



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“NIVEL DE RIESGO POR INUNDACIÓN DEL ÁREA URBANA
DEL DISTRITO DE CHILETE - PROVINCIA DE CONTUMAZÁ
- REGIÓN CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Adan Gerardo Mostacero Plasencia

Asesor:

Ing. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A DIOS

A Dios por guiarme en cada instante de mi vida, ayudándome a superar los obstáculos e iluminándome en cada momento.

A MIS PADRES

Quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mí apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me ha presentado, sin dudar ni un momento de mi capacidad.

A MIS HERMANOS

Porque siempre creyeron en mí y nunca me dejaron solo, en cada decisión que yo tomara en mi vida académica, gracias por estar en los momentos buenos y malos, siempre llevare en mi mente y en mi corazón todas las anécdotas compartidas a tu lado.

AGRADECIMIENTO

Para la realización del presente trabajo de investigación, conté con el apoyo de muchas personas, a las cuales quisiera agradecer.

A la Universidad Privada del Norte por ser guía durante mi vida universitaria, al igual de los profesores, que han sabido compartir sus conocimientos.

A Dios, por otorgarme tolerancia y fuerza para lograr mis objetivos viviendo en paz y armonía.

A mis queridos padres y hermanos, por su invaluable comprensión y apoyo incondicional.

A todas las personas, que de alguna manera me apoyaron.

¡Muchas gracias!

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Realidad problemática	11
1.1.1. Antecedentes	13
1.1.2. Bases teóricos y concepto	17
1.1.2.1. Inundación	17
1.1.2.2. Precipitación.....	17
1.1.2.3. Inundaciones Urbanas	17
1.1.2.4. Tipos de Inundaciones.....	18
1.1.2.5. Inundaciones en el Perú.....	18
1.1.2.6. Causas de las inundaciones	18
1.1.2.7. Aguas superficiales Ríos.	20
1.1.2.8. Cuenca Hidrográfica	20
1.1.2.9. Partes de una cuenca Hidrográfica	21
1.1.2.10. Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca	22
1.1.2.11. Área de la cuenca	22
1.1.2.12. Longitud del cauce principal	22
1.1.2.13. Perímetro de la cuenca	22
1.1.2.14. Forma de la cuenca.....	22
1.1.2.15. Coeficiente de compacidad o Índice de Gravelius	23
1.1.2.16. Ancho promedio	23
1.1.2.17. Factor de Forma	23
1.1.2.18. Sistema de Drenaje.....	23
1.1.2.19. Orden de los causes	23
1.1.2.20. Densidad del Drenaje	24
1.1.2.21. Frecuencia de los Ríos.....	25
1.1.2.22. Elevación del terreno.....	25
1.1.2.23. Altitud media de la cuenca	25
1.1.2.24. Curva Hipsométrica.....	25
1.1.2.25. Polígono de frecuencia de altitudes.....	25
1.1.2.26. Pendiente media del cauce principal	26
1.1.2.27. Pendiente media de la cuenca.....	26
1.1.2.28. Pendiente	26
1.1.2.29. Pendiente de la Cuenca	26
1.1.2.30. Escorrentía Superficial	27
1.1.2.31. Cálculo de la Escorrentía.....	28

1.1.2.32.	Coeficiente de escorrentía	28
1.1.2.33.	Precipitación efectiva	29
1.1.2.34.	Retención de la Cuenca	29
1.1.2.35.	Coeficiente de agotamiento	29
1.1.2.36.	Gasto de retención	29
1.1.2.37.	Vulnerabilidad	29
1.1.2.38.	Vulnerabilidad Social:	30
1.1.2.39.	Vulnerabilidad Económica:	30
1.1.2.40.	Vulnerabilidad Ambiental:	31
1.1.2.41.	Peligro	31
1.1.2.42.	Riesgo	31
1.2	Formulación del problema	31
1.3	Justificación	32
1.4	Limitaciones	32
1.5	Objetivos	33
1.5.1.	Objetivo General	33
1.5.2.	Objetivos Específicos	33
1.6	Hipótesis	33
1.6.1.	Hipótesis General	33
1.6.2.	Hipótesis Específica	33
1.7	Operacionalización de la Variable	34
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA		35
2.1	Tipo de investigación	35
2.2	Población y muestra	35
2.3	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	35
2.4	Metodología para evaluar el nivel de riesgo ante inundaciones	36
2.5	Procedimiento para recolección de datos	36
2.6	Procedimiento para el análisis de la información	37
2.7	Aspectos éticos	44
CAPÍTULO III. RESULTADOS		46
3.1	Identificación y delimitación de la subcuenca de la quebrada de Huertas.	46
3.1.1	Aspectos generales de la zona de estudio	46
3.1.2	Ubicación de la Quebrada de Huertas	48
3.1.3	Delimitación de la sub cuenca	48
2.1.3.1.	Modelo de elevación digital (MED)	49
2.1.3.2.	Dirección de flujo	50
2.1.3.3.	Acumulación de flujo	51
2.1.3.4.	Definición de la red de drenaje	51
2.1.3.5.	Delimitación de la sub cuenca hidrográfica	52
3.2	Características geomorfológicas de la quebrada Huertas.	53
3.2.1	Parámetros de la Forma	53
2.2.2.1.	Área de la sub cuenca	53

2.2.2.2.	Longitud de la sub cuenca	54
2.2.2.3.	Ancho de la cuenca	54
2.2.2.4.	Perímetro de la sub cuenca	54
2.2.2.5.	Índice de Gravelius	54
2.2.2.6.	Coefficiente de Forma Kf	55
3.2.2	Parámetros de Drenaje	56
3.2.3	Patrón de drenaje	56
3.3	Cálculo de escorrentía o escurrimiento superficial de toda el área de sub cuenca de la quebrada Huertas basado en Método Racional	57
3.3.1	Determinación del Tiempo de concentración.	57
3.3.2	Determinación del Coeficiente de Escorrentía.	58
3.3.3	Intensidad de Diseño.....	59
3.3.4	Estimación de la intensidad de la precipitación	60
3.3.5	Coefficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas.....	61
3.3.6	Periodo de Retorno	62
3.3.7	Tipo de suelo.....	65
3.3.8	Escorrentía de la Cuenca Huertas	65
3.3.9	Caudal Máximo.....	65
3.4	Identificación de la zona de Riesgo por inundación de la Quebrada Huertas.....	66
3.4.1	Densidad Poblacional	66
3.4.2	Determinacion de riesgo por inundacion a traves del modelo determinista.....	67
3.4.3	Criterios de Peligrosidad.....	67
3.4.4	Estimación del nivel de peligrosidad	68
3.4.5	Estimación de la vulnerabilidad.....	71
3.4.6	Estimación de Riesgo por inundaciones Fluviales	74
3.4.7	Identificación de la zona de riesgo	76
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		78
REFERENCIAS		81
ANEXOS		84
ANEXO N° 1: DOCUMENTO EXPEDIDO POR LA MUNICIPALIDAD		85
ANEXO N° 2: REGISTRO FOTOGRAFÍCO.....		86
ANEXO N° 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....		89
ANEXO N° 4: VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.		90
ANEXO N° 5: PROCEDIMIENTO PARA OBTENER EL ÁREA, PERÍMETRO, Y LONGITUD		92
ANEXO N° 6 EVIDENCIA DEL PROCEDIMIENTO PARA OBTENER EL ÁREA, PERÍMETRO, Y LONGITUD.....		93
ANEXO N° 7: DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA CONTUMAZA.....		99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Otros factores que ocasionan daños en caso de inundación</i>	19
Tabla 2	<i>Materiales a utilizar</i>	35
Tabla 3	<i>Área de la cuenca</i>	37
Tabla 4	<i>Forma de la cuenca</i>	37
Tabla 5	<i>Clase de Forma de valores de la forma</i>	38
Tabla 6	<i>Rangos aproximados de la densidad de drenaje</i>	38
Tabla 7	<i>Rangos aproximados de la pendiente media del cauce principal</i>	38
Tabla 8	<i>Rangos aproximados de la pendiente de la cuenca</i>	39
Tabla 9	<i>Coefficientes de escorrentía método racional</i>	40
Tabla 10	<i>Rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones</i>	43
Tabla 11	<i>Periodos de retorno</i>	43
Tabla 12	<i>Estimación de peligrosidad</i>	44
Tabla 13	<i>Coordenadas de ubicación de Zona de Estudio</i>	47
Tabla 14	<i>Parámetros geomorfológicos de la subcuenca de la Quebrada Huertas</i>	53
Tabla 15	<i>Tiempo de duración vs Intensidad de la lluvia (mm/hr)</i>	60
Tabla 16	<i>Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias</i>	61
Tabla 17	<i>Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia</i>	61
Tabla 18	<i>Periodo de retorno para T = 25 años</i>	62
Tabla 19	<i>Intensidades – Tiempo de duración</i>	64
Tabla 20	<i>Escorrentia de la Cuenca Huertas</i>	65
Tabla 21	<i>Caudal Máximo</i>	66
Tabla 22	<i>Rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones</i>	67
Tabla 23	<i>Rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones</i>	68
Tabla 24	<i>Períodos de retornos</i>	68
Tabla 25	<i>Rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones</i>	69
Tabla 26	<i>Tipos de vulnerabilidad ante inundaciones fluviales</i>	71
Tabla 27	<i>Vulnerabilidad Total</i>	73
Tabla 28	<i>Nivel del riesgo</i>	74
Tabla 29	<i>Coordenadas de la Zona de Riesgo</i>	76

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Causas de Inundaciones.....	19
<i>Figura 2</i> Partes de una Cuenca Hidrográfica	21
<i>Figura 3</i> Red de drenajes.....	24
<i>Figura 4</i> Infiltración y escorrentía superficial.....	27
<i>Figura 5</i> Imagen satelital de la zona de estudio	46
<i>Figura 6</i> Área de estudio de la sub cuenca quebrada de Huertas.....	48
<i>Figura 7</i> Imagen raster generada en ArcGIS con las cartas Nacionales	49
<i>Figura 8</i> Mosaico de modelado 3D del área de estudio	50
<i>Figura 9</i> Raster de Dirección de Flujo	50
<i>Figura 10</i> Raster de flujo acumulado	51
<i>Figura 11</i> Shape de Red Hidrológica.....	52
<i>Figura 12</i> Delimitación de la sub cuenca hidrográfica	52
<i>Figura 13</i> Número de orden de cauces.....	56
<i>Figura 14</i> Regrasió n T= 25 años.....	63
<i>Figura 15</i> Curva I-D-F de la Cuenca	64
<i>Figura 17</i> Identificación de la zona de riesgo	76

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad</i>	54
Ecuación 2 <i>Coeficiente de Forma</i>	55

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar el nivel de riesgo por inundación en el área urbana del distrito de Chilete – Provincia de Contumazá – Región Cajamarca. Se aplicó una investigación No experimental, descriptiva, para lo cual se seleccionó como población la quebrada de Huertas, para la recolección de datos se aplicó una ficha de registro de datos. Obteniendo como resultados que la subcuenca de la quebrada de Huertas, cuyo estudio se logra determinar que la misma tiene un área 100, 784 km² clasificada como pequeña, con un perímetro de 42,333 km. Un índice de Gravelius de 1, 3201, un coeficiente de forma de 0,72 y un coeficiente de escorrentía de 0,52. En cuanto a la zona de riesgo se identificó un nivel alto de vulnerabilidad de 56%, los factores que está influyendo de manera directa en la vulnerabilidad son el material de las viviendas, la ubicación de las casas, la vulnerabilidad de la población, la falta de conocimientos, construcciones en el cauce del canal entre otros.

Palabras clave: Nivel de riesgo, Vulnerabilidad, sub cuenca, Inundaciones.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El medio ambiente producto de múltiples factores cada día aumento su deterioro ocasionando graves consecuencias como los desastres naturales. Situación que cada año cobra la vida de miles de personas lo cual hace urgente de fomentar cambios de comportamientos y concepciones sobre el riesgo que existe al transformar el territorio. Cada vez se observa como estas actitudes, en ocasiones irracionales impulsan a las personas a construir en sitios inseguros, asumiendo actitudes poco favorables que ponen en riesgos a ciertos territorios o poblaciones, ante posibles inundaciones, producto de efectos naturales, las precipitaciones, tormentas, fenómenos como el niño, huracanes entre otros que generan un exceso de agua en los ríos que sobrepasa su límite provocando posibles desbordamiento. No obstante a pesar que las inundaciones han estado presentes en la historia a lo largo de la historia, es evidente que son uno de los eventos naturales que cada vez más afectan de manera contundente a las poblaciones y que provocan incomunicación, pérdidas humanas, materiales y económicas (Vergara, Ellis, Cruz, Alarcón, & Galván, 2011).

El entorno físico del Perú está propenso a inundaciones repentinas ya que son montañas jóvenes y todavía están tectónicamente activas. Dado que esta zona experimenta elevación, se caracteriza por presentar fuertes pendientes y alta tasa de erosión superficial. Además de las condiciones geológicas, la intensa temporada de precipitación especialmente durante la estación de verano, son causantes de distintos tipos de peligros naturales. Siendo las inundaciones una de las formas más comunes de desastres naturales de la región, con presencia de intensas lluvias o aguaceros que

causan inundaciones devastadoras en las montañas medias (500-3,500 msnm), así como también el derretimiento rápido de la nieve acumulada durante el invierno es también causa de las inundaciones, (CENEPRED, 2014).

La región de Cajamarca no está exenta de esta problemática y también se encuentra amenazada por fenómenos de origen tanto Geológico, como Climático. Los fenómenos de origen Geológico están relacionados con la erosión, disolución, movimientos sísmicos y erupciones volcánicas y las de climático pueden producir deslizamientos y desprendimientos en las laderas, coladas de tierra, derrubios, aterramientos y hundimientos. Todos los hechos antes mencionados nos conllevan a poner interés, lo que puede suceder en la quebrada de Huertas, la que está ubicada al norte del Perú en la región Cajamarca, provincia de Contumazá y forma parte de la vertiente del pacífico, quebradas por donde discurren las aguas, o los huaycos donde los corrimientos de tierras se hacen presentes en periodos excepcionales como El Niño, derrumbes hacia la cara libre de la quebrada que aportan material suelto susceptible de ser acarreado como huayco, derrumbes y deslizamiento que afectan los tramo de las carreteras (Mendoza, 2017).

La zona urbana de Chilete, en los últimos años ha presentado un crecimiento acelerado de construcción de asentamientos humanos construyendo vivienda en condiciones precarias y vulnerables a inundaciones, en las fajas de la quebrada Chilete, a pesar que en la Ley 29869, prohíbe ocupar y construir vivienda que pudieran poner en riesgo la integridad de las personas, y exponerse a consecuencias desastrosas por su exposición ante la posibilidad de una crecida, las personas continúan construyendo y ocupando la faja marginal de la quebrada (El Peruano, 2012).

Es por esto que el presente trabajo de investigación se estima conocer el nivel de riesgo por inundación del área urbana del Distrito de Chilete, provincia de Contumazá - Región Cajamarca.

1.1.1. Antecedentes

Internacional

Nova, Ordoñez, & Aguilar, (2020), publicaron un artículo científico titulado; “Evaluación del nivel de la vulnerabilidad ante el fenómeno de inundación en Montería – Colombia”. El objetivo fue estudiar la vulnerabilidad ante el fenómeno de inundación, mediante la elaboración de una herramienta que le ayudara a estimar iables para inundaciones con sus respectivos indicadores, complementada con una matriz MAFE, información primaria y técnicas cartográficas. Se obtuvo como resultados que la vulnerabilidad en el área de estudio está, en mayor proporción, en los rangos de media a alta, siendo el emplazamiento, el estado de las viviendas y las condiciones socioeconómicas, los indicadores más relevantes. Como conclusión se determinó que vulnerabilidad ante la ocurrencia del fenómeno de inundación en el área de estudio llega alcanzar niveles que van desde de Media y Alta, lo cual se encuentra condicionado por factores físicos y sociales, como el emplazamiento al borde del río, el nivel educativo, los materiales utilizados en la construcción de las viviendas, el número de habitantes por vivienda.

La investigaciones realizada por Hernández, Barrios, & Ramírez, (2017), publicada en la Revista de Tecnología y Ciencia del Agua, de Mexico, cuyo objetivo fue desarrollar y poner en practica una metodologia que permite analizar el riesgo por inundación en cuencas urbanas, aportando información requerida para las autoridades o personas que toman de decisiones para mitigar los daños que pudiera

ocasionar las mismas. Dicha investigación se centra en el análisis de la cuenca urbana del río Atemajac, Jalisco, México, donde cada año hay surgen graves consecuencias por el desbordamiento del cauce principal del río, ocasionando severos daños. Los resultados evidencian las zonas consideradas como de riesgo y de alta vulnerabilidad que afecta el río Atemajac por tramos, según las características presentes a lo largo de cauce del río. La metodología presenta dos enfoques uno el determinista y otro paramétrico, con lo cual se logra un análisis de riesgo más global y completo. Con el modelo determinista (basado en modelación numérica, mediante el uso del software HEC-RAS, y determinación de daños) se generaron los mapas de inundación y daños para 50 y 100 años de periodo de retorno, y el modelo paramétrico permitió conceptualizar la vulnerabilidad de los parámetros social, económico, físico y ambiental. Dicha investigación es de gran aporte metodológico para la elaboración de la presente investigación.

Nacional

Espire & Flores, (2019) de la Universidad de Trujillo, elaboraron un trabajo de investigación titulado; “Evaluación de riesgo y análisis de la vulnerabilidad ante amenazas de inundación en el centro poblado Huancaquito Bajo, Distrito de Virú, Provincia de Virú, 2018”. Su objetivo fue evaluar y analizar la vulnerabilidad del sector, utilizando como mecanismo el levantamiento topográfico, estudio de suelo y el estudio hidrológico de la estación hidrométrica Huacapongo. Dichos estudios permitieron el modelamiento y el análisis hidráulico lo cual permitió el modelamiento y análisis hidráulico evaluando los caudales de máximas avenidas en diferentes periodos de retorno. Se utilizó como metodología para la evaluación el riesgo la del Centro Nacional de Estimación y Reducción de Riesgo Desastre (CENEPRED), para determinar los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad. Como

resultados se obtuvo que los caudales extraordinarios para el periodo de retorno de 11, 73, 174, 225 y 475 años es de 128,02; 308,99; 428,58; 469,26 y 602,83 m³/s. Se lograron identificar la peligrosidad como nivel alta, y un 74,11% de evaluación de riesgo considerando un estrato alto.

Para Loyola, (2019), de la Universidad Cesar Vallejo realizo una tesis titulada; “Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad”. EL objetivo fue evaluar el nivel de riesgo por inundación generado por la quebrada del cauce del Rio Grande, utilizando como metodología el Manual Básico para la estimación del riesgo del instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) recopilando datos de tipo social, económica, geológica y ambiental. Se utilizó la observación directa, la entrevista y la encuesta. Como resultado se logró determinar que el nivel de peligrosidad es alto y el nivel de vulnerabilidad tanto científica como educativa es alta, mientras que la vulnerabilidad física, económica, social y política es alta.

Local

Rivasplata, (2019), de la Universidad Nacional de Cajamarca elaboró una tesis titulada: “Generación de escorrentía superficial a partir de información climática en la sub cuenca de la quebrada Huertas, Chilete, Cajamarca”. Su objetivo fue estimar los caudales medios mensuales de la cuenca de la quebrada Huertas, para lo cual se basó en el modelo determinístico estocástico de Lutz Scholz, basado en un periodo que va desde 1987 – 2016, considerando el punto de confluencia con el Rio Chilete. Dentro del procedimiento se recopiló información climatológica de 8 estaciones cuyos resultados fueron utilizados para el cálculo de los parámetros de precipitación media de la cuenca, coeficiente de escorrentía, precipitación efectiva, retención,

abastecimiento etc. Dentro del resultado se destaca la relación directa con las precipitaciones, siendo mayores en los meses lluviosos obtenido un valor de 2.53m³/seg a 0.41 m³/seg para los meses lluviosos y 0.16m³/seg a 0.25m³/seg para los meses de estiaje. En cuanto a los caudales que se generaron mediante el modelo estos superan a los caudales medidos, debido a múltiples factores; dentro de los que se mencionan que en la cuenca existen infraestructura de riego (canales), el cual es utilizado para el riego, otro factor es la diferencia de las fechas de la información pluviométrica que se utilizó, debido a que para el modelo se consideró la generación de caudales 1987-2016 y el aforo se realizó en el 2018. Dicha investigación es fundamental y de gran aporte para el estudio realizado debido a la metodología utilizada para generar la escorrentía superficial, cuyos resultados sirvieron de contraste debido a que se consideró la misma quebrada de estudio.

De igual manera Mendoza, (2017), de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo elaboro una tesis titulada; “Evaluación del riesgo por inundación en la Quebrada Romero, Distrito de Cajamarca, periodo 2011 – 2016”, cuyo objetivo estuvo centrado en establecer el nivel de riesgo por inundación en la quebrada Romero. Se utilizó para su elaboración el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (02 versión - 2014) del CENEPRED, para determinar el nivel de peligrosidad de la quebrada, y de vulnerabilidad de las familias aledañas, para luego en función del análisis realizar las propuestas que ayuden a minimizar el riesgo del sector. Se utilizó como técnicas, la observación, la obtención de datos meteorológicos, la generación de mapas, la selección de viviendas al azar y la entrevista. Se llegó a la conclusión que el nivel tanto de peligrosidad como de vulnerabilidad es alto, por lo que se ha obtenido que el nivel de riesgo en la quebrada Romero es alto.

1.1.2. Bases teóricas y concepto

1.1.2.1. Inundación

Como aspecto teórico se maneja el término de inundación que consiste en una elevación progresiva y anormal en un momento determinado del agua puede ser por razones naturales, como un arroyo, una quebrada o río. Ocasionando daños a las zonas urbanas, agricultura o ganadería, originadas bien sea por lluvia o fenómenos naturales. En otras palabras, consiste en la exposición de la población, igualmente que sus elementos o pertenencias ante a amenazadas ante la amenaza de inundación (UNISDR, 2009).

1.1.2.2. Precipitación

Las precipitaciones son una parte fundamental del ciclo hidrológico. Se definen como la caída del agua en estado líquido (lluvia) o sólido (nieve y granizo) hacia la superficie terrestre. Dichas precipitación son generadas por las nubes, y una vez que alcanzan un punto de saturación, cae a la tierra en forma de gotas, nieve o pedazos de hielo (Ortiz, 2016).

1.1.2.3. Inundaciones Urbanas

Las inundaciones urbanas son aquellas que ocurren en sitios con una alta densidad de población, donde por lo general carecen de un sistema de alcantarillado y drenaje óptimo y los caudales del agua están obstruidos e impiden la fluidez del agua ante un evento de lluvias intensas ocasionando represión o aumento bien sea progresivo o violento de las aguas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015).

1.1.2.4. Tipos de Inundaciones

Las inundaciones se pueden ser producidas por aspectos fluviales o pluviales. Las inundaciones fluviales, son las inundaciones cuyo origen es generado por el agua desbordada de los ríos quedando expuestas a la superficie de un terreno determinando. Se diferencian de las inundaciones pluviales estas pueden ser originadas por lluvias ocurridas en cualquier parte de la cuenta desbordando al río y afectando el terreno cercano. Mientras que las inundaciones pluviales son producidas por el exceso de lluvia que cae en un terreno ya saturado, se genera la inundación debido a que el terreno comienza a acumularse grandes cantidades de agua hasta que comienza a evaporarse y secar el terreno para ser utilizado, (CENEPRED, 2014).

1.1.2.5. Inundaciones en el Perú

Las inundaciones en el Perú tienen mayor intensidad en los meses de noviembre a abril debido a la temporada de lluvia en la Región Andina, ocasionando daños a las infraestructuras, pérdidas de vidas humanas, colapsos de las viviendas, alcantarillado, pozos, captaciones de agua o daños de cultivos entre otros, que son comunes en las costas peruanas, afectados principalmente por el fenómeno El Niño y la Niña tienen una gran influencia en el país porque los caudales de los ríos que bajan de la región andina a la costa aumentando varias veces su magnitud desbordándose y ocasionando daños a las ciudades, (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015).

1.1.2.6. Causas de las inundaciones

Las causas de las inundaciones pueden ser muy diversas pero el daño es directamente proporcional a sus causas. Dependiendo de la magnitud de las

inundaciones son el daño que se pudiera generar ocasionando consecuencias graves dentro de las causas se destacan las siguientes:

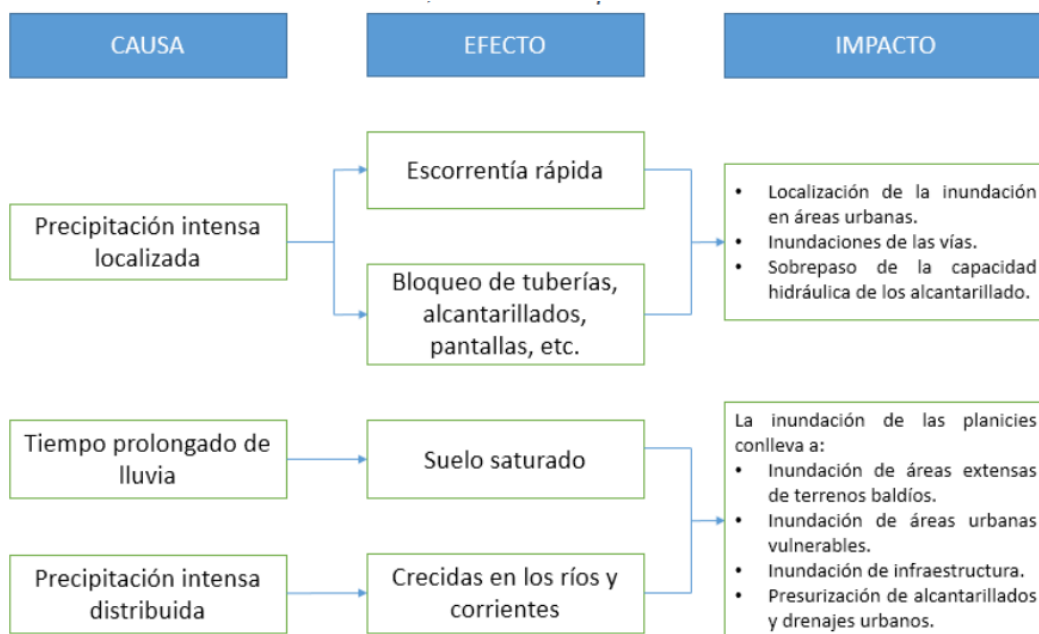


Figura 1 Causas de Inundaciones

Fuente: Baron, (2012)

Según Baron, (2012), existen otros factores que causan efectos negativos ante un evento de inundación que por lo general están relacionados con el nivel del agua, como factor principal para calificar los daños que se ocasionan por una inundación, sin embargo existen otros factores como por ejemplo:

Tabla 1

Otros factores que ocasionan daños en caso de inundación

Factores	Descripción
Velocidad	La fuerza adicional crea el riesgo de colapsos, arrastre de personas y reduce el tiempo de respuestas para poder evacuar la zona.
Duración	Una larga duración daña los materiales y causa problemas de salud (vectores, infecciones, enfermedades)

Sedimentos	Genera daños a equipos mecánicos y trae problemas posteriores por la limpieza
Frecuencia	Una alta frecuencia genera daños en estructuras y equipos.
Materiales de construcción	Metales o ladrillos son más resistentes que madera, cales u otros materiales.
Condiciones	Las condiciones y calidad de las construcciones pueden determinar la magnitud de los daños
Edad	Normalmente a mayor edad, los materiales estarán más deteriorados y propensos al daño.
Medida de Alertas	Buenos sistemas de alerta permiten tomar medidas y reducir el daño

Fuente: Tomado de Amaya, (2017)

1.1.2.7. Aguas superficiales Ríos.

Los ríos se caracterizan por su longitud, área drenada y su volumen de escurrimiento medio anual. Los ríos en el Perú alcanzan sus máximos caudales en las temporadas de lluvia ocasionando en desbordes en sus cuencas por múltiples factores. La cuenca hidrológica como unidad del territorio, se diferencia de otras unidades, tiene una gran diferencia a que está delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas - aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación, esta posición le permite una mayor afluencia del agua en dicha unidad en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto que esta puede ir hasta llegar al mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar (Comisión Nacional de Derechos Humanos, 2018).

1.1.2.8. Cuenca Hidrográfica

Las cuencas Hidrográficas constituyen una unidad geográfica o territorio drenado por un único sistema natural, incluida en ella las aguas provenientes de las

precipitaciones o la nieve derretida, las cuales convergen en un único punto en una área del terreno abajo que representa la salida de toda esa agua al mar. Estas pueden dividirse en dos tipos principales: cuencas endorreicas, que son aquellas que no llegan al mar, cuya formación es el resultado de la formación de sistemas de agua estancada (como lagos o lagunas); y las cuencas exorreicas, que son aquellas que sí llegan al mar y que por lo tanto no quedan encerradas entre los diferentes conjuntos de montañas (INGEMMET, 2017).

1.1.2.9. Partes de una cuenca Hidrográfica

Las Cuencas se componen según la literatura consultadas en tres partes;

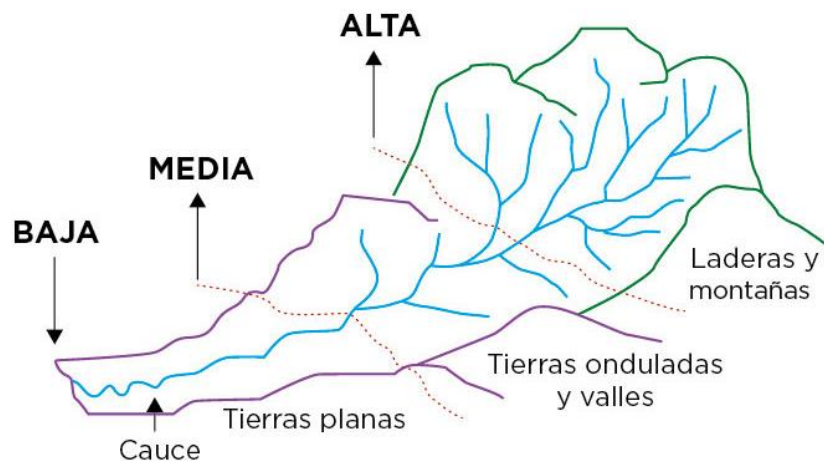


Figura 2 Partes de una Cuenca Hidrográfica

Fuente: Tomado de (World Visión, 2013)

a) *Alta*: Corresponde a la cabecera del cerro donde se produce el nacimiento de agua; b) *Media*: corresponde a la parte de la cuenca en donde existe un equilibrio entre el material sólido que llega por la corriente y el material que sale de ella; c) *Baja*: Corresponde a la zona donde se deposita todo el material desprendido de las zonas altas prevaleciendo el proceso de sedimentación, (Dominguez, 2015).

1.1.2.10. Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca

Para el análisis de la cuenca hidrográfica se requiere como primer punto es necesario que se identifiquen sus principales características mediante los parámetros de forma, relieve y red de drenaje para poder determinar tanto su movimiento como su capacidad de captación de agua de lluvia (Gaspari, Rodríguez , Senisterra, Delgado, & Besteiro, 2015)

1.1.2.11. Área de la cuenca

Se define como la proyección horizontal que representa toda el área de drenaje de un sistema de esorrentía dirigido de forma directa o indirectamente a un mismo cauce natural (CENEPRED, 2014).

1.1.2.12. Longitud del cauce principal

Consiste en la distancia o recorrido del río desde el punto más lejano (cabecera de la cuenca) hasta la desembocadura de la cuenca, expresado en unidades de longitud (Gaspari, *et. al.*, 2015).

1.1.2.13. Perímetro de la cuenca

Consiste en delinear o medir la línea envolvente de la cuenca por la división de aguas topográficas, (Gaspari, *et. al.*, 2015).

1.1.2.14. Forma de la cuenca

Se caracteriza por emplear varios parámetros relacionados con el área, perímetro o la longitud del cauce de agua más largo desde el punto de desembocadura. Los índices más utilizados son: el Coeficiente de compacidad o Índice Gravelius y el factor forma, (Gaspari, *et. al.*, 2015).

1.1.2.15. Coeficiente de compacidad o Índice de Gravelius

El coeficiente de compacidad permite definir el límite de la forma y la superficie que comprende la cuenca, el cual tiene influencia sobre los escurrimientos y sobre el fluido del agua después de una precipitación. El K_c permite relacionar el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo de área equivalente al de la cuenca. Su ecuación es $K_c = P / (2\sqrt{A})$, (Gaspari, *et. al.*, 2015).

1.1.2.16. Ancho promedio

Cosiste en la relación entre la superficie de la cuenca con longitud axial (L_a), (Gaspari, *et. al.*, 2015).

1.1.2.17. Factor de Forma

Consisten en indicar como se regula la concentración de escurrimiento superficial. Se expresa como el cociente entre el ancho promedio de la cuenca y la longitud axial o longitud del río desde su punto más alto, (Gaspari, *et. al.*, 2015).

1.1.2.18. Sistema de Drenaje

Consiste en determinar el sistema de drenaje de la cuenca. Está constituido por el cauce principal y sus cauces tributarios o afluentes, (Ibáñez, Moreno, & Gisbet, 2016)

1.1.2.19. Orden de los causes

Los órdenes de los causes consiste en cuantificar la magnitud de la red de drenaje en la esorrentía directa y se relaciona estrechamente con la cantidad de ramificaciones de la red del drenaje. Para su ordenación y numeración se comienza desde donde nace la cuenca hacia su desembocadura, (Ibáñez, Moreno, & Gisbet, 2016).

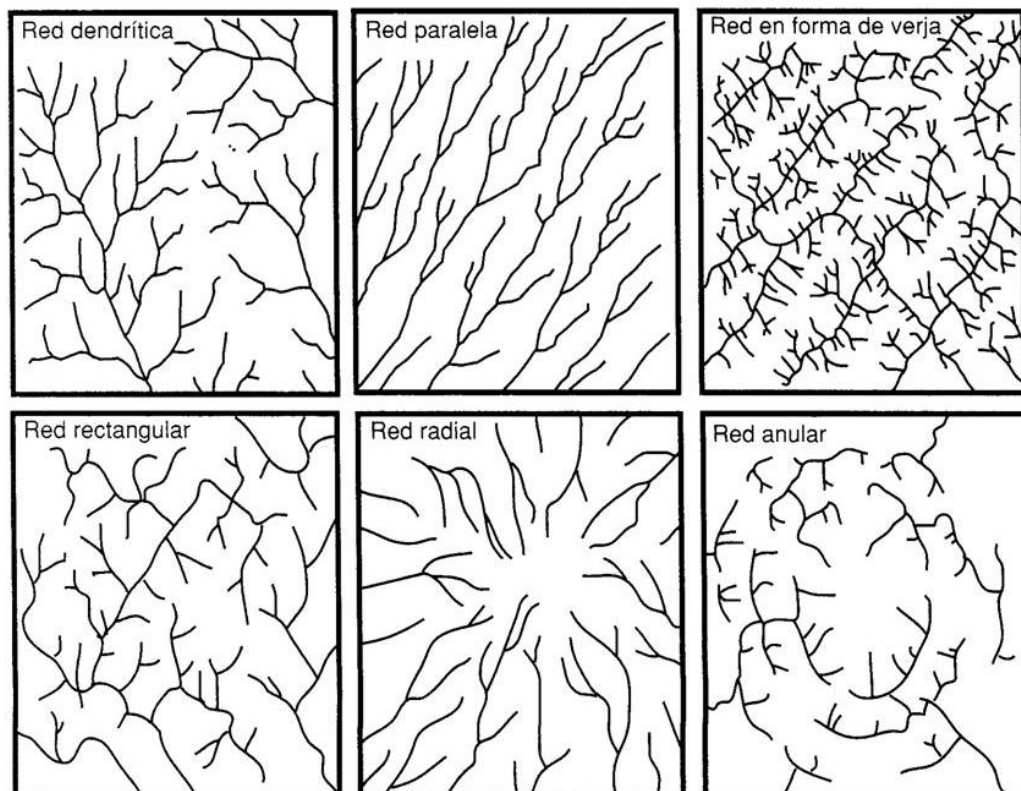


Figura 3 Red de drenajes

Fuente: Tomado de Dominguez, (2015)

Entonces se observa que a cuando el número de orden es mayor, también es mayor el potencial erosivo, así como es mayor el transporte de sedimentos y por tanto es mayor también la componente de escurrimiento directo, (Ibáñez, Moreno, & Gisbet , 2016).

1.1.2.20.Densidad del Drenaje

La densidad de drenaje indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua tanto regulares como irregulares y la superficie. Lo que ayuda a expresar la capacidad de drenar un volumen de agua dado, (Ortiz, 2016).

1.1.2.21.Frecuencia de los Ríos

La frecuencia de los ríos muestra el valor del número de ríos en km², consiste en relacionar la sumatoria total del orden de todos los cauces de los ríos de la cuenca con la superficie total, (Ortiz, 2016).

1.1.2.22.Elevación del terreno

El estudio de la elevación del terreno consiste en determinar la elevación con respecto al nivel del mar el cual influye en el resultado de la pendiente de la cuenca para lo cual es necesario conocer la altitud media de la cuenca y la curva hipsométrica, (Dominguez, 2015).

1.1.2.23.Altitud media de la cuenca

Consiste en representar los aspectos climáticos y naturales que se relacionan en la cuenca mediante un patrón climático de la zona, (Dominguez, 2015) .

1.1.2.24.Curva Hipsométrica

Representa mediante una curva de una cuenca y representan las elevaciones en metros sobre el nivel del mar y en el eje x, mientras que en el eje Y el porcentaje del área de la cuenca por encima de la elevación indicada (Dominguez, 2015).

1.1.2.25.Polígono de frecuencia de altitudes

Representa la gráfica de distribución de áreas ocupadas por las diferentes altitud que sirve como complemento de la curva hipsométrica (Gaspari, Rodríguez , Senisterra, Delgado, & Besteiro, 2015).

1.1.2.26. Pendiente media del cauce principal

Es la influencia topográfica existente en el proceso de erosión de una cuenca, y en formación de descargas altas y se representan a mayores o menores grados de penitente (Dominguez, 2015).

1.1.2.27. Pendiente media de la cuenca

Dicho índice representa un valor de todas las pendientes en las diversas zonas topográficas. Condiciona la velocidad de escurrimiento directo, (Dominguez, 2015) .

1.1.2.28. Pendiente

Se refiere al declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de una vertiente, es un concepto que permite medir el grado de inclinación del terreno. En otras palabras consiste en la relación entre el espacio recorrido verticalmente y el espacio recorrido horizontalmente. La misma se determina a partir de la diferencia de Cotas de un Terreno y la distancia longitudinal entre los puntos, (Consorcio Río Garagoa, 2018).

1.1.2.29. Pendiente de la Cuenca

Consiste en un parámetro e indicador fundamental del estudio de toda la cuenca, cuya relación con la infiltración, la escorrentía superficial, la humedad del suelo, y la contribución del agua subterránea a la escorrentía es proporcional. Su importancia radica en que esta controla el tiempo de escurrimiento y concentración de la lluvia en los canales de drenaje, y tiene una relación directa con la magnitud de las crecidas (Torrero, 2014).

Su importancia radica en que en medida que la pendiente del terreno es menor y mayor es la cobertura de la capa vegetal necesariamente la velocidad del

escurrimiento se retrasa, generando así una mayor infiltración del agua superficial, (Torrero, 2014).

1.1.2.30. Escorrentía Superficial

Consiste en el agua que procede de las precipitaciones, la misma circula por la superficie y se concentra en los cauces. La misma va a depender de las características del terreno una vez saturado el suelo con las primeras lluvias y capacidad de infiltración del terreno es menor que la intensidad de la lluvia, esta agua de lluvia cuando se desplaza por toda la superficie de la zona, crea una capa delgada de agua que se transporta mediante la gravedad y dependiendo de factores como la pendiente del terreno, las irregularidades del suelo y la presencia de vegetación para incorporarse a la red de drenaje y constituir la escorrentía total, (Rodrigo, Taguas , Seeger, & Ries, 2019).

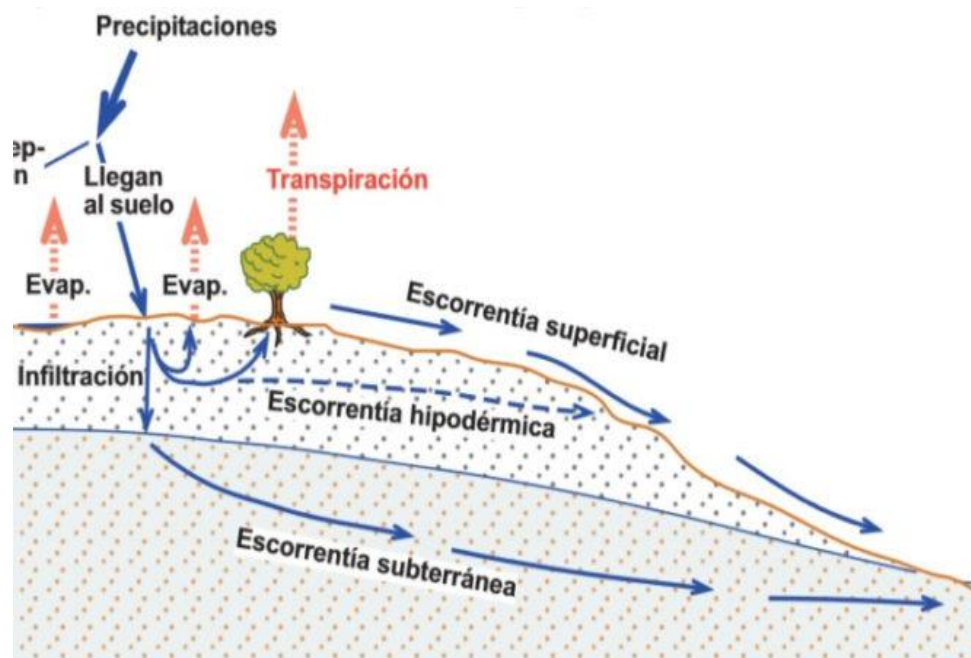


Figura 4 Infiltración y escorrentía superficial
Fuente: Tomado de Bardales, (2010)

1.1.2.31. Cálculo de la Escorrentía

Para el cálculo de la Escorrentía Superficial a partir de un fuerte aguacero utilizando los siguientes métodos los mismos se detallan a continuación:

a). Estimación de la Escorrentía a partir de los datos de aforos: Se basa en la hipótesis de que en la época estival el caudal de un río procede exclusivamente de la descarga que los acuíferos han realizado al mismo, ya que el período estival es un período de escasez o ausencia de lluvias, por lo que las únicas aportaciones que recibe el río proceden del flujo subterráneo, ya que dicho flujo es continuo, siempre y cuando no existan zonas de deshielo próximas, las cuales se pueden encontrar aún .en proceso de deshielo (Alicaresp, 2019).

b). Estimación de la Escorrentía a partir de la determinación del coeficiente de escorrentía; El coeficiente de escorrentía expresa la relación existente entre la Escorrentía Superficial o precipitación neta y la precipitación total. Una vez conocido este coeficiente, la Escorrentía se calcula multiplicando dicho valor por la precipitación total. El coeficiente de escorrentía no es fijo, sino que varía con el tiempo y el espacio en una misma cuenca. Generalmente se adoptan valores medios del coeficiente. El coeficiente medio durante un intervalo de tiempo se define como el cociente entre la lluvia neta y la lluvia total caída durante dicho intervalo de tiempo (Alicaresp, 2019).

1.1.2.32. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es la relación que existe entre la precipitación que circula superficialmente y la precipitación total, entendiendo que la parte superficial es menor que la precipitación total al descontar la evaporación, evapotranspiración, almacenamiento, etc, (Scholz, 1980).

1.1.2.33. Precipitación efectiva

La precipitación efectiva se obtiene mediante el cálculo promedio observado en la cuenca para lograr un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la retención (Scholz, 1980)

1.1.2.34. Retención de la Cuenca

La retención de la cuenca parte de la suposición del equilibrio existente entre el gasto y el abastecimiento de la reserva mediante el caudal total sea igual para hallar la tención total de la cuenca durante el año promedio (Scholz, 1980).

1.1.2.35. Coeficiente de agotamiento

Se determina mediante aforos sucesivos en el río durante la estación seca. Su valor se caracteriza por la ley de decrecimiento no influenciado de un caudal como consecuencia de la disminución de reservas que sigue a la interrupción de la alimentación (Scholz, 1980).

1.1.2.36. Gasto de retención

Consiste el en volumen de agua que almacena la cuenca en los meses lluvioso bajo un determinado de régimen de almacenamiento y los devuelve en los meses secos (Scholz, 1980).

1.1.2.37. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es la susceptibilidad de la población, sus bienes o sus actividades sociales y económicas de sufrir daños por acción de un peligro o una amenaza (INDECI, 2016).

Indicadores de vulnerabilidad

Según CENEPRED, (2014) los indicadores de vulnerabilidad son parámetro general donde se consideran los aspectos sociales, económicos y ambientales los mismos se detallan a continuación:

1.1.2.38. Vulnerabilidad Social:

- **Exposición:** Se compone por los grupos etarios, servicios educativos expuestos y servicios de salud terciarios.
- **Fragilidad:** Se refiere a la calidad de los materiales de construcciones que se utilizan en la edificación. En otras palabras es el estado de conservación de la edificación, que la coloca en un estado de fragilidad debido a múltiples razones como por ejemplo el incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a la norma vigente.
- **Resiliencia:** Hace referencia a la capacitación en temas de gestión del riesgo, conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres, existencia de normatividad política y legal, actitud frente al riesgo y campañas de difusión.

1.1.2.39. Vulnerabilidad Económica:

- **Exposición:** Localización de la edificación, servicio básico de agua potable y saneamiento, servicio de las empresas eléctricas expuestas, área agrícola y servicio de telecomunicaciones.
- **Fragilidad:** Material de construcción de la edificación, estado de conservación de la edificación, antigüedad de construcción de la edificación configuración de elevación e incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a la norma vigente.

- **Resiliencia:** Población económicamente activa desocupada, ingreso familiar promedio mensual (soles), organización y capacitación institucional y capacitación en temas de gestión del riesgo.

1.1.2.40. Vulnerabilidad Ambiental:

- **Exposición:** Deforestación, especies de flora y fauna por área geográfica, pérdida de suelo y pérdida de agua.
- **Fragilidad:** Características geológicas del suelo y explotación de recursos naturales.
- **Resiliencia:** Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental, conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales y capacitación en temas de conservación ambiental.

1.1.2.41. Peligro

El peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente (INDECI, 2016).

1.1.2.42. Riesgo

El riesgo es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro (INDECI, 2016).

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de riesgo por inundación del área urbana del distrito de Chilete - Provincia De Contumazá - Región Cajamarca?

1.3 Justificación

En los últimos años el distrito de Chilete viene creciendo poblacionalmente; en el año 2017 por la base de datos del INEI, la población sumaba 2453 habitantes, y que, a diferencia del año 1993, sumaba tan solo 1754 habitantes. Este crecimiento poblacional nos conlleva a la necesidad de construir más viviendas, pero al no contar con asesoría técnica, o conocimientos necesarios de los peligros que enfrentan, la población de Chilete ha construido nuevas casas ubicándose en la ribera de la quebrada exponiéndose a un alto riesgo como es el caso de la quebrada de Huertas.

Los resultados a obtener en este estudio de investigación, permitirá a las instituciones pertinentes adoptar las medidas preventivas necesarias para evitar o minimizar los daños y preparar a la población para afrontar la emergencia. La presente investigación, aplicara una metodología que permita cuantificar el nivel de riesgo existente en la zona frente a inundaciones, para así dar a conocer la situación actual en la zona y proponer propuestas de solución al problema.

1.4 Limitaciones

Las limitaciones que se presentaron durante el desarrollo de la presente investigación se centran básicamente en la dificultad de recoger la información debido a que actualmente se encuentra a nivel mundial una pandemia que obstaculiza los procesos en la municipalidad, y otros entes públicos, así como no fue posible entrevistar a los pobladores de la zona por su actitud poca confiada ante la presencia de personas ajenas a su entorno, lo cual dificultó el trabajo, sin embargo; no obstante se logró cumplir con todas las medidas requeridas y se pudo encontrar la vía más expedita para que suministraran la información necesaria.

1.5 Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar el nivel de riesgo por inundación en el área urbana del distrito de Chilete – Provincia de Contumazá – Región Cajamarca.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Identificar y delimitar la subcuenca de la Quebrada de Huertas del distrito de Chilete.
- Determinar las características geográficas y geomorfológicas de la subcuenca Quebrada de Huertas.
- Realizar el cálculo de escorrentía o escurrimiento superficial de toda el área de sub cuenca de la subcuenca de la Quebrada Huertas.
- Identificar la zona de riesgo por inundación de la Quebrada Huertas en el urbanismo del Distrito Chilete

1.6 Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

- El nivel de riesgo por Inundación del área urbana del distrito de Chilete - Provincia de Contumazá – Región, Cajamarca es Muy alto.

1.6.2. Hipótesis Específica

- La subcuenca de la quebrada de Huertas se ubica en distrito Chilete.
- Las características geográficas y geomorfológicas de la subcuenca quebrada de Huertas especifican sus dimensiones.

- La escorrentía o escurrimiento superficial de toda el área de sub cuenca de la subcuenca de la quebrada Huertas demuestran su nivel de drenaje.
- La zona de riesgo por inundación de la Quebrada Huertas en el urbanismo del Distrito Chilete es muy alto.

1.7 Operacionalización de la Variable

Variables	Dimensión	Indicador	Unidad
Nivel de Riesgo por Inundación del área Urbana	Delimitación de la Cuenca	-Modelo de elevación (MED) -Dirección de flujo - Acumulación de flujo -Definición de la Red de Drenaje -Delimitación de la cuenca hidrográfica	Ordinal
	Características geomorfológicas	Parámetros de la forma -Área de la cuenca -Longitud de la cuenca -Perímetro de la cuenca -Pendiente -Índice de Gravelius -Coeficiente de Forma Parámetros de Drenaje -Patrón de Drenaje -Número de Orden de Cause -Densidad del Drenaje Parámetros de Relieve -Pendiente Media de la Cuenca -Pendiente y Perfil del Cause principal	Ordinal
	Escorrentía de la cuenca	-Coeficiente de escurrimiento -Precipitación efectiva -Retención de la Cuenca -Coeficiente de agotamiento -Gasto de retención -Abastecimiento de la Retención	Ordinal
	Zona de Riesgo	-Zona de riesgo -Intensidad de inundación -Nivel de peligrosidad -Zona segura -Periodo de retorno	Ordinal

Elaboración: Propia

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva y según su finalidad es aplicada. El enfoque es cuantitativo. Su diseño es no experimental ya que la investigación no manipula de ninguna forma las variables, por tanto los fenómenos se analizaron y se describieron tal y como tal y como se manifestaron en su ambiente natural, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

2.2 Población y muestra

La población estuvo conformada por la zona de la quebrada Huertas identificada con el código provisional N° 49849-6 *, como clasificación de cuerpos de aguas superficiales. La muestra será la misma población por considerarse de gran relevancia.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

- *Como técnica de recolección de datos* se utilizó la Observación directa.
- *Como instrumento de recolección de datos* se utilizó la ficha de registro de datos.

Materiales

Tabla 2

Materiales a utilizar

Material
Computador e Impresora
Libreta de anotación de campo
Lápices
Cámara fotográfica
Ficha de Verificación
Teléfono inteligente
Software: AutocaCAD 2013, GPS navegador, Google Earth

Material

ArcGIS Pro version 2.4.3

2.4 Metodología para evaluar el nivel de riesgo ante inundaciones

Se utilizó para evaluar el nivel de riesgo la metodología propuesta por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre – CENEPRED, (2014), para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales. Y para cálculo de la cuencas hidrográfica se utilizó el Manual de la Universidad Cesar Vallejo.

2.5 Procedimiento para recolección de datos

Para elaborar el estudio se siguió los siguientes pasos:

- 1- Se realizó una visita de campo a la zona de estudio para tomar los puntos geodésicos.
- 2- Se recopiló información en el área de influencia por inundación.
- 3- Se establecieron
- 4- los parámetros de evaluación del fenómeno.
- 5- Análisis de los parámetros de forma:
 - Área de la cuenca
 - Perímetro
 - Longitud de la cuenca
 - Cota inicial y cota final del cauce principal
- 6- Se realizó la estratificación del nivel de peligrosidad.
- 7- Nivel de peligrosidad.

2.6 Procedimiento para el análisis de la información

El procedimiento para el análisis de la información es el siguiente:

- Una vez recogida la información se procedió a organizarla y analizarla iniciando con la generación de los mapas con el programa ArcGIS. Siguiendo el siguiente esquema:
- Para establecer los parámetros de la sub cuenca se consideró lo siguientes datos obtenidos:

Área de la cuenca:

Tabla 3

Área de la cuenca

Tamaño de la Cuenca	Descripción
<25	Muy Pequeña
25 – 250	Pequeña
250 – 500	Intermedia – Pequeña
500 – 2500	Intermedia – Grande
2500 – 5000	Grande
>5000	Muy Grande

Fuente: Tomado de Ibáñez, Moreno, & Gisbet, (2016)

Forma de la cuenca:

Tabla 4

Forma de la cuenca

Clase de Forma	Índice de Compacidad (Cc)	Formas de la cuenca
Clase I	1.0 - 1.25	Redonda Oval Redonda
Clase II	1.26 - 1.50	De Oval Redonda A Oval Oblonga
Clase III	1.51 - 1.75	De Oval Oblonga A Rectangular Oblonga

Fuente: Tomado de Ibáñez, Moreno, & Gisbet, (2016)

Clases de la cuenca:

Tabla 5

Clase de Forma de valores de la forma

Rangos de "F"	Clases de Forma
0.01 – 0.18	Muy poco achatada
0.18 – 0.36	Ligeramente achatada
0.36 – 0.54	Moderadamente achatada

Fuente: Tomado de Ibáñez, Moreno, & Gisbet, (2016)

Sistema de Drenaje

Tabla 6

Rangos aproximados de la densidad de drenaje

Densidad de drenaje (valores aproximados)	Clases
0.01 a 0.18	Baja
1.9 a 3.6	Moderada
3.7 a 5.6	Alta

Fuente: Tomado de Ibáñez, Moreno, & Gisbet, (2016)

Tabla 7

Rangos aproximados de la pendiente media del cauce principal

Densidad de drenaje (valores aproximados)	Clases
1 a 5	Suave
6 a 11	Moderada
12 a 17	Fuete

Fuente: Tomado de Ibáñez, Moreno, & Gisbet, (2016)

Tabla 8

Rangos aproximados de la pendiente de la cuenca

Pendiente media (%)	Terrenos
0 a 2	Llano
2 a 5	Suave
5 a 10	Accidentado medio
10 15	Accidentado
15 a 25	Fuertemente accidentado
25 a 50	Escarpado
➤ 50	Muy Escarpado

Fuente: Tomado de Ibáñez, Moreno, & Gisbet, (2016)

Método de Racional

Según el Método Racional se estima el caudal máximo partiendo las precipitaciones, en un solo coeficiente *c* (coef. escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca, estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, $A < 10 \text{ Km}^2$ (Ministerio de Transporte y Comunicación, 2016).

Basada en esta metodología la descarga máxima de diseño, se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$Q = 0,278 CIA$$

Dónde:

Q : Descarga máxima de diseño (m^3/s)

C : Coeficiente de escorrentía (Ver Tabla N° 08)

I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A : Área de la cuenca (Km^2).

Tabla 9

Coefficientes de escorrentía método racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Tomado de Ministerio de Transporte y Comunicación, (2016)

Basados en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC, (2016), el valor del coeficiente de escorrentía se establecerá de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebrada.

Determinación del coeficiente de escorrentía (C)

La escorrentía, representa una fracción de la precipitación total, la misma no tiene dimensiones y se representa con la letra C. El dependerá de los factores topográficos, edafológicos, cobertura vegetal, etc.

- Para establecer el coeficiente de escorrentía se procedió a establecer las características hidrológicas y geomorfológicas de la cuenca, utilizando para ello

los mapas de tipo de suelos y cobertura vegetal de la zonificación ecológica y económica de Cajamarca.

- Estos raster (mapas) se procesaron para el área de la cuenca de la Quebrada Huertas así se logró dar valor a los diferentes tipos de cobertura vegetal, tipo de suelo y la pendiente de la cuenca.
- Tabulada e identificada los valores en programa ArcGIS, estos fueron e exporto a Excel para hallar mediante la combinación de colores el Coeficiente de Escorrentía para cada área específica de la cuenca.
- Seguidamente se procedió a realizar un promedio ponderado del área total de la cuenca encontrándose un coeficiente de escorrentía ponderado para la cuenca.
- Luego a partir de las intensidades generadas de la cuenca se identificó la intensidad máxima.

Curva Intensidad – Duración – Frecuencia

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno, (Ministerio de Transporte y Comunicación, 2016).

Intensidad

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la “profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como

$$i = \frac{P}{Td}$$

Dónde:

$P=$ es la profundidad de lluvia (mm) y

$Td=$ es la duración, dada usualmente en horas.

La frecuencia se expresa en función del período de retorno, T , que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación que igualan o exceden la magnitud de diseño.

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

El SUCS, hace referencia al sistema de agrupación en un rango de propiedades similares como las químicas, físicas y biológicas que pueden ser geo-referenciadas y mapeadas. Como es bien sabido los suelos debido a su naturaleza son ricos en elementos químicos y simultáneamente se combinan entre fases sólidas, líquidas y gaseosas. Dichas características tanto físicas, químicas y biológicas y sus diversas combinaciones llegan a ser casi infinitas, (FAO, 2020)

Criterios recomendados para identificar el nivel de riesgo por inundación

Los criterios recomendados por INDECI para identificar el riesgo por inundación se destaca las inundaciones rápidas que se presentan en ríos cuyas pendientes son fuertes; Inundaciones lentas se presentan en crecidas ríos por efecto de las lluvias intensas; las crecidas de los ríos son repentinas y de corta duración; son las que producen mayores daños en la población e infraestructura, debido a que el tiempo de reacción es casi nulo. Y las inundaciones estáticas, se producen por lo general cuando las lluvias son persistentes y generalizadas, produciendo un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río por lo general se desborda, e inunda sobre todo las áreas planas (INDECI, 2011).

Tabla 10

Rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones

Niveles de intensidad	Profundidad del flujo (H)(m)
Muy Alta	$H > 1,5\text{m}$
Alta	$0,5 < H < 0,5\text{ m}$
Media	$0,25 < H < 0,5\text{m}$
Baja	$< 0,25\text{ m}$

Fuente: INDECI, (2011)

Criterios recomendados para la evaluación de la frecuencia, o periodo de retorno de la inundación

La recurrencia de inundaciones de una zona determinada va a depender principalmente de la frecuencia de las precipitaciones que se presenten (INDECI, 2011). Los periodos de retorno que se establecen según INDECI, (2011) son:

Tabla 11

Periodos de retorno

Niveles de intensidad	Periodo de retorno en años (T)
Muy Alta	$1 < T < 5\text{ años}$
Alta	$5 < T < 15\text{ años}$
Media	$15 < T < 50\text{ años}$
Baja	$50\text{ años} < T < 200\text{ años o mas}$

Fuente: INDECI, (2011)

Estimación del nivel de peligrosidad

Los niveles de peligro por inundación de un área dada, resultan de la relación entre frecuencia de las inundaciones y su intensidad (es decir su profundidad, o el producto de la profundidad por la velocidad). Representándose gráficamente en la siguiente matriz: (Los valores numéricos de intensidad son para inundaciones estáticas). (INDECI, 2011).

Tabla 12

Estimación de peligrosidad

Intensidad	Muy Alta	Peligro Medio 0,25	Peligro Alto 0,50	Peligro Muy Alto 0,75	Peligro Muy Alto 1
	Alta	Peligro Bajo 0,19	Peligro Medio 0,38	Peligro Alto 0,56	Peligro Muy Alto 0,75
	Media	Peligro Bajo 0,13	Peligro Medio 0,25	Peligro Medio 0,38	Peligro Alto 0,50
	Baja	Peligro Bajo 0,06	Peligro Bajo 0,13	Peligro Bajo 0,19	Peligro Medio 0,25
		Baja	Media	Alta	Muy Alto
Frecuencia (años)					

Fuente: INDECI, (2011)

2.7 Aspectos éticos

En el desarrollo de la investigación se tomó en cuenta los siguientes aspectos éticos:

- La investigación se desarrolló respetando las normas de citación para evitar el plagio
- Se respetó la información suministrada por los habitantes del sector.
- Se asumió los aspectos de bioseguridad para realizar la labor de campo respetando la disponibilidad y accesibilidad de los encuestados.

- La información teórica recolecta fue obtenida de páginas de libre acceso, repositorios de bibliotecas, respetado las ideas de los autores
- Se utilizó las técnicas de referencias para respetar las ideas de los autores consultados.
- La información recolectada no ha sufrido alteraciones.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Identificación y delimitación de la subcuenca de la quebrada de Huertas.

3.1.1 Aspectos generales de la zona de estudio

El distrito de Chilete es uno de los nueve distritos que forman parte de la provincia de Contumazá, ubicada en el departamento de Cajamarca. Cuyas coordenadas son Latitud: 7.2225; Longitud 78.8408; 7° 13' 21" sur, 78° 50' 27" oeste, zona 17 Sur basada bajo el sistema de coordenadas UTM WGS 84, con un clima semiárido. Para la delimitación se realizó con software GPS navegador con lo cual se realizó una base de datos para establecer la zona seleccionada de estudio la misma se presenta a continuación:



Figura 5 Imagen satelital de la zona de estudio

Nota: El área mide 258.686,47 m², en un perímetro de 2875,87 ml

Tabla 13

Coordenadas de ubicación de Zona de Estudio

COORDENADAS UTM			
PTO	NORTE	ESTE	DIST.
1	9200373,12	738691,19	128,65
2	9200476,93	738767,18	133,79
3	9200610,58	738773,33	69,57
4	9200678,64	738787,74	133,52
5	9200811,82	738797,31	163,77
6	9200973,30	738769,99	161,30
7	9201133,42	738789,50	206,61
8	9201331,25	738849,09	15,36
9	9201346,61	738849,32	21,72
10	9201365,48	738838,57	64,01
11	9201403,68	738787,21	54,38
12	9201407,38	738732,96	97,89
13	9201403,23	738635,16	127,70
14	9201412,72	738507,81	55,97
15	9201382,35	738460,80	303,39
16	9201106,89	738333,66	138,45
17	9200989,61	738407,23	84,29
18	9201051,05	738464,94	83,99
19	9201004,14	738534,61	22,18
20	9201023,53	738545,38	25,54
21	9201026,41	738570,76	119,97
22	9200910,10	738600,17	26,24
23	9200891,93	738581,24	18,04
24	9200874,10	738583,97	65,16
25	9200845,11	738642,33	74,88
26	9200770,47	738648,32	96,46
27	9200688,32	738597,77	39,96
28	9200661,09	738627,01	81,28
29	9200581,08	738612,67	20,84
30	9200583,68	738591,99	44,88
31	9200538,80	738591,94	46,48
32	9200508,77	738627,42	149,89
1	9200373,12	738691,19	

3.1.2 Ubicación de la Quebrada de Huertas

La quebrada de Huertas, está identificada con el código 1156 en carta nacional y COD 49849-6*, categoría 3, clase 3. La quebrada está ubicada al norte del Perú, en Cajamarca, distrito Chilete, provincia Contumazá. La quebrada forma parte de la vertiente del pacifico (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020).



Figura 6 Área de estudio de la sub cuenca quebrada de Huertas

3.1.3 Delimitación de la sub cuenca

Para la selección del área de estudio se consideró las cartas topográficas tomadas a través de las carta nacional 15-F zonificación 17S. A través del sistema de coordenadas WGS-1984 UTM.

Para delimitar la sub-cuenca se utilizó el software ArcGIS, para lo cual se delimitó uniendo varias imágenes ráster de la zona que se está analizando obteniendo los siguientes datos:

2.1.3.1. Modelo de elevación digital (MED)

Los MED son la representación visual de los niveles de altura con respecto al nivel del mar, que facilita la caracterización de las formas del relieve y la sub-cuenca. Dicha información facilitó la obtención de los mapas de dirección de flujo, acumulación de flujo, pendientes, área de la sub cuenca, longitud del cauce etc (Juarez, 2016).

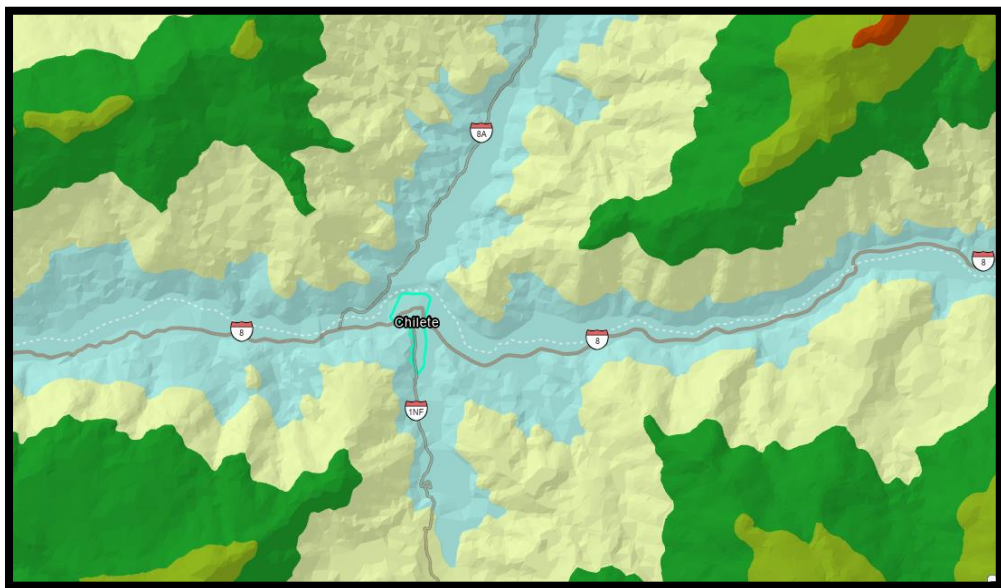


Figura 7 Imagen raster generada en ArcGIS con las cartas Nacionales

Partiendo del raster generado se utiliza la herramienta rellena del programa ArcGIS.

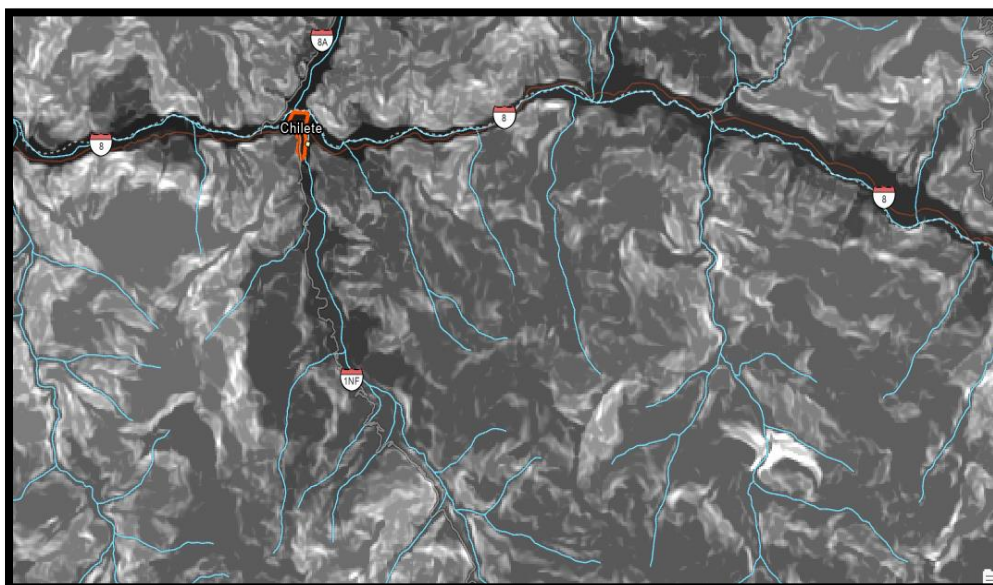


Figura 8 Mosaico de modelado 3D del área de estudio

2.1.3.2. Dirección de flujo

Para definir la dirección del flujo se aplicó la función *Flowdirection* al MED de la cuenca basada en la dirección de la dirección de cada pixel en función de las pendientes que tenga el terreno, obteniendo el siguiente raster:

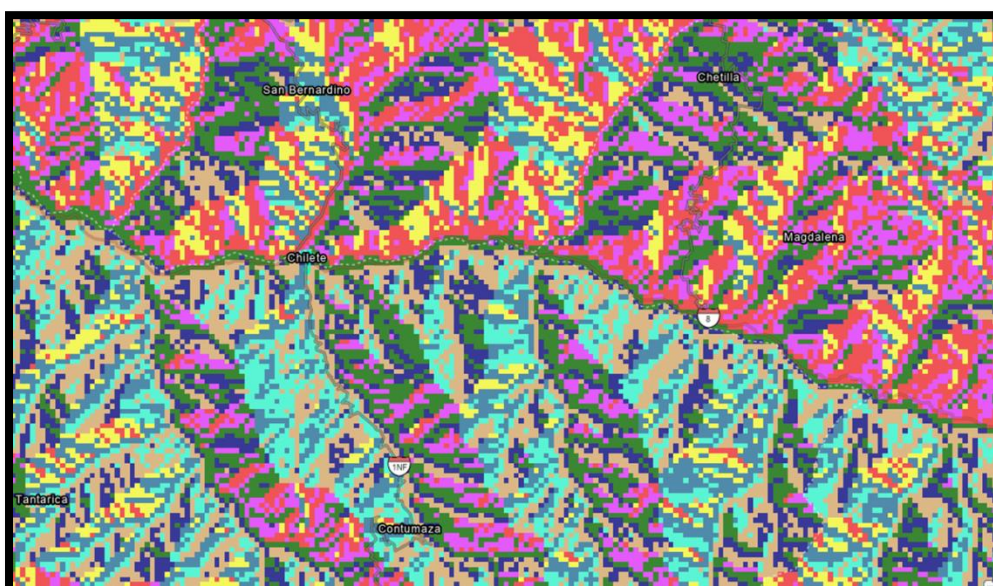


Figura 9 Raster de Dirección de Flujo

2.1.3.3. Acumulación de flujo

El raster de acumulación de flujo se determinó aplicando la función *Flowaccumulation*, para generar una matriz para cada cuadrícula para construir la base de dirección del flujo del cauce principal.

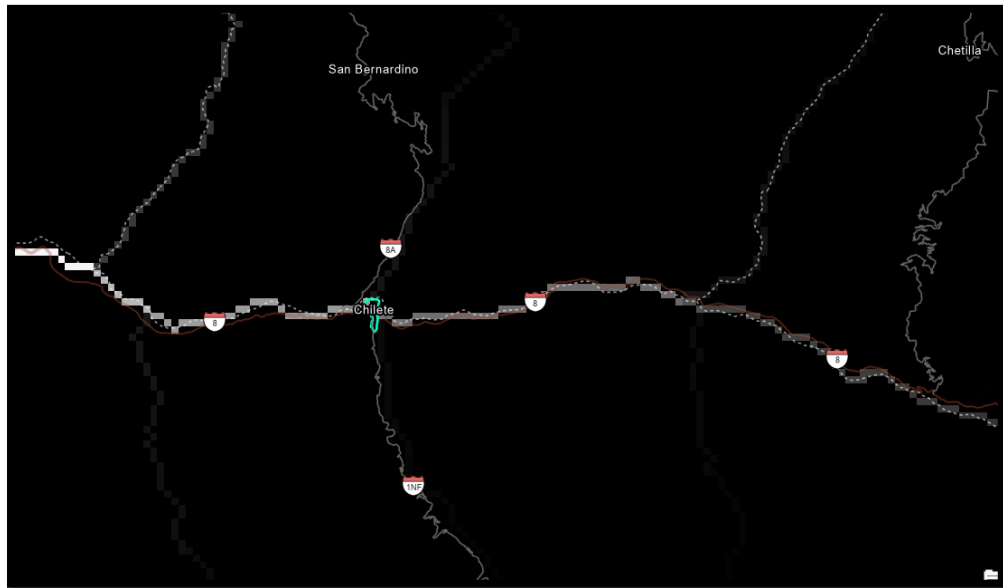


Figura 10 Raster de flujo acumulado

2.1.3.4. Definición de la red de drenaje

La red de drenaje consistió en generar a partir del valor del área mínima de captación de la concentración que fluye hacia cada celda, descendiendo sobre la pendiente para ello se consideró la matriz generada de la función *Flowdirection* en el MED obteniendo el siguiente raster:

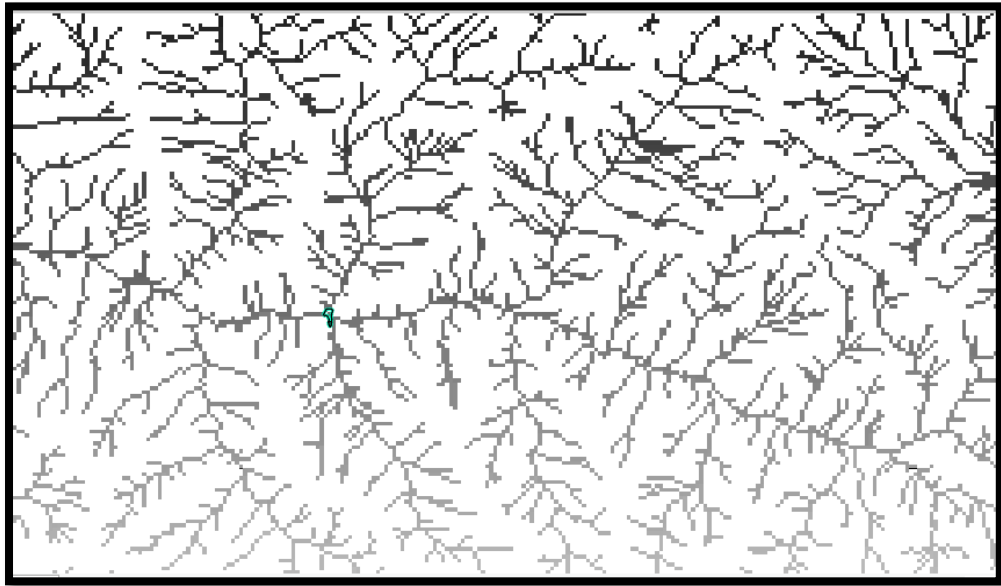


Figura 11 Shape de Red Hidrológica

2.1.3.5. Delimitación de la sub cuenca hidrográfica

Para delimitar la cuenca hidrográfica se inicia con la selección de un punto específico o drenaje de la quebrada para luego delinear el perímetro, el raster obtenido se presente a continuación:



Figura 12 Delimitación de la sub cuenca hidrográfica

3.2 Características geomorfológicas de la quebrada Huertas.

Una vez delimitada la sub-cuenca se procedió a realizar con el apoyo del software ArcGIS Pro, las mediciones de los parámetros físicos, utilizando para ellos las ecuaciones según la bibliografía consultada obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 14

Parámetros geomorfológicos de la subcuenca de la Quebrada Huertas

Descripción	Valores
Área de la cuenca	100,784 km ² (pequeña)
Perímetro de la cuenca	19,23 km
Longitud del cauce principal	47,333 km
Coef. Gravelius o índice de compacidad	1,3201 (Clase II de compacidad de Oval redonda a oval oblonga)
Factor de forma	0,272 (Muy alargada)
Numero de orden	3
Altitud Media de la cuenca	2247,92
Pendiente de la cuenca	0,459
Pendiente de la cuenca principal	0,0862
Ancho promedio	5,241 km

3.2.1 Parámetros de la Forma

La forma de la sub cuenca es importante porque determina el comportamiento hidrológico de la cuenca. Por ello se considera que a mayor tamaño de la cuenca mayor será la influencia. En este sentido, para el presente trabajo se consideró el tipo de cuencas alargada. Sus características morfológicas se calcularon mediante el índice de Gravelius y el factor forma (Quijano, 2014)

2.2.2.1. Área de la sub cuenca

El área de la sub-cuenca de la quebrada de Huertas consta de 100,784 km², clasificada como pequeña por encontrarse en el rango de 25 – 250 km.

2.2.2.2. Longitud de la sub cuenca

La longitud de la sub cuenca de la quebrada de Huerta es de 19,23km

2.2.2.3. Ancho de la cuenca

El ancho de cuenca se determinó mediante la siguiente formula:

$$W = \frac{\text{Area de la cuenca}}{\text{Longitud de la cuenca}} = 5,24\text{km}$$

2.2.2.4. Perímetro de la sub cuenca

El perímetro de la sub cuenca es de 47,333km

2.2.2.5. Índice de Gravelius

El índice de Gravelius o coeficiente de compacidad se refiere a la relación del perímetro de la sub-cuenca y el de una circunferencia para su cálculo se utilizó la siguiente formula:

Ecuación 1

Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Fuente: Tomado de (Quijano, 2014)

Donde Kc: Coeficiente de la compacidad de Graveliuis

P: Perímetro de la sub-cuenca en Km

A: Área de la sub- cuenca en Km²

Entonces el cálculo sería:

$$K_c = 0,28 \times \frac{47,333\text{km}}{\sqrt{100,784 \text{ km}^2}} \quad K_c = 1,3201$$

Lo que significa que la forma es de “Clase II”, se ubica en rango K_c entre 1,25 a 1,50, y su clase de compacidad es De oval redonda a oval oblonga lo que quiere decir que esta recibirá una mayor cantidad de afluentes y sedimentos que podrían colapsar la quebrada (Dominguez, 2015).

2.2.2.6. Coeficiente de Forma K_f

Este factor establece la relación entre el ancho y el largo promedio de la cuenca, cuyos datos se han obtenido de la longitud del cauce principal. En tal sentido el coeficiente de Forma queda definido de la siguiente manera:

Ecuación 2

Coeficiente de Forma

$$K_f = \frac{B}{L_c} = \frac{A}{L_c^2}$$

Esto quiere decir que mientras el K_f sea bajo, se encontrará menos propensa a crecientes que otra cuenca con el mismo tamaño (área) pero con un K_f más alto.

$$K_f = \frac{A}{L_c^2} = 0,272$$

El factor forma de la cuenca de acuerdo los valores predeterminados es muy alargada.

3.2.2 Parámetros de Drenaje

Una vez establecido el área de la sub cuenca ya digitalizada se procedió con el apoyo del programa ArcGIS, a realizar los cálculos y se obtuvo la geometría de cuenca con los cuales se determinó la longitud y los demás parámetros de la cuenca.

3.2.3 Patrón de drenaje

El patrón de drenaje observado en la cuenca fue detrítico el cual se caracteriza por contar con materiales aproximadamente homogéneos, sin control estructural. Su número de orden es igual a 5, (Bardales, 2010).

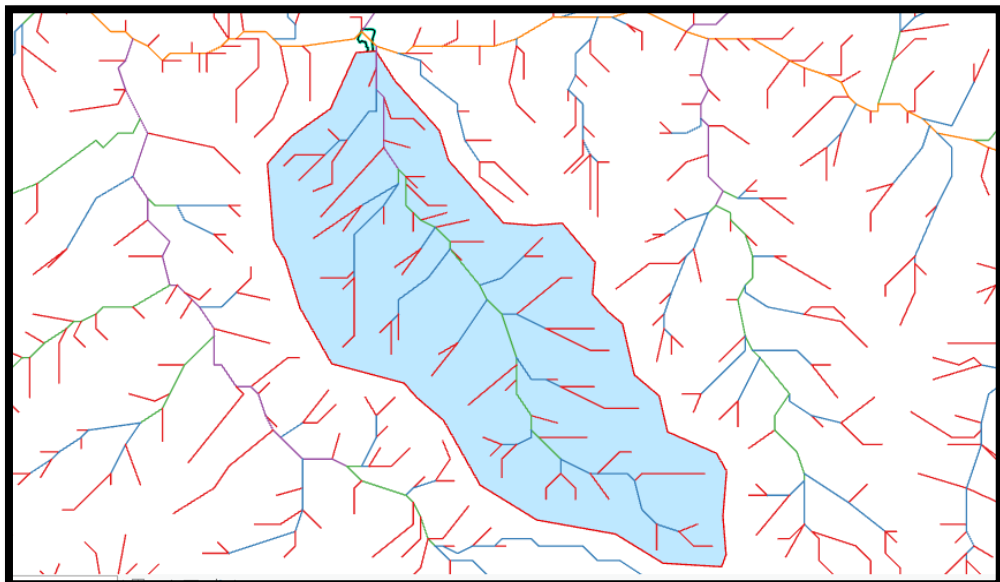


Figura 13 Número de orden de cauces

El número de orden 3, lo cual refleja el grado de ramificación que presenta la subcuenta de la quebrada Huertas lo que indica un drenaje eficiente que desaloja rápidamente el agua en caso de presentarse algún tipo de evento (Scholz, 1980).

3.3 Cálculo de escorrentía o escurrimiento superficial de toda el área de sub cuenca de la quebrada Huertas basado en Método Racional

Para establecer el valor del coeficiente de escorrentía se utilizó el método Racional de Manual de Hidrología, Hidrografía y Drenaje, (2016), mediante el cual se determinó del coeficiente de escorrentía y Caudal Máximo de la sub cuenca Huertas se aplicara el Método Racional con la siguiente Ecuación:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

I = Intensidad de la precipitación.

C = Coeficiente de Escurrimiento o Escorrentía.

A = Área de la Cuenca Hidrográfica.

3.3.1 Determinación del Tiempo de concentración.

Se denomina tiempo de concentración, al tiempo transcurrido, desde que una gota de agua cae, en el punto más alejado de la cuenca hasta que llega a la salida de ésta. El tiempo de concentración se determina en función de ciertas características geográficas y topográficas de la cuenca (Villón, 2002).

Según Kirpich, la fórmula para el cálculo del tiempo de concentración es:

$$Tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Según Tamez permite estimar de forma sencilla caudales punta en cuencas de drenaje naturales con áreas menores de 770 Km² y con tiempo de concentración (TC) de entre 0.25 y 24 horas, la fórmula es la siguiente:

$$Tc = 0.30 \times \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Dónde:

L = Longitud del Cauce ppal. (Km)

S = Pendiente Promedio Del cauce Ppal. (m/m)

$$T_c = 0.30 \times \left(\frac{23.14 \text{ km}}{0.0862^{0.25}} \right)^{0.76} = 5.20 \text{ h} = 312,21 \text{ min}$$

3.3.2 Determinación del Coeficiente de Escorrentía.

El coeficiente de escorrentía representa la porción de la precipitación que se convierte en caudal, el cual se determinara mediante un promedio ponderado de los coeficientes parciales de la sub-cuenca, Donde:

$$C = \frac{V_{\text{escorrentia superficial total}}}{V_{\text{precipitacion Total}}}$$

Cuando la cuenca se compone de superficies de distintas características, el valor de C se obtiene como una media ponderada, es decir: (Villón, 2002).

$$C = C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots = \sum_{i=1}^n C_i A_i \quad n = 1 \quad \sum_{i=1}^n A_i \quad n = 1 \quad \dots$$

Cobertura Vegetal	Tipo de Suelo	Pendiente del Terreno				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin Vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC), (2016).

3.3.3 Intensidad de Diseño.

Para determinar la intensidad para un periodo de Retorno de 25 años se aplica la siguiente formula:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

Dónde:

I = Intensidad (mm/hr)

t = Duración de la lluvia (min)

T = Período de retorno (años)

K, m, n = Parámetros de ajuste

3.3.4 Estimación de la intensidad de la precipitación

Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

$$I = \frac{P \text{ [mm]}}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

Tabla 15

Tiemp de duración vs Intensidad de la lluvia (mm/hr)

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	11,3394	17,8208	22,1121	27,5341	31,5565	35,5491	44,7756
18 hr	1080	13,6073	21,3850	26,5345	29,0026	37,8677	42,6589	53,7307
12 hr	720	17,9162	28,1569	34,9371	43,5039	49,8592	56,1676	70,7454
8 hr	480	21,7716	34,2159	42,4552	52,8655	60,5884	68,2543	85,9691
6 hr	360	25,4002	39,9186	49,5310	61,6764	70,6865	79,6300	100,2973
5 hr	300	27,2145	42,7699	53,0690	66,0818	75,7355	85,3179	107,4614
4 hr	240	29,9360	47,0469	58,3759	72,6900	83,3090	93,8497	118,2075
3 hr	180	34,4717	54,1752	67,2207	83,7036	95,9316	108,0693	136,1177
2 hr	120	42,1825	66,2934	82,2569	102,4268	117,3900	132,2427	166,5651
1 hr	60	68,0363	106,9248	132,6724	165,2045	189,3387	213,2947	268,6534

Una vez realizada se procedió a determinar el coeficiente para las relaciones de lluvia con una duración de 24 horas.

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0,25	0,31	0,38	0,44	0,50	0,56	0,64	0,79	0,90	1,00

Fuente: Basado en Manual de Hidráulica, Hidrografía y Drenaje (2016)

3.3.5 Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Tabla 16

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	272,1451	427,6992	530,6896	660,8181	757,3550	853,1790	1074,6136
18 hr	X18 = 91%	244,9306	384,9293	477,6206	522,0463	681,6195	767,8611	967,1523
12 hr	X12 = 80%	214,9946	337,8824	419,2447	522,0463	598,3104	674,0114	848,9448
8 hr	X8 = 68%	174,1728	273,7275	339,6413	422,9236	484,7072	546,0345	687,7527
6 hr	X6 = 61%	152,4012	239,5115	297,1861	370,0582	424,1188	477,7802	601,7836
5 hr	X5 = 57%	136,0725	213,8496	265,3448	330,4091	378,6775	426,5895	537,3068
4 hr	X4 = 52%	119,7438	188,1876	233,5034	290,7600	333,2362	375,3988	472,8300
3 hr	X3 = 46%	103,4151	162,5257	201,6620	251,1109	287,7949	324,2080	408,3532
2 hr	X2 = 39%	84,3650	132,5867	164,5138	204,8536	234,7800	264,4855	333,1302
1 hr	X1 = 30%	68,0363	106,9248	132,6724	165,2045	189,3387	213,2947	268,6534

Fuente: Basado en Manual de Hidráulica, Hidrografía y Drenaje (2016)

Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma:

$$I = \frac{P \text{ [mm]}}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

Tabla 17

Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	11,3394	17,8208	22,1121	27,5341	31,5565	35,5491	44,7756
18 hr	1080	13,6073	21,3850	26,5345	29,0026	37,8677	42,6589	53,7307
12 hr	720	17,9162	28,1569	34,9371	43,5039	49,8592	56,1676	70,7454
8 hr	480	21,7716	34,2159	42,4552	52,8655	60,5884	68,2543	85,9691
6 hr	360	25,4002	39,9186	49,5310	61,6764	70,6865	79,6300	100,2973
5 hr	300	27,2145	42,7699	53,0690	66,0818	75,7355	85,3179	107,4614
4 hr	240	29,9360	47,0469	58,3759	72,6900	83,3090	93,8497	118,2075
3 hr	180	34,4717	54,1752	67,2207	83,7036	95,9316	108,0693	136,1177
2 hr	120	42,1825	66,2934	82,2569	102,4268	117,3900	132,2427	166,5651
1 hr	60	68,0363	106,9248	132,6724	165,2045	189,3387	213,2947	268,6534

Fuente: Basado en Manual de Hidráulica, Hidrografía y Drenaje (2016)

3.3.6 Período de Retorno

Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

Dónde:

I = Intensidad (mm/hr)

t = Duración de la lluvia (min)

T = Período de retorno (años)

K, m, n = Parámetros de ajuste

Realizando un cambio de variable

$$d = K \cdot T^m$$

Con lo que de la anterior expresión se obtiene:

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

Tabla 18

Período de retorno para T = 25 años

Período de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	27,5341	7,2724	3,3154	24,1111	52,8878
2	1080	29,0026	6,9847	3,3674	23,5202	48,7863
3	720	43,5039	6,5793	3,7728	24,8225	43,2865
4	480	52,8655	6,1738	3,9678	24,4960	38,1156
5	360	61,6764	5,8861	4,1219	24,2619	34,6462
6	300	66,0818	5,7038	4,1909	23,9039	32,5331
7	240	72,6900	5,4806	4,2862	23,4911	30,0374
8	180	83,7036	5,1930	4,4273	22,9907	26,9668
9	120	102,4268	4,7875	4,6291	22,1620	22,9201
10	60	165,2045	4,0943	5,1072	20,9106	16,7637
10	4980	704,6891	58,1555	41,1860	234,6702	346,9435
Ln (d) = 7,3460		d = 1550,0260		n = -0,5550		

Fuente: Basado en Manual de Hidráulica, Hidrografía y Drenaje (2016)

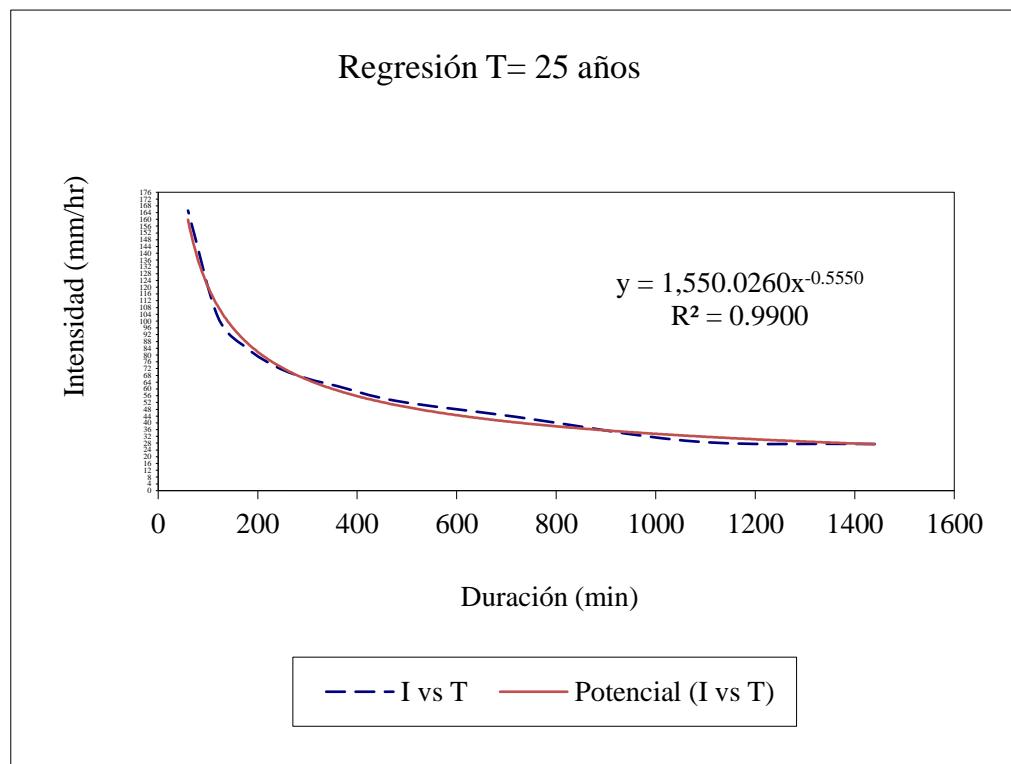


Figura 14 Regrasión T= 25 años

Fuente: Basado en Manual de Hidráulica, Hidrografía y Drenaje (2016)

La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{606,3923 * T^{0,238325}}{t^{0,54001}}$$

Dónde

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla 19

Intensidades – Tiempo de duración

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	299,95	206,29	165,73	141,88	125,77	113,98	104,88	97,58	91,57	86,50	82,16	78,39
5	373,15	256,64	206,17	176,51	156,47	141,80	130,47	121,40	113,91	107,61	102,22	97,52
10	440,18	302,74	243,21	208,21	184,57	167,27	153,91	143,20	134,38	126,94	120,58	115,04
25	547,60	376,62	302,56	259,03	229,62	208,09	191,47	178,15	167,17	157,93	150,00	143,12
50	645,96	444,27	356,91	305,55	270,87	245,47	225,86	210,15	197,20	186,29	176,95	168,82
100	761,99	524,07	421,02	360,44	319,52	289,56	266,43	247,90	232,62	219,75	208,73	199,15
500	1118,24	769,08	617,85	528,95	468,90	424,93	390,99	363,79	341,37	322,49	306,31	292,25

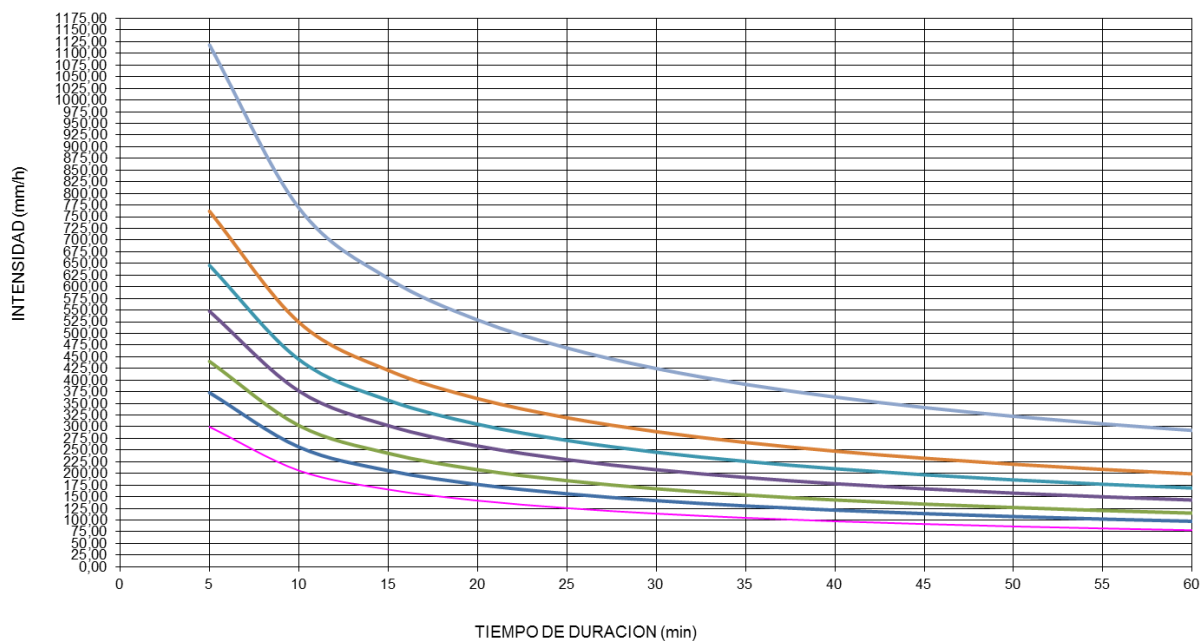


Figura 15 Curva I-D-F de la Cuenca

Fuente: Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC), (2016).

3.3.7 Tipo de suelo

Regosoles: son suelos pocos desarrollos, formados a partir de materiales no consolidados y en áreas de pendientes acusadas. Con escasa capacidad agrícola.

Andesol, suelos de color oscuros, formados a partir de rocas volcánicas bien evolucionados y fértiles, (Ministerio de Agricultura, 2009).

3.3.8 Escorrentía de la Cuenca Huertas

Tabla 20

Escorrentia de la Cuenca Huertas

Nr.	Cobertura Vegetal	Tipo de suelo	Pendiente	C	Área (Km)
1	Cultivo	Semi-Permeable	Suave	0,45	15,1176
2	Pastos, vegetación ligera	Semi-Permeable	Media	0,50	32,25
3	Sin vegetación	Impermeable	Suave	0,55	27,81
4	Pasto vegetación ligera	Impermeable	Media	0,55	25,61

$$C \text{ ponderado} = \sum (C_i \times A_i) / A_i$$

$$C \text{ ponde.} = \frac{(15,1176 \times 0,45) + (32,25 \times 0,50) + (27,81 \times 0,55) + (25,61 \times 0,55)}{100,784}$$

$$C \text{ ponde.} = 0,52$$

3.3.9 Caudal Máximo

Para el cálculo del caudal máximo se siguió lo que sugiere la norma (Manual de hidrografía, hidráulica y drenaje, 2016), que debido a lo escaso de obtener información pluviométrica se dificultada obtener los datos, por tanto se estimó las precipitación máxima en 24 horas de la Tabla N° 17.

Para Periodo de Retorno de 2 años

$$Q_{Max} = \frac{0.52 \times 11.3394 \times 100.784}{3.6} = 165.07 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabla 21

Caudal Máximo

Periodo de Retorno (Años)	Caudal Máximo (Q)
2	165.07 m^3/s
5	259.43 m^3/s
10	321.90 m^3/s
25	400.83 m^3/s
50	459.39 m^3/s
100	517.51 m^3/s
500	651.83 m^3/s

3.4 Identificación de la zona

El distrito de Chilete, está ubicada geográficamente a 850 m.s.n.m., con una altitud de 07° 13'20" 78° 50'26", cuenta con una población aproximada para el año 2017 de 2453 habitantes, según el censo INEI, (2018).

La subcuenca de estudio es la quebrada Huertas la cual tiene una morfología con las siguientes características. La sub cuenca Huertas tiene un área que consta de 100,784 km², clasificada como pequeña por encontrarse en el rango de 25 – 250 km. Es de tipo alargada con una longitud de 19,23km, con un perímetro de 47, 333km, según su Kc = 1,3201, de Clase II, de Oval redonda a oval oblonga. Con un patrón

de drenaje según el número de orden igual a 3. Con una longitud del cauce principal de 23,14km.

3.4.1 Criterios de Peligrosidad

Peligro por inundación = F(Intensidad de agua, duración, velocidad)

Dónde:

Intensidad = F(producidas de agua, duración, velocidad)

Probabilidad = F(Precipitación, eventos desencadenantes (tormentas), Cambios Climáticos)

Rango defino para cada nivel de intensidad por inundación

Los datos utilizados para el presente trabajo se agruparon por aquellos cuyas características de la zona representaran amenazas y que de producirse un evento pudiera traer graves consecuencias. Para ello se determinó la intensidad de agua y la probabilidad de eventos desencadenantes por precipitaciones. Los datos se obtuvieron de la estación de Contumazá para el periodo desde el 2000 hasta el 2019.

Los criterios recomendados para evaluar la intensidad de las inundaciones según el tipo son las siguientes:

Tabla 22

Rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones

Niveles de intensidad	Profundidad del flujo (H)(m) (Inundaciones estáticas)	Profundidad x velocidad del flujo (m ² /s) (Inundaciones dinámicas)
Muy Alta	$H > 1,5m$	$H * V > 1,5m$
Alta	$0,5 < H < 1,5 m$	$0,5 < H + *V < 1,5 m$
Media	$0,25 < H < 0,5m$	$0,25 < H * V < 0,5m$

Baja	<0,25 m	H * V < 0,25 m
-------------	-------------------	--------------------------

Fuente: INDECI, (2011)

Tabla 23

Rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones

Niveles de intensidad		Rangos
Muy Alta		0,75 < NI < 1
Alta		0,50 < NI < 0,75
Media		0,25 < NI < 0,50
Baja		0 < NI < 0,25

Fuente: INDECI, (2011)

Tabla 24

Períodos de retornos

Frecuencia	Rango
Muy Alta	1 < T < 5 años
Alta	5 < T < 15 años
Media	15 < T < 50m
Baja	50 < T < 200 años o má,25 m

Fuente: INDECI, (2011)

3.4.2 Estimación del nivel de peligrosidad

Los niveles de peligro por inundación de un área dada, resultan de la relación entre frecuencia de las inundaciones y su intensidad (es decir su profundidad, o el

producto de la profundidad por la velocidad). Representándose gráficamente en la siguiente matriz: (Los valores numéricos de intensidad son para inundaciones estáticas) (INDECI, 2011).

Intensidad	Muy Alta	Peligro Medio 0,25	Peligro Alto 0,50	Peligro Muy Alto 0,75	Peligro Muy Alto 1
	Alta	Peligro Bajo 0,19	Peligro Medio 0,38	Peligro Alto 0,56	Peligro Muy Alto 0,75
	Media	Peligro Bajo 0,13	Peligro Medio 0,25	Peligro Medio 0,38	Peligro Alto 0,50
	Baja	Peligro Bajo 0,06	Peligro Bajo 0,13	Peligro Bajo 0,19	Peligro Medio 0,25
		Baja	Media	Alta	Muy Alto
Frecuencia (años)					

Fuente: INDECI, (2011)

Tabla 25

Rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones

Frecuencia	Rangos
Muy Alta	$0,75 < F < 1$
Alta	$0,50 < F < 0,75$
Media	$0,25 < F < 0,50$
Baja	$0 < F < 0,25$

Fuente: INDECI, (2011)

Según el criterio de la Oficina Federal de la Economía de las Aguas Federal (OFEE) los parámetros para evaluar el nivel de peligro se realiza en tres niveles: *nivel alto* cuando tanto las infraestructura como la vida de las personas están el peligro, *nivel medio*, cuando la población está en riesgo fuera de las viviendas y las

edificaciones pueden padecer de algún daño y *nivel bajo* cuando las edificaciones puede sufrir daños leves y la población no corre peligro.

Para determinar el nivel de peligrosidad se consideró la información suministrada por el Ordenamiento territorial de la Región de Cajamarca Zonificación económica y ecológica (Talleres de Sub Modelo de Peligros potenciales Múltiples - ZEE - OT. Límites elaborados por INEI con Fines censales, año 2010). Basado en esto se considera que la subcuenca Quebrada Huertas tiene un nivel de Intensidad y frecuencia media según el mapa de intensidad de fenómenos naturales por inundación lo cual arroja un valor de peligro medio de 0,25.

Tabla 26

Determinación del nivel de peligrosidad del sub cuenca Quebrada Huertas

Intensidad	Muy Alta	Peligro Medio 0,25	Peligro Alto 0,50	Peligro Muy Alto 0,75	Peligro Muy Alto 1
	Alta	Peligro Bajo 0,19	Peligro Medio 0,38	Peligro Alto 0,56	Peligro Muy Alto 0,75
	Media	Peligro Bajo 0,13	Peligro Medio 0,25	Peligro Medio 0,38	Peligro Alto 0,50
	Baja	Peligro Bajo 0,06	Peligro Bajo 0,13	Peligro Bajo 0,19	Peligro Medio 0,25
		Baja	Media	Alta	Muy Alto
Frecuencia (años)					

Fuente: INDECI, (2011)

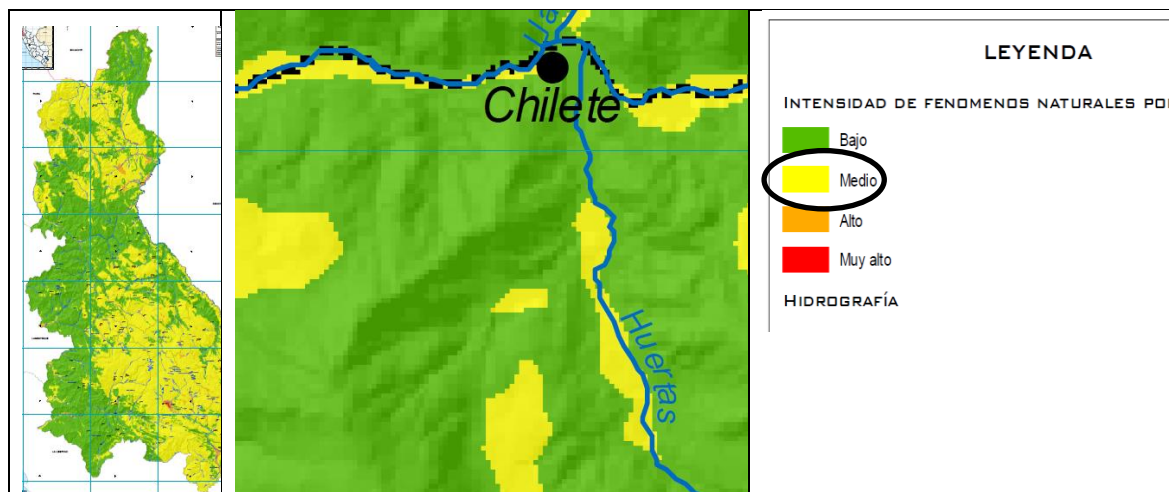


Figura 16 Mapa de Intensidad de Fenómenos Naturales por Inundación

Por tanto la peligrosidad $P=0,25$

3.4.3 Estimación de la vulnerabilidad

En este sentido se hizo una evaluación cualitativa en la zona de estudio y se determinó que la zona de la sub cuenca de la quebrada huertas es de un nivel de riesgo muy alto la misma se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 27

Tipos de vulnerabilidad ante inundaciones fluviales

Tipos de Vulnerabilidad	Variable	Muy Alta	Alta	Media	Base	Total
Vulnerabilidad Física	Localización de la vivienda		0,75			0,75
	Material de construcción utilizada en viviendas	1				1
	Características geológicas, calidad y tipo de suelo		0,75			0,75
	Cumplimiento de la normativa técnica vigente de los procedimientos constructivos	1				1

0,88

		$VF = \frac{Lv + Cv + Cf + Cn}{4} =$		
Vulnerabilidad ambiental ecológica	Explotación de los recursos naturales	0,75		0,75
	Fuentes emisoras de sustancias o materiales peligrosos		0,25	0,25
		$VAE = \frac{Er + Fe}{2}$		0,50
Vulnerabilidad Económica	Actividad Económica	0,70		0,70
	Grado de escasez (ingresos, servicios y competitividad)	0,70		0,70
		$VE = \frac{De + Ge}{2}$		0,70
Vulnerabilidad Social	Nivel de Organización	0,55		0,55
	Grado y tipo de Relación e integración entre las instituciones y Organizaciones Locales	0,70		0,70
		$VS = \frac{Os + Gr}{2}$		0,63
Vulnerabilidad social	Existencia de Capacitación de la población civil en temas concernientes a Defensa Civil		0,40	0,40
	Existencia de Capacitación de la población civil en temas concernientes a Defensas Civil		0,60	0,60
	Campañas de difusión (TV, radio y prensa)	0,60		0,60
		$VEd = \frac{Ec + Ecp + Cd}{3}$		0,40
Vulnerabilidad política institucional	Político y legal		0,30	0,30
	Organización y Capacidad Institucional		0,40	0,40
		$VPI = \frac{PL + Oc}{2}$		0,35

Vulnerabilidad cultural e ideología	Conocimiento colectivo sobre ocurrencia pasada de peligros	0,55	0,55
	Percepción local del riesgo	0,60	0,60
	Actitud frente al riesgo	0,70	0,70
		$VCI = \frac{Cc + PI + Ar}{3}$	0,62
Vulnerabilidad científica y Tecnológica	Información y soporte técnica		0,25 0,25
	Conocimiento y cumplimiento de recomendaciones	0,60	0,60
			$VCT = \frac{Is + Cc}{2}$

L

Para determinar la vulnerabilidad total se procedió a calcular los promedios obtenidos según la siguiente formula:

$$VT = \frac{VF + VAe + VE + VS + VEd + VPI + VCI + VCT}{8}$$

En donde:

VT	=	Vulnerabilidad Total
VF	=	Vulnerabilidad Física
VAE	=	Vulnerabilidad Ambiental - Ecológica
VE	=	Vulnerabilidad Económica
VS	=	Vulnerabilidad Social
Ved	=	Vulnerabilidad Educativa
VPI	=	Vulnerabilidad Política - Institucional
VCI	=	Vulnerabilidad Cultural - Ideológica
VCT	=	Vulnerabilidad Científica – Tecnológica

VT= 0,56

Tercera Etapa:

Para esta etapa se procede aplicar la fórmula para considerar la estratificación

Tabla 28

Vulnerabilidad Total

Vulnerabilidad Total	Grado
$0,75 < V \leq 1$	Muy Alta
$0,50 < V \leq 0,75$	Alta
$0,25 < V \leq 0,50$	Media
$0 < V \leq 0,25$	Baja

Fuente: INDECI, (2011)

Como se puede observar en la tabla 17 la Vulnerabilidad Total es de 0,56 lo que equivale a una vulnerabilidad total alta.

3.4.4 Estimación de Riesgo por inundaciones Fluviales

Para estimar la probabilidad de considerar la aplicación de la matriz de INDECI la cual señala la siguiente formula:

$$R = f (P, V)$$

Dónde:

R = Riesgo

F = En función

P = Peligro

V = Vulnerabilidad

$$R= F (0,25; 0,56)$$

(Riesgo Bajo)

Tabla 29

Nivel del riesgo

Peligro Muy Alta 1	Riesgo Medio 0,25	Riesgo Alto 0,50	Riesgo Muy Alto 0,75	Riesgo Muy Alto 1
Peligro Alta 0,75	Riesgo Bajo 0,19	Peligro Medio 0,38	Riesgo Alto 0,56	Riesgo Muy Alto 0,75
Peligro Media 0,5	Riesgo Bajo 0,13	Riesgo Medio 0,25	Riesgo Medio 0,38	Riesgo Alto 0,50
Peligro Baja 0,25	Riesgo Bajo 0,06	Peligro Bajo 0,13	Riesgo Bajo 0,19	Riesgo Medio 0,25
	Vulnerabilidad Baja 0,25	Vulnerabilidad Media 0,5	Vulnerabilidad Alta 0,75	Vulnerabilidad Muy Alta 1

Fuente: INDECI, (2011)

Tabla 30

Rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones

NIVEL DE RIESGO		RANGOS
Muy Alta		$0,75 < F < 1$
Alta		$0,50 < F < 0,75$
Media		$0,25 < F < 0,50$
Baja		$0 < F < 0,25$

Fuente: INDECI, (2011)

3.4.5 Identificación de la zona de riesgo



Figura 17 Identificación de la zona de riesgo

Leyenda: Área urbana Chilate Área de afectación Cuenca

Tabla 31

Coordenadas de la Zona de Riesgo

COORDENADAS			
PTO	NORTE	ESTE	DIST.
1	9201378	738634	187,00
2	9201378	738821	29,97
3	9201365	738838	19,00
4	9201346	738848	16,03
5	9201330	738849	205,93
6	9201133	738789	161,25
7	9200973	738769	39,62
8	9200934	738776	142,00
9	9200934	738634	444,00

Nota: El área de la zona de riesgo = 41.295,867m²
Perímetro = 913,812 ml
Porcentaje de área urbana que sería inundable= 0,04%
por la subcuenca de Huertas

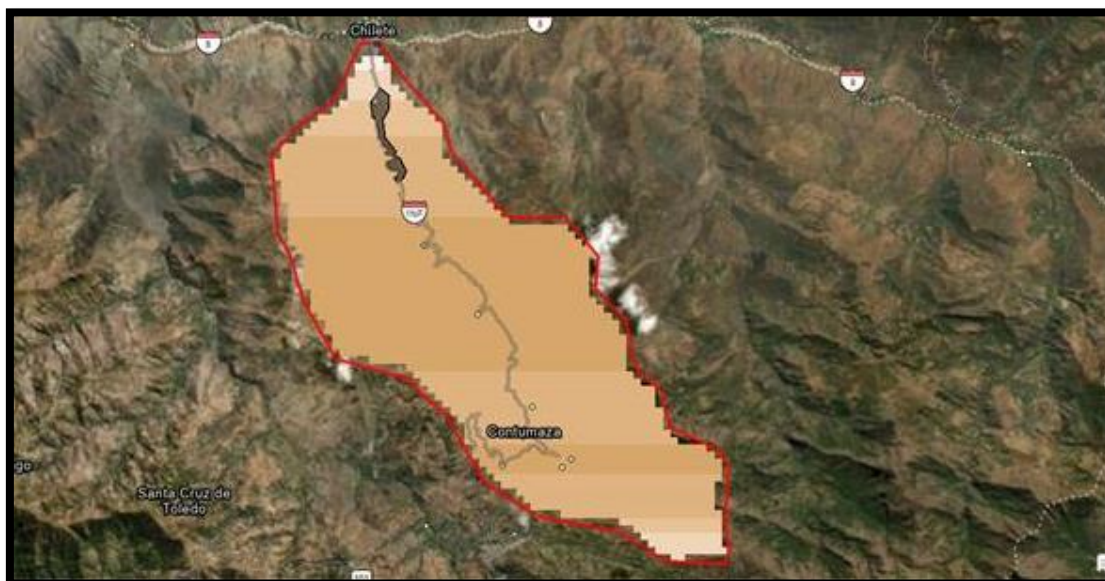


Figura 18 Mapa de pendientes

La zona del urbanismo que se considera en riesgo alcanza un aproximado de 0,04% del área urbana que estaría en riesgo bajo, debido a que la subcuenca Quebrada Huertas, según muestra el mapa de pendientes (ArcGIS) tiene una altura máxima de $9,91^\circ$, y una mínima de $6,06^\circ$, la subcuenca presenta un convexidad en la mitad y esa zona del asentamiento urbana se encuentra dentro de la cuenca en su zona más baja.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Se identificó las subcuenca, denominada Quebrada de Huertas, en la cual se determinaron los parámetros geomorfológicos presentados en la tabla 12. La misma tiene un área de 100,784 km² clasificado como pequeña, con un perímetro de 42,333 km. Un índice de Gravelius de 1,3201 y un coeficiente de forma de 0,72. Para los cálculos se utilizó el software ArcGIS. Los datos son compatibles con los obtenidos por Rivasplata, (2019), el cual estuvo enfocado en calcular la escorrentía superficial logrando determinar el área y cuyos resultados coinciden con la presente investigación. En cuanto al factor de forma la presente investigación se determinó que la cuenca es pequeña con un valor de 1,27 y su valor es una cuenca muy alargada, con un orden de corriente 3 lo que indica una capacidad de drenaje regular.

En cuanto al cálculo del coeficiente de escorrentía superficial se obtuvo un coeficiente de retención de la subcuenca de C ponderado=0,52 y una pendiente del cauce principal de 0,0862, resultados comparables con los presentados en la investigación realizada por Vaca, (2018) donde señalan en la cuenca del río Chota según los valores promedios del SENAMHI reportan un 33,57m³/S, con un coeficiente de escorrentía de 0,4 a 0,7 en 71% de superficie de la cuenca, mientras que 24% se encuentra con presencia de un coeficiente de escorrentía menor a 0,62%.

En cuanto a la zona de riesgo se identificó un nivel alto de vulnerabilidad de 56%, los factores que están influyendo de manera directa en la vulnerabilidad son el material de las viviendas, la ubicación de las casas, la vulnerabilidad de la población, la falta de conocimientos, construcciones en el cauce del canal. Dichos resultados son comparables con los obtenidos por Loyola, (2019), quien en su investigación logró determinar un índice de 52,9% de vulnerabilidad, además de la presencia de

lotes de terrenos más vulnerables, indicando que las estructuras de concreto armado en cualquier momento podrían colapsar.

Las implicancias se enfocan en la oportunidad de poner en práctica lo aprendido durante el proceso de formación, de clases poniendo el conocimiento al servicio de los demás para solventar una necesidad concreta. A nivel teóricas permitió profundizar en la temática, generando aportes para el desarrollo de las variables de estudio y en cuanto a las implicancias metodológicas fu muy significativo debido al uso del software ArgGIS para la determinación de los parámetros geomorfológicos de la cuenca de la Quebrada de Huertas.

4.2 Conclusiones

- En la presente investigación se logró identificar y delimitar la zona de la subcuenca quebrada de Huertas evidenciando que las precipitaciones de los meses de octubre a mayo. Con una salida del agua es de tipo exorreica ya que el punto de descarga se encuentra en los límites de la cuenca Para su estudio se obtuvo información sobre las precipitaciones y la escorrentía, de la estación Contumaza y Chilete de los últimos 10 años (2000 – 2019), aplicando para ello un modelo estocástico determinístico de Lutz Scholz, para determinar los caudales medios, se organizó y analizo la información meteorológica.
- Los parámetros Geomorfológico analizado se consiguió obtener como valores que subcuenca consta de un área de 100,784km², con una altitud media de la cuenca 2221,85 msnm, un ancho aproximado de 4,332 km, el coeficiente de Gravelius 1,3201 y un coeficiente de forma de 0,72. El orden de la corriente es de 5, y una densidad de drenaje de 0,644.
- El nivel de coeficiente de escorrentía se obtuvo un déficit de escurrimiento de 0,52 y una pendiente del cauce principal de 0,0862, y un coeficiente de agotamiento de 0,0227.
- La zona del urbanismo identificada en riesgo alcanza un aproximado de 0,04% del área urbana que estaría en riesgo bajo, debido a que la subcuenca Quebrada Huertas, según muestra el mapa de pendientes (ArcGIS) tiene una altura máxima de 9.91°, y una mínima de 6,06°, la subcuenca presenta un convexidad en la mitad y esa zona del asentamiento urbana se encuentra dentro de la cuenca en su zona más baja.

REFERENCIAS



- Alicaresp. (2019). *Escorrentía*. Recuperado el 20 de 11 de 20, de <http://alicaresp.com/2019/07/15/escorrentia/>
- Amaya, M. (2017). *Manual para el cálculo de amenazas por inundación: ERN Inundación y complementarios a partir de un ejemplo de aplicación*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- AUDEFROY, J. (2007). Desastres y cultura: una aproximación teórica. *INVI*, 119-132.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales*. PERÚ: ANA.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Perfil de riesgo por inundaciones en Perú*. Perú: BID.
- Bardales, W. (2010). *Metodología para la determinación de áreas críticas de recarga hídrica natural en las cuencas de Guatemala*. Guatemala.
- Baron, J. (2012). *Análisis técnico y económico para la determinación del periodo de retorno óptimo de diseño para mitigación de inundaciones mediante herramientas computacionales*. Bogotá : Trabajo de Grado.
- CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales*. Lima: Dirección de Gestión de Procesos.
- Comisión Nacional de Derechos Humanos. (2018). *Estudio sobre la protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos, 2018*. México: CNDH.
- Consortio Río Garagoa. (2018). *Plan de ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica*. Ecuador: Consortio Río Garagoa.
- Dominguez, R. (2015). La cuenca desde el punto de vista hidrológico. *Cuencas de México*, 22 - 25.
- El Peruano. (2012). *Ley del reasentamiento población, para zonas de muy alto riesgo no mitigable*. Perú: El Peruano.
- Espire, R., & Flores, J. (2019). *Evaluación de riesgo y análisis de la vulnerabilidad ante amenazas de inundación en el centro poblado Hancaquito Bajo, Distrito de Virú, Provincia de Virú, 2018*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- FAO. (2020). *Portal de Suelos de FAO*. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/es/>.
- García, J., & Rodríguez, O. (2019). *Evaluación de la Vulnerabilidad frente a la amenaza por inundación en los predios ubicados en la margen del Río Ariari en la vereda la Camachera del municipio de San Martín de los Llanos - Meta*. Manizales: Universidad Católica de Manizales.
- Gaspari, F., Rodríguez, A., Senisterra, G., Delgado, M., & Besteiro, S. (2015). *Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Hernández, R., Barrios, H., & Ramírez, A. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 5 - 25.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (2 ED. ed.). DF, México: Mc. Graw Hill.

- Ibáñez, S., Moreno, H., & Gisbet, J. (2016). *Morfología de las cuencas hidrográficas*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- INDECI. (2011). *Manual de estimación de riesgo ante inundaciones fluviales. Cuaderno Técnico Nr 02*. Lima - Perú: INDECI.
- INDECI. (2016). *Instituto de Defensa Civil. Manual del verificador. Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda para caso de sismo. Ficha de verificación*. Lima.
- INEI. (2018). *Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2018*. Lima - Perú: Ministerio de Economía y Finanzas.
- INGEMMET - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2017). *Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el Niño Costero 2017, en la región ANCASH*. Informe Técnico INGENMET.
- Juarez, M. (2016). *Delimitación de la cuenca y unidades hidrográficas del Arroyo "La Encantada" Saltillo Coahuila mediante el método Pfafstetter*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Loyola, J. (2019). *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cause del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad*. Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Mendoza, M. (2017). *Evaluación del riesgo por inundación en la Quebrada Romero, Distrito de Cajamarca, periodo 2011 - 2016*. Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). *Principales cuencas hidrográficas a nivel Nacional*. Obtenido de <https://www.minagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/372-principales-cuencas-a-nivel-nacional>
- Ministerio de Transporte y Comunicación. (2016). *Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje*. Perú: MTC.
- Nova, K., Ordoñez, M., & Aguilar, T. (2020). Evaluación del nivel de la vulnerabilidad ante el fenómeno de inundación en Montería - Colombia. *Revista Espacios*, 185 -196.
- Ortiz, O. (2016). *Hidrología de superficie*. Cajamarca.
- Quijano, J. (2014). *Parámetros morfométricos, geomorfológicos y correlación estructural en cuencas hidrográficas de la cuenca Amagá*. Medellín - Colombia: Universidad EAFIT.
- Rivasplata, L. (2019). *Generación de escorrentía superficial a partir de información climática en la cuenca de la quebrada Huerts, Chilete, Cajamarca*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Rodrigo, J., Taguas, E., Seeger, M., & Ries, J. (2019). Evaluación de los procesos superficiales de escorrentía en cárcavas originadas en olivares convencionales. Un apartado a tener en cuenta en la planificación territorial. *Rev. geog. Norte Gd*, 229 - 248.
- Schosinsky, N. (2007). Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. *Geo. Amér. Central*, 13 - 30.
- SENAMHI. (2020). *Monitoreo de precipitación*. Lima - Perú.
- Torrero, M. (2014). Delimitación de la cuenca hidrográfica del Río Tecka-Gualjaina, Chubut, Argentina. *Rev. Geog. Valpsol*, 1-8.

- Vaca, M. (2018). *Aplicacion del modelo de analisis multicriterio para la seleccion de tecnicas de conservacion de suelo y agua en la cuenca dle río Chota, al nor de Ecuador*. Ibarra: Universidad Tecnica del Norte.
- Vergara, M., Ellis, E., Cruz, J., Alarcón, L., & Galván, U. (2011). La conceptualización de las inundaciones y la percepción del riesgo ambiental. *Politica y cultur*, 45-69.
- World Visión. (2013). *Manual de Manejo de Cuencas*. Perú: World Visión.
- Zafra, J. (2015). *Nivel de riesgo por inundación en la Zona de Capispuquio - Sector V - Cajamarca, 2015*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

Anexos

Anexo N° 1: Documento expedido por la Municipalidad

 **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHILETE**
CREADA EL 30 DE ENERO DE 1933 - LEY N° 7690
Jr. Ignacio Prado 128 

"Año de la Universalización de la Salud"

INFORME N° 088- 2020-MDCH/ATM/KAMI

A : Adán Gerardo Mostacero Plasencia
Solicitante

DE : Bach. KAREN AZUCENA MEJÍA IDROGO
Jefe del Área Técnica



ASUNTO : Solicitud de Plano Catastral

FECHA : Chilite, 06 de Noviembre del 2020

Tengo el honor de dirigirme al despacho de su digno cargo, a fin de hacerle llegar mis más cordiales saludos y al mismo tiempo hacerle de conocimiento que mediante su solicitud del Plano catastral, hago de su conocimiento que nuestra institución: Municipalidad Distrital de Chilite no cuenta con catastro aprobado por Ley.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y demás fines que estime por conveniente.

Atentamente,

 
Karen Azucena Mejía Idrogo
DNI: 72370992

Anexo N° 2: Registro Fotográfico.

Ilustración 1: área obtenida a base de relleno.



Ilustración 2: Puntos con GPS en la ribera de la quebrada huertas.



Ilustración 3: Quebrada huertas en huayco.



Ilustración 4: Puente Chilete saturado de material arrastrado por la quebrada de huertas.



Ilustración 5: Puntos con GPS en la zona urbana de Chilete.



Ilustración 6: Vivienda expuesta a riesgo por inundación.



Anexo N° 3: Instrumento de Recolección de Datos.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Lista de Verificación

TÍTULO:
"NIVEL DE RIESGO POR INUNDACIÓN DEL AREA URBANA DEL DISTRITO DE CHILETE – PROVINCIA DE CONTUMAZÁ – REGIÓN CAJAMARCA"

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

1. UBICACIÓN GEOGRAFICA		2. UBICACIÓN CENSAL		3. Fecha y Hora		
1 Departamento		1 Zona	N°			
2 Provincia		2 Manzana N°		dd	mm	aa
3 Distrito				Hora:		

4. UBICACIÓN LOCALIZADA 1 Avenida () 2 Calle () 3 Jirón () 4 Pasaje () 5 Carretera () 6 Otro ()

Nombre de la calle, Av, Jr, etc

Nombre de la Urbanización / Asentamiento humano / Asoc. De Vivienda/ Otros

Referencia:

A. INFORMACION DEL TRAMO ANALIZADO

1. DIFERENCIA DE NIVEL	2. ANCHO DE LA CALLE
3. TOPOGRAFIA DEL TERRENO	4 CARACTERISTICA GEOLOGICAS DEL SUELO
1 50% < P ≤ 80%	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, napa freática alta turba, material inorgánico, etc).
2 30% < P ≤ 50%	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante.
3 20% < P ≤ 30%	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante.
4 10% < P ≤ 20%	Zona ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante
5 P ≤ 10%	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buena características geotécnicas

B. OBSERVACIÓN PARA DETERMINACION DE FACTORES CONDICIONANTES.

1. DESCRIPCION DEL RELIEVE	2. DESCRIPCION DEL TIPO DE SUELO
Abrupto y escarpado, rocoso; cubierto en grandes sectores por nieve y glaciares.	Rellenos sanitarios
El relieve de esta región es diverso conformado en su mayor parte por mesetas y abundantes lagunas, alimentadas con los deshielos, en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas.	Arena Eólica y/o limo (con agua)
Relieve rocoso, escarpado y empinado. el ámbito geográfico se identifica sobre ambos flancos andinos.	Arena Eólica y/o limo (sin agua)
Relieve muy accidentado con valles estrechos y quebradas profundas, numerosas estribaciones andinas. Zona de huaycos. Generalmente montañoso y complejo.	Suelos granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial
Generalmente plano y ondulado, con partes montañosas en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, valles; zona eminentemente árida y desértica	Afloramiento rocoso y estratos de grava

3. DESCRIPCION DEL USO ACTUAL DEL SUELO

Áreas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirven para su normal funcionamiento.	
Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentre en descanso como los barbechos que se encuentran improductivas por periodos determinados.	
Plantaciones forestales, establecimientos de árboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energética, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, etc.	
Pastos naturales, extensiones muy amplias que cubren laderas de los cerros, áreas utilizables para cierto tipo de ganado, su vigorosidad es dependiente del periodo del año y asociada a la presencia de lluvias.	
Sin uso / improductivos, no pueden ser aprovechadas para ningún tipo de actividad	

Fuente: Adaptada de CENEPRED, (2014)

Anexo N° 4: Validación del Instrumento de Recolección de Datos.

**PLANILLA DE VALIDACIÓN DE
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“NIVEL DE RIESGO POR INUNDACIÓN DEL AREA URBANA DEL
DISTRITO DE CHILETE – PROVINCIA DE CONTUMAZÁ – REGIÓN
CAJAMARCA” 2020

Datos del Experto:

Nombre y apellidos del Experto: LUIS ALBERTO CENTURIÓN GARCÍA
Especialidad: Ingeniero Civil
Cargo actual: Consultor en Municipalidad de San Juan
Grado académico: Ingeniero Civil
Institución: Municipalidad de San Juan
Tipo de instrumento: Formatos y encuesta
Lugar y fecha: 19/11/2020

Instrucciones

Seleccionar el valor que corresponda según su criterio para cada uno de los aspectos a validar apoyado en la siguiente escala de valoración:

Excelente (1) Muy bien (2) Bien (3) Regular (4) Deficiente (5)

N°	ASPECTOS A VALIDAR	Ficha de Validación				
		1	2	3	4	5
1	Pertinencia de indicadores					
2	Formulado con lenguaje apropiado					
3	Adecuado para el objeto de estudio					
4	Facilita la prueba de hipótesis					
5	Suficiencia para medir las variables					
6	Facilita la interpretación del instrumento					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología					
8	Expresado en hechos perceptibles					
9	Tiene secuencia lógica					
10	Basado en aspectos teóricos					
Total						


 LUIS ALBERTO CENTURIÓN GARCÍA
 INGENIERO CIVIL

**PLANILLA DE VALIDACIÓN DE
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

**“NIVEL DE RIESGO POR INUNDACIÓN DEL AREA URBANA DEL
DISTRITO DE CHILETE – PROVINCIA DE CONTUMAZA – REGIÓN
CAJAMARCA” 2020**

Datos del Experto:

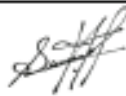
Nombre y apellidos del Experto: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ
Especialidad: Ing-Ms Ingeniero Civil
Cargo actual: Docente tiempo parcial UPN- Trujillo
Grado académico: Ing-Ms Ingeniero Civil
Institución: UPN- Trujillo
Tipo de instrumento: Formatos y encuesta
Lugar y fecha: 19/11/2020

Instrucciones:

Seleccionar el valor que corresponda según su criterio para cada uno de los aspectos a validar apoyado en la siguiente escala de valoración:

Excelente (1) Muy bien (2) Bien (3) Regular (4) Deficiente (5)

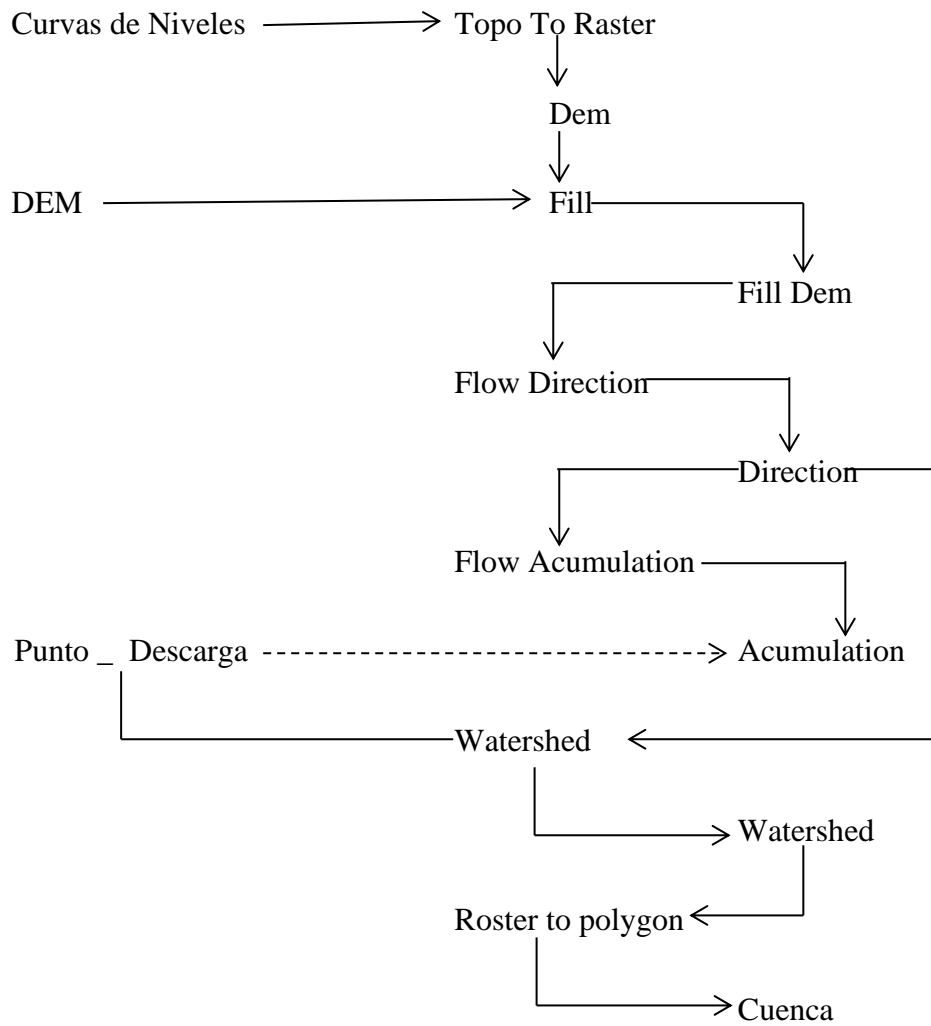
Nº	ASPECTOS A VALIDAR	Ficha de Validación				
		1	2	3	4	5
1	Pertinencia de indicadores					
2	Formulado con lenguaje apropiado					
3	Adecuado para el objeto de estudio					
4	Facilita la prueba de hipótesis					
5	Suficiencia para medir las variables					
6	Facilita la interpretación del instrumento					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología					
8	Expresado en hechos perceptibles					
9	Tiene secuencia lógica					
10	Basado en aspectos teóricos					
Total						



Sheyla YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ
Ing-Ms Ingeniero Civil

Anexo N° 5: Procedimiento para obtener el área, perímetro, y longitud

**ESQUEMA PROCEDIMENTAL SEGUIDO EN ARCGIS PARA OBTENER
AREA, PERIMETRO Y LONGITUD ENTRE OTROS**



Anexo N° 6 Evidencia del Procedimiento para obtener el área, perímetro, y longitud

Ilustración 1: Nos muestra las curvas de nivel de la zona a través de las cartas nacionales usando la herramienta 3D analyst – crear TIN.

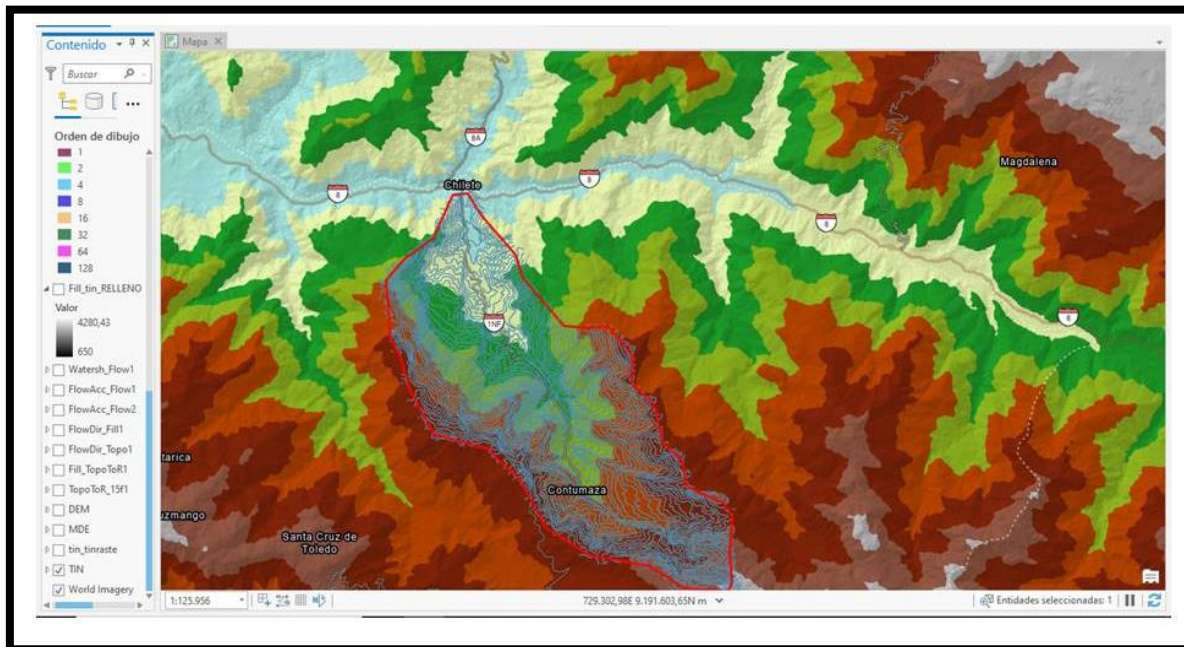


Ilustración 2: Transformamos nuestra imagen TIN a raster para definir z.

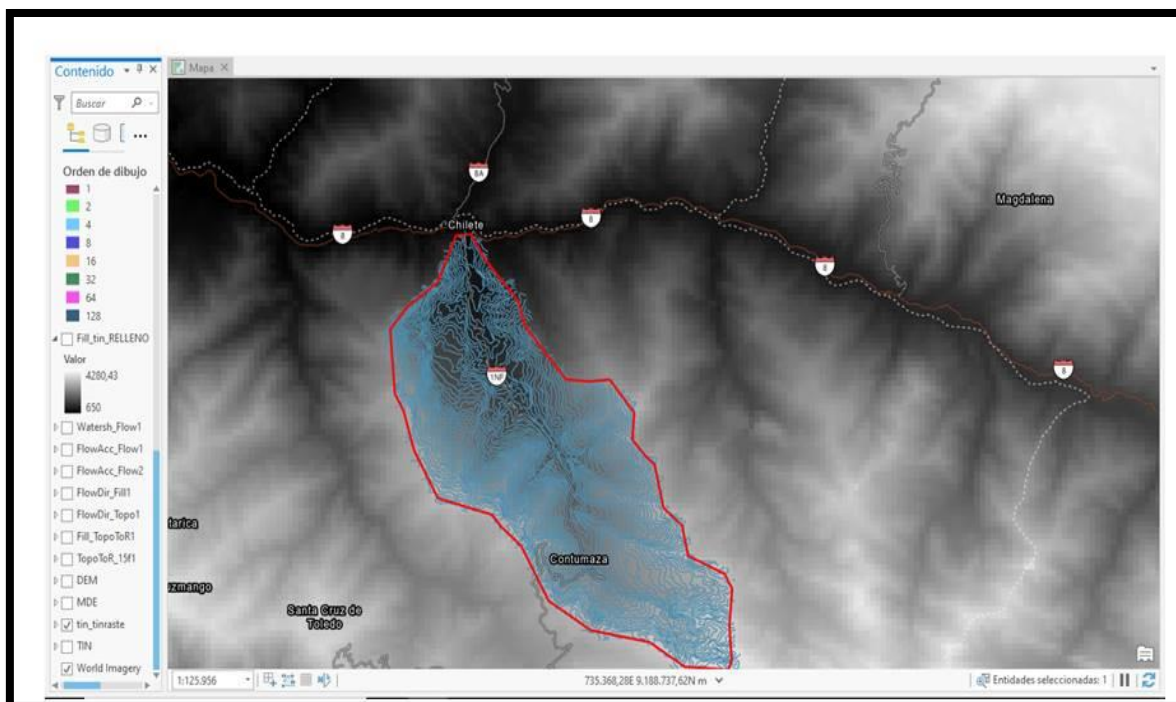


Ilustración 3: imagen definida con las curvas de nivel y valores z (elevación)

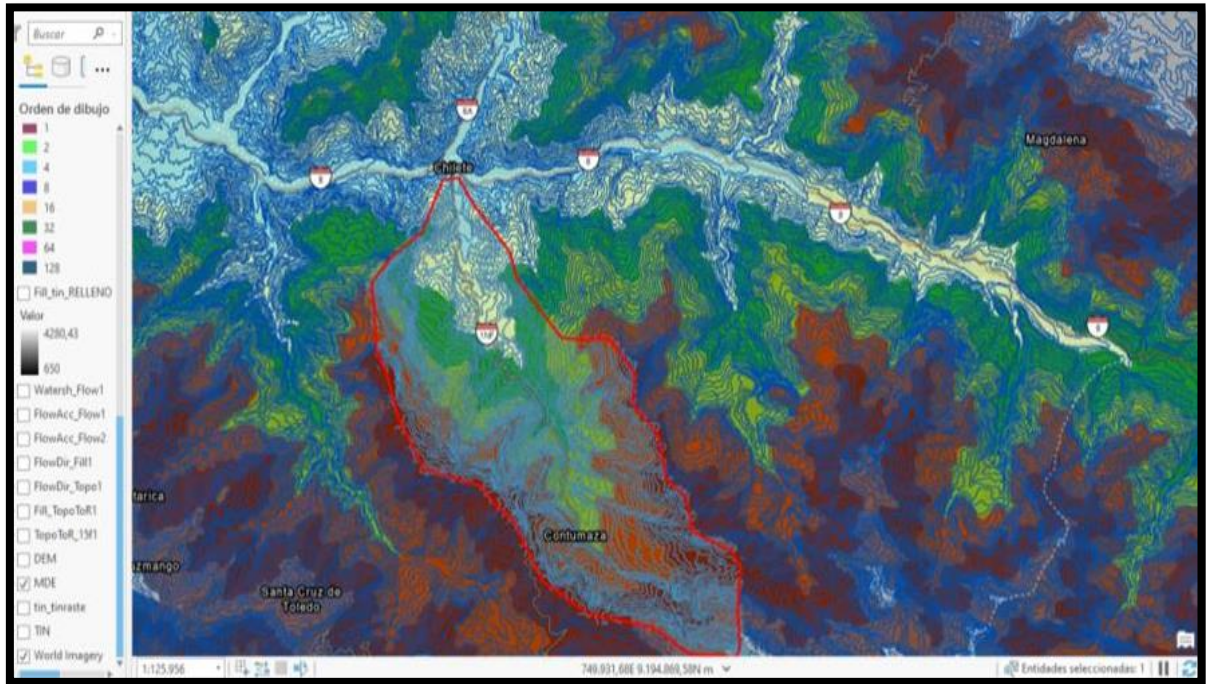


Ilustración 4: Se procede a transformar la imagen generada anterior a raster de la herramienta topo to raster.

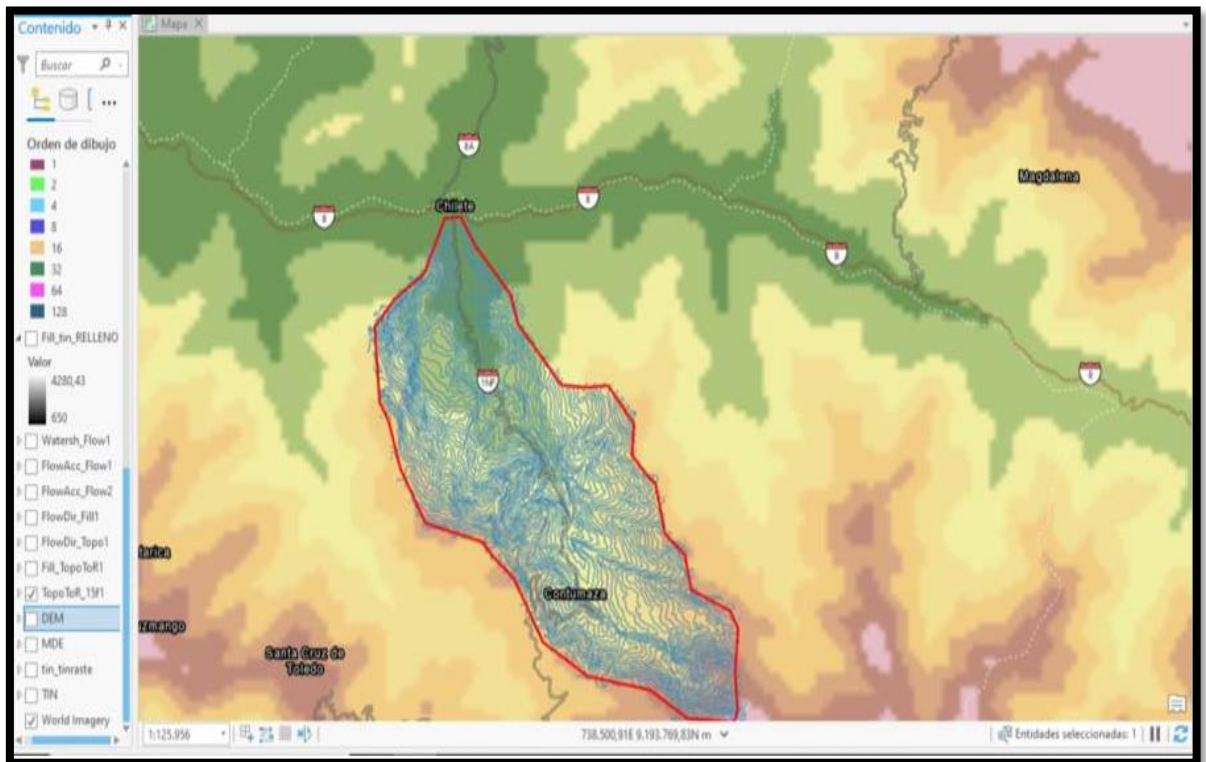


Ilustración 5: Se procede a rellenar los espacios entre curvas para completar el raster 3D con herramienta FILL (relleno) y el raster DEM

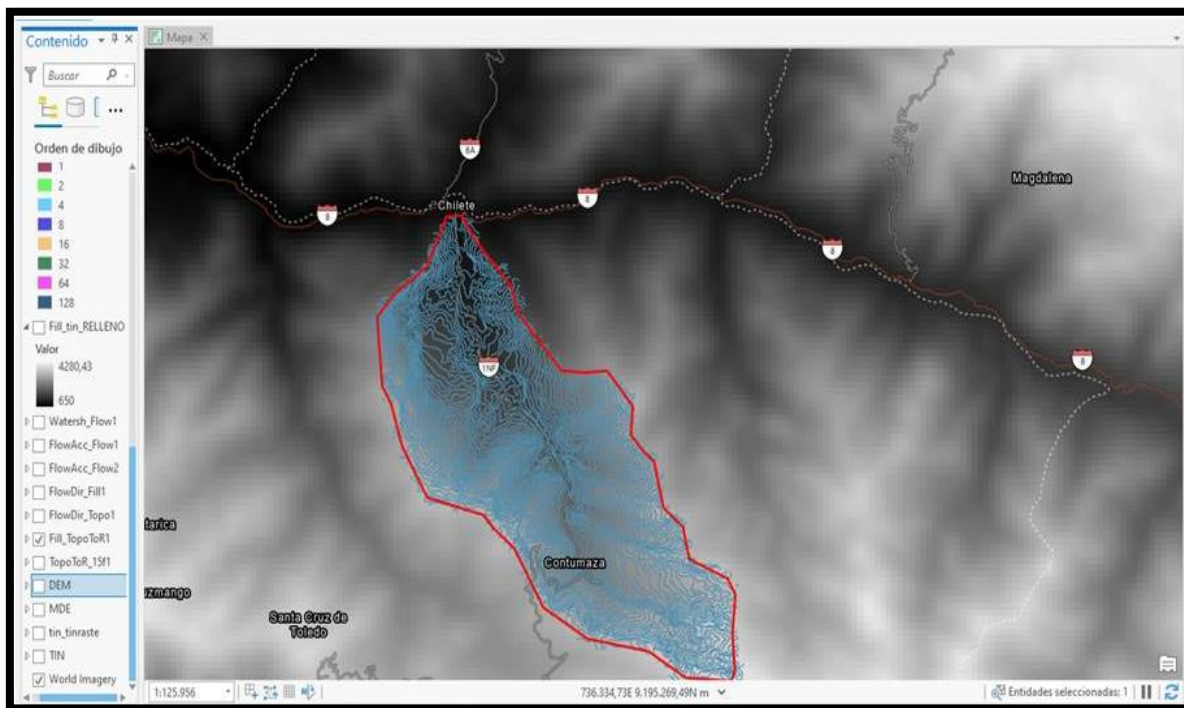


Ilustración 6: Se obtiene la dirección de flujo a través de la herramienta Direction_flow.

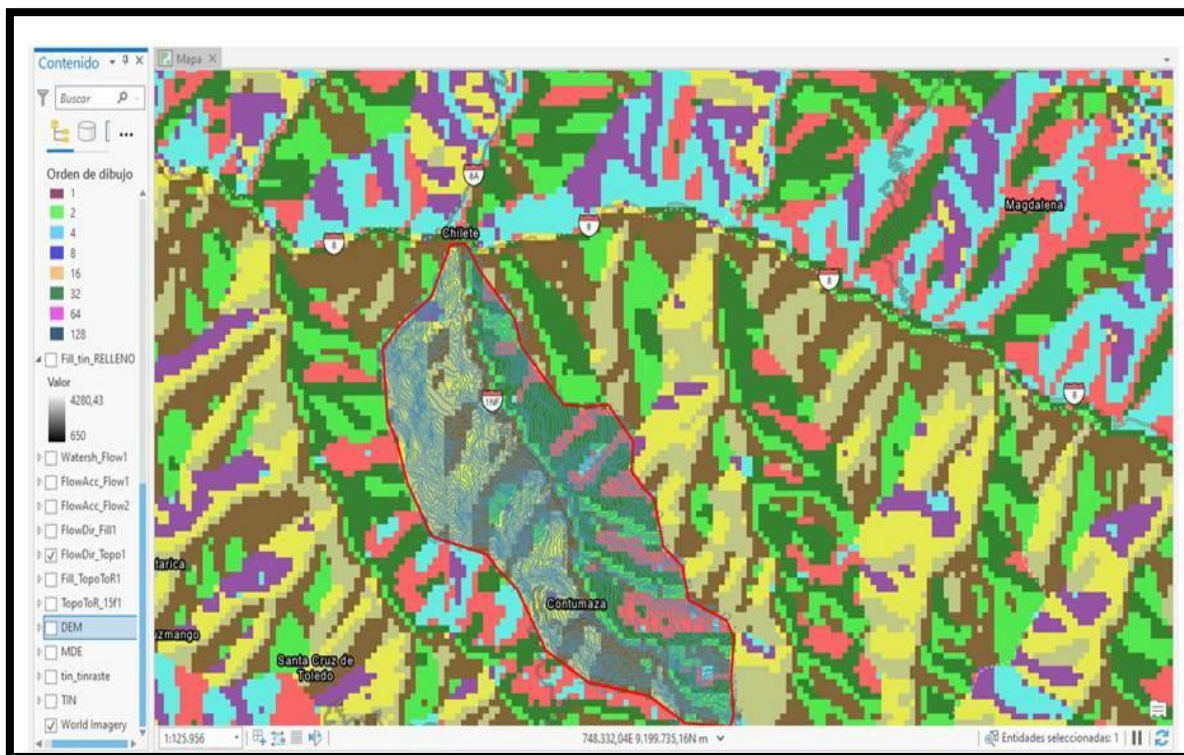


Ilustración 7: Esta imagen se genera usando el raster de dirección de flujo a través de la herramienta `Accumulation_flow`

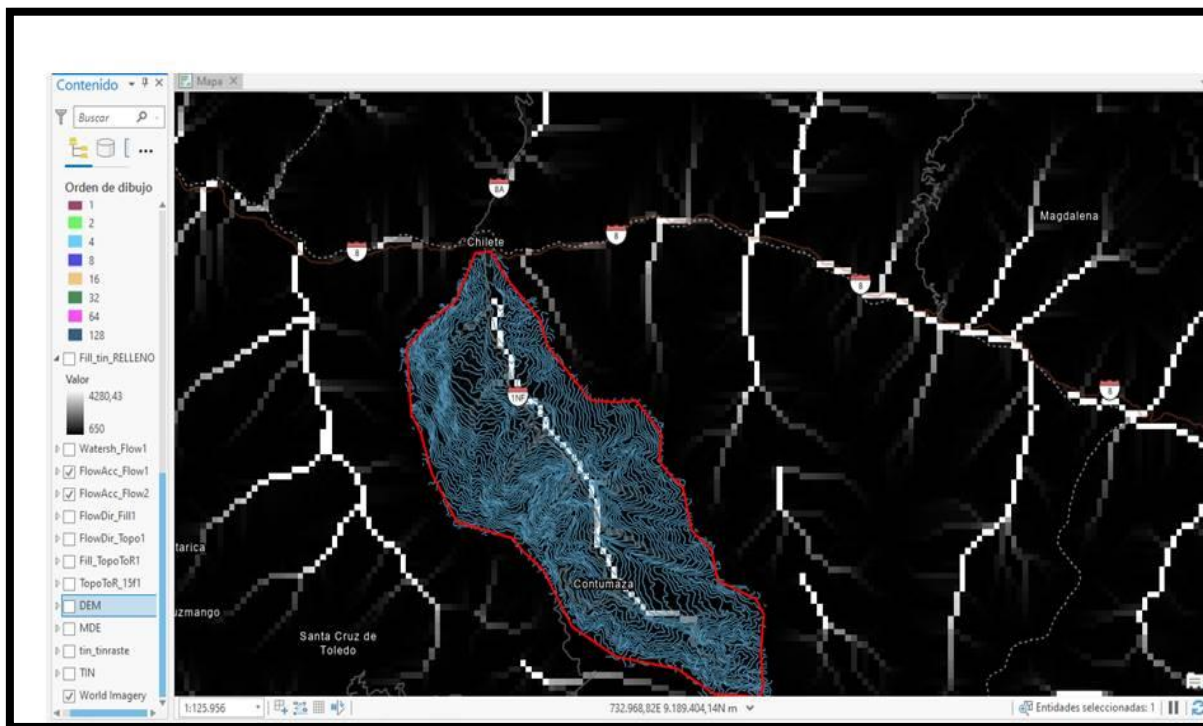


Ilustración 8: se determina la cuenca junto a un punto de desfogue ubicado al inicio de la cuenca de estudio generando nuestra subcuenca.

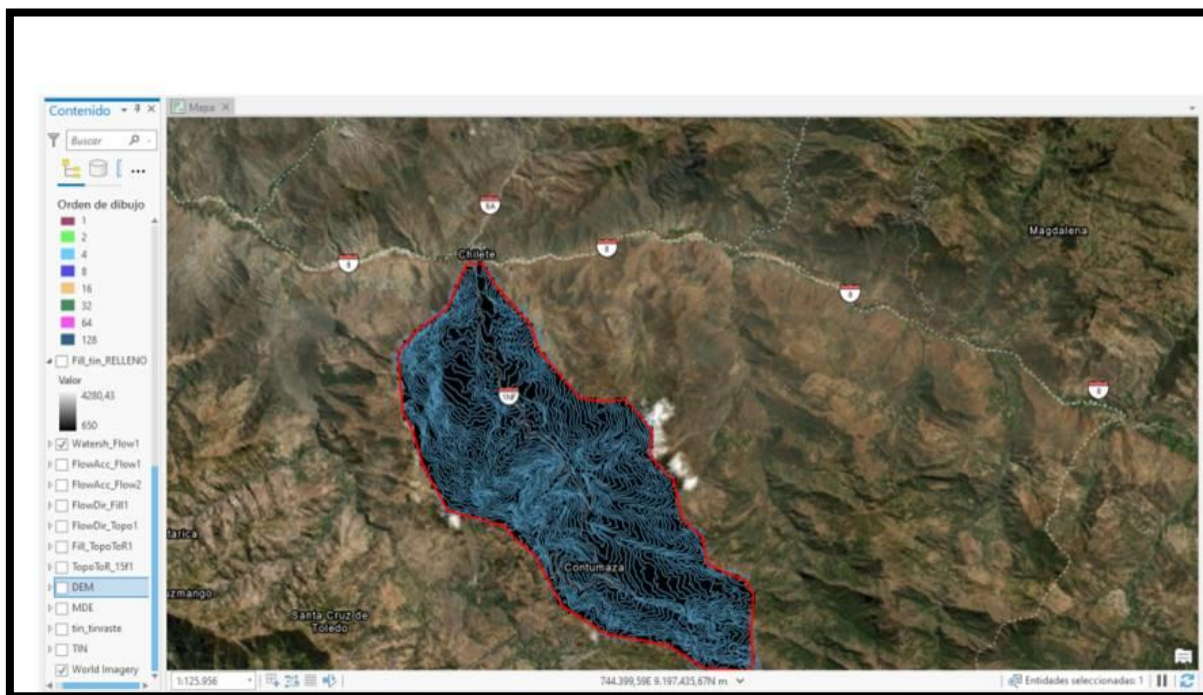


Ilustración 9: Con la herramienta Table, se muestran las secciones de la sub cuenca, sus desniveles más resaltantes.

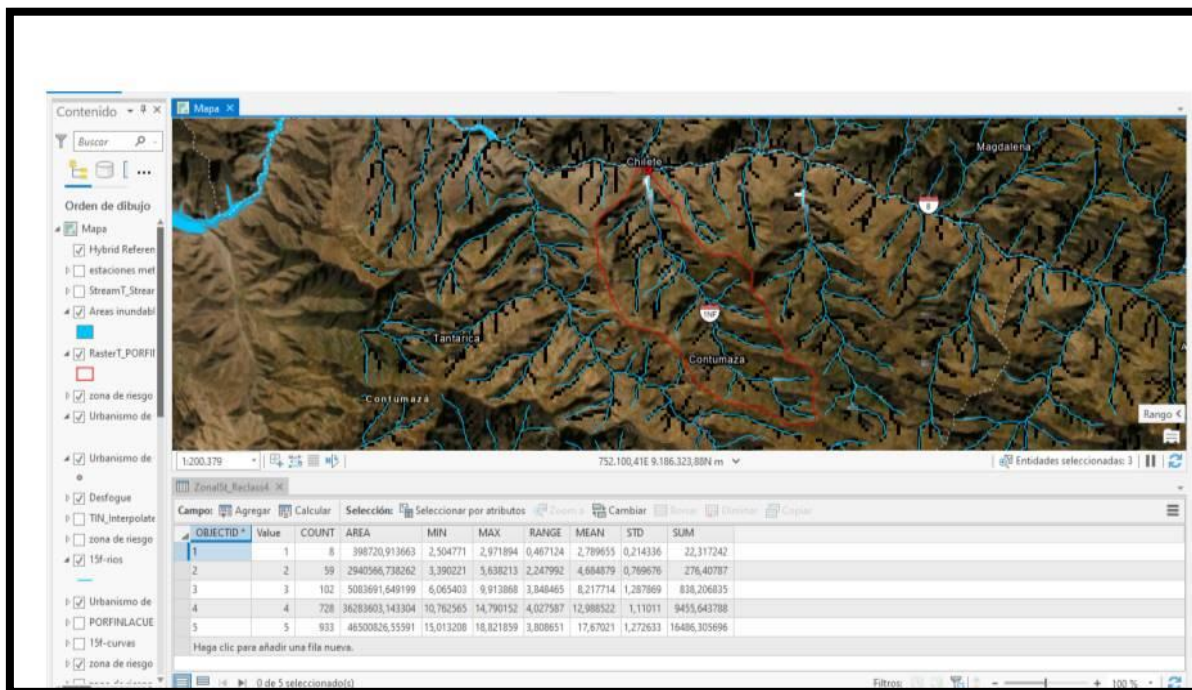
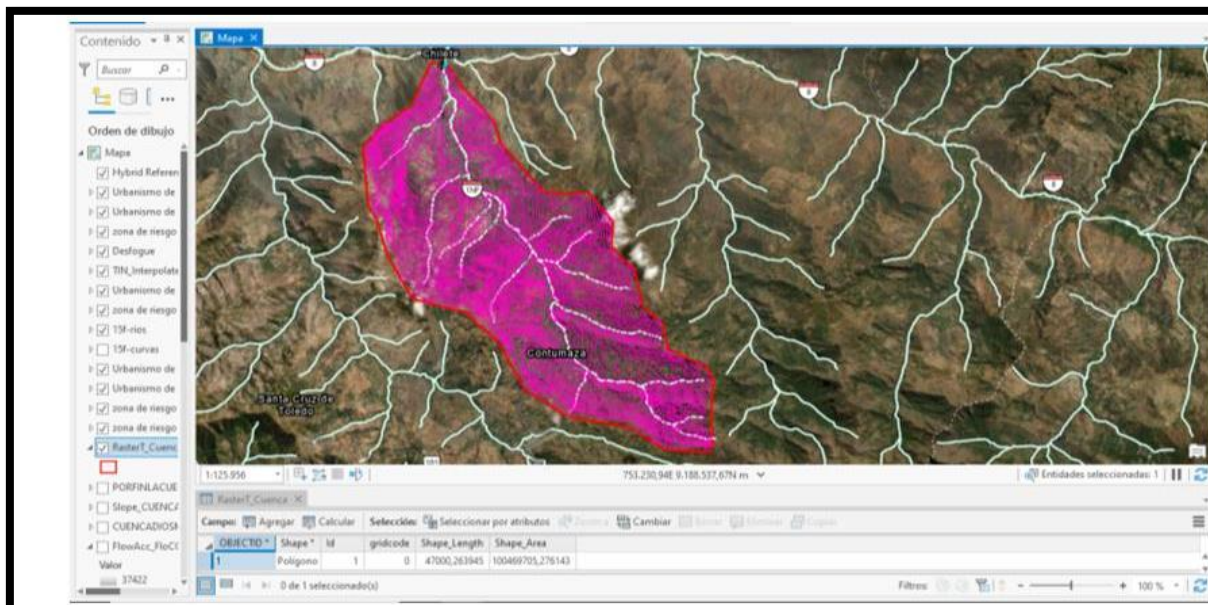


Ilustración 10 : Finalmente el área, perímetro y longitud de la subcuenca nos calcula el programa a través de la herramienta table.



DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA						
Estación:	Contumaza	Coordenadas UTM Huso 31 (m)	X =		Cota =	2542msnm
Denominación:			Y =			

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
2000	23,80	215,90	378,30	146,20	65,00	7,80	0,30	5,70	23,80	6,70	34,70	78,80	378,30
2001	19,80	152,50	457,30	157,50	23,90	8,70	0,00	0,00	18,10	19,70	41,70	43,00	457,30
2002	18,00	183,30	192,10	262,80	20,40	9,10	0,70	0,00	4,70	33,40	80,70	42,70	262,80
2003	76,80	91,40	80,70	54,50	18,30	6,50	0,00	0,70	1,20	1,90	9,20	79,80	91,40
2004	2,70	100,20	116,20	69,10	20,80	0,00	3,10	0,00	10,60	27,70	18,80	36,70	116,20
2005	5,90	40,80	104,10	41,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	15,40	11,10	21,10	104,10
2006	78,60	190,70	405,90	63,00	3,60	14,60	0,00	0,60	8,60	0,00	30,90	71,50	405,90
2007	128,70	37,90	256,50	104,80	33,90	0,00	0,00	4,10	0,00	54,60	29,30	22,30	256,50
2008	84,20	343,10	213,00	194,40	2,10	4,90	0,00	9,70	9,10	42,90	48,70	2,60	343,10
2009	208,90	178,30	262,40	72,90	30,40	2,90	5,20	0,00	5,60	64,50	47,60	19,20	262,40
2010	25,50	169,60	165,70	78,70	25,60	4,80	0,00	0,00	10,10	11,20	16,80	34,00	169,60
2011	68,70	25,80	108,40	171,60	4,70	0,60	0,30	0,00	8,30	2,50	9,70	4,30	171,60
2012	69,90	183,40	248,90	151,60	36,70	0,00	0,00	0,00	0,50	64,10	36,60	53,30	248,90
2013	27,80	151,10	286,40	17,80	35,30	2,50	0,00	0,50	0,00	57,30	0,60	70,00	286,40
2014	47,20	30,80	175,80	64,90	44,60	0,60	0,00	0,00	16,80	41,20	24,70	88,40	175,80
2015	91,10	67,70	300,70	81,90	48,80	0,00	2,50	0,00	0,30	9,80	58,50	66,40	300,70
2016	66,40	130,20	119,60	137,10	0,00	8,70	0,00	0,00	0,00	9,90	1,60	26,00	137,10
2017	122,30	468,50	757,50	55,90	23,50	0,00	0,00	6,80	2,60	28,30	10,10	22,10	757,50

2018	88,90	90,20	123,10	77,30	66,20	1,30	0,00	0,00	0,80	12,30	25,30	56,80	123,10	
2019	21,60	279,80	202,10	69,50	18,10	0,00	1,20	0,00	4,70	43,30	33,10	77,20	279,80	
MAX	208,90	468,50	757,50	262,80	66,20	14,60	5,20	9,70	23,80	64,50	80,70	88,40	757,50	

Anexo N° 7: Datos Estación Pluviométrica Contumazá