

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE
PLUVIAL URBANO DEL BARRIO YANCE ZONA 05,
CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2020**

AUTOR:

Bach. KAREN JENIFFER GUIMAC HUAMÁN

ASESOR: MG.ELI ROJAS MORALES

CO-ASESOR: ING. JAIME PÉREZ DÍAZ

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Guimas Huamán Karen Jeniffer
DNI N°: 71994384
Correo electrónico: 71994384@untrm.edu.pe
Facultad: Ingeniería Civil y Ambiental
Escuela Profesional: Ingeniería Civil

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Análisis y Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial Urbana del Barrio Tanco Zona 05, Chachapoyas, Amazonas, 2020

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Mg. Rojas Morales El.
DNI, Pasaporte, C.E.N°: 4740687
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-8623-3192>)

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: Ing. Perez Diaz Jaime
DNI, Pasaporte, C.E.N°: 47023803
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9679-0170>)

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas; Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_foro.html
2.00.00 - Ingeniería, Tecnología 2.01.00 - Ingeniería Civil 2.01.01 - Ingeniería Civil

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titulant(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Tonbio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la licencia creative commons de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 02 de marzo de 2023



Firma del autor 1



Firma del Asesor 1

Firma del autor 2



Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A mi querida Madre:

Elizabeth Huamán Tomanguilla

Por ser la guerrera que me enseñó a afrontar las adversidades de la vida, y que con todo su amor incondicional me apoyo en todo y logró que llegue a esta etapa de mi vida.

A mi estimada Hermana:

Lisbeth Cueva Huamán

Por ser uno de mis más grandes pilares, que con sus enseñanzas y ejemplo contribuyeron a mi formación profesional.

A mis abuelitos:

Cesar Huamán Canta y Rosa Tomanguilla Quiroz

Que desde el cielo me acompañaron y guiaron en cada uno de mis pasos.

A mis sobrinos:

Rodrigo Cruz Cueva y Thais Cruz Cueva

Quienes son la inspiración y el motor para cumplir cada una de mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la salud y la vida para seguir cumpliendo mis metas trazadas.

A mis asesores por el conocimiento y dedicación brindados para la culminación de esta tesis.

Al plantel docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la UNTRM por todo el conocimiento académico brindado y por sus valiosos consejos a lo largo de la vida de estudiante.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA**

Dr. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
RECTOR

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ph.D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

VISTO BUENO DE LOS ASESORES DE TESIS



ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X) / Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Análisis y Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano del Barrio Yance Zona OS, Chachapoyas, Amazonas, 2020 del egresado Karen Jeniffer Guimac Huamán de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 20 de Ense de 2022


Firma y nombre completo del Asesor
Mg. Eli Rojas Morales

VISTO BUENO DE LOS ASESORES DE TESIS



ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (x), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Análisis y Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano del Barrio Yance Zona 05, Chachapoyas, Amazonas, 2020 del egresado Karen Jeniffer Guimac Huamán de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 20 de Enero de 2022


Firma y nombre completo del Asesor
Ing. Jaime Perez Diaz

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Mg. Ing Cristian Gastulo Tapia

PRESIDENTE



Ing. Domingo Cabos Carrera

SECRETARIO



Ing. Jorge Chavez Guivin

VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Análisis y Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial Urbana del Barrio Yance Zona 05, Chachapoyas, Amazonas, 2020

presentada por el estudiante () egresado (X) Karen Jeniffer Guimae Huamán de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

con correo electrónico institucional 7199438413@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 02 de Febrero del 2023


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 24 de Febrero del año 2023, siendo las 18:00 horas, el aspirante: Bach. Karen Jeniffer Guimac Huamán, asesorado por Mg. Eli Rojas Morales y Ing. Jaime Perez Diaz defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Análisis y Diseño del Sistema del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano del Barrio Yance Zona OS, Chachapoyas, Amazonas, 2020 para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ing. Cristian Gastulo Tapia

Secretario: Ing. Domingo Cabos Carrera

Vocal: Ing. Jorge Chavez Guivin

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

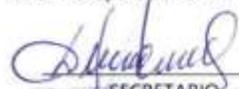
Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 19:30 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO
Ing. Domingo Cabos Carrera


VOCAL
ING. JORGE CHAVEZ GUIVIN


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO	II
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO	v
VISTO BUENO DE LOS ASESORES DE TESIS	vi
VISTO BUENO DE LOS ASESORES DE TESIS	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	x
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
RESUMEN	xviii
ABSTRACT.....	xix
I. INTRODUCCIÓN	20
II. MATERIALES Y MÉTODOS	22

2.1	Localización del lugar de trabajo	22
2.2	Materiales, equipos y herramientas utilizadas	24
2.2.1	Materiales.....	24
2.2.2	Equipos	24
2.2.3	Herramientas.....	25
2.3	Diseño de la investigación.....	25
2.3.1.	Variables utilizadas en la investigación.....	25
2.4	Métodos utilizados:	25
2.4.1.	Método analítico.	25
2.4.2.	Método inductivo.....	25
2.5	Técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.....	25
2.5.1.	Observación.....	25
2.5.2.	Análisis documental.....	26
2.6	Procedimiento seguido.....	26
2.6.1.	Previo a la salida a campo.....	26
2.6.2.	Salida a campo	26
2.6.3.	Gabinete (post visita de campo).....	27
III.	RESULTADOS	27
3.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:.....	27
3.2	CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS:	31
3.1.1.	Método para determinar el caudal (Q):.....	31
3.1.2.	Determinación de áreas tributarias y de factores de escurrimiento:	32
3.1.3.	Registro pluviométrico:.....	33
3.1.4.	Determinación de la precipitación máxima para diferentes tipos de distribución:	34
	35

3.1.5. Cálculo de la lámina de lluvia para un periodo de retorno de 10 años:	39
3.1.6. Determinación de las redes de flujo:	41
3.1.7. El tiempo de concentración:.....	41
3.1.8. Determinación de los caudales:	42
3.1.9. Determinación de secciones de drenaje existente:	43
.....	43
3.1.10. Determinación de la capacidad hidráulica del drenaje existente:.....	44
3.1.11. Diseño de drenaje pluvial urbano:	47
A. Cunetas	47
B. Borde Libre	49
C. Sumideros	53
IV. DISCUSIÓN	54
V. CONCLUSIONES:	54
VI. RECOMENDACIONES	55
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
VIII. ANEXOS.....	57
8.1 Panel fotográfico:.....	57
8.2 Plano de Ubicación de la ciudad de Chachapoyas	62
8.3 Plano de Localización del área de trabajo.....	64
8.4 Plano topográfico de la zona de estudio.....	66
8.5 Plano de distribución de drenaje pluvial N° 01	68
8.6 Plano de distribución de drenaje pluvial N° 02.....	70
8.7 Plano de distribución de drenaje pluvial N° 03	72

8.8	Plano de distribución drenaje pluvial N° 04	74
8.9	Plano de Sección Típica.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°01: PENDIENTES OBTENIDAS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.	30
TABLA N°02: FACTORES DE ESCURRIMIENTO PROMEDIO PARA ÁREAS URBANAS.	32
TABLA N°03: DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA UTILIZADA.	33
TABLA N°04: DATOS PLUVIOMÉTRICOS DEL 2000-2020.	33
TABLA N°05: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS.	38
TABLA N°06: RESUMEN DE PRECIPITACIONES PARA DIVERSOS TR Y T. ...	40
TABLA N°07: INTENSIDAD DE PRECIPITACIONES EN MM/H PARA DIVERSOS TR Y DT=T.	40
TABLA N°08: CALCULO DE CAUDALES POR EL MÉTODO RACIONAL.	43
TABLA N°09: RESUMEN DE CAPACIDADES HIDRÁULICAS DE SECCIONES.	46
TABLA N° 10: RESUMEN DE EFICIENCIAS HIDRÁULICAS DE SECCIONES. .	47
TABLA N°11: ANCHO DE SOLERAS.	47
TABLA N°12: DATOS PARA CÁLCULO.	48
TABLA N°13: TIRANTE HIDRÁULICO CALCULADO.	49
TABLA N°14: SECCIONES DE DRENAJE PLUVIAL URBANO ASUMIDAS.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la provincia de Chachapoyas en Perú.....	23
Figura 2. Localización del barrio Yance en la ciudad de Chachapoyas.	24
Figura 3. Plano topográfico de la ciudad de Chachapoyas.	28
Figura 4. Plano topográfico del Barrio Yance de la ciudad de Chachapoyas.....	29
Figura 5. Distribución normal de datos pluviométricos.	35
Figura 6. Distribución log-normal 2 parámetros de datos pluviométricos.	35
Figura 7. Distribución log-normal 3 parámetros de datos pluviométricos.	36
Figura 8. Distribución Gamma 2 parámetros de datos pluviométricos.	36
Figura 9. Distribución Gamma 3 parámetros de datos pluviométricos.	37
Figura 10. Distribución Gumbel de datos pluviométricos.....	37
Figura 11. Distribución log-Gumbel de datos pluviométricos.	38
Figura 12. Curvas IDF resultantes.	41
Figura 13. Sección elegida para el análisis.	43
Figura 14. Sección crítica N°01, cuya capacidad de evacuación es de 0.481 m ³ y para ambos lados sería 0.962.	45
Figura 15. Sección crítica N°02, cuya capacidad de evacuación es de 0.4756 y para ambos lados sería 0.9512.	45
Figura 16. Sección crítica N°03, cuya capacidad de evacuación es de 0.4955 y para ambos lados sería 0.9910.	46
Figura 17. Sección obtenida tramo crítico.	51
Foto 01. Toma de datos realidad existente Jr. Sachapuyos cuadra 02.	57
Foto 02. Toma de datos realidad existente Jr. Libertad cuadra 01	58
Foto 03. Toma de datos realidad existente Jr. Salamanca (Salida a la provincia de Rod. De Mendoza)	58
Foto 04. Levantamiento topográfico: Toma de datos con GPS en el Jr. San Juan de la Libertad Cuadra 01 (Jr. Salamanca cuadra 01).	59
Foto 05. Inexistencia de drenaje en el Jr. Libertad cuadra 01.	59
Foto 06. Toma de medidas del sistema de drenaje pluvial existente en el jirón Piura y Cuarto Centenario.	60

Foto 07. Levantamiento topográfico con estación total.	60
Foto 08. Toma de medidas del sistema de drenaje pluvial existente en el jirón Ayacucho.	61

RESUMEN

La evacuación de aguas producto de las lluvias siempre será un factor a considerar en el desarrollo de una ciudad, ya que de ser deficiente genera problemas sociales y económicos que menoscaban el desarrollo integral de una urbe. La ciudad Chachapoyas presenta altos niveles de sobrecarga pluvial, los mismos que generan erosiones e inundaciones en las partes bajas como Chincha alta, Santa Lucía y Santo Domingo. En ese sentido, el objetivo de esta investigación fue analizar y diseñar un sistema de drenaje pluvial para el sector Yance de la ciudad de Chachapoyas. Se realizó una recopilación de datos del sector Yance, dichos datos fueron de índole topográfica, hidrológica y de realidad existente. Los diseños de la propuesta de drenaje se realizaron mediante la ecuación de Manning. En la topografía se tiene una pendiente mínima del 7.93% y una máxima de 9.83%. En lo que a hidrología se refiere para un periodo de retorno de 10 años la intensidad máxima es de 27.57 mm. Se cuenta con tres secciones base de diseño, las cuales tiene por capacidades 0.481 m³/s, 0.4756 m³/s y 0.4955 m³/s; los caudales de diseño máximo son: 0.962 m³/s, 0.9512 m³/s y 0.991 m³/s. El área de cada sección es de 0.16 m². Finalmente se concluye que la eficiencia hidráulica del drenaje existente no es suficiente para satisfacer las solicitudes pluviales del sector.

Palabras clave: Drenaje, eficiencia hidráulica y diseño.

ABSTRACT

The evacuation of water from the rains will always be a factor to consider in the development of a city, since being deficient generates social and economic problems that undermine the integral development of a city. The city of Chachapoyas has high levels of rainfall overload, which generate erosion and flooding in the lower parts such as Chinchá alta, Santa Lucía and Santo Domingo. In a first stage, a collection of data from the Yance sector was carried out, these data were of a topographic, hydrological and existing reality nature. In the topography there is a minimum slope of 7.93% and a maximum of 8.93%. As far as hydrology is concerned, for a return period of 10 years, the maximum intensity is 27.57 mm.

The designs of the drainage proposal were made using the Manning equation. It has three base design sections, which have capacities of 0.481 m³/s, 0.4756 m³/s and 0.4955 m³/s; the maximum design flows are: 0.962 m³/s, 0.9512 m³/s and 0.991 m³/s. The area of each section is 0.16 m². And finally bottom sinkholes were placed every 17m according to the RNE standard. Finally, it is concluded that the hydraulic efficiency of the existing drainage is not sufficient to satisfy the pluvial demands of the sector.

Keywords: Drainage, hydraulic efficiency and design.

I. INTRODUCCIÓN

La dificultad en el drenaje pluvial urbano es un problema global, muchas ciudades importantes del mundo sufren el caos pluvial en sus calles. La falta de mantenimiento y de proyección en el diseño a largo plazo vienen ocasionando obstrucciones y rebasamientos de las aguas pluviales urbanas en la ciudad de Caracas y el Coro, el drenaje que era funcional hace 15 años hoy resulta obsoleto debido al crecimiento demográfico de esta ciudad (Sánchez, 2019).

La ciudad de Valencia en la actualidad enfrenta uno de los problemas comunes en las urbes del mundo, la dificultad para drenar las aguas producto de las lluvias. Una falta de proyección y sobre todo de actualización en el dimensionamiento de la infraestructura de drenaje pluvial urbano, ocasiona que la capacidad hidráulica de este sistema no sea lo suficientemente eficiente a la hora de drenar las aguas propias de la lluvia (Camacho, 2017).

En el Perú es obligatorio que toda habilitación urbana o edificación, a nivel nacional, cuente con infraestructura de drenaje pluvial, acorde con los planes de desarrollo con enfoque en gestión de riesgos de desastres (Norma OS.060.RNE,2022). Las cantidades de precipitaciones en las ciudades del Perú son muy variadas, es decir en una ciudad la precipitación cambia de manera caótica de un día para otro, por lo que un buen cálculo e inducción hidráulica resultan imprescindibles en los diseños que se planteen en las diferentes urbes de nuestro país (Zumaeta & Goñas, 2017).

La ciudad de Piura al igual que otras ciudades de la costa norte encuentran una gran dificultad a la hora de drenar las aguas de origen pluvial. Por ejemplo, en la ciudad de Piura presenta un mal dimensionamiento en muchos puntos críticos o donde aumentó de sobremanera la densidad poblacional. Así también otra de las dificultades es la falta de educación en eliminación de residuos sólidos, debido a que la gente arroja elementos sólidos a los elementos del sistema de drenaje pluvial, ocasionando obstrucción y por ende una baja en la eficiencia hidráulica de este sistema (Hernández, 2018).

La ciudad Chachapoyas, capital del departamento Amazonas, en tiempos de precipitaciones altas, los niveles de esta alcanzan índices elevados; los que causan problemas a la población (Soroe, 2021).

La sobrecarga pluvial genera inundaciones en zonas topográficamente bajas y erosiones en los cursos de agua y/o sistemas de drenaje; impactando desfavorablemente en las superficies expuestas de edificaciones en infraestructura vinculadas a estos espacios. Este fenómeno (objeto de la investigación) se manifiesta en el Barrio Yance Zona 05 afectando negativamente la calidad de vida de las personas y condiciones de durabilidad de la superficie pavimentada de la red vial. El Barrio Yance Zona 05, es una de las zonas con mayor población y transitabilidad de la ciudad, y no es posible que teniendo tal importancia en el desarrollo de las actividades de la población esté con este tipo de problemas, urge entonces la necesidad de identificar cuál es el problema de fondo.

La ciudad Chachapoyas presenta altos niveles de sobrecarga pluvial, los mismos que generan erosiones e inundaciones en las partes bajas, como es el Jirón Chincha Alta que cuenta con un sistema de drenaje pluvial de deficiente capacidad hidráulica de evacuación y operación, para este problema se planteó el diseño de un sistema de drenaje pluvial desde la cuadra 05 a la cuadra 10 de dicho jirón, con la finalidad evacuar todos los caudales que se concentran a esos puntos, para esto caracterizaron las características físicas del área de influencia (planimetría y altimetría). Utilizaron la intensidad máxima para calcular los caudales máximos haciendo uso del método racional recomendado por la Norma OS.060. Drenaje Pluvial Urbano; teniendo como resultado que las cuadras del Jirón Chincha Alta tienen capacidades hidráulicas menores a las de los caudales de diseño (Díaz & Pérez, 2018).

A través de la aplicación de la metodología Frederick Bell y Soil Conservation Service (SCS), en el 2017 se diseñó la viabilidad técnica y económica del Diseño Hidráulico y Estructural de los canales de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Para el cálculo de la precipitación máxima en 24 horas usaron tres métodos de distribución: Gumbel, Normal y Log normal de 2 parámetros, mediante ello llegaron a la conclusión de que la escorrentía influye significativamente en el diseño del sistema de drenaje de la Ciudad Universitaria (Zumaeta & Goñas, 2017).

Basados en los trabajos mencionados se puede ver que una de las causas de la problemática en estudio se genera debido a una insuficiente capacidad hidráulica en los componentes de los sistemas de drenaje pluvial y que para realizar un diseño que asegure una buena funcionalidad,

es el estudio detallado de la escorrentía superficial; siendo la que determina los caudales de diseño.

Entonces la iniciativa está direccionada a demostrar ¿El análisis y diseño del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano, solucionará las inundaciones causadas por las lluvias torrenciales en el Barrio Yance Zona 05?

Según problemas identificados de las investigaciones recopiladas se puede deducir que el problema radica en que “El sistema de drenaje pluvial del barrio Yance zona 05 no tiene las capacidades hidráulicas requeridas para evacuar los caudales máximos de escorrentía”.

Ahora bien ¿cómo podemos demostrar la afirmación anterior? La manera de llegar a demostrar es sin duda realizando un estudio técnico del funcionamiento del sistema de drenaje pluvial del jirón Barrio Yance Zona 05, respecto de su eficiencia operativa.

Con base en lo mencionado, el objetivo de esta investigación fue analizar y diseñar un sistema de drenaje pluvial para el sector Yance de la ciudad de Chachapoyas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización del lugar de trabajo

La investigación se desarrolló en el distrito de Chachapoyas, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas (figura 1). Específicamente en el barrio Yance (Figura 2).

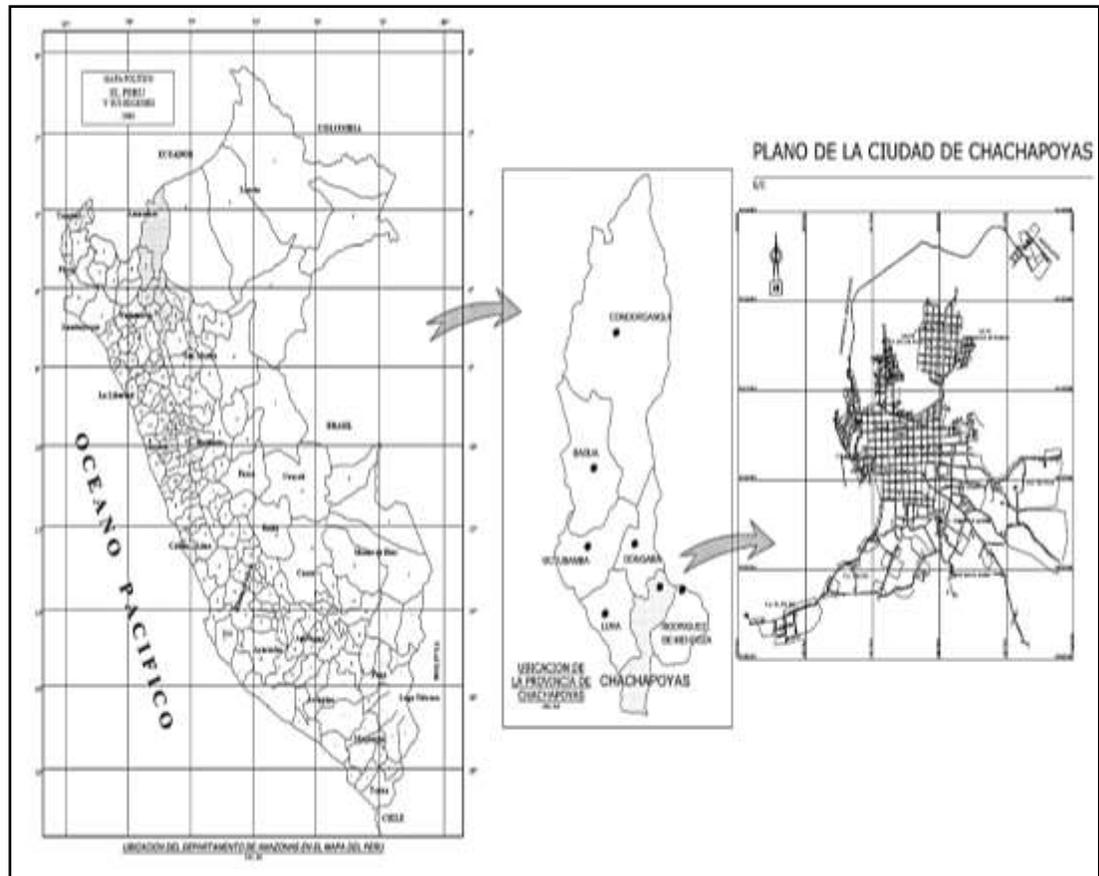


Figura 1. Ubicación de la provincia de Chachapoyas en Perú.

Nota: Figura referencial a la ubicación, ver anexos para visualizar plano en escala adecuada (Ver anexo 8.2).

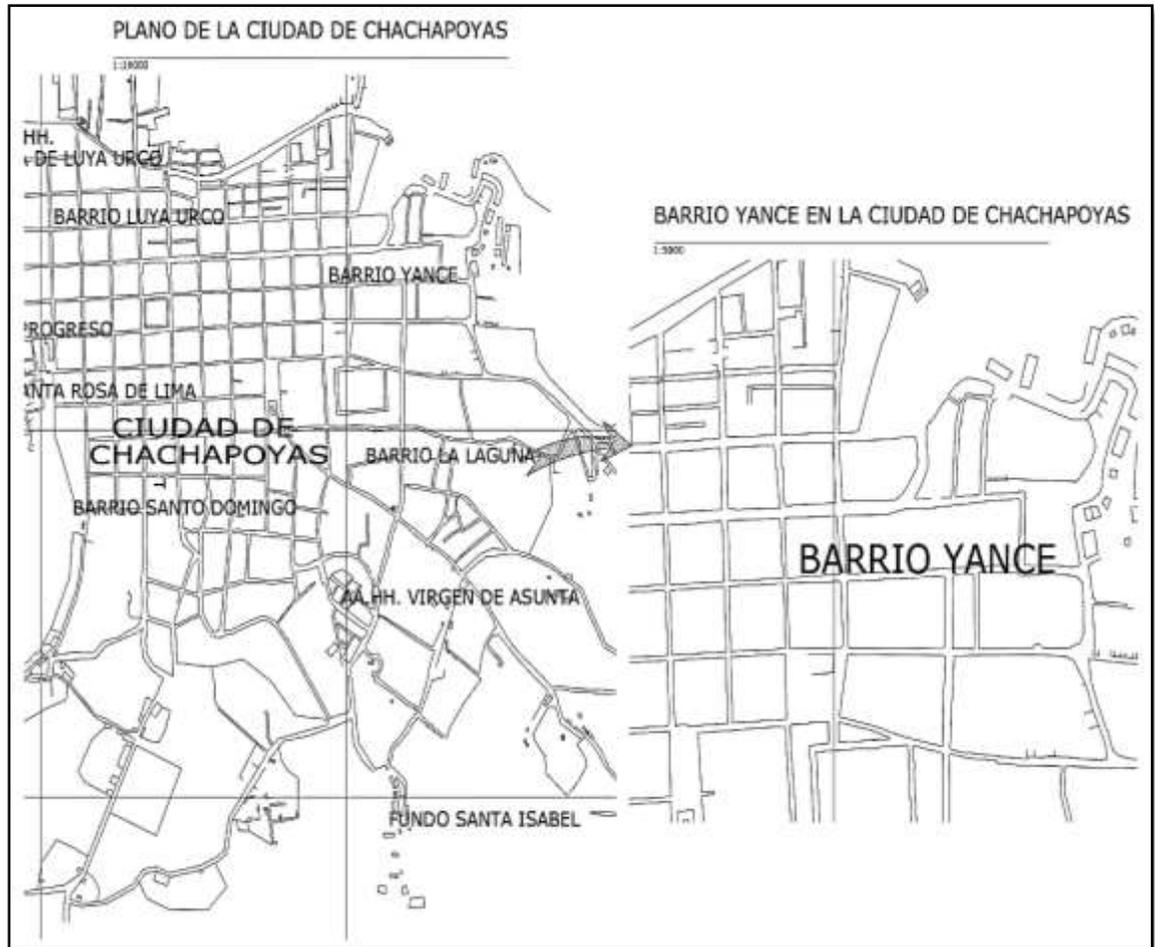


Figura 2. Localización del barrio Yance en la ciudad de Chachapoyas.

Nota: Figura referencial a la ubicación, ver anexos para visualizar plano en escala adecuada (Ver anexo 8.2).

2.2 Materiales, equipos y herramientas utilizadas

2.2.1 Materiales

- ✚ Plano catastral de la ciudad de Chachapoyas.

2.2.2 Equipos

- ✚ GPS topográfico.
- ✚ Estación total.
- ✚ Prismas topográficos.
- ✚ Cámara fotográfica.
- ✚ Plotter.
- ✚ Laptop.

✚ Impresora.

2.2.3 Herramientas

✚ Wincha de 50 metros.

✚ Software Office 2022.

✚ AutoCAD 2022.

✚ Google Earth pro.

✚ HCanales.

✚ HidroEsta

2.3 Diseño de la investigación

2.3.1. Variables utilizadas en la investigación

✚ Intensidad de Lluvia

✚ Sistema de Drenaje

2.4 Métodos utilizados:

2.4.1. Método analítico.

Debido a que llevó a cabo un análisis de cada una de las secciones encontradas en el sistema existente, con la finalidad de determinar su capacidad hidráulica y eficiencia de operación.

2.4.2. Método inductivo.

Debido a que a partir de situaciones particulares se generaliza el sistema empleado.

2.5 Técnicas e instrumentos utilizados en la investigación

2.5.1. Observación.

Se observó en campo el drenaje existente en el área de influencia del proyecto.

2.5.2. Análisis documental

Para el estudio se utilizará y recolectarán datos de fuentes primarias y secundarias, tales como permisos de acceso, credenciales, expediente técnico, cuaderno de obra, ensayos, protocolos.

2.6 Procedimiento seguido

2.6.1. Previo a la salida a campo

- a) Planificación de actividades. – Se realizó un análisis del sector Yance en el plano catastral de la ciudad de Chachapoyas, esto con la finalidad de planificar el recorrido para un trabajo de campo óptimo.
- b) Recopilación de información. – Se investigó sobre estudios de proyectos anteriores en la zona y se analizó la carta nacional para identificar puntos críticos a tomar en cuenta. Se revisó registros históricos de diferentes estaciones pluviométricas, con la finalidad de identificar a las estaciones que contengan los datos más completos para el análisis hidrológico.

2.6.2. Salida a campo

- c) Reconocimiento en campo. – Se verificó el sector plasmado en el plano catastral con el sector en campo, se señaló y anotó los puntos de inicio del trabajo de campo.
- d) Levantamiento topográfico. – El levantamiento topográfico es un estudio técnico descriptivo, que busca determinar las características físicas y geográficas de un determinado lugar, ya sea de manera altimétrica o plana. Se comenzó con la debida georreferenciación y puesta en estación, misma que se encuentra en la vía de evitamiento (referencia al lado izquierdo de la pollería “El corralito”), se contó con tres ayudantes para los jalones y con un GPS Garmin.
- e) Identificación de tramos con drenaje. – Con el plano catastral en mano se procedió a identificar en cada calle la existencia de drenaje pluvial, marcando con verde las calles que tenían drenaje y con rojo las calles con drenaje inexistente.
- f) Caracterización del drenaje existente. – Con un wincha y GPS, se comenzó a tomar los datos de los drenajes existente. Los datos tomados fueron tipo de estructura, dimensiones de la estructura y georreferenciación.

2.6.3. Gabinete (post visita de campo)

- a) Análisis de la información obtenida.
- b) Evaluar la capacidad hidráulica y de la operatividad del drenaje pluvial existente.
- c) Diseñar un sistema de drenaje pluvial óptimo para el barrio Yance Zona 05.

III. RESULTADOS

3.1 Levantamiento topográfico:

Se realizó un levantamiento topográfico con estación total, prismas y GPS. Los resultados se plasman en el plano topográfico que se puede visualizar a continuación.

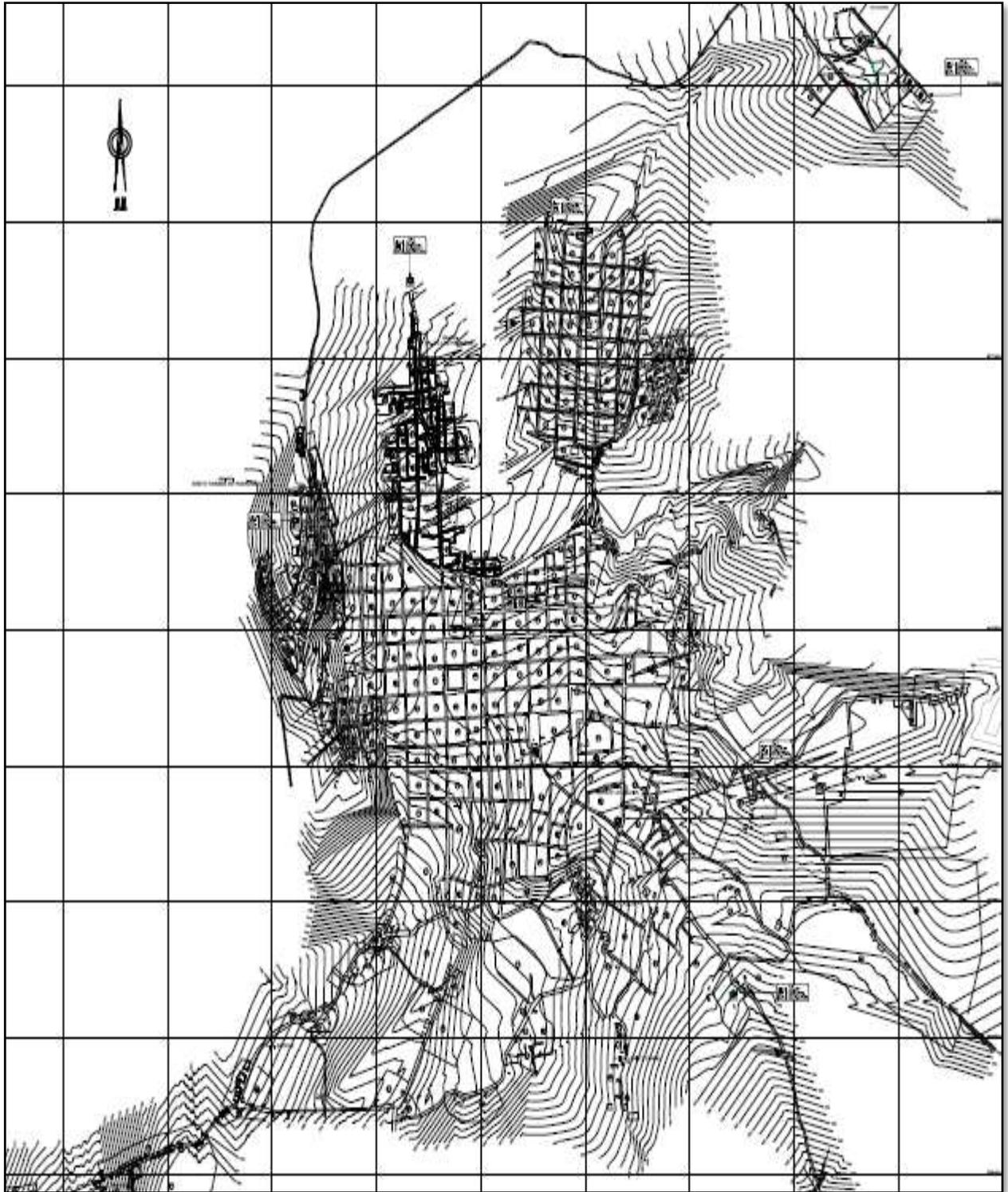


Figura 3. Plano topográfico de la ciudad de Chachapoyas.

Nota: Figura referencial al plano topográfico de la ciudad de Chachapoyas, ver anexos para visualizar plano en escala adecuada (Ver anexo 8.4).

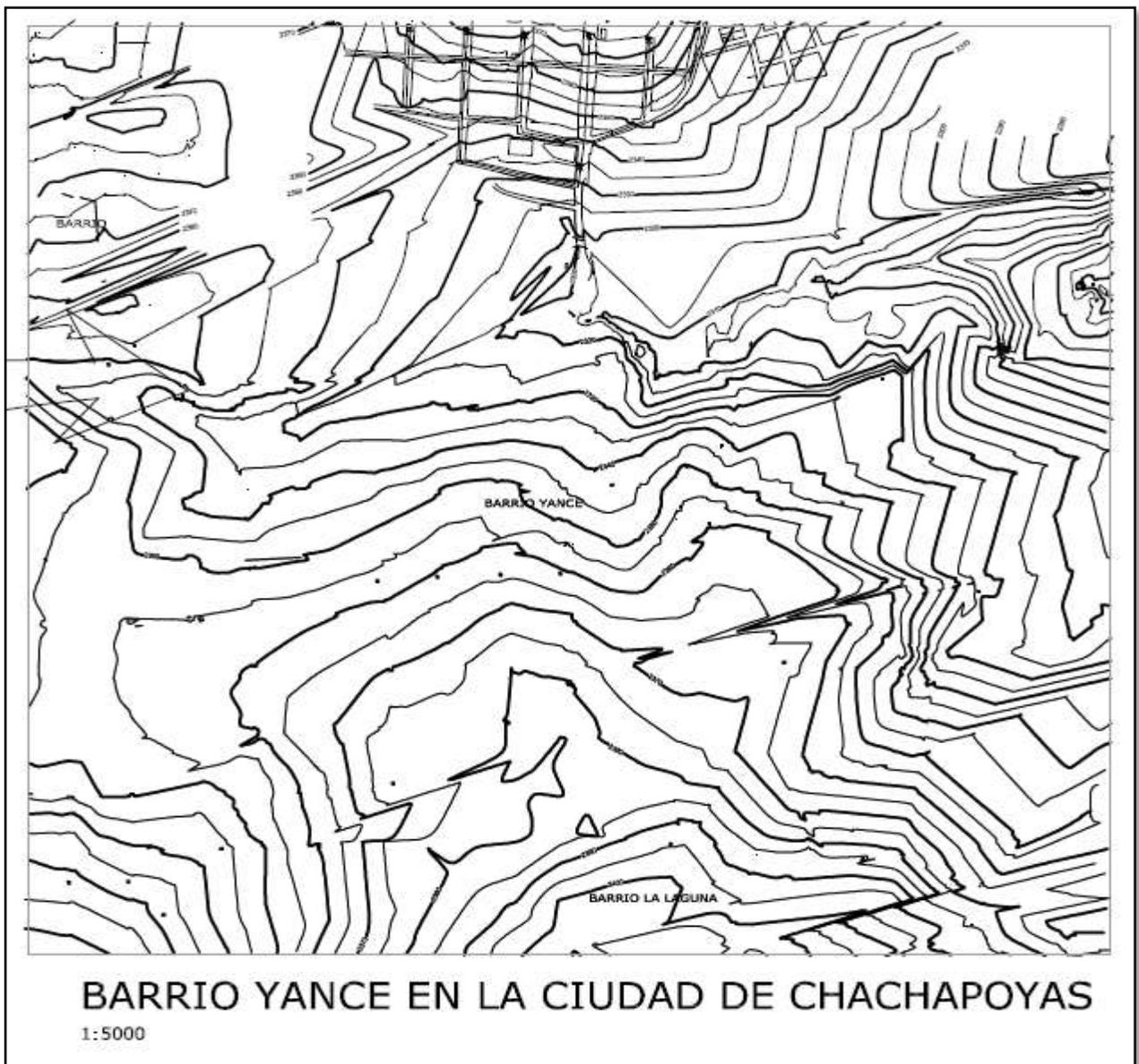


Figura 4. Plano topográfico del Barrio Yance de la ciudad de Chachapoyas.

Nota: Figura referencial al plano topográfico del Barrio Yance de la ciudad de Chachapoyas, ver anexos para visualizar plano en escala adecuada (Ver anexo 8.5).

Tabla N°01: Pendientes obtenidas del levantamiento topográfico.

Tramo	Nombre de la calle	S(m/m)
A-B	Jirón Salamanca Cdra.01,02	0.0875
B-C	Jirón Libertad Cdra.01,02	0.0812
C-D	Jirón Santa Lucía cdra.04, 03, 02 y 01	0.0817
D-E	Pasaje Santa Lucía	0.0799
E-F	^Prolongación Santa Lucía	0.0793
F-G	Prolongación Salamanca-salida a Rod.de Mendoza Hasta el MTC	0.0794
G-H	Pasaje Miguel Seoane Cdra.Única	0.0823
H-I	Jirón Cuarto Centenario Cdra.01 y 02	0.0921
I-J	Jirón Cuarto Centenario Cdra.03 y 04	0.0874
K-L	Jirón Amazonas Cdra.12 y 13	0.0931
L-M	Jirón Sachapuyos Cdra.03	0.0867
M-N	Jirón Salamanca cdra.03 y 04	0,0893
N-O	Jirón Ayacucho, cdra.13, 14,15 y 16	0.0814
O-P	Jirón Recreo Cdra.01 y 02	0.0831
P-Q	Jirón Hermosura cdra.03 y 04	0.0912
Q-R	Jirón Hermosura cdra.01, 02 y 03	0.0901
R-S	Jirón Santana cdra.14 y 15	0.0812
S-T	Pasaje Tupac Amaru	0.0811
T-U	Prolongación Libertad	0,0812

U-V	Pasaje Santa Cecilia cdra 3	0.0901
V-W	Prolongación Sachapuyos	0.0983
W-X	Jirón Libertad cdra.03 y 04	0.08
X-Z	Pasaje e El porvenir cdra. Única	0.0813
1-1	Jirón Piura cdra.14 y 15	0.0901
2-2	Jirón Triunfo cdra.12 y 13	0.0813
3-3	Jirón Triunfo cdra.14 y 15	0.0812

3.2 Cálculos hidrológicos e hidráulicos:

Se utilizó la norma OS.060 del RNE, una de las consideraciones importantes que se tuvo en cuenta es que la cuenca hidrológica es de una superficie menor a los 13 Km².

3.2.1. Método para determinar el caudal (Q):

Se utilizó el método racional, el cual tiene por ecuación:

$$Q = (0.278)(I)\left(\sum_{i=1}^m Ci\right)(Ai)$$

Donde:

- Q: Caudal max. (m³/s)
- I: Intensidad de precipitación de diseño (mm/hora).
- A: Área de la sub cuenca (Km²).
- C: Factor de escorrentía

3.2.2. Determinación de áreas tributarias y de factores de escurrimiento:

En una subcuenca, cada cauce cuenta con su respectiva área de escurrimiento y esta tiene un factor que determina la dificultad de dicho escurrimiento por su superficie. Este factor se selecciona teniendo en cuenta las características de la superficie como: Tipo de calle, vereda, etc. Y de las condiciones de pendiente del terreno.

A continuación, se muestra los diferentes valores de factores de escurrimiento que existen para áreas homogéneas según lo reglamentado por el RNE (OS 060, Anexo N° 01):

Tabla N°02: Factores de escurrimiento promedio para áreas urbanas.

Características de la superficie	Coefficiente de escorrentía
Calles	
Pavimento asfáltico	0.70 a 0.95
Pavimento de concreto	0.80 a 0.95
Pavimento de adoquines	0.70 a 0.85
Veredas	0.70 a 0.85
Techos y azoteas	0.75 a 0.95
Césped, suelo arenoso	
Plano (0-2% S)	0.05 a 0.10
Promedio (2-7% S)	0.10 a 0.15
Pronunciado (>7% S)	0.15 a 0.20
Césped, suelo arcilloso	
Plano (0-2% S)	0.13 a 0.17
Promedio (2-7% S)	0.18 a 0.22
Pronunciado (>7% S)	0.25 a 0.35
Praderas	0.2

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones.

En el caso de áreas compuestas se utiliza el promedio ponderado entre el factor de escurrimiento y el área tributaria del cauce.

3.2.3. Registro pluviométrico:

Se recolectó la información de la estación meteorológica Chachapoyas desde el año 2000 hasta el año 2020 proporcionada por el SENAMHI.

Tabla N°03: Datos de la estación meteorológica utilizada.

Estación Chachapoyas	
Distrito:	Chachapoyas
N° de años de registro:	20 años
Provincia:	Chachapoyas
Periodo:	2000-2020
Región:	Amazonas.

A continuación, se muestra las precipitaciones máximas en 24 horas:

Tabla N°04: Datos pluviométricos del 2000-2020.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Máxima
2000	24.50	20.30	26.40	32.70	56.40	12.60	12.60	13.00	12.00	13.50	10.80	39.60	56.40
2001	6.00	7.90	31.10	12.30	24.70	3.00	4.60	0.90	14.10	14.90	44.50	19.70	44.50
2002	11.60	13.80	11.90	26.00	20.50	0.90	23.00	11.60	9.90	51.30	38.90	8.00	51.30
2003	18.20	21.70	48.30	35.00	11.90	5.00	23.60	5.40	3.20	14.50	16.70	30.90	48.30
2004	13.00	7.70	10.70	24.90	36.50	4.70	10.90	7.00	9.90	40.00	31.10	21.20	40.00
2005	13.10	16.60	39.90	11.20	8.60	20.00	2.00	11.80	3.50	41.50	69.40	30.30	69.40
2006	15.60	6.11	28.80	26.60	4.30	25.70	2.90	10.00	15.50	15.90	9.40	11.20	28.80

2007	25.80	14.50	7.40	25.20	15.50	2.30	8.50	6.30	16.50	23.20	48.50	11.20	48.50
2008	6.60	45.50	77.50	15.00	22.30	16.90	12.30	23.80	6.60	18.00	36.40	18.20	77.50
2009	22.90	27.00	17.80	29.80	22.00	16.30	16.40	9.40	14.10	7.60	35.10	6.40	35.10
2010	0.70	44.60	7.20	33.80	14.70	7.20	34.40	2.30	8.70	40.70	21.20	18.20	44.60
2011	8.90	40.70	56.50	52.80	20.60	6.20	7.30	4.00	33.70	19.00	9.70	36.30	56.50
2012	19.70	18.40	16.50	48.40	4.40	9.00	7.10	0.00	3.00	61.00	44.00	11.30	61.00
2013	10.00	13.60	16.40	4.50	14.10	4.90	13.30	33.50	16.90	64.60	2.90	19.90	64.60
2014	12.50	23.70	38.50	7.40	24.40	18.80	24.70	21.30	19.40	55.30	43.20	18.60	55.30
2015	7.00	31.60	9.50	15.50	23.30	6.00	32.20	15.30	17.50	48.20	22.10	12.10	48.20
2016	13.70	27.00	26.30	12.40	35.30	22.80	11.20	8.00	12.00	49.20	1.90	12.70	35.30
2017	18.60	22.40	27.90	17.20	12.50	7.90	34.20	9.00	13.80	35.20	23.20	18.70	35.20
2018	10.50	13.50	15.60	19.10	22.10	2.80	1.00	17.50	12.10	6.60	22.30	27.80	27.80
2019	9.50	11.40	43.20	4.10	21.30	2.80	33.30	43.10	12.50	30.90	22.80	15.90	43.20
2020	7.60	18.70	27.20	15.60	23.30	28.80	32.10	4.10	6.50	45.70	2.00	19.50	45.70

Fuente: Estudios básicos del proyecto: SERVICIO DE GESTIÓN, MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL:“EMP.PE- 5N (CORRAL QUEMADO) – CUMBA – DV. YAMÓN – LONYA GRANDE – CAMPO REDONDO – OCALLI – PROVIDENCIA – COHECHAN – LONYA CHICO – EMP.AM-108 (DV. LUYA)/CHACHAPOYAS – RODRIGUEZ DE MENDOZA – ABRA LAJAS/ EL DORADO – SELVA ALEGRE – SORITOR – EMP. PE5N(LA CALZADA) .

3.2.4. Determinación de la precipitación máxima para diferentes tipos de distribución:

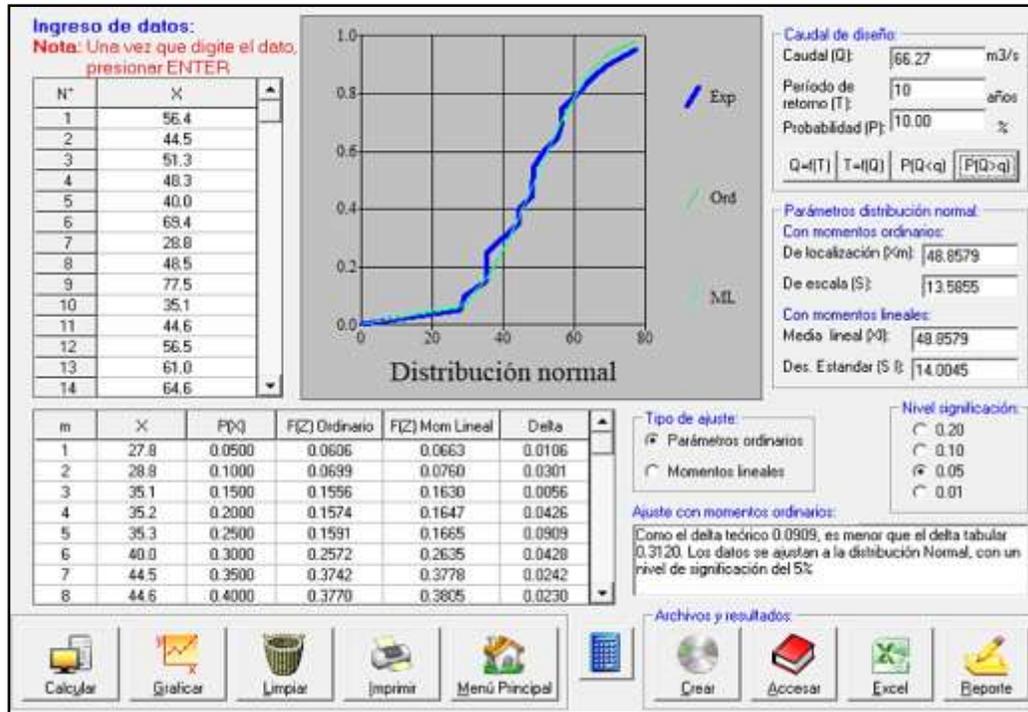


Figura 5. Distribución normal de datos pluviométricos.

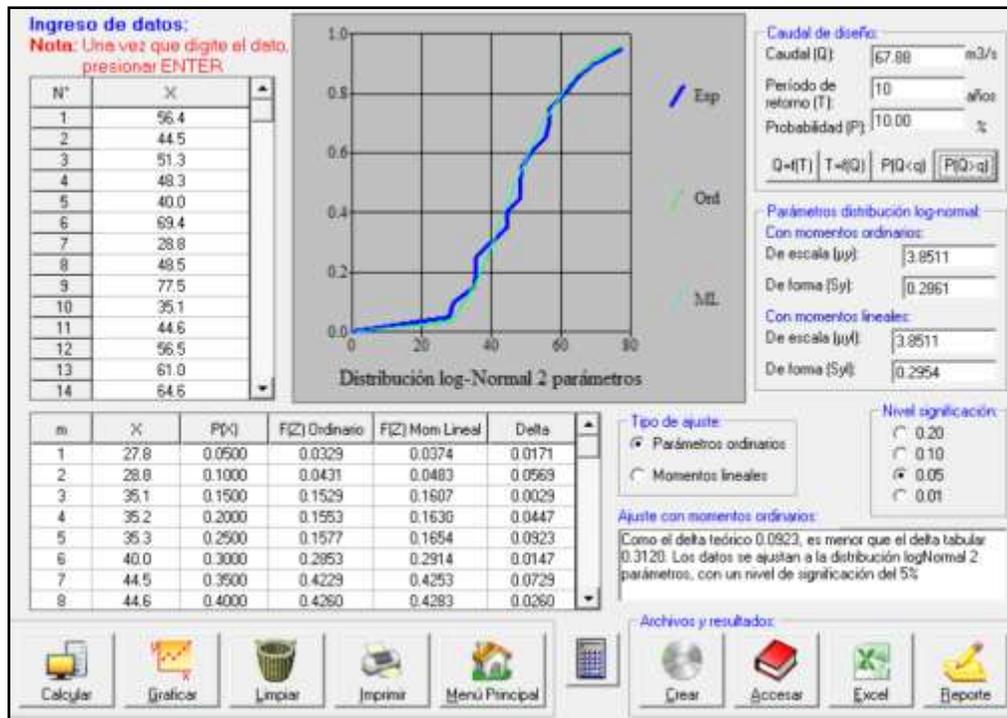


Figura 6. Distribución log-normal 2 parámetros de datos pluviométricos.

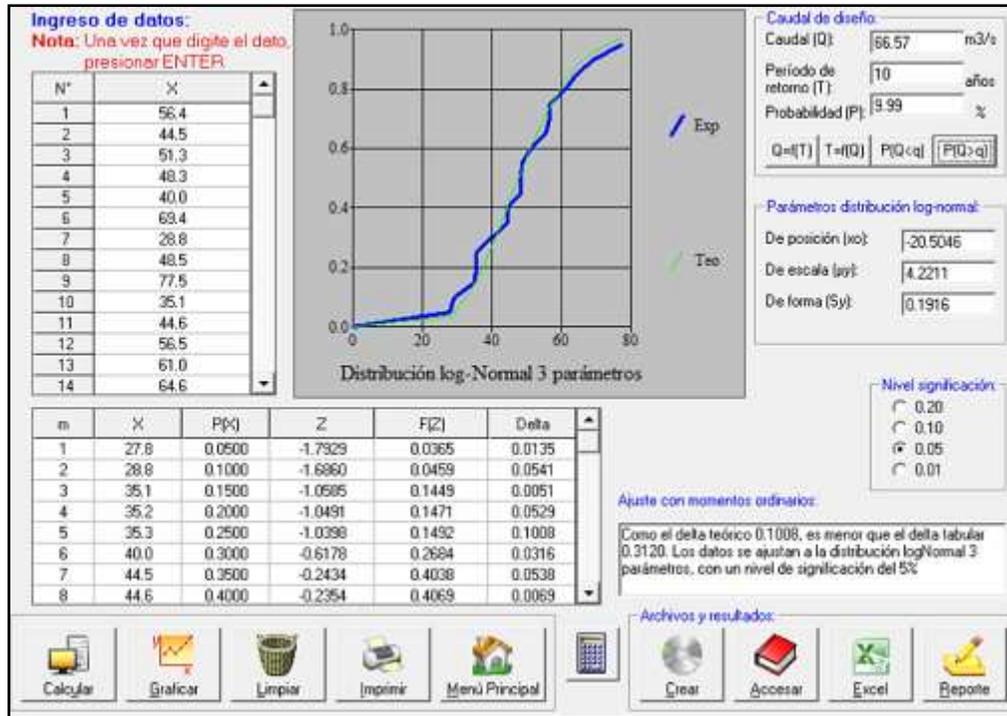


Figura 7. Distribución log-normal 3 parámetros de datos pluviométricos.

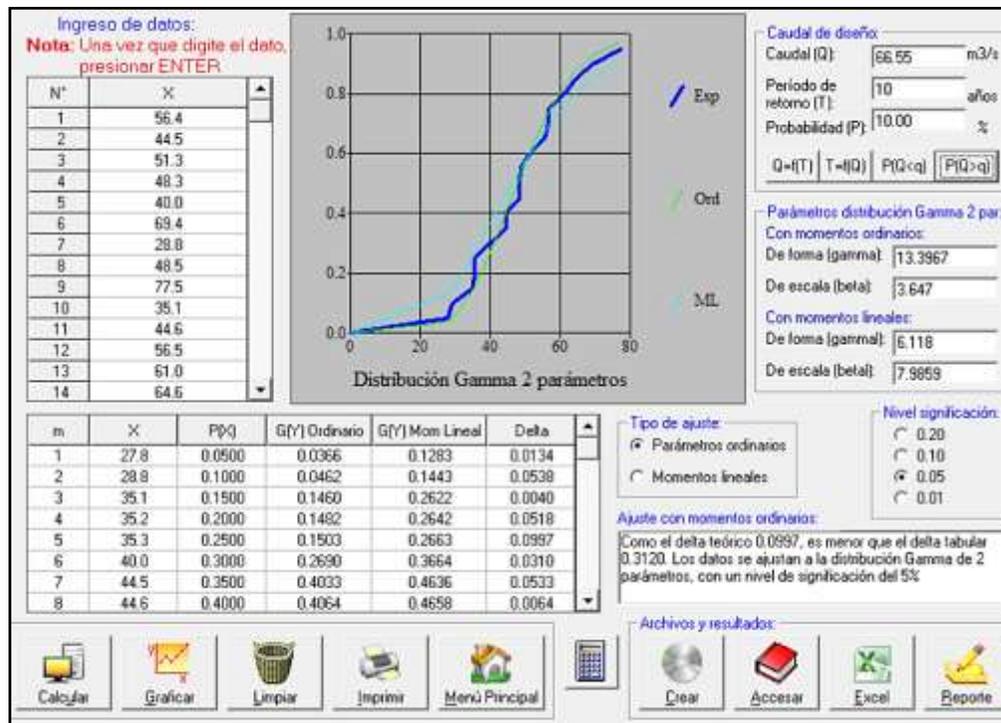


Figura 8. Distribución Gamma 2 parámetros de datos pluviométricos.

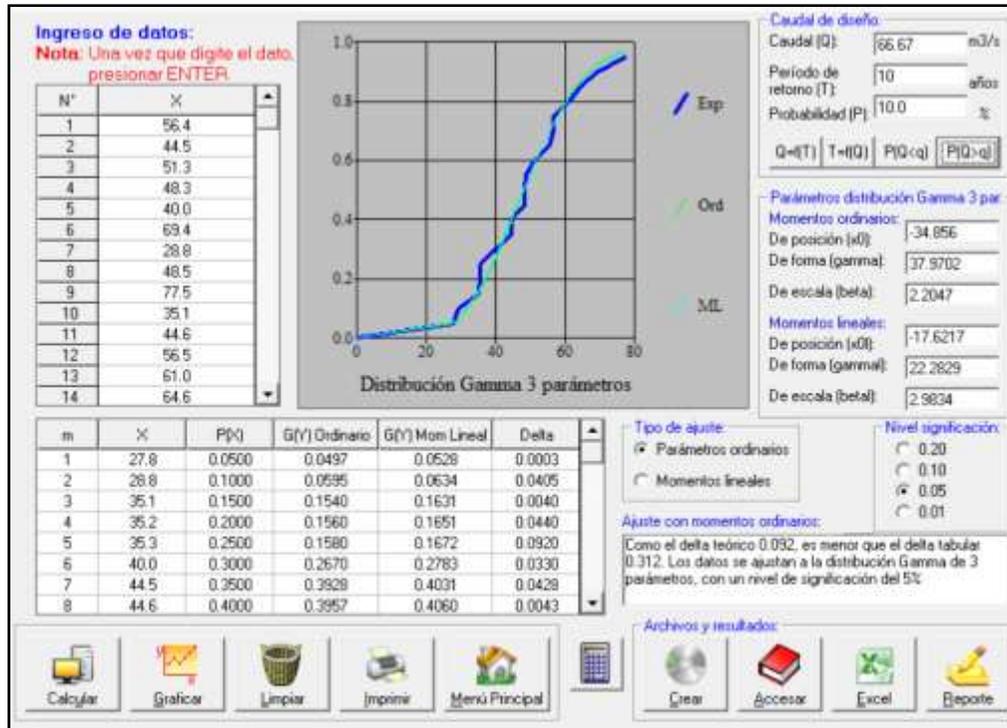


Figura 9. Distribución Gamma 3 parámetros de datos pluviométricos.

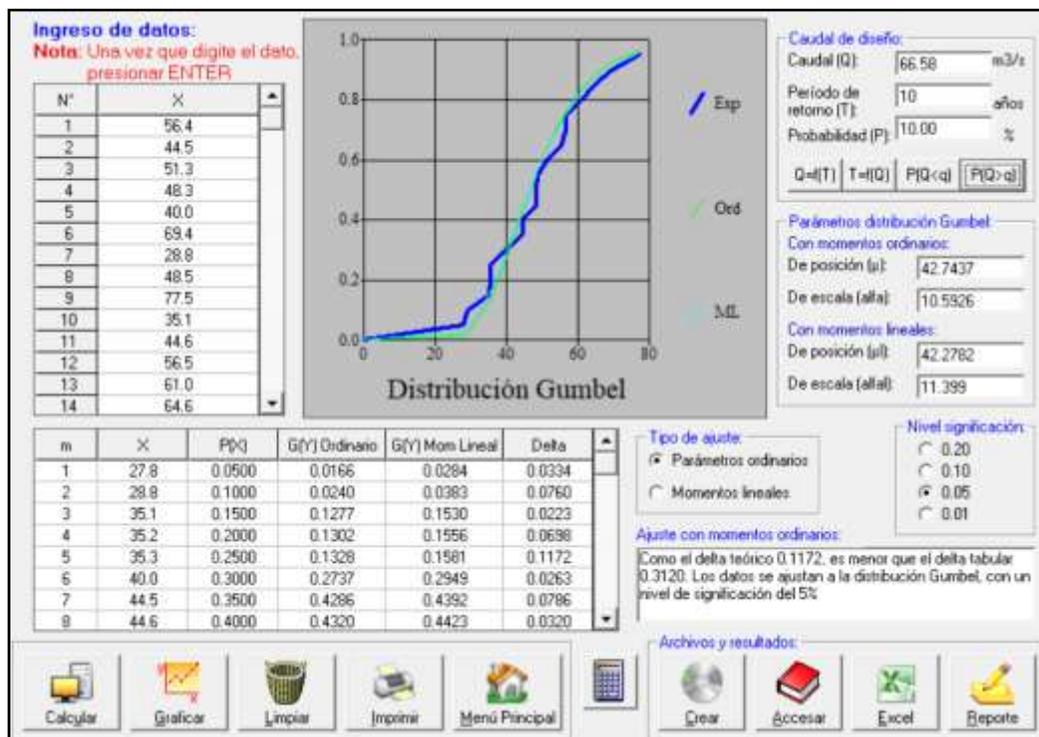


Figura 10. Distribución Gumbel de datos pluviométricos.

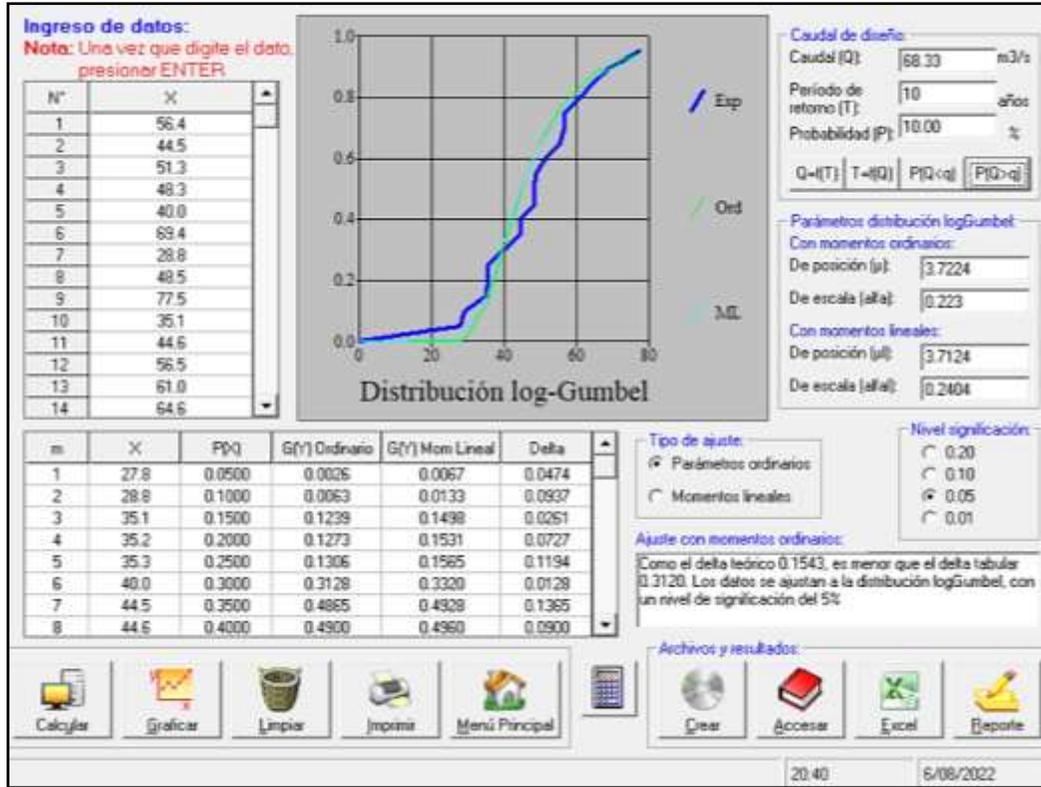


Figura 11. Distribución log-Gumbel de datos pluviométricos.

Tabla N°05: Precipitación máxima en 24 horas.

Distribución	Periodo de retorno (años)	Precipitación max 24 h (mm)	Probabilidad de excedencia (%)
Normal	10	66.27	10
log-Normal 2 parámetros	10	67.88	10
log-Normal 3 parámetros	10	66.57	9.99
Gamma 2 parámetros	10	66.55	10
Gamma 3 parámetros	10	66.67	10
Gumbel	10	66.58	10
Log-Gumbel	10	68.33	10

Se trabaja con la precipitación máxima de log-Gumbel que es igual a 68.33 mm y tiene una probabilidad de excedencia de 10% en un periodo de retorno de 10 años.

3.2.5. Cálculo de la lámina de lluvia para un periodo de retorno de 10 años:

Utilizamos la Ecuación de Bell, que expresada es:

$$P_T^{T_R} = (0.21 * \ln T_R + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P_{T_R=10}^{t=60'}$$

Donde:

- $P_T^{T_R}$: lámina de lluvia en un tiempo $t(\text{min})$ para un periodo de retorno " T_R " (años)
- $P_{T_R=10}^{t=60'}$: lámina de lluvia para un periodo de retorno $T = 10$ años y $t = 60 \text{ min.}$
- T_R : tiempo de retorno en años
- t : periodo de duración = al tiempo de concentración en minutos.

Con lo cual para un periodo de retorno de 10 años y 60 minutos de lluvia nos queda:

$$P_{T_R=10 \text{ años}}^{t=1h} = 1.006458312 P_{max24horas}^{T_R=10 \text{ años}}$$

Reemplazando los 68.33mm obtenemos:

$$P_{T_R=10 \text{ años}}^{t=1h} = (1.006458312) (68.33)$$

$$P_{T_R=10 \text{ años}}^{t=1h} = 68.77 \text{ mm}$$

Determinando (Precipitaciones máximas - Intensidad de precipitaciones) para diferentes tiempos de duración y periodos de retorno tenemos:

Tabla N°06: Resumen de precipitaciones para diversos TR y t.

Periodo de retorno (años)	Precipitaciones máximas en mm para duraciones en minutos.				
	10 min	30 min	60 min	90 min	120 min
2	8.39	13.93	18.28	21.21	23.47
5	10.82	17.95	23.57	27.34	30.25
10	12.65	21.00	27.57	31.98	35.39
20	14.49	24.04	31.57	36.62	40.52
30	15.56	25.82	33.91	39.33	43.52
50	16.91	28.07	36.86	42.75	47.31
100	18.75	31.11	40.85	47.39	52.44

Determinando la intensidad máxima:

- **Intensidades máximas en mm/h para varios T y TR.**

Tabla N°07: Intensidad de precipitaciones en mm/h para diversos TR Y Dt=t

Periodo de retorno (años)	Intensidades máximas en mm/h para duraciones en minutos				
	10 min	30 min	60 min	90 min	120 min
2	50.35	27.85	18.28	14.14	11.73
5	64.91	35.90	23.57	18.23	15.13
10	75.92	41.99	27.57	21.32	17.69
20	86.93	48.08	31.57	24.41	20.26

30	93.37	51.65	33.91	26.22	21.76
50	101.49	56.14	36.86	28.50	23.65
100	112.50	62.23	40.85	31.59	26.22

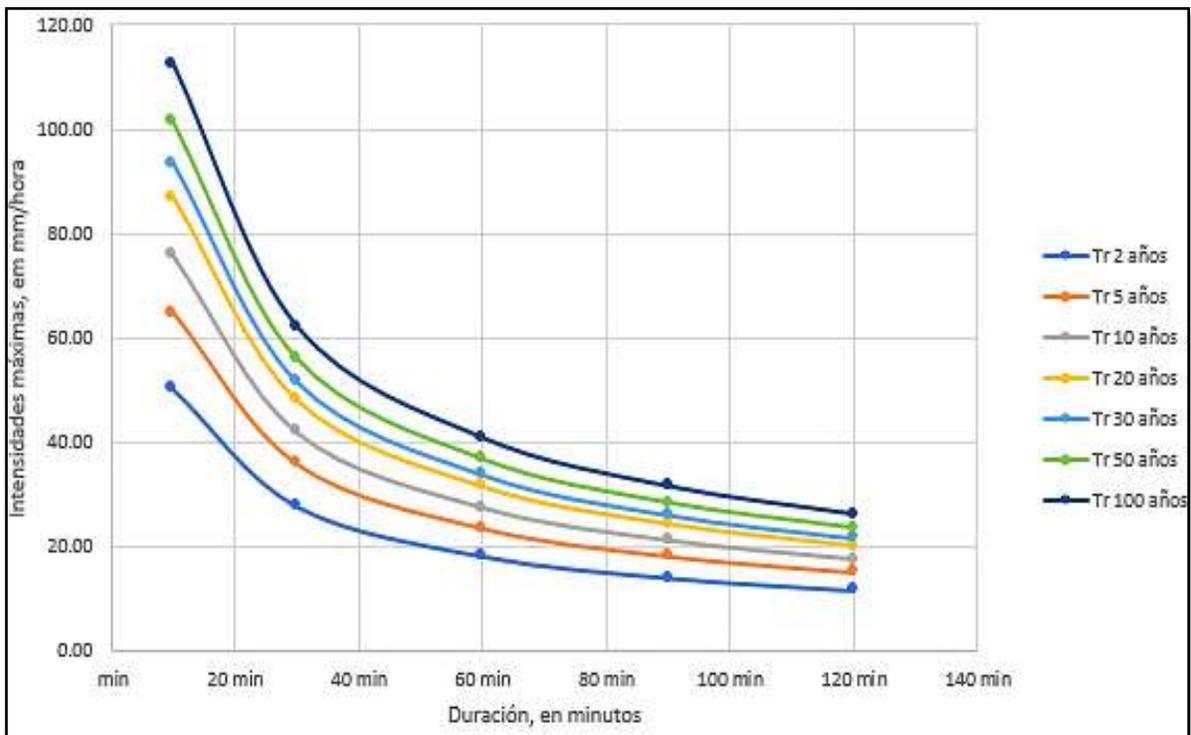


Figura 12. Curvas IDF resultantes.

3.2.6. Determinación de las redes de flujo:

Se ubican de acuerdo a lo identificado en la visita a campo, de ellas se obtiene información relevante como áreas tributarias y longitudes. En los anexos se puede visualizar un plano que indica las redes de flujo de las calles involucradas. (Ver anexos 8.6;8.7;8.8 y 8.9)

3.2.7. El tiempo de concentración:

Es aquel intervalo de tiempo en el cual una gota de lluvia recorre desde el punto más alejado hasta un extremo final de la microcuenca (punto de descarga).

Para determinar este tiempo se utiliza según el RNE la fórmula de Kirpich.

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Donde:

- t_c : Tiempo de concentración en minutos (min).
- L: Longitud del cauce en metros.
- S: Pendiente en m/m.

Para determinar el tiempo total de concentración de toda el área de influencia se suma todos los tiempos de todos los tramos que conforman dicha área. Según el RNE, en su apartado de drenaje pluvial urbano (OS.060): En ningún caso el t_c debe ser menor a 10 minutos. Por lo que en el presente estudio se considera dicho tiempo, ya que los demás tiempos son inferiores a este.

3.2.8. Determinación de los caudales:

Para su determinación se utiliza el método racional; para un punto es la sumatoria de los caudales que llega a ese punto y para un tramo la sumatoria de los caudales que hasta el inicio del tramo más el caudal unitario del mismo. Los caudales de diseño de las redes de flujo para toda la superficie de la intervención se muestran en el anexo de la presente.

- Cálculo del caudal por el método racional

$$Q = (0.278)(I)\left(\sum_{i=1}^m Ci\right)(Ai)$$

Datos:

- $I = 27.57$ mm/h
 - $Ai =$ Según subcuena
- $Q = (0.278)(27.57 \text{ mm/h})$

Tabla N°08: Calculo de caudales por el método racional.

Factor	Intensidad (mm/h)	Coefficiente de escorrentía	Área (Km2)	Caudal (m3/s)
0.278	27.57	0.95	0.8	0.021
0.278	27.57	0.95	0.7	0.018
0.278	27.57	0.95	0.9	0.024
0.278	27.57	0.95	0.5	0.013
0.278	27.57	0.95	0.6	0.016
0.278	27.57	0.95	0.8	0.021
0.278	27.57	0.95	0.9	0.024
TOTAL				0.136

3.2.9. Determinación de secciones de drenaje existente:

Dicha determinación se realizó con una visita en campo, en la cual se realizó la medición de las secciones del drenaje pluvial y sus características. En los anexos se puede visualizar dichas secciones existentes. La sección escogida es la más desfavorable para el sistema de drenaje pluvial, dicha sección es de 40x40, tal como se visualiza a continuación:

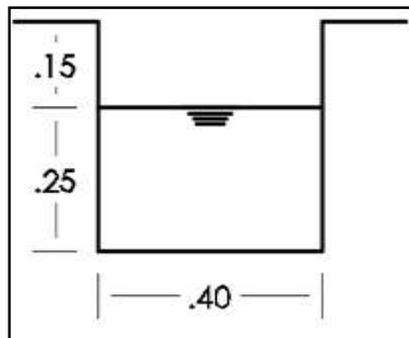


Figura 13. Sección elegida para el análisis.

3.2.10. Determinación de la capacidad hidráulica del drenaje existente:

Dicha capacidad se determina con la ecuación de Manning para canales abiertos:

$$Q = AxV = \frac{(A \times R_h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}})}{n}$$

Donde:

- Q: Caudal en m³/s.
 - V: Velocidad media en m/s.
 - A: Área de la sección del canal en m².
 - P: Perímetro mojado en m.
 - Rh: Radio hidráulico.
 - S: Pendiente del fondo en m/m.
 - n: Factor de Manning (sacado en base a la norma OS,060 del RNE).
-
- ✓ El factor de Manning seleccionado es 0.014 (Concreto).
 - ✓ En cuanto al borde libre, se tiene en consideración el tiempo de pendiente de la zona, dicha pendiente es pronunciada y debido a esto se elige un borde libre de 0.15m en las secciones.
 - Ahora calculamos las secciones más críticas para el diseño:

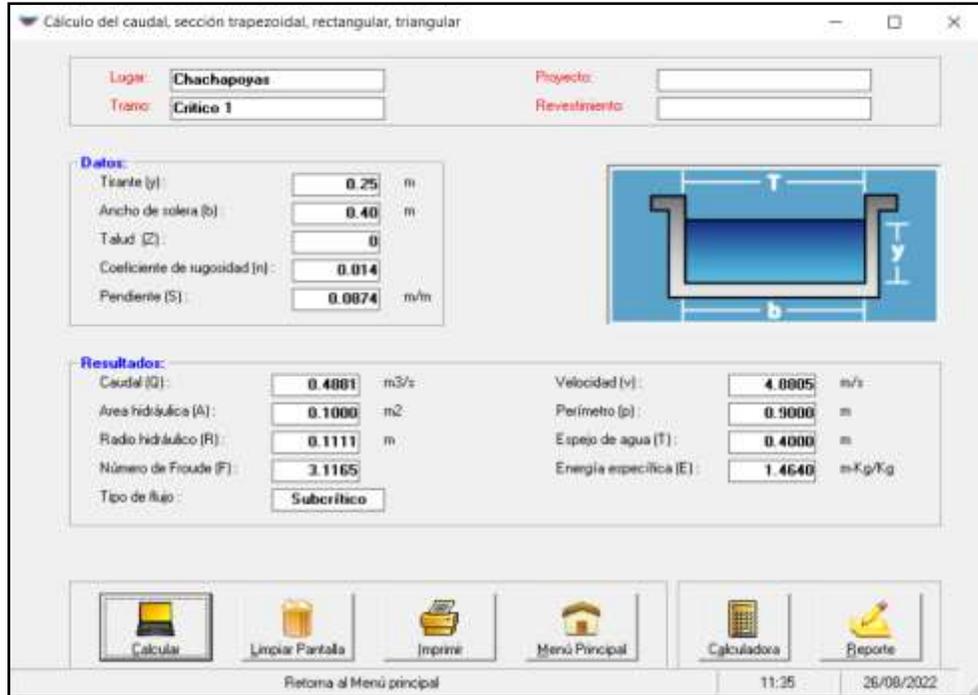


Figura 14. Sección crítica N°01, cuya capacidad de evacuación es de 0.481 m³ y para ambos lados sería 0.962.

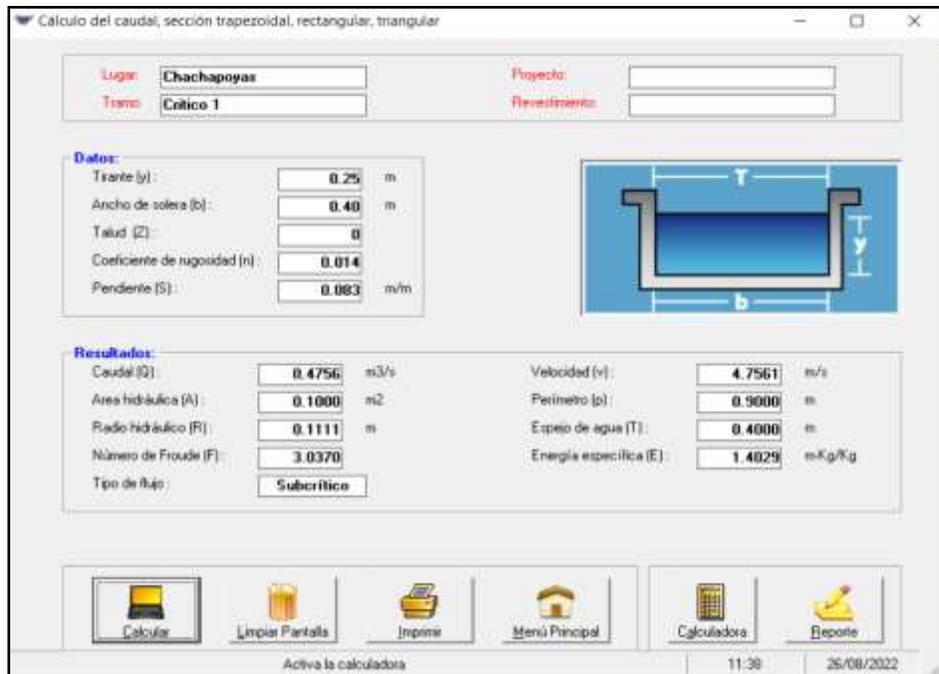


Figura 15. Sección crítica N°02, cuya capacidad de evacuación es de 0.4756 y para ambos lados sería 0.9512.

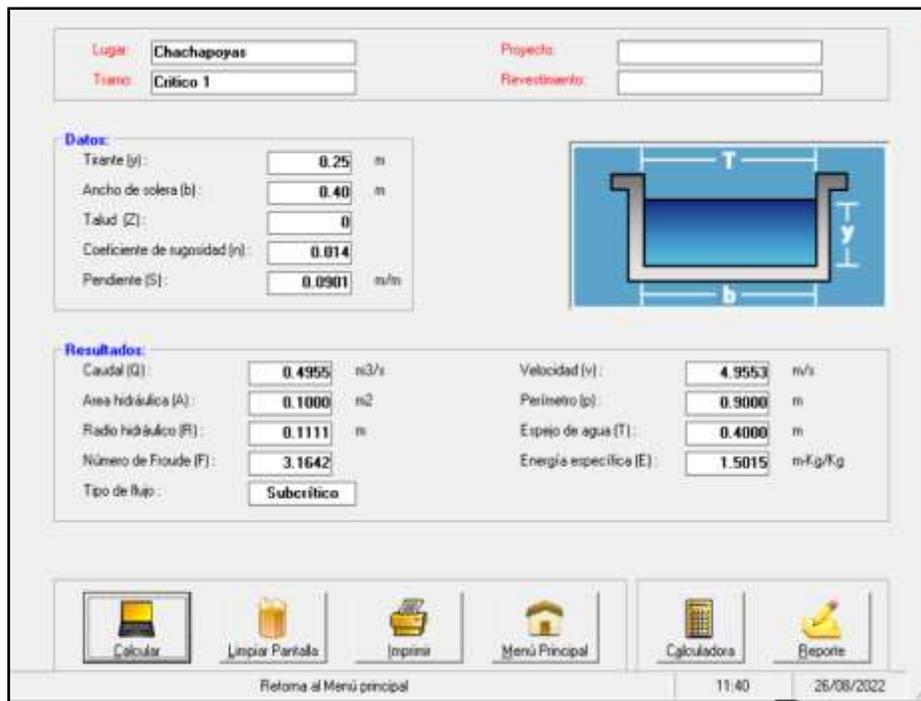


Figura 16. Sección crítica N°03, cuya capacidad de evacuación es de 0.4955 y para ambos lados sería 0.9910.

- A continuación, se resume las secciones críticas y sus capacidades hidráulicas:

Tabla N°09: Resumen de capacidades hidráulicas de secciones.

Sección	Dimensiones (m)			Capacidad	Caudal
	Base	Altura	Tirante	(m3/s)	(m3/s)
1	0.40	0.40	0.15	0.481	0.962
	0.40	0.40	0.15	0.481	0.962
2	0.40	0.40	0.15	0.4756	0.9512
	0.40	0.40	0.15	0.4756	0.9512
3	0.40	0.40	0.15	0.4955	0.9910
	0.40	0.40	0.15	0.4955	0.9910

- Determinamos la eficiencia de cada sección:

Tabla N° 10: Resumen de eficiencias hidráulicas de secciones.

Sección	Dimensiones (m)			Capacidad	Caudal 1	Caudal 2	Eficiencia
	Base	Altura	Tirante	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	%
1	0.40	0.40	0.15	0.481	0.962	0.136	85.86
	0.40	0.40	0.15	0.481	0.962	0.136	85.86
2	0.40	0.40	0.15	0.4756	0.9512	0.136	84.74
	0.40	0.40	0.15	0.4756	0.9512	0.136	84.74
3	0.40	0.40	0.15	0.4955	0.9910	0.136	88.87
	0.40	0.40	0.15	0.4955	0.9910	0.136	88.87

3.2.11. Diseño de drenaje pluvial urbano:

A. Cunetas

Debido a que Chachapoyas es una de las ciudades con calles angostas, se opta por el diseño de cunetas de geometría rectangular. Utilizamos el coeficiente de rugosidad 0.014 (Concreto) y los anchos de solera según:

Tabla N°11: Ancho de soleras.

Caudal (m ³ /s)	Ancho de solera (m)
Menor de 0.100	0.3
Entre 0.100 y 0.200	0.5
Entre 0.200 y 0.400	0.75
Mayor de 0.400	1

- Los datos para este cálculo son:

Tabla N°12: Datos para cálculo.

Tramo	Datos utilizados		
	Q(m3/s)	S(m/m)	n
A-B	1.123	0.0875	0.01
B-C	1.163	0.0812	0.01
C-D	0.897	0.0817	0.01
D-E	0.879	0.0799	0.01
E-F	1.135	0.0793	0.01
F-G	1.01	0.0794	0.01
G-H	1.102	0.0823	0.01
H-I	0.976	0.0921	0.01
I-J	0.962	0.0874	0.01
K-L	0.643	0.0931	0.01
L-M	0.571	0.0867	0.01
M-N	0.951	0,0893	0.01
N-O	0.899	0.0814	0.01
O-P	0.9512	0.0831	0.01
P-Q	0.874	0.0912	0.01
Q-R	1.012	0.0901	0.01
R-S	1.0235	0.0812	0.01
S-T	1.023	0.0811	0.01

T-U	0.987	0,0812	0.01
U-V	0.9910	0.0901	0.01
V-W	0.573	0.0983	0.01
W-X	0.9789	0.08	0.01
X-Z	0.998	0.0813	0.01
1-1	0.572	0.0901	0.01
2-2	1.124	0.0813	0.01
3-3	1.112	0.0812	0.01

B. Borde Libre

El borde libre se obtiene de la razón entre el tirante hidráulico por 5 unidades.

$$Bl = y/5$$

Donde:

- Y: Tirante hidráulico

Tabla N°13: Tirante hidráulico calculado.

Tramo	Borde libre (m)
A-B	0.12
B-C	0.11
C-D	0.09
D-E	0.09

E-F	0.12
F-G	0.11
G-H	0.10
H-I	0.09
I-J	0.11
K-L	0.10
L-M	0.12
M-N	0.09
N-O	0.12
O-P	0.11
P-Q	0.09
Q-R	0.09
R-S	0.15
S-T	0.12
T-U	0.09
U-V	0.09
V-W	0.10
W-X	0.15

X-Z	0.10
1-1	0.09
2-2	0.11
3-3	0.12

-Sección obtenida

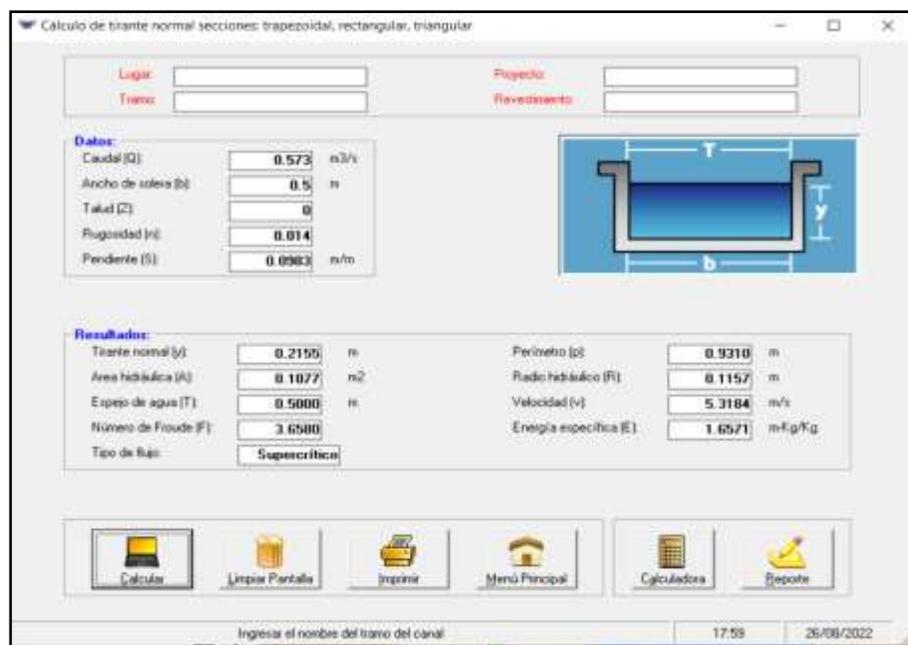


Figura 17. Sección obtenida tramo crítico.

A continuación, se muestra un resumen de las secciones de drenaje pluvial asumidas.

Tabla N°14: Secciones de drenaje pluvial urbano asumidas.

Tramo	Valores de sección asumida			
	Tirante	Borde Libre	Altura	A. Solera
A-B	0.12	0.12	0.50	0.50

B-C	0.11	0.11	0.50	0.50
C-D	0.09	0.09	0.50	0.50
D-E	0.09	0.09	0.50	0.50
E-F	0.12	0.12	0.50	0.50
F-G	0.11	0.11	0.50	0.50
G-H	0.1	0.1	0.50	0.50
H-I	0.09	0.09	0.50	0.50
I-J	0.11	0.11	0.50	0.50
K-L	0.1	0.1	0.50	0.50
L-M	0.12	0.12	0.50	0.50
M-N	0.09	0.09	0.50	0.50
N-O	0.12	0.12	0.50	0.50
O-P	0.11	0.11	0.50	0.50
P-Q	0.09	0.09	0.50	0.50
Q-R	0.09	0.09	0.50	0.50
R-S	0.15	0.15	0.50	0.50
S-T	0.12	0.12	0.50	0.50
T-U	0.09	0.09	0.50	0.50
U-V	0.09	0.09	0.50	0.50
V-W	0.1	0.1	0.50	0.50
W-X	0.15	0.15	0.50	0.50
X-Z	0.1	0.1	0.50	0.50

1-1	0.09	0.09	0.50	0.50
2-2	0.11	0.11	0.50	0.50
3-3	0.12	0.12	0.50	0.50

C. Sumideros

Se determina la utilización de sumideros de fondo debido a que las pendientes son mayores al 3%. Como nota adicional se recalca que los sumideros tendrán una ligera depresión para aumentar la capacidad de captación y aumentarla eficiencia de los mismos. Los sumideros se ubicaron en puntos bajos, esquinas y sumideros intermedios de tramo. Se utiliza un espaciamiento entre sumideros de 17m.

Para el diseño hidráulico de los sumideros se utiliza la ecuación:

$$Q = 2.99(A)(Y^{0.5})$$

Donde:

- Q: Caudal.
- A: Área.
- Cr: Factor obstrucción.
- Y: Profundidad de lámina.

Así tenemos:

$$A = \frac{0.078 \text{ m}^3/\text{s}}{2.91 \times 0.5 \times 0.0105^{0.5}} = 0.52 \text{ m}^2$$

- Adicionando un 18% al área calculada se tiene: $A = 0.60 \text{ m}^2$

IV. DISCUSIÓN

- ✓ En el estudio realizado se siguió los pasos de precampo, campo (recopilación de datos: Topográficos e hidrológicos y realidad existente) y postcampo (procesamiento de datos y diseño) lo cual coincide con Soroe, 2021 y con Servan & Puscan, 2016 los cuales en ambos estudios realizan los pasos anteriormente dichos como pasos imprescindibles en un proyecto de drenaje del tipo urbano.
- ✓ En el trabajo de identificación y de determinación de la eficiencia de la capacidad hidráulica del drenaje existente, se identificó que existe un drenaje cuya capacidad hidráulica no es suficiente y que en otras cuadras no existe drenaje pluvial alguno, esto coincide con Diaz & Pérez, 2018. Los cuales encontraron que en un gran porcentaje de las calles de Chachapoyas el sistema de drenaje existente no es hidráulicamente eficiente. Por otro lado, Goñas & Zumaeta encontraron que en el campus universitario de la UNTRM el sistema de drenaje era ineficiente, por lo que era necesario rediseñar dicho drenaje.
- ✓ Se eligió parámetros topográficos, hidrológicos e hidráulicos desfavorables para realizar el diseño, esto coincide con Soroe, 2021, el cual identifica parámetros críticos y diseña secciones con las condiciones más desfavorables hidráulicamente a fin de que sea suficiente para toda el área de estudio.

V. CONCLUSIONES:

- ✓ Se realizó un levantamiento topográfico con estación total, prismas y GPS. Los resultados se plasmar en el plano topográfico que se puede visualizar en los anexos.
- ✓ El área de estudio presenta una topografía variable, se evidencian pendientes menores de 7.93% y pendientes máximas de 9.83% Por lo que el sector tiene una topografía Ondulada y llana.
- ✓ Para una duración de una hora y un periodo de retorno de 10 años la intensidad máxima es de 27.57 mm. El tiempo de concentración se determinado con la fórmula de Kirpich y debido a que según el RNE por ningún motivo debe ser menor a 10min se tomó dicho tiempo de retorno.
- ✓ Para la determinación de las secciones de drenaje se utilizó la ecuación de Mannig. Se cuenta con tres secciones base de diseño, las cuales tiene por capacidades 0.481 m³/s,

0.4756 m³/s y 0.4955 m³/s; los caudales de diseño máximo son: 0.962 m³/s, 0.9512 m³/s y 0.991 m³/s. El área de cada sección es de 0.16 m².

- ✓ Se diseñó un sistema como respuesta a la falta de eficiencia del existente, sumideros distanciados cada 17 m en las partes bajas y medias de los tramos del área de estudio.

VI. RECOMENDACIONES

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas:

- ✓ Incentivar investigaciones referentes al tema de drenaje pluvial en la ciudad de Chachapoyas, para así contar con una data de investigaciones en toda la ciudad y facilite la elaboración de futuros proyectos de drenaje urbano en esta ciudad.

A la Municipalidad Provincial de Chachapoyas:

- ✓ Realizar la limpieza de las cunetas y demás elementos de drenaje pluvial de la ciudad de Chachapoyas, ya que muchas de las estructuras perdieron gran parte de su eficiencia de drenaje debido a la acumulación de basura.

Al Colegio de Ingenieros del Perú-Consejo departamental Amazonas.

- ✓ Realizar cursos de especialización, destinados a afianzar las capacidades de los alumnos e ingenieros civiles de esta casa superior de estudios. Supervisar o inspeccionar las obras de drenaje pluvial urbano en nuestras ciudades de Amazonas, con la finalidad de garantizar una mayor calidad de dichas obras.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Camacho, F. (2018). Diseño de obras de drenaje. Volúmen I. T.BPrint, C.A. Valencia. Ve.376
- ✓ Delgado, J., & Gonzales, D. (2017). Diseño del Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2017. Chiclayo.

- ✓ Díaz, L., & Pérez, J. (2018). Estudio Técnico del Sistema de Drenaje Pluvia del Jirón Chincha Alta, Chachapoyas, 2018. Chachapoyas. *“Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, UNTRM, Chachapoyas, Amazonas”*
- ✓ Hernández, M. (2018). Diseño del Drenaje Pluvial Y Evaluación de Impacto Ambiental en la Urb. El Chical de la Ciudad DE Piura. Chiclayo.
- ✓ López, O. R. (2016). Diseño y Simulación de una Red de Drenaje Pluvial para la Zona Centro- Este de la Ciudad de Trinidad. Santa Clara.
- ✓ Perú, R. d. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: El Peruano. Tutiven, S. M. (2017). Sistema de Drenaje Pluvial Urbano con la Incorporación de Reservas Individuales. Samborondón.
- ✓ Sánchez, Terán, Nelson, R. (2020). Modelo hidrológico-hidráulico para evaluar un sistema de drenaje urbano en zonas planas *“Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias hidráulicas e hidrológicas, Valencia, España”*.
- ✓ Soroe Huamán, R. (2021). Evaluación de la eficiencia del sistema de drenaje pluvial del Jr. Alonso de Alvarado La Jalca, Chachapoyas, Amazonas-2021. *“Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, UNTRM, Chachapoyas, Amazonas”*.
- ✓ Yañez, Portal, E. P. (2014). Eficiencia del Sistema de Drenaje Pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa. Cajamarca.
- ✓ Zumaeta, R., & Goñas, R. (2017). Determinación de Escorrentía y su Influencia en el Diseño del Sistema de Drenaje en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas - Amazonas 2016. Chachapoyas. *“Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, UNTRM, Chachapoyas, Amazonas”*

VIII. ANEXOS

8.1 Panel fotográfico:



Foto 01. Toma de datos realidad existente Jr. Sachapuyos cuadra 02.



Foto 02. Toma de datos realidad existente Jr. Libertad cuadra 01



Foto 03. Toma de datos realidad existente Jr. Salamanca (Salida a la provincia de Rod. De Mendoza)



Foto 04. Levantamiento topográfico: Toma de datos con GPS en el Jr. San Juan de la Libertad Cuadra 01 (Jr. Salamanca cuadra 01).



Foto 05. Inexistencia de drenaje en el Jr. Libertad cuadra 01.



Foto 06. Toma de medidas del sistema de drenaje pluvial existente en el jirón Piura y Cuarto Centenario.



Foto 07. Levantamiento topográfico con estación total.

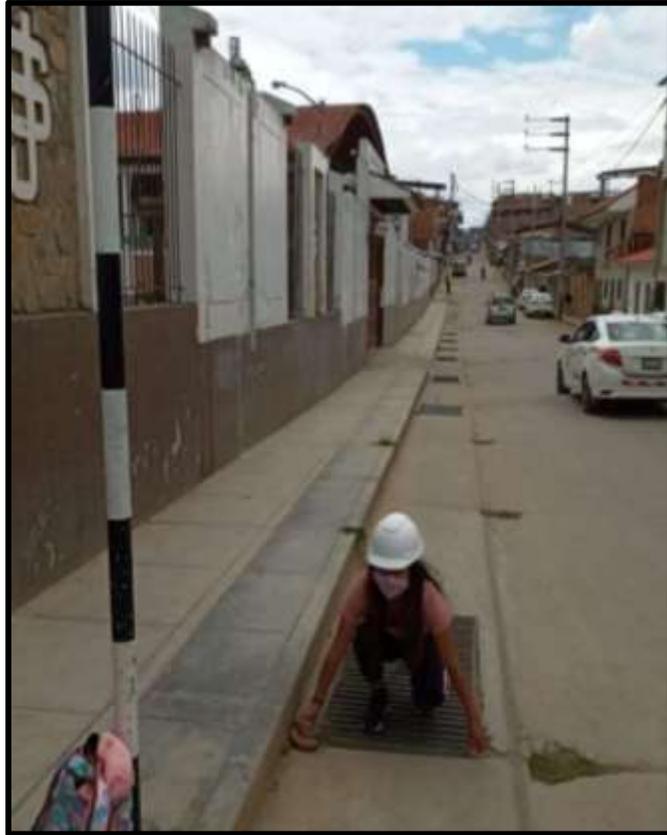
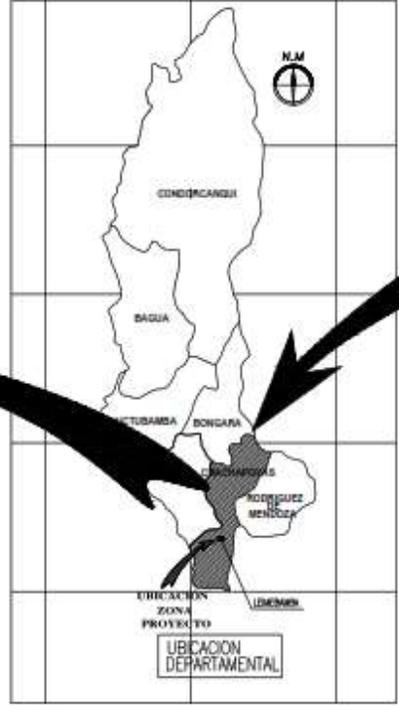


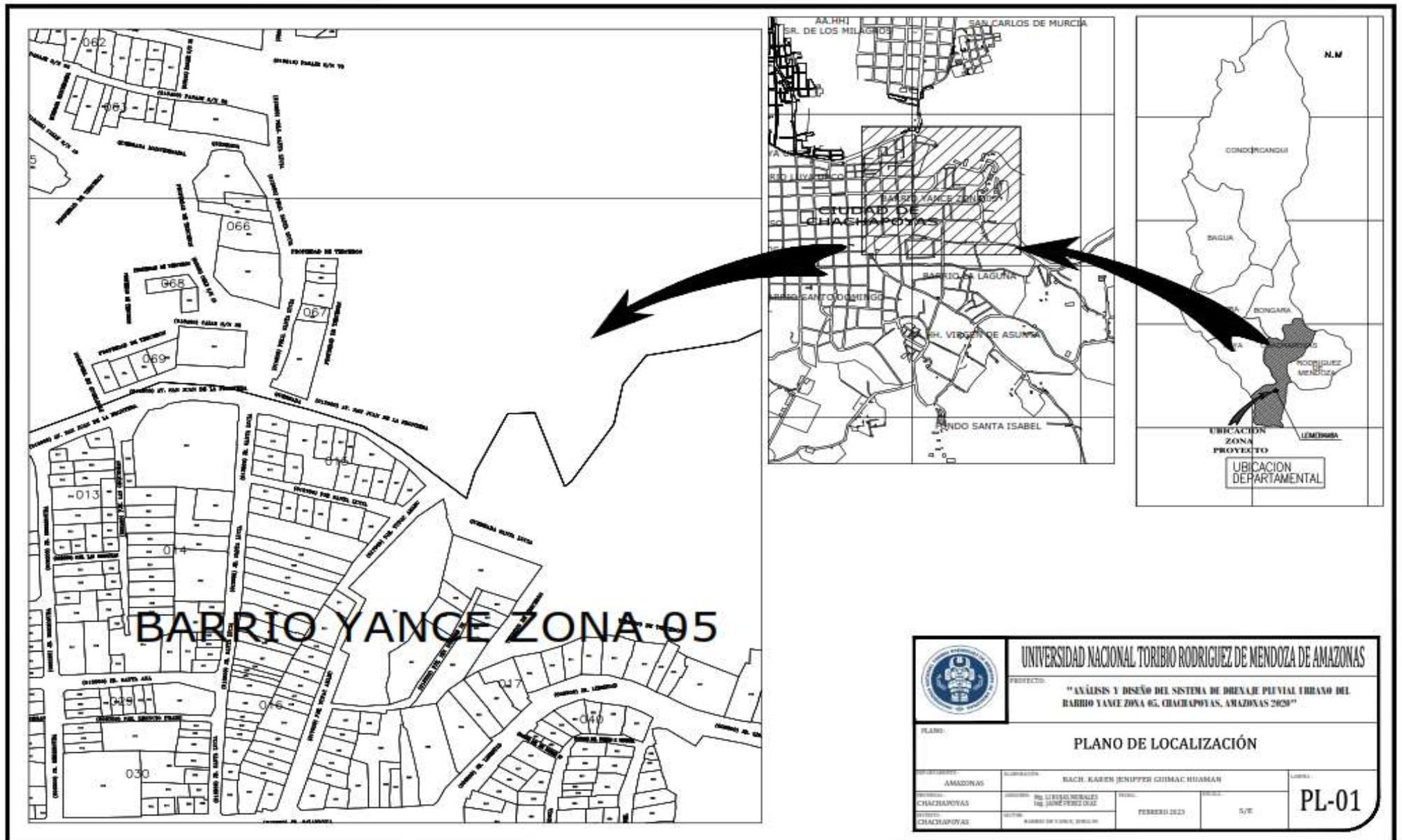
Foto 08. Toma de medidas del sistema de drenaje pluvial existente en el jirón Ayacucho.

8.2 Plano de Ubicación de la ciudad de Chachapoyas

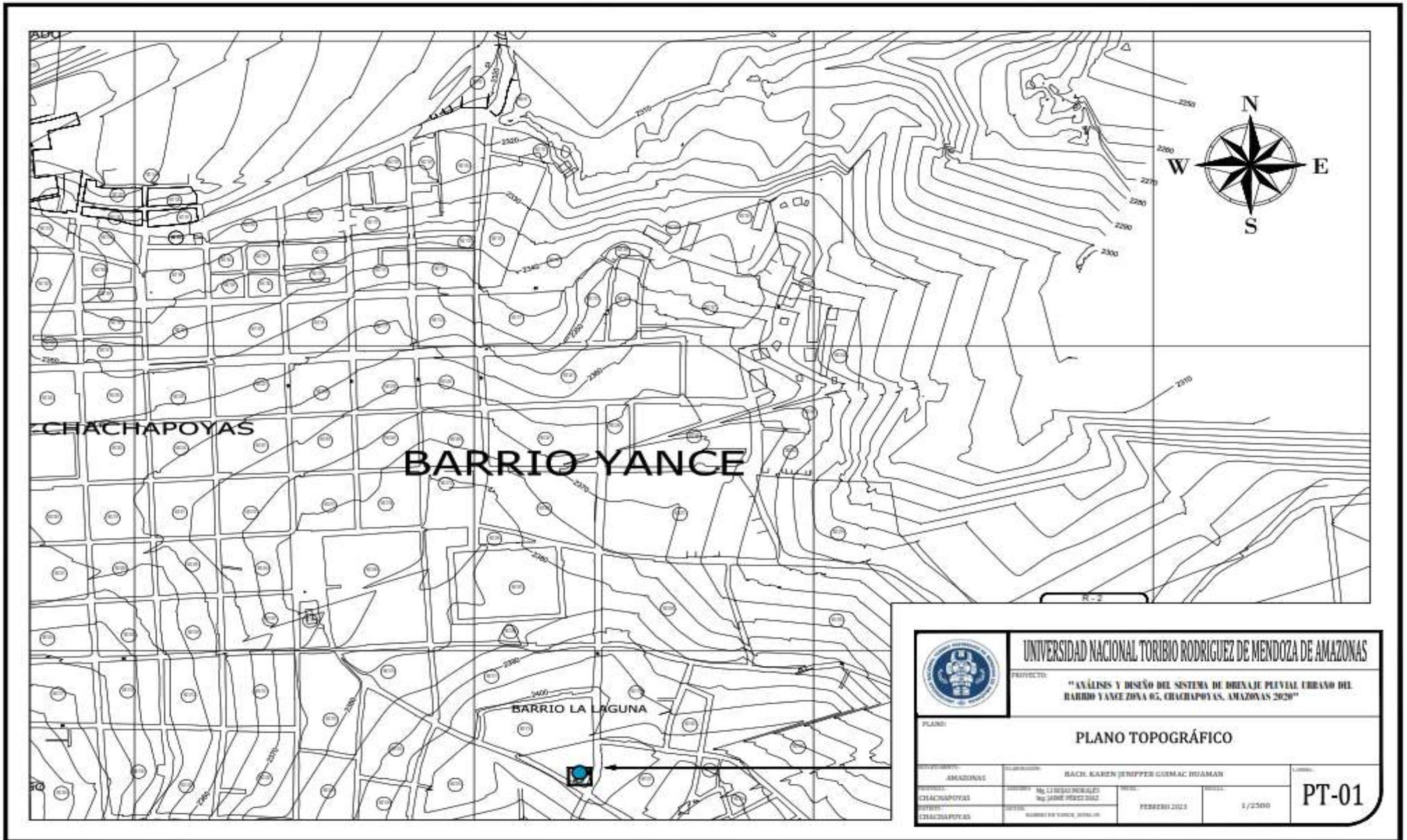


	UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS		
	PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DEL BARRIO YANCE ZONA 05, CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2020"		
PLANO: PLANO DE UBICACIÓN			
DEPARTAMENTO: AMAZONAS	ELABORACIÓN: BACH. KAREN JENIFFER GUIMAC HUAMAN	LAMINA: PU-01	
PROVINCIA: CHACHAPOYAS	ASISORES: Mg. LI ROJAS MORALES Ing. JAIME PÉREZ DÍAZ	FECHA: FEBRERO 2023	ESCALA: S/E
DISTRITO: CHACHAPOYAS	SECTOR: BARRIO DE YANCE, ZONA 05		

8.3 Plano de Localización del área de trabajo



8.4 Plano topográfico de la zona de estudio



		UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	
		PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DISEÑO DE BARRIO YANCE ZONA 05, CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2020"	
PLANO:		PLANO TOPOGRÁFICO	
DEPARTAMENTO:	AMAZONAS	CLASIFICACIÓN:	BACH. KAREN JENIFFER CUMAC HUAMAN
CITY:	CHACHAPOYAS	PROFESOR:	Mg. LAUREANO MORALES Mg. JAMES PEREZ DÍAZ
FECHA:	CHACHAPOYAS	FECHA:	FEBRERO 2021
ESCALA:	CHACHAPOYAS	ESCALA:	1/2500
			PT-01

8.5 Plano de distribución de drenaje pluvial N° 01

8.6 Plano de distribución de drenaje pluvial N° 02

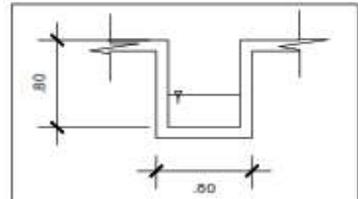
8.7 Plano de distribución de drenaje pluvial N° 03

8.8 Plano de distribución drenaje pluvial N° 04



Numero de Lote	Area	Superficie
006	1.20	0.0000
007	1.20	0.0000
008	1.20	0.0000
009	1.20	0.0000
010	1.20	0.0000
011	1.20	0.0000
012	1.20	0.0000
013	1.20	0.0000
014	1.20	0.0000
015	1.20	0.0000
016	1.20	0.0000
017	1.20	0.0000
018	1.20	0.0000
019	1.20	0.0000
020	1.20	0.0000
021	1.20	0.0000

DRENAJE PLUVIAL URBANO BARRIO YANCE ZONA 05 Esc. 1/1000

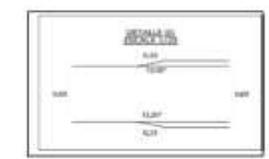
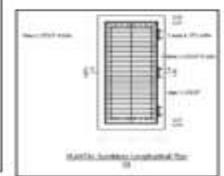
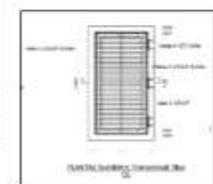
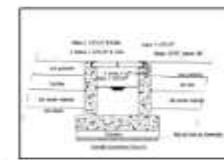
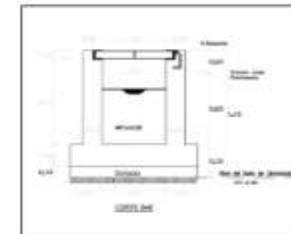
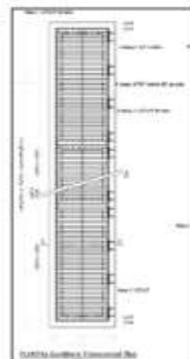
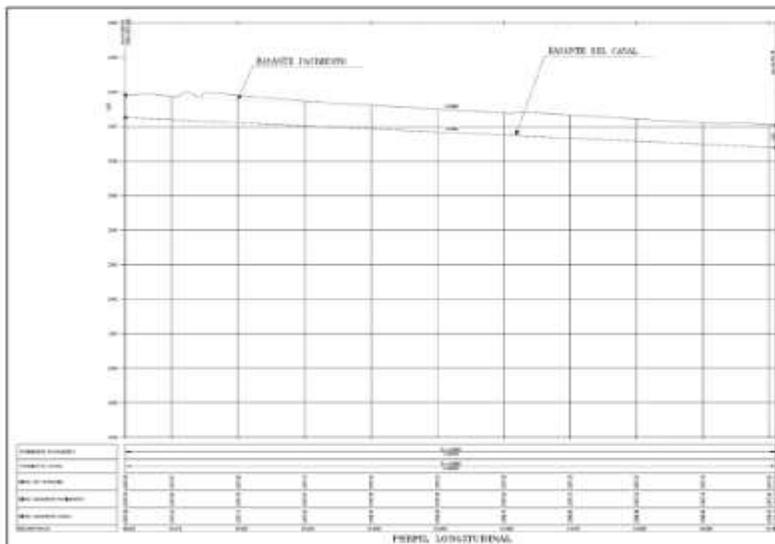
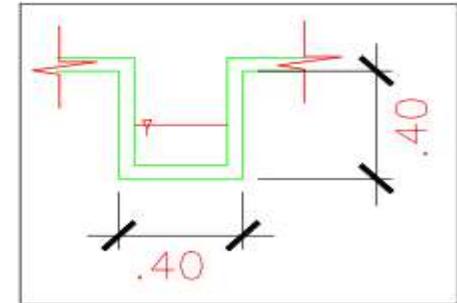
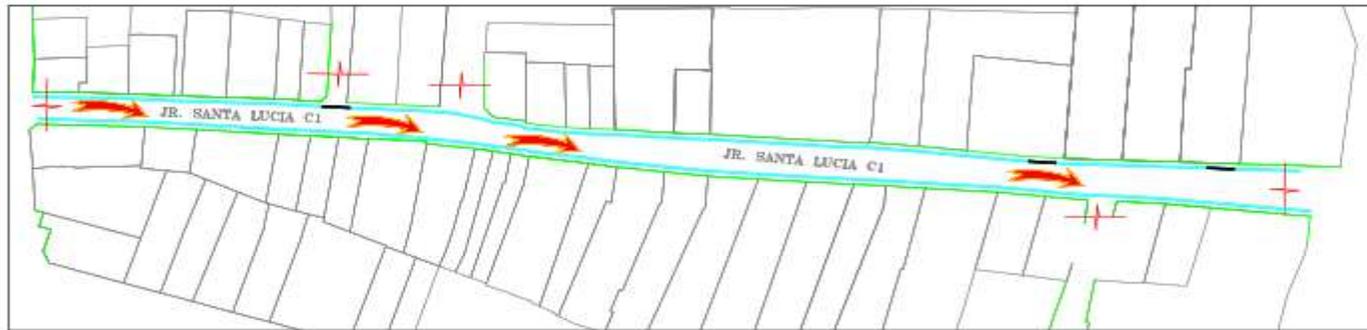


SECCION TIPICA DE DRENAJE S/E

	UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	
	PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DEL BARRIO YANCE ZONA 05, CHACHAPOYAS, AMAZONAS 2020"	
PLANO:	DISTRIBUCIÓN DRENAJE PLUVIAL	
INTEGRANTES:	ALUMNOS:	PROFESOR:
AMAZONAS	BACH. KAREN JENIFFER GUIMAC HUAMAN	
CHACHAPOYAS	ING. C. ROSA ROSARIO DE JAMES PEREZ ORAZ	
CHACHAPOYAS	FECHA:	ESCALA:
	FEBRERO 2021	1/2500
		PD-04

8.9

Plano de Sección Típica



LEYENDA	
▲	SECCION DE PLAZA
—	SECCION DE TUBERIA
—	SECCION DE CAJAL
—	SECCION DE MANHOLE
—	SECCION DE BARRERA
—	SECCION DE REJILLA
—	SECCION DE CUBIERTA
—	SECCION DE PAVIMENTO
—	SECCION DE VEREDA
—	SECCION DE CALLE
—	SECCION DE VEREDA
—	SECCION DE CALLE

	UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS		
	PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DEL BARRIO YANKE ZONA GG, CHACHAPUYAS, AMAZONAS 2020"		
SECCIÓN DE DRENAJE PLUVIAL			
INSTITUCIÓN: AMAZONAS	ALUMNO: BACH. KAREN JENIFFER GONZALEZ HIDALGO	CURSO: PS-01	
PROFESOR: Mg. GILBERTO MORALES Ing. JORGE PEREZ DIAZ	FECHA: FEBRERO 2023	ESCALA: 1/2500	PS-01