

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INUNDABLES OCASIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NOROESTE DEL SECTOR N°11 – CAJAMARCA, AÑO 2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. LENIN AUDEL GÁLVEZ CAMPOS

ASESOR:

M. CS. ING. JOSÉ HILARIO LONGA ÁLVAREZ

CAJAMARCA – PERU

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** Lenin Audel Gálvez Campos
DNI: 46902772
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
- Asesor:** M. CS. Ing. José Hilario Longa Álvarez
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:** "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NOROESTE DEL SECTOR N°11- CAJAMARCA, AÑO 2022"
- Fecha de evaluación:** 22-02-2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 17%
- Código Documento:** oid:3117:334206905
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 26-02-2024

 FIRMA DEL ASESOR Nombres y Apellidos José Hilario Longa Álvarez DNI: 26612572	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI Dra. Yvonne Katherine Fernández León DIRECTORA
--	--

COPYRIGHT © 2024 by
LENIN AUDEL GÁLVEZ CAMPOS
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

Al creador de la vida que me ofreció la oportunidad de vivir en Chaupelanche – Chota, tierra de mis amores.

A Julio Cesar Gálvez Caruajulca, a Doraliza Campos Barboza y a Luz Pamela Gálvez Campos, mis padres y hermana a quienes amo con todo mi ser en esta vida, sin ellos no fuera posible.

A todos mis amigos que han construido, en los intercambios cotidianos, mi personalidad colectiva.

A todos mis maestros que guiaron con sabiduría el desarrollo de los talentos que Dios me regalo.

Lenin.

DEDICATORIA

Por la razón de mi existencia y porque me acobijaron en su lecho "A mis padres", a mis dos tesoros que son la adoración de mi vida "Julio Cesar y Doraliza" y a mi hermana a quien adoro con toda mi alma; Luz Pamela. Los Amo.

Lenin.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
	1.1.1 <i>Contextualización</i>	15
	1.1.2 <i>Descripción del problema</i>	16
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
	1.3.1 <i>Justificación Científica</i>	17
	1.3.2 <i>Justificación Técnico - Practica</i>	17
	1.3.3 <i>Justificación institucional y Personal</i>	17
	1.3.4 <i>Importancia de la investigación</i>	18
	1.3.5 <i>Alcance</i>	18
1.4	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	18
	1.4.1 <i>Temporal</i>	18
1.5	OBJETIVOS	19
	1.5.1 <i>Objetivo General</i>	19
	1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i>	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	21
	2.1.1 <i>Internacionales</i>	21
	2.1.2 <i>Nacionales</i>	23
	2.1.3 <i>Locales</i>	24
2.2	BASES TEÓRICAS	25

1.5.3	<i>Hidrología</i>	25
1.5.4	<i>Hidrología Urbana</i>	26
2.2.3	<i>Precipitación</i>	27
1.5.5	<i>Lluvia</i>	27
1.5.6	<i>Escorrentía</i>	30
1.5.7	<i>Coefficiente de escorrentía</i>	31
1.5.8	<i>Análisis de Tormentas</i>	34
1.5.9	<i>Hietograma</i>	37
1.5.10	<i>Lluvia de Diseño</i>	37
1.5.11	<i>Relación Intensidad Duración y Frecuencia</i>	38
1.5.12	<i>Tiempo de concentración</i>	39
1.5.13	<i>Periodo de Retorno</i>	40
1.5.14	<i>Inundación</i>	45
1.5.15	<i>Drenaje Urbano</i>	48
1.5.16	<i>Modelado de simulación SWMM</i>	55
1.5.17	<i>Consideraciones a tener en cuenta para la interpretación de mapas</i>	61
1.6	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	62

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

	DE LA INVESTIGACIÓN	65
3.1	HIPÓTESIS GENERAL	66
3.2	HIPÓTESIS ESPECIFICA	66
	3.2.1 <i>Definición de Variables</i>	66
3.3	TIPO, NIVEL, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	66
	3.3.1 <i>Tipo</i>	66
	3.3.2 <i>Nivel</i>	66
	3.3.3 <i>Diseño</i>	67
	3.3.4 <i>Método de investigación</i>	67
3.4	POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	68
3.5	MUESTRA.....	68
3.6	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	68
3.7	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	68
	3.7.1 <i>Técnicas</i>	68
	3.7.2 <i>Instrumentos</i>	69

3.8	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	70
3.8.1	<i>Descriptiva</i>	70
3.8.2	<i>Inferencial</i>	70
3.8.3	<i>Software</i>	70

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1	UBICACIÓN ESPACIAL	72
4.2	PROCEDIMIENTO	72
	4.2.1. <i>Recopilación de Información</i>	73
4.3	RESULTADOS	108

CAPITULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CAPÍTULO VI:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 122

6.1	CONCLUSIONES	123
6.2	RECOMENDACIONES.....	125

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 126

ANEXOS..... 130

ANEXO 01:	INSTRUMENTO DE ESTUDIO: ENCUESTA APLICADA	131
ANEXO 02:	VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	133
ANEXO 03:	CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE ESTUDIO	136
ANEXO 04:	ENCUESTA PARA EVIDENCIAR ZONAS INUNDABLES EN EL SECTOR EN ESTUDIO	137
ANEXO 05:	PANEL FOTOGRÁFICO.....	166
ANEXO 06:	CAUDAL EN CUNETAS	171
ANEXO 07:	CAUDAL DE INUNDACIÓN EN CUNETAS	175
ANEXO 08:	NIVEL EN NUDOS	176
ANEXO 09:	INUNDACIÓN EN NUDOS	179
ANEXO 10:	SOBRECARGA EN CONDUCTOS.....	181
ANEXO 11:	CUADRO DE DRENAJES.....	183
ANEXO 12:	VISTAS DEL SOFTWARE.....	186
ANEXO 13:	RESPUESTA A LA SOLICITUD PRESENTADA SOBRE OPINIÓN TÉCNICA DEL AREA DE ESTUDIO	190
ANEXO 14:	MAPA DE PELIGROS POR INUNDACIÓN SUSCEPTIBILIDAD REGIONAL	194
ANEXO 15:	MAPA DE CARTOGRAFÍA DE PELIGROS: ANOMALÍAS EL NIÑO 1197-1998	195
ANEXO 16:	MAPA DE CUENCAS FORMADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO	196

ANEXO 17: MAPA DE AREAS DE EXPOSICIÓN A LAS INUNDACIONES	197
ANEXO 18: MAPA DE PUESTOS DE SALUD EN LA ZONA DE ESTUDIO EXPUESTOS A LAS INUNDACIONES.....	198
ANEXO 19: MAPA DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN LA ZONA DE ESTUDIO EXPUESTOS A INUNDACIONES.....	200
ANEXO 20: MAPA DE PREDIOS URBANOS Y RURALES EN LA ZONA DE ESTUDIO EXPUESTOS A INUNDACIONES.....	202

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coeficientes de escorrentía	31
Tabla 2: Coeficientes de escorrentía de acuerdo con MTC 2011	32
Tabla 3: Coeficientes de escorrentía para ser usado en el método racional.....	33
Tabla 4: Valores del periodo de retorno T	42
Tabla 5: Recomendaciones del periodo de retorno para distintos tipos de infraestructura	43
Tabla 6: Uso de la tierra y periodos de retorno función complementaria.....	44
Tabla 7: Condiciones máximas para la inundación en tormentas menores	50
Tabla 8: Factor de corrección para distintas pendientes	53
Tabla 9: Condiciones Máximas de Inundación para tormentas menores.	61
Tabla 10: Coordenadas referidas al Datum Wgs84 Zona 17 Sur, proyección normal de Mercator	72
Tabla 11: Precipitaciones máximas de 24horas de la estación Augusto Weberbauer Cajamarca	75
Tabla 12: Características de cada área tributaria	77
Tabla 13: Análisis de datos dudosos (Outliers)	80
Tabla 14: Valores de Kn para la prueba de datos dudosos	81
Tabla 15: Resultados del ajuste a las precipitaciones máximas de 24 horas	85
Tabla 16: Valores críticos para la prueba de Kolmogorov Smirnov	86
Tabla 17: Factores de ajuste para las P _{máx} 24h	87
Tabla 18: P _{máx} 24h. Corregidas con el factor de ajuste.....	87
Tabla 19: Resultados de las P _{máx} 24h. para diferentes periodos de retorno.....	93
Tabla 20: Intensidades mm para cada periodo de retorno	93
Tabla 21: Intensidades (mm/hr)	94
Tabla 22: Intensidades (mm/hr)	99
Tabla 23: Coeficiente de escorrentía para cada área tributaria	100
Tabla 24: Tiempo de concentración e intensidades	102
Tabla 25: Caudales de cada área tributaria	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema del Pluviómetro.....	29
Figura 2: Esquema del Pluviógrafo.....	30
Figura 3: Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil..	41
Figura 4: Origen, proceso y formación de las inundaciones.....	46
Figura 5: Hidrogramas de entrada y salida en cuencas con diferente respuesta hidrológicas .	47
Figura 6:Esquema Ilustrativo de un sistema de drenaje.....	49
Figura 7: Sección Transversal de la cuneta simple	52
Figura 8: Escurrimiento a cuneta llena	53
Figura 9: Coeficiente de Manning para la escorrentía superficial	54
Figura 10: Coeficientes de Manning en cunetas	55
Figura 11: Módulo Runoff de SWMM	56
Figura 12: Levantamiento topográfico de la zona	73
Figura 13: Imagen satelital de la zona de estudio	74
Figura 14: Parámetros y características clasificadas de la zona	76
Figura 15: Ajuste de las P _{máx.} 24h a la distribución Normal	82
Figura 16: Ajuste de las P _{máx.} 24h a la distribución Log-Normal (2 parámetros).....	83
Figura 17: Ajuste de las P _{máx.} 24h a la distribución Gumbel.....	83
Figura 18: Ajuste de las P _{máx.} 24h a la distribución Log Pearson III	84
Figura 19: Ajuste de las P _{máx.} 24h a la distribución Gamma (2 Parámetros)	84
Figura 20:Ajuste de las P _{máx.} 24h a la distribución Gamma (3 Parámetros).....	85
Figura 21: P _{máx.} 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 2 años	89
Figura 22: P _{máx.} 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 2.33 años	89
Figura 23: P _{máx.} 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 5 años	90
Figura 24: P _{máx.} 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 10 años	90
Figura 25: P _{máx.} 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 20 años	91

Figura 26: P _{máx.} 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 25 años	91
Figura 27:P _{máx.} 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 50 años	92
Figura 28: P _{máx.} 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 100 años	92
Figura 29: <i>Curvas IDF</i>	98
Figura 30: Imagen satelital de la subcuenca para la estimación del coeficiente de escorrentía	100
Figura 31: Pendientes en cunetas	109
Figura 32: Capacidad en los Conductos - Cunetas	110
Figura 33: Caudal en los Conductos - Cunetas	111
Figura 34: Velocidades en los conductos - cunetas	112
Figura 35: Inundación en los nodos	113
Figura 36: Zonas Inundables.....	114
Figura 37: Mapa de porcentaje de inundación	115
Figura 38:Propiedades de las subcuencas	186
Figura 39:Propiedades de nudos extraído del programa.....	187
Figura 40:Propiedades de los conductos extraído del programa	188
Figura 41:Perfil de lámina de agua	189

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar las zonas inundables de la parte noroeste del sector N° 11 - Cajamarca ocasionadas por aguas pluviales en el año 2022. Para tal propósito, se utilizó la metodología del tipo aplicada con un nivel cuantitativo no experimental y diseño transversal. La población estaba conformada por todas las zonas urbanas de la ciudad de Cajamarca y la muestra consideró la zona noroeste del sector N° 11 Cajamarca. Para el mencionado estudio se realizó el modelamiento hidrológico con una data histórica de precipitaciones máximas de 24 horas obtenida de la estación meteorológica Augusto Weberbauer desde el año 1963 hasta 2017 y el modelamiento hidráulico, con el programa SWMM 5 vE; en el mismo que se asignó las propiedades de los conductos (cunetas), área tributaria identificando los puntos de entrada y descarga de los caudales. La presente tesis llegó a concluir que zonas inundables para un tiempo de retorno de veinticinco años (25), son; Zona 1(Linea 127):JR.Micaela Bastidas, Zona 2 (Linea 90,88,201):Jr.La Dueña y Jr.Las Praderas cuadra 1 y 2, Zona 3(Linea 142,143):Av.Miguel de Cervantes y Jr.Luis Ortiz, Zona 4(Linea 75,76.77): Jr.Maria Madalengoitia y Jr.Alfredo Rocha intersectado con Jr.Antonio Astopilco, Zona 5 (Linea 79,147): JR.Alfredo Rocha hasta la interseccion con Jr.Antonio Astopilco, Zona 6(Linea 153,149): Intersección Jr.Octavio Alva León con JR.antonio Astopilco, Zona 7(Linea 171):Cuadra 3 del JR.Antonio Astopilco, hasta la cuadra 4, Zona 8(Linea 90,88,201):Jr.María Esmeralda,Jr.Luis Ortiz, Jr.Las Gaviotas y Jr.Las Pradera, zonas que representan un 27.87% de area inundada respecto al area de estudio. Finalmente, se concluye de manera general que la zona de estudio es susceptible a sufrir inundaciones para un tiempo de retorno de 25 años.

Palabra clave: Inundación, modelo hidráulico, modelo hidrológico, periodo de retorno.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the flood zones of the northeastern part of sector No. 11 - Cajamarca caused by rainwater in 2022. For this purpose, the methodology of the type applied with a non-experimental quantitative level and cross-sectional design was used. The population was made up of all the urban areas of the city of Cajamarca and the sample considered the northeastern area of sector No. 11 Cajamarca. In the aforementioned study, hydrological modeling was carried out with a historical data of maximum rainfall of 24 hours obtained from the Augusto Weberbauer meteorological station from 1963 to 2017 and hydraulic modeling, with the SWMM 5 vE program; in which the properties of the conduits (ditches), tributary area were assigned, identifying the entry and discharge points of the flows. The present thesis concluded that flood zones for a return time of twenty-five years (25) are; Zone 1 (Line 127):JR. Micaela Bastidas, Zone 2 (Line 90,88,201):Jr.La Dueña and Jr.Las Praderas block 1 and 2, Zone 3(Line 142,143):Av.Miguel de Cervantes and Jr.Luis Ortiz, Zone 4(Line 75,76.77): Jr.Maria Madalengoitia and Jr.Alfredo Rocha intersected with Jr.Antonio Astopilco, Zone 5 (Line 79,147): JR. Alfredo Rocha to the intersection with Jr.Antonio Astopilco, Zone 6 (Line 153,149): Intersection Jr.Octavio Alva León with JR.antonio Astopilco, Zone 7 (Line 171):Block 3 of JR. Antonio Astopilco, to block 4, Zone 8 (Line 90,88,201):Jr.María Esmeralda,Jr.Luis Ortiz, Jr.Las Gaviotas and Jr.Las Pradera. Finally, it was possible to obtain maps that will help the population to be aware of the damage that floods can cause to people, property and activities in areas potentially identified as flood-prone.

Keyword: Flooding, hydraulic model, hydrological model, return period.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1 Contextualización

Desde tiempos antiguos, las inundaciones urbanas han sido un problema debido al peligro que representan para las personas. Esto se debe al alto porcentaje de superficie impermeable y a la dificultad de contar con un sistema de drenaje adecuado. Además, el crecimiento de la población y el aumento de vehículos en las ciudades son factores que contribuyen a las afectaciones causadas por las inundaciones en las zonas urbanas. Estas afectaciones pueden incluir daños materiales, como vehículos dañados o colisiones con elementos urbanos, así como daños emocionales a las personas afectadas (Martínez 2016).

En el ámbito mundial, Las inundaciones, son eventos característicos del ciclo hidrológico, son alteradas por las actividades socioeconómicas a lo largo de la historia, convirtiéndose en un riesgo construido socialmente que puede resultar en catástrofes (Natenzon, Besalú Parkinson 2020). Además, el agua es un recurso natural fundamental para todas las actividades humanas, pero, su valor debe ser investigado, comprendido y divulgado (Álvarez, De Uña 2020). Así mismo, Las fuertes lluvias han causado inundaciones y sedimentación en zonas tanto rurales como urbanas. A pesar de las advertencias y la necesidad de tomar medidas preventivas, las autoridades han ignorado estas recomendaciones, lo que podría resultar en pérdidas económicas y sociales (Pacheco et al. 2019).

Esta misma problemática se presenta a nivel nacional, puesto que el Perú está ubicado en un lugar donde suceden dramáticos fenómenos naturales; uno de ellos es el fenómeno del niño, que resulta de las consecuencias de las anomalías oceánicas atmosféricas teniendo mayor impacto en el Perú (Huertas 1993). Por eso, el mencionado país presentó lluvias e inundaciones en los últimos meses del año 2016 y primeros meses del año 2017, registrándose la mayor cantidad de pérdidas de vidas humanas y de materiales en muchos departamentos, entre los que registra Cajamarca. Así mismo, se reportó 231,874 damnificados; 1 129 013 afectados y 143 fallecidos, colapsaron 25, 700 viviendas, 258,545 resultaron afectadas y 23, 280 fueron inhabitables (OMS 2017).

1.1.2 Descripción del problema

De la misma manera, esta problemática se presenta a nivel local; puesto que Cajamarca, como toda ciudad ha crecido urbanísticamente de manera desordenada por la falta de planificación permitiendo un desorden de la infraestructura, viéndose reflejada al momento de suscitarse grandes precipitaciones; la escorrentía superficial se conduce de manera descontrolada provocando inundaciones y anegamientos (Abanto C 2017).

La zona mencionada para la realización del presente estudio; el sector N° 11 ubicado en la parte noroeste de la ciudad de Cajamarca, ha desnaturalizado el drenaje natural, principalmente por la impermeabilización de los suelos, generando un incremento en la escorrentía superficial, haciendo que la mencionada zona se encuentre expuesta a riesgos de inundación, la misma que es ocasionada por las aguas pluviales y que al momento de evacuar las mismas producto de la escorrentía superficial, se producen áreas inundables.

El problema presentado y motivo de la investigación, tiene muchas causas identificadas. Sin embargo, para este estudio se ha considerado las inundaciones ocasionadas en las cuadras 14 y 15 del Jr. Hoyos rubio ocasionadas por las aguas pluviales en las épocas de mayor precipitación.

Al respecto, cada año, existen la posibilidad de que ocurran lluvias de la misma intensidad, menor o incluso más intensas, lo cual podría resultar en inundaciones de calles y viviendas. Si no se toman medidas al respecto, esto podría llevar a consecuencias graves, como daños materiales, personales y pérdidas económicas. Las inundaciones son uno de los desastres naturales más comunes en la región.

De lo anteriormente expuesto, el sector considerado para el desarrollo de la presente investigación; cuenta con un sistema de drenaje insuficiente para conducir toda la escorrentía generada en su superficie. Por lo tanto, nos proponemos realizar esta investigación, con el propósito de aportar una medida de solución a la población cajamarquina, y mitigar los posibles daños, deterioro de infraestructura, erosión de vías, etc. Es por eso, que planteamos el siguiente problema de investigación.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuáles son las zonas inundables ocasionadas por las aguas pluviales en la zona noroeste del sector N° 11 – Cajamarca, año 2022?

1.3 Justificación e Importancia de la investigación

1.3.1 Justificación Científica

El propósito de esta investigación es identificar las zonas de las inundaciones causadas por fuertes lluvias y prevenir la propagación de enfermedades endémicas debidas a las aguas residuales. Además, el rápido crecimiento de la población urbana ha provocado cambios en la permeabilidad del suelo, lo que ha provocado un aumento de la escorrentía superficial y deficiencias en la infraestructura de drenaje. En consecuencia, se producen inundaciones debido a la falta de capacidad de esta infraestructura.

1.3.2 Justificación Técnico - Practica

El objetivo de este proyecto de investigación es identificar áreas inundables en la parte noroeste del sector N° 11 de la ciudad de Cajamarca, aplicando el conocimiento hidrológico e hidráulico mencionado en las bases teóricas.

1.3.3 Justificación institucional y Personal

El objetivo de esta investigación es identificar mapas de inundaciones, los cuales son herramientas visuales que facilitan la comunicación de las amenazas presentes en una determinada área. Estos mapas pueden ser utilizados como complemento en la toma de decisiones, tanto para la planificación del desarrollo, como para la formulación de políticas o la proyección de respuestas de emergencia. Por lo tanto, la investigación se justifica por el objetivo de promover una cultura de prevención de futuras inundaciones causadas por eventos de lluvias intensas, como los asociados al fenómeno de El Niño.

1.3.4 Importancia de la investigación

La investigación es significativa porque utiliza la modelación hidrológica e hidráulica para prever cómo se comportarán las cuencas urbanas en situaciones extremas. Esto permite evaluar la eficacia de las obras existentes diseñadas para mitigar los efectos de las inundaciones. El estudio propone una solución utilizando tecnología e ingeniería para identificar las áreas susceptibles a inundaciones y comprender las causas de estos eventos. De esta manera, se pueden ofrecer soluciones a los problemas de inundación.

1.3.5 Alcance

El alcance para el desarrollo de la presente investigación es **Descriptivo**, puesto que, en este documento, el investigador ofrece una explicación exhaustiva de los fenómenos, situaciones, contextos y sucesos. Se enfoca en su apariencia y manifestación, así como en las características, propiedades y perfiles de individuos, grupos, comunidades y procesos (Hernández Sampieri 2014). Por lo tanto, la investigación propuesta, busca la explicación de manera detallada por qué suceden las inundaciones en base a la evidencia encontrada por parte del investigador y la muestra considerada.

1.4 Delimitación de la investigación

1.4.1 Espacial

La investigación se llevará a cabo en el sector N° 11 de la ciudad de Cajamarca comprendida entre el Jr. Camilo Blas, Av. Hoyos Rubio hasta llegar a la vía arterial CA sin nombre con código de identificación 0101; en la misma que se ha evidenciado que ciertas áreas se inundan, a consecuencia del aumento de la escorrentía superficial.

1.4.2 Temporal

Los datos considerados para el desarrollo del trabajo de investigación propuesto se enmarcan al año 2022 considerando únicamente la temática del tema de las inundaciones, siendo

necesario para ello, la data de las precipitaciones máximas como se muestra en los resultados y la delimitación de las cuencas urbanas.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Determinar las zonas inundables ocasionadas por las aguas pluviales en el sector N° 11 – Cajamarca, año 2022.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar el modelamiento hidrológico y simulación de máximos caudales.
- Realizar el modelamiento hidráulico de la zona en estudio.
- Determinar las áreas inundables de acuerdo a los niveles de intensidad con diversos tiempos de retorno.
- Determinar los mapas de inundación a partir del modelamiento hidráulico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Teóricos

2.1.1 Internacionales

Ordoñez (2019), en la tesis de pregrado titulada "Determinación de áreas inundables en la reserva forestal protectora nacional del Río León (RFPN-Río León) por medio de imágenes de radar, en Cali, Colombia. Dicha investigación tuvo como objetivo principal, Identificar y evaluar las zonas inundables asociadas a altas precipitaciones por medio de sensores remotos, en la RFPN-RÍO LEÓN. Se aplicó la metodología planteada por Castro-Gómez, (2015); Poddest, (2018); Song, Sohn, & Park, (2007), por medio de la cual se estimó los valores de umbral de retrodispersión para clasificación, a partir de imágenes tomadas por los sensores Alos-Palsar 1 (ALP1) y Sentinel 1-A, 1-B. La matriz de co-ocurrencia que permitió identificar los valores de retrodispersión para la clasificación, se determinó a partir de la ecuación definida por Pathak & Barooah, (2013) después del pre-procesamiento (Reducción de Ruido Térmico, Calibración Radiométrica, Calibración Radiométrica de Terreno, Corrección de Ruido Speckle y Corrección Geométrica de Terreno) y procesamiento (Conversión de valores de retrodispersión a Decibeles) de las polarizaciones disponibles de cada sensor. Encontró que de acuerdo a los datos tomados en campo existe una precisión del 90% en la determinación de áreas susceptibles a inundación y, acorde al análisis por medio del mapa de humedales de Colombia se presenta que el 85% del área definida como susceptible a inundación se encuentra dentro del área definida como humedal temporal, que equivale al 75% de la zona de estudio definida.

Meza (2020), en su artículo de revista titulado, Análisis comparativo de los modelos digitales de elevaciones SRTM y MDE-Ar 2.0 para la identificación de áreas de peligrosidad por inundaciones y anegamientos en un área urbana de llanura, en Chaco, Argentina. El objetivo del mencionado trabajo fue comparar los Modelos Digitales de Elevaciones (MDE) SRTM distribuido por la Sociedad Geológica de Estados Unidos y MDE-Ar 2.0 disponible a través del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina, ambos de 30 metros de resolución

espacial, para la identificación de potenciales áreas inundables y anegadizas en la ciudad de General San Martín (Chaco). Por otro lado, realizó un análisis visual y estadístico a escala municipal y urbana, se evaluó la calidad de los MDE mediante el cálculo del error medio cuadrático (EMC), para que finalmente, la información obtenida fuera complementada con información cartográfica de la hidrografía local con la finalidad de identificar las áreas de peligrosidad. Los resultados indicaron que ambos MDE constituyen alternativas útiles al momento de utilizar datos altimétricos de la región estudiada. Estadísticamente no presentan diferencias significativas, los errores registrados se encuentran entre 2 y 5 metros, siendo mejor la precisión vertical del MDE-Ar-2.0.

Alarcón et al. (2020), en el artículo de revista *Estimación de áreas vulnerables a inundaciones en zonas urbanas: Morelia, Michoacán, México / Estimating areas vulnerable to flooding in urban zones: Morelia, Michoacán, México*. Tuvo como objetivo determinar las áreas vulnerables a inundaciones, para lo cual emplearon la aplicación de un modelo hidrológico en su cuenta hidrológica y otro hidráulico sobre el río, en su tramo por la ciudad. Así mismo; la modelación se realizó con el programa HEC – HMS, en la que considera a las características de las subcuencas como área, tiempo de retraso, y valores de curvas de escurrimiento. Con el modelo hidrológico calibrado, se identificó un evento con duración de 24 horas y se sustituyeron las precipitaciones por hietogramas asociados con los periodos de retorno de 100 y 500 años. La modelación hidráulica del río Grande se realizó con IBER, retomando los hidrogramas para cada periodo de retorno, topografía del cauce y coeficientes de rugosidad de Manning. Los resultados de esta última modelación permitieron identificar las zonas vulnerables a inundaciones producidas por avenidas asociadas con los periodos de retorno considerados.

2.1.2 Nacionales

Nureña & Vásquez (2020), en la tesis de pregrado titulada, Identificación de áreas inundables mediante modelamiento hidráulico del Río Moche, tramo Puente Moche - desembocadura playa Buenos Aires, Trujillo-2019, en Trujillo, Perú. a. El objetivo de su investigación fue realizar el modelamiento hidráulico del río Moche, tramo puente Moche – desembocadura playa Buenos Aires, buscando así identificar las posibles áreas inundables generadas en ciertos períodos de tiempo a causa de máximas avenidas del Río. La muestra estuvo constituida por un tramo perteneciente a la cuenca baja del río moche. Se llegó a la conclusión que las principales áreas de inundación se generan en la margen derecha del tramo estudiado la misma que propone para contrarrestar dicho evento; el enrocado lateral, con la finalidad de rehabilitar y proteger las zonas agrícolas, protegiendo a la población existente aledaña al Río Moche.

Ramos (2019), en la tesis de pregrado titulada Áreas inundables en diferentes periodos de retorno aplicando el modelo de simulación hidráulica, tramo urbano del río san ramón, Pangoa – Satipo, en Huancayo, Perú. Tuvo como objetivo general determinar las áreas inundables en diferentes periodos de retorno, aplicando el modelo de simulación hidráulica, tramo urbano del Río San Ramón, la misma tuvo un diseño no experimental de manera transversal, con un alcance del tipo descriptivo y comparativo. Se recopilaron datos históricos máximas de 24 horas de la estación meteorológica de Satipo. La tesis llegó a la conclusión que las áreas inundables para diferentes periodos de retorno del tramo urbano del río San Ramon fueron de: T2 = 13.29 ha, T5 = 18.96, T10 = 24.67 ha, T25 = 30.28 ha, T50 = 34.70 ha y T100 = 38.97 ha.

Aguilar (2021) tesis de pregrado “Evaluación del Drenaje Pluvial de Vías Urbanas Para Establecer Puntos Críticos de Inundación en un Distrito” en Huancayo, Perú. Menciona que las inundaciones se han convertido en un problema importante a nivel mundial, por lo que existen diversas propuestas al respecto, como por ejemplo la ciudad esponja, desarrollo de bajo impacto, además de ciudades azules y verdes, por lo tanto, se propone como objetivo general la

formulación de un adecuado sistema de drenaje pluvial en las vías urbanas para identificar puntos críticos. Para tal propósito utilizo una investigación del tipo aplicada del nivel descriptivo – explicativo con un diseño pre experimental. El estudio llego a concluir con la determinación de los puntos críticos de inundación encontrando las zonas inundables en la Av. Próceres y el sector 8 y 9.

2.1.3 Locales

Mantilla (2019), en la tesis de pregrado, Identificación de áreas inundables mediante modelamiento hidráulico de la quebrada Chinchinmarca – sector 24 (Villa Huacariz) – Cajamarca. Tuvo como objetivo principal identificar las áreas inundables en el sector 24 del sector que se mencionó, en la cual utilizo la metodología del INDECI, en la cual utilizo deferentes periodos de retorno, y al mismo tiempo establecer la base para la gestión de riesgos, que ayuden a la prevención, planeación territorial y minimizar tales efectos. Llegó a los siguientes resultados en la que se obtuvo el tirantes y velocidades, con los mismo que se elaboró un mapa de riesgos, en la que muestra los niveles de riesgo. Obteniendo así también las áreas inundables de cada riesgo de falla (R), 5% = 165894.00 m², 10% = 158086.00 m² y 15% = 150278.00 m².

Nizama (2018), en la tesis de pregrado titulada “Zonificación de áreas inundables del caserío el molino - Huambocancha baja ocasionado por avenidas extraordinarias del rio Mashcón – Cajamarca”, en Cajamarca, Perú. Tuvo como principal objetivo identificar y zonificar las áreas inundables del caserío el Molino en el C.P. Huambocancha Baja, para lo cual, se necesitó, el estudio de las intensidades máximas. Tomando como punto de descarga el puente Chinchimachay. Se pronosticó la información de la lluvia para periodos de retorno “T” (20.63; 40.75;101.12;201.74 y 402.98 años) asociados a la vida útil “N” de 5;10;25;50;100 años y riesgo de falla “J” del 22%, para luego de procesar la información correspondiente, se

llegó a la conclusión que la zona en estudio presenta un alto índice de peligrosidad frente a una máxima avenida del río Mashcón.

Goicochea (2021), en la tesis de pregrado “Estimación del Nivel de Riesgo por Inundación de la Quebrada Cruz Blanca Para la Zona Urbana - Cajamarca, 2020” en Cajamarca, Perú. El autor menciona que contexto de nuestro país es propicio a inundaciones inesperadas ya que son montañas relativamente jóvenes y aún están tectónicamente activas, además, menciona que Cajamarca se encuentra en la sierra con las precipitaciones más altas, en los meses de diciembre a marzo, y sumado a una pendiente pronunciada y el tipo de relieve, pueden generar un riesgo de inundación para la población. Tiene como objetivo general estimar el nivel de riesgo por inundación de la zona urbana adyacente al cauce de la quebrada Cruz Blanca. Para la realización de la misma se realizó un diagnóstico de las condiciones físicas, sociales, económicas y ambientales. Como resultados se obtuvo que el área de estudio tiene un alto nivel de inundación, la misma que puede afectar a un promedio de 48.4 hectáreas, 16.1 hectáreas son calles, 31.4 hectáreas son viviendas, además de los resultados se concluyó que la zona se encuentra expuesta a ocurrencias perjudiciales, las que podrían generar pérdidas económicas, producto de los daños materiales y personales.

2.2 Bases Teóricas

1.5.3 Hidrología

A la hidrología se le considera como la ciencia natural encargada del estudio del agua, su ocurrencia, circulación y distribución sobre la superficie de la tierra, de la misma manera estudia sus propiedades químicas y físicas y la relación con el medio (Chow V. 1994). Por su parte, el padre de la geohidrología moderna, Oscar Edward Meinzer dijo: “la hidrología es la ciencia interesada en la existencia del agua en la tierra, sus reacciones físicas y químicas con el resto de ésta y su relación con la vida sobre la misma” (Nizama, 2018). Por otro lado, Lozano

Rivas (2018), define a la hidrología como la rama de la ingeniería y la ciencia que versa sobre las propiedades físicas, existencia, cantidad, disponibilidad, distribución, movimiento y circulación del agua en la atmosfera (p. 4). Finalmente, es considerada como la ciencia de carácter natural encargada del estudio del agua, ocurrencia, circulación y su distribución en la superficie de la tierra, también, es la encargada de estudiar las propiedades químicas, físicas y la relación con el medio ambiente, entre los que incluye el medio ambiente (Villón M 2004).

1.5.4 Hidrología Urbana

Los estudios de la hidrología urbana están centrados en el estudio de la escorrentía superficial y además se encuentra relacionada con la protección frente a fenómenos catastróficos ocasionados por el movimiento del agua sobre la superficie del suelo como las inundaciones y los deslizamientos. Además, la escorrentía superficial en las grandes poblaciones es originada en las precipitaciones atmosféricas, pero, también es el resultado del riego de los jardines y de las zonas verdes, rotura de tuberías de abastecimiento de agua, aguas de infiltración que circulan en forma de hipodérmicas o subterráneas escorrentía y que luego suben a la superficie de la tierra (Tavares et al. 2010).

Así mismo, con el incremento de las urbanizaciones, vías de acceso y demás equipamientos realiza cambios en el escurrimiento superficial, poniendo de manifiesto la necesidad de implantar nuevos sistemas de drenaje pluvial paralelamente a la urbanización o la rehabilitación de la existente con el propósito de que se cumpla los requisitos a los que se está sujeto (Tavares et al. 2010).

Desde otra perspectiva, las urbanizaciones en las ciudades tienen muchas consecuencias, por ejemplo, provoca cambios en el uso de suelo, debido al aumento de la superficie impermeable, la cual se hace muy notorio en superficies con pequeñas cuencas. Además, que los

suelos sellados con materiales no propios del lugar, disminuye la capacidad de infiltración y la detención del suelo natural, aumentando la escorrentía (Isidoro, Silveira, Lima 2022).

2.2.3 Precipitación

Las precipitaciones son conocidas cómo la cantidad de agua que cae a la superficie de la tierra proveniente de la humedad atmosférica ya sea en estado líquido (llovizna y lluvia) y en estado sólido (escarcha, nieve, granizo). Así mismo, la precipitación es uno de los procesos muy necesarios e importantes en la hidrología y que juntamente con la evaporación constituyen en la atmósfera el ciclo hidrológico (Nizama H 2018). Además, se considera a las precipitaciones como toda forma de humedad que se origina en las nubes y llega hasta la superficie del suelo (Villón M 2004).

Por otro lado, se considera precipitación a: cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre. Esto incluye básicamente: lluvia, nieve y granizo. (También rocío y escarcha que en algunas regiones constituyen una parte pequeña pero apreciable de la precipitación total) (Sánchez 2021).

1.5.5 Lluvia

El tipo de precipitación que se estudiará en la investigación es la lluvia. La lluvia es un fenómeno atmosférico que comienza con la condensación del vapor de agua en las nubes. Según la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas de agua líquida con un diámetro superior a 0,5 mm, o gotas más pequeñas pero muy dispersas. Si no llega a la superficie de la Tierra, no se consideraría lluvia, sino llovizna si el diámetro es menor (Abanto C 2017).

1.5.5.1 Tipos de Lluvia. Se clasifican de la siguiente manera.

1.5.5.1.1 *Lluvias Convectivas.* Son precipitaciones formadas por la ascensión de las masas de aire caliente de la superficie, cargado de vapor de agua. Al subir el aire, sufre enfriamiento, provocando la condensación del vapor del agua actual y, por consiguiente, la precipitación. Son características de este tipo de precipitación, la corta duración, alta intensidad, frecuentes descargas eléctricas y comprendidas en pequeñas áreas (Abanto C 2017).

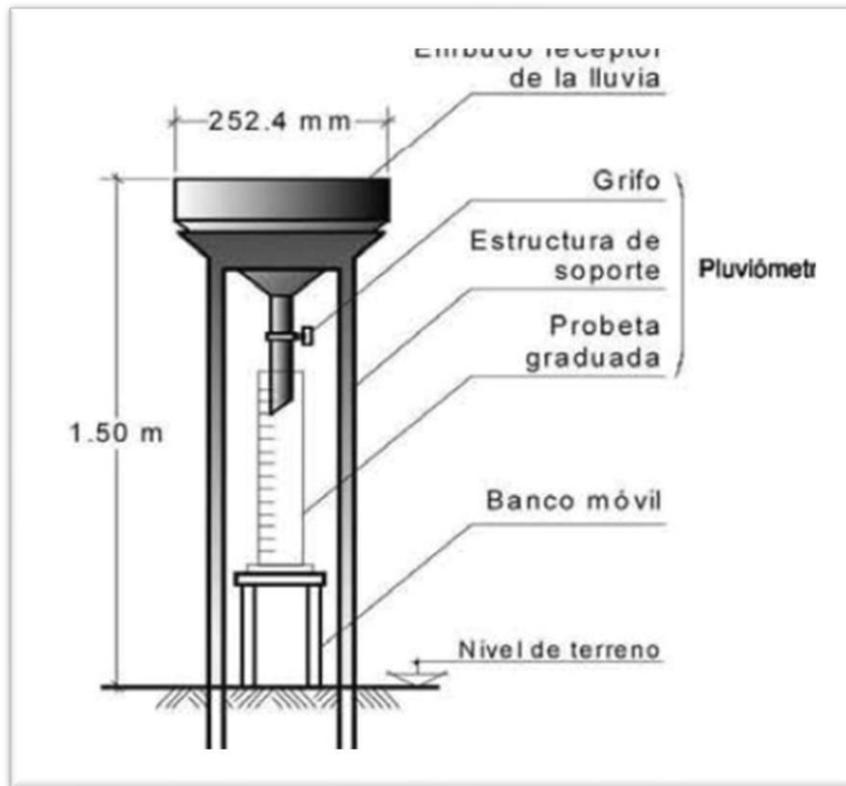
1.5.5.1.2 *Lluvias Orográficas.* Son normalmente provocadas por el desplazamiento de las capas de aire húmedo hacia arriba debido a la existencia de la elevación natural del terreno por grandes extensiones. Se caracterizan por su gran duración y baja intensidad, afectan grandes áreas por varias horas continuas y sin descargas eléctricas (Abanto C 2017).

1.5.5.1.3 *Lluvias frontales.* Se originan por el desplazamiento de frentes fríos o calientes contra frentes contrarios térmicamente, son más fuertes que las orográficas incluyendo, sin embargo, grandes áreas, precipitaciones intermitentes con breves intervalos de estiaje y con presencia de violentas descargas eléctricas (Abanto C 2017).

1.5.5.2 Medición de la lluvia. La lluvia se mide de la siguiente manera:

1.5.5.2.1 *Pluviómetro.* El pluviómetro es el más utilizado debido a la simplicidad de sus instalaciones y operación. En el pluviómetro se lee la altura total de agua precipitada; es decir, la lámina acumulada durante la precipitación. Sus registros están dados en milímetros por día o en milímetros por lluvia, con anotación de esta dependiendo de la capacidad y del criterio del operador (Abanto C 2017).

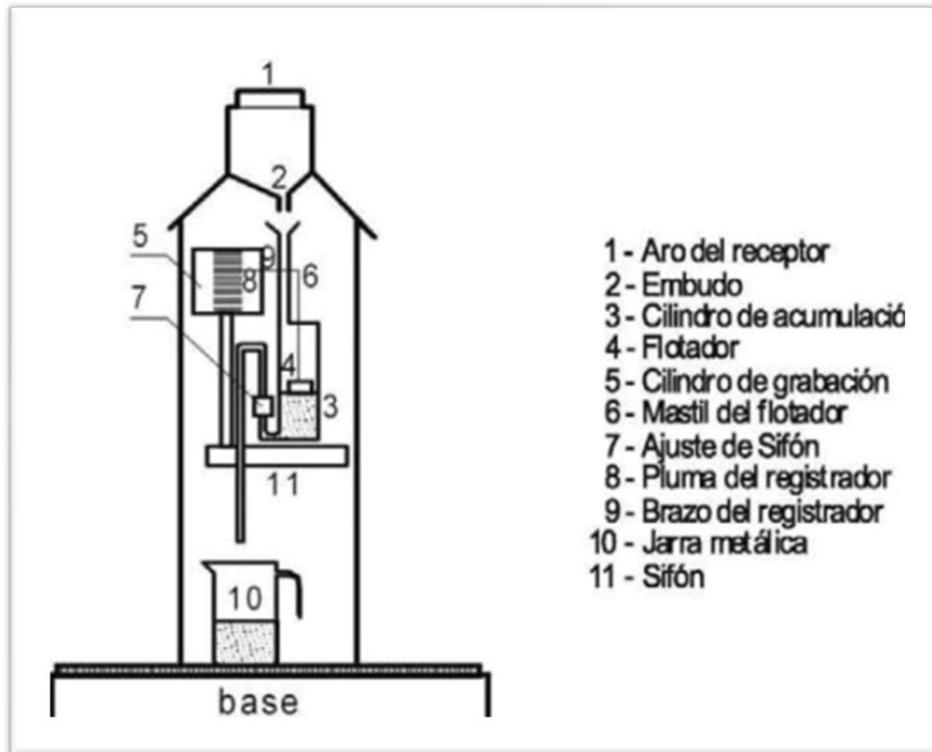
Figura 1: Esquema del Pluviómetro



Fuente: (Abanto C 2017).

1.5.5.2.2 Pluviógrafo. El pluviógrafo es el más común en las estaciones meteorológicas propiamente dichas y registra la intensidad de precipitación, es decir, la variación de la altura de lluvia con el tiempo. Este aparato registra en una cinta o banda de papel en modelo apropiado, simultáneamente, la cantidad y la duración de la precipitación. Su operación, es más compleja y el propio costo de adquisición del aparato, tornan su uso limitado, aunque sus resultados sean más importantes hidrológicamente (Abanto C 2017).

Figura 2: Esquema del Pluviógrafo



Fuente: (Abanto C 2017)

1.5.6 Escorrentía.

La escorrentía se relaciona usando la tasa de la precipitación o de la fusión nival excede la tasa de infiltración superficial, el exceso de agua comienza a acumularse temporalmente en pequeñas depresiones de la superficie del suelo o simplemente escurre convirtiéndose en escorrentía superficial (Abanto C 2017). Por otro lado, la escorrentía superficial se forma en varios momentos primeramente por el flujo que tiene la forma de lámina y en la superficie terrestre además si la Cuenca receptora tiene pendiente el mencionado flujo fluye por medio de la gravedad con destino a los cursos de agua a los canales de drenaje más pequeños hacia cauces cada vez de orden superior formando a lo que se conoce cómo los tributarios principales de los ríos. Así mismo, cuándo muchas de las cuencas tiene una pendiente aproximadamente nula

cuál quieres característica de las planicies coma ya es decir coma pocos centímetros por kilómetro el drenaje no tiene un sistema jerarquizado y a qué predomina el escurrimiento en forma de láminas por lo que es necesario los movimientos verticales como infiltración percolación movimiento del flujo subterráneo y la Evo transpiración que son limitados por la presencia de muchas lagunas naturales u obras de infraestructura como los terraplenes los canales y colectores (Abanto C 2017).

Finalmente, la esorrentía si pueden conceptualizar como el agua que llega a un cauce de evacuación y representa a una fracción de la precipitación total a esta última se le denomina coeficiente de esorrentía esa dimensional y se representa por la letra “C” este valor depende de muchos factores entre los que se encuentra la topografía la edafología y la cobertura vegetal (Villón M 2004).

1.5.7 Coeficiente de esorrentía

De acuerdo con la hidrología el coeficiente se puede definir como la relación de la precipitación neta y la precipitación total (Huamán 2004). Así mismo, Es la relación entre el volumen de lluvia neta y el de lluvia total, sus valores se encuentran entre 0 y 1, sin embargo; en el método racional, el coeficiente de esorrentía se expresa como la relación entre las intensidades medias de la lluvia efectiva y total y además también se expresa como el caudal máximo por unidad de área y por unidad de intensidad media de lluvia total (Abanto C 2017)

1.5.7.1 Determinación del coeficiente de esorrentía.

Para Villon (2004), la esorrentía es tan importante cómo lo conceptualizó en el párrafo anterior y muestra una tabla con los coeficientes de esorrentía considerando la cobertura vegetal la pendiente y la textura de las zonas (Villón M 2004).

Tabla 1: Coeficientes de esorrentía

Tipo de Vegetación	Pendiente (%)	Textura		
		Franco arenosa	Franco arcillosa franco limoso	Arcillosa
Forestal	0-5	0.1	0.30	0.40
	5-10	0.2	.35	0.50
	10-30	0.3	0.50	0.60
Praderas	0-5	0.1	0.30	0.40
	5-10	0.15	0.35	0.55
	10-30	0.2	0.40	0.60
Terrenos cultivados	0-5	0.3	0.50	0.60
	5-10	0.4	0.60	0.70
	10-30	0.5	0.70	0.80

Fuente: (Villón M 2004).

Por otro lado, de acuerdo con el manual de hidráulica y drenaje del Ministerio de transportes y comunicaciones del año 2011 se tiene:

Tabla 2: Coeficientes de escorrentía de acuerdo con MTC 2011

Tipo de vegetación	Pendiente (%)	Pendiente				
		<50%	>20%	>5%	>1%	<1%
sin vegetación	impermeable	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6
	semipermeable	7	0.65	0.6	0.55	0.5
	permeable	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
Cultivos	impermeable	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	semipermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	permeable	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2
Pastos, vegetación ligera	impermeable	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45
	semipermeable	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	permeable	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15
Hierba, grama	impermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	semipermeable	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
	permeable	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
Bosques, Vegetación	impermeable	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	semipermeable	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25

permeable	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05
-----------	------	-----	------	-----	------

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje MTC (2011).

Finalmente, de acuerdo el autor, (Huamán J 2004).

Tabla 3: Coeficientes de escorrentía para ser usado en el método racional

Características de la superficie	Periodo de retorno (Años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.9	0.95	1
Concreto/ techo	0.75	0.8	0.83	0.88	0.92	0.97	1
Zonas verdes (jardines parques etc.)							
Plano, 0- 2%	0.32	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.57
Promedio, 2 - 7%	0.37	0.4	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior a 7%							
Condición promedio cubierta de pasto del 50% al 75% del área	0.4	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Plano, 0- 2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53	0.6
Condición buena cubierta de pasto mayor del 75% del área							
Plano, 0- 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior a 7%	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0- 2%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.6
Pendiente superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0- 2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53	0.6
Bosques							
Plano, 0- 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: (Huamán J 2004).

Nota. Los valores mostrados en la tabla anterior son utilizados en la ciudad de Austin Texas.

Por otro lado, si las superficies en estudio están compuestas de distintas características, el valor de C, se puede calcular como la media ponderada de la siguiente manera:

$$C_e = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

C_e : Coeficiente de escorrentía ponderado.

C_e : Coeficientes de escorrentías para el área de cada zona A_i

A_i : área parcial i.

n: Número de áreas parciales

1.5.8 *Análisis de Tormentas*

El análisis de las tormentas se relaciona a los cálculos, a los estudios previos del diseño de obras hidráulicas y también a la conservación de los suelos. Las dimensiones de muchas obras hidráulicas dependen de la magnitud de las tormentas dadas y de la frecuencia con las que se presentan en los lugares de estudio ir sirve para lo que se está diseñando. Además, se necesita conocer la magnitud con la intensidad en una unidad de tiempo para una duración determinada asimismo se necesita conocer la frecuencia con que se presenta una tormenta de determinado tamaño en el mencionado lugar. Del mismo modo la frecuencia seleccionada estará en relación directa con los años de vida probable de la obra y la importancia que esta tenga y a qué al diseñar para una tormenta de una máxima duración o intensidad presentado en un periodo de tiempo muy largo esto implicaría en el costo económico que no compensa con los riesgos que se pretende cubrir. Por lo tanto, depende de la intensidad que tengan estas y también de frecuencia con las que se presenten. Así que, nuestra función será determinar la intensidad en cada unidad de tiempo en una duración determinada, y la frecuencia con la que se presentará (Abanto C 2017).

1.5.9 Análisis del Pluviograma.

La realización del análisis del Pluviograma es uno de los procedimientos más básicos en el comienzo de análisis de tormentas y permite tabular los datos desde las bandas pluviográficas a cuadros debidamente ordenados seguidamente se realiza un histograma a partir del cuadro anterior obtenido como el cual permitirá identificar la evolución de la lluvia respecto al tiempo para que finalmente se pueda calcular la intensidad máxima para un periodo de duración diferente (Abanto C 2017).

1.5.9.1 Análisis de frecuencia. “Es una herramienta utilizada para, predecir el comportamiento futuro de precipitaciones, intensidades o caudales máximos en un sitio de interés, a partir de la información histórica de precipitaciones, intensidades o caudales máximos” (Abanto C 2017). Así mismo, el análisis de frecuencia es 1 de los métodos basados en procedimientos utilizando la estadística el cual permite el cálculo de la magnitud de los caudales asociados a un periodo de retorno. Además, la confiabilidad de este análisis depende tanto de la longitud y la calidad de diferentes series históricas además de la incertidumbre propia de la distribución de las probabilidades seleccionadas. Finalmente, al realizar las extrapolaciones cuando el periodo de retorno es mayor que la longitud de la serie disponible como los errores relativos a la asociación de distribución de probabilidades utilizada es mucho más importante como y mientras que en interpolaciones la incertidumbre está asociada principalmente a la calidad de los datos que se pretenden modelar como y en ambos casos la incertidumbre o tu duda es alta y depende de la calidad de los datos disponibles (Abanto C 2017).

1.5.9.2 Distribución de eventos – Método Gumbel

Es del tipo I o conocida como doble exponencial, se utiliza en el modelamiento, ya sea máximo o mínimo, esto nos da entender que se utiliza para calcular los valores extremos.

La probabilidad de no ocurrencia, de un evento cuya magnitud es X se expresa.

$$P = e^{-e^{-y}} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 2}$$

$$y = a(X - X_f) \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 3}$$

$$X_f = \bar{x} - S_f \frac{\bar{y}_n}{s_n} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 4}$$

$$a = \frac{S_n}{S_x} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 5}$$

donde:

e = base logaritmo natural

\bar{x} = promedio de los valores extremos observados

S_x = desviación estándar de los valores extremos observados

y_n = variable reducida, depende del número de años de registro, n.

S_n = desviación estándar esperada, depende del número de registro, n.

Por lo tanto, conocido el valor de P, se calcula el periodo de retorno

$$T_r = \frac{1}{1-P} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 6}$$

1-P = probabilidad que si ocurra X

1.5.9.3 Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia

Son las curvas IDF, “son aquellas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno” (Abanto C 2017).

1.5.10 Hietograma

El hietograma es un gráfico que se caracteriza porque expresa precipitaciones en función del tiempo en las ordenadas se ubica la precipitación en milímetros hola intensidad de esta medido y milímetros por hora. Así mismo, un hietograma expresa medidas di un día a una tormenta inespecífico, en muchas ocasiones el período de tiempo representado en el eje de las abscisas puede ampliarse a meses incluso a años (Abanto C 2017).

1.5.11 Lluvia de Diseño

La lluvia para el diseño se define como un patrón de precipitación definido hacer utilizada en el sistema hidrológico coma y está conformado la entrada a dicho sistema y el caudal restante es calculado utilizando procedimientos de la lluvia escorrentía y tránsito de caudales. Mismo una lluvia de diseño si puede definir como un valor de profundidad de precipitación en un punto mediante un histograma de diseño qué especifica la distribución temporal dile a precipitación durante una tormenta o un mapa de isoyetas (Abanto C 2017).

Asi mismo, las tormentas de diseño se basa en información histórica de las precipitaciones o de regiones adyacentes, asi mismo aplicación se encuentra desde el uso de valores puntuales de dicha precipitación en el método racional en el cual sirve para determinar caudales picos in alcantarillados de aguas de lluvia hasta la utilización de histogramas de tormentas como las entradas para el análisis de lluvias – escorrentías (Chow V. 1994).

Además, en la evaluación de zonas de estudio para obras de drenaje y en zona urbana sí supondrá que las cuencas recibirán una tormenta de diseño de manera que, para todas las tormentas iguales o menores a ella, las obras serán evaluadas y para las mayores se aceptará que los eliminen elementos sean sobre pasadas sus capacidades de diseño verificándose que no provoquen problemas graves (Abanto C 2017). Asi mismo, se tendrá en consideración dos aspectos muy importantes:

- Para obras de conducción que conducen un Q, la tormenta de diseño será seleccionada a partir de las curvas IDF del lugar con un periodo de retorno diseñado y una duración equivalente a 1 hora si el área de la Cuenca urbana es menor a 50 hectáreas y para tal caso el tiempo de concentración de la Cuenca debe ser menor a 1 hora asimismo si el área de la Cuenca hoy el tiempo de concentración son mayores a los mencionados se usará una tormenta de diseño equivalente a 24 horas de duración.
- Otro de los aspectos esta referido a obras de almacenamiento para ello se tiene la certeza en la estimación del tiempo de concentración para lo cual se seleccionará la tormenta de diseño una equivalente a 24 horas de duración con intensidades obtenidas de las curvas IDF para el periodo de retorno diseñado.

1.5.12 Relación Intensidad Duración y Frecuencia

La relación intensidad duración y frecuencia es 1 de los primeros pasos a utilizarse en los diseños hidrológicos por lo que una de las formas más comunes de usarlo es principalmente utilizar una tormenta de diseño en la que se encuentra involucrado la intensidad de la lluvia la duración y las frecuencias o los periodos de retorno de manera apropiada para el lugar del diseño (Abanto C 2017).

Por otro lado, en esta relación se debe de tener en cuenta dos aspectos importantes el periodo de retorno o frecuencia de esta y la duración respectiva además las estructuras de drenaje son diseñadas con el objetivo de conducir las máximas descargas producidas las mismas que son el resultado de la relación duración intensidad de las lluvias (Aguilar 2021).

Así mismo, en este análisis de las lluvias la intensidad es considerada como el volumen del agua de lluvia que cae en un determinado espacio de tiempo como parámetro importante en el diseño de las obras de drenajes y estas actuando en conjunto con la pendiente determinan

las alturas mojadas de las estructuras a diseñar. También, la intensidad de la lluvia está determinada por su duración existiendo para esta la relación de la inversa entre ellas y la selección de los niveles de probabilidad apropiadas para un diseño es decir el riesgo considerado como aceptable depende de las condiciones económicas y técnicas relacionadas con los daños perjuicios y molestias que las inundaciones pueden ocasionar al público al comercio a las industrias y las instituciones ya sean públicas o privadas de la localidad en estudio (Aguilar 2021).

$$i = \frac{p}{T_d} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 7}$$

P = profundidad de la lluvia

T_d = duracion en horas

1.5.13 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es muy importante en el diseño de drenaje y de obras hidráulicas. Por otro lado, El tiempo de concentración de una cuenca, se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de cierre. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante (Abanto C 2017).

Se calcula con las siguientes expresiones.

- Kirpich (1940):

$$t_c = 0.01947 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 8}$$

- California Culverts Practica (1942):

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 9}$$

- Federal Aviation Administration (1940):

$$t_c = \frac{1.8 (1.1-C)L^{0.5}}{s^{0.333}} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 10}$$

1.5.14 Periodo de Retorno.

El Período de Retorno "T" es el tiempo promedio, en años, en el que el caudal pico de una creciente específica es igualado o superado al menos una vez. Si asumimos que los eventos anuales son independientes, podemos calcular la probabilidad de que ocurra un evento dentro de un período de vida útil de n años (Abanto C 2017).

El periodo de retorno es el lapso de tiempo promedio en el que se espera que ocurra un evento de cierta magnitud o superior. Por lo general, se expresa en años y la magnitud puede ser el escurrimiento, expresado como un flujo específico, una cantidad de precipitación o una profundidad de inundación. Es importante tener en cuenta que el evento analizado no necesariamente ocurrirá exactamente después del número de años indicado por el periodo de retorno, ya que puede suceder en el próximo año o incluso dentro de muchos años (Aguilar 2021).

Probabilidad de no ocurrencia

$$p = 1 - \frac{1}{T_n} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 11}$$

Probabilidad de ocurrencia

$$J = 1 - p^n \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 12}$$

en función del periodo de retorno

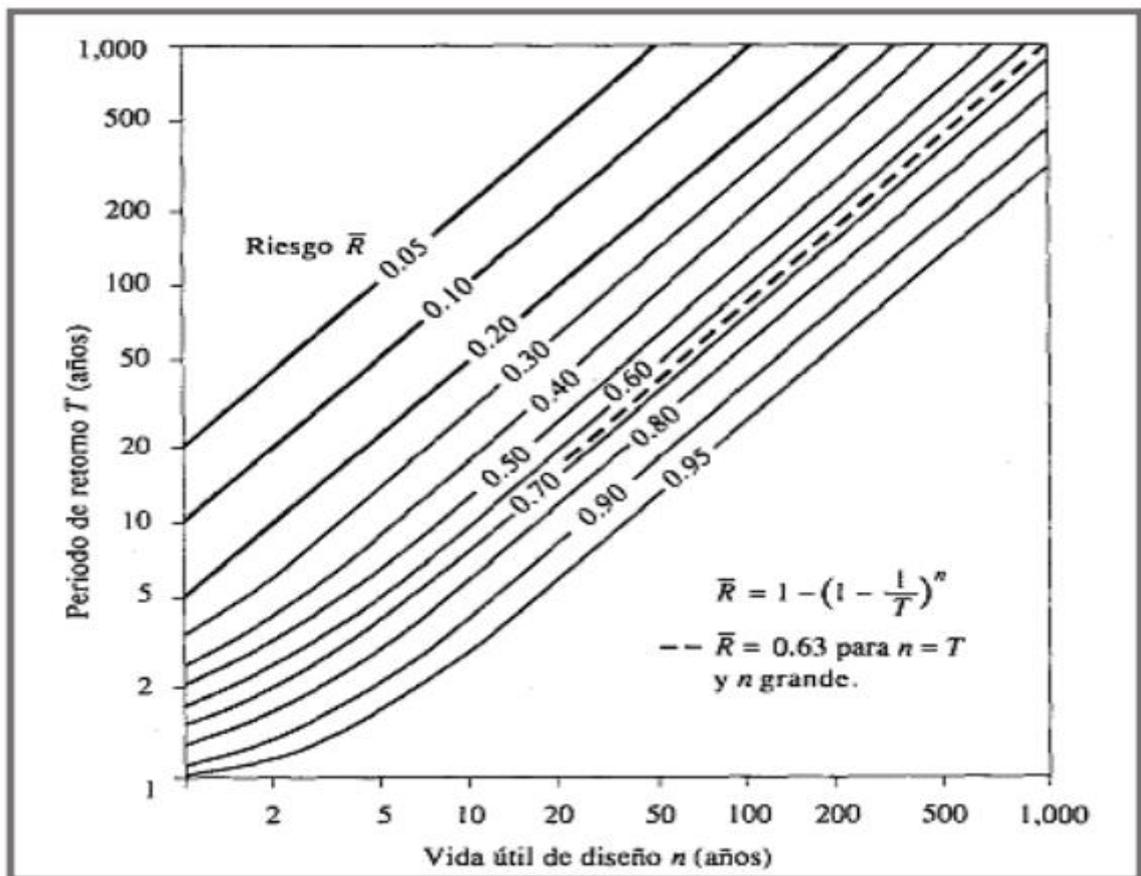
$$J = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^n \dots\dots\dots \text{Ecuación 13}$$

Probabilidad de ocurrencia en un año cualquiera.

$$J = 1 - p = \frac{1}{T_R} \dots\dots\dots \text{Ecuación 14}$$

Así mismo, se tiene:

Figura 3: Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil



Fuente: (Chow V. 1994).

Nota. Si la obra tiene una vida útil de n años se fija el riesgo de Falla admisible r el cuál es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada durante la vida útil de la obra.

Se presenta el valor de T para riesgos permisibles R y para la vida útil n de la obra:

Tabla 4: Valores del periodo de retorno T

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144
0,99	1	1,11	1,27	1,66	2,7	5	5,9	11	22	44

Fuente: (Manual de Hidrología y Drenaje del MTC citado por Nizama H 2018).

Nota. En la tabla anterior se muestra el riesgo admisible r y la vida útil de las obras n en años.

Así mismo, se muestra la tabla con las recomendaciones de los periodos de retorno para distintos tipos de infraestructura.

Tabla 5: Recomendaciones del periodo de retorno para distintos tipos de infraestructura

Tipo de estructura	Periodo de Retorno (años)
Puente sobre carretera importante	50 – 100
Puente sobre carretera menos importante o alcantarillas sobre carretera importante	25
Alcantarillas sobre camino secundario	5 – 10
Drenaje lateral de los pavimentos, donde puede tolerarse encharcamiento con lluvia de corta duración	1 – 2
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	2 - 10
Drenaje Agrícola	5 – 10
Muros de encauzamiento	2 – 50 *

Fuente: (Manual de Hidrología y Drenaje del MTC citado por Nizama H 2018).

Nota. En la tabla se muestra el tipo de estructura y su correspondiente periodo de retorno en años.

Finalmente, se tiene la tabla de periodos de retorno de la función complementaria.

Tabla 6: Uso de la tierra y periodos de retorno función complementaria

TIPO DE USO	T_R (años)
a) ZONAS DE ACTIVIDAD COMERCIAL	10
b) ZONAS DE ACTIVIDAD INDUSTRIAL	10
c) ZONAS DE EDIFICIOS PÚBLICOS	10
d) ZONAS RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES DE ALTA DENSIDAD	5
e) ZONAS RESIDENCIALES UNIFAMILIARES Y MULTIFAMILIARES DE BAJA DENSIDAD	2
f) ZONAS RECREATIVAS DE ALTO VALOR E INTENSO USO POR EL PÚBLICO	2
g) OTRAS ÁREAS RECREATIVAS	1

Fuente: (Huamán J 2004).

1.5.14.1 Factores determinantes en la selección del periodo de retorno. De

acuerdo con Huamán (2004) se tiene los factores determinantes se encuentra:

- **Función.**

Si la función del sistema es principal o secundaria, la primera implica daños a personas y propiedades, mientras que la segunda implica inconvenientes en el tráfico de personas y vehículos.

- **Uso de la tierra.** El uso de las áreas a ser protegidas, pues de acuerdo a él, los daños e inconvenientes pueden ser mayores o menores.
- **Tipo de vía terrestre.** También se considera el tipo de vías pudiendo ser principales como ha secundarias, autopistas o carreteras todas estas están relacionadas con los probables inconvenientes que puedan generar el tránsito de los vehículos.

- **Instalaciones especiales.** Cuál aquí se encuentran algunas instalaciones especiales como por ejemplo el cuerpo de bomberos hospitales escuelas policía debido aquí este tipo de daños ocasionaría mayores problemas a la población.

Así mismo, uno de los métodos más apropiados en la determinación del periodo de retorno se considera la evaluación de la relación beneficio costo en las que entra las diferentes alternativas de protección. Pero este proceso resulta muy dificultoso para el futuro y a que de forma natural las vidas humanas deben ser protegidas ante todo riesgo lo cual resulta imposible (Huamán J 2004).

Finalmente, las normas establecidas para el diseño de obras hidráulicas han sido propuestas periodos de retorno de forma específica para poder dimensionar obras de protección contra las inundaciones por ejemplo para el diseño de sistemas de drenaje urbano es utilizada de manera común 10 años mientras que para obras de excedencia de presas se usa 10 es 1000 años (Huamán J 2004).

1.5.15 Inundación

Una inundación es un suceso en el cual, debido a la lluvia, el oleaje, la marea o un fallo en una estructura hidráulica, se produce un aumento en el nivel del agua, lo que resulta en la invasión o penetración de agua en áreas donde normalmente no la hay y, por lo general, provoca daños en la población, la agricultura, la ganadería y la infraestructura (Salas, Jiménez 2021).

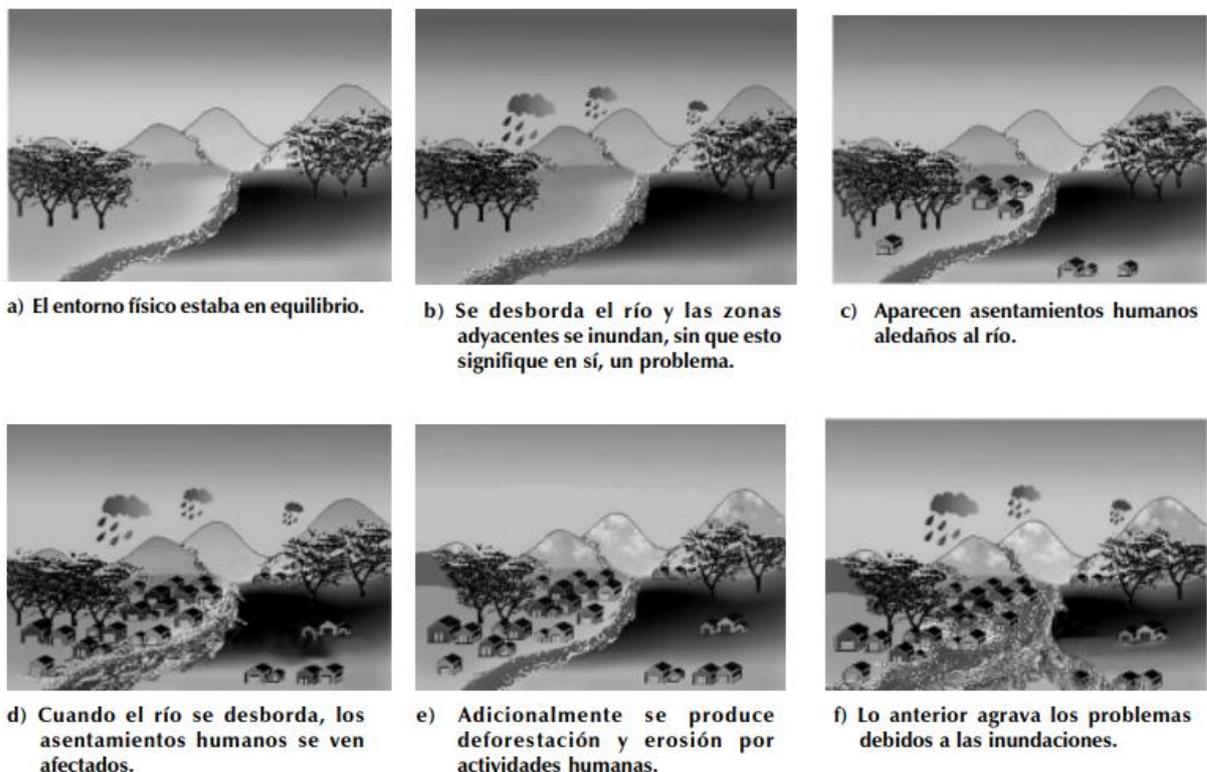
Así mismo, de acuerdo con el glosario internacional de hidrología la definición oficial de inundación es aumento del agua por arriba del “nivel normal” del cauce en este caso nivel normal entendiéndose como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, coma inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce por lo que puede generar pérdidas (Salas, Jiménez 2021).

1.5.15.1 ¿Por qué ocurren las inundaciones?

Las inundaciones han sido frecuentes desde antes de la aparición del hombre sobre la tierra debido a que el entorno físico mantenía un equilibrio donde el agua que llovía en las zonas montañosas bajaba por los cauces inundaba las zonas llanas o bajas para luego volver a su estado inicial como lo explica el ciclo hidrológico (Salas, Jiménez 2021).

Sin embargo, luego de la aparición del hombre se desarrollaron las ciudades en las zonas aledañas a los cuerpos de agua, empezando consigo al desbordarse una corriente de agua, la problemática de las inundaciones. Además, otros factores como la degradación del medio ambiente, en específico la deforestación, la erosión modificaron la respuesta hidrológica de las cuencas, incrementando la ocurrencia y la magnitud de las inundaciones (Salas, Jiménez 2021).

Figura 4: Origen, proceso y formación de las inundaciones



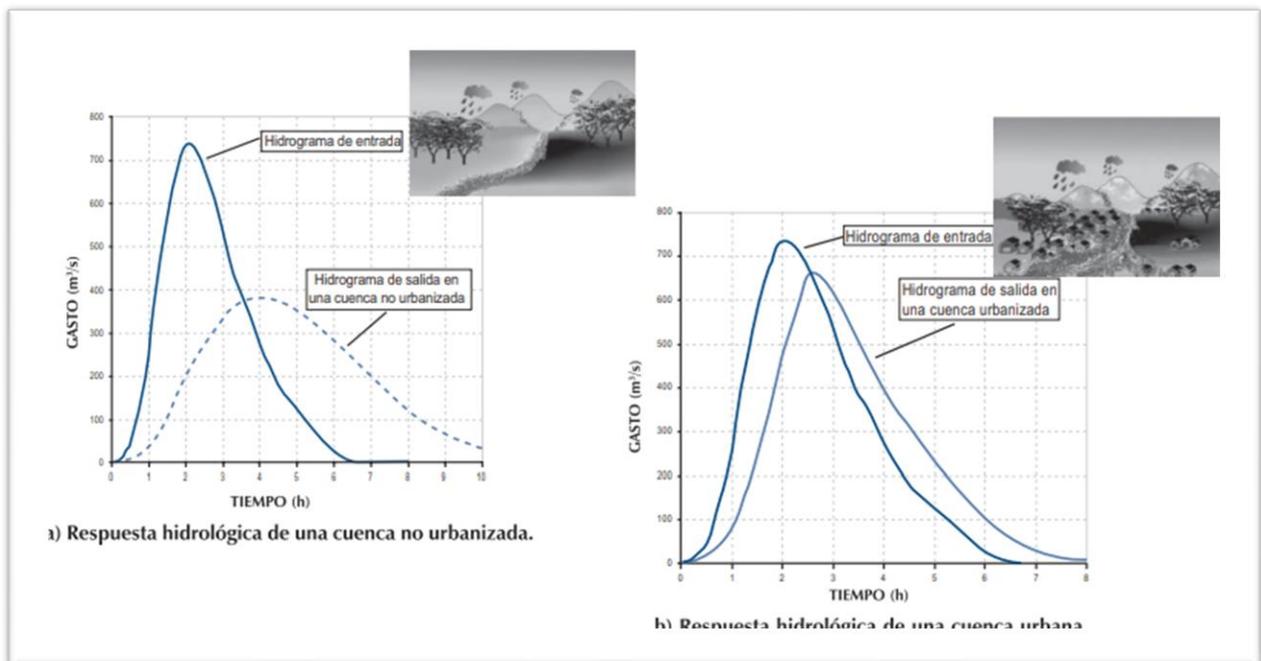
Fuente: (Salas & Jiménez, 2021).

Nota. La figura anterior muestra el proceso de las inundaciones, desde su origen hasta agravar dicho problema.

Además, la modificación del terreno en las cuencas produjo un cambio en el uso del suelo en el cual produce daños más considerables como efecto de las inundaciones dividido a los siguientes factores.

- Se producen crecientes mayores que las que habían ocurrido anteriormente (avenidas históricas)
- El tiempo que debe transcurrir para que los efectos de una inundación sean percibidos por la población ha disminuido como esto provoca que en muchas oportunidades la respuesta por parte de las autoridades y la población se vea comprometida.
- El número de personas que viven cerca a algún cauce se ha incrementado.

Figura 5: Hidrogramas de entrada y salida en cuencas con diferente respuesta hidrológicas



Fuente: (Salas & Jiménez, 2021).

La figura anteriormente mostrada en la parte a se presenta hidrograma de entrada en la cual la Cuenca no se encuentra urbanizada cual se puede observar que el gasto máximo de entrada es aproximadamente a 750 m³ por segundo mientras que la salida se aproxima a los

400 en un tiempo aproximado de 2 horas mientras que en la figura b se muestra la misma avenida pero en este caso en una Cuenca urbana cómo se puede observar el gasto máximo de salida es de aproximadamente 660 m³ por segundo en un tiempo aproximado de 35 minutos.

Por lo tanto, se puede entender y que en la Cuenca urbanizada se tiene un caudal aproximadamente el doble que en una Cuenca no urbanizada y todo esto Inma menos tiempo lo que significa que la población tendría menos tiempo de estar alerta de la llegada de la corriente.

1.5.16 Drenaje Urbano

El drenaje urbano tiene como propósito lograr muchos objetivos siendo el básico y el complementario.

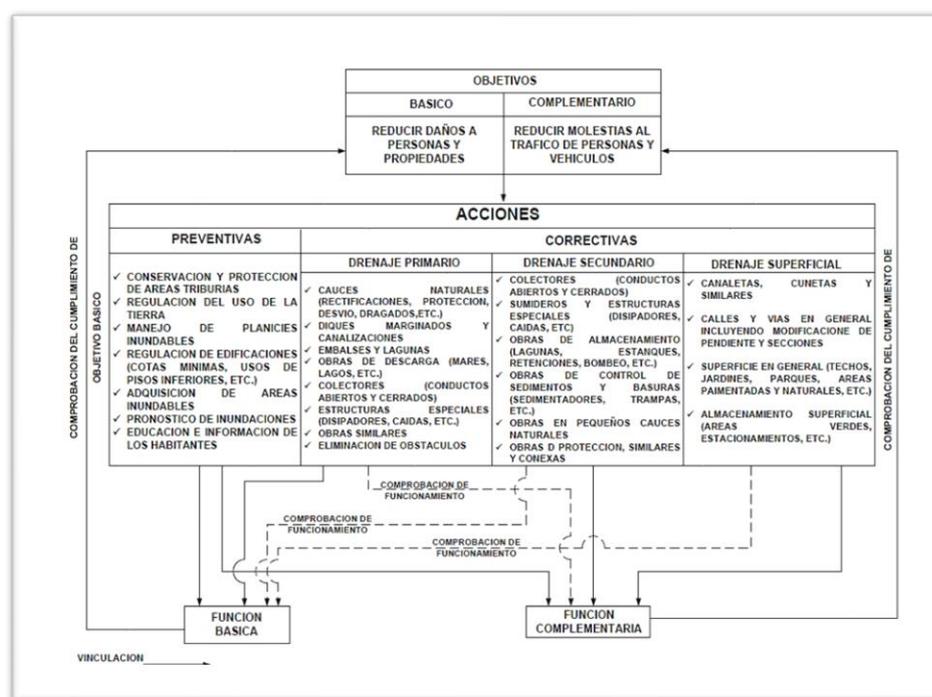
- **Básico.** Está referido a evitar los posibles daños que pueden ocasionar las lluvias dentro de las personas y en las propiedades en las ciudades.
- **Complementario.** Está referido a que se puede garantizar el normal desarrollo de las actividades de las personas y de toda la población lo que significa que permitan el tránsito normal de las personas y de los vehículos durante el desarrollo de las precipitaciones.

1.5.16.1 Funciones básicas y complementarias. Se refiere se refiere al conjunto de acciones de manera preventiva y correctiva destinadas al logro de los propósitos básicos de un sistema de drenaje mientras que la función complementaria está referida al conjunto de acciones preventivas y correctivas encaminadas a satisfacer el objetivo complementario de un sistema de drenaje esto significa que ambas funciones de manera conjunta conforman un sistema óptimo para el colegio pues permiten alcanzar los mencionados objetivos.

1.5.16.2 Drenaje superficial, primario y secundario. El drenaje superficial está comprendido por acciones correctivas la cual comprende un conjunto de posibilidades naturales y las artificiales los cuales conducen el escurrimiento superficial cómo es tu comprende desde el lugar de caída de las aguas de Lluvia hasta llegar a un cauce natural o un conducto artificial los mismos que disminuyen las molestias del tráfico de personas y automóviles (Abanto C 2017).

- El drenaje superficial se refiere a todos las acciones realizadas de manera correctiva por los conductos y obras quienes fueron construidos por el hombre los que permiten garantizar quien las aguas no obstaculicen el normal desarrollo de las actividades de las personas incluyendo los vehículos.
- El drenaje primario es un conjunto de acciones correctivas para los cauces de forma natural y los conductos artificiales y obras conexas cómo está dirigido a cuidar la vida de la población y de sus propiedades.

Figura 6:Esquema Ilustrativo de un sistema de drenaje



Fuente: (Salas & Jiménez, 2021).

1.5.16.3 Transporte de Caudales urbanos

En el transporte de los de los caudales sirve para que el transporte de la población y los vehículos se movilizan de manera normal por lo que las calles, las veredas y otros elementos que están diseñados para el tránsito de las personas son las que cumplen un papel importante al recibir las lluvias siendo necesarias para el drenaje (Abanto C 2017).

1.5.16.4 Transporte en calles y sumideros. En el diseño de una red de agua de lluvia se debe verificar que las calles no conduzcan en grandes cantidades de agua de lluvia debido a que las áreas y las profundidades de inundación de las calles en condiciones de tormentas menores de periodo de retorno 2 años no deberán sobrepasar ninguna de las indicadas de acuerdo al tipo de vía (Abanto C 2017).

Tabla 7: Condiciones máximas para la inundación en tormentas menores

Tipo de vía	Condiciones máximas de inundación permitida para tormentas mayores
Todos los tipos	Las inundaciones no deberán alcanzar la altura de las edificaciones ni ninguno de los niveles en la extensión
	La velocidad promedio del flujo será menor a los 2 m/s La velocidad media del agua en cualquier punto de la sección transversal de la calle no excederá 0.3 m si la velocidad media es inferior a 1 m por segundo ni de 0.2 m si es mayor a 1 m/s.
Pasajes	La profundidad no deberá excederse de 0.2 m mientras que la velocidad media será inferior a 1 m/s
Locales	El nivel de agua no sobrepasará la solera

Fuente: Abanto (2017).

Nota. En la figura se puede observar los diferentes tipos de vía y las condiciones máximas de inundaciones permitidas para tormentas mayores.

Así mismo para evitar todo tipo de riesgo o cualquier daño ya sea la propiedad pública o privada se verificará que las tormentas máximas que tienen un periodo de retorno de 100 años

las inundaciones por las aguas de lluvia en las calles no sobrepasarán las condiciones cómo el nivel de la solera ni el ancho de la corneta será menor a 1 m.

1.5.16.5 Orientación del flujo

En el diseño de pistas se considerará lo siguiente:

- Pendiente longitudinal (S1) mayor 0.5%.
- Pendiente transversal (St) con valores entre 2% a 4%.

1.5.16.6 Capacidad hidráulica de las calles. Para explicar la capacidad teórica del agua que puede conducir una determinada calle se puede relacionar con las características geométricas de la cometa y la pendiente longitudinal de la calzada coma y para ello se aplica la ecuación de Manning en la cual permite evaluar la velocidad media del flujo y un coeficiente de rugosidad DN igual a 0.015 que corresponde a pavimentos de hormigón y asfalto Abanto (2017). De la siguiente manera:

$$V = \frac{1}{n} (Rh)^{2/3} \sqrt{S} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 15}$$

$$Q = \frac{1}{n} A (Rh)^{2/3} \sqrt{S} \dots \dots \dots \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde:

Rh: Radio hidráulico medido en metros se encuentra en función del tirante hidráulico *h*.

n: Coeficiente que depende de la Rugosidad.

V: Velocidad media del agua medida en metros por segundo.

S: Pendiente de la línea de agua en m/m.

A: Área de la sección del flujo de agua.

Q: Caudal de agua.

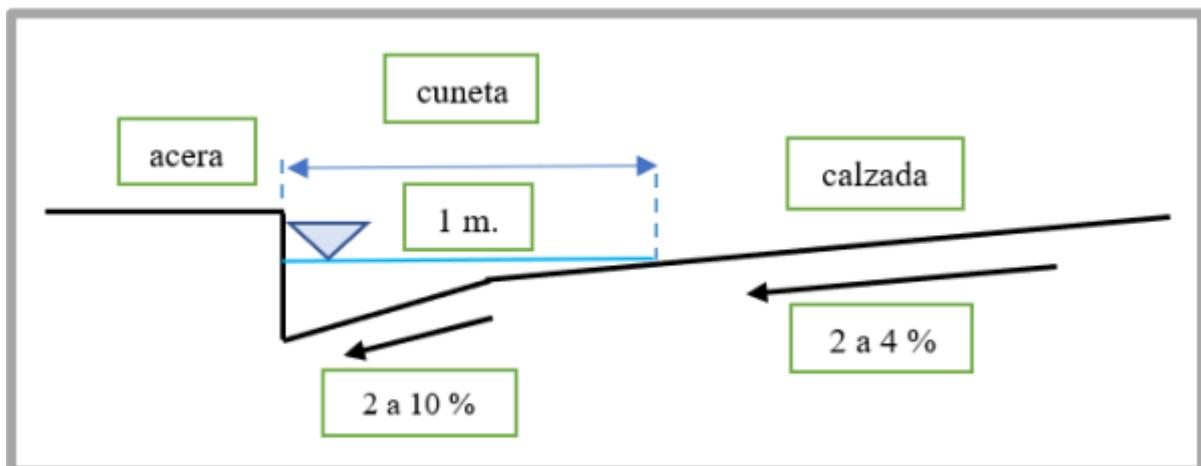
1.5.16.7 Capacidad de diseño para tormentas menores

Las capacidades teóricas de muchas calles son entregadas de manera referencial pero la capacidad real con las condiciones geométricas del terreno sin que se vea afectado la existencia de singularidades como los badenes, lomos de toro, accesos vehiculares, encuentros de calles, reparaciones en vehículos estacionales, etc.

Así mismo, la capacidad teórica de las calles de acuerdo con el ancho máximo inundable permitirá reunir y conducir pequeños caudales hacia la red de drenaje con un periodo de retorno de 2 años.

Por lo tanto, la forma geométrica de las cunetas típicas que se usan en las ciudades corresponde a una cuneta simple la cual consiste en la intervención de la solera y una pendiente transversal entre 2% y 4% en la calzada en función del ancho de la calle como se muestra en la siguiente figura.

Figura 7: Sección Transversal de la cuneta simple



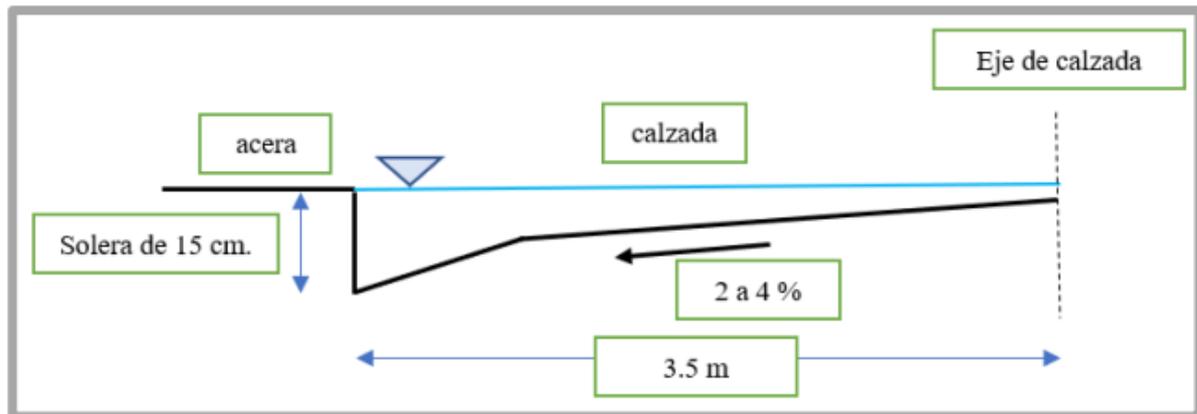
Fuente: (Abanto C 2017).

Nota. En la figura anterior se puede observar la capacidad de conducción de la calle en la que se restringe aún ancho de inundación máxima de 1 m con una pendiente transversal máxima de 4% siendo muy reducida.

1.5.16.8 Capacidad de diseño máxima

La capacidad de diseño máxima se establece para tormentas muchos mayores en los que tiene un periodo de retorno de 100 años la cual establece que el agua llegue hasta el nivel superior de la solera, pero evita desborde de la calle e inunde a las propiedades vecinas

Figura 8: Esguerrimiento a cuneta llena



Fuente: Abanto (2017).

Nota. para la estimación de la cuneta llena, hasta el borde de la solera se utiliza la ecuación de Manning. Incluido algún factor de corrección.

Así mismo, se presenta los factores de corrección dependiendo de la pendiente longitudinal.

Tabla 8: Factor de corrección para distintas pendientes

Pendiente longitudinal de la calle	Factor de corrección	Pendiente longitudinal de la calle	Factor de corrección
0.003	0.3	0.03	0.7
0.004	0.4	0.04	0.5
0.005	0.5	0.05	0.45
0.006	0.8	0.06	0.37
0.007	0.8	0.07	0.32
0.008	0.8	0.08	0.28
0.009	0.8	0.09	0.25
0.01	0.8	0.1	0.21

0.02	0.7
------	-----

Fuente: Abanto (2017).

Nota. En la tabla anterior se muestra los factores de corrección para diferentes pendientes.

1.5.16.9 Coeficiente de Manning res correntías superficiales. El valor de este coeficiente es más alto mientras la superficie sea más rugosa.

Figura 9: Coeficiente de Manning para la escorrentía superficial

Superficie	N
Asfalto Liso	0.011
Hormigón Liso	0.012
Revestimiento de Hormigón basto	0.013
Madera pulida	0.014
Ladrillo con mortero de cemento	0.014
Arcilla vitrificada	0.015
Fundición de hierro	0.015
Tuberías de metal corrugado	0.024
Superficie de escombrera	0.024
Terreno improductivo (libre de residuos)	0.05
Terreno cultivado	
Cubierta de residuos < 20%	0.06
Cubierta de residuos > 20%	0.17
Pasto natural	0.13
Hierba	
Corta, pradera	0.15
Densa	0.24
Hierba Bermuda	0.41
Bosque	
Con cubierta ligera de arbustos	0.4
Con cubierta dense de arbustos	0.8

Fuente: Federal Highway Administration, Washington, DC.

También se presenta dichos factores para las cunetas

Figura 10: Coeficientes de Manning en cunetas

Superficie	N
Tipo de Cuneta	
Cuneta de C° con buen acabado	0.012
Pavimento Asfáltico	
Textura Lisa	0.013
Textura Aspera	0.016
Cuneta de C° con pavimento asfáltico	
Textura Lisa	0.013
Textura Aspera	0.015

Fuente: Reglamento técnico de diseño de sistemas de alcantarillado.

1.5.17 Modelado de simulación SWMM

El modelado de gestión para las aguas pluviales el programa EPA SWMM (Storm Water Management Model) perteneciente a la agencia del medio ambiente de los Estados Unidos de América es un modelo numérico el cual permite simular el comportamiento hidrológico e hidráulico de un sistema de drenaje urbano ya sea en términos de Cantidad de agua como en la calidad de la misma (Concha 2007).

Por otro lado, Este modelo de gestión de aguas, el programa de la EPA SWMM es un modelo para realizar la simulación en la que participa la lluvia escorrentía enrutamiento dinámico el cuál es utilizado para un solo evento a largo plazo es decir es una simulación continua de cantidad y calidad discordancia de áreas principales urbanas (Abanto C 2017).

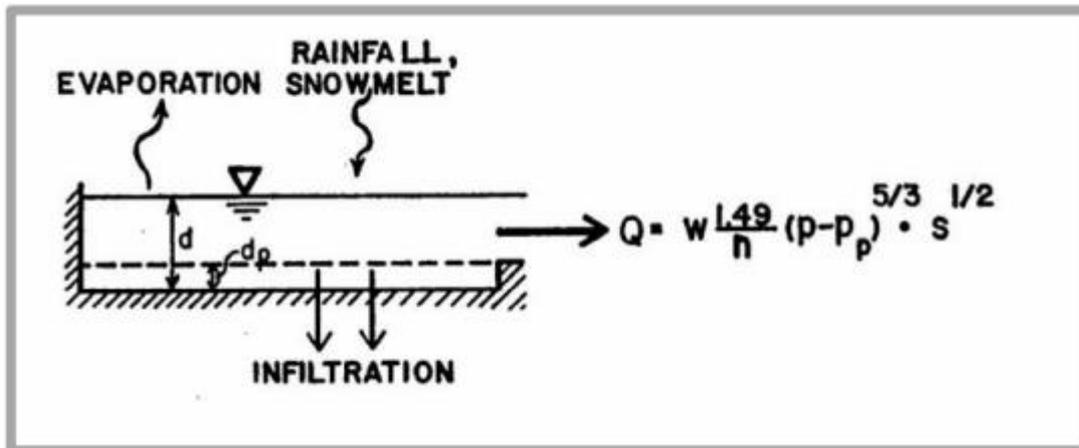
1.5.17.1 Modulo Runoff

Este modelo tiene la función disimular tanto los fenómenos de transformación de lluvia escorrentía de una Cuenca y la entrada de hidrograma en redes de drenaje por lo que la Cuenca se divide en un número determinado de sus cuencas de las cuales cada una de ellas genera su

propia escorrentía ir se introduce a la red por un determinado punto de o nudo de entrada, es decir, equivale a un imbornal en la mayoría de los casos (abanto, 2017).

La escorrentía se genera a partir de la próxima acción al funcionamiento de las zonas a un depósito no lineal cómo se muestra de la siguiente figura.

Figura 11: Módulo Runoff de SWMM



Fuente: Huber & Dickinson (1992) citado por Abanto (2017).

1.5.17.2 Ecuaciones para la realización del proceso hidrológico

Para el cálculo de salida del caudal.

$$Q = \frac{W}{n} (P - P_p)^{5/3} S^{1/2} \dots\dots\dots \text{Ecuación 17}$$

Donde:

Q : caudal de salida de la subcuenca, m³/s.

W : ancho de la subcuenca, m.

n : coeficiente de rugosidad de Manning.

P : Profundidad del agua, m.

P_p : profundidad de retención superficial, m.

P_p : pendiente.

Ecuación del depósito no lineal y la continuidad para cada subcuenca es:

$$\frac{dV}{dt} = A \frac{dp}{dt} = A \cdot i - Q \dots\dots\dots \text{Ecuación 18}$$

Donde:

V : volumen de agua en la subcuenca.

p : profundidad del agua.

t : tiempo.

A : superficie de la subcuenca.

i : lluvia neta.

Q : caudal de salida de la subcuenca.

De las dos ecuaciones mencionadas anteriormente, resulta la ecuación diferencial no lineal para el calado

$$\frac{dp}{dt} = i - \frac{W}{A \cdot n} (P - P_p)^{5/3} S^{1/2} \dots\dots\dots \text{Ecuación 19}$$

Ecuación cuál resuelta mediante esquemas en diferencias finitas de Newton Raphson en cada incremento de tiempo.

Así mismo cómo los datos que requiere este módulo son:

- Datos meteorológicos.
- Características de las cuencas.
- Ubicación del lugar por donde drena la Cuenca.
- Ancho de la subcuenca.
- Área de la subcuenca.
- Pendiente media de la subcuenca.
- Coeficiente de rugosidad de Manning.
- El almacenamiento o retención en las zonas permeables e impermeables.
- Parámetros de infiltración.
- Características de los canales de drenaje.

1.5.17.3 Modulo Extran

Este modelo utiliza como datos de entrada los datos de salida del modelo anterior el cual consiste en la evolución temporal de la entrada del agua de escorrentía en la red de alcantarillado mediante los nodos de entrada. Para poder modelar el flujo del agua en la red de alcantarillado mediante los conductos nodos y depósitos se realice mediante la resolución de las Ecuaciones que gobiernan el proceso hidráulico (Abanto C 2017).

1.5.17.4 Ecuación de Saint Venant se muestran a continuación

- Ecuación de la continuidad para secciones prismáticas

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \dots\dots\dots \text{Ecuación 20}$$

Donde:

A: área de sección

Q: caudal

X: distancia lo largo del conducto

t: tiempo

- Ecuación de conservación de la cantidad de movimiento

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + g \cdot A \frac{\partial H}{\partial x} + g \cdot A \cdot S_t = 0 \dots\dots\dots \text{Ecuación 21}$$

Donde:

g: gravedad

H: cota piezométrica (H= z+h)

z: cota de la solera o lecho

h: calado

S_t pendiente de fricción de acuerdo con la ecuación de Manning

Entonces, Extran al realizar la combinación de las ecuaciones de continuidad y la conservación de la cantidad de movimiento llega a la siguiente ecuación.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} - 2V \frac{\partial A}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + g \cdot A \frac{\partial H}{\partial x} + g \cdot A \cdot S_t = 0 \dots\dots\dots \text{Ecuación 22}$$

Y la ecuación de la continuidad en cada nudo de cada intervalo de tiempo se tiene

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \sum \frac{Q}{A_s} \dots\dots\dots \text{Ecuación 23}$$

En la ecuación anterior, A_s representa al área de cada nodo y además incluye al nodo y área correspondiente a la mitad de la longitud de cada conducto que confluyen en ese nodo

1.5.17.5 Condición de Courant

En esta expresión el incremento de tiempo está destinado al tiempo necesario para una onda dinámica la cual se propaga en la longitud del conducto.

$$\Delta t \leq 0.1 * A_s \frac{\Delta H_{max}}{\sum Q} \dots\dots\dots \text{Ecuación 24}$$

Donde:

ΔH_{max} : elevación máxima del agua en Δt .

$\sum Q$: flujo neto de entrada al nodo.

Por otro lado, de manera similar a los depósitos pueden representan los nodos de dimensiones iguales al depósito los orificios se pueden introducir como tales y son modelizados de manera automática por el programa SWMM cómo conductos equivalentes mediante la siguiente ecuación.

$$Q_0 = C_0 \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \dots\dots\dots \text{Ecuación 25}$$

Donde:

C_0 : coeficiente de descarga

A : área del orificio

g : gravedad

h : altura hidráulica en el orificio

Así mismo, para la realización de la conversión de orificio a un conducto se obtiene al igualar la ecuación anterior con la expresión de Manning.

$$n \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} = C_0 \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \dots\dots\dots \text{Ecuación 26}$$

Finalmente, en la resolución de las ecuaciones Saint Venant es necesaria la condición de contorno aguas abajo. Además, como y la restricción que presenta este aspecto obliga a la disposición de un solo conducto. Por lo tanto, los datos de entrada requeridos para este módulo son los siguientes

- Datos procedentes del módulo RUNOFF
- Duración de los incrementos de tiempo.
- Características de los colectores y alcantarillas.
- Características de los pozos.
- Depósitos de retención.
- Orificios.
- Condición de contorno aguas abajo.

1.5.18 Consideraciones a tener en cuenta para la interpretación de mapas

1.5.18.1 Pendientes

En el diseño de pistas se deberá prever pendientes longitudinales (Sl) y transversales (St) a fin de facilitar la concentración del agua que incide sobre el pavimento hacia extremos o bordes de la calzada. Las pendientes que considerar son:

- Pendiente Longitudinal (Sl) > 0.5 %
- Pendiente Transversal (St) de 2% a 4%.

1.5.18.2 Capacidades

Desde el punto de vista del diseño la capacidad de conducción de aguas lluvias de las calles se considerará como el valor mínimo de las siguientes dos capacidades alternativas: considerando el ancho máximo permitido de la sección inundada, o la cuneta llena y un factor de reducción por otros usos de la calle, de acuerdo a lo que se indica a continuación.

La capacidad de conducción de las calles, con la restricción de un ancho de inundación máxima de 1,0 m y pendiente transversal máxima de 4 % es muy reducida. En algunos casos se puede recurrir a pendientes transversales de mayor pendiente, ya sea para formar una cuneta simple, o como parte de una cuneta compuesta.

1.5.18.3 Velocidades

Para ello se tiene en consideración la tabla siguiente:

Tabla 9: Condiciones Máximas de Inundación para tormentas menores.

Tipo de Vía	Condiciones máximas de inundación permitida para tormentas mayores.
--------------------	--

Todos los tipos	✓ La inundación no debe alcanzar la línea de edificación ni en el nivel ni en la extensión.
	✓ La velocidad media flujo no debe sobrepasar los 2m/s
	✓ La velocidad media del agua en cualquier punto de la selección transversal de la calle no debe exceder de 0.3 m si la velocidad media es inferior a 1m/s, ni de 0.2 m si es mayor a 1.0 m/s.
Pasajes	✓ La profundidad no debe exceder de 0.2 m y la velocidad media debe ser inferior a 1,0 m/s.
Locales	✓ El nivel de agua no debe sobrepasar la solera.

Fuente: (Abanto C 2017).

Nota. en la tabla se muestra las condiciones máximas permitidas en el análisis de tormentas.

1.6 Definición de términos básicos

- **Aguas fluviales.** Están representadas por los ríos que ejercen su poderosa acción erosiva como disolvente o químico corrosivo, ejerciendo acción hidráulica y abrasión.
- **Áreas inundables.** El área que se encuentra dentro de los límites teóricos de las aguas durante las inundaciones extraordinarias, que ocurren con una frecuencia estadística de quinientos años, se define mediante estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como mediante el análisis de registros históricos de inundaciones y documentos que proporcionan evidencia de tales eventos. La zona inundable puede incluir áreas afectadas por inundaciones no ordinarias en lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos.
- **Área Mojada:** Es aplicable en canales y es entendida cómo la superficie que ocupa el agua en una sección que es perpendicular al flujo. La misma que está

definida en la parte superior por la línea de agua y en la parte inferior por el canal mismo.

- **Berma:** zona lateral del pavimento de las pistas o calzadas utilizada para la realización de paradas de emergencia y evitar la interrupción del tránsito en la vía.
- **Calzada:** es la porción de pavimento en qué se encuentra destinada a servir como superficie de rodadura vehicular.
- **Canal:** es un conducto abierto o cerrado que sirve para transportar agua de lluvia.
- **Capacidad hidráulica.** Estructura que permite la entrada de las aguas en el sistema pluvial.
- **Caudal.** Cantidad de fluido circulante a través de una sección del ducto pudiendo ser tubería cañería oleoducto río canal etcétera en una unidad de tiempo.
- **Coefficiente de escorrentía:** es el que indica la parte de la lluvia que escurre superficialmente
- **Coefficiente de fricción:** para el caso se considerará el coeficiente de rugosidad de Manning, el mismo que mide la resistencia al flujo en las canalizaciones.
- **Conductos:** estructura construida para conducir fluidos de un lugar a otro.
- **Cuenca:** área de terreno en la que actúan las precipitaciones pluviométricas y en las que las aguas drenan hacia una corriente.
- **Cuneta:** estructura hidráulica descubierta y estrecha en sentido de longitudinal destinada al transporte de aguas de lluvia coma y está situada al borde de cada calzada.
- **Drenaje urbano mayor:** sistema de drenaje pluvial encargado de evacuar caudales que se presentan con poca frecuencia y que además de utilizar el sistema de drenaje menor como en el alcantarillado pluvial utiliza las pistas delimitado por los sardineles de las veredas como canales de evacuación.

- **Drenaje urbano menor:** es un sistema de alcantarillado pluvial que evacua caudales que se presenta con una frecuencia de 2 a 10 años.
- **Drenaje urbano:** es un drenaje de poblados y ciudades siguiendo criterios urbanísticos.
- **Drenaje:** evacuar del terreno el agua no utilizable.
- **Duración de la lluvia** es el intervalo de tiempo medida entre el principio y el final de la lluvia y es expresada en minutos.
- **Escorrentía superficial:** describe al flujo de agua, lluvia, nieve u otras fuentes sobre la tierra considerado como el principal componente del ciclo del agua.
- **Expansión urbana:** desarrollo y expansión de una ciudad.
- **Intensidad de lluvia:** es el caudal de la precipitación pluvial en una superficie por unidad de tiempo se puede medir en milímetros por hora (mm/h) y también en litros por segundo por hectárea (l/s/Ha).
- **Inundación:** es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta.
- **Pluvial:** De la lluvia o que tiene relación con ella.
- **Precipitación:** es un fenómeno atmosférico que consiste en el aporte de agua a la tierra en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo.
- **Sumidero.** Estructura destinada a la captación de las aguas de lluvia, localizadas generalmente antes de las esquinas con el objeto de interceptar las aguas antes de la zona de tránsito de peatones. Generalmente están concentrados a los buzones de la inspección.
- **Tiempo de concentración.** Tiempo requerido para que una gota de agua caída en el extremo más lejano de la cuenca fluya hasta los primeros sumideros y de allí a través de los conductos hasta el punto considerado.
- **Velocidad de flujo.** Magnitud física de carácter vectorial que expresa la distancia recorrida por el fluido en la unidad de tiempo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis General

Las zonas inundables ocasionadas por las aguas pluviales influyen de manera considerable en la parte Noroeste del sector N° 11 – Cajamarca, año 2022.

3.2 Hipótesis Específica

- El modelamiento hidrológico y simulación de máximos caudales determinan la existencia de zonas de inundación en las cuadras 14 y 15 de la Av. Hoyos Rubio.
- El modelamiento hidráulico determina la existencia de zonas inundables en las cuadras 14 y 15 de la Av. Hoyos Rubio, Cajamarca.

3.2.1 Definición de Variables

Variable independiente: **Aguas pluviales**

Variable dependiente: **Zonas inundables**

3.3 Tipo, Nivel, Diseño y Método de Investigación

3.3.1 Tipo

Aplicada. Es aquella que se basa en resultados de la investigación básica, pura o fundamental, la misma que está orientada a resolver problemas de una comunidad, región o país (Ñaupas et al, 2018). En la presente investigación se tendrán que aplicar conocimientos de hidrología, softwares diversos para obtener los resultados buscados.

3.3.2 Nivel

El nivel será cuantitativo no experimental.

Es cuantitativo, puesto que el proceso es secuencial y probatorio, cada etapa depende de las anteriores, por lo tanto, no se puede omitir ninguna de ellas ni evitarlas, y se debe seguir un orden estricto (Hernández Sampieri 2014).

No experimental. Puesto que la investigación que se lleva a cabo sin manipular ninguna de las variables se refiere a estudios en los que no se realiza ningún cambio intencionado en las variables con el fin de observar su efecto en las demás (Hernández Sampieri 2014).

3.3.3 *Diseño*

El diseño utilizado será **transversal**, puesto que se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único y tiene como propósito describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. En la investigación propuesta, se recolectó los datos de las subcuencas y el sentido de los caudales en las cunetas, para identificar un solo caudal.

3.3.4 *Método de investigación*

Para la investigación propuesta, se siguieron los siguientes pasos:

- Identificación de las subcuencas de estudio y el sentido del caudal, para conocer, las subcuencas que alimentan al área de estudio.
- Se realizó el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Se consiguió la información hidrometeorológica.
- Se realiza el cálculo de los parámetros y características geométricos de cada subcuenca.
- Se realiza la prueba de bondad de Kolmogorov – Smirnov.
- Se realiza el análisis de frecuencias.
- Conversión de la precipitación máxima de 24 horas a intensidades.
- Se realizó el cálculo de las curvas IDF.

3.4 Población de estudio

La población se refiere al conjunto completo de unidades de estudio que poseen las características necesarias para ser consideradas como tales. Estas unidades pueden incluir individuos, objetos, grupos, eventos o fenómenos que exhiban las características requeridas para la investigación (Ñaupas et al. 2018). Para el desarrollo de la investigación propuesta, se ha considerado como población a las zonas urbanas de la ciudad de Cajamarca.

3.5 Muestra

La parte de la población que posee las características necesarias para la investigación es lo suficientemente clara como para evitar cualquier confusión, además, es no probabilístico, puesto que el investigador tiene un papel importante en la selección de las unidades muestrales en este tipo de muestreo. Se eligen según ciertas características relevantes para la investigación que se desea llevar a cabo. Los criterios más comunes son: muestreo por conveniencia, muestreo circunstancial y muestreo por cuotas (Ñaupas et al. 2018). La muestra considerada para esta investigación es la zona noroeste del sector N° 11 Cajamarca, la misma que se ha elegido de manera no probabilística.

3.6 Unidad de Análisis

Las unidades de análisis en una investigación son aquellas que tienen características similares y que se encuentran en un ámbito determinado. Empíricamente se podría decir que son las propiedades, características o cualidades de personas objetos o fenómenos o hechos a los cuales se aplican los instrumentos para medir las variables en investigación cada una de las áreas identificadas para la elaboración del estudio.

3.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.7.1 Técnicas

Encuesta. es una técnica que se aplica mediante un cuestionario a la población del lugar de estudio, con la finalidad de corroborar la información de interés, mediante esta técnica se

tiene indicios históricos de las áreas en donde se producen las inundaciones. (Arias y Covinos, 2021).

Observación participante. Esta técnica permite al investigador observar los fenómenos cuando están sucediendo realmente sin intervenir en su resultado, ya que se observa cómo se comportan en lugar de estudio. y se define así:

Durante la ejecución de la técnica, el investigador debe esforzarse por responder a las preguntas de quién, qué, dónde, cuándo, cómo y por qué alguien realizó una acción, indicando que los detalles son de gran importancia. Este conjunto de preguntas se centra en los datos más relevantes, que posteriormente ayudarán a interpretar adecuadamente la situación (Arias y Covinos, 2021).

Análisis documental. El análisis de documentos, también conocido como análisis documental, es un procedimiento de revisión que se lleva a cabo con el fin de obtener información del contenido de un documento específico. En este caso, los documentos deben ser fuentes primarias y principales que permitan al investigador recopilar datos y presentar sus resultados para concluir el estudio. Para este propósito, se utiliza una ficha de registro documental (Arias, Covinos 2021).

3.7.2 Instrumentos

Dentro de los instrumentos a utilizar se encuentran los siguientes:

- Sistema geográfico SIG.
- Estación total. Para realizar el levantamiento topográfico.
- GPS.
- Wincha.
- Cámara fotográfica.
- Estación meteorológica.

- Plano catastral.
- Computadora. Para registrar la información, etc.

3.8 Análisis e Interpretación de datos

3.8.1 Descriptiva

Se describirá los datos mediante cuadros y gráficos, mapas y plano. Etc.

3.8.2 Inferencial

Porque la información recogida será analizada, interpretada, y una vez realizada estos pasos, se sacarán las respectivas conclusiones.

3.8.3 Software

Durante el desarrollo de la misma se utilizarán programas como:

- Word.
- Excel.
- AutoCAD Civil 3D.
- Programas de modelamiento como el SWMM, etc.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación espacial

El área objeto de investigación, se encuentra en el sector Sur de la ciudad de Cajamarca ver anexo 5. delimitada por el:

✓ Norte: Av. Hoyos Rubio.

✓ Sur: Jr. Luis Ortiz Sánchez.

✓ Este: Av. Vía Arterial.

✓ Oeste: Jr. Camilo Blas.

Tabla 10: Coordenadas referidas al Datum Wgs84 Zona 17 Sur, proyección normal de Mercator

PUNTO	NORTE	ESTE
P1	9209126.74	775694.63
P2	9208764.32	775939.52
P3	9209038.45	776402.01
P4	9209331.77	776257.43

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la tabla mostrada se puede observar los puntos correspondientes a la zona de estudio. ver anexo

4.2 Procedimiento

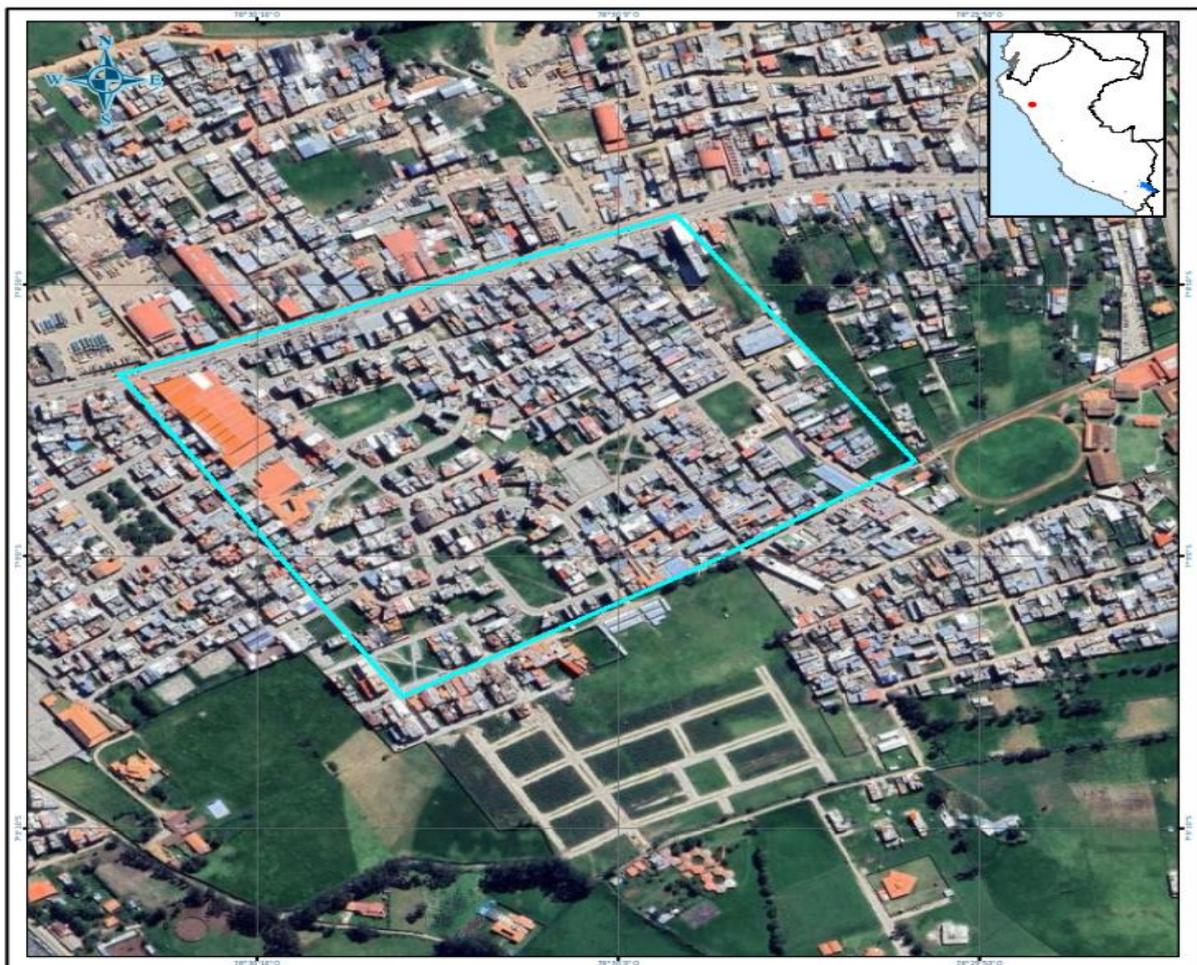
A continuación, se describirán todos los pasos del proceso de la investigación desde la recolección de datos, el procesamiento de estos para hallar los datos requeridos que el software requiere para finalmente simular y realizar un análisis con el objeto de la investigación.

En la figura se muestra la topografía de la zona de estudio y las curvas de nivel a una y qué distancia de 2 m.

4.2.1.2 Imágenes satelitales

La imagen satelital se usará en la investigación para encontrar las áreas de las subcuencas a estudiar esto mediante la descarga de una imagen satelital georreferenciada desde el software Google Earth, una vez cargada en el programa SWMM podemos comenzar a calcular todas las áreas en estudio al igual que las áreas por cada uso de suelo que encontramos dentro de cada sub-cuenca.

Figura 13: Imagen satelital de la zona de estudio



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la figura se muestra una imagen satelital de la zona de estudio en la actualidad.

4.2.1.3 Información hidrometeorológica

La información necesaria proviene de la estación Augusto Weberbauer, estación meteorológica activa con datos de más de 20 años de funcionamiento, la información requerida básicamente es de precipitaciones máximas de 24 horas.

Tabla 11: Precipitaciones máximas de 24horas de la estación Augusto Weberbauer Cajamarca

Año	Pmáx 24h	Año	Pmáx 24h	Año	Pmáx 24h
1934	36.1	1962	16.4	1990	25.4
1935	25.3	1963	23.4	1991	29.7
1936	29	1964	29.5	1992	17.7
1937	22	1965	42.4	1993	22.5
1938	26.6	1966	26	1994	28.5
1939	37.8	1967	29.6	1995	20.6
1940	26.2	1968	25.2	1996	35.1
1941	29.1	1969	28.6	1997	27.6
1942	47.7	1970	64	1998	31.7
1943	26.8	1971	37.9	1999	38.8
1944	25.8	1972	36.5	2000	36.1
1945	31.2	1973	40.5	2001	28.2
1946	26.9	1974	18.1	2002	22.3
1947	40	1975	28	2003	20.8
1948	37.3	1976	28.8	2004	28.1
1949	33.8	1977	39.3	2005	20.2
1950	38.1	1978	18.1	2006	20.6
1951	45	1979	28	2007	25.4
1952	47	1980	28.8	2008	27
1953	41.6	1981	39.3	2009	22.2
1954	24.1	1982	30.5	2010	36.4
1955	51	1983	28.1	2011	27.7
1956	58.1	1984	27.6	2012	27.9
1957	21.3	1985	19.8	2013	35.3
1958	39.6	1986	27.4	2014	24.4
1959	30.5	1987	24.3	2015	25.4
1960	27.9	1988	18.2	2016	32.4
1961	38.8	1989	30	2017	51.8

Fuente: SENHAMI (2023).

Nota. En la tabla se muestra la data de las tensiones máximas de 24 horas desde el año 1934 al 2017.

4.2.1.4 Parámetros y Características Geométricas de cada subcuenca

Cada subcuenca cuenta con parámetros que sirven para establecer el comportamiento de la escorrentía:

Figura 14: Parámetros y características clasificadas de la zona



Fuente: elaboración propia

Nota. En la figura se muestra el sentido de los caudales. (2023).

Tabla 12: Características de cada área tributaria

Área tributaria	Área (m²)	Área (Ha)	Longitud de flujo (m)	Ancho (m)	Pendiente (%)
At-1	184.80	0.018	84.49	2.187	1.59
At-2	1011.85	0.101	288.99	3.501	0.50
At-3	203.73	0.020	82.14	2.480	0.145
At-4	409.21	0.041	165.16	2.478	0.01
At-5	86.07	0.009	54.17	1.589	0.11
At-6	34.50	0.003	40.27	0.857	0.05
At-7	128.45	0.013	64.39	1.995	0.145
At-8	51.40	0.005	64.66	0.795	0.08
At-9	59.81	0.006	63.06	0.948	0.08
At-10	28.32	0.003	30.1	0.941	2.06
At-11	24.52	0.002	52.09	0.471	2.46
At-12	37.33	0.004	29.8	1.253	1.76
At-13	30.13	0.003	41.71	0.722	3.09
At-14	40.18	0.004	28.78	1.396	2.93
At-15	58.69	0.006	31.7	1.851	0.45
At-16	56.73	0.006	46.030	1.232	0.87
At-17	251.09	0.025	89.92	2.792	4.99
At-18	112.95	0.011	52.16	2.165	2.395
At-19	98.40	0.010	98.17	1.002	2.48
At-20	128.43	0.013	66.43	1.933	2.86
At-21	105.30	0.011	128.73	0.818	2.16
At-22	60.89	0.006	79.25	0.768	2.19
At-23	5.54	0.001	16.71	0.331	2.475
At-24	123.00	0.012	81.07	1.517	0.06
At-25	26.55	0.003	40.13	0.662	0.55
At-26	114.54	0.011	81.21	1.410	2.04
At-27	39.42	0.004	40.11	0.983	3.11
At-28	45.43	0.005	53.93	0.842	3.33
At-29	29.58	0.003	30.56	0.968	0.10
At-30	196.62	0.020	132.87	1.480	0.10
At-31	147.22	0.015	138.16	1.066	0.02
At-32	27.70	0.003	25.46	1.088	0.07
At-33	22.29	0.002	24.54	0.908	0.44
At-34	95.63	0.010	88.75	1.077	0.02
At-35	35.10	0.004	24.92	1.409	0.03
At-36	97.64	0.010	88.27	1.106	0.05
At-37	27.42	0.003	30.35	0.904	0.04
At-38	70.88	0.007	87.29	0.812	0.05
At-39	70.62	0.007	46.53	1.518	0.10
At-40	46.03	0.005	24.33	1.892	0.07
At-41	102.82	0.010	66.16	1.554	0.02
At-42	106.70	0.011	54.68	1.951	1.08
At-43	21.68	0.002	39.63	0.547	0.96

At-44	96.34	0.010	69.87	1.379	0.11
At-45	114.32	0.011	76.94	1.486	0.91
At-46	5.40	0.001	30.03	0.180	3.11
At-47	66.44	0.007	77.5	0.857	0.03
At-48	162.60	0.016	82.05	1.982	0.59
At-49	23.18	0.002	53.95	0.430	0.17
At-50	63.37	0.006	58.16	1.090	0.24
At-51	26.47	0.003	24.47	1.082	0.25
At-52	78.04	0.008	67.36	1.159	1.39
At-53	25.96	0.003	24.56	1.057	0.07
At-54	95.64	0.010	76.88	1.244	1.76
At-55	9.90	0.001	30.03	0.330	1.01
At-56	112.71	0.011	81.95	1.375	0.95
At-57	104.59	0.010	60.51	1.728	1.7
At-58	21.79	0.002	24.67	0.883	1.42
At-59	158.27	0.016	70.31	2.251	2.91
At-60	75.69	0.008	68.40	1.107	3.01
At-61	23.68	0.002	30.02	0.789	3.6
At-62	14.21	0.001	33.05	0.430	2.62
At-63	114.59	0.011	69.19	1.656	3.28
At-64	34.40	0.003	25.22	1.364	3.52
At-65	88.31	0.009	68.11	1.297	3.22
At-66	29.09	0.003	27.54	1.056	3.43
At-67	124.62	0.012	50.69	2.459	2.69
At-68	91.20	0.009	54.2	1.683	0.02
At-69	59.56	0.006	51.3	1.161	2.37
At-70	138.27	0.014	112.2	1.232	0.7
At-71	30.12	0.003	37.61	0.801	2.74
At-72	181.99	0.018	111.09	1.638	2
At-73	48.38	0.005	34.88	1.387	0.02
At-74	103.07	0.010	57.4	1.796	2.24
At-75	151.01	0.015	81.28	1.858	2.46
At-76	27.07	0.003	39.15	0.692	0.04
At-77	93.82	0.009	77.84	1.205	1.4
At-78	151.28	0.015	96.56	1.567	1.87
At-79	229.08	0.023	52.54	4.360	2.3
At-80	286.71	0.029	88.75	3.230	1.77
At-81	99.94	0.010	45.42	2.200	1.39
At-82	99.38	0.010	88.83	1.119	2.07
At-83	108.19	0.011	57.11	1.894	0.95
At-84	149.77	0.015	99.19	1.510	2.35
At-85	105.87	0.011	41.66	2.541	3.16
At-86	63.96	0.006	77.65	0.824	2.42
At-87	71.46	0.007	44.75	1.597	2.38
At-88	112.60	0.011	85.47	1.317	2.04
At-89	99.49	0.010	46.74	2.129	1.02
At-90	96.88	0.010	86.09	1.125	2.14

At-91	118.98	0.012	85.36	1.394	2.16
At-92	127.41	0.013	83.14	1.532	2.25
At-93	51.90	0.005	46.05	1.127	1.14
At-94	53.00	0.005	44.84	1.182	1.14
At-95	39.62	0.004	34.8	1.139	1.31
At-96	20.90	0.002	44.06	0.474	2.04
At-97	116.77	0.012	79.44	1.470	1.15
At-98	151.43	0.015	87.89	1.723	1.22
At-99	54.45	0.005	43.99	1.238	2.35
At-100	263.27	0.026	180.27	1.460	0.87
At-101	43.39	0.004	34.93	1.242	2.33
At-102	343.75	0.034	172.93	1.988	0.13
At-103	33.53	0.003	39.6	0.847	0.01
At-104	49.89	0.005	43.68	1.142	0.01
At-105	181.44	0.018	98.25	1.847	0.78
At-106	137.23	0.014	98.22	1.397	1.33
At-107	30.71	0.003	43.28	0.710	2.04
At-108	300.28	0.030	162.55	1.847	1.15
At-109	339.14	0.034	161.7	2.097	0.07
At-110	50.80	0.005	44.32	1.146	0.01
At-111	107.76	0.011	65.99	1.633	2.31
At-112	50.24	0.005	41.83	1.201	1.54
At-113	245.54	0.025	161.03	1.525	0.33
At-114	302.60	0.030	161.15	1.878	0.02
At-115	55.76	0.006	43.63	1.278	0.02
At-116	1173.01	0.117	320.88	3.656	1.63
At-117	106.90	0.011	47.81	2.236	2.28
At-118	1406.31	0.141	350.12	4.017	0.84
At-119	285.66	0.029	135.01	2.116	2.15
At-120	123.77	0.012	77.11	1.605	0.01
At-121	22.45	0.002	30.35	0.740	0.63

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la tabla se muestra las áreas tributarias de la zona de estudio, longitud del flujo el ancho y la pendiente. Procesamiento de la información.

4.2.1.5 Análisis de datos dudosos (Outliers) — Water Resources Council

A la información disponible se le aplica un tratamiento de remoción de Outliers. Así mismo, Estos Outliers son definidos por observaciones que se alejan significativamente de la

mayor parte de los datos, que pueden ser debido a errores en la recopilación de datos, grabación de datos o por causas naturales, provocando dificultades al ajuste de una distribución de datos.

Para detectar los datos dudosos, se calcularán los umbrales superior e inferior de la serie de precipitación máxima en 24h.

$$Y_H = \exp(\bar{y} + K_n * \sigma) ; Y_H = \bar{y} + K_n * \sigma$$

$$Y_L = \exp(\bar{y} - K_n * \sigma) ; Y_L = \bar{y} - K_n * \sigma$$

$$K_n = -3.62201 + 6.28446n^{1/4} - 2.49835n^{1/2} + 0.491436n^{3/4} - 0.037911n \dots\dots Ecuación 27$$

YH: Umbral superior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

YL: Umbral inferior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

\bar{y} : Promedio de los logaritmos de las precipitaciones máximas.

δ : Desviación estándar de los logaritmos de precipitaciones máx.

Kn: Valor tabulado para una muestra de tamaño n.

Tabla 13: Análisis de datos dudosos (Outliers)

Año	Pmáx 24h	Log	Año	Pmáx 24h	Log	Año	Pmáx 24h	Log
1934	36.1	1.56	1962	16.4	1.21	1990	25.4	1.40
1935	25.3	1.40	1963	23.4	1.37	1991	29.7	1.47
1936	29	1.46	1964	29.5	1.47	1992	17.7	1.25
1937	22	1.34	1965	42.4	1.63	1993	22.5	1.35
1938	26.6	1.42	1966	26	1.41	1994	28.5	1.45
1939	37.8	1.58	1967	29.6	1.47	1995	20.6	1.31
1940	26.2	1.42	1968	25.2	1.40	1996	35.1	1.55
1941	29.1	1.46	1969	28.6	1.46	1997	27.6	1.44
1942	47.7	1.68	1970	64	1.81	1998	31.7	1.50
1943	26.8	1.43	1971	37.9	1.58	1999	38.8	1.59
1944	25.8	1.41	1972	36.5	1.56	2000	36.1	1.56
1945	31.2	1.49	1973	40.5	1.61	2001	28.2	1.45
1946	26.9	1.43	1974	18.1	1.26	2002	22.3	1.35
1947	40	1.60	1975	28	1.45	2003	20.8	1.32
1948	37.3	1.57	1976	28.8	1.46	2004	28.1	1.45
1949	33.8	1.53	1977	39.3	1.59	2005	20.2	1.31
1950	38.1	1.58	1978	18.1	1.26	2006	20.6	1.31
1951	45	1.65	1979	28	1.45	2007	25.4	1.40

1952	47	1.67	1980	28.8	1.46	2008	27	1.43
1953	41.6	1.62	1981	39.3	1.59	2009	22.2	1.35
1954	24.1	1.38	1982	30.5	1.48	2010	36.4	1.56
1955	51	1.71	1983	28.1	1.45	2011	27.7	1.44
1956	58.1	1.76	1984	27.6	1.44	2012	27.9	1.45
1957	21.3	1.33	1985	19.8	1.30	2013	35.3	1.55
1958	39.6	1.60	1986	27.4	1.44	2014	24.4	1.39
1959	30.5	1.48	1987	24.3	1.39	2015	25.4	1.40
1960	27.9	1.45	1988	18.2	1.26	2016	32.4	1.51
1961	38.8	1.59	1989	30	1.48	2017	51.8	1.71

2588.7

Suma		
Número de registros	84	
Precipitación media	30.82	
Precipitación máx.	64.00	
Precipitación mínima	16.40	
Desviación estándar de la muestra	9.16	
Media de logaritmos de registros	1.47	
Desviación estándar de logaritmos de registros	0.12	
Coficiente al nivel de significación de 10%	2.961	
Logaritmo del límite superior	1.83	
Logaritmo de límite inferior	1.11	
Límite superior	67.795	Ok
Límite inferior	12.938	Ok

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la tabla se puede mostrar el análisis de los datos dudosos desde el año 1934 hasta el 2017.

Tabla 14: Valores de K_n para la prueba de datos dudosos

n	K_n	n	K_n	n	K_n	n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.7	80	2.94
15	2.247	29	2.549	43	2.71	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.76	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.65	55	2.804		

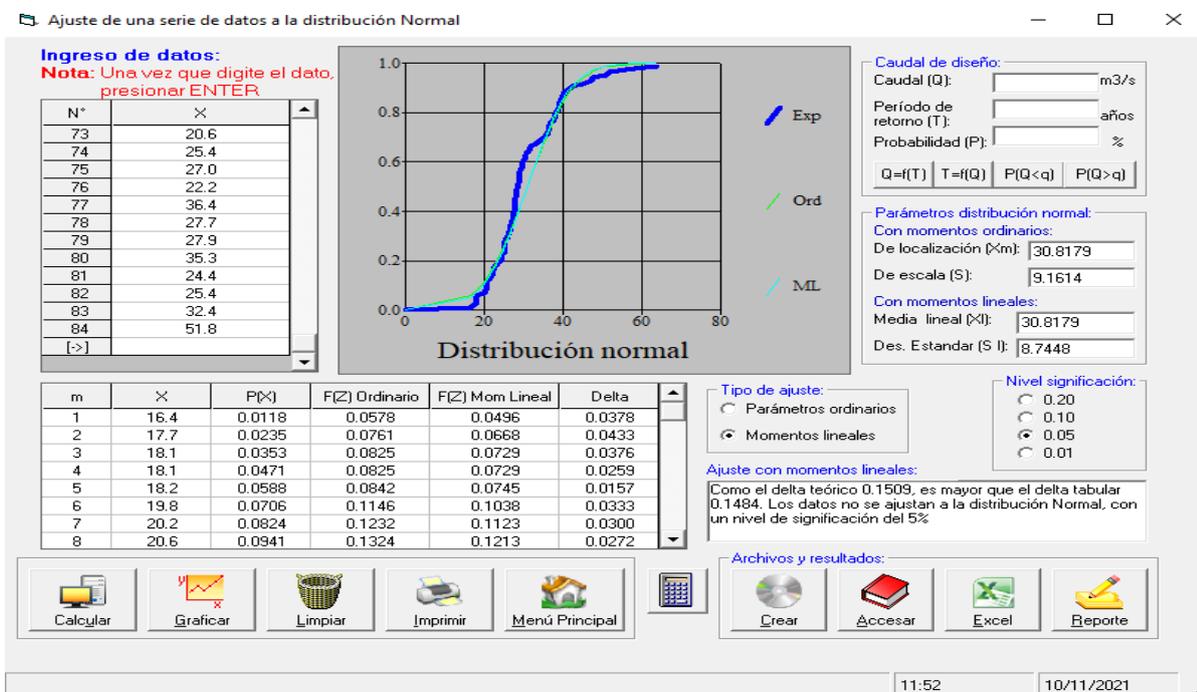
Fuente U.S. Water Resources y elaboración propia (2023).

Nota. En la tabla mostrada se puede observar el valor n , el cual viene a ser el número de datos de $P_{máx} 24$, lo cual tiene un coeficiente “ kn ” al nivel de significación de 10%.

4.2.1.6 Análisis de frecuencias

El análisis de frecuencias se basa en las diferentes distribuciones de frecuencia usadas en análisis de eventos hidrológicos máximos. El ajuste de las $P_{máx} 24h$. se hace con momentos lineales. Las distribuciones de frecuencia más usuales, en el caso de eventos máximos son:

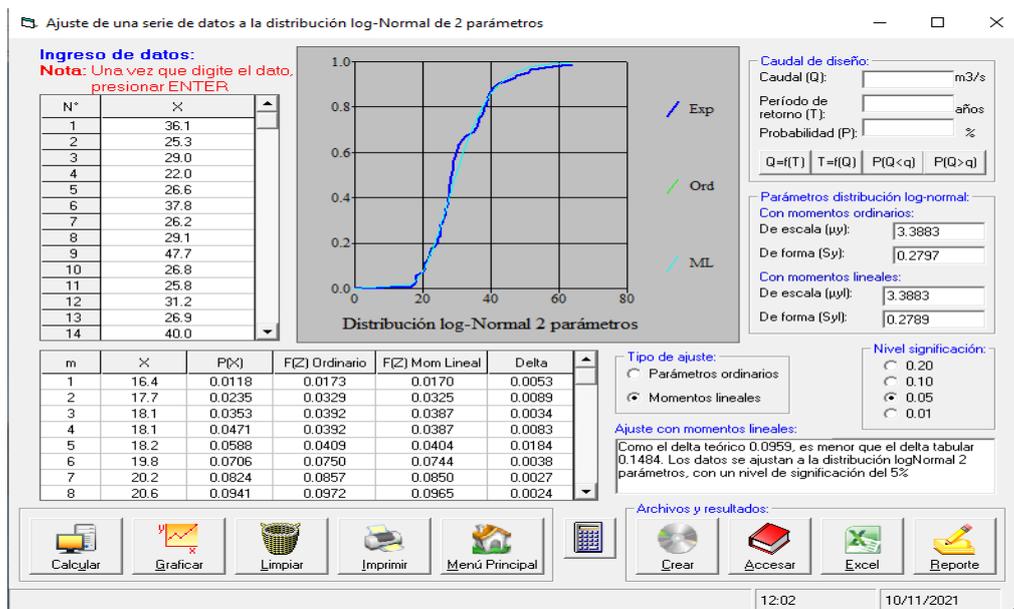
Figura 15: Ajuste de las $P_{máx} 24h$ a la distribución Normal



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la figura se puede observar el ajuste de las precipitaciones máximas de 24 horas a la distribución normal.

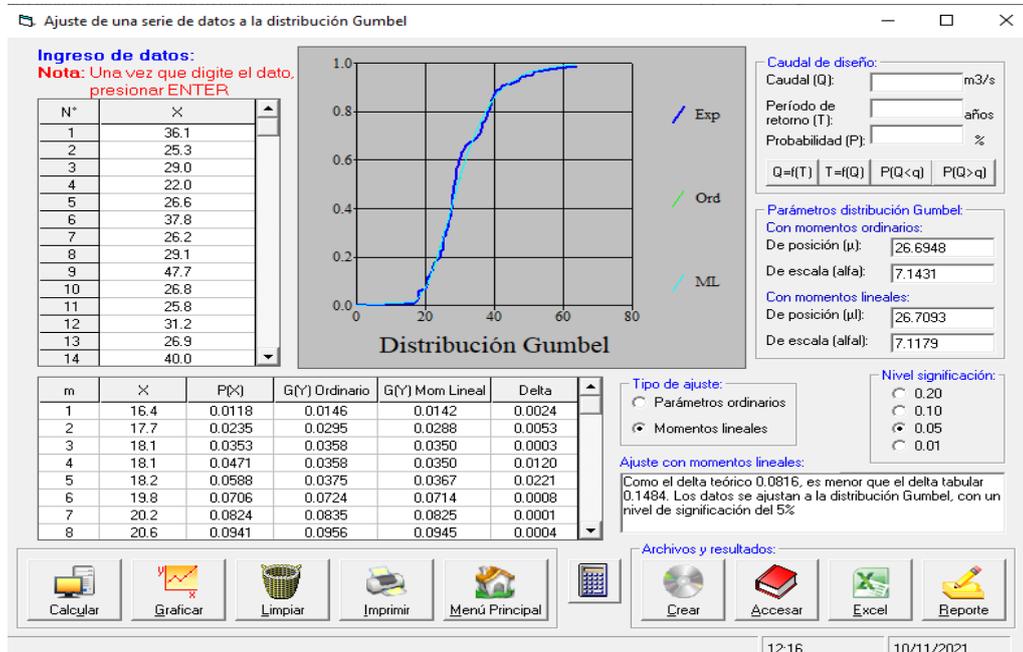
Figura 16: Ajuste de las Pmáx. 24h a la distribución Log-Normal (2 parámetros)



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Figura se muestra la distribución de las precipitaciones máximas de 24 horas Log-Normal (2 parámetros).

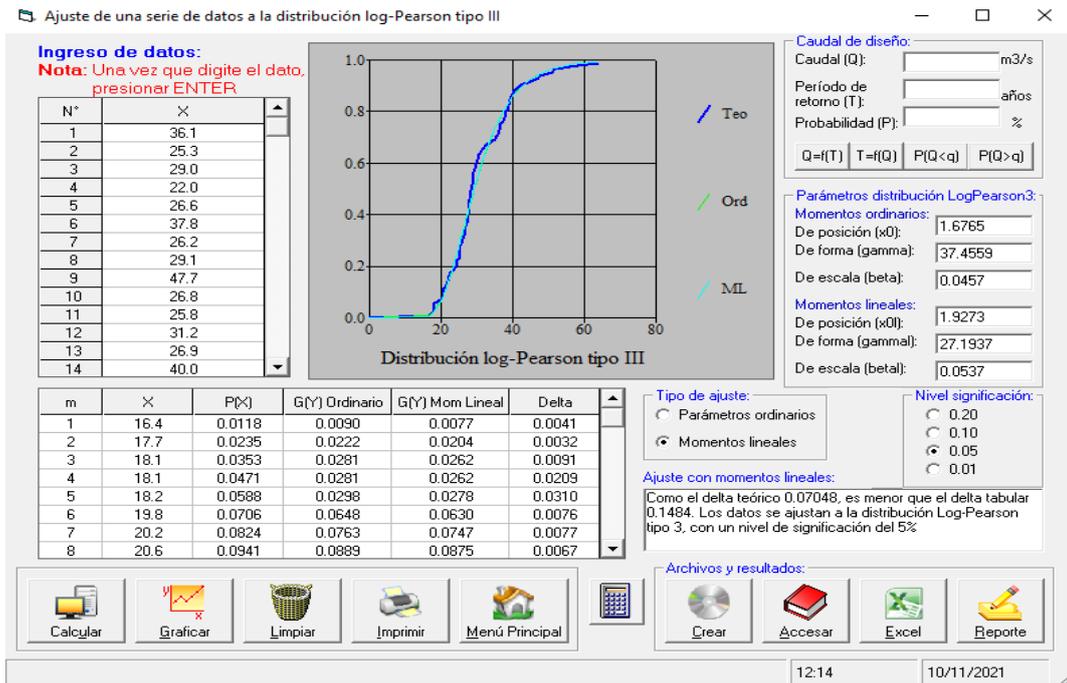
Figura 17: Ajuste de las Pmáx. 24h a la distribución Gumbel



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la figura se puede mostrar el ajuste de las precipitaciones máximas a 24 horas a la distribución Gumbel.

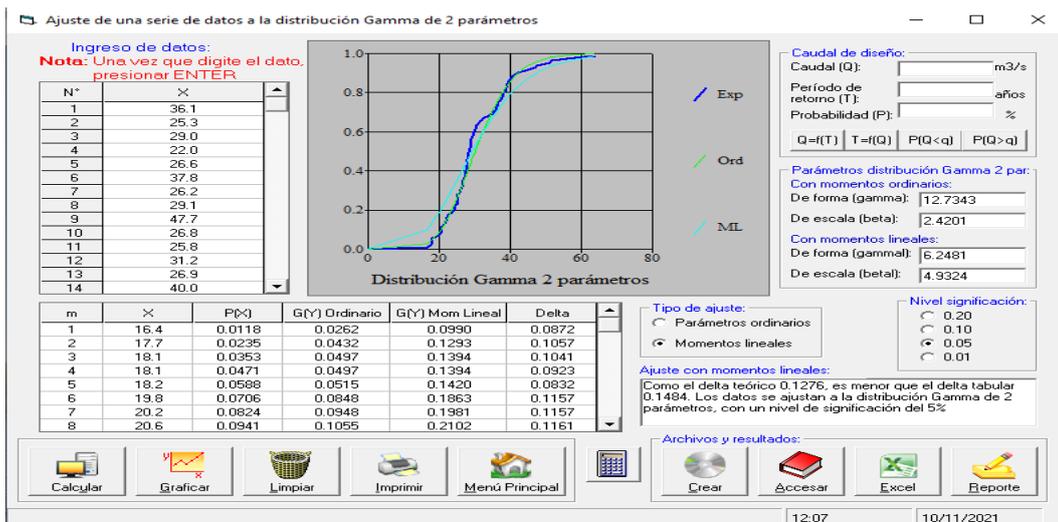
Figura 18: Ajuste de las P_{máx.} 24h a la distribución Log Pearson III



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la figura se puede mostrar el ajuste de las precipitaciones máximas de 24 horas a la distribución Log Pearson III.

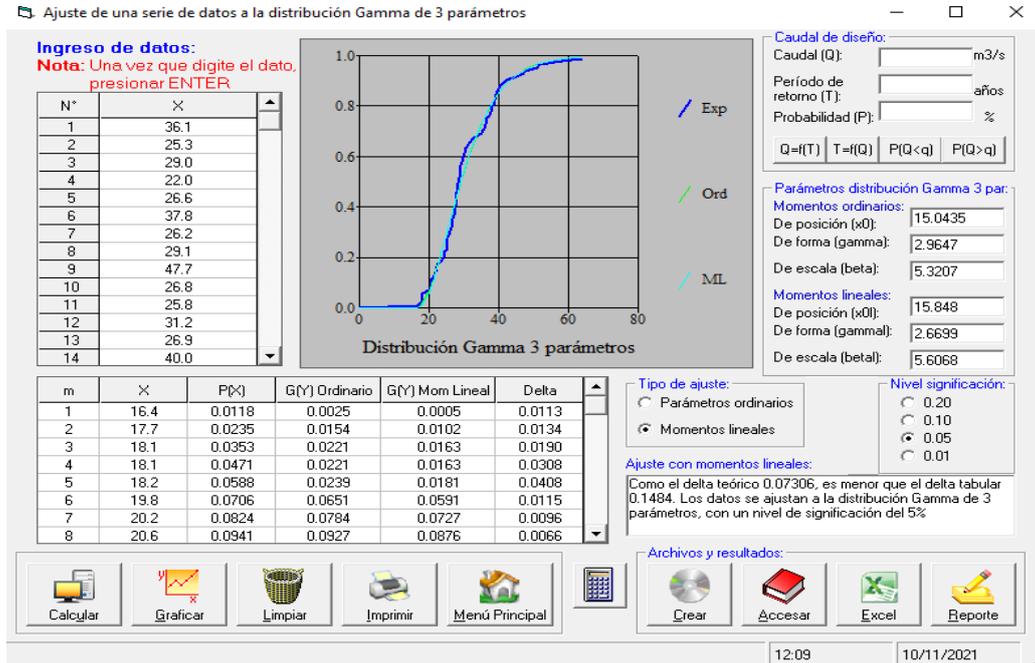
Figura 19: Ajuste de las P_{máx.} 24h a la distribución Gamma (2 Parámetros)



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La figura se puede mostrar el ajuste de las precipitaciones máximas de 24 horas a la distribución gamma 2 parámetros.

Figura 20: Ajuste de las Pmáx. 24h a la distribución Gamma (3 Parámetros)



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Ahora se puede mostrar el ajuste de las precipitaciones máximas a 24 horas en la distribución gamma 3 parámetros.

Tabla 15: Resultados del ajuste a las precipitaciones máximas de 24 horas

Distribuciones	Delta teórico	Delta tabular
Normal	0.151	0.1484
Log-Normal 2 parámetros	0.096	0.1484
Gamma 2 parámetros	0.128	0.1484
Gamma 3 parámetros	0.073	0.1484
Log Pearson tipo III	0.070	0.1484
Gumbel	0.082	0.1484
Log Gumbel	0.083	0.1484

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Se escoge la distribución Log Pearson III, debido a que el delta teórico es menor.

4.2.1.7 Prueba de bondad de ajuste. Se tiene a Prueba Kolmogorov — Smirnov

Método por el cual se comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, así mismo, permite elegir la más representativa, es decir la de mejor ajuste. Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada $F_0(xm)$ y la estimada $F(xm)$, con un valor crítico que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado

$$D = \frac{Máx}{F_0(xm)-F(xm)} \dots\dots\dots \text{Ecuación 28}$$

La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_0(xm) = \frac{1-m}{n+1} \dots\dots\dots \text{Ecuación 29}$$

m = Numero de orden de dato xm en una lista de mayor a menor

n = Número total de datos.

Tabla 16: Valores críticos para la prueba de Kolmogorov Smirnov

TAMAÑO DE LA MUESTRA	$\alpha= 0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
35	0.2	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Se utilizó un nivel de significancia de 0.05, los resultados de la prueba de Kolmogorov Smirnov se muestra en la (tabla 16).

Esta prueba tiene la ventaja sobre la prueba Chi- Cuadrado de que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos.

Chi-Cuadrado de Pearson (Karl Pearson en 1900) es menos potente que la de Kolmogorov- Smirnov y la de Anderson- Darling debido a que trabaja con datos agrupados debido al agrupamiento, hay pérdida de información ("estadística básica Un enfoque no paramétrico" José M, Cap. 3).

4.2.1.8 Corrección de la precipitación máxima.

Según la OMM (Organización Meteorológica Mundial) recomienda factores de ajuste para las P_{máx} 24.

Tabla 17: Factores de ajuste para las P_{máx} 24h

Factor de ajuste de la frecuencia de observaciones diaria						
Numero de observaciones/día	1	2	3--4	5--8	9--24	<24
Factor de ajuste	1,13	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la tabla se puede mostrar el ajuste de las precipitaciones máximas de 24 horas.

Tabla 18: P_{máx} 24h. Corregidas con el factor de ajuste.

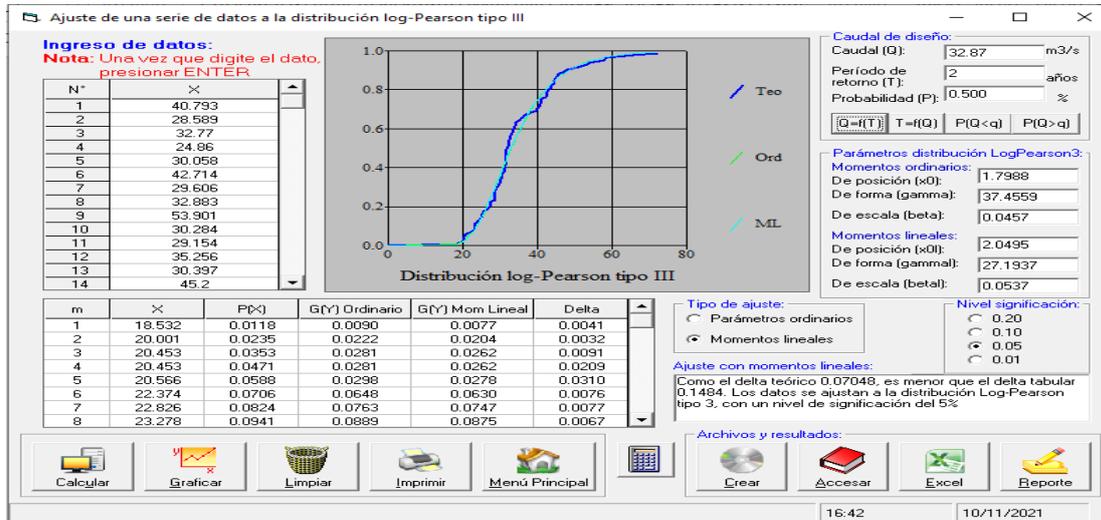
Año	P _{máx} 24h	Año	P _{máx} 24h	Año	P _{máx} 24h
1934	40.79	1963	26.44	1992	20.00
1935	28.59	1964	33.34	1993	25.43
1936	32.77	1965	47.91	1994	32.21
1937	24.86	1966	29.38	1995	23.28
1938	30.06	1967	33.45	1996	39.66
1939	42.71	1968	28.48	1997	31.19
1940	29.61	1969	32.32	1998	35.82
1941	32.88	1970	72.32	1999	43.84
1942	53.90	1971	42.83	2000	40.79
1943	30.28	1972	41.25	2001	31.87
1944	29.15	1973	45.77	2002	25.20
1945	35.26	1974	20.45	2003	23.50

1946	30.40	1975	31.64	2004	31.75
1947	45.20	1976	32.54	2005	22.83
1948	42.15	1977	44.41	2006	23.28
1949	38.19	1978	20.45	2007	28.70
1950	43.05	1979	31.64	2008	30.51
1951	50.85	1980	32.54	2009	25.09
1952	53.11	1981	44.41	2010	41.13
1953	47.01	1982	34.47	2011	31.30
1954	27.23	1983	31.75	2012	31.53
1955	57.63	1984	31.19	2013	39.89
1956	65.65	1985	22.37	2014	27.57
1957	24.07	1986	30.96	2015	28.70
1958	44.75	1987	27.46	2016	36.61
1959	34.47	1988	20.57	2017	58.53
1960	31.53	1989	33.90	Media	34.82
1961	43.84	1990	28.70	Desv. Est.	10.35
1962	18.53	1991	33.56	Máx.	72.32
				Mín.	18.53

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Estas P_{máx} corregidas con el factor 1.13, servirán para hallar las precipitaciones máximas de 24 horas con un periodo de 10 años con la distribución de ajuste Log-Pearson III.

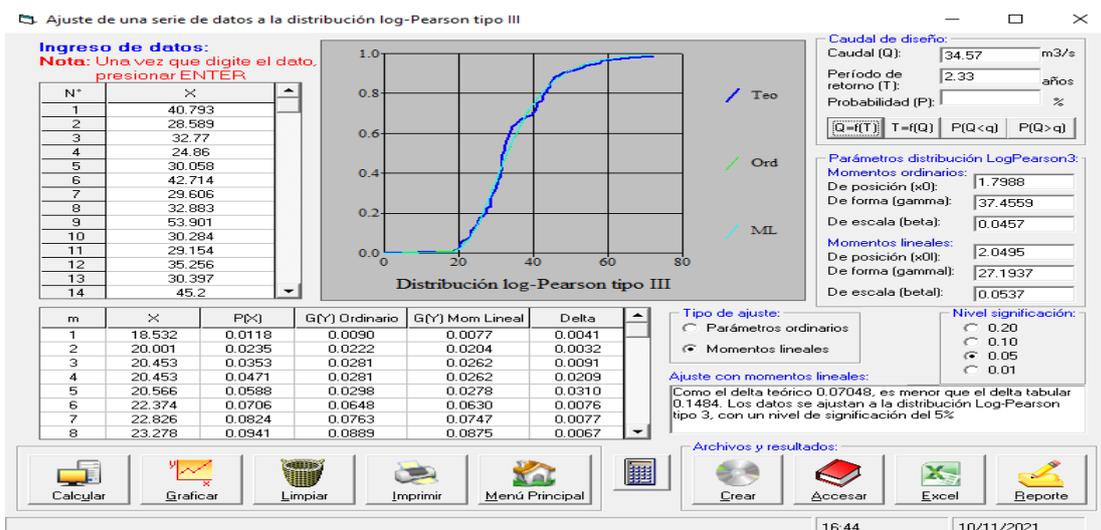
Figura 21: Pmáx. 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 2 años



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La figura se puede mostrar en las precipitaciones de 24 horas con la distribución log Pearson 3 en un periodo de retorno de 2 años.

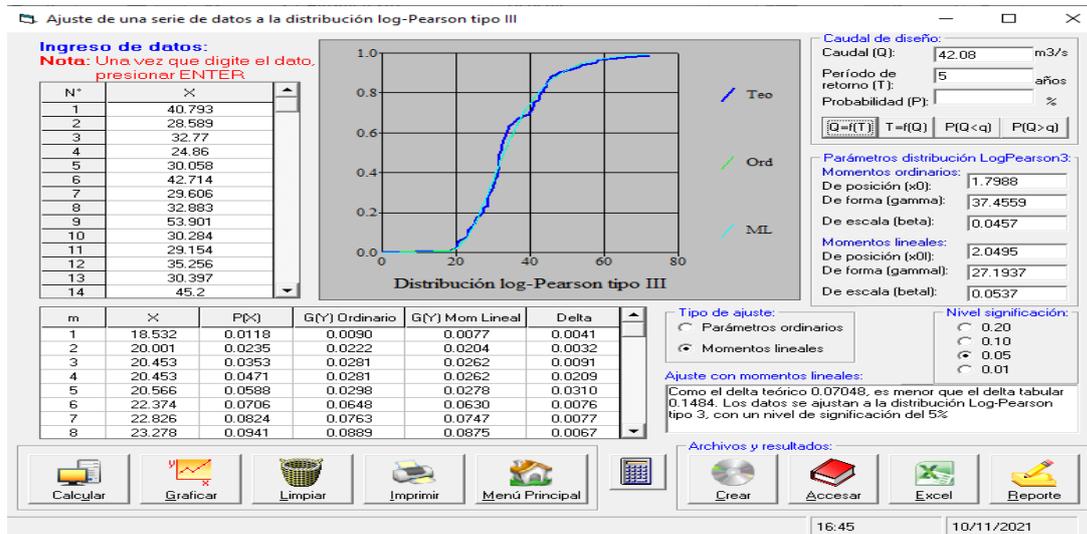
Figura 22: Pmáx. 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 2.33 años



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La figura se puede mostrar en las precipitaciones de 24 horas con la distribución log Pearson 3 en un periodo de retorno de 2.33 años.

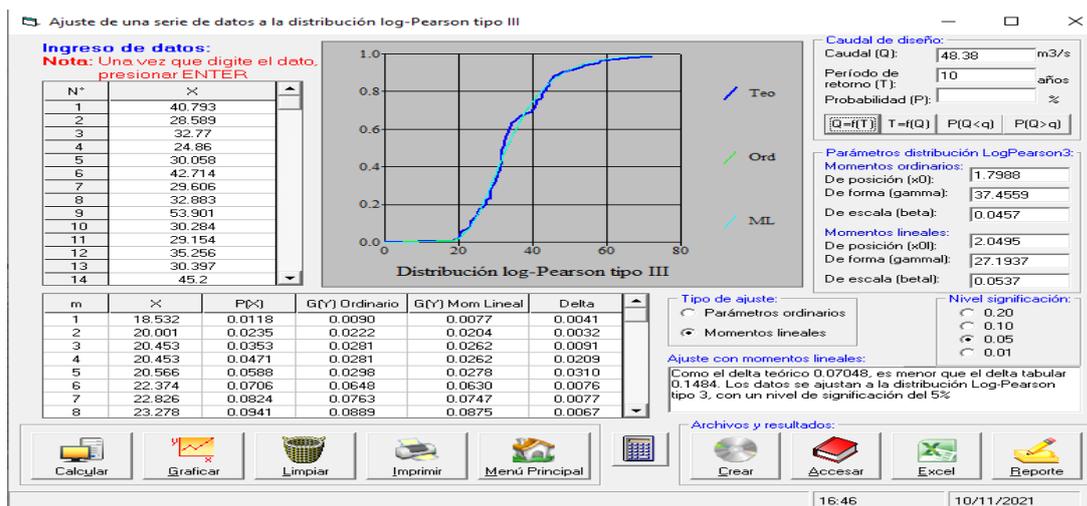
Figura 23: Pmáx. 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 5 años



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La figura se puede mostrar en las precipitaciones de 24 horas con la distribución log Pearson 3 en un periodo de retorno de 5 años.

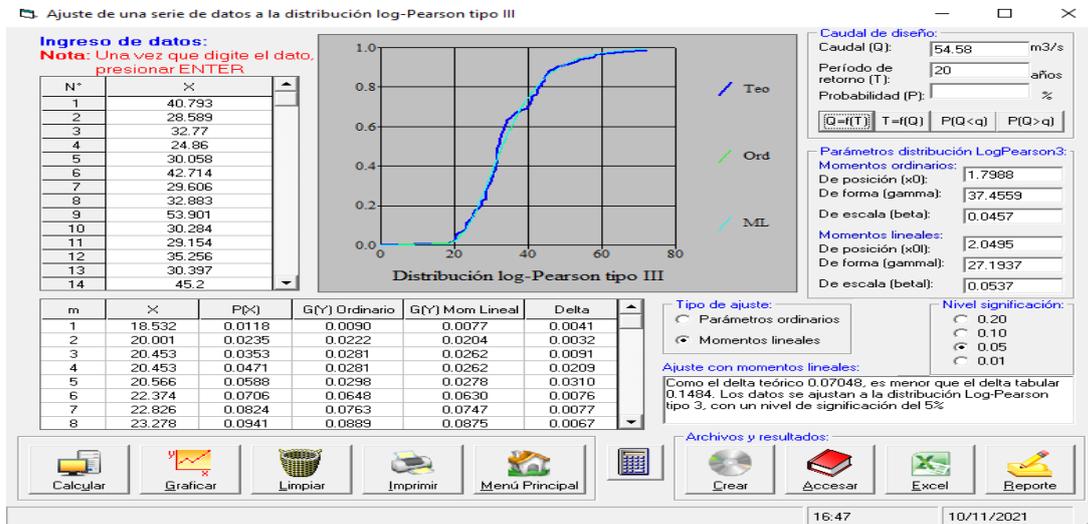
Figura 24: Pmáx. 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La figura se puede mostrar en las precipitaciones de 24 horas con la distribución log Pearson 3 en un periodo de retorno de 10 años.

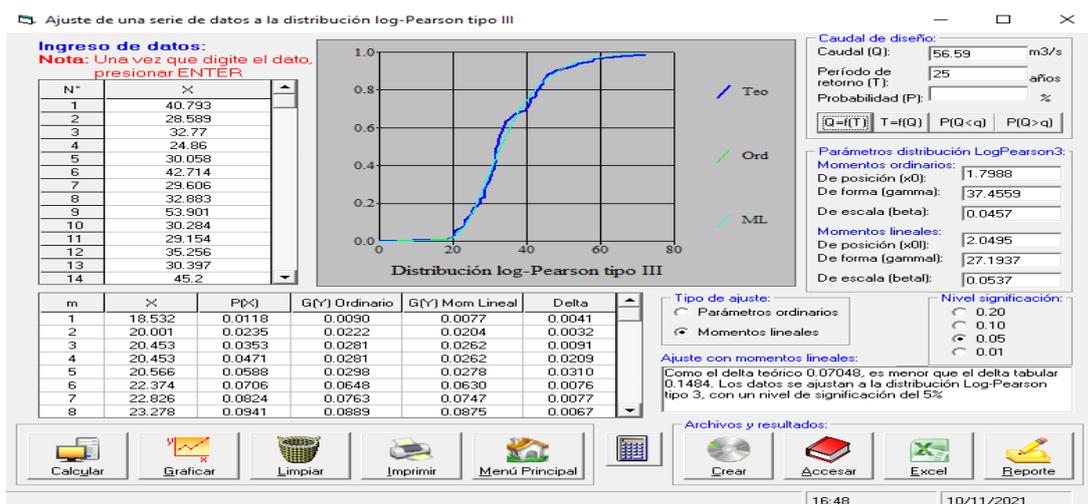
Figura 25: Pmáx. 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 20 años



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La figura se puede mostrar en las precipitaciones de 24 horas con la distribución log Pearson 3 en un periodo de retorno de 20 años.

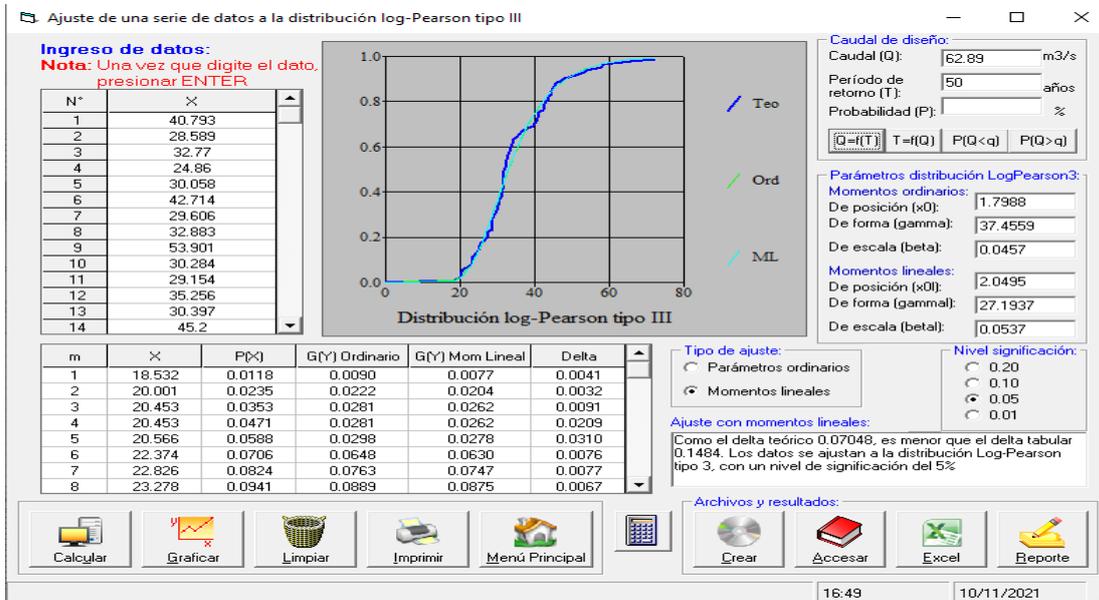
Figura 26: Pmáx. 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 25 años



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La figura se puede mostrar en las precipitaciones de 24 horas con la distribución log Pearson 3 en un periodo de retorno de 25 años.

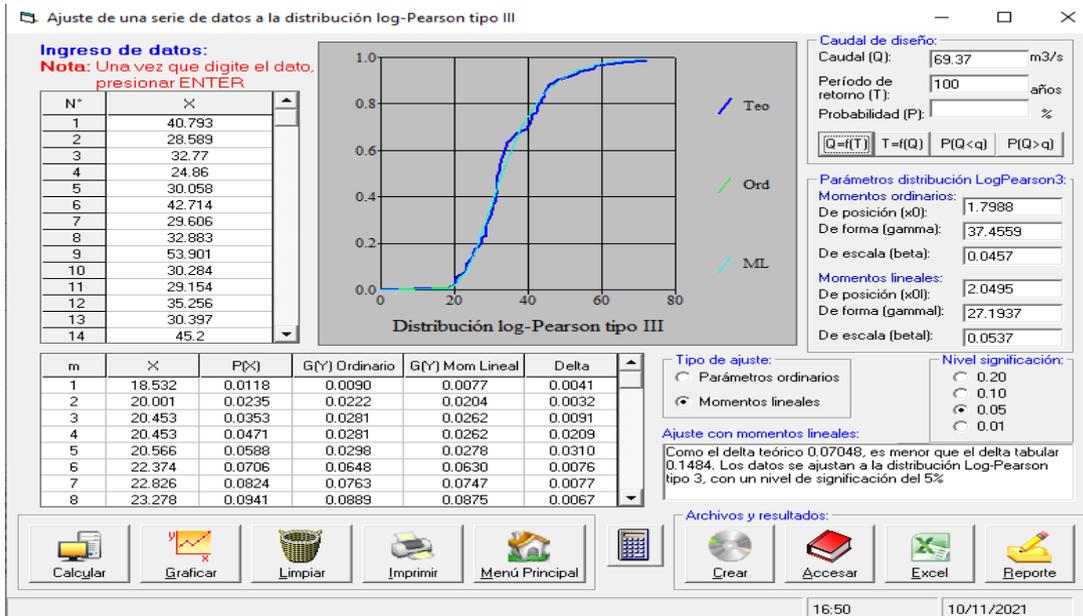
Figura 27: Pmáx. 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 50 años



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La figura se puede mostrar en las precipitaciones de 24 horas con la distribución log Pearson 3 en un periodo de retorno de 50 años.

Figura 28: Pmáx. 24h con la distribución Log- Pearson III para un periodo de retorno de 100 años



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La figura se puede mostrar en las precipitaciones de 24 horas con la distribución log Pearson 3 en un periodo de retorno de 100 años.

Tabla 19: Resultados de las P_{máx} 24h. para diferentes periodos de retorno

Tr (años)	Probabili- dad.	P_{24h} (mm)
2	0.500	32.87
2.33	0.429	34.57
5	0.200	42.08
10	0.100	48.38
20	0.050	54.58
25	0.040	56.59
50	0.020	62.89
100	0.010	69.37
140	0.007	72.59
200	0.005	76.04
500	0.002	85.20

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Cada P_{max} tiene su respectiva probabilidad lo cual se calcula, 1/ Tr (años).

4.2.1.9 Conversión de precipitación máxima en 24h a intensidades

Debido a la falta de registros pluviográficas que permitan obtener las intensidades máximas, estas pueden ser calculadas mediante la metodología de Dick Peschke que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24h.

$$P_d = P_{24} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \dots\dots\dots \text{Ecuación 30}$$

Tabla 20: Intensidades mm para cada periodo de retorno

Factor	Dura- ción min	Periodo de retorno (años)					
		32.87 2	42.08 5	48.38 10	54.58 20	56.59 25	149.63 50
0.243	5	7.98	10.21	10.21	13.25	13.74	15.27
0.289	10	9.49	12.15	13.97	15.76	16.34	18.15
0.343	20	11.28	14.45	16.61	18.74	19.43	21.59
0.380	30	12.49	15.99	18.38	20.74	21.50	23.89
0.452	60	14.85	19.01	21.86	24.66	25.57	28.41
0.500	90	16.44	21.04	24.19	27.29	28.30	31.45
0.537	120	17.66	22.61	25.99	29.33	30.40	33.79
0.595	180	19.54	25.02	28.77	32.45	33.65	37.39
0.639	240	21.00	26.89	30.91	34.87	36.16	40.18
0.707	360	23.24	29.76	34.21	38.59	40.02	44.47

0.760	480	24.98	31.97	36.76	41.47	43.00	47.79
0.803	600	26.41	33.81	38.87	43.85	45.47	50.53
0.841	720	27.64	35.38	40.68	45.90	47.59	52.88
1.000	1440	32.87	42.08	48.38	54.58	56.59	62.89

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la tabla anterior se puede observar las intensidades en milímetros para cada periodo de retorno.

Tabla 21: Intensidades (mm/hr)

Duración min	Periodo de retorno (años)					
	2	5	10	20	25	50
5	95.75	122.58	122.58	158.99	164.84	183.20
10	56.93	72.88	83.80	94.54	98.02	108.93
20	33.85	43.34	49.83	56.21	58.28	64.77
30	24.98	31.97	36.76	41.47	43.00	47.79
60	14.85	19.01	21.86	24.66	25.57	28.41
90	10.96	14.03	16.13	18.19	18.86	20.96
120	8.83	11.30	13.00	14.66	15.20	16.89
180	6.51	8.34	9.59	10.82	11.22	12.46
240	5.25	6.72	7.73	8.72	9.04	10.05
360	3.87	4.96	5.70	6.43	6.67	7.41
480	3.12	4.00	4.60	5.18	5.37	5.97
600	2.64	3.38	3.89	4.39	4.55	5.05
720	2.30	2.95	3.39	3.82	3.97	4.41
1440	1.37	1.75	2.02	2.27	2.36	2.62

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Estas intensidades se calcula la intensidad en mm, dividiendo la duración min y multiplicado por 60 la duración de una hora.

4.2.1.10 Curvas IDF

Las curvas IDF son curvas que relacionan la intensidad de lluvia, su duración y frecuencia. Son parte fundamental en el diseño de obras hidráulicas, ya que permiten determinar la tormenta o evento de lluvias que debe usarse para la obra y el sitio en donde se construirá.

Se pueden representar por ecuaciones:

La fórmula usada es la empírica utilizada en los EE.UU. que relaciona la intensidad con la duración y el periodo de retorno como se muestra a continuación:

$$I = \frac{KT^a}{D^b} \dots\dots\dots \text{Ecuación 31}$$

Donde

I: intensidad máxima en mm/hora

a, b y K: parámetros

D: duración de la precipitación en minutos.

T: tiempo de retorno

Los parámetros a, b y K se obtienen aplicando una regresión múltiple.

• **Curvas IDTr - Criterio de Grobe o Dick y Peschke**

Este método nos permite, a partir de datos de precipitaciones máximas diarias P_{24h} , medidas en los pluviómetros, generar las curvas Intensidad–Duración–Período de retorno (IDTr).

Según este criterio, las lluvias de duración corta D, P_D , es función de la precipitación de 24 horas, es decir, que este criterio se puede aplicar también a precipitaciones máximas de 24 horas, P_{24h} , de acuerdo con la siguiente ecuación empírica, se puede generar las curvas Intensidad–Duración–Período de retorno (IDTr):

$$P_D = P_{24h} \left(\frac{D}{1440}\right)^{0.25} (mm) \dots\dots\dots \text{Ecuación 32}$$

Donde

P_D = precipitación máxima de duración D, en el intervalo $15 \text{ min} < D < 1440 \text{ min}$, en mm

D = duración de la lluvia, en min

P_{24h} = precipitación máxima diaria (en 24 horas), en mm

Curvas IDTr - Criterio de Grobe o Dick y Peschke

Si la duración D > 24 h (1440 min), lo cual son necesarias para cuencas con áreas grandes, P_D, se calcula con la siguiente ecuación empírica:

$$P_D = P_{24h}(D)^{0.40}(\text{mm})\dots\dots\dots \text{Ecuación 33}$$

Estimación de las curvas IDTr, a partir de datos de precipitación máximas diarias. Para obtener la ecuación general de las curvas IDT, usamos la ecuación ya mencionada:

$$I_{max} = \frac{kT^a}{D^b}\dots\dots\dots \text{Ecuación 34}$$

Donde:

I_{max}: Intensidad máxima, en mm/hr

T: Periodo de retorno, en años

D: Duración en minutos

Estimación de las curvas IDTr, a partir de datos de precipitación máximas diarias

A partir de los datos de precipitación diaria, el proceso a seguir es como se indica:

Recopilar información de precipitaciones de 24 horas

Descomponer la precipitación de 24 horas, en diferentes duraciones (15, 30, 60, 120, 180 y 240 min)

Transformar las lluvias máximas en mm a intensidades en mm/hr.

Ordenar las I Max y calcular sus periodos de retorno con la fórmula de Weibull.

$$T = \frac{n+1}{m}\dots\dots\dots \text{Ecuación 35}$$

Donde:

T: Periodo de retorno, en años

n: número de años

m: número de orden

Estimación de las curvas IDTr, a partir de datos de precipitación máximas diarias

$$I_{max} = KT^a D^b \dots\dots\dots \text{Ecuación 36}$$

Reordenar los datos de las triplas I Max, T y D en forma adecuada. Calcular los parámetros K, a y b de la correlación potencial múltiple

$$I_{max} = KT^a D^b \dots\dots\dots \text{Ecuación 37}$$

Donde.

I: Intensidad máxima, en mm/hr.

K, m, n: Parámetros característicos de la zona de estudio.

T: Periodo de retorno, en años.

D: Duración de la precipitación, en min.

$$\text{Log}(I_{máx}) = \text{Log}(K) + a\text{Log}(T) + b\text{Log}(D) \dots\dots\dots \text{Ecuación 38}$$

Estimación de las curvas IDTr, a partir de datos de precipitación máximas diarias. Realizamos los siguientes cambios de variables:

$$\begin{aligned} y &= \log(I_{max}) & a_0 &= \log K \\ a_1 &= a & x_1 &= \log(T) \\ a_2 &= b & x_2 &= \log(D) \end{aligned}$$

Se obtiene la ecuación lineal múltiple con 2 variables independientes, equivalente:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 \dots\dots\dots \text{Ecuación 39}$$

Donde:

a_0, a_1 y a_2 = parámetros a estimar

Estimación de las curvas IDTr, a partir de datos de precipitación máximas diarias

Estimación de parámetros:

$$\sum y = a_0 n + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 \dots \dots \quad \text{Ecuación 40}$$

$$\sum x_1 y = a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 + a_2 \sum x_1 x_2 \dots \dots \quad \text{Ecuación 41}$$

$$\sum x_2 y = a_0 \sum x_2 + a_1 \sum x_1 x_2 + a_2 \sum x_2^2 \dots \dots \quad \text{Ecuación 42}$$

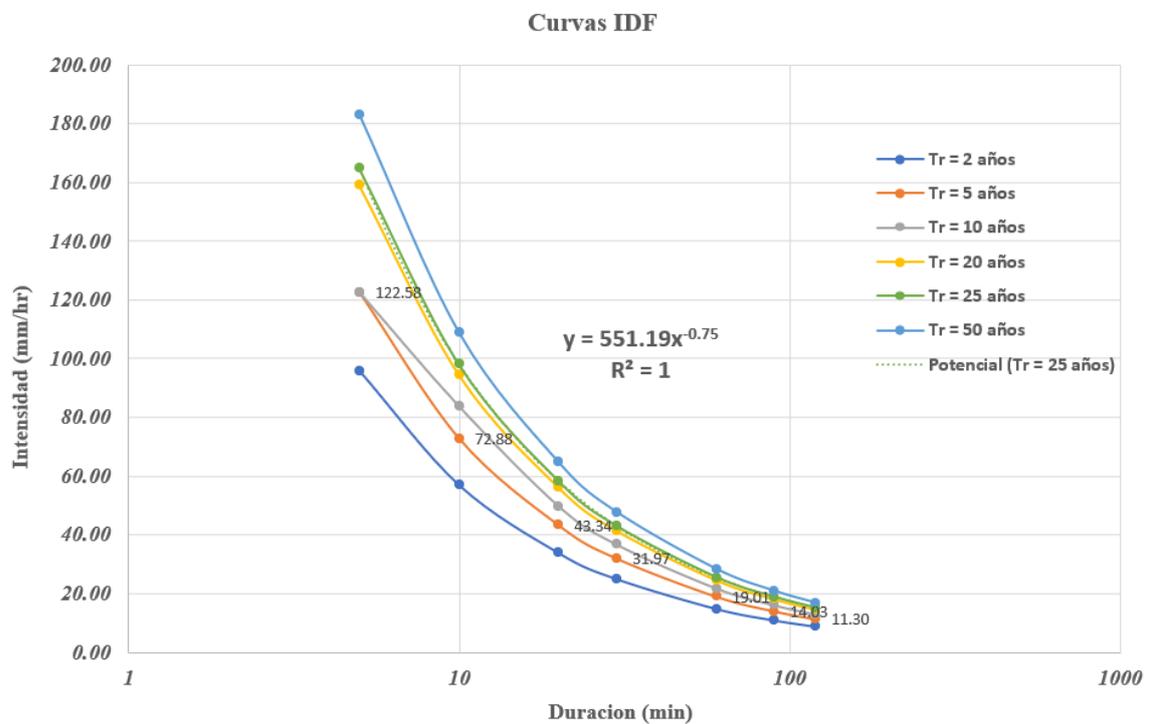
Donde:

n = número de tripletas (I máx., T, D)

Curvas IDF o IDTr

Con los valores encontrados se calcula I máx. para T=5,10,20,25 y 50 años y D=10,20,30...,110 y 120 min

Figura 29: Curvas IDF



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Se repreneta las curvas IDF para diferentes periodo de retorno, para los calculos se toma encuentra el periodo de retorno de 25 años, lo cual se muestra su ecuación.

4.2.1.11 Estimación del coeficiente escorrentía

La estimación del coeficiente de escorrentía para cada subcuenca se toma en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 22: Intensidades (mm/hr)

Característica de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la tabla se puede observar los coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas para un periodo de retorno de 25 años.

Figura 30: Imagen satelital de la subcuenca para la estimación del coeficiente de escorrentía



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En la figura anterior se observa una imagen satelital de cada una de las sub cuencas en el área de estudio y su estimación para el coeficiente de escorrentía.

Tabla 23: Coeficiente de escorrentía para cada área tributaria

Q de Área	C	Q de Área	C	Q de Área	C
At-1	0.85	At-41	0.20	At-81	0.85
At-2	0.85	At-42	0.85	At-82	0.85
At-3	0.85	At-43	0.85	At-83	0.85
At-4	0.85	At-44	0.85	At-84	0.85
At-5	0.20	At-45	0.85	At-85	0.85
At-6	0.20	At-46	0.85	At-86	0.85
At-7	0.20	At-47	0.85	At-87	0.85
At-8	0.20	At-48	0.85	At-88	0.85
At-9	0.85	At-49	0.85	At-89	0.85
At-10	0.85	At-50	0.85	At-90	0.85
At-11	0.85	At-51	0.85	At-91	0.85
At-12	0.85	At-52	0.85	At-92	0.85
At-13	0.85	At-53	0.85	At-93	0.85
At-14	0.85	At-54	0.85	At-94	0.85

At-15	0.85	At-55	0.85	At-95	0.85
At-16	0.20	At-56	0.85	At-96	0.85
At-17	0.20	At-57	0.85	At-97	0.85
At-18	0.20	At-58	0.85	At-98	0.85
At-19	0.20	At-59	0.85	At-99	0.85
At-20	0.20	At-60	0.85	At-100	0.85
At-21	0.20	At-61	0.85	At-101	0.85
At-22	0.20	At-62	0.85	At-102	0.85
At-23	0.20	At-63	0.20	At-103	0.85
At-24	0.20	At-64	0.20	At-104	0.85
At-25	0.20	At-65	0.20	At-105	0.85
At-26	0.85	At-66	0.85	At-106	0.85
At-27	0.85	At-67	0.85	At-107	0.85
At-28	0.85	At-68	0.85	At-108	0.20
At-29	0.85	At-69	0.85	At-109	0.20
At-30	0.85	At-70	0.85	At-110	0.20
At-31	0.85	At-71	0.85	At-111	0.20
At-32	0.85	At-72	0.85	At-112	0.85
At-33	0.85	At-73	0.85	At-113	0.85
At-34	0.85	At-74	0.85	At-114	0.85
At-35	0.85	At-75	0.85	At-115	0.85
At-36	0.85	At-76	0.85	At-116	0.85
At-37	0.85	At-77	0.85	At-117	0.85
At-38	0.20	At-78	0.85	At-118	0.85
At-39	0.20	At-79	0.85	At-119	0.85
At-40	0.20	At-80	0.85	At-120	0.85
				At-121	0.85

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La tabla anterior se muestra los coeficientes de escorrentía para cada área tributaria.

4.2.1.12 Cálculo del tiempo de concentración e intensidades para Tr= 25 años.

Ecuación obtenida de la curva IDF para un Tr = 25 años

$$y = 551.19 x^{-0.75} \dots\dots\dots \textit{Ecuación 43}$$

Fórmula para la obtención de tiempo de concentración de acuerdo a Federal Aviation Administration, desarrollada sobre el drenaje de aeropuertos, recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos, pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.

$$T_c = 0.7035 \cdot \frac{(1.1-C) \cdot L^{0.50}}{S^{0.333}} \dots\dots\dots$$

Ecuación 44

C: coeficiente de escorrentía del método racional

L: Longitud de flujo superficial, m.

S: Pendiente de la superficie, m/m.

Tabla 24: Tiempo de concentración e intensidades

N°	Área (m2)	Longitud(m)	Pendiente (%)	n	Tc(minutos)	I(mm/hr)
At-1	184.80	84.49	1.59	0.014	1.39	431.71
At-2	1011.85	288.99	0.50	0.014	3.77	203.85
At-3	203.73	82.14	0.15	0.014	3.03	239.77
At-4	409.21	165.16	0.01	0.014	10.49	94.57
At-5	86.07	54.17	0.11	0.014	9.73	100.09
At-6	34.50	40.27	0.05	0.014	10.91	91.85
At-7	128.45	64.39	0.15	0.014	9.67	100.51
At-8	51.40	64.66	0.08	0.014	11.81	86.49
At-9	59.81	63.06	0.08	0.014	3.24	228.19
At-10	28.32	30.10	2.06	0.014	0.76	678.26
At-11	24.52	52.09	2.46	0.014	0.94	577.22
At-12	37.33	29.80	1.76	0.014	0.80	654.54
At-13	30.13	41.71	3.09	0.014	0.78	664.18
At-14	40.18	28.78	2.93	0.014	0.66	753.26
At-15	58.69	31.70	0.45	0.014	1.29	454.79
At-16	56.73	46.03	0.87	0.014	4.50	178.41
At-17	251.09	89.92	4.99	0.014	3.51	214.77
At-18	112.95	52.16	2.40	0.014	3.42	219.27
At-19	98.40	98.17	2.48	0.014	4.63	174.49
At-20	128.43	66.43	2.86	0.014	3.64	209.35
At-21	105.30	128.73	2.16	0.014	5.56	152.28
At-22	60.89	79.25	2.19	0.014	4.34	183.29
At-23	5.54	16.71	2.48	0.014	1.91	338.80
At-24	123.00	81.07	0.06	0.014	14.56	73.95
At-25	26.55	40.13	0.55	0.014	4.90	167.48
At-26	114.54	81.21	2.04	0.014	1.25	466.33
At-27	39.42	40.11	3.11	0.014	0.76	675.08
At-28	45.43	53.93	3.33	0.014	0.86	614.55
At-29	29.58	30.56	0.10	0.014	2.09	316.59
At-30	196.62	132.87	0.10	0.014	4.37	182.45
At-31	147.22	138.16	0.02	0.014	7.61	120.24
At-32	27.70	25.46	0.07	0.014	2.15	310.10
At-33	22.29	24.54	0.44	0.014	1.15	497.81
At-34	95.63	88.75	0.02	0.014	6.10	141.95

At-35	35.10	24.92	0.03	0.014	2.83	252.94
At-36	97.64	88.27	0.05	0.014	4.48	178.85
At-37	27.42	30.35	0.04	0.014	2.83	252.43
At-38	70.88	87.29	0.05	0.014	16.06	68.72
At-39	70.62	46.53	0.10	0.014	9.30	103.47
At-40	46.03	24.33	0.07	0.014	7.58	120.69
At-41	102.82	66.16	0.02	0.014	18.97	60.64
At-42	106.70	54.68	1.08	0.014	1.27	461.39
At-43	21.68	39.63	0.96	0.014	1.12	505.48
At-44	96.34	69.87	0.11	0.014	3.07	237.77
At-45	114.32	76.94	0.91	0.014	1.59	388.91
At-46	5.40	30.03	3.11	0.014	0.66	752.48
At-47	66.44	77.50	0.03	0.014	4.98	165.28
At-48	162.60	82.05	0.59	0.014	1.90	340.67
At-49	23.18	53.95	0.17	0.014	2.33	292.10
At-50	63.37	58.16	0.24	0.014	2.16	309.55
At-51	26.47	24.47	0.25	0.014	1.38	432.67
At-52	78.04	67.36	1.39	0.014	1.29	454.46
At-53	25.96	24.56	0.07	0.014	2.11	314.32
At-54	95.64	76.88	1.76	0.014	1.28	458.76
At-55	9.90	30.03	1.01	0.014	0.96	568.06
At-56	112.71	81.95	0.95	0.014	1.62	383.93
At-57	104.59	60.51	1.70	0.014	1.15	497.53
At-58	21.79	24.67	1.42	0.014	0.78	665.89
At-59	158.27	70.31	2.91	0.014	1.03	537.93
At-60	75.69	68.40	3.01	0.014	1.01	548.13
At-61	23.68	30.02	3.60	0.014	0.63	780.60
At-62	14.21	33.05	2.62	0.014	0.73	695.46
At-63	114.59	69.19	3.28	0.014	3.54	213.36
At-64	34.40	25.22	3.52	0.014	2.09	317.06
At-65	88.31	68.11	3.22	0.014	3.54	213.63
At-66	29.09	27.54	3.43	0.014	0.61	796.57
At-67	124.62	50.69	2.69	0.014	0.90	596.32
At-68	91.20	54.20	0.02	0.014	4.77	170.78
At-69	59.56	51.30	2.37	0.014	0.94	575.15
At-70	138.27	112.20	0.70	0.014	2.10	316.18
At-71	30.12	37.61	2.74	0.014	0.77	670.02
At-72	181.99	111.09	2.00	0.014	1.47	412.59
At-73	48.38	34.88	0.02	0.014	3.83	201.48
At-74	103.07	57.40	2.24	0.014	1.02	543.70
At-75	151.01	81.28	2.46	0.014	1.17	488.52
At-76	27.07	39.15	0.04	0.014	3.22	229.44
At-77	93.82	77.84	1.40	0.014	1.39	431.25
At-78	151.28	96.56	1.87	0.014	1.40	427.61
At-79	229.08	52.54	2.30	0.014	0.97	565.77
At-80	286.71	88.75	1.77	0.014	1.37	435.33
At-81	99.94	45.42	1.39	0.014	1.06	526.84
At-82	99.38	88.83	2.07	0.014	1.30	452.56

At-83	108.19	57.11	0.95	0.014	1.35	439.61
At-84	149.77	99.19	2.35	0.014	1.32	448.21
At-85	105.87	41.66	3.16	0.014	0.77	668.21
At-86	63.96	77.65	2.42	0.014	1.15	494.93
At-87	71.46	44.75	2.38	0.014	0.88	606.02
At-88	112.60	85.47	2.04	0.014	1.28	457.48
At-89	99.49	46.74	1.02	0.014	1.19	482.41
At-90	96.88	86.09	2.14	0.014	1.27	461.73
At-91	118.98	85.36	2.16	0.014	1.26	464.28
At-92	127.41	83.14	2.25	0.014	1.22	473.70
At-93	51.90	46.05	1.14	0.014	1.14	498.78
At-94	53.00	44.84	1.14	0.014	1.13	503.79
At-95	39.62	34.80	1.31	0.014	0.95	573.62
At-96	20.90	44.06	2.04	0.014	0.92	586.52
At-97	116.77	79.44	1.15	0.014	1.50	407.43
At-98	151.43	87.89	1.22	0.014	1.54	398.12
At-99	54.45	43.99	2.35	0.014	0.88	607.99
At-100	263.27	180.27	0.87	0.014	2.47	279.45
At-101	43.39	34.93	2.33	0.014	0.78	661.50
At-102	343.75	172.93	0.13	0.014	4.57	176.48
At-103	33.53	39.60	0.01	0.014	5.14	161.55
At-104	49.89	43.68	0.01	0.014	5.39	155.72
At-105	181.44	98.25	0.78	0.014	1.89	341.43
At-106	137.23	98.22	1.33	0.014	1.58	390.20
At-107	30.71	43.28	2.04	0.014	0.91	590.46
At-108	300.28	162.55	1.15	0.014	7.70	119.19
At-109	339.14	161.70	0.07	0.014	19.53	59.32
At-110	50.80	44.32	0.01	0.014	19.56	59.26
At-111	107.76	65.99	2.31	0.014	3.89	198.96
At-112	50.24	41.83	1.54	0.014	0.99	557.46
At-113	245.54	161.03	0.33	0.014	3.23	228.80
At-114	302.60	161.15	0.02	0.014	8.22	113.50
At-115	55.76	43.63	0.02	0.014	4.28	185.26
At-116	1173.01	320.88	1.63	0.014	2.68	263.37
At-117	106.90	47.81	2.28	0.014	0.92	584.86
At-118	1406.31	350.12	0.84	0.014	3.49	215.97
At-119	285.66	135.01	2.15	0.014	1.58	390.49
At-120	123.77	77.11	0.01	0.014	7.17	125.83
At-121	22.45	30.35	0.63	0.014	1.13	502.84

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. La tabla anterior se muestra el tiempo de concentración y las intensidades para cada área tributaria. Fuente: elaboración propia (2023).

4.2.1.13 Cálculo de caudales de cada área tributaria Método racional

$$Q = 0.278 * C * I * A \dots\dots \quad \text{Ecuación 45}$$

Donde:

C: Coeficiente de escorrentía para periodo de retorno de 25 años.

I: Intensidad en mm/hr.

A: Área de influencia en Km².

Q: Se obtiene en m³/s.

0.278: Factor de conversión de unidades.

Tabla 25: Caudales de cada área tributaria

Nodo	Q de Área	C	I(mm/hr)	Área (ha)	Q(m3/s)	Q(l/s)
---	At-1	0.85	431.71	0.09240	0.0915	91.5467
202	At-2	0.85	203.85	0.50592	0.2367	236.6929
5	At-3	0.85	239.77	0.10186	0.0561	56.0538
104	At-4	0.85	94.57	0.20461	0.0444	44.4054
10	At-5	0.20	100.09	0.04304	0.0023	2.3260
---	At-6	0.20	91.85	0.01725	0.0009	0.8555
71	At-7	0.20	100.51	0.06422	0.0035	3.4859
9	At-8	0.20	86.49	0.02570	0.0012	1.2003
7	At-9	0.85	228.19	0.02990	0.0157	15.6601
13	At-10	0.85	678.26	0.01416	0.0220	22.0429
32	At-11	0.85	577.22	0.01226	0.0162	16.2403
36	At-12	0.85	654.54	0.01867	0.0280	28.0390
191	At-13	0.85	664.18	0.01506	0.0230	22.9623
35	At-14	0.85	753.26	0.02009	0.0347	34.7327
43	At-15	0.85	454.79	0.02935	0.0306	30.6298
22	At-16	0.20	178.41	0.02836	0.0027	2.7327
48	At-17	0.20	214.77	0.12554	0.0146	14.5604
181	At-18	0.20	219.27	0.05647	0.0067	6.6868
---	At-19	0.20	174.49	0.04920	0.0046	4.6362
94	At-20	0.20	209.35	0.06421	0.0073	7.2593
84	At-21	0.20	152.28	0.05265	0.0043	4.3296
29	At-22	0.20	183.29	0.03044	0.0030	3.0132
31	At-23	0.20	338.80	0.00277	0.0005	0.5067
22	At-24	0.20	73.95	0.06150	0.0025	2.4557
9	At-25	0.20	167.48	0.01327	0.0012	1.2005
47	At-26	0.85	466.33	0.05727	0.0613	61.2935
54	At-27	0.85	675.08	0.01971	0.0305	30.5365

58	At-28	0.85	614.55	0.02272	0.0320	32.0400
33	At-29	0.85	316.59	0.01479	0.0107	10.7452
16	At-30	0.85	182.45	0.09831	0.0412	41.1650
---	At-31	0.85	120.24	0.07361	0.0203	20.3124
149	At-32	0.85	310.10	0.01385	0.0099	9.8566
11	At-33	0.85	497.81	0.01115	0.0127	12.7337
7	At-34	0.85	141.95	0.04781	0.0156	15.5766
192	At-35	0.85	252.94	0.01755	0.0102	10.1885
78	At-36	0.85	178.85	0.04882	0.0200	20.0381
---	At-37	0.85	252.43	0.01371	0.0079	7.9429
9	At-38	0.20	68.72	0.03544	0.0013	1.3152
10	At-39	0.20	103.47	0.03531	0.0020	1.9728
44	At-40	0.20	120.69	0.02302	0.0015	1.5001
45	At-41	0.20	60.64	0.05141	0.0017	1.6835
127	At-42	0.85	461.39	0.05335	0.0565	56.4937
126	At-43	0.85	505.48	0.01084	0.0126	12.5727
122	At-44	0.85	237.77	0.04817	0.0263	26.2855
14	At-45	0.85	388.91	0.05716	0.0510	51.0202
---	At-46	0.85	752.48	0.00270	0.0047	4.6645
171	At-47	0.85	165.28	0.03322	0.0126	12.6007
124	At-48	0.85	340.67	0.08130	0.0636	63.5621
82	At-49	0.85	292.10	0.01159	0.0078	7.7697
40	At-50	0.85	309.55	0.03169	0.0225	22.5106
128	At-51	0.85	432.67	0.01324	0.0131	13.1438
2	At-52	0.85	454.46	0.03902	0.0407	40.6977
194	At-53	0.85	314.32	0.01298	0.0094	9.3622
15	At-54	0.85	458.76	0.04782	0.0503	50.3485
190	At-55	0.85	568.06	0.00495	0.0065	6.4505
17	At-56	0.85	383.93	0.05636	0.0497	49.6552
18	At-57	0.85	497.53	0.05229	0.0597	59.7093
126	At-58	0.85	665.89	0.01090	0.0167	16.6510
70	At-59	0.85	537.93	0.07913	0.0977	97.6955
80	At-60	0.85	548.13	0.03785	0.0476	47.6096
193	At-61	0.85	780.60	0.01184	0.0212	21.2128
91	At-62	0.85	695.46	0.00711	0.0113	11.3420
196	At-63	0.20	213.36	0.05730	0.0066	6.6012
---	At-64	0.20	317.06	0.01720	0.0029	2.9444
19	At-65	0.20	213.63	0.04415	0.0051	5.0935
122	At-66	0.85	796.57	0.01454	0.0266	26.5888
51	At-67	0.85	596.32	0.06231	0.0853	85.2778
26	At-68	0.85	170.78	0.04560	0.0179	17.8721
151	At-69	0.85	575.15	0.02978	0.0393	39.3094
200	At-70	0.85	316.18	0.06914	0.0502	50.1665
191	At-71	0.85	670.02	0.01506	0.0232	23.1578
52	At-72	0.85	412.59	0.09100	0.0862	86.1650
91	At-73	0.85	201.48	0.02419	0.0112	11.1852
50	At-74	0.85	543.70	0.05153	0.0643	64.3034
143	At-75	0.85	488.52	0.07550	0.0847	84.6515

94	At-76	0.85	229.44	0.01354	0.0071	7.1281
---	At-77	0.85	431.25	0.04691	0.0464	46.4297
60	At-78	0.85	427.61	0.07564	0.0742	74.2311
179	At-79	0.85	565.77	0.11454	0.1487	148.7233
102	At-80	0.85	435.33	0.14335	0.1432	143.2227
114	At-81	0.85	526.84	0.04997	0.0604	60.4216
118	At-82	0.85	452.56	0.04969	0.0516	51.6078
142	At-83	0.85	439.61	0.05410	0.0546	54.5768
109	At-84	0.85	448.21	0.07488	0.0770	77.0285
199	At-85	0.85	668.21	0.05293	0.0812	81.1776
110	At-86	0.85	494.93	0.03198	0.0363	36.3236
17	At-87	0.85	606.02	0.03573	0.0497	49.6943
150	At-88	0.85	457.48	0.05630	0.0591	59.1074
117	At-89	0.85	482.41	0.04975	0.0551	55.0761
14	At-90	0.85	461.73	0.04844	0.0513	51.3309
176	At-91	0.85	464.28	0.05949	0.0634	63.3868
158	At-92	0.85	473.70	0.06370	0.0693	69.2553
125	At-93	0.85	498.78	0.02595	0.0297	29.7048
43	At-94	0.85	503.79	0.02650	0.0306	30.6416
185	At-95	0.85	573.62	0.01981	0.0261	26.0816
180	At-96	0.85	586.52	0.01045	0.0141	14.0636
142	At-97	0.85	407.43	0.05838	0.0546	54.5925
101	At-98	0.85	398.12	0.07572	0.0692	69.1807
---	At-99	0.85	607.99	0.02723	0.0380	37.9899
127	At-100	0.85	279.45	0.13164	0.0844	84.4243
189	At-101	0.85	661.50	0.02169	0.0329	32.9323
119	At-102	0.85	176.48	0.17187	0.0696	69.6146
---	At-103	0.85	161.55	0.01676	0.0062	6.2151
---	At-104	0.85	155.72	0.02494	0.0089	8.9140
145	At-105	0.85	341.43	0.09072	0.0711	71.0852
47	At-106	0.85	390.20	0.06862	0.0614	61.4454
8	At-107	0.85	590.46	0.01536	0.0208	20.8108
194	At-108	0.20	119.19	0.15014	0.0097	9.6632
198	At-109	0.20	59.32	0.16957	0.0054	5.4318
196	At-110	0.20	59.26	0.02540	0.0008	0.8128
18	At-111	0.20	198.96	0.05388	0.0058	5.7887
38	At-112	0.85	557.46	0.02512	0.0321	32.1398
50	At-113	0.85	228.80	0.12277	0.0645	64.4656
59	At-114	0.85	113.50	0.15130	0.0394	39.4099
195	At-115	0.85	185.26	0.02788	0.0119	11.8528
173	At-116	0.85	263.37	0.58651	0.3545	354.4999
111	At-117	0.85	584.86	0.05345	0.0717	71.7468
157	At-118	0.85	215.97	0.70315	0.3485	348.5148
123	At-119	0.85	390.49	0.14283	0.1280	127.9992
87	At-120	0.85	125.83	0.06188	0.0179	17.8708
11	At-121	0.85	502.84	0.01123	0.0130	12.9538

Fuente: elaboracion propia (2023).

Nota. En la tabla mostrada se observa los caudales de cada una de las áreas tributarias de la zona de estudio.

4.3 Resultados

Los resultados presentados de la tesis serán con el contexto que presenta el programa de modelamiento SWMM ya que este permite apreciar de una forma muy interactiva y rápida ver cualquier variable u objetos, también permite clasificarlas por escalas e inclusive hacerlas interactuar entre variables resultando de mucha aplicación para el que el usuario realice su análisis.

Dentro de los resultados he logrado establecer mapas para generar una coyuntura del lugar, sus características y formas, para finalmente presentar los resultados con las variables que necesitamos mediante mapas, los objetos y variables establecidos son:

- Pendientes.
- Capacidades.
- Caudales.
- Puntos de inundación.
- Velocidades.
- Zonas inundables.

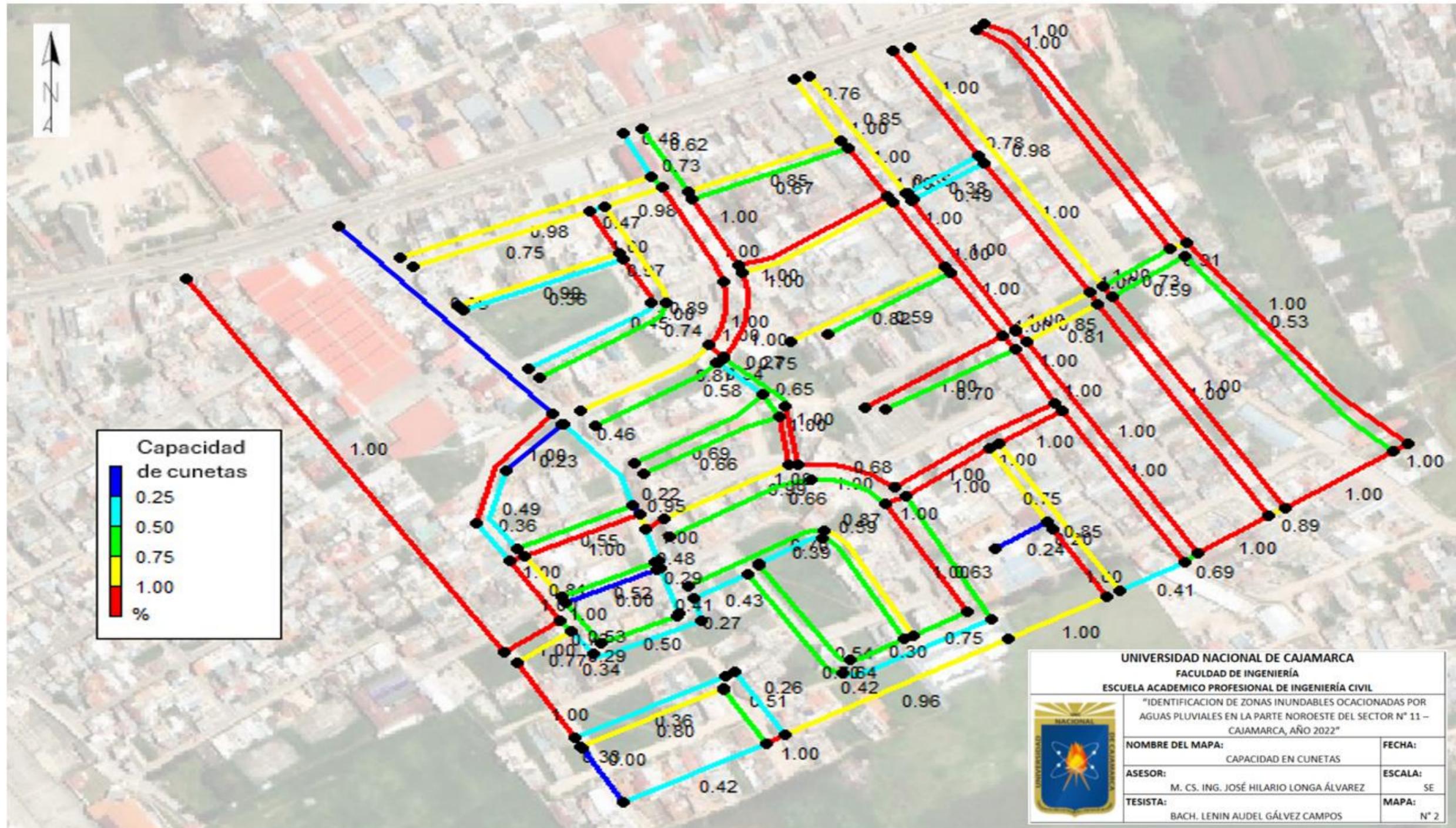
Figura 31: Pendientes en cunetas



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. En el mapa se da a conocer el rango de pendientes de las cunetas que según el valor se le asigna un color respectivo, es este caso tenemos pendientes excesivas que sobrepasa el valor de 3 % lo que causa que las aguas discurran con facilidad, por el contrario, las que están bajo el 3% son poco pronunciadas generando una concentración lenta manifestándose inundación.

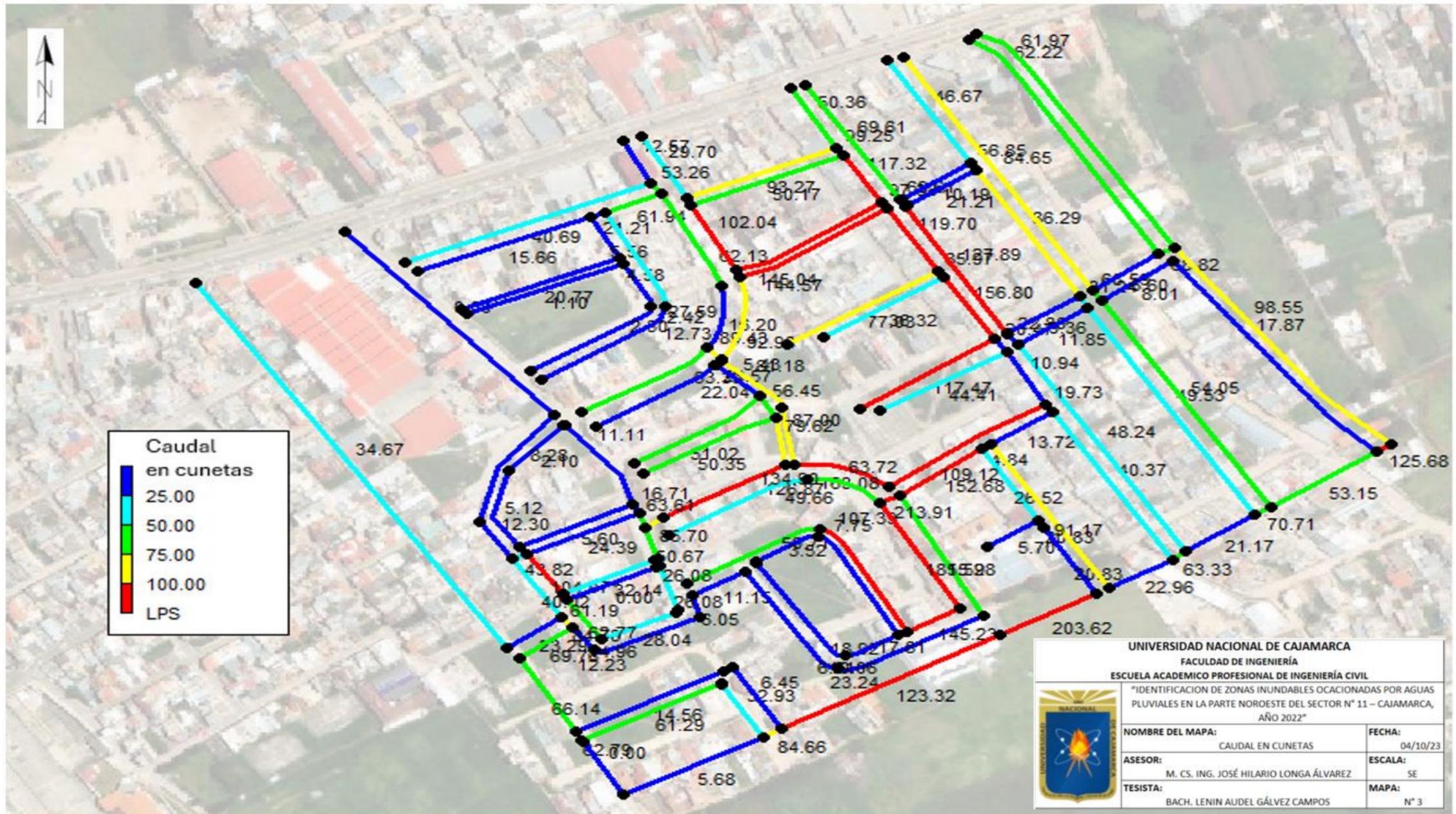
Figura 32: Capacidad en los Conductos - Cunetas



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Como la capacidad se rige por el caudal que transita con la cuneta llena y la velocidad máxima admisible que produce, en este caso las líneas de color rojo representan las cunetas que sobrepasan el caudal de acogida generado por las máximas avenidas provocando inundación.

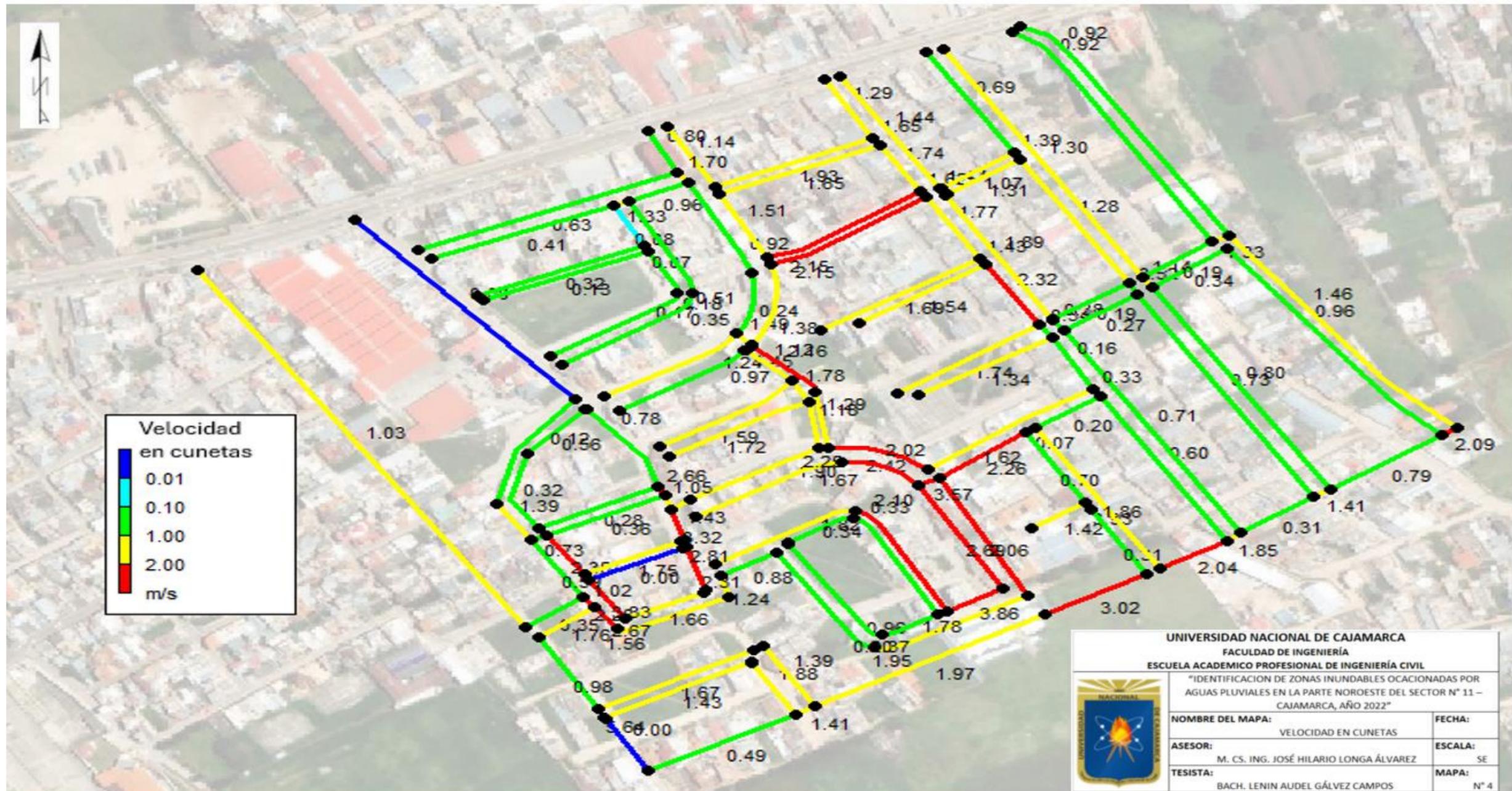
Figura 33: Caudal en los Conductos - Cunetas



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Una cuneta tiene una capacidad de evacuar una cantidad de caudal según la altura que tenga y según la velocidad de flujo, en este caso el mapa presentado nos muestra los rangos de caudal, por lo que las líneas de color rojo transportan un caudal excesivo que sobrepasa los 100 LPS lo que puede causar que el agua sobresalga de la cuneta inundando las calles.

Figura 34: Velocidades en los conductos - cunetas



Fuente: elaboración propia (2023)

Nota. Para garantizar un adecuado funcionamiento en una cuneta debe tener una velocidad mínima de 0.35 m/s y para que sea una zona segura debe estar por bajo de 1.51, pero la variación se da según al comportamiento de materiales, lo que tenemos en este caso la velocidad mayor al 1.55 % lo que puede provocar erosión donde una solución sería disponer escalones para disipar la energía del agua, o aumentar la rugosidad con paramentos irregulares.

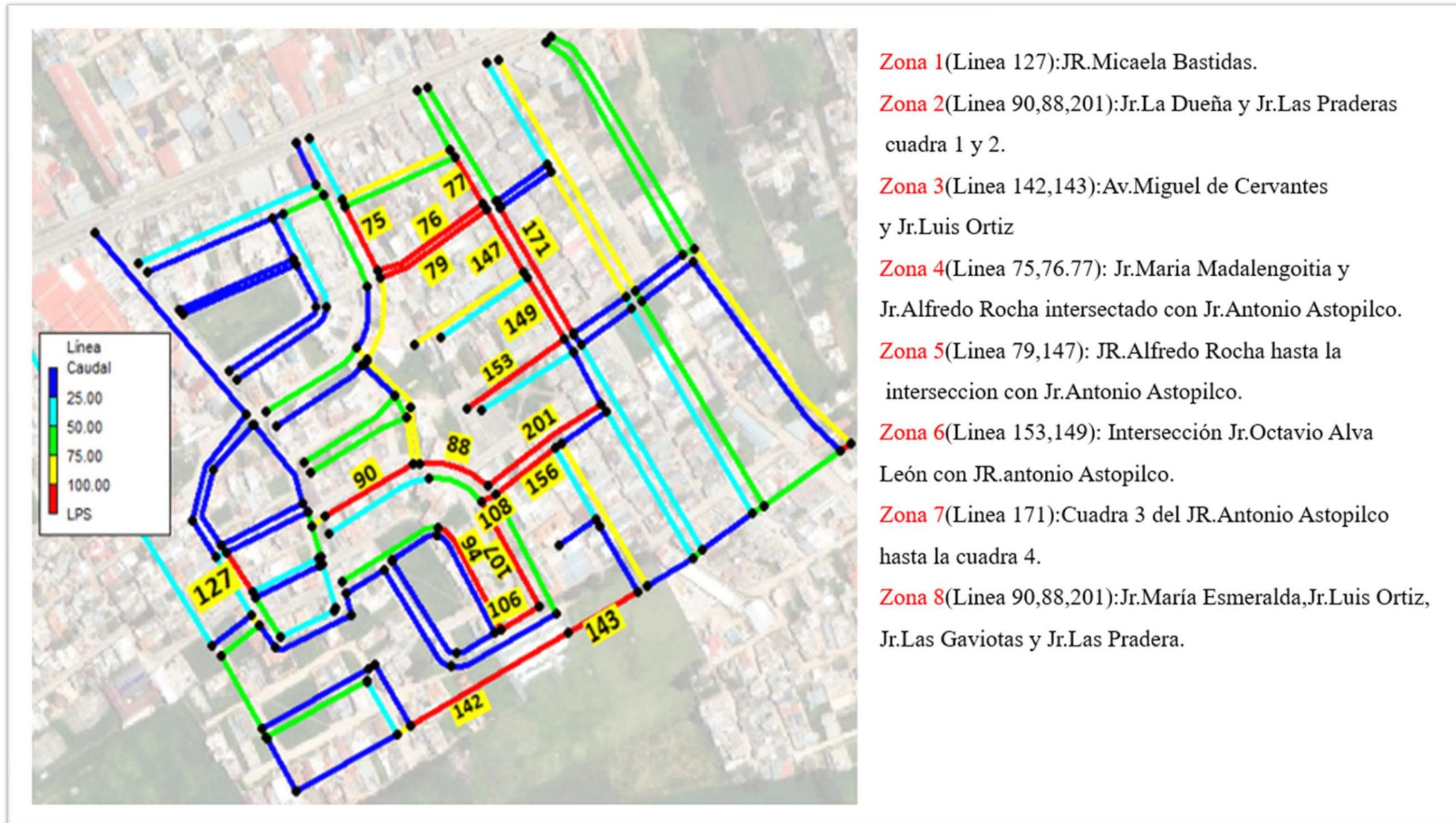
Figura 35: Inundación en los nodos



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. El exceso de agua en un nudo puede perderse completamente o estancarse, en este caso este mapa los nudos de color rojo llega un caudal excesivo que genera inundación de ciertas áreas.

Figura 36: Zonas Inundables



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Las líneas rojas de la imagen son las cunetas que tienen un elevado caudal y es la zona donde se produce la inundación.

Figura 37: Mapa de porcentaje de inundación



Cuneta	Caudal Máx LPS
75	102.04
76	145.04
77	117.32
79	144.57
147	119.7
171	127.89
149	156.8
153	117.47
127	107.35
90	126.87
88	163.08
201	109.12
108	213.91
156	152.68
94	107.39
107	181.59
106	145.35
142	123.32
143	203.62
Total	2665.11

Área de estudio: 217408.949 m². = 21.740 ha.
 Área de inundación= 60580.888 m²= 6.058 ha.
 Porcentaje de área inundada: $\frac{6.058}{21.740} = 27.87\%$
 Caudal que produce la inundación: 2665.11 LPS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	Mapa de inundaciones	
	TITULO DE LA TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NOROESTE DEL SECTOR N° 11- CAJAMARCA, AÑO 2022"	FECHA: Junio, 2023
	ASESOR: M. Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.	ESCALA: S/E
TESISTA: Lenin Audel, Gálvez Campos.	MAPA N°: 1	

Fuente: elaboración propia (2023).

CAPITULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Del proyecto de investigación desarrollado previamente se planteó como **el objetivo específico 1**: Determinar el modelamiento hidrológico y simulación de máximos caudales.

Luego de determinar dicho modelamiento se obtuvo 121 áreas tributarias y en ellas el caudal máximo fue de 54.28 litros (0.0543 m³/s) correspondiente al área tributaria At-116 por segundo y el menor caudal corresponde a un valor de 0.078 litros por segundo ($7.758 \cdot 10^{-5}$ m³/s) correspondiente al área tributaria At-23.

Este resultado es similar al obtenido por Ordoñez (2019), en su tesis de pregrado titulada "Determinación de áreas inundables en la reserva forestal protectora nacional del Río León (RFPN-Río León) por medio de imágenes de radar, en Cali, Colombia. La misma que tuvo como objetivo Identificar y evaluar las zonas inundables asociadas a altas precipitaciones por medio de sensores remotos, en la RFPN-RÍO LEÓN. De la metodología aplicada en este estudio y en el antecedente del autor mencionado puede ser muy útil para combinarla y ser mejorada a fin de obtener resultados más precisos. Así mismo, este autor menciona que los resultados obtenidos mediante la metodología mencionada fueron evaluados y comparados in situ y comparados con el mapa de humedales de Colombia. Por otro lado, esta tecnología es apropiada a medida que las imágenes de radar faciliten la identificación de humedad aparente del suelo. Finalmente, como se puede dar cuenta la metodología aplicada podrían diferenciarse, pero los resultados que se obtuvieron fueron similares, ya que se encontró las zonas inundables buscada.

Así mismo, este resultado es similar al encontrado por Ramos (2019), en la tesis de pregrado titulada Áreas inundables en diferentes periodos de retorno aplicando el modelo de simulación hidráulica, tramo urbano del río san ramón, Pangoa – Satipo, en Huancayo, Perú. el mismo que tuvo como objetivo determinar las áreas inundables en diferentes periodos de retorno, aplicando el modelo de simulación hidráulica, tramo urbano del Río San Ramón. Dicho autor desarrollo una metodología similar, ya que logro segmentar la cuenca de manera organizada y visual del esquema de modelo hidrológico dividiendo de igual manera en microcuencas con diferentes denominaciones, para el caso de la investigación realizada se ha llamada áreas tributarias. El autor llega a concluir que los caudales máximos para diferentes periodos de retorno fueron de T2= 226.30 m³/s, T5 = 306.00 m³/s, T10= 383.00m³/s, T25= 507.20m³/s, T50 = 620.6 m³/s y finalmente T100= 752.10m³/s.

Por otro lado, este resultado es similar al obtenido por Goicochea (2021), en la tesis de pregrado "Estimación del Nivel de Riesgo por Inundación de la Quebrada Cruz Blanca Para la

Zona Urbana - Cajamarca, 2020” en Cajamarca, Perú. el mismo que tiene como objetivo general estimar el nivel de riesgo por inundación de la zona urbana adyacente al cauce de la quebrada Cruz Blanca. La cual encontró como resultado que la zona de estudio tiene un alto nivel de inundación la cual puede afectar a un promedio de 48.4 hectáreas, 16.1 hectáreas son calles, 31.4 hectáreas son viviendas, además de los resultados se concluye que la zona se encuentra expuesta a ocurrencias perjudiciales, las que podrían generar pérdidas económicas, producto de los daños materiales y personales.

A través de la metodología propuesta se puede llegar a analizar que seguir este procedimiento es bueno y se obtienen resultados verisímiles, que ayudaron a dar una confiabilidad alta y para obtener mejores resultados. Entonces, la metodología utilizada permitió realizar el modelamiento hidrológico y la simulación de máximos caudales y a la vez determinar la existencia de zonas de inundación en las cuadras 14 y 15, lo que significa que la hipótesis específica 1 es afirmativa, respondiendo de esta manera la pregunta específica.

Al respecto, la utilización de esta metodología es un gran aporte para los posteriores investigadores, puesto que, la identificación de áreas inundables utilizando dicho procedimiento, reducen grandes dificultades que pueden presentarse en la zona de estudio.

Del objetivo específico 2: Determinar las zonas inundables de acuerdo a los niveles de intensidad con diversos tiempos de retorno:

Al respecto se llegó a concluir, se determinó las zonas inundables de acuerdo a los niveles de intensidad para un tiempo de retorno de veinticinco años (25), encontrándose que dichas zonas son; Zona 1(Linea 127):JR.Micaela Bastidas, Zona 2 (Linea 90,88,201):Jr.La Dueña y Jr.Las Praderas cuadra 1 y 2, Zona 3(Linea 142,143):Av.Miguel de Cervantes y Jr.Luis Ortiz, Zona 4(Linea 75,76.77): Jr.Maria Madalengoitia y Jr.Alfredo Rocha intersectado con Jr.Antonio Astopilco, Zona 5 (Linea 79,147): JR.Alfredo Rocha hasta la interseccion con Jr.Antonio Astopilco, Zona 6(Linea 153,149): Intersección Jr.Octavio Alva León con JR.antonio Astopilco, Zona 7(Linea 171):Cuadra 3 del JR.Antonio Astopilco, hasta la cuadra 4, Zona 8(Linea 90,88,201):Jr.María Esmeralda,Jr.Luis Ortiz, Jr.Las Gaviotas y Jr.Las Pradera. Por lo tanto, se pudo determinar que el porcentaje de iundación del area de estudio es aproximadamente el 27.87%.

Este resultado es similar al obtenido por Alarcón et al. (2020), en el artículo de revista *Estimación de áreas vulnerables a inundaciones en zonas urbanas: Morelia, Michoacán, México / Estimating areas vulnerable to flooding in urban zones: Morelia, Michoacán, México*. Tuvo como objetivo determinar las áreas vulnerables a inundaciones, para lo cual emplearon la aplicación de un modelo hidrológico en su cuenta hidrológica y otro hidráulico sobre el río, en su tramo por la ciudad. Los resultados demostraron que los modelos utilizados tanto el HEC_HMS e IBER, son muy potentes y robustos para la estimación del proceso de lluvia escurrimiento y tránsito de avenidas en los cauces urbanos. Así mismo, se encontró 5 zonas inundables.

Este resultado es similar al obtenido por Aguilar (2021), en la tesis de pregrado “Evaluación del Drenaje Pluvial de Vías Urbanas Para Establecer Puntos Críticos de Inundación en un Distrito” en Huancayo, Perú. donde encontró que la evaluación del drenaje pluvial brinda detalles de los puntos críticos de inundaciones, además encontró que el cambio en la topografía de las vías urbanas mejora las condiciones de los puntos críticos de inundaciones. Encontró que, los puntos críticos de inundación se encontraron en la Av. Proceres y el sector 8 y 9, además, demostró que tener un adecuado diseño de la geometría de las vías ejecutadas mejorara la condición de los puntos críticos de las inundaciones.

Por otro lado, los resultados obtenidos son similares a los encontrados por Mantilla (2019), en la tesis de pregrado, *Identificación de áreas inundables mediante modelamiento hidráulico de la quebrada Chinchinmarca – sector 24 (Villa Huacariz) – Cajamarca*. Tuvo como objetivo principal identificar las áreas inundables en el sector 24. Encontrando que las áreas que cuentan con mayor área inundada y más propensas son las que se encuentran al margen izquierdo de la quebrada en donde se ubican la Lot. Pro Vivienda El Trébol, Asociación Civil las Begonias y empieza a partir de la progresiva 0+080km y las que cuentan con menor área

inundada son las que se encuentran al margen derecho de la quebrada en donde se ubica la Lotización 2010 y empieza a partir de la progresiva 0+120km.

Al respecto, los antecedentes mencionados se relacionan de manera directa con la metodología utilizada y a la vez permiten opinar que dicho método es bueno, puesto que, permitieron demostrar la hipótesis específica 2, determinando el modelamiento hidráulico el cual permitió encontrar la existencia de áreas inundables.

Entonces, los resultados encontrados para cada uno de los objetivos permitieron demostrar la validez de cada una de las hipótesis planteadas afirmado lo planteado, así mismo, permitió responder la pregunta de investigación referido a cuáles son las áreas inundables ocasionadas por las aguas pluviales en la zona noroeste del sector N° 11 – Cajamarca, año 2022, por lo tanto, permitió afirmar la hipótesis general, donde las zonas inundables ocasionadas por las aguas pluviales influyen de manera considerable en la zona de estudio, llegando a concluir que el porcentaje de área inundable es de 27.87%.

Por otro lado, la aplicación de dicha metodología ha permitido realizar una encuesta de a la población de estudio, para tal propósito se realizó su validación mediante tres expertos y de la misma manera se realizó la estadística de confiabilidad, encontrando el Alfa de Cronbach con un valor de 0.868, que lo califica como bueno.

Esta investigación **aporta** una amplia gama de beneficios y conocimientos a la población afectada y a las autoridades encargadas de la gestión.

Permite comprender los factores de las inundaciones, como la geografía, el clima, la infraestructura urbana, la deforestación y el cambio climático, entonces comprender estos factores es fundamental para el desarrollo de estrategias efectivas de prevención y mitigación.

Luego, esta investigación permite mejorar la planificación urbana permitiendo así el diseño de infraestructuras resilientes, pudiendo incluir la ubicación de los edificios y las viviendas, la construcción de sistemas de drenaje y la implementación de medidas de control de inundaciones.

Así mismo, esta investigación permite desarrollar sistemas de alerta temprana, el cual permitirá a la población prepararse y responder de manera efectiva ante las inundaciones inminentes, mediante la evaluación de precipitaciones y comunicación rápida de información a la población.

En la realización de la presente investigación, se presentaron algunas **limitaciones**:

Una de estas limitantes se encuentra en el acceso a los datos, variando de acuerdo a la ubicación y a la calidad de los registros, así mismo, otra de las limitantes es respecto a la precisión de los modelos, ya que estos están sujetos a la incertidumbre y limitaciones en su precisión, entonces, los modelos dependen de múltiples variables y suposiciones, y los resultados pueden variar según la calidad de los datos de entrada y la complejidad del sistema hidrológico.

Así mismo, se encontró limitaciones en el aspecto tecnológico, como la falta de acceso a herramientas avanzadas de monitoreo, modelado y análisis de datos, dificultado la recopilación y el procesamiento de información relevante para comprender predecir las inundaciones.

Finalmente, otra de la limitante fue limitados recursos económicos, ya que realizar una investigación exhaustiva sobre inundaciones requiere recursos financieros, técnicos y humanos de manera significativa, esto, influyó de manera personal el alcance de dicha investigación.

CAPÍTULO VI:

CONCLUSIONES Y RECOMEN-

DACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Se pudo determinar el modelamiento hidrológico, con una data histórica de precipitaciones máximas de 24 horas obtenida de la estación meteorológica Augusto Weberbauer desde el año 1963 hasta 2017; obteniendo tiempos de concentración para cada una de las áreas tributarias identificadas, intensidades y las características de las cuencas como el coeficiente de escorrentía, áreas; las mismas que sirvieron para determinar los caudales correspondientes.

Se realizó el modelamiento hidráulico, con el programa SWMM 5 vE; en el mismo que se asignó las propiedades de los conductos (cunetas), área tributaria identificando los puntos de entrada y descarga de los caudales (nodos), los mismos que sirven para determinar las inundaciones.

Se determinó las zonas inundables de acuerdo a los niveles de intensidad para el tiempo de retorno de veinticinco años (25), encontrándose que dichas zonas son; Zona 1(Línea 127):JR.Micaela Bastidas, Zona 2 (Línea 90,88,201):Jr.La Dueña y Jr.Las Praderas cuadra 1 y 2, Zona 3(Línea 142,143):Av.Miguel de Cervantes y Jr.Luis Ortiz, Zona 4(Línea 75,76.77): Jr.Maria Madalengoitia y Jr.Alfredo Rocha intersectado con Jr.Antonio Astopilco, Zona 5 (Línea 79,147): JR.Alfredo Rocha hasta la intersección con Jr.Antonio Astopilco, Zona 6(Línea 153,149): Intersección Jr.Octavio Alva León con JR.antonio Astopilco, Zona 7(Línea 171):Cuadra 3 del JR.Antonio Astopilco, hasta la cuadra 4, Zona 8(Línea 90,88,201):Jr.María Esmeralda,Jr.Luis Ortiz, Jr.Las Gaviotas y Jr.Las Pradera. Por lo tanto, zona de estudio es susceptible a inundaciones en un 27.87% respecto al área de estudio.

Se pudo obtener mapas de inundación a partir de modelamiento hidrológico e hidráulico, debido a que las velocidades sobrepasan los 2m/s, los cuales afectan directamente a la capacidad de las cunetas como se muestra en el anexo 6, los mismos que sirven para mostrar

el impacto que puede producir en las personas, bienes y actividades en las zonas potencialmente identificadas como inundables.

6.2 RECOMENDACIONES

En la realización del modelamiento hidrológico se puede identificar que la zona en estudio crece de manera desordenada e improvisada, cambiando el uso y haciéndolo más impermeable, por lo que se debería destinar el uso de suelo por sectores por parte de las autoridades competentes y poder planificar las zonas urbanas y así evitar muchas zonas a las inundaciones.

El modelamiento hidráulico de la zona de estudio permitió encontrar falta de continuidad en las obras hidráulicas, lo que implica retención de escorrentía, no pudiendo evacuar las aguas pluviales en los puntos más críticos de manera eficaz, lo que genera, daños a la infraestructura básica y produciendo zonas inundables. Por lo que se recomienda, a las autoridades competentes ser vigilantes en este sentido para así evitar daños materiales y personales.

Los mapas de inundaciones obtenidos muestran inundaciones por zonas, por lo que se recomienda diseñar los conductos de evacuación de lo particular al general, ya que se ha visto muchas veces que las cunetas descargan en un conducto de menor volumen, lo que genera que dicha zona sea afectada por las inundaciones.

La intensidad de las inundaciones es muy probable que con el paso de los años aumenten, debido al cambio de uso de suelo en todos los sectores de la ciudad, esto hace que se incremente la escorrentía superficial y por lo tanto las partes bajas sean la más perjudicadas con el incremento de los sedimentos perjudicando aún más las capacidades hidráulicas de los conductos del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABANTO C, 2017. *Evaluación del riesgo de inundación mediante modelo de Gestión de aguas pluviales del sector sur de la ciudad de Cajamarca...* Título profesional . Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca.

AGUILAR, K., 2021. *Evaluación del Drenaje Pluvial de Vías Urbanas para Establecer Puntos Críticos de Inundación en un Distrito* [en línea]. Título profesional . Huancayo : Universidad Peruana Los Andes. Recuperado a partir de : <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3020> [accedido 25 mayo 2023].

ALARCÓN, A. et al., 2020. Estimación de áreas vulnerables a inundaciones en zonas urbanas: Morelia, Michoacán, México. *Tecnología y ciencias del agua* [en línea]. Vol. 11, n.º 3, pp. 01-26. Recuperado a partir de : <http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1769/1727> [accedido 24 mayo 2023].

ÁLVAREZ, M. y DE UÑA, A, 2020. Perspectivas del agua. Investigación, gestión y valores del agua en el mundo actual. *Perspectivas del agua*. 12 abril 2020. DOI 10.2307/J.CTV102BKPF.

ARIAS, J. y COVINOS, M., 2021. *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* [en línea]. 1era. ISBN 9786124844423. Recuperado a partir de : www.tesisconjosearias.com

CENEPRED, 2024. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres-SIGRID. *Plataforma Geoespacial de Consulta de Información Oficial y Actualizada Para La Gestión Del Riesgo De Desastres* [en línea]. 2024. Recuperado a partir de : <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/> [accedido 1 marzo 2024].

CHOW V., 1994. *Hidrología Aplicada - Ven te chow-actualizado*.

CONCHA, R., 2007. *Curso de análisis y rehabilitación de redes de alcantarillado mediante el código SWMM 5.0*. Barcelona.

GOICOCHEA, A., 2021. *Estimación del nivel de riesgo por inundación de la quebrada Cruz Blanca para la zona urbana - Cajamarca, 2020*. [en línea]. Título Profesional . Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado a partir de : <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4453> [accedido 25 mayo 2023].

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., 2014. *Metodología de la investigación*. 6ta. ISBN 978-1-4562-2396-0.

HUAMÁN, F., 2004. *INGENIERIA DE DRENAJE*. Cajamarca.

HUAMÁN J, 2004. *INGENIERIA DE DRENAJE - Francisco Huaman*.

HUERTAS, L., 1993. Anomalías cíclicas naturales y su impacto en la sociedad - El fenómeno El Niño. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*. Vol. 22, n.º 1, pp. 345-394. DOI 10.3406/BIFEA.1993.1119.

ISIDORO, J., SILVEIRA, A. y LIMA, B., 2022. Desarrollo de un simulador de precipitaciones a gran escala para la investigación en hidrología urbana. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*. Vol. 27, n.º 1, pp. 169-173. DOI 10.1590/S1413-415220200365.

MANTILLA, F., 2019. *Identificación de áreas inundables mediante modelamiento hidráulico de la quebrada Chinchinmarca - sector 24 (Villa Huacariz) - Cajamarca*. [en línea]. Título profesional . Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado a partir de : <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3693> [accedido 25 mayo 2023].

MARTÍNEZ, E., 2016. *Inundaciones urbanas : criterios de peligrosidad y evaluación del riesgo para peatones y vehículos* [en línea]. Tesis doctoral . España : Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado a partir de : <https://www.tdx.cat/handle/10803/404336> [accedido 27 mayo 2023].

MEZA, Julio César, 2020. Análisis comparativo de los modelos digitales de elevaciones SRTM y MDE-Ar 2.0 para la identificación de áreas de peligrosidad por inundaciones y

anegamientos en un área urbana de llanura. *Geográfica digital*. Vol. 17, n.º 33, pp. 44-60. DOI 10.30972/GEO.17334015.

NATENZON, C. y BESALÚ PARKINSON, A., 2020. El derecho como instrumento de adaptación al cambio climático. Revisión de sentencias relativas a desastres por inundaciones urbanas. *AREA* [en línea]. Vol. 26, n.º 1, pp. 1-12. Recuperado a partir de : <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8213841&info=resumen&idioma=SPA> [accedido 27 mayo 2023].

NIZAMA H, 2018. *Zonificación de áreas inundables del caserío El Molino - Huambocancha Baja ocasionado por avenidas extraordinarias del río Mashcón - Cajamarca*. [en línea]. Título profesional . Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado a partir de : <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2047> [accedido 25 mayo 2023].

NUREÑA, D. y VÁSQUEZ, W., 2020. *Identificación de áreas inundables mediante modelamiento hidráulico del Río Moche, tramo Puente Moche - desembocadura playa Buenos Aires, Trujillo-2019* [en línea]. Título profesional . Trujillo : Universidad Cesar Vallejo. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46497> [accedido 24 mayo 2023].

ÑAUPAS, H. et al., 2018. *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis*. 5ta. ISBN 978-958-762-876-0.

OMS, 2017. Emergencia por impacto del Fenómeno “El Niño Costero” – Perú, 2017 - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. *Organización Panamericana de la Salud* [en línea]. 2017. Recuperado a partir de : <https://www.paho.org/es/peru/emergencia-por-impacto-fenomeno-nino-costero-peru-2017> [accedido 14 octubre 2023].

ORDOÑEZ, E., 2019. *Determinación de áreas inundables en la reserva forestal protectora nacional del Río León (RFPN-Río León) por medio de imágenes de radar* [en línea].

Titulo profesional . Cali : Universidad del Valle. Recuperado a partir de : <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/15522> [accedido 24 mayo 2023].

PACHECO, H. et al., 2019. Causas y consecuencias de las lluvias extraordinarias de 2017 en la costa ecuatoriana: el caso de la provincia Manabí. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*. Vol. 48, n.º 2, pp. 45-70. DOI 10.25268/BIMC.INVEMAR.2019.48.2.766.

RAMOS, J., 2019. *Áreas inundables en diferentes periodos de retorno aplicando el modelo de simulación hidráulica, tramo urbano del Río San Ramón, Pangoa - Satipo*. [en línea]. Titulo profesional . Huancayo : Universidad Nacional del centro del Perú. Recuperado a partir de : <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5759> [accedido 25 mayo 2023].

SALAS, M. y JIMÉNEZ, M., 2021. *INUNDACIONES* [en línea]. 1a. ISBN 9706288708. Recuperado a partir de : www.gob.mx/cenapred

SÁNCHEZ, P., 2021. (PDF) Precipitaciones extremas e inundaciones causadas por marea alta en Norteamérica. [en línea]. 2021. Recuperado a partir de : https://www.researchgate.net/publication/360915637_Precipitaciones_extremas_e_inundaciones_causadas_por_marea_alta_en_Norteamerica [accedido 25 mayo 2023].

TAVARES, C. et al., 2010. *CURSOS TÉCNICOS Serie 1 Autoría*. ISBN 9789898360-038.

VILLÓN M, 2004. *Maximo Villon - Hidrologia*. Costa Rica.

ANEXOS

Anexo 01: Instrumento de estudio: Encuesta aplicada

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: “IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NOROESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022”

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

.....

B. Sexo:

- a. Masculino.
- b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- a. Primaria
- b. Secundaria
- c. Preuniversitario
- d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?
 - Si
 - No
 - No sabe
 - No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?

- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas.
 - Redes de alcantarillado.
 - Conductos de abastecimiento de agua.
 - Viviendas.
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
- -
 -
 -
 -
 -

Anexo 02: Validación del instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INUNDABLES OCASIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR 11- CAJAMARCA, AÑO 2022".

INSTRUMENTO: ENCUESTA

I. REFERENCIAS

- 1.1. Nombre y apellidos: **GASPAR VIRILO MENDEZ CRUZ**
- 1.2. Documento de Identidad: **26631950**
- 1.3. Grado académico: **DOCTOR EN INGENIERIA CIVIL**
- 1.4. Especialidad: **INGENIERO CIVIL**
- 1.5. Institución Laboral: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**
- 1.6. Lugar y fecha: **18 DE DICIEMBRE DEL 2023**

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan los formatos y la encuesta que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

Nº	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	2
2	Formulado con lenguaje apropiado	2
3	Adecuado para el objeto de estudio	2
4	Facilita la prueba de hipótesis	2
5	Suficiencia para medir las variables	2
6	Facilita la interpretación del instrumento	2
7	Acorde al campo en estudio	2
8	Expresado en hechos perceptibles	2
9	Tiene secuencia lógica	2
10	Basado en aspectos teóricos	2
	Total	20

Observación _____

Ing° GASPAR V, MENDEZ CRUZ Dr.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INUNDABLES OCASIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR 11- CAJAMARCA, AÑO 2022".

INSTRUMENTO: ENCUESTA

I. REFERENCIAS

- 1.1. Nombre y apellidos: JANE ELIZABETH ALVAREZ LLANOS
- 1.2. Documento de Identidad: 26704582
- 1.3. Grado académico: M. Cs. EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS
- 1.4. Especialidad: INGENIERA CIVIL
- 1.5. Institución Laboral: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
- 1.6. Lugar y fecha: 26 DE ENERO DEL 2024

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan los formatos y la encuesta que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

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

Observación _____

M. Cs. JANE E. ALVAREZ LLANOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INUNDABLES OCASIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR 11- CAJAMARCA, AÑO 2022".

INSTRUMENTO: ENCUESTA

I. REFERENCIAS

- 1.1. Nombre y apellidos: **FRECIA SEMINARIO CADENILLAS**
- 1.2. Documento de Identidad: **42103225**
- 1.3. Grado académico: **M. Cs. EN INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**
- 1.4. Especialidad: **INGENIERA CIVIL**
- 1.5. Institución Laboral: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**
- 1.6. Lugar y fecha: **26 DE ENERO DEL 2024**

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan los formatos y la encuesta que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

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

Observación _____

M. Cs. **FRECIA SEMINARIO CADENILLAS**

Anexo 03: Confiabilidad del instrumento de estudio

Base de datos

orden	instrucción	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	2	3	2	3	1
4	2	1	3	3	1	1	2
5	1	2	2	2	1	1	2
6	1	3	3	1	2	1	2
7	3	2	1	1	2	1	3
8	4	2	1	2	3	1	3
9	4	4	2	3	3	4	3
10	4	4	3	4	3	4	3

Fuente: elaboración propia (2023).

Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	10	100.0
	Excluido ^a	0	0.0
	Total	10	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Fuente: elaboración propia (2023).

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.868	7

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 04: Encuesta para evidenciar zonas inundables en el sector en estudio

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: “IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022”

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

Juana Rosa Cueva Cacho.

B. Sexo:

- a. Masculino.
- b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- a. Primaria
- b. Secundaria
- c. Preuniversitario
- d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

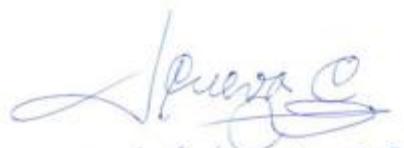
Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

- Si
- No
- No sabe
- No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
 - Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
 - Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
 - Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
 - Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
 - Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
 - Arrojo de basura a canales de agua
 - Obstrucción en cunetas.
 -
 -
 -
 -


 26613658

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

..... Maria Esther Valiente Cerne

B. Sexo:

a. Masculino.

Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

a. Primaria

b. Secundaria

c. Preuniversitario

Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

Si

No

No sabe

No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
- Colocar la basura en un lugar no adecuado.
 - Mal diseño de cunetas.
 - Obstrucción y congestión vehicular.
 -
 -
 -



76309219

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

...ESTHER NOEMI RAFAEL LLOVERA.....

B. Sexo:

- a. Masculino.
- b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- a. Primaria
- b. Secundaria
- c. Preuniversitario
- d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?
 - Si
 - No
 - No sabe
 - No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
 - Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
 - Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
 - Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
 - Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
 - Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
 - Mal diseño de las cunetas.
 - Obstrucción de la basura.
 -
 -
 -
 -

Arend

46526595

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

Willys Gallo Quispe

B. Sexo:

- Masculino.
- Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- Primaria
- Secundaria
- Preuniversitario
- Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

- Si
- No
- No sabe
- No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
- Botar basuras a las calles
 - Falta de limpieza de los canales
 - El mal diseño canales
 -
 -
 -


45319144

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

Moises Herrero Chelón

B. Sexo:

- a. Masculino.
 b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- a. Primaria
 b. Secundaria
 c. Preuniversitario
 d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

- Si
 No
 No sabe
 No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
- Arrojando basura a la calle
 - Limpieza de cunetas
 -
 -
 -
 -
-  48450405

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

Elías Medina Sazar.

B. Sexo:

- a. Masculino.
b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- a. Primaria
 b. Secundaria
c. Preuniversitario
d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

- a. Si
 b. No
 c. No sabe
 d. No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
- -
 -
 -
 -
 -
 -



16794836

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

.....*Diana Rubel Contreras Mejía*.....

B. Sexo:

a. Masculino.

b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

a. Primaria

b. Secundaria

c. Preuniversitario

d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

Si

No

No sabe

No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
- AROJO DE BASURA
 - MAL DISEÑO DE CURBETAS
 - FALTA DE LIMPIEZA DE LAS ZONAS
 -
 -
 -


46749388

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

Raquel Romero Valencia

B. Sexo:

a. Masculino.

b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

a. Primaria

b. Secundaria

c. Preuniversitario

d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

Si

No

No sabe

No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
- El Arrojar basura a las calles.
 - El q. el alcantarillado no tenga limpieza adecuada.
 - El mal diseño de las cunetas
 -
 -
 -

Rute 48218894.

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

Fanny Gallardo Ceina DNI 72494684 

B. Sexo:

- a. Masculino.
- b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- a. Primaria
- b. Secundaria
- c. Preuniversitario
- d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

- Si
- No
- No sabe
- No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
- dejar agregados en calles y veredas
 - arrojar basura en la calle
 -
 -
 -
 -

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

..... EDUAR MESA RUIZ DNI 46841501



B. Sexo:

- a. Masculino.
- b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- a. Primaria
- b. Secundaria
- c. Preuniversitario
- d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

- Si
- No
- No sabe
- No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
- - BOTAR BASURA EN LA CALLE.
 - NO HACER LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS
 -
 -
 -

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

Edwin Rosmer Mejía Ruiz

B. Sexo:

- a. Masculino.
b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- a. Primaria
b. Secundaria
c. Preuniversitario
 d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

- Si
 No
 No sabe
 No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
- Arrojar basura en la calle
 - Dejar agregados en calles y vereda
 - Botar desmonte en las cunetas
 -
 -
 -

Ornel

14979685

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

Doraliza Campos Borbaya

B. Sexo:

a. Masculino.

b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

a. Primaria

b. Secundaria

c. Preuniversitario

d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

Si

No

No sabe

No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
- Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
- Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
- Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
- Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
- Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?

- botar basura a la calle
- arroyar demonte en los veredos y cumetas
-
-
-
-



80311114

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

.....*Julio Cesar Galvez Camajulca*.....

B. Sexo:

- a. Masculino.
- b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- a. Primaria
- b. Secundaria
- c. Preuniversitario
- d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

- Si
- No
- No sabe
- No responde

Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?

- Si
- No
- No sabe

3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?

- Inundación de la vereda
- Inundación de la vivienda
- Humedad en el piso y veredas
- Derrumbe parcial o total de la vivienda

4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?

- Causas provocadas por el ser humano.
- Causas sobrenaturales.
- La no adopción de medidas por parte de la población.

5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?

- Calles y veredas
- Redes de alcantarillado
- Conductos de abastecimiento de agua
- Viviendas

6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?

- Si
- No
- No sabe

7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?

- Rotar desmonte a los calles
- Dejar residuos de arena y barro en la calle
- Residuos de concreto de construcciones vecinas.
-
-
-


27365525

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Tesis: "IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES OCACIONADAS POR AGUAS PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N° 11 – CAJAMARCA, AÑO 2022"

Objetivo: Encontrar evidencias de inundaciones ocurridas en la zona de estudio (sector N° 11 Cajamarca, año 2022).

Datos de la persona encuesta

A. Nombres y apellidos:

..... Luz Pamela Galvez Campos

B. Sexo:

- a. Masculino.
- b. Femenino.

C. Nivel de instrucción. *Debe de marcar una opción*

- a. Primaria
- b. Secundaria
- c. Preuniversitario
- d. Superior

Preguntas relacionadas con el riesgo de inundación por intensas lluvias.

Inundación: Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por encima del nivel habitual.

1. Basándose en la definición anterior ¿tiene usted conocimiento que ciertas áreas de su sector son propensas a las inundaciones pluviales?

- Si
- No
- No sabe
- No responde

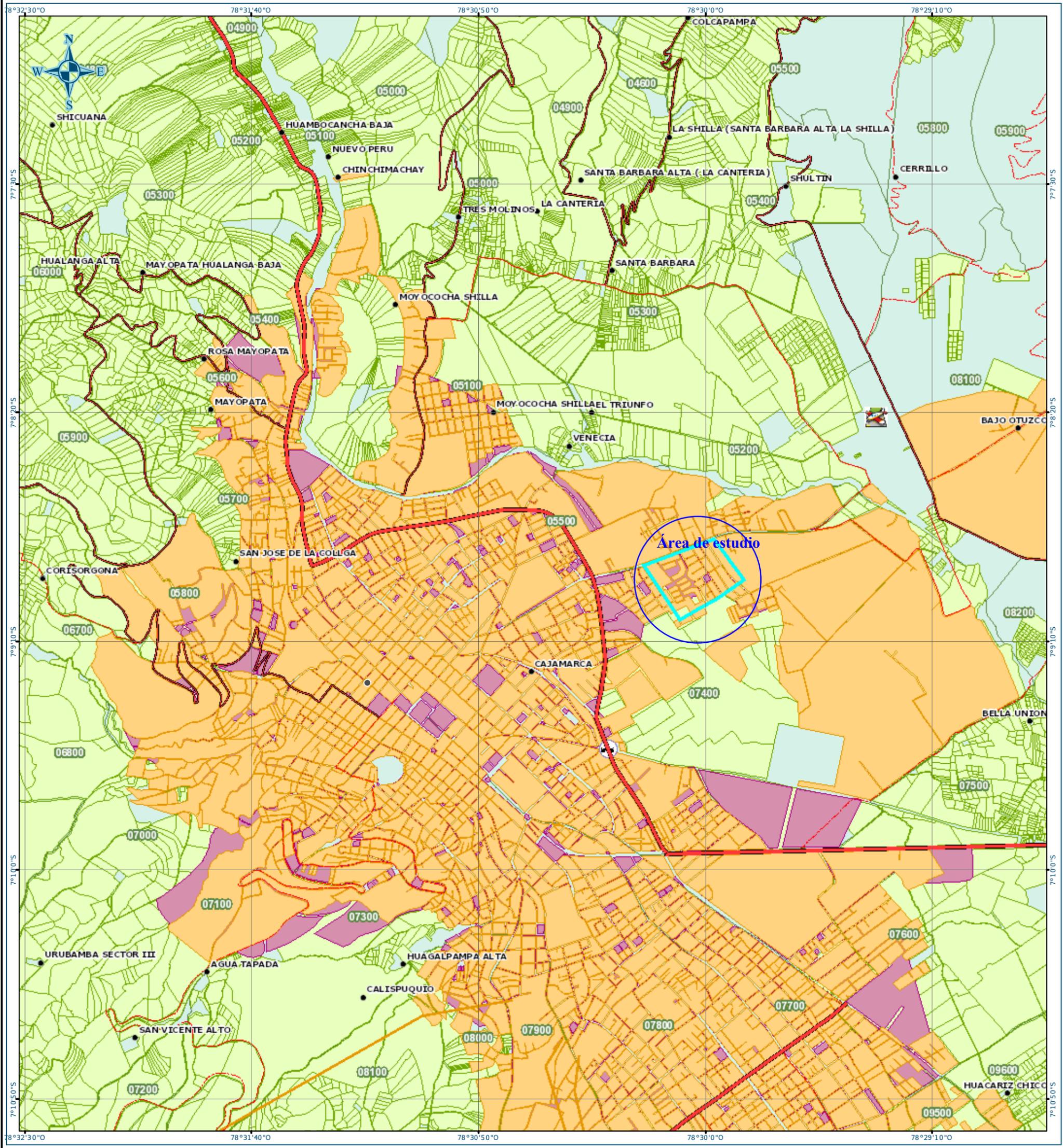
Si su respuesta es afirmativa continúe con las preguntas siguientes, si es negativa, se le agradece su participación.

2. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
 - Si
 - No
 - No sabe
3. ¿Podría decir que tipo de afectaciones tuvo?
 - Inundación de la vereda
 - Inundación de la vivienda
 - Humedad en el piso y veredas
 - Derrumbe parcial o total de la vivienda
4. ¿Qué causa considera usted que pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?
 - Causas provocadas por el ser humano.
 - Causas sobrenaturales.
 - La no adopción de medidas por parte de la población.
5. ¿Podría señalar que áreas considera usted que se pueden inundar?
 - Calles y veredas
 - Redes de alcantarillado
 - Conductos de abastecimiento de agua
 - Viviendas
6. ¿Considera usted que las inundaciones podrían aumentar en el futuro?
 - Si
 - No
 - No sabe
7. ¿Ejemplifique que acciones negativas de las personas contribuyen al aumento de las inundaciones en su sector?
 - Arrojo de desmonte en las calles
 - Atascamiento de cunetas por basura.
 - Obstrucción de redes de agua de lluvia
 -
 -
 -



7463 7576

Anexo 05: Ubicación zona de estudio



MAPA DE UBICACION



LEYENDA

polygonLayer		Red vial	
•	Centros Poblados	—	Asfaltado
✈	Aeropuerto, aeródromo	—	Afirmado
🚢	Helipuerto	—	Sin afirmar
⚓	Embarcadero	—	Trocha
🚢	Terminal portuario		
🚢	Multiboyas		
+	Red Ferroviaria		

REFERENCIA CARTOGRAFICA

Escala: 1:25,000

0 100 200 400 600 800 1,000 Meters

1 cm en el mapa equivale a 250 metros en el terreno
La superficie visible mínima representada en el mapa es de aproximadamente 625 m²

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum Horizontal de Referencia WGS84

Anexo 06: Panel fotográfico



Foto N° 1: Tomando medidas de cuneta

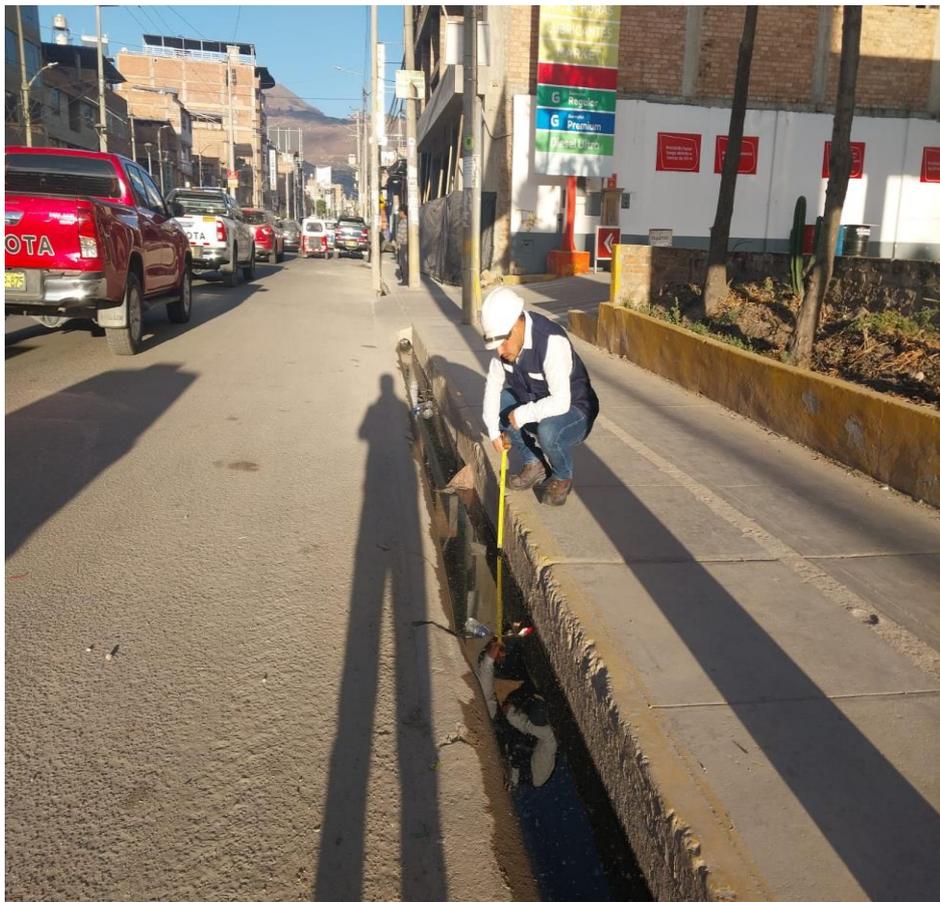


Foto N° 2: Tomando medida del alto de la cuneta



Foto N° 3: Identificando el sentido de los caudales en las calles



Foto N° 4: Haciendo el recorrido de la zona de estudio



Foto N° 5: Evidencia de inundación



Foto N° 6: Evidencia de inundación



Foto N° 7: Evidencia de inundación



Foto N° 8: Calle inundada



Foto N° 9: Impedimento al drenaje



Foto N° 10: Drenaje insuficiente

Anexo 07: Caudal en cunetas

Cunetas	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Q _{máx}	Veloc. Máx m/s	Caudal Máx/Lleno	Nivel Máx/Lleno
6	CUNETA	40.7	00:56	0.63	0.93	0.98
7	CANAL	12.57	00:11	0.8	0.14	0.48
10	CUNETA	15.66	00:59	0.41	0.47	0.75
12	CUNETA	21.22	01:00	1.33	0.2	0.47
13	CUNETA	61.95	00:59	0.96	0.94	0.98
30	CUNETA	0.01	02:00	0.02	0	0.07
34	CUNETA	29.7	00:11	1.14	0.28	0.62
36	CUNETA	93.27	00:13	1.93	0.64	0.85
42	CUNETA	50.36	00:08	1.29	0.48	0.76
43	CUNETA	99.25	00:01	1.65	1	1
44	CUNETA	53.27	00:56	1.7	0.53	0.73
57	CUNETA	12.33	00:03	1.39	0.07	0.36
58	CUNETA	23.29	00:02	0.35	1	1
59	CUNETA	40.02	00:02	0.59	1	1
62	CUNETA	43.82	00:02	0.73	1	1
63	CUNETA	20.81	01:14	0.32	0.96	0.99
64	CUNETA	1.2	02:00	0.14	0.07	0.36
65	CUNETA	2.33	01:44	0.17	0.12	0.45
66	CUNETA	12.42	00:03	0.18	1	1
67	CUNETA	5.52	00:18	0.08	1	1
68	CUNETA	5.56	00:05	0.08	1	1
69	CUNETA	12.73	00:50	0.35	0.44	0.74
70	CUNETA	27.59	00:51	0.51	0.74	0.89
71	CUNETA	63.39	00:15	1.24	0.69	0.87
72	CUNETA	89.43	00:00	1.49	1	1
73	CUNETA	62.13	00:02	0.92	1	1
74	CUNETA	16.2	00:01	0.24	1	1
75	CUNETA	102.04	00:01	1.51	1	1
76	CUNETA	145.04	00:02	2.15	1	1
77	CUNETA	117.32	00:01	1.74	1	1
78	CUNETA	92.96	00:01	1.38	1	1
79	CUNETA	144.57	00:12	2.15	0.99	1
80	CUNETA	22.04	00:17	0.97	0.23	0.58
81	CUNETA	28.57	00:07	1.45	0.19	0.54
82	CUNETA	51.02	00:13	1.59	0.37	0.69
83	CUNETA	50.35	00:13	1.72	0.33	0.66
85	CUNETA	56.47	00:03	1.78	0.41	0.65

87	CUNETA	87	00:01	1.29	1	1
88	CUNETA	163.08	00:01	2.42	1	1
89	CUNETA	79.62	00:02	1.18	1	1
90	CUNETA	126.87	00:02	1.9	0.98	0.99
91	CUNETA	49.66	00:14	1.67	0.34	0.66
92	CUNETA	63.72	00:14	2.02	0.36	0.68
93	CUNETA	59.71	00:08	1.82	0.38	0.7
94	CUNETA	107.39	00:09	2.1	0.69	0.87
95	CUNETA	11.17	00:02	0.88	0.11	0.43
96	CUNETA	18.92	00:22	0.96	0.19	0.54
97	CUNETA	23.24	00:21	1.95	0.1	0.42
98	CUNETA	55.28	00:22	2.06	0.29	0.63
99	CUNETA	6.85	00:01	1.34	0.03	0.28
101	CUNETA	6.69	01:40	0.2	0.38	0.7
102	CUNETA	10.17	01:41	0.37	0.3	0.64
103	CUNETA	17.93	01:42	1.78	0.08	0.3
104	CUNETA	3.52	00:27	0.34	0.08	0.39
105	CUNETA	7.75	01:07	0.33	0.25	0.59
106	CUNETA	145.35	01:40	3.86	0.46	0.75
107	CUNETA	181.59	00:02	2.69	1	1
108	CUNETA	213.91	00:01	3.57	1	1
109	CUNETA	2.1	00:21	0.56	0.02	0.23
110	CUNETA	5.12	00:48	0.32	0.15	0.49
111	CUNETA	5.62	01:08	0.28	0.2	0.55
112	CUNETA	16.73	01:08	2.66	0.04	0.22
113	CUNETA	63.63	01:07	1.05	0.86	0.95
114	CUNETA	85.7	00:01	1.43	1	1
116	CUNETA	11.11	00:23	0.78	0.12	0.46
117	CUNETA	134.9	00:01	2.25	1	1
118	CUNETA	8.28	00:02	0.12	1	1
119	CUNETA	24.39	00:01	0.36	1	1
120	CUNETA	12.23	00:10	1.56	0.06	0.34
121	CUNETA	15.01	00:02	2.68	0.04	0.29
122	CUNETA	85.99	00:02	2.3	0.52	0.73
123	CUNETA	70.04	00:02	1.76	0.49	0.77
124	CUNETA	28.06	00:01	1.66	0.16	0.5
125	CUNETA	62.86	00:01	3.33	0.18	0.53
126	CUNETA	61.19	00:01	1.02	1	1
127	CUNETA	107.35	00:01	2.39	0.59	0.82
128	CUNETA	0	00:00	0	0	0
129	CUNETA	32.14	00:08	1.75	0.18	0.52
130	CUNETA	29.4	00:01	2.49	0.1	0.42
131	CUNETA	29.13	00:01	2.9	0.08	0.3
132	CUNETA	54.37	00:01	3.39	0.15	0.49

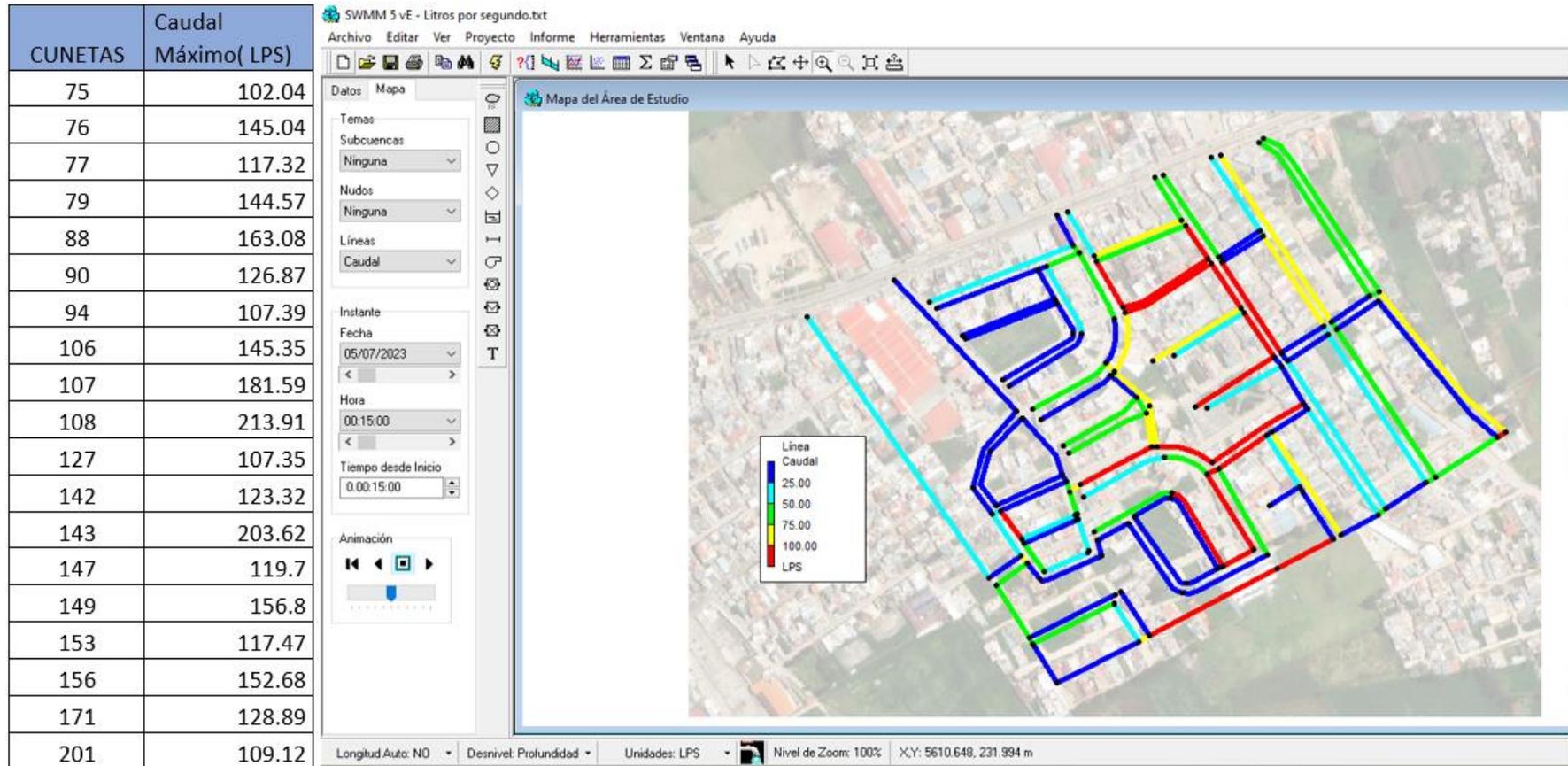
133	CUNETA	14.56	00:15	1.67	0.07	0.36
134	CUNETA	66.14	00:02	0.98	1	1
135	CUNETA	61.29	00:17	1.43	0.55	0.8
136	CUNETA	62.82	00:04	5.64	0.09	0.33
137	CUNETA	0	00:00	0	0	0
138	CUNETA	5.68	00:47	0.49	0.1	0.42
139	CUNETA	84.66	00:00	1.41	1	1
140	CUNETA	33.83	00:01	1.91	0.17	0.51
141	CUNETA	6.45	00:09	1.39	0.03	0.26
142	CUNETA	123.32	00:18	1.97	0.9	0.96
143	CUNETA	203.62	00:19	3.02	1	1
144	CUNETA	77.03	00:17	1.69	0.59	0.82
145	CUNETA	36.32	00:14	1.54	0.25	0.59
146	CUNETA	97.38	00:01	1.62	1	1
147	CUNETA	119.7	00:01	1.77	1	1
148	CUNETA	85.97	00:01	1.43	1	1
149	CUNETA	156.8	00:01	2.32	1	1
150	CUNETA	20.47	00:01	0.34	1	1
153	CUNETA	117.47	00:01	1.74	1	1
154	CUNETA	44.41	00:17	1.34	0.39	0.7
156	CUNETA	152.68	00:01	2.26	1	1
157	CUNETA	4.84	00:03	0.07	1	1
158	CUNETA	13.72	00:01	0.2	1	1
160	CUNETA	5.7	00:01	1.42	0.02	0.24
161	CUNETA	26.52	00:10	0.7	0.47	0.75
163	CUNETA	20.88	00:03	3.94	0.03	0.2
164	CUNETA	20.83	00:02	0.31	1	1
165	CUNETA	91.16	00:17	1.86	0.65	0.85
166	CUNETA	24.54	00:01	2.13	0.1	0.41
167	CUNETA	40.37	00:05	0.6	1	1
168	CUNETA	63.37	00:06	1.86	0.45	0.69
169	CUNETA	69.61	00:17	1.44	0.64	0.85
170	CUNETA	69.65	00:04	1.47	0.72	0.85
171	CUNETA	127.89	00:02	1.89	1	1
172	CUNETA	22.8	00:01	0.38	1	1
173	CUNETA	48.24	00:03	0.71	1	1
174	CUNETA	46.67	00:13	0.69	1	1
175	CUNETA	56.86	00:13	1.39	0.59	0.78
176	CUNETA	86.29	00:02	1.28	1	1
177	CUNETA	31.24	00:01	0.52	1	1
178	CUNETA	49.53	00:04	0.73	1	1
179	CUNETA	84.65	00:38	1.3	0.95	0.98
180	CUNETA	68.59	00:03	1.14	1	1
181	CUNETA	54.05	00:02	0.8	1	1

182	CUNETA	62.22	00:05	0.92	1	1
183	CUNETA	68.82	00:58	1.33	0.81	0.91
184	CUNETA	61.97	00:01	0.92	1	1
185	CUNETA	17.87	00:48	0.96	0.18	0.53
186	CUNETA	98.55	00:04	1.46	1	1
187	CUNETA	21.17	00:01	0.31	1	1
188	CUNETA	70.94	00:04	1.42	0.78	0.89
189	CUNETA	53.15	00:06	0.79	1	1
190	CUNETA	125.68	00:04	2.09	1	1
191	CUNETA	10.19	00:11	1.07	0.07	0.38
192	CUNETA	21.21	00:08	1.31	0.15	0.49
193	CUNETA	9.36	01:01	0.19	0.64	0.85
194	CUNETA	11.85	00:45	0.27	0.57	0.81
195	CUNETA	8.01	00:36	0.34	0.25	0.59
196	CUNETA	6.6	00:57	0.19	0.43	0.73
197	CUNETA	5.43	00:05	1.12	0.03	0.27
198	CUNETA	85.78	00:01	2.23	0.48	0.75
199	CUNETA	50.17	00:15	1.65	0.35	0.67
200	CUNETA	10.94	00:01	0.16	1	1
201	CUNETA	109.12	00:01	1.62	1	1
202	CUNETA	19.73	00:01	0.33	1	1
203	CUNETA	34.67	00:01	1.03	1	1

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Caudal maximo de cada una de las cunetas de acuerdo a la velocidad máx en un tiempo determinado y el segundo caudal denominado caudal maximo lleno es el caudal que transporta la cuneta juntamente con ayuda de la calzada (hasta 3m) y el nivel maximo es hasta donde llega el agua junto con la calzada.

Anexo 08: Caudal de inundación en cunetas



Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Caudales maximos de inundacion que se da en cada una de las líneas rojas que son las cunetas.

Anexo 09: Nivel en nudos

Nudo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Instante Nivel Máx.hr: min
2	0.1	0.12	00:00
3	0.15	0.2	00:56
4	0.02	0.02	00:00
5	0.14	0.15	00:00
7	0.23	0.23	00:00
8	0.21	0.21	00:00
9	0.11	0.11	00:00
10	0.14	0.14	00:00
11	0.22	0.22	00:00
13	0.17	0.17	00:00
14	0.21	0.21	00:00
15	0.2	0.2	00:00
16	0.1	0.1	00:01
17	0.2	0.2	00:00
18	0.21	0.21	00:00
19	0.13	0.13	00:01
20	0.08	0.08	00:00
22	0.1	0.1	00:10
23	0.23	0.23	00:02
24	0.13	0.14	00:01
25	0.11	0.12	00:02
26	0.08	0.1	00:01
27	0.13	0.14	00:02
28	0.07	0.07	00:00
29	0.15	0.15	00:20
31	0.16	0.16	00:48
32	0.09	0.11	00:00
33	0.24	0.24	00:07
34	0.3	0.3	00:01
35	0.16	0.16	00:01
36	0.15	0.15	00:00
37	0	0	00:00
38	0.16	0.16	00:00
40	0.06	0.9	00:01
41	0.16	0.16	01:08
43	0.11	0.12	00:01
44	0.24	0.24	00:17
45	0.12	0.12	00:00

46	0.1	0.12	00:00
47	0.24	0.24	00:00
48	0.11	0.11	00:00
49	0.29	0.29	00:08
50	0.3	0.3	00:18
51	0.3	0.3	00:00
52	0.26	0.26	00:00
53	0.3	0.3	00:05
54	0.3	0.3	00:00
55	0.3	0.3	00:01
56	0.3	0.3	00:01
57	0.3	0.3	00:04
58	0.19	0.19	00:21
59	0.3	0.3	00:01
60	0.3	0.3	00:01
63	0.3	0.3	00:01
64	0.3	0.3	00:01
69	0.3	0.3	00:01
70	0.3	0.3	00:01
71	0.21	0.21	01:40
73	0.12	0.12	00:00
75	0.18	0.18	00:26
77	0.19	0.19	01:41
78	0.26	0.26	00:09
80	0.26	0.26	00:08
82	0.16	0.16	00:02
84	0.16	0.16	00:22
86	0.07	0.07	00:00
87	0.22	0.23	00:03
89	0.3	0.3	00:02
90	0.3	0.3	00:00
91	0.3	0.3	00:01
92	0.3	0.3	00:01
94	0.3	0.3	00:01
97	0.21	0.21	00:13
98	0.17	0.17	00:17
99	0.3	0.3	00:00
101	0.3	0.3	00:00
102	0.3	0.3	00:00
103	0.3	0.3	00:01
104	0.21	0.21	00:00
105	0.3	0.3	00:00
106	0.3	0.3	00:01
107	0.3	0.3	00:01

108	0.3	0.3	00:01
109	0.25	0.25	00:00
110	0.18	0.18	00:00
111	0.3	0.3	00:01
112	0.25	0.25	00:17
113	0.3	0.3	00:01
114	0.3	0.3	00:01
117	0.3	0.3	00:01
118	0.3	0.3	00:01
119	0.25	0.25	00:00
120	0.23	0.23	00:00
121	0.3	0.3	00:01
122	0.3	0.3	00:01
123	0.3	0.3	00:00
124	0.25	0.25	00:11
125	0.19	0.19	00:00
126	0.14	0.14	00:00
127	0.1	0.15	00:01
128	0.29	0.29	00:59
129	0.3	0.3	00:05
130	0.3	0.3	00:02
131	0.3	0.3	00:00
133	0.27	0.27	00:50
135	0.3	0.3	00:00
142	0.3	0.3	00:00
143	0.29	0.29	00:00
144	0.29	0.3	00:13
145	0.3	0.3	00:01
146	0.3	0.3	00:03
147	0.3	0.3	00:01
148	0.3	0.3	00:05
149	0.18	0.18	00:36
150	0.3	0.3	00:00
151	0.3	0.3	00:01
154	0.3	0.3	00:01
157	0.3	0.3	00:00
158	0.3	0.3	00:00
161	0.3	0.3	00:00
162	0.3	0.3	00:02
171	0.3	0.3	00:01
173	0.3	0.3	00:00
176	0.26	0.26	00:00
179	0.3	0.3	00:00
180	0.2	0.21	00:13

181	0.21	0.21	00:00
182	0.1	0.1	00:00
183	0.3	0.3	00:01
184	0.14	0.14	00:00
185	0.12	0.12	00:00
186	0.12	0.13	00:01
187	0.14	0.15	00:01
188	0	0	00:00
189	0.15	0.15	00:00
190	0.08	0.08	00:00
191	0.12	0.12	00:00
192	0.11	0.11	00:00
193	0.15	0.15	00:00
194	0.25	0.25	00:00
195	0.24	0.24	00:00
196	0.22	0.22	00:00
197	0.18	0.18	00:00
198	0.08	0.08	00:00
199	0.22	0.22	00:00
200	0.2	0.2	00:00
201	0.3	0.3	00:01
202	0.15	0.15	00:00

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. niveles medios y maximo que llega el agua en cada nudo y el tiempo(hr:min) en que se da el nivel maximo

Anexo 10: Inundación en nudos

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo		Volumen Total Inund M3/S
5	2.01	47.78	0	02:00	0.345
24	1.99	68.37	0	00:03	0.485
25	1.98	0	0	00:00	0
26	2	29.25	0	00:02	0.21
27	1.98	0	0	00:00	0
32	2.01	139.84	0	00:03	1.001
34	1.99	1.62	0	00:02	0.011
40	1.99	0	0	00:00	0
43	2	41.84	0	00:06	0.299
46	2.01	102.17	0	00:45	0.736

51	2.01	268.08	0	00:19	1.923
53	1.93	0	0	00:00	0
54	2.01	120.95	0	00:06	0.862
55	1.99	0	0	00:00	0
56	1.99	71.66	0	00:04	0.508
57	1.95	29.99	0	00:48	0.208
59	2	155.92	0	00:22	1.114
60	2	128.19	0	00:02	0.919
63	2	58.83	0	00:02	0.421
64	1.99	71.58	0	00:03	0.512
69	1.99	31.4	0	00:14	0.224
70	1.99	61.46	0	01:40	0.436
89	1.98	0	0	00:00	0
90	2.01	174.36	0	00:13	1.248
91	2	93.63	0	00:17	0.67
92	1.99	5.22	0	00:02	0.037
94	1.99	34.44	0	00:05	0.246
99	2.01	33.4	0	00:08	0.24
101	2.01	43.74	0	00:02	0.315
102	2.01	25.75	0	00:01	0.186
103	2	253.81	0	00:02	1.82
105	2.01	97.5	0	00:17	0.7
106	2	105.09	0	00:03	0.75
107	1.99	10.74	0	00:14	0.077
108	2	110.76	0	00:18	0.794
111	1.99	13.47	0	00:06	0.096
113	2	164.98	0	00:02	1.181
114	2	182.67	0	00:12	1.308
117	2	12.08	0	00:01	0.087
118	1.99	0	0	00:00	0
121	1.99	44.38	0	00:13	0.317
122	2	58.38	0	00:16	0.418
123	2.01	25.96	0	00:01	0.187
127	2	109.59	0	00:59	0.775
129	1.93	0	0	00:00	0
130	1.98	20.77	0	01:14	0.143
131	2.01	22.3	0	02:00	0.159
135	2.01	5.23	0	01:45	0.037
142	2.01	7.91	0	00:01	0.057
144	1.8	0	0	00:00	0
145	2	62.86	0	00:14	0.439
146	1.97	16.06	0	00:39	0.112
147	1.99	64.42	0	01:01	0.459
148	1.93	0	0	00:00	0
150	2.01	73.65	0	00:03	0.526

151	2	32.87	0	00:44	0.235
154	1.99	32.24	0	00:58	0.227
157	2.01	286.55	0	00:01	2.067
158	2.01	7.04	0	00:01	0.051
161	2.01	0	0	00:00	0
162	1.98	8.53	0	00:03	0.061
171	2	58.53	0	00:02	0.419
173	2.01	344.66	0	00:14	2.483
179	2.01	144.91	0	00:01	1.029
183	2	28.6	0	01:07	0.203
201	2	100.33	0	00:02	0.719
202	2.01	202.02	0	00:01	1.458

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Nos muestra el tiempo que va estar inundado el nudo debido al caudal maximo y el instante en que sucede dicho caudal ,tambien nos muestra el volumen total de inundacion.

Anexo 11: Sobrecarga en Conductos

Conducto	-----	Horas	-----	Horas	Horas
	Ambos Ext	Ext.Ini	Ext.Fin	Q > Q unif. Tubo Lleno	Capacidad Limitada
43	1.99	1.99	1.99	0.01	1.99
58	1.98	2	1.98	0.01	2
59	1.98	1.99	1.98	1.98	1.99
62	1.98	1.98	1.98	0.01	1.98
66	1.97	2.01	1.97	1.97	2.01
67	1.72	2.01	1.72	1.72	2.01
68	1.93	1.98	1.93	0.01	1.98
72	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
73	1.98	2	1.98	1.98	2
74	1.99	2	1.99	1.99	2
75	2	2.01	2	0.01	2.01
76	1.98	2	1.98	1.98	2
77	1.99	2	1.99	0.01	2
78	1.99	2.01	1.99	1.99	2.01
87	2	2.01	2	2	2.01
88	1.99	2	1.99	0.01	2
89	1.98	1.99	1.98	0.01	1.99
107	1.98	1.99	1.98	1.98	1.99
108	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99

114	1.99	2	1.99	1.99	2
117	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
118	1.98	2.01	1.98	1.98	2.01
119	1.99	2.01	1.99	1.99	2.01
126	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
134	1.98	2	1.98	1.98	2
139	2.01	2.01	2.01	0.01	2.01
146	2	2	2	2	2
147	1.99	2	1.99	0.01	2
148	2	2	2	0.01	2
149	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
150	2	2	2	2	2
153	1.99	2.01	1.99	1.99	2.01
156	1.99	2	1.99	1.99	2
157	1.96	2.01	1.96	1.96	2.01
158	1.99	2	1.99	1.99	2
164	1.98	2.01	1.98	1.98	2.01
167	1.93	1.99	1.93	1.93	1.99
171	1.98	1.99	1.98	1.98	1.99
172	1.99	2	1.99	1.99	2
173	1.97	2.01	1.97	0.01	2.01
174	1.8	2.01	1.8	1.8	2.01
176	1.98	2	1.98	1.98	2
177	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
178	1.95	2	1.95	1.95	2
180	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
181	1.98	2.01	1.98	0.01	2.01
182	1.93	2.01	1.93	0.01	2.01
184	1.99	2.01	1.99	1.99	2.01
186	1.95	1.98	1.95	1.95	1.98
187	1.99	2.01	1.99	1.99	2.01
189	1.92	1.99	1.92	1.92	1.99
190	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
200	1.99	2.01	1.99	1.99	2.01
201	1.99	2	1.99	1.99	2
202	2	2	2	2	2
203	1.99	2.01	1.99	1.99	2.01

Fuente: elaboración propia (2023).

Nota. Resumen de los tiempos de llenado de un conducto de extremo a inicio y extremo a fin, también las horas de capacidad limitada.

Anexo 12: Cuadro de drenajes

Nodo	Área	C	I(mm/hr)	Área (ha)	Q(l/s)
---	At-1	0.85	431.71	0.0924	91.5467
202	At-2	0.85	203.85	0.50592	236.6929
5	At-3	0.85	239.77	0.10186	56.0538
104	At-4	0.85	94.57	0.20461	44.4054
10	At-5	0.2	100.09	0.04304	2.326
---	At-6	0.2	91.85	0.01725	0.8555
71	At-7	0.2	100.51	0.06422	3.4859
9	At-8	0.2	86.49	0.0257	1.2003
7	At-9	0.85	228.19	0.0299	15.6601
13	At-10	0.85	678.26	0.01416	22.0429
32	At-11	0.85	577.22	0.01226	16.2403
36	At-12	0.85	654.54	0.01867	28.039
191	At-13	0.85	664.18	0.01506	22.9623
35	At-14	0.85	753.26	0.02009	34.7327
43	At-15	0.85	454.79	0.02935	30.6298
22	At-16	0.2	178.41	0.02836	2.7327
48	At-17	0.2	214.77	0.12554	14.5604
181	At-18	0.2	219.27	0.05647	6.6868
---	At-19	0.2	174.49	0.0492	4.6362
94	At-20	0.2	209.35	0.06421	7.2593
84	At-21	0.2	152.28	0.05265	4.3296
29	At-22	0.2	183.29	0.03044	3.0132
31	At-23	0.2	338.8	0.00277	0.5067
22	At-24	0.2	73.95	0.0615	2.4557
9	At-25	0.2	167.48	0.01327	1.2005
47	At-26	0.85	466.33	0.05727	61.2935
54	At-27	0.85	675.08	0.01971	30.5365
58	At-28	0.85	614.55	0.02272	32.04
33	At-29	0.85	316.59	0.01479	10.7452
16	At-30	0.85	182.45	0.09831	41.165
---	At-31	0.85	120.24	0.07361	20.3124
149	At-32	0.85	310.1	0.01385	9.8566
11	At-33	0.85	497.81	0.01115	12.7337
7	At-34	0.85	141.95	0.04781	15.5766
192	At-35	0.85	252.94	0.01755	10.1885
78	At-36	0.85	178.85	0.04882	20.0381
---	At-37	0.85	252.43	0.01371	7.9429
9	At-38	0.2	68.72	0.03544	1.3152
10	At-39	0.2	103.47	0.03531	1.9728
44	At-40	0.2	120.69	0.02302	1.5001
45	At-41	0.2	60.64	0.05141	1.6835

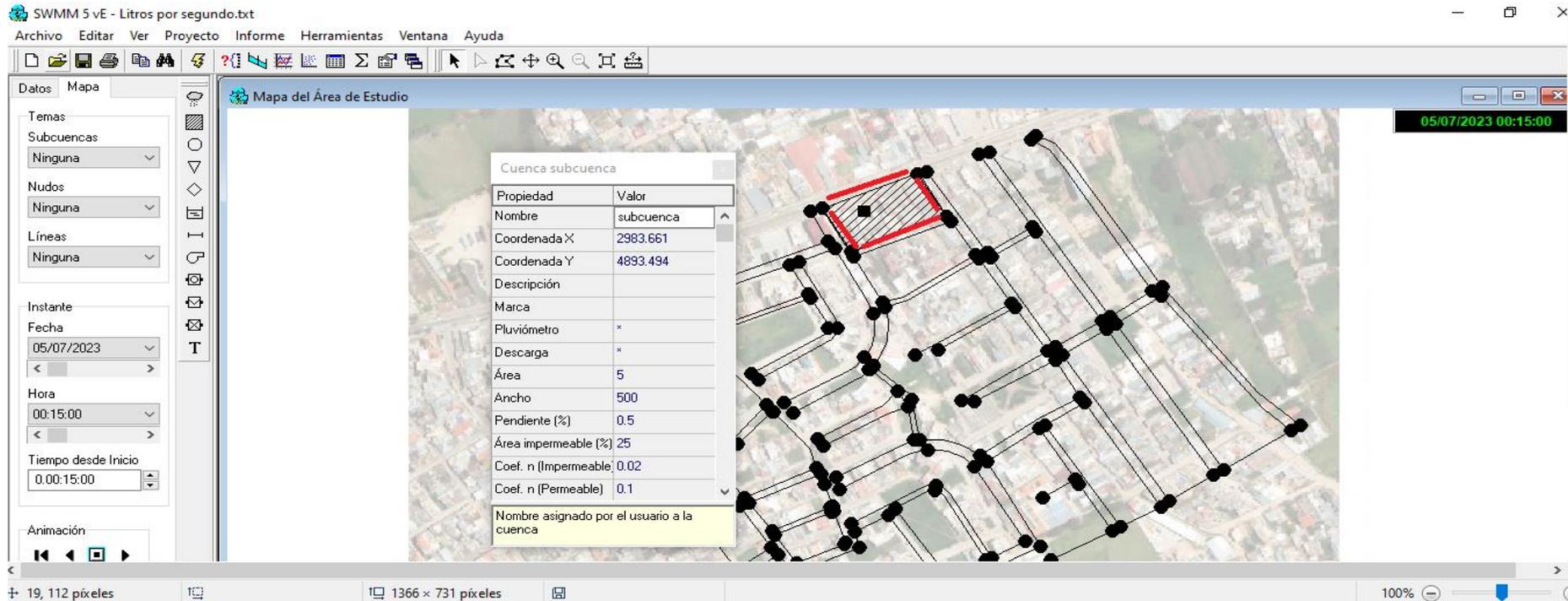
127	At-42	0.85	461.39	0.05335	56.4937
126	At-43	0.85	505.48	0.01084	12.5727
122	At-44	0.85	237.77	0.04817	26.2855
14	At-45	0.85	388.91	0.05716	51.0202
---	At-46	0.85	752.48	0.0027	4.6645
171	At-47	0.85	165.28	0.03322	12.6007
124	At-48	0.85	340.67	0.0813	63.5621
82	At-49	0.85	292.1	0.01159	7.7697
40	At-50	0.85	309.55	0.03169	22.5106
128	At-51	0.85	432.67	0.01324	13.1438
2	At-52	0.85	454.46	0.03902	40.6977
194	At-53	0.85	314.32	0.01298	9.3622
15	At-54	0.85	458.76	0.04782	50.3485
190	At-55	0.85	568.06	0.00495	6.4505
17	At-56	0.85	383.93	0.05636	49.6552
18	At-57	0.85	497.53	0.05229	59.7093
126	At-58	0.85	665.89	0.0109	16.651
70	At-59	0.85	537.93	0.07913	97.6955
80	At-60	0.85	548.13	0.03785	47.6096
193	At-61	0.85	780.6	0.01184	21.2128
91	At-62	0.85	695.46	0.00711	11.342
196	At-63	0.2	213.36	0.0573	6.6012
---	At-64	0.2	317.06	0.0172	2.9444
19	At-65	0.2	213.63	0.04415	5.0935
122	At-66	0.85	796.57	0.01454	26.5888
51	At-67	0.85	596.32	0.06231	85.2778
26	At-68	0.85	170.78	0.0456	17.8721
151	At-69	0.85	575.15	0.02978	39.3094
200	At-70	0.85	316.18	0.06914	50.1665
191	At-71	0.85	670.02	0.01506	23.1578
52	At-72	0.85	412.59	0.091	86.165
91	At-73	0.85	201.48	0.02419	11.1852
50	At-74	0.85	543.7	0.05153	64.3034
143	At-75	0.85	488.52	0.0755	84.6515
94	At-76	0.85	229.44	0.01354	7.1281
---	At-77	0.85	431.25	0.04691	46.4297
60	At-78	0.85	427.61	0.07564	74.2311
179	At-79	0.85	565.77	0.11454	148.7233
102	At-80	0.85	435.33	0.14335	143.2227
114	At-81	0.85	526.84	0.04997	60.4216
118	At-82	0.85	452.56	0.04969	51.6078
142	At-83	0.85	439.61	0.0541	54.5768
109	At-84	0.85	448.21	0.07488	77.0285
199	At-85	0.85	668.21	0.05293	81.1776

110	<i>At-86</i>	<i>0.85</i>	<i>494.93</i>	<i>0.03198</i>	36.3236
17	<i>At-87</i>	<i>0.85</i>	<i>606.02</i>	<i>0.03573</i>	49.6943
150	<i>At-88</i>	<i>0.85</i>	<i>457.48</i>	<i>0.0563</i>	59.1074
117	<i>At-89</i>	<i>0.85</i>	<i>482.41</i>	<i>0.04975</i>	55.0761
14	<i>At-90</i>	<i>0.85</i>	<i>461.73</i>	<i>0.04844</i>	51.3309
176	<i>At-91</i>	<i>0.85</i>	<i>464.28</i>	<i>0.05949</i>	63.3868
158	<i>At-92</i>	<i>0.85</i>	<i>473.7</i>	<i>0.0637</i>	69.2553
125	<i>At-93</i>	<i>0.85</i>	<i>498.78</i>	<i>0.02595</i>	29.7048
43	<i>At-94</i>	<i>0.85</i>	<i>503.79</i>	<i>0.0265</i>	30.6416
185	<i>At-95</i>	<i>0.85</i>	<i>573.62</i>	<i>0.01981</i>	26.0816
180	<i>At-96</i>	<i>0.85</i>	<i>586.52</i>	<i>0.01045</i>	14.0636
142	<i>At-97</i>	<i>0.85</i>	<i>407.43</i>	<i>0.05838</i>	54.5925
101	<i>At-98</i>	<i>0.85</i>	<i>398.12</i>	<i>0.07572</i>	69.1807
---	<i>At-99</i>	<i>0.85</i>	<i>607.99</i>	<i>0.02723</i>	37.9899
127	<i>At-100</i>	<i>0.85</i>	<i>279.45</i>	<i>0.13164</i>	84.4243
189	<i>At-101</i>	<i>0.85</i>	<i>661.5</i>	<i>0.02169</i>	32.9323
119	<i>At-102</i>	<i>0.85</i>	<i>176.48</i>	<i>0.17187</i>	69.6146
---	<i>At-103</i>	<i>0.85</i>	<i>161.55</i>	<i>0.01676</i>	6.2151
---	<i>At-104</i>	<i>0.85</i>	<i>155.72</i>	<i>0.02494</i>	8.914
145	<i>At-105</i>	<i>0.85</i>	<i>341.43</i>	<i>0.09072</i>	71.0852
47	<i>At-106</i>	<i>0.85</i>	<i>390.2</i>	<i>0.06862</i>	61.4454
8	<i>At-107</i>	<i>0.85</i>	<i>590.46</i>	<i>0.01536</i>	20.8108
194	<i>At-108</i>	<i>0.2</i>	<i>119.19</i>	<i>0.15014</i>	9.6632
198	<i>At-109</i>	<i>0.2</i>	<i>59.32</i>	<i>0.16957</i>	5.4318
196	<i>At-110</i>	<i>0.2</i>	<i>59.26</i>	<i>0.0254</i>	0.8128
18	<i>At-111</i>	<i>0.2</i>	<i>198.96</i>	<i>0.05388</i>	5.7887
38	<i>At-112</i>	<i>0.85</i>	<i>557.46</i>	<i>0.02512</i>	32.1398
50	<i>At-113</i>	<i>0.85</i>	<i>228.8</i>	<i>0.12277</i>	64.4656
59	<i>At-114</i>	<i>0.85</i>	<i>113.5</i>	<i>0.1513</i>	39.4099
195	<i>At-115</i>	<i>0.85</i>	<i>185.26</i>	<i>0.02788</i>	11.8528
173	<i>At-116</i>	<i>0.85</i>	<i>263.37</i>	<i>0.58651</i>	354.4999
111	<i>At-117</i>	<i>0.85</i>	<i>584.86</i>	<i>0.05345</i>	71.7468
157	<i>At-118</i>	<i>0.85</i>	<i>215.97</i>	<i>0.70315</i>	348.5148
123	<i>At-119</i>	<i>0.85</i>	<i>390.49</i>	<i>0.14283</i>	127.9992
87	<i>At-120</i>	<i>0.85</i>	<i>125.83</i>	<i>0.06188</i>	17.8708
11	<i>At-121</i>	<i>0.85</i>	<i>502.84</i>	<i>0.01123</i>	12.9538

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 13: Vistas del software

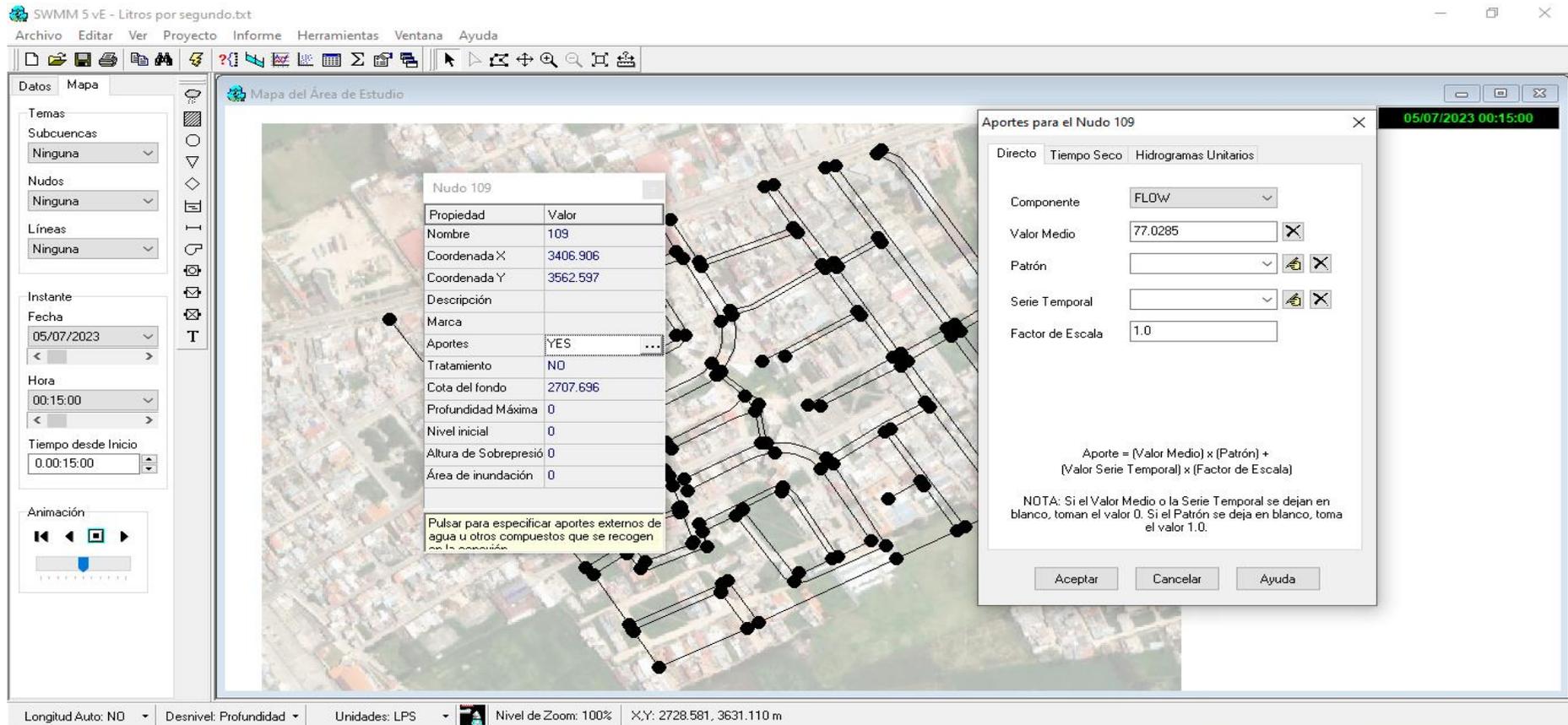
Figura 38: Propiedades de las subcuencas



Fuente: elaboración propia (2023).

Viene hacer una superficie donde la topografía y sus elementos de sistema de drenaje conllevan a una escorrentía hacia un punto de descarga, en este caso se realiza el área de estudio con imagen de fondo trabajado en civil o extraído como imagen del Google Earth y mediante un comando en el programa llamado subcuenca realizamos el trazo.

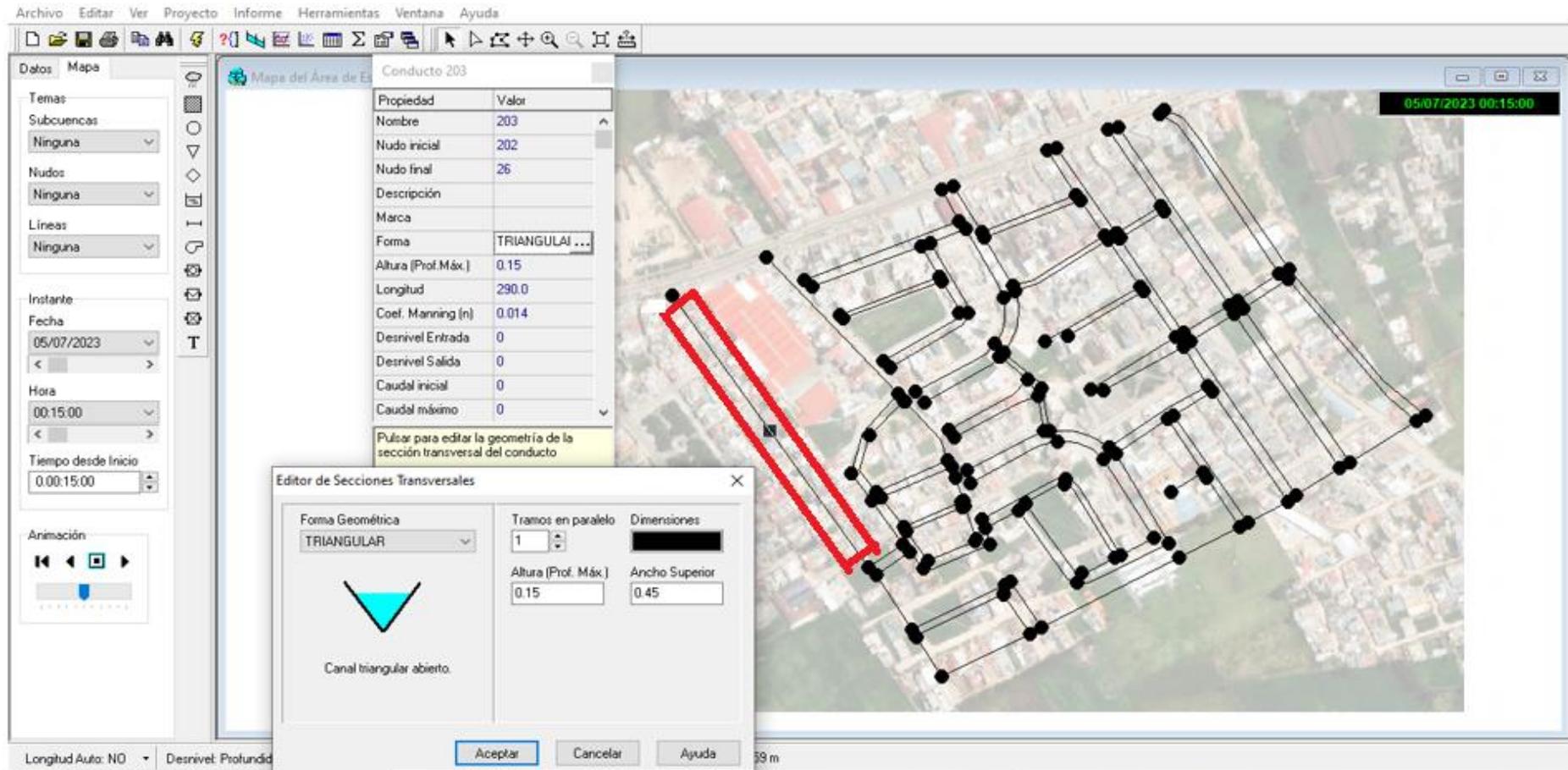
Figura 39:Propiedades de nudos extraído del programa



Fuente: elaboración propia (2023).

Tenemos nudos terminales utilizados para definir condiciones de contorno aguas abajo del sistema y los nudos de vertido que sirven como conexiones, donde los datos que requiere el programa es la cota de fondo como se muestra en la figura siguiente, sin embargo, el caudal de aporte se ingresa ya obtenido de los cálculos

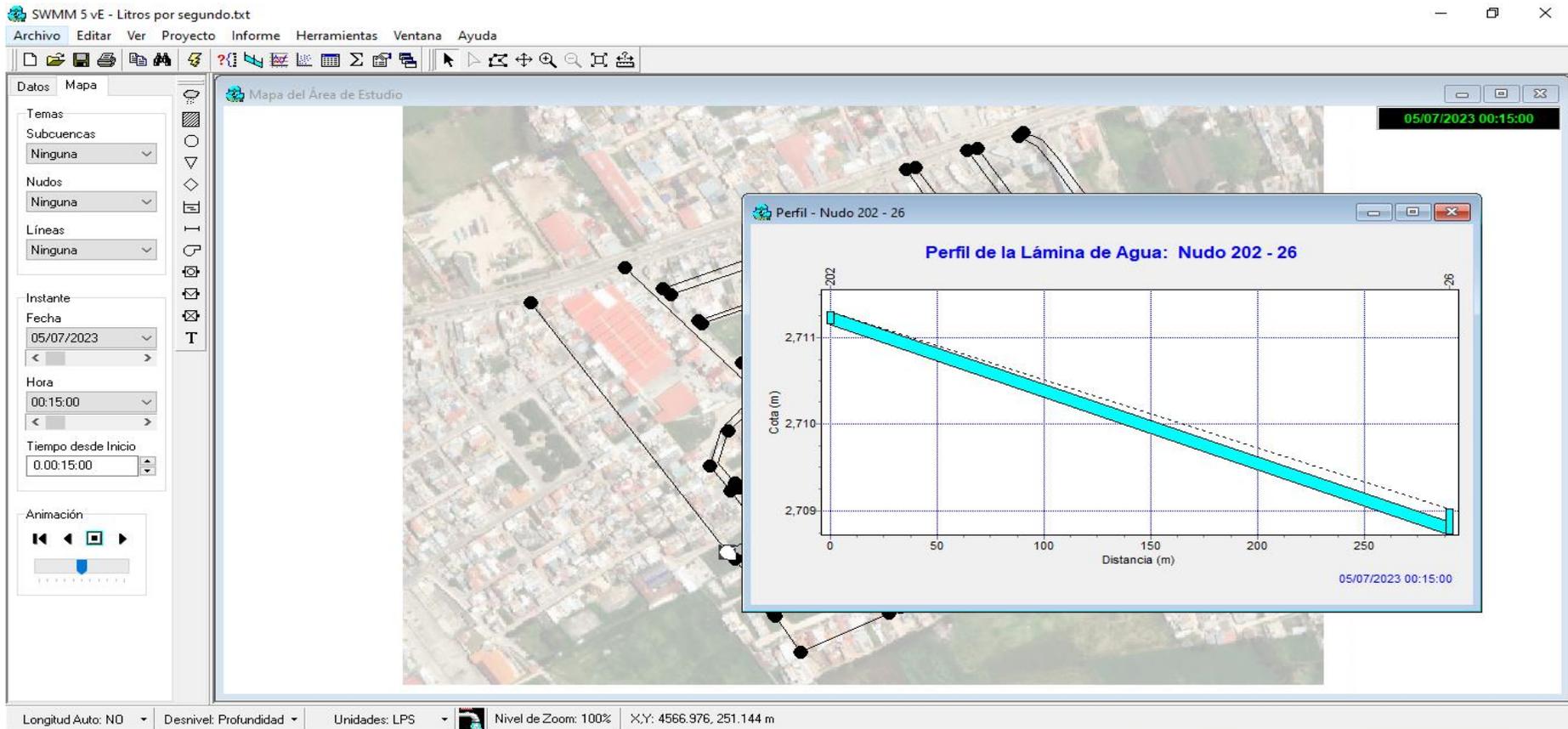
Figura 40:Propiedades de los conductos extraído del programa



Fuente: elaboración propia (2023).

Son canales por lo que se desplaza el agua desde un nudo hacia otro sistema, donde los parámetros requeridos para ingresar al programa es los nombres de los nodos, coeficiente de Manning, geometría de la sección y altura del conducto respecto a la cota de fondo inicial y final.

Figura 41: Perfil de lámina de agua



Fuente: elaboración propia (2023).

Viene hacer la altura respectiva de la lámina de agua que transcurre de nudo a nudo.

Anexo 14: Respuesta a la solicitud presentada sobre opinión técnica del area de estudio



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
GOBERNADOR REGIONAL
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL



“DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES”
“AÑO DEL BICENTENARIO DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

EXPEL N° 000775-2024-003129
Cajamarca, 18 de enero de 2024
INFORME N° D32-2024-GR.CAJ-ODN/JCMJ

Firmado digitalmente por MESTANZA JAUREGUI Juan Carlos FAU 29433744168.
SEDE - ODN - Ing.
Módulo: Soy el Autor
Fecha: 18/01/2024 05:06 p. m.

Para : ALVARADO COSABALENTE, Eliana Fiorella
Directora
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL

De : MESTANZA JAUREGUI, Juan Carlos
Ingeniero
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL

Asunto : SE REMITE RESPUESTA A LA SOLICITUD DE ACCESO A INFORMACIÓN PÚBLICA CON RESPECTO A LA “IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INUNDABLES OCASIONADAS POR AGUA PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N°11 - CAJAMARCA”.

Referencia : PROVEIDO N° D182-2024-GR.CAJ/ODN (MAD3: 000775-2024-003129)

Fecha : 18 de enero de 2024

Me dirijo a usted para saludarle cordialmente y a la vez informar, lo siguiente:

I. ANTECEDENTES

Mediante el OFICIO S/N-2024, con fecha del 16 de enero del 2024, donde se solicita información referente a la “IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INUNDABLES OCASIONADAS POR AGUA PLUVIALES EN LA PARTE NORESTE DEL SECTOR N°11 - CAJAMARCA”.

Mediante el PROVEIDO N° D182-2024-GR.CAJ/ODN, con fecha del 16 de enero del 2023, se pide atender el OFICIO S/N-2024.

II. ANALISIS LEGAL Y TECNICO

a. ANALISIS LEGAL

Tal como se indica en el T.U.O Ley N° 27806 – Ley de Transparencia y acceso a la Información Pública, en el artículo 11°:

{...}

Artículo 10.- Información de acceso público

Las entidades de la Administración Pública tienen la obligación de proveer la información requerida si se refiere a la contenida en documentos escritos, fotografías, grabaciones, soporte magnético o digital o en cualquier otro formato, siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control.

{...}

(Texto según el artículo 10 de la Ley N° 27806)

V° B°
Firmado digitalmente por ALVARADO COSABALENTE Eliana Fiorella FAU 29433744168. SEDE - ODN - Dir. Módulo: Soy el Autor Fecha: 18/01/2024 05:40 p. m.

Jr. Sta Teresa de Journet 301

076-600040

www.regioncajamarca.gob.pe

Pág. 1 de 4

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Gobierno Regional Cajamarca, aplicando la disposición por el Art. 20 del D.S. 075-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 028-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser verificadas en la dirección web: <https://govecajamarca.pe/validador> e ingresando el código: CPLJSU



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
GOBERNADOR REGIONAL
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL



"DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"
"AÑO DEL BICENTENARIO DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

(...)

Artículo 11.- Procedimiento

b) La entidad de la Administración Pública a la cual se haya presentado la solicitud de información debe otorgarla en un plazo no mayor de diez (10) días hábiles, sin perjuicio de lo establecido en el literal g).

En el supuesto que la entidad de la Administración Pública no esté obligada a poseer la información solicitada y de conocer su ubicación o destino, debe reencusar la solicitud hacia la entidad obligada o hacia la que la posee, y poner en conocimiento de dicha circunstancia al solicitante.

(...)

(Texto según el artículo 11 de la Ley N° 27806, modificado según la Primera Disposición Complementaria Modificatoria del Decreto Legislativo N° 1353)

Tal como se indica en el Decreto Supremo N° 069-2011-PCM, Crean el Portal de la Información de Datos Espaciales del Perú (GEOIDEP), donde en su artículo N° 04, indica lo siguiente:

(...)

Artículo 4.- Objetivos

El Portal GEOIDEP tiene entre sus principales objetivos:

a) Ser la plataforma de integración de datos, servicios y aplicaciones geoespaciales de información territorial del Perú que son requeridos por los diversos sistemas nacionales (Planificación, Estadístico, Ambiental, entre otros).

(...)

Tal como se indica en el Decreto Supremo N.° 016-2017-PCM, "Estrategia Nacional de Datos Abiertos Gubernamentales del Perú 2017-2021" y el "Modelo de Datos Abiertos Gubernamentales del Perú", donde en sus artículos N° 05 y 06 indican lo siguiente:

(...)

Artículo 5.- De los Datos Abiertos Gubernamentales

El presente decreto supremo se aplica en concordancia a las normas en materia de transparencia y acceso a la información pública y normas complementarias, con estricto respeto a los derechos de la persona. La publicación de los datos abiertos de las entidades públicas se considera de carácter oficial y sus contenidos son responsabilidad de las mismas.

Artículo 6.- creación del portal Nacional de Datos Abiertos

Créase el Portal Nacional de Datos Abiertos como sistema informático que facilite el acceso al Catálogo Nacional de los Datos Abiertos de la Administración Pública, cuya administración está a cargo de la Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática (ONGE) de la Presidencia del Consejo de Ministros, accediendo a través del dominio www.datosabiertos.gob.pe.



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
GOBERNADOR REGIONAL
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL



"DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"
"AÑO DEL BICENTENARIO DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA
"COMMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

Tal como se indica en el **Decreto Supremo N° 133-2013-PCM**, Decreto Supremo mediante el cual se establece el acceso e intercambio de información espacial entre entidades de la Administración Pública, según los artículos N° 05 y 06, donde indica:

[...]

Artículo 5.- Lineamientos generales

Establece mecanismos y lineamientos de aplicación nacional para el intercambio de datos georeferenciados entre entidades de la administración pública. Mediante esta norma, las entidades públicas que administran información geográfica del estado deberán implementar de manera progresiva conforme un Plan, servicios de acceso a esta información conforme unos estándares definidos por la SEGDI (ex-ONGEI)

Los Servicios Web de Datos Espaciales referidos en el artículo 4 del presente Decreto Supremo, constituirán recursos de la infraestructura de Datos Espaciales del Perú y deberán ser registrados y gestionados por ONGEI en el Portal www.geodep.gob.pe, para que sean accesibles a todas las entidades de la Administración Pública conforme los estándares de la infraestructura y los lineamientos de acceso definidos por las entidades señaladas en el artículo 2 del presente Decreto Supremo, que sean productoras de la información.

Artículo 6.- Información crítica y su prioridad

Las capas de información espacial críticas para la Gestión del Riesgo de Desastres serán definidas por el CENEPRED, en caso de la información prospectiva y correctiva; el INDECI, en caso de la información reactiva; conforme se señala en el artículo 05 del Reglamento de la Ley N° 29664, aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM. Asimismo, la información crítica para la formulación de proyectos prioritarios será definida por el Ministerio de Economía y Finanzas.

[...]

Apreciación Técnica:

Se indica que la Estrategia Nacional de Datos Abiertos Gubernamentales está alineada a la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública, en ella se establece la finalidad, objetivos, principios y líneas de acción para paralelizar los procesos operativos o misionales de recolección, tratamiento, publicación, mantenimiento y reutilización libre de los datos públicos producidos por la administración pública en el desarrollo de sus competencias y funciones para contribuir con el desarrollo social y económico así como a la mejora de los servicios públicos.

La publicación de los conjuntos de datos estructurados utilizando diferentes formatos abiertos (XL, SK, ODF, CSV, XML, JSON, TXT, RDF/XML, KML/KMZ, SHP, TMX, etc.).



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
GOBERNADOR REGIONAL
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL



"DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRRES"
"AÑO DEL BICENTENARIO DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

III. METADATOS ESPACIALES LIBRES

Para lo cual se indica que el acceso de Información con respecto a lo solicitado, esta de manera libre en los siguientes links, siguientes:

SERVICIOS A NIVEL DEL GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

Donde el link es el siguiente: <https://site.regioncajamarca.gob.pe/google-earth>

SERVICIOS GENERALES A NIVEL NACIONAL

CENEPRED

Directorio de servicios de Gestion de Riesgos, se encuentran los servicios de cartografía peligros, cartografía de riesgos, elementos expuestos, información susceptible a escenarios de riesgo, lluvias asociadas al fenómeno el niño, inundaciones, movimiento de masa, temporadas de bajas temperaturas, escenarios de sequías.

<https://portal.cenepred.gob.pe/sitio/v3/mapa>

ANA

Directorio de servicios de Autoridad Nacional del Agua, se encuentran carpetas completas referidas a emergencias, inundaciones, prototipo de cuencas, puntos críticos a nivel nacional, servicios_ OGC, prueba, aplicación prueba, utilidades en general.

a) Acuíferos:

<https://www.geogsp Peru.com/2018/07/mapa-de-acuiferos-ana-seswapar.html>

b) Clasificación de cuerpos de rios

<https://www.geogsp Peru.com/2020/10/clasificacion-de-cuerpos-de-agua.html>

c) Cuencas hidrográficas menores

<https://www.geogsp Peru.com/2018/07/mapa-de-subcuencas-hidrograficas-ana.html>

d) Observatorio Nacional de Recursos Hídricos

[Observatorio Nacional de Recursos Hídricos \(ana.gob.pe\)](https://observatorio.nacionalderecursoshidricos.ana.gob.pe/)

IV. CONCLUSIONES

Se concluye que la información requerida por el Bachiller en Ingeniería civil – Lenin Aude Galvez Campos se encuentran de manera libre en datos geospaciales abiertos, para lo cual se está dejando los links en el **ITEM III** del documento, que se encuentran en la Web, de manera libre.

Se indica que el tratamiento de los datos geospaciales libres es exclusivo por el alumno Lenin Aude Galvez Campos, para las actividades que crea convenientes, si se requiere información complementaria detallada, se tendrá que solicitar a las entidades competentes especializadas, como el ANA, CENEPRED.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda proseguir con los trámites correspondientes.

Es cuanto informo a usted, para los fines consiguientes.

Atentamente,

JUAN CARLOS MESTANZA JAUREGUI
Ingeniero
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL

Jr. Sta Teresa de Journet 351

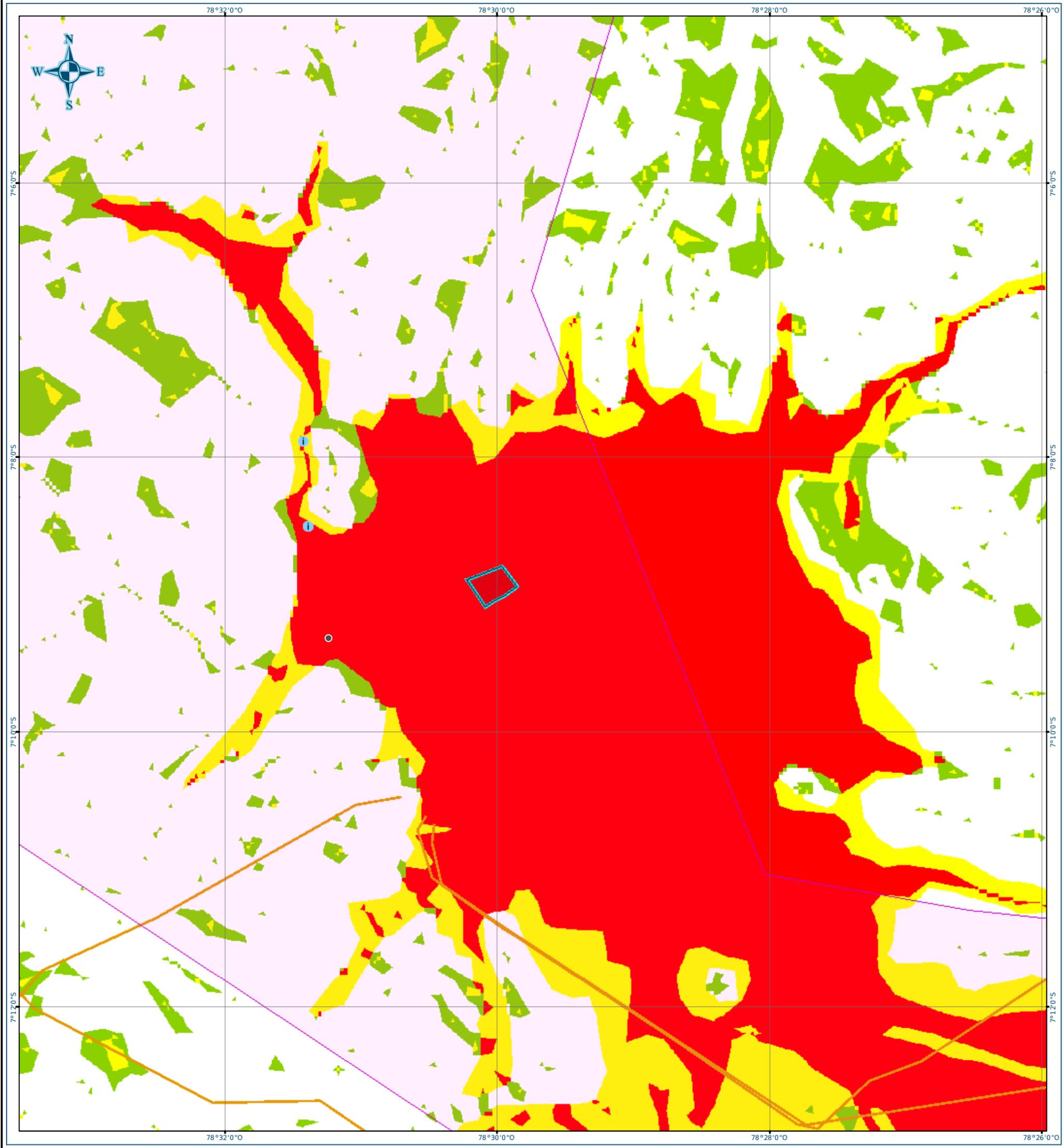
076-600040

www.regioncajamarca.gob.pe

Esto es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Gobierno Regional Cajamarca, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 del D.S. 079-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2019-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser verificadas en la dirección web: <https://gorescajamarca.pe/mad/validar> e ingresando el código CPLJ5U

Pág. 4/4

Anexo 15: Mapa de peligros por inundación susceptibilidad regional



MAPA DE UBICACION



LEYENDA

- polygonLayer**
- Override 1
- polygonLayer**
- Override 1
- polygonLayer**
- Override 1
- Línea de Transmisión**
- Derivacion
- Línea
- Central hidráulica
- Central térmica

REFERENCIA CARTOGRAFICA

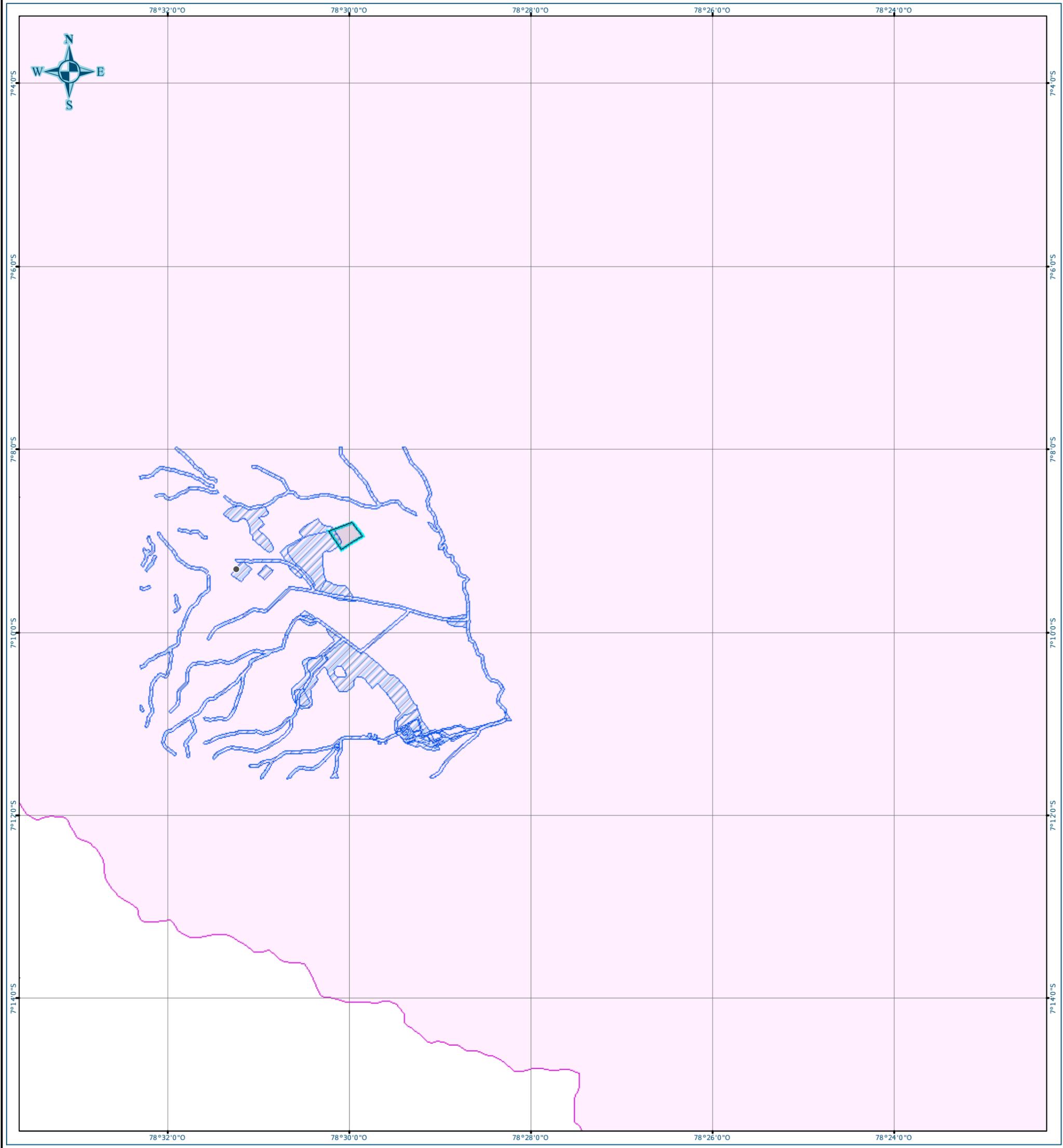
Escala: 1:50,000

0 250 500 1,000 1,500 2,000 2,500 Meters

1 cm en el mapa equivale a 500 metros en el terreno
La superficie visible mínima representada en el mapa es de aproximadamente 2 500 m²

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum Horizontal de Referencia WGS84

Anexo 16: Mapa de cartografía de peligros: Anomalías El niño 1197-1998



MAPA DE UBICACION



LEYENDA

- polygonLayer**
 Override 1
- polygonLayer**
 Override 1
- polygonLayer**
 Override 1
- Áreas de exposición**

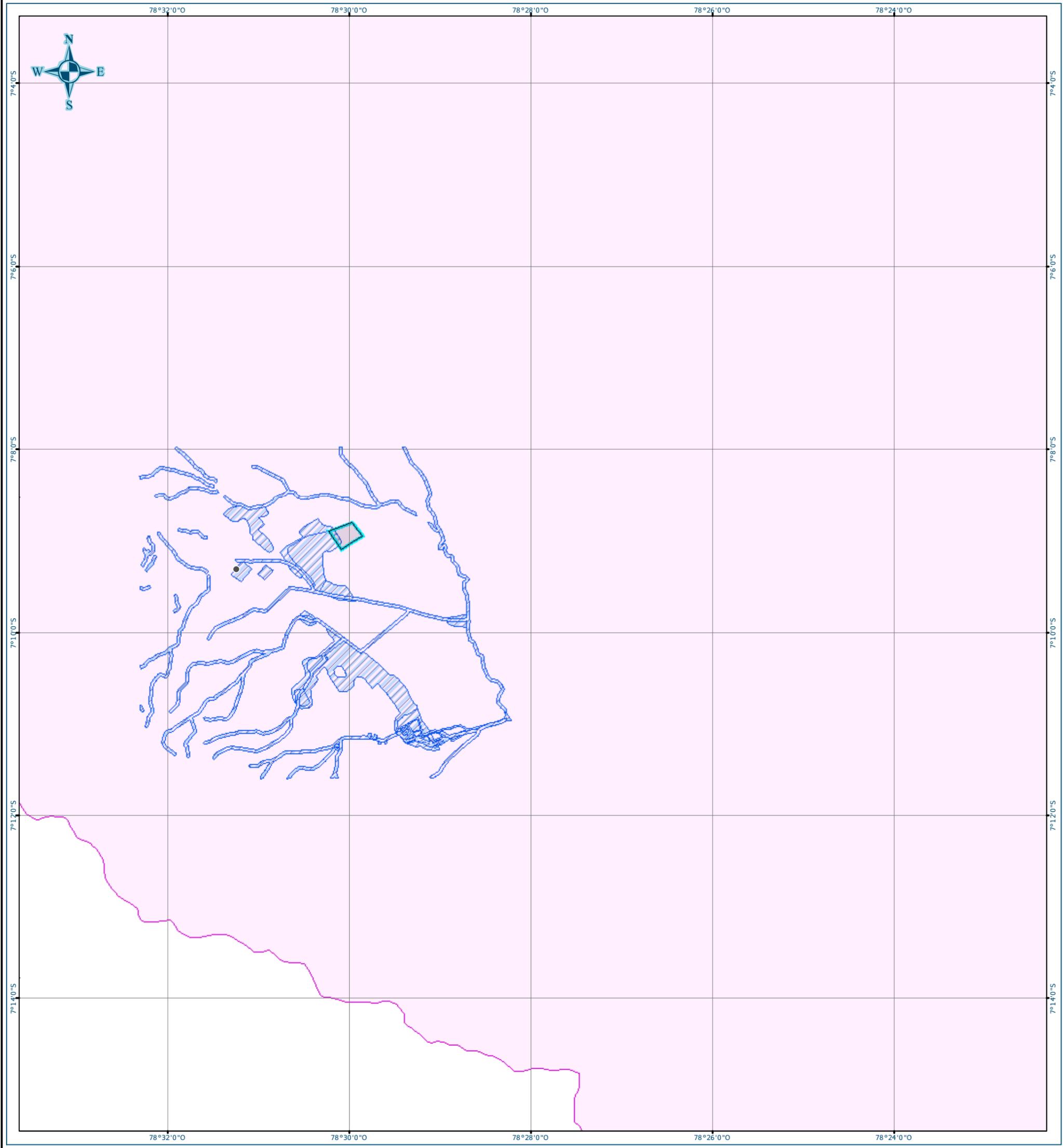
REFERENCIA CARTOGRAFICA

Escala: 1:75,000

1 cm en el mapa equivale a 750 metros en el terreno
 La superficie visible mínima representada en el mapa es de aproximadamente 5625 m²

Sistema de Coordenadas Geográficas
 Datum Horizontal de Referencia WGS84

Anexo 17: Mapa de cuencas formadas en la zona de estudio



MAPA DE UBICACION



LEYENDA

- polygonLayer**
 Override 1
- polygonLayer**
 Override 1
- polygonLayer**
 Override 1
- Áreas de exposición**
 Áreas de exposición

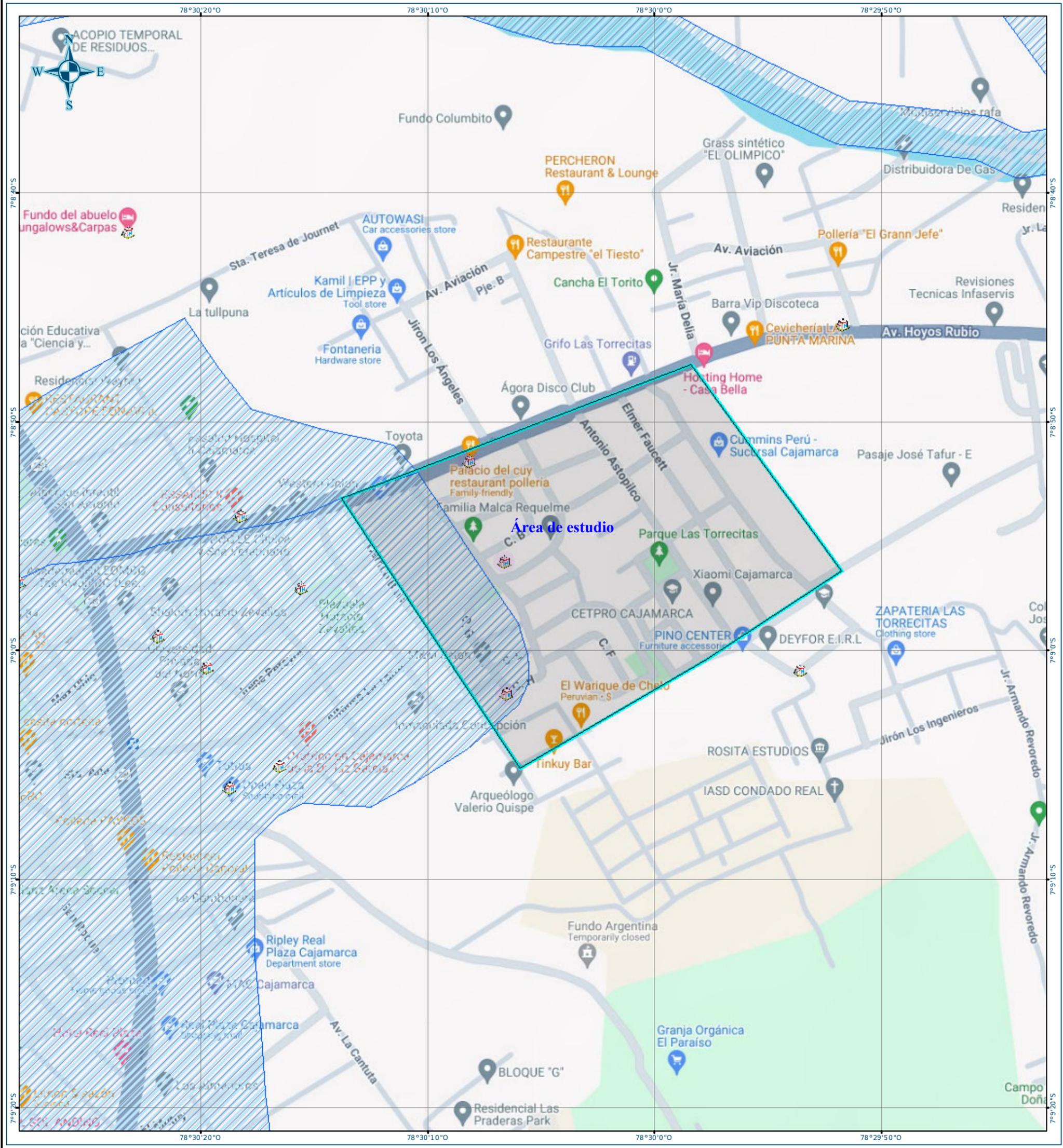
REFERENCIA CARTOGRAFICA

Escala: 1:75,000

1 cm en el mapa equivale a 750 metros en el terreno
 La superficie visible mínima representada en el mapa es de aproximadamente 5625 m²

Sistema de Coordenadas Geográficas
 Datum Horizontal de Referencia WGS84

Anexo 18: Mapa de áreas de exposición a las inundaciones



MAPA DE UBICACION



LEYENDA

- pointLayer**
- Override 1
- polygonLayer**
- Override 1
- polygonLayer**
- Override 1
- Establecimientos de Salud
- Áreas de exposición

REFERENCIA CARTOGRAFICA

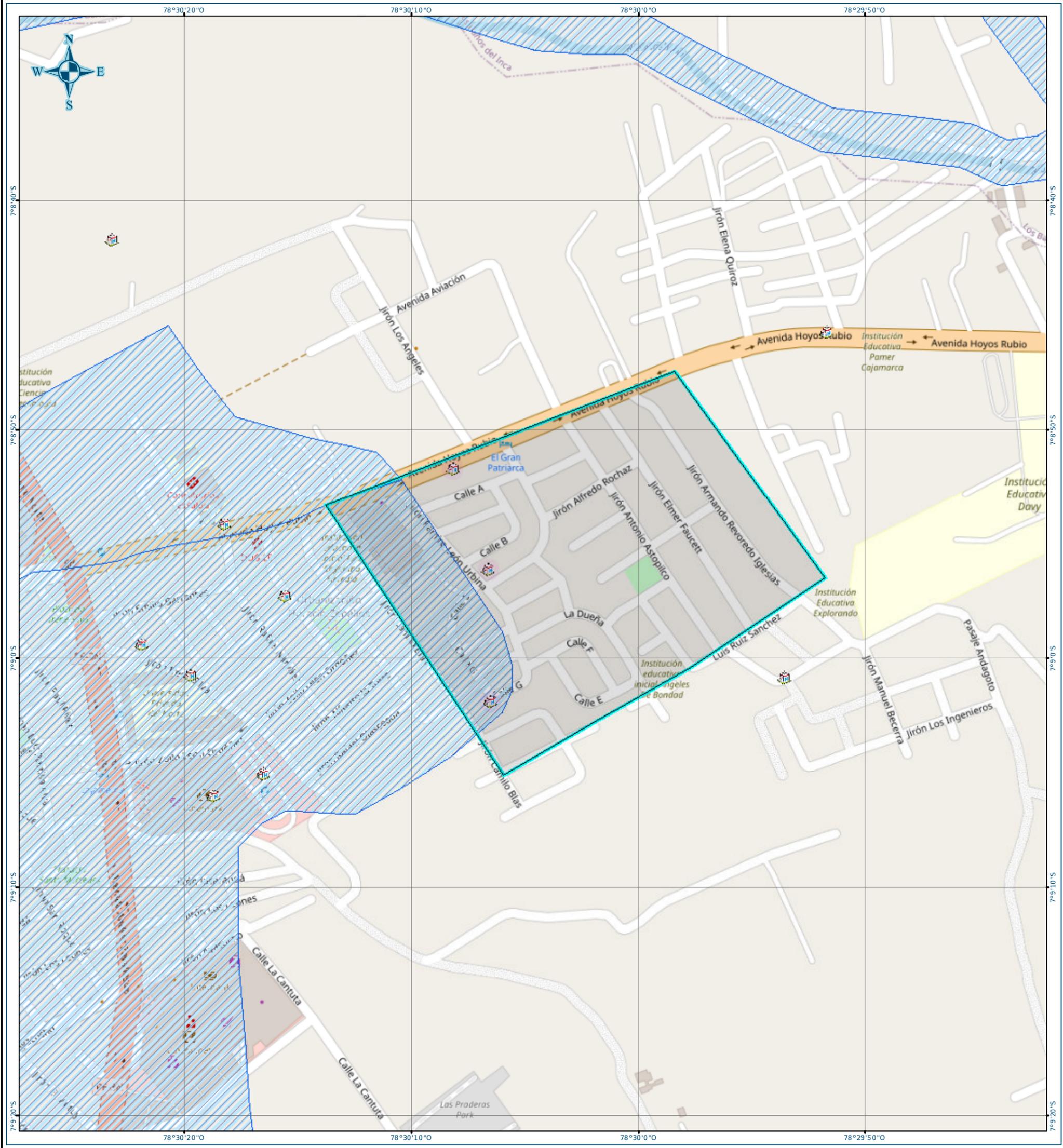
Escala: 1:5,000

0 25 50 100 150 200 Meters

1 cm en el mapa equivale a 50 metros en el terreno
La superficie visible mínima representada en el mapa es de aproximadamente 25 m²

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum Horizontal de Referencia WGS84

Anexo 19: Mapa de Puestos de salud en la zona de estudio expuestos a las inundaciones



MAPA DE UBICACION



LEYENDA

- pointLayer**
- Override 1
- polygonLayer**
- Override 1
- polygonLayer**
- Override 1
- Establecimientos de Salud
- Áreas de exposición

REFERENCIA CARTOGRAFICA

Escala: 1:5,000

0 25 50 100 150 200 Meters

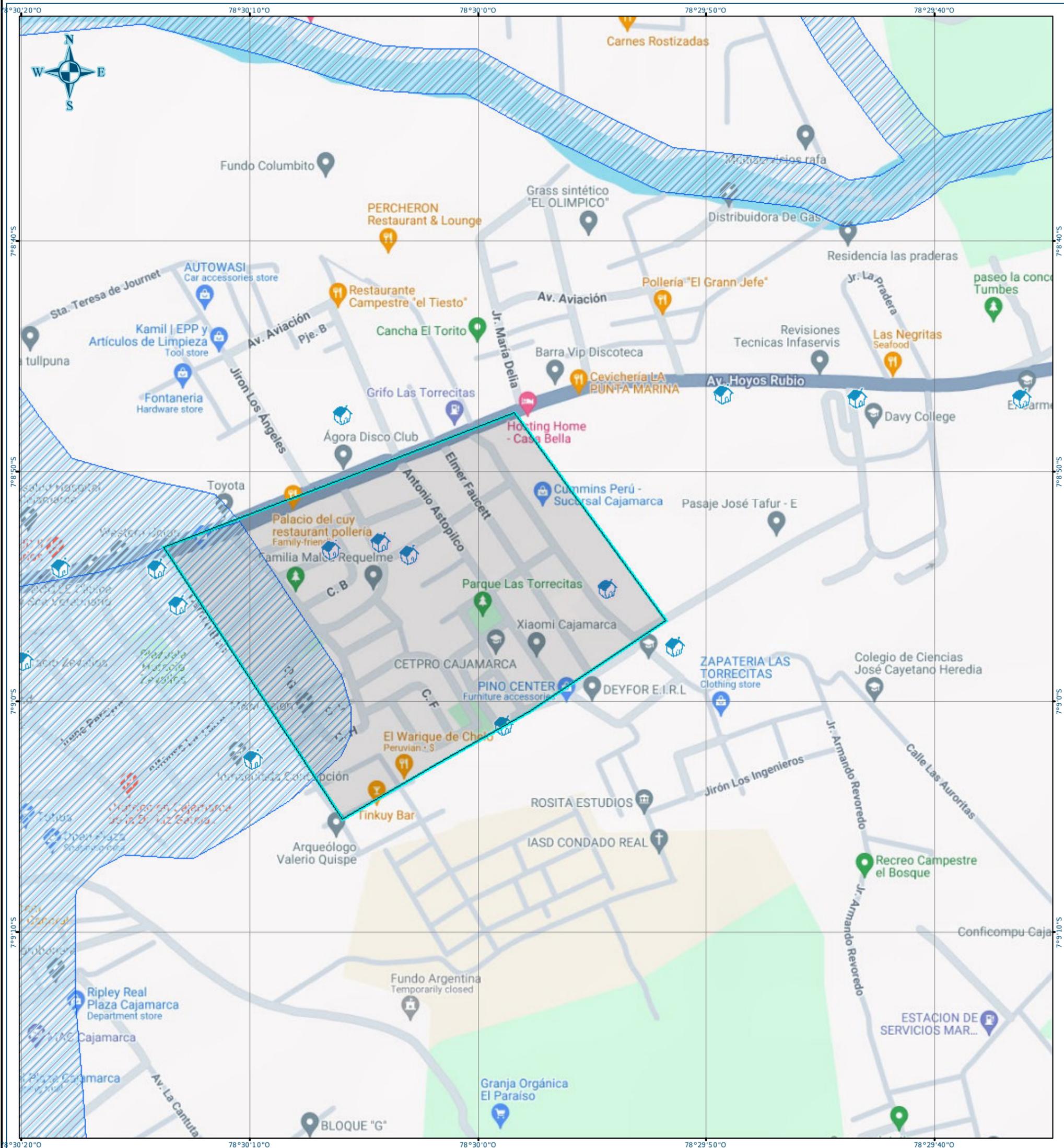
1 cm en el mapa equivale a 50 metros en el terreno
La superficie visible mínima representada en el mapa es de aproximadamente 25 m²

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum Horizontal de Referencia WGS84

Nombre del establecimiento	Departamento	Provincia	Distrito	Institución	Código RENIPRESS	Dirección
CONSULTORIO ODONTOLÓGICO KIRU HAPPY	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	PRIVADO	29457	CALLE LA AZALEA NÚMERO 110 PISO 1 URBANIZACIÓN CAMPO REAL DISTRITO CAJAMARCA PROVINCIA CAJAMARCA DEPARTAMENTO CAJAMARCA
CENTRO PSICOLÓGICO TIAN	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	PRIVADO	27963	CALLE Micaela Bastidas NÚMERO K3 MANZANA K LOTE 3 URBANIZACIÓN Campo Real DISTRITO CAJAMARCA PROVINCIA CAJAMARCA DEPARTAMENTO CAJAMARCA
FUNDACIÓN EVIDENCIA CANNABIS PERÚ	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	PRIVADO	28245	AVENIDA GENERAL RAFAEL HOYOS RUBIO NÚMERO 1356 PISO 1 URBANIZACIÓN HORACIO ZEVALLOS GAMEZ DISTRITO CAJAMARCA PROVINCIA CAJAMARCA DEPARTAMENTO CAJAMARCA

Fuente: CENEPRED (2024).

Anexo 20: Mapa de Instituciones educativas en la zona de estudio expuestos a inundaciones.



MAPA DE UBICACION



LEYENDA

- pointLayer**
- Override 1
- polygonLayer**
- Override 1
- polygonLayer**
- Override 1
- Instituciones Educativas**
- 🏫 Pública
- 🏫 Privada
- Áreas de exposición

REFERENCIA CARTOGRAFICA

Escala: 1:5,000

0 25 50 100 150 200 Meters

1 cm en el mapa equivale a 50 metros en el terreno

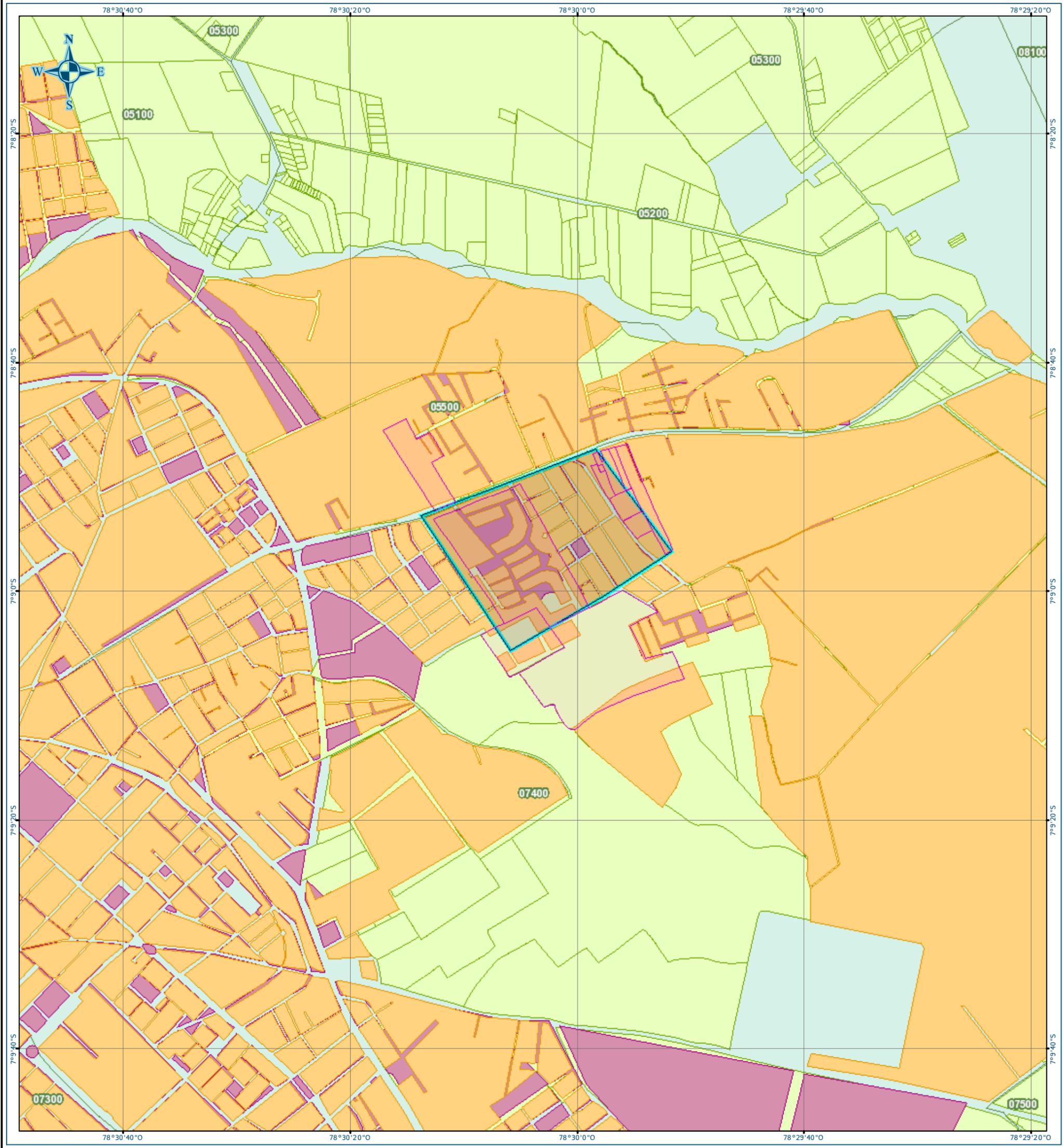
La superficie visible mínima representada en el mapa es de aproximadamente 25 m²

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum Horizontal de Referencia WGS84

Ubigeo	Nombre	ID Local Escolar	Departamento	Dirección IE	Código IE	Total, hombres	Total, mujeres	Total, alumno	Total, docente	Nivel
060101	MATICES	517606	CAJA-MARCA	COLUMBO S/N	1356898					
060101	AMIGUITOS DE CRISTO	803405	CAJA-MARCA	CAMPO REAL MZ B LOTE 18	1721687	1	1	2	1	A2
060101	RETOÑITOS DE AMOR	621735	CAJA-MARCA	JIRON MARIA MADALEN-GOITIA MZ E-4	1532621	18	13	31	3	A2
060101	PEQUEÑAS TRAVESURAS	617291	CAJA-MARCA	JIRON ARMANDO REVO-REDO IGLESIAS MZ B2	1528116	7	7	14	3	A2
060101	ANGELES DE BON-DAD	576399	CAJA-MARCA	JIRON JOSE ORTIZ SAN-CHEZ 374	1435320	18	14	32	2	A2

Fuente: CENEPRED (2024).

Anexo 21: Mapa de Predios urbanos y rurales en la zona de estudio expuestos a inundaciones



MAPA DE UBICACION



LEYENDA

- polygonLayer**
- Override 1
- polygonLayer**
- Override 1
- polygonLayer**
- Override 1
- Predios Urbanos
- Predios Urbanos referenciales

REFERENCIA CARTOGRAFICA

Escala: 1:10,000

0 100 200 400 600 800 Meters

1 cm en el mapa equivale a 100 metros en el terreno
La superficie visible mínima representada en el mapa es de aproximadamente 100 m²

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum Horizontal de Referencia WGS84

Predio	Sector	Valle	Area (ha)	Fuente	Fuente Log
7_7759205_79791	Cajamarca	Sin dato	2.2524	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_103417	Sin dato	Sin dato	8.3413	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79806	Columbo	Sin dato	0.4092	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79810	Columbo	Sin dato	0.1592	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_100861	Sin dato	Sin dato	0.1513	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79807	Columbo	Sin dato	0.2034	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79813	Columbo	Sin dato	0.3746	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79805	Columbo	Sin dato	0.2204	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79796	Cajamarca	Sin dato	8.466	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79833	Columbo	Sin dato	1.9295	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79803	Cajamarca	Sin dato	0.3102	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79808	Sin dato	Sin dato	0.9915	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79846	Columbo	Sin dato	0.0235	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79804	Columbo	Sin dato	0.4504	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79812	Columbo	Sin dato	0.0925	COFOPRI	COFOPRI
7_7759205_79814	Columbo	Sin dato	0.1651	COFOPRI	COFOPRI

Fuente: CENEPRED (2024).