímetros de precipitación para ello se utilizará la siguiente fórmula propuesta por Spiegel & Stephens (2011):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

\bar{x} : Promedio

$\sum_{i=1}^n x_i$: Sumatoria de todos los valores

N : Total de valores

3.2.5.3 Varianza

El valor indicará el valor de la dispersión de datos en relación con el valor medio del parámetro, y el resultado se dará en milímetros.

$$s^2 = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n}$$

3.2.5.4 Tendencia

Esta herramienta estadística descriptiva servirá para observar gráficamente el comportamiento de la precipitación a lo largo de los años y realizar predicciones a través de una línea de tendencia, que puede ser positiva o negativa idealmente, la línea de tendencia puede permanecer estable.

3.2.6 Cálculo de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad global se subdivide en algunos tipos, estas son: ambiental, social, económica, física, de conocimiento e institucional. Estos datos se obtendrán de las siguientes fuentes: encuesta geo-referenciada que se le realizará a una muestra de la población de, asimismo por datos proporcionados por el GAD del cantón Urdaneta, y por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Para el análisis de la vulnerabilidad de la parroquia de Catarama, se decidió emplear el método propuesto por Salgado (2005), este consiste en subdividir la vulnerabilidad en: ambiental, social, económica, en conocimiento sobre riesgos, física e institucional; cada una de estas variables posee indicadores a los que se les asignó un valor para así lograr estandarizar los datos y determinar el grado de vulnerabilidad (Ver Anexo Tabla 24).

Para el cálculo de la vulnerabilidad global se utilizará la siguiente fórmula propuesta por Salgado (2005):

$$V. Global = \frac{VF + VE + VS + VA + VC + VI}{N}$$

Donde:

VF: Vulnerabilidad física

VE: Vulnerabilidad económica

VS: Vulnerabilidad social

VC: Vulnerabilidad en conocimiento sobre riesgos

VI: Vulnerabilidad institucional

N: número total de vulnerabilidades

3.2.6.1 Vulnerabilidad ambiental

La vulnerabilidad ambiental se la determinará mediante encuestas georreferenciadas en puntos estratégicos a los habitantes y la visita al lugar de estudio permitirá observar el estado de conservación ambiental de la zona; algunos de los indicadores que se tomarán en cuenta para la estimación de vulnerabilidad ambiental serán: disposición final de residuos, las zonas de inundación según los habitantes y el tipo de contaminación (Ver Anexo Tabla 26, Tabla 27 y Tabla 28)

3.2.6.2 Vulnerabilidad social

La vulnerabilidad social será determinada por los siguientes indicadores: Nivel educativo, analfabetismo presente en la zona y personas vulnerables por edad y/o discapacidad (Ver Anexo Tabla 33, Tabla 34 y Tabla 37).

3.2.6.3 Vulnerabilidad económica

La vulnerabilidad económica será determinada por los siguientes indicadores: Ingresos mensuales en el hogar, acceso a servicios básicos y acceso a la comunicación (Ver Anexo Tabla 29, Tabla 30 y Tabla 31).

3.2.6.4 Vulnerabilidad física

La vulnerabilidad física será determinada por los siguientes indicadores: Tipo de material de construcción de la vivienda, acceso de las viviendas, accesibilidad al lugar de estudio y al porcentaje de viviendas conectadas a la red de alcantarillado en la parroquia (Ver Anexo Tabla 32, Tabla 38 y Tabla 39).

3.3.6.5 Vulnerabilidad en conocimiento sobre riesgos

Lucas (2018) considera que el bajo o casi nulo conocimiento sobre riesgos es una de las principales razones para que la población se vuelva aún más vulnerable a fenómenos naturales es por ello que es imprescindible evaluar el nivel de conocimiento sobre riesgo en la población y para ello se emplearon los siguientes indicadores: Conocimiento de las zonas seguras en la comunidad y el nivel de conocimiento sobre riesgos en la población muestreada (Ver Anexo Tabla 35 y Tabla 36).

3.2.6.6 Vulnerabilidad institucional

La vulnerabilidad en conocimiento sobre riesgos será determinada por los siguientes indicadores: personal capacitado en gestión de riesgos dentro del

GAD, y planes de prevención y mitigación elaborados por el GAD (Ver Anexos Tabla 40 y Tabla 41).

3.2.7 Elaboración de mapas de vulnerabilidad

Para la elaboración de los mapas de vulnerabilidad se utilizarán los datos obtenidos de las encuestas debidamente tabulados en Excel, y se seguirán los siguientes pasos:

- La hoja de cálculo de Excel con los datos correctamente tabulados se importará a ArcGis, para luego convertir en Shapefile.
- Luego vamos a la caja de herramientas de Spatial Analyst Tools y a la capa general del área de estudio se le aplica el método IDW que es una herramienta de interpolación que sirve para asignar valores a los puntos de los cuales se tomaron las encuestas, dentro de la configuración del IDW se da clic al botón Environment Settings, y se selecciona Processing Extent donde se escoge el límite del área de trabajo
- Después vamos a Extraction, y se escoge la herramienta Extract by mask, donde se selecciona la capa raster y la selección de corte con la finalidad de que se recorte el área de interés.
- Luego pasamos a hacerle una clasificación de acuerdo a la semaforización utilizada en cada capa. Para esto vamos a las propiedades de la capa y se le asigna la coloración escogida para cada uno de los rangos de la escala de vulnerabilidad, en este caso verde, amarillo y rojo todos estos en combinación RGB.
- Finalmente, se le da formato al mapa escogiendo el tamaño de la hoja, aplicándole título, leyenda, la escala y el autor.

3.2.8 Estructura del plan de riesgo ante inundaciones en la Parroquia de Catarama

Con los datos obtenidos del nivel de riesgo ante inundaciones, se procederá a elaborar un plan de riesgo ante inundaciones, para este caso se tomó de referencia el documento “Propuesta de metodología para la construcción y elaboración de un Plan de Reducción del Riesgo de Desastres - Resiliencia en el nivel barrial / comunitario” de (GIZ, 2019), para lo cual se seguirán los siguientes pasos descritos en la (Ver Anexo Tabla 49).

4. Resultados

4.1 Recopilación información geográfica, meteorológica y poblacional del área de estudio donde se efectuará el proyecto mediante búsqueda bibliográfica

Para la adquisición de la información geográfica de la parroquia Catarama se emitió una solicitud dirigida hacia Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Urdaneta por parte la Directora de Tesis y los Tesistas.

Una vez entregado el oficio en las oficinas del GAD del Cantón Urdaneta, el secretario de la alcaldía al cabo de una semana procedió a contactarse con los Tesistas para el agendamiento de una reunión, donde se familiarizó y especificó el alcance y los beneficios del proyecto de titulación con las autoridades pertinentes, una vez cumplido todas pautas especificadas por el ente gubernamental este emitió la información fidedigna que reposa en sus establecimientos.

La información geográfica otorgada por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Urdaneta, para la elaboración del presente trabajo de titulación fueron los siguientes: Levantamiento topográfico del cantón Urdaneta, Plan de Ordenamiento Territorial, Plan de Uso y Gestión de Suelos, Ortofotos del cantón Urdaneta, Modelo digital de elevación (DEM), y Base de datos del Catastro Urbano.

Para la obtención de datos de meteorológicos (Precipitación) pertenecientes al INAMHI, se emitió una solicitud de autorización a la Directora de Tesis del Proyecto de Titulación.

La Directora de tesis procedió a realizar un oficio dirigido al INAMHI, en el que describe, que se otorgue datos meteorológicos de Precipitación, procedentes de

las estaciones meteorológicas: Caluma, Pueblo Viejo, Hacienda La Clementina, Echeandia y Ventanas, establecidas para el periodo 1975 -2019.

Luego de enviar la carta formal al INAMHI vía correo electrónico, el servicio de usuarios del medio se puso en contacto con la oceanógrafa Leila Zambrano, que en calidad de directora de tesis firmó el proyecto de ley de confidencialidad de la información de uso una vez detallados todos los principios legales, la entidad remitió la información disponible en su base de datos.

La información meteorológica otorgada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología respecto al período 1975 a 2019 (Ver Tabla 1 y Tabla 2) se basaron en la disponibilidad de estaciones, por lo que se denotó una escasez de datos, dado que la red de estaciones meteorológicas dejó de funcionar por falta de presupuestos que cubren su fase operacional y mantenimiento.

Para el cálculo de los datos de precipitación ausentes se ejecutó el método de la razón normal y de intervalo. Es por ello que se procedió a realizar una reducción del periodo de estudio desde el año 1985 al 2013 (Ver Tabla 3 y Tabla 4), así mismo solo se tomó en cuenta las estaciones de Pueblo Viejo y Echeandia debido a la cercanía geográfica al área de estudio, puesto que la variable precipitación descrita coincidía en ambas estaciones.

Los datos poblacionales de la parroquia Catarama fueron obtenidos desde la página web oficial del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), basados en los resultados del censo de población y vivienda en el Ecuador del año 2010 del Fascículo Provincial de los Ríos, obteniendo un dato poblacional de 6.240 habitantes dentro del sector urbano.

Tabla 1. Datos de precipitación total mensual (mm) de la estación Pueblo Viejo

SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS														
NOMBRE: PUEBLO VIEJO					CODIGO: M0172									
PERIODO: 1965 - 2020 LATITUD: 1G 31' 16.5" S LONGITUD: 79G 31' 43.6" W ELEVACION: 19.00														
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1976	653,6	627,9	943,9	1022,8	297,6	3,5	0,8	0,8	3,2	0,0	0,0	120,0	3674,1	306,2
1977	333,4	553,5	559,2	199	14,3	1,6	0	0	34,4	0	0	98,2	1793,6	149,5
1978		374,2	352,8	197,2	150,5	0				0	0	82		
1979	245,4		224	322,8	10	14,3	0	0	0	0	0	1		
1980	236,7	337,9	355,3	435,1		3,3	0	0,6						
1981	203	135,2	342	205,6	0	0	0	0	0	0	0			
1984								4,3	18,8	5,4	34,4	136,9		
1985	193,4	228,5	395		14,4	10	0	0	0	0	1,4	78,9		
1986	694,2	430,9	189,5	590	0,5	0						75,8		
1987							0	8	6		2	84		
1988	323,6	355,2	21,1	117,3	69,2	2,6	2,5	0	0	0	0	109,6	1001,1	83,4
1989	592,9	611,1	571,8	615,6	182	12,5	0	0	0	6	0	10,1	2602	216,8
1990	366,9	385	292,6	269,4	23,2	23,1	1,1	0	0	2,4	0	202,2	1565,9	130,5
1991	125,1	611,9	306,9	46,7	52,5	0	0	0	0	0	0	149,9	1293	107,8
1992	348,7	470	665,9	604,6	536,8	69,9	32,8	0	0	0	0	10,4	2739,1	228,3
1993	287,4	640,3	508,2	491,8	75,8	6,3	0,8	0	0	0,6		260,7		
1994	673,5	218,1	434,1	354,1	148,8	3,4	0	0	0	2,6	1,6	340,8	2177	181,4
1995	649,4	168,3	159,3	226,2	19,4	0	10,1	0	0	0	42,8	22,2	1297,7	108,1
1996	338,9	499,1	480	102,6	0	0	6,2	0	0	0	0	55	1481,8	123,5
1997	213,3	425,6	611,9	307,6	182	179,5	127,2	72,7	480,1	67,3	498,3	973,6	4139,1	344,9
1998	974,3	642,6	540,5	674,5	455,6	243,7	210,8	19,8	3,1	0,6	33,3	28	3826,8	318,9
1999	75,5	380,4	587,2	594,9	181,5	3,3	3,4	0	1,2	7,2	18,3			
2000	106,8	360,7	508	365,9	78,9	7,6	0	0	2	0	0	21,4	1451,3	120,9
2001	729	349,6	356,2	368,5	35	0	0,6	0	0	0	0,3	33,7	1872,9	156,1
2002	104,6	428,7	560	593,8	87,1	8,4	3,2	0	0	4,3	2,1	147,3	1939,5	161,6
2003	387,8	356,4	311,2	353,5	99,8	15,9	7,4	0	0	9,6	0	43,7	1585,3	132,1
2004	142,3	226	466,7	390,5	202,7	2,9	1,9	0	20,7	7		25,6		
2005	99	100,3	377,3	491,8	0	0	0,5	0	0	1,1	1	49,9	1120,9	93,4
2006	378,3	852,5	428,7	83,7	34,8	24,8	0,7	0,3	0,2	0,5	7,1	116,6	1928,2	160,7
2007	360,2	296,5	561,9	299	85,7	24	1,7	0,3	0	1,2	17,1	158,8	1806,4	150,5
2008	387,4	715	482,9	433	149,7	3,4	0	7,2	5,8	9,4	2,8	16,6	2213,2	184,4
2009	644,5	310,9	175,8	111,5	129,6	14,2	0	0	0	5	0,4	84,8	1476,7	123,1
2010	263,5	536,1	407,4	419,3	155	10,8	12,7	0	1,6	7,6	6,6	247,1	2067,7	172,3
2011	244,4	334	168,2	318,9	1,2	41,1	51,4	0,5	0,3	1,6	1,3	97,2	1260,1	105,0
2012	341,8	554,7		301,2	212,8	26,6	0,3	0	0,3	1,5	4,5	35,2		
2013	333,2	782,2	521	502	51,1	5,9		0	0	4,7	0	21,6		
2014	553,2	292,4	205,7	129,8		8,9	0,3	24,5	6,6	2,7	1,6	80,8		
2015	382,8	356,8	567,1	417,8	531,3	144,5								
Suma	12988,0	14948,5	14639,3	12958,0	4268,8	916,0	476,4	139,0	584,3	148,3	676,9	4019,6	66763,1	5563,6
Media	371	429	413,9	368,8	113,3	22,0	14,4	4,0	17,2	4,4	20,5	118,2	1896,6	158,1
Mínima	75,5	100,3	21,1	46,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0
Máxima	974,3	852,5	943,9	1022,8	536,8	243,7	210,8	72,7	480,1	67,3	498,3	973,6		1022,8

Estación meteorológica Pueblo Viejo.
INAMHI, 2020.

Tabla 2. Datos de precipitación total mensual (mm) de la estación Echandía

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA														
Precipitación Total Mensual (mm) 08/12/2020														
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS														
NOMBRE: ECHANDIA CODIGO: M0383														
PERIODO: 1965 - 2020 LATITUD: 1G 25' 54.1" S LONGITUD: 79G 16' 43" W ELEVACION: 308.00														
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1968						21	0	10,4	21,1	59,4	14,5	56		
1969	248,8	189	379	535,9	170	121	9	30	8	7	34	68,7	1800,4	150,0
1970	437	240,4	141,9	472,3	348,3	30,5	4,9	0	18,7	6,6	23,5	85,2	1809,3	150,8
1971	235,7	560,4	634,9	200,9	100,3	24,8	2,3	2,5	18,5	8,1	24,9	187,2	2000,5	166,7
1972	446,3	450,2	864,6	566,9	192,9	262	23,7	36,2	27	83,9	145,6	271,3	3370,6	280,9
1973	418,5	705,5	409	440,3	275,6	65,2	9	9,1	51,7	25,5	17,2	91,2	2517,8	209,8
1974	242,3	442,4	387,4	289,5	108,7	18,8	11,2	25,8	23,5		40,1	259,9		
1975	290		554	431,5	102,6	77,8	13,5	17,6	3,2			64,6		
1976	472,6	722,0	775,8		219,7	70,5	2,3	8,4	17,9	8,1	56,3	150,0		
1977	345,9	305,3	521,1	353,0	45,4	31,5	35,3	18,0	70,5	17,1	12,4	103,2	1858,7	154,9
1978	371,7	435,6	423,7	211,3	126,0	11,3	12,3	3,6	35,8	29,8	18,7	132,5	1812,3	151,0
1979	350,9	486,3	392,0	329,3	36,6	9,1	2,0	10,6	24,6	11,6	4,1	17,3	1674,4	139,5
1980	312,6	489,2	279,5	768,5		7,3			5,2	16,7		27,3		
1981	183,3	489,6	356,6	282,8	11,3	1,4	13,9	0,7	1,0	4,3	11,6	90,2	1446,7	120,6
1982	353,5	382,6	155,0	218,3	26,6	0,3	0,4		62,4	140,6	277,7	765,3		
1983	433,8	514,8	727,0	657,9	570,0	333,9	294,0	70,3	159,9	109,7	188,0	765,3	4824,6	402,1
1984	100,8	797,0	457,6	271,0	5,1	43,7	4,9	4,0	25,6	18,4	28,6	129,8	1886,5	157,2
1985	253,8	268,2	463,5	165,2	5,1	10,0	4,4	7,0	0,4	2,0	0,9	140,6	1321,1	110,1
1986	621,0	134,0	267,9	59,7	39,7	2,2	0,7	7,6	11,4	37,6		148,8		
1987		75,8	80,6	54,4	27,0	3,7	3,3	13,5	2,7	6,6	18,4	45,0		
1988	40,3	54,7	32,4	45,6	23,3	10,6	14,5	15,5	23,7	340,5	10,6	101,2	712,9	59,4
1989	870,4	674,6	1446,3	724,8	234,5	103,0	36,2	6,0	53,0	125,5	84,9	169,7	4528,9	377,4
1990	319,7	608,5	456,1	634,9	134,9	69,0	26,2	4,8	24,4	65,4	32,3	150,2	2526,4	210,5
1991	150,8	761,9	449,5	129,0	106,8	11,7	8,0	16,3	8,9	25,4	25,1	258,1	1951,5	162,6
1992	633,0	492,1	816,1	480,1	296,2	161,2	44,1	13,7	40,3	29,8	27,1	69,8	3103,5	258,6
1993	528,1	673,6	771,0	502,7	0,3	42,5	9,9	12,7	47,7	11,1	24,7	186,3	2810,6	234,2
1994	472,3	534,8	366,0	408,0	166,3	28,0	11,5	19,1	34,7	38,2	40,1	224,4	2343,4	195,3
1995	593,4	321,3	295,0	414,7	42,1	21,3	56,0	18,9	17,3	32,8	43,5	76,1	1932,4	161,0
1996	317,4	534,6	394,0	188,5	32,3	12,2	58,9	4,5	26,0	14,0	57,2	121,3	1760,9	146,7
1997	331,2	422,0	632,0	363,8	302,9	279,3	142,4	89,7	221,5	140,9	497,5	827,5	4250,7	354,2
1998	539,1	390,0	421,1		633,5	188,6	122,8	36,0	18,3	48,8	41,9	67,5		
1999	255,6	600,3	523,3	373,7	229,1	15,0	35,8	8,8	29,7	71,3	90,8	360,1	2593,5	216,1
2000	212,3	243,4	407,7	265,3	118,9	61,6	5,5	7,6	35,0	9,3	8,4			
2001	734,7	370,6	411,9	448,2	97,7	5,9	11,5	5,0	12,0	21,8	48,5	137,6	2305,4	192,1
2002	290,3	433,0	629,0	550,2	174,3	10,0			15,2	61,4	73,4	242,0		
2003	372,9			323,1	166,3	58,8	12,2	24,5	5,5	85,9	31,0	166,8		
2004	133,3		474,7	330,8	181,1	10,1	11,5	1,5			25,1	76,1		
2005	172,1	159,7	317,0	415,2	3,7	2,6	9,5	20,0	18,9	23,2	60,8			
2006	291,4	672,0	527,9	264,6	127,8	27,7	27,4	20,8	36,0	10,3	51,1	110,6	2167,6	180,6
2007	315,9	433,1	445,0	293,8	285,9	64,0			21,5	52,8	143,5	56,6		
2008	628,2	713,6	543,0	344,9			31,9	32,7						
2009	186,6		346,8	177,2										
2010			301,8	305,8	184,6									
2011	311,4	46,6	23,2	33,8	2,5	5,3	4,9	2,0	16,5	7,1	11,3	92,9	557,5	46,5
2012	423,7	458,5	783,1	412,3	124,2	42,8	2,1	3,4	2,4	25,3	23,1	51,7	2352,6	196,1
2013	228,0	328,5	535,9	251,1	79,1	11,9	3,9	4,0	14,4	16,7	7,1	50,8	1531,4	127,6
2014	497,9	321,2	394,7	261,8	265,1	33,9	2,9	9,7	51,7	46,4	20,8	161,9	2068	172,3
2015	200,6	564,6	569,3	743,7	401,6	78,6						183,5		
2016	457,3	244,7	1347,2	392,1	95,9	22,4	23,8	12,8						
2018	169,9	537,8	367,8											
Suma	16796,3	19284,0	23299,9	16388,4	6921,8	2524,0	1160,5	665,3	1363,7	1896,9	2396,3	7542,1	100239,2	8353,3
Media	357,4	438,3	485,4	356,3	153,8	54,9	27,0	15,8	31,7	46,3	58,4	175,4	2200,7	183,4
Mínima	40,3	46,6	23,2	33,8	0,3	0,3	0,0	0,0	0,4	2,0	0,9	17,3		0,0
Máxima	870,4	797,0	1446,3	768,5	633,5	333,9	294,0	89,7	221,5	340,5	497,5	827,5		1446,3

**Estación meteorológica Echandía
INAMHI, 2020.**

En cuanto los datos faltantes, estos fueron obtenidos a través del método de la razón normal, mismo que se recomienda cuando la diferencia de precipitación anual normal de una estación meteorológica es superior al 10%. Se basa en el cálculo de los promedios anuales de precipitación, en periodos iguales y no normales; en cuanto al método de intervalo, se realiza mediante la resta de los máximos y mínimos, divididos para el numero de espacios vacíos existentes más un valor estándar (1), dicho resultado es sumado progresivamente al valor mínimo de precipitación, obteniendo así de esta manera los datos faltantes en las tablas

de precipitaciones (Ver Tabla 3 yTabla 4). Tablas de datos con los valores que se van a usar por años:

Tabla 3. Precipitación de la estación Echandía

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA														
Precipitación Total Mensual (mm) 08/12/2020														
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS														
NOMBRE: PUEBLO VIEJO CODIGO: M0172														
PERIODO: 1965 - 2020 LATITUD: 1G 31' 16.5" S LONGITUD: 79G 31' 43.6" W ELEVACION: 19.00														
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULADO	MAX
1985	193,4	228,5	395	204,7	14,4	10	0	0	0	0	1,4	78,9	1126	395
1986	694,2	430,9	189,5	590	0,5	0	0	4	3	2	1,7	75,8	1992	694,2
1987	508,9	393,1	105,3	353,7	34,85	1,3	0	8	6	4	2	84	1501	508,9
1988	323,6	355,2	21,1	117,3	69,2	2,6	2,5	0	0	0	0	109,6	1001	355,2
1989	592,9	611,1	571,8	615,6	182	12,5	0	0	0	6	0	10,1	2602	615,6
1990	366,9	385	292,6	269,4	23,2	23,1	1,1	0	0	2,4	0	202,2	1566	385
1991	125,1	611,9	306,9	46,7	52,5	0	0	0	0	0	0	149,9	1293	611,9
1992	348,7	470	665,9	604,6	536,8	69,9	32,8	0	0	0	0	10,4	2739	665,9
1993	287,4	640,3	508,2	491,8	75,8	6,3	0,8	0	0	0,6	0,8	260,7	2273	640,3
1994	673,5	218,1	434,1	354,1	148,8	3,4	0	0	0	2,6	1,6	340,8	2177	673,5
1995	649,4	168,3	159,3	226,2	19,4	0	10,1	0	0	0	42,8	22,2	1298	649,4
1996	338,9	499,1	480	102,6	0	0	6,2	0	0	0	0	55	1482	499,1
1997	213,3	425,6	611,9	307,6	182	179,5	127,2	72,7	480,1	67,3	498,3	973,6	4139	973,6
1998	974,3	642,6	540,5	674,5	455,6	243,7	210,8	19,8	3,1	0,6	33,3	28	3827	974,3
1999	75,5	380,4	587,2	594,9	181,5	3,3	3,4	0	1,2	7,2	18,3	24,7	1878	594,9
2000	106,8	360,7	508	365,9	78,9	7,6	0	0	2	0	0	21,4	1451	508
2001	729	349,6	356,2	368,5	35	0	0,6	0	0	0	0,3	33,7	1873	729
2002	104,6	428,7	560	593,8	87,1	8,4	3,2	0	0	4,3	2,1	147,3	1940	593,8
2003	387,8	356,4	311,2	353,5	99,8	15,9	7,4	0	0	9,6	0	43,7	1585	387,8
2004	142,3	226	466,7	390,5	202,7	2,9	1,9	0	20,7	7	0,5	25,6	1487	466,7
2005	99	100,3	377,3	491,8	0	0	0,5	0	0	1,1	1	49,9	1121	491,8
2006	378,3	852,5	428,7	83,7	34,8	24,8	0,7	0,3	0,2	0,5	7,1	116,6	1928	852,5
2007	360,2	296,5	561,9	299	85,7	24	1,7	0,3	0	1,2	17,1	158,8	1806	561,9
2008	387,4	715	482,9	433	149,7	3,4	0	7,2	5,8	9,4	2,8	16,6	2213	715
2009	644,5	310,9	175,8	111,5	129,6	14,2	0	0	0	5	0,4	84,8	1477	644,5
2010	263,5	536,1	407,4	419,3	155	10,8	12,7	0	1,6	7,6	6,6	247,1	2068	536,1
2011	244,4	334	168,2	318,9	1,2	41,1	51,4	0,5	0,3	1,6	1,3	97,2	1260	334
2012	341,8	554,7	344,6	301,2	212,8	26,6	0,3	0	0,3	1,5	4,5	35,2	1824	554,7
2013	333,2	782,2	521	502	51,1	5,9	2,95	0	0	4,7	0	21,6	2225	782,2
Media	375	437	397,9	365,0	113,8	25,6	16,5	3,9	18,1	5,0	22,2	121,6	1901,7	158,5
Minima	75,5	100,3	21,1	46,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1		0,0
Maxiama	974,3	852,5	665,9	674,5	536,8	243,7	210,8	72,7	480,1	67,3	498,3	973,6		974,3
Vara														46716,69983
Desv. Esta														216,1404632

Datos rellenados por el método de la razón.
Arteaga y Guamán, 2021.

Tabla 4. Precipitación de la estación Pueblo Viejo

Precipitación Total Mensual (mm)													08/12/2020		
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS															
NOMBRE: ECHANDIA													CODIGO: M0383		
PERIODO: 1965 - 2020 LATITUD: 1G 25' 54.1" S LONGITUD: 79G 16' 43" W ELEVACION: 308.00															
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACMULADO	MAX	
1985	253,8	268,2	463,5	165,2	5,1	10,0	4,4	7,0	0,4	2,0	0,9	140,6	1321,1	463,5	
1986	621,0	134,0	267,9	59,7	39,7	2,2	0,7	7,6	11,4	37,6	9,7	148,8	1340,3	621,0	
1987	330,7	75,8	80,6	54,4	27,0	3,7	3,3	13,5	2,7	6,6	18,4	45,0	661,7	330,7	
1988	40,3	54,7	32,4	45,6	23,3	10,6	14,5	15,5	23,7	340,5	10,6	101,2	712,9	340,5	
1989	870,4	674,6	1446,3	724,8	234,5	103,0	36,2	6,0	53,0	125,5	84,9	169,7	4528,9	1446,3	
1990	319,7	608,5	456,1	634,9	134,9	69,0	26,2	4,8	24,4	65,4	32,3	150,2	2526,4	634,9	
1991	150,8	761,9	449,5	129,0	106,8	11,7	8,0	16,3	8,9	25,4	25,1	258,1	1951,5	761,9	
1992	633,0	492,1	816,1	480,1	296,2	161,2	44,1	13,7	40,3	29,8	27,1	69,8	3103,5	816,1	
1993	528,1	673,6	771,0	502,7	0,3	42,5	9,9	12,7	47,7	11,1	24,7	186,3	2810,6	771,0	
1994	472,3	534,8	366,0	408,0	166,3	28,0	11,5	19,1	34,7	38,2	40,1	224,4	2343,4	534,8	
1995	593,4	321,3	295,0	414,7	42,1	21,3	56,0	18,9	17,3	32,8	43,5	76,1	1932,4	593,4	
1996	317,4	534,6	394,0	188,5	32,3	12,2	58,9	4,5	26,0	14,0	57,2	121,3	1760,9	534,6	
1997	331,2	422,0	632,0	363,8	302,9	279,3	142,4	89,7	221,5	140,9	497,5	827,5	4250,7	827,5	
1998	539,1	390,0	421,1	368,8	633,5	188,6	122,8	36,0	18,3	48,8	41,9	67,5	2876,4	633,5	
1999	255,6	600,3	523,3	373,7	229,1	15,0	35,8	8,8	29,7	71,3	90,8	360,1	2593,5	600,3	
2000	212,3	243,4	407,7	265,3	118,9	61,6	5,5	7,6	35,0	9,3	8,4	248,9	1623,9	407,7	
2001	734,7	370,6	411,9	448,2	97,7	5,9	11,5	5,0	12,0	21,8	48,5	137,6	2305,4	734,7	
2002	290,3	433,0	629,0	550,2	174,3	10,0	11,9	14,8	15,2	61,4	73,4	242,0	2505,4	629,0	
2003	372,9	368,5	551,9	323,1	166,3	58,8	12,2	24,5	5,5	85,9	31,0	166,8	2167,4	551,9	
2004	133,3	304,0	474,7	330,8	181,1	10,1	11,5	1,5	12,2	54,6	25,1	76,1	1615,0	474,7	
2005	172,1	159,7	317,0	415,2	3,7	2,6	9,5	20,0	18,9	23,2	60,8	93,4	1296,1	415,2	
2006	291,4	672,0	527,9	264,6	127,8	27,7	27,4	20,8	36,0	10,3	51,1	110,6	2167,6	672,0	
2007	315,9	433,1	445,0	293,8	285,9	64,0	29,7	26,8	21,5	52,8	143,5	56,6	2168,5	445,0	
2008	628,2	713,6	543,0	344,9	252,1	49,4	31,9	32,7	20,3	41,3	110,5	65,7	2833,5	713,6	
2009	186,6	266,7	346,8	177,2	218,4	34,7	22,9	22,4	19,0	29,9	77,4	74,8	1476,8	346,8	
2010	249,0	156,7	301,8	305,8	184,6	20,0	13,9	12,2	17,8	18,5	44,4	83,9	1408,5	305,8	
2011	311,4	46,6	23,2	33,8	2,5	5,3	4,9	2,0	16,5	7,1	11,3	92,9	557,5	311,4	
2012	423,7	458,5	783,1	412,3	124,2	42,8	2,1	3,4	2,4	25,3	23,1	51,7	2352,6	783,1	
2013	228,0	328,5	535,9	251,1	79,1	11,9	3,9	4,0	14,4	16,7	7,1	50,8	1531,4	535,9	
Media	372,6	396,6	472,9	321,7	148,0	47,0	26,7	16,3	27,8	49,9	59,3	155,1	2093,9	174,5	
Minima	40,3	46,6	23,2	33,8	0,3	2,2	0,7	1,5	0,4	2,0	0,9	45,0		0,3	
Maxiama	870,4	761,9	1446,3	724,8	633,5	279,3	142,4	89,7	221,5	340,5	497,5	827,5		1446,3	
Vara														45998,11944	
Desv. Esta														214,4717218	

Datos rellenados por el método de la razón.
Arteaga y Guamán, 2021.

4.2 Procesar y adaptar la información adquirida en un modelo cartográfico para la elaboración de un modelamiento de inundación en el área de estudio mediante la utilización de un software libre

Una vez obtenida la información geográfica desde Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Urdaneta, esta procedió a ser revisada, verificada y extraída en distintos formatos para la posterior ejecución de adaptación al área de estudio donde se ejecuta el proyecto.

Para el proceso de adaptación la información facilitada por el GAD del cantón Urdaneta en cuanto a las variables sujetas al desarrollo del proyecto, fueron otorgadas en distintos formatos digitales tales como DWG, DXF, Ortofotos, Imágenes, Excel, PDF, etc. Lo que conllevó a que se ejecutarán distintos métodos de adaptabilidad de los factores de análisis a un formato shapefile o raster que es compatible con la aplicación del software libre a utilizarse en el presente trabajo de titulación.

Entre las variables descritas por el Sistema Nacional de Gestión Riesgos (SNGR) constan el modelo de elevación digital (DEM), el catastro urbano, el uso de suelo, datos litológicos, orden hídrico, y los datos meteorológicos de las precipitaciones los cuales en su totalidad fueron procesadas y ponderadas de acuerdo al sistema de clasificación presente en la metodología desarrollada por el ente gubernamental y su vez adaptadas de acuerdo a la ubicación geográfica situada en la parroquia Catarama.

Para la elaboración de las capas resultantes procedentes de los factores de análisis descritos en la metodología, se utilizó un software libre de sistemas de información geográfica, obteniendo resultados tales como, la capa índice de saturación, capa de uso de suelo, capa de pendiente, capa hidrogeológica, y capa

de amenazas. Las mismas que servirán como base para diseñar el modelo de inundación en la parroquia Catarama 2020.

4.2.1 Capa de índice de saturación

La elaboración de esta capa comprende dos subprocesos que son descritos seguidamente:

En cuanto al primer subproceso ejecutado para la elaboración de la capa de índice de saturación, toma como base al modelo de elevación digital (DEM) de la parroquia Catarama el que se encuentra en un formato de resolución de 4x4 metros por cada pixel, posteriormente esta capa es procesada a través de la opción "Slope" que se sitúa sobre la caja de herramientas ArcTool Box, obteniendo como resultado la capa de pendiente a la que, posteriormente se la ejecuta reiteradamente en dos ocasiones una operación matemática basada en la metodología del SNGR, a través de la opción "Raster Calculator" obteniendo como resultado la capa raster calculator 1 con valores agrupados acorde a las condiciones del área de estudio.

El segundo subproceso para la elaboración de la capa de índice de saturación toma como base el modelo de elevación digital (DEM) de la parroquia Catarama el cual se encuentra en un formato de resolución de 4x4 metros por cada pixel, posteriormente esta capa es procesada a través de la opción "Fill" que permite rellenar los espacios faltantes dentro del DEM, la presente capa fill es sometida a cambios mediante opción "Flow Direction" que muestra el flujo de dirección, una vez obtenida esta nueva capa flow direction es procesada mediante la opción "Flow Accumulation" que indica el flujo de acumulación, creando una nueva capa denominada flow accumulation que posteriormente es sometida una operación matemática basada en la metodología del SNGR, a través de la opción "Raster

Calculator” obteniendo como resultado la capa raster calculator 2 con valores agrupados acorde a las condiciones del área de estudio.

Seguidamente tanto la capa raster calculator 1 y 2 son nuevamente sometidas a una operación matemática para ser divididas entre sí, mediante de la opción “Raster Calculator” obteniendo como resultado la capa raster calculator 3 con valores agrupados acorde a las condiciones del área de estudio, una vez obtenida la capa ya antes mencionada procede a ser reclasificada mediante la opción “Reclassify” y que, según la metodología especificada por el SNGR posee una ponderación de clasificación resultante situado en un intervalo de, 1, 2, 3, 4 y 5. (Ver Figura 1).

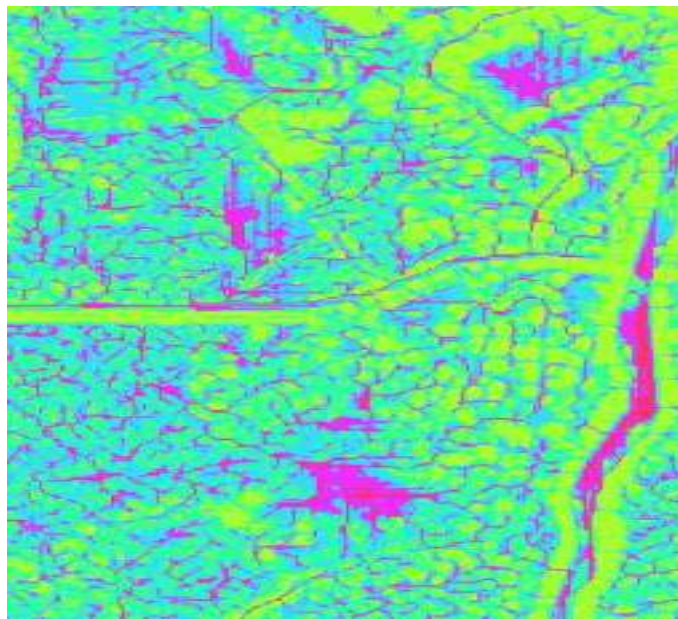


Figura 1. Capa de saturación
Arteaga y Guamán, 2021

4.2.2 Capa de Pendiente

El proceso para la obtención de esta capa toma como base el Modelo de Elevación Digital (DEM) de la parroquia Catarama el que se encuentra elaborado en un formato de resolución de 4x4 metros por cada pixel, seguidamente esta capa es procesada mediante la opción “Slope” ubicada en la caja de herramientas ArcTool Box. Como resultado del anterior proceso se obtuvo la pendiente de la

parroquia, a la que posteriormente se le efectúa una reclasificación mediante la opción “Reclassify” y que, según la metodología especificada por el SNGR posee una ponderación de clasificación resultante situado en un intervalo de, 2, 3, 4 y 5. (Ver Figura 2).



Figura 2. Capa de pendiente
Arteaga y Guamán, 2021

4.2.3 Capa uso de suelo y cobertura vegetal

Para la obtención de esta capa toma como base el shapefile de uso de suelo de la parroquia Catarama el que se encuentra en un estado de formato vectorial, seguidamente esta procede a ser reclasificada y agrupada mediante la opción “Reclassify” ubicada en la caja de herramientas ArcTool Box. Una vez ejecutado el comando ya antes mencionado se procede a realizar una conversión del formato vectorial de la capa de uso suelo a un formato superficie continua de valores a través de la opción “Polygon to Raster” cuya resolución final es 4x4 metros por cada pixel. Como resultado de la reclasificación se demostró que, según la metodología especificada por el SNGR, posee una ponderación de 3, 4 y 5. (Ver Figura 3).



Figura 3. Capa de uso de suelo y cobertura vegetal
Arteaga y Guamán, 2021

4.2.4 Capa Hidrogeológica

El proceso para la obtención de esta capa toma como base el shapefile de textura de la parroquia Catarama el que se encuentra en formato vectorial, seguidamente esta procede a ser reclasificada y agrupada mediante la opción “Reclassify” situada en la caja de herramientas ArcTool Box. Una vez ejecutado el comando ya antes mencionado se procede a realizar una conversión del formato vectorial de la capa de uso suelo a un formato superficie continua de valores a través de la opción “Polygon to Raster” cuya resolución final es 4x4 metros por cada pixel. Como resultado de la reclasificación se obtuvo que, según la metodología especificada por el SNGR, posee una ponderación de 3, 4 y 5. (Ver Figura 4).



Figura 4. Capa geológica
Arteaga y Guamán, 2021

4.2.5 Precipitación

4.2.5.1 Información generada para la predicción de la tendencia de la variable precipitación en la parroquia Catarama

En cuanto al análisis de línea de tendencia generada a partir del periodo 1985 – 2013 (Ver Figura 5), de la estación metrológica Echandía, denota un pronóstico en base a una desviación estándar de - 216,14 mm es decir se suscitará una disminución de la precipitación.

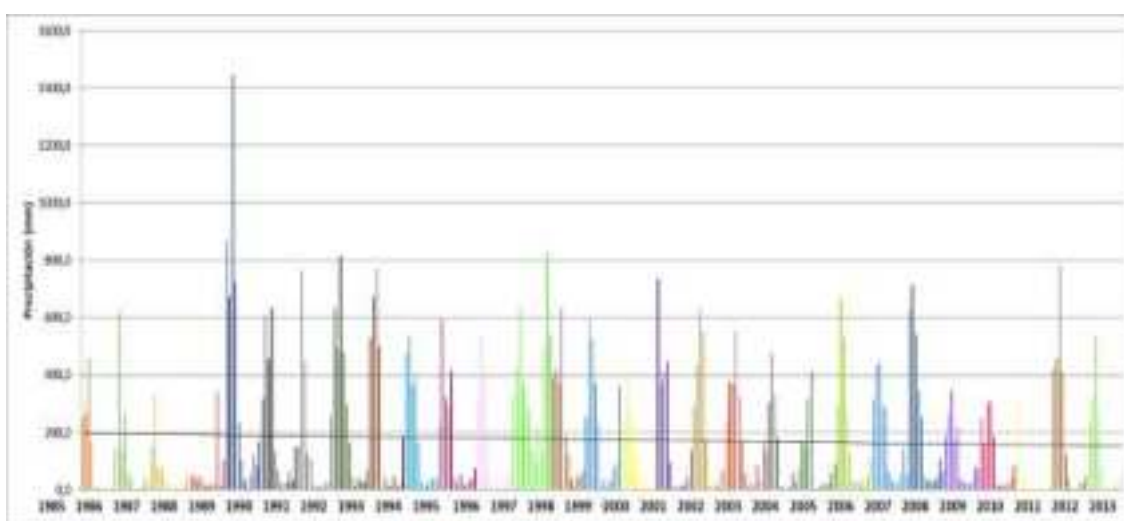


Figura 5. Línea de tendencia de precipitación de la estación meteorológica
Echandía
Arteaga y Guamán, 2021

La predicción a futuro en cuanto al análisis de línea de tendencia generada a partir de los años (1985 – 2013) (Ver Figura 6) tomados en cuenta para la realización del presente estudio, denota un pronóstico en base a una desviación estándar de - 214,47 mm es decir que existe una atenuación de la variable precipitación en la estación metrológica Pueblo Viejo.

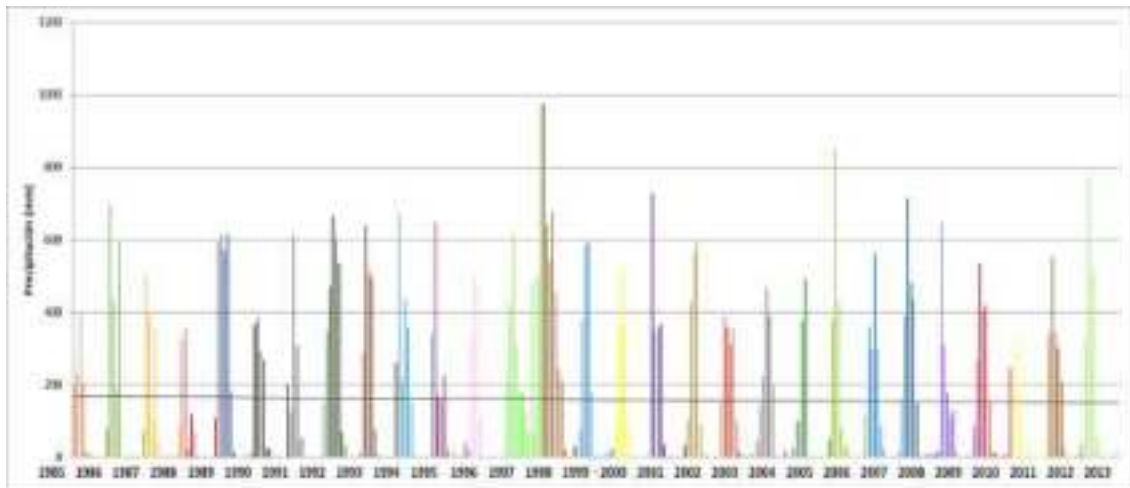


Figura 6. Línea de tendencia de precipitación de la estación meteorológica Pueblo Viejo
Arteaga y Guamán, 2021

Basado en los resultados obtenidos a partir del análisis de la línea de tendencia de las estaciones meteorológicas Echandía y Pueblo Viejo, se elaboró una nueva tabla de datos medios de la variable precipitación (Ver Tabla 5), para la parroquia Catarama.

Tabla 5. Tabla de datos medios de precipitación

Precipitación Total Mensual (mm)														08/12/2020	
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS															
NOMBRE: ECHANDIA CODIGO: M0383															
PERIODO: 1965 - 2020 LATITUD: 1G 25' 54.1" S LONGITUD: 79G 16' 43" W ELEVACION: 308.00															
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULADO	MAX	
1985	223,6	248,4	429,3	185,0	9,8	10,0	2,2	3,5	0,2	1,0	1,2	109,8	1223,7	429,3	
1986	657,6	282,5	228,7	324,9	20,1	1,1	0,4	5,8	7,2	19,8	5,7	112,3	1665,9	657,6	
1987	419,8	234,4	93,0	204,0	30,9	2,5	1,7	10,8	4,4	5,3	10,2	64,5	1081,4	419,8	
1988	182,0	205,0	26,8	81,5	46,3	6,6	8,5	7,8	11,9	170,3	5,3	105,4	857,0	205,0	
1989	731,7	642,9	1009,1	670,2	208,3	57,8	18,1	3,0	26,5	65,8	42,5	89,9	3565,5	1009,1	
1990	343,3	496,8	374,4	452,2	79,1	46,1	13,7	2,4	12,2	33,9	16,2	176,2	2046,2	496,8	
1991	138,0	686,9	378,2	87,9	79,7	5,9	4,0	8,2	4,5	12,7	12,6	204,0	1622,3	686,9	
1992	490,9	481,1	741,0	542,4	416,5	115,6	38,5	6,9	20,2	14,9	13,6	40,1	2921,3	741,0	
1993	407,8	657,0	639,6	497,3	38,1	24,4	5,4	6,4	23,9	5,9	12,8	223,5	2541,7	657,0	
1994	572,9	376,5	400,1	381,1	157,6	15,7	5,8	9,6	17,4	20,4	20,9	282,6	2260,2	572,9	
1995	621,4	244,8	227,2	320,5	30,8	10,7	33,1	9,5	8,7	16,4	43,2	49,2	1615,1	621,4	
1996	328,2	516,9	437,0	145,6	16,2	6,1	32,6	2,3	13,0	7,0	28,6	88,2	1621,4	516,9	
1997	272,3	423,8	622,0	335,7	242,5	229,4	134,8	81,2	350,8	104,1	497,9	900,6	4194,9	900,6	
1998	756,7	516,3	480,8	521,6	544,6	216,2	166,8	27,9	10,7	24,7	37,6	47,8	3351,6	756,7	
1999	165,6	490,4	555,3	484,3	205,3	9,2	19,6	4,4	15,5	39,3	54,6	192,4	2235,6	555,3	
2000	159,6	302,1	457,9	315,6	98,9	34,6	2,8	3,8	18,5	4,7	4,2	135,1	1537,6	457,9	
2001	731,9	360,1	384,1	408,4	66,4	3,0	6,1	2,5	6,0	10,9	24,4	85,7	2089,2	731,9	
2002	197,5	430,9	594,5	572,0	130,7	9,2	7,5	7,4	7,6	32,9	37,8	194,7	2222,5	594,5	
2003	380,4	362,5	431,5	338,3	133,1	37,4	9,8	12,3	2,8	47,8	15,5	105,3	1876,3	431,5	
2004	137,8	265,0	470,7	360,7	191,9	6,5	6,7	0,8	16,5	30,8	12,8	50,9	1550,9	470,7	
2005	135,6	130,0	347,2	453,5	1,9	1,3	5,0	10,0	9,5	12,2	30,9	71,6	1208,5	453,5	
2006	334,9	762,3	478,3	174,2	81,3	26,3	14,1	10,6	18,1	5,4	29,1	113,6	2047,9	762,3	
2007	338,1	364,8	503,5	296,4	185,8	44,0	15,7	13,5	10,8	27,0	80,3	107,7	1987,5	503,5	
2008	507,8	714,3	513,0	389,0	200,9	26,4	16,0	20,0	13,0	25,4	56,6	41,2	2523,4	714,3	
2009	415,6	288,8	261,3	144,4	174,0	24,5	11,5	11,2	9,5	17,5	38,9	79,8	1476,7	415,6	
2010	256,3	346,4	354,6	362,6	169,8	15,4	13,3	6,1	9,7	13,1	25,5	165,5	1738,1	362,6	
2011	277,9	190,3	95,7	176,4	1,9	23,2	28,2	1,3	8,4	4,4	6,3	95,1	908,8	277,9	
2012	382,8	506,6	563,9	356,8	168,5	34,7	1,2	1,7	1,4	13,4	13,8	43,5	2088,1	563,9	
2013	280,6	555,4	528,5	376,6	65,1	8,9	3,4	2,0	7,2	10,7	3,6	36,2	1878,0	555,4	
Media	374,1	416,6	435,4	343,4	130,9	36,3	21,6	10,1	22,9	27,5	40,8	138,3	1997,8		
Minima	135,6	130,0	26,8	81,5	1,9	1,1	0,4	0,8	0,2	1,0	1,2	36,2			
Maxiama	756,7	762,3	1009,1	670,2	544,6	229,4	166,8	81,2	350,8	170,3	497,9	900,6		1009,1	
Vara													42556,85846		
Desv. Esta													206,2931372		

Nueva tabla de valores medio de precipitación.
Arteaga y Guamán, 2021

La línea de tendencia obtenida a partir de la nueva tabla de datos medios para la parroquia Catarama, (Ver Figura 7) denota un pronóstico en base a una desviación estándar de - 206,29 mm de precipitación, es decir, que en los siguientes años se evidenciará una reducción en los niveles de lluvia presente en la zona de estudio, esto en relación a la ausencia de vegetación que presenta el área.

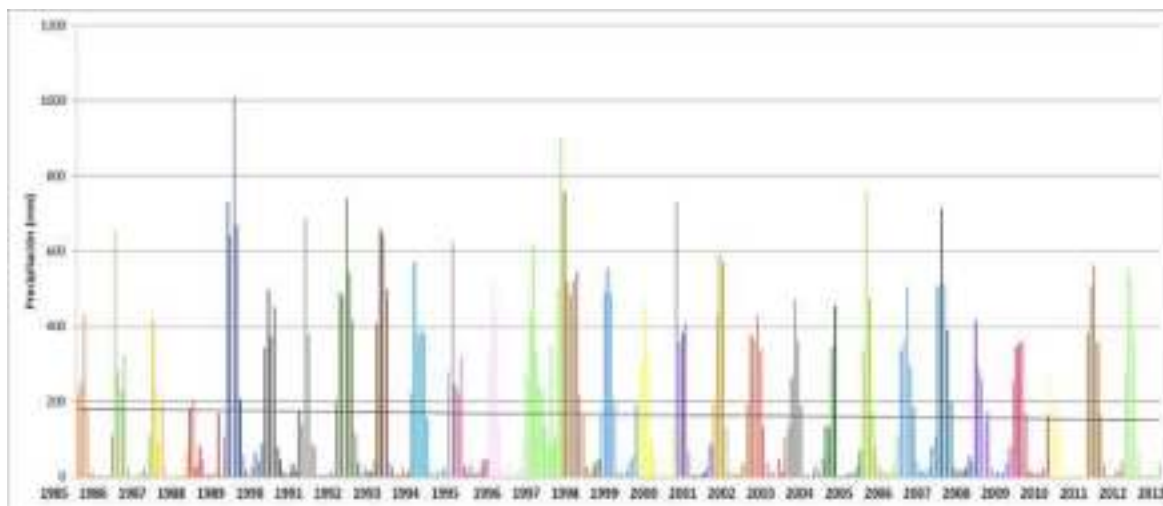


Figura 7. La línea de tendencia obtenida a partir de la nueva tabla de datos medios
Arteaga y Guamán, 2021

4.2.6 Capa de amenazas

Para la obtención de la capa de amenazas (Ver Figura 8) cuya resolución final es 4x4 metros por cada pixel se toma como base los diferentes factores de análisis como producto de los procedimientos ya antes ejecutados entre las que se destacan, la capa de la pendiente, capa de uso de suelo y cobertura vegetal, capa hidrogeológica, capa de índice de saturación y los valores máximos de la precipitación durante los años 1997 – 1998 sujetos a la realización del presente estudio en la parroquia Catarama. Posteriormente estas capas proceden a ser reclasificadas y agrupadas mediante la opción “Recalssify” ubicada en la caja de herramientas Arctool Box. Y como resultado del anterior proceso se obtuvieron valores que, según la metodología especificada por el SNGR, se encuentran en un intervalo de ponderación de 2, 3, 4 y 5. Siendo el valor menor el que indica condiciones menos favorables para la generación de zonas susceptibles a Inundaciones, mientras que el valor 5 es indicativo de generación de zonas susceptibles a Inundaciones.

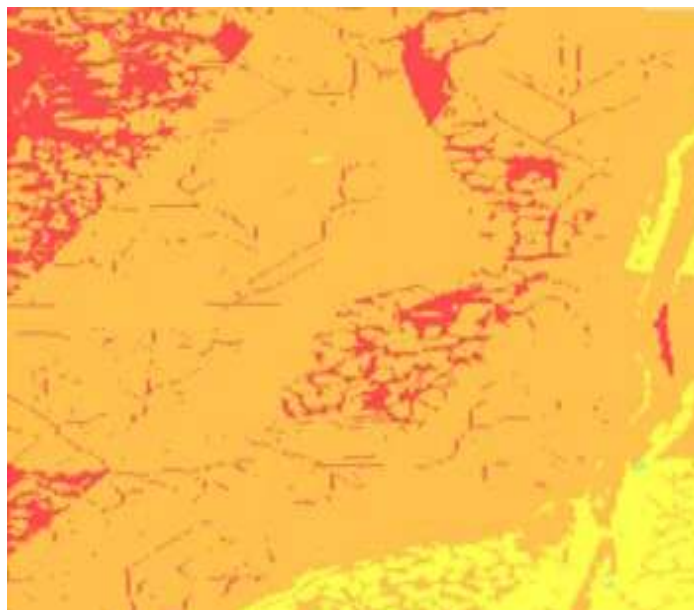


Figura 8. Capa de amenazas
Arteaga y Guamán, 2021

4.2.7 Mapa de amenazas

Una vez procesada la información otorgada tanto por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Urdaneta y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología se obtuvo como resultado una adaptabilización de las variables sujetas a la elaboración del modelamiento de inundación que son, las capas de uso de suelo y cobertura vegetal, isoyetas, índice de saturación, hidrogeología y pendiente.

Para el proceso de elaboración del mapa de amenazas se toma como base las capas ya antes mencionadas para posteriormente someterlas a un proceso de reclasificación mediante la opción "Reclassify" y que, como resultado del anterior proceso se obtuvieron valores que, según la metodología especificada por el SNGR, se encuentran en un intervalo de ponderación de 2, 3, 4 y 5. Teniendo en cuenta que el valor 2 denota una clasificación de amenaza baja con poca probabilidad de a inundaciones relacionadas con pendientes entre 50% - 100%, en cuanto al valor 3 este indica una clase porcentual de amenaza media con zonas inundables relacionadas con pendientes entre 30% - 50 % por lluvias

torrenciales, mientras que la valoración 4 de la clasificación demuestra que es una amenaza alta susceptible ampliamente a inundaciones relacionadas con pendientes entre el 15% - 30% por torrenciales lluvias, y finalmente el valor 5 de clasificación muestra una amenaza muy alta con pendientes entre 0% al 15% con susceptibilidad muy alta a inundaciones dentro del área de estudio. (Ver Figura 9).

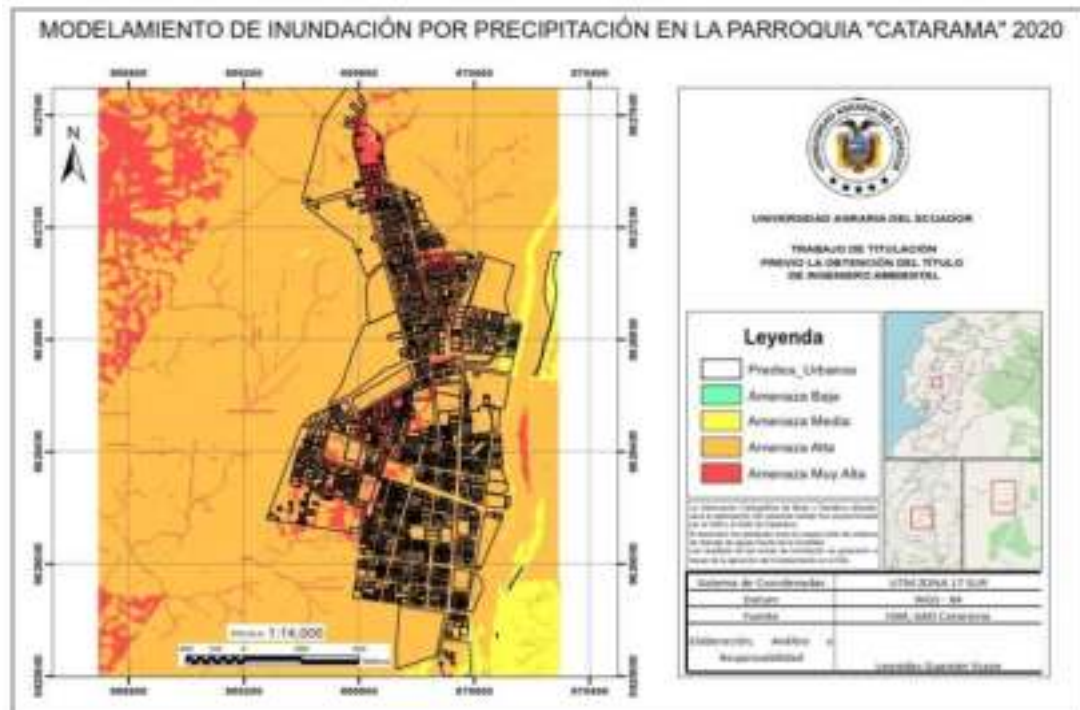


Figura 9 .Modelamiento de inundación por precipitación en la parroquia "Catarama 2020"
Arteaga y Guamán, 2021

4.2.8 Automatización del proceso de elaboración del mapa de amenazas de inundaciones de la parroquia Catarama mediante la herramienta Model Builder

Según ArcGIS Pro (2021) es un lenguaje de programación visual que se utiliza para crear flujos de trabajo de geoprocamiento, los modelos de geoprocamiento pueden automatizar y documentar el análisis espacial y los procesos de gestión de datos, (Ver Figura 10) el modelo de geoprocamiento se crea y modifica en Model Builder, donde el modelo se representa como un gráfico

que utiliza la salida de un proceso como la entrada de otro proceso para vincular la secuencia del proceso y la herramienta de geoprocésamiento.

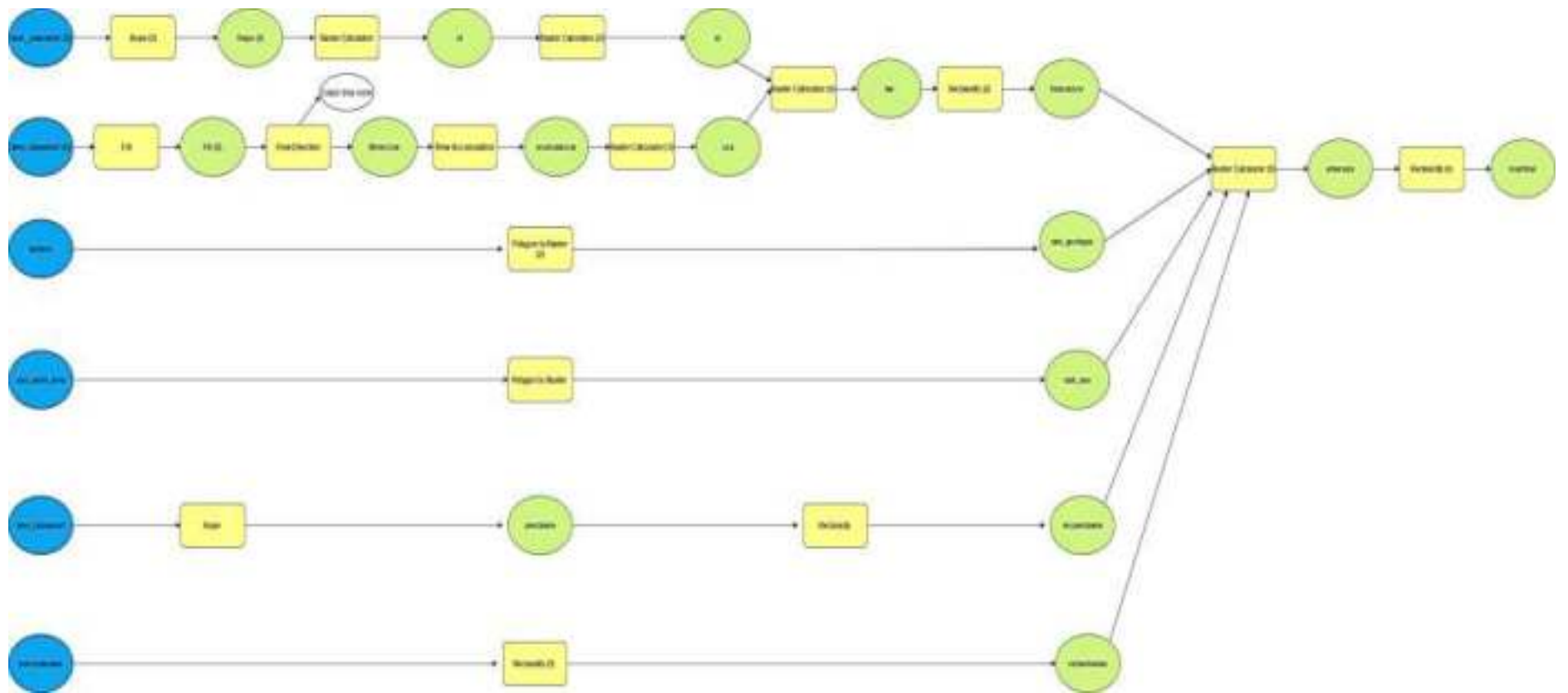


Figura 10. Model Builder del modelamiento de inundación de la parroquia "Catarama 2020" Arteaga y Guamán, 2021

4.3 Describir los factores de amenazas asociados a eventos de inundación mediante los datos obtenidos de los mapas de amenazas de Catarama

Para la descripción de las amenazas asociadas a eventos de inundación en la parroquia Catarama se tomaron en cuenta los factores que influyen la ocurrencia de estos eventos en la zona de estudio. Los factores de amenaza descritos en la metodología para la elaboración del presente estudio fueron: pendiente, uso de suelo y cobertura vegetal, índice de saturación, y precipitación. Para la determinación del grado de peligrosidad de las amenazas se tomó como referencia la Metodología Preliminar de Elaboración de Mapas de Amenaza por Inundación del SNGR. Los datos de estas variables se obtuvieron de las capas del modelamiento de inundación, a las que posteriormente se les dio formato y a través de las cuales se generaron los distintos mapas de amenazas que se describirán a continuación.

4.3.1 Mapa de pendiente

El primer factor tomado en cuenta para la descripción de amenaza es la pendiente. Donde se describe que el valor 2 con una coloración verde indica una clase porcentual de pendiente que va desde el 50% al 100% considerándose a sí misma como una categoría alta en la que las condiciones del área no están sujetas a inundarse, mientras que el valor 3 con coloración turquesa demuestra una clase porcentual de pendiente que va desde el 30% al 50% determinándola como una categoría media, donde el área presenta condiciones menos favorables ante inundaciones, en cuanto al valor 4 pintada de color amarilla determina una clase porcentual de pendiente que va desde el 15% al 30% considerándose como una categoría baja y con susceptibilidad inundaciones, y finalmente el valor 5 con una coloración café indica una clase porcentual de pendiente que va desde el 0%

al 15% considerándose como una categoría muy baja y con una alta susceptibilidad inundaciones dentro del área (Ver Anexo Tabla 42). De acuerdo a la tabla de clases de pendiente y gracias al mapa (Ver Figura 11) se pudo determinar que en Catarama predominan las pendientes bajas, por lo que se puede concluir que las inundaciones que tienen efecto en la parroquia tienen como causante este factor.

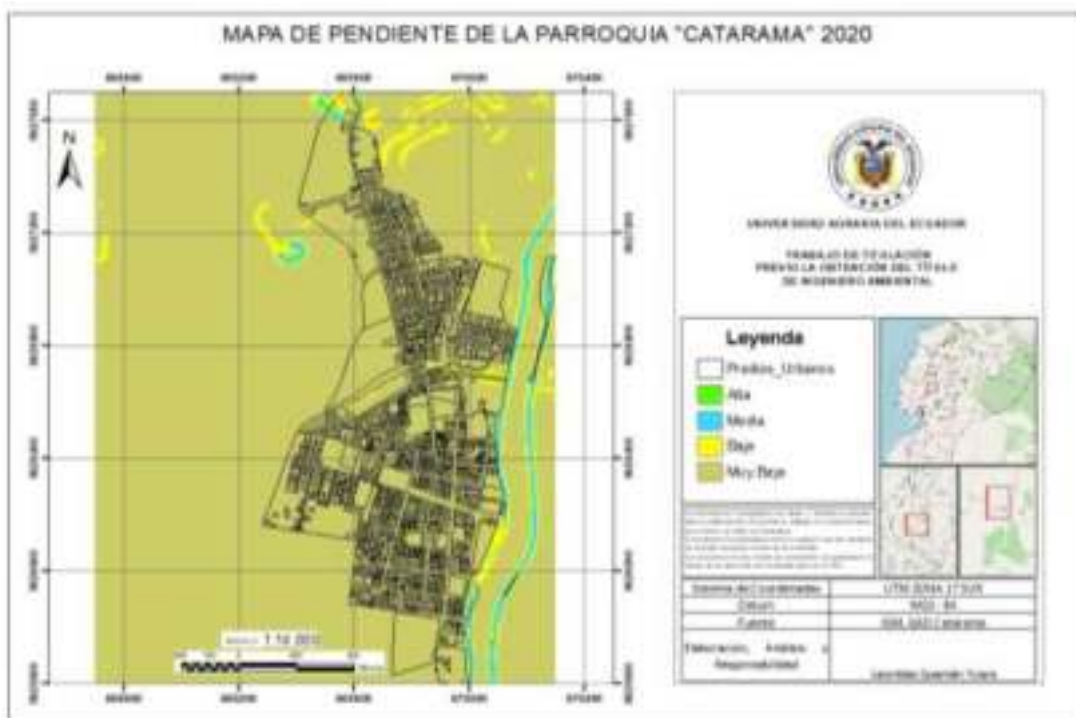


Figura 11. Mapa de pendiente de la parroquia "Catarama 2020" Arteaga y Guamán, 2021

4.3.2 Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal

El segundo factor tomado en cuenta como una amenaza frente a eventos de inundación es el uso de suelo y cobertura vegetal. Teniendo en cuenta que un valor de 3 con coloración marrón, determina un tipo de vegetación Herbácea (pastizales, páramo, etc.), la misma que es considerada como un área de menor influencia en la generación de zonas susceptibles a inundaciones, mientras que el valor 4 con coloración celeste indica la presencia de cultivos (ciclo corto y permanente), considerándose como un área de mayor influencia a la ocurrencia

de inundaciones, finalmente el valor 5 de una coloración verde denota la existencia de áreas urbanas, espacios construidos y cuerpos de agua (edificaciones, excavaciones mineras, canteras, carreteras, oleoductos, etc., lagunas, reservorios, pantanos canales, etc.) y suelo desnudo considerándose como un área con probabilidades muy altas a inundarse (Ver Anexo Tabla 43). Como se puede visualizar en el mapa (Ver Figura 12), la predominancia de la zona de cultivos es evidente, es por ello que a esta amenaza se le otorga un valor de 4 lo que indica una categorización alta.



Figura 12. Mapa de uso de suelo de la parroquia "Catarama 2020"
 Arteaga y Guamán, 2021

4.3.3 Mapa de índice de saturación

El índice de saturación nos permite saber qué suelos son más propensos a inundarse, puesto que un alto índice de humedad presente en el suelo indica que dicho terreno tiene un mayor potencial de acumulación de agua. En el mapa de índice de saturación de la Parroquia Catarama se puede observar que la coloración amarilla indica un índice de saturación muy bajo el cual tiene un valor

de 1; la coloración verde indica un índice de saturación bajo el cual tiene asignado un valor de 2, la coloración celeste indica un índice de saturación media con una valor asignado de 3, la coloración naranja indica un índice de saturación alta al cual se le asignó una valoración de 4, y finalmente la coloración roja que indica un índice de saturación muy alto el cual tiene asignado un valor de 5. De acuerdo al mapa (Ver Figura 13) y a la tabla correspondiente para el índice de saturación (Ver Anexo Tabla 46) se puede asignar a esta amenaza un valor de 2, es decir que está considerada como una amenaza de bajo grado.



Figura 13. Mapa de índice de saturación de la parroquia "Catarama 2020" Arteaga y Guamán, 2021

4.3.4 Mapa geológico

El cuarto factor tomado en cuenta para la descripción de amenaza es la geología presente en la zona de estudio, gracias al mapa geológico se puede observar que las zonas pintadas de turquesa corresponden a la presencia de rocas sedimentarias, que de acuerdo a la tabla de geología (Ver Anexo Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 44) corresponde a una amenaza con valoración 2 es decir moderada; en cuanto a las zonas coloreadas de marrón, estas corresponden a depósitos fluvio-lacustres poco compactos y se le asigna una valoración de 4 lo que indica una amenaza alta, y finalmente se tiene a los materiales aluviales que se caracterizan por tener un drenaje pobre, gracias al mapa (Ver Figura 14) se puede observar que este tipo de material predominan en toda la zona de estudio, a este último se le asignó una valoración de 5 lo que indica que es una amenaza muy alta.

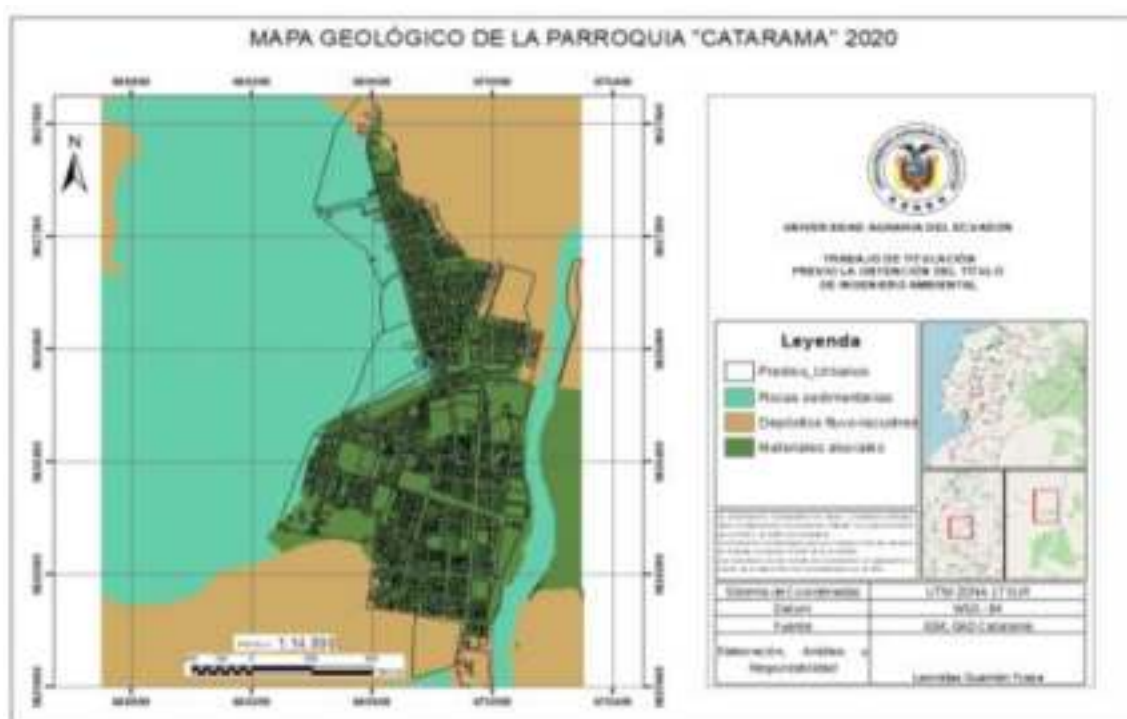


Figura 14. Mapa geológico de la parroquia "Catarama 2020" Arteaga y Guamán, 2021

4.3.5 Mapa de precipitación

El quinto factor tomado en cuenta para la descripción de amenaza es la precipitación suscitada en la zona de estudio durante el periodo 1997 – 1998 de las estaciones meteorológicas Echandía y Pueblo Viejo. Mediante el mapa de precipitación es posible observar distintas clasificaciones de precipitaciones que el programa de sistemas de información geográfica geoprocesó de los datos otorgados por el INAMHI. Teniendo como resultado (Ver Figura 15)

precipitaciones de 958.8 (mm), 960 (mm), 961.2 (mm), 962.4 (mm), 963.6 (mm), y 964.8 (mm). (Ver Tabla 45).

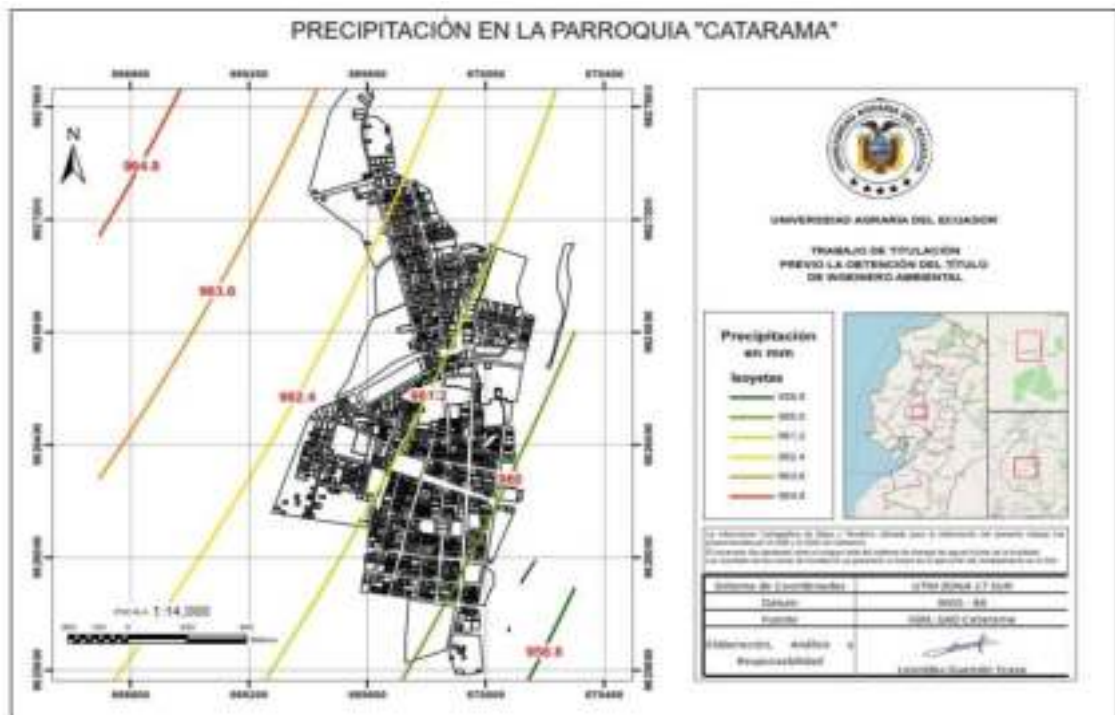


Figura 15. Mapa de precipitación Parroquia Catarama Arteaga y Guamán, 2021

4.4 Determinar el grado de vulnerabilidad a inundaciones mediante la realización de encuestas georreferenciadas a los habitantes de la parroquia Catarama

Para determinar el grado de vulnerabilidad a inundaciones en Catarama se realizó a los habitantes de la mencionada parroquia una encuesta con preguntas estratégicas cuyas respuestas fueron tabuladas con la finalidad de medir el conocimiento sobre riesgos de inundación presentes en el área, asimismo la vulnerabilidad ambiental, socio-económica y física; cabe mencionar que la georreferenciación de la encuesta permitió ubicar la vulnerabilidad en mapas en donde fue más sencillo determinar y observar las zonas vulnerables.

4.4.1 Vulnerabilidad física

La vulnerabilidad física fue medida mediante tres indicadores: material de construcción de las viviendas de las personas encuestadas (Ver Tabla 6), el porcentaje de viviendas con acceso a alcantarillado y la accesibilidad a la zona de estudio

Tabla 6. Respuestas: Material de construcción de vivienda

Respuesta	N°	%
Madera	4	1
Mixta	88	24
Cemento	270	75
TOTAL	362	100
Grado de vulnerabilidad: 1		

Arteaga y Guamán, 2021

El primer indicador se lo determinó mediante encuestas, a la que el 75% de la población manifestó que el material predominante en la estructura de sus viviendas es el cemento por lo que se otorgó la ponderación de 1 correspondiente a un grado bajo de vulnerabilidad (Ver Anexo Tabla 25); el 25% respondió que sus viviendas son de construcción mixta y finalmente el 4% manifestó que sus viviendas son de madera u otro tipo de material.

En cuanto a los datos del porcentaje de viviendas conectadas a la red de drenaje en Catarama tan solo el 28% de las personas encuestadas manifestaron que sus viviendas cuentan con alcantarillado en la Parroquia, es por ello que se le otorgó una ponderación de 3 lo que indica una vulnerabilidad alta (Ver Anexo Tabla 39); y finalmente mediante las visitas a la zona de estudio se pudo determinar que en época seca la accesibilidad a la zona de estudio no presenta problemas, sin embargo, en las épocas húmedas las inundaciones dificultan el acceso a la parroquia (Ver Anexo Tabla 38).

Estos tres indicadores de acuerdo a las respuestas proporcionadas por la población encuestada y las visitas realizadas a la zona de estudio, categorizaron a la vulnerabilidad física como media, dándole un valor promedio de 2.

4.4.2 Vulnerabilidad económica

La vulnerabilidad económica se midió de acuerdo a tres indicadores: ingresos mensuales en el hogar, acceso a servicios básicos y acceso a medios de comunicación.

Tabla 7. Respuestas: Ingresos mensuales en el hogar

Respuesta	N°	%
\$0 - \$200	92	25
\$201 - \$400	257	71
\$401 - \$600	13	4
TOTAL	362	100

Grado de vulnerabilidad: 2

Arteaga y Guamán, 2021

La vulnerabilidad económica de acuerdo al indicador de ingresos mensuales de los habitantes de la parroquia Catarama (Ver Tabla 7), según las encuestas realizadas está categorizada como media y se le asignó un valor de 2, debido a que el 71% de la población encuestada -es decir la mayoría de los encuestados- conformadas por 257 personas de las 362 manifestaron que los ingresos mensuales en sus hogares no superan los \$400, esto se contrasta con el boletín del INEC (2019) donde se estipula que la Canasta Familiar Vital definida en 2007 tiene un valor de \$500,85. Cabe destacar que esta es una zona agrícola en la que la mayoría de sus habitantes vive de esta actividad. Otras de las respuestas fueron que 92 personas representadas por el 25% no supera los \$200 mensuales como ingresos en sus hogares y las tan solo 13 personas es decir el 4% de la

población encuestada respondió que los ingresos en sus hogares no superaban los \$600.

Otro de los indicadores para medir la vulnerabilidad económica fue el acceso a servicios básicos (Ver Tabla 8).

Tabla 8. Respuestas: Acceso a servicios básicos

Respuesta	N°	%
Solo luz y/o agua	70	19
Luz, agua e internet sin alcantarillado	224	62
Posee todos los servicios básicos incluido internet	68	19
TOTAL	362	100

Grado de vulnerabilidad: 2

Arteaga y Guamán, 2021

A este indicador para determinar la vulnerabilidad económica se le incluyó el servicio de internet, debido a que por la situación actual de Pandemia que se vive, este recurso es imprescindible en hogares habitados por personas que se estén formando académicamente, este indicador refleja que hay un grado de vulnerabilidad media presente en la parroquia, debido a que todos los encuestados manifestaron que cuentan con los servicios básicos vitales que son luz y agua, y el 62% de los encuestados es decir 224 personas de las 362 respondieron positivamente en cuanto a la presencia de luz, agua e internet en sus hogares sin embargo se puede palpar la ausencia de alcantarillado en la mayoría de las viviendas de las personas encuestadas. Debido a que 70 personas encuestadas representadas por el 19% solo tenían acceso a luz y agua.

Finalmente se tomó en cuenta el acceso a dispositivos de comunicación para medir la vulnerabilidad económica, obteniendo los siguientes resultados (Ver Tabla 9:

Tabla 9. Respuestas: Acceso a medios de comunicación

Respuesta	N°	%
0 – 1 dispositivos (Tv, celular, radio)	0	0
2 – 3 dispositivos (Tv, celular, radio)	309	85
4 o más dispositivos (Tv, celular, radio)	53	15
TOTAL	362	100
Grado de vulnerabilidad: 2		

Arteaga y Guamán, 2021

La mayoría de encuestados respondió que poseía de 2 a 3 dispositivos entre televisores, celulares y radio, por lo que se le otorgó una ponderación de 2 debido que el 85% de la población encuestada es decir 309 personas de las 362 escogió esta opción categorizada como vulnerabilidad media. La población encuestada restante representada por el 15% dijo tener al menos 4 dispositivos de comunicación en sus hogares.

Estos tres indicadores de acuerdo a las respuestas proporcionadas por la población encuestada, categorizaron a la vulnerabilidad económica como media, dándole un valor 2.

4.4.3 Vulnerabilidad social

Para la determinación de la vulnerabilidad social se tomaron en cuenta los indicadores de: personas vulnerables por edad y/o discapacidad, nivel de instrucción académica y porcentaje de población analfabeta.

Tabla 10. Respuestas: Personas vulnerables

Respuesta	N°	%
4 o más (Niños, ancianos o discapacitados)	58	16
2 - 3 (Niños, ancianos o discapacitados)	236	65
0 - 1 (Niños, ancianos o discapacitados)	68	19
TOTAL	362	100
Grado de vulnerabilidad: 2		

Arteaga y Guamán, 2021

Para este primer indicador (Ver Tabla 10) se obtuvo como resultado que el 65% de la población encuestada correspondiente a 236 encuestados habita con hasta 3 personas en estado de vulnerabilidad entre niños, ancianos y discapacitados, es por ello que se le asignó un valor de 2 y se lo catalogó como vulnerabilidad media. La población encuestada restante comprendida por el 16% dijo vivir con al menos 4 personas en condición de vulnerabilidad y el otro 19% con al menos una persona vulnerable.

El siguiente indicador tomado en cuenta para la determinación de la vulnerabilidad social fue la instrucción académica (Ver Tabla 11), a lo que los encuestados respondieron lo siguiente:

Tabla 11. Respuestas: Instrucción académica

Respuesta	N°	%
Analfabetos	17	5
Primaria	165	46
Secundaria	176	49
Universitarios	4	1
TOTAL	362	100
Grado de vulnerabilidad: 2		

Arteaga y Guamán, 2021

Para el indicador de instrucción académica se obtuvo como resultado que la mayoría de personas encuestadas, es de decir el 49% comprendida por 176

personas de las 362 encuestadas concluyó sus estudios hasta el nivel secundario, es por ello que se le otorga una ponderación de 2 a este indicador y es considerada como una vulnerabilidad media, a su vez se pudo constatar que muy apegado a este resultado está el 46% conformado por 165 personas, dijeron haber culminaron sus estudios hasta el nivel primario, y tan solo el 1% conformado por 4 personas de los encuestados contaban con estudios de nivel superior.

Como último, también se pudo determinar que el 5% de las personas encuestadas manifestó no tener ningún tipo de estudio, por lo que a este indicador se le otorgó un valor de 1, es decir un grado de vulnerabilidad baja (Ver Anexo Tabla 34).

Estos tres indicadores de acuerdo a las respuestas proporcionadas por la población encuestada, le dieron a la vulnerabilidad social un valor de 1.7 categorizándola como una vulnerabilidad baja con tendencia a media.

4.4.4 Vulnerabilidad ambiental

Para determinar este tipo de vulnerabilidad se tomaron en cuenta los siguientes indicadores: el tipo de contaminación aledaña a los hogares de las personas encuestadas, si las viviendas o el sector de estas personas se inundaban en época de lluvia y la disposición final de los residuos en los hogares.

Tabla 12. Respuestas: Tipo de contaminación

Respuesta	N°	%
Industrial	2	1
Urbana	264	73
Ninguna	96	27
TOTAL	362	100
Grado de vulnerabilidad: 2		

Arteaga y Guamán, 2021

Para el indicador Tipo de contaminación aledaña a su domicilio (Ver Tabla 12) se obtuvo como resultado que la mayoría de personas -294 de los 362 encuestados- es decir el 73% respondieron que la contaminación predominante en la zona de estudio es de carácter doméstico/urbano, asignándole a este indicador un valor de 2, es decir una vulnerabilidad media. Consecuentemente, el 27% de las personas encuestadas (96) respondieron que no existe ningún tipo de contaminación alrededor de sus viviendas y apenas 2 personas correspondientes al 1% respondieron que existe contaminación de carácter industrial proveniente de las fábricas de Cacao presentes en la zona.

El siguiente indicador a analizar es el de disposición final de los residuos domésticos de las personas encuestadas.

Tabla 13. Respuestas: Disposición final de residuos domésticos

Respuesta	N°	%
Quema la basura	48	13
Se la lleva el recolector	314	87
TOTAL	362	100
Grado de vulnerabilidad: 2		

Arteaga y Guamán, 2021

Para el indicador disposición final de los residuos de su hogar (Ver Tabla 13) , se obtuvo como resultado que el 87% de la población encuestada, es decir 314 personas, entrega sus desperdicios al recolector municipal, y el 13% restante quema la basura proveniente de sus hogares, es por ello que a este indicador se le asignó un valor de 1 indicando que el grado de vulnerabilidad es bajo, debido a que la mayoría de las personas encuestadas realiza la práctica correcta para este ítem, también se resalta que 48 personas de las que fueron encuestadas correspondientes al 13% respondieron que queman sus desperdicios.

El último indicador para determinar la vulnerabilidad ambiental es el de si la vivienda (Ver Tabla 14) o sector de las personas encuestadas se inunda en épocas de lluvias, a lo que las respuestas fueron:

Tabla 14. Respuestas: Vivienda o sector se inunda

Respuesta	N°	%
Si	175	48
No	187	52
TOTAL	362	100
Grado de vulnerabilidad: 2		

Arteaga y Guamán, 2021

El 52% de las personas respondió que no tiene problemas de inundación, mientras el 48% de los encuestados dijo verse afectados por inundaciones en la época lluviosa, por lo tanto se le asignó un valor de 2 a este indicador, debido a que como se puede observar en la tabla de vulnerabilidad sobre si la vivienda se inunda (Ver Anexo Tabla 27) dicha tabla expresa que del 39% al 69% de respuestas positivas a inundación se consideraba una vulnerabilidad media.

Estos tres indicadores de acuerdo a las respuestas proporcionadas por la población encuestada, le dieron a la vulnerabilidad ambiental un valor de 1.7 categorizándola como una vulnerabilidad baja con tendencia a media.

4.4.5 Vulnerabilidad en conocimiento sobre riesgos

Para la determinación de esta variable, se tomaron en cuenta dos indicadores: la capacitación en riesgos existente en la comunidad, y el conocimiento de las zonas seguras en caso de inundación. Para el primero se tuvo como resultado las siguientes respuestas:

Tabla 15. Respuestas: Capacitación en riesgos existente en la comunidad

Respuesta	N°	%
Si	52	14
No	310	86
TOTAL	362	100

Grado de vulnerabilidad: 3

Arteaga y Guamán, 2021

Para este indicador, el 86% de la población encuestada nunca ha recibido ningún tipo de capacitación en riesgos y no sabrían cómo actuar frente a ellos, es por esto que a este indicador se le otorgó un valor de 3, es decir un alto grado de vulnerabilidad, debido a que como se explica en la tabla sobre conocimiento en riesgos (Ver Anexo Tabla 35), si en la parroquia menos del 38% de las personas tiene un nulo conocimiento en riesgos, se considera una vulnerabilidad alta.

En cuanto al indicador sobre conocimiento de las zonas seguras en la comunidad en caso de inundación, se obtuvieron las siguientes respuestas:

Tabla 16. Respuestas: Conoce las zonas seguras de su comunidad

Respuesta	N°	%
Si	125	35
No	237	65
TOTAL	362	100

Grado de vulnerabilidad: 2

Arteaga y Guamán, 2021

El 65% de la población encuestada conformado por 237 personas de las 362 desconoce las zonas seguras de su comunidad o dónde acudir en caso de una emergencia por inundación, es por ello que a este indicador se le asignó un valor de 2 que en la escala de vulnerabilidad es un grado medio debido a que como se explica en la tabla sobre conocimiento de las zonas segura (Ver Anexo Tabla 36) si en la parroquia del 69% al 39% de las personas encuestadas conoce las zonas seguras de su comunidad se considera una vulnerabilidad media.

Para la determinación del grado de vulnerabilidad en conocimiento sobre riesgos, los dos indicadores dieron como resultado un valor de 2.5, es decir un riesgo medio con tendencia a alto.

4.4.6 Vulnerabilidad institucional

Para esta última variable se procedió a entrevistar a un miembro del GAD de la parroquia quien supo manifestar que no existe personal capacitado en riesgos dentro de dicho Gobierno Autónomo Descentralizado, y que tampoco se han desarrollado planes sobre Mitigación y Prevención de riesgos ante inundación, es por ello que a esta variable se le otorga un valor de 3, es decir un alto grado de vulnerabilidad (Ver Anexos Tabla 40 y Tabla 41).

4.4.7 Determinación de la vulnerabilidad global

Con base en la metodología propuesta por Salgado (2005) para la obtención de la vulnerabilidad global mediante la determinación de los distintos tipos de vulnerabilidades que fueron: física, económica, social, ambiental, de conocimiento, e institucional se utilizó la siguiente fórmula:

$$V. Global = \frac{VF + VE + VS + VA + VC + VI}{N}$$

Para la obtención del grado y porcentaje de cada tipo de vulnerabilidad se realizaron los siguientes pasos propuestos por Salgado (2005): Primero se suman los valores que se les asignó a cada uno de los indicadores propuestos para determinar el tipo de vulnerabilidad específica.

- El resultado de esta suma se lo dividió para el número total de indicadores para así obtener un índice promedio del tipo de vulnerabilidad.
- El índice promedio resultante de cada tipo de vulnerabilidad se lo dividió para el número total del grado de vulnerabilidad, es decir 3 (alta, media y

baja) y luego se multiplica por 100 para obtener el porcentaje de cada tipo de vulnerabilidad.

- Finalmente se compara el porcentaje con la escala de vulnerabilidad (Ver Anexo Tabla 24.

En la siguiente tabla se tabulan los pasos anteriores y permite observar el valor dado a cada indicador, el promedio resultante de estos valores y consecuentemente el porcentaje de vulnerabilidad recibido por cada tipo de vulnerabilidad. Finalmente se obtuvo como resultado que la vulnerabilidad global de la parroquia Catarama es de un 67.7% que de acuerdo a la escala de vulnerabilidad está catalogada como media.

Tabla 17. Resultados del cálculo de la vulnerabilidad

Tipo de Vulnerabilidad	Indicador	Valor	Promedio	Porcentaje
Física	Estructura de viviendas	1	2	66,6
	Accesibilidad a la zona de estudio	2		
	Red de alcantarillado	3		
Económica	Ingresos mensuales	2	2	66,6
	Acceso a servicios básicos	2		
	Accesos a medios de comunicación	2		
Social	Personas vulnerables por edad y/o discapacidad	2	1.6	53,3
	Nivel académico	2		
	Índice de analfabetismo	1		
Ambiental	Tipo de contaminación	2	1.6	53,3
	Sectores de inundación	2		
	Disposición final de residuos	1		
Conocimiento sobre riesgos	Conocimiento de las zonas seguras	2	2.5	83,3
	Conocimiento sobre riesgos	3		
Institucional	Personal capacitado en Gestión de Riesgos dentro del GAD	2	2,5	83,3
	Planes de prevención	3		
TOTAL			2,03	67,7

4.4.8 Elaboración de mapas de vulnerabilidad

Los mapas de vulnerabilidad que se presentan a continuación, esquematizan mejor y ubican geográficamente los tipos de vulnerabilidades que fueron medidas gracias a las encuestas georreferenciadas, para la obtención de estos mapas se utilizó cada uno de los valores de las columnas de la tabulación de las respuestas obtenidas en la encuesta, luego se realizó una interpolación de datos para finalmente semaforizar los sectores y representar mejor la vulnerabilidad.

4.4.8.1 Mapa de vulnerabilidad ambiental

En este mapa se puede observar los tres indicadores tomados en cuenta para la determinación de la vulnerabilidad ambiental, gracias a la geo-referenciación de las encuestas realizadas a los 362 habitantes de la parroquia, fue posible sectorizar la vulnerabilidad, el primer mapa corresponde a los sectores en los que los habitantes mencionaban que existe un alto nivel de inundación en la época lluviosa, estos sectores se visualizan de una coloración roja, lo que corresponde a una alta vulnerabilidad, las zonas verdes son aquellos sectores no son tan perjudicados por dichas inundaciones.

El siguiente mapa es el de disposición final de los residuos, aquí se puede observar que las zonas rojas son aquellas en las que los habitantes queman o entierran sus residuos, y las zonas verdes corresponden a las zonas en las que mayormente los habitantes entregan sus desperdicios al recolector municipal.

Finalmente, el ultimo mapa corresponde al tipo de contaminación presente en las zonas aledañas a las viviendas de las personas encuestadas, las zonas con coloración amarilla, corresponden a sectores en los que existe contaminación urbana en veredas o alcantarillas, y las zonas de coloración verde son áreas en las que los habitantes mencionaban que no existe ningún tipo de contaminación.

Mediante este mapa se puede concluir que los sectores que sufren de inundación no están necesariamente enlazados con los sectores en los que predomina la quema de basura o contaminación, por lo que se infiere que los problemas de inundación son consecuencia del déficit de alcantarillado en la zona de estudio.

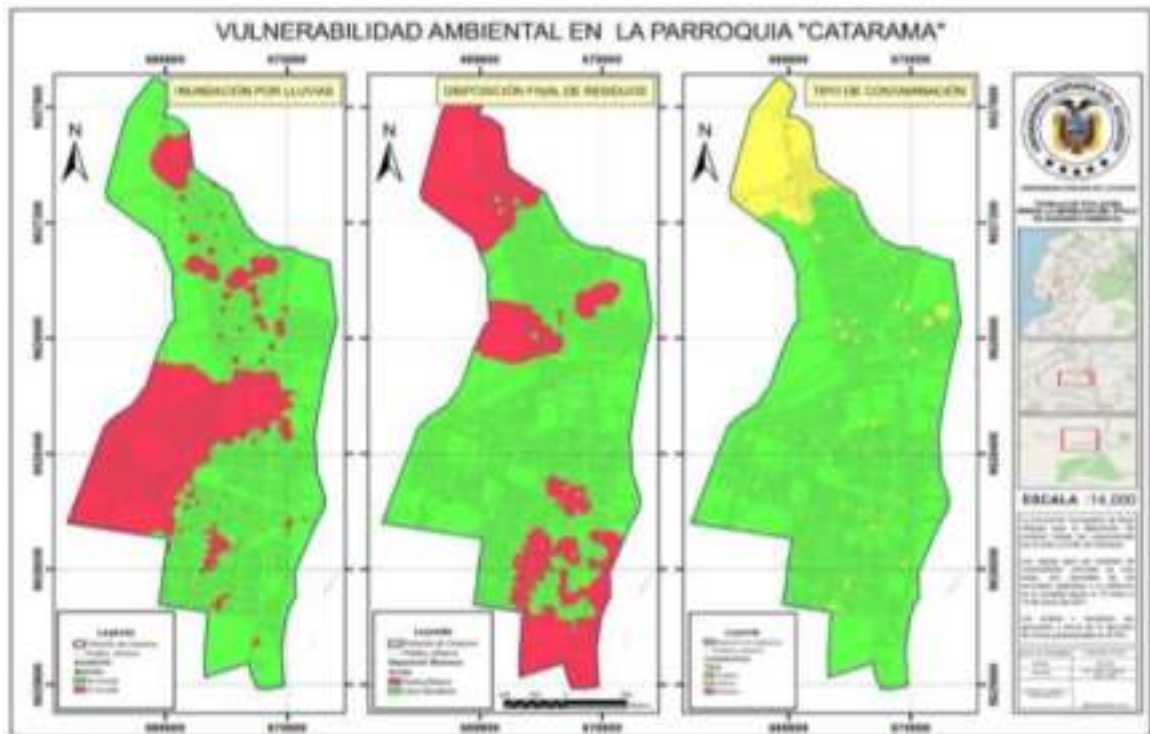


Figura 16. Mapa de vulnerabilidad ambiental Arteaga y Guamán, 2021

4.4.8.2 Mapa de servicios básicos

En el mapa de servicios básicos se puede observar se puede observar que todas las personas encuestadas dieron una respuesta positiva ante la presencia de luz y agua en sus hogares, y es lo que refleja el primer mapa. En el segundo mapa en cambio se puede observar que las zonas de verde representan el 70% de la población con acceso a internet, muchos de los encuestados afirmaron que debido a la pandemia del COVID-19 tuvieron que obligatoriamente contratar este servicio debido para así poder brindar educación a sus hijos. Finalmente se tiene

el mapa que representa el acceso a alcantarillado público, el 72% de las personas encuestadas decía no contar con este servicio básico en sus viviendas.

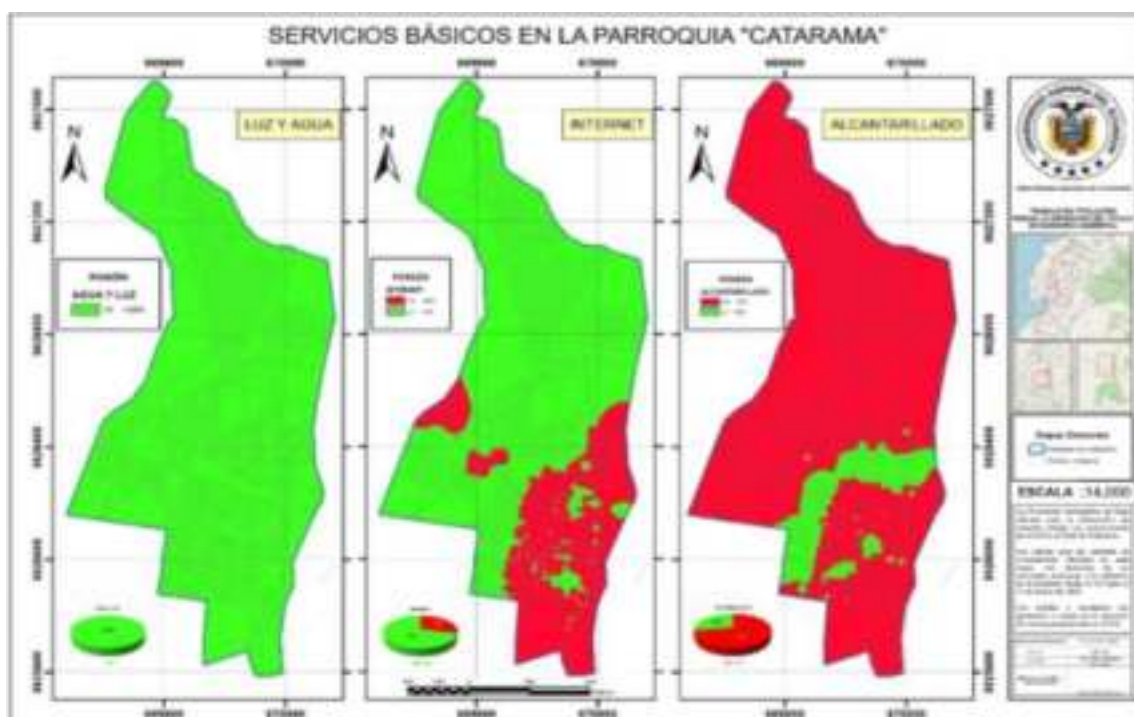


Figura 17. Mapa de servicios básicos
Arteaga y Guamán, 2021

4.4.8.3 Mapa de medios de comunicación

En este mapa se puede observar el número de dispositivos con los que cuenta la población muestreada, es importante conocer este dato, debido que los medios de comunicación son de suma importancia a la hora de presentarse una emergencia, es por ello que se tomó en cuenta este indicador. En cuanto al mapa se puede observar que la mayoría de personas encuestadas cuenta con al menos un dispositivo entre celular, televisor y radio. En el primer mapa se visualiza las zonas amarillas que representan a la población que cuenta con 1 o 2 dispositivos en sus hogares, por su parte las zonas verdes representan los sectores en los que los habitantes muestreados cuentan con más de dos dispositivos celulares. Para el segundo mapa correspondiente a televisores, el 100% de la población encuestada dijo contar con al menos 1 televisor en sus hogares. Y finalmente el

tercer mapa que representa a población que cuenta con radios en sus hogares, para este dispositivo se observa que las zonas rojas dentro del mapa corresponden a los hogares en los que no se posee el dispositivo de información.

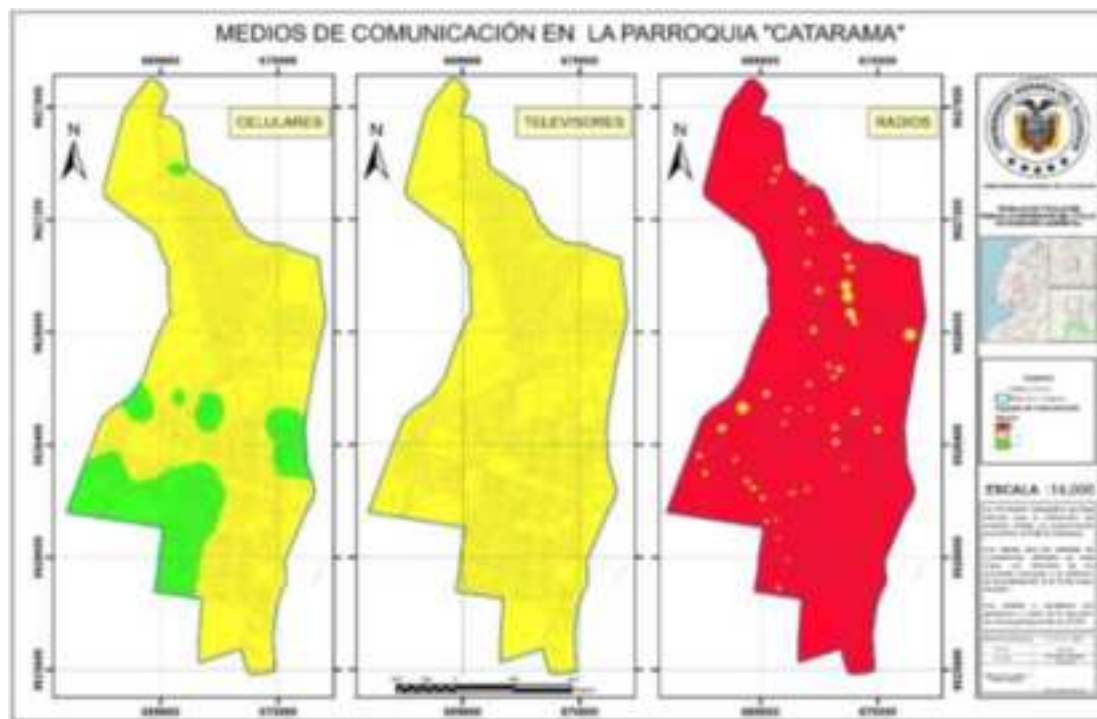


Figura 18. Mapa de medios de comunicación Arteaga y Guamán

4.4.8.4 Mapa de instrucción académica

El mapa de instrucción académica refleja cómo se comporta este indicador en la provincia, y lo que se puede observar en el primer mapa es que el 5% de las 362 personas encuestadas no contaban con ningún tipo de estudio, en el segundo mapa se visualiza de amarillo las zonas en las que existen más habitantes que culminaron sus estudios hasta nivel primario y las zonas rojas en las que hay menos habitantes con estudios de nivel primario y por lo que se puede inferir que pudiese existir mayor porcentaje de analfabetismo en estos sectores, el último mapa es el de instrucción secundaria en la que se puede observar que es el nivel académico que predomina en la parroquia muy seguido del nivel primario, en la que igualmente las zonas amarillas representan los

sectores en los que existen más habitantes que cursaron hasta esta instrucción, y los sectores rojos en los que hay menos habitantes que culminaron sus estudios de nivel secundario

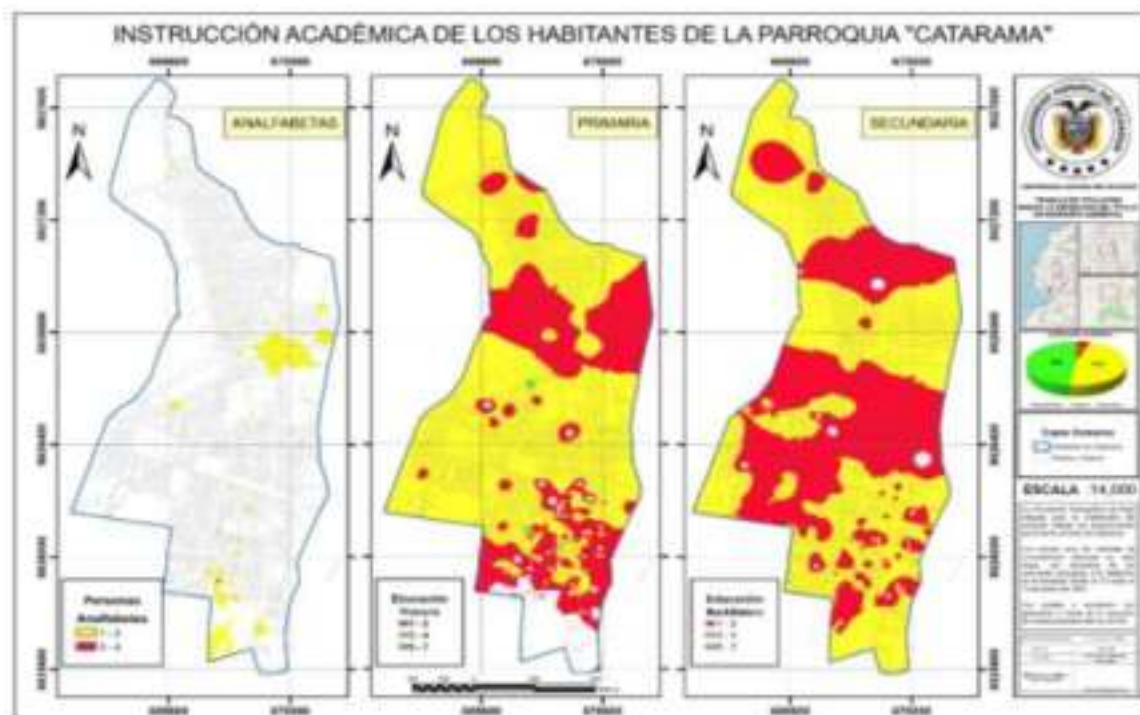


Figura 19. Mapa de instrucción académica Arteaga y Guamán, 2021

4.4.8.5 Mapa de personas vulnerables

En el siguiente mapa se representan las personas vulnerables determinadas por niños, ancianos y discapacitados presentes los hogares de las personas encuestadas, así es como se puede observar que las zonas verdes existen al menos dos niños, ancianos o discapacitados por hogar, las zonas amarillas hasta cuatro niños, ancianos o discapacitados por hogar y en los puntos rojos hasta seis niños, ancianos o discapacitados. Como se puede observar, los niños son los que predominan como personas vulnerables, seguido de los adultos mayores y detrás de estos los discapacitados.

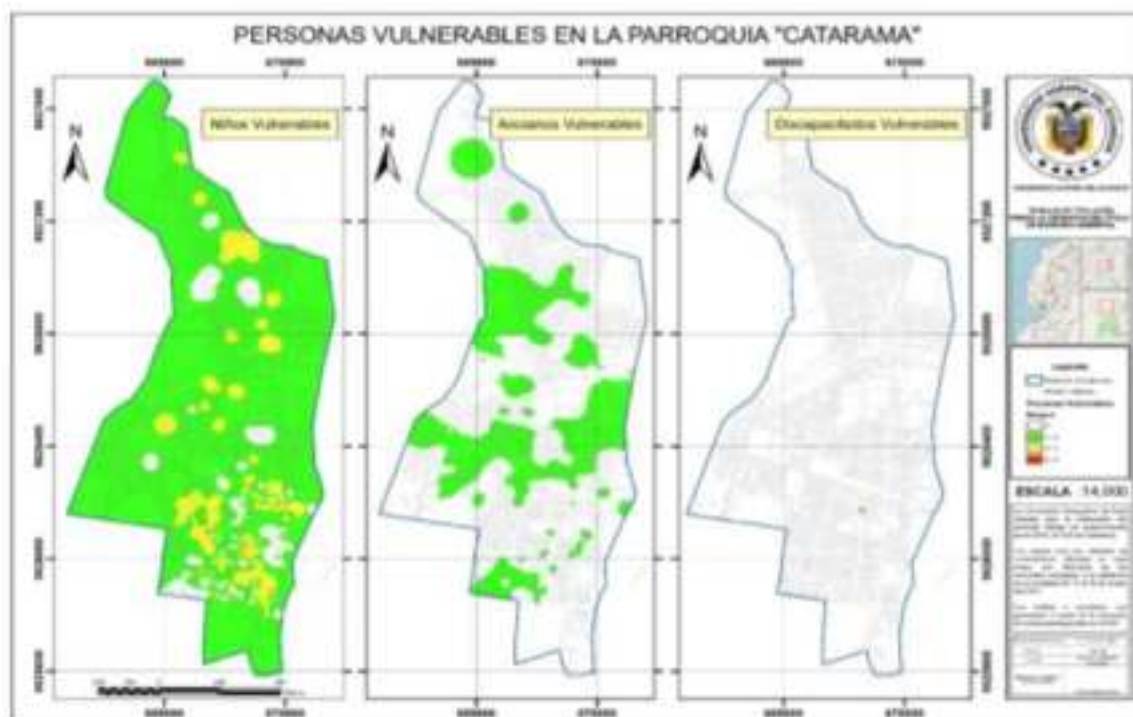


Figura 20. Mapa de personas vulnerables
Arteaga y Guamán, 2021

4.4.8.6 Mapa de ingresos mensuales y estructura

El primer mapa que se muestra es el de ingresos mensuales en los hogares, en dicho mapa se puede observar que la zona amarilla representa el 71% de los hogares de las personas encuestadas cuyos ingresos mensuales van desde los \$201 hasta los \$400, las zonas verdes que representan el 4% los hogares cuyos ingresos mensuales no superan los \$600 y las zonas de rojo los hogares cuyos ingresos mensuales no superan los \$200. El segundo mapa representa las estructuras predominantes en la parroquia, para lo se tiene que el 75% de las estructuras del total de personas encuestadas es de cemento, representado por las zonas verdes dentro del mapa, en cuanto a la zona amarilla se tiene que 24% de las personas encuestadas manifestaron que la estructura de su vivienda es de construcción mixta, y finalmente los puntos de rojo que representan el 1% de las personas encuestadas que manifestaron que sus viviendas son de madera.

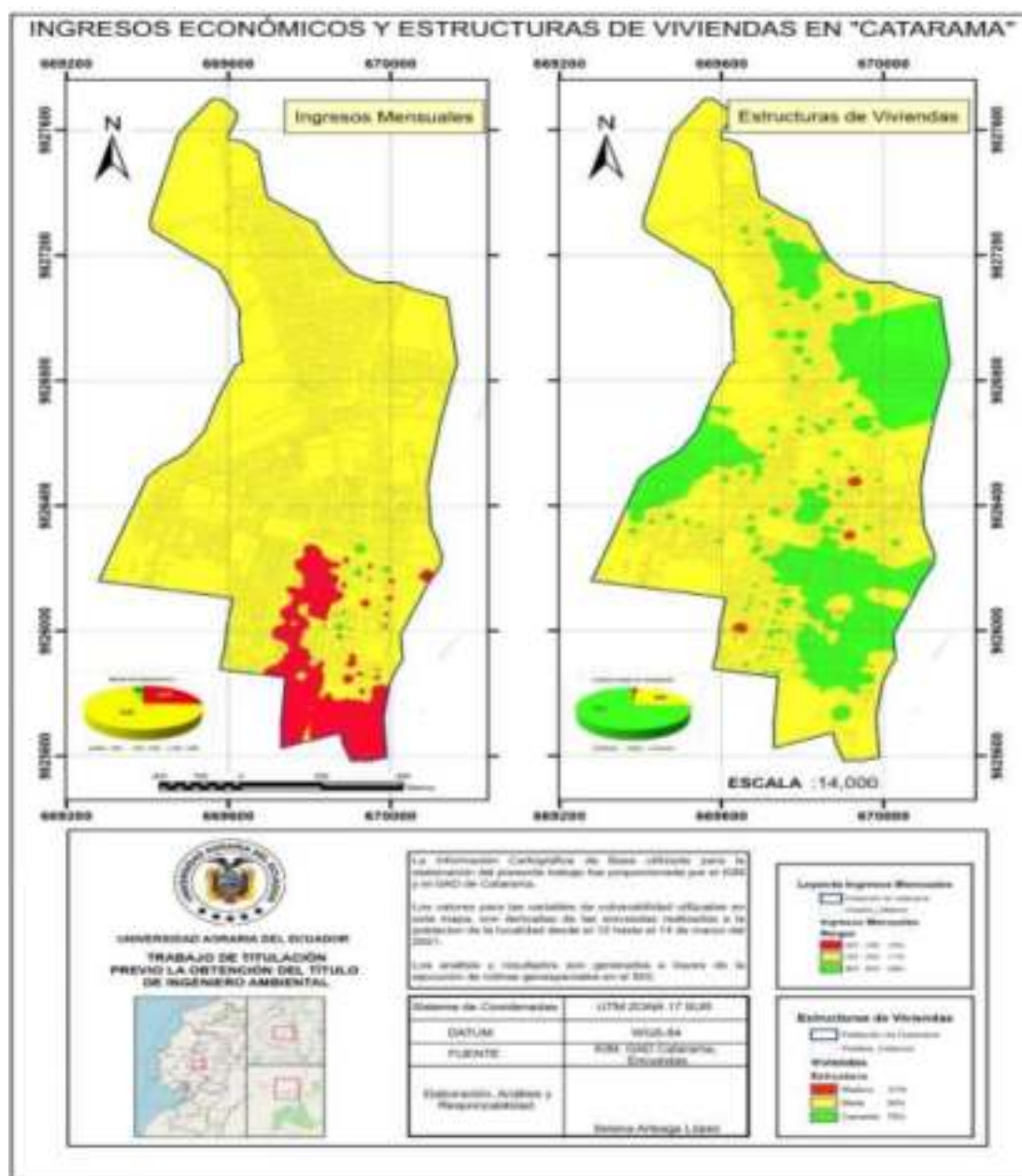


Figura 21. Mapa de ingresos económicos y estructuras de viviendas Arteaga y Guamán, 2021

4.4.8.7 Mapa de vulnerabilidad de conocimiento sobre riesgos

El primer mapa que se muestra es sobre el indicador de conocimiento o capacitación sobre riesgos que ha recibido la población encuestada de la zona de estudio, y se puede observar que las partes pintadas de rojo corresponden al 86% de la población muestreada quienes respondieron negativamente sobre el conocimiento de riesgos de su comunidad.

El segundo mapa corresponde a los sectores en los que la población muestreada conoce (zonas verdes) o desconoce (zonas rojas) los sectores seguros de su comunidad en caso de una emergencia por inundación, a simple vista es posible observar la predominancia del desconocimiento por parte de los habitantes encuestados que alcanza el 66%, mientras el 34% restante manifestó que tenían conocimiento de que las zonas a los que ellos acudirían en caso de inundación sería el Colegio 11 de Octubre y el Estadio.

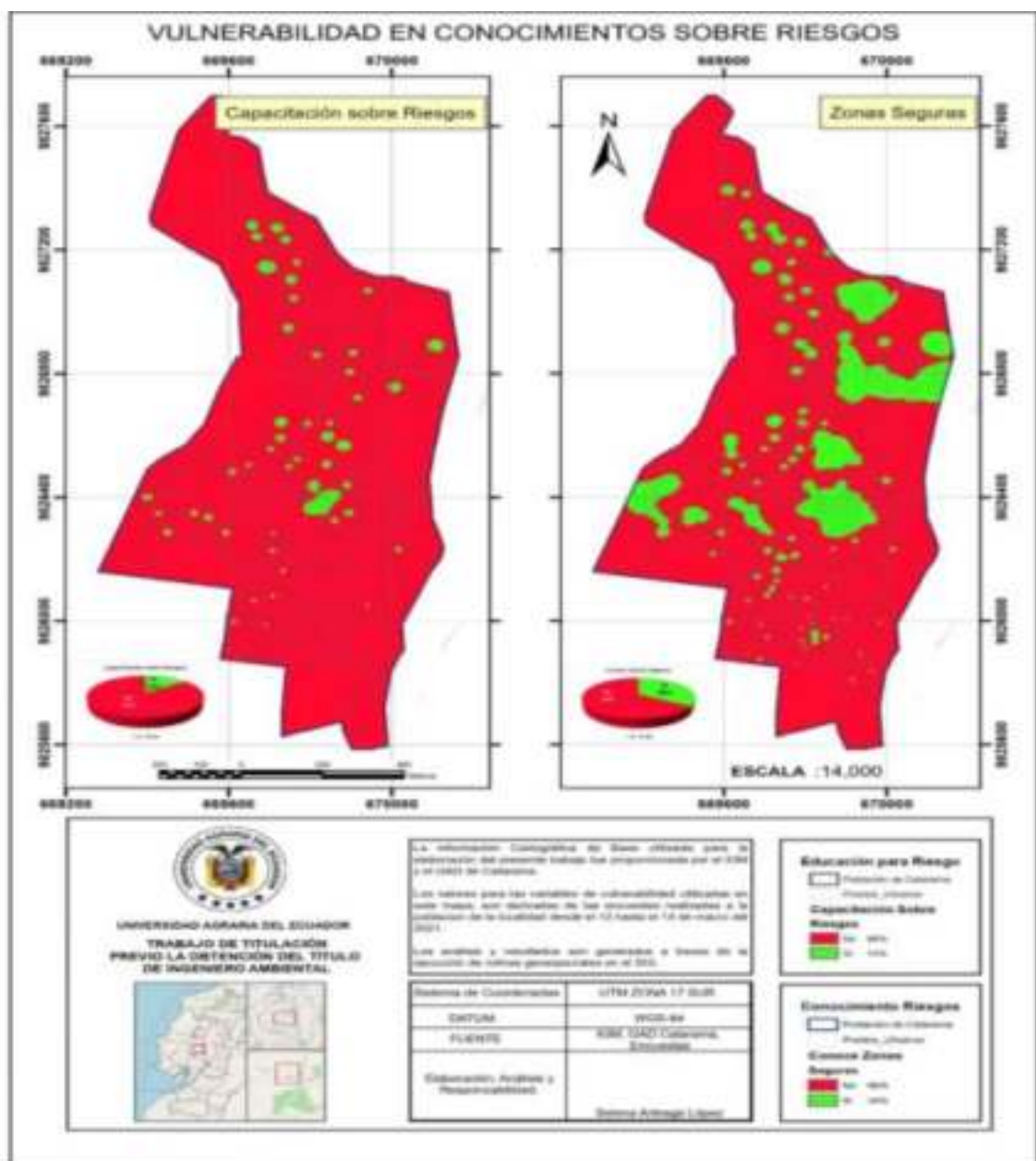


Figura 22. Vulnerabilidad en conocimiento sobre riesgos Arteaga y Guamán, 2021

4.5 Establecer procedimientos de intervención ante situaciones de emergencia por inundaciones en la parroquia de Catarama mediante un plan de prevención y mitigación de riesgos

Para la elaboración del plan de prevención y mitigación de riesgos se determinó la vulnerabilidad global a la que está expuesta la población de Catarama; asimismo se describieron los principales factores de amenaza dentro de la parroquia para así poder reconocer las zonas de riesgo y establecer los procedimientos de intervención adecuados ante situaciones de emergencia por inundación en la zona de estudio.

El presente plan fue elaborado con base en la Guía metodológica para la construcción y elaboración de un Plan de Reducción del Riesgo de Desastres – Resiliencia en el nivel barrial / comunitario elaborado por el GIZ (2019) y la Tesis de grado Diseño de un plan de gestión de riesgos y desastres ante eventos de deslizamientos, sismos e incendios para la pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, elaborado por (Ortega, 2014).

4.5.1 Aspectos generales del plan

4.5.1.1 Componentes del plan

En la Figura 23 se detalla la estructura del plan de prevención y mitigación de riesgos ante inundaciones para la parroquia Catarama. El plan se compone de tres fases, aspectos generales, identificación de zonas riesgo, plan de acción; y en la imagen se observa el contenido por cada fase.



Figura 23. Plan de prevención y mitigación
Arteaga y Guamán, 2021

4.5.1.2 Objetivo principal

El objetivo principal del plan es facilitar a las entidades parroquiales, cantonales y a la comunidad en general de la parroquia Catarama una guía ágil y práctica para la prevención y mitigación de inundaciones, de tal manera que se supere una crisis en el menor tiempo posible.

4.5.1.3 Objetivos específicos

- Identificar las amenazas y vulnerabilidades ante inundaciones de la parroquia Catarama para el establecimiento de medidas preventivas, emergentes y de mitigación.
- Prevenir y reducir las consecuencias negativas por inundación ocasionadas a la población en su contexto social, ambiental y económico.
- Informar sobre la organización institucional a cargo de la gestión de riesgos de la parroquia en caso de presentarse inundaciones.
- Identificar los recursos requeridos para la ejecución de medidas ante inundaciones en la parroquia Catarama.

4.5.1.4 Ubicación de la zona de estudio

La parroquia Catarama se ubica al Oeste del cantón Urdaneta. Posee una superficie de 4454,57 ha que representa el 12% de la extensión total del cantón (GAD Municipal Urdaneta, 2020). Según el análisis geoespacial, actualmente la mayor extensión de la parroquia es ocupada por la zona urbana que representa el 54,47%, el resto del territorio se divide en zonas de cultivos de ciclo corto y cultivo de banano que representan el 13,85%, así como arboricultura y pastos cultivados que representan el 32,68% de la extensión total de la parroquia.



Figura 24. Mapa de ubicación del área del proyecto Arteaga y Guamán, 2021

4.5.2 Identificación de las zonas de riesgos

4.5.2.1 Identificación de la amenaza, causas y consecuencias

Según la Secretaría de Gestión de Riesgos (SNGR) (2018) se considera amenaza a un proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones, u otros efectos en la salud, así como daños a los bienes, afectaciones sociales, económicas o ambientales. Bajo este contexto se

determinó que existen las siguientes causas y consecuencias por inundación en la parroquia Catarama (Ver Tabla 18 y Tabla 19).

Tabla 18. Análisis de la amenaza por inundación en la parroquia Catarama

	Causas		
	Naturales	Antrópicas	Técnicas
Amenaza: Inundación	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvias intensas en cortos períodos • Pendiente baja de 0 a 15% 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de vegetación en la zona urbana • Cambio de uso de suelo en la cuenca del río Catarama 	<ul style="list-style-type: none"> • Colapso del sistema de alcantarillado por mal estado • Déficit de alcantarillado (28% de 100)

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 19. Consecuencias de las inundaciones en la parroquia Catarama

	Consecuencias	Evidencia de inundaciones
Amenaza: Inundación	<p>Pérdidas económicas: Por anegación de cultivos, avería de electrodomésticos y robo de bienes.</p> <p>Contaminación ambiental: Al colapsar el alcantarillado ocurre la fusión de aguas lluvias con aguas servidas y residuos sólidos.</p> <p>Afectación a la salud: La ingesta y contacto con el agua contaminada ocasiona problemas dérmicos e intestinales.</p> <p>Desplazamiento de habitantes: Al ocurrir una inundación en elevado nivel los habitantes se ven forzados a abandonar sus viviendas y cultivos.</p>	

Fuente de las imágenes: GAD Municipal de Urdaneta, 2020
Arteaga y Guamán, 2021

4.5.2.2 Análisis de la vulnerabilidad

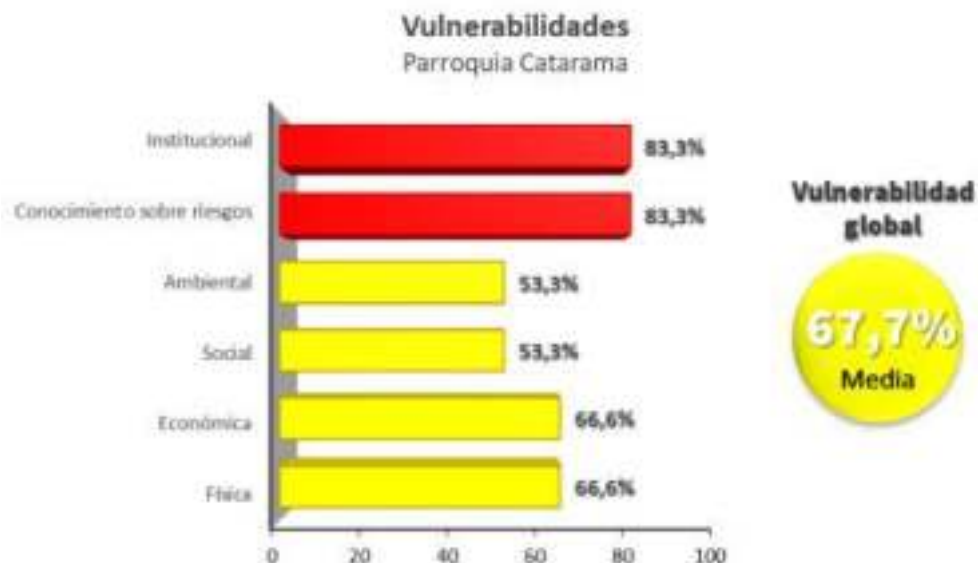


Figura 25. Vulnerabilidad estimada ante inundaciones del cantón Catarama Arteaga y Guamán, 2021

En la Figura 25 se observa la vulnerabilidad estimada ante inundaciones de la parroquia Catarama. Se detectaron seis tipos de vulnerabilidades, institucional (83,3% - vulnerabilidad alta), ambiental (53,3% - vulnerabilidad media), social (53,3% - vulnerabilidad media), económica (66,6% - vulnerabilidad media), física (66,6% - vulnerabilidad media), y el conocimiento que poseen sobre riesgos que tienen los habitantes (83,3% - vulnerabilidad alta).

Gracias a la descripción de los factores causantes de la amenaza en la zona de estudio y a la determinación de la vulnerabilidad global, estimada en 67,7% (vulnerabilidad media), a la que se expone la población de Catarama se pudo identificar las zonas de mayor vulnerabilidad, lo cual se observa en los siguientes mapas.

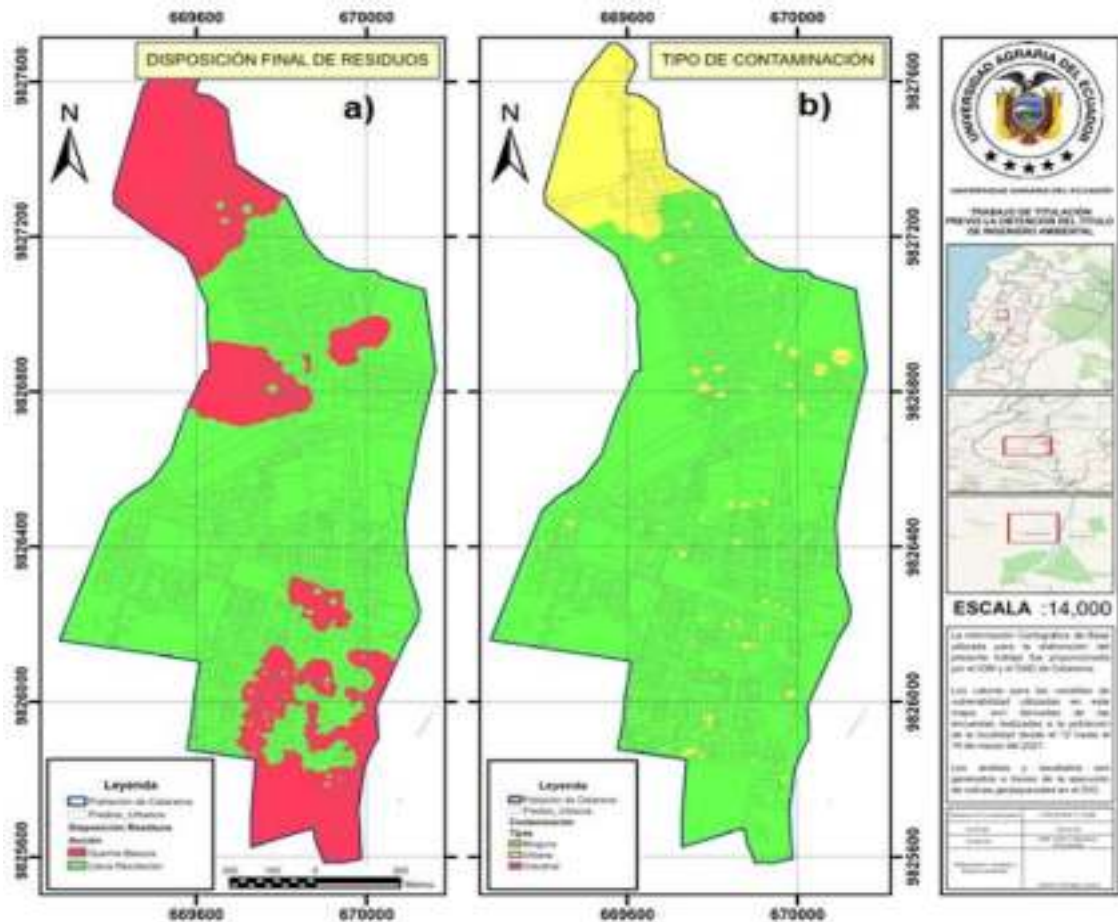


Figura 26. Mapa de vulnerabilidad ambiental por residuos y tipo de contaminación en la parroquia Catarama Arteaga y Guamán, 2021

En el mapa de la disposición final de residuos Figura 26, se observa que se queman residuos en varios sectores de la parroquia al norte, centro y sur. En el mapa de tipo de contaminación (Figura 27) se observa que al norte de la parroquia se concentra la contaminación urbana; esto coincide con el anterior mapa lo cual indicaría que, además de la ceniza, existen restos de residuos sólidos en esta zona.

La vulnerabilidad ambiental de la parroquia Catarama se determinó como media (53,3%). Estas zonas son vulnerables en especial al norte de la parroquia, debido que, al ocurrir la precipitación, el agua lluvia se combina con las cenizas y restos de residuos creando un ambiente altamente alcalino, impidiendo así el buen crecimiento de especies de plantas y árboles.

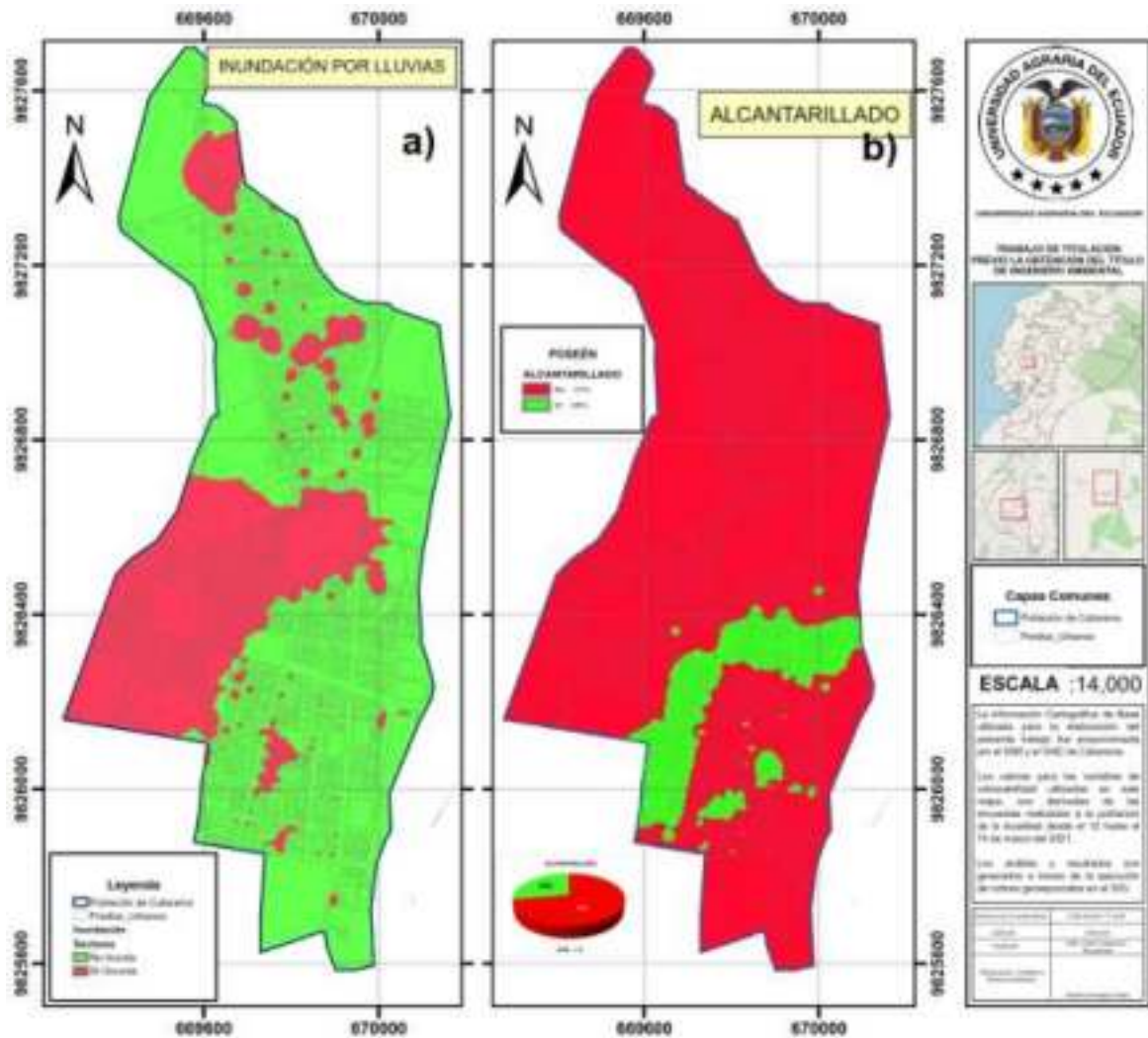


Figura 27. Mapa de inundaciones y cobertura de alcantarillado según pobladores encuestados
Arteaga y Guamán, 2021

En el mapa de inundaciones según pobladores encuestados (Ver Figura 27) se observa que existen alrededor de cinco sectores que se inundan en época de invierno (color rojo) según los habitantes de la parroquia Catarama. Mientras que en el mapa la cobertura de alcantarillado según los pobladores (Figura 28) se observa que en las mismas zonas dónde los encuestados manifestaron sufrir de inundaciones, indicaron que no cuentan con sistema de alcantarillo (sólo el 28% de la parroquia cuenta con sistema de alcantarillado y éste alcanzó su vida útil en el año 2020), quedando claro la necesidad de su renovación e implementación para el drenaje de aguas lluvias.

4.5.2.3 Cartografía del escenario de riesgos

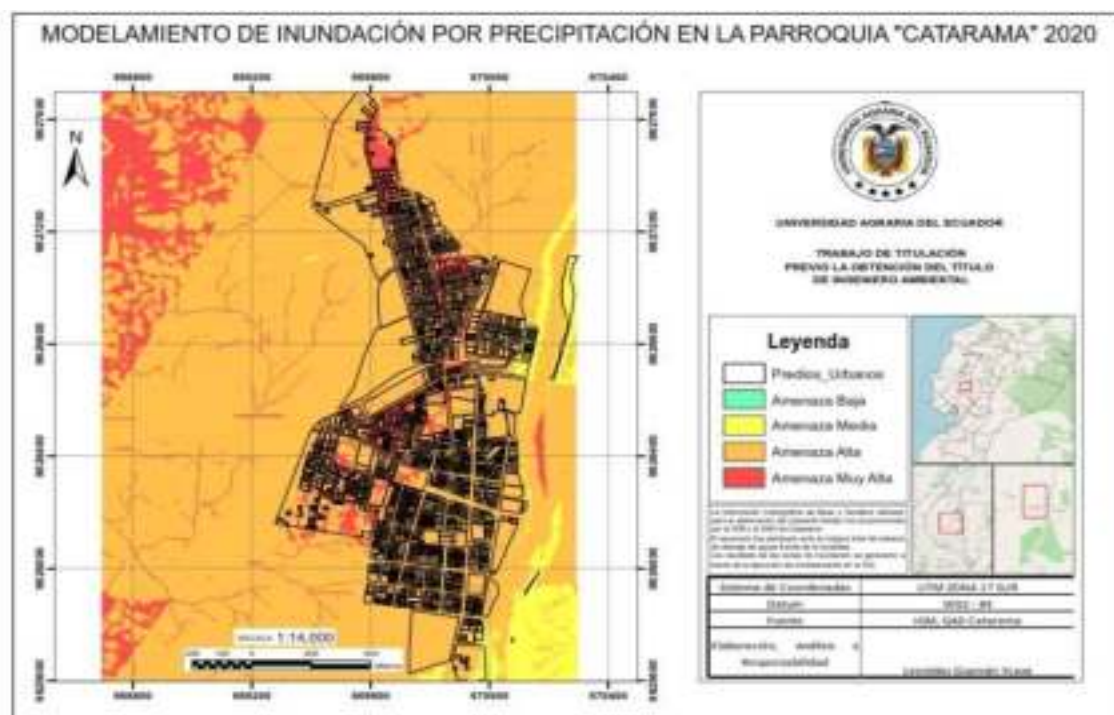


Figura 28. Mapa de amenazas de inundaciones Arteaga y Guamán, 2021

Mediante análisis geoespacial se desarrolló la cartografía de escenario de riesgos por inundación en la parroquia Catarama esto se presenta en la Figura 28. Se observa que en la parroquia predominan las zonas con amenaza alta debido a que en el mapa predomina la coloración naranja. Además, en las zonas rurales se evidencia que los cultivos presentan también una amenaza muy alta, siendo los sitios que representan la mayor vulneración económica en la parroquia.

Al analizar el mapa de inundación (en base a la población encuestada) y el escenario de riesgos, se establece que las zonas más susceptibles a inundación según los habitantes de la parroquia y las zonas en las que se encuentran las amenazas más altas coinciden. Se determina que en la zona centro-oeste y norte del área urbana se presenta una amenaza muy alta por inundación (color rojo), por lo que identifica que aquellas son las zonas con más riesgo a inundarse. En la actualidad se estima que al menos el 50% del área urbana de la parroquia

Catarama presenta un riesgo muy alto por inundación y el resto del área urbana un riesgo alto.

4.5.3 Plan de acción

Las acciones de prevención y reducción del riesgo se enfocaron en las vulnerabilidades detectadas en el cantón, debido a que las causas de la amenaza de inundación son características intrínsecas y propias de la zona de estudio, como, por ejemplo: la geología, el uso y tipo de suelo, el índice de saturación, la precipitación y la pendiente; y en las que no es posible trabajar.

4.5.3.1 Organización del comité interinstitucional de gestión de riesgos

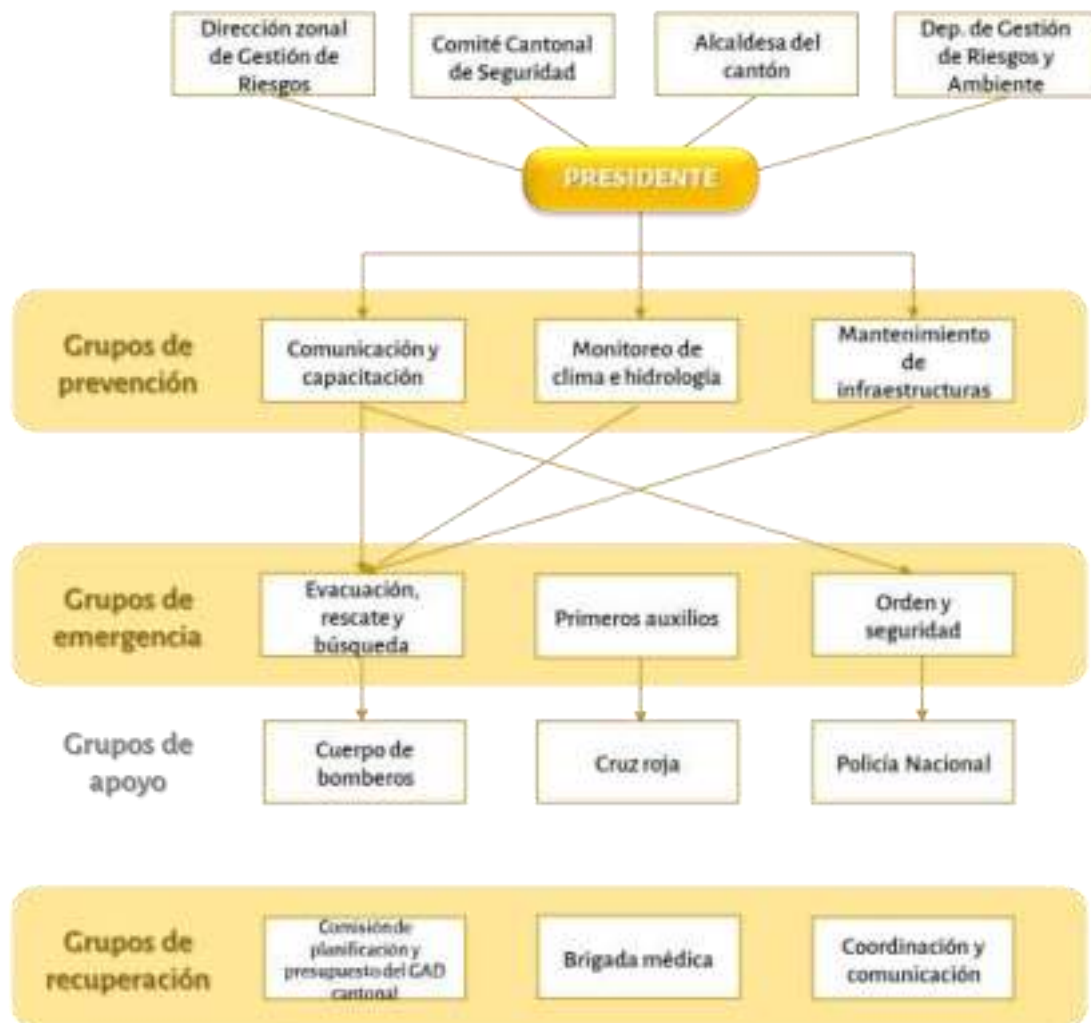


Figura 29. Estructura del Comité interinstitucional de gestión de riesgos para la parroquia Catarama Arteaga y Guamán, 2021

En la Figura 29 se presenta la Estructura del Comité interinstitucional de gestión de riesgos para la parroquia Catarama, se designaron los grupos conforme a la fase, prevención, emergencia y recuperación, identificando a menos tres grupos por cada fase. Los grupos de prevención, son los mismos que pueden coordinar las acciones de emergencia y apoyarse en entidades como la policía Nacional, Cuerpos de Bomberos y Cruz Roja, mientras que el grupo de recuperación se basa en acciones coordinadas con la Comisión de Planificación y Desarrollo del Municipio de Urdaneta. En Tabla 20 se detallan los integrantes de las comisiones del GAD cantonal y el personal requerido en los grupos.

Tabla 20. Encargados de las comisiones y personal por grupo

Cargo/ Comisión	Integrantes
Alcaldesa del cantón Urdaneta	Lcda. Amada Argentina Zambrano Msc.
Comité de Seguridad Ciudadana	Srta. Emma Quiroz Díaz (Presidente) Lcdo. José Villamar Casal (Integrante) Sr. Giovanni Chang Pimentel (Integrante)
Comité de Planificación y Presupuesto	Ing. Vilma Araujo Mora (Presidente) Srta. Emma Quiroz Díaz (Integrante)
Jefa del Departamento de Gestión de Riesgos y Ambiente del GAD Municipal	-
Presidente del GAD Parroquial	-
Grupo	Cantidad de personal requerido
Comunicación y capacitación	5 personas
Monitoreo de clima e hidrología	2 personas
Mantenimiento de infraestructura	5 personas
Evacuación, rescate y búsqueda	10 personas
Primeros auxilios	5 personas
Orden y Seguridad	5 personas
Brigada médica	5 personas
Coordinación y comunicación	5 personas

Arteaga y Guamán, 2021

En cuanto a los últimos dos grupos de recuperación, la brigada médica puede ser cubierta por personal de los centros de salud y el grupo de primeros auxilios, y

el grupo de coordinación y comunicación puede ser cubierto por el grupo preventivo de comunicación y capacitación.

4.5.3.2 Planes de prevención, emergencia y recuperación

Tabla 21. Matriz del plan de prevención ante inundaciones

Objetivo: Proponer medidas y acciones que permitan reducir la vulnerabilidad de la parroquia Catarama y por ende el riesgo de inundación.

Vulnerabilidad	Medidas y acciones	Indicador	Responsables	Recursos	Costo (\$)
Déficit y colapso del sistema de alcantarillado	Renovar sistema de alcantarillado existente	% de tuberías reemplazadas	Grupo de mantenimiento de infraestructuras	Tuberías Excavadora Mano de obra	1500
	Aumentar la cobertura del sistema de alcantarillado	Cobertura de alcantarillado (%)	Grupo de mantenimiento de infraestructuras	Excavadora Tuberías Mano de obra	2000
Crecida del río Catarama	Reforzamiento del muro de contención	Número de sacos de arena	Grupo de mantenimiento de infraestructuras	Sacos de arena Mano de obra	150
	Monitoreo del nivel de los ríos a través de regla limnimétricas	Altura del nivel del agua	Grupo de monitoreo de clima e hidrología	Reglas limnimétricas	20
	Monitoreo de las condiciones meteorológicas a través de las estaciones	Precipitación (mm) Humedad (%)	Grupo de monitoreo de clima e hidrología	Computadoras	0
	Implementación de alarma de alerta mediante sirenas	Nº de sirenas instaladas	Grupo de comunicación y capacitación	Sirenas Bocina	200
	Reforestación en la zona urbana	Nº árboles plantados/m ²	Grupo de mantenimiento de infraestructuras	Abono Fertilizantes orgánicos Fundas y semilleros	100
	Limpieza programada del cauce del río Catarama	Área limpia/ área sin aseo	Grupo de mantenimiento de infraestructuras	Fundas plásticas Guantes	30
Falta de personal capacitado en gestión de riesgos	Contratación de un profesional especializado en gestión de riesgos	Contrato por un año	Jefa del Departamento de Gestión de Riesgos y Ambiente del GAD Municipal	Sueldo acorde al mercado	2000 mensual
	Elaboración de una guía ilustrativa de acciones a seguir en caso de inundación	Verificación en línea	Grupo de comunicación y capacitación	Servicio de un Ilustrador	200

	Reconocimiento y establecimiento de rutas de evacuación y zonas seguras	m ² de ruta N° de zonas s.	Grupo de coordinación y comunicación	Botellas de agua Apuntes y GPS	20
	Capacitaciones al personal del GAD parroquial sobre gestión de riesgos y primeros auxilios	N° de asistentes	Grupo de coordinación y comunicación	Computadora y proyector Kit de primeros auxilios Maniquí	100
	Disponer de kits de emergencias para los sitios de albergue y de alimentos no perecibles	N° de kits	Grupo de coordinación y comunicación	Alimentos no perecibles Vendas, alcohol, entre otros.	1000
Falta de conocimiento sobre gestión de riesgos por parte de los habitantes	Organización de campaña informativa para la socialización del plan	N° de asistentes	Grupo de comunicación y capacitación	Folletos informativos y gigantografías	50
	Emplear los medios de comunicación para dar a conocer las acciones que deben ejecutar los habitantes antes, durante y después de una inundación.	Tiempo de espacio público en medios	Grupo de comunicación y capacitación	Servicio de Ilustradores	500
	Capacitación sobre primeros auxilios a la comunidad en espacios abiertos	N° de asistentes	Grupo de comunicación y capacitación	Computadora y proyector Kit de primeros auxilios Maniquí	0
	Implementación de señaléticas en la parroquia	N° de señaléticas instaladas	Grupo de mantenimiento de infraestructuras	Señaléticas	400
	Realizar simulacros con la población	N° de simulacros realizados/programados	Grupo de comunicación y capacitación	Apuntes	0
	Evitar la quema de residuos sólidos ampliando la cobertura de recolección	Cobertura de recolección (%)	Grupo de mantenimiento de infraestructuras	Servicio de recolección	1000
				Total costo del plan	\$9270

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 22. Matriz del plan de emergencia ante inundaciones

Objetivo: Establecer medidas y acciones de respuesta que aseguren el bienestar de los habitantes de la parroquia Catarama en caso de inundación.				
Medidas y acciones	Indicador	Responsables	Recursos	Costo
Activar las alarmas y protocolo de emergencia	N° de sirenas activas	Grupo de comunicación y capacitación	Sirena Bocina	0
Emplear los canales de comunicación (celulares, tv y radio) para mantener informada a la población	Habitantes informados	Grupo de comunicación y capacitación	Medios de comunicación	0
Evacuación de los habitantes hacia los puntos seguros establecidos como albergues temporales	N° de evacuados/N° de habitantes afectados	Grupo de evacuación, rescate y búsqueda y Cuerpo de bomberos Comité Cantonal de Seguridad	Botes Salvavidas Casco Sogas Kit de primeros auxilios	600
Dotación de alimentos y objetos de primera necesidad a los albergados.	N° de kit entregados/N° de albergados	Grupo de orden y seguridad y Policía	Camillas y sabanas Insumos de aseo Alimentos no perecibles	1000
Personal capacitado brinde primeros auxilios a los afectados	N° de atendidos/N° afectados	Grupo de primeros auxilios y Cruz Roja	Kit de emergencia	0
Realizar un informe de daños preliminar mediante el uso de tecnología espacial como drones y recorridos	% de la parroquia afectada	Presidente parroquial y Grupo de comunicación	Drones	500
Solicitud y coordinación de acciones de apoyo con las entidades gubernamentales correspondientes	Documentos en línea	Presidente parroquial y Jefa del Departamento de Gestión de Riesgos y Ambiente del GAD Municipal	Computadora Celular Gasto de transportación	50
			Total costo del plan	\$2150

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 23. Matriz del plan de recuperación ante inundaciones

Objetivo: Asegurar la recuperación de los habitantes en el contexto de salud, economía y ambiental, así como de las infraestructuras de importancia en la parroquia Catarama.				
Medidas y acciones	Indicador	Responsables	Recursos	Costo
Elaboración del informe final de daños	Documento en línea	Presidente parroquial y Grupo de Coordinación y comunicación	Computadora	0
Evaluación de plan de acción para la adopción de medidas correctivas que optimicen el mismo.	Medidas a corregir	Presidente parroquial y Grupos de prevención	Computadora	0
Coordinación de obras civiles con las entidades competentes para la recuperación de infraestructuras	Estructuras afectadas	Presidente parroquial Comisión de planificación y presupuesto del GAD cantonal	Materiales de construcción	10000
Entrega de materiales de construcción a los habitantes	N° de materiales entregados	Presidente parroquial Comisión de planificación y presupuesto del GAD cantonal	Sacos de cemento Bloques	5000
Donación de insumos para recuperación de cultivos	N° de insumos entregados	Presidente parroquial Comisión de planificación y presupuesto del GAD cantonal	Semillas Abono Fertilizantes	5000
Coordinar créditos accesibles para la compra de electrodomésticos	Créditos aprobados	Presidente parroquial Comisión de planificación y presupuesto del GAD cantonal	Computadora Celular	0
Financiación del 50% del servicio de técnicos para la reparación de electrodomésticos	N° técnicos contratados	Presidente parroquial Comisión de planificación y presupuesto del GAD cantonal	Computadora Celular	0
Verificación del estado de salud de los afectados	N° de pacientes / N° afectados	Brigada de salud	Termómetros Estetoscopios Guantes y mascarilla Otros implementos	5000
Implementar brigadas de fumigación para evitar la proliferación de vectores	m ² de zonas fumigadas	Brigada de salud	Pesticidas Equipos de fumigación	300
			Total costo del plan	25300

5. Discusión

Con el artículo de Olivera et al. (2011) sobre el potencial de los sistemas de información geográfica (SIG) y la evaluación multicriterio (EMC) para identificar con precisión el mapeo de áreas susceptibles a inundaciones, se concuerda, dado que el proyecto engloba cada uno de los factores sujetos a la identificación y evaluación, donde se establecieron las zonas con mayor susceptibilidad a inundaciones, así como también se determinó el índice de los distintos factores socioeconómicos contrastados con la vulnerabilidad y los riesgos a inundación del sector.

Según el propósito de la investigación de Chávez, Binnquist, y Salas (2015) fue evaluar y dividir la sensibilidad sujeta a inundaciones de la subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez obteniendo resultados que demostraron que el 38,39% de la superficie de la cuenca se clasificó como altamente vulnerable, contrastando con el presente trabajo dado que, los resultados obtenidos sumado a las condiciones geográficas que presenta la parroquia, denotan una clasificación de amenaza muy alta, alta, media, baja, y muy baja, que se muestran relacionadas estrechamente a la pendiente, uso de suelo y cobertura vegetal, condición geológica e índice de saturación.

Lucas (2018) en su investigación analiza los factores de riesgos de inundación del recinto Roblecito para la elaboración de medidas que permitan disminuir los daños potenciales, coincidiendo con el presente proyecto de titulación, ya que consta de análisis similares. Se utilizaron las herramientas SIG para generar mapas de vulnerabilidad y amenaza posteriormente se calculó la vulnerabilidad global y su vez se describieron los factores de amenazas, para de esa manera

determinar el grado porcentual. Con base en estos cálculos, se puede determinar que la mayoría de las ciudades tienen un alto riesgo de inundarse.

En cuanto a la investigación de Eslava et al. (2006) que tiene como objetivo difundir a los usuarios, especialmente en el ámbito de la protección civil, y avances en el campo, conocimiento y desarrollo tecnológico brindando lineamientos metodológicos para la elaboración de mapas de riesgo de inundaciones, coincide con la presente investigación ya que mediante los factores de amenazas se elaboraron los distintos mapas tales como, el mapa de pendiente, mapa de uso de suelo y cobertura vegetal, mapa de índice de saturación y mapa geológico, donde se establecieron y determinaron distintas ponderaciones que yacen en la metodología del SNGR. Consecuentemente se realizó una sumatoria por cada una de las variables sujetas a estudio obteniendo como resultado una amenaza total que permite identificar cuáles son las zonas ligadas a una mayor susceptibilidad a amenazas por inundación, lo que concede a la población de la parroquia establecer mecanismos preventivos ante situaciones de riesgo.

De acuerdo al trabajo de los autores Demoraes y D'ercole (2001) que tiene como objetivo evaluar los peligros de origen natural presentes en el Ecuador, así como también la división del área más vulnerable a desastres naturales terremotos, erupciones volcánicas, e inundaciones, concilia con esta investigación, teniendo en cuenta que hace referencia a la división del área con mayor índice de saturación de inundaciones del sector, lo que a su vez permite desarrollar planes de prevención, mitigación y preparación, y reducir la vulnerabilidad de las personas potencialmente afectadas, fortaleciendo el apoyo a las comunidades de asentamientos en áreas.

Las encuestas realizadas a los habitantes de la zona de estudio permitieron evaluar y ponderar sus conocimientos del cómo hacerle frente ante el riesgo de inundación y como está co-relacionado en el ámbito ambiental, socio económico y físico, estos tres indicadores dieron un grado de vulnerabilidad baja con tendencia a media, sin embargo, el conocimiento y capacitación sobre riesgos arrojaron un grado alto, contrastando esto con la investigación realizada por Centeno (2018) sobre la efectividad de la educación sobre riesgos y desastres naturales en la población de Quinocay, para el autor la clave para reducir la vulnerabilidad asociada a eventos de inundación es incluir a la educación sobre riesgos como parte de una gestión integral del riesgo, es por ellos que una de las estrategias del plan de riesgo propuesto en esta investigación tiene como punto importante socializar con la población de la parroquia el plan resultado.

De acuerdo con el estudio realizado por Salgado (2005) que tuvo como finalidad analizar el riesgo a inundaciones y deslizamientos en una localidad de Honduras, el autor propone estudiar la vulnerabilidad de la zona de estudio mediante encuestas que lograron calcular el grado de vulnerabilidad global a la que están expuestos los habitantes; en el presente trabajo de investigación se utilizó la misma metodología, la cual consiste en utilizar encuestas para la determinación de la vulnerabilidad ante eventos de inundación a la que son susceptibles los habitantes de la zona de estudio.

Carrizo, Ferreyra, Astudillo, y Soldá (2018) realizaron un estudio cuyo objetivo fue problematizar los límites de la gestión de riesgos de inundación a partir de una de las peores inundaciones que afectaron la zona de estudio ocurrida en 2015 en la provincia de Córdoba, Argentina; estos autores concluyeron que tanto para una correcta prevención y efectiva respuesta es imprescindible la realización de

planes con un modelo de adaptación acondicionadas a las zona de estudio y en los que debe intervenir el Estado para poder llevar a cabo, es así como en el plan propuesto en la presente investigación fue adaptado a las necesidades más importantes y básicas de la parroquia en cuestión así como también se plantearon procedimientos dentro de planes de prevención, emergencia y mitigación.

En la Guía metodológica para la construcción y elaboración de un Plan de Reducción del Riesgo de Desastres – Resiliencia en el nivel barrial / comunitario elaborado por el GIZ (2019) y la Tesis de grado Diseño de un plan de gestión de riesgos y desastres ante eventos de deslizamientos, sismos e incendios para la pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, elaborado por (Ortega, 2014), en ambos documentos los autores proponen procedimientos de intervención ante situaciones de emergencia por inundaciones, y manifiestan la importancia de este tipo de documentos a la hora de gestionar el riesgo, es por ellos se los tomó como referencia debido a que resaltan los aspectos más importantes a tomar en consideración al momento de una inundación, como el reconocimiento de las amenazas y vulnerabilidades la importancia de la conformación de un comité emergencias, y los planes de prevención y mitigación. Sin embargo, para poder llevar a cabo estos planes es necesario el financiamiento por parte del Estado, lo que se vuelve una limitante para poder llevarse a cabo, pero sin duda muy necesario para salvaguardar la integridad de los habitantes de la parroquia.

6. Conclusiones

La información geográfica considerada para el presente proyecto se determinó con base a las variables establecidas en la metodología del SNGR, las mismas que fueron otorgadas por el GAD de Urdaneta en distintos formatos que posteriormente fueron adaptados al formato del software de sistemas de información geográfica. En cuanto a los datos anuales (1975 a 2019) de precipitación considerados inicialmente fueron replanteados y se propuso un nuevo periodo (1985 a 2013) esto, debido a la falta de datos, ya que la red de estaciones meteorológicas dejó de funcionar por insuficiencia presupuesto para cubrir su fase de operación y mantenimiento. Y en relación a los datos poblacionales estos se obtuvieron desde la plataforma digital del INEC donde se identificó el índice poblacional y su vez se estableció el tamaño muestral sujeto al proyecto de investigación. El uso y la aplicación de los sistemas de información geográfica, permitieron gestionar adecuadamente toda la información proporcionada por el GAD para la realización del presente proyecto.

El procesamiento de la información geográfica, meteorológica y poblacional dentro del SIG estableció y determinó las condiciones del área de estudio en forma de distintas capas raster, mismas que fueron geo procesadas y correlacionadas entre sí, para la obtención de la capa y mapa de amenazas de inundación que permitió identificar las zonas con mayor susceptibilidad a inundación. Basado en los resultados obtenidos a partir del análisis de la línea de tendencia de las estaciones meteorológicas Echandía y Pueblo Viejo, se concluye que a futuro se suscitará una disminución de la variable precipitación.

En cuanto a los factores de amenazas asociados a eventos de inundación de Catarama, estos fueron obtenidos del procesamiento de cada una de las capas,

de la que posteriormente se obtuvieron mapas, que fueron el eje principal para la descripción de cada uno de las variables sujetas a estudio y de esa forma concluir y determinar el estado actual e índice de amenazas en base a cada uno de los mapas de uso de suelo y cobertura vegetal, índice de saturación, precipitación, pendiente y geológico. lo que concede a la población de la parroquia establecer mecanismos preventivos ante situaciones de riesgo. Lo que concede a la población de la parroquia establecer mecanismos visibles y preventivos ante situaciones de riesgo.

Gracias a las encuestas realizadas a los habitantes de la parroquia Catarama se pudo determinar el grado de vulnerabilidad ante eventos de inundación en los que factores como el ambiental, económico, social y físico dieron como resultado una vulnerabilidad catalogada como media, y los factores institucional y en conocimiento sobre riesgos arrojaron resultados negativos y catalogados como vulnerabilidades de alto grado, por lo que se pudo concluir que esta parroquia -la cual ya de por sí es propensa a sufrir de eventos de inundación por sus características geográficas y meteorológicas, las cuales están catalogadas como amenazas-, también está sujeta a condiciones que empeoran los escenarios de riesgo al presentarse catástrofes meteorológicas de este tipo. La falta de conocimiento sobre riesgos es alarmante en la población, igualmente la falta de apoyo en este tipo de gestiones por parte del estado ecuatoriano.

Con la descripción de los factores de amenaza y la determinación de la vulnerabilidad de la parroquia Catarama se elaboró un plan de prevención y mitigación de riesgos que consta de procedimientos de intervención ante situaciones de emergencia asociados a eventos de inundación de la cual la parroquia sujeta a estudio es altamente propensa, en este instructivo se

incluyeron planes de prevención, emergencia y recuperación, dichos planes están dotados de medidas, acciones, responsables, recursos y costos para poder llevar a cabo los planes y hacer efectiva la correcta gestión del riesgo ante inundaciones.

7. Recomendaciones

Fomentar el uso de los sistemas de información geográfica en el proceso de generación de geo información, lo que facilitaría, la elaboración de nuevos posibles escenarios como insumos para la oportuna toma de decisiones a las autoridades competentes.

Se recomienda utilizar 30 años de datos para hacer inferencias a nivel climatológico, pero debido a la falta de estaciones meteorológicas y falta de datos en Ecuador, este estudio utilizó 28 años.

Es necesario socializar y establecer con la población mecanismos para la obtención y reconocimiento de la información sobre mapas de amenazas, como parte del proceso de preparación ante eventos de riesgos.

Es prioritario ejecutar estudios de reconocimiento del sistema de alcantarillado público del sector, a fin de elaborar mapas de ubicación que ayudaran a planificar y a gestionar futuras obras municipales y así coadyuvar a reducir el índice de inundación sujeto a la ineficiencia del sistema de alcantarillado.

Es primordial fortalecer las relaciones entre el GAD de la parroquia Catarama y el GAD provincial para poder hacer efectivas las medidas propuestas en el plan y así dar soluciones eficientes a estos eventos de inundación de los cuales la provincia de Los Ríos es muy susceptible y que traen consecuencias devastadoras para sus habitantes.

Se recomienda al GAD parroquial tomar en consideración las medidas propuestas en este proyecto de investigación y seguir realizando estudios de esta índole para así fortalecer la resiliencia de la población que se ve afectada no solo por las amenazas geográficas y meteorológicas, sino también por el olvido de las

autoridades a estas comunidades que se ven afectadas terriblemente por este tipo de desastres.

8. Bibliografía

- Campos y Covarrubias, G., y Lule Martínez, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. Revista Xihmai, 45-60. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3979972.pdf>
- Torres quintana, m. F. (2017). Modelación hidrológica para el estudio de inundación, en el departamento de cundinamarca, del río frío a la altura del municipio de chia (Maestría). Bogota, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14636/1/Trabajo%20de%20grado%20final.pdf>
- Van Westen , C. J. (2011). Remote Sensing and GIS for Natural Hazards Assessment and Disaster Risk Management. aculty of Geo-Information and Earth Observation (ITC) University of Twente., 3.
- Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). (2002). Instrumentos de apoyo para el análisis y la gestión de riesgos naturales en el ámbito municipal de Nicaragua : Guía para la municipalidad. Obtenido de <http://www.snet.gob.sv/Riesgo/GuiaMetodologica.pdf>
- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Obtenido de Salud en Tabasco: <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Alvarado Bello, S. A. (2014). Uso de un sistema de información geográfica para el análisis de amenaza por inundaciones en la cuenca alta del río bogotá- municipio de cota-límites localidad de suba. Bogota.
- ArcGIS Pro . (2021). esri. Obtenido de esri: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/analysis/geoprocessing/modelbuilder/what-is-modelbuilder-.htm>

Arnau, J., Anguera, M. T., y Gómez, J. (1990). Metodología de la Investigación en ciencias del comportamiento. Murcia: Universidad de Murcia. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=TQtBbnk1LSoC&pg=PA239&dq=definicion+de+encuesta&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjikpHB5bDtAhV2QjABHU76DMQQ6AEwBnoECAQQAg#v=onepage&q=definicion%20de%20encuesta&f=false>

Asamblea Constituyente. (20 de 10 de 2008). LEXISFINDER. Obtenido de LEXISFINDER: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Bateman, A. (2007). Grupo de Investigacion en UPC . Obtenido de Grupo de Investigacion en UPC : www.gits.ws

Blaikie, P., Cannon , T., Davis, I., y Wisner, B. (1996). Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los desastres. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=_L0sk1-2d5AC&pg=PA30&dq=vulnerabilidad&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjezcn8xcbsAhUC1IkKHVpNAJ8Q6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&q=vulnerabilidad&f=false

Blanco, P. (2016). WordPress . Obtenido de WordPress : https://redargentinadegeografiafisica.files.wordpress.com/2017/11/eje7_blanco-pedro.pdf

Blázquez, M. Á., y Peretti, M. F. (2007). Matriz de documentación y datos: Una herramienta para el análisis de los sistemas de información en las empresas. Buenos Aires. Obtenido de <http://www.cyta.com.ar/ta0601/v6n1a2.htm>

Calduch, R. (1998). Métodos y técnicas de investigación internacional. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Madrid. Obtenido de

<https://www.ucm.es/data/cont/docs/835-2018-03-01->

[Metodos%20y%20Tecnicas%20de%20Investigacion%20Internacional%20v2.pdf](#)

Calle Garzón, A. N. (2016). Formulación de un plan de emergencia frente a inundaciones para El Centro de Educación Básica Dr. Carlos Ortiz Macías, Parroquia Ximena, Guayaquil-Guayas (Tesis de Pregrado). Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.

Cando Tayupanda , F. J. (2017). Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para el sector el capricho ubicado en el cantón carlos julio arosemena tola – provincia de Napo (Tesis de Pregrado). Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9604/1/T-UCE-0011-273.pdf>

Cardona, O. D. (2005). Sistema de Indicadores para la Gestión del Riesgo de Desastre. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Indicadores-de-riesgo-de-desastre-y-de-gesti%C3%B3n-de-riesgo.pdf>

Cardoso, M. M. (2017). Estudio de la vulnerabilidad socio-ambiental a través de un índice sintético. Estudio de la vulnerabilidad socio-ambiental a través de un índice sintético. Provincia de Santa Fe, Argentina. Santa Fe, Argentina.

Carrizo, C., Ferreyra, Y., Astudillo, D., y Soldá, S. (Julio de 2018). Sustentabilidad y gestión de riesgo Respuesta, reparación y prevención frente a inundaciones desde un análisis de caso. Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales .
doi:<https://doi.org/10.17141/letrasverdes.24.2018.3328>

CENAPRED. (2009). INUNDACIONES. Ciudad de México. Obtenido de http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/377/1/images/folleto_i.pdf

CENAPRED. (2019). Inundaciones. Ciudad de Mexico. Obtenido de https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_SERVICIOS_TECNICOS/SANI/Entidades%20Federativas/Recursos/Inundaciones/190502_RI_Folleto%20de%20inundaci%C3%B3n_mod.pdf

Centeno Tovar, J. (2018). Plan “Comunidad Segura” en prevención de riesgos y desastres naturales en la población de Quinocay - Yauyos . Lima.

CEREM. (20 de Febrero de 2020). CEREM International Business School. Obtenido de GDR: Gestión del Riesgo del desastre: <https://www.cerem.ec/blog/gdr-gestion-del-riesgo-del-desastre>

Chávez Cortés, M. M., Binnqüist Cervantes, G., y Salas Flores, A. C. (2015). Evaluación multicriterio de la vulnerabilidad biofísica ante inundaciones en la subcuenca río Atoyac-Oaxaca de Juárez. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 97-106. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3586/358649676011.pdf>

Chow, V. T., Maidment, D. R., y Mays, L. W. (1994). Hidrología aplicada. Santafé de Bogotá, Colombia. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=rY_yMgEACAAJ&source=gbs_navlinks_s

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía Descentralización. (19 de 10 de 2010). LEXISFINDER. Obtenido de LEXISFINDER: https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/12/mesicic4_ecu_org.pdf

- Comisión Nacional del Agua. (2009). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Alcantarillado Sanitario. Ciudad de Mexico. Obtenido de www.coangua.gob.mx
- Cruz Roja Colombiana. (1990). Prevención y Atención de Desastres. Bogota: FUDECESO.
- Curco, J. (14 de 05 de 2014). Slideshare. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/josecurco1/sistema-de-alcantarillado-35184037>
- Daza Orellana, M. J., y Pérez León, P. A. (2013). Estudio para determinar la variación del coeficiente de escorrentía y su impacto en la capacidad de la red de alcantarillado en los colectores de las calles Arirumba e Imbabura (Tesis de Pregrado). Cuenca, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4540>
- Demoraes, F., y D'ercole, R. (2001). Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Quito. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-03/010065702.pdf
- Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. (1991). Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños. Washintong D.C. Obtenido de <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/oea57s.pdf>
- Echemendía Tocabens, B. (2011). Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000300014

- Eslava Morales, H., Jiménez Espinosa, M., Salas Salinas, M. A., García Jiménez, F., Vásquez Conde, M. T., Baeza Ramírez, C., y Mendoza Estrada, D. R. (2006). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Ciudad de México: CENAPRED.
- Espinoza Bordón, O. (2008). Los desastres naturales y la sociedad. Revista Médica Electrónica. Obtenido de <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/529/html#:~:text=Sequ%C3%ADas%2C%20epidemias%20e%20inundaciones.&text=Por%20su%20origen%3A,planeta%20y%20se%20subdividen%20en%3A&text=Los%20que%20se%20originan%20por%20fen%C3%B3menos%20de%2>
- FAO. (2012). En tierra segura:El Ecuador: un país con elevada vulnerabilidad. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i1255b/i1255b02.pdf>
- GAD Municipal Urdaneta. (2020). Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2020 – 2035. Urdaneta: Chuquiragua. Obtenido de <https://urdaneta.gob.ec/>
- GAD URDANETA. (2012). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Urdaneta. Urdaneta. Obtenido de <https://studylib.es/doc/7775548/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-cant%C3%B3n>
- GAD URDANETA. (2020). Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2020 – 2035. Urdaneta: Chuquiragua. Obtenido de <https://urdaneta.gob.ec/>
- GAD URDANETA. (2020). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2020 – 2035. Urdaneta: Chuquiragua.

GAD URDANETA. (2020). Plan de usos y gestión del suelo del cantón Urdaneta. Urdaneta. Obtenido de <https://urdaneta.gob.ec/>

GADP RICAURTE. (2014). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del g.a.d.p. rural de Ricaurte. Urdaneta. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1260030130001_PDOT%20FINAL_31-10-2015_21-26-35.pdf

García Peña, A. (2014). Medidas estructurales y medidas no estructurales de de defensa frente a inundaciones. EOI Escuela de Negocios, Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua, España. Obtenido de https://www.eoi.es/es/file/18389/download?token=3D_loRv-

GIZ. (2019). Guía metodología para la construcción y elaboración de un Plan de Reducción del Riesgo de Desastres - Resiliencia en el nivel barrial / comunitario. Portoviejo, Ecuador. Obtenido de <https://eird.org/americas/docs/metodologia-planes-rrd-barrial-comunitario.pdf>

González Velandia, J. C. (2014). La gestión del riesgo de desastres en las inundaciones de colombia: una mirada crítica (Maestría). Bogota, Colombia. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2128/1/Gesti%C3%B3n_riesgo_desastres_inundaciones_%20Colombia_mirada-cr%C3%ADtica.pdf

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación Sexta Edición. Mexico. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- Inca Carrillo, P. A. (2014). Programa Educativo sobre preparación frente a riesgos y desastres naturales en los Habitantes. Recinto La Florida. Cantón Palestina. Provincia del Guayas. 2013. Riobamba.
- INEC. (2010). [ecuadorencifras.gob.ec](https://www.ecuadorencifras.gob.ec). Obtenido de [ecuadorencifras.gob.ec](https://www.ecuadorencifras.gob.ec): https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/los_rios.pdf
- INEC. (Febrero de 2019). Canastas Analíticas. Obtenido de Canasta familiar básica y canasta familiar vital de la economía dolarizada: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/canastas/Canastas_2019/Febrero-2019/1.%20Informe_Ejecutivo_Canastas_Analiticas_feb_2019.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y UNICEF. (2013). Manual de Mapa Comunitario de Riesgos. Perú. Obtenido de <https://www.unicef.org/peru/informes/manual-de-mapa-comunitario-de-riesgos>
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). Dirección Nacional de Prevención. (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. Obtenido de unidad de estudios y evaluación de riesgos: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL. (2011). MANUAL DE ESTIMACIÓN DEL RIESGO ANTE INUNDACIONES FLUVIALES CUADERNO TÉCNICO N° 02. Lima.
- Izaguirre, A., Pérez, J., Gamarra, L., y Álvarez, M. (2014). Plan comunitario/barrial de Gestión integral del Riesgo de desastre. Obtenido de <http://dipecholac.net/docs/herramientas-proyecto->

dipecho/nicaragua/Herramienta-4-Plan-Comunitario-GIRD-Primer-Borrador.pdf

Jagsich, J. (1954). Meteorología física: El tiempo. Buenos Aires: Kapelusz.

Junta de Andalucía. (2005). Plan de Prevención de emergencia ante el riesgo de inundaciones en Andalucía.

Ley de Seguridad Pública y Del Estado. (09 de 06 de 2014). LEXISFINDER.

Obtenido de LEXISFINDER:
http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic5_ecu_panel5_SERCOP_1.3._ley_seg_p%C3%BAblica.pdf

Ley orgánica de ordenamiento territorial uso y gestión de suelo. (05 de 07 de

2016). LEXISFINDER. Obtenido de LEXISFINDER:
<http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/06NOR2016-LOOTUS.pdf>

Loera Amaya, R. (2002). Selección y establecimiento de especies forestales de acuerdo al régimen pluviométrico de Loma Alta, Arteaga, Coahuila. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Lucas Vera, G. E. (2018). "análisis del riesgo por inundación en la localidad de

roblecito, cantón Urdaneta: propuesta de medidas de mitigación" (Tesis de Grado). Guayaquil. Obtenido de
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29502>

MAE. (2019). Herramienta para la integración de criterios de Cambio Climático en

los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Quito: Aquattro.
 doi:<https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/Caja-de-herramientas-Cambio-Clima%CC%81tico-.pdf>

- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2018). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo: conceptos básicos. Quito: Imprenta Editorial Ecuador. Obtenido de https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/LOOTUGS-Conceptos-Basicos_oficial_8M.pdf
- Ministerio de Finanzas del Ecuador. (2010). finanzas.gob.ec. Obtenido de finanzas.gob.ec: https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/CODIGO_PLANIFICACION_FINAZAS.pdf
- Ministerio de Salud de Perú. (2014). Proyeccccto de Plan de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastresde Ministerio de Salud frente a los efectos de las lluvias 2014-2015 . Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/71AED22D5D78646605257EEE0067FAC8/\\$FILE/doc2572-contenido.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/71AED22D5D78646605257EEE0067FAC8/$FILE/doc2572-contenido.pdf)
- Morales, F. (2012). Academia.edu. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/8101101/Conozca_3_tipos_de_investigacion
- Morelli Tucci , C. E. (2007). Gestión de Inundaciones Urbanas. Porto Alegre. Obtenido de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/gestion-de-inundaciones/gestion-de-inundaciones-urbanas-esp.pdf
- Narváez, L., Lavell, A., y Pérez Ortega, G. (2009). La Gestión del Riesgo de Desastre (Un efoque basado en procesos). Lima: PULL CREATIVO S.R.L.
- Olivera Acosta, J., Martin Morales, G., García Rivero, A. E., Jaimez Salgado, E., López, M. L., Estrada, R., . . . Miravet, B. L. (2011). El uso de los SIG y la

evaluación multicriterio (EMC) para la determinación de escenarios de peligros de inundaciones en cuencas fluviales. Caso de estudio: Cuenca Guanabo, Ciudad de La Habana. Proyección 10, 143-148. Obtenido de https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/13623/08oliveraproyeccion10.pdf

Ollero, A. (2014). Guía metodológica sobre buenas prácticas en gestión de inundaciones. Manual para gestores. Zaragoza. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/271845559_GUIA_METODOLOGICA_SOBRE_BUENAS_PRACTICAS_EN_GESTION_DE_INUNDACIONES/link/54d48f8b0cf25013d02994c2/download

Organización Meteorológica Mundial. (11 de Julio de 2014). OMM/CRED/UCL – Atlas de la mortalidad y las pérdidas económicas provocadas por fenómenos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos. Recuperado el 03 de Octubre de 2020, de OMM/CRED/UCL – Atlas de la mortalidad y las pérdidas económicas provocadas por fenómenos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos: <https://public.wmo.int/es/media/press-release/ommcreducl-%E2%80%93-atlas-de-la-mortalidad-y-las-p%C3%A9rdidas-econ%C3%B3micas-provocadas-por>

Organización Panamericana de la Salud. (25 de Febrero de 2008). Informe de inundaciones en Ecuador. Quito. Recuperado el 03 de Octubre de 2020, de Informe de inundaciones en Ecuador: https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=ecuador&alias=1225-informe-ops-inundaciones-ecuador-25-de-febrero-de-2008&Itemid=1179?=es&lang=es

Ortega Cortez, G. V. (2014). "diseño de un plan de gestión de riesgo y desastres ante eventos de deslizamientos, sismos e incendios para la pontificia universidad católica del Ecuador sede Esmeraldas" (Tesis de grado). Esmeraldas.

OXFAM GB; Fundación Esperanza y Fraternidad (ESFRA); Instituto para la Superación de la Miseria Urbana (ISMUGUA). (2007). Manual De Capacitación de las COLRED "Coordinadora Local para la Reducción de desastres". Guatemala. Obtenido de <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0143/doc0143.htm>

Peña Llopis, J. (2006). Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión de territorio. Murcia: Editorial Club Universitario.

PNUD. (2012). Conceptos Generales sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Contexto del País (Experiencias y Herramientas de aplicación a nivel regional y local). Santiago de Chile.

Ramírez Gómez, F. (2012). Contribución al análisis de riesgos en el sector rural: El caso de Colombia y la "Ola invernal". Santiago de Cali. Obtenido de <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2013/en/bgdocs/OSSO,%202012b.pdf>

Reglamento a la Ley de Seguridad Publica y del Estado. (27 de 09 de 2018). LEXISFINDER. Obtenido de LEXISFINDER: https://www.ces.gob.ec/lotaip/Anexos%20Generales/a2_Reformas/r.l.seguridad_publica.pdf

Reyes, A., Montilla, A., Castillo, P., y Zambrano, M. (Junio de 2017). Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante eventos naturales. Factores socialmente

construidos. Revista ciencia e investigacion, 22-28. Obtenido de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/download/146/pdf/>

Salgado Montoya, R. A. (2005). Análisis integral del riesgo a deslizamientos e inundaciones en la microcuenca del Río Gila, Copán, Honduras. Turrialba, Costa Rica. Obtenido de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5778/Analisis_integral_del_riesgo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salgado, R. A. (2005). Análisis integral del riesgo a deslizamientos e inundaciones en la microcuenca del Río Gila, Copán, Honduras. Turrialba, Costa Rica. Obtenido de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5778/Analisis_integral_del_riesgo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Secretaria de Gestion de Riesgos. (01 de 10 de 2010). Taller II: Unificación de Metodologías para la Valoración de la Amenaza. Obtenido de Taller II: Unificación de Metodologías para la Valoración de la Amenaza: [file:///C:/Users/Leo/Downloads/Metodolog%C3%ADa%20INUNDACIONES-modelo-valido%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Leo/Downloads/Metodolog%C3%ADa%20INUNDACIONES-modelo-valido%20(2).pdf)

Secretaría de Gestión de Riesgos. (2018). Glosario de términos de gestión de riesgos de desastres. Guía de consulta. Samborondón, Ecuador. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%C3%89RMINOS-DE-GESTI%C3%93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf#:~:text=Amenaza%3A%20Es%20un%20proceso%2C%20fen%C3%B3meno,%2C%20Asamblea%20General%2C%20Nacione>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017- 2021. Quito.

SENAMHI. (2011). Ciclo Hidrológico . Lima, Perú.

Sepúlveda S., S. (2008). Gestión del desarrollo sostenible en territorios rurales: métodos para la planificación. San José, Costa Rica: IICA. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=2SFHA1HGYekC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Soldano, Á. (2009). Conceptos sobre Riesgo. Obtenido de <http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a2bfbe57f2.37678682.pdf>

Spiegel, M., y Stephens, L. (2011). Schaum's outline of theory and problems of statistics. New York: McGraw Hill Professional.

Tancara , C. (1993). La Investigacion Documental. Scielo, 91.

Torres Sam , L. O. (2015). SIG aplicado a la zonificación por amenaza de inundación en la cuenca del río Polochic, Alta Verapaz, Guatemala (Tesis de Pregrado). Quito. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5671>

Torres, T. (2020). En defensa del método histórico-lógico desde la Lógica como ciencia. Revista Cubana de Educación Superior. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v39n2/0257-4314-rces-39-02-e16.pdf>

UNISDR. (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra. Obtenido de https://issuu.com/comunicacionsnna/docs/2009_unisdr_terminolog_a_sobre_reduccion_del_riesgo

- Vahrson, W., y Mora, S. (1993). Determinación "a priori" de la amenaza de deslizamientos utilizando indicadores morfodinámicos. Tecnología ICE N° 1, Vol. 3, 32.
- Vargas Sabadías, A. (1995). Estadística descriptiva e inferencial. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha: Ciudad Real. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=RbaC-wPWqjsC&pg=PA33&dq=graficos+estadisticos+definicion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi3uNz9-rDtAhUmQzABHZ7TBdAQ6AEwA3oECAIQAg#v=onepage&q=graficos%20estadisticos%20definicion&f=false>
- Vergara Tenorio, M., Ellis, E., Cruz Aguilar, J., Alarcón Sánchez, L., y Galván del Moral, U. (2011). La conceptualización de las inundaciones y la percepción del riesgo ambiental. Política y Cultura (36), 45-69. Recuperado el 06 de 10 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/267/26721226003.pdf>
- Villón Béjar, M. (2020). Hidrología. Cartago, Costa Rica: MaxSoft.

9. Anexos

9.1 Anexo 1. Figuras



Figura 30. Mapa de ubicación del proyecto "Parroquia Catarama"
Arteaga y Guamán, 2021

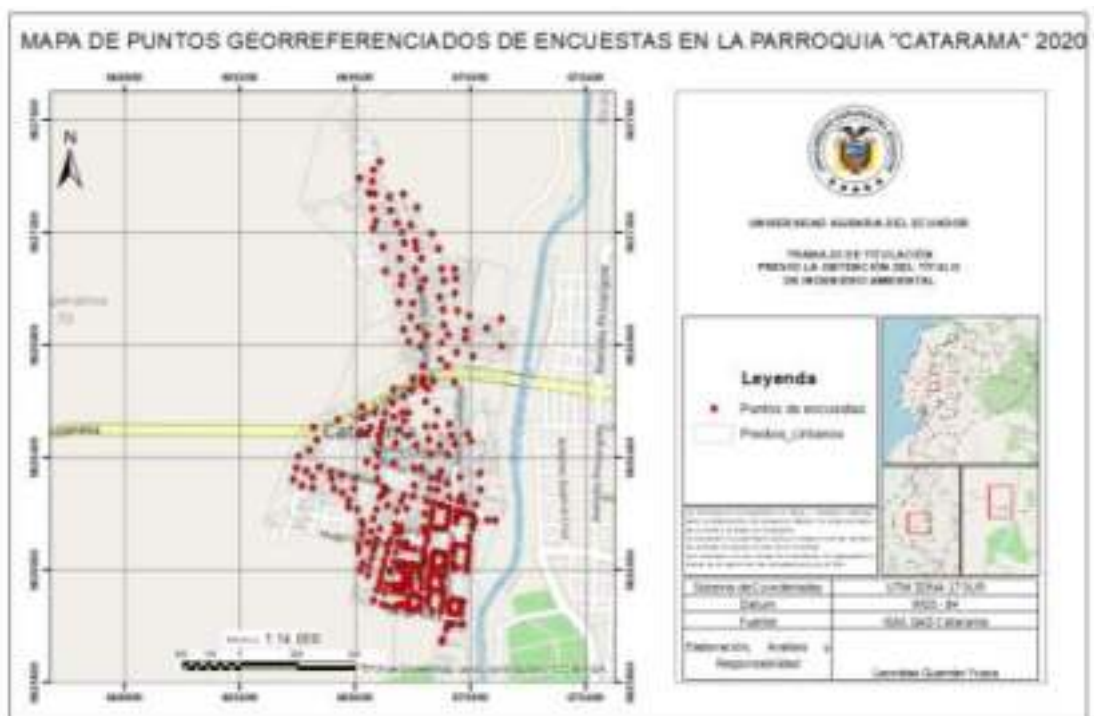


Figura 31. Encuestas georreferenciadas
Arteaga y Guamán, 2021



Figura 32. Estaciones meteorológicas georeferenciadas
Arteaga y Guamán, 2021


ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA Y CONOCIMIENTO SOBRE RIESGOS EN CATARAMA		
		
¿Está de acuerdo con que la información proporcionada sea utilizada para un proyecto?		
	a) Sí	b) NO
Nº	Número de miembros en su hogar:	
1	Disposición final de los residuos	a) Se la lleva el recolector b) Quema la basura
2	Cuando llueve su casa o sector se inunda	a) Sí b) NO
3	Tipo de contaminación aledaña a su vivienda	a) Industrial b) Urbana c) Ninguna
4	Ingresos en el hogar	a) \$0 - \$200 b) \$201 - \$400 c) \$401 - \$600
5	Dispositivos de comunicación en el hogar	a) TV:____ b) Celular:____ c) Radio:____
6	¿Con qué servicios básicos cuenta en su hogar?	a) Posee todos los servicios b) Luz y/o agua c) No posee servicios básicos
7	¿De qué tipo de material está construida su vivienda?	a) Cemento/hormigón b) Madera c) Mixta
8	Nivel educativo	a) Primaria b) Secundaria c) Universitario/profesional d) Ninguno
9	¿Ha recibido capacitación sobre riesgos de inundación?	a) Sí b) NO
10	¿Conoce las zonas seguras de su comunidad en caso de inundación?	a) Sí b) NO
11	Personas vulnerables en su hogar	a) Niños b) ancianos, c) discapacitados d) No

Figura 33. Encuesta para la evaluación de vulnerabilidad socioeconómica y conocimiento sobre riesgos en la Parroquia Catarama Arteaga y Guamán, 2021

9.2 Anexo 2. Tablas complementarias

Tabla 24. Escala de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad (%)	Tipo de Vulnerabilidad
71 - 100	Alta
36 - 70	Media
1 - 35	Baja

Salgado Montoya, 2005

Tabla 25. Valoración de los indicadores de vulnerabilidad

Tipo de vulnerabilidad	Valoración
Alta	3
Media	2
Baja	1

Salgado Montoya, 2005

Tabla 26. Pregunta 1: Disposición final de los residuos

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Valoración
Alta	70% al 100% quema o entierra sus residuos	3
Media	39% al 69% quema o entierra sus residuos	2
Baja	38% o menos quema o entierra sus residuos	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 27. Pregunta 2: ¿Su casa o sector se inunda?

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Valoración
Alta	70% al 100% se inunda	3
Media	39% al 69% se inunda	2
Baja	38% o menos se inunda	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 28. Pregunta 3: Tipo de contaminación aledaña a su vivienda

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Valoración
Alta	Industrial	3
Media	Urbana	2
Baja	Ninguna	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 29. Pregunta 4: Ingresos mensuales en el hogar

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Valoración
Alta	\$0 - \$200	3
Media	\$201 - \$400	2
Baja	\$401 - \$600	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 30. Pregunta 5: Acceso a servicios básicos

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	Solo luz y/o agua	3
Media	Luz, agua e internet sin alcantarillado	2
Baja	Posee todos los servicios básicos incluido internet	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 31. Pregunta 6: Acceso a la comunicación (Dispositivos)

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	0 - 1 dispositivos (Tv, celular, radio)	3
Media	2 - 3 dispositivos (Tv, celular, radio)	2
Baja	4 o más dispositivos (Tv, celular, radio)	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 32. Pregunta 7: Tipo de material de la vivienda

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	Cemento	3
Media	Mixta	2
Baja	Madera	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 33. Pregunta 8: Nivel educativo

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	Primaria	3
Media	Secundario	2
Baja	Universitario/profesional	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 34. Analfabetismo

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	20% - o más	3
Media	10% - 19,99%	2
Baja	Menos del 9,99%	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 35. Pregunta 9: Nivel de conocimiento sobre riesgos

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	38% o menos a recibido capacitación	3
Media	69% al 39% ha recibido capacitación	2
Baja	70% al 100% ha recibido capacitación	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 36. Pregunta 10: Conoce las zonas seguras de su comunidad

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	38% o menos conoce las zonas seguras	3
Media	69% al 39% conoce las zonas seguras	2
Baja	70% al 100% conoce las zonas seguras	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 37. Pregunta 11: Personas vulnerables por edad y/o discapacidad

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	5 – 6 (Niños, ancianos o discapacitados)	3
Media	3 – 4 (Niños, ancianos o discapacitados)	2
Baja	1 – 2 (Niños, ancianos o discapacitados)	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 38. Accesibilidad a la zona de estudio

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	Difícil durante todo el año	3
Media	Difícil acceso durante la época húmeda	2
Baja	Fácil acceso durante todo el año	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 39. Red de alcantarillado

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	38% o menos	3
Media	69% al 39%	2
Baja	70% al 100%	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 40. Personal capacitado en Riesgos dentro del GAD

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	0 – 1 personas	3
Media	2 – 3 personas	2
Baja	4 – 5 personas	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 41. Planes de prevención y mitigación elaborados por el GAD

Tipo de vulnerabilidad	Indicador	Clasificación
Alta	Ningún plan existe	3
Media	1 – 2 planes	2
Baja	3 – 4 planes	1

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 42. Clases de pendientes

Categoría	Clases (%)	Peso
Muy alta	0 a 15	5
Alta	15 a 30	4
Media	30 a 50	3
Baja	50 a 100	2
Muy baja	>100	1

Secretaria de Gestion de Riesgos, 2010

Tabla 43. Uso de suelo

Clase	Valor
Arbórea (bosque natural, plantación de pino, eucalipto)	1
Arbustiva (Matorral, chilca, chaparro, etc.)	2
Herbácea (pastizales, páramo, etc.)	3
Cultivos (ciclo corto y permanente)	4
Área Urbana, espacios construidos y cuerpos de agua (edificaciones, excavaciones mineras, canteras, carreteras, oleoductos, etc., lagunas, reservorios, pantanos canales, etc.) y suelo desnudo	5

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 44. Geología (Hidrogeología)

Litologías	Calificativo	Valor de Parámetro
<p>Aluvión grueso, permeable, compacto, nivel freático bajo. Calizas duras, permeables. Rocas intrusivas poco fisuradas, nivel freático bajo. Basaltos, andesitas ignimbritas y otras rocas efusivas, sanas, permeables y poco fisuradas. Rocas metamórficas, sanas poco fisuradas, nivel freático bajo. Materiales sanos con poca o ninguna meteorización, resistencia al corte elevada, fisuras sanas, sin relleno.</p>	Baja	1
<p>Rocas sedimentarias no o muy poco alteradas, estratificación maciza (decimétrica o métrica), poco fisuradas, nivel freático bajo. Rocas intrusivas, calizas duras, lavas, ignimbritas, rocas metamórficas poco o medianamente alteradas y fisuradas. Aluviones levemente compactos, con proporciones considerables de finos, drenaje moderado, nivel freático a profundidades intermedias. Resistencia al corte medio a elevada, fracturas cizallables.</p>	Moderada	2
<p>Rocas sedimentarias, intrusivas, lavas, ignimbritas, tobas poco soldadas, rocas metamórficas, mediana a fuertemente alteradas, coluviales, lahares, arenas, suelos regolíticos levemente compactos, drenaje poco desarrollado, niveles freáticos relativamente altos. Resistencia al corte moderado a media, fracturación importante.</p>	Media	3
<p>Depósitos fluvio-lacustres, suelos piroclásticos poco compactos, sectores de alteración hidrotermal, rocas fuertemente alteradas y fracturadas con estratificaciones y foliación a favor de la pendiente y rellenos arcillosos, niveles freáticos someros. Resistencia al corte de moderada a baja.</p>	Alta	4
<p>Materiales aluviales, coluviales y regolíticos de muy baja calidad mecánica, rocas con estado de alteración avanzado, drenaje pobre. Se incluyen los casos 3 y 4 con niveles freáticos muy someros, sometidos a gradientes hidrodinámicos elevados. Resistencia al corte baja a muy baja.</p>	Muy alta	5

Mora y Vahrson, 1993

Tabla 45. Clasificación de los valores de precipitación

Precipitaciones	Ponderación
958.8	1
960	2
961.2	3
962.4	4
963.6	5
964.8	6

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 46. Índice de saturación

Clase	Valor
Muy baja	1
Baja	2
Media	3
Alta	4
Muy alta	5

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 47. Recursos humanos

Personal	Descripción	Valor horas (hrs)
Estudiantes	Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Ambiental, Selena Estefanía Arteaga López y Marco Leonidas Guamán Ycaza	3 hrs diarias
Tutor de la investigación	Oce. Leila Zambrano, tutora encargado	1 hr diaria
Asesoramiento técnico y estadístico	Docentes con conocimientos de estadística e informática	2-3 semanales

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 48. Recursos software

Software	Descripción	Valor económico
ArcMap	Software para análisis estadístico de aplicación general	0,00
Excel	Software para tabulación de datos y generación de gráficos estadísticos	0,00
Google Encuestas	Software para realización de encuestas en línea	0,00

Arteaga y Guamán, 2021

Tabla 49. Estructuración del plan de riesgo ante inundaciones en la Parroquia de Catarama

Fases	Acciones
Identificación de los riesgos	Mediante encuestas y elaboración de mapas
Diagnóstico	Caracterización de los riesgos de la comunidad: Amenazas y vulnerabilidad
Estimación del riesgo y escenarios	Se describen los escenarios "más probables/recurrentes" y "más severos"
Formación del comité de emergencias	Conformación del equipo de trabajo municipal y barrial, Identificar y/o seleccionar a los líderes barriales, formación de las brigadas
Elaboración de un plan de acción	Acciones a realizar antes, durante y después de un evento de inundación
Socialización de los mapas	Mostrar a la comunidad el modelo de inundación y así mismo el mapa de riesgos
Implementación y monitoreo	Establecer acuerdos para la aplicación del plan y seguimiento.

Arteaga y Guamán, 2021