



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES
Y GESTIÓN DEL RIESGO**

TEMA:

ZONIFICACIÓN ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN EN ÉPOCA INVERNAL DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO BABAHOYO SECTOR X: 642450; Y: 9782354 HASTA LA CABECERA CANTONAL, COMO HERRAMIENTA PARA EL PDOT EN GAD SAMBORONDÓN

AUTOR:

ERIK LEONEL VALENCIA APUNTES

TUTOR:

ING. ABELARDO PAUCAR CAMACHO PhD.

GUARANDA-ECUADOR

2021-2022

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR

Guaranda 18 de noviembre de 2022

El suscrito Ingeniero Abelardo Paucar Camacho PhD., Director de Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente-tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: "ZONIFICACIÓN ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN EN ÉPOCA INVERNAL DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO BABAHOYO SECTOR X: 642450; Y: 9782354 HASTA LA CABECERA CANTONAL, COMO HERRAMIENTA PARA EL PDOT EN GAD SAMBORONDÓN."; realizado por: Valencia Apuntes Erik Leonel ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estime conveniente.



ING. ABELARDO PAUCAR CAMACHO PhD.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE PRE GRADO

DECLARACIÓN JURAMENTADA DE AUTENTICIDAD DE AUTORÍA

DECLARACIÓN JURAMENTADA DE AUTENTICIDAD DE AUTORÍA



Yo: Valencia Apuntes Erik Leonel; egresado de la Carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, bajo juramento declaró en forma libre y voluntaria que el presente Estudio de Caso titulado **“ZONIFICACIÓN ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN EN ÉPOCA INVERNAL DE LA CUENCA BAJA DEL RIO BABAHOYO SECTOR X:642450; Y:9782354 HASTA LA CABECERA CANTONAL, COMO HERRAMIENTA PARA EL PDOT EN GAD SAMBORONDON”**, ha sido realizada por mi persona con la dirección de mi Tutor el Ing. Abelardo Paucar Ph.D, Docente de la Carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, debo dejar constancia que las expresiones vertidas en el desarrollo de este análisis las he realizado apoyándome en bibliografía actualizada y que sirvió para exponer posteriormente mis criterios en este análisis o estudio de caso.

Guaranda, 30 de Enero del 2023.

Atentamente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Valencia Apuntes Erik Leonel".

Valencia Apuntes Erik Leonel
C.I. 0202188819

AUTOR



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



rio...

N° ESCRITURA 20230201003P00249

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: VALENCIA APUNTES ERIK LEONEL

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R. Factura: 001-006-000003006

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día treinta de Enero del dos mil veintitrés, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece el señor VALENCIA APUNTES ERIK LEONEL, soltero de ocupación estudiante, domiciliado en la Parroquia la Asunción del cantón San Jose de Chimbo Provincia Bolívar y de paso por este lugar, con celular (0980546142), correo electrónico es erikvalencia1@hotmail.com, por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocerle doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruido por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declara lo siguiente manifiesto que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "ZONIFICACIÓN ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN EN ÉPOCA INVERNAL DE LA CUENCA BAJA DEL RIO BABAHYOY SECTOR X:642450; Y:9782354 HASTA LA CABECERA CANTONAL, COMO HERRAMIENTA PARA EL PDOT EN GAD SAMBORONDON", es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autor, previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que le hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue al compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquel se ratifica y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

VALENCIA APUNTES ERIK LEONEL

C.C. 020188879

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

EL NOTA....



DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios por haberme guiado, y haber puesto en mi vida a las mejores personas, mis padres quienes han sido los pilares fundamentales, han sabido forjar mi camino hasta formarme como una persona de bien, mis hermanos menores son mi inspiración para seguir adelante, en mis días buenos y malos, alentándome para seguir adelante.

Erik Valencia

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud, vida, amor y sabiduría.

A la Universidad Estatal de Bolívar por abrirme las puertas de la facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano, en especial a la Carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo en donde fue mi centro de formación académica,

A mis estimados docentes quienes me impartieron sus conocimientos,

A mi tutor el Ing. Abelardo Paucar quien me brindó su apoyo y supo guiarme, al Ing. Luis Villacis que estuvo pendiente en todo momento del desarrollo de la investigación.

A mi novia Adriana Vega que ha estado escuchándome y apoyándome pacientemente, para conseguir tan anhelado logro.

A mis padres quienes me brindaron su apoyo para luchar, superar las adversidades y alcanzar mi meta.

Erik Valencia

TÍTULO

ZONIFICACIÓN ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN EN ÉPOCA INVERNAL DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO BABAHOYO SECTOR X: 642450; Y: 9782354 HASTA LA CABECERA CANTONAL, COMO HERRAMIENTA PARA EL PDOT EN GAD SAMBORONDÓN

RESUMEN EJECUTIVO

Esta disertación tiene como fin la elaboración de la zona propensa a ser inundadas por amenaza de la misma, de esta manera la población del cantón Samborondón puede realizar actividades de prevención que permitan disminuir los efectos adversos que se presentan durante la presencia del invierno. Para lograr este objetivo el presente documento ejecuta 3 acciones que son: realizar un diagnóstico del sector para identificar riesgos asociados al fenómeno de inundación, datos y pronósticos para generar un seguimiento técnico a las inundaciones, finalmente zonificar los tramos que tienen incidencia ante una inundación en el cantón.

El punto de partida en donde se emplea la perspectiva geografía se basa principalmente en el uso de sistemas de Información Geográfica, con el fin de lograr crear en las diferentes variables que producen la existencia de inundaciones en el cantón Samborondón. Además, gracias al uso de diferentes herramientas y técnicas geográficas se logra tener una idea clara de la realidad que está viviendo el cantón frente a inundaciones.

Usando el software, de manejo de información geográfica, ArcGIS se generaron modelos digitales del terreno; en los cuales se ha podido observar dos puntos críticos; el primero es un banco de arena en el río Daule entre el Islote El Palmar y La Puntilla, que está en movimiento y que va aumentando de tamaño, el cual tiende a unirse al islote El Palmar y el segundo punto crítico, que se analizó, es un banco de arena nuevo que está formando en la desembocadura del río Babahoyo.

Finalmente, se espera que la zonificación identifique las fortalezas y debilidades del cantón Samborondón en términos de resiliencia ante inundaciones para mejorar el proceso existente.

Palabras clave: Datos batimétricos, Geomorfología, Inundación, Modelo digital del paisaje, Sedimentación.

SUMMARY

The purpose of this dissertation is the elaboration of the area prone to being flooded due to its threat, in this way the population of the Samborondón canton can carry out prevention activities that allow reducing the adverse effects that occur during the presence of winter. To achieve this objective, this document carries out 3 actions, which are: carry out a diagnosis of the sector to identify risks associated with the flood phenomenon, data and forecasts to generate technical monitoring of floods, and finally zone the sections that have an incidence in the event of a flood in the canton.

The starting point where the geographical perspective is used is mainly based on the use of Geographic Information systems, in order to create in the different variables that produce the existence of floods in the Samborondón cantón. In addition, thanks to the use of different geographical tools and techniques, it is possible to have a clear idea of the reality that the canton is experiencing in the face of floods.

Using the geographic information management software ArcGIS, digital terrain models were generated; in which it has been possible to observe two critical points; The first is a sandbar in the Daule River between El Palmar Islet and La Puntilla, which is moving and increasing in size, which tends to join the El Palmar Islet and the second critical point, which was analyzed, it is a new sandbank that is forming at the mouth of the Babahoyo River.

Finally, the zoning is expected to identify the strengths and weaknesses of the Samborondón canton in terms of resilience to floods to improve the existing process.

Keywords: Bathymetric data, Geomorphology, Digital landscape model, Sedimentation.

INTRODUCCIÓN

En los estudios previos se observa que en el río Babahoyo, así como en sus afluentes, son el transporte de sedimento predominante es por suspensión, sin embargo, la mecánica del transporte de sedimentos frente a la ciudad de Samborondón es muy compleja debido a cuatro razones:

1. La morfología del fondo es muy irregular y cambiante. Debido a la morfología dinámica del río, el orden de excavación-relleno depende localmente de la forma de las secciones transversales del cauce. (Andrews, 1982).

2. Características del estuario. - Existe predominancia de los efectos de las mareas, inclusive sobre las descargas fluviales del río; siendo que la dirección principal del transporte de sedimentos del río Babahoyo Dirección aguas abajo del cauce, la dirección del flujo es variable en períodos de aproximadamente medio día a los efectos de marea. En la clasificación de deltas (Galloway, 1975), los estuarios representan un caso especial de estuarios dominados por mareas.

3. Según Best (1988), las aguas que proceden del río menor o del río con ángulo fuerte dan vueltas en la zona de confluencia en lugar de correr de manera persistente causando que el banco de arena se asiente.

4. La descarga del río es variable. - Cuya intensidad depende de la época del año, siendo que en la estación lluviosa puede tener una incidencia importante en el transporte de sedimentos en comparación con la estación seca, cuando la intensidad del río es menor y el efecto de las mareas sobre el transporte de sedimentos es dominante.

De acuerdo a la Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del río Guayas, CEDEGE, en la Cuenca del río Babahoyo se registra una tasa promedio anual de erosión laminar de 0,25 mm, equivalente aproximadamente a 7.5 millones de metros cúbicos de sedimentos. En el período 1997-1998 esta tasa de erosión se incrementó a 0,75 mm,

equivalente aproximadamente a 25 millones de metros cúbicos de sedimentos. El proceso de erosión es causado principalmente por la deforestación, cambios de uso de suelo, deslizamientos y otras actividades en el área de la cuenca. (CAMA, s.f.).

Los ajustes a medio plazo son a menudo provocados por actividades humanas que crean un desequilibrio temporal en el cauce, obligándole a atravesar por toda una serie de «estados transitorios» en busca de un nuevo equilibrio. Tales cambios antropogénicos incluyen efectos directos resultantes del diseño deliberado de un río para regular el flujo, controlar el suministro de agua o mejorar la navegación, y cambios indirectos resultantes de la alteración del uso de la tierra que afecta la superficie de la cuenca y la producción de sedimentos (Park, 2022).

El ajuste de la morfología del cauce a un nuevo equilibrio estable no se realiza normalmente mediante un cambio unidireccional, sino a través de una compleja secuencia de cambios que incluyen períodos alternativos de erosión y deposición. (Wolman & Howard Dolan, 2021).

Esta metodología puede ser empleada para la generación de mapas de riesgos y vulnerabilidad. Con los resultados obtenidos en los modelos de saturación, flujos de acumulación y de estabilidad se pueden identificar puntos críticos o zonas críticas, que servirán para la ubicación de infraestructura tales como puentes, o escuelas. Estos podrán servir como albergues y proyectos para el desarrollo del sector y a su vez evitar el conflicto de uso de tierras y agua, y así poder brindarles a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADS) herramientas para su planificación territorial.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	I
DECLARACIÓN JURAMENTADA DE AUTENTICIDAD DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
TÍTULO	V
RESUMEN EJECUTIVO	VI
SUMMARY	VII
INTRODUCCIÓN	VIII
ÍNDICE	X
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE MAPAS	XV
CAPÍTULO 1	1
1. EL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del Problema	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.4. Justificación.....	3
1.5. Limitaciones.....	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES.....	5
2.2. BASES TEÓRICAS.....	8
2.2.1 Inundaciones.	8
2.2.2 Causas de las Inundaciones	8
2.2.3 Características de desbordamientos según su persistencia.....	9
2.2.3.1 Inundaciones Dinámicas o Repentinas.....	9
2.2.3.2 Inundaciones Estáticas o Lentas.....	9

2.2.4 Tipos de Inundación según su origen.....	10
2.2.4.1 Inundaciones Pluviales.....	10
2.2.4.2 Inundaciones en áreas Urbanas	10
2.2.4.3 Inundaciones Costeras.....	10
2.2.5 Sistemas de Alerta Temprana.....	11
2.2.6 Plan de Emergencia Comunitaria.....	11
2.2.6.1 Rutas de evacuación.....	12
2.2.6.2 Zonas Seguras	12
2.2.6.3 Simulacros.....	12
2.3 Definición de Términos.....	13
2.4. MARCO LEGAL.....	24
2.5. Sistema de Hipótesis	28
2.5.1. Variables	28
2.5.2. Operacionalización de variables	29
CAPITULO III.....	32
3.MARCO METODOLÓGICO.....	32
3.1. Nivel de Investigación.....	32
3.2 Diseño	32
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.4. Técnicas de tratamiento empleadas, análisis de datos y estadísticas	33
3.4.1. Objetivo 1: Caracterizar los físicos y morfológicos de la cuenca hidrográfica del río Babahoyo utilizando cartografía temática para el área en estudio.	33
CAPITULO IV.....	51
4. RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	51
4.1. Resultado.....	51
• Objetivo 1.....	51
4.2. Resultado.....	55
• Objetivo 2.....	55
4.3. Resultado.....	58
• Objetivo 3.....	58
CAPITULO V	68
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68

5.1. Conclusiones	68
5.2. Recomendaciones.....	69
Bibliografía	70
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. Clasificación de áreas de una cuenca.....	17
Tabla 4. Acuíferos	19
Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente.....	29
Tabla 2. Operacionalización de la Variable Dependiente	31
Tabla 5. Índice de Gravelius para la formación de formas.	34
Tabla 6. Valores estimados de K para la fórmula del INERHI.....	46
Tabla 7. Información de uso (tipo) suelo (2017): “n” de Manning.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. División de una Cuenca Hidrográfica	17
Figura 2. Comportamiento habitual de un río	20
Figura 3. Tipos de acuíferos según su textura.....	21
Figura 4. Esquemas de acuífero libre y confinado.....	22
Figura 5. Esquema de acuífero semiconfinado	23
Figura 6. Metodología para obtención de Mapas de amenazas por inundación ..	39
Figura 7. Herramienta de ArcToolbox que contiene a Hydrology.	41
Figura 8. Método de derivación de dirección de flujo a partir de un DEM	42
Figura 9. Método de derivación de acumulación de flujo a partir de un DEM ...	42

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Hidrología del cantón Samborondón	48
Mapa 2. Zona de Estudio Samborondón	55
Mapa 3. Ubicación de las Zonas de Estudio.	56
Mapa 4. Pendientes - Cabecera Cantonal.....	59
Mapa 5. Zona de Acumulación- Cabecera Cantonal.....	60
Mapa 6. Modelo Digital de Elevación – Cabecera Cantonal – Samborondón.....	61
Mapa 7. Isoyetas canton Samborondón.....	62
Mapa 8. Precipitación – Cabecera Cantonal- Samborondón.....	63
Mapa 9. Saturación – Cabecera Cantonal- Samborondón.....	64
Mapa 10. Isoyetas – Cabecera Cantonal- Samborondón.....	65
Mapa 11. Flow Direction– Cabecera Cantonal- Samborondón	66
Mapa 12. Zonificación de las Zonas de Estudio- Cabecera Cantonal.....	67

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente, el crecimiento desproporcionado de la población del país está obligando a las personas a asentarse en zonas vulnerables, exponiéndolas a riesgos potenciales.

La localidad de Samborondón en la provincia de Guayas, tiene una larga historia de daños por inundaciones, principalmente causadas por las crecidas del río Babahoyo durante la temporada de lluvias, que causaron daños a los residentes, cultivos e infraestructura de la zona.

Es evidente del “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial” presentado por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Samborondón, que la amenaza natural recurrente número uno en la región son las inundaciones, particularmente en y alrededor de las áreas bajas del río Babahoyo.

Los cambios del caudal del río Babahoyo producto por el exceso de precipitación, acumulación de sedimentos entre otros, lo cual ha provocado diversos daños en zonas periféricas del río.

No es posible tomar medidas técnicas y finales sin tener instrumentos, herramientas que permitan llevar una lectura eficaz y eficiente ante la inminencia de una inundación.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son las zonas de inundación en época invernal de la subcuenca del río Babahoyo sector x: 642450; y: 9782354 hasta la cabecera cantonal, como herramienta para el PDOT en GAD Samborondón?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Zonificar la amenaza de inundación en la subcuenca del río Babahoyo sector x: 642450; y: 9782354 hasta la cabecera cantonal, como herramienta para el PDOT en GAD Samborondón.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los componentes físicos y morfológicos de la subcuenca hidrográfica del río Babahoyo utilizando cartografía temática para el área en estudio.
- Describir los factores de susceptibilidad a inundaciones en la subcuenca del río Babahoyo en la cabecera cantonal de Samborondón.
- Elaborar un mapa de las áreas de amenaza de inundación en la zona urbana de cabecera cantonal de Samborondón en la subcuenca del río Babahoyo sector x: 642450; y: 9782354.

1.4. Justificación

Las inundaciones en el Ecuador son un factor que se presenta periódicamente a lo largo de la costa del país, provocando situaciones que afectan a la población, tales como: pérdidas económicas, aislamiento de las zonas urbanas y rurales, pérdida de cultivos, problemas de salud (epidemias), destrucción de tierras y en general pérdida. Infraestructuras, personas Víctimas, etc., estos problemas se producen durante el período del año en el que las precipitaciones son especialmente elevadas.

En los últimos años se ha incrementado la intensidad y frecuencia de los desastres causados por eventos naturales, los cuales tienen graves consecuencias (Zurita, s.f.).

En las últimas décadas, la acción del gobierno se ha limitado a la coherencia; para operaciones de rescate después de una lesión (Zurita, s.f.) Por esta razón, queríamos introducir un nuevo enfoque que nos permita enfocarnos más en acciones que ayuden a reducir o evitar desastres antes de que sucedan; y en este enfoque la gestión de riesgos juega un papel muy importante.

La gestión de riesgos debe comenzar con un análisis de riesgos efectivo, que incluye la identificación de amenazas y vulnerabilidades en un área determinada para distinguir las áreas afectadas por eventos adversos y recomendar medidas preventivas y de mitigación apropiadas. Cabe señalar que para que la gestión del riesgo logre su propósito, es necesario implementar dos elementos básicos: la ciudadanía como actor principal de este proceso y las políticas encaminadas a garantizar el bienestar de la ciudadanía.

La importancia de crear esta herramienta metodológica es evaluar la gestión territorial que se ha desarrollado en el estado para sugerir alternativas para mejorar esta gestión y responder de manera más efectiva a los desastres naturales.

Como herramienta creada antes del ciclo de desastres, sus resultados son de gran utilidad: por un lado, asegura el bienestar de los habitantes de Samborondón,

al mismo tiempo que ayuda al gobierno mejorando el proceso de toma de decisiones.

1.5. Limitaciones

Las condiciones meteorológicas no son suficientes para llevar a cabo el plan de vuelo

Las malas condiciones de las carreteras y los desvíos secundarios obstruyen el tráfico en el área de estudio

No hay suficiente información sobre datos hidrometeorológicos en Samborondón

Debido a la falta de seguridad relacionada con la crisis que atraviesa Ecuador, la gente se muestra escéptica sobre la realización de reuniones para anunciar el proyecto en curso.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

“Según el acta de fundación que dio a Samborondón el rango de pueblo fue dictado por el cabildo de Guayaquil el 24 de mayo de 1776 y al año siguiente fue construido como iglesia parroquial” (Plan cantonal de Ordenamiento Regional de Samborondón, s.f.)

Samborondón es un cantón de la provincia del Guayas, en la república del Ecuador, ubicado al frente de Guayaquil, separado por el río Daule y frente al cantón Durán, separado a lo largo del río Babahoyo; el Puente de la Unidad Nacional y el Puente Alternativo Norte son accesibles desde ambos cantones.

En la región costera de Ecuador, la lluvia y la escorrentía se distribuyen de manera muy desigual. El 85% de la precipitación anual cae en los primeros 4 meses del año, el 15% restante se distribuye en los 8 meses restantes. También puede dar lugar a que los ríos, especialmente los grandes, tengan una relación de flujo creciente a seco superior a 100 (Rossel C. y., 2022).

El río Guayas nace en el extremo sur de Samborondón, en la parroquia de La Puntilla, en la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo.

El cantón Samborondón está ubicado en las coordenadas E 642.186,14 y N9.783,47 según cartografía oficial de IGM.

Tiene una superficie de 389,05 kilómetros cuadrados y con una población de 6759 habitantes, el cantón Samborondón tiene alturas promedio que van desde los 3 a 6 m.s.n.m. y en sus zonas altas como el cerro Santa Ana la cota puede llegar hasta los 216 m.s.n.m, la temperatura anual es de 25 grados centígrados, con precipitaciones anuales de 1000mm. (según el sistema de clasificación canadiense basado sobre el sistema bioclimático Holdridge).

El cantón Samborondón, por su ubicación está influenciado por las condiciones oceanográficas costeras denominadas por la corriente de El Niño, que con aguas cálidas aparece entre los meses de diciembre y abril, elevando la temperatura superficial del mar e influyendo en el clima durante la llamada época de lluvias, y la corriente de Humboldt, caracterizada por aguas frías de alta productividad, con influencia entre los meses de mayo y noviembre el territorio de Samborondón tiene como principal actividad comercial-económica la agricultura (arrocera), se debe a sus características de los suelos aluviales que posee.

El sistema de centros poblados se define por su cabecera cantonal (Samborondón), una parroquia urbana (La Puntilla, caracterizada por ser un área residencial de estratos poblacionales medio altos, construcciones vanguardistas y de crecimiento económico muy dinámico con grandes centros y complejos comerciales), una parroquia rural y aproximadamente 108 recintos (dedicados mayormente a la agricultura, ganadería y pesca)

Para caracterizar el territorio, se han identificado ciertas unidades ambientales, las cuales son zonas estudiadas a través del análisis geomorfológico del sector, así como el uso de suelos existentes; embalses y cursos de agua (Humedales), bosque seco, matorral seco, bosque seco intervenido, vegetación herbácea seca, zona agrícola, manglar, área colinada, ríos y esteros. Centros poblados, recintos, islas.

Según la clasificación de Koppen (2005), puede ubicar al Cantón Samborondón en la zona esteparia más cálida de la sabana tropical. Según la clasificación de Porrou (1995) basada en los valores de precipitación, se encuentra en un clima tropical mega- térmico seco semihúmedo”.

Al iniciarse las temporadas de lluvias en el Ecuador, el cantón de Samborndón ha sufrido reiteradas inundaciones, con graves consecuencias para la población del cantón. De acuerdo con la idea, las temporadas de invierno de 2008 y 2012 tuvieron un mayor impacto en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos, y se concluyó que estas provincias tienen más zonas propensas a inundaciones y

causan más pérdidas económicas en caso de inundaciones. (Secretaría de Estado de Planificación y Desarrollo, 2012).

Una de las conclusiones de un boletín elaborado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo de Ecuador es que el costo global de los daños causados por las inundaciones de 2012 es de 237,9 millones de dólares, uno de los cuales es el sector agropecuario. reportó la mayor pérdida total de US\$93.5 millones; Le sigue el sector vivienda con 3 millones de dólares y el sector agua en tercer lugar con 30,9 millones de dólares y finalmente otros sectores como infraestructura (camino, salud, educación, proyectos multipropósito), ayuda humanitaria y equipamiento social. pérdida total \$ 79,5 millones.

El cantón Samborondón, corresponde a una alta zona de riesgos por inundación, por detonantes como son las precipitaciones. El mismo afecta económicamente a los habitantes aumento el caudal de los principales ríos produciendo desbordamientos y anegamientos traducidos en severas inundaciones, como las ocurridas durante el desarrollo de “los Niños 82-83 y 97-98”.

Los llanos de inundación del río Babahoyo tienen una altura promedio de,5 metros sobre el nivel del mar, donde antiguamente se construían algunas viviendas. En la actualidad, el número de viviendas se ha incrementado como consecuencia del incipiente e irregular crecimiento urbano, pues al agotarse las tierras altas individuales aptas para vivienda, se agregaron otras tierras con fines agrícolas y los pantanos aledaños (Andina, 2009).

Estos territorios se ubican principalmente en la llanura de alto riesgo, debido a que las aguas alcanzan una altura de 5,5 metros durante inundaciones normales e incluso superan esta altura durante eventos hidrometeorológicos extremos o El Niño. A menos que la población fuera muy grande, las inundaciones no se consideraban una amenaza importante para el área. Y las tierras recién colonizadas en algunos casos carecen de servicios básicos e infraestructura de protección adecuada contra las frecuentes inundaciones de la sabana invasora (Andina, 2009).

2.2. BASES TEÓRICAS

En este estudio se utilizará conceptos teóricos para explicar qué es una zona inundable, así como el tipo o método de definición de una zona inundable para entender su naturaleza, además, según muchos autores, se harán referencias bibliográficas en cuanto a hidrometeorología y fenómenos hidráulicos como inundaciones) para comprender estos conceptos durante el desarrollo de la investigación.

2.2.1 Inundaciones.

La falta de uso del suelo, que lleva a la ocupación de los núcleos de población cercanos a los cursos de los ríos, es una amenaza constante para las personas que allí habitan. El crecimiento descontrolado de las ciudades crea un suelo intransitable cubierto de edificios y carreteras, lo que impide la absorción de agua de lluvia y hace que el agua suba los cauces de los ríos rápidamente. (Flores, 2012)

2.2.2 Causas de las Inundaciones

Una de las causas de las inundaciones es el exceso de precipitaciones, absorbiendo y almacenando toda el agua en el suelo, generando un cierto tiempo de escorrentía en la superficie, aguas abajo se encuentran zonas planas que son propensas a inundaciones, pero las características del evento. puede desarrollar.

En el Ecuador se distinguen dos estaciones desde el punto de vista meteorológico, la estación seca y la estación lluviosa.

Las inundaciones por lluvias están relacionadas con la intensidad, volumen, duración y distribución de las precipitaciones.

La deforestación y la quema constituyen prácticas antropogénicas negativas muy comunes en el sector, principalmente para la construcción de viviendas, infraestructuras, agricultura y ganadería. En el uso del suelo, la deforestación juega un papel muy importante. (Rossel F. C., 1996)

2.2.3 Características de desbordamientos según su persistencia

La inundación es una condición temporal de agua que cubre la tierra que normalmente no estaría cubierta, esta agua proviene de un océano, lago, río, canal o alcantarillado, la inundación se puede caracterizar por la velocidad, la geografía o la causa de la inundación.

2.2.3.1 Inundaciones Dinámicas o Repentinas

Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), a inundación repentina es una inundación a corto plazo con un caudal máximo relativamente alto. El Servicio Meteorológico Nacional de EE. UU., por otro lado, presenta criterios más específicos, incluidos marcos de tiempo y niveles de peligro.

Una inundación es potencialmente mortal ya que comienza dentro de las 6 horas, y a menudo dentro de las 3 horas, de un evento causante. Las inundaciones repentinas ocurren dentro de unos minutos u horas de lluvia excesiva, una presa o falla de un dique, o una liberación repentina de agua retenida por un atasco de hielo.

También en algunas áreas, la actividad volcánica u otro evento relacionado con la geotermia puede causar el deshielo repentino volviéndose un motivo de preocupación dependiendo la región geográfica. (Proaño, 2018)

2.2.3.2 Inundaciones Estáticas o Lentas

Ocurren en terrenos llanos que drenan muy lentamente, cerca de las riberas de los ríos o en lugares donde llueve con mucha frecuencia o intensidad. Muchas de ellas son consecuencia del comportamiento normal de los ríos, es decir, de su régimen hídrico, ya que las crecidas invernales suelen inundar terrenos cercanos como playas o llanuras. (Cárdenas De La Ossa, 2022)

2.2.4 Tipos de Inundación según su origen

2.2.4.1 Inundaciones Pluviales

Inundaciones por lluvia Son el resultado de las lluvias cuando el suelo se satura y el agua de lluvia en exceso comienza a acumularse y puede durar horas o días hasta que se evapora y el suelo recupera su capacidad de infiltración.

Debido a la naturaleza gradual, las personas tienen tiempo para entrar o salir del área. La capa de agua no tiene más de centímetros o decímetros de altura y no representa una amenaza directa para la vida humana. (Vázquez, 2016)

2.2.4.2 Inundaciones en áreas Urbanas

Desarrollo El desarrollo urbano se ha acelerado desde la segunda mitad del siglo el siglo XX, cuando la población se concentra en gran medida en la región, lo que afecta el ecosistema terrestre y acuático y la propia población a través de inundaciones, enfermedades y deterioro de la calidad de vida. Este proceso se origina por la insuficiente gestión del espacio urbano, lo que afecta directamente a la infraestructura hídrica: abastecimiento de agua, alcantarillado, drenaje urbano y desbordamiento de ríos, y residuos sólidos. (Olcina, 2020)

2.2.4.3 Inundaciones Costeras

Las inundaciones costeras ocurren cuando el agua del mar se eleva lo suficiente como para inundar la infraestructura y los edificios o amenazar la seguridad humana.

La infraestructura generalmente se construye en lugares que están fuera del alcance del agua del mar, por lo que se requiere un nivel del mar inusualmente alto antes de que pueda verse.

Los efectos típicos de las inundaciones costeras incluyen inundaciones de caminos y senderos, acceso limitado a playas e inundaciones de parques y reservas naturales. Incluso si ocurre un evento, puede representar un riesgo o inconveniente para las personas, pero a largo plazo puede hacer que la infraestructura se deteriore

más rápido que de otra manera, con posibles consecuencias financieras. (Medina, 2006)

2.2.5 Sistemas de Alerta Temprana

El Sistema de Alerta Temprana (SAT) tiene como objetivo informar a la población que habita en zonas que puedan ser afectadas por inundaciones y promover una respuesta oportuna para que los gobiernos y juntas locales puedan atender el problema y reducir la pérdida de vidas humanas, así como de daños materiales y medios de vida, el SAT que Soluciones Prácticas ha implementado participativamente en comunidades vulnerables, en coordinación con los gobiernos y juntas locales puedan atender el problema.

El comité organizador debe estar compuesto por líderes de la comunidad: personas que están dispuestas a responsabilizarse por el buen funcionamiento del sistema, monitoreado que todos los equipos de trabajo estén cumpliendo con sus funciones de acuerdo con los pasos que se explicaran en este manual. Debe ser un representante de uno de los grupos enumerados a continuación.

- Organizaciones no gubernamentales (ONG), organizaciones voluntarias, clubes o Asociaciones de la comunidad.
- El sector público: la municipalidad, oficinas locales del gobierno, empresas del Estado.
- El sector privado: industrias, empresas, agricultores negocios en general. (Dávila, 2016)

2.2.6 Plan de Emergencia Comunitaria

Para mejorar la capacidad de preparación y de respuesta ante situaciones de desastres en las comunidades afectadas por las inundaciones. Su novedad se basa en el método de integración de actores públicos y academia a diferentes niveles con comunidades locales, el diseño es un trabajo de campo donde la información se obtiene a través de entrevistas, encuestas y observación directa. La actividad de investigación se trata de orientar, promover estrategias y criterios educativos encaminados a la reducción del riesgo de inundación mediante la creación de

capacidades en la población para superar las amenazas y así promover la construcción de una comunidad sostenible. De estas experiencias se puede concluir que, para lograr la sostenibilidad del desarrollo social y económico de la población, es posible desarrollar proyectos que fortalezcan la alianza entre universidades y comunidades, lo que requiere una integración efectiva de la gestión del riesgo de desastres en sus procesos. políticas , planes, proyectos y actividades de desarrollo dirigidos al conocimiento y comportamiento de la sociedad ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos. (Farias, 2020)

2.2.6.1 Rutas de evacuación

Teniendo el escenario de riesgo y las necesidades críticas identificadas, la población y el equipo técnico diseñan proyectos específicos para atender las necesidades más urgentes. Estos diseños deben tomar en cuenta algunos criterios, como:

- Disminuir la vulnerabilidad de la población.
- Seguir funcionando en una situación de emergencia.
- Contar con el aporte de la población: en mano de obra u otros que permitan ampliar su alcance o dimensión.
- Ser sostenibles y replicables por otras comunidades, organizaciones o municipios en zonas con similares condiciones. (Cisneros & Villanueva, 2017)

2.2.6.2 Zonas Seguras

Estas son áreas seguras a las que debe tratar de llegar en una emergencia. Estos son parques, plazas, áreas verdes, estacionamientos, canchas deportivas u otros lugares. Estas áreas están marcadas para que no se lastime en caso de emergencia. (Arcón, 2017)

2.2.6.3 Simulacros

El simulacro

es una demostración de servicios de emergencia y operaciones de respuesta a emergencias diseñadas y configuradas para un escenario específico, con base en la identificación y análisis de riesgos y la vulnerabilidad de los sistemas afectados. (Stoichita, 2006)

2.3 Definición de Términos

Refugios: Son instalaciones que brindan albergue, alimentación, protección y seguridad a las víctimas de una emergencia o desastre. Los albergues deben ser temporales, es decir, la fase crítica de la crisis continúa por emergencia . (Vaca, 2017)

Amenaza: Es un proceso, fenómeno o actividad humana que puede provocar la muerte, lesiones u otros efectos sobre la salud, daños a la propiedad, trastornos económicos y sociales o destrucción del medio ambiente. (Pérez, 2015)

Amenaza hidrometeoro lógica: procesos o fenómenos de origen atmosférico, hidrológico o hidrográfico que pueden provocar la muerte, lesiones u otros efectos sobre la salud, así como daños a la propiedad, pérdida de medios de subsistencia y servicios, perturbación social y daños económicos o ambientales. (Sanchez, 2019)

Amenaza natural: un proceso o fenómeno natural que puede causar la muerte, lesiones u otros efectos en la salud, así como daños a la propiedad, pérdida de medios de subsistencia y servicios, perturbación social, económica o ambiental. (Font, 2018)

Amenaza natural - social: es la ocurrencia de eventos relacionados con la geofísica, la hidrometeorología y los recursos ambientales que se encuentran sobreexplotados o degradados. (Masa, 2019)

Amenaza por Inundación: Se entiende por riesgo de inundación la probabilidad de que el río se desborde debido a lluvias intensas o continuas que eleven el nivel del agua hasta el punto de que el hecho de que el río abandone su

cauce natural durante un determinado tiempo puede tener un impacto negativo en una población, más de áreas agrícolas e infraestructura. (Robayo, 2014)

Inundación fluvial: Se produce inundaciones en una cuenca fluvial cuando la cantidad de escorrentía (flujo superficial y flujo subterráneo) supera la capacidad del río para transportar esta agua, esto suele suceder durante periodos de alta precipitación cuando hay mucha agua que no puede infiltrarse en el suelo lo suficientemente rápido o a su vez el suelo ya está saturado, resultando dolores superficiales que se extienden a la red fluvial. El grado de inundación depende de la altura máxima de los niveles de agua, así como del volumen total de escorrentía (Rojas, 2014)

Inundación Pluvial: La inundación pluvial es producto de la precipitación, se da cuando el terreno se ha saturado por completo y el agua producto de la lluvia exuberante empieza a acumularse, permaneciendo horas o días, hasta que se pueda evaporar y el terreno logre recuperar la capacidad de infiltración que posee. (Sánchez & Martínez, 2012)

Un papel importante en la inundación es la cantidad de humedad del suelo al momento en que la precipitación empieza, el agua que es producto del suelo saturado es como una esponja mojada incapaz de absorber más humedad, si cae una precipitación desmedida en donde está saturada la cuenca de drenaje, se dará una inundación. Si en una cuenca seca cae la misma cantidad de precipitación, la humedad puede ser absorbida por el suelo en gran cantidad evitando una inundación. (Blodgett & Townsend, 2007)

Las inundaciones generalmente se desarrollan durante un periodo de días, cuando hay demasiada agua a causa de las precipitaciones, en los ríos y el agua se extiende sobre la tierra ocasionando una inundación, sin embargo, pueden suceder muy rápidamente cuando hay precipitaciones fuertes, cae en un corto periodo de tiempo, ocurriendo inundaciones repentinas con poca o ninguna advertencia. (Smeets & Medema, 2010)

Caudal: La cantidad de agua (aproximadamente en litros) que fluye a través de un punto particular de un arroyo, río o manantial en un momento determinado. (Valencia, 2014)

Análisis Espacial: Es el proceso de obtener en la información geográfica, modelos y relaciones entre las características. Analiza los métodos que se ubican en el origen de esas estructuras, mediante la distancia, la interacción espacial, el alcance espacial, de polarización, de centralidad, de estrategia o elección espacial, de territorialidad. (Mita, 2018)

Desastre: Interferencia en las actividades rutinarias de una sociedad, causando drásticos daños humanos, materiales, ambientales, sociales y económicos, limitando a la población afectada para salir adelante con sus recursos propios. Es consecuencia de las condiciones de vulnerabilidad, amenazas y pocas formas establecidas para disminuir los efectos negativos del riesgo. (Hardy & Gallardo, 2019)

Gestión de Riesgo: Desarrollo permanente y estable encaminado a la prevención y mitigación, preparación y respuesta a sucesos urgentes, siendo estos aspectos responsabilidades de los organismos de rescate y socorro, así como también de la restauración y reparación luego de haber ocurrido el desastre, las cuales tienen que ser efectuadas por los organismos de desarrollo. (Hardy & Gallardo, 2019)

Medidas no estructurales: Hacen mención al progreso del conocimiento, las políticas, contratos públicos, incluidos los sistemas de participación y la administración de la información, los cuales logren disminuir el riesgo e inmediatamente su impacto. (LA FAO, U. C. E. , 1990)

Respuesta: Disminución de los impactos en la salud, salvaguardar a las personas, brindar custodia pública y compensar las necesidades fundamentales de las localidades afectadas, aspectos 28 que estarán a cargo de los servicios de emergencia y de socorro público, mientras esté dándose el desastre o inmediatamente ocurrido el mismo. (Hardy & Gallardo, 2019)

Riesgo: Evento probabilístico de obtener resultados destructivos, o infortunios esperados (defunciones, heridas, propiedad, paralización de actividades económicas o quebranto ambiental) producto de la combinación de las condiciones de vulnerabilidad y de las amenaza naturales o antropogénicas. (Hardy & Gallardo, 2019)

Pendiente: Es la manera de calcula el grado de inclinación que presenta el terreno. Si el terreno posee inclinación mayor la pendiente será mayor. (Tijero, 2016)

SIG: Sistema compuesto por hardware, software el cual tiene relación directa con la interpretación espacial, cuyos resultados son emitidos habitualmente en forma de mapas. Los SIG están siendo utilizados principalmente en los estudios de la vulnerabilidad y la amenaza, más aún para la elaboración y estudios de medidas relacionadas con la gestión del riesgo de desastres. (Tijero, 2016)

Vulnerabilidad: Incremento del impacto de amenazas de una comunidad, a ser susceptible por causa de procesos sociales, ambientales, económicos y físicos. (Tijero, 2016)

En una cuenca hidrográfica se ubican los recursos naturales suelo, agua, vegetación y otros, donde habita el hombre y en ella realiza todas sus actividades. La restauración y protección de las cuencas hidrográficas se está volviendo cada vez más importante en el contexto del mantenimiento de los suministros de agua para las ciudades en rápido crecimiento.

Una cuenca hidrográfica puede dividirse de diferentes maneras, atendiendo al grado de concentración de la red de drenaje, define unidades menores como subcuencas y microcuencas. (Figura 1) Subcuenca, es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca. Varias subcuencas pueden conformar una cuenca.

Una microcuenca es cualquier área que desarrolla su drenaje directamente en el cuerpo principal de una subcuenca.

Figura 1. División de una Cuenca Hidrográfica



Fuente: (World Vision Canadá 2004)

Esta clasificación no es única, existen otros criterios relacionados con el tamaño de la cuenca y están relacionados con el número de orden de drenaje y/o con el tamaño del área que encierran.

Tabla 1. Clasificación de áreas de una cuenca.

ÁREAS km^2	NOMBRES
< 5	Unidad
5-20	Sector
20-100	Microcuenca
100-300	Subcuenca
> 300	Cuenca

Fuente: Jiménez, Materón. 1986- **Elaborado por:** Erik Valencia

Esta la clasificación es relativa y es posible que no se aplique a condiciones específicas en áreas donde los rangos de unidades son muy diferentes, por lo que a menudo permanece por encima del criterio de los especialistas quienes de acuerdo a la complejidad, detalles requeridos e importancia pueden distinguir que significa una cuenca grande o pequeña, o que considera una subcuenca o microcuenca.

Las aguas pueden tener una gran capacidad de agua. Esta capacidad incluye no solo el agua subterránea que ya se encuentra en los acuíferos, sino también el agua adicional. Un acuífero subterráneo es un amortiguador único para superar las fluctuaciones del suministro de agua natural. Por ejemplo, en áreas que enfrentan variaciones estacionales altas, el exceso de agua en períodos húmedos se puede almacenar en lugares subterráneos para mejorar posteriormente la disponibilidad de agua dulce durante los períodos secos. Por tanto, las aguas deben entenderse como formaciones geológicas subterráneas permeables capaces de almacenar y mover agua. Desde el punto de vista hidrogeológico, estas formaciones se dividen generalmente en cuatro grupos principales, como se muestra a continuación (Gonzales de Vallejo, 2004)

Tabla 2. Acuíferos

	Capacidad de Almacenar	Capacidad de Drenar	Capacidad de Transmitir	Formaciones Características
Acuíferos	ALTA	ALTA	ALTA	Grabas, arenas, calizas
Acuíferos	ALTA	MEDIA/BAJA	BAJA	Limos, arenas limosas y arcillosas
Acuíferos	ALTA	MUY BAJA	NULA	Arcillas
Acuíferos	NULA	NULA	NULA	Ganitos, Gneises, mármoles

Formaciones geológicas frente al agua (Gonzales de Vallejo, 2004)

Elaborado por: Erik Valencia

Acuíferos: capaces de almacenar y transmitir el agua (gravas, arenas, materiales calizos, etc.); son formaciones con capacidad de drenaje alta en las que se puede perforar pozos y sondeos con para satisfacer las necesidades de las personas en términos de equipamiento, agricultura, industria y cría.

Acuitar: Puede contener grandes cantidades de agua, pero es difícil de mover; a menudo se denominan formaciones semipermeables (lutitas, limolitas, arcillas) y su permeabilidad de drenaje es media a baja.

Acuicludos: pueden almacenar el agua en grandes cantidades, pero no tienen la posibilidad de transmitirla y se drenan con mucha dificultad; el agua se encuentra 12 encerrada en los poros capacidad de una formación que no se separa (impermeable). (arcillas, arcillas plásticas, limos arcillosos).

Acuífugos: formaciones que no pueden retener ni transferir agua; están representados por rocas densas como granitos y gneises, ya veces incluso calizas muy densas sin karst; Se presentan como impermeables a menos que tengan fracturas que puedan permitir el flujo. El agua que circula en el río proviene de escorrentías superficiales y subterráneas. Por lo tanto, se dice que un río es victorioso si obtiene su agua de las aguas. Por el contrario, se dice que un río es perdedor si trae agua de los acuíferos. Típicamente, ambos tipos de comportamiento se dan a lo largo del río e incluso en el mismo tramo en distintas épocas del año

Figura 2. Comportamiento habitual de un río

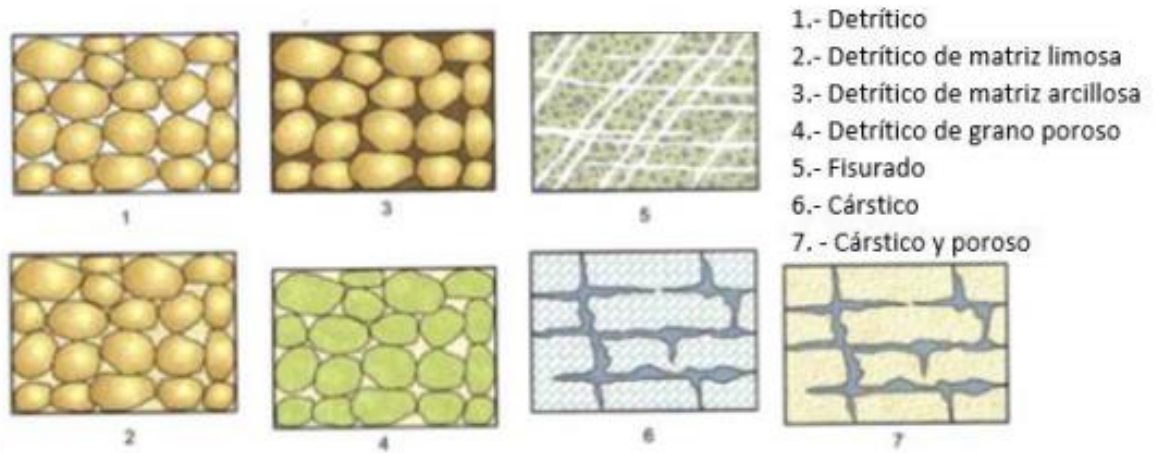


Fuente: (López 2011).

2.4. Tipo de acuífero y su comportamiento

Según su composición, existen básicamente tres tipos de materiales acuíferos, los cuales se representan en la siguiente figura para una mejor comprensión.

Figura 3.Tipos de acuíferos según su textura



Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2004)

Las aguas porosas, cuya permeabilidad se debe a la porosidad entre sus granos; entre ellos hay grava, arena, arcosa y, en general, todas las impurezas con un tamaño de grano de arena como mínimo. La estructura del ambiente consiste en gránulos, lo que permite que el agua se almacene y circule a través de los espacios vacíos entre los gránulos; Dichos huecos pueden rellenarse con material granular muy fino, que reduce las propiedades de medio de almacenamiento y transporte de agua, o incluso rellenarse con materiales arcillosos, en cuyo caso estas propiedades quedan casi despreciables. Aquellas cuya permeabilidad se debe a fisuras y fracturas, tanto mecánicas como solubles, forman en su conjunto las aguas kársticas y de fisura, e incluyen calizas, dolomías, granitos, basaltos, etc., de las cuales las dos primeras son las más importantes. La karstificación es el proceso de disolución de formaciones carbonatadas previamente craqueadas por la acción del agua; Las aguas kársticas no son muy homogéneas a pequeña escala, pero cuando la obra es lo suficientemente grande tienden a parecer más homogéneas. Por último, hay aguas cuya permeabilidad se debe a la combinación de las dos causas anteriores, por lo que tienen aguas kársticas y porosas. Son típicas las calacarenitas. Por otra parte, los acuíferos, según sus circunstancias hidráulicas y estructurales, pueden funcionar de tres distintas formas, (Figura 4 y 5), (Gonzales de Vallejo, 2004)

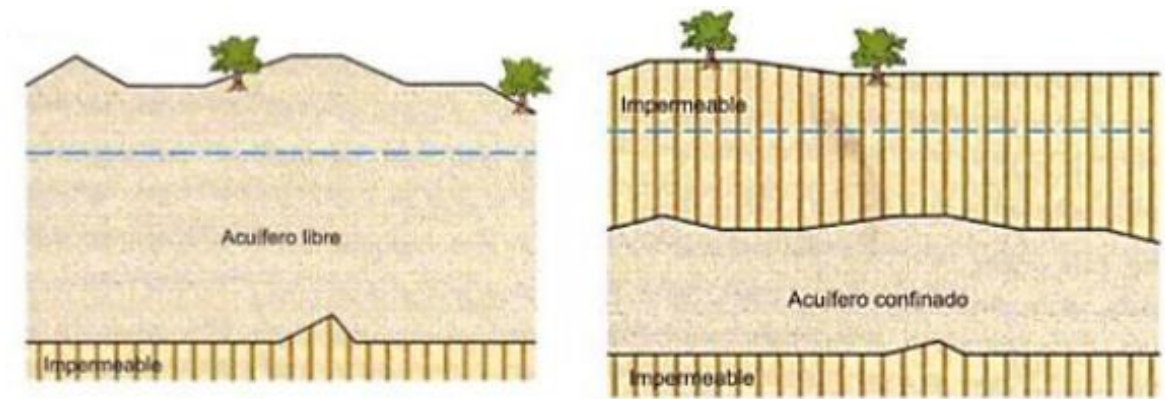
Aguas libres: son aquellas donde el nivel del agua se encuentra por debajo del techo de la formación permeable. Liberan agua por desaturación, es decir, el

agua que liberan es el agua que almacenan; esta cantidad de agua es grande en comparación con las aguas antes mencionadas a continuación, y por ello tienen bastante inercia.

Formaciones de Agua Subterránea Envolventes o Encerradas: Aquellas que se encuentran aisladas en el subsuelo y rodeadas por todos lados por materiales impermeables. El nivel de agua en los acuíferos cautivos está por encima del techo del material acuífero, en realidad están a presión o en carga, debido al peso de los materiales superiores.

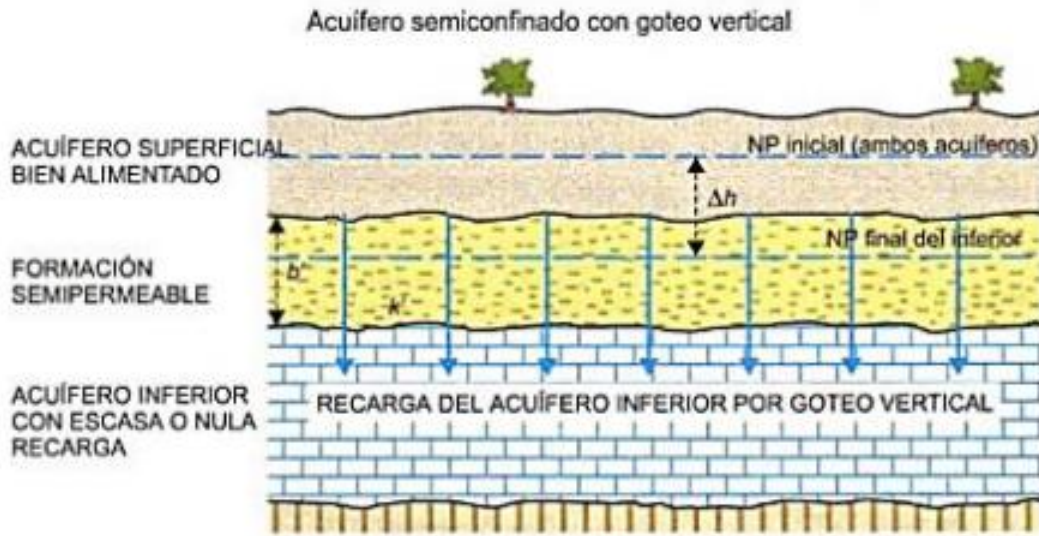
Aguas semicerradas: los materiales que las rodean no son todos impermeables; Así, el paquete superior o semicerrado está constituido por formaciones semipermeables que permiten el flujo de agua de otros cursos de agua superiores al inferior semiconfinado.

Figura 4. Esquemas de acuífero libre y confinado



Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2004)

Figura 5. Esquema de acuífero semiconfinado



Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2004)

2.5. Caracterización Morfológica de la Cuenca Hidrográfica

Las características se clasifican en dos tipos que determinan la cantidad de drenaje correspondiente a la zona de captación. Cuenca y tipo de suelo y los que controlan las tasas de respuesta según la secuencia de flujo, la pendiente de la cuenca y los cauces (Faustino, 2006). (Faustino, 2006).

2.5.1. Área de la cuenca (A)

A esto se le llama tamaño de cuenca y es el área plana en proyección horizontal dentro de una cuenca o microcuenca (Campos, 1998). El área se expresa km^2 a excepción de las cuencas pequeñas, las cuales se expresan ha. Obtenido al digitalizar cuencas dibujando un polígono en el SIG.

2.5.2. Perímetro de la cuenca (P)

El perímetro de la cuenca es la longitud del parteaguas en proyección horizontal, decir, el contorno de la superficie de la cuenca, se expresa en unidades métricas. Una cuenca es una línea imaginaria que conecta los puntos más altos entre dos ríos y divide el flujo de agua en dirección opuesta a un río u otro lado (Campos, 1998)

2.6. MARCO LEGAL

El artículo 389 de la Constitución de la República del Ecuador lo menciona;

Art.389.- El Estado protege a las personas, las comunidades y la naturaleza contra los efectos negativos de los desastres naturales o provocados por el hombre mediante la prevención de riesgos, la mitigación de desastres, la recuperación y mejora de las condiciones sociales, económicas y ambientales con el fin de minimizar el estado de vulnerabilidad

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgos este compuesto por las unidades de gestión de riesgos de toda las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El estado ejercerá la rectoría a través de los organismos técnicos establecido en la ley, tendrán como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afectan al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgos en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfréntalos, recupere y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastres.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencia en el territorio nacional.

7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgos.

Art.390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicara la responsabilidad directa de las instituciones dentro 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 brindad el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos a su responsabilidad. (Asamblea Cosntituyente, 2011)

Capitulo Segundo

Ambiente y naturaleza

Bioseguridad y recursos naturales

Art. 395.- La Constitución registra principios medio ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y vela por la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El Estado implementa las políticas y medidas adecuadas para evitar efectos ambientales negativos, en caso de daño cierto. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño ambiental requiere, además de las sanciones correspondientes, la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas y de indemnizar a las personas y comunidades que sufrieron el daño. Cada participante en el proceso de producción, comercialización, distribución y uso de bienes o servicios es directamente responsable de prevenir los efectos ambientales, mitigar y reparar los daños causados y mantener un sistema de monitoreo ambiental permanente. Las acciones legales para incrementar y sancionar el daño ambiental son irreversibles.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado reitera los compromisos, condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado al organizador de la actividad que causó el daño., el Estado se obliga a

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, recibir de ellos tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas preventivas que permitan el cese de la amenaza o daño ambiental objeto de la demanda. La carga de probar la ausencia de daño potencial o real recae en la persona responsable de la acción o en el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. La administración y manejo de las áreas naturales protegidas es competencia del Estado.

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad. (Asamblea Constituyente, 2011)

Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025;

Art.280- El plan nacional de desarrollo es un instrumento a partir del cual se administran las políticas, programas y proyectos públicos, la elaboración de programas y la ejecución del presupuesto del Estado; e inversiones y la asignación de los recursos públicos; y coordinar las competencias exclusivas entre el estado central y la ejecución del presupuesto general del estado se sujetarán al Plan Nacional de Desarrollo.

Los presupuestos de los gobiernos autónomos descentralizados y demás entidades públicas se adecuan a los planes de los gobiernos regionales, provinciales, cantonales y municipales como parte del plan nacional de desarrollo, sin menoscabo de sus atribuciones y autonomía. (Plan Nacional de Desarrollo, 2021)

Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autónomas y Descentralización (COOTAD) menciona en su artículo 140 que;

Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. – La gestión de riesgos que incluyen las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecta al territorio se gestionara de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con la constitución y la ley. (Código Orgánico Territorial Autonomía Descentralización, 2010)

Los gobiernos autónomos descentralizados locales deben adoptar obligatoriamente normas técnicas para prevenir y controlar los riesgos en su territorio para proteger a las personas, las comunidades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial. ((Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización, s.f.))

2.7. Sistema de Hipótesis

Zonificación de los sectores que tienen amenaza de inundación en la época invernal utilizando la metodología del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, se reducirá la vulnerabilidad en la cuenca baja del río Babahoyo sector x: 642450; y: 9782354 hasta la cabecera cantonal, como herramienta para el PDOT en GAD Samborondón.

2.7.1. Variables

Variable Independiente

Fortalecimiento de conocimientos mediante la Metodología del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias

Variable Dependiente

Zonificación de los sectores que tienen amenaza de inundación

2.7.2. Operacionalización de variables

Tabla 3. Operacionalización de la Variable Independiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala Cualitativa	Escala Cuantitativa	Instrumento de Medición
Factores de susceptibilidad	Prevé el riesgo de inundaciones por lluvias intensas para diferentes periodos de retorno	DEM	Saturación	Zona de Saturación Thereshold Partially wet Low Moi	5 4 3 2	Raster Saturación
			Determinar Zonas de Acumulación	Acumulación	0 1 2 3 n	Raster Densidad
		SUELOS	Textura	Muy Filtrante Filtrante +/- Filtrante Poco Filtrante No Filtrante	1 2 3 4 5	Raster de Permeabilidad

		USO Y COBERTURA VEGETAL	Tipo de Cobertura	Bosque Pasto Agrícola Urbano Agua	1 2 3 4 5	Raster Cobertura Vegetal
		PRECIPITACIÓN	Cantidad de lluvia	250 500 1000 2000 5000	1 2 3 4 5	Raster Lluvia

Elaborado por: Erik Valencia

Tabla 4. Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala Cualitativa	Escala Cuantitativa	Instrumento de Medición
Zonificación por amenaza de Inundación	Es una herramienta para discutir y reflexionar sobre los beneficios, usos, manejo y límites de los recursos naturales	Zonas y Niveles de Inundación	Zona 1	Muy Baja Baja Media Alta Muy Alta	Muy Baja; 0 -0.20	Software Arc GIS
			Zona 2		Baja; 0,21 - 0.40	Software Arc GIS
			Zona 3		Madia; 0.41-0.60	Software Arc GIS
			Zona 4		Alta; 0,61 – 0,80	Software Arc GIS
			Zona 5		Muy Alta; >0.80	Software Arc GIS

Elaborado por: Erik Valencia

CAPÍTULO III

3.MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

Según Carrasco Díaz (2013), caracteriza los niveles de investigación según el propósito en:

Exploratorio: Es la etapa de reconocimiento del terreno de la investigación, en la cual se pone en contacto directo con la realidad del problema de afectación en caso ocurrir una inundación ya que estamos ubicados en una zona baja cerca del océano pacífico.

Descriptivo: Se determinó la descripción de todos los parámetros que inciden en la amenaza por inundación.

3.2 Diseño

Es aquella en la que no se realiza la manipulación de datos referente a la zonificación de amenaza de inundación del área de estudio, los datos a utilizar son establecidos por la institución a la misma que se solicitó la información.

Analítico y descriptivo: Se determinó el análisis y su descripción de cada uno de los factores que inciden en la amenaza de inundación (precipitación, suelos, uso y cobertura vegetal, modelo digital de elevación).

Heurístico: Se aplicó en los principios, reglas, estrategias y programas que facilitaron en la búsqueda para dar solución al problema planteado. (Zapata, 2012)

Estadístico: Este método ayudó en los procedimientos y manejo de datos cuantitativos (determina los valores climáticos y matemáticos para realiza la zonificación por amenaza de inundación) y cualitativos (las características de la población). (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT, 2020)

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se manejó las siguientes técnicas para el proceso del actual trabajo:

Observación in situ (visita de campo)

Esta técnica nos permitió recopilar información sobre las características físicas del área donde se encuentran ubicadas las viviendas, y de esta manera nos permiten evaluar las condiciones en las cuales se pueda producir un desastre y determinar el tipo de inundación a generarse.

Instrumento de recolección de datos

- Sistema de posicionamiento Global (GPS).
- Fotografías aéreas.
- Cámara fotográfica.
- Estación Total de Topografía.

3.4. Técnicas de tratamiento empleadas, análisis de datos y estadísticas

3.4.1. Objetivo 1: Caracterizar los componentes físicos y morfológicos de la cuenca hidrográfica del río Babahoyo utilizando cartografía temática para el área en estudio.

Para caracterizar los elementos que conforman una subcuenca se utilizara la metodología es el espacio de terreno limitado por las partes más altas de las montañas, laderas y colinas, en el desarrolla un sistema de drenaje superficial que concentra sus aguas en un río principal que se integra al mar, un lago u otro río mayor. Este espacio se puede delinear en el mapa de elevación siguiendo la cuenca del "acuario divortium".

Coefficiente de Compacidad o índice de Gravelius (kc).

Es el cociente entre el perímetro de la cuenca y la longitud de una circunferencia con un área igual a la de la cuenca y se representa mediante la siguiente formula. (Monsalve,2000).

$$k_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = \frac{0.28P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

P: es el perímetro de la cuenca (km)

A: es el área de la cuenca (km²)

Hay tres categorías para clasificar este parámetro:

Tabla 5. Índice de Gravelius para la formación de formas.

CLASE	RANGO	DESCRIPCIÓN
Kc1	1 a 1,25	Forma casi redonda a oval-redonda
Kc2	1,25 a 1,50	Forma oval-redonda a oval-alargada
Kc3	1,50 a 1,75	Forma oval-alargada a alargada

Fuente: (ORTIZ, 2004)

Longitud de la cuenca (L).

Longitud axial también se denomina longitud de la cuenca en proyección horizontal como la distancia en línea recta desde la desembocadura de la cuenca hasta el punto más alejado de la cuenca paralela al cauce principal (Villón, 2002)

Longitud del cauce (Lc).

Esta es la longitud del canal más largo de la piscina en unidades métricas. (Villón, 2002).

Factor de forma (Kf).

El factor de forma se refiere a la respuesta hidrológica de la cuenca debido a su forma. Se define como la relación entre el ancho promedio (B) y el largo (L) de la cuenca. Se obtiene dividiendo el área (Km²) por la longitud de la cuenca (km) (Villon, 2002).

$$Kf = \frac{B}{L} = \frac{\frac{A}{L}}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

L: es la longitud de la cuenca (km).

A: es el área de la cuenca (km²).

Orden de corriente de una Cuenca.

Es una clasificación que indica el grado de bifurcación o bifurcación de los cursos de agua (Campos, 1998).

1er orden: hay quienes no se han ramificado.

2do orden: Tiene solo ramales o afluentes de 1er orden.

orden n: arroyo con dos o más afluentes de orden n-1 o menos.

Cuanto más alto el arroyo, más eficientemente fluye que el más bajo (Domínguez, 2013)

Densidad de drenaje (Dd).

Es el resultado de dividir la sumatoria de las longitudes de las corrientes de la cuenca (Σl) entre el área (A) de la misma.

$$Dd = \frac{\Sigma l}{A}$$

Donde:

Σl suma de las longitudes de los arroyos en la cuenca (km)

A: es el área del arroyo en la cuenca (km²).

Los valores más altos corresponden a cuencas con rocas blandas poco permeables y poca vegetación, y su valor aumenta cuando la ramificación de un arroyo es alta. (Villón, 2002).

Densidad hidrográfica o de corriente (Dh).

Según Villón (2002) se refiere al número de corrientes por superficie de la cuenca, y se expresa en km² de la siguiente manera:

$$Dh = \frac{\sum Ni}{A}$$

Donde:

ΣNi: es el número de corrientes de agua.

A: es el área de captación (Km²)

Cam densidad de drenaje (Dd) y la densidad del agua (Dh) se refiere a mediante la fórmula:

$$Dh = a * Dd$$

Donde:

a: es un coeficiente de ajuste.

Sistemas de Información Geográfica (SIG) y su aplicación a la caracterización de cuencas hidrográficas

Los sistemas de información son un conjunto de herramientas que permiten la gestión de información, como almacenamiento, recuperación, transformación y visualización de datos espaciales. en el mundo real para tomar decisiones sobre el diseño de proyectos, ya sean económicos, ambientales, políticos, antrópicos, etc. (Burrough & McDonnell, s.f.)

En definitiva, facilitan el conocimiento de escenarios geográficos reales y por supuesto más informativos.

Estos sistemas de información comparten los mismos componentes que permiten el almacenamiento, análisis y visualización de la información geográfica. Ellos son:

Herramientas para ingresar y procesar datos geográficos con referencia a software especial.

Base de datos para consultar, con tablas y organizar y jerarquizar todos los datos recolectados, vectores o raster, aquellos datos que pueden ser temáticos, imágenes satelitales, ortofotos, etc. Estos datos son los más importantes al momento de realizar trabajos SIG.

El personal que utilice esta información debe conocerla porque debe desarrollar y mantener el sistema y, a su vez, implementar métodos para implementarlo en el mundo real. El sistema de información de habitaciones funciona de acuerdo con un plan bien pensado y reglas comerciales claras, que son prácticas y modelos operativos típicos de cualquier organización.

Modelo Digital de Elevación.

Un modelo de elevación digital es una estructura de datos numéricos que representa la distribución espacial de la elevación del suelo en relación con el nivel medio del suelo, mar, caracterizando las formas del relieve. Son estructuras de datos numéricos que representan la altura del suelo (Felicísimo, 1994). Existen dos cualidades importantes en estos raster que son la exactitud y resolución horizontal que varían dependiendo del método que se utilizan para generarlos tales como TIN y para tener un modelo de alta resolución y gran exactitud se emplea tecnología LIDAR ((INEGI, s.f.)

La captura de datos hipsométricos es el primer paso para crear un modelo de elevación digital, lo que implica convertir la geografía real en una estructura de datos que es la misma que constituye un DEM. Los métodos para generar modelos digitales de elevación se pueden dividir en dos grupos:

Métodos directos. Mediciones y recopilación de datos de elevación en terreno real, como levantamientos topográficos o GPS y tecnologías más precisas como RADAR o LIDAR.

Métodos indirectos. Sobre el uso de documentos digitales producidos previamente para construir un modelo de elevación digital, reconstrucción usando imágenes satelitales e interferometría radar, y digitalización utilizando las curvas de nivel y puntos de altura de la cartografía topográfica generada por procesos como la restitución fotogramétrica numérica, analítica y digital.

Para la generación del modelo digital de elevación, se necesita las curvas de nivel con sus respectivos datos de alturas expresados en metros, como primer paso que se explicara más específicamente en el Capítulo 3, se realiza la interpolación de puntos, que es un método determinista. el cual determina teniendo en cuenta la proximidad espacial de los puntos obtenidos de la muestra las distancias entre dichos puntos, generando una superficie continua para un área específica (Koch & Cabrera).

Se utilizará la herramienta Model Builder e Hydrology para la delimitación de las Cuencas Hidrográficas para esto se definirá dichas herramientas para comprensión:

Model Builder

Esta es una herramienta de ArcGIS Desktop para realizar geoprocésamiento de procesos personalizados largos o repetitivos con un diagrama de flujo generado por SCRIPTS.

Hydrology

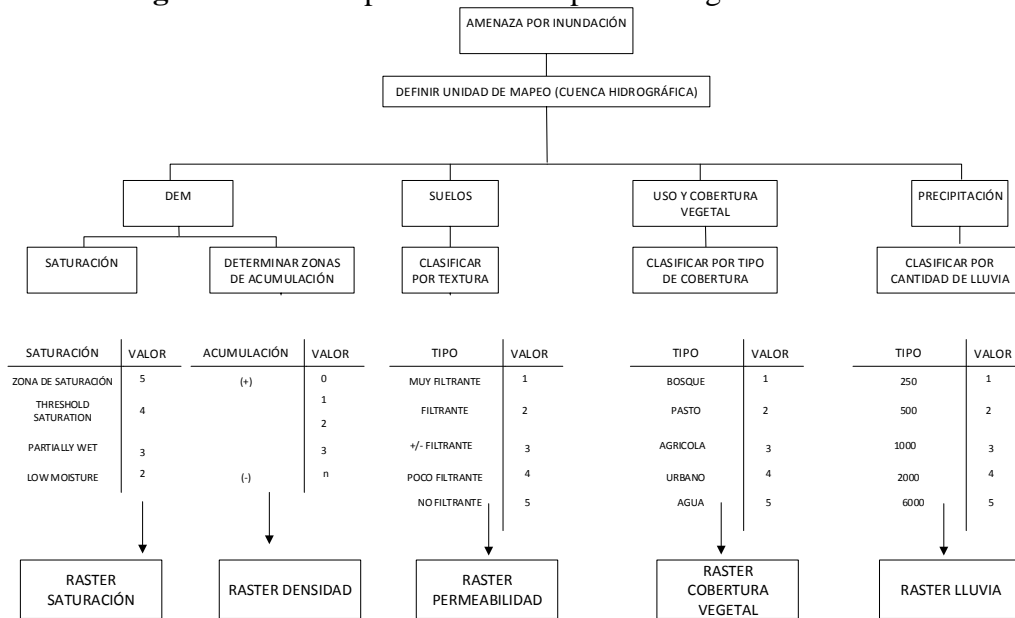
Esta es la herramienta ArcGIS Desktop de ArcToolBox para la delimitación de cuencas hidrográficas, jerarquía de sus afluentes, caracterización de microcuencas

Modelo Digital de elevación. Otras de las herramientas principales a utilizarse en el presente trabajo es la extensión de SINMAP (Stability Index Mapping) se realizó un proceso de comprensión de las diferentes metodologías desde la definición hasta el análisis de amenazas urbanas y rurales. nivel de Ecuador. Métodos empíricos como los desarrollados por (Acaró) y métodos

desarrollados por órganos de gobierno como la Secretaría de Gestión de Riesgos (Secretaría de Gestión de Riesgos)

Y también de la caracterización de la morfometría de las cuencas Hidrográficas de (López & Delgado), que complementara el entendimiento del comportamiento de los afluentes de las cuencas analizadas Con referencia a la metodología (Secretaría de Gestión de Riesgos) para la creación de mapas de amenaza de inundaciones y movimientos en masa, se utilizó el modelo SINMAP como parte del diagrama de flujo (Figura 7), que es esencialmente un modelo de saturación, agregando elementos de geología, uso de la tierra, estructura.

Figura 6. Método para obtener mapas de riesgo de inundación



Fuente: SGR 2010.

En este método, cada vector recibió pesos numéricos que hacen referencia a los polígonos de la cartografía temática. Luego se usó una calculadora de detección para generar el resultado, reclasificando a 5, que varía desde muy alto. peligro sin amenaza.

$$\begin{aligned}
 AT = & [saturación] * 0.54 + [permeabilidad] * 0.20 \\
 & + [zonas de acumulación] * 0.10 + [uso del suelo] * 0.10 \\
 & + [precipitación] * 0.08
 \end{aligned}$$

Posteriormente con el Raster Calculator o Weighted Overlay, herramientas de Spatial Analyst, a cada uno de los mapas se le atribuye un porcentaje cuya suma total equivale al 100 %.

Generación del Modelo Digital de Elevación.

De la información base recopilada, las hojas topográficas a escalas 1:25.000 del IGM (Instituto Geográfico Militar), se obtienen las curvas de nivel cada 10 metros, se empieza por la determinar si hay errores en las curvas de nivel digitalizadas, que no exista traslape de las mismas, ni repeticiones de altitud. Revisado toda esta información se procede a realizar el TIN. Para la creación del TIN (Redes de Triangulaciones Irregulares), se procesa información en formato shapefile, una vez generado el TIN se procede a la creación de capa Raster, que es el modelo Digital de Elevación de la microcuenca de Rio Los Achiotes. Con la herramienta TIN to raster de 3D Analyst, la información que se geoprocesará debe de limitarse en base a la línea divisoria de agua de la microcuenca.

Morfología de la Cuenca Hidrográfica

Perímetro de la Cuenca (P): Se calcula a partir de la información obtenida del Modelo Digital de Elevación (DEM), y del shapefile hidrológico, midiendo la longitud de la línea que representa el límite exterior de la microcuenca, esta medida se da en Kilómetros Km.

Área de Drenaje (A): El área de la cuenca es quizá el parámetro más importante, siendo determinante de la escala de varios fenómenos hidrológicos tales como, el volumen de agua que entra según la lluvia, las corrientes, etc.

Se calcula esta área con las herramientas del SIG, se utiliza el software ARCGIS 10.5 se crea un polígono de la cuenca delimitada, luego se crea un campo en la tabla de atributos de área, calculándolo en Km cuadrados.

Amplitud del relieve.

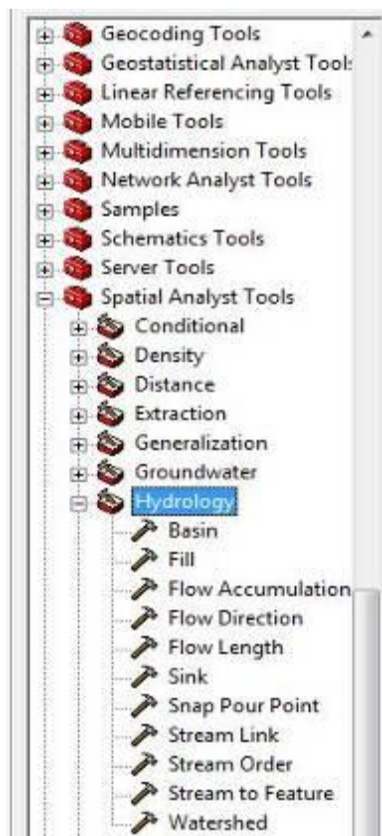
Esto se define como la diferencia entre la elevación máxima de la cuenca menos la elevación mínima de la cuenca, que es $Amp = h_{max} - h_{min}$

Para calcular la amplitud del relieve se identificó la cota de máxima altura y la cota de mínima altura de las curvas de nivel del sector de estudio.

Entonces, para cumplir con uno de los objetivos específicos de la investigación del modelo de amenaza, se procede a trabajar con la herramienta Hydrology de Spatial Analyst, para esto se debe tener el modelo digital de elevación la herramienta Hidrology está dentro del Arctoolbox/ Spatial Analyst Tools.

Las herramientas de este software llamada Hidrology permiten hacer el análisis morfométrico de la cuenca hidrográfica, que a su vez delimita los polígonos de las cuencas hidrográficas, sabiendo sus características físicas y así poder determinar las áreas de influencia de la misma, y obtener la jerarquización de los afluentes de la cuenca en estudio.

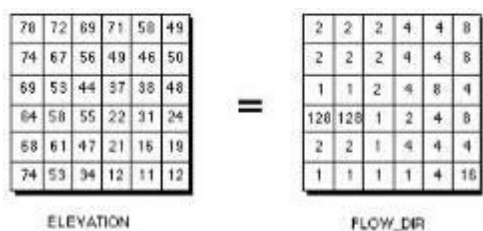
Figura 7. Herramienta ArcToolbox que incluye hidrología



Fuente: ArcGIS

Se rellena los espacios que no poseen datos, denominados depresiones, en el modelo digital de elevación. Una vez realizado el Fill (relleno de las depresiones) al DEM (Modelo Digital de Elevación), se procede a la creación del modelo de dirección de flujo, para esto se calcula las direcciones de cada celda. Este modelo resultante indica la dirección donde fluiría el agua de forma numérica (figura 8).

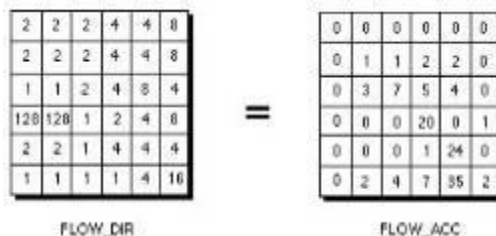
Figura 8. Método de derivación de la dirección del flujo de DEM



Fuente: (Jenson&Domingue, 1988).

Luego se calcula el modelo de dirección de flujo o Flow direction, que definirá la dirección de flujo (Figura 9) buscando el camino descendiente de una celda a otra. Siguiendo con los pasos para la determinación del modelo de caracterización de cuencas o cuerpos de agua, se determina el flow accumulation, para definir los stream, que es la fase en las que se clasifican las celdas con acumulación de flujo superior al umbral que especifica el usuario a la celda que pertenece a la red de flujo.

Figura 9. Método de derivación de la acumulación de flujo de DEM



Fuente: (Jenson&Domingue,1988).

Este umbral se define como una clasificación del número de celdas de pendiente. Se debe tener cuidado con el valor de acumulación ya que, si es bajo, los

pixeles serán seleccionados como la red hídrica y si este valor es alto, los drenajes de valor alto serán la red hídrica.

Aparatos para medir la precipitación y el nivel de los ríos.

Para determinar la relación precipitación-escorrentía se deben obtener los registros de las lluvias y de los niveles del río principal y sus afluentes, por ende, se debe emplear que permita realizar el monitoreo sobre los cambios metodológicos e hidrológicos que presentan en la zona, a continuación, se detalla los instrumentos y procesos que serán utilizados para toma de mediciones.

Medición de lluvia.

Para la medición de la lluvia se la realiza mediante pluviómetros convencionales que serán elaborados de manera participativa con la comunidad, el diseño de estos pluviómetros será construido con materiales sencillos y fáciles de conseguir.

Medición del nivel del río.

La medición de los niveles del caudal del río se realizará por medio de equipos, algunos sencillos, como reglas limnimétricas. Este material es de bajo costo lo que permitirá su accesibilidad para la instalación.

También se utilizará levantamiento topográfico, manejando Estación Total así pudiendo definir el área a trabajar.

Selección de Equipos

En la actualidad existen diversos tipos de equipos para definir niveles de ríos, desde artesanales hasta aquellos que utilizan tecnología satelital, Una laptop es una computadora portátil, ésta pertenece al grupo de las computadoras personales, puede hacer prácticamente lo mismo que una computadora de escritorio, con memorias extensas, monitores amplios y procesadores muy avanzados la cual recibe y procesa datos los convierte en información conveniente y útil para ser luego enviada a las unidades de impresión.

Software

Microsoft Office 2010, software ofimático como Microsoft Word 2010, Microsoft Excel 2010, Microsoft PowerPoint 2010, que se utilizó en el desarrollo de la tesis.

ArcGis 10.5, es un sistema de información geográfica (GIS) para trabajar con mapas e información geográfica. Usado para crear y usar mapas, crear datos geográficos, analizar datos de mapas, compartir y descubrir datos geográficos, usar mapas y datos geográficos en varias aplicaciones, y administrar información geográfica en una base de datos.

Mapa Hidrográfico base,

Datum WGS-84 Imagen satelital obtenida de Google Earth

Materiales a usar:

3. Garmin GPS, equipo de Sistema de Posicionamiento Global para georreferenciación, mapeo geológico y seguimiento de waypoints
4. Estación Total de Topografía, para el levantamiento de información (línea base).
5. Cámara digital fotográfica 12 pixeles usado para la captura de imágenes para la investigación.
6. Zapatos de Seguridad, botas de caucho, gorra, poncho impermeable.
7. Libreta de campo.

3.4.2. Objetivo 2: Describir los factores de susceptibilidad a inundaciones en la subcuenca del río Babahoyo en la cabecera cantonal de Samborondón.

La metodología de trabajo se basa en la recopilación de información histórica disponible y el análisis cartográfico de la zona de estudio, en conjunto con el modelamiento hidrológico.

Inicialmente se ubicará geográficamente el área de interés. Será fundamental la recopilación de información histórica de los eventos adversos de inundación por el desbordamiento del río Babahoyo, el cual lo detallamos ampliamente en los antecedentes del capítulo 2, además se realizará el levantamiento de información en campo, donde se comprobará la información recopilada.

Para la zonificación de inundaciones se utilizará el software Arc GIS 10.5, el cual es un también se lo usa para procesos hidromorfologicos, la simulación de rotura de presas, la evaluación de sectores inundables, el cálculo de transporte de sedimentos y el flujo de marea en estuarios.

Se utilizará un modelo digital de terreno de 10 m de resolución espacial, para la determinación de los parámetros morfométricos de la subcuenca correspondiente al río Babahoyo.

Se usó un estudio hidrológico de toda la zona de estudio de la cuenca de interés, donde se obtuvo los caudales máximos para el periodo de retorno de 100 años mediante las fórmulas para cálculo de caudales ($Q_{\text{máx.}}$) por el método del INERHI.

El INERHI (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos) en su época, desarrollo una formula empírica en base al estudio de 42 cuencas en Ecuador, la fórmula es la siguiente:

$$Q_{max} = \frac{25 * A * K}{(A + 57)^{0.5}}$$

Donde:

- Q; caudal $[[m^3/s]]$
- A; área de la cuenca $[[[km] ^2]]$
- K; es un coeficiente que es función de diferentes periodos de retorno en la siguiente tabla:

Tabla 6. Valores estimados de K para la fórmula del INERHI

Retorno	1000	100	50	25	5	1
K	1	0,856	0,646	0,574	0,361	0,139

Elaborado por: Erik Valencia

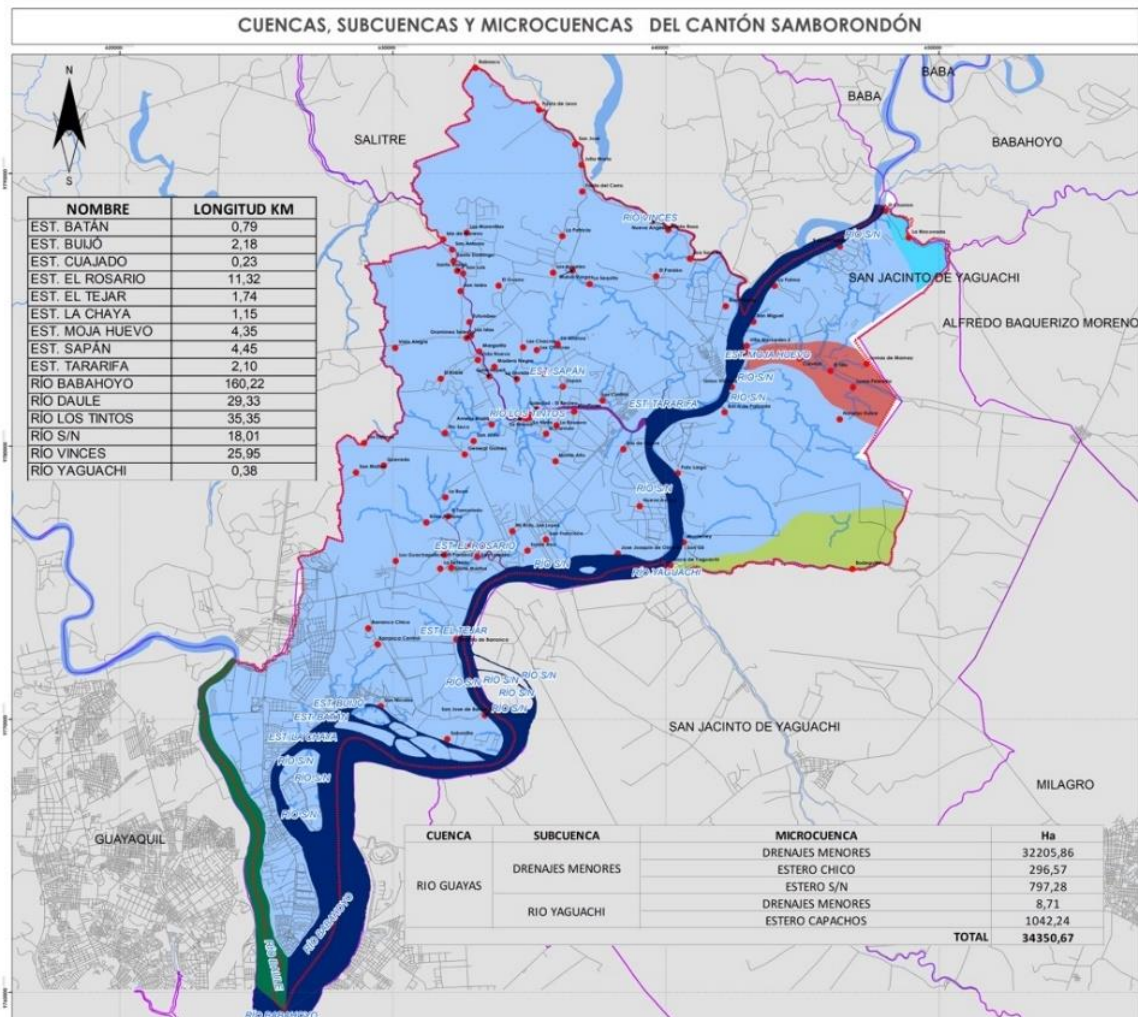
Además, se utilizó un raster de uso de suelos que a partir de una clasificación supervisada con valores de los coeficientes de manning correspondientes al tipo de rugosidad que se encontró en la zona de estudio

Tabla 7. Información de uso (tipo) suelo (2017): “n” de Manning

Categoría	Descripción	Descripción Bibliográfica	Área(ha)	n de MANNING
1	Cultivo, Maiz, Arroz, Cacao, Melón, Sandía, Naranja, Mango, Maracuya, Platanó, Papaya, etc	mature row cros	5809	0,035
2	Indiferenciado	se asume como causa principal sinuoso	867	0,048
3	Pasto Cultivado	high grass	3754	0,035
5	Matorral seco Medianamente Alterado y muy Alterado, Vegetación Arbustiva	dense weeds, high as flow depth	17314	0,08
6	Vegetación Herbácea, Vegetación Herbácea de Humedal muy Alterada, Vegetación Herbácea seca Medianamente Alterada y muy Alterada	mature field crops	10662	0,05
7	Bosque Nativo, Bosque Sco Medianamente Alterado y Muy Alterado, Manglar	heavy stand of timber, a few down trees, little. Undergrowth, flood stage below branches	26000	0,1
8	Teca, Caoba, Caña Guadua, Bambu, Amarillo	heavy stand of timber, a few down trees, little. Undergrowth, flood stage below branches	1374	0,1
9	Área Erosionada o Salina	Cultivated areas, no crop	28	0,03
10	Complejo Educativo, Industrial, Recreacional, Granja Avícola, Piscícola, Camaronera, Cantera	sewer with manholes, inlet, etc., strainer x 2	10652	0,03
11	Cuerpo de agua Artificial, Reservorio, Embalse, Ciénega, Laguna, Lago, Área inundación Río	se asume como causa principal sinuoso	5537	0,048
12	Urbano, en Proceso de Urbanización, Centro Poblado	sewer with manholes, inlet, etc., strainer x 2	2984	0,03
15	Barbecho, tierra Agrícola sin Cultivo	Cultivated areas, no crop	4019	0,03
			89000	
				n ponderado

Fuente: (FishXing, 2006) - **Elaborado por:** Erik Valencia

Mapa 1. Hidrología del cantón Samborondón



Fuentes: GADP Guayas (2020). Elaborado por: (Erik Valencia, 2022)

El sistema de Cuencas y Subcuencas del cantón Samborondón, está comprendido por la cuenca del Río Guayas y las subcuencas de los ríos Babahoyo y Yaguachi.

Este importante sistema fluvial tiene la influencia del flujo y refluo de las mareas del Golfo de Guayaquil.

El sistema de micro-cuencas o cursos de aguas interiores que ingresan al cantón Samborondón, concentra una importante cantidad de riachuelos y esteros como el estero El

Rosario, Buijo, Batán, Paula León, Capacho, entre otros, que influyen en el desarrollo económico de las poblaciones rurales y en un posible potencial turístico en el corredor fluvial del río Los Tintos. Cabe indicar, que el cantón Samborondón tiene una superficie de 9.600 hectáreas de canales de riego proveniente del sistema fluvial del río Babahoyo, que provisionan agua de riego a 24.781 hectáreas (94%) de la superficie cultivada total de 26.291 hectáreas (100%); según la información emitida mediante Oficio No. PG-DPP-JHB-0904-2020-OF de la Prefectura del Guayas, de la Dirección Provincial de Planificación.

3.4.3. Objetivo 3. Elaborar un mapa de las áreas de amenaza de inundación en la zona urbana de cabecera cantonal de Samborondón en la subcuenca del río Babahoyo sector x: 642450; y: 9782354.

Para realizar el mapa de limitación del área de afectación e identificar el área más susceptible se utilizará el software ArcGis de igual forma este código realiza procesamiento de datos permitiendo zonificar el área de influencia por inundación.

3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para la elaboración del proyecto y cumplimiento de los objetivos específicos utilizamos las siguientes técnicas que ayudaron a organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información.

A través del Software ArcGis versión 10.5 se pueda valorar la ubicación de la cuenca hídrica del río Babahoyo, analizando las características de hidrogeomorfológicas y posteriormente la incidencia a la vida, ambiente y propiedad. (García, Reding, & López, 2013)

CAPITULO IV

4. RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Resultado

- **Objetivo 1: Caracterizar los componentes físicos y morfológicos de la cuenca hidrográfica del río Babahoyo utilizando cartografía temática para el área en estudio.**

En esta parte se muestra los resultados de los parámetros morfométricos de la subcuenca hidrográfica obtenidos de las ecuaciones del capítulo 3.

Perímetro de la cuenca (P):

$$P = 17 \text{ km}$$

Área de Drenaje (A):

$$A = 11.518617 \text{ km}^2$$

Índice de Gravelius o coeficiente de capacidad.

$$Kc = 0,28 * 17 / (11,518617)^{1/2}$$

$$Kc = 1,40$$

Amplitud del relieve.

$$Amp = (260-20) \text{ m}$$

Para la caracterización morfométrica de la microcuenca del río Babahoyo y su representación gráfica, donde se observa la distribución de áreas en función de la altitud y se puede calcular altitudes centrales de la microcuenca.

Tabla 9. Parámetros de caracterización morfométrica de micropools.

No	MIN	MAX	ALTURA PROMEDIO	AREAS2	Área/Área Total [%]	PORCENTAJE ACUMULADO
1	20	32	26	0,33	0,029	0,029
2	32	44	38	0,95	0,082	0,111
3	44	56	50	0,38	0,033	0,144
4	56	68	62	2,16	0,188	0,332
5	68	80	74	1,59	0,138	0,470
6	80	92	86	0,66	0,057	0,527
7	92	104	98	1,04	0,091	0,618
8	104	116	110	0,25	0,022	0,640
9	116	128	122	0,76	0,066	0,706
10	128	140	134	0,76	0,066	0,772
11	140	152	146	0,46	0,040	0,811
12	152	164	158	0,70	0,061	0,873
13	164	176	170	0,35	0,031	0,903
14	176	188	182	0,44	0,038	0,942
15	188	200	194	0,29	0,025	0,967
16	200	212	206	0,13	0,011	0,978
17	212	224	218	0,10	0,009	0,987
18	224	236	230	0,06	0,005	0,991
19	236	248	242	0,05	0,004	0,996
20	248	260	254	0,04	0,003	0,999

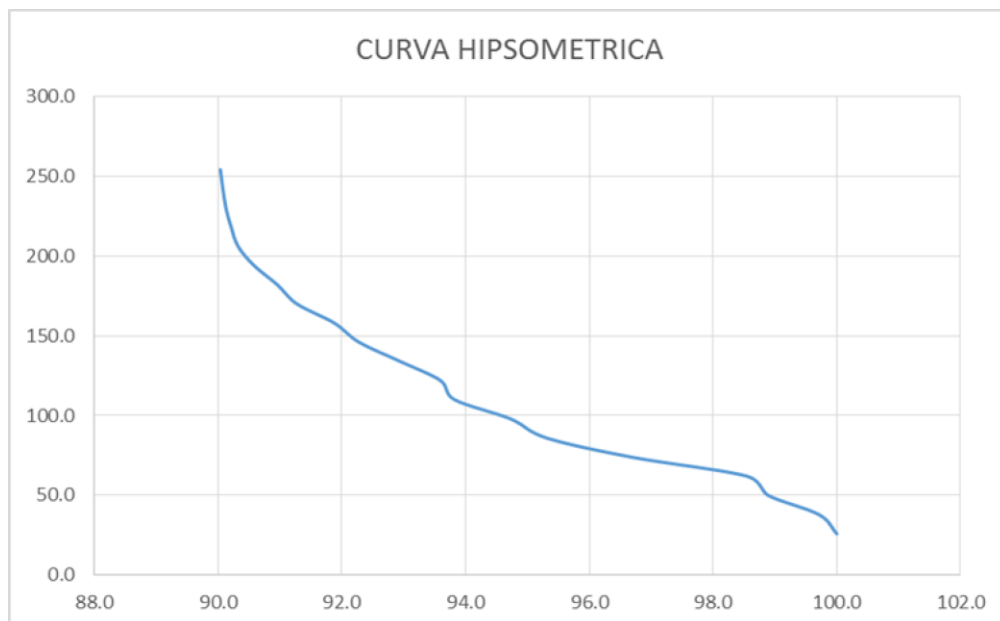
Fuente: GAD Provincial del Guayas 2020

Elaboración: Erik Valencia

En la tabla 9 se muestra los parámetros para la caracterización morfométrica de la cuenca de río los Achiotos, 20 subcuencas, de las curvas de nivel se obtuvieron las alturas mínimas y máximas correspondientes para luego calcular la altura promedio. Se calculó el área de cada subcuenca para obtener el porcentaje de áreas acumuladas para formar la curva hipsométrica.

En la Figura de a continuación se muestra la Curva Hipsométrica resultante de los valores de las altitudes medias y del porcentaje acumulado.

Figura10: Curva Hipsométrica de la microcuenca Río



Fuente: GAD Provincial del Guayas 2020
Elaboración: Erik Valencia

Esta curva hipsométrica se debe a una cuenca de envejecimiento correspondiente a una cuenca sedimentaria.

Densidad de red de drenaje

$$D = \frac{Lu}{A} = 0.25$$

Este índice permite el análisis de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca hidrográfica. Si la densidad de escorrentía es mayor, indica una mayor estructuración de la red elástica o un mayor potencial de erosión. La posibilidad de erosión es baja en la zona de la subcuenca del río Babahoyo.

La erosión siempre está ligada a la densidad de drenajes por lo que esta subcuenca es erosionada, considerada una cuenca de valle. La falta de relación entre los parámetros físicos

de la cuenca y las variables hidrogeológicas se debe a la diferencia en las escalas temporales de los procesos dinámicos de hidrología y geología.

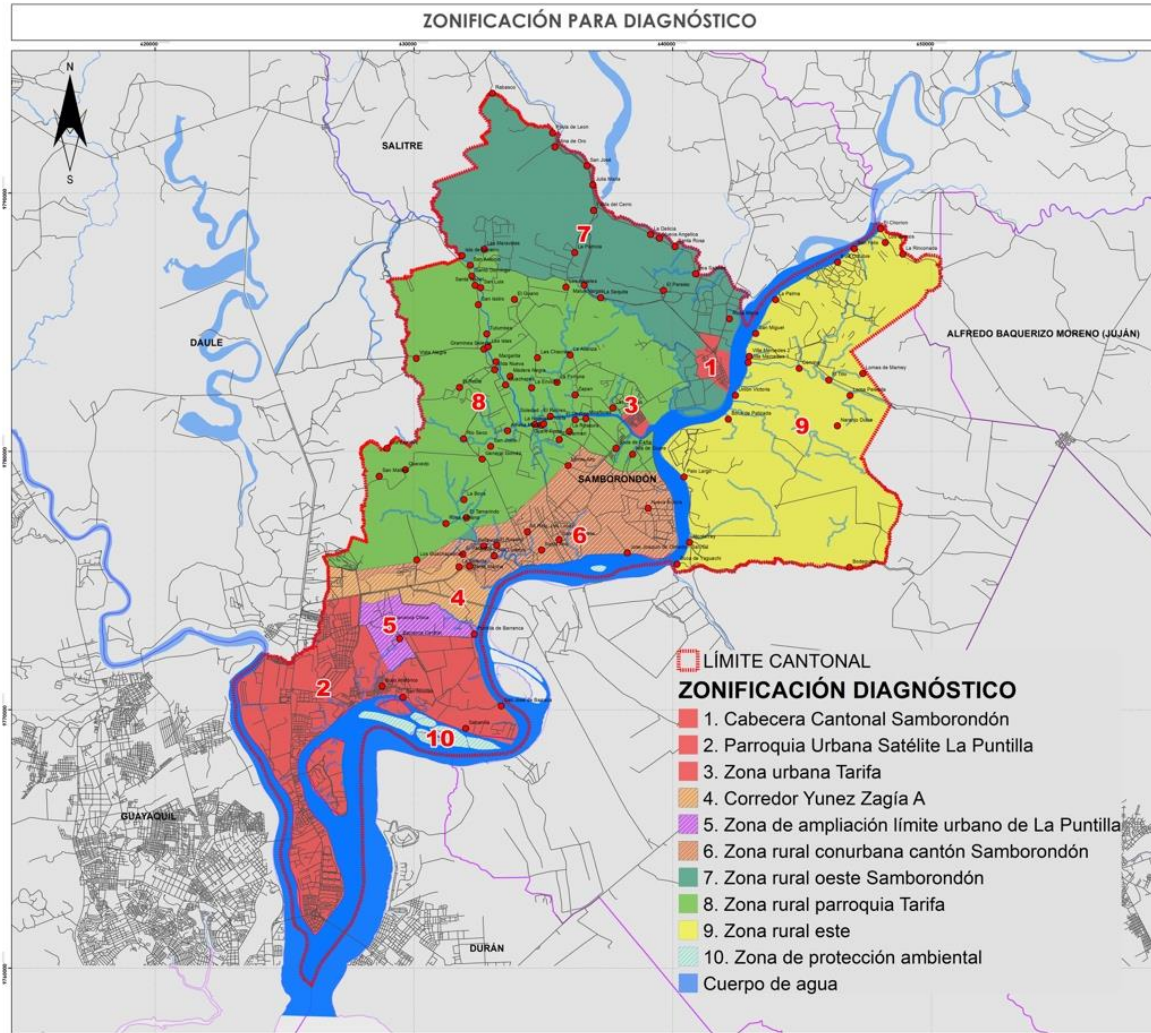
Del análisis morfométrico del sistema de iluminación y red de drenaje, se puede concluir que la velocidad de concentración de agua es favorecida principalmente por las pendientes, ya que la cuenca se encuentra en una zona de baja pendientes con valores menores al 30% de inclinación. Por lo tanto, se presentan crecidas de mayor peligrosidad debido a que facilitan la acumulación y concentración de las aguas.

Según el modelo digital de elevación y modelos de flujo de acumulación de agua superficial y modelos de saturación, la investigación. El área se ubica en la zona de saturación media, lo que provoca infiltración moderada y drenaje de flujo hacia la zona de acumulación.

4.2. Resultado

- **Objetivo 2: Describir los factores de susceptibilidad a inundaciones en la subcuenca del río Babahoyo en la cabecera cantonal de Samborondón.**

Mapa 2. Zona de Estudio Samborondón

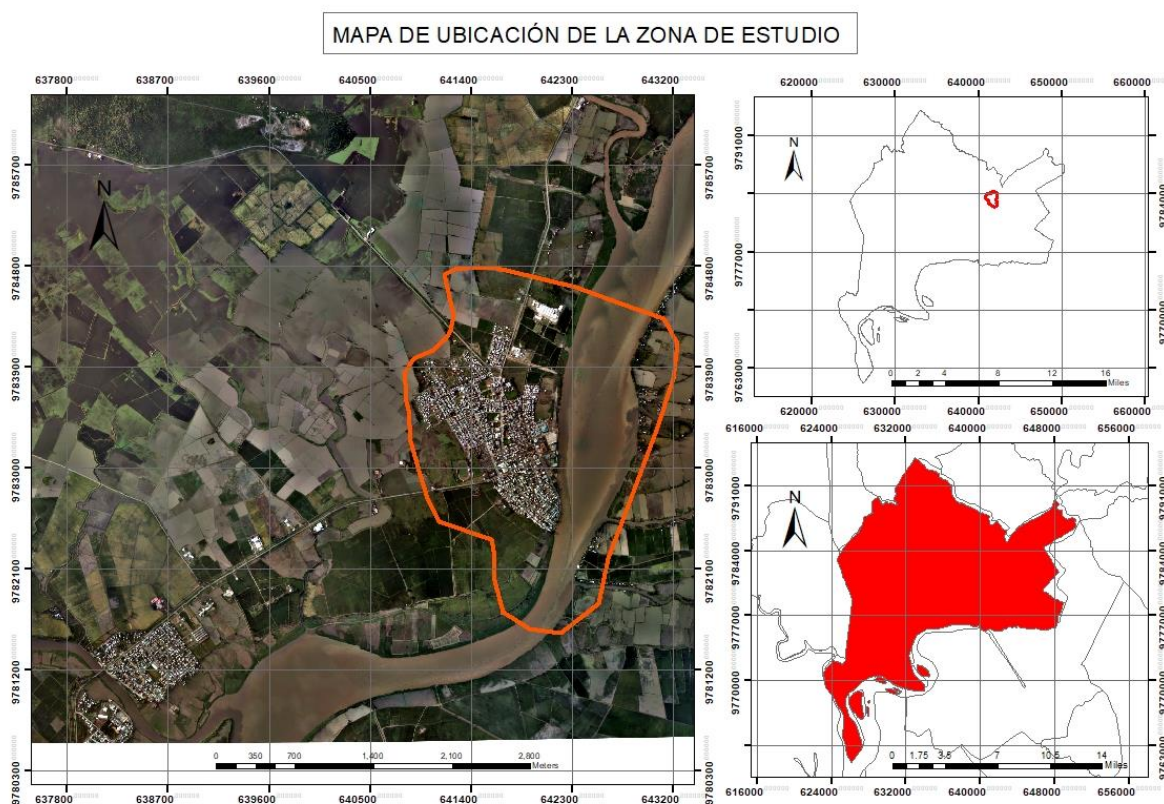


Fuentes: GADP Guayas (2020). **Elaborado por:** (Erik Valencia, 2022)

Los siguientes productos se obtuvieron a partir de los datos recopilados: El cantón Samborondón está dentro de la región Litoral o Costa, situado en la provincia del Guayas, perteneciente a la Zona 8, considerado como un solo circuito y dividido en dos circuitos para la planificación a nivel nacional. Tiene una superficie de 389,05 Km² y con una población

de 124.163 habitantes (con las proyecciones del PDOT para el año 2020 y con base a la metodología utilizada por INEC, principalmente por el crecimiento acelerado y atípico de La puntilla), sin embargo, se puede evidenciar que el crecimiento poblacional es mayor a la proyección del INEC, debido principalmente al crecimiento inmobiliario que acoge inclusive a población de otros cantones cercanos, que establecen su residencia en Samborondón, especialmente en La Puntilla. Limita al Norte con los cantones Salitre y Babahoyo; al Sur con el cantón Durán, al Este limita con los cantones San Jacinto de Yaguachi y Alfredo Baquerizo Moreno; y al Oeste con los cantones Daule y Guayaquil

Mapa 3. Ubicación de las Zonas de Estudio.



Elaborado por: (Erik Valencia, 2022)

Los siguientes productos se obtuvieron a partir de los datos recopilados:

Como se puede observar en el mapa 1 se determinó la zona donde se realizó el estudio de zonificación de inundación, el cual abarca toda la cabecera cantonal, permitiendo

identificar de esta manera la zona urbana que se encuentran en el margen del río Babahoyo, el cual en eventos históricos han sido afectados por inundaciones causando daños en el sector.

El caudal máximo para un periodo de retorno de 100 años mediante la fórmula del método INERHI, se obtuvo el siguiente caudal (Q_{\max})

$$Q_{\max} = \frac{25 * 160 * K}{(160 + 57)^{0.5}}$$

Entonces tenemos un caudal de $658 \text{ m}^3/\text{s}$.

Cabe indicar, que el cantón Samborondón tiene una superficie de 9.600 hectáreas de canales de riego proveniente del sistema fluvial del río Babahoyo, que provisionan agua de riego a 24.781 hectáreas (94%) de la superficie cultivada total de 26.291 hectáreas (100%); según la información emitida mediante Oficio No. PG-DPP-JHB-0904-2020-OF de la Prefectura del Guayas, de la Dirección Provincial de Planificación.

Tabla 8. Afluentes de ríos del cantón Samborondón

Nombre	Longitud (Km.)
Est. Batán	0,79
Est. Buijó	2,18
Est. Cuajado	0,23
Est. El Rosario	11,32
Est. El Tejar	1,74
Est. La Chaya	1,15
Est. Moja Huevo	4,35
Est. Sapán	4,45
Est. Tararifa	2,10
Río Babahoyo	160,22
Río Daule	29,33
Río Los Tintos	35,35
Río S/N	18,01
Río Vines	25,95
Río Yaguachi	0,38
Total:	297,55

Fuente: GAD Provincial del Guayas 2020

Elaboración: Erik Valencia

Dentro del tramo fluvial del agua alcanzo 0.10m aproximadamente en la cabecera cantonal con velocidad erosiva nula, por la pendiente que presenta la zona.

Mientras que en la parte rural tenemos un 40% de alcance, el cual llega hasta 100 metros al interior, donde existen asentamientos de viviendas que han sufrido colapsos estructurales debido al socavamiento de la margen del río.

La delimitación de las zonas inundables es indispensable para la ubicación idónea de las zonas de seguridad donde evacuaran los moradores ante una emergencia para salvaguardar sus vidas y bienes.

4.3. Resultado

- **Objetivo 3: Elaborar un mapa de las áreas de amenaza de inundación en la zona urbana de cabecera cantonal de Samborondón en la subcuenca del río Babahoyo sector x: 642450; y: 9782354.**

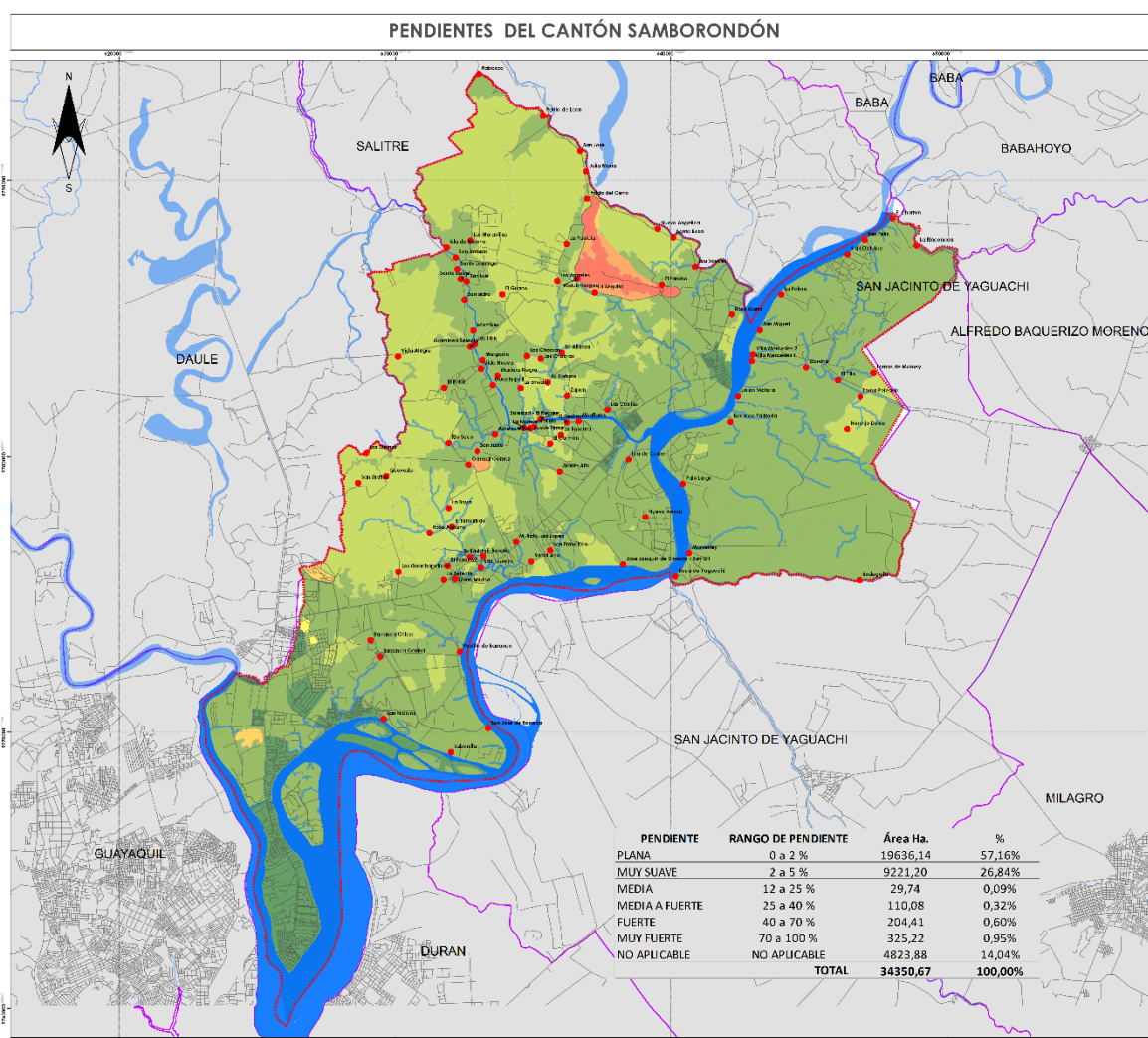
Como medida de preparación se ha generado o elaborado un mapa en el cual se detalla las zonas susceptibles en el caso se suscitar un evento de inundación. Para la elaboración de esta herramienta se ha utilizado la metodología empleada en el Servicio Nacional de gestión de Riesgos y Emergencias.

Mediante el mapa podemos determinar la zona donde se va a tener la presencia de agua el cual abarca parte de la cabecera cantonal de Samborondón permitiendo zonificar de esta manera las zonas o casa que se encuentren al margen del río Babahoyo las cuales en eventos históricos han sido afectadas por inundaciones causando daños en el sector.

La acumulación de flujo da como resultado la detección de la corriente acumulada de cada celda, que está determinada por la acumulación de masa de todas las celdas que fluyen hacia cada celda de pendiente descendente.

Solo las celdas con una dirección de flujo indefinida reciben corriente; no afectan aguas abajo. Una celda se considera como celda con una dirección de flujo indefinida si su valor en el ráster de dirección de flujo es diferente de 1, 2, 8, 16, 32, 64 o 128.

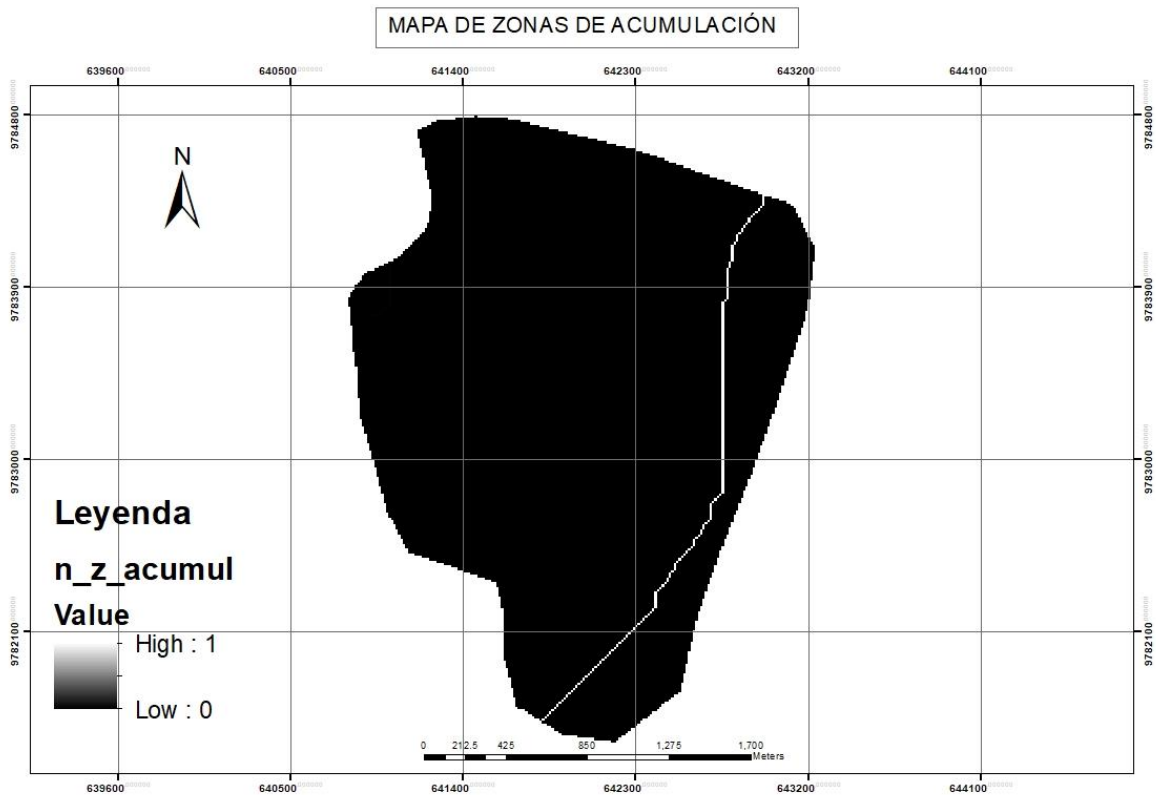
Mapa 4. Pendientes - Cabecera Cantonal



Fuentes: GADP Guayas (2020). **Elaborado por:** (Erik Valencia, 2022)

Con respecto a topografía del suelo, encontramos variantes en las pendientes donde más del 57,16% corresponde a pendientes planas de 0 a 2% de inclinación, en segundo lugar, encontramos pendientes muy suaves con un 26,78% de 2 a 5% de inclinación. Estas dos variables agrupan el 84% de la conformación del cantón, por estas condiciones más el aprovisionamiento de agua permanente, hacen que este cantón sea apto para el cultivo de arroz. Cabe indicar que el 14,04% (4.823,88 hectáreas) de la superficie de cantón, corresponden a cuerpos hídricos que no aplican para el componente pendientes.

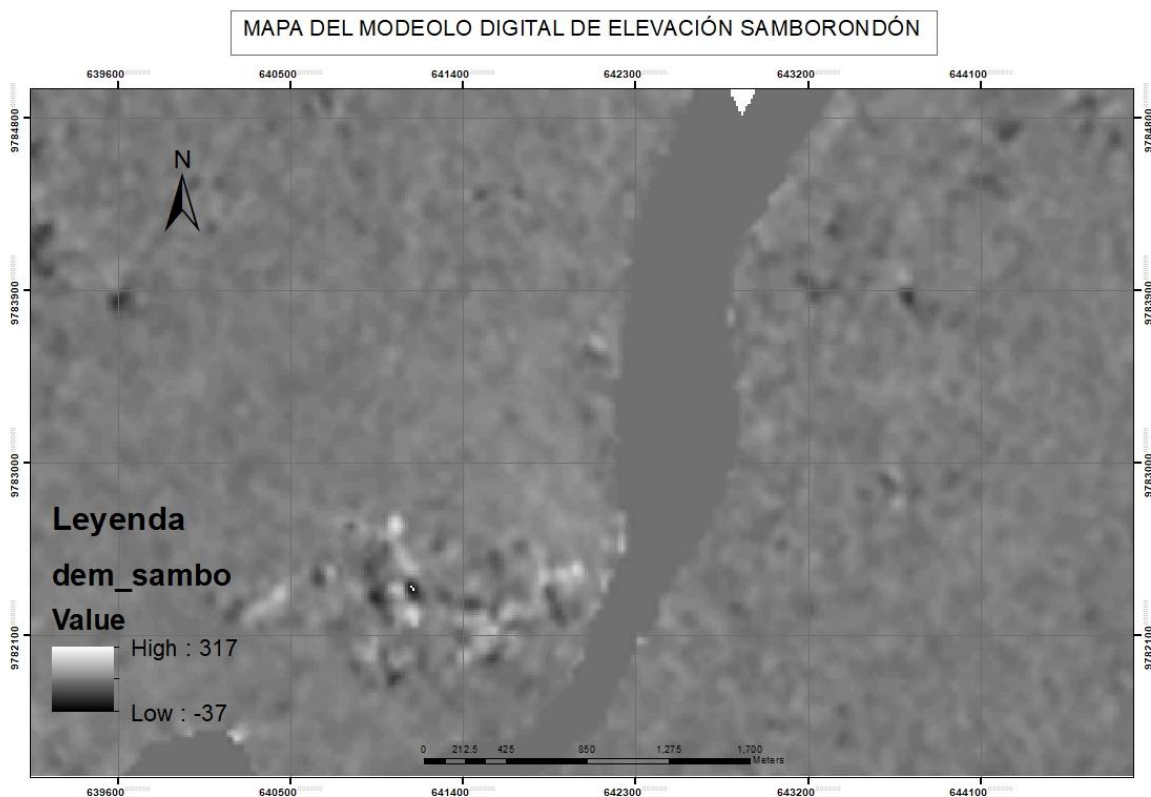
Mapa 5. Zona de Acumulación- Cabecera Cantonal



Elaborado por: (Erik Valencia, 2022)

Para realizar el modelo digital de elevación en donde se representa de forma visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracteriza simultáneamente formas de relieve y elementos u objetos que están en el mismo lugar. Estos valores están contenidos en un archivo de tipo raster con estructura regular, el cual se genera utilizando equipo de cómputo software especializados.

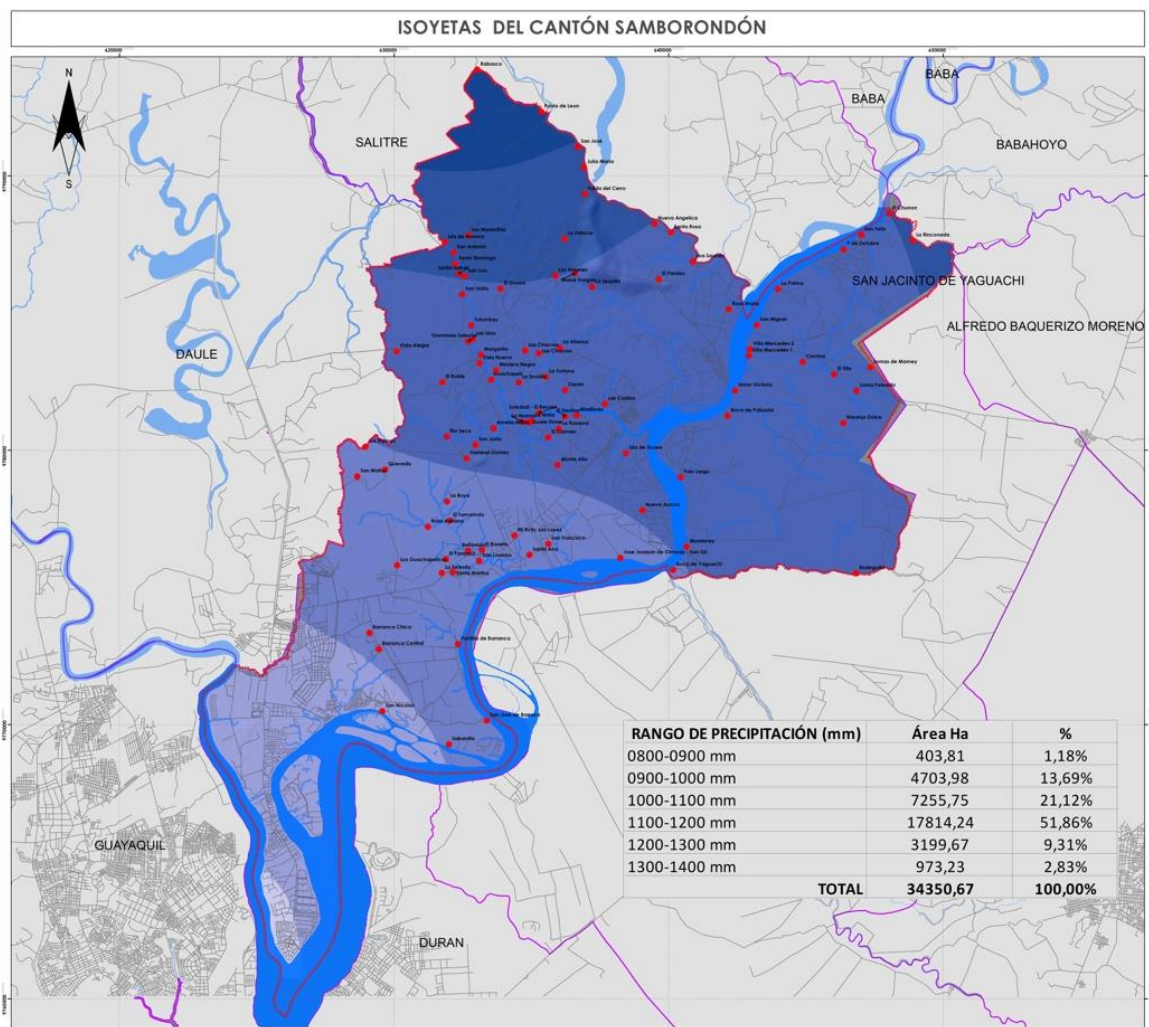
Mapa 6. Modelo Digital de Elevación – Cabecera Cantonal – Samborondón



Elaborado por: (Erik Valencia, 2022)

La delimitación de las zonas inundables es indispensable en el proyecto para zonificación de la misma, la creación de un raster de precipitación es una de las variables a utilizar como insumo con su respectivo peso de ponderación de esta forma podemos realizar el álgebra de mapas y así llegando al resultado esperado.

Mapa 7. Isoyetas cantón Samborondón

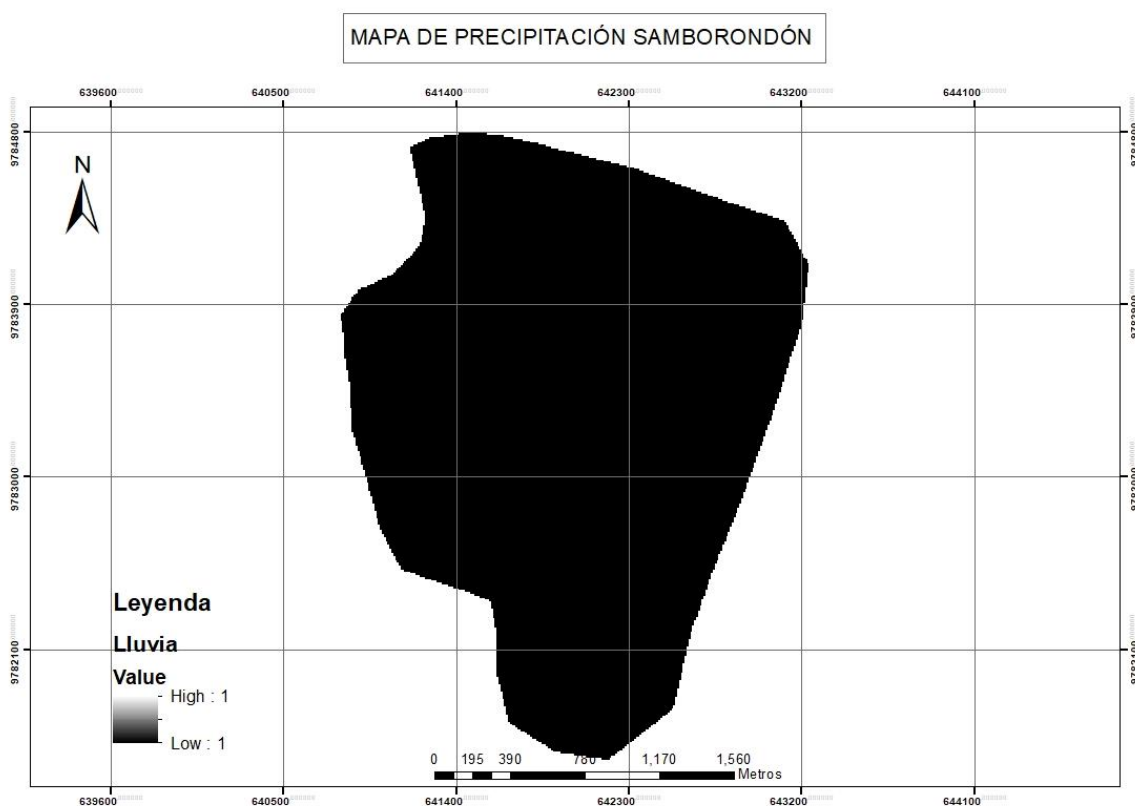


Fuentes: GADP Guayas (2020). **Elaborado por:** (Erik Valencia, 2022)

En esta región, la máxima precipitación ocurre de enero a abril, este período de copiosas lluvias, se debe a la influencia de la zona de convergencia intertropical y de la corriente de El Niño. Durante estos meses, masas de aire húmedo que traen los vientos convergentes, se desplazan tierra adentro sobre la cordillera en la parte que más se acerca a la costa, para descargar humedad como precipitación convencional u orográfica, de tal forma que, sus estribaciones son más húmedas que las planicies de la región. Desde fines de abril a diciembre, la zona de convergencia intertropical y la corriente de El Niño, retroceden al norte, y la corriente del Perú, al llegar al Ecuador se desvía al occidente de la región costa, hasta el Cabo Pasado, disminuyendo, sin embargo, hacia el interior.

La región se encuentra desde los 5 m.s.n.m., hasta la cota de los 300 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 23 a 26 0C. La precipitación promedio entre 500 y 1.000 milímetros. La estación lluviosa se extiende de enero a abril a mediados de mayo, mientras la estación seca comienza en mayo y termina en diciembre, en un patrón climático de tipo monzónico. Los meses ecológicamente secos, fluctúan entre 5 y 8 meses, mientras que el número de días fisiológicamente secos dentro de este período, se encuentran entre 36 y 172.

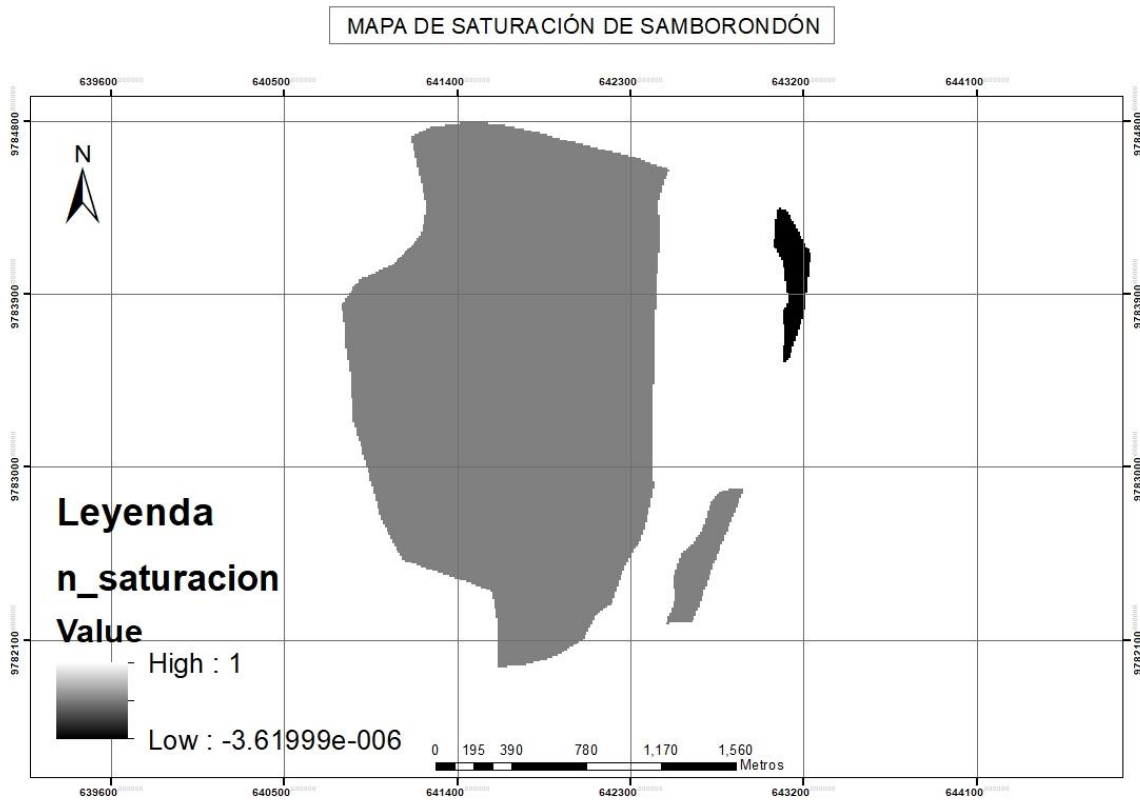
Mapa 8. Precipitación – Cabecera Cantonal- Samborondón



Elaborado por: (Erik Valencia, 2022)

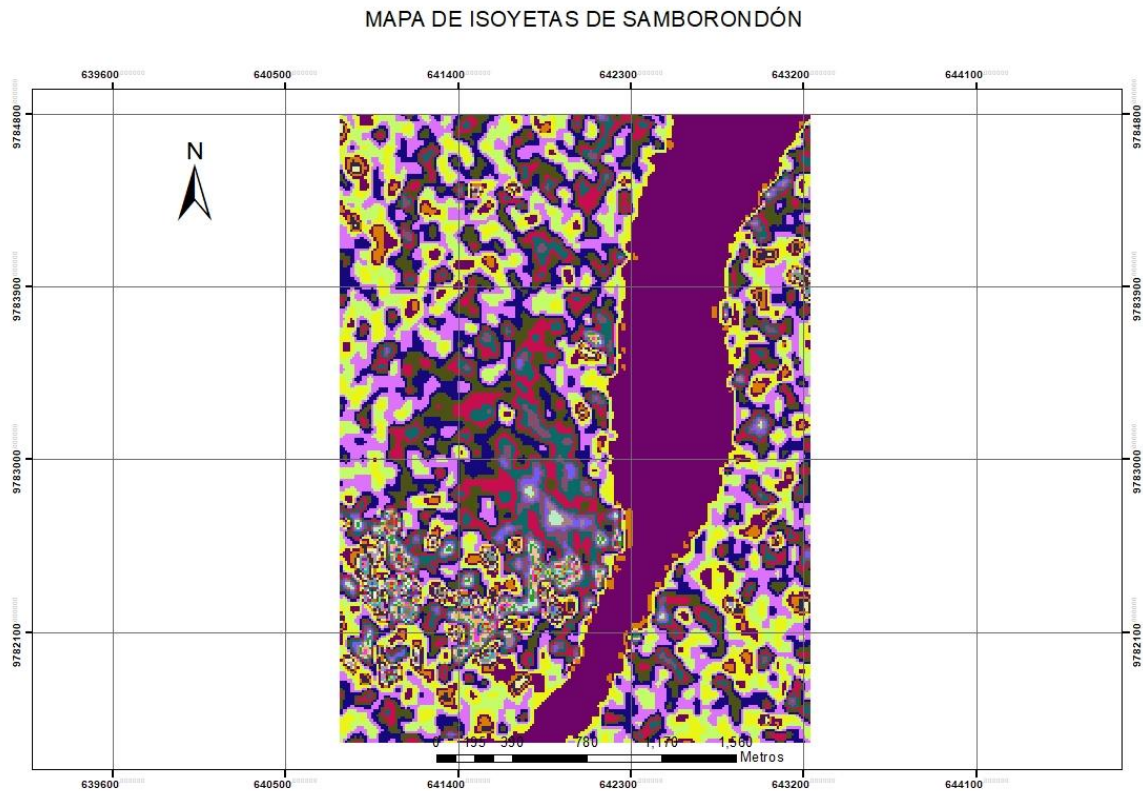
Para la elaboración del mapa de saturación final el principal insumo fue el DEM obtenido de asf.alaska.edu una plataforma dedicada a generar información espacial en formato raster con una calidad bastante aceptable, para estudios académicos los niveles de saturación del terreno son de suma importancia para poder caracterizar los tipos y propiedades del terreno.

Mapa 9. Saturación – Cabecera Cantonal- Samborondón



Dentro de este tramo fluvial que corresponde a la cabecera cantonal de Samborondón se utilizó el shape isoyetas posterior se realizó un clip con el perfil que previamente estaba cortado con el DEM, nos arrojó una serie de pixeles que ayudan a encontrar la dirección del agua o a donde va a desembocar como se muestra en el mapa 12.

Mapa 10. Isoyetas – Cabecera Cantonal- Samborondón

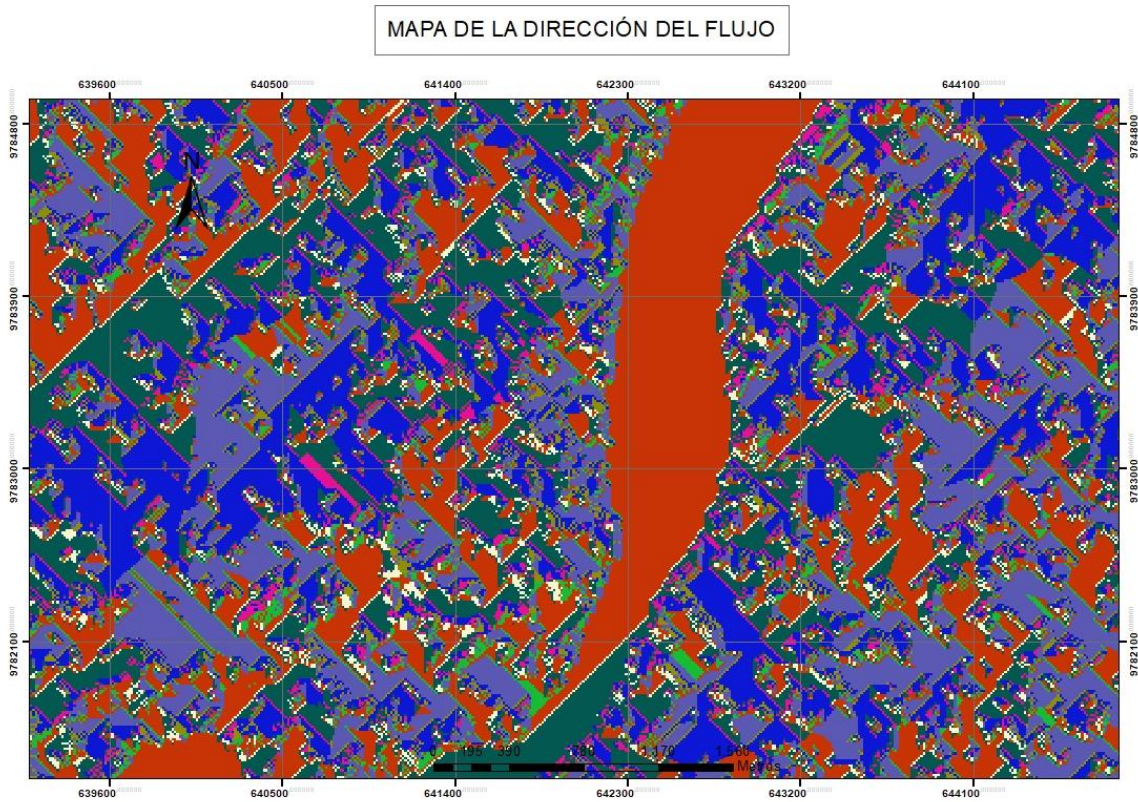


Elaborado por: (Erik Valencia, 2022)

Las cuencas de drenaje son las áreas entre las líneas de cresta de las cuencas delineadas en la ventana de análisis. El filtro de entrada se analiza para encontrar todas las celdas conectadas que pertenecen a la misma cuenca. Las cuencas de deshidratación se crean colocando puntos de drenaje (donde fluiría el agua del ráster) y sumideros en los bordes de la ventana de análisis, y luego identificando el área de influencia sobre cada punto de congelación. Esto conduce a una red de cuencas de drenaje.

Los mejores resultados se obtienen cuando se usa la opción Forzar a todas las celdas de límite a moverse al área de estudio al crear el ráster de entrada Dirección de flujo fuera (FORCE en Python).

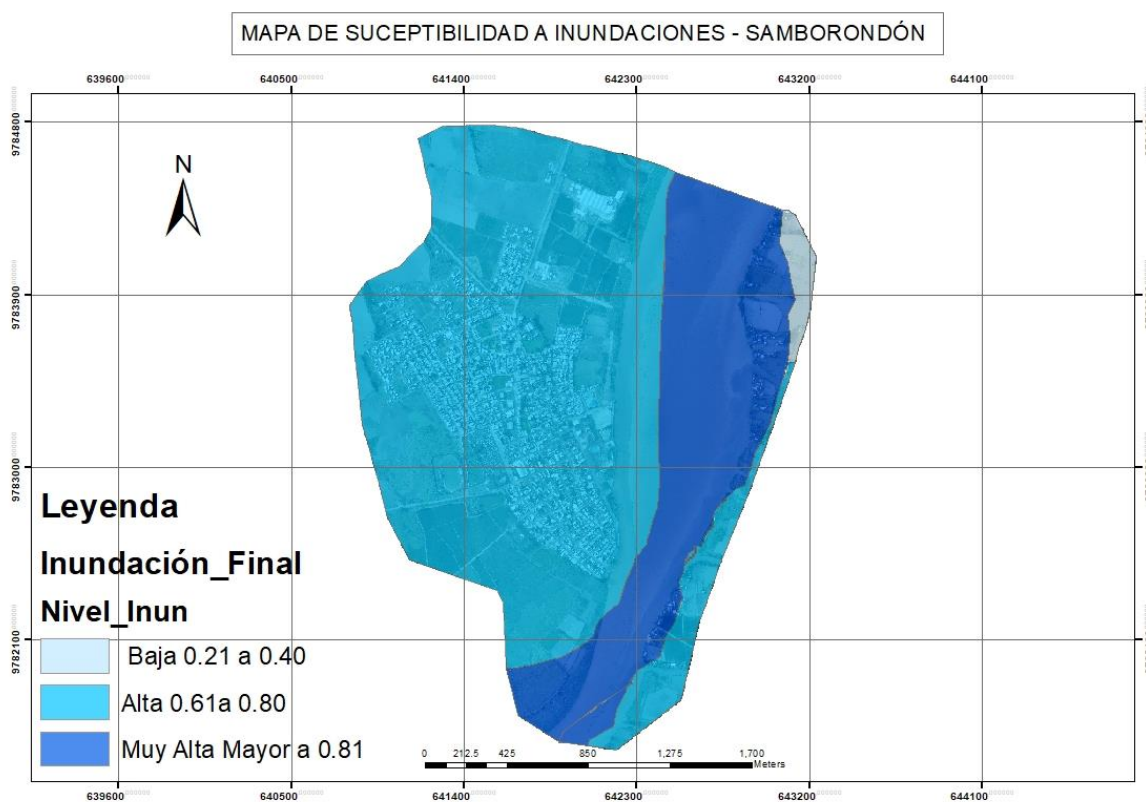
Mapa 11. Flow Direction– Cabecera Cantonal- Samborondón



Elaborado por: (Erik Valencia, 2022)

Como se puede observar en el mapa casi en su totalidad se inunda, se concentran viviendas y es susceptible a un evento de inundación por desbordamiento del río Babahoyo, el cual llega hasta alrededor de 320 metros tierra adentro que van desde el margen derecho del río Babahoyo hasta el mercado central donde existe infraestructura que ha sido afectada en el pasado.

Mapa 12. Zonificación de las Zonas de Estudio- Cabecera Cantonal



Elaborado por: (Erik Valencia, 2022)

Dentro de la información obtenida de la Secretaría Nacional de Riesgos (2019); y, el Ministerio de Ambiente (2019) obtenemos que el 76,33% (26.221,27 hectáreas) de la superficie del Cantón Samborondón presenta una clasificación baja a lluvias intensas; y, el 23,67% (8.129,40 hectáreas) registra la clasificación de muy baja con respecto a la susceptibilidad a lluvias intensas.

Como se puede observar en el mapa casi en su totalidad se inunda, se concentran viviendas y es susceptible a un evento de inundación por desbordamiento del río Babahoyo, el cual llega hasta alrededor de 320 metros tierra adentro que van desde el margen derecho del río Babahoyo hasta el mercado central donde existe infraestructura que ha sido afectada.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La cuenca hidrográfica de río Babahoyo, posee materiales permeables que tienen una capacidad alta de infiltración, alimentando los acuíferos y disminuyendo la tasa de escorrentía eso implica que hay una alta concentración de aguas en las zonas bajas y llanas. El modelo de saturación muestra la presencia de limo y arcilla típicos de los suelos impermeables. provoca desbordamiento de agua, la frecuencia de drenaje es asocia con materiales impermeables, vegetación dispersa y relieve colinados, la misma que menciona que la cuenca tiene una baja capacidad de drenaje y alto potencial de erosión y un el volumen de recarga muy pobre.
- En los mapas generados se visualiza el riego por inundación de la subcuenca baja del río Babahoyo, en este caso el sector más perjudicado en la cabecera cantonal y sus recintos. La localidad de la cabecera cantonal de Samborondón presenta una zona susceptible de amenaza por inundación aproximadamente un 40% de su territorio ($15832 m^2$), el cual llega hasta unos 320 metros tierra adentro que van desde la margen derecha del río Babahoyo hasta el mercado central, donde existe infraestructura que han sido afectadas en el pasado.
- Es importante también conocer que al tener un DEM con mayor resolución, como en el que se trabajó, se determinara una mejor delimitación de la cuenca hidrográfica. La importancia de la herramienta permite identificar áreas y sectores de riesgo donde se debe completar mediante la creación de legislación donde se prohíba la construcción de viviendas o con otra infraestructura. Las nuevas herramientas que provee los SIG para la planificación territorial son importantes, pero este proceso debe ir acompañado de un levantamiento de información a detalle para una correcta toma de decisiones. Toda la población debe implementar y respetar la creación de

reglamentos en las zonas donde se limita el uso del suelo, así prevenimos generación de riesgos mayores y precautelamos la integridad de la población.

5.2. Recomendaciones

- Toda la población debe implementar y respetar la creación de reglamentos en las zonas donde se limita el uso del suelo, así prevenimos. Se recomienda obras de control de la escorrentía superficial con su debido mantenimiento, conservar la vegetación y/o vegetar en zonas erosionadas para prevenir amenazas que pongan en riesgo zona pobladas.
- Actualizar información de datos tomados luego de una inundación, es necesario revisar y/o actualizar el análisis hidrológico y los parámetros producto de ese evento, por ende, se deben actualizar periódicamente los mapas que son generados en la zona con el fin de mantener a la comunidad informada de cada cambio que se suscita en el sector.
- Los registros históricos de las estaciones hidrometeorológicas que dispone el país deben ser completos para cualquier investigación por lo cual se recomienda que el registro de datos sea controlado y en el mejor de los casos implementar instrumentos automáticos para que no existan datos faltantes debido a estos inconvenientes

Bibliografía

- Acaro, 2. y. (s.f.). calculo de caudales de crecidas, caso de estudio Cuenca del río Cabra.
- Arcón, R. (2017). Estudio metodológico de señalética y de rutas de evacuación en zonas españolas de riesgo de tsunami mediante técnicas geomáticas . Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València.
- Asamblea Cosntituyente. (7 de 05 de 2011). *Constitución de la República del Ecuador 2008*. Obtenido de www.asambleanacional.gob.ec:
https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Blodgett, T. M., & Townsend, D. (2007). PET/CT: form and function. *Radiology*, 242(2),.
- Burrough & McDonnell, 1. (s.f.). *guia para el desarrollo de simulaciones y simulacros de emergencias de desastres* .
- CAMAE, 2. (s.f.). *Análisis de los métodos de estimación de evaporación* .
- Campos, 1. (jueves de enero de 1998). *cuencas hidrográficas*.
- Cárdenas De La Ossa, J. (2022). Incorporación de la gestión del riesgo como determinante ambiental para el ordenamiento territorial en áreas susceptibles a inundaciones lentas. . En *Caso de estudio Vereda El Playón Bajo Sinú*. Córdoba, Colombia.
- Carrasco, D. (28 de 06 de 2013). *Investigación*. Obtenido de <http://grsanchez.blogspot.com>:
http://grsanchez.blogspot.com/2013/06/niveles-de-investigacion_28.html
- Cisneros, A., & Villanueva, G. (2017). Tecnologías apropiadas para mejorar las rutas de evacuación en caso de emergencia.
- Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización, 2. (s.f.).
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT. (21 de 07 de 2020). *Métodos Estadísticos Básicos*. Recuperado el 21 de 07 de 2020, de CIMAT, Centro de Investigación en Matemáticas A.C. Gobierno de México:
<https://www.cimat.mx/es/node/798>
- Dávila, D. (2016). Sistemas de alerta temprana ante inundaciones en América Latina.
- Farias, B. M. (2020). Plan de Gestión Sustentable de Riesgo de Inundación: Una Propuesta desde Carabobo, Venezuela. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres-REDER*, 4(1).
- Faustino, 2. (2006). *caracterizacion morfológica de la cuenca hidrográfica*.
- Flores, E. (2012). ¿Por qué ocurren las inundaciones? . La Prensa.

- Font, J. (2018). Ciudades adaptativas y resilientes ante el cambio climático. Estrategias locales para contribuir a la sostenibilidad urbana. . En *Revista Aragonesa de Administración Pública*, 52, (págs. 102-158.).
- García, J., Reding, A., & López, J. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *ELSEVIER*, 217.
- Gonzales de Vallejo, 2. (martes de junio de 2004). *Análisis de Riesgo por inundaciones* .
- Hardy, V. C., & Gallardo, O. (2019). Aprendizaje y resiliencia en la gestión local de riesgos de desastres. . *Luz*, 18(2),.
- Instituto Geográfico Militar, 2. (s.f.).
- Instituto Geográfico Militar, 2. (s.f.).
- Koch & Cabrera, 2. (s.f.). sistemas de información geografos .
- LA FAO, U. C. E. . (1990). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- López & Delgado, 2. (s.f.).
- Masa, R. (2019). IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, AMENAZAS Y VULNERABILIDAD.
- Medina, R. &. (2006). Inundación costera originada por la dinámica marina. *Ingeniería y Territorio*, 74,.
- Mita, H. (2018). Análisis espacial del calentamiento atmosférico en el altiplano norte del departamento de La Paz. Doctoral dissertation.
- Olcina, J. &. (2020). En *Medidas estructurales versus cartografía de inundación en la valoración del riesgo en áreas urbanas: El caso del barranco de las Ovejas*. Alicante, España.
- Park, 1. (jueves de enero de 2022).
- Pérez, M. (2015). Desastres climáticos: anticiparse para reducir el riesgo. En *Conocer los índices de amenazas y de vulnerabilidad de las regiones minimiza el impacto de los fenómenos meteorológicos, cada vez más frecuentes*.
- Plan cantonal de Ordenamiento Regional de Samborondón, 2.-2. (s.f.).
- Proaño, E. (2018). Evaluación del nivel de riesgo, amenaza y vulnerabilidades en las instalaciones de Protección Animal Ecuador (PAE) del Distrito Metropolitano de Quito, en el periodo julio-diciembre 2017. Quito: (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Robayo, L. (2014). Análisis de amenaza por inundación para la localidad de Tunjuelito, desarrollado a través de Sistemas de Información Geográfica.

- Rojas, O. e. (2014). Una revisión de inundaciones fluviales en Chile, período 1574-2012: causas, recurrencia y efectos geográficos. En *Revista de Geografía Norte Grande*, (57), (págs. 177-192.).
- Rossel, C. y. (martes de abril de 2022).
- Rossel, F. C. (1996). Las inundaciones en la zona costera Ecuatoriana: Causas, obras de protección existentes y previstas. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 25(3),.
- Sanchez, C. (2019). ESTUDIO PARA LA ZONIFICACION DEL RIESGO POR INUNDACION EN EL VALLE DE ABREGO NORTE DE SANTANDER. (Doctoral dissertation).
- Sánchez, L., & Martínez, Y. (2012). Inundaciones pluviales en una cuenca urbana aplicando el método de ponderación mixta. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 33(2), .
- Secretaria de Gestión de Riesgos, 2. (s.f.).
- Smeets, P. L., & Medema, G. e. (2010). Practical applications of quantitative microbial risk assessment (QMRA) for water safety plans. *Water Science and Technology*, 61(6), .
- Stoichita, V. (2006). Simulacros: el efecto Pigmalión: de Ovidio a Hitchcock (Vol. 47). . Siruela.
- Tijero, A. (2016). Implementación de un Sistema de Información Geográfica en la web para la gestión de redes de saneamiento.
- UCM . (15 de S.f de 2014). /www.ucm.es/data. Obtenido de /www.ucm.es/data: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/3-2014-12-17-Tema%205.%20Explosiones.pdf>
- Vaca, A. (2017). Análisis de la distribución espacial de albergues temporales en relación a una posible erupción del volcán Cotopaxi en el cantón Rumiñahui en el período 2015-2016 . (Bachelor's thesis, PUCE).
- Valencia, A. (2014). Diseño de un sistema de tratamiento de las aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis-Provincia de Chimborazo. Riobamba: (Bachelor's thesis).
- Vázquez, J. B. (2016). ESTABLECER LA VULNERABILIDAD Y EVALUAR EL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS INUNDACIONES PLUVIALES Y SOCAVACION DE PUENTES EN LA RED FEDERAL DE CARRETERAS. Publicación técnica 470.
- Wolman, 1., & Howardy Dolan, 1. (lunes de abril de 2021).
- Zapata, J. (07 de 2012). *Metodo Heuristico*. Recuperado el 21 de 07 de 2020, de Instituto Universitario Politécnico "SANTIAGO MARIÑO": <https:// analisisheurísticos.wordpress.com/metodo-heuristico/>

ANEXOS

Anexo 1. Memorias fotográficas

Fotografía 1,2 y 3. Reconocimiento de la zona de estudio en el perfil del río Babahoyo acompañado de la Dirección de Seguridad y Riesgos del GAD Samborondón.



(Erik Valencia, 2022)

Fotografía 4,5 y 6. Visita a campo recolección de datos utilizando un GPS y su antena para tener una mejor recepción y así mayor precisión.



(Erik Valencia, 2022)

Fotografía 7,8 y 9. Visita a campo, puntos de control utilizando estación topográfica en el punto de desboca dura del Rio Babahoyo



(Erik Valencia, 2022)

