

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACION DE RIESGO POR INUNDACION DE LA  
QUEBRADA SAN IDELFONSO, EN EL DISTRITO DE EL  
PORVENIR”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Jhoselyn Edith Gonzales Alfaro

Asesor:

Mg. Roxana Milagros Aguilar Villena

Trujillo - Perú

2022

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y guiarme por el camino correcto para culminar con éxito mi  
carrera universitaria.

A mis padres, Juan Gonzales Ávila y María Alfaro Rodríguez por ser ejemplo de personas  
luchadoras, por su amor incondicional y sus consejos los cuales me forjaron para ser una  
mejor persona cada día.

A mis hermanos, Steffanny, Junior, Karina, y mi sobrino Joan, por su alegría, cariño y  
compañía en este proceso de formación académica.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Privada del Norte, y sus docentes por brindarme las enseñanzas adecuadas en mi carrera universitaria, por las cuales he logrado desarrollarme satisfactoriamente en el ámbito laboral.

A la Ing. Roxana M. Aguilar Villena, asesora de la presente tesis, por brindarme los conocimientos necesarios y su ayuda en la búsqueda de información para desarrollar con éxito la presente tesis.

Agradezco a mis padres, hermanos, abuelitos, y a Yanner Gutiérrez, por su compañía y apoyo constante.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES</b> .....	<b>8</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
1.1. Realidad problemática .....	11
1.2. Bases Teóricas .....	20
1.3. Formulación del problema.....	28
1.4. Objetivos.....	28
1.4.1. Objetivo general .....	28
1.4.2. Objetivos específicos .....	28
1.5. Hipótesis .....	29
1.5.1. Hipótesis general .....	29
1.5.2. Hipótesis específicas.....	29
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>30</b>
2.1. Tipo de investigación .....	30
2.2. Población y muestra .....	31
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	31
2.3.1. Técnicas de recolección: .....	31
2.3.2. Instrumentos: .....	32
2.3.3. Análisis de Datos: .....	32
2.3.3.1. Análisis y evaluación de peligrosidad.....	33
2.3.3.1.1 Análisis del factor Desencadenante (Caudal) .....	33
2.3.3.1.2 Análisis del factor Condicionante: .....	67
3.3.1.2.1. Factor Geología:.....	67
3.3.1.2.2. Factor Pendiente:.....	68
3.3.1.2.3. Factor Geomorfología:.....	69
2.3.3.2. Análisis de la vulnerabilidad. ....	69
2.3. Aspectos Éticos:.....	71
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>72</b>
3.1. Análisis y evaluación de Nivel de peligrosidad: .....	72
3.1.1. Resultados para factores desencadenantes: .....	72
3.1.2. Resultados para factores condicionantes:.....	74
3.1.3. Niveles de peligro para el área de estudio, representados por nivel Muy Alto, Alto, Medio Y Bajo: .....	77
3.2. Determinación de la Vulnerabilidad:.....	79
3.2.1. Vulnerabilidad social:.....	79
3.2.2. Vulnerabilidad económica:.....	87
3.2.3. Niveles de vulnerabilidad para el área de estudio, representados por nivel Muy Alto, Alto, Medio Y Bajo: .....	94
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>98</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>101</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>104</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Escala de Saaty</i> .....	27
Tabla 2 <i>Precipitación Máxima En 24 Horas (Mm)</i> .....	34
Tabla 3 <i>Datos de Precipitación máximas en orden de menor a mayor</i> .....	36
Tabla 4 <i>Prueba de Smirnow-Kolgomorov</i> .....	37
Tabla 5 <i>Prueba de Prueba Chi-Cuadrado</i> .....	39
Tabla 6 <i>Intensidades máximas para diferentes periodos de retorno para una distribución Log Person III</i> ...	41
Tabla 7 <i>Distribuciones de lluvia según el SCS</i> .....	42
Tabla 8 <i>Distribución SCS para Tr = 2 años</i> .....	43
Tabla 9 <i>Distribución SCS para Tr = 5 años</i> .....	45
Tabla 10 <i>Distribución SCS para Tr = 10 años</i> .....	46
Tabla 11 <i>Distribución SCS para Tr = 25 años</i> .....	48
Tabla 12 <i>Distribución SCS para Tr = 50 años</i> .....	50
Tabla 13 <i>Distribución SCS para Tr = 100 años</i> .....	51
Tabla 14 <i>Distribución SCS para Tr = 200 años</i> .....	53
Tabla 15 <i>Distribución SCS para Tr = 500 años</i> .....	55
Tabla 16 <i>Distribución SCS para Tr = 1000 años</i> .....	56
Tabla 17 <i>Precipitación máxima de duración 1 a 24 horas</i> .....	58
Tabla 18 <i>Intensidad máxima de duración 1 a 24 horas</i> .....	59
Tabla 19 <i>Ecuaciones de Intensidad -Duración -Frecuencia – Método SCS</i> .....	60
Tabla 20 <i>Intensidades Máximas para Periodos de Retorno de 2,10,25,50 y 100 años</i> .....	61
Tabla 21 <i>Reclasificación del Mapa de Cobertura</i> .....	64
Tabla 22 <i>Reclasificación del Mapa de Suelos</i> .....	64
Tabla 23 <i>Valores Numero de curva para cada agrupación suelo – cobertura</i> .....	64
Tabla 24 <i>Cálculo de CN de la quebrada San Idelfonso</i> .....	65
Tabla 25 <i>Descriptores del parámetro geológico</i> .....	68
Tabla 26 <i>Relación de pendientes en el área de estudio</i> .....	69
Tabla 27 <i>Descriptores del parámetro geomorfología</i> .....	69
Tabla 28 <i>Caudal Máximas para Periodos de Retorno de 2,10,25,50 y 100 años</i> .....	72
Tabla 29 <i>Matriz de comparación de pares por factor caudal</i> .....	72
Tabla 30 <i>Matriz de Normalización</i> .....	73
Tabla 31 <i>Ponderación del parámetro y sus descriptores</i> .....	73
Tabla 32 <i>Matriz de comparación de pares por factor geomorfológico</i> .....	74
Tabla 33 <i>Matriz de normalización</i> .....	74
Tabla 34 <i>Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores</i> .....	75
Tabla 35 <i>Matriz de comparación de pares por factor geológico</i> .....	75
Tabla 36 <i>Matriz de normalización</i> .....	76
Tabla 37 <i>Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores</i> .....	76
Tabla 38 <i>Matriz de normalización</i> .....	76

Tabla 39 Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores.....	77
Tabla 40 Matriz de Peligrosidad.....	77
Tabla 41 Estratificación del nivel de peligro .....	77
Tabla 42 Cálculo de Peligrosidad.....	78
Tabla 43 Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario (exposición social) .....	79
Tabla 44 Matriz de normalización.....	79
Tabla 45 Cuadro final de ponderación del parámetro Grupo Etario y sus descriptores .....	80
Tabla 46: Matriz de comparación de pares del parámetro Material de construcción de la edificación.....	81
Tabla 47 Matriz de normalización.....	81
Tabla 48 Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores.....	82
Tabla 49 Matriz de comparación de pares del parámetro Antigüedad de constitución de la edificación.....	83
Tabla 50: Matriz de normalización .....	83
Tabla 51 Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores.....	83
Tabla 52 Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitaciones en temas de gestión del riesgo....	85
Tabla 53 Matriz de normalización.....	86
Tabla 54 Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores.....	87
Tabla 55 Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de agua potable (exposición económica) 88	
Tabla 56 Matriz de normalización.....	89
Tabla 57 Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores.....	89
Tabla 58 Matriz de comparación de pares del parámetro Configuración de elevación de la edificación.....	90
Tabla 59 Matriz de normalización.....	91
Tabla 60 Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores.....	91
Tabla 61 Matriz de comparación de pares del parámetro Configuración de elevación de la edificación.....	92
Tabla 62 Matriz de normalización.....	93
Tabla 63 Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores.....	94
Tabla 64 Matriz de vulnerabilidad .....	94
Tabla 65 Estratificación del nivel de vulnerabilidad.....	94
Tabla 66 Cálculo de Vulnerabilidad .....	96
Tabla 67 Cálculo de Riesgo.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Factores condicionantes del peligro por inundación .....	24
Figura 2 Factores desencadenantes del peligro por inundación .....	24
Figura 3 Factores de la vulnerabilidad.....	25
Figura 4 Riesgo.....	26
Figura 5 Método gráfico de la prueba Smirnow-Kolgomorov.....	38
Figura 6 Método gráfico de la Prueba Chi-Cuadrado .....	40
Figura 7 Hietograma Tipo II para Tr de 2 años .....	44
Figura 8 Hietograma Tipo II para Tr de 5 años .....	46
Figura 9 Hietograma Tipo II para Tr de 10 años.....	48
Figura 10 Hietograma Tipo II para Tr de 25 años.....	49
Figura 11 Hietograma Tipo II para Tr de 50 años.....	51
Figura 12 Hietograma Tipo II para Tr de 100 años .....	53
Figura 13 Hietograma Tipo II para Tr de 200 años .....	54
Figura 14 Hietograma Tipo II para Tr de 500 años .....	56
Figura 15 Hietograma Tipo II para Tr de 1000 años .....	58
Figura 16 Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia .....	60
Figura 17 Quebrada San Idelfonso delimitada en base al modelo de elevación.....	62
Figura 18 Longitud del curso de agua mediante el programa Google Earth .....	62
Figura 19 Desnivel del curso de agua mediante el programa Google Earth.....	63
Figura 20 Mapa de CN según tipo y uso de suelo .....	66
Figura 21 Calidad de Material de construcción de las edificaciones .....	80
Figura 22 Antigüedad de construcción de la edificación .....	82
Figura 23 Capacitaciones en temas de gestión del riesgo .....	84
Figura 24 Porcentaje de Servicio de agua potable y saneamiento .....	88
Figura 25 Configuración de elevación de la edificación .....	90
Figura 26 Población económicamente activa desocupada .....	92

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Numero de intervalos de clase.....	38
Ecuación 2: Ecuación de Intensidad Máxima.....	60
Ecuación 3: Tiempo de concentración.....	61
Ecuación 4: Precipitación efectiva .....	63
Ecuación 5: Potencial máximo de retención.....	63
Ecuación 6: Tiempo de concentración.....	66
Ecuación 7: Tiempo de retardo.....	66
Ecuación 8: Caudal .....	67



## RESUMEN

La presente investigación titulada: "Evaluación de riesgo por inundación de La Quebrada San Idelfonso, en el Distrito de El Porvenir", tiene como objetivo principal evaluar el nivel de riesgo por inundación de la quebrada San Idelfonso en el Distrito de El Porvenir. Para esto, se identificó y caracterizó los parámetros de evaluación de inundaciones. La tesis según su propósito es una investigación aplicada y según su diseño es de tipo no experimental debido a que describe realidades y analiza hechos sin manipular las variables, que tiene como población de estudio a 866 viviendas aledañas al cauce de la quebrada San Idelfonso y una muestra de 206 viviendas, utilizando como técnicas de recolección, la revisión documentaria / Registros, entrevista y la observación, e instrumentos como las Fichas de registro de precipitaciones validadas por el SENAMHI, Sistema de información geográfico GEOCATMIN, Imágenes DEM proporcionado por el Programa ASF data search Vertex, y Guía de Entrevista basados en el Manual del CENEPRED, para el procesamiento de los datos se utilizaron los software ArcGIS, Google Earth, Hydrognomon y Microsoft Excel. Como resultado, esta investigación cuenta con un valor de peligrosidad de 0.234 y de vulnerabilidad de 0.222, variables para la determinación de riesgo por inundación con un valor de 0.052, calificándose como Riesgo Alto. Por lo que se propone alternativas de mitigación estructurales y no estructurales, mediante la implementación y ejecución de obras civiles (diques, enrocados y gaviones), así como la presencia de los gobiernos locales y nacionales para el fortalecimiento, capacitación y sensibilización a la población vulnerable.

**Palabras clave:** Inundación, Riesgo, Peligrosidad, Vulnerabilidad

## ABSTRACT

The present investigation entitled: "Flood risk assessment of the San Idelfonso Ravine, in the El Porvenir District", has as its main objective to evaluate the level of flood risk of the San Idelfonso Ravine in the El Porvenir District. For this, the flood evaluation parameters were identified and characterized. According to its purpose, the thesis is an applied research and according to its design it is of a non-experimental type because it describes realities and analyzes facts without manipulating the variables, which has as a study population 866 houses near the bed of the San Idelfonso creek and a sample of 206 homes, using as collection techniques, documentary review / Records, interview and observation, and instruments such as the Rainfall Record Sheets validated by SENAMHI, GEOCATMIN Geographic Information System, DEM Images provided by the ASF Data Program search Vertex, and Interview Guide based on the CENEPRED Manual, ArcGIS, Google Earth, Hydrognomon and Microsoft Excel software were used for data processing. As a result, this research has a hazard value of 0.234 and a vulnerability value of 0.222, variables for determining flood risk with a value of 0.052, qualifying as High Risk. For this reason, structural and non-structural mitigation alternatives are proposed, through the implementation and execution of civil works (dams, rockfill and gabions), as well as the presence of local and national governments for the strengthening, training and awareness of the vulnerable population.

**Palabras clave:** Flood, Risk, Danger, Vulnerability

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A nivel mundial, las inundaciones son desbordamientos de agua en distintos tipos de suelo, ocurridos por fuertes lluvias, marejada, o por roturas de presas y diques, que pueden ocurrir con pocos centímetros de agua y una duración de minutos, horas, días, semanas o más. Son desastres naturales más comunes asociados a diversos fenómenos atmosféricos. Las inundaciones han causado millones de muertes a nivel global, indicando que en Asia en el periodo 1970-2012, ocasionaron el 60% de pérdidas económicas, en América del Sur causaron el mayor número de pérdidas de vidas humanas con un 80% y las mayores pérdidas económicas en un 64%, en América del Norte, América Central y el Caribe el 30% de inundaciones, y en Europa ocasionaron mayores pérdidas económicas. Es relevante evidenciar que América del Sur, el continente en el cual vivimos fue el más afectado en pérdida de vida humanas y pérdidas económicas. (Organización Meteorológica Mundial, 2014)

En el Perú, las inundaciones son un problema recurrente cada año, debido a la estacionalidad de las precipitaciones en la región andina, la cual tiene una época seca y una época de lluvia bien diferenciada, sumado a los años de presencia del fenómeno del niño hacen que los caudales de los ríos que bajan de la región andina a la costa aumenten varias veces su magnitud, desbordándose y ocasionando daños en ciudades de la costa específicamente en la región norte del país. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2020).

Las inundaciones repentinas son propicias ya que son montañas jóvenes y todavía están tectónicamente activas, caracterizándose por fuertes pendientes y una alta tasa de erosión superficial. Además de las condiciones geológicas, la intensa temporada de

precipitación especialmente durante la estación de verano, desencadena distintos tipos de peligros naturales. Intensas lluvias o aguaceros pueden causar inundaciones devastadoras en las montañas medias (500-3,500 msnm), y el derretimiento rápido de la nieve acumulada durante el invierno es también causa de las inundaciones. (CENEPRED, 2014).

En el año 2017 tras las fuertes precipitaciones pluviales se activaron varios movimientos en masa en la región La libertad, con registró de fuertes lluvias desde fines de enero, ocasionando principalmente el desborde de ríos y la activación de quebradas que permanecían secas por largos periodos siendo El Porvenir uno de los 20 distritos con mayor población en viviendas afectadas o damnificadas a nivel nacional. (INEI, 2017).

El Distrito de El Porvenir, está localizado hacia el Este de la ciudad de Trujillo, aproximadamente a 2 Km. del Centro Cívico, formando parte del denominado Continuo Urbano de la Provincia de Trujillo. Este está conformado por la subcuenca de la quebrada San Idelfonso la cual traviesa a este y desciende en la ciudad de Trujillo, esta quebrada seca desciende de los cerros El Alto y San Idelfonso situados al NorEste de la ciudad de Trujillo, en su curso alto presenta cauce rocoso y estrechado, atravesando depósitos aluviales potentes y erosionables en una distancia de 2.5 Km hasta llegar a la zona urbana del El Porvenir donde el cauce natural de la quebrada se encuentra urbanizado. (MDEP, 2018)

El 15 de marzo del 2017, el distrito recibió lluvias intensas calificadas, según el Percentil 99 (P99), como "Extremadamente lluvioso", presenciando "El Niño Costero 2017", En ese año a consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales se activó la quebrada San Idelfonso causando desastres en la zona urbana, generando inundaciones, huaycos, desbordes de ríos, deslizamientos y descargas eléctricas

afectando viviendas, instituciones educativas, establecimientos de salud, vías de comunicación, daños a la vida y a la salud de las personas. (CENEPRED, 2017).

Según los “Estudios de Microzonificación Sísmica y Análisis de Riesgo en zonas de Estudios Ubicadas en Las Áreas Urbanas de Las Municipalidades Distritales de: Surquillo y San Bartolo (Provincia y Departamento de Lima), Bellavista (Provincia Constitucional del Callao) y Municipalidad Distrital de El Porvenir (Departamento de La Libertad), elaborado por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres – CISMID de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, califica de Peligro muy alto por lluvias (PMA-LL) al tramo del cauce de la quebrada San Idelfonso que cruza a la ciudad de El Porvenir por su lado noreste (cauce definido) y su prolongación natural, cuyo cauce ha sido borrado por la invasión de viviendas. Estos estudios reflejan que existe una población vulnerable, con falta de medidas y/o acciones preventivas ante la ocurrencia de desastres, factor que mayor destrucción causa. Por lo que esta realidad nos lleva a evaluar los niveles riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad en las zonas expuestas al fenómeno natural.

En base a lo expuesto para tener un conocimiento más amplio del tema de investigación, se hace remembranza a estudios relacionados con el presente proyecto, lo cuales serán descritos según su ámbito: internacional, nacional y local. Estos estudios fueron realizados por:

Díaz y Rodríguez (2016) en su investigación “Evaluación del riesgo por inundación en la comunidad Pradera Alta, municipio Maracaibo, Venezuela” identifico las áreas vulnerables al riesgo por inundación en la comunidad Pradera Alta, de la parroquia Francisco Eugenio Bustamante. Logró establecer tres áreas con distinto nivel de riesgo (alto, medio y bajo) mediante la exploración de campo y el análisis de muestras en

laboratorio físico-mecánicas de los suelos y realización de sondeos geo eléctricos.

Concluyo en que los principales factores que condicionan el riesgo por inundación en el sector están en relación con las características del suelo, las condiciones hidrológicas, la pendiente del terreno, el socavamiento, la erosión y la ausencia de ordenamiento territorial.

Por otro lado, Cárdenas et al. (2017) en su Especialización en Recursos Hídricos "Evaluación de amenaza por inundación en el sector Betania del municipio de Gachancipá, perteneciente a la cuenca alta del Río Bogotá" desarrollado en Bogotá, Colombia. Plantearon la búsqueda de obtención y evaluación de información referente a la zona para después hacer un estudio hidrológico determinando caudales máximos. Para el cálculo de los caudales máximos usaron el programa HEC RAS, el cual pudieron mostrar un modelo de inundación de sitio estudiado, finalizaron dando sugerencias que sirvan para disminuir la probabilidad de inundación en la zona de estudio.

Asimismo, Salvador et al. (2017) en su Revista de Obras Publicas "Evaluación y análisis de riesgo de inundación del Rio Besaya a su paso por los Corrales de Buelna, Cantabria" desarrollada en España, plantearon una metodología para analizar el riesgo por inundación mediante series de precipitación sintética distribuidas en toda la cuenca y técnicas geoestadísticas, las cuales sirvieron para que se pueda realizar simulación de comportamiento hidrológico de la cuenca. Tomaron datos de precipitaciones reales existentes. La metodología que usaron llevo a dar como resultado mapas de riesgo de inundación las cuales sirven como información histórica.

También según Criado et al. (2019) en su Investigación "Determinación del riesgo de inundación en la ciudad de Salamanca (España)". Plantearon que la población humana está cada vez más expuesta al riesgo por inundación debido al crecimiento de las

ciudades, expansión a zonas ribereñas y fenómenos climáticos extremos. Evaluaron la peligrosidad, exposición y vulnerabilidad de la población y sus bienes respecto a las inundaciones en el río Tormes en Salamanca. Hicieron usos de software como: HEC-RAS, HEC-GeoRAS Y ArcGis. Hicieron uso de periodos de retorno de 5,50,100 y 500 años de diferente probabilidad de ocurrencia e intensidad, obteniéndose caudales para cada periodo. Para su evaluación en lo que respecta a exposición identificaron estructuras y edificaciones que estarían en riesgo, para la vulnerabilidad de los edificios e infraestructuras se revisaron sus características. Al examinar los tres factores que se propusieron examinar pudieron determinar el riesgo de inundación existente. Según Martínez (2018) en su Tesis "Evaluación de riesgos por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín" usaron dos técnicas de evaluación para ver los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad. Para poder obtener estos resultados se diagnosticó las condiciones físicas, biológicas y sociales del área de estudio. Usaron el Método de Saaty el cual es un análisis multicriterio que sirvió para que puedan generar mapas que muestren los niveles de peligro y vulnerabilidad. En su estudio pudieron analizar niveles de peligro de la zona designados como: zona de muy alta, alta, media y baja al peligro, y la zona urbana analizada para los niveles de vulnerabilidad se dio sobre viviendas y áreas de infraestructura, para determinar estos niveles se analizó en las dimensiones sociales, económicas y ambientales, cada una de ellas fue analizada a la vez en los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, de los cuales se obtuvieron mapas de vulnerabilidad social, económica y ambiental, de esta manera también plantearon medidas de prevención, reducción y control de riesgo.

Según Becerra (2017) en su investigación "Evaluación del riesgo, en el sector El Parral de la ciudad de Jaén, ante el peligro de inundación" delimitaron la cuenca del

rio Amojú, así como también definieron sus parámetros geomorfológicos de la cuenca hidrográfica. Hicieron levantamiento topográfico de la zona de estudio y recaudaron información pluviográfica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de 28 años (1964-1991) de la estación de Jaén. Obtuvieron resultados de intensidades máximas para diferentes periodos estándar de duración, mediante el modelamiento y ajuste de variable extrema Gumbel. Realizaron la simulación del modelo en función del periodo consecutivo de años(N), el tiempo de retorno ( $T_r$ ) y la incertidumbre de diseño (J), de esta manera calcularon el caudal máximo y mostraron un modelamiento hidráulico usando su información topográfica e hidrológica en el software HEC-RAS, obteniendo como resultado niveles máximos de agua en cada sección, obteniendo como fin marcar en un plano en planta del sector el Parral las áreas de inundación. Para el análisis de la vulnerabilidad, identificaron y caracterizaron las zonas de inundación mediante encuestas y la observación propia.

Según Chalco y Cullanco (2020) en su tesis "Determinación de zonas vulnerables a inundaciones en el tramo puente Huachipa-La Atarjea del Río Rímac, distrito Lurigancho-Chosica para la mitigación de desastres" determinaron las zonas vulnerables a inundaciones de la zona de estudio mediante un modelamiento hidrológico e hidráulico a fin también de mitigar daños. El procedimiento de datos se dio por medio de datos estadísticos (Excel), HEC-HMS, HEC-RAS y ArcGIS. Elaboraron el modelo hidrológico a través de HEC-HMS con data de entrada, parámetros geomorfológicos de la subcuenca, abstracciones iniciales ( $I_a$ ), curva número (CN) y hietogramas de precipitación de diseño en 24 horas; obtuvieron como resultados caudales máximos de 285.92,364.08,426.48,511.56,671.22 y 757.34 m<sup>3</sup>/s para periodos de retorno 10,25,50,100,500 y 1000 años respectivamente. Realizaron también el método hidráulico de los flujos mediante HEC-RAS, con data de entrada:



topografía, coeficiente de Manning (n) y caudales máximos, donde se obtuvieron áreas de inundación de 37.3, 40.0, 43.1, 43.1, 44.6 ,48.9 y 51.5 hectáreas.

Culminaron exponiendo que las zonas vulnerables a inundaciones para los diferentes periodos de retorno seleccionados, las cuales son: Asociación Huáscar, Asociación Puente Huachipa y Autopista Ramiro Priale en el kilómetro 5.54.

Según García (2021) en su investigación “Niveles de riesgo por inundación en el centro poblado Santa Rosa de Shapajilla por desborde de la quebrada “Alimonia”, Tingo María 2019” determinaron los niveles y zonas de riesgos a inundarse en caserío de Santa Rosa de Shapajilla, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Utilizaron la metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) así como también para para la clasificación del peligro en función a la profundidad e inundación utilizaron INDECI. Usaron el programa HEC – RAS para modelación de las inundaciones, dónde se realizó de elevación digital (MED) mediante un vuelo de DRONE que cubrió toda el área de estudio. Calcularon el caudal de inundación mediante datos de inundaciones pasadas, y así mismo se analizaron los riesgos de inundación. Usaron un muestreo aleatorio de 242 encuestas para el análisis de vulnerabilidad donde se levantó información socioeconómica de la población y de infraestructura. Los resultados que obtuvieron para el peligro de inundación indicaron que existen 180 lotes afectados los cuales se categorizaron como peligro bajo, medio, alto y muy alto en un 18,9% (34), 18.3% (33), 48.3% (87) y 14,4% (26) respectivamente. Para la vulnerabilidad encontraron 58.7% (142) lotes tiene una vulnerabilidad alta, 41.3% (100) de los lotes tienen una vulnerabilidad media. Así como también para los niveles de riesgo, de los 180 lotes construidos afectados por la inundación 107(60.3%) presentaron riesgo medio, 55(30.5%) presentan riesgo alto y 18(9.2%) presentan riesgos muy altos. Concluyeron

exponiendo que el caserío de Santa Rosa de Shapajilla no es seguro y mucho más en invierno.

Según Goicochea (2021) en su tesis "Estimación del nivel de riesgo por inundación de la quebrada Cruz Blanca para la zona Urbana – Cajamarca, 2020" realizó el diagnóstico de las condiciones físicas, sociales, económicas y ambientales de la zona de estudio, mediante el uso del proceso de análisis jerárquico de los cuales se obtuvieron datos que sirvieron para elaboración de mapas temáticos de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

Los resultados que obtuvieron describieron que el área de estudio tiene un nivel de inundación alto, cuyo valor es de 0.0337. La zona afectada tiene una extensión de 48.4 hectáreas, las cuales tienen diferentes usos: 16.1 hectáreas de calles, 31.4 hectáreas de viviendas (628 unidades de uso residencial y comercial), 0.45 hectáreas de lotes sin construcción, 0.17 hectáreas de áreas de recreación (parques y losa deportiva) y 0.297 hectáreas de centro educativos (I.E Julio Ramón Ribeyro, I.E. Divino Jesús, ubicados en la prolongación de la Av. San Martín de Porres y Av. Larry Jonson C6, respectivamente), siendo la zona más afectada la que se encuentra en el margen izquierdo del cauce. También evidenciaron la falta de capacitación que tiene la población en temas de riesgos, así como también no existe obras de mitigación para esta problemática, de esta manera concluyeron que en la zona de estudio existe un riesgo por inundación alta de ocurrencias perjudiciales.

A nivel local se describen a continuación algunas investigaciones las cuales fueron realizadas por:

Lleclish y Loayza (2017) en su tesis "Propuesta de solución para evitar inundaciones provenientes de la Quebrada San Idelfonso" propusieron estructuras las cuales sirvan para garantizar la protección de los pobladores ante este fenómeno. Las estructuras

consisten en una estructura de embalse y un canal de excedencia los cuales serán derivados a diferentes puntos de control como el mar y el río Moche. Para la cuantificación de la escorrentía usaron el modelo empírico de la curva, del Servicio de Conservación de Suelos (SCS), y procesaron los datos en el programa ArcMap para clasificar el uso de suelo. Realizaron el modelamiento hidrológico de la zona de estudio usando la herramienta HEC-GeoHMS en ArcMap, teniendo como dato un modelo de Elevación Digital (DEM) con una resolución de (12.5x12.5 m). Para los cálculos mencionados obtuvieron datos de precipitaciones proporcionados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Con los datos obtenidos y usando un modelo en el software HEC-HMS estimaron dos caudales para dos puntos de controles,  $77.5\text{m}^3/\text{s}$  para el punto de control 1 y  $79.53\text{m}^3/\text{s}$  para el punto de control 2.

Así también, el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2017) en su informe de "Evaluación del riesgo por inundación pluvial en el área de influencia del distrito el Porvenir, provincia de Trujillo y departamento de la Libertad" identificaron el riesgo por inundación pluvial en el centro poblado de El Porvenir sobre el cono de deyección de la quebrada San Idelfonso ante el caso de presentarse un Niño Costero similar a lo sucedido en el año 2017. Para encontrar el riesgo en general, primeramente identificaron y determinaron los niveles de peligro y elaboraron un mapa de peligro del área de estudio, sucesivamente analizaron y determinaron los niveles de vulnerabilidad, para lo cual también elaboraron un mapa para exponer los resultados, para finalizar establecieron los niveles de riesgo y elaboraron un mapa de riesgos donde evaluaron la aceptabilidad o tolerancia de riesgo, por ende recomendaron medidas de control de riesgo. Concluyeron describiendo que el Centro poblado de El Porvenir se encuentra en zona de Alto y Muy Alto riesgo ante inundación pluvial, en lo que respecta al nivel de peligro identificaron que la zona de

estudio tiene un nivel de peligro Muy Alto y la vulnerabilidad la describieron en nivel media, alta y muy alta. El nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo identificado es de inadmisibles, lo cual indican que es de importancia aplicar medidas de control físico para mitigar los riesgos.

## 1.2. Bases Teóricas

### **Evaluación de Riesgos:**

Según el glosario de términos del CENEPRED, es el componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos.

### **Peligro:**

Según el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales define al peligro, como la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos. (p. 22)

### **Clasificación de los Peligros**

Según su origen, el peligro, puede ser de dos clases: los generados por fenómenos de origen natural; y, los inducidos por la acción humana, detallándose en el siguiente gráfico.

Gráfico 1: *Clasificación de peligros*

<b>Clasificación de Peligros</b>	<b>Peligros generados por Fenómenos de Origen Natural</b>	Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna
		Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa
		Peligros Generados por Fenómenos Hidrometeorológicos y Oceanográficos
	<b>Peligros Inducidos por Acción Humana</b>	Peligros Físicos
		Peligros Químicos
		Peligros Biológicos

Fuente 1: CENEPRED, 2014

Los peligros generados por fenómenos de origen natural se subdividen según el siguiente cuadro:

Gráfico 2: *Peligros generados por fenómenos de Origen Natural*

<b>Peligros generados por fenómenos de Origen Natural</b>	<b>Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna</b>	Sismos Tsunami o maremotos Vulcanismo
	<b>Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa</b>	Caidas Volcavimiento Delizamiento de roca o suelo Propagación lateral Flujo
	<b>Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa</b>	<b>Inundaciones</b> Lluvias intensas Oleajes anómalos Sequia Descenso de temperatura Granizadas Fenómeno el niño
		Tormentas eléctricas Vientos fuertes Erosión Incendios forestales Olas de calor y frío Degradación

Fuente 2: CENEPRED, 2014

### **Inundaciones:**

El glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), considera como definición oficial de inundación: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. Entendiéndose, “nivel normal” como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

Por otro lado, el CENEPRED (2014) indica que, las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes.

### **Tipos de Inundación:**

Las inundaciones pueden clasificarse: Por su duración y origen.

#### **- Por su duración:**

##### **Inundaciones dinámicas o rápidas:**

Se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes, por efecto de las lluvias intensas. Las crecidas de los ríos son imprevistos y de corta duración. Son las que producen los mayores daños en la población e infraestructura, debido a que el tiempo de reacción es casi nulo.

##### **Inundaciones estáticas o lentas:**

Generalmente se producen cuando las lluvias son constantes y generalizadas, produciendo un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se desborda, ocasionando inundación en áreas planas cercanas al mismo, denominándolas a estas áreas, llanuras de Inundación.

- **Según su origen**

**Inundaciones pluviales:**

Se produce tras la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin coincidir necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de lluvias intensas constantes, en otras palabras, por la concentración de un volumen elevado de lluvia en un intervalo de tiempo corto o por la ocurrencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio periodo de tiempo sobre el suelo poco permeable.

**Inundaciones fluviales:**

Causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuida al aumento súbito del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida (consecuencia del exceso de lluvias).

**Determinación de peligros:**

Etapa de la evaluación de peligros en la que se identifica y caracteriza los peligros, evaluando la susceptibilidad y definiendo los escenarios, se determina el nivel de peligrosidad y se elabora el mapa de peligrosidad teniendo en consideración parámetros de evaluación, que ayudan a caracterizar los fenómenos de origen natural.

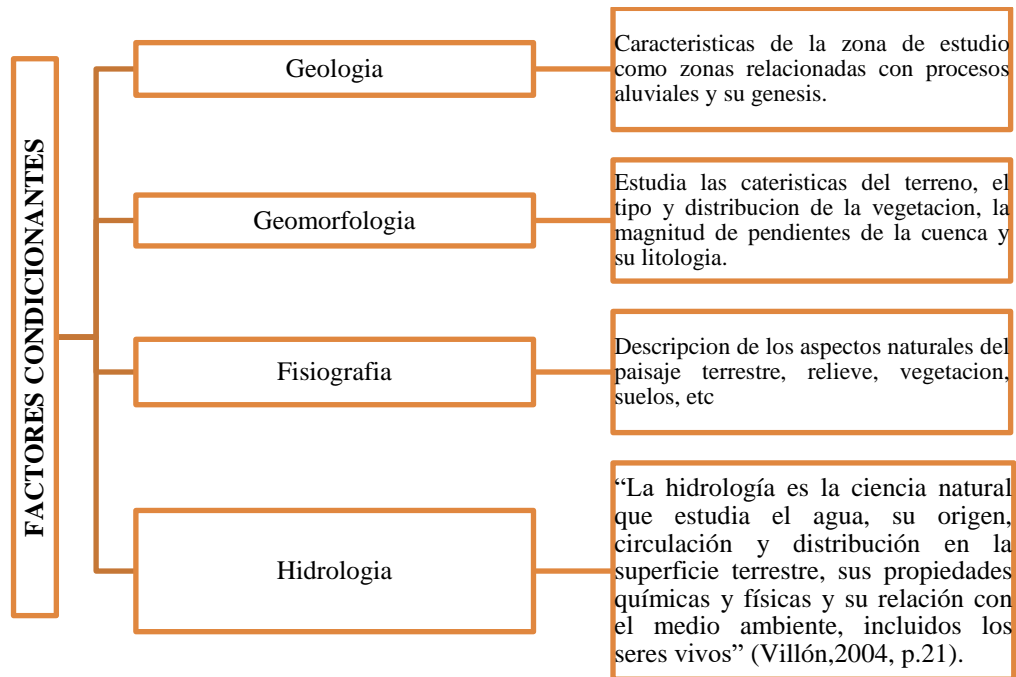
**Susceptibilidad**

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado espacio. La evaluación de la susceptibilidad está en función de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno.

**Factores condicionantes:**

Son parámetros de propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural.

Figura 1 Factores condicionantes del peligro por inundación



Fuente 3: CENEPRED, 2014

### Factores desencadenantes

Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico.

Figura 2 Factores desencadenantes del peligro por inundación



Fuente 4: CENEPRED, 2014

### Elemento Expuesto

Se refiere a los elementos en las dimensiones social, económico y ambiental (vidas humanas, infraestructura, bienes, ecosistemas, etc.) que se encuentran en el área geográfica de influencia del fenómeno de origen natural o inducido por la acción humana.



**Vulnerabilidad:**

Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2011)

**Análisis de la vulnerabilidad:**

Es el proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida.

*Figura 3 Factores de la vulnerabilidad*

Exposición	Fragilidad	Resiliencia
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Es el grado de Exposición al peligro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Es el nivel de resiliencia y protección frente al impacto de un peligro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Es el nivel de asimilación o recuperación frente al impacto de un peligro.</li> </ul>

Fuente 5: CENEPRED, 2014

**Factores de vulnerabilidad**

**Exposición**

Está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. Por lo que, a mayor exposición, mayor vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014)

**Fragilidad**

Está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014)

## **Resiliencia**

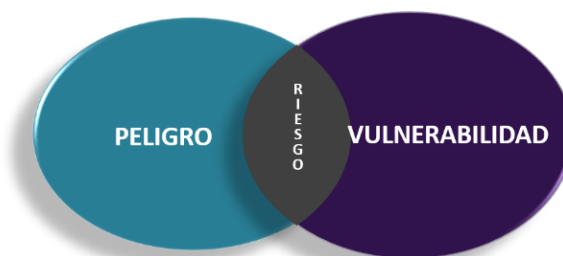
Es la capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro.

## **Riesgo de Desastres**

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.

Siendo el riesgo el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. (CENEPRED, 2014)

*Figura 4* Riesgo



Fuente 6: CENEPRED 2014

## **Método de jerarquías analíticas de Saaty**

Según Toskano (2005) en su investigación menciona que, Este método fue desarrollado por el matemático Saaty (1980) diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que les permite a los actores (tomadores de decisiones) estructurar el problema de forma visual, proporcionando

evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia en función a cada una de las alternativas de decisión.

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se recurre a una metodología de comparación de pares, empleando el PAJ (Saaty, 1990) por sus ventajas, flexibilidad y facilidad de involucrar a todos los actores en el proceso de decisión, según las escalas que se muestra a continuación.

Tabla 1

*Escala de Saaty*

<b>Escala Numérica</b>	<b>Escala Verbal</b>	<b>Explicación</b>
<b>9</b>	Absolutamente o muchísimo más importante que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
<b>7</b>	Mucho más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que él, segundo.
<b>5</b>	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
<b>3</b>	Ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
<b>1</b>	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
<b>1/3</b>	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
<b>1/5</b>	Menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
<b>1/7</b>	Mucho menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.

---

<b>1/9</b>	Absolutamente muchísimo	o Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
------------	----------------------------	---

---

<b>2,4,6,8</b>	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.
----------------	---

---

*Fuente 7: Saaty (1980)*

### **1.3. Formulación del problema**

¿Cuál es el nivel de riesgo por inundación de la quebrada San Idelfonso en el Distrito de El Porvenir?

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el nivel de riesgo por inundación de la quebrada San Idelfonso en el Distrito de El Porvenir.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el nivel de la peligrosidad por inundación de la quebrada San Idelfonso, en base al manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales del CENEPRED.
- Analizar el nivel de vulnerabilidad de la población aledaña al cauce de la quebrada San Idelfonso, en base al manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales del CENEPRED.
- Plantear alternativas de mitigación estructurales y no estructurales con el análisis obtenido del nivel de riesgos.

## **1.5. Hipótesis**

El nivel de riesgo por inundación de la quebrada San Idelfonso en el Distrito de El Porvenir, es alto.

### **1.5.1. Hipótesis general**

El nivel de riesgo por inundación de la quebrada San Idelfonso en el Distrito de El Porvenir, es alto.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- El nivel de la peligrosidad por inundación de la quebrada San Idelfonso es alta.
- El nivel de vulnerabilidad de la población aledaña al cauce de la quebrada San Idelfonso, es alta.
- Proponer alternativas de mitigación no estructurales y estructurales, que ayuden a mitigar el riesgo y la acumulación de aguas en la quebrada San Idelfonso.

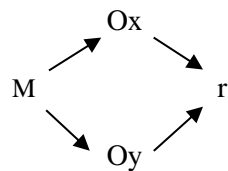
## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Según su propósito la presente investigación es aplicada, debido a que se busca resolver un problema, ampliar conocimientos y contrarrestarlos con la práctica.

Según el enfoque se está desarrollando una investigación cualitativa, porque en base a las características del fenómeno se va a definir el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad, un procedimiento inductivo ya que en base de lo mencionado se determinó el nivel de riesgo del fenómeno en estudio.

Según el diseño de investigación, es de tipo no experimental debido a que describimos realidades y analizamos hechos, sin manipular las variables. Asimismo, es transversal porque solo se obtendrán datos en un momento dado para poder describir cómo actúa la variable dependiente con respecto a la variable independiente, para esta investigación se utilizó el siguiente esquema:



Donde:

M = muestra

Ox = observación y análisis de la variable x.

Oy = observación y análisis de la variable y

r = resultado

M	206 viviendas aledañas al cauce de la quebrada.
x	Análisis y evaluación de peligrosidad.
y	Análisis de la vulnerabilidad.
r	Riesgo por inundación.

Y descriptiva ya que se basa en un estudio con criterios teóricos, los cuales fueron sistematizados permitiendo poner en manifiesto la variable buscada, que en este caso es el nivel de riesgo por inundación.

## 2.2. Población y muestra

### **Población:**

La población de estudio fue comprendida por el total de 866 viviendas, dato extraído de las viviendas directamente afectadas por el cauce de la quebrada San Idelfonso.

Las viviendas se encuentran ubicadas dentro y alrededor de la faja marginal de la quebrada.

### **Muestra:**

Para la determinación del tamaño de muestra, se aplicó la siguiente fórmula:

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

n= Tamaño de muestra.

Z= Valor obtenido mediante niveles de confianza (90%) = 1,645

P= Es la proporción de la población que cumple con la característica de interés, variable de estudio es cualitativa = 0.5

N= Número de viviendas = 866

E= Error de muestreo (5%) = 0.05

Luego de efectuar la fórmula tenemos un tamaño de muestra de 206 viviendas.

## 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### **2.3.1. Técnicas de recolección:**

Para la determinación de los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad de la zona estudiada, se aplicaron las siguientes técnicas de recolección de datos:

- Revisión Documentaria / Registros, para la obtención de datos meteorológicos de la estación de Laredo.
- Entrevistas, aplicadas a la población que habita en el cauce de la quebrada, adaptadas al manual de evaluación de riesgos del CENEPRED.
- Observación, realizada en el recorrido de la quebrada san Idelfonso.

### **2.3.2. Instrumentos:**

Los instrumentos utilizados en esta investigación son:

- Fichas validadas por el SENAMHI, sobre el registro de precipitaciones emitidos por el Gobiernos Regional de La Libertad.
- Visor de estaciones ANA.
- Sistema de información geográfico GEOCATMIN, utilizados para descargar mapas geológicos y geomorfológicos en formato shapefile.
- Imágenes DEM, proporcionado por el Programa ASF data search Vertex.
- Cuestionarios y Guía de observación, basándose en las tablas del manual de CENEPRED.
- Registros fotográficos en el recorrido del cauce de la quebrada.

### **2.3.3. Análisis de Datos:**

Para el análisis de datos en la determinación de riesgo se utilizaron los siguientes programas:

- ArcGis 10.03, para delimitación del cauce de la quebrada, procesamiento del cálculo del CN, elaboración de mapas de Pendiente, Geológico y Geomorfológico.
- Google Earth, en la determinación de la longitud del cauce y su elevación en msnm.
- Microsoft Excel, utilizado para el procesamiento de datos utilizando el método SCS, para la estimación del caudal, e intensidades máximas, así como la el calculo de pesos ponderados mediante el proceso de análisis jerárquico.



- El software Hidrognomon para los análisis estadísticos de datos hidrológicos.

### **2.3.3.1. Análisis y evaluación de peligrosidad.**

Para el análisis y evaluación de peligrosidad, se basó en función a la susceptibilidad del fenómeno de inundación de la quebrada San Idelfonso, mediante factores condicionantes y desencadenantes.

#### **2.3.3.1.1 Análisis del factor Desencadenante (Caudal)**

Para la determinación del factor desencadenante (Caudal), se siguieron los siguientes pasos:

- **Análisis de la información hidrológica:**

Se inició con el análisis de la información hidrológica disponible del área de estudio, proporcionada por el Gobierno Regional de La Libertad, visadas por el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología SENAMHI y complementados con los datos que nos proporciona el visor de estaciones del ANA.

Con la data de registro de precipitaciones, estas se agruparon por mes y año, para obtener valores de precipitaciones máximas en 24 horas, correspondientes a 23 años de registro.

Tabla 2

*Precipitación Máxima En 24 Horas (Mm)*

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (MM)												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1998	7.00	28.30	8.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60
1999	2.40	4.80	0.00	0.60	0.70	0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	1.70
2000	0.90	1.10	2.60	1.80	3.90	1.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70
2001	2.20	2.40	2.50	1.50	0.00	1.00	0.40	0.40	0.00	0.00	1.00	0.50
2002	0.00	4.10	0.60	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	0.20
2003	2.30	4.00	0.00	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2004	S/ND	S/ND	S/ND	S/ND	S/ND	S/ND	S/ND	0.00	11.30	3.80	0.00	0.00
2005	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00
2006	1.50	13.80	3.10	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.70
2007	0.00	0.00	4.70	1.10	0.30	0.00	0.60	0.00	0.10	0.70	0.10	0.00
2008	1.80	1.60	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10	0.00
2009	7.00	1.00	2.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00
2010	0.10	18.80	1.60	1.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.20
2011	0.50	0.00	1.60	1.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50
2012	1.80	8.90	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.70
2013	1.50	4.10	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
2014	0.50	0.00	1.20	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	1.10
2015	1.80	2.50	4.60	0.20	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	1.10
2016	0.00	9.00	0.70	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2017	0.30	6.10	27.20	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
2018	1.40	2.20	0.00	8.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.40
2019	1.80	0.60	7.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	3.60
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60
	<b>7.00</b>	<b>28.30</b>	<b>27.20</b>	<b>8.00</b>	<b>3.90</b>	<b>1.20</b>	<b>0.60</b>	<b>0.40</b>	<b>11.30</b>	<b>3.80</b>	<b>5.10</b>	<b>3.60</b>

Fuente 8: SENAMHI

- **Análisis de frecuencia mediante las distribuciones de probabilidad:**

Con las precipitaciones máximas obtenidas, se realizó el análisis de frecuencia mediante las distribuciones de probabilidad, con el software Hydrognomon el cual permite la aplicación de los modelos de distribución y las pruebas de bondad de ajuste.

El análisis estadístico según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, comprenden los Modelos de distribución y las pruebas de bondad de ajuste:

a) **Modelos de distribución:** Este modelo estima precipitaciones, intensidades o caudales máximos para diferentes periodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos que son discretos y continuos.

En la estadística existen diversas funciones de distribución teóricas de probabilidad, siendo estos:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 Parámetros
- Distribución Log Normal 3 Parámetros
- Distribución Gamma 2 Parámetros
- Distribución Gamma 3 Parámetros
- Distribución Log Pearson Tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

b) **Pruebas de bondad de ajuste:** estas pruebas son de hipótesis que se usan para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida.

En la teoría estadística, las pruebas de bondad de ajuste más conocidas son  $\chi^2$  y la Kolmogorov - Smirnov.

- **Prueba  $\chi^2$ :**

Propuesta por Karl Person en 1900, se aplica para verificar bondad de las distribuciones normales y log normales.

- **Kolmogorov - Smirnov.**

Método por el cual se comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, permitiendo elegir la de mejor ajuste.

Para la configuración del software, se crea una nueva serie de tiempo, con la variable de Precipitación, y su unidad en mm, definiendo el intervalo de tiempo se considera el Time step is defined, anual, esto porque se están analizando las precipitaciones máximas en 24 hrs.

Después de la configuración se ingresaron los valores de precipitación máximas anuales correspondiente a 23 años de registro.

Tabla 3

*Datos de Precipitación máximas en orden de menor a mayor*

<b>Año</b>	<b>Precip. Máxima</b>
<b>1998</b>	<b>28.30</b>
1999	<b>4.80</b>
2000	<b>3.90</b>
2001	<b>2.50</b>
2002	<b>5.10</b>
2003	<b>4.00</b>
2004	<b>11.30</b>
2005	<b>1.10</b>
2006	<b>13.80</b>
2007	<b>4.70</b>
2008	<b>2.00</b>
2009	<b>7.00</b>
2010	<b>18.80</b>
2011	<b>3.50</b>
2012	<b>8.90</b>
2013	<b>8.00</b>
2014	<b>5.80</b>
2015	<b>4.60</b>
2016	<b>9.00</b>
<b>2017</b>	<b>27.20</b>
2018	<b>8.00</b>
2019	<b>7.90</b>
2020	<b>1.60</b>

Con la opción Pythia-Statistical análisis, tenemos el análisis grafico en función a los valores observados y los esperados, esperando que el valor esperado se ajuste lo más cercano al observado, para ello se aplicó el test de prueba de bondad de ajuste, Kolmogorov - Smirnov. y Chi – Cuadrado, obteniendo lo siguientes resultados:

Tabla 4

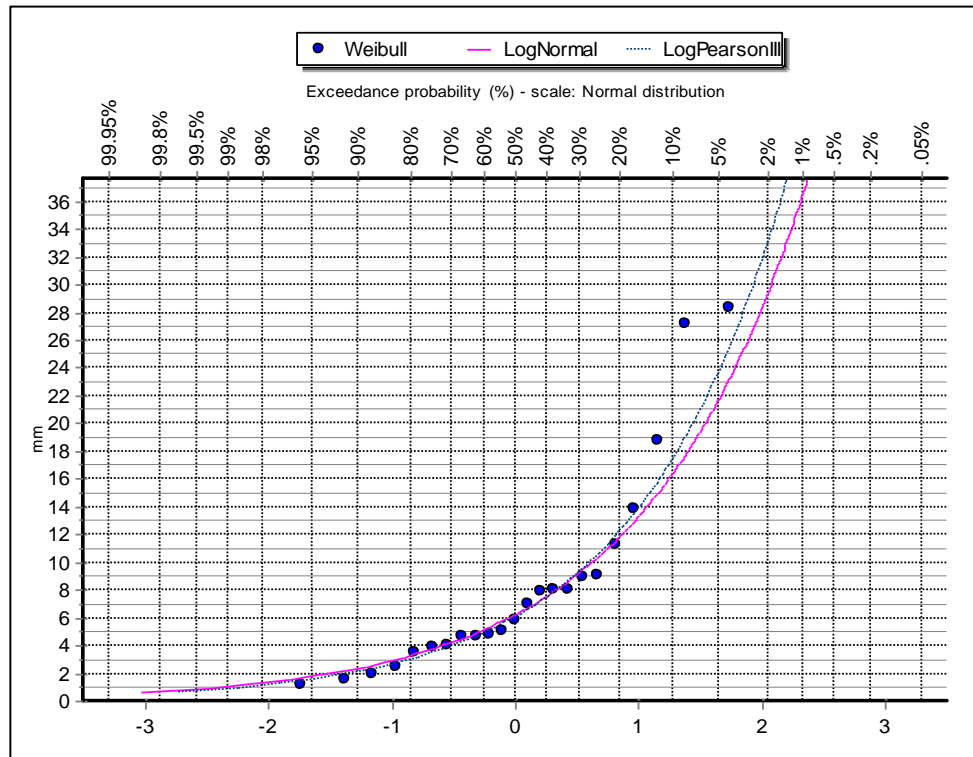
*Prueba de Smirnow-Kolgomorov*

<b>PRUEBA DE SMIRNOW-KOLGOMOROV</b>					
<b>Kolmogorov-Smirnov test for: All data</b>	<b>a=1%</b>	<b>a=5%</b>	<b>a=10%</b>	<b>Attained a</b>	<b>DMax</b>
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.99%	0.05755
<b>LogNormal</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>99.92%</b>	<b>0.06549</b>
<b>Log Pearson III</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>99.92%</b>	<b>0.0657</b>
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.08%	0.08634
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.04%	0.08651
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96.39%	0.09303
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96.13%	0.09385
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.76%	0.09773
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.05%	0.09948
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.74%	0.10021
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.59%	0.10057
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.52%	0.10072
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.29%	0.10125
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	91.59%	0.10482
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	89.20%	0.10927
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	86.22%	0.11418
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	82.88%	0.11917
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	73.06%	0.13227
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	65.91%	0.14117
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	63.80%	0.14378
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	21.03%	0.20995
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	19.25%	0.21429
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.48%	0.22456
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	10.27%	0.24277
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	9.31%	0.24698
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	4.06%	0.27978
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.76%	0.28267

En esta tabla se muestran los resultados de la prueba de Smirnow-Kolgomorov, con una aceptación al 99.92% de la distribución que más se ajusta al análisis de datos, Log Normal y Log Person III.

Método gráfico, de la prueba Smirnow-Kolgomorov, que define la distribución que más se ajusta con los valores esperados, visualizando lo siguiente:

Figura 5 Método gráfico de la prueba Smirnow-Kolmogorov



Se realizó la comparación de gráficos, si los valores esperados se ajustan a los observados (Weibull), comparando las distribuciones, Log Normal (representada por línea color fucsia) y Log Person III (representada por línea discontinua azul), por lo que se observó que la Log Normal en algunas zonas se aleja, sin embargo, la distribución Log Person III, se ajusta mejor a los valores observados.

Para la prueba Chi – Cuadrado, se determinó el número de intervalos de clase, mediante la siguiente formula:

Ecuación 1: *Numero de intervalos de clase*

$$NC = 1 + 1.33 \times Ln(N)$$

$$NC = 1 + 1.33 \times Ln(23)$$

$$NC = 5$$

Siendo:

NC= Calculo del número de intervalos de clase, según Yeyjevich.

N= Numero de datos.

Con este dato, se realizó el test en el software, obteniendo el porcentaje que mejor se

ajusta, según la siguiente tabla:

Tabla 5

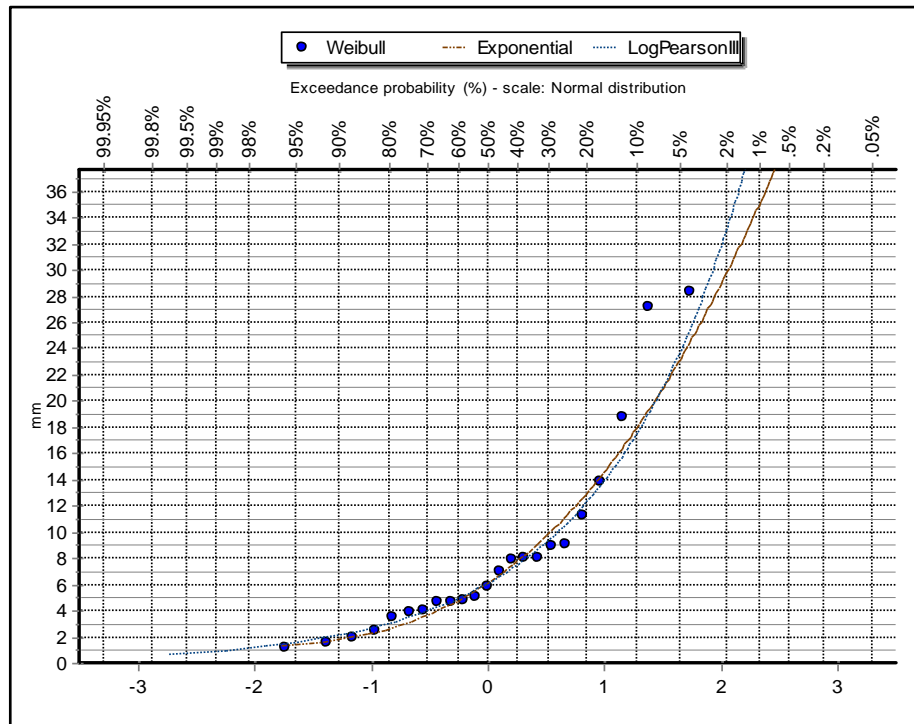
Prueba de Prueba Chi-Cuadrado

PRUEBA CHI-CUADRADO					
Numero de clase	5				
X-Square test for All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	Pearson Param.
<b>Exponential</b>	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	70.62%	0.69565
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	70.62%	0.69565
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	70.62%	0.69565
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36.79%	2
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36.79%	2
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36.79%	2
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	28.77%	1.13043
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.82%	2.86957
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.82%	2.86957
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.82%	2.86957
<b>Log Pearson III</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>21.09%</b>	<b>1.56522</b>
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	21.09%	1.56522
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	21.09%	1.56522
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	21.09%	1.56522
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	21.09%	1.56522
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	19.16%	3.30435
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.73%	2
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.73%	2
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.73%	2
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.42%	3.73913
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	8.03%	5.04348
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	REJECT	REJECT	4.18%	6.34783
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	4.18%	6.34783
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	4.18%	6.34783
Normal	ACCEPT	REJECT	REJECT	2.71%	7.21739
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.14%	8.95652
EV2-Max	REJECT	REJECT	REJECT	0.48%	10.6957

En esta tabla se muestran los resultados de la prueba de Prueba Chi-Cuadrado, con una aceptación 70.62% Exponential y 21.09 % de la distribución Log Person III.

Para la definición de la distribución más ajustada mediante la Prueba Chi-Cuadrado, se hizo la comparación de distribuciones mediante el método gráfico, según la siguiente ilustración.

Figura 6 Método gráfico de la Prueba Chi-Cuadrado



Se realizó la comparación de gráficos según la prueba chi-cuadrado, si los valores esperados se ajustan a los observados (Weibull), comparando las distribuciones, Exponential (representada por línea color marrón) y Log Person III (representada por línea discontinua azul), por lo que se observó que la Exponential se aleja en la última zona, sin embargo, la distribución Log Person III, se ajusta mejor a los valores observados.

Concluyendo que, la distribución más acertada al análisis de datos estudiados, fue, Log Person III, según la prueba Smirnow-Kolgomorov y Chi -Cuadrado.

- **Intensidades máximas para diversos periodos de retorno**

El software hydrognomon, analizó las intensidades máximas para diversos periodos de retorno en función a la distribución más ajustada, obteniendo los siguientes datos:



Tabla 6

*Intensidades máximas para diferentes periodos de retorno para una distribución Log Person III*

Factor de ajuste:		1.13		
T (años)	Hydrognomon Precipitación máx. (mm)	Precipitación máx. Corregido (mm)	Probabilidad de Excedencia P = F(x)	Probabilidad de no Excedencia 1-F(x)
2	6.04661	<b>6.8326693</b>	0.500	0.500
5	12.1484	<b>13.727692</b>	0.200	0.800
10	17.4947	<b>19.769011</b>	0.100	0.900
25	25.8113	<b>29.166769</b>	0.040	0.960
50	33.1834	<b>37.497242</b>	0.020	0.980
100	41.5972	<b>47.004836</b>	0.010	0.990
200	51.1546	<b>57.804698</b>	0.005	0.995
500	65.7254	<b>74.269702</b>	0.002	0.998
1000	78.3583	<b>88.544879</b>	0.001	0.999

Las intensidades para distintos periodos de retorno se multiplico por el factor de ajuste con un valor 1.13, según la organización meteorológica mundial, en su guía de prácticas hidrológicas, de acuerdo al número de intervalos de observación.

#### - **Distribución de Intensidad de Lluvia Máxima con el Método SCS**

La lluvia es definida por tres variables: la magnitud, duración y frecuencia. La magnitud es la lámina total ocurrida (en mm), en la duración de la tormenta y la frecuencia de la lluvia es expresada por el periodo de retorno, que es el tiempo en años en el cual el evento puede ser igualado o excedido.

Con la precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno, se procedió a distribuir las lluvias en tiempos menores a una hora y de 1 a 24 horas, para obtener las curvas de intensidad – duración – frecuencia, utilizando el siguiente método:

#### **Método Basado en los Perfiles de Lluvia SCS**

Este método considera las distribuciones sintéticas adimensionales de precipitación, que permite conocer la distribución temporal, para cada hora a lo largo del día, de

acuerdo a los perfiles del servicio de conservación de suelos (SCS). Para la presente investigación se utilizó el perfil de lluvia tipo II, utilizado en nuestro país por la semejanza a nuestras condiciones climáticas.

Tabla 7

*Distribuciones de lluvia según el SCS.*

Tormenta de 24 horas						Tormenta de 6 horas		
$P_t/P_{24}$								
Hora $t$	$t/24$	Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo III	Hora $t$	$t/6$	$P_t/P_6$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0.083	0.035	0.050	0.022	0.020	0.60	0.10	0.04
4.0	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043	1.20	0.20	0.10
6.0	0.250	0.125	0.206	0.080	0.072	1.50	0.25	0.14
7.0	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089	1.80	0.30	0.19
8.0	0.333	0.194	0.425	0.120	0.115	2.10	0.35	0.31
8.5	0.354	0.219	0.480	0.133	0.130	2.28	0.38	0.44
9.0	0.375	0.254	0.520	0.147	0.148	2.40	0.40	0.53
9.5	0.396	0.303	0.550	0.163	0.167	2.52	0.42	0.60
9.75	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178	2.64	0.44	0.63
10.0	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189	2.76	0.46	0.66
10.5	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216	3.00	0.50	0.70
11.0	0.459	0.624	0.624	0.235	0.250	3.30	0.55	0.75
11.5	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298	3.60	0.60	0.79
11.75	0.489	0.669	0.655	0.357	0.339	3.90	0.65	0.83
12.0	0.500	0.682	0.664	0.663	0.500	4.20	0.70	0.86
12.5	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702	4.50	0.75	0.89
13.0	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751	4.80	0.80	0.91
13.5	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785	5.40	0.90	0.96
14.0	0.583	0.767	0.736	0.820	0.811	6.00	1.0	1.00
16.0	0.667	0.830	0.800	0.880	0.886			
20.0	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957			
24.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			

Fuente 9: Hidrología Aplicada (Chow, Maidment, Mays: 1994)

El procedimiento para determinar, la intensidad máxima en función a las diferentes duraciones de lluvia y un periodo de retorno, fueron las siguientes:

- Selección del factor de escala según la ubicación del área de estudio.
- Para el cálculo de altura de precipitación acumulada multiplicar el factor de escala tipo II por la precipitación obtenida cada periodo de retorno.
- Restar la altura de precipitación acumulada a partir de la primera y segunda hora, sucesivamente hasta llegar a las 24 horas, para determinar el incremento.

- Una vez obtenida los incrementos procedemos a graficar los hietogramas desde 1 hora a 24 hora.
- Ordenar las intensidades en orden decreciente, tomando el valor mayor y dividir entre el tiempo.
- Para determinar la intensidad de lluvia para cada hora, se calculó la precipitación en horas.

Tabla 8

*Distribución SCS para  $T_r = 2$  años.*

Duración (Minutos)	Duración (Minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00
1	60	0.011	0.08	0.08	1.10%
2	120	0.023	0.16	0.08	1.20%
3	180	0.035	0.24	0.08	1.20%
4	240	0.048	0.33	0.09	1.30%
5	300	0.064	0.44	0.11	1.60%
6	360	0.080	0.55	0.11	1.60%
7	420	0.100	0.68	0.14	2.00%
8	480	0.120	0.82	0.14	2.00%
9	540	0.147	1.00	0.18	2.70%
10	600	0.181	1.24	0.23	3.40%
11	660	0.236	1.61	0.38	5.50%
12	720	0.663	4.53	2.92	42.70%
13	780	0.776	5.30	0.77	11.30%
14	840	0.825	5.64	0.33	4.90%
15	900	0.856	5.85	0.21	3.10%
16	960	0.881	6.02	0.17	2.50%
17	1020	0.903	6.17	0.15	2.20%
18	1080	0.922	6.30	0.13	1.90%
19	1140	0.938	6.41	0.11	1.60%
20	1200	0.953	6.51	0.10	1.50%
21	1260	0.965	6.59	0.08	1.20%
22	1320	0.977	6.68	0.08	1.20%
23	1380	0.989	6.76	0.08	1.20%
24	1440	1.000	6.83	0.08	1.10%
				<b>6.83</b>	

**Generación de Curvas IDF**

<b>Pp Decreciente (mm)</b>	<b>Tiempo (hrs)</b>	<b>I (mm/hr)</b>	<b>Pp Acum. (mm)</b>
2.92	1.00	2.92	2.92
0.77	2.00	1.84	3.69
0.38	3.00	0.38	4.07
0.33	4.00	0.18	4.40
0.23	5.00	0.11	4.63
0.21	6.00	0.07	4.84
0.18	7.00	0.06	5.03
0.17	8.00	0.04	5.20
0.15	9.00	0.04	5.35
0.14	10.00	0.03	5.49
0.14	11.00	0.02	5.62
0.13	12.00	0.02	5.75
0.11	13.00	0.02	5.86
0.11	14.00	0.02	5.97
0.11	15.00	0.01	6.08
0.10	16.00	0.01	6.18
0.09	17.00	0.01	6.27
0.08	18.00	0.01	6.35
0.08	19.00	0.01	6.44
0.08	20.00	0.01	6.52
0.08	21.00	0.01	6.60
0.08	22.00	0.01	6.68
0.08	23.00	0.01	6.76
0.08	24.00	0.01	6.83

Figura 7 Hietograma Tipo II para Tr de 2 años

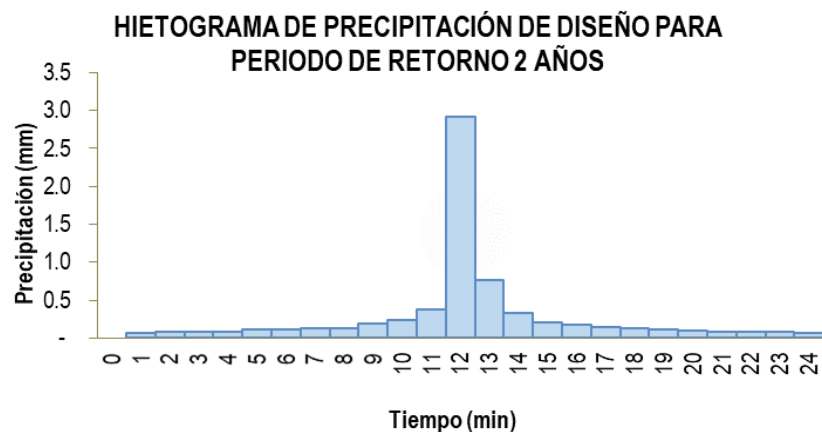


Tabla 9

Distribución SCS para  $Tr = 5$  años.

Duración (Minutos)	Duración (Minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00
1	60	0.011	0.15	0.15	1.10%
2	120	0.023	0.32	0.16	1.20%
3	180	0.035	0.48	0.16	1.20%
4	240	0.048	0.66	0.18	1.30%
5	300	0.064	0.88	0.22	1.60%
6	360	0.080	1.10	0.22	1.60%
7	420	0.100	1.37	0.27	2.00%
8	480	0.120	1.65	0.27	2.00%
9	540	0.147	2.02	0.37	2.70%
10	600	0.181	2.48	0.47	3.40%
11	660	0.236	3.24	0.76	5.50%
12	720	0.663	9.10	5.86	42.70%
13	780	0.776	10.65	1.55	11.30%
14	840	0.825	11.33	0.67	4.90%
15	900	0.856	11.75	0.43	3.10%
16	960	0.881	12.09	0.34	2.50%
17	1020	0.903	12.40	0.30	2.20%
18	1080	0.922	12.66	0.26	1.90%
19	1140	0.938	12.88	0.22	1.60%
20	1200	0.953	13.08	0.21	1.50%
21	1260	0.965	13.25	0.16	1.20%
22	1320	0.977	13.41	0.16	1.20%
23	1380	0.989	13.58	0.16	1.20%
24	1440	1.000	13.73	0.15	1.10%
				<b>13.73</b>	

**Generación de Curvas IDF**

Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
<b>5.86</b>	1.00	5.86	<b>5.86</b>
<b>1.55</b>	2.00	3.71	<b>7.41</b>
<b>0.76</b>	3.00	0.77	<b>8.17</b>
<b>0.67</b>	4.00	0.36	<b>8.84</b>
<b>0.47</b>	5.00	0.23	<b>9.31</b>
<b>0.43</b>	6.00	0.15	<b>9.73</b>
<b>0.37</b>	7.00	0.11	<b>10.10</b>
<b>0.34</b>	8.00	0.09	<b>10.45</b>
<b>0.30</b>	9.00	0.07	<b>10.75</b>
<b>0.27</b>	10.00	0.06	<b>11.02</b>

<b>0.27</b>	11.00	0.05	<b>11.30</b>
<b>0.26</b>	12.00	0.04	<b>11.56</b>
<b>0.22</b>	13.00	0.04	<b>11.78</b>
<b>0.22</b>	14.00	0.03	<b>12.00</b>
<b>0.22</b>	15.00	0.03	<b>12.22</b>
<b>0.21</b>	16.00	0.03	<b>12.42</b>
<b>0.18</b>	17.00	0.02	<b>12.60</b>
<b>0.16</b>	18.00	0.02	<b>12.77</b>
<b>0.16</b>	19.00	0.02	<b>12.93</b>
<b>0.16</b>	20.00	0.02	<b>13.10</b>
<b>0.16</b>	21.00	0.02	<b>13.26</b>
<b>0.16</b>	22.00	0.01	<b>13.43</b>
<b>0.15</b>	23.00	0.01	<b>13.58</b>
<b>0.15</b>	24.00	0.01	<b>13.73</b>

Figura 8 Hietograma Tipo II para Tr de 5 años

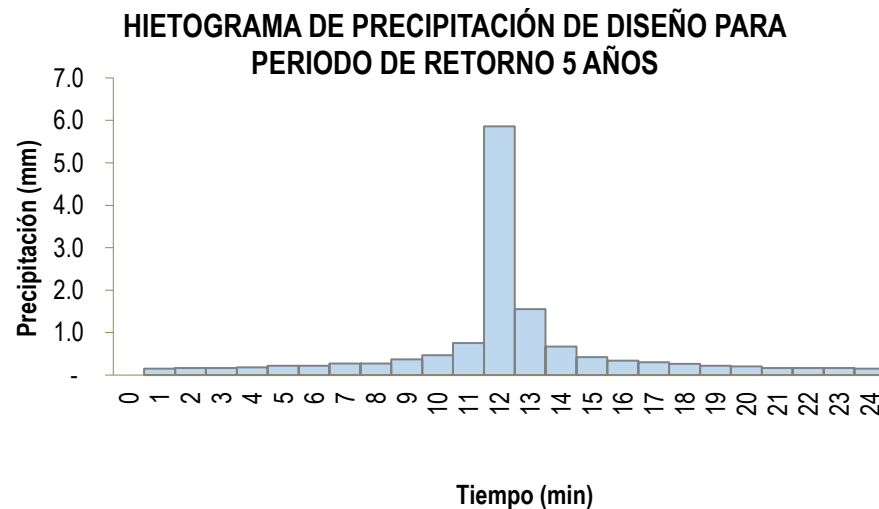


Tabla 10

Distribución SCS para Tr = 10 años.

Duración (Minutos)	Duración (Minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
<b>0</b>	0	0.000	0.00	0.00	0.00%
<b>1</b>	60	0.011	0.22	0.22	1.10%
<b>2</b>	120	0.023	0.45	0.24	1.20%
<b>3</b>	180	0.035	0.69	0.24	1.20%
<b>4</b>	240	0.048	0.95	0.26	1.30%
<b>5</b>	300	0.064	1.27	0.32	1.60%
<b>6</b>	360	0.080	1.58	0.32	1.60%
<b>7</b>	420	0.100	1.98	0.40	2.00%

8	480	0.120	2.37	0.40	2.00%
9	540	0.147	2.91	0.53	2.70%
10	600	0.181	3.58	0.67	3.40%
11	660	0.236	4.67	1.09	5.50%
12	720	0.663	13.11	8.44	42.70%
13	780	0.776	15.34	2.23	11.30%
14	840	0.825	16.31	0.97	4.90%
15	900	0.856	16.92	0.61	3.10%
16	960	0.881	17.42	0.49	2.50%
17	1020	0.903	17.85	0.43	2.20%
18	1080	0.922	18.23	0.38	1.90%
19	1140	0.938	18.54	0.32	1.60%
20	1200	0.953	18.84	0.30	1.50%
21	1260	0.965	19.08	0.24	1.20%
22	1320	0.977	19.31	0.24	1.20%
23	1380	0.989	19.55	0.24	1.20%
24	1440	1.000	19.77	0.22	1.10%
<b>19.77</b>					

**Generación de Curvas IDF**

<b>Pp Decreciente (mm)</b>	<b>Tiempo (hrs)</b>	<b>I (mm/hr)</b>	<b>Pp Acum. (mm)</b>
8.44	1.00	8.44	8.44
2.23	2.00	5.34	10.68
1.09	3.00	1.11	11.76
0.97	4.00	0.51	12.73
0.67	5.00	0.33	13.40
0.61	6.00	0.21	14.02
0.53	7.00	0.16	14.55
0.49	8.00	0.13	15.04
0.43	9.00	0.10	15.48
0.40	10.00	0.08	15.87
0.40	11.00	0.07	16.27
0.38	12.00	0.06	16.65
0.32	13.00	0.05	16.96
0.32	14.00	0.05	17.28
0.32	15.00	0.04	17.59
0.30	16.00	0.04	17.89
0.26	17.00	0.03	18.15
0.24	18.00	0.03	18.39
0.24	19.00	0.02	18.62
0.24	20.00	0.02	18.86
0.24	21.00	0.02	19.10
0.24	22.00	0.02	19.33
0.22	23.00	0.02	19.55
0.22	24.00	0.02	19.77

Figura 9 Hietograma Tipo II para Tr de 10 años

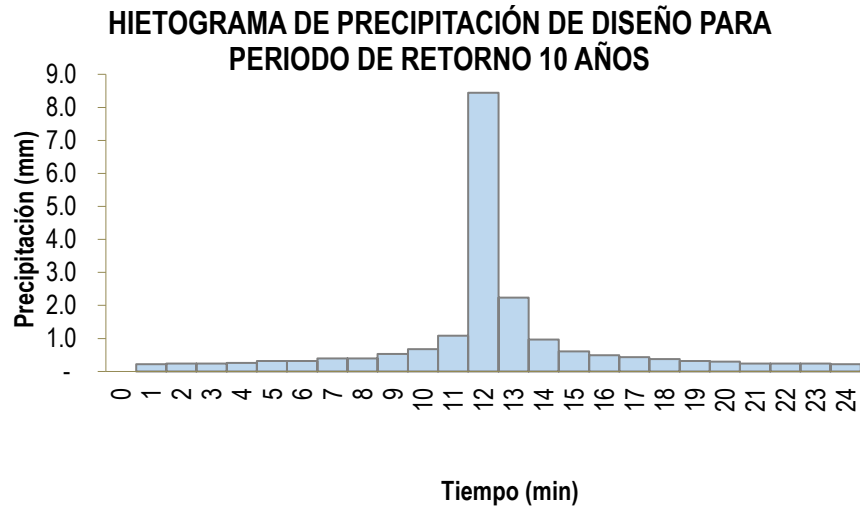


Tabla 11

Distribución SCS para Tr = 25 años.

Duración (Minutos)	Duración (Minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00%
1	60	0.011	0.32	0.32	1.10%
2	120	0.023	0.67	0.35	1.20%
3	180	0.035	1.02	0.35	1.20%
4	240	0.048	1.40	0.38	1.30%
5	300	0.064	1.87	0.47	1.60%
6	360	0.080	2.33	0.47	1.60%
7	420	0.100	2.92	0.58	2.00%
8	480	0.120	3.50	0.58	2.00%
9	540	0.147	4.29	0.79	2.70%
10	600	0.181	5.28	0.99	3.40%
11	660	0.236	6.88	1.60	5.50%
12	720	0.663	19.34	12.45	42.70%
13	780	0.776	22.63	3.30	11.30%
14	840	0.825	24.06	1.43	4.90%
15	900	0.856	24.97	0.90	3.10%
16	960	0.881	25.70	0.73	2.50%
17	1020	0.903	26.34	0.64	2.20%
18	1080	0.922	26.89	0.55	1.90%
19	1140	0.938	27.36	0.47	1.60%
20	1200	0.953	27.80	0.44	1.50%
21	1260	0.965	28.15	0.35	1.20%
22	1320	0.977	28.50	0.35	1.20%
23	1380	0.989	28.85	0.35	1.20%
24	1440	1.000	29.17	0.32	1.10%



29.17

**Generación de Curvas IDF**

Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
12.45	1.00	12.45	12.45
3.30	2.00	7.88	15.75
1.60	3.00	1.63	17.35
1.43	4.00	0.76	18.78
0.99	5.00	0.48	19.78
0.90	6.00	0.32	20.68
0.79	7.00	0.24	21.47
0.73	8.00	0.19	22.20
0.64	9.00	0.15	22.84
0.58	10.00	0.12	23.42
0.58	11.00	0.11	24.00
0.55	12.00	0.09	24.56
0.47	13.00	0.08	25.03
0.47	14.00	0.07	25.49
0.47	15.00	0.06	25.96
0.44	16.00	0.06	26.40
0.38	17.00	0.05	26.78
0.35	18.00	0.04	27.13
0.35	19.00	0.04	27.48
0.35	20.00	0.04	27.83
0.35	21.00	0.03	28.18
0.35	22.00	0.03	28.53
0.32	23.00	0.03	28.85
0.32	24.00	0.03	29.17

Figura 10 Hietograma Tipo II para Tr de 25 años

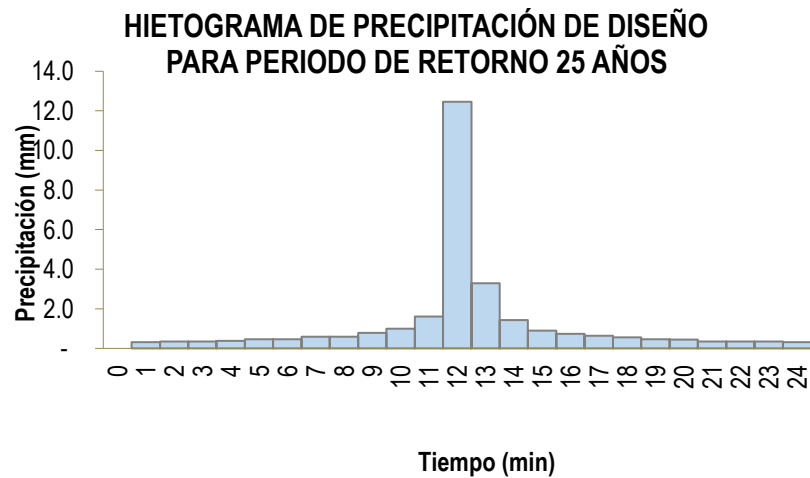


Tabla 12

Distribución SCS para  $Tr = 50$  años.

Duración (horas)	Duración (Minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00%
1	60	0.011	0.41	0.41	1.41%
2	120	0.023	0.86	0.45	1.54%
3	180	0.035	1.31	0.45	1.54%
4	240	0.048	1.80	0.49	1.67%
5	300	0.064	2.40	0.60	2.06%
6	360	0.080	3.00	0.60	2.06%
7	420	0.100	3.75	0.75	2.57%
8	480	0.120	4.50	0.75	2.57%
9	540	0.147	5.51	1.01	3.47%
10	600	0.181	6.79	1.27	4.37%
11	660	0.236	8.85	2.06	7.07%
12	720	0.663	24.86	16.01	54.90%
13	780	0.776	29.10	4.24	14.53%
14	840	0.825	30.94	1.84	6.30%
15	900	0.856	32.10	1.16	3.99%
16	960	0.881	33.04	0.94	3.21%
17	1020	0.903	33.86	0.82	2.83%
18	1080	0.922	34.57	0.71	2.44%
19	1140	0.938	35.17	0.60	2.06%
20	1200	0.953	35.73	0.56	1.93%
21	1260	0.965	36.18	0.45	1.54%
22	1320	0.977	36.63	0.45	1.54%
23	1380	0.989	37.08	0.45	1.54%
24	1440	1.000	37.50	0.41	1.41%
				<b>37.50</b>	

**Generación de Curvas IDF**

Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
16.01	1.00	16.01	16.01
4.24	2.00	10.12	20.25
2.06	3.00	2.10	22.31
1.84	4.00	0.97	24.15
1.27	5.00	0.62	25.42
1.16	6.00	0.41	26.59
1.01	7.00	0.31	27.60
0.94	8.00	0.24	28.54
0.82	9.00	0.20	29.36
0.75	10.00	0.16	30.11

0.75	11.00	0.14	30.86
0.71	12.00	0.12	31.57
0.60	13.00	0.10	32.17
0.60	14.00	0.09	32.77
0.60	15.00	0.08	33.37
0.56	16.00	0.07	33.94
0.49	17.00	0.06	34.42
0.45	18.00	0.05	34.87
0.45	19.00	0.05	35.32
0.45	20.00	0.04	35.77
0.45	21.00	0.04	36.22
0.45	22.00	0.04	36.67
0.41	23.00	0.04	37.08
0.41	24.00	0.03	37.50

Figura 11 Hietograma Tipo II para Tr de 50 años

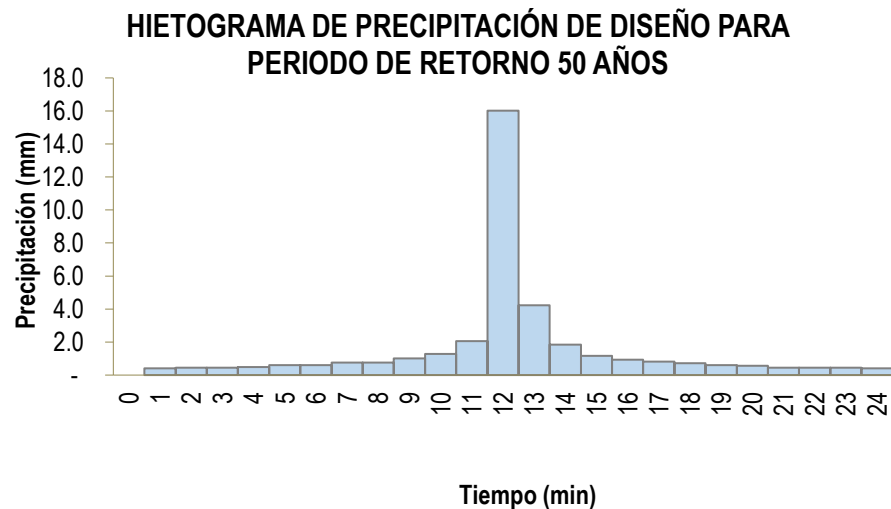


Tabla 13

Distribución SCS para Tr = 100 años.

Duración (Minutos)	Duración (Minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00%
1	60	0.011	0.52	0.52	1.77%
2	120	0.023	1.08	0.56	1.93%
3	180	0.035	1.65	0.56	1.93%
4	240	0.048	2.26	0.61	2.10%
5	300	0.064	3.01	0.75	2.58%
6	360	0.080	3.76	0.75	2.58%
7	420	0.100	4.70	0.94	3.22%
8	480	0.120	5.64	0.94	3.22%
9	540	0.147	6.91	1.27	4.35%

<b>10</b>	600	0.181	8.51	1.60	5.48%
<b>11</b>	660	0.236	11.09	2.59	8.86%
<b>12</b>	720	0.663	31.16	20.07	68.81%
<b>13</b>	780	0.776	36.48	5.31	18.21%
<b>14</b>	840	0.825	38.78	2.30	7.90%
<b>15</b>	900	0.856	40.24	1.46	5.00%
<b>16</b>	960	0.881	41.41	1.18	4.03%
<b>17</b>	1020	0.903	42.45	1.03	3.55%
<b>18</b>	1080	0.922	43.34	0.89	3.06%
<b>19</b>	1140	0.938	44.09	0.75	2.58%
<b>20</b>	1200	0.953	44.80	0.71	2.42%
<b>21</b>	1260	0.965	45.36	0.56	1.93%
<b>22</b>	1320	0.977	45.92	0.56	1.93%
<b>23</b>	1380	0.989	46.49	0.56	1.93%
<b>24</b>	1440	1.000	47.00	0.52	1.77%
<b>47.00</b>					

**Generación de Curvas IDF**

<b>Pp Decreciente (mm)</b>	<b>Tiempo (hrs)</b>	<b>I (mm/hr)</b>	<b>Pp Acum. (mm)</b>
<b>20.07</b>	1.00	20.07	<b>20.07</b>
<b>5.31</b>	2.00	12.69	<b>25.38</b>
<b>2.59</b>	3.00	2.63	<b>27.97</b>
<b>2.30</b>	4.00	1.22	<b>30.27</b>
<b>1.60</b>	5.00	0.78	<b>31.87</b>
<b>1.46</b>	6.00	0.51	<b>33.33</b>
<b>1.27</b>	7.00	0.39	<b>34.60</b>
<b>1.18</b>	8.00	0.31	<b>35.77</b>
<b>1.03</b>	9.00	0.25	<b>36.80</b>
<b>0.94</b>	10.00	0.20	<b>37.74</b>
<b>0.94</b>	11.00	0.17	<b>38.68</b>
<b>0.89</b>	12.00	0.15	<b>39.58</b>
<b>0.75</b>	13.00	0.13	<b>40.33</b>
<b>0.75</b>	14.00	0.11	<b>41.08</b>
<b>0.75</b>	15.00	0.10	<b>41.83</b>
<b>0.71</b>	16.00	0.09	<b>42.54</b>
<b>0.61</b>	17.00	0.08	<b>43.15</b>
<b>0.56</b>	18.00	0.07	<b>43.71</b>
<b>0.56</b>	19.00	0.06	<b>44.28</b>
<b>0.56</b>	20.00	0.06	<b>44.84</b>
<b>0.56</b>	21.00	0.05	<b>45.41</b>
<b>0.56</b>	22.00	0.05	<b>45.97</b>
<b>0.52</b>	23.00	0.05	<b>46.49</b>
<b>0.52</b>	24.00	0.04	<b>47.00</b>

Figura 12 *Hietograma Tipo II para Tr de 100 años*

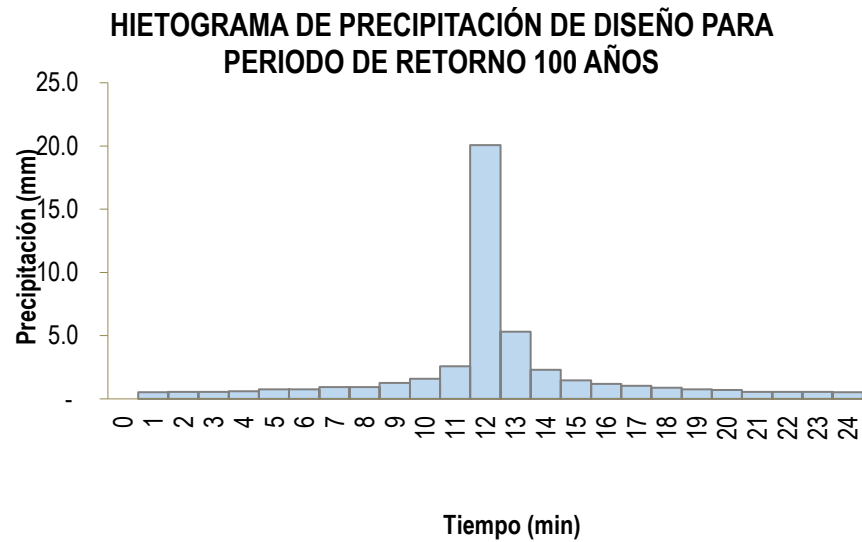


Tabla 14

*Distribución SCS para Tr = 200 años.*

Duración (Minutos)	Duración (Minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00%
1	60	0.011	0.64	0.64	2.18%
2	120	0.023	1.33	0.69	2.38%
3	180	0.035	2.02	0.69	2.38%
4	240	0.048	2.77	0.75	2.58%
5	300	0.064	3.70	0.92	3.17%
6	360	0.080	4.62	0.92	3.17%
7	420	0.100	5.78	1.16	3.96%
8	480	0.120	6.94	1.16	3.96%
9	540	0.147	8.50	1.56	5.35%
10	600	0.181	10.46	1.97	6.74%
11	660	0.236	13.64	3.18	10.90%
12	720	0.663	38.32	24.68	84.63%
13	780	0.776	44.86	6.53	22.40%
14	840	0.825	47.69	2.83	9.71%
15	900	0.856	49.48	1.79	6.14%
16	960	0.881	50.93	1.45	4.95%
17	1020	0.903	52.20	1.27	4.36%
18	1080	0.922	53.30	1.10	3.77%
19	1140	0.938	54.22	0.92	3.17%
20	1200	0.953	55.09	0.87	2.97%
21	1260	0.965	55.78	0.69	2.38%
22	1320	0.977	56.48	0.69	2.38%

<b>23</b>	1380	0.989	57.17	0.69	2.38%
<b>24</b>	1440	1.000	57.80	0.64	2.18%
				<b>57.80</b>	

**Generación de Curvas IDF**

<b>Pp Decreciente (mm)</b>	<b>Tiempo (hrs)</b>	<b>I (mm/hr)</b>	<b>Pp Acum. (mm)</b>
<b>24.68</b>	1.00	24.68	<b>24.68</b>
<b>6.53</b>	2.00	15.61	<b>31.21</b>
<b>3.18</b>	3.00	3.24	<b>34.39</b>
<b>2.83</b>	4.00	1.50	<b>37.23</b>
<b>1.97</b>	5.00	0.96	<b>39.19</b>
<b>1.79</b>	6.00	0.63	<b>40.98</b>
<b>1.56</b>	7.00	0.48	<b>42.54</b>
<b>1.45</b>	8.00	0.38	<b>43.99</b>
<b>1.27</b>	9.00	0.30	<b>45.26</b>
<b>1.16</b>	10.00	0.24	<b>46.42</b>
<b>1.16</b>	11.00	0.21	<b>47.57</b>
<b>1.10</b>	12.00	0.19	<b>48.67</b>
<b>0.92</b>	13.00	0.16	<b>49.60</b>
<b>0.92</b>	14.00	0.13	<b>50.52</b>
<b>0.92</b>	15.00	0.12	<b>51.45</b>
<b>0.87</b>	16.00	0.11	<b>52.31</b>
<b>0.75</b>	17.00	0.10	<b>53.06</b>
<b>0.69</b>	18.00	0.08	<b>53.76</b>
<b>0.69</b>	19.00	0.07	<b>54.45</b>
<b>0.69</b>	20.00	0.07	<b>55.15</b>
<b>0.69</b>	21.00	0.07	<b>55.84</b>
<b>0.69</b>	22.00	0.06	<b>56.53</b>
<b>0.64</b>	23.00	0.06	<b>57.17</b>
<b>0.64</b>	24.00	0.05	<b>57.80</b>

Figura 13 *Hietograma Tipo II para Tr de 200 años*

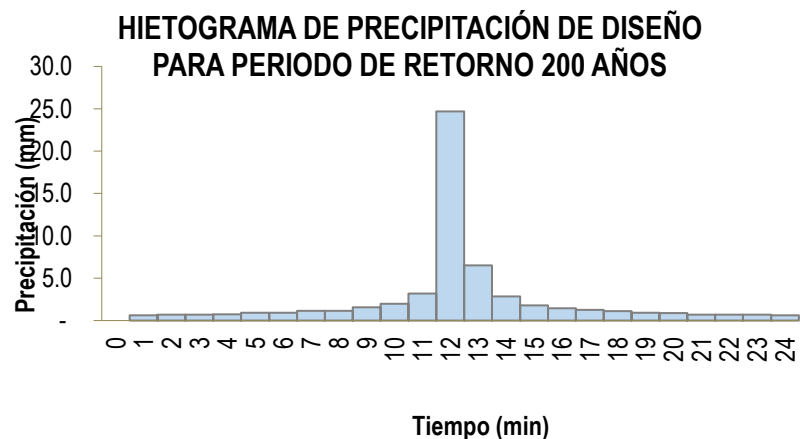


Tabla 15

Distribución SCS para  $Tr = 500$  años.

Duración (Minutos)	Duración (Minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00%
1	60	0.011	0.82	0.82	2.80%
2	120	0.023	1.71	0.89	3.06%
3	180	0.035	2.60	0.89	3.06%
4	240	0.048	3.56	0.97	3.31%
5	300	0.064	4.75	1.19	4.07%
6	360	0.080	5.94	1.19	4.07%
7	420	0.100	7.43	1.49	5.09%
8	480	0.120	8.91	1.49	5.09%
9	540	0.147	10.92	2.01	6.88%
10	600	0.181	13.44	2.53	8.66%
11	660	0.236	17.53	4.08	14.01%
12	720	0.663	49.24	31.71	108.73%
13	780	0.776	57.63	8.39	28.77%
14	840	0.825	61.27	3.64	12.48%
15	900	0.856	63.57	2.30	7.89%
16	960	0.881	65.43	1.86	6.37%
17	1020	0.903	67.07	1.63	5.60%
18	1080	0.922	68.48	1.41	4.84%
19	1140	0.938	69.66	1.19	4.07%
20	1200	0.953	70.78	1.11	3.82%
21	1260	0.965	71.67	0.89	3.06%
22	1320	0.977	72.56	0.89	3.06%
23	1380	0.989	73.45	0.89	3.06%
24	1440	1.000	74.27	0.82	2.80%
				<b>74.27</b>	

**Generación de Curvas IDF**

Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
31.71	1.00	31.71	31.71
8.39	2.00	20.05	40.11
4.08	3.00	4.16	44.19
3.64	4.00	1.93	47.83
2.53	5.00	1.23	50.35
2.30	6.00	0.80	52.66
2.01	7.00	0.62	54.66
1.86	8.00	0.48	56.52
1.63	9.00	0.39	58.15
1.49	10.00	0.31	59.64
1.49	11.00	0.27	61.12
1.41	12.00	0.24	62.54

<b>1.19</b>	13.00	0.20	<b>63.72</b>
<b>1.19</b>	14.00	0.17	<b>64.91</b>
<b>1.19</b>	15.00	0.16	<b>66.10</b>
<b>1.11</b>	16.00	0.14	<b>67.21</b>
<b>0.97</b>	17.00	0.12	<b>68.18</b>
<b>0.89</b>	18.00	0.10	<b>69.07</b>
<b>0.89</b>	19.00	0.09	<b>69.96</b>
<b>0.89</b>	20.00	0.09	<b>70.85</b>
<b>0.89</b>	21.00	0.08	<b>71.74</b>
<b>0.89</b>	22.00	0.08	<b>72.64</b>
<b>0.82</b>	23.00	0.07	<b>73.45</b>
<b>0.82</b>	24.00	0.07	<b>74.27</b>

Figura 14 *Hietograma Tipo II para Tr de 500 años*

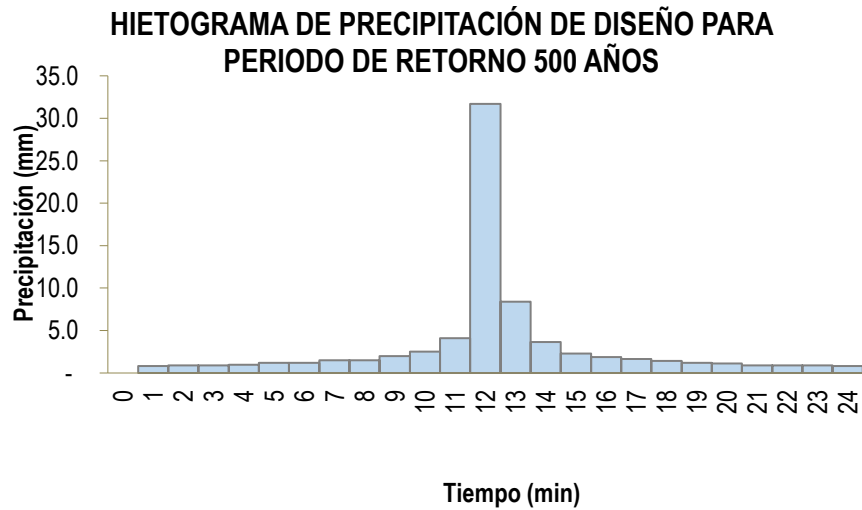


Tabla 16

*Distribución SCS para Tr = 1000 años.*

Duración (Minutos)	Duración (Minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
<b>0</b>	0	0.000	0.00	0.00	0.00%
<b>1</b>	60	0.011	0.97	0.97	3.34%
<b>2</b>	120	0.023	2.04	1.06	3.64%
<b>3</b>	180	0.035	3.10	1.06	3.64%
<b>4</b>	240	0.048	4.25	1.15	3.95%
<b>5</b>	300	0.064	5.67	1.42	4.86%
<b>6</b>	360	0.080	7.08	1.42	4.86%
<b>7</b>	420	0.100	8.85	1.77	6.07%
<b>8</b>	480	0.120	10.63	1.77	6.07%
<b>9</b>	540	0.147	13.02	2.39	8.20%
<b>10</b>	600	0.181	16.03	3.01	10.32%
<b>11</b>	660	0.236	20.90	4.87	16.70%

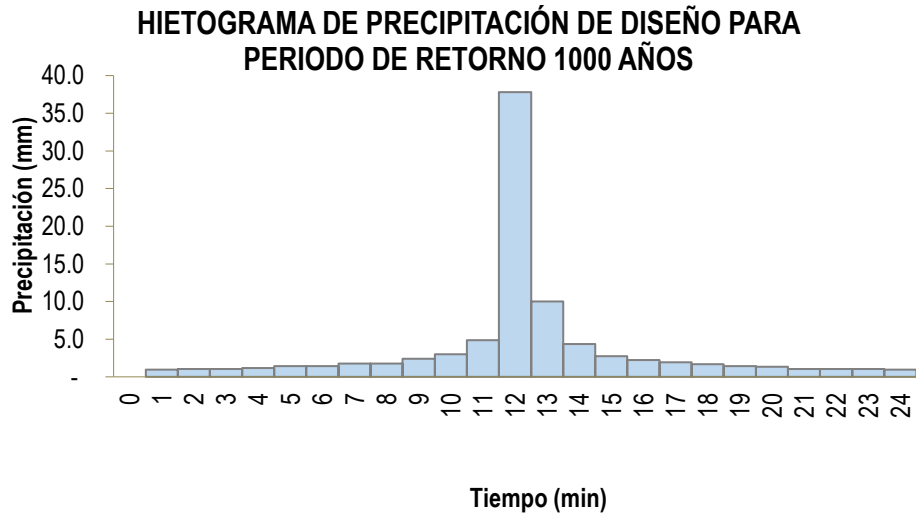


12	720	0.663	58.71	37.81	129.63%
13	780	0.776	68.71	10.01	34.30%
14	840	0.825	73.05	4.34	14.88%
15	900	0.856	75.79	2.74	9.41%
16	960	0.881	78.01	2.21	7.59%
17	1020	0.903	79.96	1.95	6.68%
18	1080	0.922	81.64	1.68	5.77%
19	1140	0.938	83.06	1.42	4.86%
20	1200	0.953	84.38	1.33	4.55%
21	1260	0.965	85.45	1.06	3.64%
22	1320	0.977	86.51	1.06	3.64%
23	1380	0.989	87.57	1.06	3.64%
24	1440	1.000	88.54	0.97	3.34%
				<b>88.54</b>	

**Generación de Curvas IDF**

Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
<b>37.81</b>	1.00	37.81	<b>37.81</b>
<b>10.01</b>	2.00	23.91	<b>47.81</b>
<b>4.87</b>	3.00	4.96	<b>52.68</b>
<b>4.34</b>	4.00	2.30	<b>57.02</b>
<b>3.01</b>	5.00	1.47	<b>60.03</b>
<b>2.74</b>	6.00	0.96	<b>62.78</b>
<b>2.39</b>	7.00	0.73	<b>65.17</b>
<b>2.21</b>	8.00	0.58	<b>67.38</b>
<b>1.95</b>	9.00	0.46	<b>69.33</b>
<b>1.77</b>	10.00	0.37	<b>71.10</b>
<b>1.77</b>	11.00	0.32	<b>72.87</b>
<b>1.68</b>	12.00	0.29	<b>74.55</b>
<b>1.42</b>	13.00	0.24	<b>75.97</b>
<b>1.42</b>	14.00	0.20	<b>77.39</b>
<b>1.42</b>	15.00	0.19	<b>78.80</b>
<b>1.33</b>	16.00	0.17	<b>80.13</b>
<b>1.15</b>	17.00	0.15	<b>81.28</b>
<b>1.06</b>	18.00	0.12	<b>82.35</b>
<b>1.06</b>	19.00	0.11	<b>83.41</b>
<b>1.06</b>	20.00	0.11	<b>84.47</b>
<b>1.06</b>	21.00	0.10	<b>85.53</b>
<b>1.06</b>	22.00	0.10	<b>86.60</b>
<b>0.97</b>	23.00	0.09	<b>87.57</b>
<b>0.97</b>	24.00	0.08	<b>88.54</b>

Figura 15 Hietograma Tipo II para Tr de 1000 años



Con la intensidad de lluvia generada mediante los hietogramas del método servicio de conservación de suelos (SCS), se grafica las curvas IDF, que se muestran a continuación:

Tabla 17

*Precipitación máxima de duración 1 a 24 horas*

Duración de Precipitación		Precipitación en 24 horas (mm)								
		6.83	13.73	19.77	29.17	37.50	47.00	57.80	74.27	88.54
		Periodo de Retorno (Años)								
Hora	Minuto	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	200.00	500.00	1000.00
1	60	2.918	5.86	8.44	12.45	16.01	20.07	24.68	31.71	37.81
2	120	3.690	7.41	10.68	15.75	20.25	25.38	31.21	40.11	47.81
3	180	4.065	8.17	11.76	17.35	22.31	27.97	34.39	44.19	52.68
4	240	4.400	8.84	12.73	18.78	24.15	30.27	37.23	47.83	57.02
5	300	4.633	9.31	13.40	19.78	25.42	31.87	39.19	50.35	60.03
6	360	4.844	9.73	14.02	20.68	26.59	33.33	40.98	52.66	62.78
7	420	5.029	10.10	14.55	21.47	27.60	34.60	42.54	54.66	65.17
8	480	5.200	10.45	15.04	22.20	28.54	35.77	43.99	56.52	67.38
9	540	5.350	10.75	15.48	22.84	29.36	36.80	45.26	58.15	69.33
10	600	5.487	11.02	15.87	23.42	30.11	37.74	46.42	59.64	71.10
11	660	5.623	11.30	16.27	24.00	30.86	38.68	47.57	61.12	72.87
12	720	5.753	11.56	16.65	24.56	31.57	39.58	48.67	62.54	74.55
13	780	5.862	11.78	16.96	25.03	32.17	40.33	49.60	63.72	75.97
14	840	5.972	12.00	17.28	25.49	32.77	41.08	50.52	64.91	77.39
15	900	6.081	12.22	17.59	25.96	33.37	41.83	51.45	66.10	78.80
16	960	6.184	12.42	17.89	26.40	33.94	42.54	52.31	67.21	80.13
17	1020	6.272	12.60	18.15	26.78	34.42	43.15	53.06	68.18	81.28
18	1080	6.354	12.77	18.39	27.13	34.87	43.71	53.76	69.07	82.35

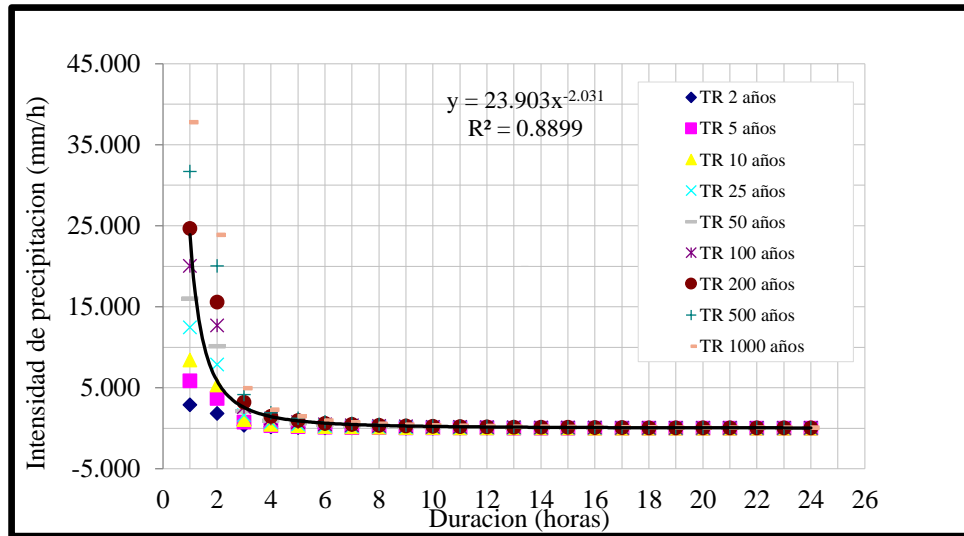
19	1140	6.436	12.93	18.62	27.48	35.32	44.28	54.45	69.96	83.41
20	1200	6.518	13.10	18.86	27.83	35.77	44.84	55.15	70.85	84.47
21	1260	6.600	13.26	19.10	28.18	36.22	45.41	55.84	71.74	85.53
22	1320	6.682	13.43	19.33	28.53	36.67	45.97	56.53	72.64	86.60
23	1380	6.758	13.58	19.55	28.85	37.08	46.49	57.17	73.45	87.57
24	1440	6.833	13.73	19.77	29.17	37.50	47.00	57.80	74.27	88.54

Tabla 18

*Intensidad máxima de duración 1 a 24 horas*

Duración de Precipitación		Intensidad (mm/hr)								
		Periodo de Retorno (Años)								
Hora	Minuto	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	200.00	500.00	1000.00
1	60	2.918	5.86	8.44	12.45	16.01	20.07	24.68	31.71	37.81
2	120	1.845	3.71	5.34	7.88	10.12	12.69	15.61	20.05	23.91
3	180	0.383	0.77	1.11	1.63	2.10	2.63	3.24	4.16	4.96
4	240	0.178	0.36	0.51	0.76	0.97	1.22	1.50	1.93	2.30
5	300	0.113	0.23	0.33	0.48	0.62	0.78	0.96	1.23	1.47
6	360	0.074	0.15	0.21	0.32	0.41	0.51	0.63	0.80	0.96
7	420	0.057	0.11	0.16	0.24	0.31	0.39	0.48	0.62	0.73
8	480	0.044	0.09	0.13	0.19	0.24	0.31	0.38	0.48	0.58
9	540	0.036	0.07	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.39	0.46
10	600	0.029	0.06	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.31	0.37
11	660	0.025	0.05	0.07	0.11	0.14	0.17	0.21	0.27	0.32
12	720	0.022	0.04	0.06	0.09	0.12	0.15	0.19	0.24	0.29
13	780	0.018	0.04	0.05	0.08	0.10	0.13	0.16	0.20	0.24
14	840	0.016	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.17	0.20
15	900	0.015	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.16	0.19
16	960	0.013	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.11	0.14	0.17
17	1020	0.011	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15
18	1080	0.009	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.12
19	1140	0.009	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11
20	1200	0.008	0.02	0.02	0.04	0.04	0.06	0.07	0.09	0.11
21	1260	0.008	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10
22	1320	0.007	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10
23	1380	0.007	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09
24	1440	0.006	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08

Figura 16 *Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia*



- **Ecuación de Intensidad -Duración -Frecuencia:**

La ecuación se determinó, con la información de precipitación máxima estimada mediante las distribuciones SCS (Soil Conservation Service) para diferentes periodos de retorno, aplicando ecuaciones de ajuste de correlación lineal múltiple de una serie de datos, siendo la intensidad, duración y el tiempo de retorno, para ser aplicada en la siguiente ecuación:

*Ecuación 2: Ecuación de Intensidad Máxima*

$$I_{max} = \frac{K \times T^m}{D^n}$$

Siendo:

$I_{m\acute{a}x.}$  = Intensidad máxima de lluvia, en mm/hr

T=periodo de retorno, en años

D=duración, en minutos

Aplicando la ecuación de ajuste de correlación lineal, se obtuvo la siguiente ecuación, según la tabla mostrada:

Tabla 19: *Ecuaciones de Intensidad -Duración -Frecuencia – Método SCS*

$$I_{max} = \frac{115161.48 \times T^{0.3927}}{D^{2.037}}$$

Tabla 20

*Intensidades Máximas para Periodos de Retorno de 2,10,25,50 y 100 años*

<b>Intensidades Máximas</b>				
$T_r= 5$ años	$T_r= 10$ años	$T_r= 25$ años	$T_r= 50$ años	$T_r= 100$ años
<b><math>I_{m\acute{a}x.}= 47.68</math></b>	<b><math>I_{m\acute{a}x.}= 62.53</math></b>	<b><math>I_{m\acute{a}x.}= 89.61</math></b>	<b><math>I_{m\acute{a}x.}= 117.64</math></b>	<b><math>I_{m\acute{a}x.}= 154.45</math></b>
<b>mm/hrs</b>	<b>mm/hrs</b>	<b>mm/hrs</b>	<b>mm/hrs</b>	<b>mm/hrs</b>

- **Tiempo de concentración:**

Es el tiempo que tarda en llegar el agua a la salida de la cuenca desde el punto más alejado, según la siguiente fórmula propuesta por California Culverts Practice.

*Ecuación 3: Tiempo de concentración*

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

Para el cálculo, se considera los siguientes parámetros:

L= Longitud del curso de agua más largo (m)

H= diferencia de nivel entre la divisoria de agua y la salida (m)

La longitud de curso de agua se determina mediante el programa Google Earth, con el Shapefile extraído del Arcgis, determinado mediante Flow accumulation de las curvas de nivel y el dem de la quebrada, con un punto de desfogue de la quebrada, por último la herramienta Watershed genera la quebrada en formato raster , ingresando el Flow Direction y el punto de desfogue, y convertirlo en formato vectorial con la herramienta Raster to Polygon.

Obteniendo la quebrada delimitada en base al modelo de elevación y la Longitud con el Programa Google Earth.

Figura 17 Quebrada San Idelfonso delimitada en base al modelo de elevación

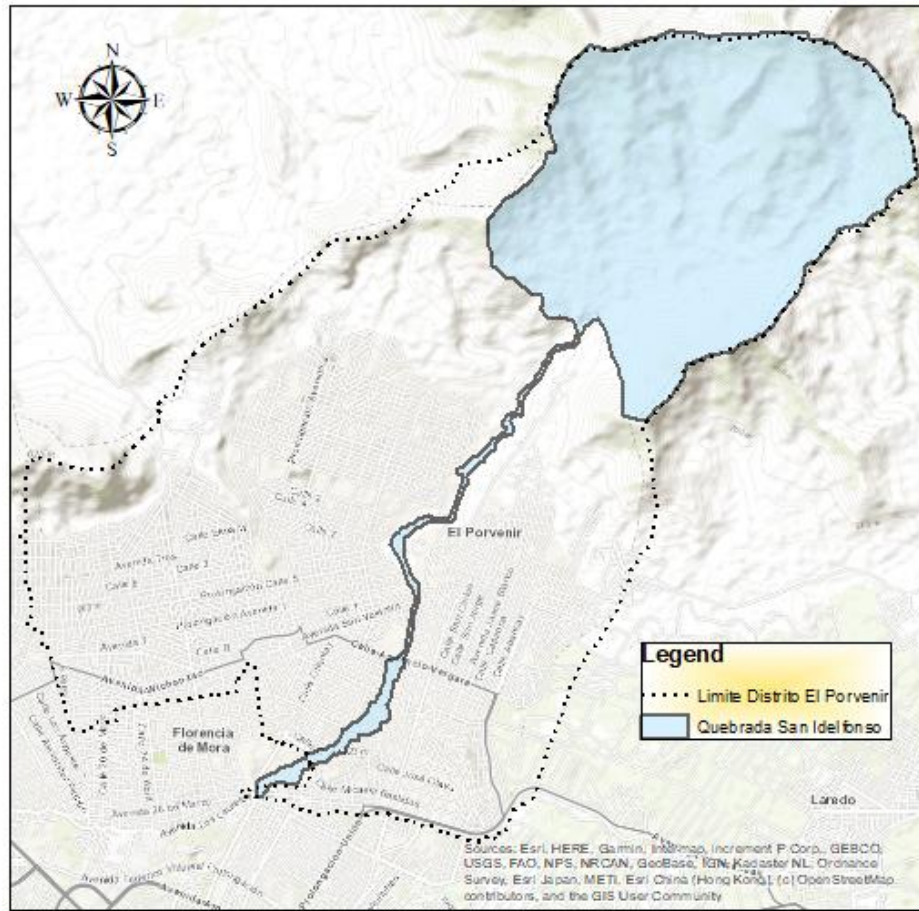


Figura 18 Longitud del curso de agua mediante el programa Google Earth

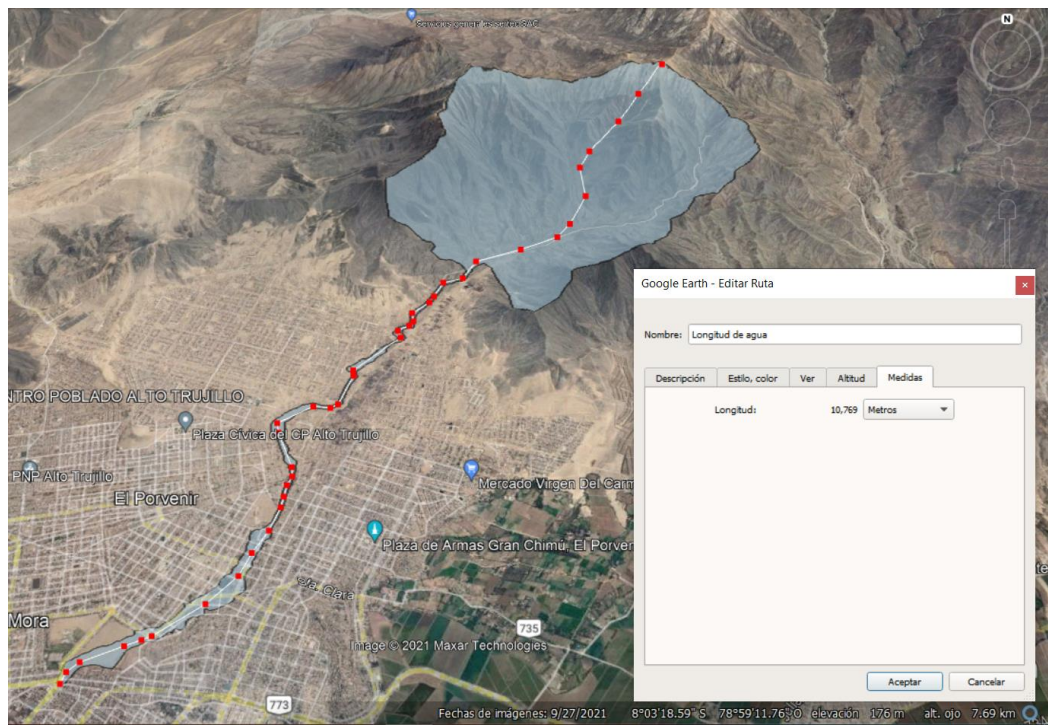
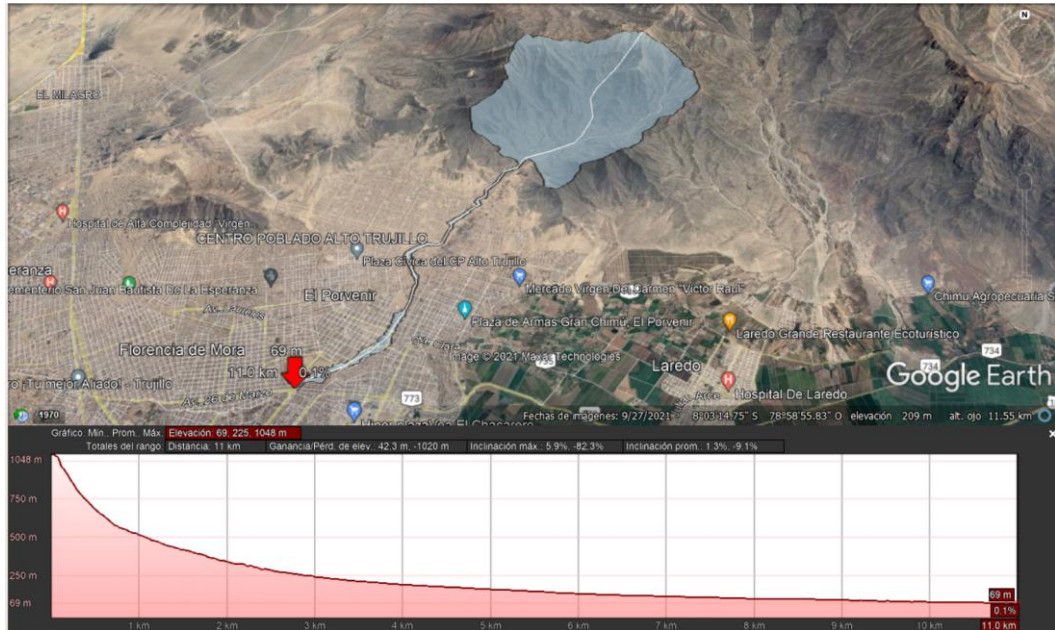


Figura 19 Desnivel del curso de agua mediante el programa Google Earth



**- Método del número de la curva**

El servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos (SCS) desarrollo un método para estimar la escorrentía directa o llamado precipitación efectiva generada por un evento de lluvia con el siguiente modelo empírico:

Ecuación 4: Precipitación efectiva

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Donde la Precipitación efectiva (Pe) es una función de la lámina de lluvia (P) y el potencial máximo de retención (S), donde este se expresa en función del número de curva (CN) a través de la siguiente expresión:

Ecuación 5: Potencial máximo de retención

$$S = 2.54 \times \left( \frac{100}{CN} - 10 \right)$$

El Número de curva (CN), es aquel parámetro hidrológico que nos ayuda a determinar y caracterizar el potencial de escorrentía sobre la cuenca hidrográfica. Este parámetro se obtiene con la “Generación del mapa temático de la curva número CN”, impuesta por (ANA,2015), para este cálculo se utilizaron los

siguientes insumos: Modelo digital del terreno corregido, El mapa de suelos proporcionado por el MINAN, y la cobertura vegetal.

De acuerdo al tipo cobertura y uso de suelo que presenta el área de la quebrada San Idelfonso, se asignó un código de reclasificación para cada uno, en el Programa ArcGIS mostrado de la siguiente manera:

Tabla 21

*Reclasificación del Mapa de Cobertura*

Descripción de coberturas	Reclasificación
Área urbana	3
Área urbana	3
Área urbana	3
Cardonal	5
Desierto costero	13
Desierto costero	13

De acuerdo al tipo de suelo, se asignó el grupo hidrológico a la que pertenece, según la siguiente tabla:

Tabla 22

*Reclasificación del Mapa de Suelos*

Descripción de coberturas	CH
Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
Fluvisol éutrico - Regosol éutrico	B
Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C
Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C
Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B

Para generar el CN de la quebrada, se creó la tabla de atributos CN, y completó los siguientes campos: LUcode (CH), LUVALUE (Landuse), y PctA, PctB, PctC, PctD, estos valores se expresan en porcentaje, donde si el grupo hidrológico (CH), es el mismo se completó con valores de 100 y los diferentes con 0.

Tabla 23

*Valores Numero de curva para cada agrupación suelo – cobertura.*



CobVegetal	Land use	Descripción	CH	Pct A	Pct B	Pct C	Pct D	LUcode	CN
Area urbana	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	0	100	0	0	0	85
Area urbana	3	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	100	0	0	0	0	77
Area urbana	3	Fluvisol éútrico - Regosol éútrico	B	0	100	0	0	0	85
Cardonal	5	Regosol éútrico - Cambisol éútrico	C	0	0	100	0	0	77
Desierto costero	13	Regosol éútrico - Cambisol éútrico	C	0	0	100	0	0	88
Desierto costero	13	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	0	100	0	0	0	81

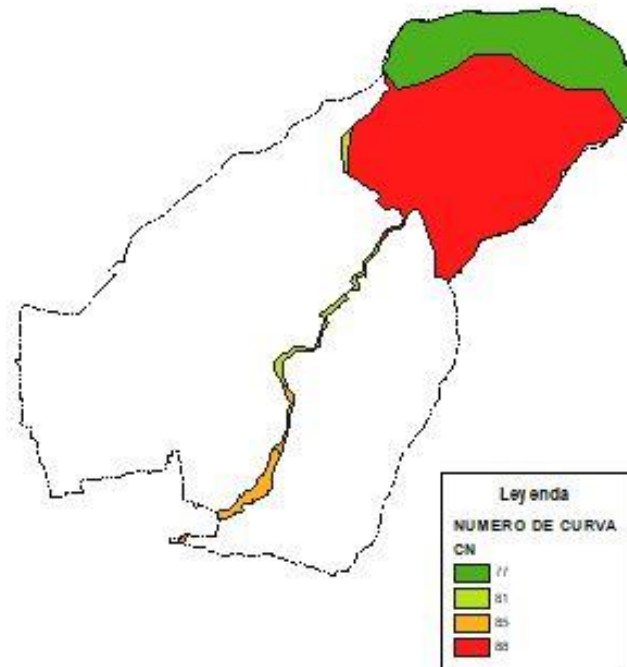
Para determinar el valor de CN final de la Quebrada, se determina el valor promedio en función al área por el número de curva, siendo lo siguiente:

Tabla 24

*Cálculo de CN de la quebrada San Idelfonso*

Descripción	CN	Área (ha)	$\sum$ Área (ha) x CN
Área urbana	85	54,785.29	4,656,750.00
Área urbana	77	2,915.14	224,465.43
Área urbana	85	214,318.32	18,217,057.20
Cardonal	77	3,153,978.03	242,856,307.95
Desierto costero	88	7,513,425.91	661,181,480.29
Desierto costero	81	247,871.59	20,077,598.93
		<b>11,187,294.28</b>	<b>947,213,659.80</b>
		<b>CN =</b>	<b>85</b>

Figura 20 Mapa de CN según tipo y uso de suelo



Tomando como base el número de curva final, se calculó los números de curva equivalentes, para condiciones húmedas, utilizando La siguiente formula:

*Ecuación 6: Tiempo de concentración*

$$CN(III) = \frac{23 \times CN(II)}{10 + 0.13 \times CN(II)}$$

$$CN(III) = 92.87$$

- **Tiempo de retardo ( $T_L$ ):**

Es el tiempo que se atrasa el agua en llegar desde el punto más alto hasta el punto final o también llamado punto de diseño, utilizando siguiente ecuación:

*Ecuación 7: Tiempo de retardo*

$$T_L = \frac{L^{0.8} + (S + 1)^{0.7}}{735 \times Y^{0.5}}$$

$$T_L = 7.63 \text{ hrs}$$

Siendo:

Y= Pendiente del cauce = 9.09%

S= Potencial máximo de retención =19.49 mm/día

L=Longitud de cauce =10,769 m

- **Caudal:**

Cantidad de agua que pasa por un punto específico en función directa del periodo de retorno que se le asigne. (Villon, 2002)

El cálculo del caudal máximo se utilizó el Método SCS, dependiendo

*Ecuación 8: Caudal*

$$Q = \frac{2.08 \times A \times E}{\frac{T_C}{2} + T_L} \left( \frac{m^3}{seg} \right)$$

Donde:

A= Área de la cuenca (ha) = 1,118.73 ha

E= Pe=Escorrentía (m/día) =0.0303 /dia

TC= Tiempo de concentración = 62.48 min = 1.04 hrs

TI=Tiempo de retardo=7.63 hrs

**2.3.3.1.2 Análisis del factor Condicionante:**

En esta investigación se consideró evaluar tres factores condicionantes, geología, pendiente y geomorfología, presentando cada factor sus propios descriptores de acuerdo a las características intrínseca de la zona involucrada. Empleando el programa ArcGIS 10.3 se generó el Mapa Geológico, y para el cálculo de los pesos de los factores, parámetros y descriptores se empleó el Proceso de análisis Jerárquico desarrollado por Thomas Saaty (1980).

**3.3.1.2.1. Factor Geología:**

Las unidades geológicas utilizadas para el análisis de peligro corresponden a materiales predominantes como, Depósito aluvial (Qh-al) (lecho del río principal), Deposito Fluvial (en cauce o lecho de los ríos, o quebradas, terrazas bajas inundables

y llanura de inundación), depósitos eólicos (en base de laderas), Depósito coluvial (en parte urbana, saliendo del distrito El Porvenir), Rocas intrusivas y Formaciones Chicama, Simbal, Grupo Casma (en laderas medias y altas), para efectos del análisis se han dividido en D1 (Depósito aluvial (Qh-al)), D2 (Deposito Fluvial), D3 (Depósito eólico), D4 (Depósito coluvial), D5 (Rocas intrusivas y Formaciones Chicama, Simbal, Grupo Casma), (ver Tabla N° 25)

Tabla 25

*Descriptor del parámetro geológico*

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>D1: Depósito aluvial (Qh-al)</b>	Son depósitos erosionados por los cauces, mayormente corresponden a una mezcla heterogénea de gravas, arenas, redondeadas, así como limos y arcillas, con permeabilidad media a alta.
<b>D2: Deposito Fluvial (Qh-fl)</b>	Lo depósitos fluviales, Son depósitos inconsolidados a poco consolidados hasta sueltos, fácilmente removibles y su permeabilidad alta.
<b>D3: Depósito eólico (Qh-eo)</b>	Son acumulaciones de arenas sueltas distribuidas en la planicies y pampas costeras, son susceptibles a la dinámica del viento, originando arenamientos.
<b>D4: Depósito coluvial (Q-cl)</b>	Los depósitos coluviales son producto de deslizamientos, derrumbes. Están conformados mayormente por material grueso de naturaleza homogénea, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla
<b>D5: Rocas intrusivas y Formaciones Chicama, Simbal, Grupo Casma.</b>	Son rocas, que presentan morfología de montañas y colinas con pendientes moderadas.

### 3.3.1.2.2. Factor Pendiente:

Para determinar este Factor, fue necesario elaborar un mapa que representa las pendientes de la zona de estudio, de un modelo de elevación digital (DEM) obtenido a partir de la imagen satelital ALOS PALSAR, descargada de la base de datos de la ASF data serach vertex, y procesado en el software ArcGIS, con rangos de pendientes basado en Mora (2002).

Tabla 26

*Relación de pendientes en el área de estudio*

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>D1: Muy baja (&lt;5°)</b>	Las zonas con pendiente menores a 5°, son altamente susceptibles a ser afectadas por inundaciones por desborde de quebradas, estas se encuentran en la parte urbanística del distrito.
<b>D2: Baja (5° a 15°)</b>	Las zonas con pendientes de 5° a 15°, se encuentran en una zona alta de inundaciones, en esta zona con pendientes de 5° a 15°, se presentan en zonas de acumulación de materiales (como depósitos aluviales).
<b>D3: Media (15° a 35°)</b>	Zonas con Media susceptibilidad de inundación, Conformado por laderas medias, colinas, sustrato rocoso, con susceptibilidad Media.
<b>D4: Fuerte (35° a 45°)</b>	En esta zona se encuentran relieves de pendientes elevadas, con probabilidad de generar caídas de rocas y derrumbes.
<b>D5: Muy fuerte (&gt;45°)</b>	Zonas con susceptibilidad de inundación muy bajas, comprenden pendientes muy empinadas o escarpadas.

### 3.3.1.2.3. Factor Geomorfología:

El factor geomorfológico estudia las formas de relieve terrestre, las principales unidades evaluadas en el área de estudio fueron definidas de acuerdo a su morfoestructural. Las más representativas son las llanuras de inundación (áreas adyacentes a ríos, recurrentes a inundación), Mantos de arena, Montaña de roca intrusiva y Colina y lomada en rocas sedimentarias e intrusivas).

Tabla 27

*Descriptores del parámetro geomorfología*

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>D1: Llanura o planicie aluvial (Pl-al)</b>	Superficies llanas, formadas por acumulación o sedimentación fluvial, zona más susceptible al fenómeno indayé.
<b>D2: Mantos de arena (M-a)</b>	Son áreas eólicas caracterizadas por relieves planos.
<b>D3: Montaña en roca intrusiva (RM-ri)</b>	Conformado por laderas abruptas, con pendientes mayores a 45° se encuentran constituidos por granodiorita.
<b>D4: Colina y lomada en rocas sedimentarias e intrusivas (RCL-rs, RCL-ri)</b>	Son de forma cónica, con cimas redondeadas, conformados por elevaciones alargadas y de pendientes moderadas a alta.

### 2.3.3.2. Análisis de la vulnerabilidad.

Se evaluó la vulnerabilidad en diferentes elementos expuestos bajo criterios semicuantitativos del análisis jerárquico, para esto se priorizó la descripción técnica

de cada elemento a estudiarse, las características de fragilidad y residencia de las unidades sociales y servicios ubicados en el área de estudio. Este análisis se realizó según el Manual del CENEPRED.

Se utilizó el método de la observación, encuestas y la información recopilada del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017).

### **Definición de parámetros:**

Para la determinación de la vulnerabilidad en la población aledaña al cauce de la quebrada San Idelfonso se tomó como referencia el análisis de factores a dimensión social, económica y los parámetros que describen la exposición, fragilidad y resiliencia.

#### **- Identificación y análisis de elementos expuestos:**

El trabajo de campo se basó en el recorrido del cauce de la quebrada San Idelfonso donde se encontró, centros educativos expuestos, complejos deportivos, parques recreativos, estadio, camal municipal, que fueron afectados por la inundación del año 2017 debido a la activación de la quebrada San Idelfonso. (Ver Anexos)

#### **- Análisis y ponderación de la vulnerabilidad:**

Se analizó la vulnerabilidad considerando el aspecto social y económico para los factores, exposición, fragilidad y resiliencia. Los parámetros de evaluación se definen en función a los pesos ponderados a partir del proceso de análisis jerárquico de los factores y descriptores.

#### **- Dimensión social:**

En la dimensión social se evaluó tres parámetros, exposición, fragilidad y resiliencia.

En esta investigación para la exposición social considera como parámetros de evaluación, al grupo etario, en la fragilidad social analizó el parámetro servicio de

agua y tipo de seguro de la población. Para resiliencia social se realizó encuestas a los pobladores para evaluar si cuentan con un plan de contingencia ante la presencia de un fenómeno natural (inundaciones).

- **Dimensión económica:**

El análisis en la dimensión económica se evaluaron tres parámetros, exposición (propiedad expuesta), fragilidad (material de la edificación, estado de conservación, y la configuración de pisos), y resiliencia (obras de mitigación).

**2.3. Aspectos Éticos:**

En el desarrollo de esta investigación se aplicaron los siguientes aspectos éticos:

- El respeto y libre voluntad de opinión de los encuestados.
- Procesamiento de datos obtenidos con veracidad de participantes encuestados.
- Uso correcto de los implementos de bioseguridad, para el recorrido de viviendas aledañas al cauce.
- Honestidad en la recolección de datos de fuentes confiables, sin alteraciones.
- Utilización de citas bibliográficas, respetando las ideas de diversos autores.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para los resultados de evaluación de riesgo por inundación se desarrolló el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad, mediante factores desencadenantes y condicionantes

#### 3.1. Análisis y evaluación de Nivel de peligrosidad:

##### 3.1.1. Resultados para factores desencadenantes:

El factor desencadenante en esta investigación se consideró al cálculo de caudal utilizando el Método SCS, Para ser en periodos de retorno de 2,5,10,25 y 100 años, utilizando el método SCS, con el siguiente resultado:

Tabla 28

Caudal Máximas para Periodos de Retorno de 2,10,25,50 y 100 años

Tiempo de Retorno	Caudal Máximo
Tr= 5 años	$Q_{\text{máx.}} = 8.65 \text{ m}^3/\text{seg}$
Tr= 10 años	$Q_{\text{máx.}} = 12.57 \text{ m}^3/\text{seg}$
Tr= 25 años	$Q_{\text{máx.}} = 19.95 \text{ m}^3/\text{seg}$
Tr= 50 años	$Q_{\text{máx.}} = 27.24 \text{ m}^3/\text{seg}$
Tr= 100 años	$Q_{\text{máx.}} = 38.08 \text{ m}^3/\text{seg}$

##### Ponderación de Parámetro Caudal:

La ponderación de los parámetros se realizó de acuerdo al análisis jerárquico de Satty, cada parámetro utilizado cuenta con cinco descriptores a evaluar.

La matriz de comparación de pares se construyó a partir de las escalas empleadas por el análisis jerárquico, obteniendo lo siguiente:

Tabla 29

Matriz de comparación de pares por factor caudal

Caudal Máximo ( $Q_{\text{máx.}}$ )	Tr: 100 años ( $Q: 38.08$ $\text{m}^3/\text{seg}$ )	Tr: 50 años ( $Q: 27.27$ $\text{m}^3/\text{seg}$ )	Tr: 25 años ( $Q: 19.95$ $\text{m}^3/\text{seg}$ )	Tr: 10 años ( $Q: 12.57$ $\text{m}^3/\text{seg}$ )	Tr: 5 años ( $Q: <8.65$ $\text{m}^3/\text{seg}$ )
Tr: 100 años ( $Q: 38.08 \text{ m}^3/\text{seg}$ )	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Tr: 50 años ( $Q: 27.27 \text{ m}^3/\text{seg}$ )	0.333	1.00	3.00	5.00	7.00



Tr: 25 años (Q: 19.95 m <sup>3</sup> /seg)	0.200	0.333	1.00	3.00	5.00
Tr: 10 años (Q: 12.57 m <sup>3</sup> /seg)	0.143	0.200	0.333	1.00	3.00
Tr: 5 años (Q: <8.65 m <sup>3</sup> /seg)	0.111	0.143	0.200	0.333	1.00
$\Sigma$	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
$1/\Sigma$	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Luego se calculó la matriz de normalización, para obtener los vectores priorizados, siguientes:

Tabla 30

*Matriz de Normalización*

<b>Grado de pendientes</b>	Tr: 100 años (Q: 38.08 m <sup>3</sup> /seg)	Tr: 50 años (Q: 27.27 m <sup>3</sup> /seg)	Tr: 25 años (Q: 19.95 m <sup>3</sup> /seg)	Tr: 10 años (Q: 12.57 m <sup>3</sup> /seg)	Tr: 5 años (Q: <8.65 m <sup>3</sup> /seg)	<b>VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)</b>
Tr: 100 años (Q: 38.08 m <sup>3</sup> /seg)	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	<b>0.503</b>
Tr: 50 años (Q: 27.27 m <sup>3</sup> /seg)	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	<b>0.260</b>
Tr: 25 años (Q: 19.95 m <sup>3</sup> /seg)	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	<b>0.134</b>
Tr: 10 años (Q: 12.57 m <sup>3</sup> /seg)	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	<b>0.068</b>
Tr: 5 años (Q: <8.65 m <sup>3</sup> /seg)	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	<b>0.035</b>

Se obtuvo la tabla final de ponderación, de la siguiente manera:

Tabla 31

*Ponderación del parámetro y sus descriptores*

<b>PARAMETRO</b>	<b>CAUDAL</b>	<b>PESO PONDERADO</b>
Descriptores 1	Tr: 100 años (Q: 38.08 m <sup>3</sup> /seg)	<b>0.503</b>
Descriptores 2	Tr: 50 años (Q: 27.27 m <sup>3</sup> /seg)	<b>0.260</b>
Descriptores 3	Tr: 25 años (Q: 19.95 m <sup>3</sup> /seg)	<b>0.134</b>
Descriptores 4	Tr: 10 años (Q: 12.57 m <sup>3</sup> /seg)	<b>0.068</b>

Descriptores 5	Tr: 5 años (Q: <8.65 m <sup>3</sup> /seg)	<b>0.035</b>
----------------	--	--------------

### 3.1.2. Resultados para factores condicionantes:

Los factores condicionantes, de pendiente, geología y geomorfología, fueron adaptados también a la ponderación de los descriptores del parámetro, obteniendo los siguientes cálculos:

#### Parámetro Geomorfológico:

Tabla 32

*Matriz de comparación de pares por factor geomorfológico*

Geoformas	Llanura o planicie aluvial	Mantos de arena	Montaña en roca intrusiva	Colina y lomada en rocas sedimentarias e intrusivas	
Llanura o planicie aluvial	1.00	3.00	5.00	7.00	
Mantos de arena	0.333	1.00	3.00	5.00	
Montaña en roca intrusiva	0.200	0.333	1.00	3.00	
Colina y lomada en coras sedimentarias e intrusivas	0.143	0.200	0.333	1.00	
	$\Sigma$	1.68	4.53	9.33	16.00
	$1/\Sigma$	0.60	0.22	0.11	0.06

Luego se calcula la matriz de normalización, para obtener los vectores priorizados, siguientes:

Tabla 33

*Matriz de normalización*

Geoformas	Llanura o planicie aluvial	Mantos de arena	Montaña en roca intrusiva	Colina y lomada en coras sedimentarias e intrusivas	VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)
Llanura o planicie aluvial	0.60	0.66	0.54	0.44	0.558
Mantos de arena	0.20	0.22	0.32	0.31	0.263
Montaña en roca intrusiva	0.12	0.07	0.11	0.19	0.122
Colina y lomada en coras	0.09	0.04	0.04	0.06	0.057

sedimentarias e  
intrusivas

Se obtuvo la tabla final de ponderación, de la siguiente manera:

Tabla 34

*Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores*

PARAMETRO	GEOMORFOLOGICO	PESO PONDERADO
Descriptores 1	Llanura o planicie aluvial	0.558
Descriptores 2	Mantos de arena	0.263
Descriptores 3	Montaña en roca intrusiva	0.122
Descriptores 4	Colina y lomada en coras sedimentarias e intrusivas	0.057

### Parámetro Geológico

Tabla 35

*Matriz de comparación de pares por factor geológico*

Geología	Depósito aluvial (Qh-al)	Deposito Fluvial	Depósito eólico	Depósito coluvial	Rocas intrusivas Y Formaciones Chicama, Simbal, Grupo Casma
Depósito aluvial (Qh-al)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Deposito Fluvial	0.333	1.00	3.00	5.00	7.00
Depósito eólico	0.200	0.333	1.00	3.00	5.00
Depósito coluvial	0.143	0.200	0.333	1.00	3.00
Rocas intrusivas Y Formaciones Chicama, Simbal, Grupo Casma	0.111	0.143	0.200	0.333	1.00
$\Sigma$	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
$1/\Sigma$	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 36

*Matriz de normalización*

<b>Geología</b>	Depósito aluvial (Qh-al)	Depósito Fluvial	Depósito eólico	Depósito coluvial	Rocas intrusivas Y Formaciones Chicama, Simbal, Grupo Casma	<b>VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)</b>
Depósito aluvial (Qh-al)	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
Deposito Fluvial	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
Depósito eólico	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
Depósito coluvial	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
Rocas intrusivas Y Formaciones Chicama, Simbal, Grupo Casma	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Tabla 37

*Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores*

<b>PARAMETRO</b>	<b>GEOLOGIA</b>	<b>PESO PONDERADO</b>
Descriptores 1	Depósito aluvial (Qh-al)	0.503
Descriptores 2	Deposito Fluvial	0.260
Descriptores 3	Depósito eólico	0.134
Descriptores 4	Depósito coluvial	0.068
Descriptores 5	Rocas intrusivas Y Formaciones Chicama, Simbal, Grupo Casma	0.035

## Parámetro Pendiente

Tabla 38

*Matriz de normalización*

<b>Grado de pendientes</b>	Muy baja (<5°)	Baja (5° a 15°)	Media (15° a 35°)	Fuerte (35° a 45°)	Muy fuerte (>45°)
Muy baja (<5°)	1	3	5	7	9
Baja (5° a 15°)	0.333	1	3	5	7
Media (15° a 35°)	0.200	0.333	1	3	5
Fuerte (35° a 45°)	0.143	0.200	0.333	1	3
Muy fuerte (>45°)	0.111	0.143	0.200	0.333	1
$\Sigma$	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00

$1/\Sigma$	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04
------------	------	------	------	------	------

Tabla 39

*Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores*

PARAMETRO	PENDIENTE	PESO PONDERADO
Descriptores 1	Muy baja (<5°)	0.503
Descriptores 2	Baja (5° a 15°)	0.260
Descriptores 3	Media (15° a 35°)	0.134
Descriptores 4	Fuerte (35° a 45°)	0.068
Descriptores 5	Muy fuerte (>45°)	0.035

### 3.1.3. Niveles de peligro para el área de estudio, representados por nivel Muy

#### Alto, Alto, Medio Y Bajo:

Tabla 40

*Matriz de Peligrosidad*

Nivel Peligro	Rango		
<b>Muy alto</b>	0.260	$\leq P \leq$	0.503
<b>Alto</b>	0.134	$\leq P \leq$	0.26
<b>Medio</b>	0.068	$\leq P \leq$	0.134
<b>Bajo</b>	0.035	$\leq P \leq$	0.068

Tabla 41

*Estratificación del nivel de peligro*

Descripción	Nivel de Peligro	Rango		
<b>Pendiente:</b> muy baja <5°, <b>Geomorfología:</b> comprende llanura o planicie aluvial, <b>Geología:</b> depósitos aluviales. <b>Caudal:</b> Tr=100 años (Q=<38.08 m <sup>3</sup> /seg)	<b>Muy Alto</b>	<b>0.260</b>	$\leq P \leq$	<b>0.503</b>
<b>Pendiente:</b> baja (5° a 15°), <b>Geomorfología:</b> comprende mantos de arena. <b>Geología:</b> depósito fluvial. <b>Caudal:</b> Tr=50 años (Q=27.27 m <sup>3</sup> /seg)	<b>Alto</b>	<b>0.134</b>	$\leq P \leq$	<b>0.26</b>
<b>Pendiente:</b> Media (15° a 35°), <b>Geomorfología:</b> comprende Montaña en roca intrusiva. <b>Geología:</b> comprende depósito eólicos y coluvial. <b>Caudal:</b> Tr=25 años (Q=19.95 m <sup>3</sup> /seg)	<b>Medio</b>	<b>0.068</b>	$\leq P \leq$	<b>0.134</b>

<b>Pendiente:</b> Fuerte (35° a 45°), <b>Geomorfología:</b> comprende colina y lomada en rocas sedimentarias e intrusivas. <b>Geología:</b> comprende Rocas intrusivas y Formaciones Chicama, Simbal, Grupo Casma. <b>Caudal:</b> Tr=10 años (Q=12.57 m <sup>3</sup> /seg)	<b>Bajo</b>	<b>0.035</b>	<b>≤ P ≤</b>	<b>0.068</b>
---	-------------	--------------	--------------	--------------

Por último, ya estratificado nuestra matriz de peligrosidad, se calculó el valor de peligrosidad en función al fenómeno de inundación y sus características de la zona estudiada.

Tabla 42

*Cálculo de Peligrosidad*

Fenómeno						
Pendiente		Geología		Geomorfología		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.633	0.380	0.260	0.156	0.106	0.063	0.288
Factor Condicionante						
Pendiente		Geología		Geomorfología		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.633	0.260	0.260	0.134	0.106	0.260	0.227
Factor Desencadenante						
Caudal						Valor
Parámetro	Descriptor					
1.000	0.134					0.134
Susceptibilidad						
Factor Condicionante			Factor Desencadenante			Valor
Valor	Peso	Valor	Peso			
0.227	0.50	0.134	0.50			0.180
Peligrosidad						
Susceptibilidad			Fenómeno			Valor
Valor	Peso	Valor	Peso			
<b>0.181</b>	0.5	<b>0.288</b>	0.5			<b>0.234</b>

Para esta investigación se determinó que el valor de la peligrosidad del área de estudio es de **0.234**, estando dentro del intervalo **Peligrosidad Alta**.

### 3.2. Determinación de la Vulnerabilidad:

#### 3.2.1. Vulnerabilidad social:

##### Exposición:

Ponderación de los descriptores del parámetro Grupo Etario, con pesos calculados empleando el proceso de análisis jerárquico de Saaty.

Tabla 43: *Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario (exposición social)*

<b>Grupo Etario</b>	0 a 5 años y < 65 años	6 a 12 años y 61 a 64 años	13 a 15 años y 51 a 60 años	16 años a 30 años	31 años a 50 años
0 a 5 años y < 65 años	1	3	5	7	9
6 a 12 años y 61 a 64 años	0.333	1	3	5	7
13 a 15 años y 51 a 60 años	0.200	0.333	1	3	5
16 años a 30 años	0.143	0.200	0.333	1	3
31 años a 50 años	0.111	0.143	0.200	0.333	1
$\Sigma$	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
$1/\Sigma$	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 44

*Matriz de normalización*

<b>Grupo Etario</b>	0 a 5 años y < 65 años	6 a 12 años y 61 a 64 años	13 a 15 años y 51 a 60 años	16 años a 30 años	31 años a 50 años	<b>Vector Priorización (Ponderación)</b>
0 a 5 años y < 65 años	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
6 a 12 años y 61 a 64 años	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
13 a 15 años y 51 a 60 años	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
16 años a 30 años	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
31 años a 50 años	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Tabla 45

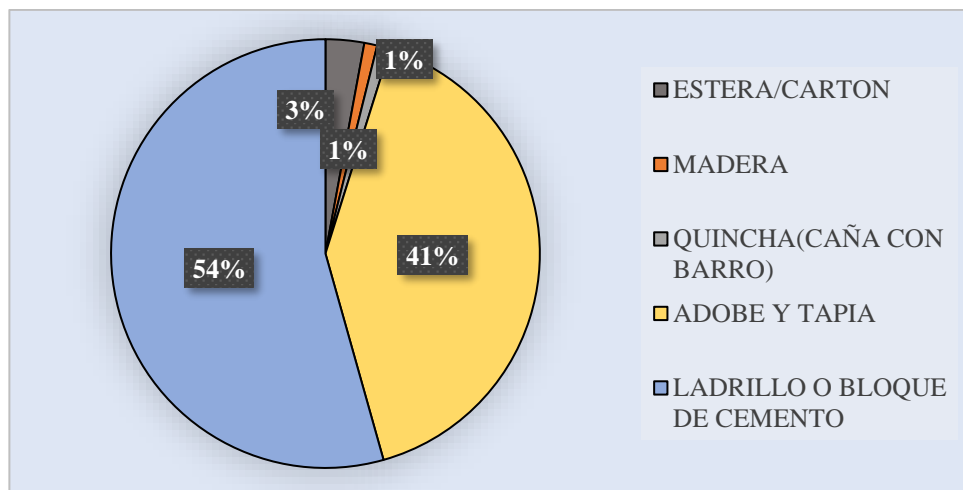
*Cuadro final de ponderación del parámetro Grupo Etario y sus descriptores*

Parámetro	Grupo Etario	Peso Ponderado
Descriptores 1	0 a 5 años y < 65 años	0.503
Descriptores 2	6 a 12 años y 61 a 64 años	0.260
Descriptores 3	13 a 15 años y 51 a 60 años	0.134
Descriptores 4	16 años a 30 años	0.068
Descriptores 5	31 años a 50 años	0.035

### **Fragilidad:**

Ponderación de descriptores del parámetro Material de Construcción de la Edificación, mediante el proceso de análisis jerárquico con la escala de Saaty, parámetro con datos en base a la observación de la muestra en estudio.

Figura 21 *Calidad de Material de construcción de las edificaciones*



Tras el proceso de observación in situ de 206 viviendas aledañas a la quebrada san Idelfonso, se observó que la mayoría de viviendas se encuentran construida con ladrillo o bloque de cemento, seguido de adobe, esto se presenta por que el área de inundación de la quebrada abarca más a la zona central urbana, con vulnerabilidad Media -Alta, debido a que las viviendas de ladrillo se encuentran



ubicadas en la planicie del distrito sin embargo, las viviendas de adobe se presentan en la parte más alta del distrito.

Tabla 46

*Matriz de comparación de pares del parámetro Material de construcción de la edificación.*

<b>Material de construcción de las edificaciones</b>	Estera /Cartón	Madera	Quincha (con Barro)	Adobe y Tapia	Ladrillo o Bloque de cemento
Estera /Cartón	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Madera	0.333	1.00	3.00	5.00	7.00
Quincha (con Barro)	0.200	0.333	1.00	3.00	5.00
Adobe y Tapia	0.143	0.200	0.333	1.00	3.00
Ladrillo o Bloque de cemento	0.111	0.143	0.200	0.333	1.00
$\Sigma$	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
$1/\Sigma$	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 47

*Matriz de normalización*

<b>Material de construcción de las edificaciones</b>	Estera /Cartón	Madera	Quincha (con Barro)	Adobe y Tapia	Ladrillo o Bloque de cemento	<b>Vector Priorización (Ponderación)</b>
Estera /Cartón	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
Madera	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
Quincha (con Barro)	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
Adobe y Tapia	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
Ladrillo o Bloque de cemento	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

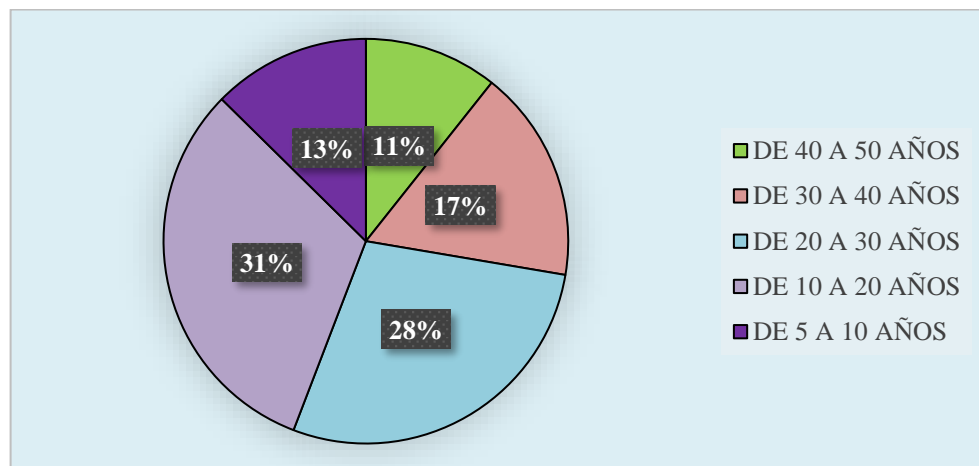
Tabla 48

*Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores*

Parámetro	Material de construcción de las edificaciones	Peso Ponderado
Descriptores 1	Estera /Cartón	0.503
Descriptores 2	Madera	0.260
Descriptores 3	Quincha (con Barro)	0.134
Descriptores 4	Adobe y Tapia	0.068
Descriptores 5	Ladrillo o Bloque de cemento	0.035

Ponderación de los descriptores del parámetro Antigüedad de construcción de la edificación, empleando el proceso de análisis jerárquico de Saaty, parámetro con datos en base a las encuestas de la muestra en estudio.

Figura 22 Antigüedad de construcción de la edificación



Para este resultado, se realizaron encuestas con los pobladores in situ de 206 viviendas aledañas a la quebrada san Idelfonso, indicando que la mayoría de viviendas tienen una antigüedad de 10 a 20 años, seguido viviendas con antigüedad de 20 a 30 años, y con el mínimo porcentaje de viviendas con

antigüedad de 40 a 50 años., concluyendo que, en función al parámetro de análisis, la muestra tiene una vulnerabilidad media- alta.

Según la siguiente ponderación:

Tabla 49

*Matriz de comparación de pares del parámetro Antigüedad de constitución de la edificación.*

<b>Antigüedad de la construcción</b>	De 40 a 50 años	De 30 a 40 años	De 20 a 30 años	De 10 a 20 años	De 5 a 10 años
De 40 a 50 años	1	3	5	7	9
De 30 a 40 años	0.333	1	3	5	7
De 20 a 30 años	0.200	0.333	1	3	5
De 10 a 20 años	0.143	0.200	0.333	1	3
De 5 a 10 años	0.111	0.143	0.200	0.333	1
$\Sigma$	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
$1/\Sigma$	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 50

*Matriz de normalización*

<b>Antigüedad de la construcción</b>	De 40 a 50 años	De 30 a 40 años	De 20 a 30 años	De 10 a 20 años	De 5 a 10 años	<b>Vector Priorización (Ponderación)</b>
De 40 a 50 años	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
De 30 a 40 años	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
De 20 a 30 años	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
De 10 a 20 años	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
De 5 a 10 años	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Tabla 51

*Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores*

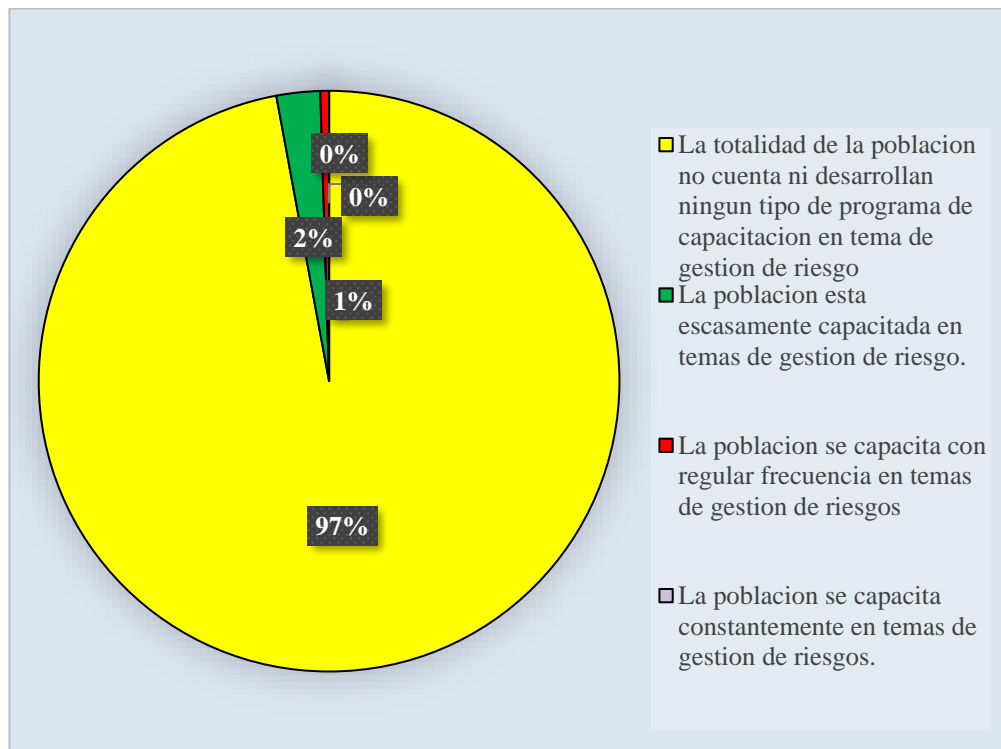
<b>Parámetro</b>	<b>Antigüedad de la Construcción de la Edificación</b>	<b>Peso Ponderado</b>
Descriptores 1	De 40 a 50 años	0.503
Descriptores 2	De 30 a 40 años	0.260

Descriptor 3	De 20 a 30 años	0.134
Descriptor 4	De 10 a 20 años	0.068
Descriptor 5	De 5 a 10 años	0.035

### Resiliencia:

Ponderación de los descriptores del parámetro Capacitaciones en temas de gestión del riesgo, con el análisis jerárquico de Saaty., parámetro con datos en base a encuestas de la muestra en estudio.

Figura 23 Capacitaciones en temas de gestión del riesgo



Para este resultado, se realizaron encuestas con los pobladores in situ, indicando que el 97% de la muestra encuestada no cuenta ninguna capacitación sobre la gestión de riesgo ante una eventual activación de la quebrada, muchos de los encuestados manifestaron que después del fenómeno del niño del año 2017, no reciben visitas, apoyo o concientizaciones por parte del gobierno local. En tal sentido, en función al parámetro de análisis, la muestra tiene una vulnerabilidad Muy alta.

Tabla 52

*Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitaciones en temas de gestión del riesgo*

<b>Capacitaciones en temas de gestión del riesgo</b>	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema de gestión de riesgo	La población esta escasamente capacitada en temas de gestión de riesgo.	La población se capacita con regular frecuencia en temas de gestión de riesgos	La población se capacita constantemente e en temas de gestión de riesgos.	La población se capacita constantemente e en temas de gestión de riesgos,
La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema de gestión de riesgo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
La población esta escasamente capacitada en temas de gestión de riesgo.	0.333	1.00	3.00	5.00	7.00
La población se capacita con regular frecuencia en temas de gestión de riesgos	0.200	0.333	1.00	3.00	5.00
La población se capacita constantemente e en temas de gestión de riesgos.	0.143	0.200	0.333	1.00	3.00
La población se capacita constantemente e en temas de gestión de riesgos,	0.111	0.143	0.200	0.333	1.00

actualizándose participando en simulacros.						
$\Sigma$	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00	
$1/\Sigma$	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04	

Tabla 53

*Matriz de normalización*

<b>Capacitaciones en temas de gestión del riesgo</b>	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema de gestión de riesgo	La población no esta escasamente capacitada en temas de gestión de riesgo.	La población se capacita con regular frecuencia en temas de gestión de riesgos	La población se capacita constantemente en temas de gestión de riesgos.	La población se capacita constantemente en temas de gestión de riesgos, actualizándose participando en simulacros.	<b>Vector Priorización (Ponderación)</b>
La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema de gestión de riesgo	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
La población no esta escasamente capacitada en temas de gestión de riesgo.	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
La población se capacita con regular frecuencia en temas de gestión de riesgos	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134

La población se capacita constantemente en temas de gestión de riesgos.	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
La población se capacita constantemente en temas de gestión de riesgos, actualizándose participando en simulacros.	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Tabla 54

*Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores*

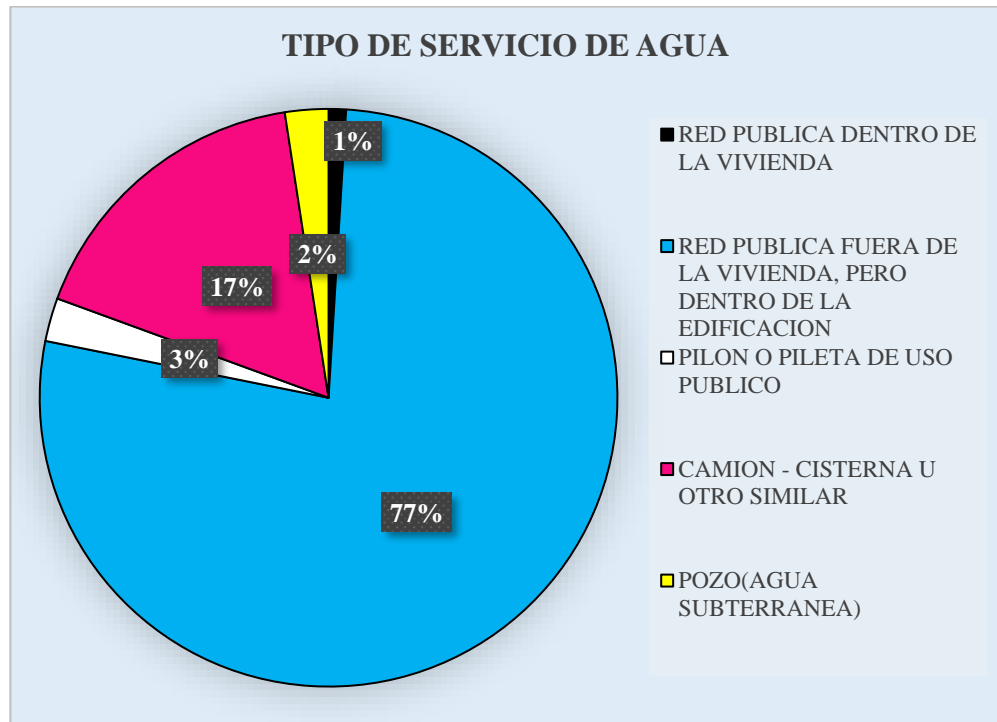
Parámetro	Capitaciones en Temas de Gestión del Riesgo	Peso Ponderado
Descriptores 1	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema de gestión de riesgo	0.503
Descriptores 2	La población esta escasamente capacitada en temas de gestión de riesgo.	0.260
Descriptores 3	La población se capacita con regular frecuencia en temas de gestión de riesgos	0.134
Descriptores 4	La población se capacita constantemente en temas de gestión de riesgos.	0.068
Descriptores 5	La población se capacita constantemente en temas de gestión de riesgos, actualizándose participando en simulacros.	0.035

### 3.2.2. Vulnerabilidad económica:

#### Exposición:

Ponderación de los descriptores del parámetro Servicio de agua potable y saneamiento, empleando el proceso de análisis jerárquico de Saaty., parámetro con datos obtenidos en base a la observación.

Figura 24 Porcentaje de Servicio de agua potable y saneamiento



Para este resultado, se observó que, con las viviendas, con mayor porcentaje al 77% de la muestra, cuenta con red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación, seguida de las viviendas que se abastecen con camión, cisterna o similar. Por lo que este parámetro tiene una vulnerabilidad Baja.

Tabla 55

Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de agua potable (exposición económica)

Servicio de agua potable y saneamiento	Pozo (agua subterránea)	Camión - cisterna u otro similar	Pilón o pileta de uso público	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Red pública dentro de la vivienda
Pozo (agua subterránea)	1	3	5	7	9
Camión - cisterna u otro similar	0.333	1	3	5	7
Pilón o pileta de uso público	0.200	0.333	1	3	5
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.143	0.200	0.333	1	3



Red pública dentro de la vivienda	0.111	0.143	0.200	0.333	1
$\Sigma$	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
$1/\Sigma$	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 56

*Matriz de normalización*

<b>Servicio de agua potable y saneamiento</b>	Pozo (agua subterránea)	Camión - cisterna u otro similar	Pilón o pileta de uso público	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Red pública dentro de la vivienda	<b>Vector Priorización (Ponderación)</b>
Pozo (agua subterránea)	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
Camión - cisterna u otro similar	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
Pilón o pileta de uso público	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
Red pública dentro de la vivienda	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Tabla 57

*Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores*

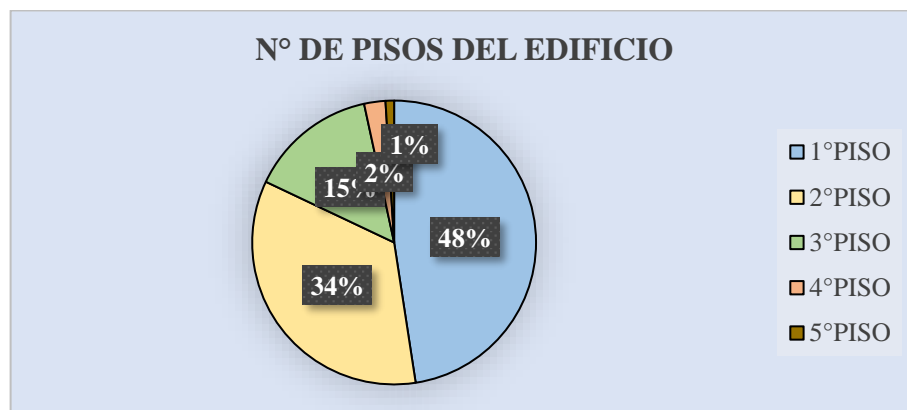
<b>Parámetro</b>	<b>Servicio de agua potable y saneamiento</b>	<b>Peso Ponderado</b>
Descriptores 1	Pozo (agua subterránea)	0.503
Descriptores 2	Camión - cisterna u otro similar	0.260

Descriptores 3	Pilón o pileta de uso publico	0.134
Descriptores 4	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.068
Descriptores 5	Red pública dentro de la vivienda	0.035

### Fragilidad:

Ponderación de los descriptores del parámetro Configuración de elevación de la edificación, empleando el proceso de análisis jerárquico de Saaty., parámetro con datos en base a la observación de la muestra en estudio.

Figura 25 Configuración de elevación de la edificación



Para este parámetro, se observó que la mayoría de viviendas tienen elevación de un piso al 48 %, seguido de dos y tres pisos, y un mínimo porcentaje de 5 pisos, que refleja una vulnerabilidad Media-Baja.

Tabla 58

Matriz de comparación de pares del parámetro Configuración de elevación de la edificación.

Configuración de elevación de la edificación	5° Piso	4° Piso	3° Piso	2° Piso	1° Piso
5° Piso	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
4° Piso	0.333	1.00	3.00	5.00	7.00
3° Piso	0.200	0.333	1.00	3.00	5.00
2° Piso	0.143	0.200	0.333	1.00	3.00
1° Piso	0.111	0.143	0.200	0.333	1
$\Sigma$	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
$1/\Sigma$	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 59

*Matriz de normalización*

<b>Configuración de elevación de la edificación</b>	5° Piso	4° Piso	3° Piso	2° Piso	1° Piso	Vector Priorización (Ponderación)
5° Piso	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
4° Piso	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
3° Piso	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
2° Piso	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
1° Piso	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Tabla 60

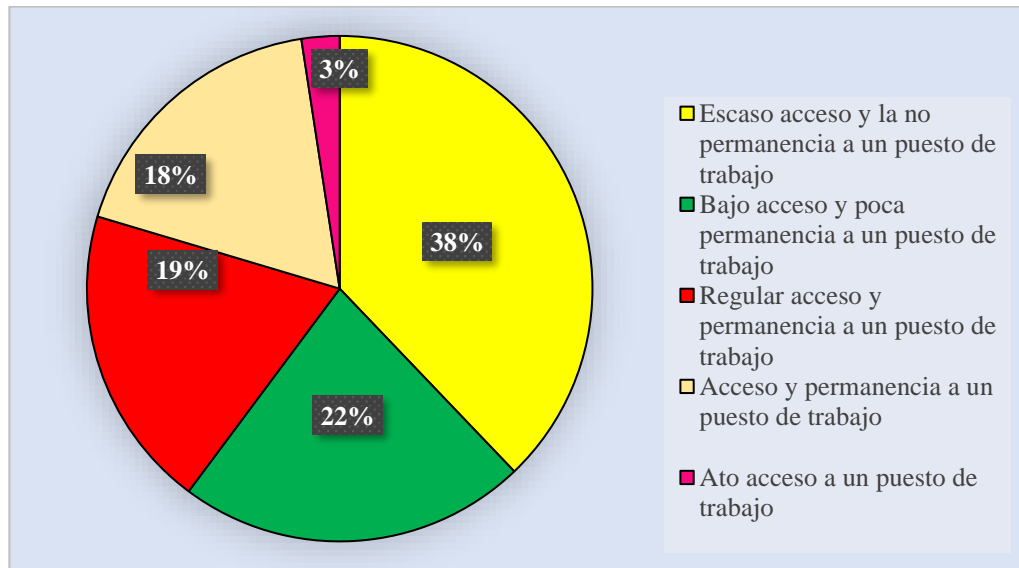
*Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores*

<b>Parámetro</b>	<b>Configuración de elevación de la edificación</b>	<b>Peso Ponderado</b>
Descriptores 1	5° Piso	0.503
Descriptores 2	4° Piso	0.260
Descriptores 3	3° Piso	0.134
Descriptores 4	2° Piso	0.068
Descriptores 5	1° Piso	0.035

**Resiliencia:**

Ponderación de los descriptores del parámetro Población económicamente activa desocupada, empleando el proceso de análisis jerárquico de Saaty., parámetro con datos de encuestas de la muestra en estudio.

Figura 26 Población económicamente activa desocupada



El análisis de este parámetro, indica que la mayoría de viviendas encuestadas, se encuentran en estado de escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo, seguido por el bajo acceso y poca permanencia de trabajo, y un valor mínimo que tiene alto acceso a un puesto de trabajo, lo que refleja una vulnerabilidad Alta.

Tabla 61

*Matriz de comparación de pares del parámetro Configuración de elevación de la edificación.*

<b>Población Económicamente activa desocupada</b>	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo	Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo	Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo	Acceso y permanencia a un puesto de trabajo	Ato acceso a un puesto de trabajo
Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo	0.333	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo	0.200	0.333	1.00	3.00	5.00

Acceso y permanencia a un puesto de trabajo	0.143	0.200	0.333	1.00	3.00
Ato acceso a un puesto de trabajo	0.111	0.143	0.200	0.333	1.00
$\Sigma$	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
$1/\Sigma$	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 62

*Matriz de normalización*

<b>Población Económica activa desocupada</b>	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo	Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo	Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo	Acceso y permanencia a un puesto de trabajo	Ato acceso a un puesto de trabajo	<b>Vector Priorización (Ponderación)</b>
Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
Acceso y permanencia a un puesto de trabajo	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
Ato acceso a un puesto de trabajo	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Tabla 63

*Cuadro final de ponderación del parámetro y sus descriptores*

Parámetro	Población económicamente activa desocupada	Peso Ponderado
Descriptores 1	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo	0.503
Descriptores 2	Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo	0.260
Descriptores 3	Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo	0.134
Descriptores 4	Acceso y permanencia a un puesto de trabajo	0.068
Descriptores 5	Ato acceso a un puesto de trabajo	0.035

### 3.2.3. Niveles de vulnerabilidad para el área de estudio, representados por nivel

#### Muy Alto, Alto, Medio Y Bajo:

Tabla 64

*Matriz de vulnerabilidad*

Nivel vulnerabilidad	Rango		
Muy alto	0.260	$\leq P \leq$	0.503
Alto	0.134	$\leq P \leq$	0.26
Medio	0.068	$\leq P \leq$	0.134
Bajo	0.035	$\leq P \leq$	0.068

Tabla 65

*Estratificación del nivel de vulnerabilidad*

Descripción	Nivel de Peligro	Rango		
<b>Grupo etario:</b> De 0 a 5 años y mayores a 65 años. <b>Material de construcción:</b> estera/cartón. <b>Estado de conservación de la edificación:</b> Muy malo. <b>Configuración de elevación de la edificación:</b> 5 pisos. <b>Servicio de agua y desagüe:</b> Red pública dentro de la vivienda. <b>Antigüedad de la construcción:</b> de	<b>Muy Alto</b>	<b>0.260</b>	$\leq P \leq$	<b>0.503</b>

40 a 50 años. **PEA desocupada:** escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo.

**Capacitación en temas de gestión:** La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema de gestión de riesgo.

---

**Grupo etario:** De 6 a 12 años y 61 a 64 años.

**Material de construcción:** Madera. **Estado de conservación de la edificación:** Malo.

**Configuración de elevación de la edificación:** 4 pisos. **Servicio de agua y desagüe:** Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación. **Antigüedad de la construcción:** de 30 a 40 años. **PEA desocupada:** Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. **Capacitación en temas de gestión:** La población esta escasamente capacitada en temas de gestión de riesgo.

Alto      0.134      ≤ P ≤      0.26

---

**Grupo etario:** De 13 a 15 años y 51 a 60 años.

**Material de construcción:** Regular. **Estado de conservación de la edificación:** Muy malo.

**Configuración de elevación de la edificación:** 3 pisos. **Servicio de agua y desagüe:** Pilón o pileta de uso público. **Antigüedad de la construcción:** de 20 a 30 años. **PEA desocupada:** Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. **Capacitación en temas de gestión:** La población se capacita con regular frecuencia en temas de gestión de riesgos.

Medio      0.068      ≤ P ≤      0.134

---

**Grupo etario:** De 16 a 30 años y 31 a 50 años.

**Material de construcción:** Adobe y Tapia.

**Estado de conservación de la edificación:** Bueno a Muy bueno. **Configuración de elevación de la edificación:** 2 a 1 pisos. **Servicio de agua y desagüe:** Camión - cisterna u otro similar. **Antigüedad de la construcción:** de 10 a 20 y de 5 a 10 años. **PEA desocupada:** Acceso y permanencia a un

Bajo      0.035      ≤ P ≤      0.068

puesto de trabajo. **Capacitación en temas de gestión:** La población se capacita constantemente en temas de gestión de riesgos.

Por último, ya estratificado nuestra matriz de vulnerabilidad, se calculó el valor Vulnerabilidad de las 206 viviendas en estudio.

Tabla 66

*Cálculo de Vulnerabilidad*

<b>Dimensión social</b>						
Exp. Social		Fragilidad		Resiliencia		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.633	0.260	0.261	0.05	0.106	0.503	0.233

<b>Dimensión económica</b>						
Exp. económica		Fragilidad		Resiliencia.		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.633	0.26	0.261	0.26	0.106	0.503	0.285

<b>Vulnerabilidad</b>						
Dimensión social			Dimensión económica			Valor
Parámetro	Descriptor		Parámetro	Descriptor		
0.633	0.233		0.261	0.285		<b>0.222</b>

Para esta investigación se determinó que el valor de la vulnerabilidad de la muestra estudiada es **0.222**, estando dentro del intervalo **Vulnerabilidad Alta**.

### 3.3. Determinación de Riesgo

Para determinación del riesgo, es necesario la multiplicación de la peligrosidad y vulnerabilidad obtenidos anteriormente, como se muestra a continuación:

Tabla 67

*Cálculo de Riesgo*

<b>Riesgo</b>		<b>Valor</b>	
Peligrosidad	0.234	Vulnerabilidad	0.222
		<b>0.052</b>	

<b>Riesgo</b>	<b>Rango</b>		
<b>Muy alto</b>	0.068	≤ P ≤	0.253
<b>Alto</b>	0.018	≤ P ≤	0.068



<b>Medio</b>	0.005	$\leq P \leq$	0.018
<b>Bajo</b>	0.001	$\leq P \leq$	0.005

Con resultados de riesgo global del área en estudio se determinó que es Alto, lo cual indica que ante una nueva presencia de inundación las consecuencias serían perjudiciales.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Para determinar la peligrosidad por inundación del distrito del porvenir, se consideró como factores condiciones la pendiente del terreno, su geología y geomorfología, y como factor desencadenante el caudal, ya que estos factores se relacionan con la caracterización de los fenómenos de inundación. Al igual que en el estudio realizado por (Díaz y Rodríguez, 2016) en su investigación "Evaluación del riesgo por inundación en la comunidad Pradera Alta, municipio Maracaibo, Venezuela, concluyo que los principales factores que condicionan el riesgo por inundación en el sector están relacionados con las características del suelo, las condiciones hidrológicas y la pendiente del terreno.

Para la evaluación riesgo, mediante la determinación del peligro y la vulnerabilidad se utilizó con software, el ArcGIS, Google Earth e Hydrognomon, este último para determinar la distribución teórica más ajustada a los valores de precipitación obtenida mediante la estación de Laredo, para luego aplicar el método SCS para el cálculo del caudal. Asimismo, se evaluó la vulnerabilidad de las viviendas aledañas al cauce analizando las características de construcción, antigüedad, y su estado de conservaciones. Así como (Criado et al. 2019) en su investigación "Determinación del riesgo de inundación en la ciudad de Salamanca (España)", donde evaluaron la peligrosidad, exposición y vulnerabilidad de la población respecto a la inundación del río Tormes en Salamanca, hicieron uso también del software ArcGIS. Evaluando también las características de los edificios e infraestructuras en función a la vulnerabilidad.

Para la ponderación de los descriptores de parámetros para determinar los niveles de peligrosidad, se usó el Método de Análisis jerárquico, con la escala de Saaty, que sirvió para la estimación del valor de la importancia relativa y comparación de pares. Tal como (Martínez, 2018), en su tesis "Evaluación de riesgo por inundaciones en el barrio del distrito

de Yuracyacu, provincia de Rioja, Región San Martín", donde uso el Método de Saaty que sirvió para general mapas que muestren los niveles de peligro y vulnerabilidad.

El nivel de riesgo calculado mediante el proceso de análisis jerárquico y el Manual del Cenepred, es de 0.052, siendo un parámetro importante la capacitación que tiene la población sobre la gestión de riesgo, mediante el trabajo de campo realizado se cuenta con el 97% de la muestra estudiada no tenía conocimiento la definición de gestión riesgo, parámetro que influyo en que la vulnerabilidad y por ende el nivel de riesgo sea alto. Coincidiendo con (Goicochea, 2021), en su tesis "Estimación del nivel de riesgo por inundación de la quebrada Cruz Blanca para la zona Urbana – Cajamarca, 2020", tiene como resultado al 99.04% la falta de capacitación en temas de gestión de riesgo, resultado que influyo a que su nivel de riesgo por inundación sea alto con un valor de 0.0337.

Una de las principales limitaciones fue en el desarrollo de las encuestas, debido a poca disponibilidad y desconfianza de las personas, así como el temor del alto índice delincencial en el Distrito de El Porvenir.; sin embargo, se logró cumplir con las encuestas programadas teniendo precaución y reprogramando varias fechas de visitas.

En esta investigación se desarrollaron implicancias prácticas, con el desarrollo de encuestas al obtener opiniones y respuestas que aportaron para la determinación de la vulnerabilidad de la zona estudiada, y metodológicas para la determinación de la peligrosidad con el uso del software de hojas de cálculo Microsoft Excel, y el programa ArcGIS, y con el Manual del CENEPRED insumo con la metodología adecuada para el cálculo de riesgo.

## <<<<<<<4.2 Conclusiones

El nivel de Riesgo por inundación de la quebrada San Idelfonso en el Distrito de El Porvenir, es Alto, con un valor de 0.052, según el intervalo de la matriz de Riesgo.

El nivel de peligrosidad por inundación de la quebrada san Idelfonso, en base al manual del CENEPRED, arrojó un valor de 0.234, encontrándose en el intervalo de la matriz de peligrosidad como Peligro Alto.

El nivel de vulnerabilidad, de la población aledaña al cauce de la quebrada San Idelfonso, en base al manual del CENEPRED, arrojó un valor de 0.222, encontrándose en el intervalo de la matriz de vulnerabilidad Alto.

Se propone alternativas de mitigación estructurales y no estructurales, para evitar y/o reducir la generación de nuevos riesgos en el Distrito de El Porvenir, mediante la implementación y ejecución de obras civiles, así como la presencia de los gobiernos locales y nacionales para el fortalecimiento, capacitación y sensibilización a la población vulnerable. Como medidas estructurales, se recomienda la creación de inversiones con la finalidad de intervención y ejecución de obras definitivas como, diques, enrocados y gaviones. Asimismo, se recomienda al gobierno local, la priorización del mantenimiento de la infraestructura instalada en el cauce (Muros de contención), y la descolmatación del cauce de la quebrada después de cada periodo de lluvia. Como medida no estructural se sugiere implementar capacitaciones sobre gestión de riesgos, proponer campañas de limpieza del cauce, y evaluar el reasentamiento de la población ubicada en faja marginal de la quebrada San Idelfonso.

## REFERENCIAS

- Becerra, G. (2017). *Evaluación del riesgo, en el sector El Parral de la ciudad de Jaén, ante el peligro de inundación*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Cárdenas Casas, N. J., Muñoz Barragán, J. E. & Riaño Rincón, E. C. (2017). *Evaluación de amenaza por inundación en el sector Betania del municipio de Gachancipá, perteneciente a la cuenca alta del Río Bogotá*. (Trabajo de Grado). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Especialización en Recursos Hídricos. Bogotá, Colombia.
- CENEPRED, C. N. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales*. Lima, Perú.
- CENEPRED, C. N. (2017). *Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales*. Lima, Perú.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (junio del 2017). Informe Técnico. Informe de evaluación de riesgo por inundación pluvial en el área de influencia del distrito el Porvenir, provincia de Trujillo y departamento de la Libertad.
- Chalco, A. & Cullanco, M. (2020). *Determinación De zonas vulnerables a inundaciones en el tramo Puente Huachipala Atarjea Del Río Rímac, Distrito Lurigancho-Chosica para la mitigación de desastre*. (Tesis de pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola.
- Criado, M. & Martínez Graña, A. & Santos Francés, F. (2019). Determinación del riesgo de inundación en la ciudad de Salamanca (España) mediante análisis de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad. *En revista de la Sociedad Española de Geomorfología (SEG) y Asociación Española para el Estudio del Cuaternario (AEQUA) 33(1-2)*. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/CUGEO/article/view/70148>
- Díaz, L. & Rodríguez, A. (2016). Evaluación del riesgo por inundación en la comunidad Pradera Alta, municipio Maracaibo, Venezuela. *En red de revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal 32 (3) pp. 1-15*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2235/223547677001>
- García, J. (2021). *Niveles de riesgo por inundación en el centro poblado Santa Rosa de Shapajilla Por Desborde De La Quebrada "Alimonia, Tingo María 2019*. (Tesis de pregrado). Universidad de Huánuco.
- Goicochea, A. (2021). *Estimación del nivel de riesgo por inundación de la quebrada Santa Cruz Blanca para la zona urbana – Cajamarca, 2020*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca.

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2017). Compendio Estadístico del *Indeci 2017 – Gestión Reactiva*.

Lima: José Higinio Robles Montoya.

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2020). *Tendencias de Riesgo asociadas a Inundaciones (p.5)*. Lima. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1300223/INUNDACIONES-%202020-MIGUEL%20BAUTISTA.pdf>

Lleclish, K. y Loayza, L. (2021). *Propuesta de solución para evitar las inundaciones provenientes de la quebrada San Idelfonso*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego.

Martínez, R. (2018). *Evaluación de riesgos por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Federico Villarreal.

Municipalidad Distrital de El Porvenir (2017). *Resolución de Aprobación N° 987- 2017 MDEP: Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del Distrito de El Porvenir (2018-2021)*. Recuperado de: [http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/6213\\_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-del-distrito-el-porvenir-2019-2021.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/6213_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-del-distrito-el-porvenir-2019-2021.pdf)

OMM/UNESCO, (1974), "Glosario hidrológico internacional", WMO/OMM/BMO, N°.385, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Suiza.

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

Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento & Universidad Nacional de Ingeniería. (2018). *Estudios de Microzonificación Sísmica y Análisis de Riesgo en zonas de Estudios Ubicadas en las Áreas Urbanas de las Municipalidades Distritales de Pueblo Libre (Lima), La Victoria (Lima), Trujillo (La Libertad) y Víctor Larco Herrera (La Libertad)*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil y Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.

Saaty, T (1980). *The Analytical Hierarchy Process*. Ed. McGrawHill.

Saaty, T (1990). *How to Make a Decision: The analytic hierarchy process*. European Journal of Operational Research, 48:9-26.

Salvador, Navas eat al. (2018) Evaluación y análisis del riesgo de inundación del Río Besaya a su paso por Los Corrales de Buelna, Cantabria. *En revista de Revista de Obras Públicas: Órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos*, 1(3598), pp. 61-72. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/15893>

Toskano Hurtado, G. (2005). *El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma decisiones en la selección de proveedores*. (Tesis de Licenciatura). Escuela de Pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

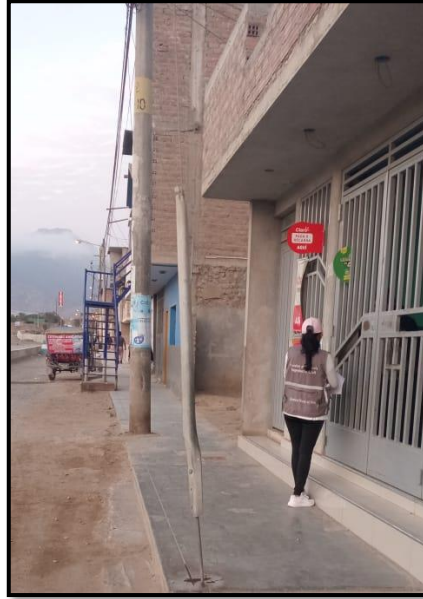
ANEXOS

ANEXO 1.- Panel Fotográfico en la recolección de datos







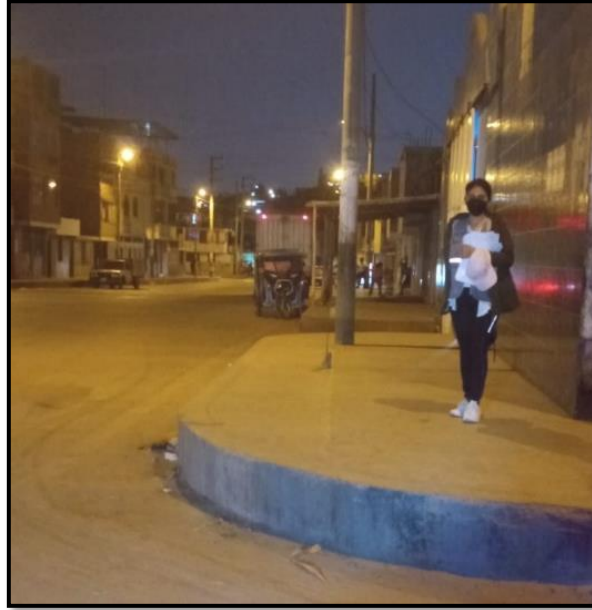




El Club del Pueblo un centro deportivo destruido a causas del fenómeno del niño en año 2017, aun no es reconstruido.



El Camal, una empresa dedicada a la matanza de y sacrificio de ganado, tal establecimiento se encuentra dentro de la franja marginal de la quebrada San Idelfonso y a pesar del fenómeno del niño del año 2017 aún está operativo con reconstrucciones que se hicieron.



El Estadio Municipal Víctor Raúl Haya de la Torre, el cual a causas del fenómeno del niño del año 2017 fue destruido, en todo su interior se almaceno el agua proveniente de la quebrada San Idelfonso, actualmente se encuentra en uso, gracias a mejoras y reconstrucciones.





Losa Deportiva ubicada en la calle Atópico y la calle Cápac Yupanqui, aun se puede evidenciar la destrucción que dejó su paso de la quebrada San Idelfonso, actualmente sigue en funcionamiento.



Parque San Luis, se encuentra ubicado dentro del cauce de la quebrada, el cual fue cubierto por barro producto del fenómeno del niño en el año 2017, actualmente está al servicio de la población, fue reconstruido.




Parque Las animas, fue cubierto por agua y barro, producto del fenómeno del niño en el año 2017, hoy en día está en funcionamiento, fue reconstruido.



Viviendas informales existentes en el cauce de la quebrada San Idelfonso.



**ANEXO 2.- Modelo de Encuestas.**

	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE-TRUJILLO</b>		
	GUIA	CENEPRED-2014	N° VIVIENDA
	ENCUESTA	ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS SOCIALES	
FECHA :	04/12/2021	REVISADO POR:	
TESISTA:	Bach. JHOSELYN EDITH GONZALEZ ALFARO		

**ENCUESTA PARA UNA VIVIENDA**

a). Material de construcción de la edificación

Estera / cartón	<input type="text"/>
Madera	<input type="text"/>
Quincha (caña con barro)	<input type="text"/>
Adobe o tapia	<input type="text"/>
Ladrillo o bloque de cemento	<input type="text"/>

b). Estado de conservación de la edificación

Muy malo	<input type="text"/>
Malo	<input type="text"/>
Regular	<input type="text"/>
Bueno	<input type="text"/>
Muy bueno	<input type="text"/>

c). Configuración de elevación de la edificaciones

5 Pisos	<input type="text"/>
4 Pisos	<input type="text"/>
3 Pisos	<input type="text"/>
2 Pisos	<input type="text"/>
1 Pisos	<input type="text"/>

d). Antigüedad de la Constitución de la Edificación

De 40 a 50 años	<input type="text"/>
De 30 a 40 años	<input type="text"/>
De 20 a 30 años	<input type="text"/>
De 10 a 20 años	<input type="text"/>
De 5 a 10 años	<input type="text"/>

e). Tipo de servicio de agua

Red pública dentro de la vivienda	<input type="text"/>
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	<input type="text"/>
Pilón o pileta de uso público	<input type="text"/>
Camión - cisterna u otro similar	<input type="text"/>
Pozo (agua subterránea)	<input type="text"/>

f). Tipo de seguro salud

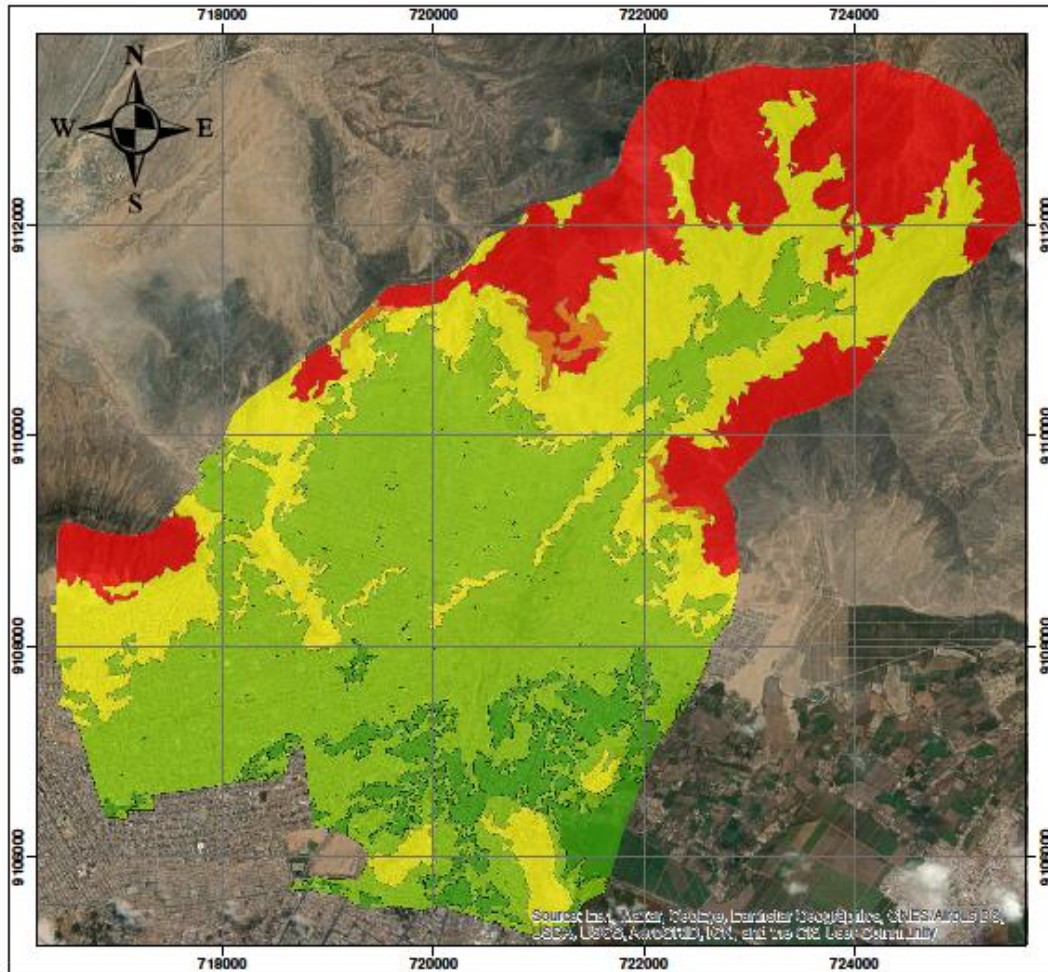
SIS	<input type="text"/>
ESSALUD	<input type="text"/>
SEGURO PRIVADO	<input type="text"/>
OTRO SEGURO	<input type="text"/>
NINGUNO	<input type="text"/>



g). Población económicamente activa desocupada: (Si o No)

Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo	<input type="text"/>
Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo	<input type="text"/>
Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo	<input type="text"/>
Acceso y permanencia a un puesto de trabajo	<input type="text"/>
Alto acceso a un puesto de trabajo	<input type="text"/>

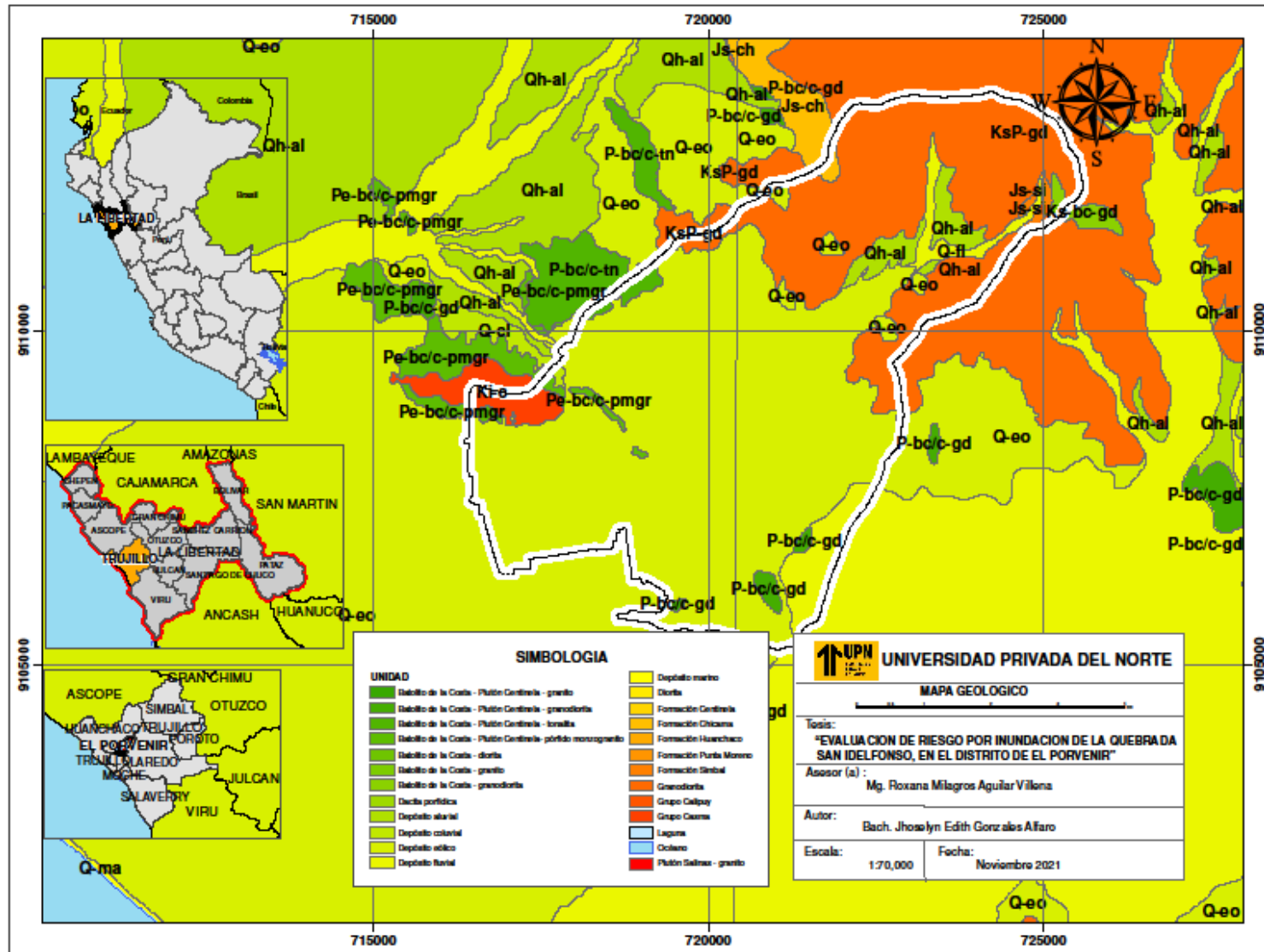
h). Tienen Capacitaciones en temas de gestión del riesgo (Si o No)

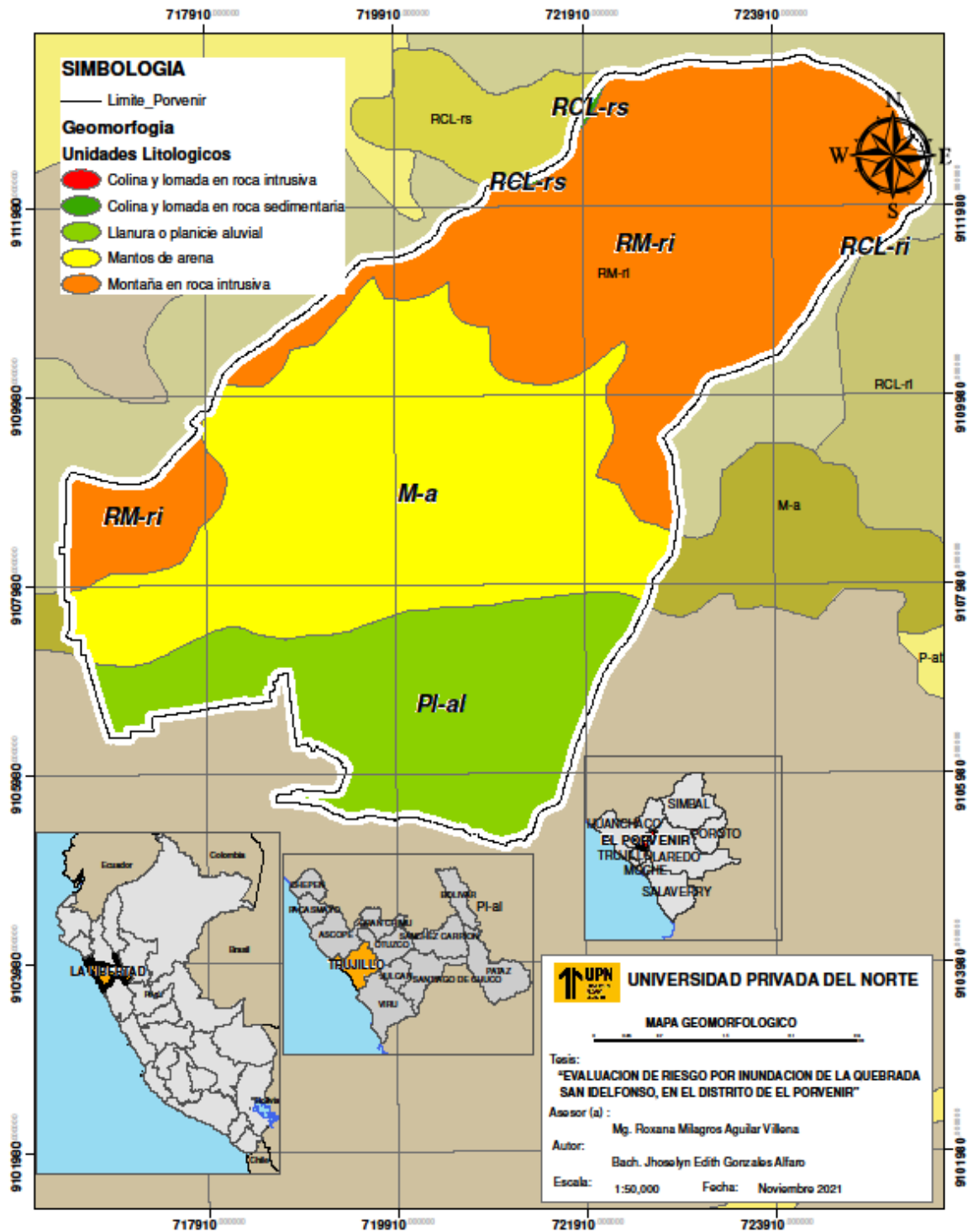
ANEXO 3.- Mapa de Pendiente, Geológico y Geomorfológico.



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>
<b>MAPA DE PENDIENTES</b>	
	
Tesis: "EVALUACION DE RIESGO POR INUNDACION DE LA QUEBRADA SAN IDELFONSO, EN EL DISTRITO DE EL PORVENIR"	
Asesor (a): Mg. Roxana Milagros Aguilar Villena	
Autor: Bach. Jhoselyn Edith Gonzales Alfaro	
Escala: 1:50,000	Fecha: Noviembre 2021

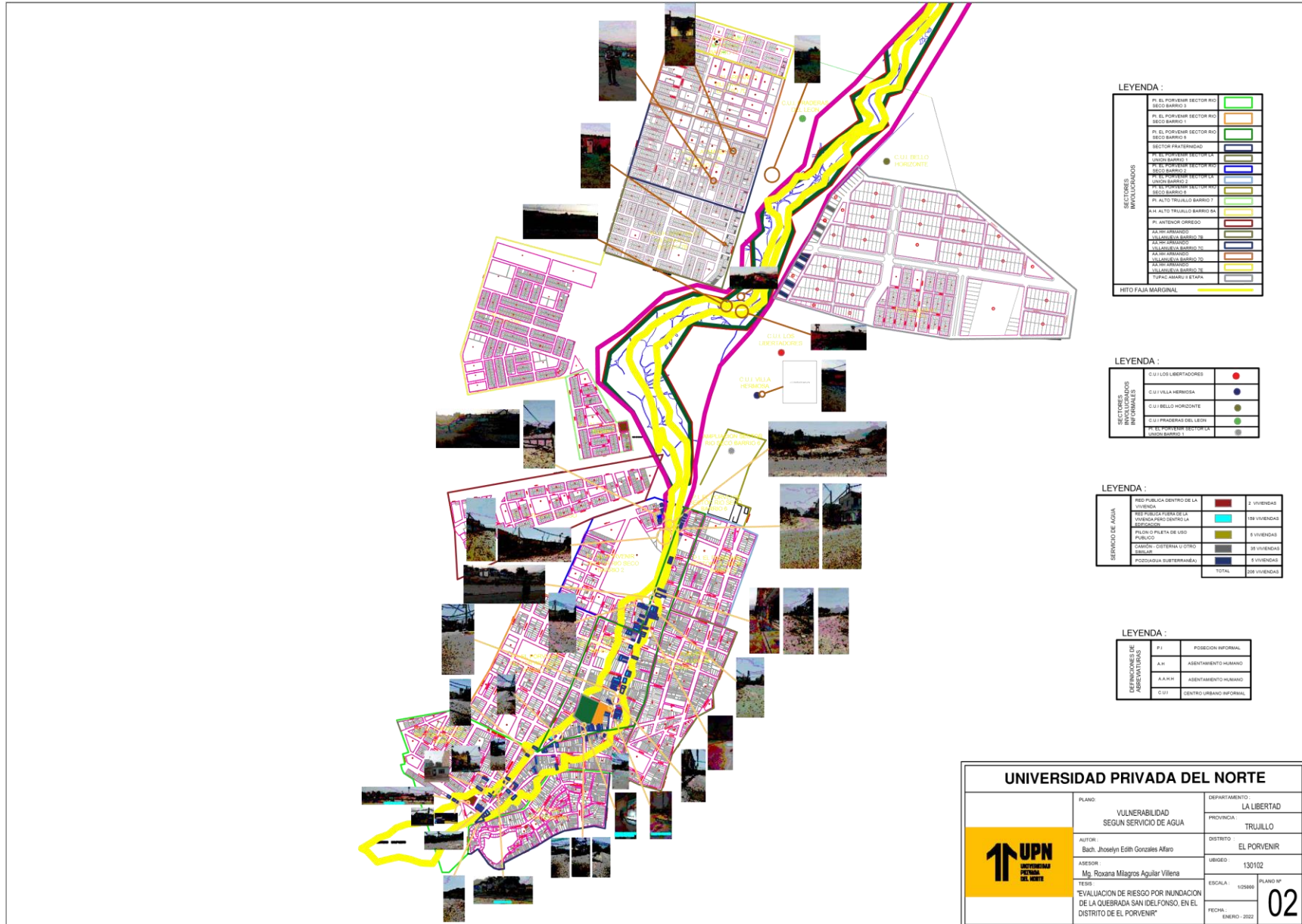








"Evaluación de riesgo por inundación de La Quebrada San Idelfonso, en el Distrito de El Porvenir"



<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>			
	PLANO:	VULNERABILIDAD SEGUN SERVICIO DE AGUA	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
	AUTOR:	Bach. Jhoselyn Edith Gonzales Alfaro	PROVINCIA: TRUJILLO
	ASESOR:	Mg. Roxana Milagros Aguilar Villena	DISTRITO: EL PORVENIR
	TÍTULO:	"EVALUACION DE RIESGO POR INUNDACION DE LA QUEBRADA SAN IDELFONSO, EN EL DISTRITO DE EL PORVENIR"	URIBGO: 130102
			ESCALA: 1:25000
			FECHA: ENERO 2022
			PLANO Nº: <b>02</b>