



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del sistema de drenaje pluvial y plan de mejora en la ciudad de
Huánuco, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Kevin David Salazar Camacho

ASESORES:

Dra. María Ysabel García Álvarez

Mg. German Fernando Casusol Ibérico

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don Kevin Salazar Camacho cuyo título es: "Evaluación del sistema de drenaje pluvial y plan de mejora en la ciudad de Huánuco, 2018".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: *13 (Trece)*

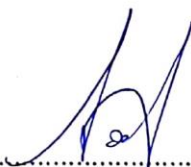
Lima, San Juan de Lurigancho 12 de julio del 2018



 PRESIDENTE
Mania y.



 SECRETARIO
DIAZ



 VÓCAL
Casusol

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, a mis padres y hermanos por toda la confianza depositada, además de todo el apoyo incondicional brindado, a todas las personas que de una manera u otras contribuyeron a la culminación de este proyecto.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la vida y una familia que me apoya en mis decisiones, a mis padres por ser mi inspiración y el apoyo constante, a mis hermanos por su solidaridad y la confianza depositada, al Magister German Casusol Ibérico mi cordial agradecimiento por la asesoría brindada y los sabios consejos que permitieron la realización de esta investigación, a la Municipalidad Provincial de Huánuco por la accesibilidad a la información requerida.

Declaratoria de autenticidad

Yo Kevin David Salazar Camacho con DNI N.º 76753034, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de julio de 2018



Kevin David Salazar Camacho

DNI: 76753034

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Evaluación del sistema de drenaje pluvial y plan de mejora en la ciudad de Huánuco, 2018”, cuyo objetivo fue Evaluar el sistema de drenaje pluvial por consiguiente proponer un plan de mejora en la ciudad de Huánuco y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica el propósito de la evaluación del sistema de drenaje pluvial, en base a estudios anteriores realizados en el Perú y el mundo, además de la definición de las variables empleadas como caudal de precipitación, criterios empleados para el diseño de drenajes y obras de contingencia para evitar inundaciones; en el segundo capítulo se muestra el diseño de la investigación y se determina los métodos usados para la recolección de datos como estudios hidrológicos, estudio de suelos y planos existentes de la zona de estudio, en el tercer capítulo se detalla los resultados obtenidos del análisis de los datos recolectados, por consiguiente se plantea las medidas necesarias para evitar inundaciones; En el cuarto capítulo se compara los resultados de esta investigación respecto evaluaciones similares. En el quinto capítulo se presenta la conclusión de la investigación en base a los objetivos planteados. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones para futuras investigaciones enfocadas en la evaluación de drenajes.



Kevin David Salazar Camacho

Índice General

Página del jurado	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimientos.....	IV
Declaratoria de autenticidad	V
Presentación.....	VI
Índice General.....	VII
Resumen	XV
Abstract	XVI
I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 Realidad problemática	19
1.2 Trabajos previos.....	22
1.2.1 Antecedentes internacionales	22
1.2.2 Antecedentes nacionales.....	25
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	29
1.4 Formulación del problema	38
1.5 Justificación del estudio.....	38
1.6 Hipótesis	39
1.7 Objetivos.....	39
II. MÉTODO	40
2.1 Diseño de la investigación	41
2.2 Variables, operacionalización	41
2.2.1 Variables.....	41
2.2.2 Operacionalización de las variables	41
2.3 Población y muestra.....	43
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	43

2.5	Métodos de análisis de datos	44
2.6	Aspectos éticos	45
III.	RESULTADOS	46
IV.	DISCUSIÓN	87
V.	CONCLUSIONES	90
VI.	RECOMENDACIONES	92
VII.	REFERENCIAS	94
	ANEXOS	99

Índice de tablas

Tabla 1. Datos de estación meteorológica Huánuco en el de febrero del 2014	20
Tabla 2. Datos de estación meteorológica Huánuco en el de diciembre del 2017.....	21
Tabla 3. Estudios básicos para diseño de drenaje pluvial.....	29
Tabla 4. Consideraciones hidráulicas	30
Tabla 5. Variables hidráulicas.....	33
Tabla 6. Elementos adicionales de drenaje	36
Tabla 7. Tipo de tuberías	37
Tabla 8. Matriz de operacionalización.....	42
Tabla 9. Ubicación de zona de estudio	47
Tabla 10. Avenidas máximas	52
Tabla 11. Precipitación máxima diaria	53
Tabla 12. Lluvias máximas (mm)	54
Tabla 13. Intensidades máximas ordenadas (mm/h).....	55
Tabla 14. Resultado del análisis de regresión.....	55
Tabla 15. Intensidades máximas (mm/h) Huánuco.....	55
Tabla 16. Caudales máximos	57
Tabla 17. Puntos georeferenciales	58
Tabla 18. Estudio topográfico.....	59
Tabla 19. Elaboración de calicatas.....	60
Tabla 20. Cargas admisibles	61
Tabla 21. Especificaciones de Instalaciones del drenaje	67
Tabla 22. Seccionamiento por tramos de la Av. Pavletich	68
Tabla 23. Seccionamiento por tramos del Jr. Independencia.....	68
Tabla 24. Seccionamiento por tramos del Jr. Leoncio Prado	69
Tabla 25. Seccionamiento por tramos del Jr. San Martín	69
Tabla 26. Seccionamiento por tramos del Jr. Huallayco	69

Tabla 27. Seccionamiento por tramos del Jr. Abtao	70
Tabla 28. Seccionamiento por tramos del Jr. 2 de mayo	70
Tabla 29. Seccionamiento por tramos del Jr. 28 de julio.....	70
Tabla 30. Seccionamiento por tramos del Jr. Hermilio Valdizán	71
Tabla 31. Seccionamiento por tramos del Jr. Bolívar.....	71
Tabla 32. Seccionamiento por tramos del Jr. Manuel Alomía Robles.....	71
Tabla 33. Deterioro de pavimentación en Jr. Anyacocha	74
Tabla 34. Deterioro de pavimentación en Jr. Tarapacá	75
Tabla 35. Deterioro de pavimentación en Jr. Aguilar	76
Tabla 36. Deterioro de pavimentación en Jr. General Prado	77
Tabla 37. Datos de diseño de Gavión	82
Tabla 38. Diseño de muros de gaviones	83
Tabla 39. Distribución de presiones	83
Tabla 40. Cálculo de empuje activo.....	83
Tabla 41. Fuerzas resistentes	83
Tabla 42. Fuerzas actuantes en el gavión	83
Tabla 43. Momento por volcamiento.....	84
Tabla 44. Volcamiento de gavión	84
Tabla 45. Deslizamiento de gavión.....	84
Tabla 46. Posición de la resultante	84
Tabla 47. Excentricidad de gavión	84
Tabla 48. Verificación del segundo bloque	84
Tabla 49. Distribución de presiones del segundo bloque	85
Tabla 50. Fuerzas resistentes en el segundo bloque	85
Tabla 51. Fuerzas actuantes en el segundo bloque	85
Tabla 52. Momento por volcamiento en el segundo bloque.....	85
Tabla 53. Volcamiento en el segundo bloque.....	85

Tabla 54. Deslizamiento en el segundo bloque	86
Tabla 55. Posición de la resultante en el segundo bloque.....	86
Tabla 56. Excentricidad del segundo bloque	86

Índice de figuras

Figura 1. Coeficiente de rugosidad de acuerdo con la superficie	34
Figura 2. Tipos de cunetas	35
Figura 3. Tipos de sumideros.....	36
Figura 4. Temperatura media mensual	48
Figura 5. Humedad relativa media mensual	49
Figura 6. Precipitación total mensual	50
Figura 7. Precipitación total anual	51
Figura 8. Curva IDF.....	56
Figura 9. Delimitación de zona de estudio.....	62
Figura 10. Zona de estudio extraído con ArcGIS	62
Figura 11. Delimitación con ArcGIS	63
Figura 12. Delimitación de microcuenca con ArcGIS.....	63
Figura 13. Ríos tributarios con ArcGIS	64
Figura 14. Simulación de Inundación con ArcGIS	64
Figura 15. Cunetas en canal de coronación	65
Figura 16. Canal de coronación colapsado	72
Figura 17. Canal de coronación con residuos	72
Figura 18. Vegetación y basura dentro de sumidero.....	73
Figura 19. Jirón Anyacocha	74
Figura 20. Jirón Anyacocha	74
Figura 21. Jirón Tarapacá	75
Figura 22. Jirón Tarapacá	75
Figura 23. Jirón Aguilar	76
Figura 24. Jirón Aguilar	76
Figura 25. Jirón Gral. Prado.....	77
Figura 26. Jirón Gral. Prado.....	77

Figura 27. Distribución actual de la red de drenaje pluvial	78
Figura 28. Jirón Independencia.....	79
Figura 29. Jirón Independencia.....	79
Figura 30. Jirón Huallayco.....	80
Figura 31. Jirón Huallayco.....	80
Figura 32. Jirón Dos de Mayo	81
Figura 33. Jirón Dos de Mayo	81
Figura 34. Diseño de Gavión con uso de GEO5	82

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	100
Anexo 2. Estado de conservación de sumideros.....	101
Anexo 3. Acumulación de residuos en sumidero.....	101
Anexo 4. Medición de profundidad de sumidero de fondo	102
Anexo 5. Medición de profundidad de sumidero de calzada.....	102
Anexo 6. Medición de ancho de sumidero de fondo	103
Anexo 7. Plano: Canal de coronación.....	103
Anexo 8. Escorrentías en pavimentación del Jr. Junín	104
Anexo 9. Formulario único de trámite	104
Anexo 10. Diagrama de flujo colector Huallayco	105
Anexo 11. Diagrama de flujo colector Junín	106
Anexo 12. Diagrama de flujo colector 14 de agosto.....	107
Anexo 13. Diagrama de flujo colector Constitución	108
Anexo 14. Diagrama de flujo colector Huánuco	109
Anexo 15. Diagrama de flujo colector Tarapacá	110
Anexo 16. Calibración de equipo para levantamiento	111
Anexo 17. Certificado de ensayo de suelos	112
Anexo 18. Características geométricas e hidráulicas.....	113
Anexo 19. Plano curvas de nivel.....	114
Anexo 20. Plano redes de drenaje pluvial.....	115
Anexo 21. Plano diseño de gavión.....	116
Anexo 22. Plano canal de coronación.....	117
Anexo 23. Plano Mecánica de suelos	118
Anexo 24. Turnitin.....	119

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo evaluar el sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Huánuco y posteriormente rehabilitar el diseño con la modificación de los tramos más críticos o la implementación de obras de arte, que eviten futuras inundaciones que afecte la población.

La investigación se desarrolló en el periodo 2017 – 2018 con una muestra de 1.5 km², que abarca la zona céntrica de la ciudad, debido a la existencia del mercado más importante que abastece a la mayor parte de la población, viviendas de condición precaria, muchas de ellas construidas con adobe y colegios emblemáticos de la ciudad.

La importancia de la investigación consiste en proponer medidas de mitigación para evitar inundaciones que provoquen erosiones en la pavimentación, acumulación de desechos en los sumideros que emiten olores desagradables y pueden generar enfermedades a los habitantes de la ciudad sobre todo a la más vulnerable.

Para el desarrollo de la investigación se usarán los estudios hidrológicos, topográficos e información que concierne al diseño del drenaje.

Palabras clave: Drenaje pluvial, Estudios hidrológicos, Inundaciones, Población vulnerable.

Abstract

The objective of this thesis is to evaluate the storm drain system in the city of Huánuco and then to rehabilitate the design with the modification of the most critical sections or the implementation of works of art, which avoid future floods that affect the population.

The research was developed in the period 2017 - 2018 with a sample of 1.5 km², covering the downtown area of the city, due to the existence of the most important market that supplies the most part of the population, precarious housing, many of them built with adobe and emblematic schools of the city.

The importance of the research is to propose mitigation measures to avoid floods that cause erosion in the paving, accumulation of waste in the drains that emit unpleasant odors and can cause diseases to the most vulnerable population.

For the development of the research, hydrological, topographic studies and information concerning the drainage design will be used.

Keywords: Storm Drain, Hydrological studies, Flooding, Vulnerable population.

I. INTRODUCCIÓN

El suelo, terraplenes, afirmado y pavimentos son propensos a la presencia de agua originado por lluvias, este elemento afecta las condiciones de su diseño inicial deteriorándolo a largo plazo. Como medida de contingencia, se incorpora un sistema de drenaje al diseño para que los suelos y materiales mantengan su comportamiento dentro de las condiciones o características para obtener la estabilidad necesaria, protegiéndolos del agua. En zonas de precipitación constantes se incorporan cunetas que transporta el agua hacia una caja de recolección seguidamente se conducen por medio de tuberías hacia las alcantarillas y luego canalizándola en curso de agua existentes generalmente a ríos colindantes (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011).

La implementación de este sistema está determinada por el área de la cuenca como coeficiente hidrológico, el caudal de precipitación depende de las propiedades climáticas de la zona, fisiográficas, topográficas, tipo de suelo y capacidad de almacenamiento, estos factores son importantes en el estudio de campo para evaluar obras de drenaje existentes, de acuerdo con esta información se determina y evalúa los tramos críticos debido a causas hídricas como deslizamientos, derrumbes, erosiones, huaycos, áreas inundables y asentamientos que deterioran la preservación y estabilidad de la estructura vial (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011).

La presente investigación busca determinar las falencias de una obra de drenaje pluvial, en base a denuncias de la población de la ciudad de Huánuco, donde aseguran que el proyecto no se ejecutó de acuerdo a lo establecido en el expediente técnico y al presupuesto asignado para su construcción, mediante el uso de estudios hidrológicos, topográficos, estudio de suelos permitirá la obtención de datos que serán sometidos a análisis, donde se busca determinar las zonas más críticas, posteriormente proponer la modificación del diseño de la obra hidráulica de los tramos deficientes, así como la propuesta de obras de contingencia para evitar inundaciones en la zona urbana, saturación de los conductos del drenaje por ingreso de sedimentos, además de la verificación proceso de mantenimiento (Ahora, 2017).

A continuación, se presentará la importancia del desarrollo de la presente investigación, en base a registros de inundaciones que somete a la población de la ciudad de Huánuco a estar en constante riesgo. Por otro lado, el estudio se complementará con estudios anteriores dedicadas a la evaluación y mejora de sistemas de drenaje pluvial, con el propósito de implementar la solución más factible a la deficiencia de la obra hidráulica.

1.1 Realidad problemática

Recientemente debido al fenómeno del niño se produjeron inundaciones, las zonas afectadas fue la ciudad de Huánuco en el departamento del mismo nombre, ubicada en la parte norcentral del Perú, a 1900 m.s.n.m. donde es muy frecuente las precipitaciones por lo que en agosto del año 2008 se inició la ejecución de la implementación del sistema de drenaje pluvial y la renovación de las redes de alcantarillado que tenían 50 años de antigüedad, a cargo del Consorcio Aguas por un valor total de 44 millones 521 mil 416.55 soles (El Informante Perú, 2008).

El Jirón Tarapacá y el Jirón Huánuco son las vías más concurridas al ser una zona comercial por la presencia de los principales mercados que abastece la ciudad, en temporadas de lluvia las vías están inundadas, por esto es importante encontrar las razones del porque el sistema de drenaje pluvial es ineficiente para poder transportar las aguas pluviales acumuladas, además considerando que existen colegios, viviendas de condición precaria y personas de bajos recursos (Zevallos, 2014).

Esta preocupante situación se debe a las constantes precipitaciones que están presentes durante el transcurso del año, teniendo una precipitación media anual de 388 mm, presentando tres periodos, uno de mayor intensidad (octubre - marzo), un periodo intermedio (abril y setiembre) y un periodo bajo (mayo - agosto) (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2017).

Cuando la lluvia es intensa y de duración prolongada, saturan el nivel de los sardineles y cunetas produciendo desbordes, ocasionando escorrentías que se acumulan en las vías, provocando erosiones en el pavimento. Las viviendas colindantes e instituciones son perjudicadas por las inundaciones, siendo un riesgo para la población vulnerable que esta propensa a contraer enfermedades por la acumulación de aguas servidas en los sumideros del drenaje que emiten olores desagradables (Ventura Rivera, 2009).

Las inundaciones suceden consecutivamente cada año, estos se dan frecuentemente en el mes de marzo. En los siguientes cuadros elaborados por el SENAMHI, entidad encargada de generar y proveer información y conocimiento meteorológico, hidrológico y climático a nivel nacional (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2017), se aprecia datos de precipitación en el mes de febrero del año 2013 y el mes de diciembre del año 2017.

Tabla 1

Datos de estación meteorológica Huánuco en el de febrero del 2014

Día	Temp. Máx (°C)	Tep. Mín (°C)	Temp. Bulbo seco (°C)			Temp. Bulbo húm. (°C)			Precipitación		Vel. Del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19	
1	26.5	16	16.6	25	21.5	15.1	16.7	15.9	0	0	4
2	25.9	16.4	16.6	23.6	20.6	15.7	17.3	15.7	0.9	0	2
3	27.1	15.3	16.1	26.3	21.9	14.8	7.7	16.3	0	0	6
4	27	13.1	13.9	26.3	20.4	12.9	17.7	15.7	6.2	0	6
5	25.3	15.6	16.5	24.8	20.5	14.3	16.4	15.1	0	0	6
6	26.5	15.1	16.3	26.1	20.3	14.6	17.2	15.4	0	0	8
7	24	15.5	15.7	23.6	20.4	14.2	16.9	15.6	0.4	1.4	6
8	23	16	16.5	20.7	19.6	14.7	15.7	15.3	0.1	0	8
9	26.3	16.2	16.8	25.1	21.3	15.3	17.1	15.7	0	0	8
10	22.7	15.4	15.6	20.5	20.3	14.7	16.4	15.6	2.9	0.6	8
11	21.3	15.8	16.2	22.8	20.4	15.5	16.4	15.4	1.1	0	6
12	26	16.6	17.2	24.6	21.3	15.7	16.9	15.7	0	0	2
13	25	14.3	15.1	24.3	17.8	13.8	16.8	16	21.9	1	6
14	23.7	15.7	16	22	19.3	15.1	7	15.1	2.1	0.6	8
15	19.6	14.8	15.5	18.2	17.5	15	16	15.7	6.7	0.3	4
16	26	15.3	15.8	25.4	20.2	14.9	17.7	15.4	0	0	8
17	26.3	14.5	15.1	26.2	21.7	14	17.9	16.1	9	0	6
18	26.5	14.6	15.5	25.1	21.5	14.7	17.5	16.1	3	-888	8
19	26	16.6	17.2	24.2	21	16.1	17.5	16.6	0.7	1	6
20	26.8	16.7	17.5	26	21.7	16.3	18.3	16.3	-888	0	4
21	27.3	16.6	16.9	24.3	22.1	16.1	16.8	16.2	0	0	8
22	27.2	15.4	15.9	27	19.6	15.3	18.3	16.3	4	0	6
23	25.5	15.9	16.5	23	21.5	15.8	18	16.1	0.9	0	
24	27	16.1	16.5	24.3	21.3	15.3	7.9	16.1	0.9	0.7	2
25	27.2	15.9	16.4	26.8	19.9	15.4	18.1	16.3	10.2	0.1	2
26	25.5	15.5	16.4	20.1	20	15.6	16.5	16	0	2.4	4
27	27.5	15.2	16.3	26.1	21.4	15.4	17.7	16.6	-888	0	8
28	28.4	14.9	15.6	27.6	21	14.4	17.7	16.8	7.1	0	8

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Tabla 2

Datos de estación meteorológica Huánuco en el de diciembre del 2017

Día	Temp. Máx (°C)	Tep. Mín (°C)	Temp. Bulbo seco (°C)			Temp. Bulbo húm. (°C)			Precipitación		Vel. Del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19	
1	28.9	16.6	18	28.7	17.8	16.8	18.9	16.1	-888	2	4
2	26.7	16.1	16.6	26.4	15.7	16	17.9	14.6	1.2	19.7	4
3	25.2	14.5	16.2	24.8	20.6	14.6	16.3	15.8	18.5	0	8
4	22.6	16.7	17.3	21.5	19.4	16	16.9	16.5	0	2.3	2
5	23.3	16.4	17	23	17.1	16.2	17.6	16.2	5.3	3	4
6	22.5	14.7	15.3	22.2	17.6	14.5	16.1	15.6	3.6	-888	4
7	28.9	15.6	16.6	28.8	21.5	15.4	17.7	15.9	1	0	4
8	27.9	15.8	16.9	27	22.5	15.3	18.1	16.3	0	0	2
9	27.3	15.2	16.6	27	18.4	15	17.6	16.5	0	1.7	2
10	29.6	14.5	15.6	29	23.4	14.2	19.3	17.6	0	0	8
11	20.1	18.2	18.8	19.7	18	15	16.1	14.4	-888	0.2	6
12	29.5	15.1	16.2	29.3	21.9	14.6	16.9	14.7	0	0	6
13	29	14.2	14.7	28.9	21.8	13.3	17.7	15.7	0	0	8
14	29.5	12.9	13.5	28.9	21.6	12.7	18.8	15.6	0	0	8
15	24.5	17.5	18.1	20.5	21.1	15.9	16.3	16.2	0	0.1	6
16	29.5	16.8	17.3	28	23.3	15.2	17.2	16.9	0	0	4
17	30.1	17.4	17.7	29.3	17.1	16	18.9	15	1	0.7	6
18	28.9	16.2	17.2	28.8	22.4	15.5	18.9	16.9	1.7	0	6
19	21.8	15.4	15.8	18.8	18.9	15	16.1	15.8	25.8	4.8	2
20	28.5	15.7	16.6	27.9	21.4	15.3	17.9	16.1	0	0	6
21	27.6	17.2	17.7	27.4	21.3	15.7	17.7	16.1	0	-888	8
22	25.9	17	17.6	24.1	20.9	16	16.9	15.7	0	0	10
23	26.4	16.2	16.6	26.2	21.4	15.2	17.4	15.9	0	0	8
24	26.9	15.8	16.3	26.7	20.5	15.4	17.9	14.9	0	0	8
25	26.5	15.2	15.7	24	20	14.3	17.5	15.8	0	0	6
26	25.9	15.7	16.2	23.9	20.6	14.8	16.6	15.4	0	0	8
27	26.8	15.5	15.9	25.5	19.4	15.1	17.3	15	6	0.2	4
28	26.5	15.9	16.7	26	18.6	15.3	17.1	16.6	0.7	1.2	6
29	24.1	15.4	15.7	21.5	20.6	15.2	15.9	15.4	18	6.6	2
30	25	16.5	17.3	21.9	20.5	15.7	16.2	16	-888	0	4
31	24.2	15.5	16.3	22.7	16.8	15	17.3	16.1	0	5.9	4

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

En las tablas mostradas se aprecia la presencia altos registros de precipitación, el 13 de febrero del 2014 se registró precipitación de 21.9 mm y el 19 de diciembre del 2017 se obtuvo en promedio 25.8 mm, incluso superando las doce horas de duración. El propósito de esta investigación es evaluar el sistema de drenaje pluvial ya existente y determinar el desempeño hidráulico de acuerdo con el caudal de precipitación registrado en la zona por el Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2017), posteriormente se elaborará un plan de mejora que implica el diseño de obras de arte para los tramos ineficientes del drenaje en la ciudad de Huánuco.

1.2 Trabajos previos

El drenaje pluvial urbano es un sistema que evita la acumulación de agua producto de aniegos en las vías, evitando dañar a las viviendas, la población, vías y vehículos. La vida útil de estas instalaciones se determina por la elección de los materiales utilizados, los procesos constructivos, la planificación y criterios de diseño. Investigadores han evaluado sistemas de drenaje pluvial con el propósito de encontrar las causas de las deficiencias que se puedan producir y proponer procedimientos para su correcto funcionamiento.

Como trabajos previos para el presente proyecto se tomaron investigaciones nacionales como internacionales, estando relacionados con la evaluación de los sistemas de drenaje pluvial y el diseño que son detallados a continuación:

1.2.1 Antecedentes internacionales

- El proyecto de García, Galindo y Pedraza busca evaluar el funcionamiento del sistema de red de drenaje pluvial existente en el barrio de Malena, Bogotá en base a la recopilación de información técnica y la modelación hidráulica.

La evaluación del sistema de drenaje permitió conocer la existencia de pozos de cuentan con dos salidas, en algunas de ellas están ausentes cotas de diseño de los pozos, el diámetro de algunos tramos de las tuberías no es capaces de evacuar la totalidad del caudal generado por las lluvias, es ahí donde se produce el colapso y por consiguiente inundaciones, se recomienda reemplazar por tuberías de mayor diámetro.

La constante exposición de escorrentía sobre el pavimento disminuye las propiedades de adherencia, la presencia de grietas y desprendimiento del afirmado en varios sectores del área estudiada.

Para el modelo hidráulico se utilizó el software STORMCAD, siendo una herramienta eficaz para verificar condiciones existentes y de diseño, además permite la modificación de las instalaciones conociendo distintos escenarios para optar por el diseño más conveniente a aplicar (García, Galindo, & Pedraza, 2014)

- El estudio realizado por Cipponeri, Biagioni y Larrivey, a raíz de la inundación que aconteció en la ciudad de La Plata en abril de 2013, analiza la vulnerabilidad de la población a precipitaciones que exceden la capacidad del sistema de drenaje pluviales, en esta se añade una nueva variable de análisis de acuerdo la combinación de variables de geomorfología, densidad de población, calidad de materiales y altura de las viviendas, comprendida en el área de la cuenca alta y media del Arroyo de Gato.

Se determina que el riesgo es el producto a la amenaza por la vulnerabilidad, por lo tanto la geomorfología donde se presentan escurrimientos superficiales existen incluso desde antes que la zona sea urbanizada y otros usos del suelo, donde se determina una vulnerabilidad alta a través del índice de vulnerabilidad de la población precipitaciones excedentes presentes en la geomorfología, las familias que cuenten con una segunda planta en sus viviendas son menos susceptibles a sufrir daños, además se ubicaron las zonas críticas y la causa de esto lo que permite generar una acción que los revierta.

Este método puede ser aplicado en cuencas urbanas y suburbanas, ajustándose según las condiciones que se presenten, la realización de los estudios adecuados y la obtención de datos fiables, resultando ser una herramienta útil porque se basa en datos públicos y de rápida aplicación (Cipponeri, y otros, 2017).

- En la tesis de Domingos, tiene como objetivo comparar el diseño de un sistema de drenaje pluvial elaborado por la Unidad Técnica de Gestión y Saneamiento de Luanda (UTGSL) y un nuevo diseño propuesto en esta investigación en la ciudad de Luanda, Angola. Ambos diseños fueron verificados con programas computarizados en diferentes fases:

Para la etapa de procesamiento de datos al nuevo diseño se realizó un modelo interpolado geoestadísticamente óptimo también llamado kriging, que permite simular escurrimientos en la superficie. En la etapa de diseño se utilizó el software SewerUp, generando un diseño económico, esta ventaja es importante para la población africana que no cuentan con recursos, pero necesita un servicio de calidad.

Para el periodo de diseño se consideró un tiempo de 10 años, en el software Storm Water Management Model, la simulación concluyó que una precipitación de 3 horas de duración no generaría inundaciones (Domingos Da Silva, 2015).

- El estudio elaborado por Angheben, Romanazzi, Calvetty y Bonardo, consiste en la aplicación de un modelo SWMM para el diagnóstico de un sistema de drenaje pluvial en una localidad del Noroeste Bonaerense, debido a inundaciones importantes que se produjeron en los últimos años.

El estudio hidrológico consistió en la obtención de curvas IDF, se utilizó el método de regionalización de las lluvias intensas en Argentina de acuerdo al manual de Diseño de planes maestros para la mejora de infraestructura y la gestión del drenaje urbano de la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas.

La modelación matemática con el uso del software SWMM, permite la simulación de procesos de transformación de lluvia – caudal y su correspondiente traslado al drenaje, esta posee dos módulos principales, uno de escorrentía y otra de transporte.

La modelación se trabajó con lluvias de 2 y 5 años de recurrencia, además con escenarios como la posible ampliación de reservorios, ejecución de nuevas conducciones y otra donde se cumplan ambas posibilidades, se determinó que el sistema no es compatible con precipitaciones del orden de los 2 años de recurrencia, con problemas como el déficit de volúmenes de almacenamiento y la capacidad de las conducciones.

La falta de zonas con pendientes da como resultado la colmatación de los conductos, reduciendo su eficiencia, Se requiere mantenimiento recurrente en las conducciones y reservorios. Lo mencionado demuestra la efectividad en la aplicación de SWMM para evaluación de sistemas de drenaje pluvial complejos, por lo que permite brindar recomendaciones pertinentes, también se determina que la aplicación de periodos de retorno varias veces superior a los aplicados en el diseño del sistema de drenaje, pueden afectar una localidad (Angheben, Romanazzi, Calvetty Ramos, & Bonardo Leandro, 2017).

- En la investigación de Carpio, García y Tobías, se diseñó un sistema de drenaje pluvial, implementando una planta de tratamiento para aguas residuales domesticas con la finalidad de riego de cultivos en una localidad de San Vicente en el país de El Salvador.

Se usaron datos pluviales, estudios de suelos, estudios topográficos e hidrológicos para la elaboración del diseño de las obras hidráulicas.

Con el diseño propuesto de un sistema de drenaje pluvial con descargas individuales, además de taludes como obras de protección para cada tramo se evita inundaciones y estancamientos. La planta de tratamiento permite utilizar las aguas servidas en el riego agrícola (Antonio Carpio, García Sigarán, & Tobías Hernández, 2011).

- En la tesis de Rivadeneira, se propone un sistema de drenaje pluvial con la finalidad de optimizar las condiciones de vida de los habitantes de La Campiña Inca en Ecuador. Con un área de 30 hectáreas de terreno. Se recolecto datos pluviométricos, estudios hidrológicos, estudio de impacto ambiental, climatológicos y topográficos.

El diseño se realizó con fórmulas establecidas por las fuentes consultadas, de acuerdo con los resultados de los estudios se optó por usar el PVC, este material facilita el proceso de construcción, disminuye el volumen extraído en la excavación, relleno y compactación. Esta obra hidráulica evita que se produzcan deslaves de las quebradas siendo una justificación ambiental (Rivadeneira Molina, 2012).

1.2.2 Antecedentes nacionales

- En la tesis de Yáñez, Tiene como objetivo evaluar la eficiencia del sistema de drenaje pluvial, que están implementados en las avenidas Angamos y el Jirón Santa Rosa en la ciudad de Cajamarca. Para evaluar los daños se realizó una encuesta a la población donde se obtuvo la información de tramos ineficientes de forma descriptiva, frecuencia de mantenimiento y daños causados por el más funcionamiento del sistema.

Posteriormente se usó la información de una estación meteorológica cercana, registros de un pluviograma e información relacionada al diseño hidráulico.

En la investigación se determinó que el drenaje no cumple con la capacidad de hidráulica para el diseño de caudal de 0.289 m³/s para un periodo de retorno de 2 años y de 0.374 m³/s para un periodo de retorno de 10 años de acuerdo con el reglamento nacional de edificaciones.

Las cunetas son insuficientes para el volumen de agua inundando las veredas, esto implica que se requiere aumentar la capacidad o la instalación de un colector de acuerdo con lo analizado con el software Storm Water Management Model.

Por último, se verificó que algunos tramos estaban saturados porque no recibían mantenimiento (Yáñez Portal, 2014).

- En la tesis de Rojas y Humpiri, se evalúa un proyecto de drenaje pluvial en la ciudad de Juliaca para la comparación con otro diseño realizado con el software Storm Water Management Model (SWMM).

Para el nuevo diseño se utilizó el expediente técnico, donde se obtuvo los estudios hidrológicos, datos pluviométricos y topográficos.

Se determinó que el proyecto original carece de sustento técnico al asumir condiciones ideales en el campo por no considerar la deficiencia val estructural y la contaminación del río Torococha.

Los resultados denotan diferencias de hasta 400 metros en los puntos topográficos, además el periodo de retorno es de 10 mientras que el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) establece 25 años.

Se procede a una nueva recolección de datos y estudios, luego se procesan con el programa computarizado, obteniendo un diseño de acuerdo con las condiciones de la zona (Rojas Naira & Humpiri Pari, 2016).

- La investigación elaborada por Rojas busca aplicar los métodos presentados en la norma OS. 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones en las ciudades de Chiclayo, Ayacucho y Huancayo, centrándose en los sectores que no cuentan con sistemas de drenaje aplicando el método racional y el método del hidrograma unitario.

Los datos obtenidos por el SENAMHI no cuentan con 20 años de antigüedad, para la investigación se consideró datos de 10 a 15 años de antigüedad, además con el uso del software ArcGIS se encontró que la región de Huancavelica no cuenta con una estación pluviométrica.

La elaboración de las curvas IDF de las subcuencas se seleccionaron las estaciones que arrojaron valores máximos de precipitaciones de diseño presente en los meses de diciembre, enero y febrero en la sierra central del Perú, se recomienda no hacer uso los parámetros recomendados por el estudio de hidrología de SENAMHI de 1983, debido a estar desactualizados y estos varían de acuerdo con las coordenadas de las estaciones pluviométricas.

Para elaborar el cálculo del caudal de diseño se aplicó el método de Hidrograma unitario adimensional que consiste en analizar subcuencas mayores a 3 Km², como el Perú no cuenta con estaciones hidrométricas operativas dentro de la zona de estudio, se toman hidrogramas de la Soil Conservation Service (Rojas Marmolejo, 2018).

- En la tesis elaborada por Maldonado y Paredes, tiene como objetivo el diseño de una sección permeable discontinua para permitir el paso de lluvia compuesta por adoquines y agregados de fácil acceso en la zona como piedra chancada de 1/4", 3/8" y 3/4" y arena gruesa como base para la colocación de los bloques, con la finalidad de evitar futuras inundaciones en la ciudad de Tarapoto.

La ejecución de la sección permeable discontinua demostró ser capaz de infiltrar un volumen de agua pluvial y mantener el tránsito con un tráfico ligero al no obstaculizar las vías con las inundaciones que se suscitaban de manera constante anteriormente, otro hecho que se observó fue a medida que la pendiente superficial aumenta, se presenta una disminución el porcentaje de infiltración acumulada, al aumentar la carga de sedimentos sobre la superficie del pavimento permeable y la inclinación.

Se debe considerar la tipología del pavimento a construir de acuerdo con el tipo de pavimento permeable sea continuo o discontinuo, además del tipo de gestión que va a realizar como infiltración, almacenamiento o drenaje diferido. Otro aspecto para tener en cuenta en el diseño es la resistencia de cargas aplicadas según el nivel de tráfico presente, de acuerdo con estos parámetros el espesor de la capa del afirmado varía, siendo lo adecuado para soportar esfuerzos tangenciales, durabilidad para el contacto con el agua y posibles vertidos de hidrocarburos.

La granulometría del agregado se define de acuerdo con la función de infiltrar o almacenar el volumen de agua pluvial, por lo que una granulometría con presencia de finos impide la infiltración y por otro lado una granulometría uniforme sin presencia de finos facilita el almacenamiento (Maldonado Lozano & Paredes Aguilar, 2015).

- En la tesis de Granda, se relaciona fenómenos naturales a modelos numéricos en el software Storm Water Management Model que enmarcan un número finito de pasos durante un periodo de tiempo. Este proceso se aplica al sistema de drenaje pluvial instalado en la urbanización Angamos en la ciudad de Piura.

Con el uso del programa computarizado se analizó los datos pluviométricos, resultando el sistema eficiente ante condiciones normales de hasta 67 mm/h, sin embargo, ante fenómenos del niño como lo sucedido en el año 1988 con intensidades entre los 86 y 96 mm/h, el drenaje podría superar un 23% de su capacidad, por consiguiente, se producirían desbordes en la ciudad.

Se demuestra que el software Storm Water Management Model, es la mejor opción a diferencia de otros programas, brindando herramientas interactivas, recursos, ofreciendo valores más refinados que el método racional cuando los valores ingresados son precisos (Granda Acha, 2013).

- La investigación elaborada por Morales consiste en el uso de estructuras de drenaje sustentable, estas consisten en incrementar la infiltración del agua pluvial hacia el subsuelo permitiendo reducir considerablemente el escurrimiento en el afirmado, indicando las características que la diferencian, ventajas y desventajas.

Para el análisis hidrológico se tomaron en cuenta el tiempo de concentración pluvial, tiempo de recurrencia y el coeficiente de escorrentía, por consiguiente, para el diseño se consideraron las áreas que admitan una estructura de infiltración, el tipo de la estructura de infiltración, las redes colectoras.

Se concluye que la implementación de estructuras de infiltración en zonas propensas a licuación de suelos, se pueden generar asentamientos de edificaciones colindantes, demostrando que un sistema mixto es más factible siendo aplicado de acuerdo con las condiciones del suelo de la zona estudiada.

Respecto a los costos de implementación, las trincheras de infiltración resultan ser de menor costo para su ejecución además de contar con periodo mayor de retorno, la infiltración debe complementarse con redes colectoras con sumideros en zonas que no permita la infiltración (Morales Cabello, 2014).

1.3 Teorías relacionadas al tema

Para el desarrollo de la presente investigación se debe tener en cuenta los siguientes términos que están relacionados con las variables estudiadas.

Evaluación del sistema de drenaje pluvial: implica emitir un juicio en base a una investigación brindando datos, información sobre la evolución o resultados del sistema de drenaje pluvial con el propósito de elaborar un plan de mejora.

Para la evaluación se requiere conocer los parámetros establecidos en el diseño del drenaje que son los siguientes:

Estudios básicos para proyectos de drenaje pluvial:

Todo proyecto de drenaje requiere estudios para obtener las características del lugar y proceder con el diseño.

Tabla 3

Estudios básicos para diseño de drenaje pluvial

Tipo de Estudio	Especificaciones
Hidráulica e Hidrología	Son estudios efectuados para el que el diseño del drenaje soporte la incorporación de las aguas, estos consisten en información meteorológica y datos pluviométricos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).
Suelos	De acuerdo con la norma E.050 se debe realizar calicatas cada 100m como mínimo, los estudios requeridos son: registros del tipo de suelo, exploración de campo, ensayo de laboratorio, perfil del suelo, profundidad de la Napa Freática y análisis fisicoquímico del suelo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).
Topografía	Los estudios topográficos en el proyecto de drenaje pluvial permiten limitar el área del proyecto, la ubicación de las estructuras del drenaje por la existencia de pendientes, conocer la cuenca hidrográfica, los ríos y quebradas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).
Impacto ambiental	Este estudio identifica los problemas ambientales del área del proyecto, procedimiento de control y las zonas de riesgo para evitar que las estructuras e instalaciones sean dañadas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

Nota: Recopilación de estudios necesarios en el diseño de drenajes urbanos de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones. Fuente: elaboración propia

Consideraciones hidráulicas en el sistema de drenaje pluvial

Tabla 4

Consideraciones hidráulicas

Componente hidráulico	Especificaciones
Escorrentía de precipitación	Se produce cuando el agua de lluvia debido a la duración o intensidad logra exceder la capacidad de infiltración que presenta el suelo, el coeficiente de escorrentía indica el escurrimiento superficial, considerando la característica de la superficie, tipo de área urbana, intensidad de lluvia, pendiente del terreno y condición futura del proyecto (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).
Área de drenaje	Conociendo el tamaño de la cuenca con el uso de mapas topográficos se conoce la dirección del flujo superficial. De acuerdo con el área de drenaje de las subcuencas se procede con el diseño del sistema (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).
Intensidad	La intensidad de lluvia y duración se relacionan entre sí, esto se debe a que la intensidad específica la altura del nivel del agua que se acumula durante un intervalo de tiempo se denota en las unidades de mm/h mientras que la duración es la unidad de tiempo en minutos, es decir la lluvia depende del intervalo de tiempo en minutos (Comisión Nacional del Agua, 2007).
	<p>TIEMPO DE FLUJO</p> $t_c = \tau_0 + \tau_f$ $t_f = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$ <p>L: longitud V: Velocidad de flujo</p>
Cuenca	Área de terreno donde las precipitaciones pluviométricas se depositan y se forman corrientes de agua. La cuenca del Huallaga abarca una superficie de 89 416.23 km ² , se divide en subcuencas, son: Bajo Huallaga, Parapapura, Mayo, Medio bajo Huallaga, Medio Huallaga, Medio alto Huallaga, Huayabamba, Biabo y Alto Huallaga (Autoridad Nacional del agua, 2016).
Periodo de retorno	En el diseño del drenaje pluvial es el intervalo de tiempo de recurrencia entre eventos donde este llega a su capacidad máxima (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

Nota: Componentes hidráulicos considerados para el cálculo de dimensiones y características del drenaje.
Fuente: Elaboración propia

Caudal de precipitación

Precipitación es agua que desciende desde la atmósfera hacia la superficie de la tierra en forma de lluvia, nieve o granizo. Causante de los escurrimientos superficiales, su magnitud permite determinar las dimensiones de las obras de drenaje (Comisión Nacional del Agua, 2007).

Este término es usado para determinar la cantidad de agua en este caso, escorrentía originada por precipitaciones que se transporta por una sección como una cuenca (Sánchez San Román, 2017).

- **Método Racional:** Drenaje no mayor de 13 Km² (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

$$Q = 0.278 \times \sum_{j=1}^m C_j - A_j$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía (0,1 a 0,7) (ver anexo)

I = Intensidad (mm/hora)

A = área de drenaje (km²)

m = número de subcuencas drenadas por un alcantarillado

- **Métodos que usan técnicas de hidrogramas unitarios:** Se emplean para drenajes de área mayor de 0.5 km² y de manera obligatoria para áreas mayores a 13 km², se utiliza procedimientos como precipitación efectiva, descarga de diseño y hietograma de diseño (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

Hietograma de diseño es el gráfico que se obtiene con el pluviógrafo donde expresa la precipitación en función del tiempo, esta puede referirse a un día o una tormenta. Para hietogramas de caída de precipitación en milímetros y de intensidad en milímetros por hora (Sánchez San Román, 2017).

La duración de la tormenta para este método será de 6, 12 o 24 horas. Donde no se disponga de pluviógrafos el hietograma se obtiene con la técnica de bloques alternantes o la distribución triangular (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

$$h = \frac{2P}{T} \quad r = \frac{t}{T}$$

Donde:

h = altura de hietograma

P = precipitación Total

r = coeficiente de avance de la tormenta

t = duración total

T = tiempo de recesión

Promedio aritmético de precipitación

Procedimiento para obtener la altura promedio aritmético de las precipitaciones, tomando los datos de las estaciones en la zona, a mayor cantidad de estaciones se obtienen datos más exactos además de la distribución de la lluvia (Villón Bejar, 2002).

$$P_{med} = \frac{1}{n} \sum_{i=t}^n P_i$$

Donde:

P_{med} = precipitación media de la zona

P_i = precipitación de la estación i

n = número de estaciones en la cuenca

Perdidas de carga

Según la (Comisión Nacional del Agua, 2007), esto surge debido a las obstrucciones que el flujo atraviesa durante su transcurso, las pérdidas por esfuerzos cortantes se las llama locales o perdidas menores y su expresión es la siguiente:

$$h_f = S_f L$$

Donde:

h_f = pérdida de carga por fricción

S_f = pendiente de fricción

L = longitud de tramo

Formula de Darcy-Weishbach:

Relaciona la pérdida de carga hidráulica o la presión del sistema de drenaje pluvial.

$$h_f = f \frac{LV^2}{D2g}$$

Donde:

h_f = pérdida de carga

f = factor de resistencia

L = longitud de tramo

V = velocidad media

D = diámetro de tubería

g = aceleración de la gravedad

Se emplea el diagrama de Moody, es un plano donde se tiene como coordenadas el número de Reynolds y la fricción (Comisión Nacional del Agua, 2007).

Formula de Manning

Sirve también para obtener el coeficiente de rugosidad, es la más recomendable cuando se trata de caucos de flujos con superficie libre y en conductos cerrados.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad media del flujo

n = coeficiente de rugosidad

R = radio hidráulico

S = pendiente de fricción

El coeficiente de rugosidad se halla con instrucciones, tablas y fotos para conocer las condiciones del cauce estudiado (Comisión Nacional del Agua, 2007).

VARIABLES HIDRÁULICAS

Para la (Comisión Nacional del Agua, 2007), las variables hidráulicas son características del flujo que según sus valores se procede al diseño de la obra hidráulica, a continuación, se explica los siguientes términos en la tabla.

Tabla 5

VARIABLES HIDRÁULICAS

Variable	Definición	Fórmula
Tirante (y)	Es la longitud vertical que se mide desde la parte que inicia la sección hasta la superficie del agua en la unidad metros, mientras que el tirante de la sección (d) se mide de forma perpendicular al fondo de conducción.	$d = y \cos \theta$
Nivel de agua (h)	Es la altura del nivel del agua referente al plano horizontal de la sección.	
Área hidráulica (A)	Es el área del agua sobre una superficie transversal a la dirección de corte del flujo (m^2).	
Perímetro mojado (P)	Este estudio identifica los problemas ambientales del área del proyecto, procedimiento de control y las zonas de riesgo para evitar que las estructuras e instalaciones sean dañadas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014)	
Tirante hidráulico (Y)	Es el cociente entre el área hidráulica y el ancho de superficie libre (m), se usa mayormente para la obtención del número de Froude.	$Y = \frac{A}{B}$
Radio hidráulico (R)	Es el cociente del área hidráulica entre el perímetro mojado (m).	$R = \frac{A}{P}$

Nota: Variables hidráulicas, de acuerdo con su valor modifica el diseño. Fuente: Elaboración propia

Hidráulica en los sistemas de drenaje y estructuras principales

Drenaje Pluvial: Está compuesto por un sistema de tuberías, sumideros e instalaciones complementarias, estas tienen como función transportar las aguas de lluvia con el fin de evitar inundaciones por el exceso de acumulación de agua que pueden ser causantes de daños materiales y humanos por causa de acumulación y escurrimiento superficial, es de suma importancia en zonas con precipitaciones intensas (Palacios Ruiz, 2008).

Elementos principales del drenaje pluvial

- **Cunetas:** Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, es la estructura hidráulica, ubicada en las vías pavimentadas, expuesta para poder transportar aguas pluviales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

Cunetas de las Calles	Coefficiente de Rugosidad
	<i>N</i>
a. Cuneta de Concreto con acabado paleteado	0,012
b. Pavimento Asfáltico	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
d. Pavimento de Concreto	
1) Acabado con llano de Madera	0,014
2) Acabado escobillado	0,016
e. Ladrillo	0,016
f. Para cunetas con pendiente pequeña,	
donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de <i>n</i> , en:	0,002

Figura 1. Coeficiente de rugosidad de acuerdo con la superficie. Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

- **Material:** se determinará de acuerdo con el coeficiente de rugosidad de Manning debido a las condiciones de la superficie donde se instala el sistema de drenaje pluvial.
- **Sección:** Para determinar la capacidad de conducción se hace uso de la ecuación de Manning, estas podrán tener las siguientes secciones: circular, triangular, trapezoidal, compuesta y en forma de V.

SECCIÓN TRANSVERSAL DE CUNETAS

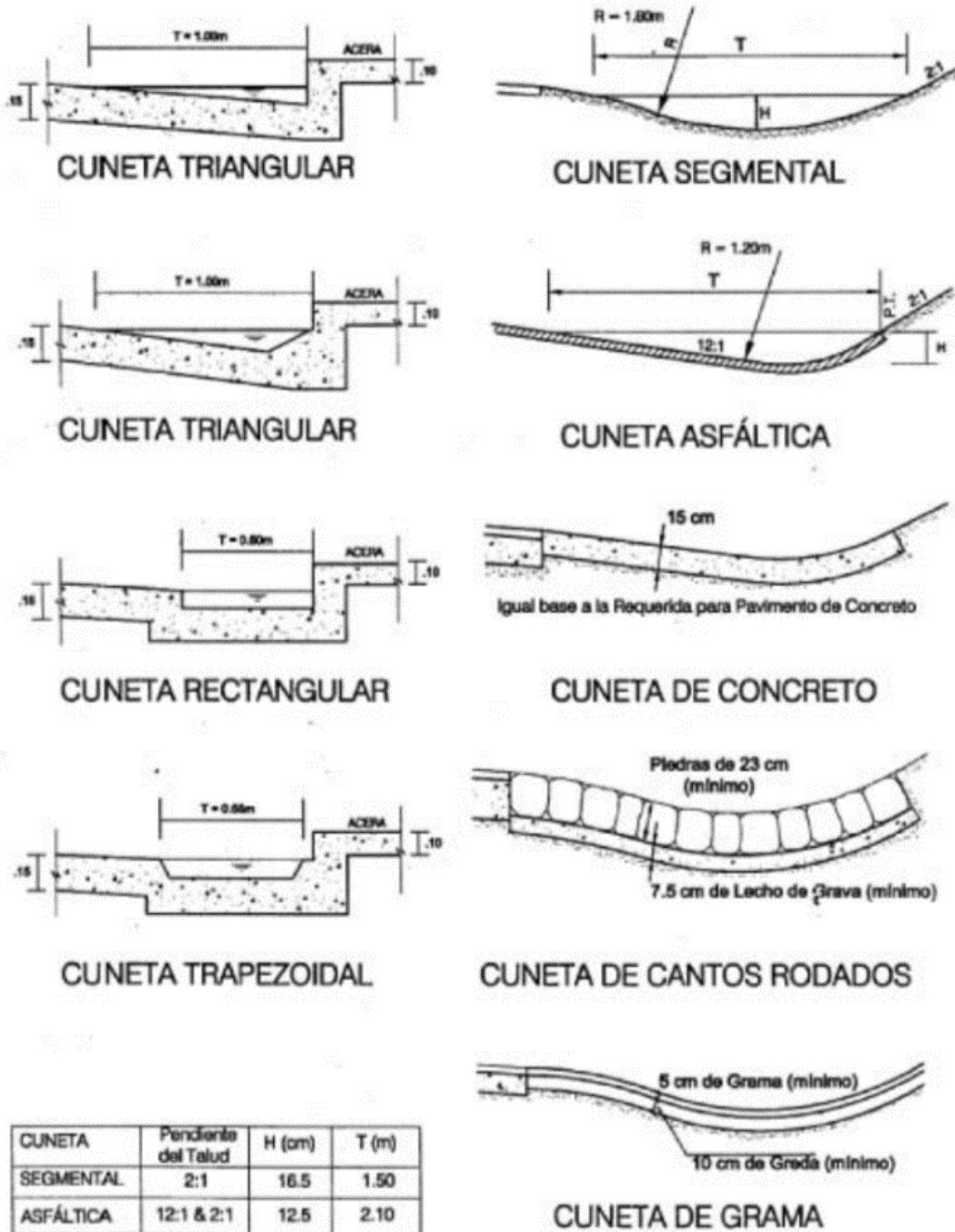


Figura 2. Tipos de cunetas. Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

Tabla 6

Elementos adicionales de drenaje

Elemento	Definición
Sumidero	Estructura que capta agua de lluvia, localizados en los extremos para proteger cruce peatonal (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).
Colector	Estructura interna del sistema de drenaje pluvial, que recolecta las aguas superficiales y las transporta a un curso de agua (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

Nota: Elementos implementados en el drenaje que recolectan las aguas pluviales. Fuente: Elaboración propia

- Tipos de sumidero

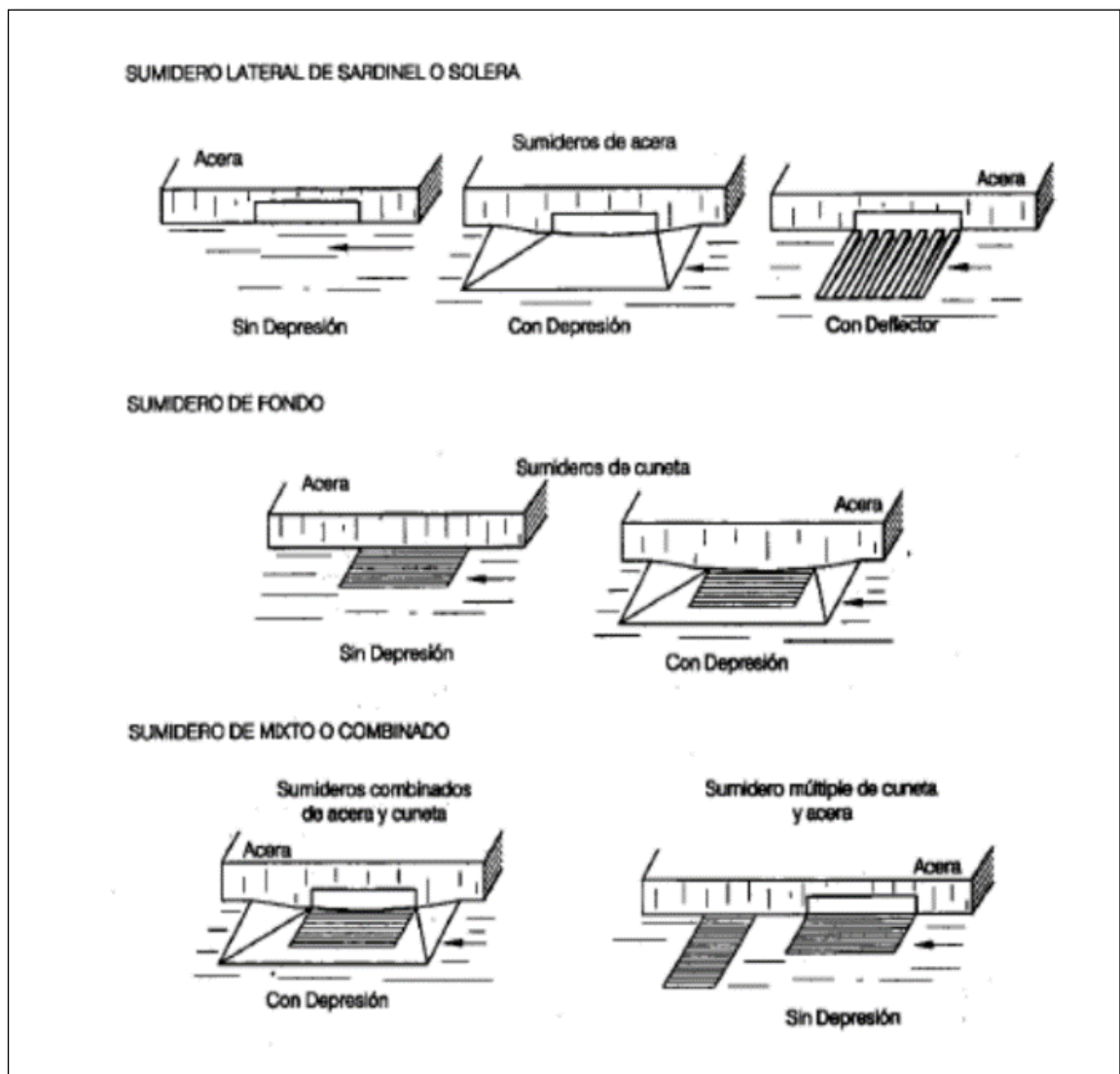


Figura 3. Tipos de sumideros. Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

- **Tuberías:** Se evitará su instalación debajo de las calzadas y bermas, el diámetro mínimo para colector troncal será de 0.50m en los casos del colector y el lateral troncales será un mínimo de 0.40m, la selección del tipo de tubería está de acuerdo con las especificaciones de resistencia estipuladas en la Norma Técnica Peruana (NTP) que se encuentre en vigencia, las normas American Society for Testing and Materials (ASTM), American Water Works Association (AWWA), Deutsches Institut für Normung (DIN), actualmente no vigente o según la procedencia del material (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

Tabla 7

Tipo de tuberías

Material de tubería	Agua con fragmentos de arena y grava (determina velocidad de flujo)	Coefficiente de rugosidad “n” de Manning
Asbesto cemento	3,0	0.010
Hierro fundido dúctil	3,0	0,010
Poly (cloruro de vinilo) (PVC)	6,0	0,010
Poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP	3,0	0,010
Concreto armado centrifugado		0,013
Concreto armado vibrado con recubrimiento interior de polietileno PVC		0,010
Arcilla vitrificada	3,5	0,010

Nota: Tipos de tuberías que varía la rugosidad de acuerdo con el material empleado. Fuente: RNE

1.4 Formulación del problema

De acuerdo con los fines de evaluación, se formularon los siguientes problemas de investigación:

Problema general

¿En qué estado se encuentra el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco y qué plan de mejora requiere?

Problemas específicos

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿En qué forma influye el diseño, en la evaluación del sistema de drenaje pluvial y la elaboración del plan de mejora?
- ¿De acuerdo con la evaluación del sistema de drenaje pluvial, qué obras de retención se implementarán en el plan de mejora?
- ¿De acuerdo con la evaluación del sistema de drenaje pluvial, con qué frecuencia se realiza el mantenimiento y qué aspectos requiere un plan de mejora?

1.5 Justificación del estudio

La presente investigación está justificada por la importancia de contar con un sistema de drenaje eficiente, permite estudios de campo para la obtención de datos que facilitan la investigación, busca ser de utilidad para la población a fin de evitar futuras inundaciones y plantear obras hidráulicas de contingencia para evitar el desgaste de la pavimentación existente.

Justificación por conveniencia

La presente investigación se justifica por conveniencia ya que la evaluación permite encontrar la causa de la ineficiencia del sistema de drenaje pluvial siendo de utilidad a la población.

Justificación por relevancia social

Se justifica por relevancia social porque beneficia a la población afectada por las constantes inundaciones que se producen en tiempos de lluvias mejorando su calidad de vida.

Justificación por aplicación práctica

Se justifica como aplicación práctica porque aportará con la evaluación de un sistema de drenaje ineficiente y se propondrá mejoras que pueden ser usadas por las autoridades correspondientes.

1.6 Hipótesis

Hipótesis general

El estado del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco es deficiente por lo tanto requiere un plan de mejora.

Hipótesis específicas

- El diseño influye de manera considerable en la evaluación del sistema de drenaje pluvial y el plan de mejora en la ciudad de Huánuco.
- Se requiere la implementación de obras de retención como gaviones de acuerdo con la evaluación del sistema de Drenaje Pluvial en la ciudad de Huánuco.
- De acuerdo con la evaluación del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Huánuco el mantenimiento es poco frecuente y ciertos aspectos requieren un plan de mejora.

1.7 Objetivos

Objetivo general

Evaluar en qué estado se encuentra el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco y proponer un plan de mejora.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Analizar de qué manera influye el diseño en la evaluación del sistema de drenaje Pluvial y la elaboración del plan de mejora en la ciudad de Huánuco.
- Determinar que obras de retención se propondrán en el plan de mejora de acuerdo con la evaluación del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Huánuco.
- Conocer la frecuencia con que se realiza el mantenimiento de acuerdo con la evaluación del sistema de drenaje pluvial e identificar qué aspectos requieren un plan de mejora.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

El presente proyecto de investigación corresponde a:

- Busca conocer, evaluar y modificar una realidad problemática, el conocimiento y resultados adquiridos de la investigación se organiza de manera sistemática con el objetivo de conocer la realidad, por lo tanto, corresponde a una investigación del tipo **aplicada** (Borja Suárez, 2012).
- Se recolecta datos y se aplican modelos matemáticos para ser evaluados es una investigación del tipo **cuantitativa**.
- De acuerdo con la metodología para demostrar la hipótesis que se basa en investigar y determinar las propiedades y características importantes del sistema de drenaje pluvial es una investigación de nivel **descriptiva (no experimental)** de corte **transversal** (Borja Suárez, 2012).
- Las variables no son manipuladas deliberadamente por el investigador, solo se observa los fenómenos en su ambiente natural y luego ser analizados, por consiguiente, corresponde a un diseño **no experimental**.

2.2 Variables, operacionalización

2.2.1 Variables

- **Variable Independiente:**

Evaluación del sistema de drenaje pluvial

- **Variable Dependiente:**

Plan de mejora

2.2.2 Operacionalización de las variables

A continuación, se muestra cómo se van a medir las variables correspondientes al presente proyecto:

Tabla 8

Matriz de operacionalización

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de valoración
Evaluación del sistema de drenaje pluvial	Se procederá a evaluar las características que componen el sistema de drenaje pluvial como en la hidrología, diseño, terreno y la gestión; esto permitirá encontrar la ineficiencia.	D1: Caudal de precipitación	I1. Coeficiente de escorrentía	m3/s
		D2: Sección y material del sistema de drenaje pluvial	I2. Área de superficie	
		D3: Diagnóstico por tramos	I3. Intensidad de precipitación	
Plan de mejora	De acuerdo con la evaluación del sistema drenaje pluvial se procederá a proponer acciones que subsanen los causantes de su ineficiencia.	D1: Modificación del diseño	I1. Capacidad	Ecuación de Manning
		D2: Obras de retención	I2. Pendiente	
		D3: Mantenimiento	I3. Rugosidad	
			I1. Eficiente	Zonas críticas
			I2. Regular	
			I3. Deficiente	
			I1. Completa	Razón
			I.2 Parcial	
			I.3 No se requiere	
			I.1.Datos hidrológicos	Razón
			I.2.Datos de suelos	
			I.3.Viabilidad	
			I.1. Frecuente	Razón
			I.2.Poco frecuente	
			I.3.Nula	

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Población y muestra

Población: La población está constituida por el sistema de drenaje pluvial ubicada en la ciudad de Huánuco en el departamento de Huánuco con un área de 96,55 km².

Muestra: Será muestreo de tipo probabilístico por conglomerados y áreas, tomando como zona más crítica el centro de la ciudad dividiendo en tramos el sistema de drenaje pluvial que están ubicados en las vías desde el Jirón Tarapacá hasta el Jirón Dámaso Beraún, abarcando 1.5 km² de área siendo clasificados de acuerdo con sus componentes o características.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se procederá a evaluar el sistema de drenaje pluvial en tramos siendo divididos de acuerdo con sus características

- Bibliografía: se obtendrá información de estudios anteriores que están relacionadas a la evaluación y propuestas de mejora de un sistema de drenaje pluvial.
- Estudios hidrológicos: se usarán datos pluviométricos para determinar el caudal pluviométrico existente que consiste en la información de precipitación máxima en 24 horas.
- Cálculo de la capacidad hidráulica del sistema de drenaje pluvial en la zona de estudio: durante una tormenta las calles con pendientes bajas se inundan, esto permite determinar la altura de las veredas para evitar desbordes.
- Estudios topográficos: se tomará en cuenta la inclinación del terreno ya que es un factor importante para la velocidad del flujo en el drenaje.
- Planos usados en el proceso constructivo del sistema de drenaje pluvial
- Expediente técnico del sistema de drenaje pluvial.
- Selección: se dividirá el sistema en tramos, se registrarán en el instrumento de recolección de datos para determinar los tramos ineficientes, los seleccionados por deficiencia ingresarán al plan de mejora.
- Verificación del diseño: se realizará la verificación del diseño del drenaje con los datos obtenidos de los estudios de acuerdo a lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones para evaluar el comportamiento del caudal de acuerdo con las pendientes,

este proceso permite elegir la sección y material adecuado según las condiciones que se presenten; además se hará uso del software ArcGIS que permite obtener información de las zonas más propensas a ser inundadas por el caudal de precipitación.

- La observación: situación actual del sistema de drenaje pluvial
- Finalizada la evaluación se hará uso del instrumento planteado para clasificar el sistema de drenaje pluvial por tramos identificando los sectores ineficientes.
- Para el plan de mejora se procederá a rediseñar los tramos ineficientes y propuesta de obras de protección.
- Realización de seguimiento a las autoridades encargadas del mantenimiento del sistema de drenaje pluvial.

Los Instrumentos que se emplearan en la presente investigación son:

- Ficha de reporte o de gabinete tendrá la función del procesamiento de los datos obtenidos con el uso de programas de cálculo (Excel, etcétera.) deben estar de acuerdo con lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones para proseguir con las mejoras en caso de encontrar deficiencias en el sistema ya existente.
- Planos topográficos, de suelos, hidrológicos, que permite tener todas las características del diseño del sistema de drenaje pluvial y la zona donde se implementó.

Validez y confiabilidad

Los instrumentos empleados en la evaluación serán tomados de fuentes confiables que ya hayan sido verificadas y validadas. Por ende, este proyecto será ejecutado con información confiable.

2.5 Métodos de análisis de datos

Como investigación cuantitativa los datos resultantes serán de forma numérica, por medio de uso de programas computarizados. Los programas por utilizar serán Excel que permite el uso de hojas de cálculo, automatizando los procedimientos a aplicar, el software ArcGIS que delimita la microcuenca, determinando las zonas más vulnerables a ser inundadas.

Consideraciones de diseño usados en la evaluación y la modificación del diseño del sistema de drenaje pluvial según lo fundamentado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014):

- El método usado para el diseño de drenaje pluvial será calculado por el método de hidrograma unitario o modelos de simulación, en caso sean mayores a 13 Km² se aplicará el método racional.
- 25 años es la cantidad mínima considerada para el periodo de retorno.
- El caudal de precipitación que no se deposite por el sistema menor, tendrá que transportarse por las calles y la superficie del terreno
- Para determinar la escorrentía superficial en el diseño de drenaje pluvial, ocasionado por la precipitación referida a un cierto periodo de retorno, se calculará con el uso de la ecuación de Manning para determinar la capacidad de la tubería que le permita transportar el caudal.

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \rightarrow Q = V \times A \rightarrow Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Donde:

V= Velocidad media de desplazamiento (m/s)

R= Radio medio hidráulico (m)

S = Pendiente de la canalización

n= Coeficiente de rugosidad de Manning.

A= Sección transversal de la canalización (m²)

Q= Caudal (Escorrentía superficial pico) (m³/s)

- Evacuación del Sistema Mayor: Donde exista un caudal mayor, descargarán por acción de la gravedad, con dirección a la parte más baja, esta zona deberá tener una gran capacidad para transportar el caudal de precipitación, será denominada calle o evacuador principales.

2.6 Aspectos éticos

El investigador se compromete a respetar los resultados verídicos además de la confiabilidad de estos mismos obtenidos por la información usada de diversas entidades correspondientes a la presente investigación, siendo debidamente referenciados.

III. RESULTADOS

3.1 Ubicación:

El departamento de Huánuco está ubicado en la parte centro oriental del Perú, con una extensión de 36 850 km², contando con dos regiones la sierra y la selva, por tal motivo cuenta con nevados, cordilleras, cálidos valles y selvas amazónicas. Al estar ubicada en la vertiente hidrográfica del Amazonas y por su morfología, carácter hidro climático y ocupación del suelo, frecuentemente es afectada por procesos de movimientos en masa, geohidrológicos y climáticos (Zavala Carrión & Vilchez Mata, 2006).

Para lo competente a la investigación, la ciudad de Huánuco ubicada en la provincia del mismo nombre, solo se tomarán datos de los siguientes sectores de la ciudad: Jirón Libertad, Jirón Junín, Jirón Ayancocha, Jirón Mayro, Jirón Tarapacá, Jirón Aguilar, Jirón Ayacucho, Jirón Huánuco, Jirón General Prado, Jirón Dámaso Beraún, Jirón Pavletich, Jirón Independencia, Jirón Leoncio Prado, Jirón San Martín, Jirón Huallayco, Jirón Abtao, Jirón 2 de Mayo, Jirón 28 de Julio, Jirón Hermilio Valdizán, Jirón Bolívar y Malecón Alomía Robles.

La razón de la inclusión de los jirones mencionados en el párrafo anterior se debe a la presencia de colegios entre los más importantes están el Colegio San Pedro, Honores y San Juan Bosco, el Hospital Aparicio Pomares, el Mercado Modelo de Huánuco y otros puestos de venta.

Como referencia se tomarán los siguientes puntos:

Tabla 9

Ubicación de zona de estudio

PUNTO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS		ALTITUD	ZONA
		ESTE	SUR	m.s.n.m.	UTM
INICIO	Intersección del Jirón Libertad y Jirón Bastidas	362857.27	8901733.62	1926	18L
FINAL	Intersección del Jirón Dámaso Beraún y Malecón Leoncio Prado	364541.82	8901906.73	1894	18L

Nota: Localización geográfica de la zona limitada para el estudio. *Fuente:* Elaboración Propia

3.2 Estudios hidrológicos

La presente investigación sustenta la evaluación realizada para el área del proyecto, donde se busca determinar la demanda de evacuación y transporte del recurso hídrico, a consecuencia de la escorrentía superficial de las lluvias sobre el área de la zona de estudio (Pavan Kumar, Kumar Barik, & Manideep, 2015).

Objetivos del Estudio Hidrológico

Se tiene como objetivo determinar los caudales que intervinieron en el diseño de las obras de drenaje de la ciudad, posteriormente usar el caudal obtenido para el diseño de obras de arte o modificación del drenaje.

Caracterización Meteorológica.

Los parámetros meteorológicos considerados para la zona de estudio son: (Temperatura media mensual (Tx); Humedad Relativa: (Hrx) y Precipitación: (Px), obtenidos de la estación Huánuco, y serán limitados a la zona de estudio en la ciudad de Huánuco.

Temperatura media mensual de Estación Huánuco.

La temperatura media mensual tiene poca variación durante el año, así la temperatura media mensual varía de 19.2°C en el mes de julio a 21.1°C en el mes de noviembre. En general la temperatura es mayor en los meses de octubre a mayo, para descender levemente en el resto de los meses. Los valores extremos varían de 18.4°C como mínimo a 22°C como máximo, como se observa en la figura siguiente.

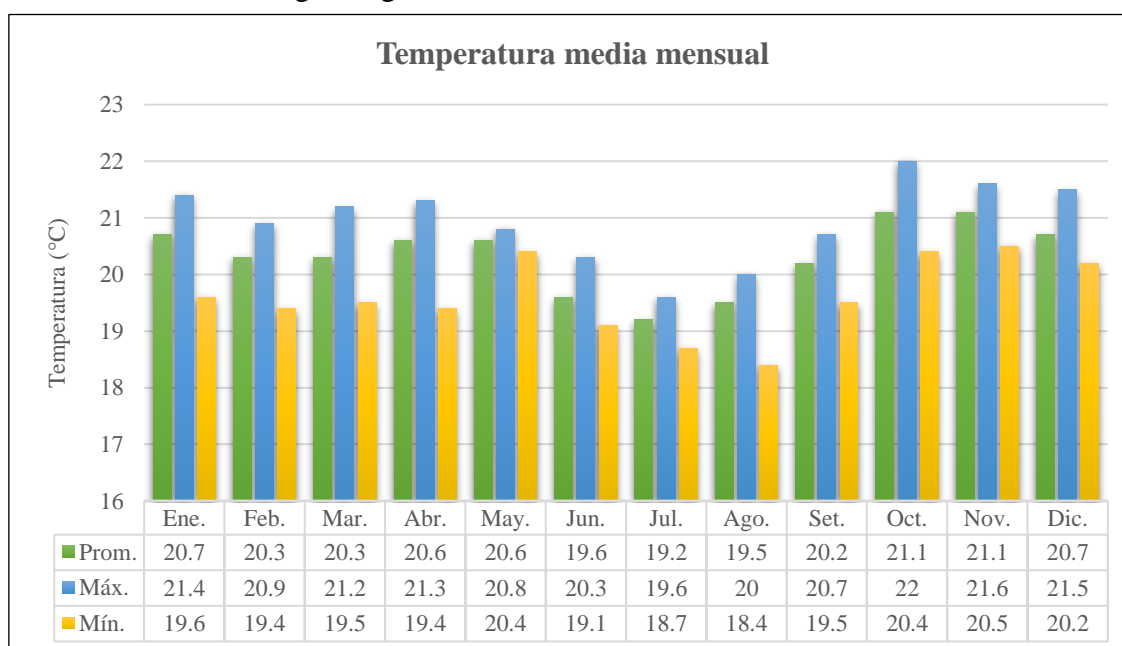


Figura 4. Temperatura media mensual. Fuente. Municipalidad de Huánuco

Humedad Relativa de Estación Huánuco.: Al igual que la temperatura media mensual, la humedad relativa también tiene poca variación durante el año, varía de 60% en el mes de agosto a 69.2% en el mes de marzo.

En general la humedad relativa es mayor en los meses de octubre a mayo, para descender levemente en el resto de los meses. Los valores extremos varían de 57% como mínimo a 72% como máximo, como se observa en la siguiente imagen.

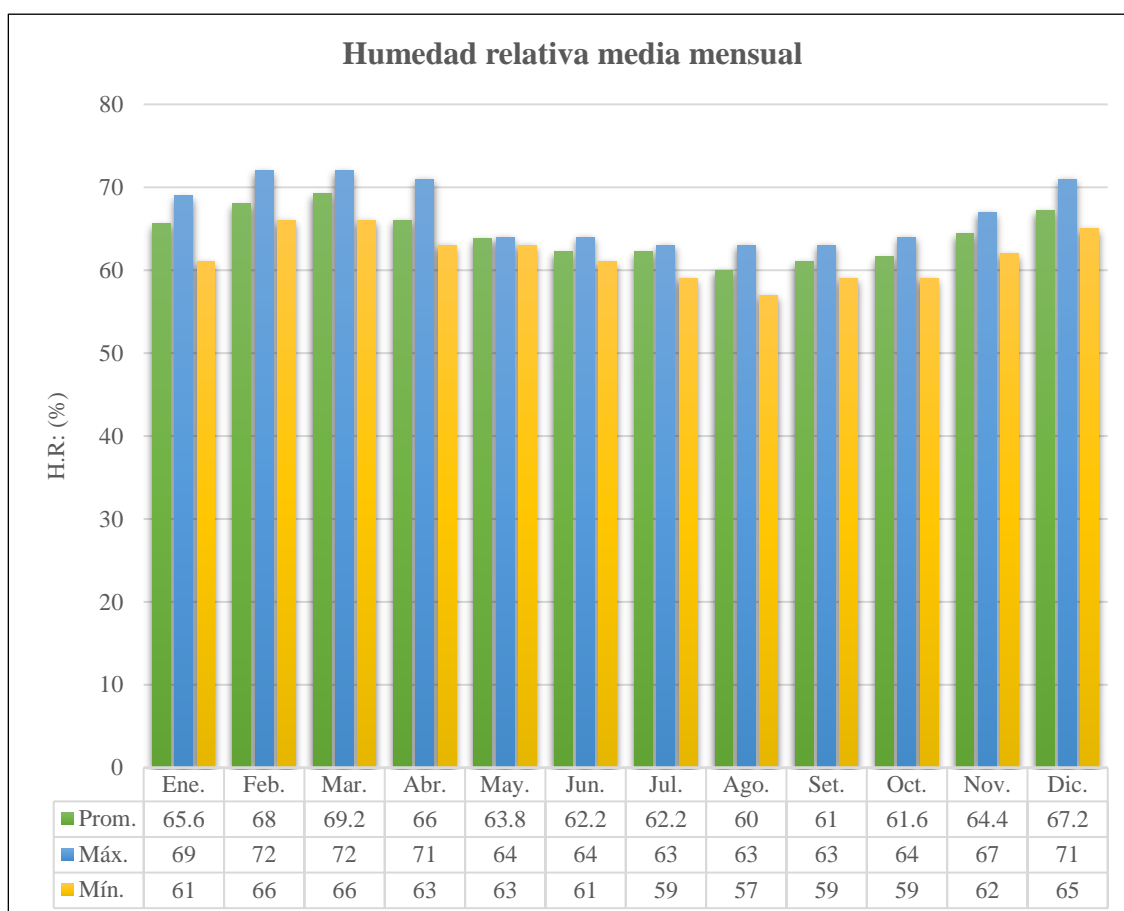


Figura 5. Humedad relativa media mensual. Fuente. Municipalidad de Huánuco

Precipitación total mensual: La precipitación total mensual tiene una variación estacional marcada, que corresponden al período de lluvias y a un período seco donde la ausencia de lluvias es marcada.

El período lluvioso se encuentra entre los meses de octubre a abril y el período seco de mayo a setiembre, donde se registran valores nulos de lluvia. El valor medio mensual varía de 4.0 mm a 52.6 mm, sin embargo, se han registrado valores máximos mensuales que han alcanzado a 109.8 mm.

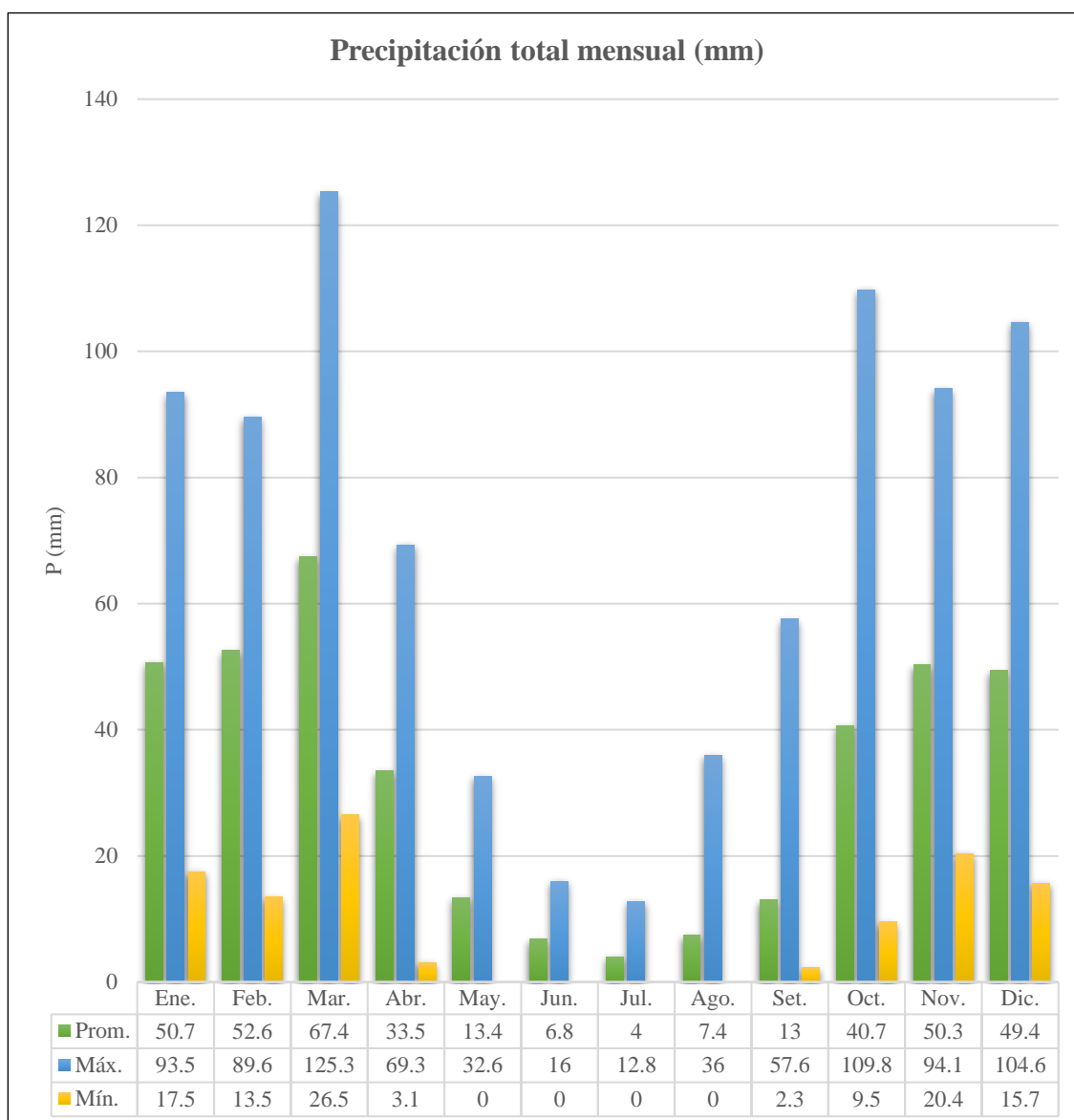


Figura 6. Precipitación total mensual. Fuente. Municipalidad de Huánuco

Precipitación total anual: La precipitación media anual acumulada registrada en la estación Huánuco es de 389.1 mm, con variación en sus valores extremos de 519.8 mm como máximo y con 285.4 mm como mínimo, tal como se observa en la siguiente figura de la acumulación de precipitaciones desde el año 198 hasta el año 2004, cuyos registros fueron obtenidos gracias a las estaciones del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

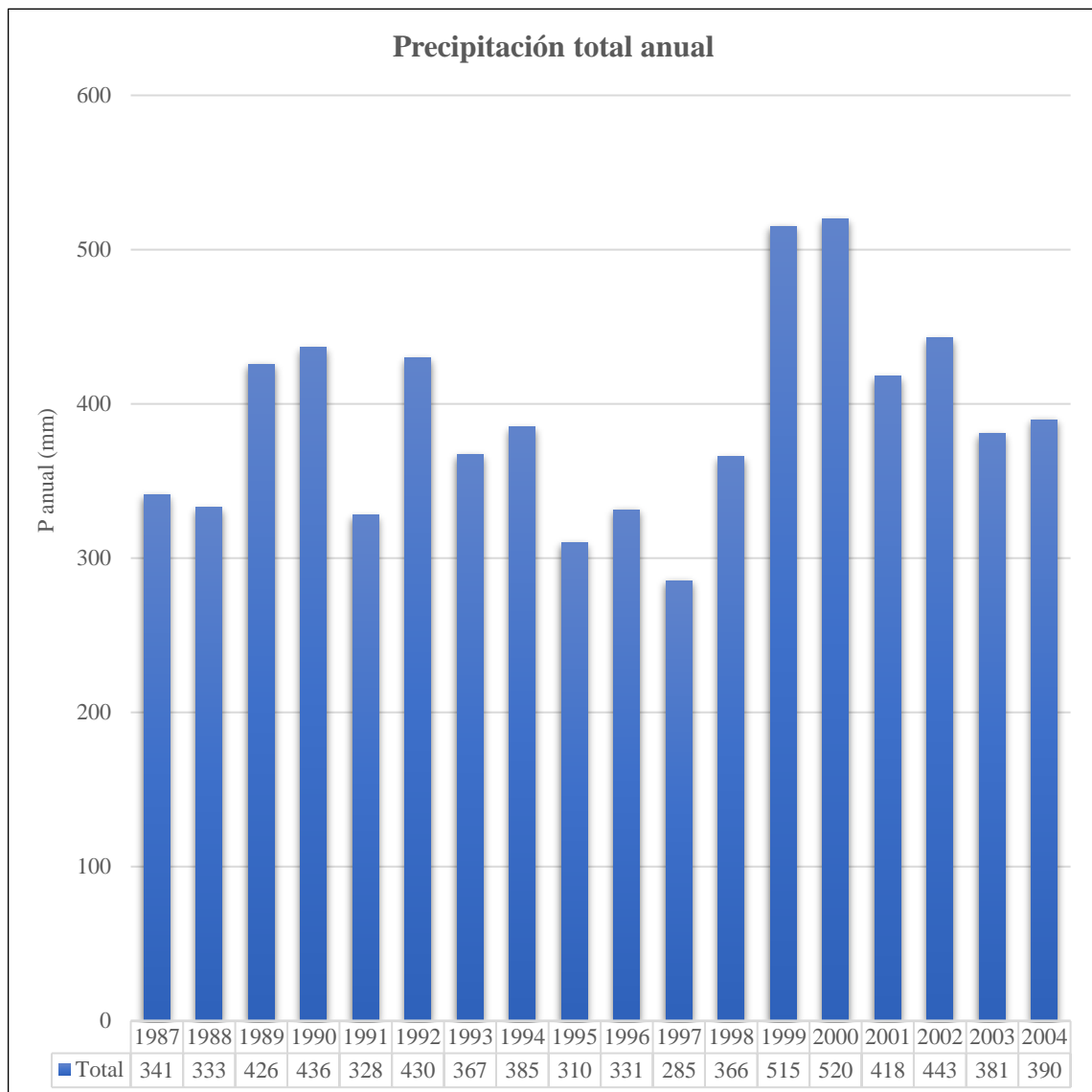


Figura 7. Precipitación total anual. Fuente. Municipalidad de Huánuco

Descripción y escorrentía de las cuencas: El tamaño de la microcuenca involucrada en el sistema de drenaje pluvial es de 8.11 Km², la cual traen agua solo cuando se presentan precipitaciones importantes, esto sucede entre los meses de octubre a abril.

Avenidas máximas: En las microcuencas involucradas no existen registros de caudales como para realizar un análisis de caudales máximos. Por esta razón, los caudales máximos serán determinados sobre la base de las precipitaciones máximas en 24 horas registradas en la estación climatológica Huánuco, aplicando dos metodologías: Método Racional y el Hidrograma Triangular.

Tabla 10

Avenidas máximas

Microcuenca		Área		Long. del cauce (m)	Desnivel m.	Pendiente (m/m)	Tiempo de concentración (horas)			
		Km2.	ha.				Kirpich	Temes	Bransby Williams	Prom.
A- J3	Qda. Jactay	0.36	36	940	450	0.4787	0.08	0.33	0.29	0.23
A- J4	Qda. Jactay	0.71	71	1290	680	0.5271	0.1	0.41	0.37	0.29
A- I1	Qda. Indep.	0.21	21	760	290	0.3816	0.08	0.29	0.26	0.21
A- I2	Qda. Indep.	0.21	21	480	240	0.5	0.05	0.2	0.16	0.14
A- I3	Qda. Indep.	0.08	8	250	135	0.54	0.03	0.12	0.09	0.08
A- P1	Qda. Puelles	1.84	184	1610	810	0.5031	0.12	0.49	0.42	0.34
A- M1	Qda. Las Moras	8.07	807	4120	1510	0.3665	0.29	1.06	0.99	0.78

Fuente: Municipalidad de Huánuco

Análisis de la precipitación máxima diaria: Las lluvias que ocurren en las microcuencas tienen origen orográfico, los caudales máximos serán estimados con modelos de precipitación – escorrentía, sobre la base de precipitación máxima en 24 horas y de las características geomorfológicas de las cuencas.

En el siguiente cuadro se adjunta los valores de precipitación máxima diaria de la estación Huánuco.

Tabla 11

Precipitación máxima diaria

N°	Año	P (mm)
1	1986	18.50
2	1987	18.60
3	1988	20.10
4	1989	27.40
5	1990	21.30
6	1991	28.80
7	1992	38.40
8	1993	18.00
9	1994	24.00
10	1995	18.90
11	1996	15.90
12	1997	11.20
13	1998	27.50
14	1999	33.00
15	2000	20.30
16	2001	48.70
17	2002	27.20
18	2003	23.00
19	2004	17.60

Fuente: Municipalidad de Huánuco

Análisis de frecuencia de la Precipitación máxima en 24 horas: Los registros de la estación Huánuco son sometidos a un Análisis de Frecuencia, para determinar los valores en diferentes periodos de retomo de interés. El cual se procede de la siguiente manera:

- Registro de precipitación máxima en 24 horas.
- Análisis estadístico de las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno.
- Curvas IDF o de Intensidad-Duración-Frecuencia.

Distribución de Gumbel: La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \alpha e^{[-\alpha(x-\beta)-e^{-\alpha(x-\beta)}]}$$

Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia: Las estaciones de lluvia ubicadas en la zona, no cuentan con registros pluviográficas que permitan obtener las intensidades máximas. Sin embargo, estas pueden ser calculadas a partir de las lluvias máximas sobre la base del modelo de Frederick Bell que permite calcular la lluvia máxima en función del período de retorno, la duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno de 10 años (Sundara Kumar, y otros, 2015).

Precipitación máxima en 24 horas es de 37.3 mm (obtenido de la distribución Gumbel), se tiene una altura de lluvia de 11.1 mm, correspondiente a una duración de 60 minutos. Las alturas de lluvia máxima para diferentes períodos de retorno, aplicando el Modelo de Bell, se muestran en el cuadro. Las intensidades máximas calculadas para estas alturas de lluvias máximas y diferentes duraciones de lluvia se muestran en el cuadro.

Las curvas IDF, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

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

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/min)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Tabla 12

Lluvias máximas (mm)

T años	P. Máx. 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
200	61.4	5.6	8.3	10.2	11.6	13.8	18.1
100	56.0	5.1	7.6	9.3	10.6	12.6	16.5
50	50.6	4.6	6.8	8.3	9.5	11.3	14.9
25	45.1	4.1	6.1	7.4	8.5	10.1	13.3
10	37.7	3.4	5.1	6.2	7.1	8.5	11.1
5	31.8	2.9	4.4	5.3	6.1	7.2	9.5
3	27.2	2.6	3.8	4.7	5.3	6.3	8.3
2	23.0	2.3	3.4	4.1	4.7	5.6	7.4

Fuente: Municipalidad de Huánuco

Tabla 13

Intensidades máximas ordenadas (mm/h)

N° orden	T años	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
1	200	66.6	49.9	40.6	34.8	27.6	18.1
2	100	60.7	45.4	37.0	31.7	25.1	16.5
3	50	54.7	41.0	33.4	28.6	22.7	14.9
4	25	48.8	36.5	29.8	25.5	20.2	13.3
5	10	40.9	30.6	25.0	21.4	17.0	11.1
6	5	35.0	26.2	21.4	18.3	14.5	9.5
7	3	30.6	22.9	18.7	16.0	12.7	8.3
8	2	27.2	20.3	16.6	14.2	11.2	7.4

Fuente: Municipalidad de Huánuco

Tabla 14

Resultado del análisis de regresión

CONSTANTE	1.79047	
Err. Estándar de est. Y	0.02260125	
R cuadrada	0.9905292	
N° Observaciones	48.0	
Grado de libertad	45.0	
Coefficiente X	0.19339125	-0.526659
Error estándar de coef.	0.00476305	-0.0095239

Fuente: Municipalidad de Huánuco

Tabla 15

Intensidades máximas (mm/h) Huánuco

Duración (t) minutos	Periodo de retorno (T) en años		
	25	50	100
10	34.21	39.12	44.73
20	23.75	27.16	31.05
30	19.18	21.93	25.08
40	16.49	18.85	21.55
50	14.66	16.76	19.16
60	13.32	15.23	17.41
70	12.28	14.04	16.05
80	11.44	13.09	14.96
90	10.76	12.3	14.06
100	10.17	11.63	13.3
110	9.68	11.06	12.65
120	9.24	10.57	12.09

Fuente: Municipalidad de Huánuco

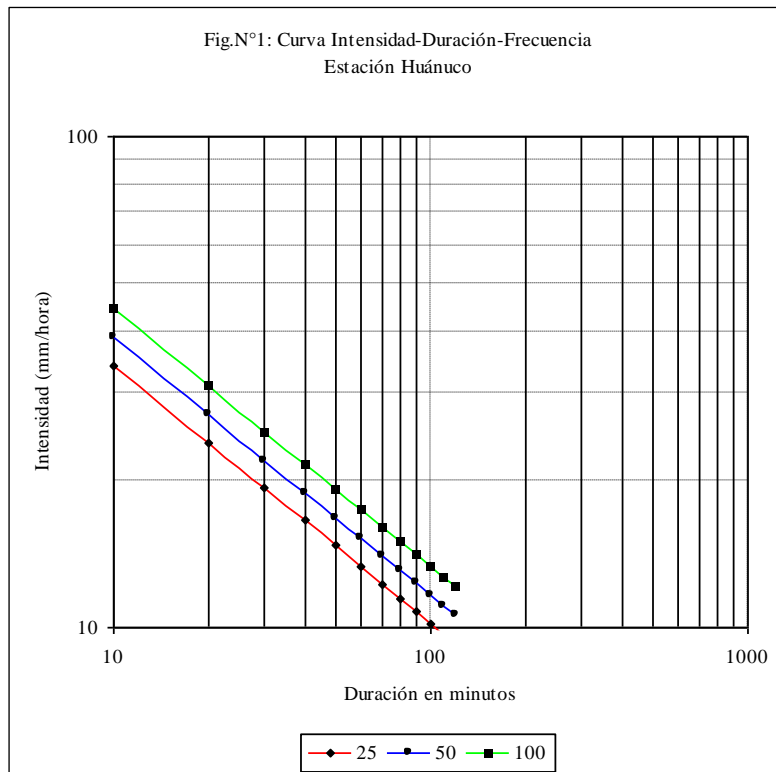


Figura 8: Curva IDF. Fuente: Municipalidad de Huánuco

Caudales máximos: Para hallar el caudal máximo se hará uso del método del Hidrograma unitario triangular, se escribe el gasto pico como:

$$q_p = \frac{0.555A}{t_p}$$

Donde:

A = área de la cuenca en km²

t_p = tiempo pico en horas

q_p = descarga pico en m³/s/mm.

Altura de precipitación (P): Cada una de las rectas de las curvas intensidad-duración-frecuencia (i-d-f) se interpreta como una curva masa de precipitación. Para un período de retorno de T_r con la duración d , se tiene la siguiente ecuación para la altura de precipitación.

Caudales máximos ($Q_{m\acute{a}x}$): El caudal máximo se determina tomando en cuenta la precipitación efectiva P_e .

$$Q_{m\acute{a}x} = q_p \times P_e$$

Tabla 16

Caudales máximos

Nombre	Área A (Km2)	Desniv el H(m)	Longitu d del cauce L(m)	Pendent e S (m/m)	Tiempo de concentra ción tc(h)	Tiempo de retraso tr(h)	Tiemp o de pico tp(h)	Tiemp o de base tb(h)	Caudal unitario Qp (m3/s/mm)	Número de curva	Altur	Lluvia	Caudal	
											a de lluvia P(m)	efectiv a Pe (mm)	máxim o (m3/s)	
											T=50	T=50	T=50	
A- J3	Qda. Jactay	0.36	1030	940	0.479	0.23	0.14	0.26	0.69	0.29	70.00	7.65	2.10	0.609
A- J4	Qda. Jactay	0.71	200	1290	0.527	0.29	0.18	0.32	0.85	0.46	70.00	8.52	1.84	0.846
A- I1	Qda. Indepen d.	0.21	600	760	0.382	0.21	0.13	0.23	0.61	0.19	70.00	7.25	2.24	0.426
A- I2	Qda. Indepen d.	0.21	600	480	0.500	0.14	0.08	0.15	0.40	0.29	70.00	5.92	2.70	0.783
A- I3	Qda. Indepen d.	0.08	940	250	0.540	0.08	0.05	0.09	0.24	0.19	70.00	4.59	3.22	0.612
A- P1	Qda. Puelles	1.84	150	1610	0.503	0.34	0.21	0.38	1.01	1.01	70.00	9.18	1.65	1.667
A- M 1	Qda. Las Moras	8.07	1160	4120	0.367	0.78	0.47	0.86	2.30	1.95	60.00	13.51	2.78	5.421

Fuente: Municipalidad de Huánuco

3.3 Estudios topográficos

El levantamiento Topográfico tiene el objetivo de generar una representación gráfica de la superficie del terreno donde esta implementado el sistema de drenaje pluvial, estableciendo puntos de georreferenciación, puntos de control horizontal y vertical y los puntos de relleno suficientes.

El presente estudio topográfico tiene como finalidad realizar el Levantamiento Topográfico de las quebradas Jactay, Santa Rosa y las Moras del cerro Aparicio Pomares, ubicadas dentro del área de drenaje de la ciudad (parte alta) y las vías o calles de la zona urbana que comprenden el trazo de los conductos pluviales.

Este estudio comprende de reconocimiento de campo, establecimiento de puntos de control georeferencial, establecimiento de la poligonal de apoyo y el levantamiento topográfico.

Puntos de control georeferencial: Se utilizo la base, ubicada al SW del pueblo de Carhuamayo, en el distrito de Junín. Dicho punto pertenece a la Red Geodésica Nacional, elaborada en base al proyecto Sirgas en 1995, desde aquí se obtiene las coordenadas graficas WGS84, representados en el siguiente cuadro.

Tabla 17

Puntos georeferenciales

Descripción	Norte	Este	Altura Geoidal
PCG-01	8903418.553	363089.156	2048.506
PCG-02	8903215.225	363881.534	1933.765

Nota: Puntos obtenidos en la estación Carhuamayo. *Fuente:* Municipalidad de Huánuco

El sistema de drenaje pluvial se encuentra en la ciudad de Huánuco, localizada en la zona 18 sur, para PCG-01 se tiene 9 satélites y 1.80 de PDOP y para PCG-02 se cuenta con 11 satélites y 1.97 de PDOP.

Establecimiento de la Poligonal de apoyo y Levantamiento topográfico:

Para establecer la poligonal de apoyo se realizó la ubicación de los vértices de la poligonal, colocándolas en zonas concretadas de la calzada o acera mediante varillas de fierro

corrugado de D= ½". Se realizaron 10 poligonales de apoyo que facilitarían la elaboración del levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico se realizó ubicando vértices auxiliares a partir de los vértices de la poligonal de apoyo, la información fue registrada con la ayuda de la estación total, para luego ser procesado con el software AutoCAD. Los trabajos desarrollados se adjuntan en el siguiente cuadro:

Tabla 18

Estudio topográfico

ITEM	DESCRIPCIÓN	UD.	CANT.
01	Puntos topográficos	uds.	> 35,000
02	Nº de vértices de la poligonal	uds.	36
03	Puntos Auxiliares (estaciones)	uds.	360
04	Área Total	Has	> 300

Nota: Registro de puntos colocados para levantamiento topográfico. *Fuente:* Elaborado por la Municipalidad de Huánuco

3.4 Estudio de suelos

Esta sección tiene como objetivo reportar los resultados del estudio de mecánica de suelos, las zonas investigadas son las principales quebradas ubicadas en la margen izquierda del río Huallaga por donde discurre el flujo pluvial y la zona urbana. Por este medio se puede determinar la estratigrafía del terreno, clasificación de los materiales respecto al grado de dificultad para la realización de trabajos de excavación, parámetros de resistencia al esfuerzo cortante, capacidad cortante, evaluación de asentamientos y análisis de grados de agresión del suelo para la construcción de estructuras.

La zona de estudio presenta una topografía que varía de suave en el centro de la ciudad a moderada y accidentada en los alrededores y partes altas. Para el presente estudio geotécnico, la zona del proyecto se ha dividido en los siguientes sectores: Quebrada Las Moras, Quebrada Independencia, Quebrada Jactay, Zona urbana y Zanja de coronación.

Características geológicas: La parte intermedia y baja está conformada por materiales fluvioaluvial antiguos representados por clastos redondeados o subredondeados. El cerro Jactay está conformado por rocas de tipo metamórfico y se caracteriza por su coloración

rojiza, se halla conformado por esquistos ante cámbricos angulosos o semiangulosos cementados con arena arcillosa rojiza, en las partes bajas se tiene material coluvial producto de la erosión y transporte de las partes altas del cerro. El cerro Pomares está constituido en la parte baja e intermedia por conglomerados homogéneos y redondeados de origen fluvioaluvial antiguo; y en las partes altas se aprecia el afloramiento de rocas metamórficas conformadas por esquistos precámbricos. En general en las partes bajas de los cerros indicados, se encuentran abundantes sedimentos de origen torrencial, los que suelen extenderse hasta el cauce actual del río Huallaga, formando notables conos deyectivos. La parte baja y central del valle donde está ubicada la ciudad de Huánuco está compuesta de sedimentos detríticos recientes, está constituido por depósitos aluviales fluviales del mismo río.

Calicatas: Se realizaron 100 calicatas distribuidas en la zona de estudio, el número de excavaciones y profundidad de estas están en función del área investigada y el tipo de estructura, en varias calicatas la profundidad de exploración estuvo limitada por ubicarse material rocoso, a continuación, se muestra un cuadro con la distribución de calicatas en los diferentes sectores de la zona de estudio.

Tabla 19

Elaboración de calicatas

Quebrada	N° Calicatas
Las Moras	30
Independencia	05
Jactay	14
Zona Urbana	26
Zanja de Coronación	25
TOTAL	100

Nota: Relación de calicatas realizadas para elaboración de drenaje. *Fuente:* Elaborado por la Municipalidad de Huánuco

Tipos de ensayos: Ensayos estándar (Análisis Granulométrico por tamizado, límite líquido y límite plástico), Ensayos especiales (Corte directo y Análisis petrográfico) y Análisis químicos (Sales Solubles Totales, Sulfatos, Cloruros y pH).

Resultados del estudio de suelos: Las principales estructuras de concreto ubicadas en la parte alta de las quebradas, son disipadores de energía y capturadores de sólidos, el material presente en la zona activa de cimentación está conformado mayormente por suelos granulares, clasificados como gravas y finos de origen residual. Se efectuó la zonificación de los tipos de materiales que conforman el subsuelo en los sectores del estudio, siendo clasificados como terreno normal, semirocoso y rocoso. El subsuelo no presenta sales agresivas, lo que permite el uso de cemento Portland Tipo I para la elaboración de las estructuras de concreto.

Tabla 20

Cargas admisibles

QUEBRADA	CARGA ADMISIBLE PROM. (kg/cm ²)
Las Moras	2.832
Independencia	6.935
Jactay	6.639

Nota: Carga admisible promedio por quebrada en la parte alta de la ciudad de Huánuco. *Fuente:* Elaborado por la Municipalidad de Huánuco

3.5 Evaluación por modelamiento con ArcGIS

El software ArcGIS permite analizar y distribuir información geográfica, tiene la capacidad de crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), para lo competente a la investigación se hace uso de este programa para la simulación de una inundación en la zona de estudio, con el uso de modelo digital del terreno extraído de la carta nacional. La modelación se procede de la siguiente manera:

Identificación de la zona de estudio

Para la evaluación se seleccionó la carta nacional 20K del ministerio de Educación, dentro de ella encontramos un mapa en formato Shape, con el software ArcGIS se convierte a un formato TIN. Este proceso permite elaborar el plano que está representado por colores de acuerdo con el nivel del terreno, con las curvas de nivel se representa la zona de estudio desde los 1800 m.s.n.m. hasta los 4000 m.s.n.m.



Figura 9. Delimitación de zona de estudio. Fuente. Google Earth

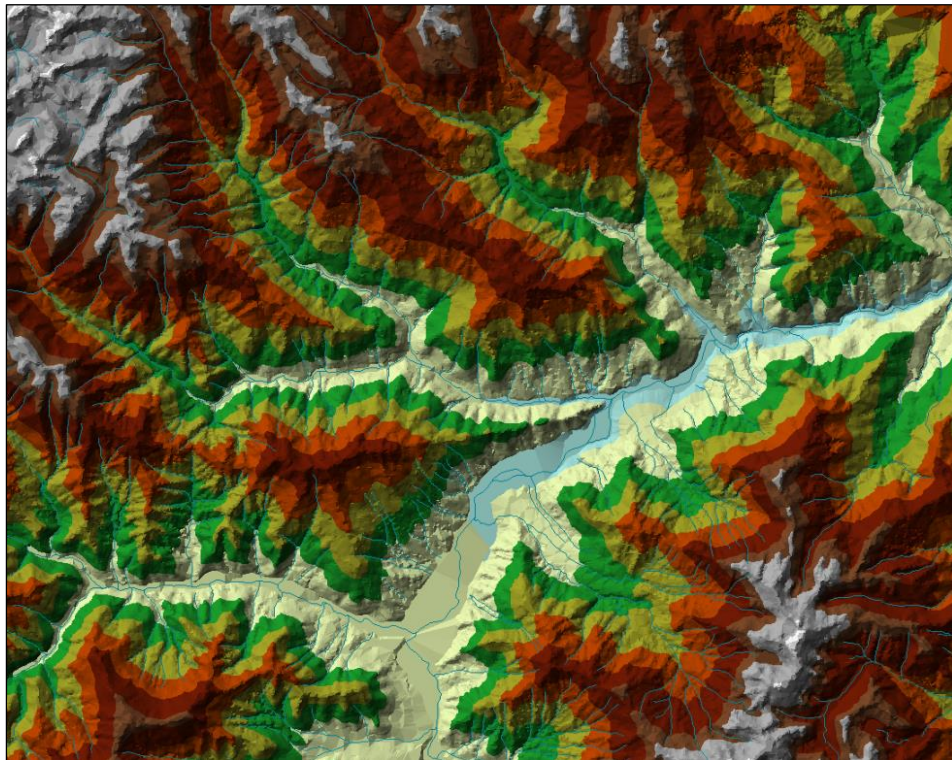


Figura 10. Zona de estudio extraído con ArcGIS. Fuente. Elaboración Propia

Delimitación de microcuenca

El siguiente procedimiento es delimitar la microcuenca aportante a la zona de estudio, esta nace desde la parte más alta de la ciudad y consigo transcurre los escurrimientos de precipitación y sedimentos hacia la zona más baja que es donde se encuentra la zona urbana de la ciudad.

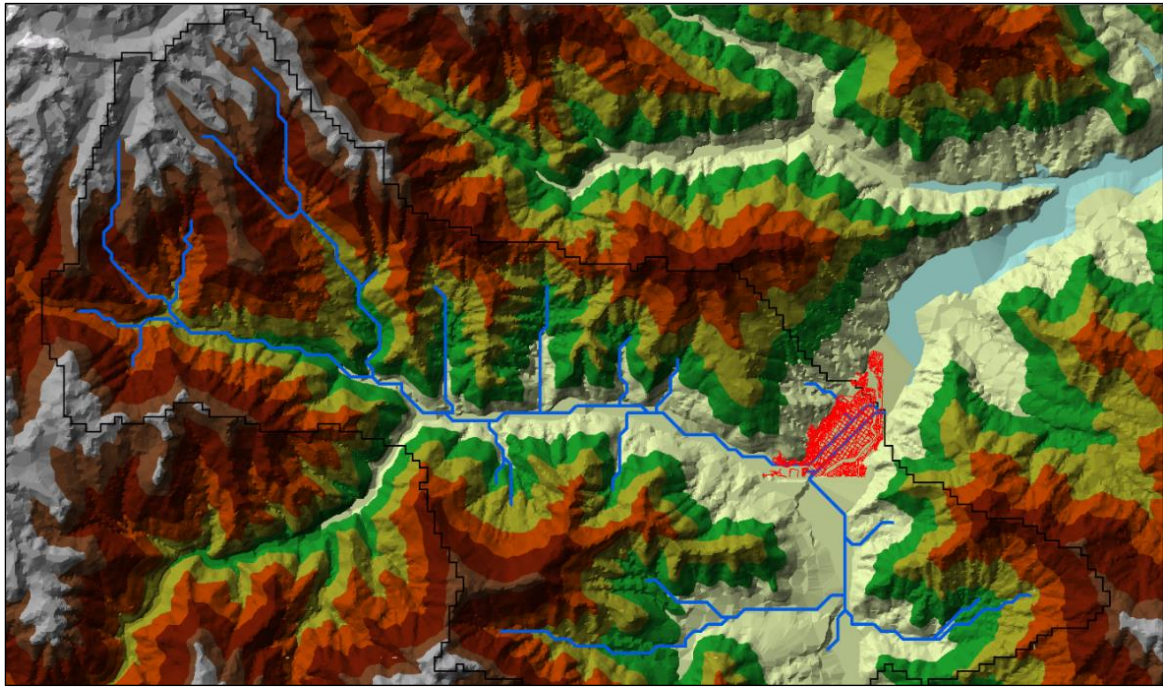


Figura 11. Delimitación con ArcGIS. Fuente. Elaboración Propia

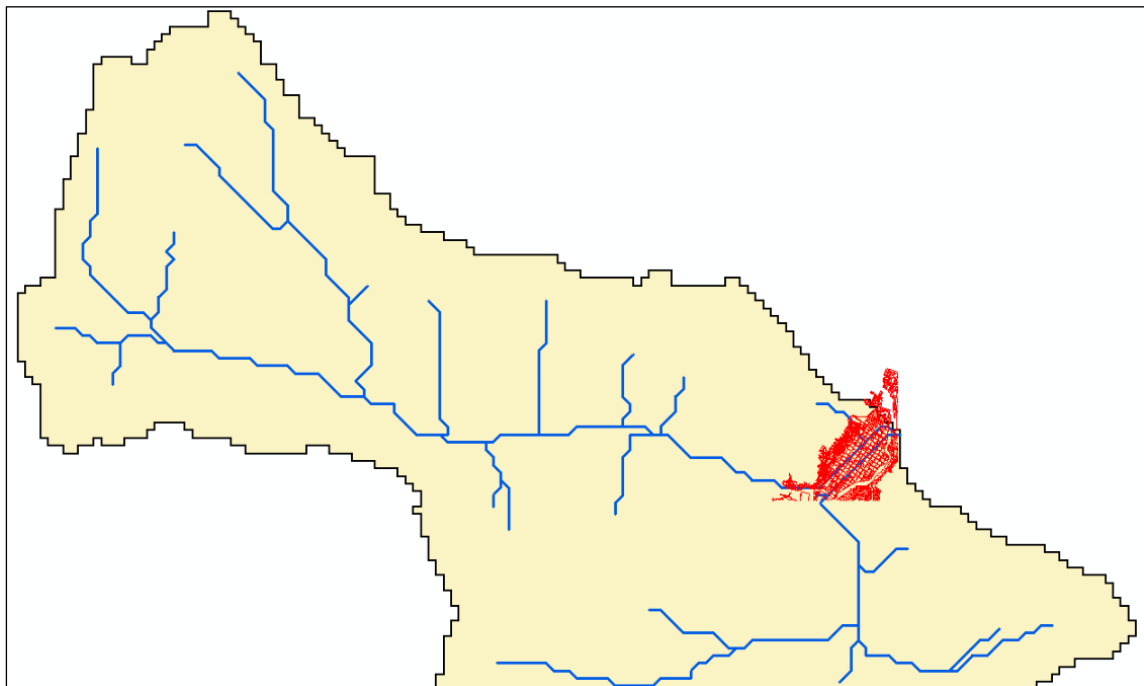


Figura 12. Delimitación de microcuenca con ArcGIS. Fuente. Elaboración Propia

Identificación de ríos tributarios en la zona de estudio

Se define el recorrido de los ríos tributarios que se conducen hacia el río Huallaga y que atraviesan la ciudad, el cual está representado por la línea celeste.

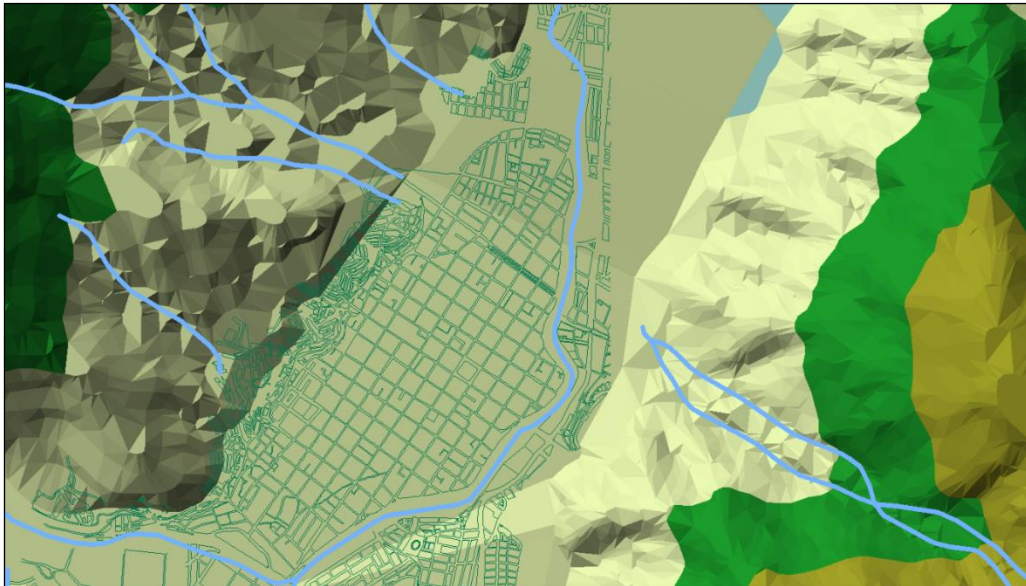


Figura 13. Ríos tributarios con ArcGIS. Fuente. Elaboración Propia

Simulación de inundación por aporte de la microcuenca

Por último, se define el recorrido de las aguas transportadas desde la microcuenca, la cual ingresa directamente a la ciudad y afecta varios sectores de la ciudad, donde el caudal de precipitación es mayor y se requiere mayor cantidad de sumideros y en la parte alta reforzamiento de los gaviones para evitar el transporte de sedimentos hacia la zona urbana. Las zonas más críticas son el Jirón Independencia, el Jirón Huallayco y el Jirón 2 de mayo.

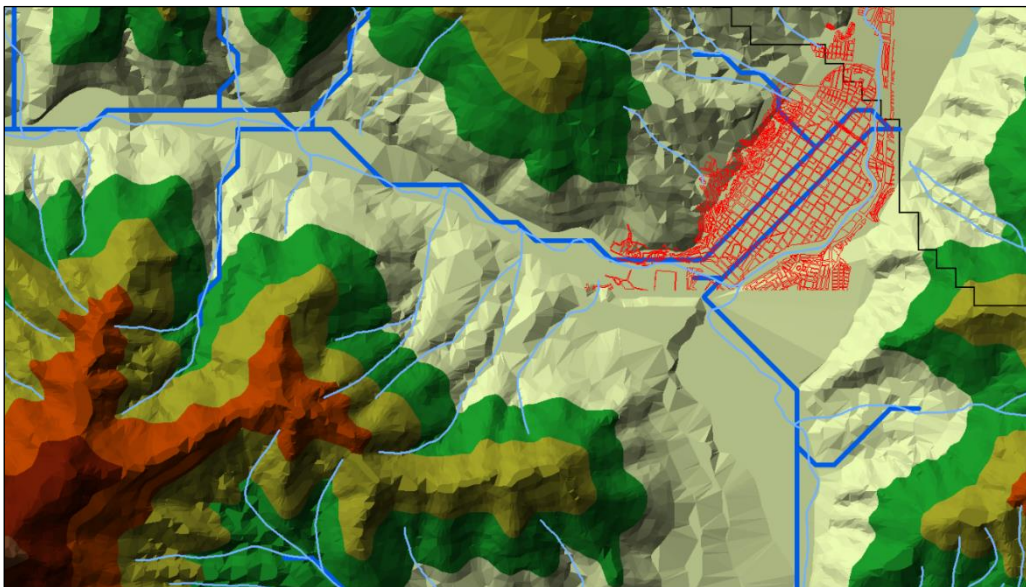


Figura 14. Simulación de Inundación con ArcGIS. Fuente. Elaboración Propia

3.6 Verificación de diseño

El sistema de alcantarillado pluvial es el conjunto de componentes construidos e instalados para recolectar, conducir, tratar y disponer las aguas pluviales. Los componentes del sistema son: canal de coronación, canal Las Moras, canal Independencia, canal Jactay y colectores (Infomedios SRL, 2008).

Canal de coronación

Está ubicado en la parte superior del asentamiento humano Aparicio Pomares y conduce las aguas de la parte alta hacia 5 zonas de descarga o quebradas cercanas, para captarlas posteriormente en los canales respectivos.

Es un canal abierto de sección trapezoidal, construido con concreto ciclópeo con una longitud de 1742 m.

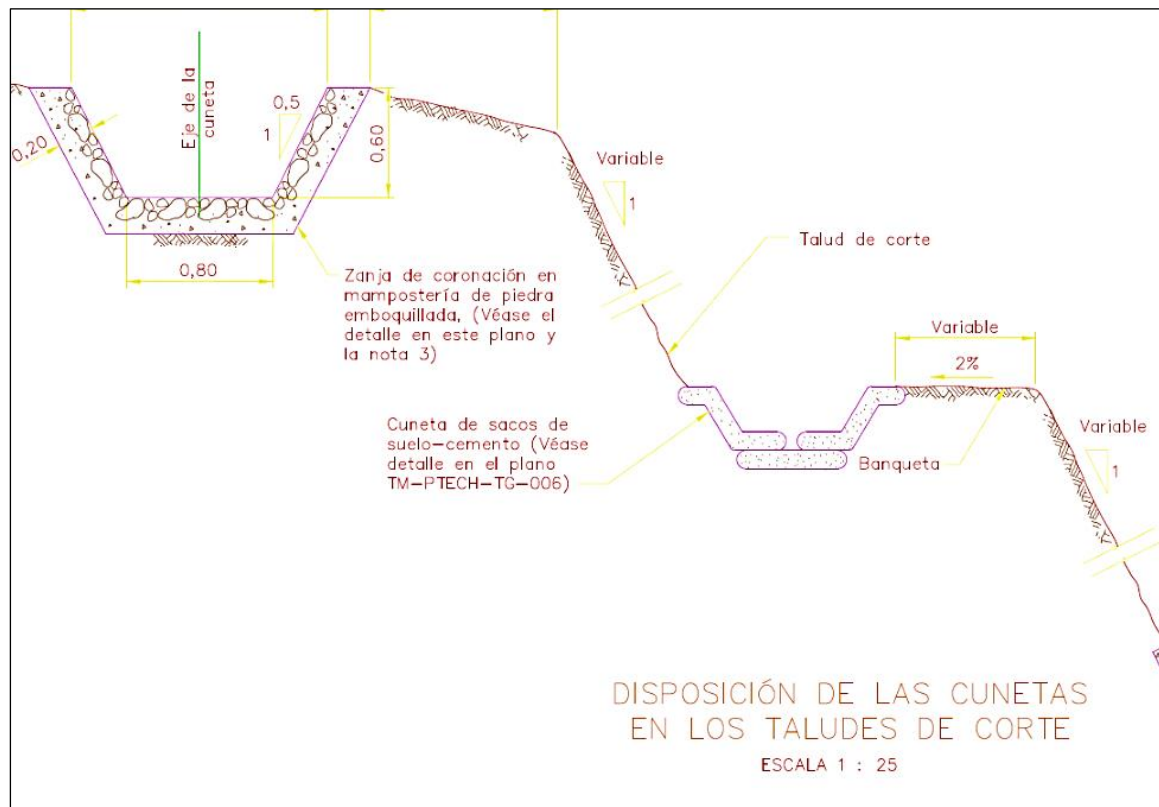


Figura 15. Cunetas en canal de coronación. Fuente. Elaboración propia

Canal Las Moras

Cuenta con muros de encauzamiento elaborados con concreto con una longitud total de 1832m distribuidos en la quebrada Puelles y la quebrada Las Moras

El canal Las Moras tiene las siguientes estructuras:

- 6 presas de gaviones (4 en Las Moras y 2 en Los Puelles)
- 3 badenes
- Estructura de descarga
- 6 puentes

Canal independencia:

Es un canal cerrado de concreto armado de sección rectangular de 2088m. durante su recorrido capta el agua de lluvia mediante sumideros transversales y de fondo. Tiene las siguientes estructuras:

- 3 captadores de solidos
- 18 sumideros transversales
- 39 sumideros de fondo
- 27 cajas de inspección
- Cunetas
- Estructura de descarga

Canal Jactay:

Es un canal cerrado de concreto armado de sección rectangular de 1535m. durante su recorrido capta el agua de lluvia mediante sumideros transversales y de fondo. Tiene las siguientes estructuras:

- 4 presa de gaviones
- 1 captador de solidos
- 14 sumideros transversales
- 25 sumideros de fondo
- 13 cajas de inspección
- Cunetas
- Estructuras de descarga
- 2 badenes

Colectores

Están contruidos de tubería de material de PVC con diámetros que varían de 500mm hasta 1100mm. los 7 colectores instalados son los siguientes:

Tabla 21

Especificaciones de Instalaciones del drenaje

COLECTOR	LONGITUD	SUMIDEROS TRANVERSALES	SUMIDEROS DE FONDO
Viña del Río	418.23	1	10
Junín	1227.25	9	24
Tarapacá	1866.70	11	33
Huánuco	1872.07	26	23
Constitución	1975.65	18	38
14 de agosto	1305.47	7	17
Huallayco	389.10	2	8

Nota: Datos longitudinales de las instalaciones del sistema de drenaje Pluvial. *Fuente:* Municipalidad de Huánuco

Cada colector cuenta con los siguientes elementos:

- Buzones de Inspección
- Sumideros Transversales
- Sumideros de Fondo
- Cunetas
- Estructuras de descarga

Área de influencia del sistema de drenaje pluvial

El sistema de drenaje pluvial está bajo la responsabilidad de SEDA HUÁNUCO S.A. el cual se encarga de la prestación de servicios de saneamiento en el ámbito de las siguientes municipalidades, Municipalidad Provincial de Huánuco, Municipalidad Provincial de Leoncio Prado y Municipalidad Distrital de Amarilis. Dentro de la provincia de Huánuco, la EPS administra los distritos de Huánuco, Pillcomarca y Amarilis. El sistema de alcantarillado pluvial solo beneficia a gran parte del distrito de Huánuco por lo tanto es donde se encuentra las zonas más críticas respecto al funcionamiento del sistema de drenaje pluvial (Infomedios SRL, 2009).

3.7 Seccionamiento por tramos la zona de estudio

Tabla 22

Seccionamiento por tramos de la Av. Pavletich e intersecciones con otros jirones

Libertad	Junín	Anyacocha	Mayro	Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
Sin sumidero, pavimento erosionado	1 sumidero en calzada, pavimento erosionado	Sin sumidero, sin pavimentación	Sin sumidero, sin pavimentación	Sin sumidero, escalera de alta pendiente	Sin sumidero, sin pavimentación	Sin sumidero, escalera de alta pendiente	Sin sumidero, sin pavimentación	3 sumideros en calzada	Sin sumidero, escalera de alta pendiente

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 23

Seccionamiento por tramos del Jr. Independencia e intersecciones con otros jirones

Libertad	Junín	Anyacocha	Mayro	Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
1 sumidero en calzada	4 sumideros de fondo	1 sumidero en calzada, pavimento erosionado	Sin sumidero	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo, pavimento erosionado	2 sumideros en calzada, 2 sumideros de fondo	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	2 sumideros en calzada,	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 24

Seccionamiento por tramos del Jr. Leoncio Prado e intersecciones con otros jirones

Libertad	Junín	Anyacocha	Mayro	Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
Sin sumidero, pavimento erosionado	4 sumideros de fondo	Sin sumidero, pavimento erosionado	Sin sumidero, pavimento erosionado	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	Sin sumidero, pavimento erosionado	Sin sumidero	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	Sin sumidero	6 sumideros de fondo

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 25

Seccionamiento por tramos del Jr. San Martín e intersecciones con otros jirones

Libertad	Junín	Anyacocha	Mayro	Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
2 sumideros en calzada, 1 de fondo	4 sumideros de fondo	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	1 sumidero en calzada, 2 de fondo, pavimento erosionado	Sin sumidero, pavimento erosionado	Sin sumidero, pavimento erosionado	2 sumideros en calzada, emanación de malos olores	Sin sumidero, pavimento erosionado	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 26

Seccionamiento por tramos del Jr. Huallayco e intersecciones con otros jirones

Libertad	Junín	Anyacocha	Mayro	Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
Sin sumidero, pavimento erosionado	1 sumidero en calzada, 2 de fondo	Sin sumidero, pavimento erosionado	Sin sumidero, pavimento erosionado	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	2 sumideros en calzada, emanación de malos olores	1 sumidero en calzada, 3 sumideros de fondo	2 sumideros en calzada	2 sumideros en calzada, pavimento erosionado	1 sumidero en calzada, 4 sumideros de fondo

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 27

Seccionamiento por tramos del Jr. Abtao e intersecciones con otros jirones

Libertad	Junín	Anyacocha	Mayro	Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
1 sumidero en calzada, 2 de fondo	1 sumidero de calzada, 2 sumideros de fondo	Sin sumidero, pavimento erosionado	Sin sumidero, pavimento erosionado	3 sumideros de fondo	Sin sumidero, pavimento erosionado	Sin sumidero, pavimento erosionado	2 sumideros en calzada	Sin sumidero	1 sumidero en calzada, 4 sumideros de fondo

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 28

Seccionamiento por tramos del Jr. 2 de mayo e intersecciones con otros jirones

Libertad	Junín	Anyacocha	Mayro	Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
1 sumidero en calzada, 1 sumidero de fondo	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	1 sumidero en calzada, 1 de fondo, pavimento erosionado	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	Sin sumidero, pavimento erosionado	Sin sumidero, pavimento erosionado	2 sumideros en calzada, 2 sumideros de fondo	Sin sumidero, pavimento erosionado	2 sumideros en calzada, 1 sumidero de fondo

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 29

Seccionamiento por tramos del Jr. 28 de julio e intersecciones con otros jirones

Junín	Anyacocha	Mayro	Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
Sin sumidero	Sin sumidero, pavimento erosionado	Sin sumidero	3 sumideros de fondo, pavimento erosionado	2 sumideros en calzada, pavimento erosionado	2 sumideros en calzada	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	1 sumidero en calzada, 2 sumideros de fondo	4 sumideros de fondo, pavimento erosionado

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 30

Seccionamiento por tramos del Jr. Hermilio Valdizán e intersecciones con otros jirones

Mayro	Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
Sin sumidero, pavimento erosionado	2 sumideros de fondo, pavimento erosionado	Sin sumidero, pavimento erosionado	Sin sumidero	2 sumideros en calzada, 1 sumidero de fondo, pavimento erosionado	Sin sumidero	4 sumideros de fondo, pavimento erosionado

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 31

Seccionamiento por tramos del Jr. Bolívar e intersecciones con otros jirones

Mayro	Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
Sin sumidero, pavimento erosionado	4 sumideros de fondo, pavimento erosionado	Sin sumidero	Sin sumidero, pavimento erosionado	2 sumideros de fondo	Sin sumidero, pavimento erosionado	5 sumideros de fondo

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 32

Seccionamiento por tramos del Jr. Manuel Alomía Robles e intersecciones con otros jirones

Tarapacá	Aguilar	Ayacucho	Huánuco	Gral. Prado	Dámaso B.
2 sumideros de fondo	Sin sumidero	1 sumidero de fondo	2 sumideros de fondo	Sin sumidero, pavimento erosionado	4 sumideros de fondo

Nota: Seccionamiento de la zona de estudio, identificando los componentes hidráulicos y estado del pavimento de la ciudad. *Fuente:* Elaboración propia

3.8 Situación actual del sistema de alcantarillado pluvial:

Según la Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT) de la SUNASS y SEDA Huánuco se determinó lo siguiente:

La situación del sistema de alcantarillado pluvial es crítica debido a la inoperatividad del canal de coronación, los constantes deslizamientos y la falta de estabilización de taludes han debilitado su estructura, factores que han causado su colapso. Esta situación no permite conducir las aguas de lluvia hacia las zonas de descarga, las quebradas ubicadas debajo de esta, para un mejor funcionamiento las escorrentías deberían ser transportadas al cauce del río Huallaga y no a las quebradas, al saturarse, descendería hacia la parte aja, existiendo una alta probabilidad de daños a las viviendas que se encuentran por debajo del canal de coronación.



Figura 16: Canal de coronación colapsado. Fuente. Elaboración propia



Figura 17. Canal de coronación con residuos. Fuente. Elaboración propia

Los sumideros transversales y los buzones de inspección, que forman parte del sistema de drenaje pluvial, se encuentran cubiertos con residuos sólidos y tierra. Dicha situación dificulta la evacuación de las aguas de lluvia.

Los buzones de inspección de los colectores principales que evacuan las aguas de lluvia del casco urbano de la ciudad de Huánuco contienen material orgánico en descomposición, proveniente de los mercados, esto origina olores desagradables. Esta situación se agrava debido a que la EPS no realiza la limpieza de los buzones de forma periódica o al menos como fue estipulado. Por todo lo señalado, el sistema de drenaje pluvial requiere ser rehabilitado. (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2016)



Figura 18. Vegetación y basura dentro de sumidero. *Fuente.* Elaboración propia

3.9 Plan de mejora

El procedimiento del plan de mejora es el siguiente, la modificación de los tramos que no cumplan con los requerimientos para un correcto funcionamiento del sistema de drenaje pluvial, la propuesta para la implementación de obras de retención a fin de evitar deslizamiento de sedimentos de la parte alta de la ciudad y por último la verificación del mantenimiento de las instalaciones del drenaje urbano.

Pavimento: Se han determinado las zonas críticas, donde se denota deficiencias del sistema de drenaje pluvial, a causa de la pavimentación dañada debido a la precipitación acumulada. Las vías de la ciudad presentan erosiones, impidiendo la fluidez del agua hacia los sumideros además de su acumulación en las fisuras del pavimento.

Tabla 33
Deterioro de pavimentación en Jr. Anyacocha

Tipo de deterioro	Severidad
Voladura (Blow up)	Medio
Grieta de Esquina	Medio
Losa Dividida	Alto
Grieta de Durabilidad (D)	Medio
Escala	Bajo
Desnivel Carril / Berma	Bajo
Grieta lineal	Alto
Parche y acometida	Bajo
Pulimento de agregado	Bajo
Bombeo	No existe
Punzonamiento	Bajo
Desconchamiento, craquelado	Alto
Descascaramiento de esquina	Medio
Descascaramiento de junta	Alto

Fuente: Elaboración Propia



Figura 19. Jirón Anyacocha. *Fuente.* Google Maps



Figura 20. Jirón Anyacocha. *Fuente.* Google Maps

Tabla 34
Deterioro de pavimentación en Jr. Tarapacá

Tipo de deterioro	Severidad
Voladura (Blow up)	Bajo
Grieta de Esquina	Medio
Losa Dividida	Alto
Grieta de Durabilidad (D)	Bajo
Escala	Medio
Desnivel Carril / Berma	Bajo
Grieta lineal	Alto
Parche y acometida	Medio
Pulimento de agregado	Bajo
Bombeo	No existe
Punzonamiento	Bajo
Desconchamiento, craquelado	Alto
Descascaramiento de esquina	Bajo
Descascaramiento de junta	Alto

Fuente: Elaboración Propia



Figura 21. Jirón Tarapacá. *Fuente.* Google Maps



Figura 22. Jirón Tarapacá. *Fuente.* Google Maps

Tabla 35
Deterioro de pavimentación en Jr. Aguilar

Tipo de deterioro	Severidad
Voladura (Blow up)	Alto
Grieta de Esquina	Alto
Losa Dividida	Alto
Grieta de Durabilidad (D)	Medio
Escala	Alto
Desnivel Carril / Berma	Bajo
Grieta lineal	Alto
Parche y acometida	Medio
Pulimento de agregado	Medio
Bombeo	No existe
Punzonamiento	Medio
Desconchamiento, craquelado	Alto
Descascaramiento de esquina	Alto
Descascaramiento de junta	Alto

Fuente: Elaboración Propia



Figura 23. Jirón Aguilar. *Fuente.* Google Maps



Figura 24. Jirón Aguilar. *Fuente.* Google Maps

Tabla 36

Deterioro de pavimentación en Jr. General Prado

Tipo de deterioro	Severidad
Voladura (Blow up)	Bajo
Grieta de Esquina	Bajo
Losa Dividida	Medio
Grieta de Durabilidad (D)	Alto
Escala	Bajo
Desnivel Carril / Berma	Bajo
Grieta lineal	Bajo
Parche y acometida	Alto
Pulimento de agregado	Alto
Bombeo	No existe
Punzonamiento	Medio
Desconchamiento, craquelado	Alto
Descascaramiento de esquina	Medio
Descascaramiento de junta	Alto

Fuente: Elaboración Propia



Figura 25. Jirón Gral. Prado. *Fuente.* Google Maps



Figura 26. Jirón Gral. Prado. *Fuente.* Google Maps

En base a lo registrado en las tablas anteriores se detalla las deficiencias de la pavimentación de las avenidas principales de la ciudad, para las condiciones de voladuras, grietas profundas, división de losa, punzonamiento y descascaramiento, se requiere el sellado de las fisuras pequeñas, el parcheo en las de mayor tamaño y en caso el daño se total se debe reemplazar la losa para asegurar efectividad al transportar fluidos. Para el caso de desnivel del carril se procede a la renivelación para hacer coincidir la altura de la superficie. Todos los procesos se debe considerar la rehabilitación de las cunetas, tanto en el llenado de fisuras como su nivelación con la berma.

Ampliación de redes del sistema de drenaje pluvial: Anteriormente se especificó la cantidad de sumideros y la longitud de toda la red de drenaje pluvial, con relación a la evaluación realizada con el software ArcGIS, se determinó que las vías más propensas a inundarse son el Jirón Independencia, el Jirón Huallayco y el Jirón 2 de mayo. Por consiguiente, se procederá a la ampliación de las instalaciones en estos sectores de la ciudad. Actualmente en el Jirón Independencia la dotación de sumideros es la adecuada, ya que cubre todas las intersecciones de la vía, por otro lado, el Jirón Huallayco y el Jirón 2 de Mayo se procederá a ampliar la cantidad de sumideros.

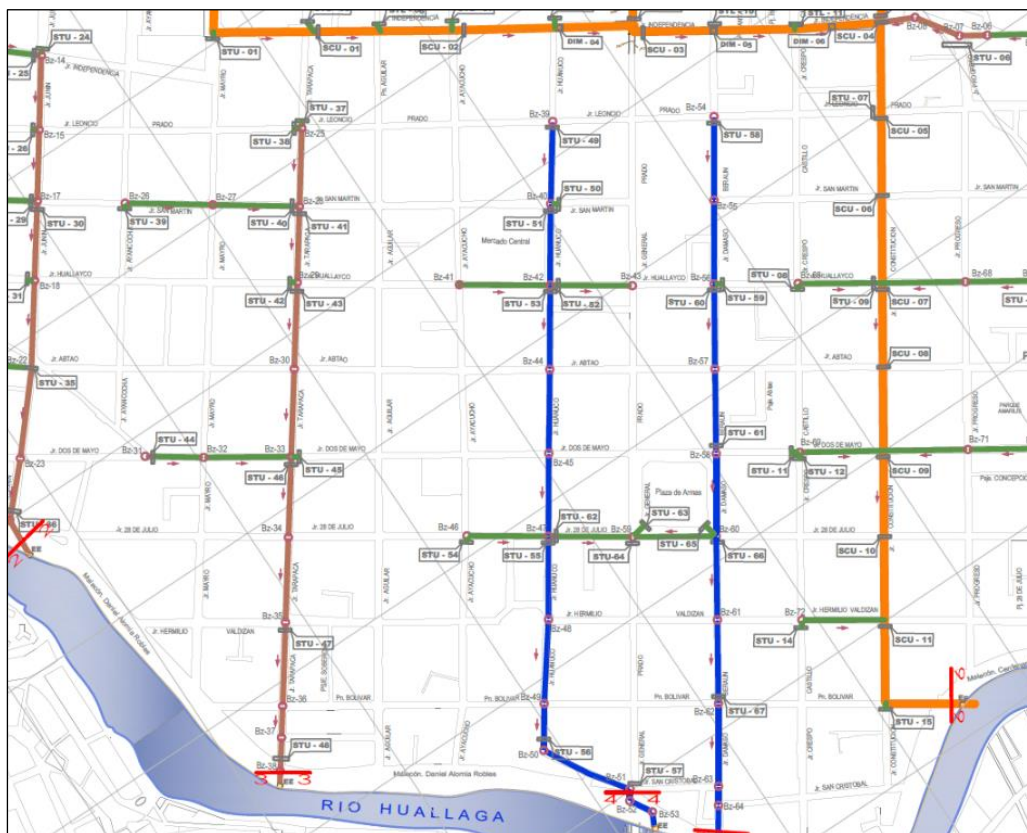


Figura 27: Distribución actual de la red de drenaje pluvial. Fuente. Municipalidad de Huánuco

En la intersección del Jirón Independencia con el Jr. Ayancocha se ocasiona escorrentías producto del aporte de la microcuenca existente, por ende, se procederá a la implementación de 2 sumideros de calzada en la intersección con Ayancocha y una de calzada en la intersección con el Jirón Mayro, para satisfacer el caudal de agua que transcurre por ese sector, continuando con el desfogue por el Jirón Independencia.

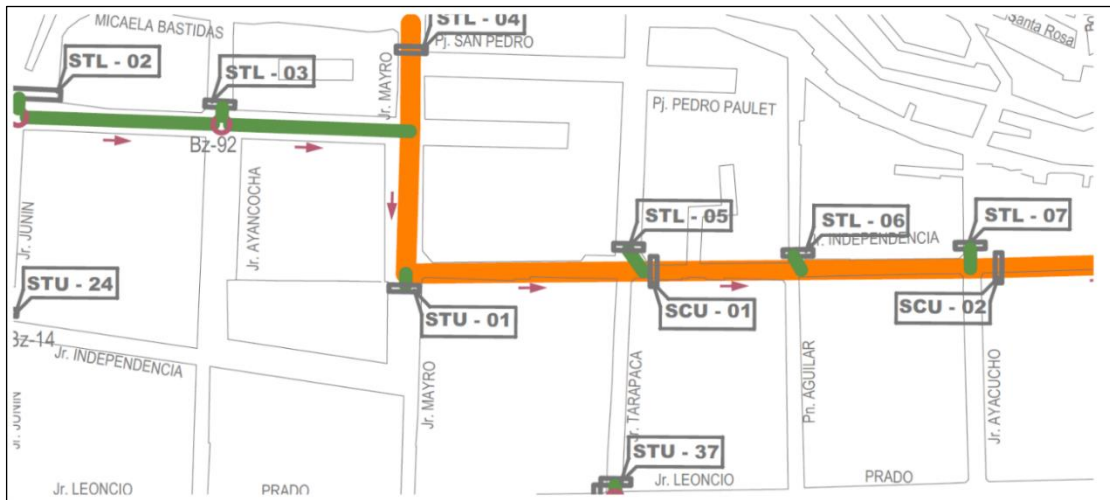


Figura 28: Jirón Independencia. Fuente: Elaboración propia

El nivel de la cota del tramo es de 1905 msnm, el caudal es 0.46 m/s, la rugosidad considerada es de 0.01, además de un tirante normal de 0.43m, por lo tanto las especificaciones de los colectores del drenaje propuesto son los siguientes, conducto de tubería, ubicado a 0.80 m de profundidad respecto a la superficie de la esquina entre el Jirón Independencia con el Jirón Anyacocha, estará provisto de 3 sumideros con rejillas de hierro adicionales a los existentes, estos sumideros cumplen la función de ductos de inspección y mantenimiento. Se detalla las modificaciones en la siguiente figura.

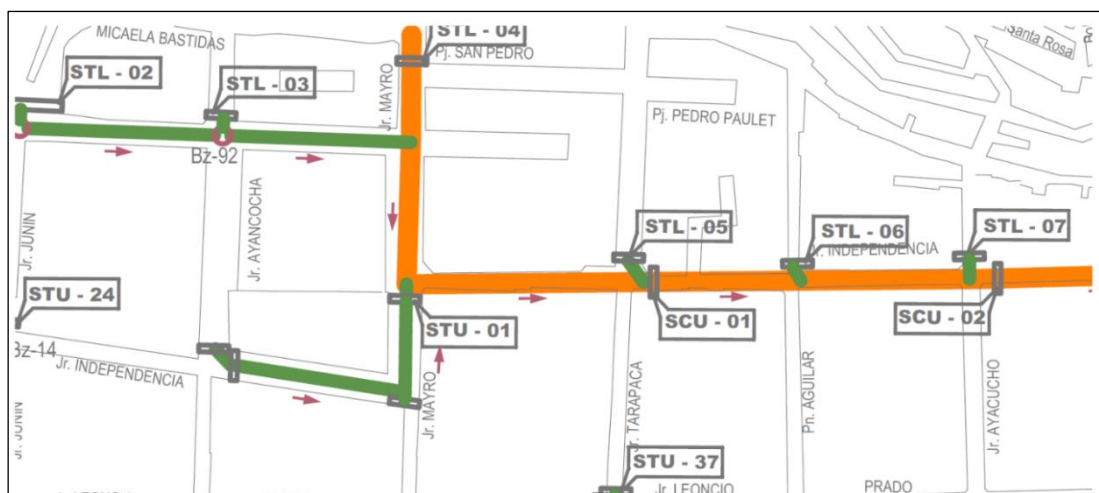


Figura 29: Jirón Independencia. Fuente: Elaboración propia

En el caso del Jirón Huallayco se nota la ausencia de colectores en las intersecciones con el Jirón Anyacocha, el Jirón Mayro, El Jirón Aguilar y el Jirón Ayacucho. De acuerdo con la simulación por el programa ArcGIS, estas zonas están muy propensas a inundaciones, debido al nivel del terreno respecto a las otras vías. por consiguiente, se propone la implementación de colectores y buzones en las intersecciones de las vías mencionadas.



Figura 30. Jirón Huallayco. Fuente. Elaboración propia

El nivel de la cota en el Jirón Huallayco va desde los 1897.4 m hasta los 1903.5 m con dirección de este a oeste, el caudal es de 0.29 m/s, la rugosidad del material es de 0.01, reporta un tirante normal de 0.35m en referencia a estas características se han implementado conductos de tubería a 0.80 m de profundidad, las escorrentías del Jirón Anyacocha y el Jirón Mayro serán dirigidos al colector del Jirón Tarapacá, por otro lado las escorrentías del Jirón Aguilar y el Jirón Ayacucho serán conducidos por el colector del Jirón Huánuco. Ambas implementaciones contarán con sumideros con rejillas de fierro, el canal de concreto interno será de 0.70 m de profundidad y de 1.50m de profundidad en la conexión con la tubería. En la siguiente imagen se representan las modificaciones



Figura 31. Jirón Huallayco. Fuente. Elaboración propia

La mayor parte del Jirón 2 de Mayo no cuenta con sumideros en las intersecciones con otros jirones, esta situación se da con el Jirón Mayro. El Jirón Aguilar, el Jirón Ayacucho y el Jirón General Prado. Las escorrentías ingresan por el lado oeste de la zona, acumulándose a lo largo del Jirón 2 de Mayo y afectando a las vías colindantes. Se propone la implementación de sumideros con conducción hacia los colectores existentes.



Figura 32. Jirón Dos de Mayo. Fuente. Elaboración propia

El nivel de la cota del Jirón Dos de Mayo es de 1896.5 m hasta los 1900 m con dirección de este a oeste, el caudal de precipitación es de 0.65 m/S, la rugosidad considerada es de 0.01, cuenta con un tirante normal de 0.52 m. De acuerdo con las especificaciones dadas se implementará conductos de tubería a una profundidad de 0.80m respecto a la superficie, las escorrentías del Jirón Mayro y el Jirón Aguilar serán conducidos hacia el colector del Jirón Tarapacá, el cual desfoga en el río Huallaga, por otra parte, las escorrentías del Jirón Ayacucho y el Jirón General Prado serán transportados por el colector del Jirón Huánuco. Estarán compuestos por sumideros de fierro y un canal interno de 0.70m de profundidad.



Figura 33. Jirón Dos de Mayo. Fuente. Elaboración propia

Obras de contingencia: En esta parte de la investigación se procede con el diseño de las obras de contingencia, la función que cumplen es evitar el descenso de las escorrentías que producen el arrastre de sólidos hacia la parte urbana, generalmente se acumulan en zonas donde la pendiente del terreno disminuye, por tal razón las zonas de mayor acumulación de residuos son el Jirón General Prado, entre el pasaje Fernández y el Jirón San Martín, el Jirón Independencia en la intersección con el Jirón Ayacucho.

Se plantea el diseño de gaviones de piedra en mallas de triple torsión, colocados en la parte alta de la Quebrada Independencia, De acuerdo con el estudio de suelos se tiene 4 capas de suelo que son, limo gravoso, arena mal graduada, arena limosa y grava arcillosa. A continuación, se adjunta el cálculo de verificación del diseño del gavión en base a los siguientes datos:

Tabla 37

Datos de diseño de Gavión

Descripción		Valor	Unidades
Peso específico de la roca	γ_r	2.8	tn/m ³
Peso específico del suelo	γ_s	1.8	tn/m ³
Esfuerzo neto del suelo	σ_s	2	Kg/cm ²
Coefficiente de fricción del suelo	θ	30°	
Altura de diseño	h	3	m

Fuente. Elaboración propia

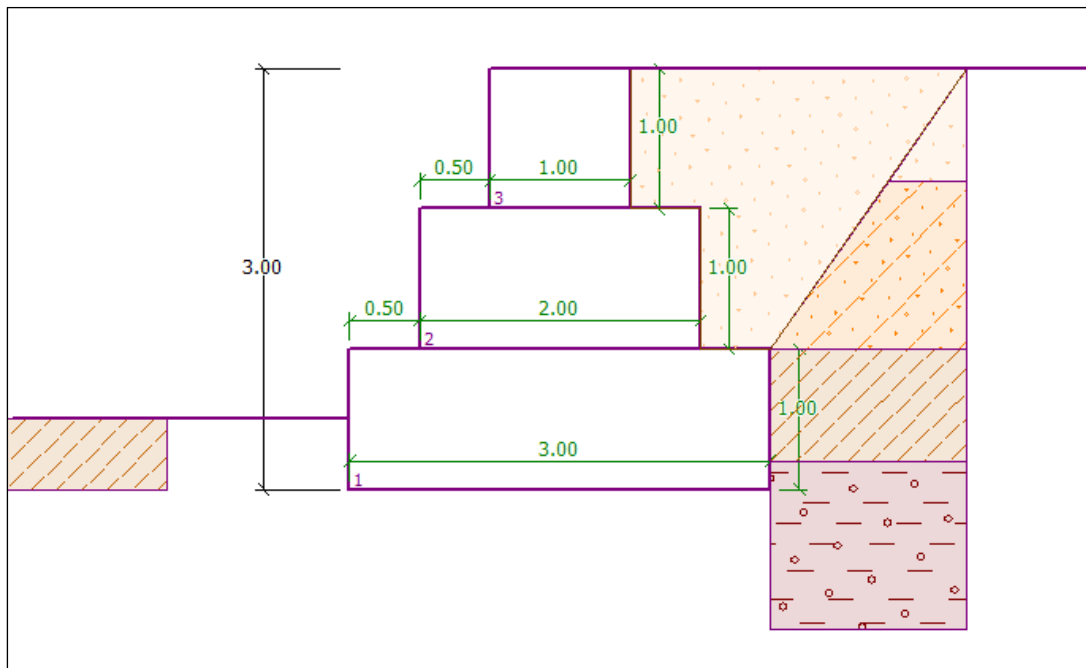


Figura 34. Diseño de Gavión con uso de GEO5. *Fuente.* Elaboración propia

Tabla 38

Diseño de muros de gaviones

Parámetros del terreno	valor	unidad
Coefficiente de presión activa (K_a)	0.33	
Densidad del terreno (γ_s)	1.80	tf/m ³
Altura libre de diseño (H)	3.00	m

Nota: el coeficiente de presión afectiva dado por el Ingeniero de suelos contiene los efectos dinámicos que el terreno causa sobre él.

Tabla 39

Distribución de presiones

Presión	valor	unidad
$P=K_a * \gamma_s * H=$	1.782	t/m/m
$P'=K_a * \gamma_s * H'=$	0.00	t/m/m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

Cálculo de empuje activo

Empuje activo	valor	unidad
$E_{pt}=H(P/2+P')=$	2.673	t/m
$Brazo=H^2(P'/2+P_6)/E_{pt}=$	1.00	m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Fuerzas resistentes

Elemento	Fuerza (tf/m)	Brazo (m)	Momento (tf*m/m)
Gaviones	13.44	1.50	20.16
Cuñas de relleno	2.70	2.58	6.98
$\Sigma F_{vo}=$	16.14	ΣM_{vo}	27.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Fuerzas actuantes en el gavión

Sumatoria de fuerzas específicas	valor	unidad
$\Sigma F_{\gamma}=(E_p-E_a)$	2.673	t/m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

Momento por volcamiento

Sumatoria de momentos específicos	valor	unidad
$\Sigma M\gamma = Ept \times \text{Brazo}$	2.67	tf x m / m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Volcamiento de gavión

Factor de seguridad por volcamiento	Caso de relleno en un solo lado	
$\Sigma M\gamma / \Sigma M_{vo}$	10.15	≥ 2.00 Ok

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Deslizamiento de gavión

Factor de seguridad al deslizamiento	Caso de relleno en un solo lado	
$F = f \times SFV$	9.32	
$f =$	0.58	
$b = F / SFh =$	3.49	≥ 2.00 Ok

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Posición de la resultante

Punto de aplicación de la normal	resultante	
$x = DSM_{vo} / SF_{vo}$	$(27.135 - 2.673) / 16.14$	1.52m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Excentricidad de gavión

Cálculo de excentricidad	Parámetros	
$e = (L/2) - x$	$1.50 - 1.52 = -0.02$	$< e \text{ máx} = (L/6) = 0.50$ Ok

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48

Verificación del segundo bloque

Parámetros del terreno	valor	unidad
Coefficiente de presión activa (K_a)	0.33	
Densidad del terreno (γ_s)	1.80	tf/m ³
Altura libre de diseño (H)	2.00	m

Nota: el coeficiente de presión afectiva dado por el Ingeniero de suelos contiene los efectos dinámicos que el terreno causa sobre él.

Tabla 49

Distribución de presiones del segundo bloque

Presión	valor	unidad
$P=K_a * \gamma_s * H=$	1.188	t/m/m
$P'=K_a * \gamma_s * H'=$	0.00	t/m/m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50

Fuerzas resistentes en el segundo bloque

Elemento	Fuerza (tf/m)	Brazo (m)	Momento (tf*m/m)
Gaviones	6.72	1.00	6.72
Cuñas de relleno	0.90	1.75	1.58
$\Sigma F_{vo}=$	7.62	ΣM_{vo}	8.295

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51

Fuerzas actuantes en el segundo bloque

Sumatoria de fuerzas específicas	valor	unidad
$\Sigma F_{\gamma}=(E_p-E_a)$	1.19	t/m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Momento por volcamiento en el segundo bloque

Sumatoria de momentos específicos	valor	unidad
$\Sigma M_{\gamma}=E_p \times \text{Brazo}$	0.79	tf x m / m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53

Volcamiento en el segundo bloque

Factor de seguridad por volcamiento	Caso de relleno en un solo lado	
$\Sigma M_{\gamma} / \Sigma M_{vo}$	10.47	≥ 2.00 Ok

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54

Deslizamiento en el segundo bloque

Factor de seguridad al deslizamiento		Caso de relleno en un solo lado	
F= f x SFV		3.81	
f=		0.50	
b=F/SFh=	3.21	≥ 1.50	Ok

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55

Posición de la resultante en el segundo bloque

Punto de aplicación de la normal		resultante
x= DSM _{vo} / SF _{vo}	(8.295 – 0.792) / 7.62	0.98m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56

Excentricidad del segundo bloque

Cálculo de excentricidad	Parámetros		
e = (L/2) - x	1.00 – 0.98 = 0.02	< e máx =	(L/6) = 0.33 Ok

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los cálculos se determina que el gavión diseñado cumple con las condiciones de estabilidad con relación al tipo de suelo en la zona de estudio, la verificación está condicionada a los parámetros indicados en las tablas de volcamiento, deslizamiento y excentricidad.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio hidrológico, topográfico y de suelos fueron semejantes a los usados en los estudios de (Gallardo Pinedo, 2017), esto se debe a que ambas investigaciones se desarrollaron en el departamento de Huánuco, pero tuvieron diferentes objetivos en cuanto a tipo de estructura evaluada. En la investigación mencionada buscaba mejorar la pavimentación de una zona de alto tránsito, para este estudio, se relacionó con el estado del pavimento de la ciudad de Huánuco y la efectividad de las cunetas, se concluyó que es similar el estado defectuoso de la pavimentación, las constantes precipitaciones han desgastado la superficie de rodadura de las vías, demostrando la importancia de la elaboración de estudios hidrológicos, topográficos y de suelos para la proyección de obras en un zona de frecuentes lluvias como lo es la ciudad de Huánuco.

En la tesis de (Yañez Portal, 2014), el cual busca evaluar la eficiencia de un sistema de drenaje pluvial en base a un programa computarizado, concluye que las dimensiones de las cunetas no son suficientes para transportar los fluidos pluviales, por ende, propuso la modificación de estos tramos, donde recalca la importancia de la automatización de procedimientos para la evaluación y diseño, donde es recomendable aplicar criterios profesionales respecto al campo de la ingeniería. Esto coincide con lo propuesto de esta investigación ya que se hizo uso del programa ArcGIS para determinar las zonas más vulnerables a inundarse, lo que ayudo a lograr resultados de manera más rápida y confiable, por otro lado, también se coincide con los resultados de su evaluación al mencionar que el diseño no era el adecuado para la zona, en el caso de esta investigación debido a las deficiencias encontradas en el diseño por causas hidrológicas y climatológicas.

En el caso de los estudios de (Domingos Da Silva, 2015) y (Rojas Naira & Humpiri Pari, 2016), se concluye la modificación de un diseño de drenaje pluvial ya ejecutado por causa de inconsistencias en el diseño, por no considerar todos los resultados de los estudios efectuados durante la elaboración del proyecto. Ambos estudios realizan un replanteamiento completo del diseño de drenaje urbano, donde tienen como prioridad diseñar un sistema eficiente y proceso constructivo económico con la ayuda de un software llamado SWMM. Estas conclusiones aportan a mi investigación donde también demuestro la importancia de los estudios previamente al desarrollo del proyecto, además de proponer las modificaciones correspondientes en las zonas críticas y de acuerdo con lo estipulado por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En la tesis de (Rivadeneira Molina, 2012) se propuso un sistema de drenaje pluvial con el propósito de optimizar las condiciones de habitabilidad en esa zona de estudio, para su desarrollo se decidió que el material de las tuberías sería de PVC, ya que facilita el proceso de construcción, además de la implementación de obras de contingencia como gaviones en la parte alta de la localidad. En referencia a esta investigación se tiene la misma finalidad, ya que un proyecto de construcción busca mejorar la calidad de vida de la población que esté involucrada, además del uso del PVC está aprobado por las Normas Técnicas Peruanas en las instalaciones por su mayor trabajabilidad y facilidad de reposición.

En el caso de obras de contingencia se demuestra su importancia como medio para evitar el transporte de sedimentos hacia la zona urbana, lo que genera pérdidas humanas y económicas. En el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco se cuenta con Zanjas de coronación que retienen todos los residuos que descienden y los gaviones de piedra que evitan que se forme grandes masas de lodo y rocas. Estas obras requieren un mantenimiento permanente para su correcta funcionalidad, punto que contrasta con la conclusión de la investigación de (Yañez Portal, 2014). Se debe poner principal énfasis en este procedimiento, que debe ser ejecutado de acuerdo con lo planeado en el expediente para asegurar un sistema de drenaje eficiente por mucho más tiempo.

La saturación por lodo de los canales internos, la falta de sumideros en zonas críticas, el colapso del canal de coronación, la mala ubicación del desfogue de la parte alta hacia las quebradas y no al río Huallaga, el pavimento erosionado, la falta de gaviones y la estabilización de talud en las zonas elevadas contribuyen a que el sistema de drenaje pluvial actualmente no opere correctamente, por lo que se requiere la rehabilitación de las estructuras existentes, la implementación de gaviones, en lo competente a la investigación se propone el gavión compuesto de rocas y mallas de triple torsión de metros de altura ubicados en la Quebrada Independencia, la redirección del canal de coronación evitaría que los sedimentos se desvíen a la zona urbana, además se debe solucionar el conflicto existente entre la Municipalidad de Huánuco y la empresa Seda Huánuco que consiste en quien es el responsable del mantenimiento del drenaje debido a la falta de recursos económicos.

V. CONCLUSIONES

- Se concluye que el diseño del sistema de drenaje pluvial influye en la evaluación, debido a que es deficiente en muchos sectores de la ciudad, por causas hidrológicas, esto se demuestra notando la falta de más sumideros y colectores en los principales jirones de la ciudad.
- Se propone la implementación de sumideros adicionales en las zonas más propensas a inundarse, las cunetas que son los responsables de transportar las escorrentías hacia los colectores, son deficientes por sus dimensiones y el estado de conservación en el que se encuentra la pavimentación de la ciudad.
- Se requiere la implementación de obras de contingencia, en este caso se propuso la adición de gaviones en la Quebrada Independencia, por causa del aporte de caudal de precipitación y sedimentos que descienden de esa microcuenca hacia la zona urbana, complementado a la zanja de coronación, disipadores de energía y captador de sólidos ya existentes en la parte alta de la ciudad, redirigiéndolo hacia el cauce del río Huallaga.
- El estado de conservación del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Huánuco es deficiente, la ausencia de obras hidráulicas en algunos sectores y la falta de mantenimiento han reducido drásticamente su tiempo de vida.
- La recolección de datos en el lugar ha demostrado que los sumideros están saturados de lodo al nivel de la superficie de las rejillas
- En otros tramos del drenaje se observa la presencia de vegetación dentro de los canales internos de los sumideros.
- En los alrededores del mercado modelo de la ciudad de Huánuco se han formado focos infecciosos dentro de los sumideros por la acumulación de desechos orgánicos, esto genera un olor desagradable que podría ser causa de enfermedades respiratorias al sector de la población más vulnerable como niños y ancianos.
- El colapso del canal de coronación se produce al estar sobre terreno inestable, se requiere reforzar las bases del canal y la rehabilitación de la estructura.
- La situación de las estructuras en la parte alta está saturada por los sedimentos que se depositaron sobre ella, debe existir el proceso de descolmatación periódicamente, especialmente antes del inicio de temporada de lluvias.
- En conclusión, el proceso de mantenimiento es poco frecuente, por lo tanto, se debe destinar recursos económicos para su ejecución por parte de las autoridades correspondientes.

VI. RECOMENDACIONES

- Es recomendable para futuros proyectos de drenaje tomar en cuenta todos los estudios realizados para la elaboración de un diseño eficiente, evitando la reducción de costos con otros fines.
- Se recomienda la colocación de sumideros en las intersecciones de las vías, generalmente las que se encuentren en zonas de cota menor a las otras, para evitar empozamientos en el pavimento.
- Es recomendable realizar la estabilización de talud con el fin de evitar el deslizamiento del terreno, principalmente en las zonas donde se colocarán estructuras que generan cargas por gravedad para evitar su colapso.
- Se recomienda colocar las zonas de descarga de los canales ubicados en la parte alta a transcurso de agua como ríos y no quebradas o zonas de las mismas características, debido al peligro latente de su saturación y probable colapso.
- Se recomienda para procesos de evaluación, realizarlos con varios métodos a fin de obtener resultados más certeros y proceder a compararlos, optando por el que se obtenga confiabilidad en los resultados.
- Se recomienda realizar interrogantes a la población, para obtener referencias que faciliten la investigación en transcurso.
- Es recomendable la elaboración del proyecto con materiales de buena calidad, lo que garantiza mayor perdurabilidad.
- Se recomienda la implementación de sistemas de mantenimiento frecuentes, más económicos y eficientes, donde intervenga el municipio de la localidad y la empresa privada responsable del servicio.

VII. REFERENCIAS

Ahora. (10 de abril de 2017). Por drenaje pluvial piden reparación civil. *Diario Ahora*, pág. 10.

Angheben, E., Romanazzi, P., Calvetty Ramos, G., & Bonardo Leandro. (2017).

Aplicación del modelo SWMM para el diagnóstico de un sistema pluvial urbano singular en una localidad del Noreste Bonaerense. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires.

Antonio Carpio, H., García Sigarán, N. C., & Tobías Hernández, K. C. (2011). *Propuesta de diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del casco urbano y colonia "La Entrevista" del municipio San Cayetano Istepeque, departamento de San Vicente*. San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador.

Autoridad Nacional del agua. (2016). *Priorización de cuencas para la gestión de los recursos hídricos*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.

Borja Suárez, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.

Cipponeri, M., Biagioni, J., Larrivey, G., Angheben, E., Trovatto, M., Salvioli, M., & Calvo, G. (2017). *Vulnerabilidad de la población a precipitaciones que exceden la capacidad del sistemas de desagües pluviales*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.

Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Ciudad de México, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Domingos Da Silva, D. (2015). *Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial, empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda*. La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría.

El Informante Perú. (19 de octubre de 2008). *Actualidad Municipal*. Obtenido de Drenaje en Huánuco se construye de acuerdo a expediente técnico:

<http://www.elinformanteperu.com/actualidad.php?idarticulos=32436>

- El Informante Perú. (22 de abril de 2009). *Actualidad Municipal*. Obtenido de Alcalde de Huánuco Rindió cuentas en audiencia publica sobre la gestión 2008:
<http://www.elinformanteperu.com/actualidad.php?idarticulos=37391>
- Estela Leiva, P. K., & Vela Espíritu, T. (2010). *Drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco*. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Gallardo Pinedo, D. E. (2017). *Diseño de la vía urbana y el mejoramiento hidráulico de obras de arte en el Malecón Los Incas, Urbanización de Paucarbamba, distrito de Amarilis, Huánuco*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.
- García, J. H., Galindo, J. R., & Pedraza, J. A. (2014). *Evaluación y diagnóstico del sistema actual de alcantarillado del barrio Madelena en la localidad de Ciudad Boívar*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Granda Acha, R. R. (2013). *Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la urb. Angamos*. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Infomedios SRL. (19 de octubre de 2008). *Drenaje de Huánuco se construye de acuerdo a expediente*. Obtenido de El Informante Perú:
<http://www.elinformanteperu.com/actualidad.php?idarticulos=37391>
- Infomedios SRL. (22 de abril de 2009). *Alcalde de Huánuco rindió cuentas en audiencia pública sobre gestión 2008*. Obtenido de El Informante Perú:
<http://www.elinformanteperu.com/actualidad.php?idarticulos=37391>
- Maldonado Lozano, A., & Paredes Aguilar, L. (2015). *Soluciones tecnológicas para el diseño de secciones permeables en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2011). *Manual de hidrolgía, hidráulica y drenaje*. Lima, Perú: Laboratorio DEE.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El Peruano.
- Morales Cabello, L. M. (2014). *Estructuras de drenaje sustentable para elaborar proyectos de drenaje pluvial urbano - aplicado al barrio de Sumbe - Angola*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

- Página 3. (3 de abril de 2018). Seda Huánuco devolverá el drenaje pluvial al Municipio.
Diario Página 3.
- Palacios Ruiz, A. (2008). *Acueductos, cloacas y drenajes*. Caracas, Venezuela:
Publicaciones Universidad Católica Andrés Bello.
- Pavan Kumar, K., Kumar Barik, D., & Manideep, C. (2015). A comparative study of storm water drainage methods for urban storm management. *Indian Journal of Science and Technology*.
- Rivadeneira Molina, J. (2012). *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del barrio "La Campiña del Inca" Cantón Quito, Provincia de Pichincha*. Quito, Ecuador:
Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Rojas Marmolejo, S. (2018). *Cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano en zonas de Huancavelica, Junín y Ayacucho*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Rojas Naira, P. C., & Humpiri Pari, V. H. (2016). *Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del software SWMM*. Juliaca, Perú: Universidad Nacional del Antiplano.
- Sánchez San Román, J. (2017). *Hidrología superficial y subterránea*. Salamanca, España:
Universidad de Salamanca.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (15 de mayo de 2017). *Datos históricos*. Obtenido de http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (27 de setiembre de 2017). *Quiénes somos*. Obtenido de <http://www.senamhi.gob.pe/?p=nosotros>
- Sundara Kumar, P., Manoj Srivatsav, P., Sreekanth Reddy, S., Santhi, T., Anjaneya, M., & Praveen, T. (2015). Storm Water Drainage Design (Case Study Vijayawada). *International Journal of Earth Sciences and Engineering*.
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2016). *Determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a empresa municipal de servicios de agua potable y alcantarillado de Huánuco Sociedad*

Anónima - SEDA Huánuco S.A. Para el quinquenio regulatorio 2016 - 2021.

Huánuco: Gerencia de Regulación Tarifaria.

Vega Panaifo, J. R., & Chávez Dávila, X. W. (2017). *Factores que determinan el descontento social por la construcción del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco: Periodo 2012 - 2016*. Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Ventura Rivera, Y. (2009). *Pistas construidas por el "Consortio Aguas" en el drenaje pluvial se estan hundiendo*. Obtenido de Heraldo 21:
<http://heraldo21.blogspot.com/2009/01/que-pena-y-verguenza-me-dan-los.html#.Wy1iuFVKjIU>

Villón Bejar, M. (2002). *Hidrología*. Cartago, Costa Rica: Editorial Villón.

Yañez Portal, E. P. (2014). *Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.

Zavala Carrión, B., & Vilchez Mata, M. (2006). *Estudios de riesgos geologicos en la región Huánuco*. Lima, Perú: INGEMMET.

Zevallos, L. (23 de Octubre de 2014). *Observan sumideros del drenaje pluvial*. *Diario Correo*.

ANEXOS

Anexo 1.

Matriz de consistencia “Evaluación del sistema de drenaje pluvial y plan de mejora en la ciudad de Huánuco, 2018”

PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL	V. 1	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿En qué estado se encuentra el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco y qué plan de mejora requiere?	Evaluar en qué estado se encuentra el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco y proponer un plan de mejora.	El estado del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco es deficiente por lo tanto requiere un plan de mejora.	V1: Evaluación del sistema de drenaje pluvial	D1: Caudal de precipitación	I1. Coeficiente de escorrentía I2. Área de superficie I3. Intensidad de precipitación	Método: Científico
				D2: Sección y material del sistema de drenaje pluvial	I1. Capacidad I2. Pendiente I3. Rugosidad	Tipo: Aplicada
				D3: Diagnóstico por tramos	I1. Eficiente I2. Regular I3. Deficiente	Nivel: Descriptivo
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	V. 2	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿En qué forma influye el diseño, en la evaluación del sistema de drenaje pluvial y la elaboración del plan de mejora?	Analizar de qué manera influye el diseño en la evaluación del sistema de drenaje Pluvial y la elaboración del plan de mejora en la ciudad de Huánuco.	El diseño influye de manera considerable en la evaluación del sistema de drenaje pluvial y el plan de mejora en la ciudad de Huánuco.	V2: Plan de mejora	D1: Modificación del diseño	I1. Completa I.2 Parcial I.3 No se requiere	Diseño: No Experiment al
¿De acuerdo con la evaluación del sistema de drenaje pluvial, qué obras de retención se implementarán en el plan de mejora?	Determinar que obras de retención se propondrán en el plan de mejora de acuerdo con la evaluación del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Huánuco.	Se requiere la implementación de obras de retención como gaviones de acuerdo con la evaluación del sistema de Drenaje Pluvial en la ciudad de Huánuco.		D2: Obras de retención	I.1.Datos hidrológicos I.2.Datos de suelos I.3.Viabilidad	Población: Ciudad de Huánuco Muestra: Zona urbana
¿De acuerdo con la evaluación del sistema de drenaje pluvial, con qué frecuencia se realiza el mantenimiento y qué aspectos requiere un plan de mejora?	Conocer la frecuencia con que se realiza el mantenimiento de acuerdo con la evaluación del sistema de drenaje pluvial e identificar qué aspectos requieren un plan de mejora.	De acuerdo con la evaluación del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Huánuco el mantenimiento es poco frecuente y ciertos aspectos requieren un plan de mejora.		D3: Mantenimiento	I.1. Frecuente I.2.Poco frecuente I.3.Nula	Técnica: Observación directa Instrumento: Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2.

Estado de conservación de sumideros



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 3.

Acumulación de residuos en sumidero



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 4.

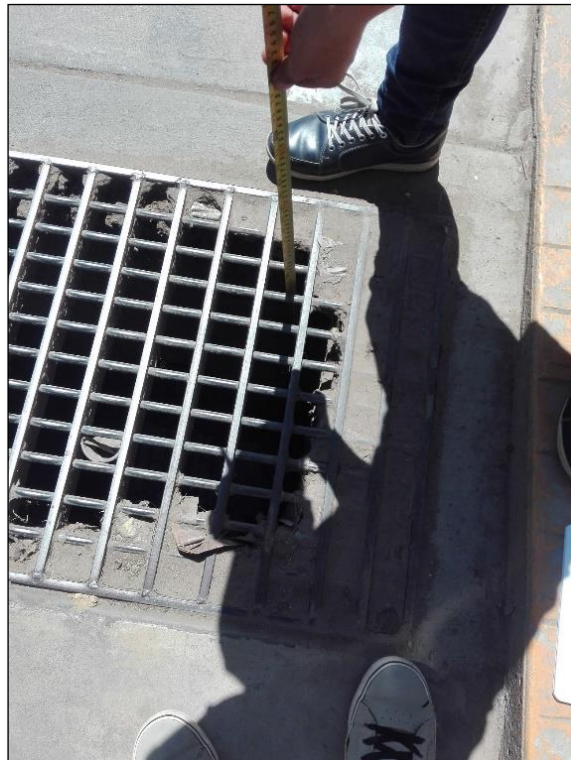
Medición de profundidad de sumidero de fondo



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 5.

Medición de profundidad de sumidero de calzada



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 6.

Medición de ancho de sumidero de fondo



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 7.

Recolección de datos



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 8.

Escorrentías en pavimentación del Jr. Junín



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 9.

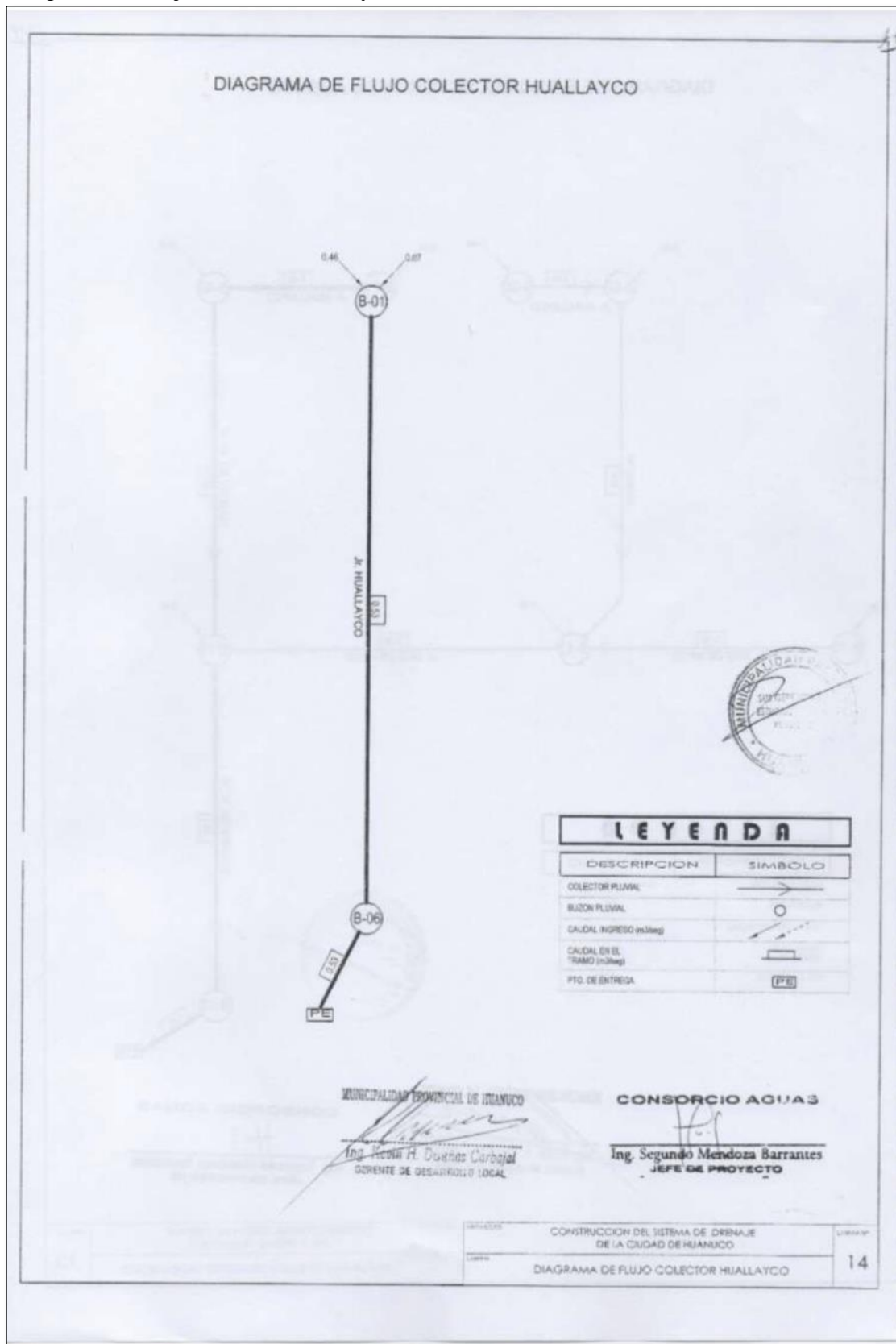
Formulario único de trámite

FORMULARIO ÚNICO DE TRAMITE		1. SELLO Y FIRMA DE RECEPCIÓN	
www.munihuano.gov.pe		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL HUÁNUCO SUB GERENCIA ADMINISTRACIÓN DOCUMENTARIA	
Nº 105725		RECIBIDO	
2. ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUÁNUCO		04 MAYO 2018	
3. PETICIÓN		EXP. Nº 201814720	
Planos y estudios técnicos de drenaje pluvial pines académicos		Hora: 10:55 P. 102	
4. DATOS GENERALES		Para uso exclusivo del Módulo de Almacén	
APELLIDOS Y NOMBRES			
Salazar Camacho, Kevin David			
5. DOMICILIO			
Calle 12 P. Joven Pomares H. 6 Lt. 28		Nº Int. Mz. Lote	
() AVENIDA () JIRON () CALLE () PASAJE () URBANIZACIÓN () AAHH (X) PUEBLO JOVEN, ETC		7 6 7 5 3 0 3 4	
6. RUC		7. CORREO ELECTRONICO Y/O TELÉFONO	
		04kevindsc@gmail.com	
9. FUNDAMENTO DEL PEDIDO		8. DNI	
Solicito su despacho de Gerencia de desarrollo Local que me facilite la obtención de los planos hidráulicos de drenaje pluvial, el plano topográfico de la ciudad, estudio de suelos e hidrológicos de la ciudad de Huánuco referente al sistema de drenaje pluvial, para la elaboración de la tesis llamada "Evaluación del sistema de drenaje pluvial y plan de mejora en la ciudad de Huánuco". Agradezco su atención.			
10. DOCUMENTOS ADJUNTOS		FIRMA DEL SOLICITANTE	
Copia de DNI			

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 10.

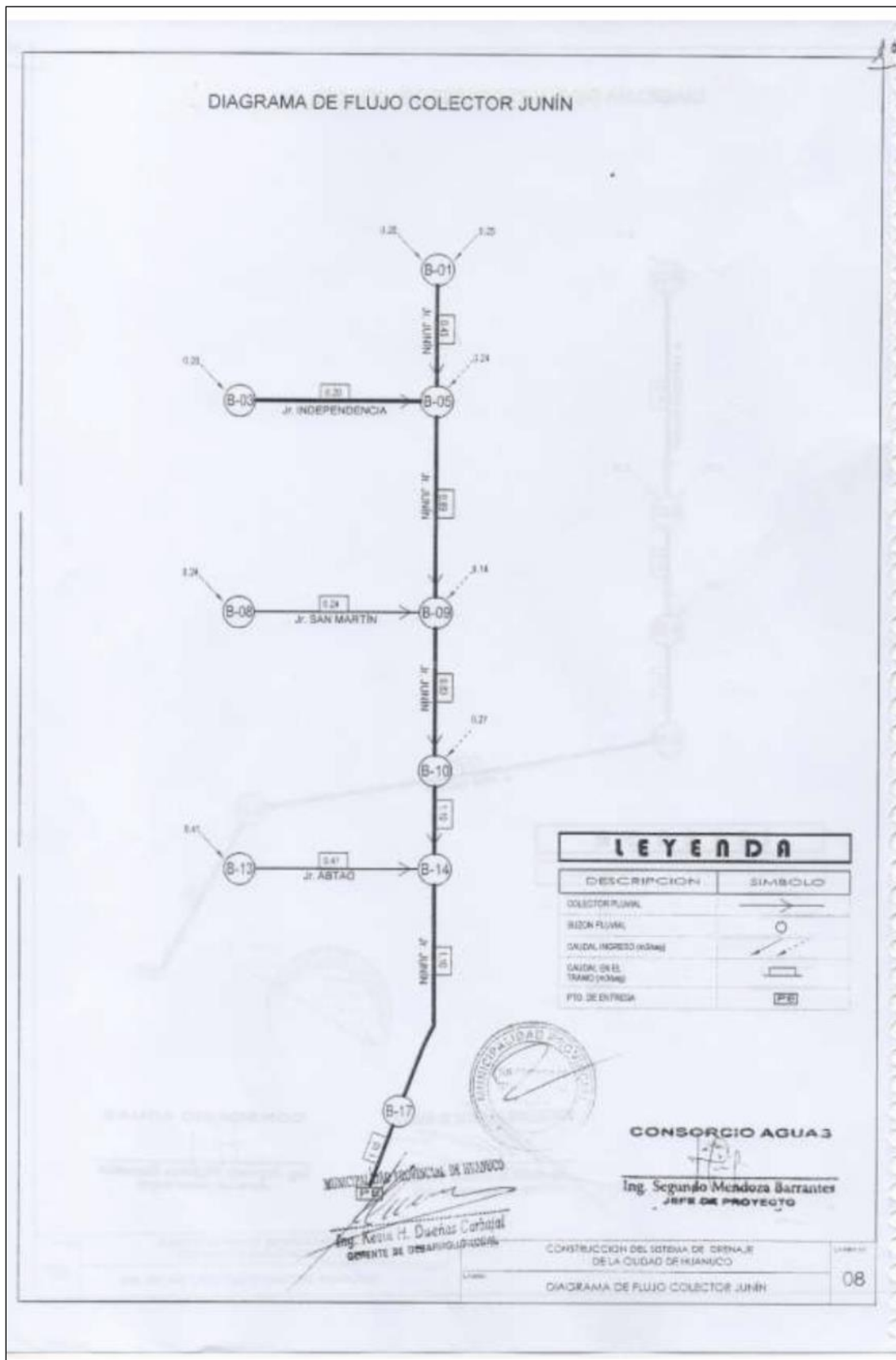
Diagrama de flujo colector Huallayco



Fuente. Municipalidad de Huánuco

Anexo 11.

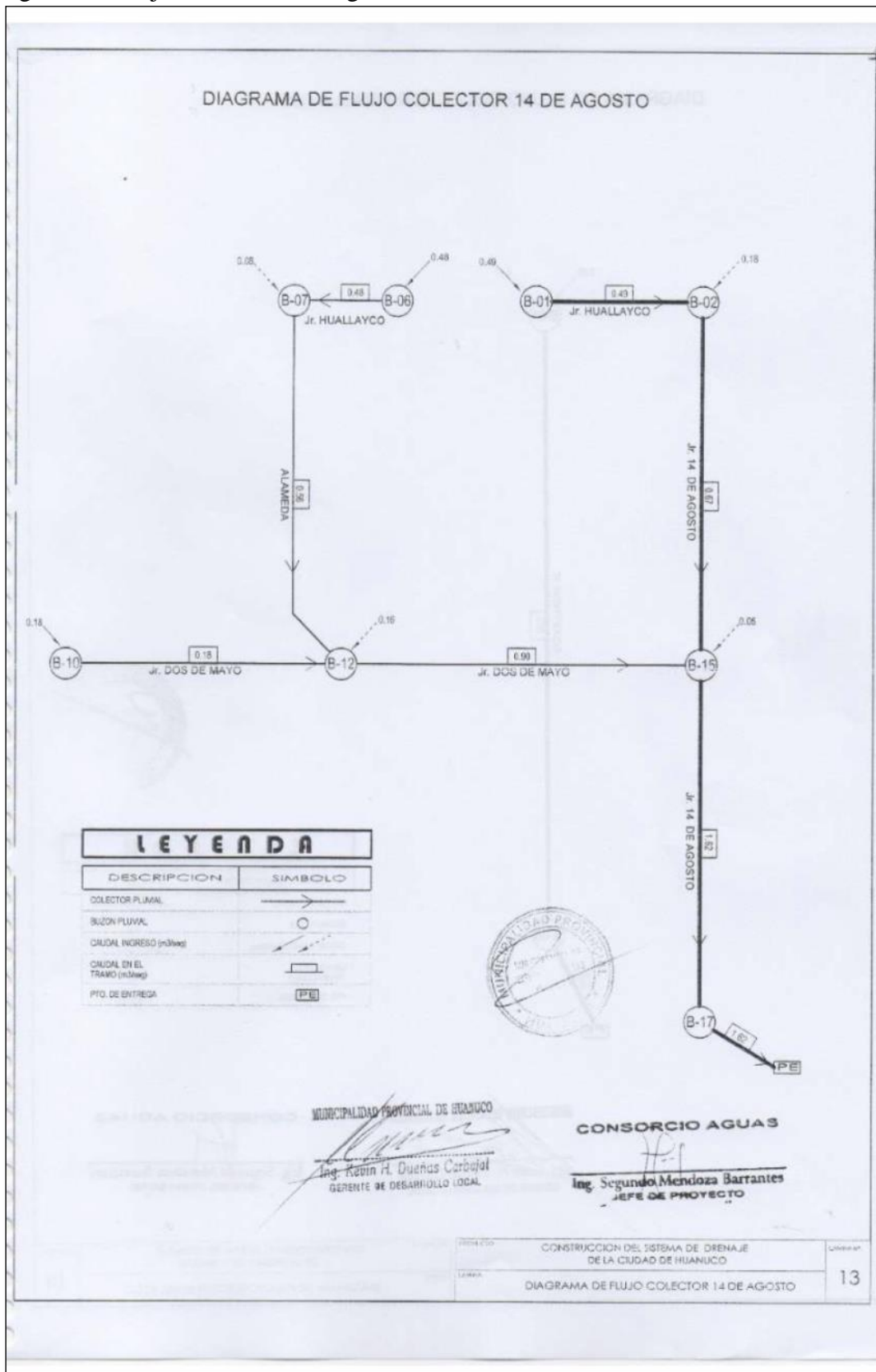
Diagrama de flujo colector Junín



Fuente. Municipalidad de Huánuco

Anexo 12.

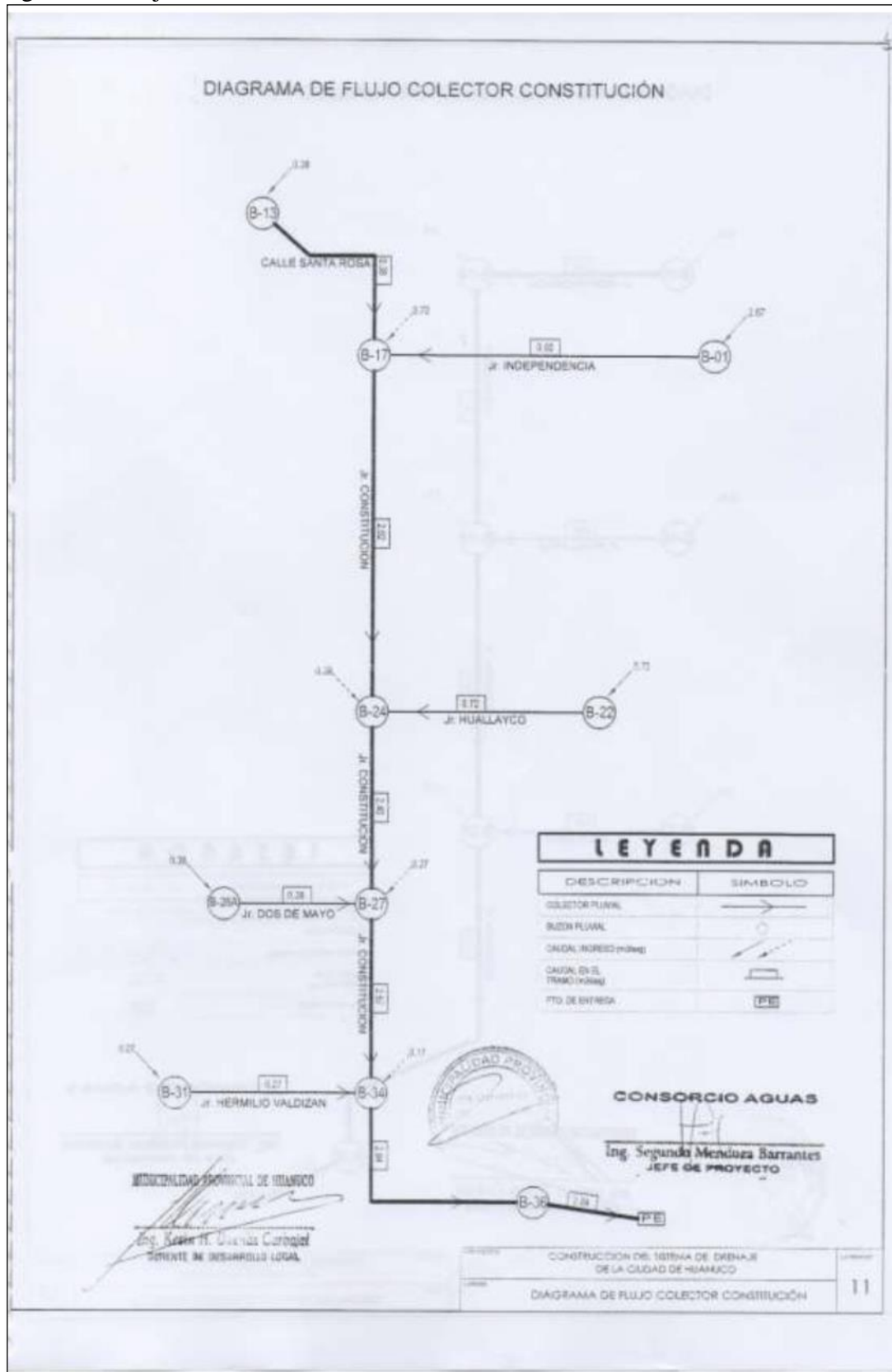
Diagrama de flujo colector 14 de agosto



Fuente. Municipalidad de Huánuco

Anexo 13.

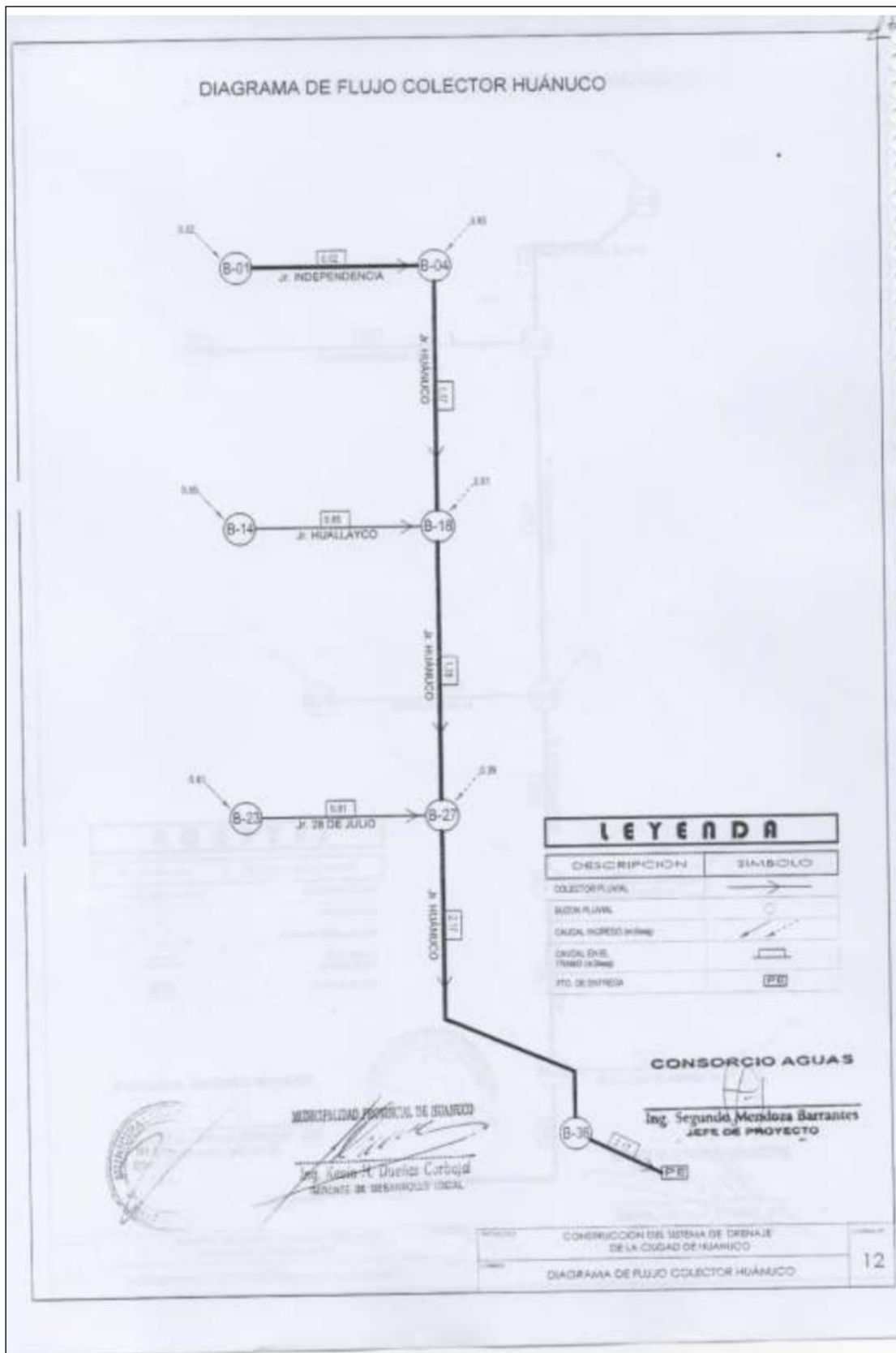
Diagrama de flujo colector Constitución



Fuente. Municipalidad de Huánuco

Anexo 14.

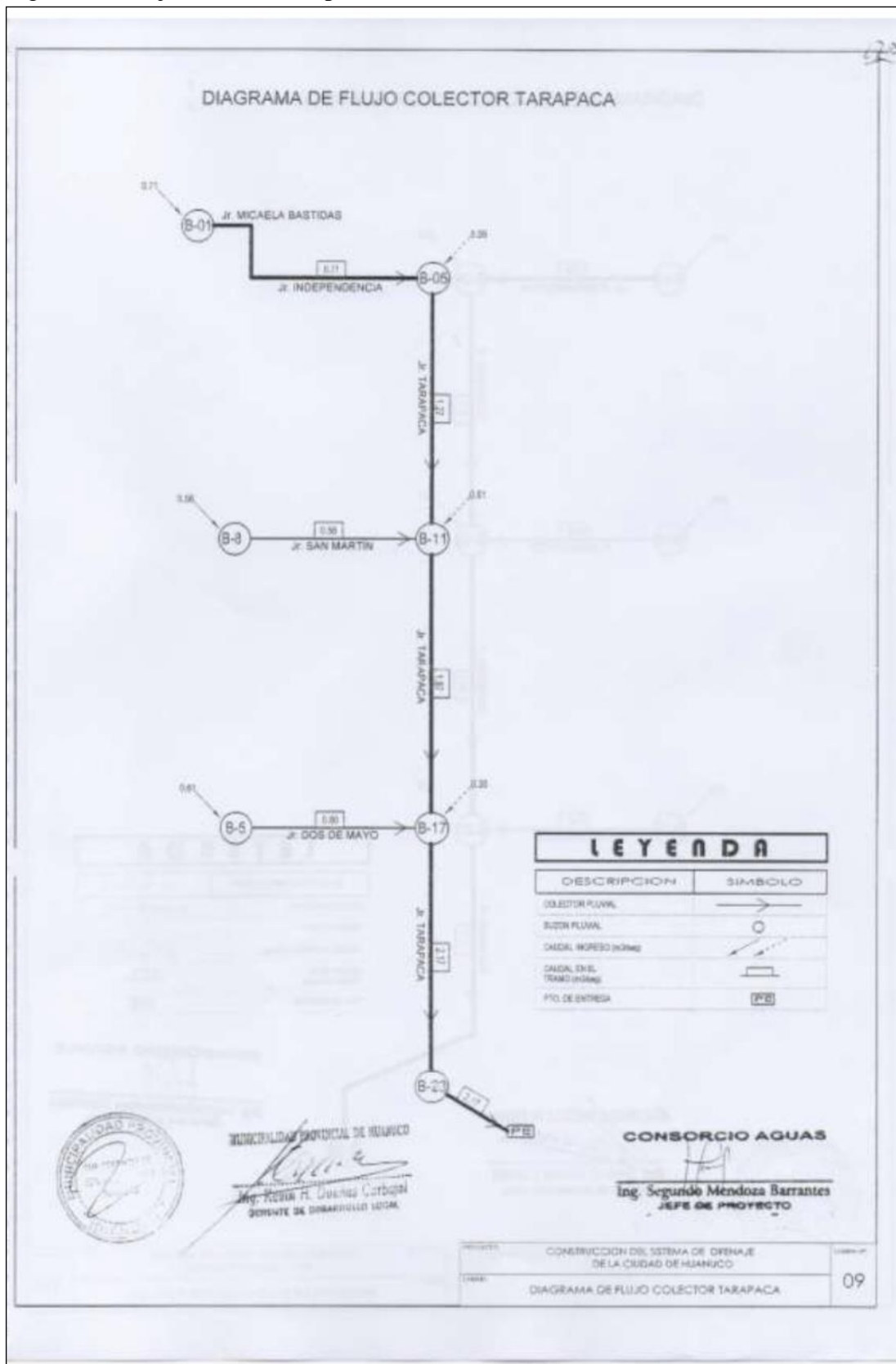
Diagrama de flujo colector Huánuco



Fuente. Municipalidad de Huánuco

Anexo 15.


Diagrama de flujo colector Tarapacá




Fuente. Municipalidad de Huánuco

Anexo 16.

Calibración de equipo para levantamiento



LABORATORIO DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS-ELECTRONICOS



N° 08-0093

CLIENTE:
ESTHER LORENZA OSCANO ROSALES

EQUIPO: ESTACION TOTAL
MARCA: TRIMBLE
MODELO: 3605 DR
NUM. SERIE: 505556

FECHA DE CALIBRACIÓN: 07 - FEB - 2008
FECHA DE VENCIMIENTO: 07 - AGO - 2008

GEO SERVICE RENT S.A.C. certifica que el equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos (DIN 18723).

EQUIPO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO:

EQUIPO/MODELO	MARCA
SET COLIMADOR C5	PENTAX

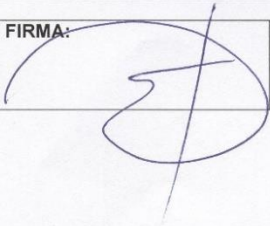
La verificación del alineamiento de los colimadores se realiza diariamente según manual de instrucción de la fábrica Pentax.

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:



Por medición del cierre angular en directa y en tránsito con el enfoque al infinito a través de un set de colimadores Pentax.

RESULTADOS

ANGULOS	VALOR DEL PATRÓN	VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR MEDIDO	RANGO	RESULTADO
HORIZONTAL	180°00'00"	180°00'01"	1"	± 5"	OPERATIVO
VERTICAL	360°00'00"	360°00'00"	0"	± 5"	OPERATIVO

CERTIFICADO POR: ING. GUSTAVO SONAN Gerente Técnico	FIRMA: 	FECHA DE EMISIÓN: 07 - FEB - 2008
--	--	---


GEO SERVICE RENT S.A.C.
 Av. Javier Prado Este N° 1402, Of. 601
 Urb. Corpac - San Isidro / Lima 27
 Telf.: 225-1596 Fax: 225-1599
 E-mail: renta@geosystemsperu.com

Fuente. Municipalidad de Huánuco

Anexo 17.

Certificado de ensayo de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos
 Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S08 - 103

SOLICITANTE : CONSORCIO AGUAS
 PROYECTO : CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DRENAJE DE LA CIUDAD DE HUANUCO
 UBICACION : DISTRITO HUANUCO, PROV. HUANUCO, REGION HUANUCO.
 FECHA : 11 de Marzo del 2008

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Zona : Urbana
 Calicata : C-57
 Prof.(m.) : 1.00 - 2.90
 Estructura : Red Colectora

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

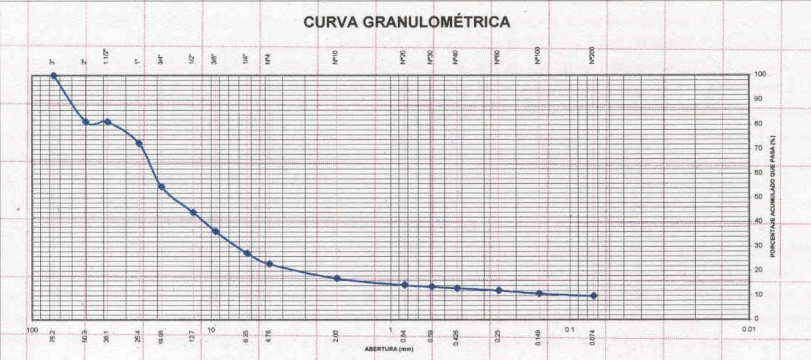
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Reten	(%) Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	18.9	18.9	81.1
1 1/2"	38.100	-	18.9	81.1
1"	25.400	8.9	27.8	72.2
3/4"	19.050	17.7	45.5	54.5
1/2"	12.700	10.6	56.2	43.8
3/8"	9.525	7.7	63.9	36.1
1/4"	6.350	8.9	72.8	27.2
N°4	4.760	4.3	77.1	22.9
N°10	2.000	5.9	83.1	16.9
N°20	0.840	2.7	85.7	14.3
N°30	0.590	0.7	86.4	13.6
N°40	0.426	0.6	87.0	13.0
N°60	0.250	0.9	87.9	12.1
N°100	0.149	1.3	89.2	10.8
N°200	0.074	1.0	90.2	9.8
- N°200		9.8		

% grava	: 77.1
% arena	: 13.1
% finos	: 9.8


LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: 29.5
Límite Plástico (%)	: NP
Índice Plástico (%)	: NP


Clasificación SUCS ASTM D2487 : **GP-GM**


CURVA GRANULOMÉTRICA



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecución : Tec. Julio Chávez U.
 Revisión : Bach. Ing. N. Noreña V.


NILTHON NOREÑA VALVERDE
 BACH. ING. RESPONSABLE DE AREA
 Lab. de Mecánica de Suelos UNI

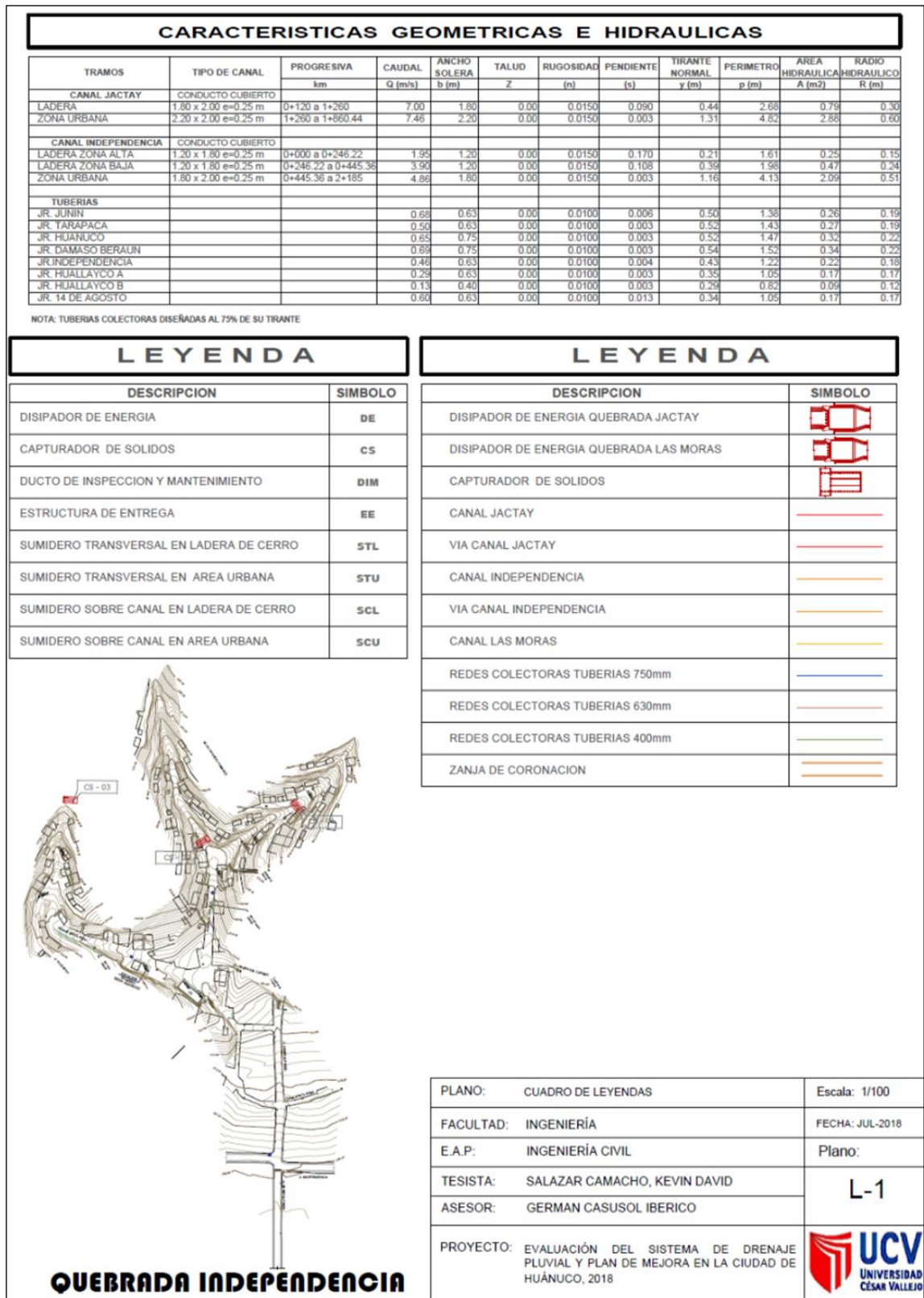



JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
 ING. JEFE DEL LABORATORIO
 Lab. de Mecánica de Suelos UNI

Fuente. Municipalidad de Huánuco

Anexo 18.

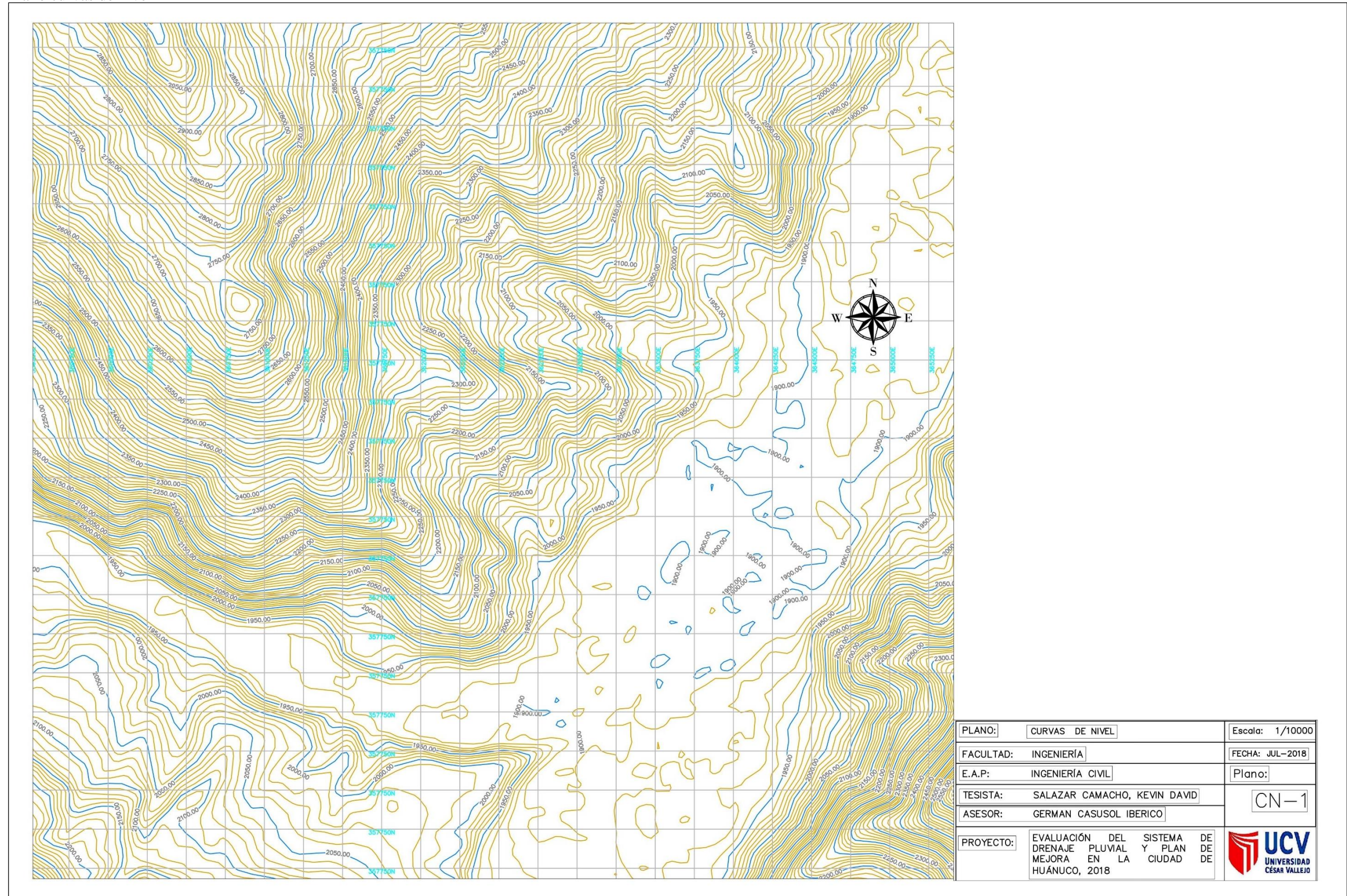
Características geométricas e hidráulicas



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 19.

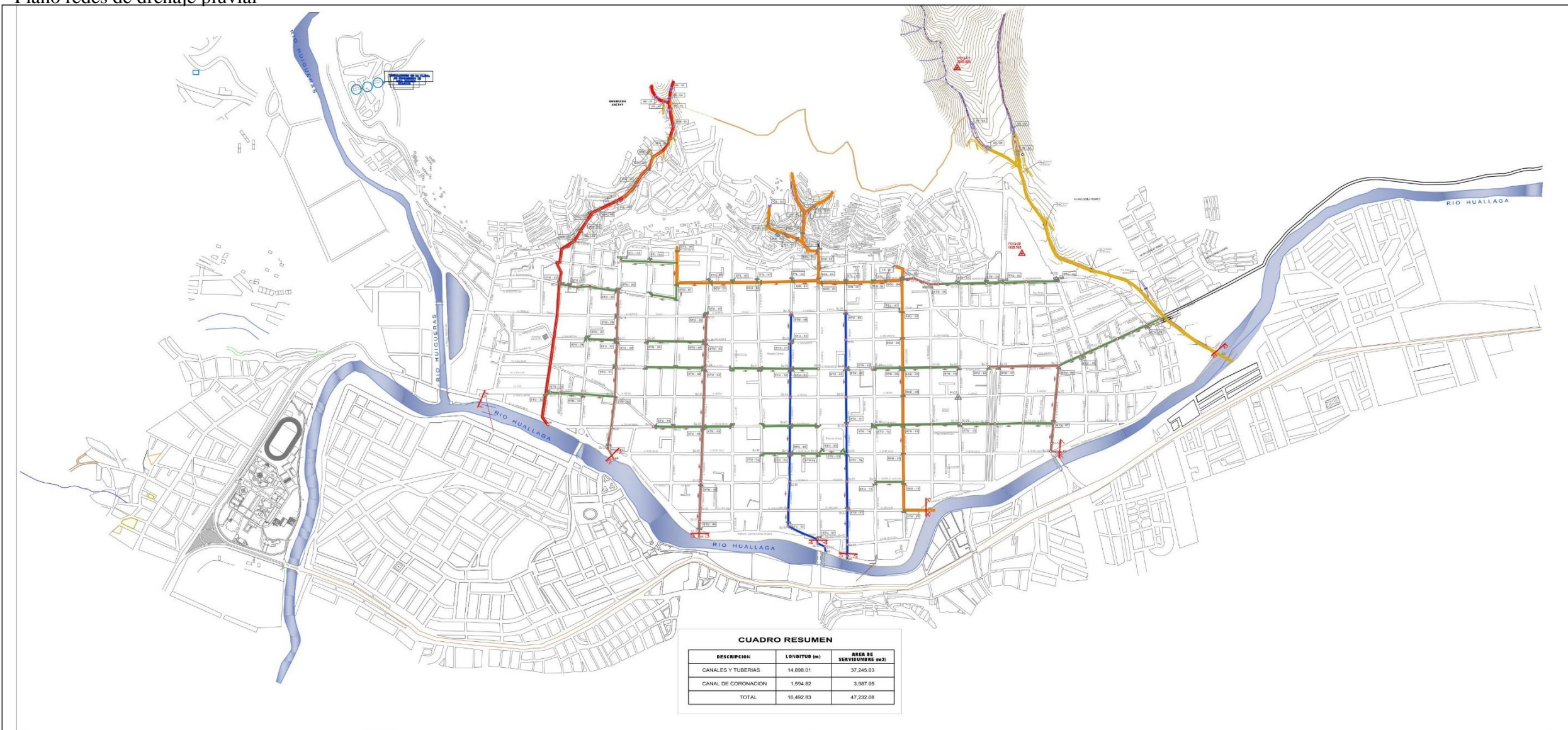
Plano curvas de nivel



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 20.

Plano redes de drenaje pluvial



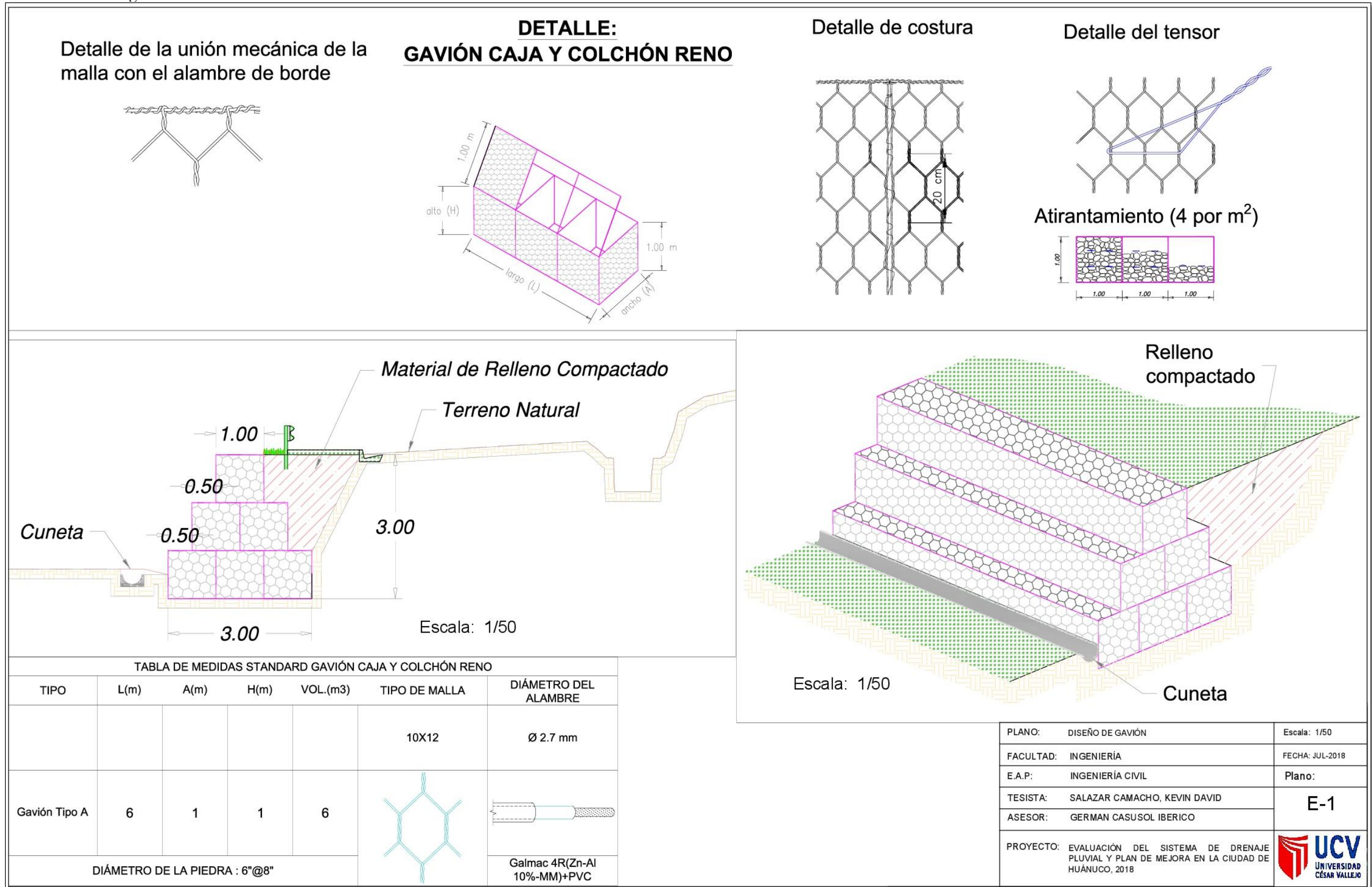
LEYENDA	
DESCRIPCION	SÍMBOLO
DISIPADOR DE ENERGIA QUEBRADA JACTAY	
DISIPADOR DE ENERGIA QUEBRADA LAS MORAS	
CAPTURADOR DE SOLIDOS	
CANAL JACTAY	
VIA CANAL JACTAY	
CANAL INDEPENDENCIA	
VIA CANAL INDEPENDENCIA	
CANAL LAS MORAS	
REDES COLECTORAS TUBERIAS 750mm	
REDES COLECTORAS TUBERIAS 630mm	
REDES COLECTORAS TUBERIAS 400mm	
ZANJA DE CORONACION	

LEYENDA	
DESCRIPCION	SÍMBOLO
DISIPADOR DE ENERGIA	DE
CAPTURADOR DE SOLIDOS	CS
DUCTO DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO	DIM
ESTRUCTURA DE ENTREGA	EE
SUMIDERO TRANSVERSAL EN LADERA DE CERRO	STL
SUMIDERO TRANSVERSAL EN AREA URBANA	STU
SUMIDERO SOBRE CANAL EN LADERA DE CERRO	SCL
SUMIDERO SOBRE CANAL EN AREA URBANA	SCU

PLANO:	REDES DE DRENAJE PLUVIAL	Escala:	1/10000
FACULTAD:	INGENIERÍA	FECHA:	JUL-2018
E.A.P.:	INGENIERÍA CIVIL	Plano:	IH-1
TESISTA:	SALAZAR CAMACHO, KEVIN DAVID		
ASESOR:	GERMAN CASUSOL IBERICO		
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PLAN DE MEJORA EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO, 2018		



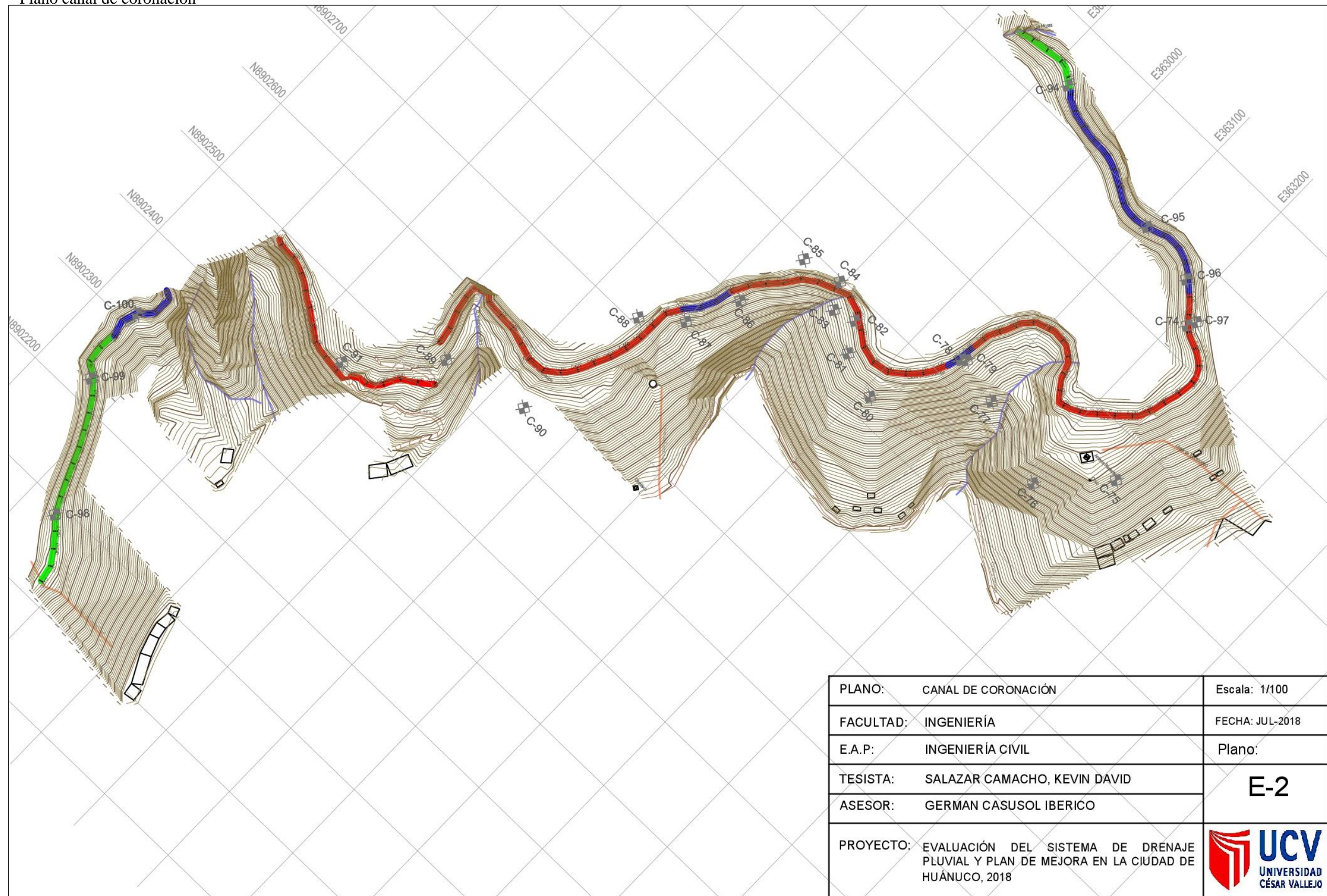
Fuente. Elaboración propia.



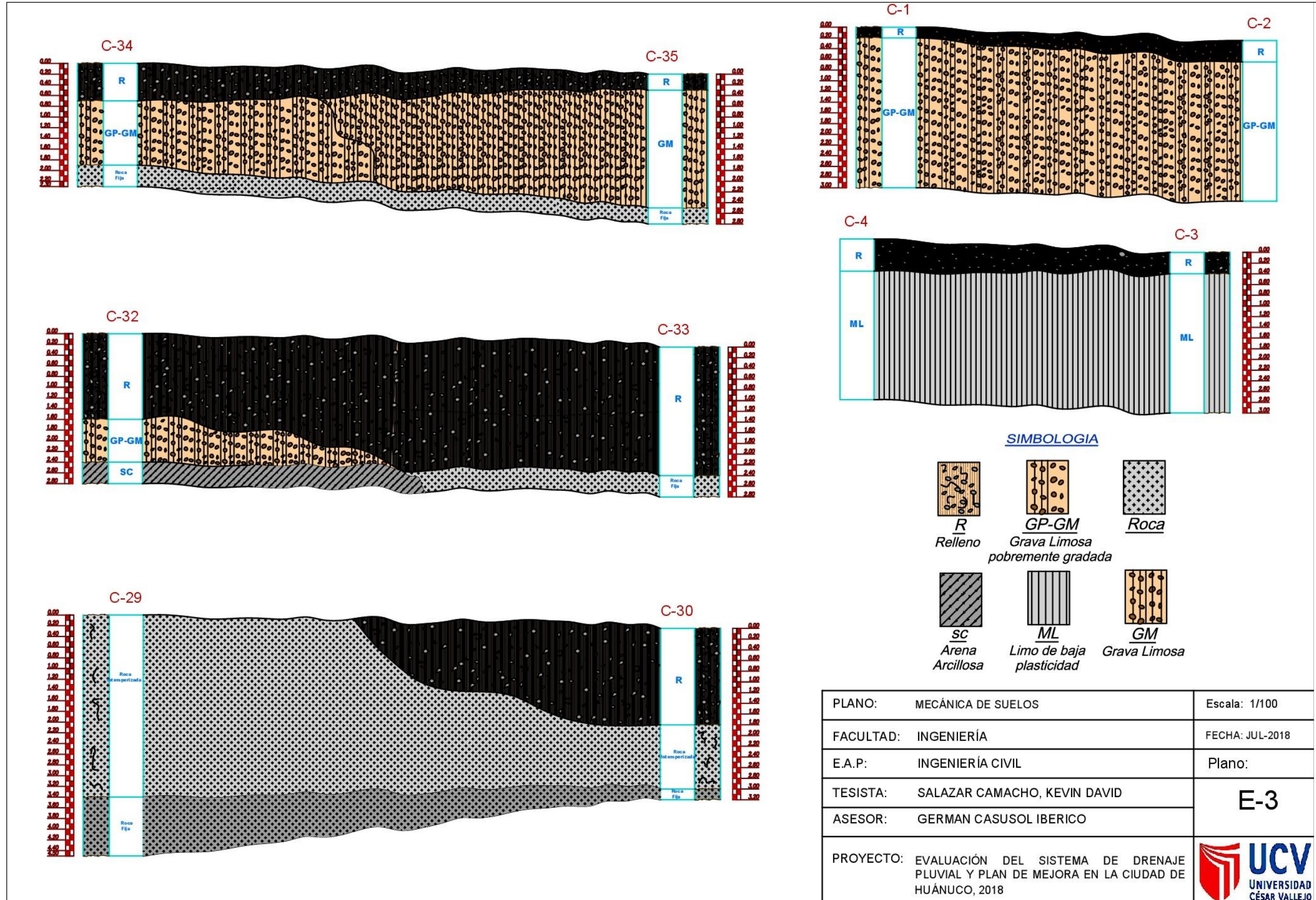
Fuente. Elaboración propia.

Anexo 22.

Plano canal de coronación



Fuente. Elaboración propia.



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 24.

Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&lang=es&u=1061528595&ro=1&io=1130960232

feedback studio Evaluación del sistema de drenaje pluvial y plan de mejora en la ciudad de Huánuco, 2018

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del sistema de drenaje pluvial y plan de mejora en la ciudad de Huánuco, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:
Kevin David Salazar Camacho

ASPSORS:
Dra. María Yohel Gaxiola Álvarez
Mgtr. Genaro Fernando Casanovi Ibarra

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA PERÚ
2018

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
UCV
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LIMA-ESTE

9-06

Resumen de coincidencias

19 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	5 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	www.scribd.com Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.uniheval.edu... Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.unprg.edu.pe	1 %

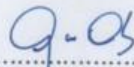
Esperando a ev.turnitin.com... Text-only Report Turnitin Classic High Resolution Activado

12:36 p. m. 14-05-2018

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la facultad de ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil De la Universidad Cesar Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada "**Evaluación del sistema de drenaje pluvial y plan de mejora en la ciudad de Huánuco, 2018**" del estudiante Salazar Camacho, Kevin David constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

El/la suscrito (a) analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la universidad Cesar Vallejo.

Lima 12 de julio, San Juan de Lurigancho del 2018



Firma

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez
DNI. 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Salazar Camacho Kevin, identificado con DNI N° 76753034, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Evaluación del sistema de drenaje pluvial y plan de mejora en la ciudad de Huánuco, 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA

DNI: 76753034

FECHA: 12 de julio del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ, MARIA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

KEVIN DAVID SALAZAR CAMACHO

INFORME TÍTULADO:

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PLAN DE MEJORA EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 12 de julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: 13 (Trece)



DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL