

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA



Estudio de mejora del sistema de drenaje pluvial como solución a las inundaciones en el jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma

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

AUTOR

Noe Gabriel Mandujano Salcedo

ASESOR

Maiquel López Silva

Tarma, Perú

2022

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	NOE GABRIEL
Apellidos	MANDUJANO SALCEDO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	73099930
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	MAIQUEL
Apellidos	LOPEZ SILVA
Tipo de documento de identidad	Pasaporte
Número del documento de identidad	J448546
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0002-0946-6160

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	DAYMA SADAMI
Apellidos	CARMENATES HERNANDEZ
Tipo de documento de identidad	Pasaporte
Número del documento de identidad	J704230

Datos del segundo miembro

Nombres	JUAN CARLOS
Apellidos	RAMOS BASTERES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	73099291

Datos del tercer miembro

Nombres	ALCIBIADES
Apellidos	BANCES MEZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	44127737

Datos de la obra

Materia*	precipitación, hidrología, hidráulica, estructura, estadística
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Tesis
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: enlace	732016

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 009-2022-UCSS-FI/TPICIV

**SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL
FILIAL TARMA**

Los Olivos, 19 de julio de 2022

Siendo las 10:00 horas del 19 de julio de 2022, utilizando los recursos para la videoconferencia disponibles en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se dio inicio a la sustentación de la Tesis:

“Estudio de mejora del sistema de drenaje pluvial como solución a las inundaciones en el jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma”

Por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

MANDUJANO SALCEDO, NOE GABRIEL

Ante el Jurado calificador conformado por el:

Dra. CARMENATES HERNANDEZ, Dayma Sadami	Presidente
Mg. RAMOS BASTERES, Juan Carlos	Secretario
Ing. BANCES MEZA, Alcibíades	Miembro

Siendo las 11:30 horas, habiendo sustentado y atendido las preguntas realizadas por cada uno de los miembros del jurado; y luego de la respectiva deliberación, el jurado le otorgó la calificación de:

APROBADO

En mérito a la calificación obtenida se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller MANDUJANO SALCEDO, NOE GABRIEL el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

En señal de conformidad firmamos,

.....
Ing. BANCES MEZA, Alcibíades
Miembro

.....
Mg. RAMOS BASTERES, Juan Carlos
Secretario

.....
Dra. CARMENATES HERNANDEZ, Dayma Sadami
Presidente

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi **Dios** por ser la fuente de inteligencia y sabiduría en este arduo camino lleno de enseñanzas.

A mi señor tío **Adán Salcedo Chancan**, por mostrarme el camino de mi verdadera vocación y ser la muestra más clara de perseverancia, por inculcarme valores e implantar en mi persona un carácter inquebrantable.

A mi difunto abuelo **Nicolas Víctor salcedo Huaringa**, por ser el padre que no tuve, por darme amor, cuidarme y protegerme, por los valores y principios que me inculco, siempre vivirás en mi corazón.

A mis hermanos, por ser mis amigos, mi motivo, mi todo; los instantes compartidos con ellos son la mayor muestra de expresión de amor y lealtad.

Los amo

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, por ser quien me dio aliento, vida y salud para continuar hasta cumplir mi sueño de niño las que tantas veces anhele con todas mis fuerzas.

A la **Universidad Católica Sedes Sapientiae**, mi alma máter de educación Universitaria el cual me brindo los conocimientos necesarios para ser un profesional a carta cabal, también a la facultad de Ingeniería donde siempre me sentí como en casa.

A mi asesor, **Dr. López Silva, Maiquel**, a quien aprecio y admiro por ser un profesional excelente y sobre todo una gran persona, gracias por ser la luz en el camino para este gran logro significativo y por la confianza brindada.

A mis familiares, gracias a ellos tengo la inspiración necesaria, para seguir perseverando, por ser el motivo de mi esfuerzo y la base fundamental de mi vida.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo realizar una mejora del sistema de drenaje pluvial como solución a las inundaciones en el jirón Chanchamayo de la Ciudad de Tarma según la norma vigente Norma Técnica CE. 040 (2021). Para el levantamiento topográfico se utilizó el Dron phantom 4 pro v2, softwares AutoCAD Civil 3D, ArcGIS Pro 1.2. Se analizó las precipitaciones diarias de los años 2001 a 2020 de la estación Meteorológica - Automática Tarma. El análisis estadístico de las precipitaciones fue mediante el software HEC 4, Hydrognomon y SPSS v26. Se aplicaron 21 criterios para el tiempo de concentración y métodos hidrológicos de SCS, Snyder y Clark para el caudal de esorrentía. La modelación del sistema de drenaje fue por el Software SewerGEMS v10. Los principales resultados del estudio fueron que en la microcuenca de 0,275 km² genera caudales máximos de 0,71 a 1,05 m³/s para periodo de retornos de 2 a 30 años respectivamente. La red de drenaje propuesta funcionará por gravedad para una longitud de total de tuberías de 2 476,50 m, diámetros desde 250 mm a 500 mm, 32 buzones y 96 sumideros que en condiciones periodo estático y extendido, cumplen estrictamente la norma vigente. Con la matriz Leopold se obtuvo que más del 68 % de los impactos son pocos significativos y el costo efectividad de 828,30 soles por cada habitante.

Palabra claves: precipitación, hidrología, hidráulica, estructura, estadística

ABSTRACT

The objective of this research is to improve the pluvial drainage system as a solution to flooding in Jiron Chanchamayo in the city of Tarma according to the current Technical Standard CE. 040 (2021). For the topographic survey, a Drone phantom 4 pro v2, AutoCAD Civil 3D and ArcGIS Pro 1.2 software were used. Daily rainfall from 2001 to 2020 from the Tarma Automatic Meteorological Station was analyzed. Statistical analysis of rainfall was performed using HEC 4, Hydrognomon and SPSS v26 software. 21 criteria were applied for time of concentration and SCS, Snyder and Clark hydrological methods for runoff flow. The modeling of the drainage system was by SewerGEMS v10 software. The main results of the study were that in the 0,275 km² micro-watershed it generates peak flows of 0,71 to 1,05 m³/s for return periods of 2 to 30 years respectively. The proposed drainage network will operate by gravity for a total pipe length of 2 476,50 m, diameters ranging from 250 mm to 500 mm, 32 ditches and 96 drains that in static and extended period conditions, strictly comply with the current standard. The Leopold matrix shows that more than 68 % of the impacts are insignificant and the cost effectiveness is 828,30 soles per inhabitant.

Keywords: precipitation, hydrology, hydraulics, structure, statistics,

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.2 Problema general.....	5
1.1.3 Problemas específicos.....	5
1.2 Objetivos de Investigación	6
1.2.1 Objetivo General.....	6
1.2.2 Objetivo Específicos.....	6
1.3 Justificación e importancia de la investigación.....	6
1.3.1 Justificación Teórica	6
1.3.2 Justificación Práctica.....	7
1.3.3 Justificación Social.....	7
1.3.4 Justificación Ambiental.....	7
1.4 Delimitación de la investigación	8
1.4.1 Delimitación de contenido	8
1.4.2 Delimitación Espacial	8
1.4.3 Delimitación Temporal	10
1.5 Limitaciones de la Investigación.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Antecedentes de la Investigación	11
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	11
2.1.2 Antecedentes nacionales	12
2.2 Bases Teórica.....	14
2.2.1 Hidrología.....	14

2.2.2	Parámetros geomorfológicos de la cuenca	15
2.2.2.1	Parámetros forma.....	15
2.2.2.2	Parámetros de relieve	17
2.2.2.3	Parámetros de la red hidrográfica	18
2.2.3	Precipitación.....	21
2.2.3.1	Análisis estadísticos de las precipitaciones	22
2.2.3.2	Pruebas de bondad de ajuste	25
2.2.3.3	Modelos de distribuciones teóricas.....	26
2.2.4	Tiempo de concentración.	27
2.2.5	Curvas Intensidad Duración y Frecuencia	29
2.2.6	Drenaje pluvial urbano	31
2.2.6.1	Generalidades	31
2.2.6.2	Importancia del drenaje pluvial urbano.	31
2.2.6.3	Trazo de la red de drenaje.....	32
2.2.6.4	Componentes de una red de drenaje urbana	33
2.2.7	Estimación del caudal de diseño	40
2.2.8	Criterios de diseño del sistema de drenaje pluvial	41
2.2.8.1	Criterio de la tensión tractiva	41
2.2.8.2	Criterios de velocidad, ecuación de Manning.	42
2.2.9	Periodo económico de diseño.....	45
2.2.10	Herramientas computacionales.	47
2.3	Definición de términos básicos.....	48
CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.		51
3.1	Hipótesis principal	51
3.2	Hipótesis secundarias	51
3.3	Variables e indicadores	51
3.4	Tabla de operacionalización de variable.	52
CAPÍTULO IV DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN		54
4.1	Diseño de Ingeniería	54
4.2	Métodos y técnicas del proyecto.	55
4.2.1	Enfoque de la Investigación	55
4.2.2	Alcance de la Investigación.....	55

4.2.3 Diseño de la Investigación	55
4.3 Diseño estadístico	56
4.3.1 Población.....	56
4.3.2 Muestra.....	56
4.4 Técnicas y herramientas estadísticas.	56
4.4.1. Técnica para la investigación	56
4.4.2. Instrumentos para la investigación.....	57
CAPÍTULO V DESARROLLO EXPERIMENTAL	60
5.1 Levantamiento topográfico	60
5.2 Análisis de la serie histórica de precipitaciones.....	61
5.3 Caudal de diseño	62
5.4 Dimensionamiento hidráulico mediante herramientas numéricas.	63
5.5. Análisis de costos efectividad	64
CAPÍTULO VI RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
6.1 Resultados.....	66
6.1.1 Topografía y condiciones de suelo de la zona de estudio.	66
6.1.1.1 Topografía.....	66
6.1.1.2 Condiciones de suelo	75
6.2 Estudio hidrológico	75
6.2.1 Características geomorfológicas de la microcuenca.....	75
6.2.2 Análisis de las Precipitaciones	76
6.2.3 Avenida máxima	85
6.3 Modelo hidráulico y estructural del sistema de drenaje pluvial	94
6.3.1 Trazado de la red de drenaje	94
6.3.2 Modelación periodo estático de la red de drenaje.	100
6.3.3 Modelación periodo extendido de la red de drenaje.	103
6.3.3.1 Colectores	104
6.3.3.2 Perfil de la red de drenaje	108
6.3.3.3 Buzones	121
6.3.3.4 Sumideros	123
6.3.3.4 Cuneta.....	126
6.4 Análisis estructural	128

6.5 Costos-beneficios del sistema de drenaje pluvial.....	132
6.5.1 La evaluación del impacto ambiental.....	133
6.5.2 Resumen General de Metrados de Obra.....	139
6.5.3 Presupuesto de Obra.....	141
6.5.4 Resultados del Análisis de costos efectividad.....	146
6.6 Discusión	146
6.7 Contratación de Hipótesis.	149
6.8 conclusiones	150
6.9 Recomendaciones.	152
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	154
ANEXOS	168

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Factor de forma y forma de la cuenca</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2 Coeficiente de compacidad y forma de la cuenca.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 3 Clasificación de parámetros de forma</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 4 Clasificación de las pendientes medias.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 5 Clasificación de la pendiente del río.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 6 Velocidades Máximas para diferentes materiales de tuberías en alcantarillado..</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 7 Tabla operacionalización de variables.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 8 Matriz de consistencia.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 9 Ecuaciones empíricas del tiempo de concentración.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 10 Coordenadas de Puntos de Control.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 11 Conformación urbana de los usos del suelo</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 12 Parámetros geomorfológicos de la microcuenca urbana.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 13 Precipitaciones máximas diarias.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 14 Precipitaciones máximas diarias mensual.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 15 Análisis estadístico de la serie histórica.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 16 Funciones de distribución de mejor ajuste</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 17 Funciones de mejor ajuste en vs del periodo de retorno</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 18 Tiempo de concentración de la microcuenca urbana.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 19 Resultados estadísticos del tiempo de concentración</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 20 Caudal de escorrentía en la microcuenca.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 21 Parámetros del método SCS.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 22 Caudal de escorrentía modelo hidrológico.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 23 Análisis estadístico de los métodos estadísticos</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 24 Análisis estadístico del caudal de escorrentía en diferentes periodos de retorno</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 25 Parámetros hidráulicos del modelo estático para periodo retorno de 25 años</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 26 Parámetros hidráulicos del modelo estático para periodo retorno de 30 años</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 27 Parámetros hidráulicos del modelo extendido para periodo retorno de 25 años</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 28 Parámetros hidráulicos del modelo extendido para periodo retorno de 30 años</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 29 Máximas avenidas en diferentes métodos.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 30 Parámetros de diseño de los buzones.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 31 Comportamiento hidráulico de los sumideros S1 a S30</i>	<i>123</i>

<i>Tabla 32 Comportamiento hidráulico de los sumideros S31 a S65</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 33 Comportamiento hidráulico de los sumideros S36 a S96</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 34 Parámetros hidráulicos de la Cuneta</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 35 Tuberías para drenaje pluvial NTP ISO 4435</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 36 Tuberías de la red de drenaje</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 37 Volúmenes de excavación.....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 38 Volúmenes y materiales del buzón.</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 39 Volúmenes y materiales del sumidero.</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 40 Volúmenes de excavación total y relleno.</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 41 Materiales de construcción fundamentales.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 42 Clasificación Directa o Indirecta.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 43 Identificación de Impactos Potenciales</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 44 Matriz cualitativa</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 45 Niveles de Significación</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 46 Matriz cuantitativa</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 47 Resumen general de cálculo de Metrados de Obra.</i>	<i>139</i>
<i>Tabla 48 Presupuesto de obra del proyecto de Estudio de Mejora del sistema de drenaje pluvial.</i>	<i>142</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación geográfica.</i>	9
<i>Figura 2. Ubicación del área de estudio.</i>	9
<i>Figura 3. Representación Esquemática de una Cuenca.</i>	14
<i>Figura 4. Curva doble masa.</i>	23
<i>Figura 5. Curvas IDF.</i>	29
<i>Figura 6. Tipos de trazado de la red de alcantarillado.</i>	32
<i>Figura 7. Esquema de las redes hidráulicas urbanas.</i>	33
<i>Figura 8. Tipos de secciones de cuneta.</i>	34
<i>Figura 9. Sección típica de cuneta</i>	34
<i>Figura 10. Cuneta de forma trapezoidal</i>	35
<i>Figura 11. Sumidero lateral de sardinal o solera</i>	35
<i>Figura 12. Sumidero de fondo</i>	35
<i>Figura 13. Sumidero mixto a combinado</i>	36
<i>Figura 14. Ubicación de los sumideros</i>	37
<i>Figura 15. Corte trasversal del sumidero</i>	37
<i>Figura 16. Nudo de conexión.</i>	38
<i>Figura 17. Elemento de conducción soterrado.</i>	39
<i>Figura 18. Secciones transversales de conductos cerrados.</i>	39
<i>Figura 19. Secciones transversales de conductos abierto</i>	40
<i>Figura 20. Elementos hidráulicos, sección circular</i>	43
<i>Figura 21. Propiedades hidráulicas de la sección circular</i>	44
<i>Figura 22. Costo-beneficio de la red de drenaje.</i>	46
<i>Figura 23. Costo efectividad incremental</i>	47
<i>Figura 24. Flujograma del diseño de ingeniería</i>	54
<i>Figura 25. Levantamiento topográfico con el Dron phantom 4 pro v2</i>	66
<i>Figura 26. El GPS Navegador, la toma de puntos en tiempo real.</i>	67
<i>Figura 27. Distribución de los puntos obtenidos con el GPS Navegador.</i>	67
<i>Figura 28. Programación de vuelo en el programa DJI Pilot.</i>	69
<i>Figura 29. Exportación de ortomosaico al AutoCAD Civil 3D</i>	69
<i>Figura 30. Topografía de la ciudad de Tarma.</i>	70
<i>Figura 31. Microcuencas tributarias al drenaje principal y áreas de inundaciones.</i>	71
<i>Figura 32. Topografía de la microcuenca tributaria al drenaje principal</i>	72
<i>Figura 33. Trazado del conducto principal de drenaje y áreas de inundaciones.</i>	73

<i>Figura 34. Distribución de la ciudad, área efectiva de influencia y pendientes.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 35. Precipitaciones hiperanual mensuales.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 36. Comportamiento de las precipitaciones anual histórica de Tarma.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 37. Función de mejor ajuste Pearson III.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 38. Curvas de intensidad frecuencia y duración (IDF).....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 39. Hietogramas de frecuencia en 2 años</i>	<i>83</i>
<i>Figura 40. Hietogramas de frecuencia en 5 años</i>	<i>83</i>
<i>Figura 41. Hietogramas de frecuencia en 10 años</i>	<i>84</i>
<i>Figura 42. Hietogramas de frecuencia en 25 años</i>	<i>84</i>
<i>Figura 43. Hietogramas de frecuencia en 30 años</i>	<i>85</i>
<i>Figura 44. Histograma de frecuencia del tiempo de concentración.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 45. Caudal de escorrentía para 2 años de periodo de retorno.</i>	<i>90</i>
<i>Figura 46. Caudal de escorrentía para 5 años de periodo de retorno.</i>	<i>91</i>
<i>Figura 47. Caudal de escorrentía para 10 años de periodo de retorno.</i>	<i>91</i>
<i>Figura 48. Caudal de escorrentía para 25 años de periodo de retorno.</i>	<i>92</i>
<i>Figura 49. Caudal de escorrentía para 30 años de periodo de retorno.</i>	<i>92</i>
<i>Figura 50. Curva de escorrentía, método SCS.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 51. Curva de escorrentía, método Snyder.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 52. Curva de escorrentía, método Clark.</i>	<i>94</i>
<i>Figura 53. Trazado del conducto principal de drenaje y áreas de inundaciones.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 54. Red de drenaje desde el MH 1 hasta el MH 8.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 55. Red de drenaje desde el MH 10 hasta el MH 13.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 56. Red de drenaje desde el MH 14 hasta el MH 19.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 57. Red de drenaje desde el MH 28 hasta el punto de descarga O1.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 58. Modelación para periodo estático.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 59. Red de drenaje pluvial en el software SewerGems</i>	<i>103</i>
<i>Figura 60. Modelación de la red de drenaje pluvial.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 61. Perfil del jirón Cusco tramo MH1 a MH4</i>	<i>109</i>
<i>Figura 62. Perfil del jirón San Bartolomé tramo MH8 a MH5</i>	<i>110</i>
<i>Figura 63. Perfil del jirón Ucayali tramo MH4 a MH9.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 64. Perfil del jirón Las Magnolias tramo MH12 a MH10</i>	<i>112</i>
<i>Figura 65. Perfil del pasaje comandante Espinar tramo MH19 a MH18</i>	<i>113</i>
<i>Figura 66. Perfil del jirón Abancay tramo MH18 a MH16</i>	<i>114</i>
<i>Figura 67. Perfil del jirón Francisco Mendizábal tramo MH22 a MH15</i>	<i>115</i>

<i>Figura 68. Perfil de la avenida Bermúdez tramo MH26 a MH24</i>	<i>116</i>
<i>Figura 69. Perfil del jirón Ayacucho tramo MH32 a MH30</i>	<i>117</i>
<i>Figura 70. Perfil del jirón Chanchamayo tramo MH9 a MH28</i>	<i>118</i>
<i>Figura 71. Perfil del jirón San Juan tramo MH28 a MH29</i>	<i>119</i>
<i>Figura 72. Perfil del jirón Asunción tramo MH29 a MHO1</i>	<i>120</i>
<i>Figura 73. Sección trasversal de la carretera.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 74. Sección trasversal de la cuneta triangular.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 75. Cuneta jirón Cusco.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 76. Cuneta jirón Las Magnolias.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 77. Sección trasversal de zanja</i>	<i>129</i>
<i>Figura 78. Rejilla de fundición dúctil</i>	<i>131</i>

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones urbanas a lo largo de la historia han ido ocasionando severos problemas a la humanidad. La problemática de las inundaciones urbanas se ha ido incrementando producto del crecimiento demográfico que constantemente alteran la morfología de las cuencas como son los parámetros del drenaje. Del mismo modo, el cambio climático con fenómenos meteorológicos extremos, olas de calor y sequías repercuten en el adecuado diseño y funcionamiento de los drenajes pluviales urbanos. El jirón Chanchamayo de la Ciudad de Tarma, localizada en el departamento de Junín en el Perú no está exento a los problemas pluviales urbanos actuales; que argumentado por el drenaje parcial existente en la actualidad se encuentra subdimensionado. Por lo antes expuesto, se propone una mejora del sistema de drenaje pluvial como posible solución a las inundaciones en el jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma.

En el capítulo I Problema de Investigación se exponen los elementos fundamentales del problema general y específicos. Además, se plantearon los objetivos generales y específicos, así como, la justificación teórica, práctica social y ambiental, que explican en forma general la relevancia y necesidad de la investigación.

En el capítulo II Marco Teórico se expresan los antecedentes de la investigación, y en mayor medida las bases teóricas científica necesarias para la investigación y definiciones de términos que manifiestan las teorías y herramientas avanzadas para los estudios de drenajes pluviales urbanos.

El capítulo III Hipótesis y Variables de la Investigación se plantean las hipótesis que se proponen confirmar o refutar que sirve de base para iniciar la investigación a partir de la identificación de las variables dependientes e independientes.

En el capítulo IV Diseño de la Investigación se explica el diseño de ingeniería en orden lógico y cronológico del estudio, los métodos y técnicas del proyecto necesario para su implementación que incluye el diseño estadístico, y técnicas y herramientas estadísticas.

En el capítulo V Desarrollo Experimental se realizó el desarrollo de la investigación, en particular los procedimientos del levantamiento topográfico, los análisis estadísticos,

modelamiento del sistema de la red de drenaje urbano. Además, se explica el criterio costo efectividad del sistema de drenaje pluvial según la propuesta de mejora y la evaluación del impacto ambiental para la implementación de la investigación.

En el capítulo VI de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones se exponen los resultados relevantes del proyecto de investigación, así como su debida explicación teórica, práctica y científica respecto a otras investigaciones realizadas sobre la temática. Así mismo, se explican las conclusiones en función de los problemas planteados. Además, recomendaciones académicas para nuevas líneas de investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La evidencia científica manifiesta que el cambio climático global, la deforestación, el crecimiento demográfico conjuntamente con la rápida urbanización, provoca elevados volúmenes de escurrimientos de aguas pluviales que se incrementan en las épocas de lluvias; debido a la alta intensidad de las precipitaciones y el rápido incremento de las zonas impermeables producto a las obras sociales (carreteras, edificaciones, mercados, entre otras). En efecto, tiende a aumentar los riesgos de inundación en las cuencas y microcuencas más bajas de una ciudad, causando importantes problemas sociales y pérdidas económicas. (Ojeda et al., 2020).

Según Rojas (2017) en el Perú, el fenómeno de “El Niño” altera las condiciones del clima y provocan fuertes lluvias, que generan grandes inundaciones y huaicos. Fenómeno que ocurre de forma imprevista y como consecuencia provoca pérdidas humanas, económicas, y ambientales. El control de las escorrentías superficiales mediante Drenajes Pluviales Urbanos es de gran relevancia en el desarrollo de las ciudades (Cubides & Santos, 2019).

En la ciudad de Tarma existen en la actualidad problemas de drenaje pluvial producto a los escasos drenajes proyectados y el sub dimensionamiento de los sistemas de drenaje pluvial actual como son las zonas del Jr. Ayacucho, Jr. Leonardo Albariño, Jr. San Juan, Avenida Bermúdez Francisco Mendizábal, Jr. Huánuco, Jr. Ucayali y jirón Chanchamayo. Esta última, con más necesidad de búsqueda de solución inmediata por su grado de importancia social, económica, y medio ambiental. Porque provocan la inundación de la zona afectando las familias, mercados circulación peatonal y vehicular. Influencia más notable es que cuando los colectores y buzones son colapsado por las intensas lluvias y estas se mezclan con las aguas albañales, forman peligroso riesgo a la salud pública por las enfermedades y contaminación ambiental. Consecuentemente a causa de las inundaciones las molestias e inquietudes de los pobladores, choferes y centros comerciales que constantemente utilizan la calzada y zona vehicular se hacen presente de manera frecuente en épocas de lluvia. De las evidencias y problemáticas anteriores, la población está expuesta también a los focos de infecciones de enfermedades de origen hídrico (cólera, fiebre tifoidea, shigella, poliomiелitis, meningitis, hepatitis, diarrea) Rodríguez et al., (2016). Además, enfermedades causadas por

insectos vectores (Leishmaniasis, esquistosomiasis y fiebre amarilla, Chikungunya, filariasis linfática, ceguera y Zika). Todo a consecuencia de un sistema de drenaje pluvial deficiente.

No obstante, se acentúa la problemática de drenaje producto a las características propia de la región porque prosee relieve relativamente llano a zonas con laderas montañosas inclinadas que generan tiempo de concentración pequeños y a su vez hidrogramas peligrosos puntuales.

Por otro lado, existen otros fenómenos que afectan el correcto funcionamiento de los sistemas de drenaje pluvial actual es producto a la variabilidad y cambio climático (Correa et al., 2020). Lo cual generan eventos meteorológicos extremos que provocan el colapso de los colectores evitando la evacuación de la escorrentía inmediata. Como ha reportado el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional – Instituto Nacional de defensa Civil (COEN – INDECI, 2021) el 9 de febrero de 2021, a las 16:30 horas ocurrieron intensas lluvias que provocaron la activación de quebradas y el colapso de los drenajes pluviales que generó la afectaciones a la población y pérdidas económicas en el distrito y provincia de Tarma.

Según COEN (2021) en su Boletín Informativo N° 2035 / 01 abril del año 2021 planteó que se registran nuevamente intensas precipitaciones pluviales en la zona de Tarma con acumulados de 29,4 mm en 24 horas que produjo inundación en la ciudad y áreas agrícolas. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) en su boletín 01 abril del año 2021 clasificó el evento de “extremadamente lluvioso”, y pronosticó lluvia de moderada intensidad, descargas eléctricas y ráfagas de viento a través del monitoreo de precipitaciones en la Provincia de Junín.

Estudios realizados por Vargas (2009) estimó que en Perú existe una pérdida económica anual promedio causada por el cambio climático de 7,3 al 8,6 % del producto interno bruto (PIB) del país y para a finales del siglo XXI, estas pérdidas económicas podrían llegar hasta el 20% del PIB de Perú si no se toman medidas efectivas para mitigar el cambio climático. No obstante, a partir del Plan Regional de Saneamiento Junín 2018 – 2021 ha implementado y se encuentran en desarrollo proyectos de saneamiento sostenibles, con eficiencia técnica, administrativa pero aún son insuficientes debido a los escasos sistemas de drenajes eficientes.

Como factor de mitigación de los eventos meteorológicos, diversos autores e instituciones recomiendan que para el diseño de las obras hidráulicas tomen en cuenta en sus estudios hidrológicos los eventos máximos existidos en la zona, para fortalecer las estructuras con el fin de minimizar las pérdidas económicas y afectaciones sociales. Con el propósito de realizar un adecuado y óptimo diseño se estableció la Norma Técnica CE.040 (2021) Drenaje Pluvial del Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú, siendo de gran relevancia su uso y de estricto cumplimiento, asimismo se debe tomar en cuenta aportes de artículos científicos y experiencias profesionales tal que el diseño cumpla de forma eficaz los requerimientos técnicos, hidráulicos y estructurales del sistema de drenaje.

De acuerdo a la búsqueda de investigaciones con enfoque en el sistema de drenaje pluvial, en el Departamento de Junín no se ha encontrado investigaciones que han abordado la problemática de inundaciones existentes localizados en el jirón Chanchamayo. En tal sentido, se genera la necesidad e importancia de realizar estudios de sistemas de drenaje en el jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma.

1.1.2 Problema general

¿Cómo elaborar una mejora óptima del sistema de drenaje pluvial como posible solución a las inundaciones en jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma?

1.1.3 Problemas específicos

¿Cómo realizar el levantamiento topográfico y obtener las características en el área de estudio?

¿Cómo obtener las variables hidrológicas para el diseño del sistema de drenaje pluvial?.

¿Cómo realizar el diseño del sistema de drenaje pluvial del jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma?

¿Cuál es el costo de efectividad del sistema de drenaje pluvial?

1.2 Objetivos de Investigación

1.2.1 Objetivo General.

Realizar un estudio de mejora del sistema de drenaje pluvial como solución a las inundaciones en jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma.

1.2.2 Objetivo Específicos.

Determinar la topografía y condiciones del suelo de la zona de estudio.

Determinar las variables hidrológicas para el dimensionamiento del sistema de drenaje pluvial.

Realizar el diseño óptimo del sistema de drenaje pluvial mediante la modelación hidráulica y estructural

Realizar el análisis costo efectividad del sistema de drenaje pluvial.

1.3 Justificación e importancia de la investigación

1.3.1 Justificación Teórica

La investigación proporciona un estudio de mejora mediante una secuencia lógica con métodos novedosos comparativos, metodologías y normas vigentes que permite una coherente herramienta de consulta teórica para futuros trabajos de sistema de drenajes pluviales urbano. El documento contiene un resumen básico de las leyes hidrológicas e hidráulicas como factor esencial de comprensión e interpretación óptima del diseño de los sistemas de drenaje pluvial urbano. Los resultados alcanzados traerán consigo beneficios metodológicos como fuente de información y referencia para afrontar nuevas soluciones de inundaciones a partir de los modelos empíricos físicos – matemáticos abordados.

1.3.2 Justificación Práctica

Los resultados de la investigación permiten encontrar óptimas soluciones para mitigar las inundaciones en jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma a partir de los planos topográficos, condiciones del suelo, características de los componentes hidráulicos y estructurales de la red de drenaje como colector, buzón, cunetas y sumideros, y posibles costos de inversión de la obra. Consecuentemente existirá un modelo matemático hidráulico con posible utilización en condiciones similares preferiblemente cercano a la zona de estudio. Además del costo beneficios que tendrá el sistema de drenaje pluvial.

1.3.3 Justificación Social

La investigación aporta mejoras de calidad de vida de la sociedad a partir de la evacuación inmediata del caudal de escurrimiento producto a las precipitaciones en la microcuenca que limita en jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma. Con la propuesta de mejora del sistema de drenaje pluvial en el Jr. Chanchamayo la población se verá afectada de manera positiva ya que los problemas actuales que se presentan en épocas de lluvia serán mitigados, en consecuencia, la población podrá desarrollar un estilo de vida de calidad, libre de enfermedades, malos olores, molestias, y sobre todo podrá trasladarse de un lugar a otro sin inconvenientes de inundaciones, efectuando con normalidad su actividad económica social, el cual dará como resultado el óptimo desarrollo social y económico de la población de la ciudad de Tarma.

1.3.4 Justificación Ambiental

La investigación promueve la conservación de las fuentes de aguas potables superficiales y subterráneas actuales y futuras, la incorporación de las precipitaciones de la subcuenca en cuerpos receptores aprovechables como ríos, y arroyos con posibles zonas de irrigación, centrales hidroeléctricas u otras industrias con necesidades hídricas.

Asimismo, se mitiga las enfermedades de la población producto a los focos de infecciones de enfermedades de origen hídrico (cólera, fiebre tifoidea, shigella, poliomieltis, meningitis, hepatitis, diarrea); así como enfermedades causadas por insectos vectores (Leishmaniasis, esquistosomiasis y fiebre amarilla, Chikungunya, filariasis linfática, ceguera y Zika).

En general la investigación proporcionará una serie de soluciones a diversos problemas causados por las inundaciones en el jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma que afectan directamente al bienestar social, medioambiental y económico de la población

1.4 Delimitación de la investigación

1.4.1 Delimitación de contenido

El estudio pertenece al área de Ingeniería Civil y a la línea de investigación “A” Estructuras, Geotecnia y Recursos Hídricos. Mientras que, el campo de investigación a la que pertenece es a las Redes de agua y alcantarillado según la RESOLUCIÓN N°082-2018-UCSS-FI/CF.

1.4.2 Delimitación Espacial

La provincia de Tarma, pertenece al departamento de Junín. Está situada en el centro del Perú y al Noreste de la ciudad de Lima. En la figura 1 se muestra la ubicación de la provincia de Tarma. La zona de estudio está ubicada en el jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma entre las coordenadas $11^{\circ} 25' 00''$ de latitud Sur y $75^{\circ} 41' 12''$ de latitud Oeste. La figura 2 muestra la ubicación del área de estudio, el área en el círculo azul representa aproximadamente el área de drenaje hacia el jirón Chanchamayo identificado por la línea de color rojo. Asimismo, los limitantes naturales tales como ríos por la línea de color verde y los limitantes artificiales como viene a ser los sistemas de drenaje pluvial existentes por la línea de color marrón, los cuales absorben el escurrimiento de las diferentes áreas limitantes; por la zona norte escurre al río Tarma y al río Maniaco, por la zona sur escurre al río Dique Seco, por la zona este escurre al río Maniaco y por la zona oeste escurre al drenaje del Jr. 2 de Mayo y el río Collana.

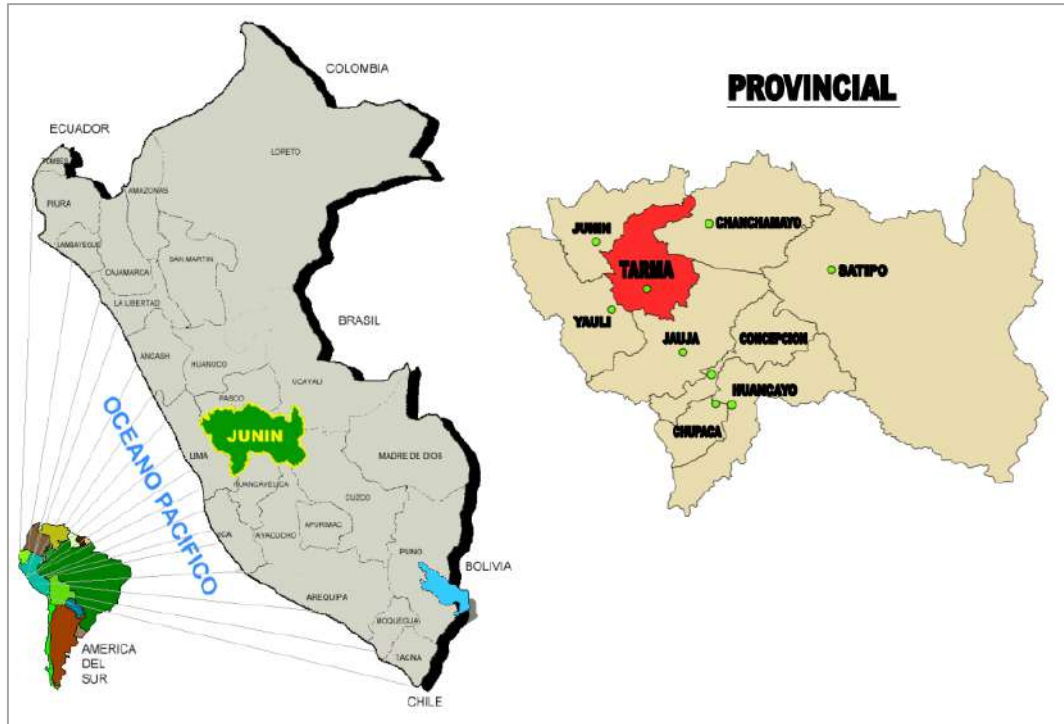


Figura 1. Ubicación geográfica.

Fuente: Plan de desarrollo urbano de Tarma-2014.

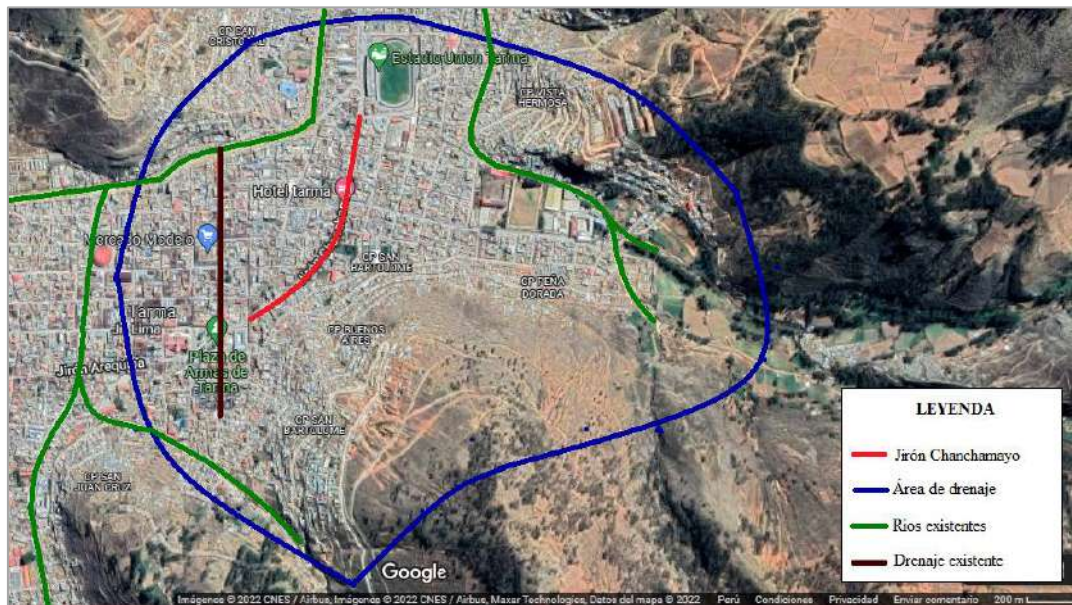


Figura 2. Ubicación del área de estudio

Fuente: Elaboración propia

1.4.3 Delimitación Temporal

La investigación comprendió un tiempo de 14 meses para recolectar los datos, organizar, plantear, modelar, explicar los resultados, conclusiones y recomendaciones. La actividad de revisión de la literatura científica y análisis estadístico de los datos conllevó el mayor tiempo al tesista. La base histórica de precipitaciones diarias fue de 20 años comprendido desde el 2001 al 2020, equivalente a 7200 datos a procesar. Solicitado por el tesista al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI según ANEXO 1.

1.5 Limitaciones de la Investigación.

Se presentaron como principales limitantes:

Limitaciones para avanzar en la investigación producto al COVID-19

Instrumento y acceso para realizar el análisis de muestras de suelo en la zona de estudios del jirón Chanchamayo.

Limitaciones por parte de las autoridades competentes en brindar información de expediente de drenaje ejecutado anteriormente o estudios recientes en el distrito de Tarma.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Ruíz (2011) elaboró una investigación basada en el “Diseño del sistema de alcantarillado Pluvial para el Barrio Panguintza, Cantón Centinela del Cóndor Provincia de Zamora Chinchipe” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Escuela Politécnica Nacional de Quito. Ecuador. Los caudales máximos se calcularon en base al método racional producto al área de escurrimiento relativamente pequeña. Sin embargo, se limitaron al uso de herramientas computacionales o modelos matemáticos que contribuye a la interpretación de los resultados, y predicción de las condiciones críticas del drenaje.

Miranda & Pachar (2012) en el trabajo titulado “Diseño del drenaje superficial de las calles, en el proyecto vial sector 3, de la Parroquia Pascuales, ubicado entre el KM 18 y KM 22 de la vía perimetral (AV.56 N-0), utilizando el software Storm Wáter Management Model (SWMM)” de la Enviromental Protection Agency (EPA)” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad en la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Este documento alcanza una solución técnica eficiente. Se utilizó en la investigación como método de diseño y calibración de los cálculos hidráulicos la simulación del software libre Storm Water Managment Model (SWMM). Pero, será necesario elaborar el análisis hidrológico más riguroso y contemplar el drenaje superficial mediante las cunetas y sumideros que permite el incremento de la dimensión del sistema del drenaje pluvial urbano.

García et al., (2013) Plantean en su trabajo de “Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción-Masaya” para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua. El estudio radicó en que el diseño del drenaje pluvial contemplara el drenaje superficial existente. Realizaron un diagnóstico, para determinar el estado físico-estructural actual del drenaje superficial y un estudio hidrológico para obtener las máximas escorrentías. Se estimaron los costos que devengarían la ejecución del proyecto y el tiempo duración. Pero, la investigación carece de método, técnicas y modelos matemáticos para el procesamiento de datos e

interpretación de los datos complejos, y no contempla la predicción del comportamiento hidráulico para diferentes condiciones.

Baquero y Vanegas (2018) en su artículo científico titulado “Optimización del sistema de alcantarillado pluvial de la carrera doce entre las calles sexta y primera en el municipio de Chía-Cundinamarca, diseñando un tanque de tormenta, con el fin de minimizar inundaciones” en la Revista de la Universidad Católica de Ecuador. Los investigadores realizan un exhaustivo estudio hidrológico en 3 estaciones pluviométricas que permite un correcto sistema de alcantarillado pluvial hasta un tanque de tormenta. Los investigadores obtienen que las diferencias de cotas son muy bajas en la ejecución del proyecto. Además, los investigadores solo exponen un único método de obtención del caudal máximo en la subcuenca y escaso procedimiento para calcular el tiempo de concentración, vaga interpretación y explicación de los resultados.

Ojeda et al., (2020) en su artículo científico titulado “Drenaje pluvial sostenible. Una alternativa de gestión del agua de lluvia en la Universidad de Sonora”. Revista Contexto de la Universidad de Sonora. Realizaron un estudio que consistió en evaluar el sistema de drenaje pluvial del campus universitario con principios hidrológicos, hidráulicos, topográficos, sociales y herramientas de cálculos convencionales. Se basaron en 12 microcuencas y 34 años de registros climáticos. Establecieron, además, un sistema para aprovechar el agua de lluvia como parte del aprovechamiento sostenible. Pero, los autores no hacen un exhaustivo estudio hidráulico en propuestas y modelos de drenaje, tampoco hacen uso de herramientas de modelación y no realizan un análisis costos-beneficio del sistema.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Rendón (2013) elaboró una investigación sobre el “Drenaje pluvial ciudad Juliaca (Sector Los Virreyes) – Puno – Perú” para optar por el título de Master en Ingeniería Civil por la Universidad Politécnica de Cataluña, España. Se realizó una evaluación de los espaciamientos de los sumideros aplicando cuatro criterios de riesgos con la rejilla la R121, la cual fue experimentada en el Laboratorio de Hidráulica. El modelamiento de los conductos de alcantarillado se realiza bajo el programa Storm Water Management Model (SWMM) bajo el modelo unidimensional de onda dinámica. Pero la investigación carece de análisis

para los tiempos de retorno según recomiendo la Norma CE.040 Drenaje Pluvial en el Perú, así como una evaluación socioeconómica y ambiental de la misma.

Urbano (2017) realizó una investigación sobre el “Diseño alternativo de un sistema de drenaje pluvial para las avenidas Antonio Raymondi y Mariscal Luzuriaga en la ciudad de Huaraz” para optar el título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo. El investigador realizó un exhaustivo análisis de las condiciones topográficas, hidrológicas e hidráulicas, Sin embargo, el autor no hace referencia a los costos e impactos ambientales de investigación, por lo que deja en duda la viabilidad del proyecto.

Méndez et al., (2018) efectuaron una investigación sobre “La innovación alternativa inminente en los sistemas de drenaje pluvial para minimizar las inundaciones” publicado en la revista de divulgación científica KUXULKAB. Los principales resultados fueron el diseño e implementación de colectores en el aspecto hidráulico y estructural. Los investigadores obtienen un novedoso colector prefabricado para el sistema de alcantarillado pluvial idóneo para retener residuos sólidos y finos con su respectivo análisis hidráulico estructural. Pero presenta una gran desventaja, porque el sumidero fue elaborado para un caudal específico determinado, Sin embargo, en las condiciones actuales de explotación existe una gran variedad de las condiciones hidrometeorológicas. Además, no consideran las fuerzas laterales, el estudio geológico y capacidad portante para el análisis estructural del colector.

Cuti (2018) realizó una investigación del “Drenaje pluvial urbano en la localidad de Espinar, Provincia de Espinar, región Cusco” para optar el título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. A pesar de obtener una secuencia lógica de resultados y programa adecuados para el diseño como el Storm Water Management Modelling, así como unas correctas distancias entre sumideros rejillas de captación. No alcanzó un estudio completo del sistema de drenaje urbano, faltando estudios ambientales y económicos, fundamental en las obras hidráulicas.

Izquierdo & Zeña (2019) en la tesis titulada, “Diseño del drenaje pluvial urbano de la zona urbana del distrito de Santa Cruz, Provincia de Santa Cruz, Departamento de Cajamarca, 2017” para optar el título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Señor de Sipán. Los principales resultados obtenidos fueron que el diseño hidráulico del proyecto alcanzó un

caudal total de $3,6226 \text{ m}^3/\text{s}$ distribuido en 3 zonas. El presupuesto total del proyecto del Drenaje Pluvial de s/. 4 515 593,23. Pero, el autor no realiza un análisis exhaustivo las posibles variantes del drenaje pluvial urbano, abarcando solo los aspectos superficiales, (cunetas y sumideros). Otro aspecto, es la escasez de métodos y herramientas para mejorar los resultados.

2.2 Bases Teórica

2.2.1 Hidrología

La Hidrología es la rama de la Hidráulica que estudia los procesos de transporte, ocurrencia y distribución del agua sobre la superficie terrestre y su interacción con el medio ambiente, Comisión Nacional del Agua (CNA, 2007). En tal sentido, la Hidrología es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre de forma espacial y temporal, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2011).

La hidrología se analiza desde la perspectiva de un área espacial y temporal caracterizada en una cuenca hidrográfica. Dentro de la cuenca se considera la existencia de una corriente principal y de tributarios, que son afluentes de la primera. (Comisión Nacional del Agua, 2007). En la figura 3 se muestra la representación esquemática de una cuenca hidrológica.



Figura 3. Representación Esquemática de una Cuenca.

Fuente: Comisión Estatal del Agua (s/f).

La cuenca es uno de los factores hidrológicos más importantes, Hernández (2018) describió que: “La superficie de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, se agrupan para formar un solo curso de agua. En ese espacio se desarrolla un sistema de drenaje superficial con la finalidad de dirigir la escorrentía hacia zonas con cotas bajas hasta depositarse en ríos, lagos o mar”. (p.20)

Otras interpretaciones vendrían siendo las cuencas urbanas como límites específicos, según Agredo (2013) afirma que: “Es la cuenca hidrográfica donde se originan procesos urbanísticos de asentamientos humanos, con actividades sociales, económicas, políticas y culturales, apoyadas en sistemas tecnológicos artificiales que se desarrollan a expensas del sistema natural”. (p.124).

Cahuana y Weimar (2009) plantearon que:

“El ingeniero civil que se ocupa de proyectar, construir o supervisar el funcionamiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y otras obras civiles debe resolver numerosos problemas prácticos. Éstos pueden ser de muy variado carácter, pero en la mayoría de los casos será necesario el conocimiento de la hidrología para su solución”. (p.3). Siendo de gran utilidad para los diseños de drenaje pluvial urbano.

2.2.2 Parámetros geomorfológicos de la cuenca

En la literatura internacional la geomorfología de una cuenca hidrográfica queda definida por sus parámetros forma, parámetros de relieve y parámetros de red hidrográfica, formulados con ecuaciones matemáticas, para la clasificación, comparación e interpretación de sus condiciones tanto físicas y químicas. (Cahuana y Weimar, 2009).

2.2.2.1 Parámetros forma

a) Factor de forma de la cuenca

El factor de forma fue planteado por Horton (1932) que se representa mediante la siguiente expresión:

$$F_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde: F_f el factor de forma (adimensional); L la longitud de la cuenca (km); A el área de la cuenca (km^2).

En la tabla 1 se muestra la clasificación del factor de forma de la cuenca en función de la forma de la propia cuenca planteado por Fuentes (2004).

Tabla 1
Factor de forma y forma de la cuenca

Ff	Forma de la cuenca
0,01-0,18	Muy poco achatada
0,18-0,36	Ligeramente achatada
0,36-0,54	Moderadamente achatada

Fuente: Fuentes (2004)

b) Coeficiente de compacidad

El coeficiente de compacidad es la relación del perímetro y el área de la cuenca que se representa mediante la siguiente expresión:

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

Donde K_c es el coeficiente de compacidad (adimensional), P el perímetro (km) y A el área de la cuenca (km^2).

En la tabla 2 se ilustra la descripción del coeficiente de compacidad la cuenca en función de la forma de la cuenca de acuerdo a Villón (2012).

Tabla 2
Coeficiente de compacidad y forma de la cuenca

Kc	Forma de la cuenca
1-1,25	Oval redonda
1,25-1,50	Oval oblonga
1,50-1,75	Oblonga alargada

Fuente: Villón, 2012

c) El índice de circularidad o factor de circularidad

El índice de circularidad propicia la comparación de la forma de la cuenca con la geometría del círculo según Cerignoni y Rodrigues (2015). Se representa mediante la siguiente ecuación.

$$I_c = 12,57 \frac{A}{P^2}$$

Donde: I_c es el coeficiente de compacidad (adimensional), P el perímetro (km) y A el área de la cuenca (km²).

No obstante, Cerignoni y Rodrigues (2015) elaboraron en su artículo sobre análisis morfométrico de una microcuenca, en la tabla 3 se presenta la interpretación de algunos parámetros de forma como se muestra a continuación:

Tabla 3
Clasificación de parámetros de forma

Ff	Ic	Kc	Formato	Interpretación Ambiental
1-0,75	1-0,8	1-1,25	Circular	Alta tendencia a inundaciones
0,75-0,50	0,8-0,6	1,25-1,50	Ovalada	Mediana tendencia a inundaciones
0,50-0,30	0,6-0,4	1,50-1,70	Oblongo	Baja tendencia a la inundación
<0,3	<0,40	>1,70	Largo	Propensa a la conservación

Fuente: Cerignoni y Rodrigues (2015).

2.2.2.2 Parámetros de relieve

De acuerdo con Cerignoni y Rodrigues (2015) la evaluación del relieve se alcanza por la amplitud altimétrica (H), como la diferencia de cota máxima y mínima. (p.12). Además, se obtiene la razón de alivio (R_a) que según Schumm (1956), es la diferencia de la altitud de los puntos extremos de la cuenca y la mayor longitud. De esta forma permite la comparación de la altimetría. En cuanto mayor sea el valor de la razón de alivio, más heterogéneo es el relieve en la región, siendo esta más susceptible a la erosión (Rodrigues et al., 2013). Se representa mediante la siguiente ecuación.

$$R_a = \frac{H}{L}$$

Donde Ra razón de alivio, L la longitud de la cuenca (km); H amplitud altimétrica (km).

Existen varios criterios para determinar la pendiente de la cuenca, esta tiene estrecha relación con otros parámetros. Pero los métodos más usados son el de Nash, Alvord, y Horton, y el método del rectángulo equivalente. El más representativo viene dado por la siguiente ecuación:

$$S_c = \frac{H_M - H_m}{1000 \cdot L}$$

Donde: Sc es la pendiente media de la cuenca (%); HM la altitud mayor, en m; Hm la altitud menor (m); L la Longitud de la cuenca (km).

Las cuencas que presentan pendientes fuertes causan mayor aceleración de las escorrentías ante las precipitaciones que repercute en el fenómeno de la erosión hídrica. (Horton, 1945; Strahler, 1964).

En la tabla 4 se ilustra la clasificación de las pendientes y su respectiva interpretación según Ortíz (2004).

Tabla 4
Clasificación de las pendientes medias

Pendiente (%)	Tipo de relieve
0 - 3	Plano
3 - 7	Suave
7 - 12	Mediano
12 - 35	Accidentado
35 - 50	Fuerte
50 - 75	Muy Fuerte
>75	Escarpado

Fuente: Ortíz (2004).

2.2.2.3 Parámetros de la red hidrográfica

Los parámetros de la red hidrográfica son los más imprescindibles a determinar por su elevado grado de importancia para las obras hidráulicas. Uno de ellos es el grado de

ramificación de la red de drenaje de una cuenca. Campos (1992) estableció el siguiente procedimiento para ordenar las corrientes:

La de orden 1: las que corresponden a los afluentes sin ramificación de los cauces.

La de Orden 2: las que corresponden a los afluentes que reciben corrientes de orden 1.

Las de Orden 3: las que corresponden a los afluentes que reciben corrientes de orden 2; pero también pueden tomar corrientes de orden inferiores y sucesivamente.

a) La pendiente media del río

La pendiente media del río puede ser propuesta por la cuenca a diferencia que en este aspecto es la longitud del río. Además, puede obtenerse mediante la siguiente ecuación:

$$S_c = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (e_i \cdot L_i)^{0.5}}{\sum L_i} \right)^2$$

Donde: S_c es la pendiente media del río (%); e_i equidistancia entre curvas de nivela (m); L_i la longitud de cada tramo del rio (km).

La clasificación de la pendiente del río de la cuenca se muestra en la tabla 5. según Fuentes (2004)

Tabla 5
Clasificación de la pendiente del río

Rango (%)	Clasificación de la pendiente
0 - 2	Plano o casi a nivel
2 - 4	Ligeramente inclinado
4 - 8	Moderadamente inclinado
8 - 15	Fuertemente inclinado
15 - 25	Moderadamente empinado
25 - 50	Empinado
50 - 70	Muy empinado
>75	Extremadamente empinado

Fuente: Fuentes (2004)

b) Longitud media de la corriente

La longitud media de la corriente fue definida por Strahler (1964) mediante la siguiente ecuación:

$$L_{mr} = \frac{L_u}{N_u}$$

Donde L_{mr} es la longitud media de la corriente (km); u el orden del río; L_u la longitud del cauce (km); N_u el número total de cauces de orden u .

c) Relación de bifurcación

La relación de bifurcación fue definida por Schumn (1956) mediante la siguiente ecuación:

$$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$$

Donde R_b es la relación de bifurcación de cauces de orden u (adim.); N_u el número total de cauces de orden u ; N_{u+1} el número de cauces de orden $u+1$ (orden superior).

d) Relación media de bifurcación

La relación media de bifurcación fue definida por Schumn (1956) mediante la siguiente ecuación:

$$R_{bm} = \frac{\sum R_b}{N_{TB}}$$

Donde R_{bm} es la relación media de bifurcación (adim.); N_{TB} el número total de bifurcaciones

e) Frecuencia de flujo

La frecuencia del flujo fue definida por Horton (1945) mediante la siguiente ecuación:

$$F_s = \frac{N_u}{A}$$

Donde F_s es la frecuencia del flujo; A es el área de la cuenca (km^2); N_u el número total de cauces de orden u .

f) Densidad de drenaje

La densidad de drenaje fue definida por Horton (1945) mediante la siguiente ecuación:

$$D_d = \frac{\sum_{i=1}^N L_u}{A_c}$$

Donde: D_d la densidad de drenaje (km/km^2), \sum la longitud total de todos los cauces (km); A el área de la cuenca (km^2).

g) Textura de drenaje

La textura de drenaje fue definida por Horton (1945). Luego, cinco años posteriores Smith (1950) clasificó en 5 clases diferentes de texturas: (i) muy gruesa (<2); (ii) gruesa (2 a 4); (iii) moderada (4 a 6); (d) fina (6 a 8); y (e) muy fino (> 8). El indicador puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$T_d = \frac{\sum N_u}{P}$$

Donde T_d es la textura de drenaje, P el perímetro de la cuenca (km^2); N_u el número total de cauces de orden u .

2.2.3 Precipitación

El conocimiento de las distribuciones teóricas de las precipitaciones tomando en consideración el tiempo y el espacio para posteriormente aplicar los métodos estadísticos es sumamente importante para conocer el comportamiento de las mismas. (Segerer y Villodas, 2006).

Según Cahuana y Weimar, (2009) planteó que: “la precipitación es la fuente principal de agua en la superficie terrestre, y su conocimiento desde las mediciones, análisis de distribución espacial y temporal es el punto de partida para los estudios de un uso sostenible de los recursos hídricos y obras hidráulicas necesarias a proyectar para dicho fin.”. (p.41)

En el Perú la lluvia es la causante de los escurrimientos pluvial en todo el territorio, aunque con más o menos intensidades según las regiones. Al respecto, Rojas y Humpiri, (2016) planteó que: “Las investigaciones de drenaje pluvial inician por los estudios hidrológicos para lograr estimar los caudales de máximas avenidas según los periodos de retorno en análisis y con estos permite dimensionar las obras de drenaje”. El primer procedimiento una vez obtenida las precipitaciones en las estaciones meteorológicas es aplicar un análisis crítico a la calidad de sus datos.

2.2.3.1 Análisis estadísticos de las precipitaciones

Las observaciones del régimen de lluvias y escurrimientos de una cuenca, resultan válidos sólo en el caso en que se empleen serie homogéneas. Además, es necesario predecir su ocurrencia mediante análisis de probabilidad con series de comportamiento aleatorio (Perarlta, 2013). Por lo que cualquier estudio hidrológico debe comenzar con la comprobación de la homogeneidad y aleatoriedad de las series de observaciones que pretenden utilizar.

El análisis de consistencia de las precipitaciones según Aliaga (1983) planteó que la inconsistencia es el sinónimo de error sistemático (naturales o artificiales) y se presenta como saltos y tendencias, y no homogeneidad. La inconsistencia y no homogeneidad se manifiesta en saltos o tendencias en las series historias de las precipitaciones. Además, se refleja en los parámetros estadísticos como la media, desviación estándar y correlación. (Salas, 2014, p.17).

Entre los métodos existentes para demostrar homogeneidad de los datos de acuerdo con González et al., (2000) son:

1. Métodos gráficos (Curvas simple y doble masa)

2. Pruebas paramétricas (Student, Fischer, Cramer)
3. Pruebas no paramétricas (Spearman, Kruskal-Wallis, Helmer, Secuencias)
4. Pruebas de aleatoriedad (Coeficientes de autocorrelación)

El análisis de consistencia de las series históricas de la precipitación más frecuente utilizado es la curva doble masa. Es utilizado para la interpolación y relleno de datos faltantes para algunas extrapolaciones para series incompletas, pero más que todo identificar incongruencias en los datos. Aparicio (1992) señala que la curva doble masa es de gran utilidad debido a que muchos de los errores son compensados. El propio autor plantea que, la correlación para que sea correcta, en la estación base y la estación en cuestión, la curva doble masa debe ser una línea relativamente recta, y su pendiente no cambie. En la figura 4, se muestra un ejemplo de la curva de doble masa.

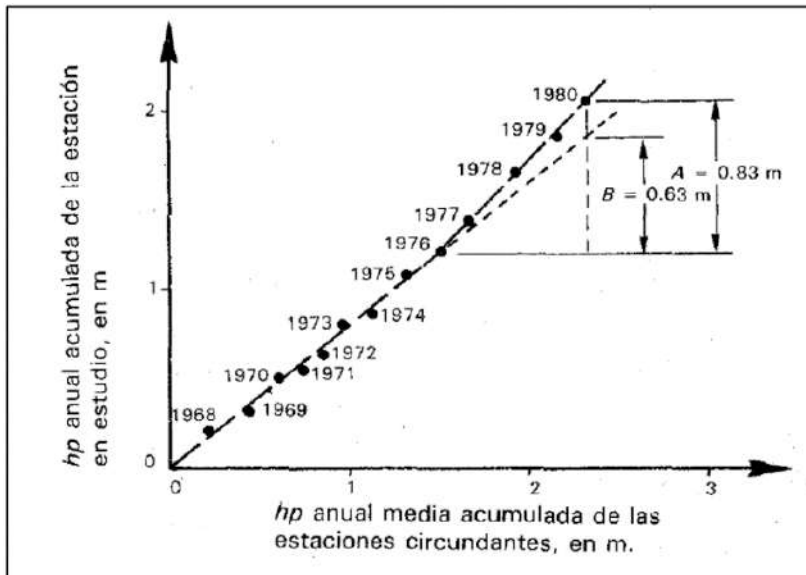


Figura 4. Curva doble masa.

Fuente: Aparicio (1992).

2.2.3.1.1. Prueba estadística T de Student

Campos Aranda (1998) plantea que la prueba estadística T de Student se define con la siguiente expresión:

$$t_c = \frac{x_1 - x_2}{\left[\left(\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}}$$

Donde S_1^2, S_2^2 las varianzas de x_i en los períodos de registros.

2.2.3.1.2 Prueba estadística de Cramer

La prueba de Cramer es muy útil; Se considera un complemento de la prueba t de Student. Campos Aranda (1998). Donde \bar{x} y S son la media y desviación estándar del registro total de n valores, t_k tiene distribución t de Student de dos colas

$$\bar{x}_k = \frac{\sum_{i=k+1}^{i=k+n} x_i}{n'}$$

$$\tau_k = \frac{(\bar{x}_k - \bar{x})}{S}$$

$$t_k = \left\{ \frac{n'(n-2)}{n - n'[1+(\tau_k)^2]} \right\}^{1/2} (\tau_k)$$

2.2.3.1.3. Promedios móviles

De acuerdo con Campos Aranda (1998), este método permite sentar algunas de las variaciones aleatorias de la serie.

$$x_1, x_2, x_3, \dots, \dots, x_n$$

$$\frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}, \frac{x_2 + x_3 + \dots + x_{n+1}}{n}, \frac{x_3 + x_4 + \dots + x_{n+2}}{n}$$

Donde los $x_1+x_2+\dots+x_n$ son las sumas móviles de orden n .

2.2.3.1.4. Prueba F de Fisher

Es un método utilizado para verificar la homogeneidad en la varianza comparando dos muestras. (Maraví y Melchor, 2020). La expresión matemática se define como:

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2^2}, \text{ si } S_1^2 > S_2^2 \text{ ó } F_{cal} = \frac{S_2^2}{S_1^2}, \text{ si } S_2^2 > S_1^2$$

El valor de F tabla se obtiene con $\alpha=0.05$

Grados de libertad del numerador = n_1-1

Grados de libertad del denominador = $n-1$

El análisis estadístico de las series históricas de las precipitaciones o datos hidrológicos son estimar las frecuencias de las precipitaciones, intensidades o caudales máximos, dependiendo los períodos de retorno, con la aplicación de modelos probabilísticos. (Sáenz, 1999).

2.2.3.2 Pruebas de bondad de ajuste

Según Cahuana y Weimar (2009) las pruebas de bondad de ajuste, consisten en comprobar gráfica y estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie analizada, se ajusta a una determinada función de probabilidad teórica. Las más utilizadas en hidrología son:

- a) Chi –Cuadrado (χ^2)
- b) Smirnov - Kolmogorov

La prueba de Chi Cuadrado (χ^2) se aplica para verificar las bondades de las distribuciones normales y log normales. (Domínguez, 2018. p. 20).

La prueba de ajuste de Sminov-Kolmogorov consiste en comparar las diferencias existentes entre la probabilidad empírica de los datos de la muestra y la probabilidad teórica. (Cahuana y Weimar, 2009. P.287). Este método es aún más empleado en los estudios hidrológicos. La expresión matemática se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$D = \max |F(x) - P(x)|$$

Donde D es el estadístico de Smirnov - Kolmogorov. F(x) la probabilidad de la distribución teórica y P(x) la probabilidad experimental.

La magnitud de un evento se plantea que es inversamente proporcional a su ocurrencia. (Maraví y Melchor, 2020 p.49). El análisis de frecuencia es relacionar la magnitud de los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia con el uso de una distribución probabilística. (Chow, 1994).

2.2.3.3. Modelos de distribuciones teóricas.

Fundamentalmente las obras hidráulicas se diseñan con los caudales máximos a su vez son obtenidos de las transformaciones de las precipitaciones máximas. Por tanto, los análisis de datos son recolectados mediante los valores máximos de un conjunto de una serie histórica de precipitaciones. Estos extremos son distribuidos probabilísticamente cuando el conjunto de datos es grande (Segerer y Villodas, 2006).

El MTC (2014) expone las distribuciones más recomendables cuando utilizan variables hidrológicas como son: Log normal, Gumbel y Log Pearson tipo III. En ese mismo contexto fueron planteados por Chow (1954) como:

a) Distribución normal

La función de densidad de probabilidad normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2}$$

Donde $f(x)$ la función densidad normal de la variable x ; $x =$ la variable independiente; μ el parámetro de localización, igual a la media aritmética de x ; S el parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x .

b) Distribución Gumbel:

La distribución de Valores Tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Al utilizar el método de momentos se obtiene:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde α el parámetros de concentración; β el parámetros de localización.

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x$$

Donde x el valor con una probabilidad dada; \bar{x} la Media de la serie; k el Factor de frecuencia.

c) Distribución Log Pearson tipo III:

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x\beta^\gamma \Gamma(\gamma)}$$

Valido para:

$$\begin{aligned}x_0 &\leq x < \infty \\0 &< \gamma < \infty \\0 &< \beta < \infty \\-\infty &< x_0 < \infty\end{aligned}$$

Donde x_0 Parámetro de posición; γ Parámetro de forma; β Parámetro de escala

2.2.4 Tiempo de concentración.

El tiempo de concentración se interpreta como el tiempo que cae una gota en un punto del área de la cuenca hasta que llega la salida de esta (Villón, 2002). Este depende de la geometría de planta, pendiente, área, características del suelo, cobertura vegetal entre otros factores. El tiempo de concentración está definido como:

$$t_c = t_0 + t_f$$

Donde t_c es el tiempo de concentración; t_0 el tiempo requerido para que todo el escurrimiento llegue a la entrada del sistema o sumidero; t_f el tiempo en que el flujo recorre el sistema.

Para determinar el tiempo de entrada existen un gran número de autores que han propuesto ecuaciones empíricas. La Norma Técnica CE.040 (2021) y el MTC (2018) propone las siguientes ecuaciones de:

La ecuación de Kirpich:

$$t_c = 0,01947L^{0,770}S^{-0,385}$$

La ecuación de California Culverts Practice:

$$t_c = 0,0195\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

La ecuación de Izzard:

$$t_c = \frac{525(0,0000276i + c)L^{0,33}}{S^{0,333}i^{0,667}}$$

La ecuación de Federal Aviation Administration:

$$t_0 = \frac{0,7035(1,1 - C)L^{0,5}}{S^{0,333}}$$

La ecuación de onda cinemática por Morgali y Linsley:

$$t_c = \frac{7L^{0,6}n^{0,6}}{i^{0,4}S^{0,3}}$$

La ecuación de retardo SCS:

$$t_c = \frac{0,0136L^{0,8}\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0,7}}{S^{0,5}}$$

Donde t_c el tiempo de concentración (min), L la longitud del curso de agua más largo (m), S la pendiente promedio de la cuenca (m/m), H la diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida (m), i la intensidad de lluvia (mm/h), c el coeficiente de retardo, C el coeficiente

de escorrentía del método racional, n el coeficiente de rugosidad de Manning, CN el número de curva SCS.

Tiempo de recorrido en cada tramo del conducto de drenaje se calculó por la siguiente ecuación:

$$t_f = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$$

Donde t_f el tiempo en que el flujo recorre el sistema (min), L_i es la longitud del conducto a V_i es la velocidad del flujo.

Según la Norma Técnica CE.040 (2021) de Drenaje Pluvial el tiempo de concentración para el dimensionamiento del drenaje pluvial no debe considerarse valor inferior a 10 minutos.

2.2.5 Curvas Intensidad Duración y Frecuencia

Pizarro, Abarza & Flores (2001) plantean que las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) “simbolizan la intensidad media en intervalos de diferente duración, a una misma curva para el mismo período de retorno” (p.66).

En la figura 5 se muestra la representación gráfica de las curvas IDF. Se observa que vienen dadas las intensidades de las lluvias en función de la duración respondiendo para cierto periodo de tiempo para los cuales son diseñadas las obras hidráulicas.

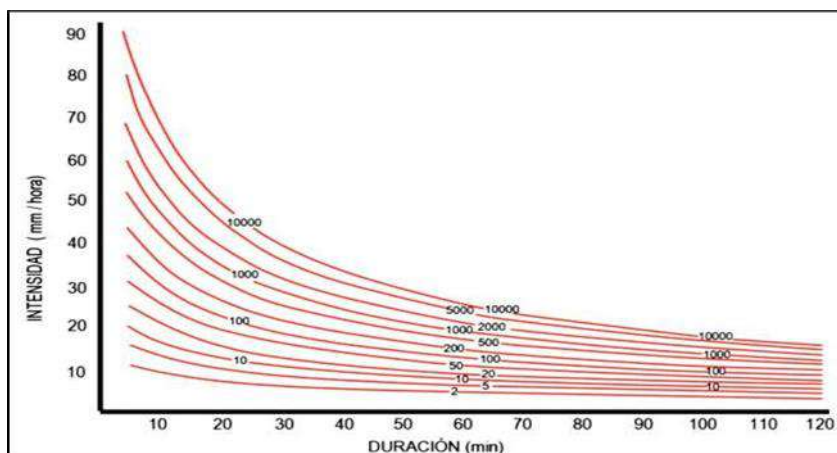


Figura 5. Curvas IDF.

Fuente: *Manual de drenaje urbano, Chile, 2015*

Si una estación pluviográfica contiene una base de datos histórica sobre precipitaciones se pueden realizar curvas de intensidad /duración para distintas frecuencias (Segerer y Villodas, 2006). La intensidad se expresa mediante la siguiente ecuación:

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

Donde i es la intensidad de lluvia (mm/h); P la precipitación (mm); T la duración de lluvia (h).

La Norma Técnica CE.040 (2021) recomienda obtener los parámetros antes mencionados mediante el “Estudio de la hidrología del Perú” (IILA-SENAMHI-UNI, 1983), y su expresión matemática es:

$$i_{t,T} = \frac{P_{24,T}}{t_g} \left(\frac{t+b}{t_g+b} \right)^{n-1} \quad \text{para } t \leq t_g$$

Donde $P_{24,T}$ es la precipitación máxima en 24 horas para ciertos años de período de retorno, t la duración en horas; t_g la duración con la cual se iguala la precipitación de 24 horas, en promedio; b y n los parámetros de tiempo y de duración.

Existen varios modelos matemáticos para la obtención de las curvas de Intensidad Duración y Frecuencia como los propuestos por Témez (1978), EULA (1993), Chow et al., (1994), Aparicio (1997) y el modelo Potencial de Talbot, que a su vez integran el Modelo de Dick y Peschke en el año 1978 que en su forma general se pueden expresarse las ecuaciones como:

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

$$i = \frac{cT^m}{T_d^e + f}$$

Donde, i es la intensidad de la lluvia de diseño, T_d es la duración de la tormenta, y c , e , f son coeficientes determinados por regresión. P_d lluvia máxima de duración de 5 min a 1440 min; d la duración de la lluvia (min); P_{24h} la precipitación máxima en 24 horas.

2.2.6 Drenaje pluvial urbano

2.2.6.1 Generalidades

La NC 1239 (2018) sobre el diseño y construcción de alcantarillado explica que las obras de saneamiento en las ciudades y poblaciones consistente en cunetas, badenes, la propia calle y una red soterrada de conductos a las cuales se les va incorporando la escorrentía de los techos y calles. La solución más simple para evitar una inundación es que exista suficiente capacidad para conducir los volúmenes de agua producto de la lluvia hasta su disposición final, esto se consigue con la construcción del drenaje pluvial. (p.5)

En CE.040 (2021) indica que los sistemas de drenaje urbano se clasifican en sistemas de evacuación pluvial por gravedad, bombeo o mixto. Se fundamenta en diversos autores las ventajas que brinda el sistema a gravedad, siempre y cuando la topografía lo permita. Este viene siendo el conjunto de estructuras para llevar el agua por su propio peso desde los colectores hacia el punto de vertido, donde deben cumplir que el sistema de evacuación debe descargar libremente mayor a 1.00 m sobre los máximos niveles de agua esperados para evitar la obstrucción del sistema de drenaje pluvial.

2.2.6.2 Importancia del drenaje pluvial urbano.

Es necesario en las ciudades evacuar el agua de lluvia para evitar las inundaciones. Las obras civiles modifican el entorno natural en que habita el hombre, teniendo como consecuencia superficies poco permeables y la eliminación de los cauces de las corrientes naturales (Dias, 2015).

Los sistemas de alcantarillado pluvial se encargan de evacuar las precipitaciones captadas en las cuencas y microcuencas en los asentamientos humanos. La evacuación de esta agua es un problema de importancia creciente, conforme el mundo se vuelve cada vez más urbano. Por lo que surge la necesidad de una red de alcantarillado que funcione en la mayoría de ocasiones por gravedad (Cabrera et al., 2014).

Un sistema de alcantarillado está constituido por una red de conductos permiten la operación, mantenimiento y reparación del mismo (CONAGUA, 2007). El objetivo principal es la evacuación de las aguas pluviales que escurren sobre calles, evitando las inundaciones. Los que impide las pérdidas humanas, económicas y generación y propagación de enfermedades (Alegría, 1985).

2.2.6.3 Trazo de la red de drenaje

Por razones económicas el trazo de una red de drenaje debe mantener el drenaje superficial natural con respecto al subterráneo y por gravedad. Aunque pueden existir zonas donde sea necesario el bombeo (Cabrerías 2014). Alfaro et al., (2012) plantearon que no existe una regla general para la disposición de la red del alcantarillado, En la figura 6 se muestra los modelos de configuración de colectores y emisores por grupos.

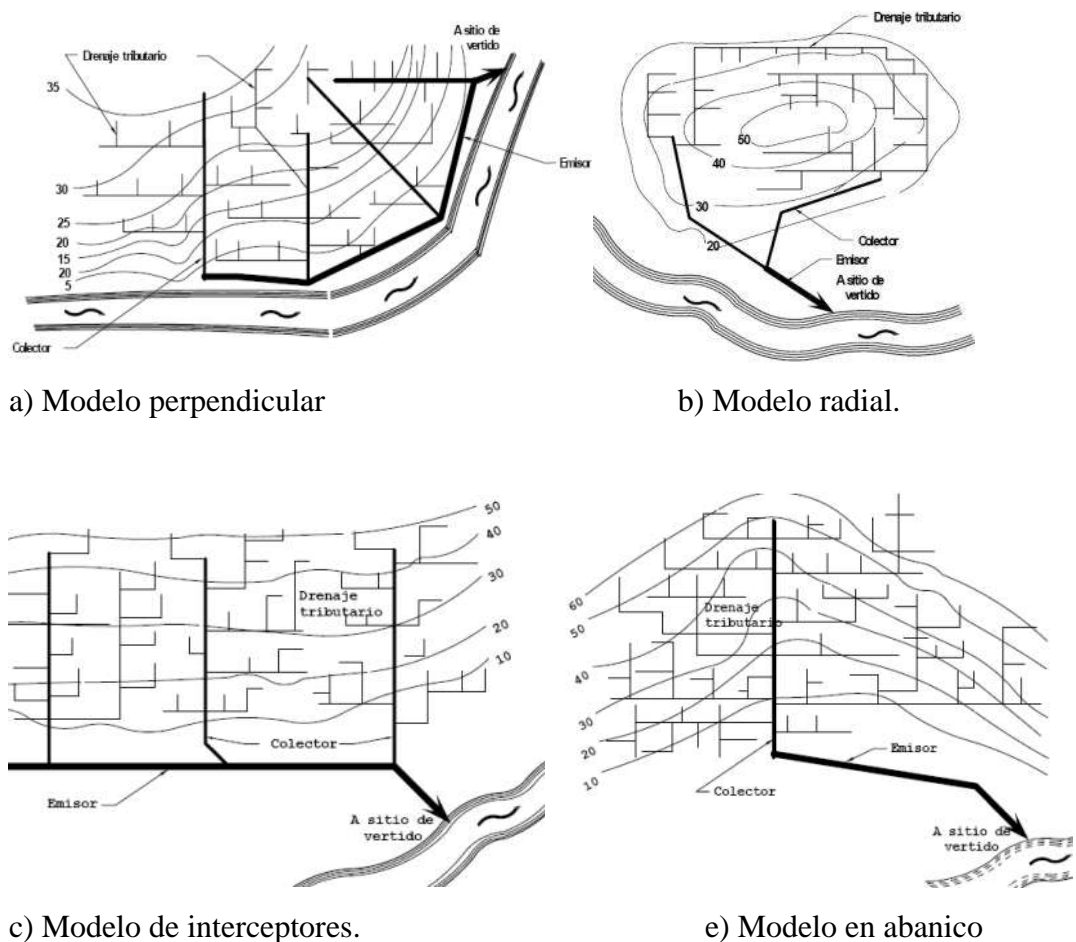


Figura 6. Tipos de trazado de la red de alcantarillado.

Fuente: Alfaro et al., (2012)

La ubicación y alineación de los conductos del drenaje pluvial urbano son los de mayor diámetro con respecto a los otros conductos utilizados en las zonas urbanas como se muestra en la figura 7. NC 1239 (2018)



Figura 7. Esquema de las redes hidráulicas urbanas.

Fuente: NC 1239 (2018)

2.2.6.4 Componentes de una red de drenaje urbana

Los principales componentes de un sistema de drenaje pluvial urbano según las normas ASCE (1992), NB 688 (2007), NC 1239 (2018) Norma 5.2 IC (2016) y Norma Técnica CE.040 (2021) son los siguientes:

a) Conjunto contén-cuneta

La Norma Técnica CE.040-2021, plantea que la evacuación de las aguas que discurren sobre la calzada y aceras se realizará mediante cunetas, donde los sumideros captarán el agua para conducirla a las alcantarillas pluviales. Las cunetas pueden tener secciones transversales de Sección Circular, Sección Triangular, Sección Trapezoidal, Sección Compuesta y Sección en V. Los diferentes tipos de secciones se muestra en la figura 8 a 10

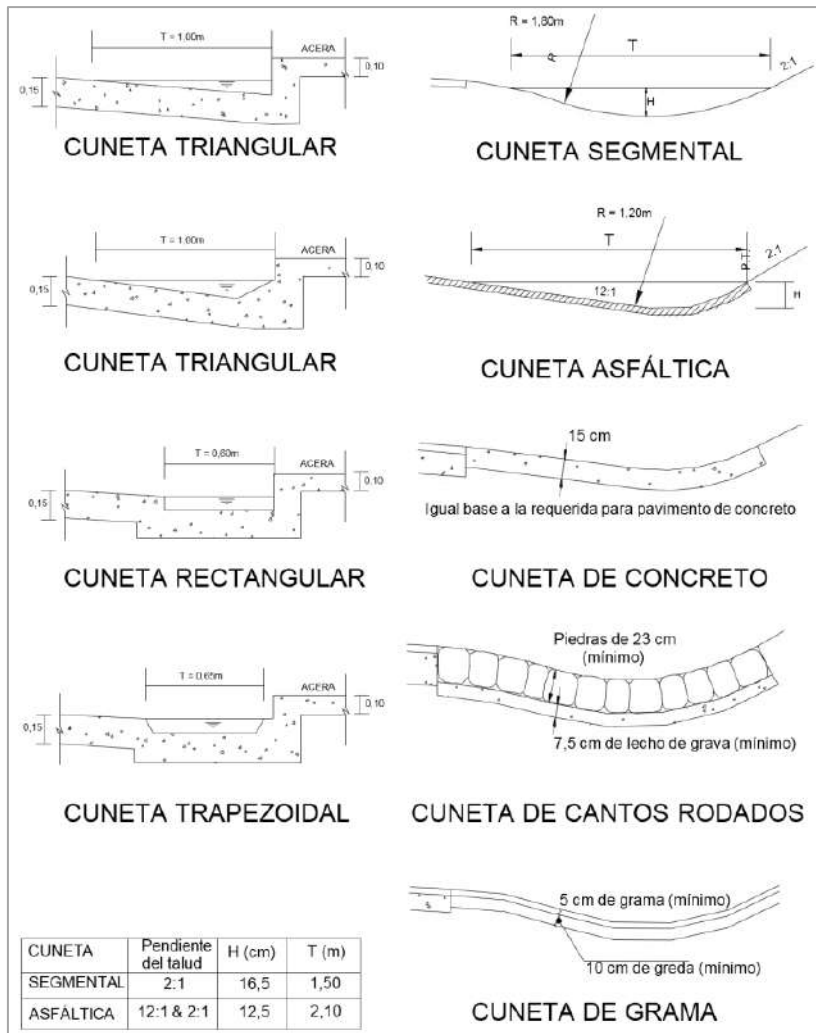


Figura 8. Tipos de secciones de cuneta

Fuente: Norma Técnica CE.040 (2021)

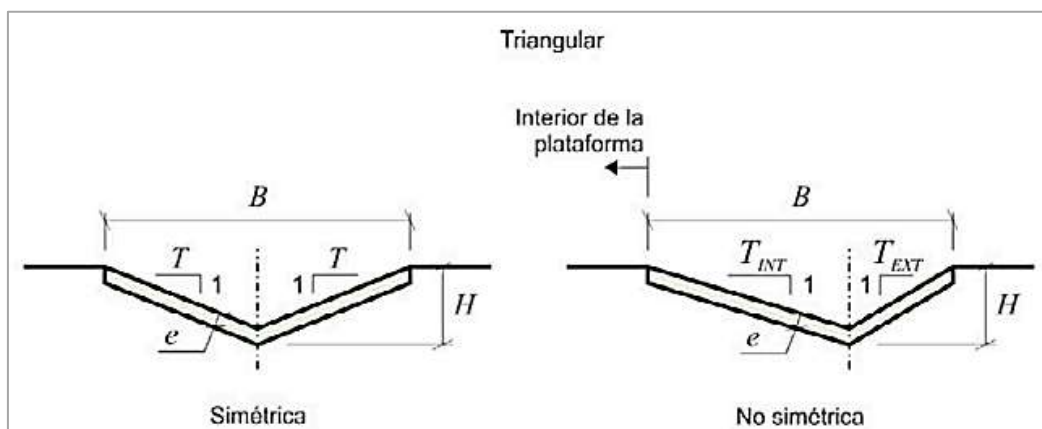


Figura 9. Sección típica de cuneta

Fuente: Norma Técnica CE.040 (2021)

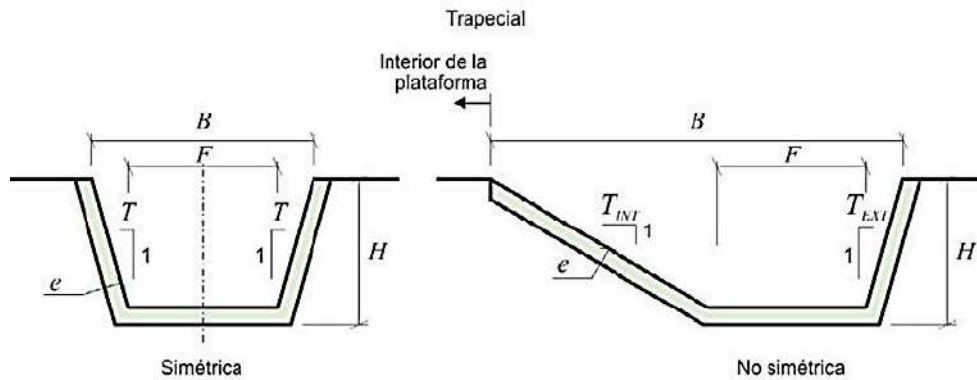


Figura 10. Cuneta de forma trapezoidal

Fuente: Norma Técnica CE.040 (2021)

b) Sumidero

La elección del tipo de sumidero depende de diferentes situaciones tanto hidráulicas como económicas como es planteado por la Norma CE.040 (2021) como son los sumidero lateral de solera, el sumidero de fondo, los sumideros mixtos o combinados, y el sumidero de rejillas en calzada.

En la figura 11 a 13 se muestra los distintos tipos de sumideros posibles de utilización en los sistemas de drenaje urbano de acuerdo con la Norma Técnica CE.040 (2021) que además son los estipulado por la norma ASCE (1992) y NB 688 (2007).

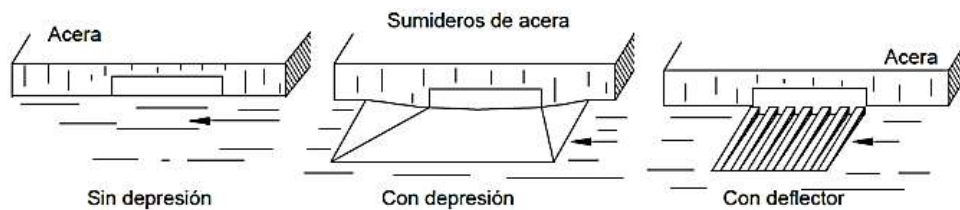


Figura 11. Sumidero lateral de sardinal o solera

Fuente: Norma Técnica CE.040 (2021)

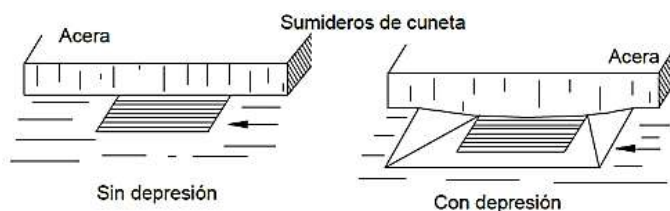


Figura 12. Sumidero de fondo

Fuente: Norma Técnica CE.040 (2021)

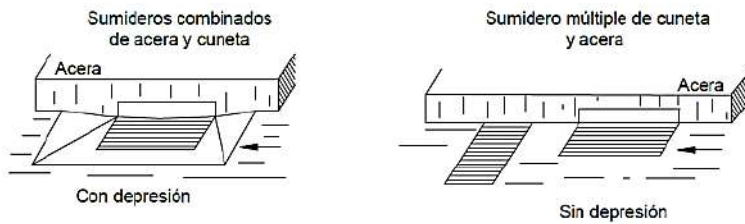


Figura 13. Sumidero mixto a combinado

Fuente: Norma Técnica CE.040 (2021)

Miranda y Pachar (2012) plantearon que la capacidad hidráulica de los sumideros se puede estimar suponiendo que funcionan como vertederos, según se describe a continuación:

- Sumidero horizontal:

$$Q_m = 1.66(L + 2b)h^{1.5}, \text{ como vertedero } h < 1.6 \frac{A}{L + 2b}$$

$$Q_m = 2.66Ah^{0.5}, \text{ como orificio } h \geq 1.6 \frac{A}{L + 2b}$$

- Sumidero lateral:

$$Q_m = 1.27Lh^{1.5}, \text{ Si funciona como vertedero } h < a$$

$$Q_m = 266Lah^{0.5}, \text{ como vertedero } h \geq a$$

Donde h es la altura del escurrimiento en la calle frente al sumidero (m).

Los autores Miranda y Pachar (2012) mencionan que la capacidad máxima de los sumideros depende del tipo, tamaño y diseño de la rejilla. La CNA (2007) explicaron que la capacidad de la rejilla se considera que funciona como un orificio. Señala además que, es conveniente aplicar un factor de reducción por obstrucción de basura.

$$Q_m = 1.000C_d A \sqrt{2gh}$$

Donde: Q = Capacidad de la rejilla (L/s), C_d = Coeficiente de descarga, se recomienda C_d 0.6, A = Área neta de entrada a la rejilla, es decir, el área libre total entre las rejillas (m^2), g = Aceleración de la gravedad (m/s^2), h = Tirante del agua sobre la rejilla (m)

La figura 14 se observa la ubicación de los sumideros, que generalmente se sitúan en las intersecciones las calles, con el objetivo de alcanzar el mayor caudal de la cuneta y descarga directa al buzón. En la figura 15 se muestra un corte transversal de la colocación de los sumideros.

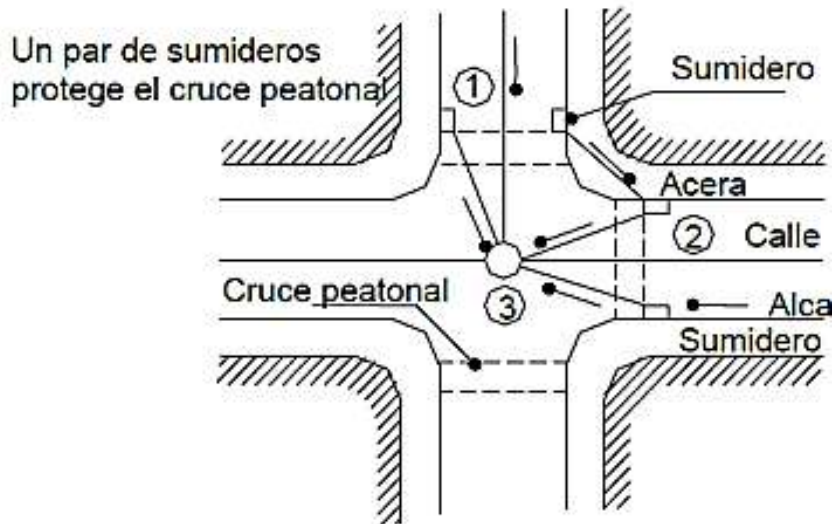


Figura 14. Ubicación de los sumideros

Fuente: Norma Técnica CE.040 (2021)

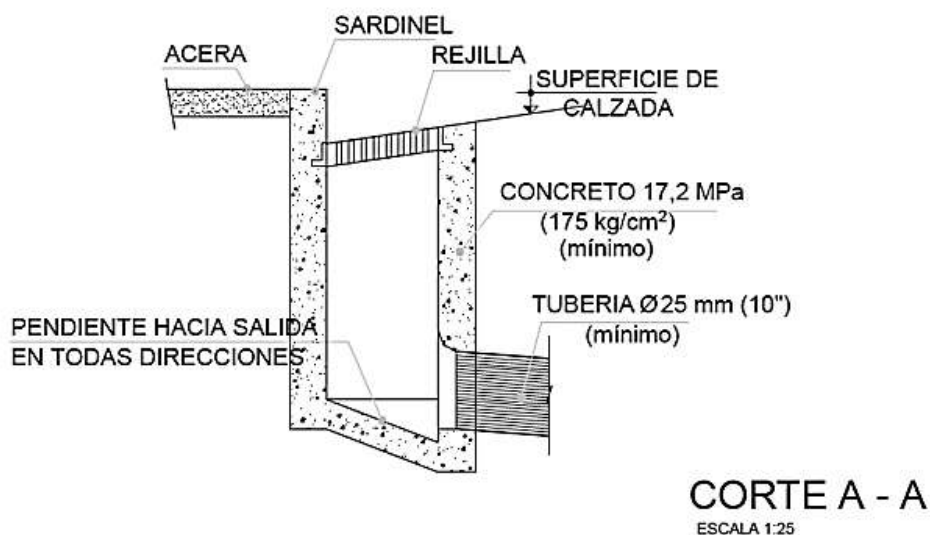


Figura 15. Corte transversal del sumidero

Fuente: Norma Técnica CE.040 (2021)

c) Buzón.

Los buzones tienen como finalidad permitir la reunión de dos o más colectores y el acceso a la inspección y el mantenimiento de los colectores (López, 2016). Según CE.040 (2021) en Perú, los buzones se ubican fuera de la calzada, excepto cuando se instalen en caminos de servicios. El diámetro mínimo del buzón para colectores es de 1,20 m.

Los elementos de inspección y unión (buzón). Son elementos que sirven para conectar elementos tipo línea, físicamente podrían representar a pozos de registro, o elementos de conexión entre tuberías, en los sistemas de drenaje superficial es por este elemento por donde ingresa la escorrentía a la red. (Pascual, 2016). En la figura 16 se muestra la configuración del buzón.

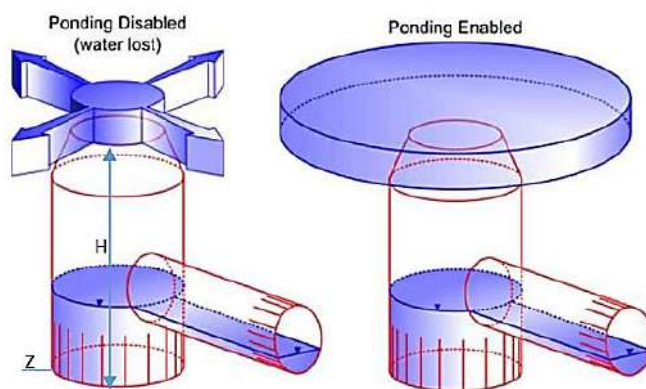


Figura 16. Nudo de conexión.

Fuente: Pascual (2016).

d) Colectores del drenaje pluvial

Los elementos de conducción soterrados en zonas urbanas captan las aguas pluviales desde los puntos de captación hasta el punto de vertido final mediante tuberías soterradas denominados emisarios. (López, 2016). Su función principal es alejar de forma rápida y eficiente las aguas pluviales. En la figura 17 se muestran los elementos de conducción soterrado.

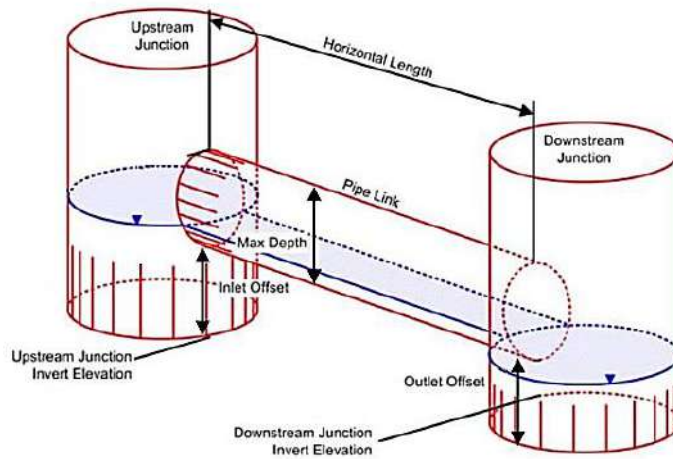


Figura 17. Elemento de conducción soterrado.

Fuente: Pascual (2016).

El drenaje pluvial es un conjunto de colectores subterráneos para evacuar la escorrentía superficial producida por las lluvias hasta una planta de tratamiento o un cauce de río. La Norma Técnica CE.040 (2021), define que los diámetros mínimos a utilizar en los sistemas de drenaje pluvial deben ser de 450 mm y con una respecto a la resistencia estar en el rango según las especificaciones de resistencia contenidas en las NTP (Normas Técnicas Peruanas). Además, explica que, la profundidad mínima a la clave de la tubería desde la rasante de la calzada debe ser de 1 m y caudal de diseño produzca un tirante máximo del 80 % del diámetro a velocidades mínima de 0,90 m/s.

En la figura 18 y 19 muestra las secciones transversales más usadas en conductos cerrados y abiertos según CNA (2007).

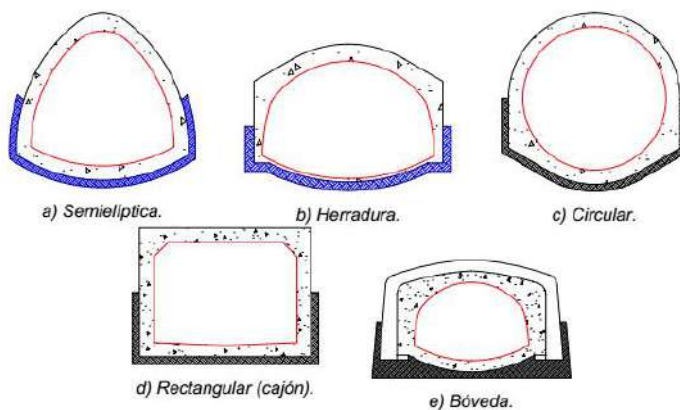


Figura 18. Secciones transversales de conductos cerrados

Fuente: CNA (2007)

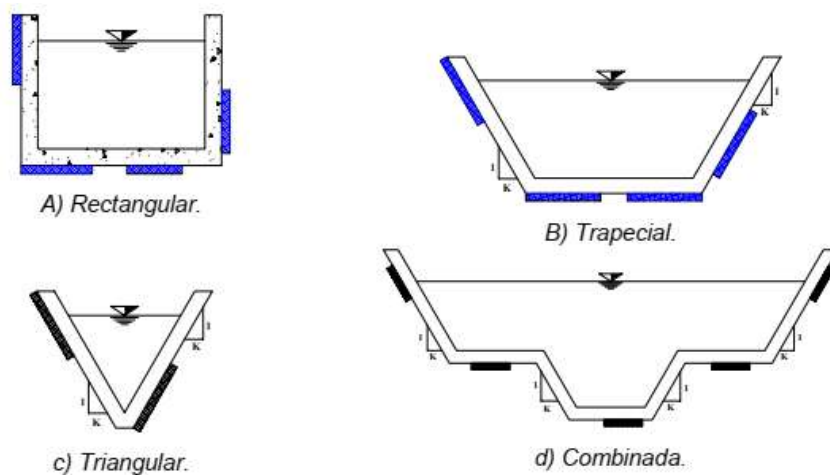


Figura 19. Secciones transversales de conductos abierto

Fuente: CNA (2007)

2.2.7 Estimación del caudal de diseño

Los conceptos básicos de hidráulica, útiles para el diseño de una red de drenaje pluvial más importantes se encuentran la velocidad media del flujo, el caudal y el tirante del flujo interno en el conducto. (GEIPI, 2007). Por tanto, el primer procedimiento es el caudal máximo que deberá conducir el sistema de drenaje pluvial y luego se propone una geometría.

Existen diferentes métodos para determinar los caudales producidos por la lluvia como son los métodos directos que involucran al método racional y método gráfico alemán; Métodos Road Research Laboratory; el hidrograma unitario; métodos de Chicago; método de la curva S, método del hidrograma unitario; método de Chow; y método del hidrograma unitario triangular. (CNA, 2007).

Como se ha demostrado existen diversos métodos para obtener el caudal máximo en la cuenca. Al respecto, el diseño del sistema de drenaje pluvial debe realizar con el método que proporcionen eficientes resultados, éste siendo el que más se acerque a la realidad objetiva. (CNA, 2007).

La CE.040 (2021) propone el método racional siempre y cuando el área de la cuenca de drenaje sea inferior a 3 km², lo cual puede ser calculado mediante la siguiente ecuación:

$$Q = 0,278i \sum_{j=1}^m C_j A_j$$

Donde: Q = caudal (m³/s); i = intensidad de la lluvia (mm/hora); A_j = área de drenaje km²; m = número de subcuencas drenadas; C_j = coeficiente de escorrentía. Los valores más usuales del coeficiente de escorrentía se muestran en anexo 2

2.2.8. Criterios de diseño del sistema de drenaje pluvial

El dimensionamiento del sistema de drenaje pluvial se calcula con el caudal máximo, que permita evacuar las aguas pluviales drenadas en el menor tiempo posible para que no ocurran las inundaciones en la cuenca. El diseño obtenido debe ser capaz de cumplir estrictamente con las restricciones hidráulicas y económicas. (Torres, 2013).

Existen en la literatura internacional diferentes criterios de diseño de drenaje pluvial. Entre los más mencionados es la tensión tractiva y el criterio de velocidad que consecuentemente respondería a la pendiente mínima. (Nogales y Quispe 2009)

2.2.8.1 Criterio de la tensión tractiva

Es la fuerza de arrastre que representa un valor medio de la tensión a lo largo del perímetro mojado de la sección transversal (Nogales y Quispe 2009; OS07, 2019). La que se representa mediante la siguiente expresión:

$$\tau = \rho g R_H S$$

Donde τ = tensión tractiva media (Pa); ρ = densidad del agua (1 000 kg/m³); g = aceleración de la gravedad (9,81 m/ s²); R_H = el radio hidráulico (m); S = pendiente del tramo de tubería (m/m).

Los tramos de la tubería deben ser verificado por el criterio de tensión tractiva con valor mínimo 1,0 Pa. La fuerza tractiva mínima es capaz de transportar el 95 % del material granular que se inserta en el sistema de tubería pluvial. A su vez, las pendientes de las tuberías deben cumplir la condición de autolimpieza (OS07, 2019). La autolimpieza se logra, cuando el flujo es capaz de transportar las partículas finas y los sedimentos depositados en la tubería. (Butler et al., 2003).

Existe un análisis granulométrico del material sedimentable para definir más adecuado el parámetro y aplicar a la ecuación de Shields como:

$$\tau = f (\gamma_a - \gamma_w) d_{90\%-95\%}$$

Donde τ = tensión tractiva referida a la resistencia del sedimento al movimiento en (kg/m^2); f = constante entre 0,04- 0,8; γ_a = peso específico del material de fondo de fondo (arena) (kg/m^3); γ_w = peso específico del agua (kg/m^3); $d_{90\% - 95\%}$ = diámetro específico (m).

2.2.8.2 Criterios de velocidad, ecuación de Manning.

El criterio de la velocidad concede el escurrimiento en régimen permanente uniforme en una determinada longitud del conducto NC 1239 (2018). Este criterio debe cumplir las condiciones de velocidad mínima de 0,9 m/s definido por la Norma Técnica CE.040 (2021). El cálculo hidráulico se realiza mediante la fórmula de Manning como se muestra a continuación:

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

$$V = \frac{1}{n} \left[\frac{r}{2} \left(1 - \frac{\text{sen}\Phi}{\Phi} \right) \right]^{2/3} S^{1/2}$$

Donde: V = velocidad del flujo (m/s); R_H = radio hidráulico (m); S = pendiente (m/m); Φ = ángulo indicado en radianes los valores de ϕ en radianes, n = coeficiente de rugosidad

$$\Phi = 2 \arccos \cos \left(1 - \frac{h}{r} \right)$$

$$h = r \left(1 - \cos \left(\frac{\Phi}{2} \right) \right)$$

$$P = r\Phi$$

$$T = 2r \operatorname{seno} \left(\frac{\Phi}{2} \right)$$

$$A = \frac{r^2}{2} (\Phi - \operatorname{seno} \Phi)$$

$$R_H = \frac{r}{2} \left(1 - \frac{\operatorname{seno} \Phi}{\Phi} \right)$$

Donde: h = el tirante (m); P = el perímetro mojado (m); A = área (m²); R_H = el radio hidráulico (m).

En la figura 20 se muestran los elementos hidráulicos de la sección circular y en la en la figura 21 las propiedades hidráulicas de la sección circular.

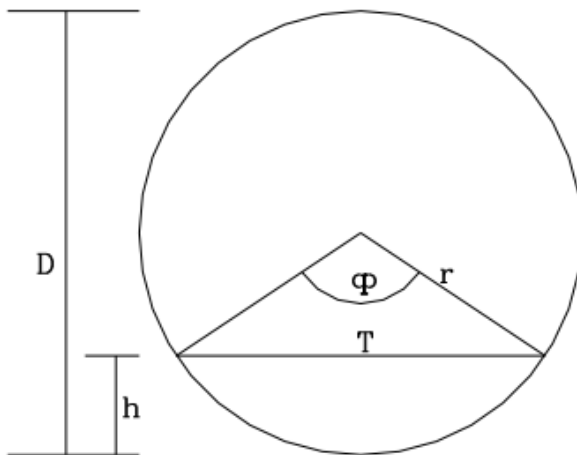


Figura 20. Elementos hidráulicos, sección circular

Fuente: NC 1239 (2018)

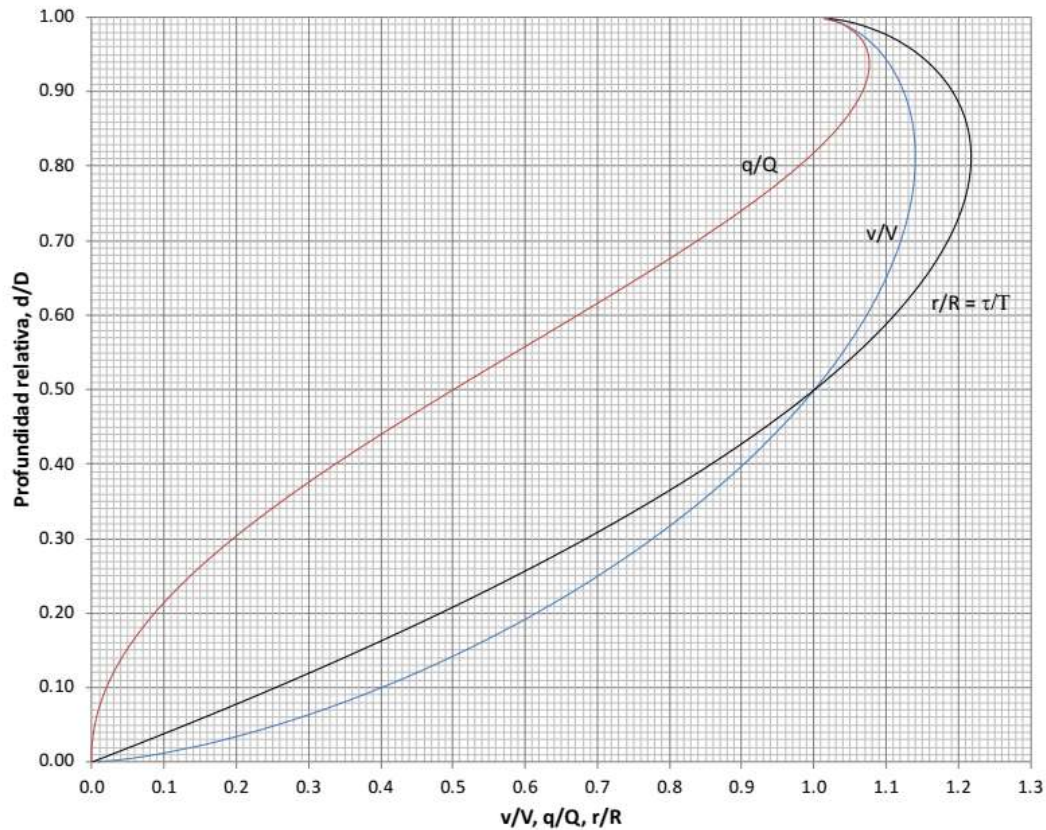


Figura 21. Propiedades hidráulicas de la sección circular

Fuente: Castro (2020).

Existen otras fórmulas en función del coeficiente de Manning que pueden ser empleadas para obtener la velocidad del flujo en el conducto parcialmente lleno (López, 2016). Esta última más empleada para el cálculo de la velocidad en alcantarillas circulares trabajando entre el 10 % y 80 % de su capacidad máximo.

$$V = \frac{0.397(D)^{\frac{2}{3}}}{n} \left[1 - \frac{360^{\circ}(\text{sen}\theta)}{2\pi\theta} \right]^{\frac{2}{3}} \left(S^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$V = \frac{0.863 \cdot S^{0.366} \cdot q_v^{0.268}}{D^{0.048} \cdot n^{0.732}}$$

Donde: V = velocidad del flujo (m/s); D = diámetro (m); S = pendiente (m/m); θ = ángulo central en grado sexagesimal; n = coeficiente de rugosidad de Manning

Las velocidades límite del escurrimiento son aquellas que evita la sedimentación y la erosión de las paredes del conducto. La velocidad mínima es de 0,90 m/s y la máxima se muestra en la siguiente tabla 6 respectivamente. (Nogales y Quispe 2009).

Tabla 6
Velocidades Máximas para diferentes materiales de tuberías en alcantarillado

Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)	
Material de la tubería	Agua con fragmentos de Arena y Grava
Asbesto cemento	3,0
Hierro fundido dúctil	3,0
Cloruro de Polivinilo	6,0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3,0
Arcilla vitrificada	3,5
Concreto armado de:	
140 kg/cm ²	2,0
210 kg/cm ²	3,3
250 kg/cm ²	4,0
280 kg/cm ²	4,3
315 kg/cm ²	5,0
Concreto armado de curado al vapor:	
> 280 kg/cm ²	6,6

Fuente: Norma Técnica CE.040 (2021)

2.2.9 Periodo económico de diseño.

La Norma Técnica CE.040 (2021), plantea que el periodo de retorno para el dimensionamiento de los sistemas de drenajes pluviales urbanos debe ser considerado de 2, 5, 10 o menor que 25 años. Este periodo de retorno es un factor muy importante para la determinación de la capacidad de redes de alcantarillado pluvial. La selección del periodo de retorno está asociado a importancia del área de estudio y el valor adoptado debe ser justificado. (Nogales y Quispe 2009).

En el diseño de la red de drenaje debe tener concebido en cuanto es el costo de construcción de la infraestructura para el correcto funcionamiento, evaluado para una serie histórica de precipitaciones con diferentes periodos de retorno. De esta forma, plantear una curva de costo creciente, respecto al periodo de retorno como se observa la figura 22. CNA (s/f).

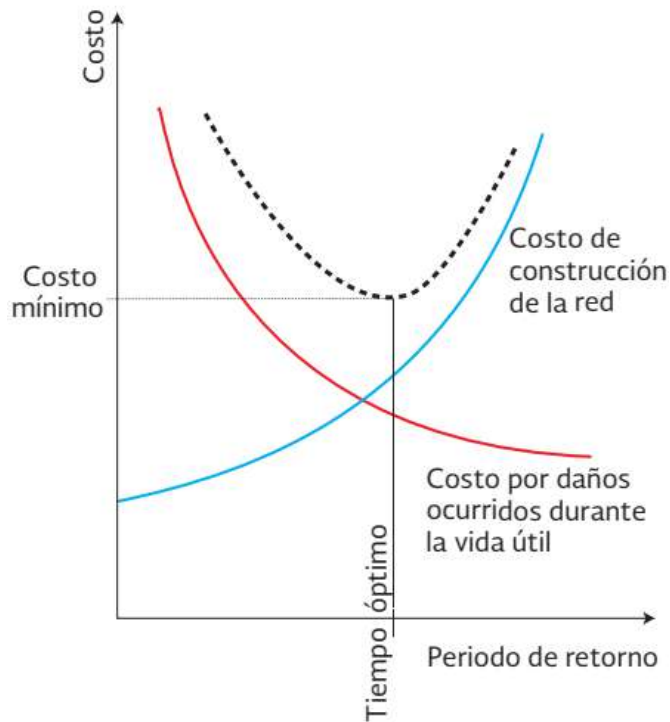


Figura 22. Costo-beneficio de la red de drenaje

Fuente: CNA (s/f).

Existen otros métodos de evaluar los proyectos sociales como los métodos de Costo efectividad incremental (CEI) como se muestra en la figura 23. El Compendio de Normatividad del Sistema Nacional de Inversión Pública (2015) en el anexo SNIP 10 explica que los proyectos de Alcantarillado se basan en la mejor alternativa de menor costo y mayores beneficiarios, es decir el Análisis Costo Efectividad (ACE).

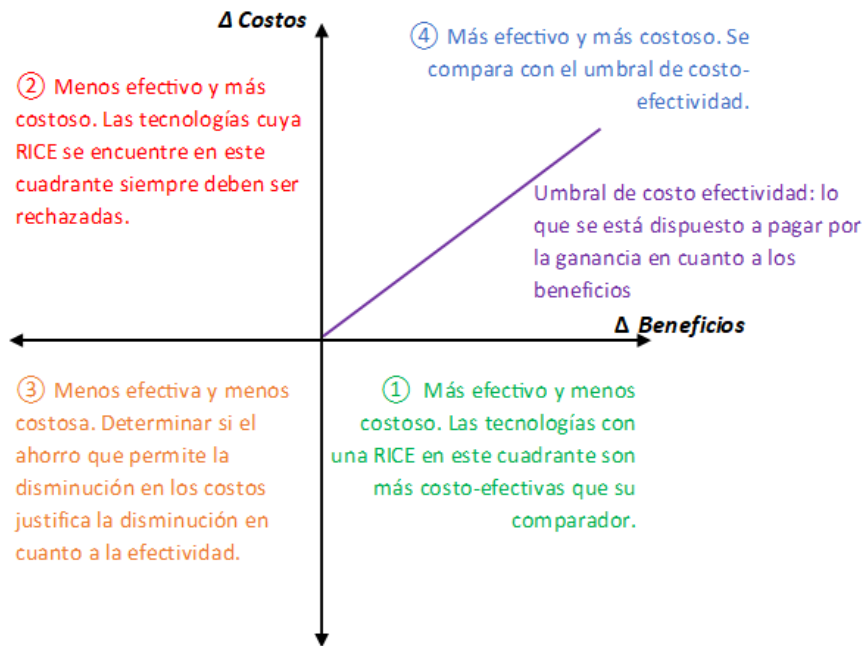


Figura 23. Costo efectividad incremental

Fuente: <http://www.neuroeconomix.com>

2.2.10 Herramientas computacionales.

En la actualidad existen softwares que sirven como herramientas a los ingenieros y especialistas para lograr el diseño de alcantarillados, tanto sanitarios como pluviales. Rodríguez, (2015) expresa que los software están sustentados por teorías acreditadas, la cual debe ser abastecida con información coherente para así entregar resultados eficientes. La calidad de las posibles soluciones depende de la información introducida al modelo computacional, por lo que los datos que se introducen deben ser coherentes,

Domingos (2015) planteó que son diversos los software profesionales existentes para el diseño hidráulico de alcantarillado pluvial dentro los más mencionados y utilizados en las empresas de proyecto nacionales e internacionales.

El software Hydra, es un programa para estimar las contribuciones de aguas residuales generadas por diversas fuentes, y calculo hidráulico del sistema de tuberías. El software modela diferentes tipos de flujos permanentes y no permanentes incluyendo caudales de aguas residuales. (López, 2003).

StormCAD es una poderosa herramienta para el diseño y análisis de redes de drenaje pluvial, su interfaz de usuario facilita el trabajo del ingeniero al diseñar complejos sistemas de drenaje desde las zonas de captación de aguas producidas por la lluvia hasta su descarga al final. Incluye funcionalidad para cálculo de escorrentía de cuencas, capacidad de estructuras de captación, cunetas viales, y para el flujo en redes de tuberías y canales abiertos. (Díaz, 2015).

El software EPA SWMM. El Stormwater Management Model de la EPA (SWMM) es un modelo dinámico de simulación de precipitaciones, que se puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en periodo extendido. El programa permite simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos. El módulo de escorrentía o hidrológico de SWMM funciona con una serie de cuencas en las cuales cae el agua de lluvia y se genera la escorrentía (Domingos, 2015).

Asimismo, SWMM es capaz de seguir la evolución de la cantidad y la calidad de agua de escorrentía de cada cuenca; el caudal, el nivel de agua en los pozos o la calidad de agua en cada tubería y canal durante una simulación compuesta por múltiples intervalos de tiempo (EPA SWMM, 2017).

El software WaterGems realiza la modelación hidráulica de sistemas de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial. Provee un robusto análisis hidráulico, gestión integral de modelos, módulos avanzados de interpretación de resultados, y una sin igual facilidad de uso. Disponible en interfaces stand-alone o AutoCAD WaterCAD puede verse potenciado con la adición de los siguientes módulos de simulación, gestión avanzada y optimización de sistemas (Rodríguez y Rodríguez, 2014).

2.3 Definición de términos básicos

a) Precipitación

Es cualquier forma de hidrometeoro que cae a la superficie terrestre, estos fenómenos pueden ser puede ser; lluvia, nieve, granizo.

b) Escorrentía.

Es la cantidad de agua de lluvia que discurre en el suelo hasta lograr evacuarse a un sistema drenaje, previamente escurrido u absorbido por el suelo de acuerdo a sus propiedades de retención de fluidos.

c) Tiempo de concentración

Es definido como la gota de agua caída en el extremo más alejado de la cuenca, fluya hasta los primeros sumideros para posteriormente ser transportado por el sistema de drenaje pluvial hasta el punto de evacuación.

d) Periodo de retorno

El periodo de retorno es utilizado en ingeniería para determinar la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos, los cuales se dan en periodos de tiempo variables de acuerdo al tipo de fenómeno y evento que se estudia.

e) Inundación

Es el evento producido debido a la precipitación, que con el paso de un determinado tiempo genera un caudal el cual discurre por el suelo buscando la manera de evacuarse por gravedad, al no encontrar la forma evacuar el caudal se genera las acumulaciones de agua produciendo así este fenómeno de inundación.

f) Cuneta

Estructura hidráulica en forma de zanja o canal que se abre a los lados laterales, de borde superior libre, en dirección longitudinal, cuyo objetivo es transportar las aguas de lluvia hacia las estructuras destinadas a la evacuación.

g) Sumidero

Estructura hidráulica destinada a captar las aguas de lluvia procedentes de las cunetas y otros elementos superficiales, para posteriormente transportarlas al sistema de drenaje pluvial subterráneo.

h) Colector

Conducto subterráneo encargado de transportar las aguas de lluvia a través del sistema de drenaje pluvial, estas pueden ser tuberías u otros elementos que cumplan con la función especificada.

CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.

3.1 Hipótesis principal

La mejora del sistema de drenaje estará dada por la evacuación inmediata de las aguas pluviales y el estricto cumplimiento de las variables hidráulicas, como son: velocidades del flujo superior a los 0.6 m/s, tirantes de agua inferior al 70% y profundidades de los buzones menor a 5 m.

3.2 Hipótesis secundarias

El levantamiento topográfico se realizará mediante la tecnología de Dron que ha demostrado ser una potente herramienta, así como GPS y SIG, mientras que las características del suelo serán firmes de depósitos aluviales sobre rocas con presencia de areniscas y limo.

Las variables hidrológicas como: máximas precipitaciones, intensidades, tiempo concentración y caudales de escorrentía serán obtenidas por el análisis estadístico de la serie histórica de las precipitaciones, el análisis morfométrico de las subcuencas, y la comparación de los métodos hidrológicos y empíricos, lo que permitirá el diseño del sistema de drenaje pluvial.

El óptimo diseño del sistema de drenaje pluvial del jirón Chanchamayo se obtendrá mediante la modelación numérica en periodo estático extendido (dinámico) que permitirá la visualización e interpretación de las variables hidráulicas, estructurales y constructivas que en su conjunto se establecen en la Norma CE.040.

Se estima que el costo de efectividad alcance valores superiores de s/700 soles por habitantes.

3.3 Variables e indicadores

La variable independiente, se define como aquella relación establecida de la variable no depende de ninguna otra. Son manipuladas por el investigador a fin de producir ciertos

efectos (Núñez, 2007, p. 169). Por otra parte, Según Gómez et al., (2016) plantean que las variables independientes son aquellas que permite al investigador predecir algún resultado ya sea positivo o negativo, tras realizarse un estudio comparativo entre ambos. En la investigación se define como las inundaciones en el jirón Chanchamayo.

La variable dependiente según Herbas y Rocha (2018) la definen como la variable de resultado de la introducción de la variable independiente. En sentido, la variable dependiente es influenciada por la variable independiente. Además, Gómez et al., (2016) definen que es la variable dependiente es considerada como la variable principal, que representa el resultado de lo que se está estudiando. En la investigación es definida como el sistema de drenaje pluvial.

3.4. Tabla de operacionalización de variable.

La operacionalización de las variables tiene como fin expresar las acciones que se realizará consiste en la descomposición deductivamente de las variables que contiene el problema de la investigación desglosando de lo más general hasta lo más específico. En síntesis, es un instrumento para la construcción de la investigación (Núñez, 2007). En la tabla 7 se muestra la tabla de operacionalización de variables.

Tabla 7
Tabla operacionalización de variables.

Variable	Dimensiones de la Variable	Indicadores	Medición	Instrumento
Variable Independiente				
Inundaciones en el jirón Chanchamayo	Características de la Cuenca	Área	km ²	Dron phantom 4 pro v2
		Perímetro	km	Software ArcGIS y WMS
		Factor de forma	-	Autocad Civil 3D
		Coefficiente compacidad	-	Norma CE.040
		Densidad de drenaje	km/km ²	--
		Pendiente media	%	
	Precipitaciones	Lámina de agua	mm	
Variable Dependiente				
	Topografía	Coordenadas Cartesianas	UTM	G18
		Cotas	m s.n.m.	--
		Pendientes	%	
Sistema de drenaje pluvial	Geología	Tipo de suelo	G,S,M,C,O	SUCS y AASHTO
		Características físicas y mecánicas del suelo		
	Hidrológico	Periodos de retorno	años	2, 5, 10 y 25 años
		Tiempo de concentración	minutos	--
		Curvas IDF	--	--
		Caudal máximo	m ³ /s	--
	Hidráulico	Velocidad del flujo	m/s	Norma CE.040
		Colectores	mm	Manual de hidrología hidráulica y drenaje
		Profundidad de buzón	m	Software SewerGems
		Cunetas		
	Económico	Sumideros		
		Costo unitario	Sol	
		Metrados	Sol	S10 Presupuesto
		Costos directos	Sol	Microsoft Project 2019
		Costos indirectos	Sol	Microsoft Excel 2020
		Cantidad de recursos	Und	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Diseño de Ingeniería

El diseño de ingeniería planteado en la investigación constituye de 5 etapas fundamentales. En la figura 24 se muestra el flujograma del diseño de ingeniería. Consiste, la 1ra etapa el levantamiento topográfico, la 2da el análisis de la serie histórica de precipitaciones, la 3ra el análisis hidrológico para obtener el de caudal de diseño, la 4ra el dimensionamiento hidráulico mediante herramientas numéricas y la 5ta el análisis de costos y beneficio del sistema de drenaje pluvial.

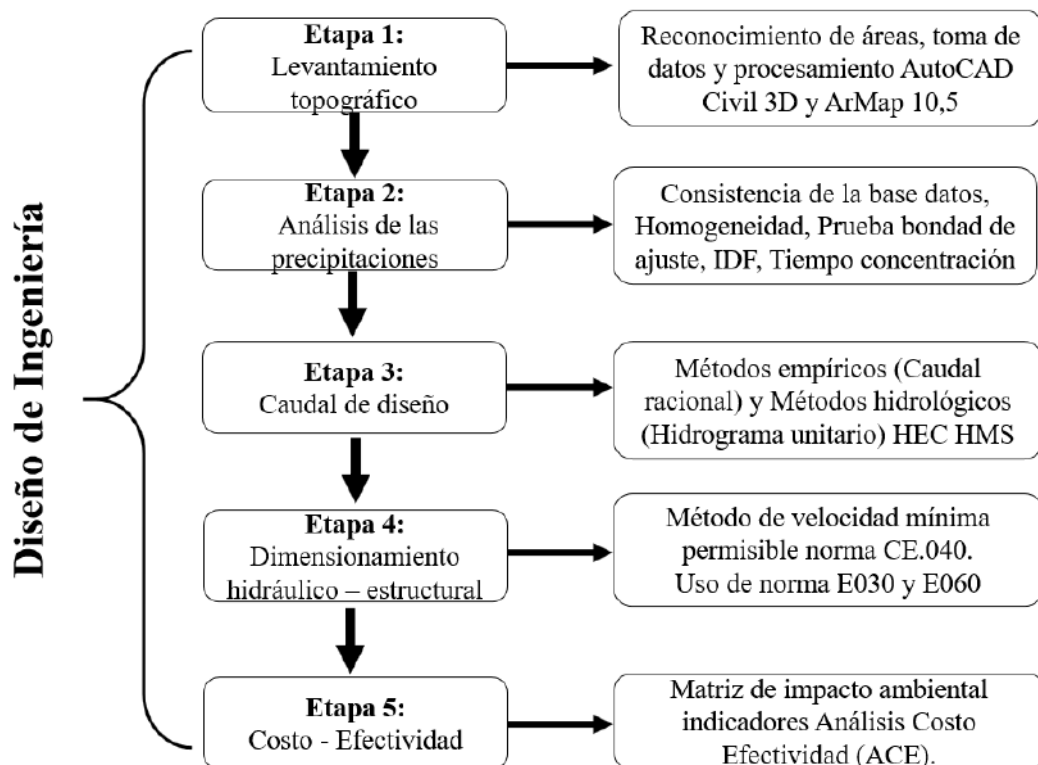


Figura 24. Flujograma del diseño de ingeniería

Fuente: *Elaboración propia.*

4.2 Métodos y técnicas del proyecto.

4.2.1 Enfoque de la Investigación

El enfoque de la investigación se puede clasificar en cualitativa, cuantitativa o mixta. Según Guevara (2016) la cuantitativa es aquella que permite examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la estadística. Vinculado a esto Sánchez, (2019) planteó que se tratan de fenómenos que se puedan medir mediante la utilización de técnicas estadísticas. La investigación que se presenta posee un enfoque cuantitativo.

4.2.2 Alcance de la Investigación

Hernández et al., (2014) definieron que los estudios exploratorios son aquellos realizados con el objetivo de examinar un problema que no se ha abordado antes y los estudios explicativos son aquellos que tienen el objetivo de responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos de lo que se estudia. Tal tal sentido, el estudio de mejora del sistema de drenaje pluvial urbano tiene un alcance exploratorio – explicativo porque no existen antecedentes para mitigar las inundaciones en el jirón Chanchamayo y a su vez existen zonas sin drenaje y el escaso existente esta subdimensionado.

4.2.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación en su forma general puede ser Teórica o Aplicada, de tipo experimental o no experimental. La investigación aplicada de acuerdo a Vargas (2009) es un estudio práctico que se caracteriza por la utilización de conocimientos adquiridos, en forma sistematizada, organizada y rigurosa para conocer la realidad objetiva. Con respecto a los estudios no experimentales Hernández et al., (2014) argumentan que son aquellos que se realizan sin la manipulación de las variables, asimismo, estos pueden ser longitudinal cuando existe interés de la evolución del fenómenos a través del tiempo. En tal sentido, la investigación se clasifica como aplicada de tipo no experimental – longitudinal.

4.3 Diseño estadístico

4.3.1 Población

La población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios pre determinados. Gómez et ál., (2016).

La población del presente proyecto de investigación es el sistema de drenaje pluvial urbano de la Ciudad de Tarma.

4.3.2 Muestra

Es un subgrupo desglosado del universo o población los datos recolectados de este deben ser representativos de la población de interés. Este debe definirse y delimitarse con precisión (Hernández et al., 2014). En la presente investigación se han seleccionado la muestra por el método No Probabilístico o del tipo Intencional, por Criterio o Juicio. Éste se realiza sobre la base del conocimiento y criterios del investigador. Se basa, fundamentalmente, en la experiencia con la población, grado de importancia y vulnerabilidad de la sociedad. (Vara - Horna, 2012). Por tanto, la muestra fue el drenaje del jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma.

4.4 Técnicas y herramientas estadísticas.

4.4.1. Técnica para la investigación

El concepto de técnica hace referencia a los medios y procedimientos que hace operativo a los método, es el proceso de actuación concreta (Pulido, 2015). La técnica que se utilizó en la investigación fue el método de observación de forma directa en el campo, iniciando por delimitar las áreas tributarias de precipitaciones al jirón Chanchamayo.

4.4.2. Instrumentos para la investigación

Los instrumentos de recolección de datos consistieron en la recopilación de datos bibliográficos, teóricos, prácticos y de campo que se procesaron en gabinete. El registro de los datos obtenidos en la aplicación de las técnicas de recolección constituye un aspecto relevante para el trabajo de investigación (López et al., 2006) puesto que, de estos datos de campo dependen el adecuado dimensionamiento y modelación eficaz para definir el sistema de drenaje; y sus respectivos costos-beneficios. Las técnicas utilizadas para realizar la investigación fue la observación directa, de campo e instrumentos el registro, cuaderno, libro de notas, así como el uso de la estadística descriptiva, estadística inferencial con las pruebas paramétricas y pruebas no paramétricas.

Tabla 8
Matriz de consistencia.

Preguntas	Objetivos	Hipótesis	Alcance	Técnica e instrumento	Muestra
General	General	General		Técnica	
¿Cómo realizar la mejora del sistema de drenaje pluvial como posible solución a las inundaciones en jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma?	Realizar un estudio de mejora del sistema de drenaje pluvial como solución a las inundaciones en jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma.	La mejora del sistema de drenaje estará dada por la evacuación inmediata de las aguas pluviales y el estricto cumplimiento de las variables hidráulicas, como son: velocidades del flujo superior a los 0.6 m/s, tirantes de agua inferior al 70% y profundidades de los buzones menor a 5 m.		Observación directa Instrumentos Estadística descriptiva Estadística inferencial Pruebas paramétricas Pruebas no paramétricas	
Específicas	Específicos	Específicos	Exploratorio – Explicativo	Instrumentos de medición topográficos Registro, cuaderno (Dron phantom 4 pro v2, GPS, flexómetro, prisma, brújula, cuaderno topográfico) Fuentes de información (Registros de estudio de suelos de la Municipalidad Provincial de Tarma, información cartográfica del IGN) Instrumentos informáticos de procesamiento (Software) (Civil 3D, Earth Pro, ArcGIS)	El sistema de drenaje pluvial del jirón Chanchamayo
¿Cómo realizar el levantamiento topográfico y obtener las características en el área de estudio?	Determinar la topografía y condiciones del suelo de la zona de estudio.	El levantamiento topográfico se realizará mediante la tecnología de Dron que ha demostrado ser una potente herramienta, así como GPS, SIG, mientras que las características del suelo serán firmes de depósitos aluviales sobre rocas con presencia de areniscas y limo.			
¿Cómo obtener las variables hidrológicas para el diseño del sistema de drenaje pluvial?	Determinar las variables hidrológicas para el dimensionamiento del sistema de drenaje pluvial.	Las variables hidrológicas como: máximas precipitaciones, intensidades, tiempo concentración y caudales de escorrentía serán obtenidas por el análisis estadístico de la serie histórica de las precipitaciones, el análisis morfométrico de las		Fuentes de información Registros de precipitaciones del SENAMHI Instrumentos informáticos de procesamiento Registro Estadística inferencial	El sistema de drenaje pluvial del

		subcuencas, y la comparación de los métodos hidrológicos y empíricos, lo que permitirá el diseño del sistema de drenaje pluvial.	Pruebas paramétricas Pruebas no paramétricas	jirón Chanchamayo
			ArcGIS Pro 1.2, SASPlanet, Exel, SPSS v 26, TREND v1.0.2 HYDROGNOMON HEC – HMS Estadística descriptiva	
¿Cómo realizar el diseño del sistema de drenaje pluvial del jirón Chanchamayo de la ciudad de Tarma?	Realizar el diseño óptimo del sistema de drenaje pluvial mediante la modelación hidráulica y estructural.	El óptimo diseño del sistema de drenaje pluvial del jirón Chanchamayo se obtendrá mediante la modelación numérica en periodo estático extendido (dinámico) que permitirá la visualización e interpretación de las variables hidráulicas, estructurales y constructivas que en su conjunto se establecen en la Norma CE.040.	Instrumentos informáticos de procesamiento Registro, cuaderno Estadística descriptiva (SewerGEMS, HCANALES)	
¿Cuál es el costo de efectividad del sistema de drenaje pluvial?	Realizar el análisis costo efectividad del sistema de drenaje pluvial.	Se estima que el costo de efectividad alcance valores superiores de s/700 soles por habitantes.	Instrumentos informáticos de procesamiento Estadística descriptiva (S10, Excel) Fuentes de información (Cotización de precios de empresas de abastecimiento de materiales y empresas de construcción civil de sistemas de drenaje pluvial del Perú.	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V DESARROLLO EXPERIMENTAL

5.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico fue a partir de un reconocimiento de las áreas tributarias al jirón Chanchamayo en el campo para su trazado en el plano, figura . Una vez definida el área tributaria se procedio a la toma de datos en el campo mediante técnicas avanzadas como es el GPS Leica 64S, Dron phantom 4 pro v2, Camioneta, Cámara fotográfica, Computadoras HP Intel CORE i7, 7th Gen.

Los estudios preliminares fue mediante la recopilación la información como:

- Diseño y distribución de los puntos de control terrestre.
- Recopilación de los puntos Geodésicos.
- Identificación de posibles accesos en Google Earth Pro.
- Reconocimiento del área a trabajar.

Para el replanteo de los puntos de Control Terrestre se ubicaron los puntos geodésicos donde se ubica la base y la radio repetidora y a partir de estos se empezará a replantear en terreno en modo RTK. La proyección de la UTM, Datum: WGS 84
Zona: 18S.

El proceso de medición de puntos de control consistió en instalar una base en un hito monumento e identificado y a partir de este se procedio a ubicar y levantar las coordenadas de los puntos de control terrestre y lograr georreferenciar las imágenes obtenidas con el UAV. Dicho levantamiento topográfico se realizó con el GPS Navegador, la toma de puntos en tiempo real.

Se realizaron los ajustes en los vectores X, Y, Z corrigiendo cualquier error registrado. Una vez procesado las imágenes, tomadas con el dron en el programa Agisoft Metashape Professional (64 bit); se procedio a la exportación de cada dato obtenido para el dibujo, trazo, diseño y demás en el programa de ingeniería tal como el AutoCAD Civil 3D, Los datos obtenidos por el Dron phantom 4 pro v2 se procesaron con el programa AutocAD Civil 3D, asimismo con el Sistema de Información Geográfico (SIG) en la plataforma ArcMap 10.5

y Google Earth que permitieron la obtención de los planos topográficos. En los planos se realizaron enfasis en lo siguiente curvas de nivel, cotas, pendientes y direcciones de flujo.

5.2 Análisis de la serie histórica de precipitaciones

El procesamiento de la serie historia se basó en el análisis de consistencia de los datos y pruebas de homogeneidad de las precipitaciones registradas en las 24 horas de la estación meteorológica automática de última generación. Posteriormente, se realizó la prueba de bondad de ajusted por el método de Smirnov – Kolmogorov. Todo lo cual, permitió obtener las cruvas IDF con periodos de retornos de 5, 10 , 15, 20 y 25 años como establece la Norma Técnica CE.040 (2021). Además, se elaboró un análisis de la ecuación con mejor predicción del tiempo de concentración en la subcuenca urbana que abarca el Jiron Chanchamayo.

Para la obtención del tiempo de concentración de la cuenca para el drenaje pluvial urbano se utilizaron las ecuaciones definidas por la Norma Técnica CE.040 (2021) de Drenaje Pluvial y el Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje 2018 mencionado en el capítulo de marco teórico, pero, además, se utilizaron otras ecuaciones propuestas en la literatura científica como se muestra en la tabla 9 para cuencas urbanas como son:

Tabla 9
Ecuaciones empíricas del tiempo de concentración.

Nombre	Ecuación
1. Ahn - Lee	$T_c = 5,6256L^{0,9417} A^{-0,3666} S^{-0,2639}$
2. Bransby -Williams	$T_c = 0,605LA^{-0,1}(100S)^{-0,2}$
3. Carter	$T_c = 0,0977L_b^{0,6} S_b^{-0,2}$
4. Chow	$T_c = 0,1602L_c^{0,64} S_c^{-0,32}$
5. Corps of Engineers	$T_c = 0,191L_c^{0,76} S_c^{-0,19}$
6. Dooge	$T_c = 0,365A^{0,41} S^{-0,17}$
7. Epsey	$T_c = 6,89L^{0,36} S^{-0,18}$
8. Haktanir-Sezen	$T_c = 0,7473L^{0,841}$
9. Johnstone-Cross	$T_c = 0,4623L^{0,5} S^{0,25}$
10. Kim	$T_c = 0,089A^{0,427} S^{-0,239}$
11. Picking	$T_c = 0,0883L_c^{0,667} S_c^{-0,332}$
12. Pilgrim-MacDermott	$T_c = 0,76A^{0,38}$
13. Temez	$T_c = 0,3L^{0,76} S^{-0,19}$
14. USBR	$T_c = 0,00087L^{0,77} S^{-0,385}$
15. USGS	$T_c = 1,54L^{0,875} S^{-0,181}$
16. Ventura	$T_c = 4A^{0,5} L^{0,5} H^{-0,5}$
17. Yoon	$T_c = 1,08A^{0,09} L^{0,16} S^{-0,12}$

Donde T_c es el tiempo de concentración (h); A el área de la cuenca (km^2); L la longitud de cursos del agua más extenso (km); S la pendiente del cauce (m/m).

5.3 Caudal de diseño

Para la obtención del caudal de diseño el sistema de drenaje pluvial urbano en el jirón Chanchamayo se utilizaron los métodos empíricos y métodos hidrológicos con el software HEC HMS. Con el objetivo de comparar dichos métodos y seleccionar el más adecuado para las condiciones específicas de la zona de estudio.

El caudal máximo en la subcuenca se calculó por el método empírico racional señalado por la Norma Técnica CE.040 (2021) de Drenaje Pluvial con áreas inferiores a 3 km^2 definido por la siguiente ecuación:

$$Q = 0,278i \sum_{j=1}^m C_j A_j$$

Donde: Q = caudal pico (m³/s); i = intensidad de la lluvia (mm/hora); A_j = área de drenaje de la j-ésima subcuenca en km²; m = número de subcuencas drenadas por alcantarillas o canales; C_j = coeficiente de escorrentía para la j-ésima subcuenca, los valores más usuales del coeficiente de escorrentía se muestran en anexo 2.

Se procedió a obtener la Curva Número (CN) ponderada mediante la base de datos GEO GPS PERÚ E.I.R.L. que proporciona soluciones Integrales en Ingeniería y Geomática. El procesamiento de los datos fue en el software ArcGis ArcMap 10.5 y se utilizó de la siguiente ecuación:

$$CN = \frac{\sum_{i=1}^k CN_i A_i}{\sum_{i=1}^k A_i}$$

Donde: CN = curva número (adimensional), A = área de la curva número i (km²), i = número de áreas i que integran las CN.

Para el hietograma de frecuencia se aplicó el método de bloques alternos y hojas de cálculos proporcionado por el asesor.

5.4 Dimensionamiento hidráulico mediante herramientas numéricas.

El diseño fue establecido para que los colectores evacuen en el menor tiempo posible las escorrentías en las calles tributarias al jirón Chanchamayo, lo que permitirtá eliminar las inundaciones en dicho jirón. El diseño tuvo como base la óptima selección del tipo de cuneta y sumidero como factores de captaciones hacia los colectores con capacidad máxima de tirante desde el 70 % al 80 %. El método de diseño para los colectores se considerará la velocidad mínima permisible de 0,90 m/s y consecuentemente pendientes accesible a lo establecido. Asimismo los buzones con capacidad suficiente para su limpieza. Los diámetros mínimo del buzón a colectores de 1,20 m y espaciado a 100 m como mínimo. El punto de descarga prevista fue el río de Tarma con el nivel de agua en el conducto de descarga a 1 m

sobre el nivel de agua del río para un periodo de retorno de 50 años. En su conjunto se logro elaborar con las herramientas numéricas un modelo eficaz del sistema de drenaje pluvial urbano para el jirón Chanchamayo.

5.5. Análisis de costos efectividad

Se elaboro un análisis de los costos unitarios, gastos generales de inversión e impacto ambiental, evaluación social y beneficios del sistema de drenaje pluvial para mitigar las inundaciones en el jirón Chanchamayo. Los métodos a utilizar fueron en base a los costos de los materiales hidráulicos y estructurales actuales para la obra. Se empleo la técnica de la matriz Leopold en la ejecución de obra y operación de la obra. El análisis económico de los sistemas de alcantarillado en el Perú, se basó en la metodología Análisis Costo Efectividad (ACE) o Costo Eficacia (CE) expuesto en el anexo SNIP 10 Compendio de Normatividad del Sistema Nacional de Inversión Pública (2015). Es decir, estos proyectos se basaron en la mejor alternativa de menor costo con los mayores beneficiarios.

Se desarrolló la matriz cualitativa y cuantitativa los cuales indicaron el impacto del proceso constructivo del sistema de drenaje pluvial. Se consideraron algunos aspectos del criterio metodológico de la Consultora Ambiental Domus (s/f) integrado en la Evaluación de Impacto Ambiental, Ley N° 27446 y Reglamento aprobado por D.S. N°019-2009-MINAM y por los autores Osejo *et al.*, (2018) y Julio y Angulo (2020).

El impacto cuantitativo se calificó en una escala de niveles, la calificación será dado por el índice de significancia (S) como se muestra a continuación:

$$S = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde: IN es el grado de incidencia; EX la Extensión, se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno; MO el Momento, se refiere al plazo de la manifestación del impacto; PE la Persistencia, se refiere a cuánto dura el impacto; RV la Reversibilidad, se refiere a la recuperación del factor afectado por el proyecto; SI la Sinergia, se refiere a que dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales; AC la Acumulación, el incremento de la manifestación del efecto; EF, el

Efecto, se refiere a la causa-efecto, PR el Periodicidad, se refiere a la regularidad de manifestación del efecto; MC la Recuperabilidad, la posibilidad de reconstrucción de la afectación. Los valores de significación de los parámetros se encuentran en el ANEXO 4.

Se aplicó el indicador costo efectividad como la relación del valor actual de los costos sociales netos y el indicador de efectividad como la población beneficiada en la zona de estudio, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$VAC = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+i)^t}$$
$$CE = \frac{VAC}{IE}$$

Donde: VAC el valor actual de los costos sociales netos (soles), i la tasa de descuento del inversionista por el proyecto, CE la ratio costo efectividad (soles/hab), IE el indicador de efectividad (hab), C_t los costos asociados a la ejecución del proyecto en el periodo t .

CAPÍTULO VI RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Resultados

6.1.1 Topografía y condiciones de suelo de la zona de estudio.

6.1.1.1 Topografía

El levantamiento topográfico realizó con el Dron phantom 4 pro v2, el cual se puede observar en la figura 25 y el GPS Navegador, la toma de puntos en tiempo real como se muestra en la figura 26. La figura 27 se representa la distribución de los puntos obtenidos con el GPS Navegador. Ubicado a lo largo del área de proyecto específicamente distribuidos con un rango de grillado de aproximadamente 200 metros, para la localización y visualización de los puntos. El área del levantamiento topográfico fue de 1,49 km² para un perímetro de 4,56 km.



Figura 25. Levantamiento topográfico con el Dron phantom 4 pro v2

Fuente: *Elaboración Propia*



Figura 26. El GPS Navegador, la toma de puntos en tiempo real

Fuente: *Elaboración Propia*

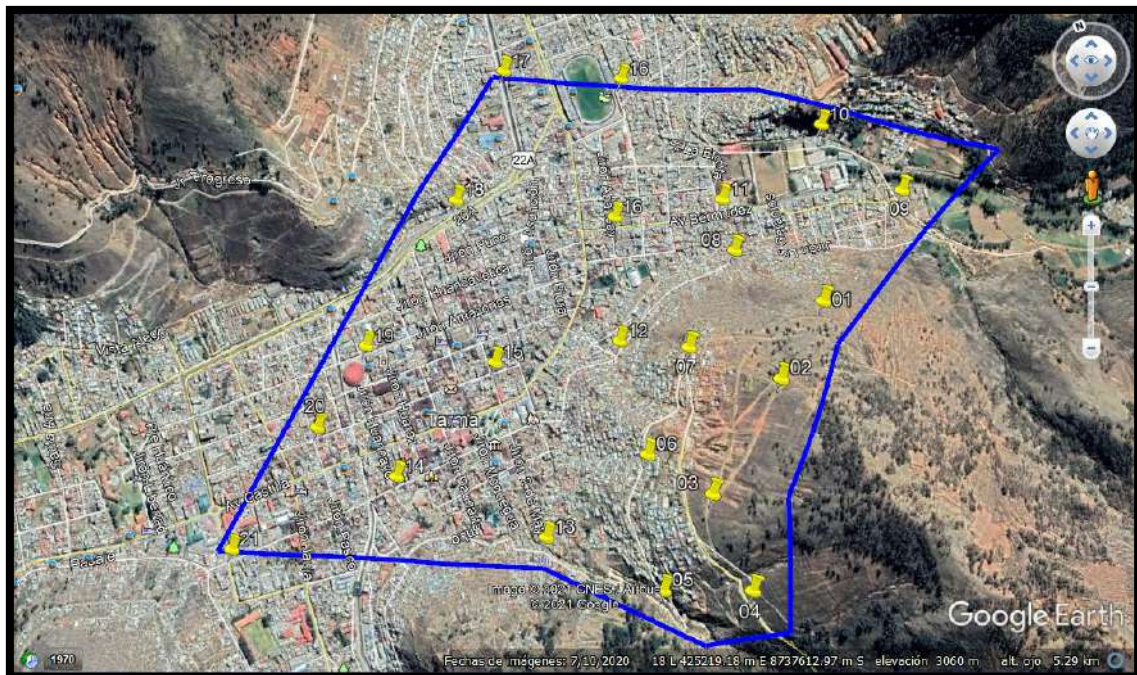


Figura 27. Distribución de los puntos obtenidos con el GPS Navegador.

Fuente: *Elaboración Propia*

En la tabla 10 se muestra las coordenadas de los puntos de control. La cantidad de puntos de control fueron con elevación que oscilo entre 3 044 m a 3 262 m que genera un fuerte desnivel topográfico de 218 m, aspecto que genera hidrogramas peligrosos e inmediata inundación cuando no existe un adecuado drenaje pluvial en zonas urbanas. La figura 28 muestra la programación de vuelo en el programa DJI Pilot y la figura 29 la exportación de ortomosaico al AutoCAD Civil 3D. La litología presenta un material conglomerado con limo-arcillosos en los cerros.

Tabla 10
Coordenadas de Puntos de Control.

Nº	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	425 735	8 737 489	3 203	P. CONTROL 01
2	425 580	8 737 363	3 262	P. CONTROL 02
3	425 370	8 737 181	3 220	P. CONTROL 03
4	425 382	8 736 967	3 220	P. CONTROL 04
5	425 208	8 737 014	3 149	P. CONTROL 05
6	425 271	8 737 299	3 154	P. CONTROL 06
7	425 431	8 737 489	3 173	P. CONTROL 07
8	425 613	8 737 665	3 090	P. CONTROL 08
9	426 020	8 737 672	3 097	P. CONTROL 09
10	425 898	8 737 874	3 094	P. CONTROL 10
11	425 632	8 737 789	3 064	P. CONTROL 11
12	425 302	8 737 532	3 100	P. CONTROL 12
13	425 001	8 737 195	3 093	P. CONTROL 13
14	424 721	8 737 429	3 063	P. CONTROL 14
15	425 014	8 737 602	3 058	P. CONTROL 15
16	425 384	8 737 832	3 052	P. CONTROL 16
17	425 250	8 738 245	3 044	P. CONTROL 17
18	425 048	8 737 985	3 060	P. CONTROL 18
19	424 745	8 737 732	3 056	P. CONTROL 19
20	424 584	8 737 591	3 060	P. CONTROL 20
21	424 319	8 737 394	3 064	P. CONTROL 21

Fuente: Elaboración Propia



Figura 28. Programación de vuelo en el programa DJI Pilot.

Fuente: *Elaboración Propia*

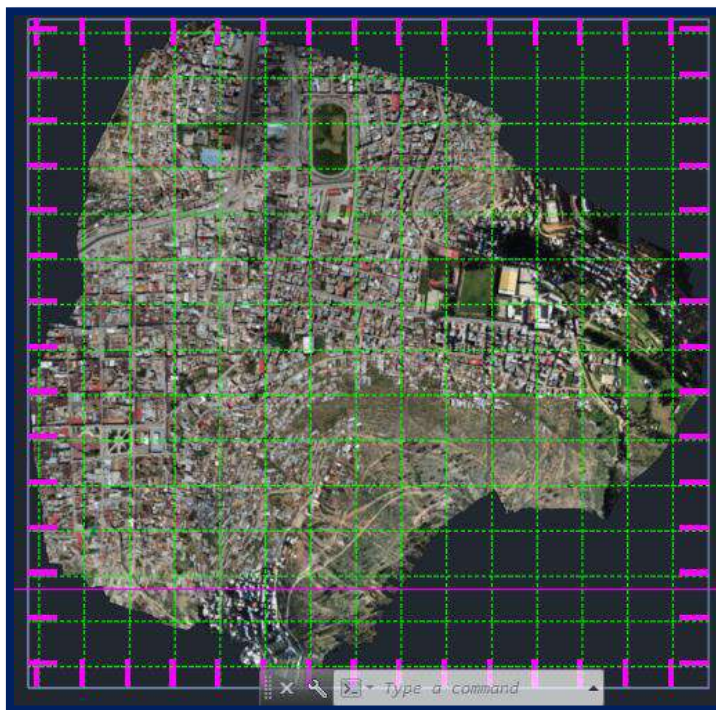


Figura 29. Exportación de ortomosaico al AutoCAD Civil 3D

Fuente: *Elaboración propia.*

Se realizó el plano topográfico de la ciudad de Tarma el cual se muestra en la figura 30 a escala de 1:750 con curvas de nivel mayores a 5 m y curvas de nivel menores a 1 metro tal como lo establece la CE.040 (2021).

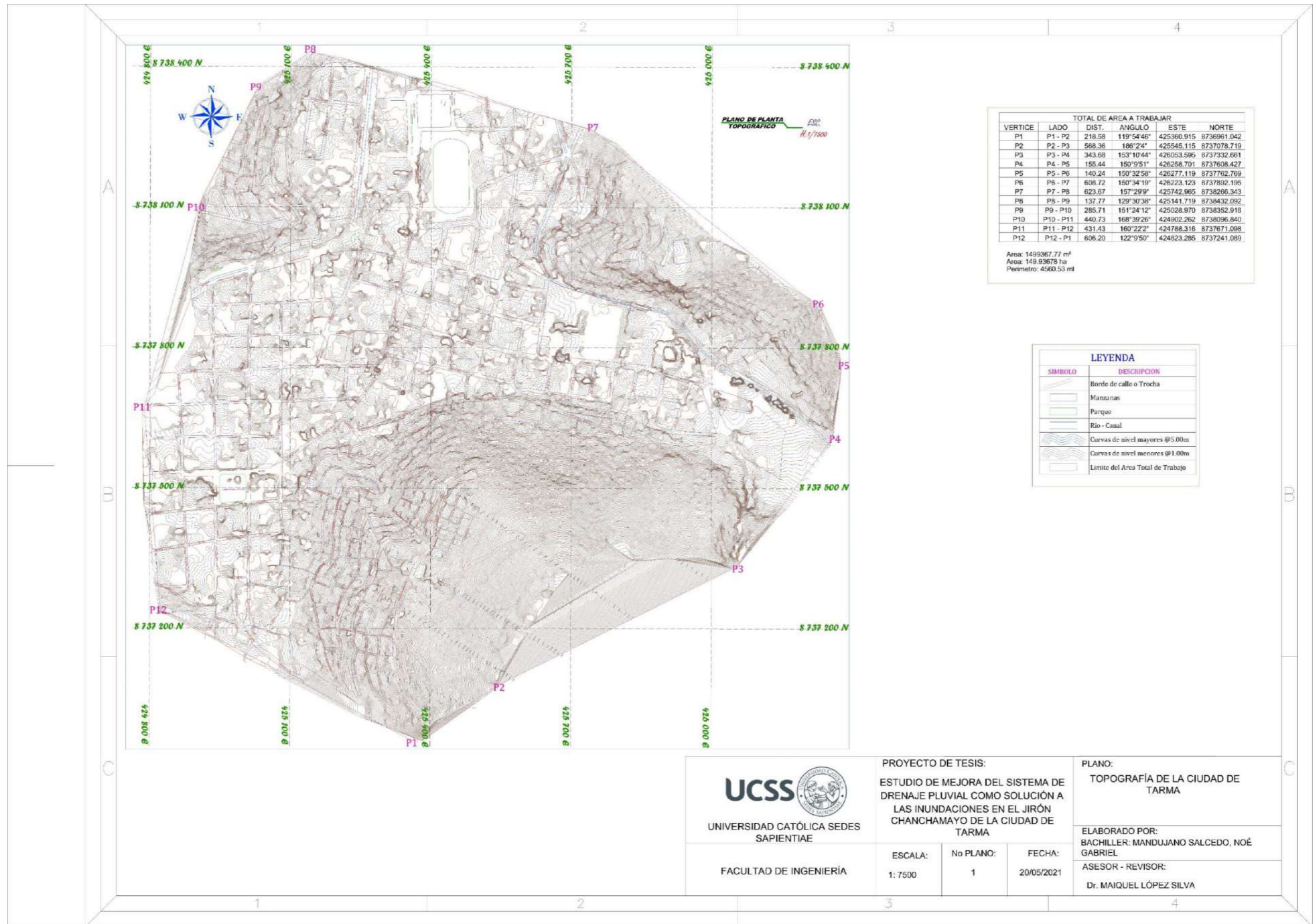


Figura 30. Topografía de la ciudad de Tarma

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 31 se muestran las microcuencas de depresiones y áreas de inundaciones de la ciudad de Tarma. Además, se muestran dos drenajes pluviales existentes, uno en el jirón 2 de Mayo con longitud aproximada de 642,70 m y el segundo que abarca el jirón Amazonas, jirón Asunción y jirón Huancavelica de longitud 602,98 aproximadamente. Se observa aun la necesidad de aumentar el sistema de drenaje para evacuar las escorrentías, proponiéndose un nuevo drenaje pluvial principal desde el jirón Cusco, jirón Ucayali hasta el jirón Chanchamayo de longitud total de 973,56 m.

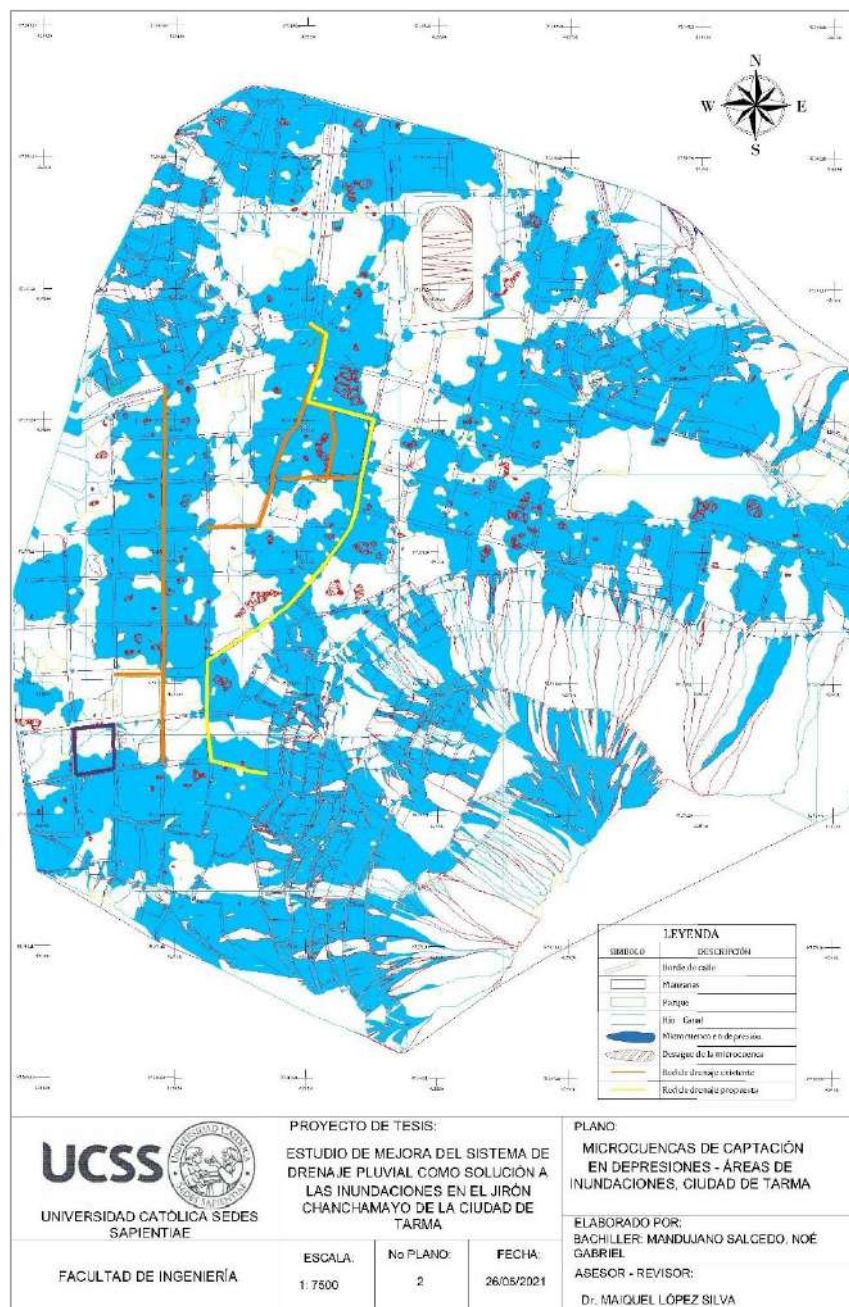


Figura 31. Microcuencas tributarias al drenaje principal y áreas de inundaciones

Fuente: *Elaboración propia.*

Consecuentemente, se realizó el trazado de la red principal del drenaje pluvial por el jirón Cusco, Ucayali, Chanchamayo, san Juan y Asunción con punto de descarga en el río Tarma ubicado en la avenida Juan Santos Atahualpa. Se realizó una nueva delimitación del área tributaria de escurrimiento hacia el conducto principal como se muestra en la figura 32. y 33.

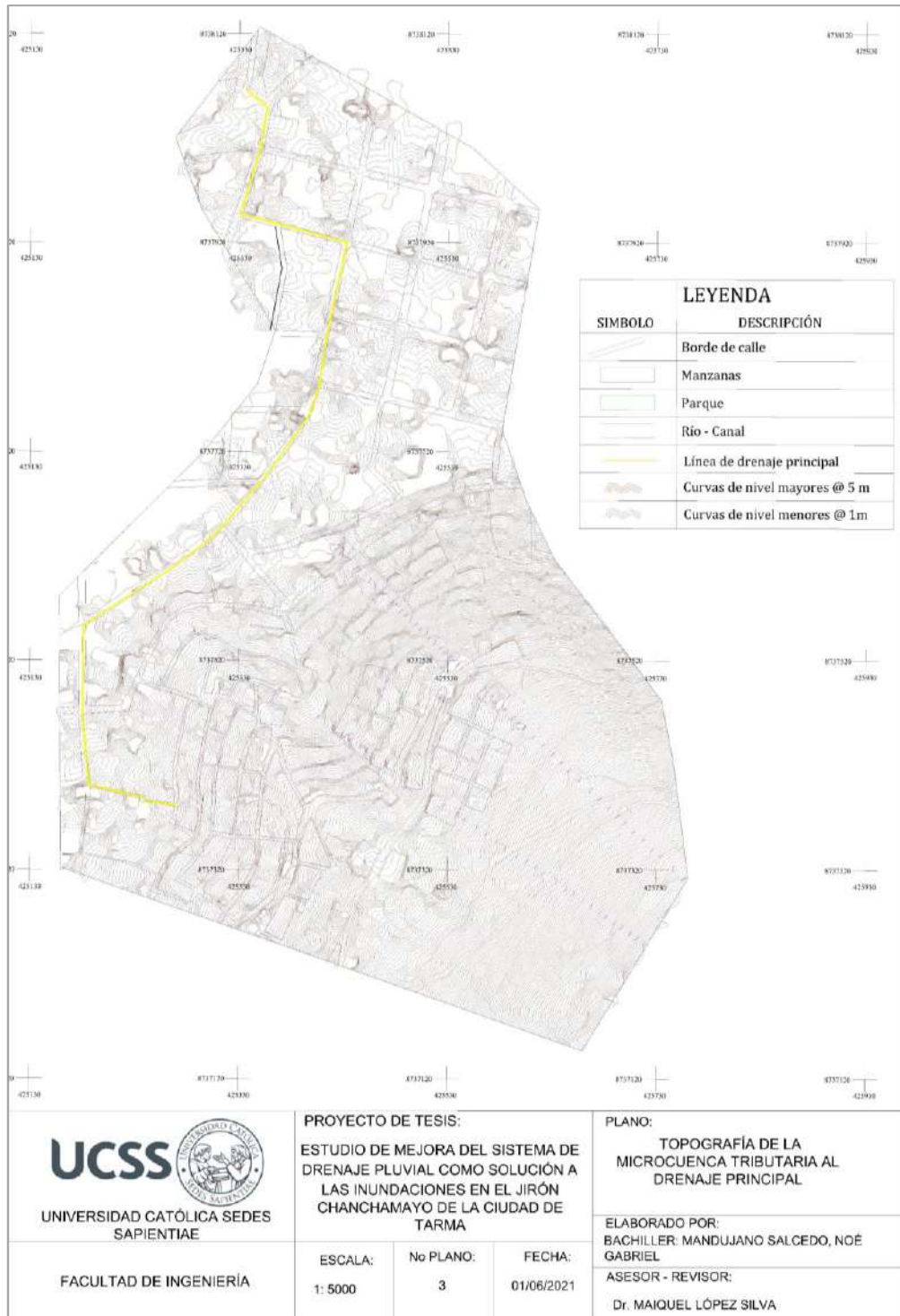


Figura 32. Topografía de la microcuenca tributaria al drenaje principal

Fuente: *Elaboración propia.*

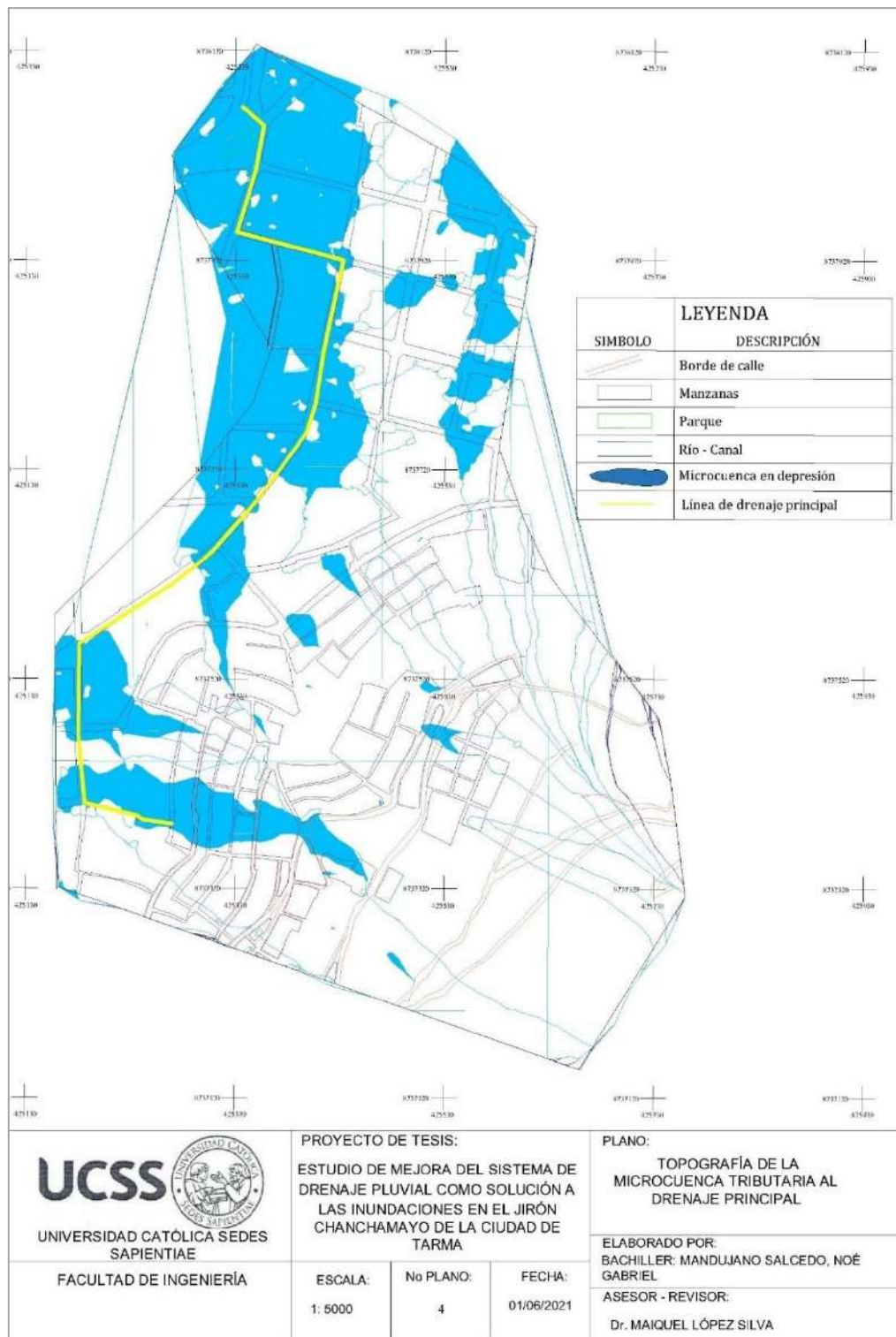


Figura 33. Trazado del conducto principal de drenaje y áreas de inundaciones

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se obtuvo la distribución de la ciudad en el área de estudio, el área de influencia efectiva del proyecto y las pendientes de las calles que influyen en el proyecto de investigación tal como se muestra en la figura 34.

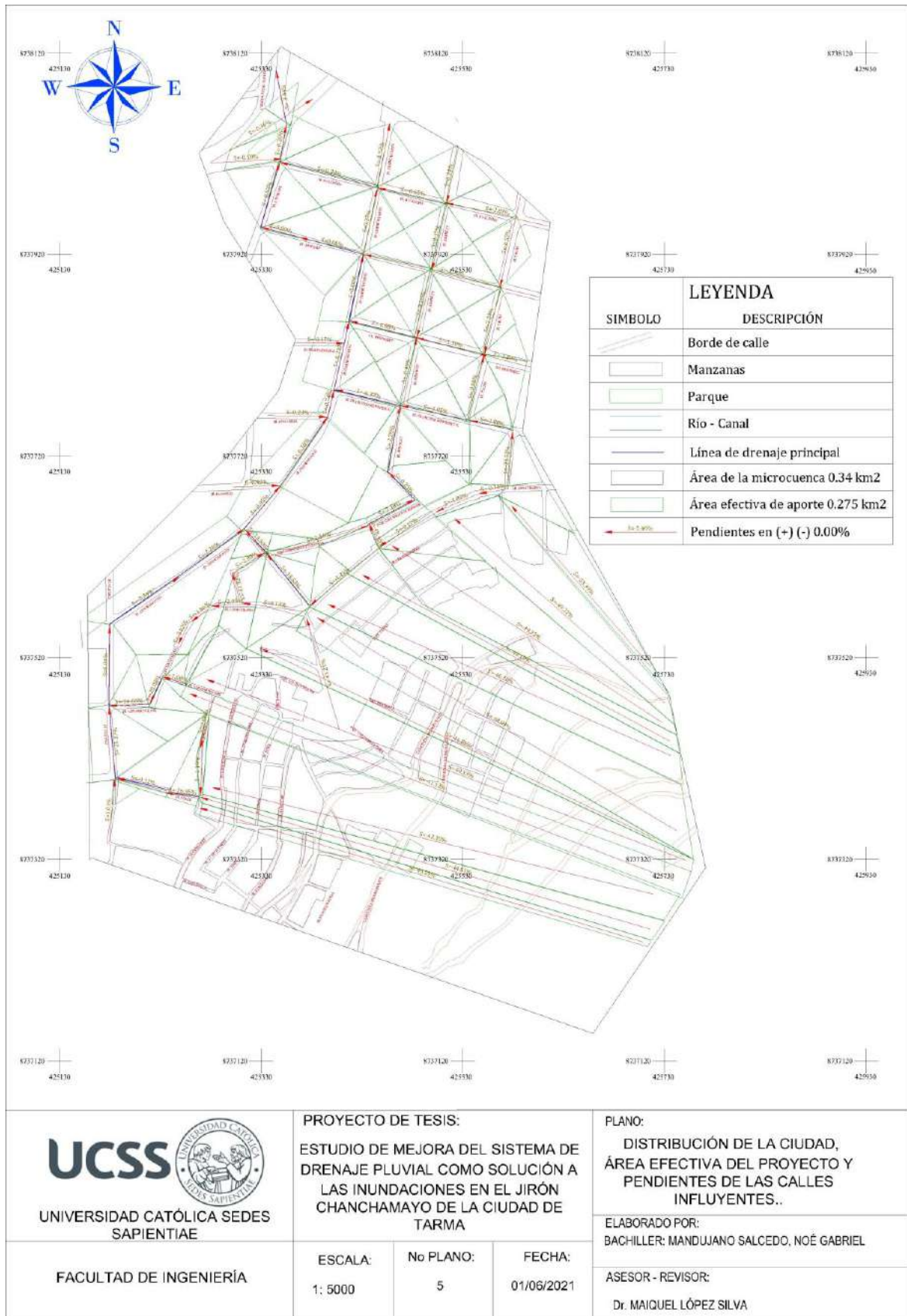


Figura 34. Distribución de la ciudad, área efectiva de influencia y pendientes

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1.2 Condiciones de suelo

En tabla 11 se ilustra la conformación urbana de los usos del suelo en la ciudad Tarma. La población urbana estimada en el 2014, para la zona urbana fue de 66 043 habitantes en 439,71 hectáreas, que repercuten en una densidad promedio de 150,20 hab/ha. Del área total de la ciudad el uso residencial es el predominante, el uso comercial es el segundo lugar en ocupación y el área de Equipamientos Urbanos ocupa el tercer lugar. (Plan de Desarrollo Urbano 2014 - 2024).

Tabla 11
Conformación urbana de los usos del suelo

Zona	Población Urbana (hab)	Superficie (ha)	Densidad (hab/ha)
Tarma	66 043	439,71	150,20

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de Tarma (2014)

La litología de la zona presenta lentes limo-arcillosos en los cerros y este a su vez se consideran con un riesgo extremo. Las zonas con topografía plana fundamentalmente al río de Tarma y a los afluentes de las quebradas son las más expuestas al peligro potencial de inundación (Plan de Desarrollo Urbano 2014 – 2024). Parte de la ciudad y parte de las nuevas habilitaciones e invasiones se encuentran totalmente emplazadas dentro del cauce antiguo de los ríos. (Plan de Desarrollo Urbano 2014 - 2024). Debiéndose proteger dichas áreas de riesgos. Mediante el ZEE (2015) la descripción geológica posee depósitos aluviales sobre rocas metamórficas de la Formación excelsior. Además, pertenece al Grupo Tarma-Copacabana (CsPi-ta-co) se caracteriza por la presencia de areniscas, limo arcillitas oscuras y calizas que se exponen al este de la ciudad de Tarma. Los usos del suelo según el Plan de Desarrollo Urbano 2014 – 2024 son más del tipo residencial y comercial en diferentes niveles de clasificación.

6.2 Estudio hidrológico

6.2.1 Características geomorfológicas de la microcuenca

Se determinó las características geomorfológicas de la microcuenca urbana tributaria a la línea principal de drenaje. Los resultados se muestran en la tabla 12. Se observa que el

área de 4 km² según Campos (1996) clasifica como una microcuenca, las dimensiones cuyo valor es inferior a 25 km². Los parámetros de forma como el índice de Gravelius, factor de forma y factor de circularidad de acuerdo con Cerignoni y Rodrigues (2015) la microcuenca urbana se caracteriza por tener una geometría ovalada con tendencias medias a inundaciones. Mientras que, Horton (1914) la clasifica como alta a potenciales crecientes y Pérez (1976) es ligeramente ensanchada con posibles tendencias a inundaciones.

En los parámetros de relieve según Strahler (1952) la integral hipsométrica se clasifica como una microcuenca tipo C sedimentaria es fase de vejez. Ortíz (2004) clasifica la pendiente media de la microcuenca de 56,42 % como de tipo de relieve muy fuerte.

Tabla 12

Parámetros geomorfológicos de la microcuenca urbana.

No	Parámetros	Unidad	Valor
1	Coordenadas del centroide (x)	UTM	425 313,42
2	Coordenadas del centroide (y)	UTM	8 737 553,95
3	Área de la cuenca (A)	km ²	0,34
4	Perímetro de la cuenca P	km ²	2,74
5	Elevación mínima de la microcuenca	m s. n. m.	3 050,00
6	Elevación máxima de la microcuenca	m s. n. m.	3 310,00
7	Elevación media de la microcuenca	m s. n. m.	3 117,08
8	Elevación mínima del drenaje	m s. n. m.	3 050,00
9	Elevación máxima del drenaje	m s. n. m.	3 080,00
10	Elevación del tirante del río (y)	m s. n. m.	3 047,80
11	Longitud de la cuenca (L _c)	km	0,76
12	Longitud del drenaje principal (L _d)	m	856,81
13	índice de Gravelious (K _c)	-	1,33
14	Factor de forma (F)	-	0,59
15	Relación de elongación (R _e)	-	0,87
16	Factor de circularidad (F _c)	-	0,57
17	Integral Hipsométrica (IH)	-	0,26
18	Pendiente media de la microcuenca (S _c)	%	56,41
19	Pendiente del drenaje principal (S _d)	%	3,50

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Análisis de las Precipitaciones

Para el estudio hidrológico se seleccionó la estación meteorológica más cercana al jirón Chanchamayo en el distrito de Tarma para analizar la frecuencia de lluvia en un periodo

de retorno de 2, 5, 10 y 25 años, como establece la norma actual nombrada CE.040 (2021) de drenaje pluvial. La estación más cercana fue la Tipo Automática -Meteorológica de Tarma Código: 47257764 a una distancia de la zona de estudio de 2,2 km aproximadamente. La estación está ubicada en la Latitud: 11°23'48.19", Longitud: 75°41'23.69" y Altitud de 3025 m s. n. m. Las restantes estaciones como Jacayhtanca, Huasahuasi y Ricran están ubicadas a una distancia de 17 km, 17,3 km y 23,2 km respectivamente.

En la tabla 13 se muestra las precipitaciones máximas diarias partir de la solicitud oficial a la estación de Tarma según Anexo 3. Se observa que existen datos sin registros (S.R) fundamentalmente en los años faltantes 2013, 2014 y 2018. En tal sentido, es necesario aplicar métodos estadísticos de datos faltantes en estaciones meteorológicas.

Tabla 13
Precipitaciones máximas diarias.

Provincia: JUNIN Distrito: TARMA Código: 47257764 Altitud: 3025 m s.n.m.												
Precipitación máxima mensual (mm)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DICI
2001	8,5	22,4	10,9	4,3	15	1,7	1,8	4,4	0,9	5,6	0,3	S/D
2002	1,7	21,6	12,1	8,2	3,3	0	5,7	1,6	5,4	10,4	9,4	3,9
2003	6,7	8,5	15,9	12	2,8	2,2	1,4	3,6	5,1	4,7	3,2	8,5
2004	11	11,1	5,6	4,3	2,6	2,4	9,2	1,4	0,4	4,4	2,9	6,8
2005	5,9	1,6	4,1	1,5	0,5	0	3,1	1,6	1,9	8,7	8,7	17,9
2006	22,4	12,2	11,8	14,2	0,1	3,3	S.R	3,6	2	10,3	10,7	8,5
2007	9,2	28,7	13	2,5	9,5	0	5,2	1	0,5	17,2	5,7	S.R
2008	S.R	S.R	S.R	12,5	4,2	1,2	0,1	0,9	5,2	7,4	2,3	13,8
2009	15,8	13,9	5,7	16,2	4,5	0,2	2,7	6,4	1,7	4,6	13,6	13,8
2010	11,4	11,3	11,3	9,9	2,5	1,3	0,7	2,8	4,8	14,9	4	12
2011	13,9	18,2	13,9	5,9	2,9	1,1	1,8	2,6	S.R	2,7	6,6	17,4
2012	12,2	0	8,5	15	1,1	0	4,3	5	6,3	6,2	6,4	12,3
2013	10,9	20,7	12,3	3,6	2,1	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R
2014	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	0,9	4,6	2,7	6	3,1	7,1	12
2015	5,3	10,7	7,9	9,7	7,5	0,4	3,2	4,1	4,1	2	15	8
2016	9,7	5,8	15	19,2	0,6	1,2	4	0,2	2,7	8,8	3,6	5,2
2017	12,9	18,2	13,5	4,6	10,3	0	0	0	0	15	0	0
2018	11,6	S.R	S.R	S.R	10,9	1,5	0	0	0	9,1	20	17,3
2019	10,3	21,9	24	9,5	3	2,2	0,9	1,2	7,6	16,2	3,5	12
2020	18	31	20	19,9	8,7	4,5	6	0	6,3	2,3	8,1	11

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de los datos faltantes se partió del método de estaciones vecinas con el uso del software HEC 4, modelo de simulación desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica, Davis, California que maneja sus algoritmos de rellenos de datos, con la técnica de regresión múltiple (HEC, 1971). La estación vecina fue la del distrito de Huasahuasi Departamento de Junín del tipo Convencional - Meteorológica ubicada en la Latitud 11°16'3.7" y Longitud 75°38'20.8" con código 111030. En la tabla 14 se presentan los resultados de las precipitaciones faltantes.

Tabla 14
Precipitaciones máximas diarias mensual.

Provincia: JUNIN Distrito: TARMA Código: 47257764 Altitud: 3025 m s.n.m.												
Precipitación máxima mensual (mm)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DICI
2001	8,5	22,4	10,9	4,3	15	1,7	1,8	4,4	0,9	5,6	0,3	7,2
2002	1,7	21,6	12,1	8,2	3,3	0,93	5,7	1,6	5,4	10,4	9,4	3,9
2003	6,7	8,5	15,9	12	2,8	2,2	1,4	3,6	5,1	4,7	3,2	8,5
2004	11	11,1	5,6	4,3	2,6	2,4	9,2	1,4	0,4	4,4	2,9	6,8
2005	5,9	1,6	4,1	1,5	0,5	0,77	3,1	1,6	1,9	8,7	8,7	17,9
2006	22,4	12,2	11,8	14,2	0,1	3,3	2,14	3,6	2	10,3	10,7	8,5
2007	9,2	28,7	13	2,5	9,5	0,85	5,2	1	0,5	17,2	5,7	9,76
2008	10,03	17,53	14,13	12,5	4,2	1,2	0,1	0,9	5,2	7,4	2,3	13,8
2009	15,8	13,9	5,7	16,2	4,5	0,2	2,7	6,4	1,7	4,6	13,6	13,8
2010	11,4	11,3	11,3	9,9	2,5	1,3	0,7	2,8	4,8	14,9	4	12
2011	13,9	18,2	13,9	5,9	2,9	1,1	1,8	2,6	3,96	2,7	6,6	17,4
2012	12,2	13,4	8,5	15	1,1	1,6	4,3	5	6,3	6,2	6,4	12,3
2013	10,9	20,7	12,3	3,6	2,1	1,96	4,69	1,04	2,05	5,9	13,04	15,15
2014	14,48	17	12,26	6,09	2,05	0,9	4,6	2,7	6	3,1	7,1	12
2015	5,30	10,7	7,9	9,7	7,5	0,4	3,2	4,1	4,1	2	15	8
2016	9,70	5,8	15	19,2	0,6	1,2	4	0,2	2,7	8,8	3,6	5,2
2017	12,9	18,2	13,5	4,6	10,3	1,85	5,21	0,63	3,06	15	4,07	6,57
2018	10,68	13,28	9,92	8,07	10,9	1,5	2,93	2,45	2,59	9,1	20	17,3
2019	10,3	21,9	24	9,5	3	2,2	0,9	1,2	7,6	16,2	3,5	12
2020	18	31	20	19,9	8,7	4,5	6	0	6,3	2,3	8,1	11

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 35 se muestran el comportamiento hiperanual de las lluvias mensuales de la estación Automática -Meteorológica de Tarma. Se observa que los meses de mayores precipitaciones superiores a la media hiperanual mensual de 7,55 mm se dio en los meses de enero, febrero, marzo, abril y diciembre.

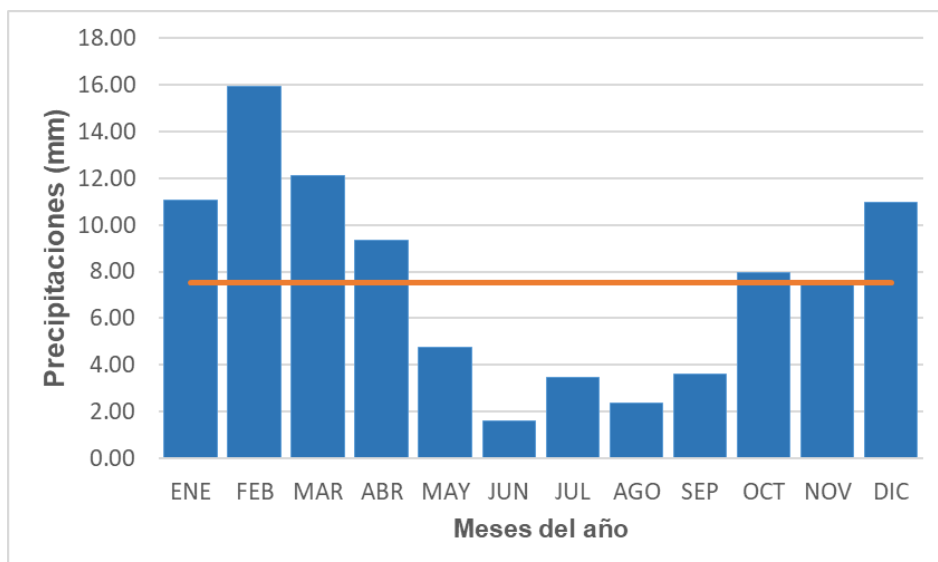


Figura 35. Precipitaciones hiperanual mensuales

Fuente: *Elaboración propia.*

Los resultados del procesamiento de las observaciones del régimen de lluvia en una cuenca son válidos siempre y cuando se utilicen series homogéneas. Por lo que cualquier estudio hidrológico debe comenzar con la aplicación de los datos faltantes si es el caso y posteriormente la comprobación de la homogeneidad y tendencias de las series de observaciones. Ayuso (2017) plantea que la homogeneidad es debido a cambios en las condiciones hidrometeorológicas y no en las condiciones en que se midieron los datos. En la tabla 14 se muestra los resultados de las diez funciones estadísticas aplicada a las precipitaciones para evaluar su homogeneidad, estacionariedad o tendencia y salto mediante los softwares SPSS v26 y TREND 1.0.2, este último elaborado por el Taller de Expertos de la OMM/UNESCO.

Se observa en la tabla 15 que la serie histórica de precipitaciones a partir de las funciones estadísticas paramétricas y no paramétricas existe homogeneidad a partir del valor un nivel de significación del 5 % es mayor al valor Z; por tanto, se rechaza la hipótesis alternativa (H_1) y se acepta la hipótesis nula (H_0). Asimismo, se demuestra a partir de los Test estadísticos Lienar regresión, Mann-Kendall y Spearman's Rho que existe una tendencia al aumento de las precipitaciones como se muestra en la figura 36 del comportamiento de las precipitaciones anual histórica.

Tabla 15
Análisis estadístico de la serie histórica

Test estadístico	z	($\alpha=5$ %)	Tipo prueba	Estudio
Linear regression	1,97	1,977	Paramétrico	Tendencia
Cumulative deviation	1,134	1,301	Paramétrico	Homogeneidad/Salto
Worsley Likelihood	3,141	3,156	Paramétrico	Homogeneidad/Salto
Students t	-1,315	1,977	Paramétrico	Homogeneidad
Cramer	0,945	0,256	Paramétrico	Homogeneidad
Bartlett	-	0,545	Paramétrico	Independencia
Mann-Kendall	1,842	1,96	No Paramétrico	Tendencia
Spearman's Rho	1,874	1,96	No Paramétrico	Tendencia
Cusum	19	21,069	No Paramétrico	Homogeneidad/Salto
Rank Sum	1,447	1,96	No Paramétrico	Homogeneidad/Salto

Fuente: Elaboración propia.

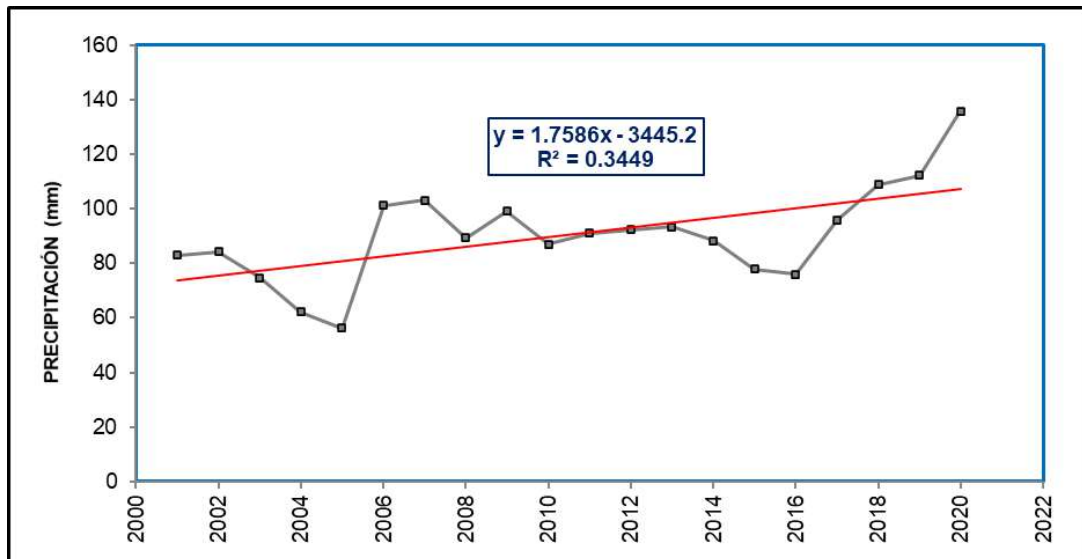


Figura 36. Comportamiento de las precipitaciones anual histórica de Tarma.

Fuente: *Elaboración propia.*

En la tabla 16 se muestra la tabla de resultados de bondad de ajuste de ajuste a partir del análisis de Smirnov - Kolgomorov de la serie histórica de las precipitaciones mediante el software Hydrognomon v4. Las 8 funciones analizadas muestran un adecuado ajuste, pero la función de mejor ajuste es Pearson III. En la figura 37 se muestra la función de mejor ajuste Pearson III

Tabla 16
Funciones de distribución de mejor ajuste

No	Función de distribución	Δ teórico	Δ tabulado
1	Normal	0,11883	0,29
2	Log Normal	0,07561	0,29
3	Gamma	0,08845	0,29
4	Pearson III	0,07526	0,29
5	Log Pearson III	0,07973	0,29
6	Gumbel Max	0,06101	0,29
7	Gumbel Min	0,1858	0,29
8	Weibull	0,13211	0,29

Fuente: Elaboración propia.

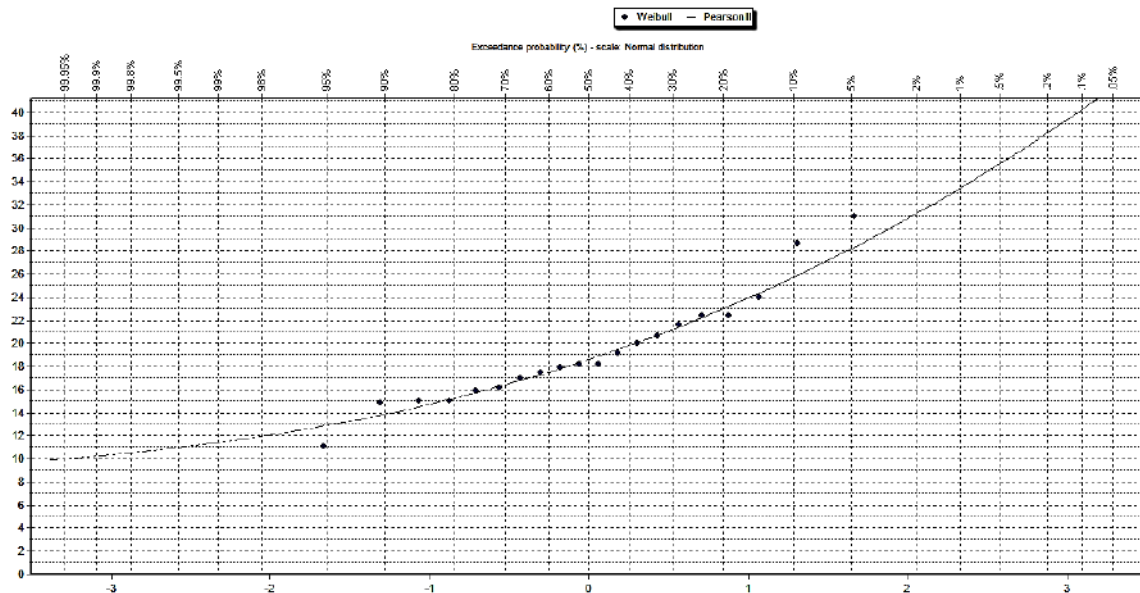


Figura 37. Función de mejor ajuste Pearson III

Fuente: *Elaboración propia.*

En la tabla 17 se muestra las funciones de distribución de mejor ajuste en función del periodo de retorno.

Tabla 17
 Funciones de mejor ajuste en vs del periodo de retorno

No	Función de distribución	Periodo de retorno (años)				
		2	5	10	25	30
1	Normal	19,347	23,359	25,456	27,693	28,089
2	Log Normal	18,785	23,043	25,641	28,734	29,321
3	Gamma	18,956	23,203	25,652	28,443	28,958
4	Pearson III	18,643	23,014	25,729	28,966	29,578
5	Log Pearson III	18,823	23,018	25,572	28,607	29,182
6	Gumbel Max	18,563	22,778	25,568	29,094	29,785
7	Gumbel Min	20,130	23,262	24,594	25,840	26,045
8	Weibull	19,554	23,454	25,339	27,240	27,565

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de las curvas de Intensidad Frecuencia y Duración (IDF) se aplicó el modelo matemático de Aparicio (1992) que permite definir la ecuación en función del tiempo de periodo de retorno. La ecuación obtenida fue con un coeficiente de determinación de $R^2=0.995$ como se muestra a continuación.

$$I = \frac{172.611 \cdot T^{0.145}}{D^{0.747}}$$

Las curvas IDF obtenidas para los periodos de retornos de 5, 10, 25 y 30 años se muestra en la figura 38.

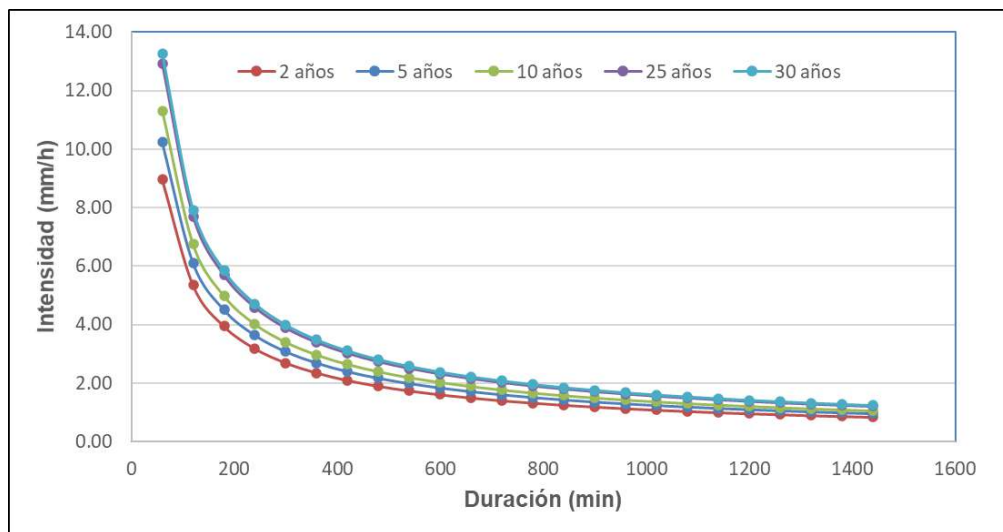


Figura 38. Curvas de intensidad frecuencia y duración (IDF)

Fuente: Elaboración propia.

Se determinaron los hietogramas de frecuencia por el método de bloque alternos para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 30 años. En las figuras 39, 40, 41, 42 y 43 se muestran los resultados.

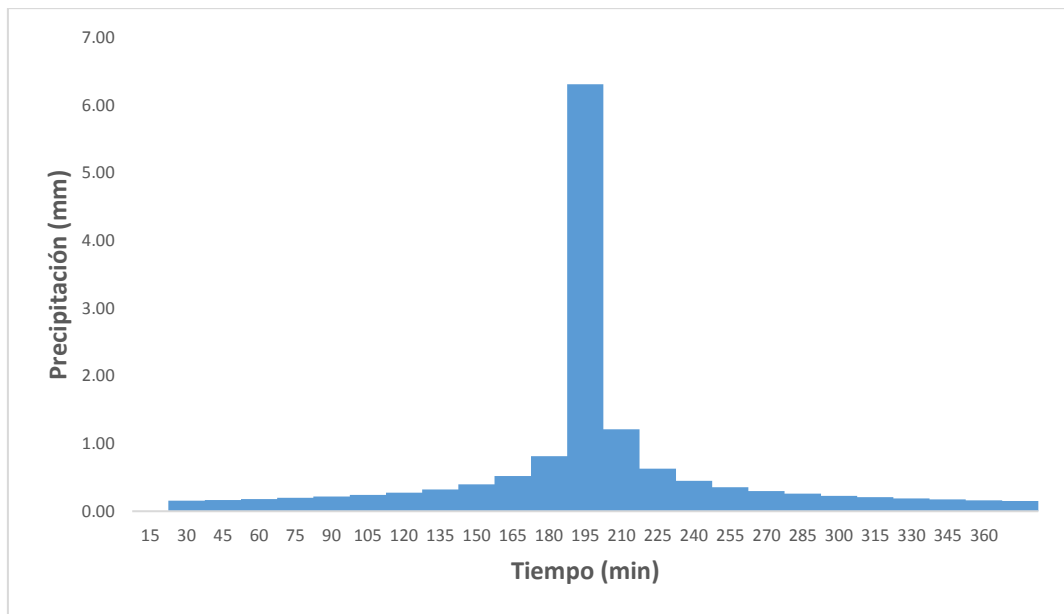


Figura 39. Hietogramas de frecuencia en 2 años

Fuente: *Elaboración propia.*

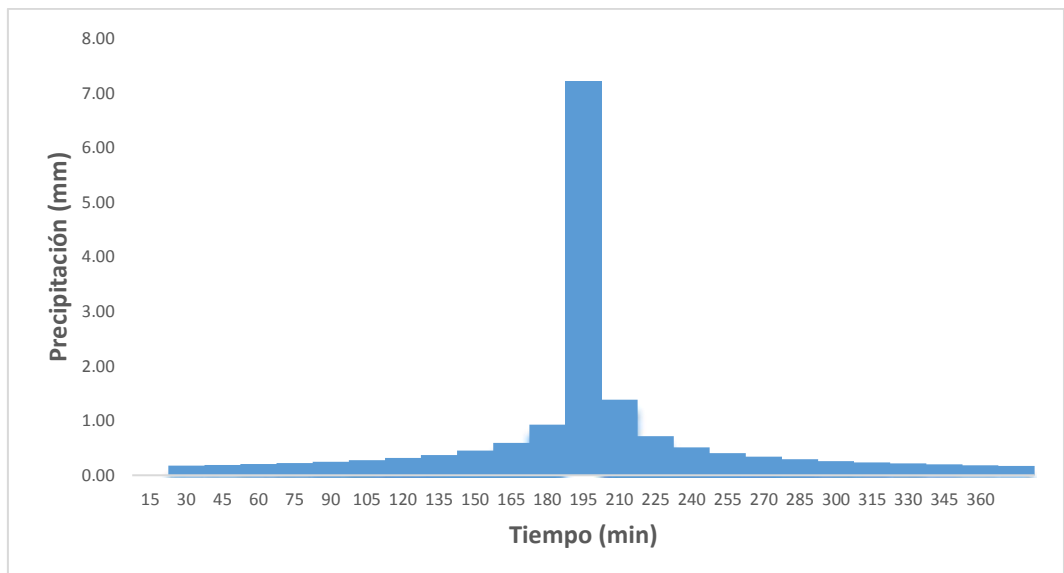


Figura 40. Hietogramas de frecuencia en 5 años

Fuente: *Elaboración propia.*

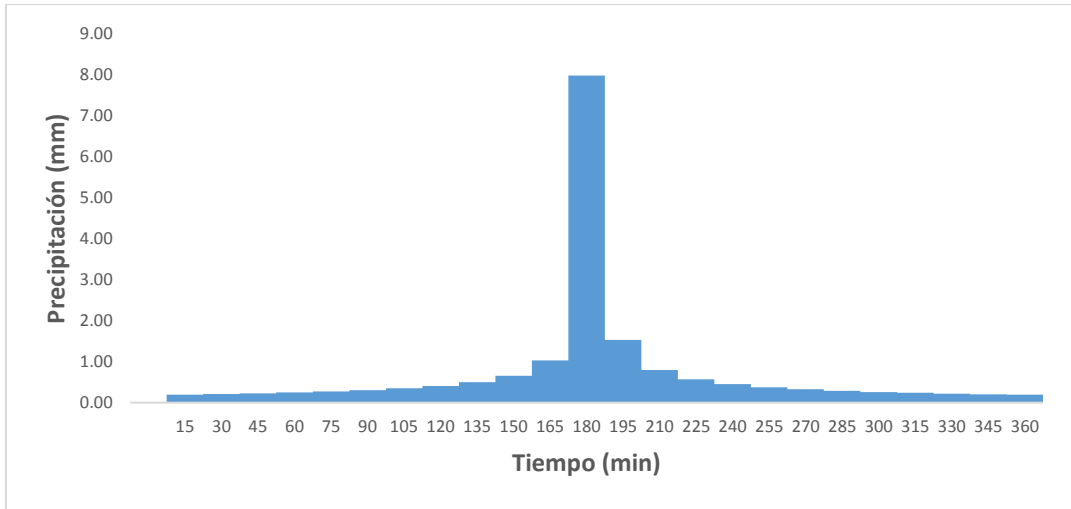


Figura 41. Hietogramas de frecuencia en 10 años

Fuente: *Elaboración propia.*

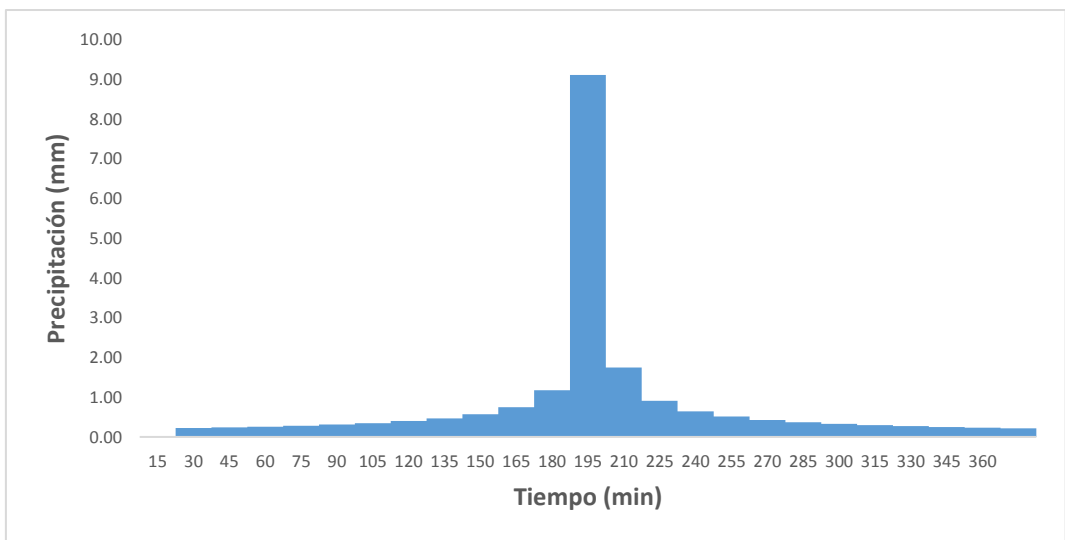


Figura 42. Hietogramas de frecuencia en 25 años

Fuente: *Elaboración propia.*

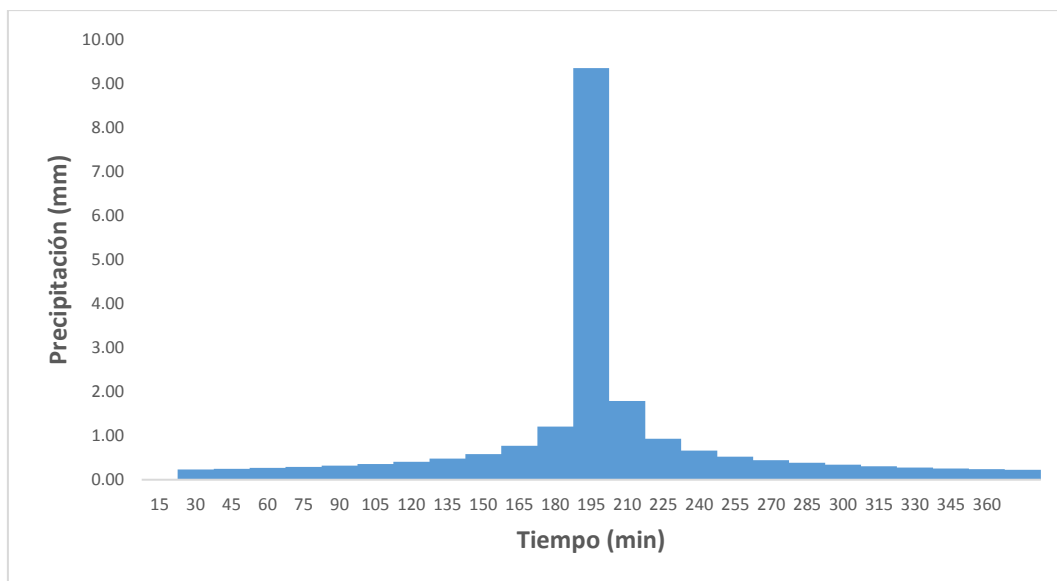


Figura 43. Hietogramas de frecuencia en 30 años

Fuente: *Elaboración propia.*

6.2.3 Avenida máxima

El área efectiva de drenaje urbano hacia los sumideros fue de 0,275 km². Se calculó el coeficiente de escorrentía ponderado en la microcuenca, uno para el 37 % del área de zonas verdes y escasa cobertura y el 62,90 % de asfalto, concreto y techos. Por tanto, el coeficiente de escorrentía es de 0,73 como se muestra en la siguiente ecuación:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^k C_i A_i}{\sum_{i=1}^k A_i} = \frac{(0.46 \cdot 0.10) + (0.88 \cdot 0.175)}{(0.10 + 0.175)} = 0,73$$

Para la obtención del tiempo de concentración de la cuenca en el drenaje pluvial urbano se utilizaron las ecuaciones definidas por la Norma CE.040 (2021), el Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje (2018) y otras propuestas por diversos investigadores expresado en el capítulo III. El coeficiente de Izzard (1946) para flujo superficial en caminos y áreas de césped los valores del coeficiente de retardo se consideró el valor medio de 0,0070 para pavimentos muy lisos y 0,012 para pavimentos de concreto siendo este de 0,0095. Respecto al número de curva (CN) se determinó por el software ArcGIS 10.5 en la base de datos de GEO GPS PERÚ E.I.R.L que mostró un valor de 59, 77.5 y 88 para condiciones del suelo seco, normal y húmedas respectivamente, pero se seleccionó la condición húmeda. La longitud del tramo principal del cauce en la microcuenca efectiva de drenaje urbano se consideró el colector principal trazado en la figura 33 con longitud total de 0,973 km.

Los resultados se muestran en la tabla 18. Se observa que para las ecuaciones de estimación empleadas muestran gran variedad de resultados que oscilan entre 0,17 min a 1 049,78 min de valores extremos por USBR y Ahn – Lee respectivamente.

Tabla 18
Tiempo de concentración de la microcuena urbana

No	Ecuación	Tc (min)
1	Kirpich	13,83
2	California Culverts Practice	14,38
3	Federal Aviation Administration	960,38
4	Ecuación de retardo SCS	31,85
5	Ahn - Lee	1 150,64
6	Bransby -Williams	29,73
7	Carter	11,08
8	Chow	27,09
9	Corps of Engineers	20,75
10	Dooge	24,88
11	Epsey	1 062,88
12	Haktanir and Sezen	42,73
13	Johnstone - Cross	11,66
14	Kim	7,51
15	Picking	15,52
16	Pilgrim and Mac Dermott	30,26
17	Temez	32,14
18	USBR	0,18
19	USGS	161,25
20	Ventura	24,83
21	Yoon	87,13

Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó el análisis estadístico mediante el software SPSS v 26 para definir el tiempo de concentración estimado más adecuado en la microcuena urbana, según metodología aplicada por Vélez (2010). Se eliminaron los rangos del tiempo de concentración extremos definiendo un nuevo intervalo más ajustado según criterios y características de los parámetros morfométricos de la microcuena como fueron Federal Aviation Administration, Ahn – Lee, Carter, Epsey, Kim y USBR. En la tabla 19 se muestran los resultados, indicando un estimado del tiempo de concentración promedio para la microcuena de 37.87 min. En la figura 44 se ha representado el diagrama de frecuencia de los tiempos de concentración reflejando en mayor frecuencia los valores inferiores a 50 minutos, con escasa

representatividad de frecuencia aun las ecuaciones de Yoon y USGS con 87.13 min y 161.25 min respectivamente.

Tabla 19
Resultados estadísticos del tiempo de concentración

Parámetros	Valores
Media	37,87
Error estándar de la media	9,98
Mediana	27,09
Moda	11,66
Desv. Desviación	38,67
Varianza	1 495,02
Asimetría	2,75
Error estándar de asimetría	0,580
Curtosis	7,99
Error estándar de curtosis	1,12
Rango	149,59
Mínimo	11,66
Máximo	161,25
Suma	568,03

Fuente: Elaboración propia.

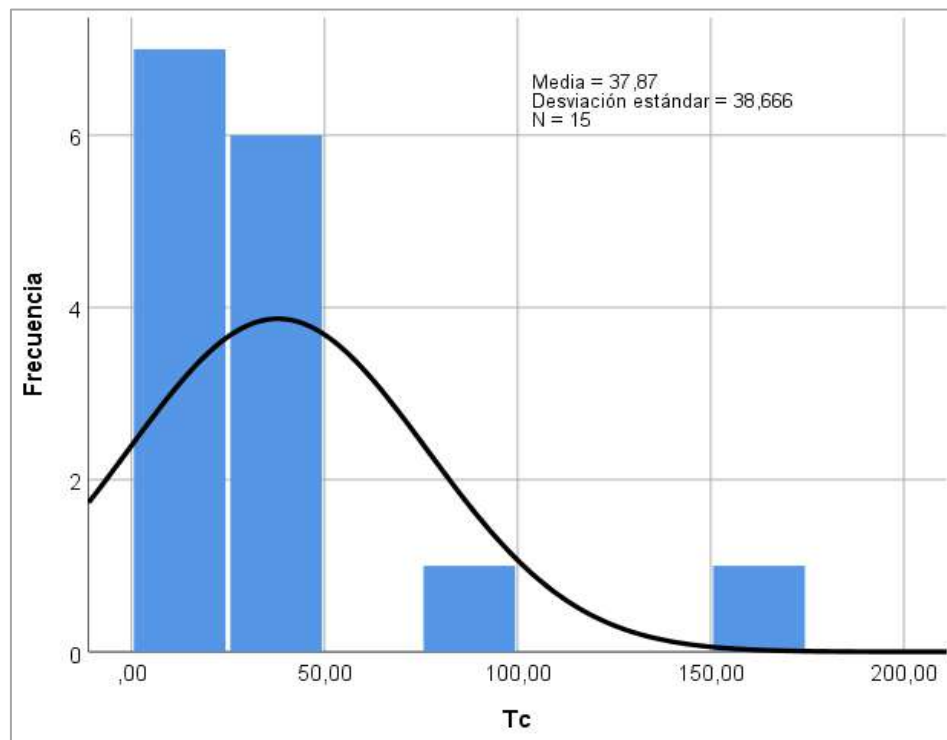


Figura 44. Histograma de frecuencia del tiempo de concentración

Fuente: Elaboración propia.

El caudal de escorrentía en la microcuenca se determinó según la Norma Técnica CE. 040 (2021) para áreas de cuencas inferiores a 3 km² por el método racional. En la tabla 20 se muestra los resultados del caudal de escorrentía para cada periodo de tiempo analizado. Los caudales muestran un crecimiento lógico de 0,71 m³/s a 1,05 m³/s función del periodo de retorno e intensidad de las precipitaciones.

Tabla 20
Caudal de escorrentía en la microcuenca

Periodo (años)	Tc (min)	C	I (mm/h)	A	Q (m³/s)
2	37,87	0,73	12,64	0,275	0,71
5	37,87	0,73	14,44	0,275	0,81
10	37,87	0,73	15,96	0,275	0,89
25	37,87	0,73	18,23	0,275	1,02
30	37,87	0,73	18,72	0,275	1,05

Fuente: Elaboración propia.

Se analizó la tormenta de diseño además por los modelos hidrológicos métodos de SCS, Snyder y Clark, se calculó la curva número para diferentes condiciones humedad del suelo, retención máxima potencial (S) y abstracción inicial (I) de la escorrentía como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21
Parámetros del método SCS

Condiciones del suelo	CN	S (mm)	I (mm)
Seco	59	176,50	35,3
Normal	77,5	73,74	14,75
Húmedo	88	34,64	6,93

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta los resultados en la tabla 22 obtenidos de la modelación hidrológica por los métodos de SCS, Snyder y Clark con el uso del software HEC HM. El método de Clark refleja los valores menores, siguiéndole el método de Snyder y posterior el método SCS con los mayores valores. El método hidrológico respecto al método racional propuesto por la Norma Técnica CE. 040 (2021) refleja una disminución de diferencia porcentual del caudal desde 3,67 % hasta un 7,30 %. Pero, el caudal para el periodo de retorno de 25 años por el método SCS se ajustan al método racional para un rango de variación del caudal de 2 %.

Tabla 22
Caudal de escorrentía modelo hidrológico

Periodo (años)	Métodos hidrológicos				$\Delta Q(\%)$
	SCS (m ³ /s)	Snyder	Clark	Media	
2	0,7	0,6	0,6	0,63	-7,30
5	0,8	0,7	0,7	0,73	-3,67
10	0,9	0,7	0,7	0,77	-6,27
25	1,0	0,9	0,8	0,90	-5,94
30	1,1	0,9	0,9	0,97	-3,97

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23 y 24 se muestran los resultados estadísticos para cada método hidrológico y para cada periodo de retorno del caudal de escorrentía respectivamente. Se aprecia una mínima variación respecto a la varianza y error estándar medio. Existe un crecimiento lógico de la media en función del periodo de retorno.

Tabla 23
Análisis estadístico de los métodos estadísticos

Parámetros	Métodos hidrológicos		
	SCS	Snyder	Clark
Media	0,85	0,73	0,70
Error estándar de la media	0,06	0,06	0,04
Mediana	0,85	0,70	0,70
Moda	0,70	0,70	0,70
Desv. Desviación	0,13	0,13	0,08
Varianza	0,02	0,02	0,01
Asimetría	0,00	1,13	0,00
Error estándar de asimetría	1,01	1,01	1,01
Curtosis	-1,20	2,23	1,50
Error estándar de curtosis	2,62	2,62	2,62
Rango	0,30	0,30	0,20
Mínimo	0,70	0,60	0,60
Máximo	1,00	0,90	0,80
Suma	3,40	2,90	2,80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24

Análisis estadístico del caudal de escorrentía en diferentes periodos de retorno

Parámetros	Periodo de retorno				
	2	10	20	25	30
Media	0,63	0,73	0,77	0,90	0,97
Error estándar de la media	0,03	,033	0,06	0,06	0,06
Mediana	0,63	0,73	0,77	0,90	0,97
Moda	0,60	0,70	0,70	0,80	0,90
Desv. Desviación	0,06	0,06	0,12	0,10	0,12
Varianza	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Asimetría	1,73	1,73	1,73	0,00	1,73
Error estándar de asimetría	1,22	1,22	1,22	1,22	1,23
Curtosis	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20
Error estándar de curtosis	0,60	0,70	0,70	0,80	0,90
Rango	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10
Mínimo	1,90	2,20	2,30	2,70	2,90
Máximo	0,63	0,73	0,77	0,90	0,97
Suma	0,03	0,03	0,07	0,06	0,07

Fuente: Elaboración propia.

En las figuras 45 a la 49 se refleja las curvas el caudal de escorrentía en función del tiempo para los modelos hidrológicos por el método de SCS, Snyder y Clark ocurrido para una lluvia de 6 horas, pero se observa su escorrentía total en la microcuenca sucede en un tiempo base de 2 horas y tiempo pico en 1 hora aproximadamente. El método de SCS manifiesta los mayores valores de caudal.

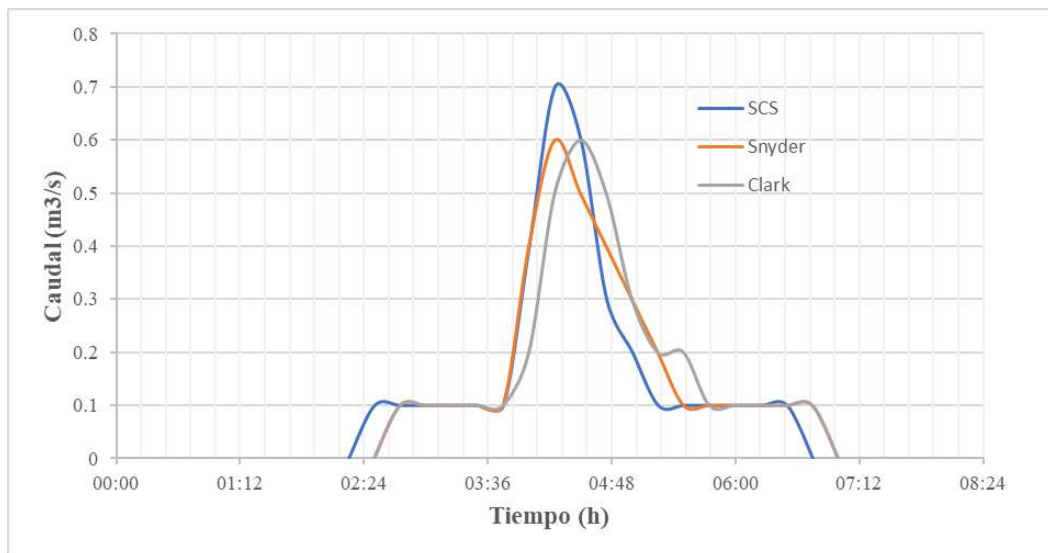


Figura 45. Caudal de escorrentía para 2 años de periodo de retorno.

Fuente: *Elaboración propia.*

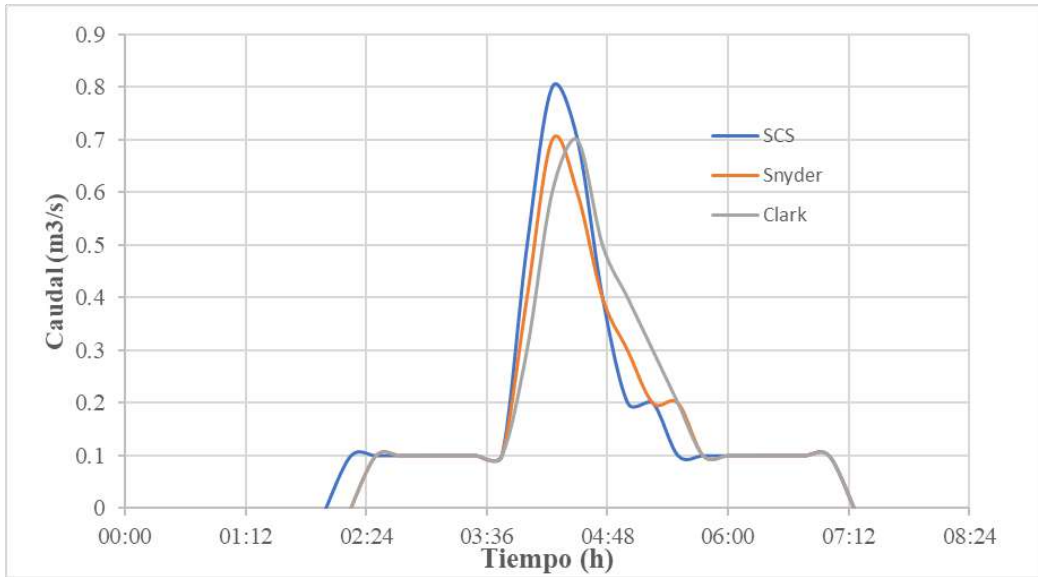


Figura 46. Caudal de escorrentía para 5 años de periodo de retorno.

Fuente: *Elaboración propia.*

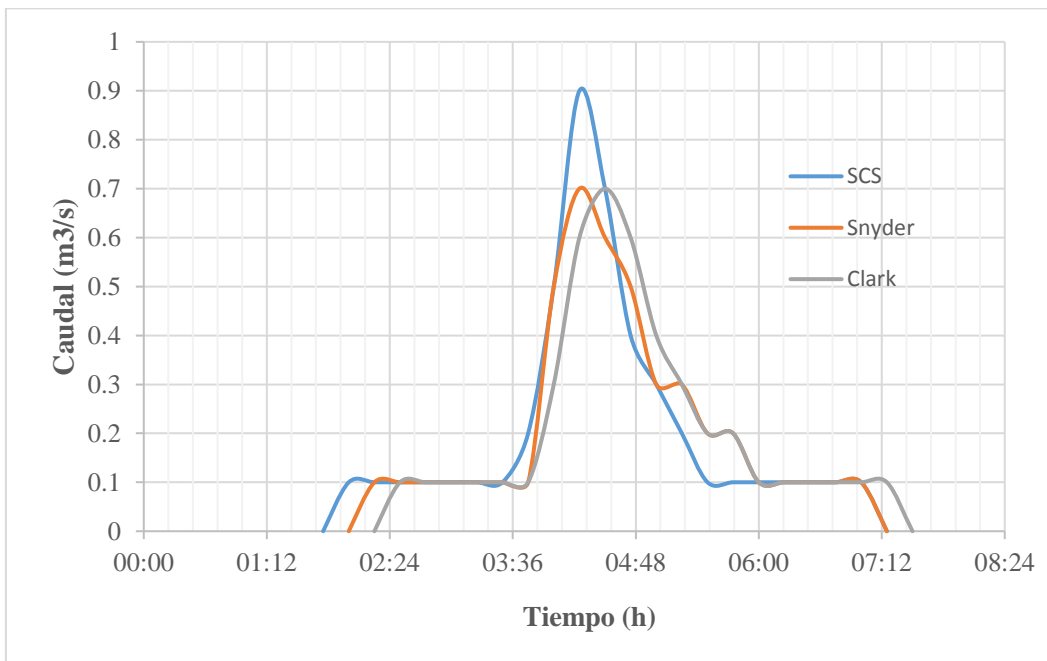


Figura 47. Caudal de escorrentía para 10 años de periodo de retorno.

Fuente: *Elaboración propia.*

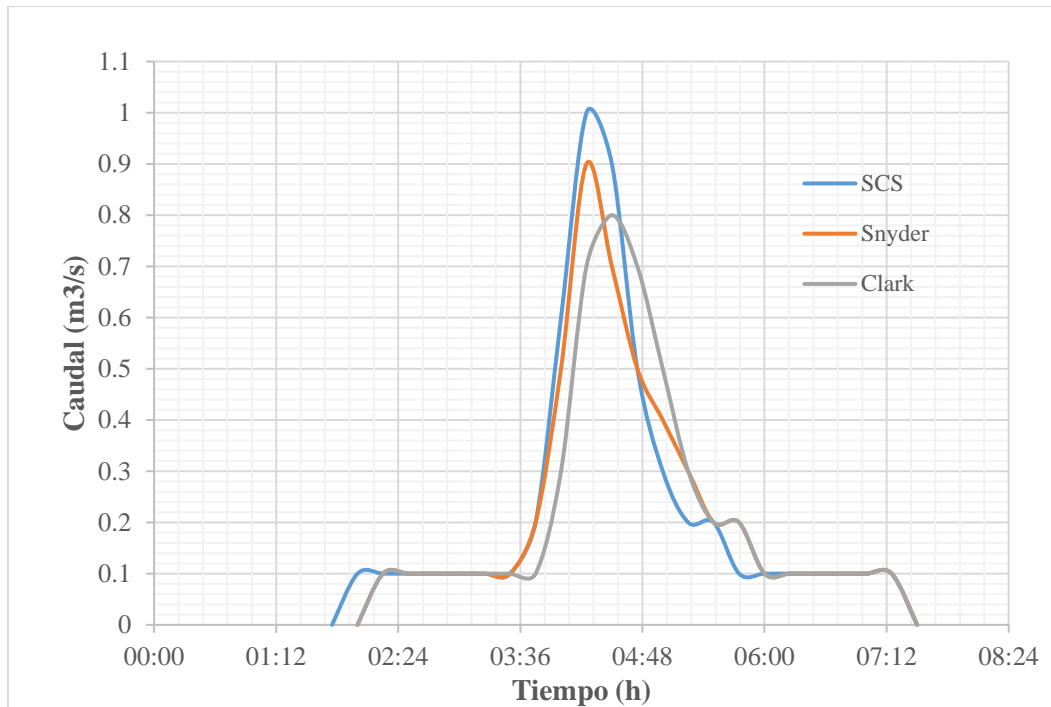


Figura 48. Caudal de escorrentía para 25 años de periodo de retorno.

Fuente: *Elaboración propia.*

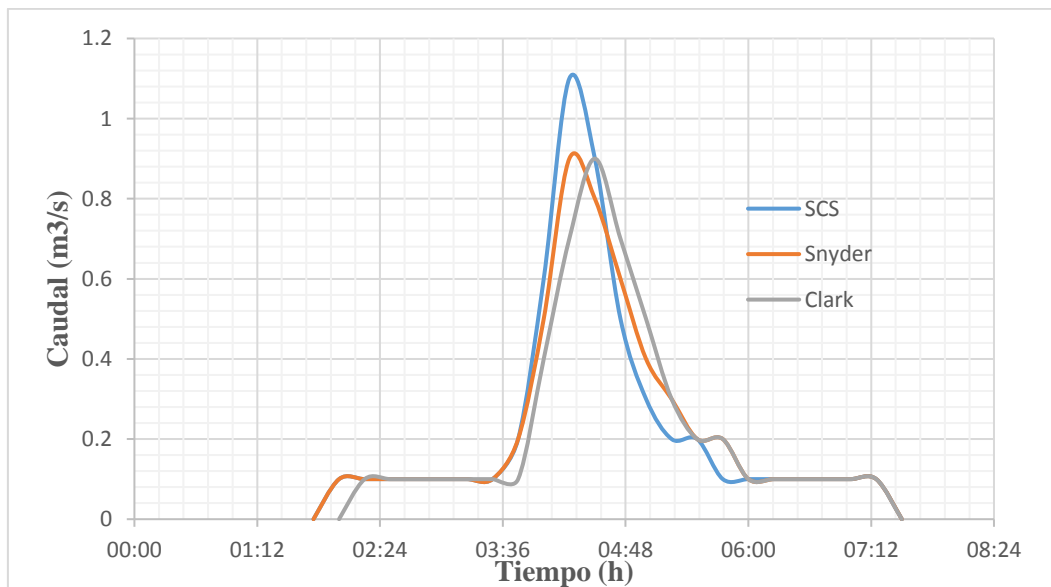


Figura 49. Caudal de escorrentía para 30 años de periodo de retorno.

Fuente: *Elaboración propia.*

En las figuras 50 a la 52 se muestran las curvas de escorrentía de la microcuenca para el periodo de retorno de 25 años, el gráfico de barra que representa la lámina infiltrada “rojo” y la que genera escorrentía “azul”, obtenido por la modelación hidrológica con el software HEC -HMS.

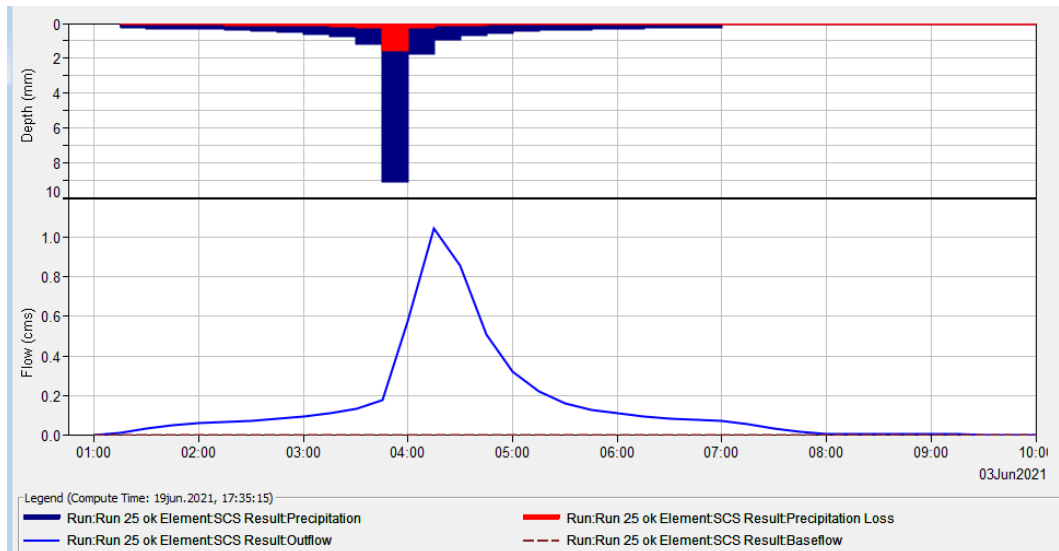


Figura 50. Curva de escorrentía, método SCS.

Fuente: *Elaboración propia.*

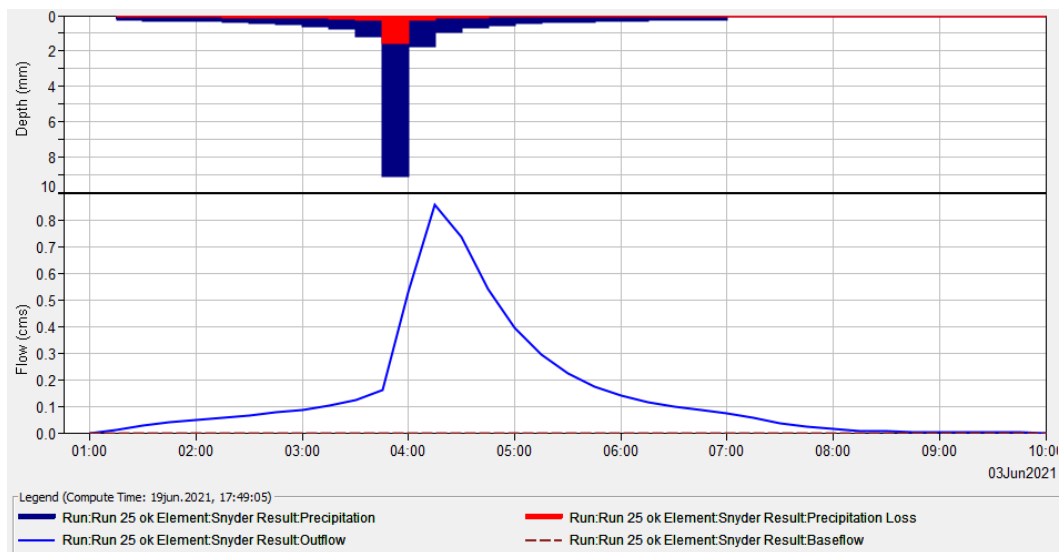


Figura 51. Curva de escorrentía, método Snyder.

Fuente: *Elaboración propia.*

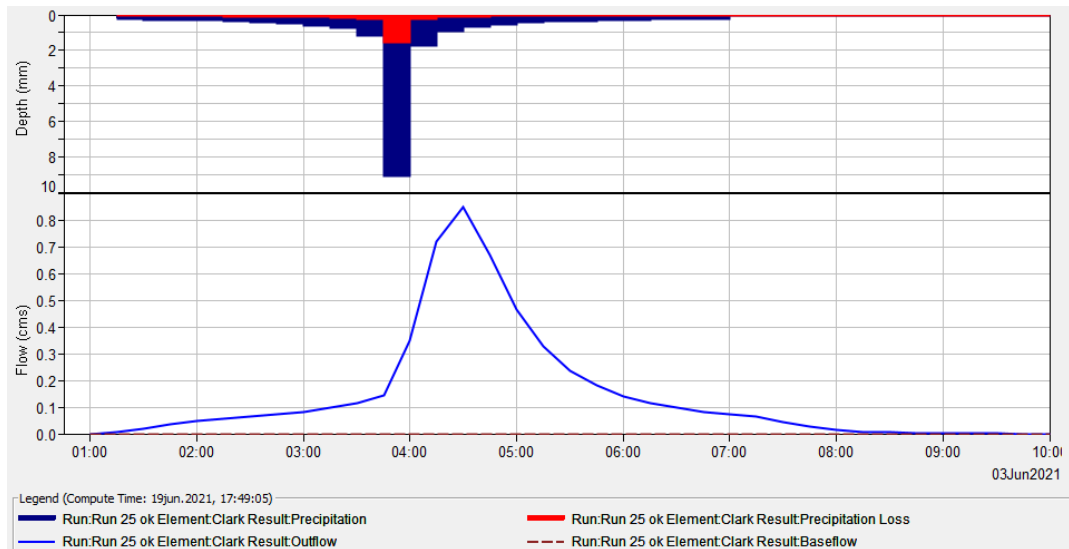


Figura 52. Curva de escorrentía, método Clark.

Fuente: *Elaboración propia.*

6.3 Modelo hidráulico y estructural del sistema de drenaje pluvial

6.3.1 Trazado de la red de drenaje

En la figura 53 se presenta el trazado del sistema de drenaje pluvial urbano. Inicia la red principal desde el jirón Cuzco, Ucayali, el jirón Chanchamayo, jirón San Juan y jirón Asunción con punto de descarga en el río Tarma ubicado en la avenida Juan Santos Atahualpa con una longitud total de 0,973 km. Además, fueron añadidos otros colectores secundarios los cuales tomaran el agua drenada de las áreas adyacentes.

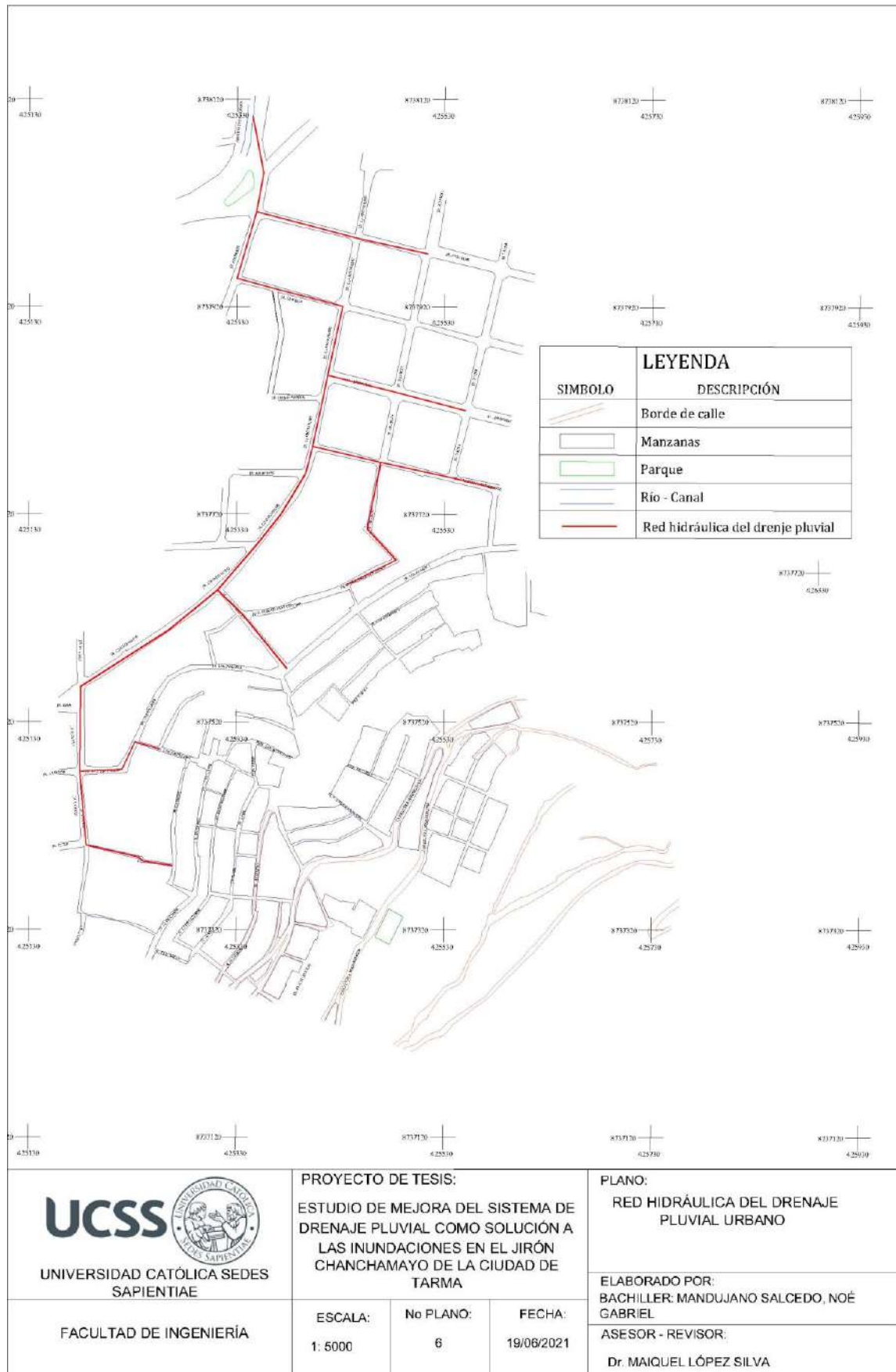


Figura 53. Trazado del conducto principal de drenaje y áreas de inundaciones

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 54 se muestra el plano 7 hoja 1 de la red de drenaje que sitúa los buzones (registros) desde el MH 1 hasta el MH 8, colectores, las rejillas y sus respectivas características hidráulica y topográfica. Asimismo, en los anexos 5 y 6 se muestran la zona sur y zona norte respectivamente de la red de drenaje pluvial con todos sus parámetros.

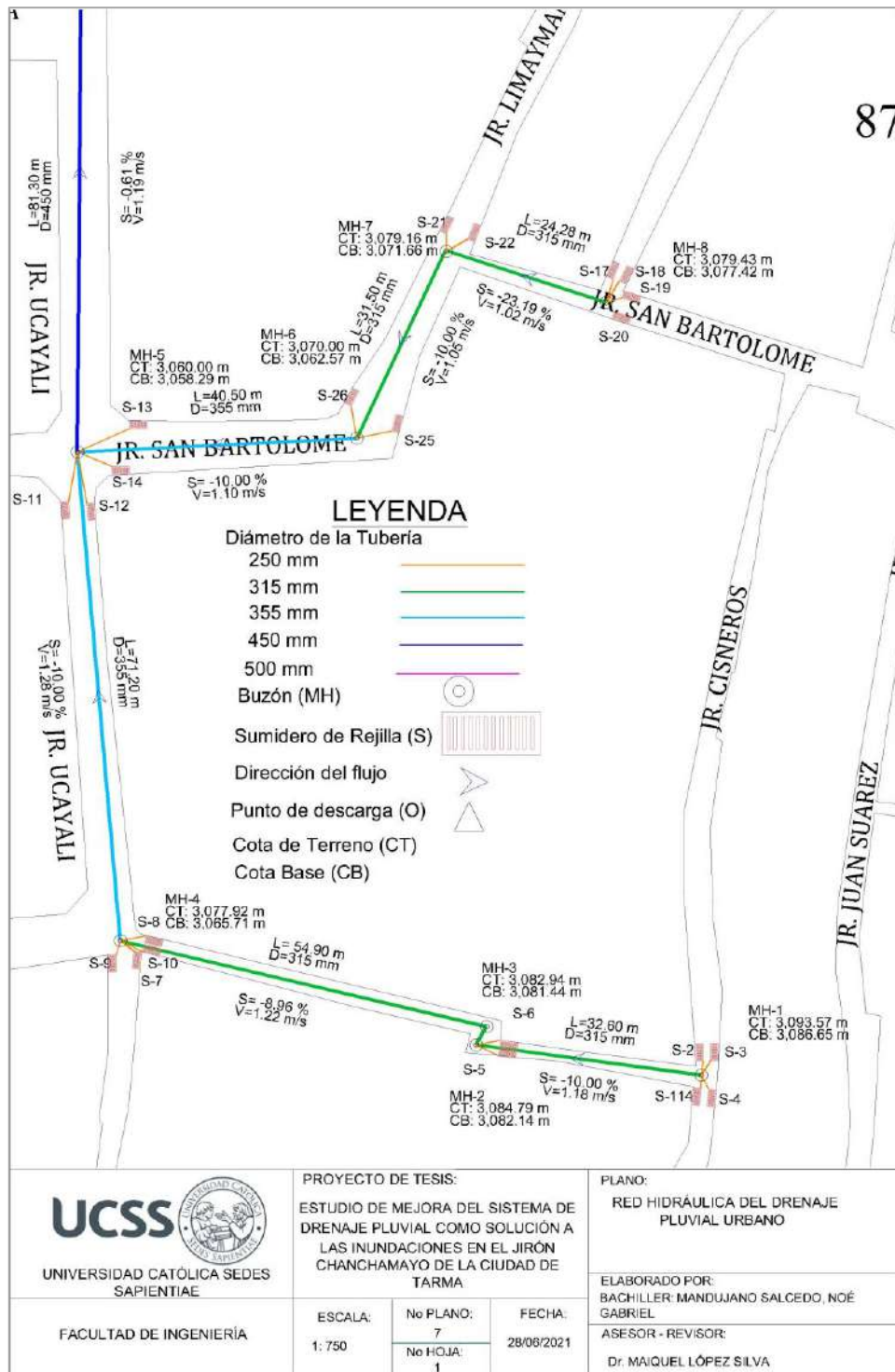


Figura 54. Red de drenaje desde el MH 1 hasta el MH 8

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 55 se muestra el plano 7 hoja 2 de la red de drenaje que sitúa los buzones (Registros) desde el MH 1 hasta el MH 8, colectores, las rejillas y sus respectivas características topográficas e hidráulicas.

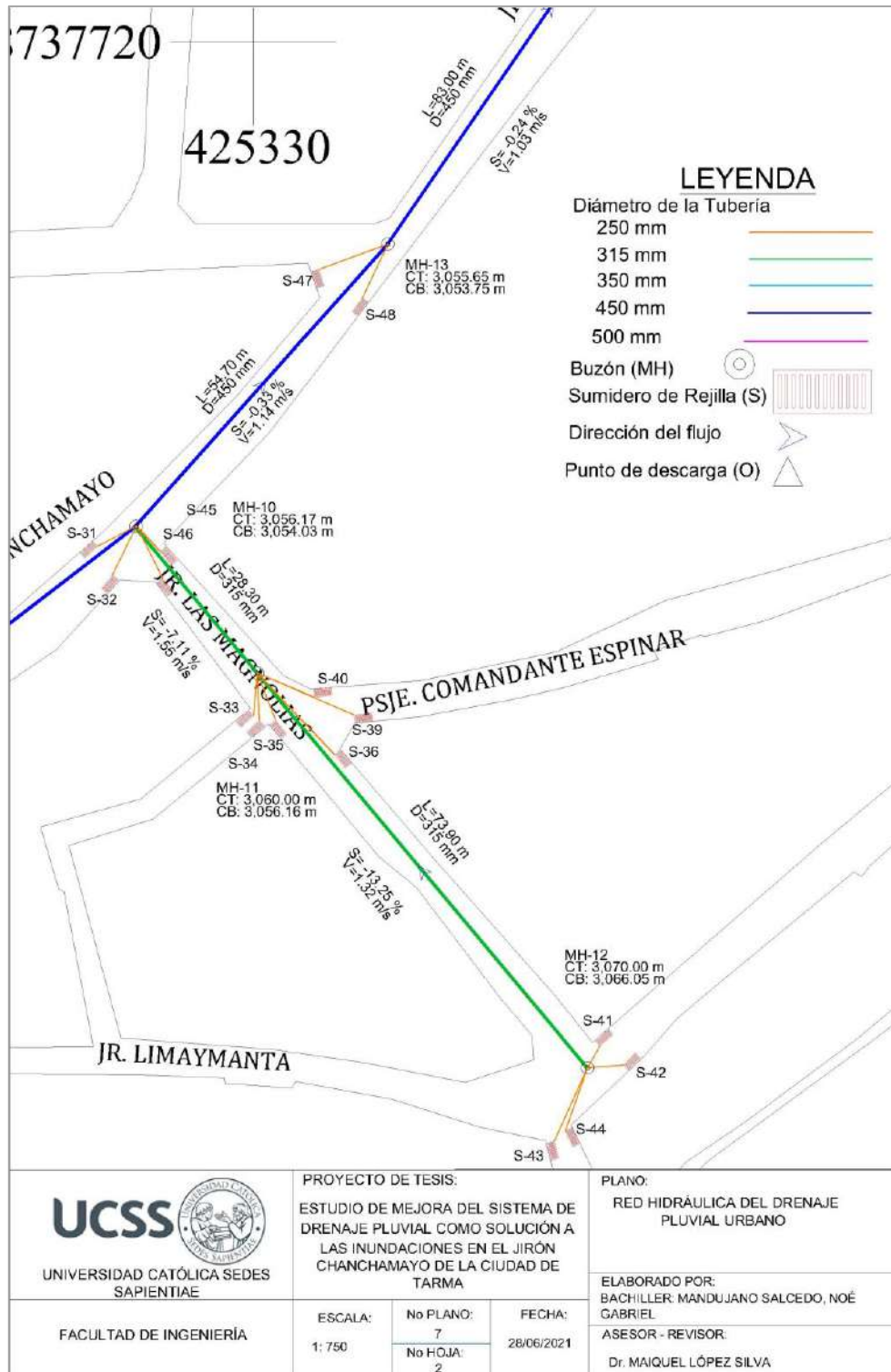


Figura 55. Red de drenaje desde el MH 10 hasta el MH 13

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 56 se muestra el plano 7 hoja 3 de la red de drenaje que sitúa los buzones (registros) desde el MH 14 hasta el MH 19, colectores, las rejillas y sus respectivas características topográficas e hidráulicas.



Figura 56. Red de drenaje desde el MH 14 hasta el MH 19

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 57 se muestra el plano 7 hoja 4 de la red de drenaje que sitúa los buzones (registros) desde el MH 28 hasta el punto de descarga O1, colectores, las rejillas y sus respectivas características topográficas e hidráulicas.

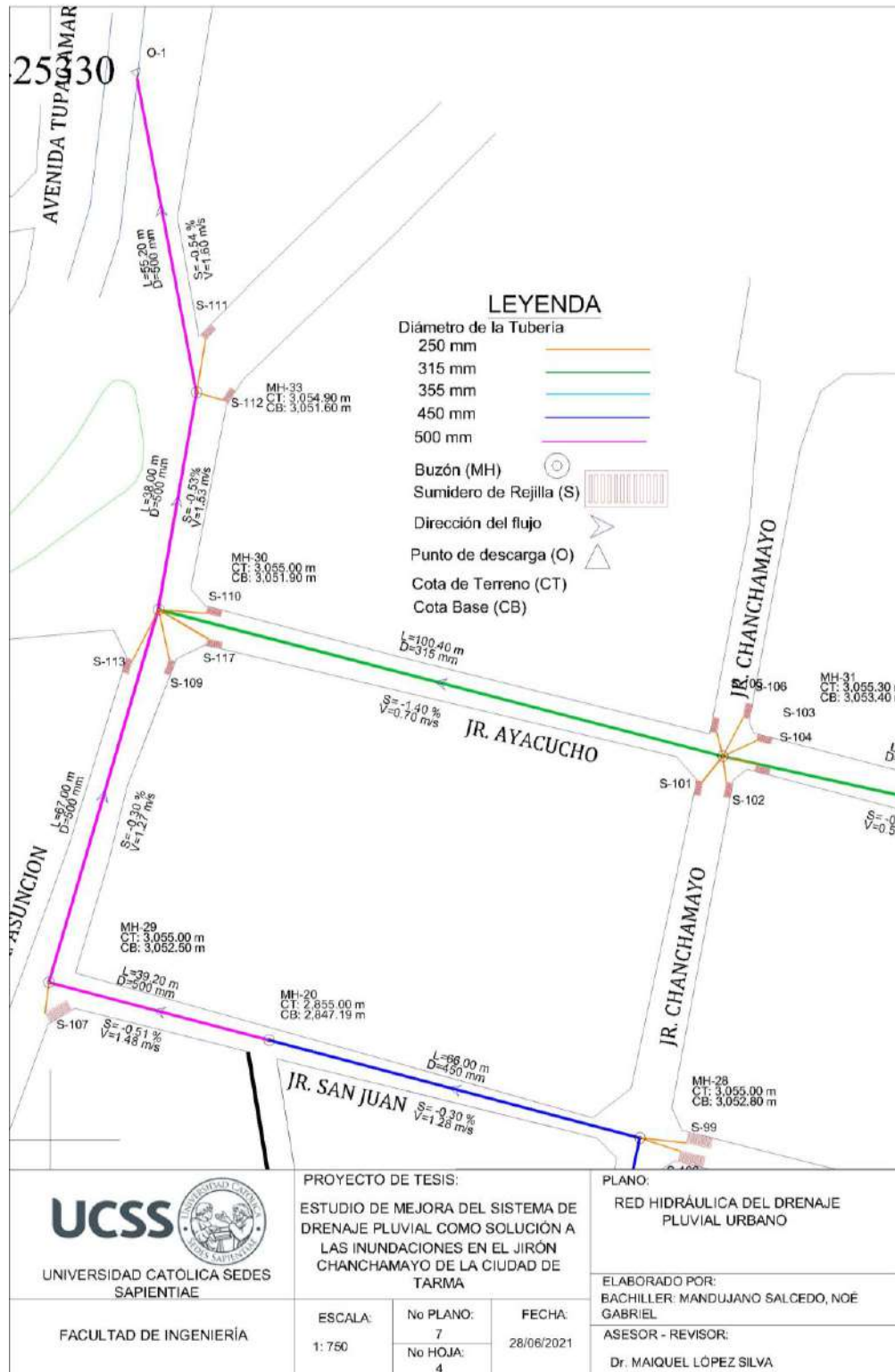


Figura 57. Red de drenaje desde el MH 28 hasta el punto de descarga O1

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Modelación periodo estático de la red de drenaje.

En la figura 58, tabla 25 y 26 se muestran los resultados de la modelación con el software SewerGems Connect Edition para periodo estático de la red de drenaje. La simulación en periodo estático provee resultados hidráulicos de la red de drenaje pluvial para un momento específico, estas características del flujo y los elementos de la red no sufren alteraciones a lo largo del tiempo. Se han instalado subcolector de diámetros 315 mm a 355 mm y colectores de 450 mm a 500 mm. Las velocidades se encuentran en el rango establecido por la norma CE.040 (2021).

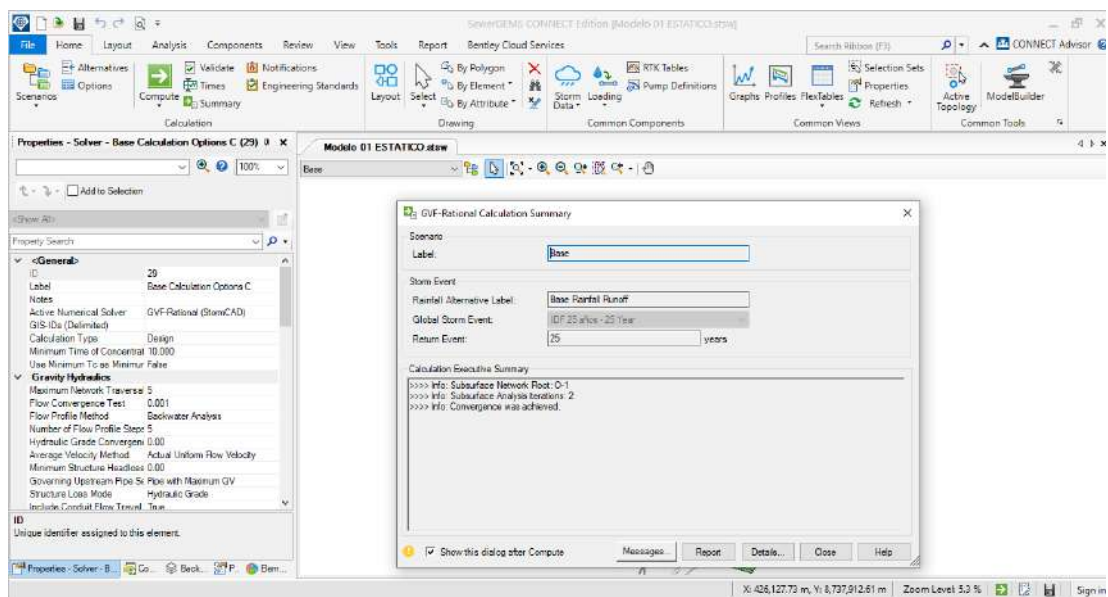


Figura 58. Modelación para periodo estático

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 25

Parámetros hidráulicos del modelo estático para periodo retorno de 25 años

Tramos de tubería			L	D	S	Q	Vmax
No	De	Hasta	(m)	(mm)	(%)	L/s	(m/s)
1	MH-2	MH-3	6,10	315	10,00	96,40	4,63
2	MH-8	MH-7	24,80	315	23,19	79,16	1,86
3	MH-33	O-1	55,20	500	0,54	768,56	2,67
4	MH-14	MH-15	26,90	450	0,56	422,89	1,47
5	MH-1	MH-2	32,60	315	10,00	92,16	4,58
6	MH-7	MH-6	3150	315	10,00	80,82	4,41
7	MH-11	MH-10	28,30	315	7,11	136,25	5,11
8	MH-30	MH-33	38,00	500	0,53	754,43	2,62
9	MH-20	MH-29	39,20	500	0,51	671,73	2,33
10	MH-6	MH-5	40,50	355	10,00	87,49	4,51
11	MH-18	MH-17	39,30	315	1,02	58,34	0,95
12	MH-22	MH-21	44,10	315	2,95	52,97	1,98
13	MH-3	MH-4	54,90	315	8,97	96,39	4,45
14	MH-19	MH-18	52,20	315	8,63	54,47	3,99
15	MH-10	MH-13	54,70	450	0,33	390,35	1,36
16	MH-9.5	MH-10	82,60	450	2,56	223,60	5,51
17	MH-17	MH-16	65,60	355	0,76	70,41	0,98
18	MH-28	MH-20	66,00	450	0,30	673,37	2,34
19	MH-12	MH-11	73,90	315	13,25	108,40	4,83
20	MH-29	MH-30	67,00	500	0,30	684,00	2,38
21	MH-16	MH-15	67,40	450	0,45	150,62	4,70
22	MH-24	MH-28	67,80	450	0,30	653,33	2,27
23	MH-25	MH-24	68,30	315	0,88	45,59	2,30
24	MH-32	MH-31	69,10	315	0,65	23,50	0,90
25	MH-26	MH-25	69,30	315	1,01	21,04	2,50
26	MH-21	MH-16	70,70	315	0,85	59,94	1,38
27	MH-4	MH-5	71,20	355	10,00	106,06	4,76
28	MH-5	MH-9	81,30	450	0,61	214,48	1,18
29	MH-31	MH-30	100,40	315	1,40	50,07	3,31
30	MH-9	MH-9.5	81,70	450	1,78	224,08	3,20
31	MH-15	MH-24	70,30	450	0,28	583,89	2,03
32	MH-13	MH-14	83,00	450	0,24	402,76	1,40

MH: Buzón, L: Longitud de la tubería, D: diámetro de la tubería, S: Pendiente de la tubería, Vmax: Velocidad máxima del flujo, Y: Tirante del agua en la tubería en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26

Parámetros hidráulicos del modelo estático para periodo retorno de 30 años

Tramos de tubería			L	D	S	Q	Vmax
No	De	Hasta	(m)	(mm)	(%)	L/s	(m/s)
1	MH-2	MH-3	6,10	315	10,00	98,44	4,65
2	MH-8	MH-7	24,80	315	23,19	80,82	1,87
3	MH-33	O-1	55,20	500	0,54	782,03	2,72
4	MH-14	MH-15	26,90	450	0,56	429,85	1,49
5	MH-1	MH-2	32,60	315	10,00	94,08	4,60
6	MH-7	MH-6	31,50	315	10,00	82,53	4,43
7	MH-11	MH-10	28,30	315	7,11	139,22	5,13
8	MH-30	MH-33	38,00	500	0,53	767,62	2,67
9	MH-20	MH-29	39,20	500	0,51	683,24	2,37
10	MH-6	MH-5	40,50	355	10,00	89,38	4,53
11	MH-18	MH-17	39,30	315	1,02	59,58	0,95
12	MH-22	MH-21	44,10	315	2,95	54,09	1,99
13	MH-3	MH-4	54,90	315	8,97	98,43	4,48
14	MH-19	MH-18	52,20	315	8,63	55,61	4,01
15	MH-10	MH-13	54,70	450	0,33	396,69	1,38
16	MH-9.5	MH-10	82,60	450	2,56	228,58	5,54
17	MH-17	MH-16	65,60	355	0,76	71,96	0,98
18	MH-28	MH-20	66,00	450	0,30	684,89	2,38
19	MH-12	MH-11	73,90	315	13,25	110,66	4,86
20	MH-29	MH-30	67,00	500	0,30	695,73	2,42
21	MH-16	MH-15	67,40	450	0,45	154,01	4,72
22	MH-24	MH-28	67,80	450	0,30	664,47	2,31
23	MH-25	MH-24	68,30	315	0,88	46,80	1,03
24	MH-32	MH-31	69,10	315	0,65	24,12	0,90
25	MH-26	MH-25	69,30	315	1,01	21,60	2,52
26	MH-21	MH-16	70,70	315	0,85	61,25	1,39
27	MH-4	MH-5	71,20	355	10,00	108,34	4,79
28	MH-5	MH-9	81,30	450	0,61	219,20	1,21
29	MH-31	MH-30	100,40	315	1,40	51,39	3,33
30	MH-9	MH-9.5	81,70	450	1,78	229,07	3,21
31	MH-15	MH-24	70,30	450	0,28	593,58	2,06
32	MH-13	MH-14	83,00	450	0,24	409,34	1,42

MH: Buzón, L: Longitud de la tubería, D: diámetro de la tubería, S: Pendiente de la tubería, Vmax: Velocidad máxima del flujo, Y: Tirante del agua en la tubería en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3 Modelación periodo extendido de la red de drenaje.

Se realizó la modelación dinámica o periodo extendido de la red de drenaje pluvial en el software SewerGems Connect Edition como se muestra en la siguiente figura 59 y 60. La ventaja que tiene es que analiza la suma de los tiempos parciales para los que se realiza un análisis estático y, que luego forma una onda dinámica por la acumulación de tiempos, haciendo más real el escurrimiento de las aguas por la superficie.

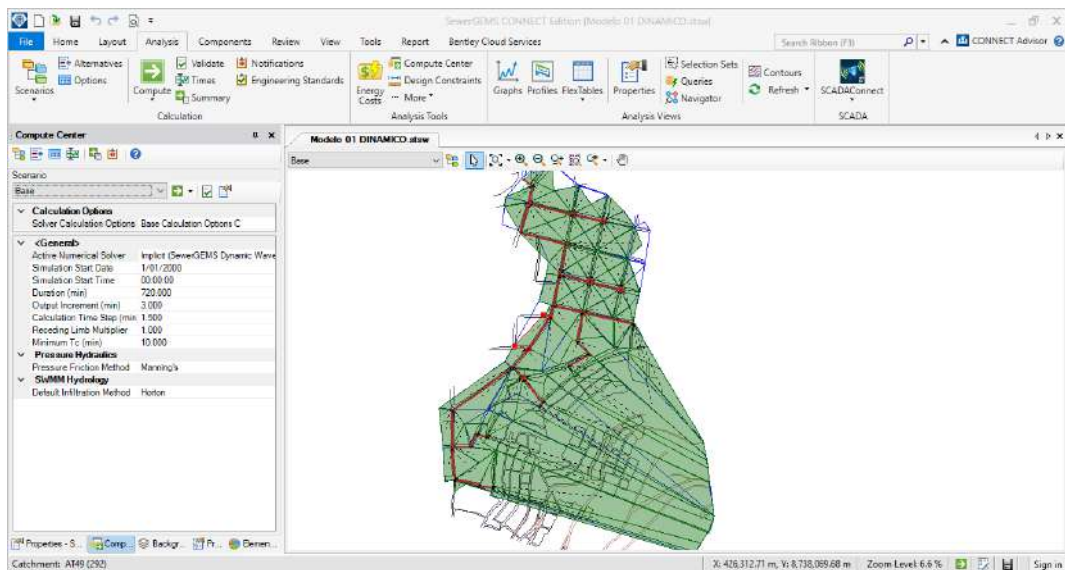


Figura 59. Red de drenaje pluvial en el software SewerGems

Fuente: *Elaboración propia*

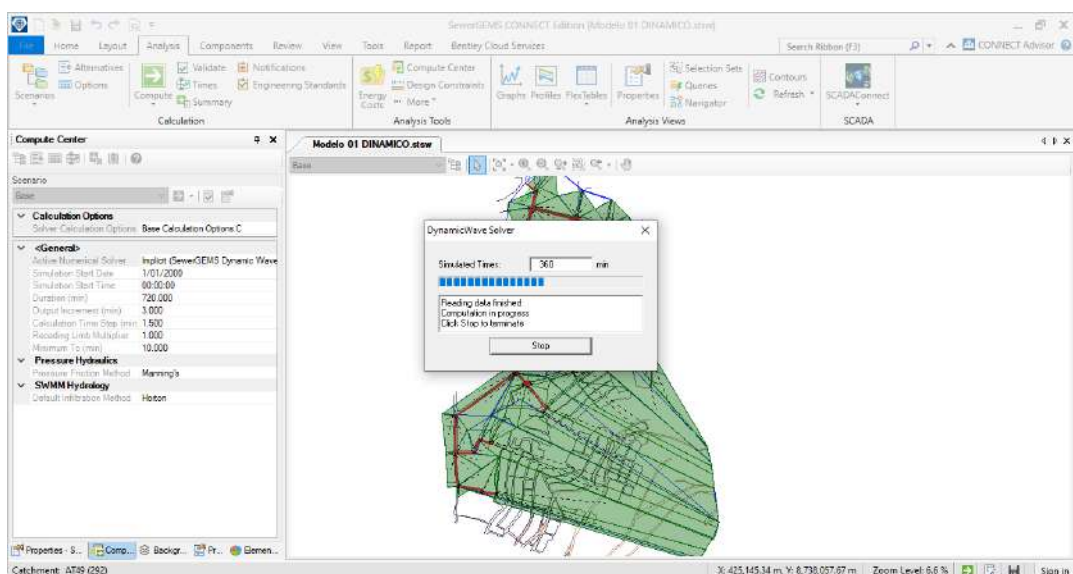


Figura 60. Modelación de la red de drenaje pluvial

Fuente: *Elaboración propia*

6.3.3.1 Colectores

A partir del catálogo de infraestructura de una empresa Peruana, para tubos de PVC en sistemas de Drenaje y Alcantarillado según la NTP ISO 4435 se utilizó en el diseño del drenaje pluvial la tubería SDR-51 – SN2 (S-25) con diámetros desde 250 mm hasta 500 mm. Siendo los diámetros mínimo de 250 mm para las tuberías de descarga al buzón de reunión según Norma CE.040 (2021), así mismo se tomo como criterio el diámetro mínimo de los subcolectores de 300 mm por criterios de ingenieros, proyectistas e investigaciones que son justificables para áreas de drenajes pequeñas. Aunque la Norma CE.040 (2021) de Drenaje Pluvial del Reglamento Nacional de Edificaciones recomienda 400 mm, siendo este un diámetro grande para el área e intensidades de las precipitación en la zona de estudio.

Los resultados de los parámetros hidráulicos de la red pluvial analizado por el software SewerGEMS, en un modelo completamente dinámico y de flujo no permanente (Resolución completa de las ecuaciones de St Venant) se muestra en la tabla 27. Se evacua para el periodo de retorno de 25 años un caudal máximo de 111,41 l/s alcanzado a los 60 minutos de iniciada la lluvia. Se registra que los valores cumplen según indicaciones de la Norma CE.040 (2021), como el tirante que sea inferior al 80 % del diámetro como máximo para tubería circulares, en el caso de estudio oscila de 10,80 % a 52,50 %. Respecto a la velocidad mínima, estas son superiores a 0,90 m/s para caudal máximo en periodo de retorno de 25 años durante una lluvia que alcanza su caudal máximo en una hora. Pero se tienen casos críticos como el tramo de tubería número 24 y 25 del buzón MH-32 a MH-31 y MH-26 a MH-25 se alcanzan velocidades de 0,46 m/s producto a que son subcolectores iniciales con escasa área de drenaje que solo alcanza 2,47 l/s con pedientes de 0.65% y 1.01 %.

Tabla 27

Parámetros hidráulicos del modelo extendido para periodo retorno de 25 años

Tramos de tubería			L	D	S	Q	Vmax	Y
No	De	Hasta	(m)	(mm)	(%)	l/s	(m/s)	(%)
1	MH-2	MH-3	6,10	315	10,00	1545	1,19	13,60
2	MH-8	MH-7	24,80	315	23,19	12,67	1,00	10,80
3	MH-33	O-1	55,20	500	0,54	111,41	1,59	41,10
4	MH-14	MH-15	26,90	450	0,56	63,89	1,31	36,60
5	MH-1	MH-2	32,60	315	10,00	14,95	1,16	13,40
6	MH-7	MH-6	31,50	315	10,00	12,87	1,04	12,60
7	MH-11	MH-10	28,30	315	7,11	20,75	1,52	16,70
8	MH-30	MH-33	38,00	500	0,53	109,98	1,53	41,90
9	MH-20	MH-29	39,20	500	0,51	99,25	1,48	39,80
10	MH-6	MH-5	40,50	355	10,00	13,66	1,08	11,30
11	MH-18	MH-17	39,30	315	1,02	9,36	0,94	19,00
12	MH-22	MH-21	44,10	315	2,95	8,07	0,79	13,60
13	MH-3	MH-4	54,90	315	8,97	15,46	1,19	13,90
14	MH-19	MH-18	52,20	315	8,63	8,89	0,80	11,30
15	MH-10	MH-13	54,70	450	0,33	59,20	1,13	38,70
16	MH-9.5	MH-10	82,60	450	2,56	34,15	1,97	17,60
17	MH-17	MH-16	65,60	355	0,76	10,82	0,92	18,70
18	MH-28	MH-20	66,00	450	0,30	99,21	1,27	52,50
19	MH-12	MH-11	73,90	315	13,25	17,39	1,29	13,50
20	MH-29	MH-30	67,00	500	0,30	101,11	1,26	45,40
21	MH-16	MH-15	67,40	450	0,45	22,25	0,94	21,90
22	MH-24	MH-28	67,80	450	0,30	96,28	1,25	51,80
23	MH-25	MH-24	68,30	315	0,88	5,37	0,68	15,40
24	MH-32	MH-31	69,10	315	0,65	2,76	0,50	13,00
25	MH-26	MH-25	69,30	315	1,01	2,47	0,46	11,30
26	MH-21	MH-16	70,70	315	0,85	8,88	0,91	19,40
27	MH-4	MH-5	71,20	355	10,00	16,64	1,26	12,20
28	MH-5	MH-9	81,30	450	0,61	32,77	1,18	24,40
29	MH-31	MH-30	100,40	315	1,40	5,94	0,70	14,80
30	MH-9	MH-9.5	81,70	450	1,78	34,10	1,75	19,10
31	MH-15	MH-24	70,30	450	0,28	87,66	1,21	49,60
32	MH-13	MH-14	83,00	450	0,24	60,89	1,02	42,50

MH: Buzón, L: Longitud de la tubería, D: diámetro de la tubería, S: Pendiente de la tubería, Vmax: Velocidad máxima del flujo, Y: Tirante del agua en la tubería en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia.

La red de drenaje pluvial también se modeló para flujo no permanente en estado extendido a periodo de retorno de 30 años, los resultados se ilustran en la tabla 28. Se logra evacuar un caudal máximo de 114,10 l/s alcanzado a los 60 minutos de iniciada la lluvia. Asimismo, se identifica que el sistema de drenaje funciona eficientemente para tormentas de diseños superiores al periodo de retorno de 25 años como indica la norma CE.040 (2021), manteniendo sus velocidades y tirantes en el rango establecido, aunque el tramo número 24 y 25 mantiene con velocidades de 0,46 m/s. Estas, siendo posible justificarlas producto a la condición topográfica, escasa área de drenaje, pendientes moderadas y escasos materiales de partículas como las arenas, gravas y sedimentos que transportan las escorrentías hacia los buzones. Posibilitando un grado de funcionabilidad eficiente a baja velocidad a pendientes de alrededor del 0.65 %.

Tabla 28

Parámetros hidráulicos del modelo extendido para periodo retorno de 30 años

Tramos de tubería			L	D	S	Q	Vmax	Y
No	De	Hasta	(m)	(mm)	(%)	l/s	(m/s)	(%)
1	MH-2	MH-3	6,10	315	10,00	15,80	1,21	13,70
2	MH-8	MH-7	24,80	315	23,19	12,96	1,02	10,90
3	MH-33	O-1	55,20	500	0,54	114,10	1,60	41,60
4	MH-14	MH-15	26,90	450	0,56	65,32	1,31	37,20
5	MH-1	MH-2	32,60	315	10,00	15,29	1,18	13,50
6	MH-7	MH-6	31,50	315	10,00	13,17	1,05	12,80
7	MH-11	MH-10	28,30	315	7,11	21,25	1,55	16,90
8	MH-30	MH-33	38,00	500	0,53	112,44	1,53	42,40
9	MH-20	MH-29	39,20	500	0,51	101,55	1,48	40,30
10	MH-6	MH-5	40,50	355	10,00	13,98	1,10	11,50
11	MH-18	MH-17	39,30	315	1,02	9,57	0,96	19,20
12	MH-22	MH-21	44,10	315	2,95	8,27	0,81	13,80
13	MH-3	MH-4	54,90	315	8,97	15,80	1,22	14,10
14	MH-19	MH-18	52,20	315	8,63	9,08	0,81	11,40
15	MH-10	MH-13	54,70	450	0,33	60,60	1,14	39,20
16	MH-9.5	MH-10	82,60	450	2,56	34,91	1,98	17,80
17	MH-17	MH-16	65,60	355	0,76	11,06	0,92	18,90
18	MH-28	MH-20	66,00	450	0,30	101,50	1,28	53,10
19	MH-12	MH-11	73,90	315	13,25	17,80	1,32	13,60
20	MH-29	MH-30	67,00	500	0,30	103,38	1,27	46,00
21	MH-16	MH-15	67,40	450	0,45	22,76	0,94	22,20
22	MH-24	MH-28	67,80	450	0,30	98,63	1,26	52,60
23	MH-25	MH-24	68,30	315	0,88	5,49	0,68	15,60
24	MH-32	MH-31	69,10	315	0,65	2,83	0,50	13,10
25	MH-26	MH-25	69,30	315	1,01	2,53	0,46	11,40
26	MH-21	MH-16	70,70	315	0,85	9,10	0,92	19,60
27	MH-4	MH-5	71,20	355	10,00	17,02	1,28	12,30
28	MH-5	MH-9	81,30	450	0,61	33,56	1,19	24,60
29	MH-31	MH-30	100,40	315	1,40	6,08	0,70	14,80
30	MH-9	MH-9.5	81,70	450	1,78	34,90	1,75	19,30
31	MH-15	MH-24	70,30	450	0,28	89,79	1,21	50,30
32	MH-13	MH-14	83,00	450	0,24	62,36	1,03	43,00

MH: Buzón, L: Longitud de la tubería, D: diámetro de la tubería, S: Pendiente de la tubería, Vmax: Velocidad máxima del flujo, Y: Tirante del agua en la tubería en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 29 los caudales de escorrentía por diferentes métodos. El caudal para el modelo en periodo extendido se ajusta al método de Clark. Sin embargo, para periodo extendido existe una significativa diferencia pero es producto a que se realiza el escurrimiento de las aguas superficiales de forma real sobre el área de drenaje y tiempos decirculaciones.

Tabla 29
Máximas avenidas en diferentes métodos.

Periodo (años)	Caudales					
	SCS	Snyder	Clark	Racional	Estático	Extendido
25	1,0	0,9	0,8	1,02	0,768	0,111
30	1,1	0,9	0,9	1,05	0,782	0,114

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3.2 Perfil de la red de drenaje

En las figuras 61 a la 72 se representó los perfiles de los buzones y colectores, línea del grandiente de energía y línea del gradiente hidráulico los cuales cumplen con los parámetros establecidos. Asimismo en el anexo 7 se presentan los perfiles longitudinales a escala 1:10 tal cual lo establece la normativa CE.O40 Drenaje Pluvial.

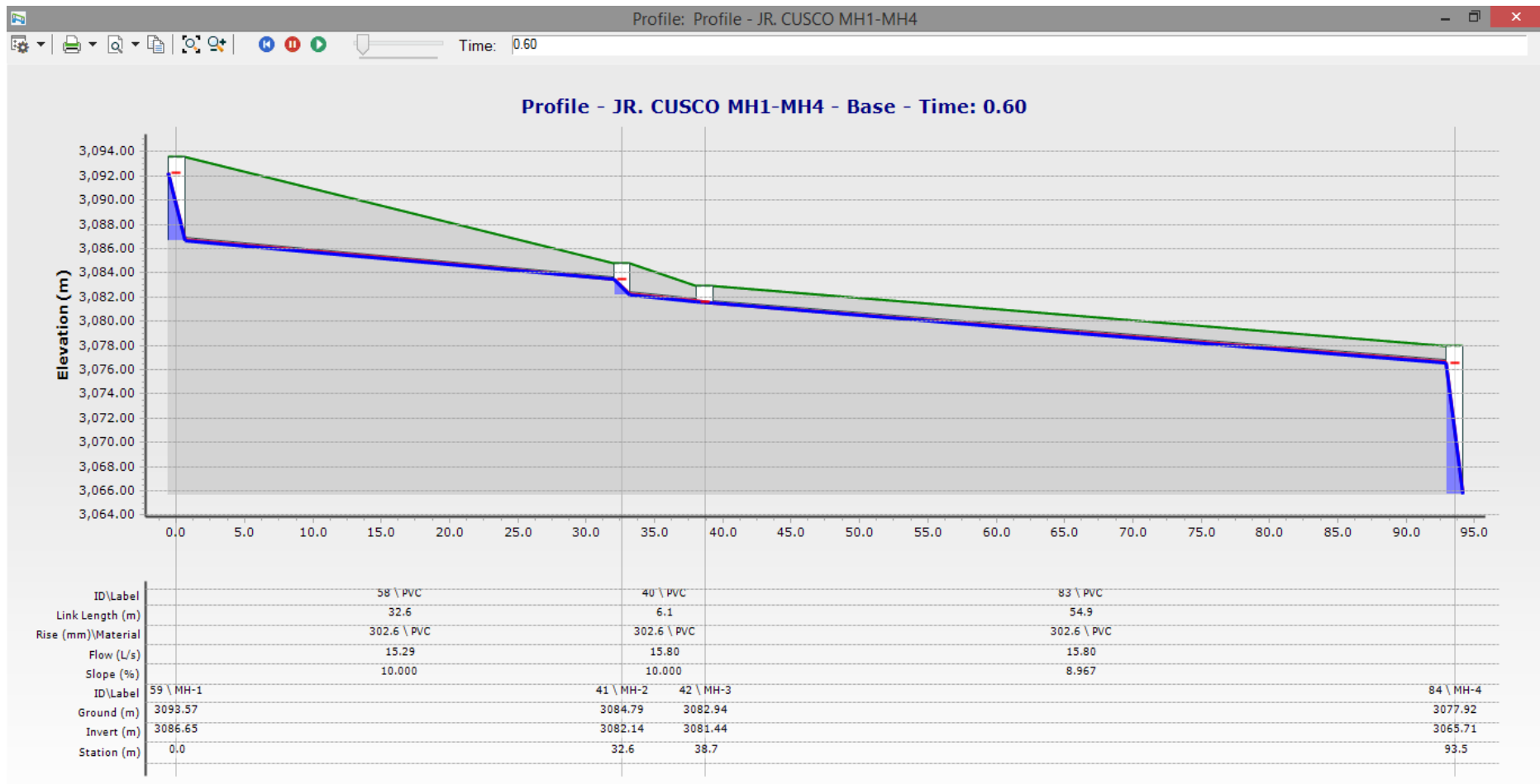


Figura 61. Perfil del jirón Cusco tramo MH1 a MH4

Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 62. Perfil del jirón San Bartolomé tramo MH8 a MH5

Fuente: *Elaboración propia.*

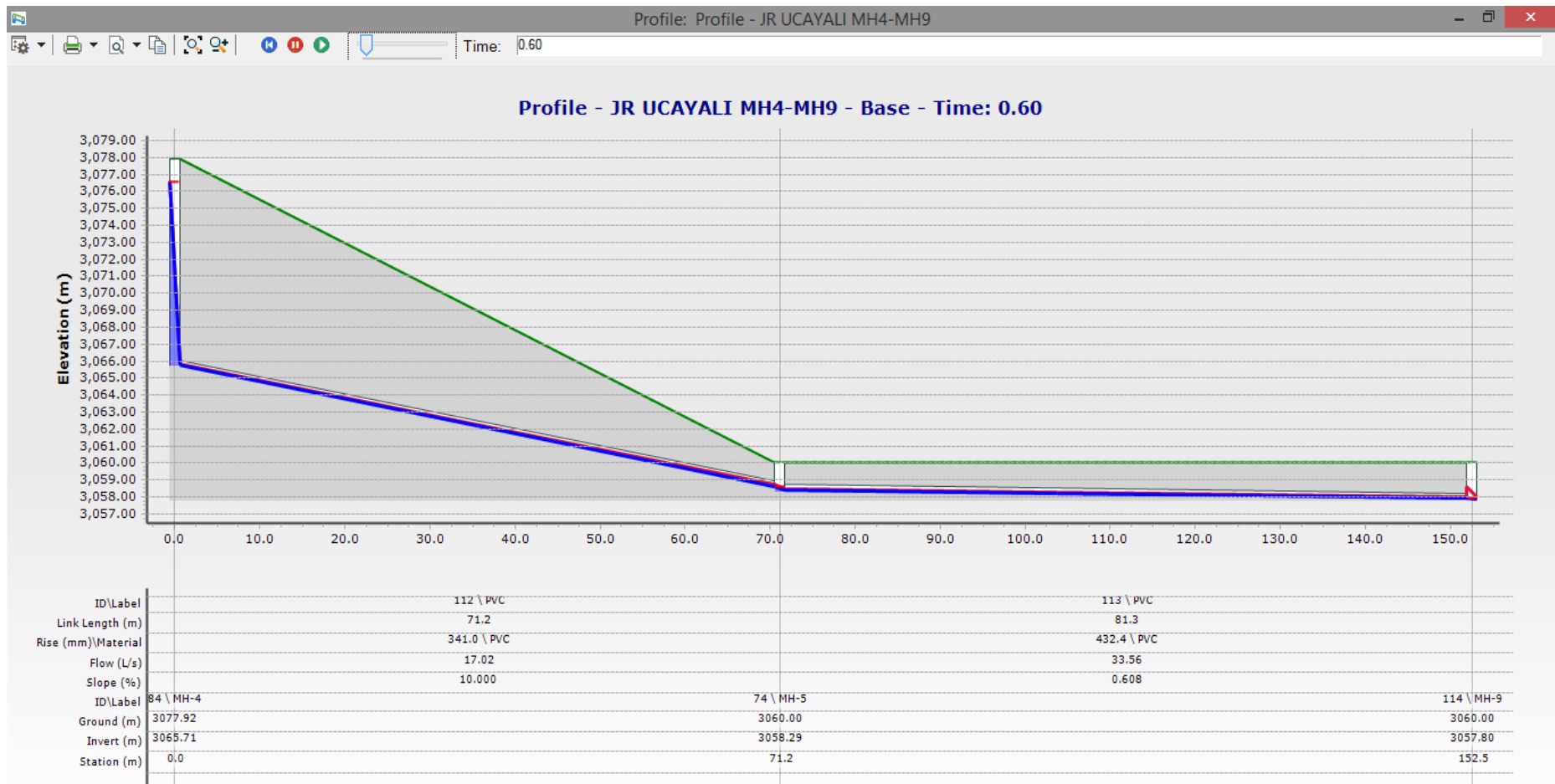


Figura 63. Perfil del jirón Ucayali tramo MH4 a MH9

Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 64. Perfil del jirón Las Magnolias tramo MH12 a MH10

Fuente: *Elaboración propia.*

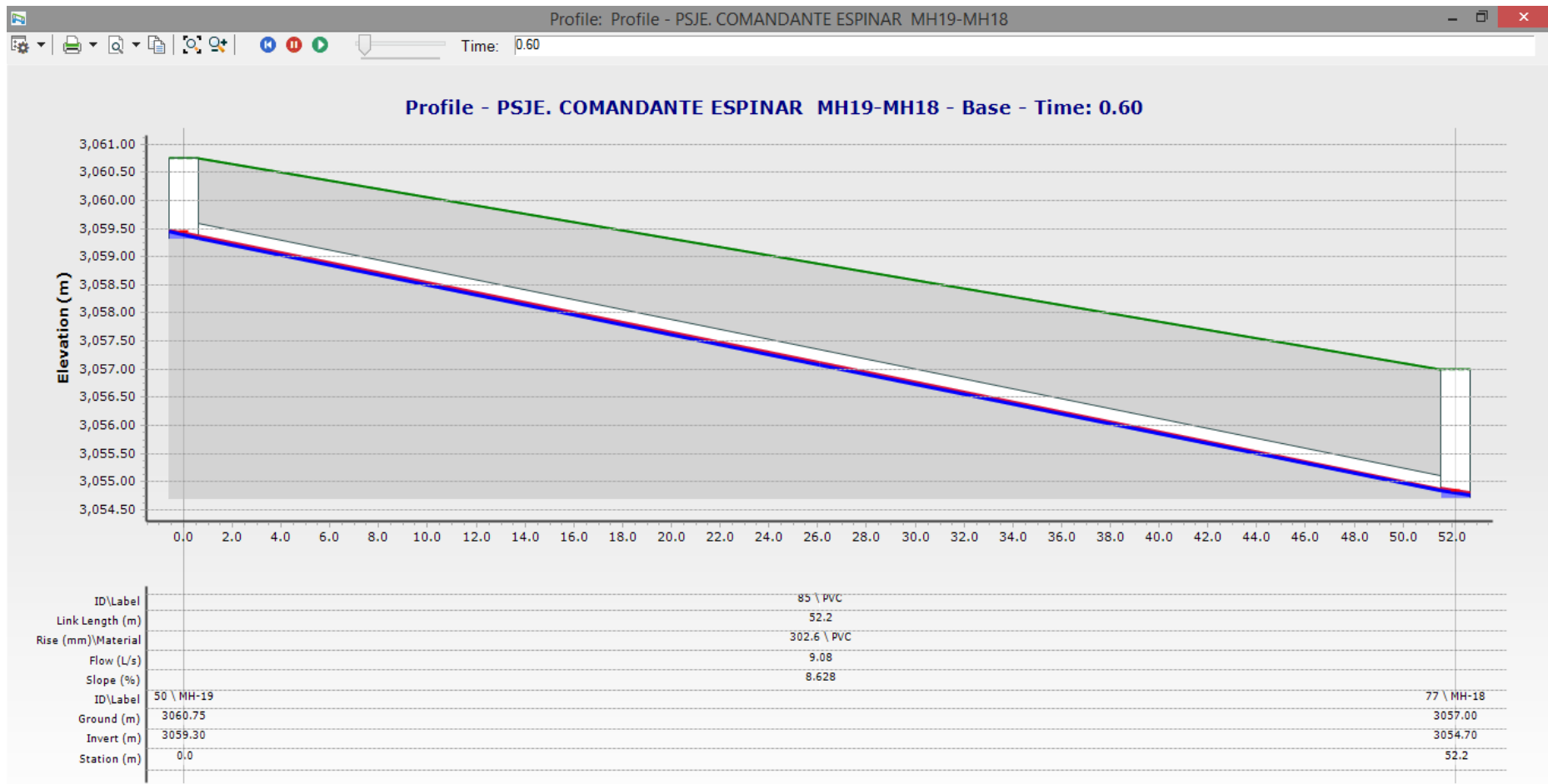


Figura 65. Perfil del pasaje comandante Espinar tramo MH19 a MH18

Fuente: *Elaboración propia.*

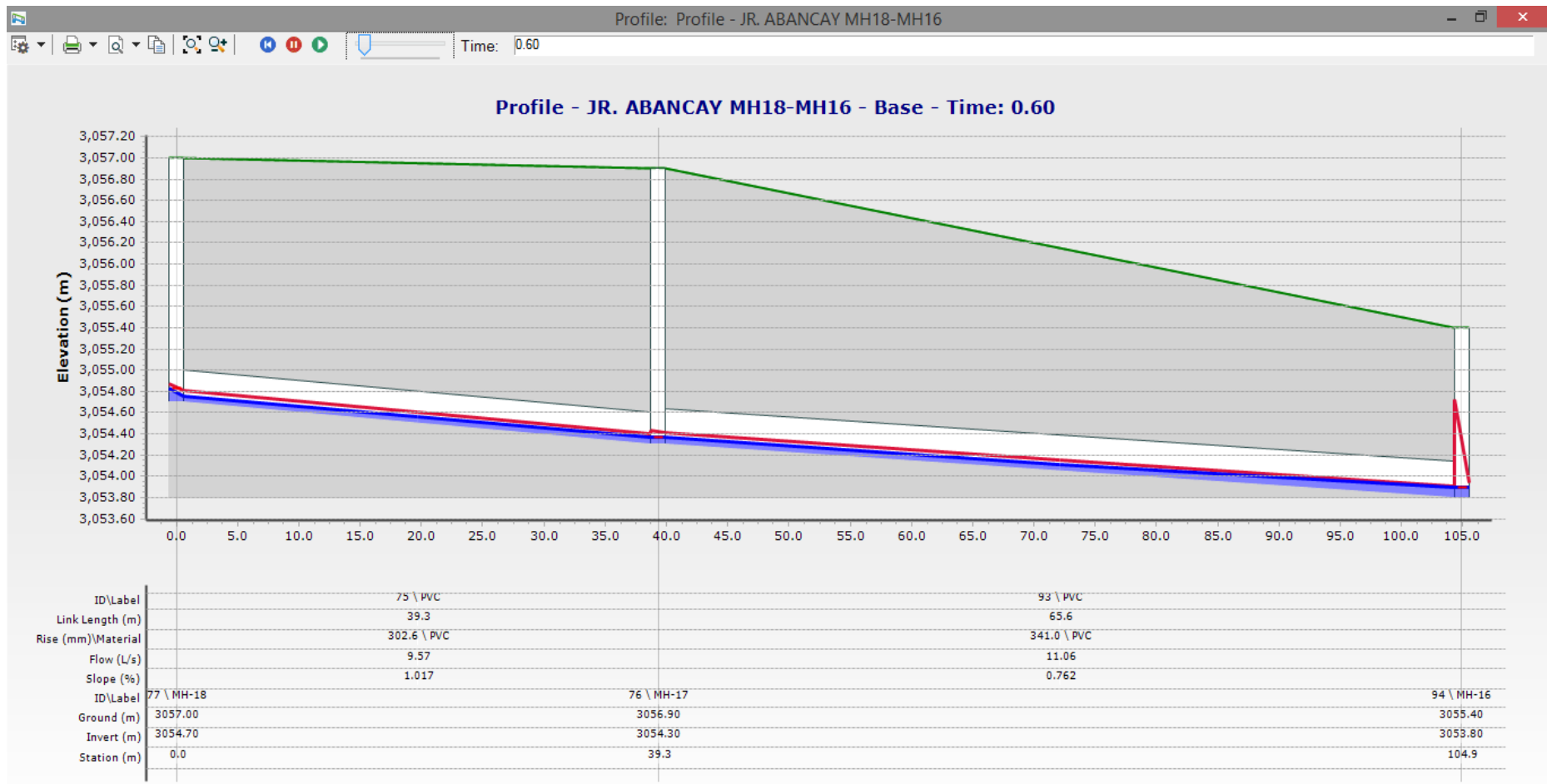


Figura 66. Perfil del jirón Abancay tramo MH18 a MH16

Fuente: *Elaboración propia.*

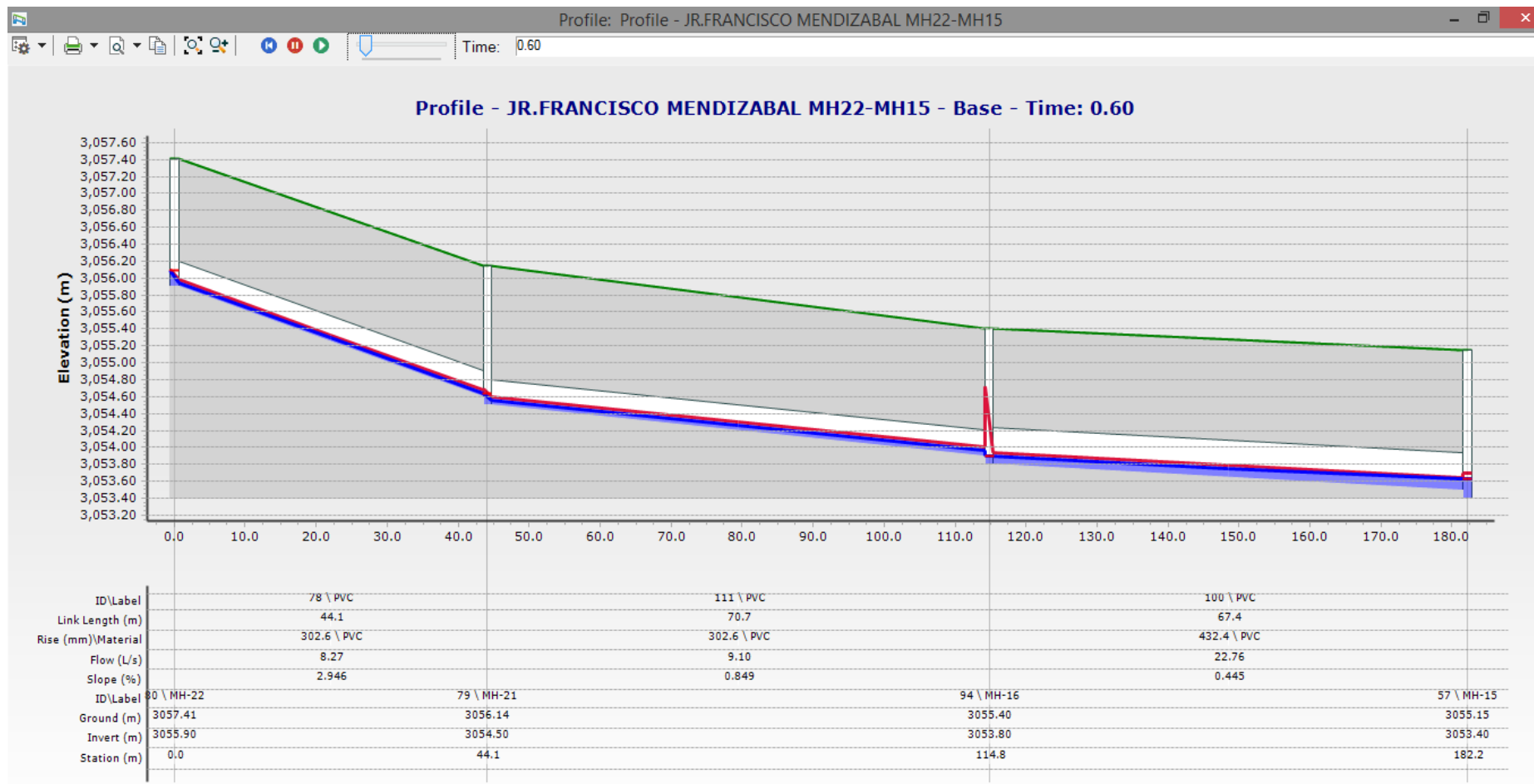


Figura 67. Perfil del jirón Francisco Mendizábal tramo MH22 a MH15

Fuente: *Elaboración propia.*

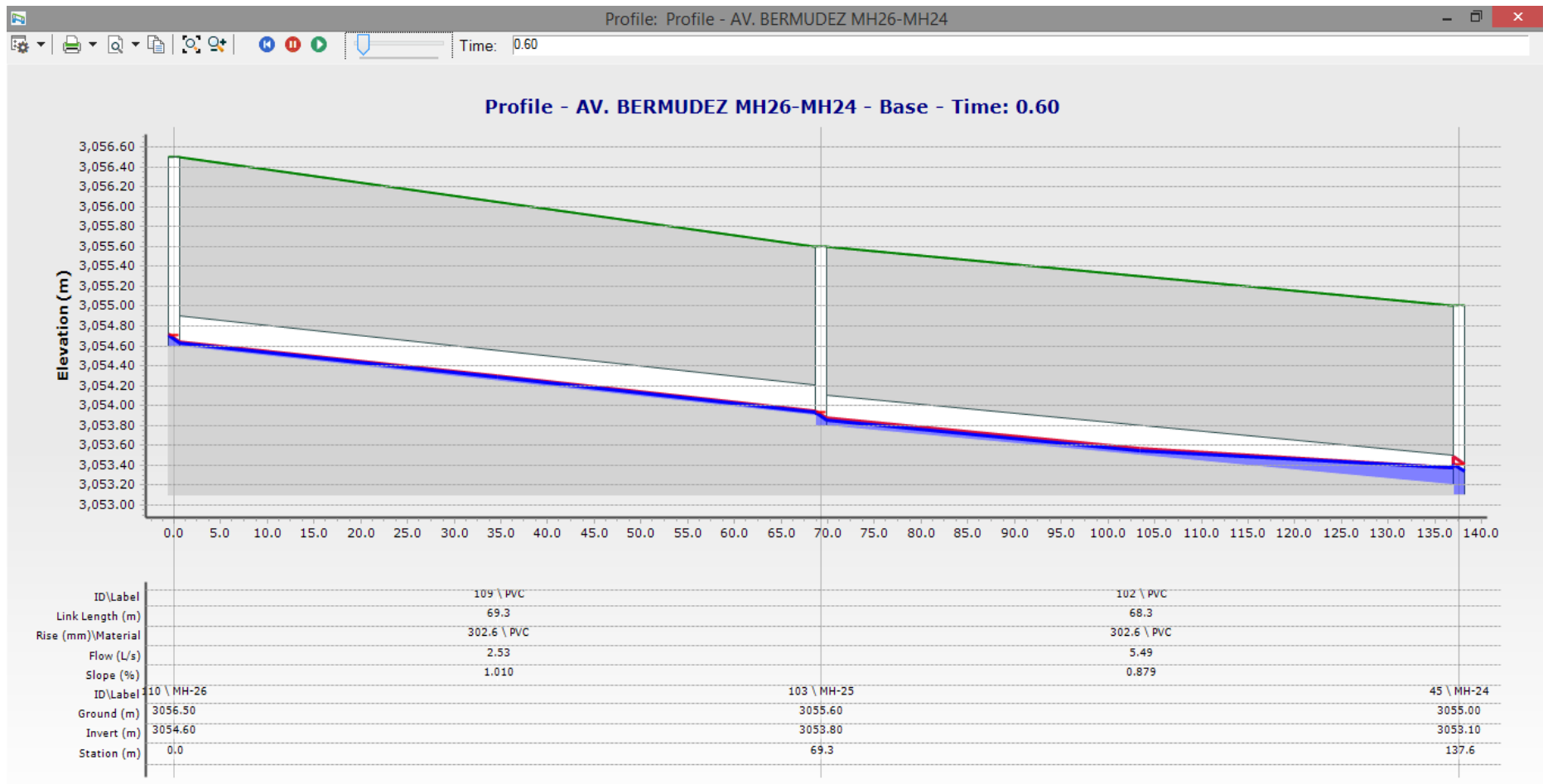


Figura 68. Perfil de la avenida Bermúdez tramo MH26 a MH24

Fuente: *Elaboración propia.*

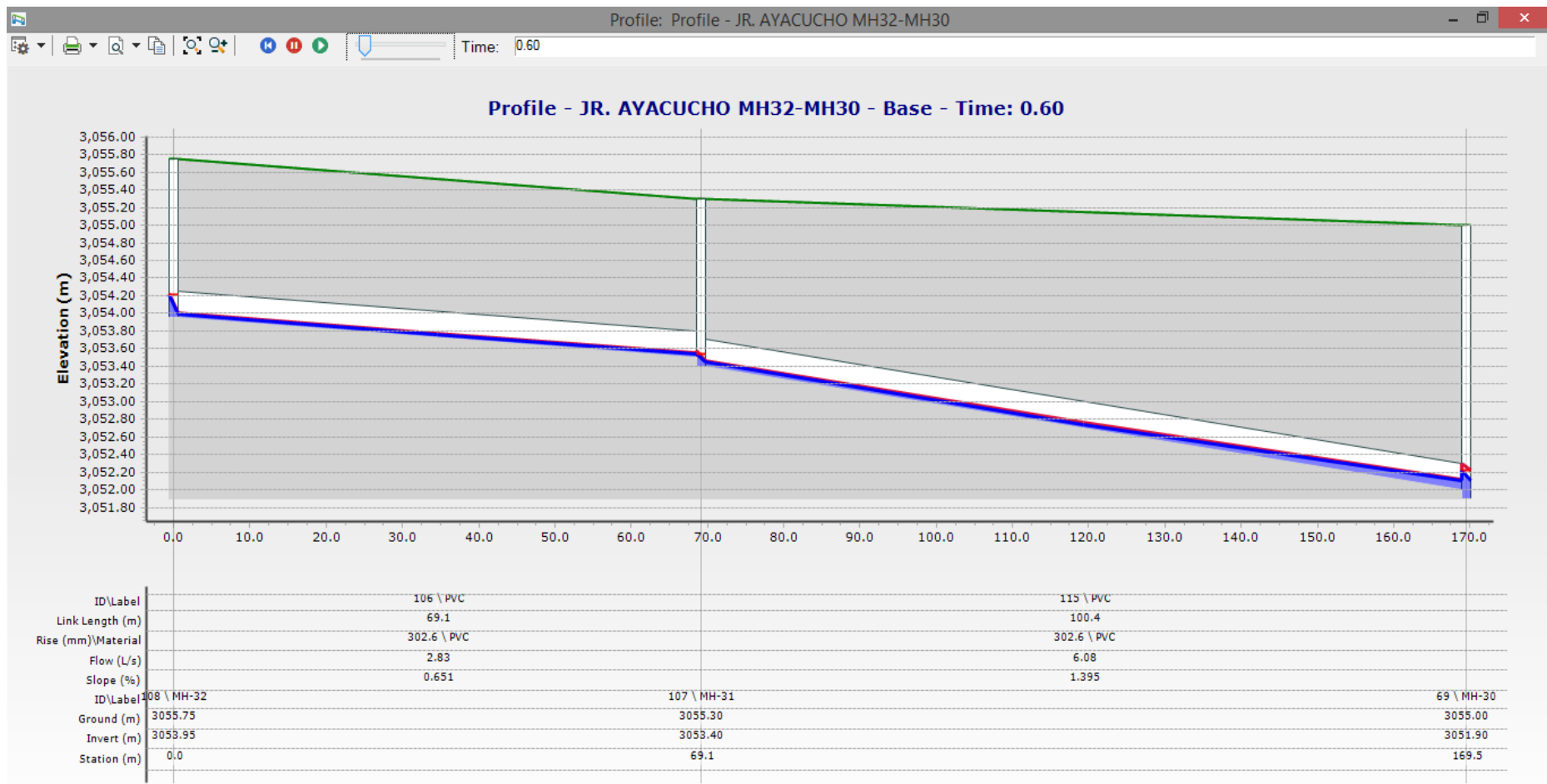


Figura 69. Perfil del jirón Ayacucho tramo MH32 a MH30

Fuente: *Elaboración propia.*

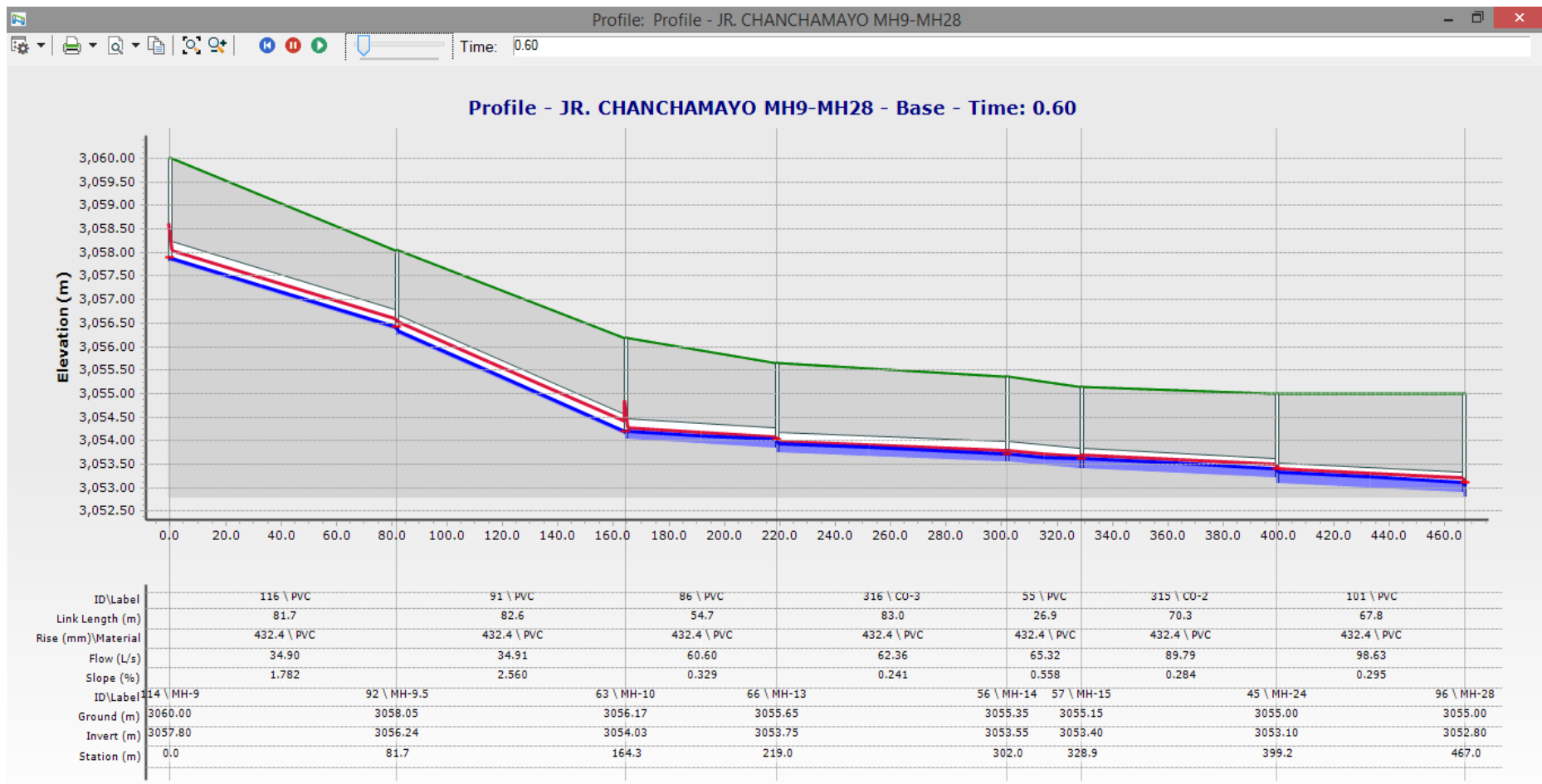


Figura 70. Perfil del jirón Chanchamayo tramo MH9 a MH28

Fuente: *Elaboración propia.*

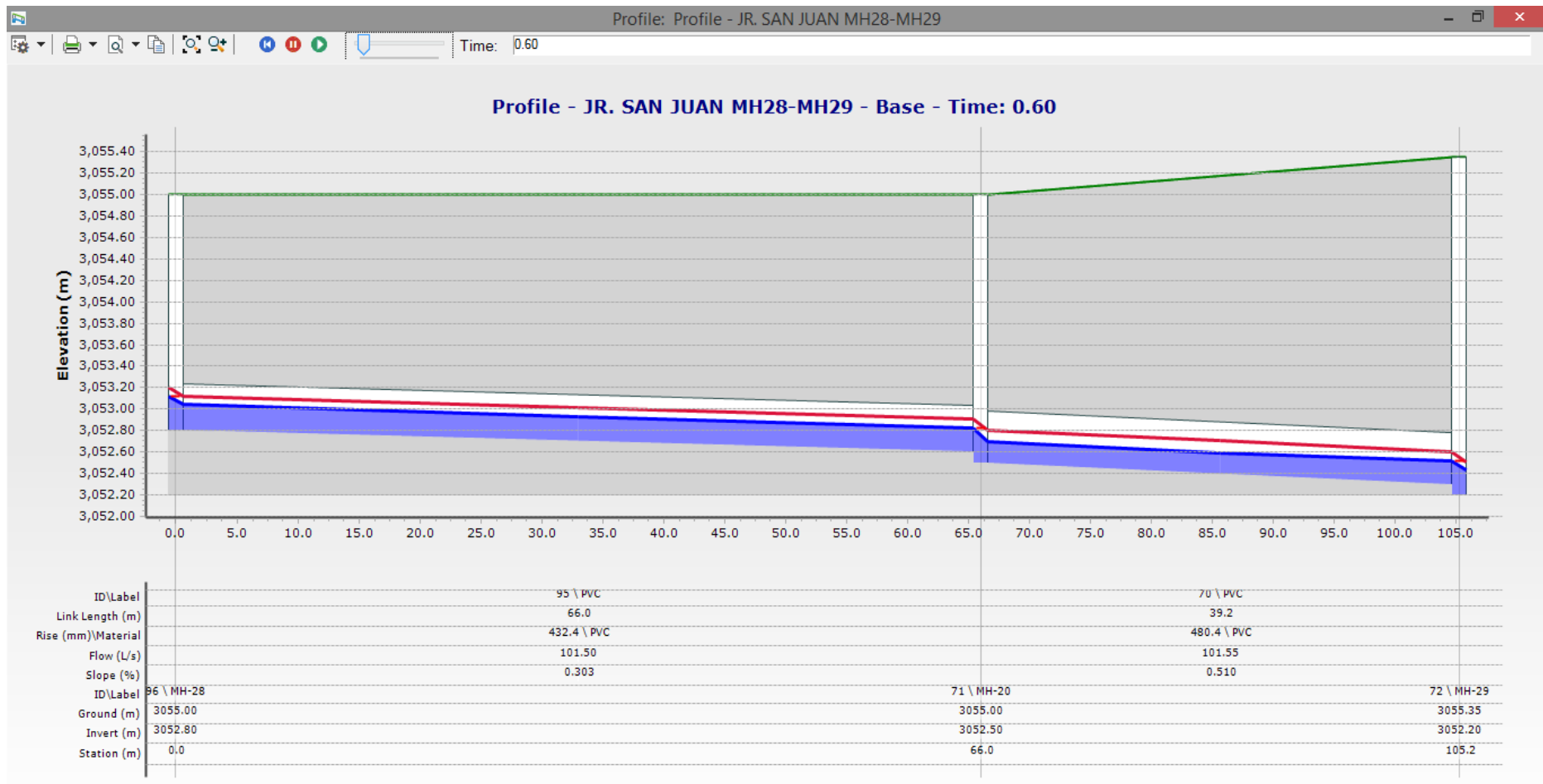


Figura 71. Perfil del jirón San Juan tramo MH28 a MH29

Fuente: *Elaboración propia.*

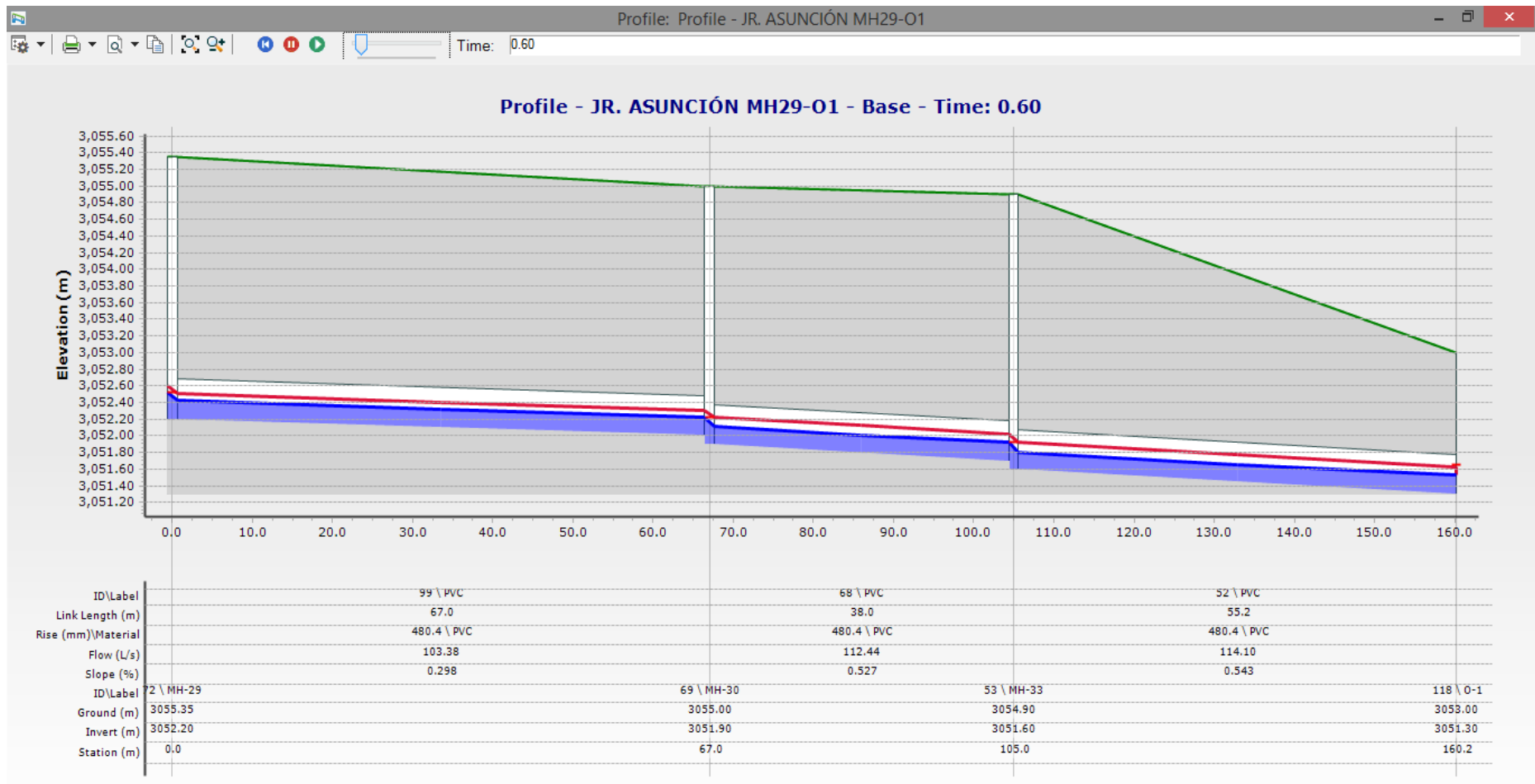


Figura 72. Perfil del jirón Asunción tramo MH29 a MHO1

Fuente: *Elaboración propia.*

6.3.3.3 Buzones

La modelación de la red hidráulica del drenaje pluvial ha proporcionado de forma óptima 34 buzones que cumplen estrictamente la norma CE.040 (2021). Los buzones instalados tienen la capacidad suficiente para permitir el acceso de una persona y la instalación de un dispositivo de limpieza, en la tabla 30 se muestra las condiciones de diseño. El diámetro mínimo del buzón para colectores es de 1,20 m, ubicados ha espaciamientos aproximadamente a 100 m, solo casos justificados por cambio de dirección del flujo como fue el 2 y 3. Los criterios de su colocación fue la convergencia de dos o más drenes.

En el anexo 9 se muestra los detalles del tipo de buzón a utilizar en el diseño, del mismo modo en el anexo 10 se muestra los detalles de las estructuras especiales que se recomienda para los buzones que superen una profundidad de 5 m.

Tabla 30
Parámetros de diseño de los buzones.

Buzón	Cota del Terreno (m)	Cota del Fondo (m)	Profundidad del buzón (m)	Diámetro Buzón (m)	Caudal (l/s)
MH-1	3 093,57	3 086,65	6,92	1,20	15,28
MH-2	3 084,79	3 082,14	2,65	1,20	15,80
MH-3	3 082,94	3 081,44	1,50	1,20	15,80
MH-4	3 077,92	3 065,71	12,21	1,20	17,01
MH-5	3 060,00	3 058,29	1,71	1,20	33,58
MH-6	3 070,00	3 062,57	7,43	1,20	13,98
MH-7	3 079,16	3 071,66	7,50	1,20	13,17
MH-8	3 079,43	3 077,42	2,01	1,20	12,96
MH-9	3 060,00	3 057,80	2,20	1,20	34,87
MH-9.5	3 058,05	3 056,24	1,81	1,20	34,91
MH-10	3 056,17	3 054,03	2,14	1,20	60,59
MH-11	3 060,00	3 056,16	3,84	1,20	21,25
MH-12	3 070,00	3 066,05	3,95	1,20	17,80
MH-13	3 055,65	3 053,75	1,90	1,20	62,34
MH-14	3 055,35	3 053,55	1,80	1,20	65,33
MH-15	3 055,15	3 053,40	1,75	1,50	89,73
MH-16	3 055,40	3 053,80	1,60	1,20	22,79
MH-17	3 056,90	3 054,30	2,60	1,20	11,08
MH-18	3 057,00	3 054,70	2,30	1,20	9,56
MH-19	3 060,75	3 059,30	1,45	1,20	9,09
MH-20	3 055,00	3 052,50	2,50	1,50	101,52
MH-21	3 056,14	3 054,50	1,64	1,20	9,12
MH-22	3 057,41	3 055,90	1,51	1,20	8,26
MH-24	3 055,00	3 053,10	1,90	1,50	98,61
MH-25	3 055,60	3 053,80	1,80	1,20	5,510
MH-26	3 056,50	3 054,60	1,90	1,20	2,530
MH-28	3 055,00	3 052,80	2,20	1,50	101,53
MH-29	3 055,35	3 052,20	3,15	1,50	103,39
MH-30	3 055,00	3 051,90	3,10	1,50	112,42
MH-31	3 055,30	3 053,40	1,90	1,20	6,080
MH-32	3 055,75	3 053,95	1,80	1,20	2,830
MH-33	3 054,90	3 051,60	3,30	1,50	114,12

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3.4 Sumideros

En las tablas 31, 32 y 33 se muestran los resultados del comportamiento hidráulicos de los sumideros. Se utilizaron en total 96 sumideros para evacuar los volúmenes drenados hacia los colectores. La profundidad media de los sumideros son de 1,93 m, caudales de 1,19 l/s, velocidad de salida de 0,25 m/s y eficiencia del sumidero del 99,78 %.

Tabla 31
Comportamiento hidráulico de los sumideros S1 a S30

No	Sumidero	CT (m)	CB (m)	H (m)	Q (l/s)	Vs (m/s)	ef(%)
1	S-2	3080,00	3 076,99	3,01	0,12	0,17	100,00
2	S-3	3 093,34	3 092,00	1,34	0,21	0,19	100,00
3	S-4	3 093,60	3 092,20	1,40	10,20	0,74	93,40
4	S-5	3 094,44	3 092,55	1,89	2,97	0,42	99,90
5	S-6	3 085,00	3 083,66	1,34	0,10	0,17	100,00
6	S-7	3 083,73	3 082,39	1,34	0,42	0,22	100,00
7	S-8	3 079,31	3 076,89	2,42	0,08	0,16	100,00
8	S-9	3 075,90	3 074,56	1,34	0,99	0,31	100,00
9	S-10	3 080,00	3 076,86	3,14	0,03	0,16	100,00
10	S-11	3 060,32	3 058,98	1,34	0,66	0,22	100,00
11	S-12	3 060,00	3 058,66	1,34	0,85	0,27	100,00
12	S-13	3 061,27	3 059,56	1,71	0,43	0,20	100,00
13	S-14	3 060,00	3 058,66	1,34	0,64	0,24	100,00
14	S-17	3 080,98	3 077,64	3,34	0,21	0,18	100,00
15	S-18	3 080,17	3 078,66	1,51	0,47	0,20	100,00
16	S-19	3 081,34	3 079,05	2,29	7,12	0,69	97,10
17	S-20	3 080,97	3 078,53	2,44	5,16	0,57	99,00
18	S-21	3 078,73	3 077,39	1,34	0,15	0,18	100,00
19	S-22	3 079,86	3 078,31	1,55	0,06	0,16	100,00
20	S-25	3 070,00	3 068,66	1,34	0,33	0,21	100,00
21	S-26	3 070,00	3 068,66	1,34	0,47	0,24	100,00
22	S-27	3 060,00	3 058,66	1,34	0,47	0,24	100,00
23	S-28	3 060,00	3 058,66	1,34	0,87	0,25	100,00
24	S-31	3 055,50	3 054,16	1,34	1,49	0,17	100,00
25	S-32	3 057,45	3 055,42	2,03	2,64	0,40	99,90
26	S-33	3 058,34	3 057,00	1,34	0,52	0,25	100,00
27	S-34	3 058,20	3 056,86	1,34	0,95	0,33	100,00
28	S-35	3 059,80	3 058,46	1,34	1,06	0,35	100,00
29	S-36	3 060,00	3 058,66	1,34	0,43	0,22	100,00
30	S-39	3 059,34	3 058,00	1,34	0,29	0,22	100,00

CT: Cota de terreno, CB: Cota base (Cota invertida), H: Profundidad del máxima, Vs: velocidad de salida del flujó, ef: eficiencia del sumidero,

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32
Comportamiento hidráulico de los sumideros S31 a S65

No	Sumidero	CT (m)	CB (m)	H (m)	Q (l/s)	Vs (m/s)	ef(%)
31	S-40	3 059,51	3 058,17	1,34	0,19	0,19	100,00
32	S-41	3 070,22	3 068,88	1,34	0,44	0,22	100,00
33	S-42	3 070,75	3 069,17	1,58	5,86	0,61	98,40
34	S-43	3 073,04	3 069,78	3,26	3,96	0,49	99,80
35	S-44	3 073,28	3 069,53	3,75	7,54	0,72	96,60
36	S-45	3 057,08	3 055,33	1,75	0,12	0,17	100,00
37	S-46	3 057,93	3 055,33	2,60	0,20	0,17	100,00
38	S-47	3 055,37	3 054,03	1,34	0,54	0,06	100,00
39	S-48	3 055,73	3 054,19	1,54	1,21	0,30	100,00
40	S-51	3 055,00	3 053,76	1,24	0,82	0,20	100,00
41	S-52	3 055,00	3 053,76	1,24	2,19	0,40	100,00
42	S-53	3 055,00	3 053,66	1,34	0,55	0,26	100,00
43	S-54	3 055,17	3 053,66	1,51	1,08	0,32	100,00
44	S-55	3 056,20	3 054,76	1,44	0,42	0,23	100,00
45	S-56	3 055,40	3 053,96	1,44	0,68	0,27	100,00
46	S-57	3 056,00	3 054,66	1,34	0,63	0,23	100,00
47	S-58	3 055,98	3 054,64	1,34	0,88	0,28	100,00
48	S-59	3 057,22	3 055,20	2,02	0,16	0,17	100,00
49	S-60	3 056,20	3 054,86	1,34	0,31	0,21	100,00
50	S-61	3 061,90	3 059,69	2,21	7,94	0,74	96,20
51	S-63	3 061,90	3 059,70	2,20	1,15	0,28	100,00
52	S-67	3 056,62	3 055,02	1,60	0,32	0,20	100,00
53	S-68	3 056,35	3 054,79	1,56	0,53	0,24	100,00
54	S-69	3 056,67	3 055,33	1,34	5,42	0,59	98,80
55	S-70	3 058,89	3 056,51	2,38	2,84	0,41	99,90
56	S-75	3 055,10	3 053,76	1,34	0,48	0,25	100,00
57	S-76	3 055,40	3 053,96	1,44	1,03	0,33	100,00
58	S-77	3 055,30	3 053,30	2,00	0,50	0,02	100,00
59	S-78	3 055,24	3 053,30	1,94	0,85	0,04	100,00
60	S-80	3 055,09	3 053,30	1,79	0,47	0,02	100,00
61	S-81	3 055,60	3 054,00	1,60	0,47	0,23	100,00
62	S-82	3 055,60	3 054,00	1,60	0,55	0,24	100,00
63	S-83	3 055,60	3 054,00	1,60	0,46	0,23	100,00
64	S-84	3 055,60	3 054,00	1,60	0,47	0,23	100,00
65	S-85	3 058,65	3 054,89	3,76	0,43	0,22	100,00

CT: Cota de terreno, CB: Cota base (Cota invertida), H: Profundidad del máxima, Vs: velocidad de salida del flujo, ef: eficiencia del sumidero,

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Comportamiento hidráulico de los sumideros S36 a S96

No	Sumidero	CT (m)	CB (m)	H (m)	Q (l/s)	Vs (m/s)	ef(%)
66	S-86	3 055,60	3 054,95	0,65	0,41	0,21	100,00
67	S-87	3 060,71	3 055,49	5,22	0,33	0,19	100,00
68	S-88	3 056,10	3 055,40	0,70	0,53	0,22	100,00
69	S-89	3 060,60	3 055,41	5,19	0,50	0,21	100,00
70	S-90	3 059,88	3 055,35	4,53	0,33	0,20	100,00
71	S-93	3 055,60	3 054,00	1,60	0,50	0,24	100,00
72	S-94	3 055,60	3 054,00	1,60	0,51	0,24	100,00
73	S-95	3 055,40	3 054,40	1,00	0,48	0,22	100,00
74	S-96	3 055,40	3 054,40	1,00	0,49	0,22	100,00
75	S-97	3 055,71	3 053,40	2,31	0,96	0,33	100,00
76	S-98	3 055,77	3 050,15	5,62	0,57	0,02	100,00
77	S-99	3 055,58	3 053,00	2,58	1,91	0,08	100,00
78	S-100	3 055,00	3 053,00	2,00	1,02	0,04	100,00
79	S-101	3 055,22	3 053,70	1,52	0,72	0,26	100,00
80	S-102	3 055,30	3 053,70	1,60	0,48	0,22	100,00
81	S-103	3 055,05	3 053,70	1,35	0,46	0,23	100,00
82	S-104	3 055,21	3 053,70	1,51	0,49	0,24	100,00
83	S-105	3 055,43	3 053,70	1,73	0,64	0,26	100,00
84	S-106	3 055,19	3 053,70	1,49	0,47	0,23	100,00
85	S-107	3 055,35	3 052,40	2,95	1,83	0,08	100,00
86	S-109	3 055,19	3 052,10	3,09	0,75	0,08	100,00
87	S-110	3 055,10	3 052,10	3,00	0,79	0,09	100,00
88	S-111	3 054,90	3 051,80	3,10	0,26	0,03	100,00
89	S-112	3 054,95	3 051,80	3,15	1,42	0,17	100,00
90	S-113	3 055,18	3 052,10	3,08	0,69	0,08	100,00
91	S-114	3 094,65	3 092,50	2,15	1,91	0,35	100,00
92	S-117	3 055,17	3 052,10	3,07	0,72	0,08	100,00
93	S-118	3 055,53	3 054,40	1,13	0,49	0,24	100,00
94	S-119	3 055,40	3 054,40	1,00	0,45	0,23	100,00
95	S-120	3 055,75	3 054,40	1,35	0,50	0,24	100,00
96	S-121	3 055,40	3 054,40	1,00	0,41	0,22	100,00
Promedio				1,93	1,19	0,25	99,78

CT: Cota de terreno, CB: Cota base (Cota invertida), H: Profundidad del máxima, Vs: velocidad de salida del flujó, ef: eficiencia del sumidero,

Fuente: Elaboración propia

6.3.3.4 Cuneta

La cuneta seleccionada para su diseño ha sido la sección triángulo rectángulo por ser una de las más utilizada en la ciudad de Tarma por la eficiencia que genera la misma y una de la propuesta por la norma CE.040 (2021). En la figura 73 se muestra la sección transversal implementada y en la figura 74 se muestran los detalles de la cuneta triangular.

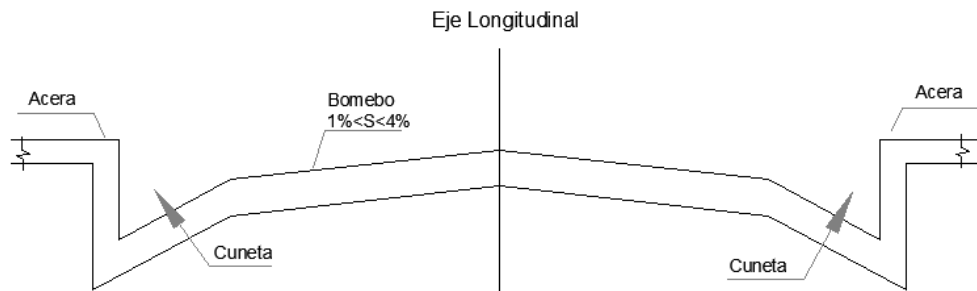
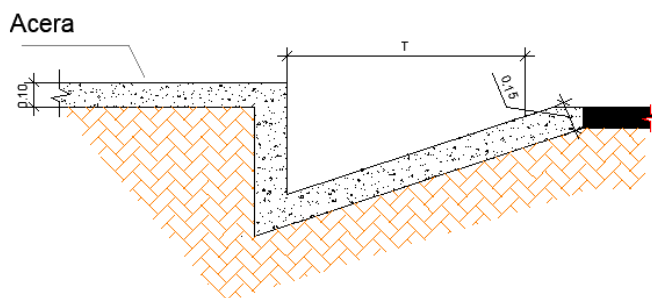


Figura 73. Sección transversal de la carretera.

Fuente: *Elaboración propia*



DETALLE DE CUNETAS

Sección: TRIÁNGULO RECTÁNGULO

Figura 74. Sección transversal de la cuneta triangular.

Fuente: *Elaboración propia*

Para el diseño de la cuneta triangular se ha tomado las pendientes naturales de las calles para que funcionen por gravedad la escorrentía por la cuneta hasta llegar la rejilla y su posterior incorporación al sumidero. Se utilizó el software HCANALES versión 3.1, se muestra ejemplo en la figura 75 y 76. El talud que satisface los caudales máximos de escorrentías en las calles es de 1:2.5, aunque en el jirón Las Magnolias fue necesario realizarlo para 1:1.5 porque producía un tirante superficial superior a 30 cm. En general el tirante superficial del agua en la cuneta es inferior a 10 cm a velocidades mínimas de 0,6 m/s capaces de arrastrar

los sedimentos y materiales sobre las cunetas, a excepción del jirón San Juan que será necesario aumentar su pendiente, en la tabla 34 se muestran los resultados. Asimismo en el anexo 8 se muestran las secciones transversales típicas de las calles que influyen en la red de drenaje.

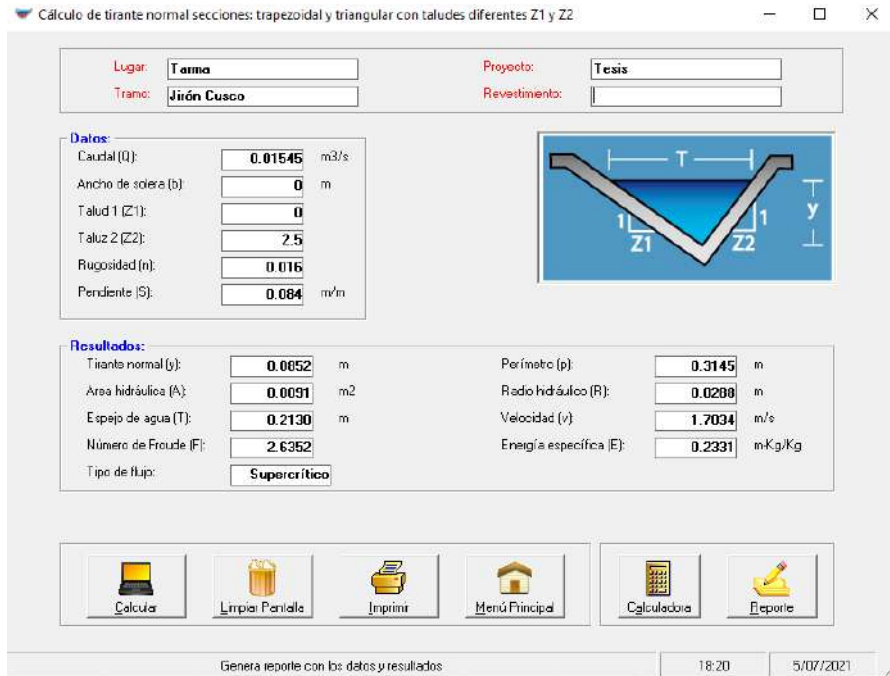


Figura 75. Cuneta jirón Cusco

Fuente: *Elaboración propia*

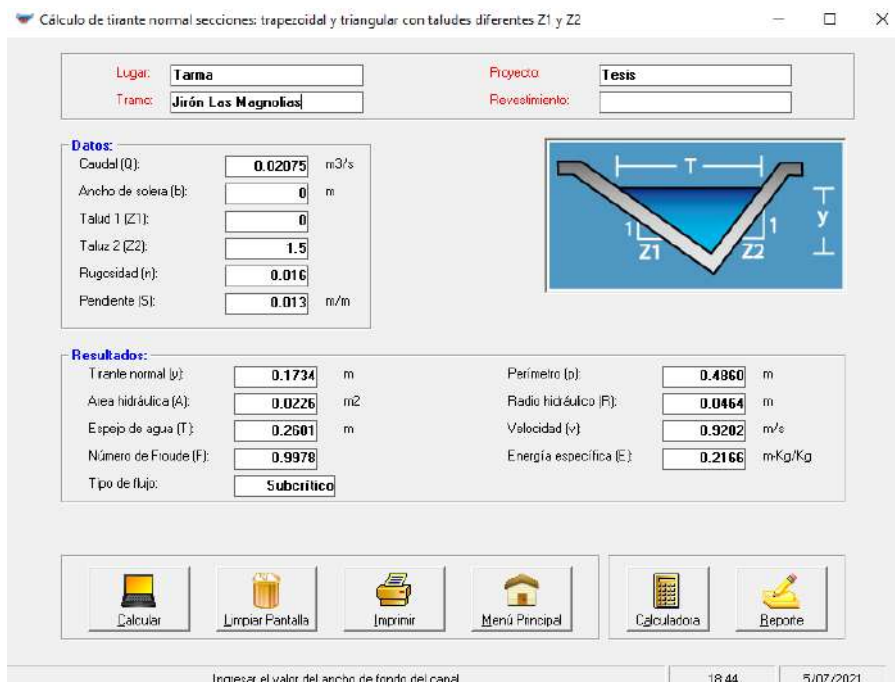


Figura 76. Cuneta jirón Las Magnolias

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 34
Parámetros hidráulicos de la Cuneta

Calles	Q (L/s)	S (%)	Y (m)	A (m ²)	T (m)	P (m)	V (m/s)	Froude
jirón Cusco	15,45	8,40	0,09	0,01	0,21	0,31	1,70	2,64
jirón Ucayali	3,84	25,00	0,04	0,00	0,10	0,15	1,81	4,02
jirón San Bartolomé	13,66	8,30	0,08	0,01	0,20	0,30	1,64	2,60
jirón Chanchamayo	2,45	1,50	0,06	0,00	0,15	0,22	0,60	1,05
jirón Las Magnolias	20,75	1,30	0,17	0,02	0,26	0,49	0,92	0,99
Pasaje comandante Espinar	8,88	9,70	0,07	0,01	0,17	0,25	1,57	2,72
jirón Abancay	1,12	1,51	0,04	0,01	0,11	0,16	0,50	1,05
Jirón Francisco Mendizábal	8,06	3,40	0,08	0,01	0,20	0,29	1,03	1,66
Avenida Bermúdez	2,47	6,10	0,05	0,01	0,11	0,17	0,96	2,02
jirón San Juan	1,78	0,20	0,08	0,01	0,19	0,28	0,24	0,40
jirón Ayacucho	2,76	1,50	0,06	0,01	0,15	0,23	0,60	1,06
jirón Asunción	1,40	0,40	0,04	0,01	0,11	0,16	0,64	1,40

Q: caudal, S: pendiente, Y: Tirante del agua, A: área, T ancho superficial, P: perímetro, V: velocidad

Fuente: Elaboración propia

6.4 Análisis estructural

Según el catálogo de infraestructura de una Marca X en Perú el cual se muestra en la Tabla 35, recomienda que las tuberías de Drenaje Pluvil SDR-51 – SN2 (S-25) la zanja debe tener un ancho mínimo de 40 cm, más el diámetro exterior de la tubería para facilitar las labores de instalación de las tuberías figura 77. Asimismo para diámetros superiores a 400 mm el ancho de la zanja mínimo debe ser de 0,90 m y a partir de 500 mm ancho de la zanja de 1,0 m. Asimismo, la norma BS EN 1610 la profundidad de zanja mayor a 1,75 a 4m el ancho mínimo de zanja debe ser 0,90 m y mayor de 4 m de profundidad el mínimo debe ser de 1,0 m de ancho. Por los criterios antes mencionados, se calcularon los volúmenes de excavación, columnes de rehicho manual, volumen mecanizado y volumen del filtro (volumen de cama de arena), los resultados se muestran en la tabla 36 y 37.

Tabla 35
 Tuberías para drenaje pluvial NTP ISO 4435

Diámetro Exterior Nominal D1(mm.)	Espesor (mm.)	Diámetro Interior (mm.)	Longitud Útil (mts.)	Peso por tubo aprox. (kg.)
SDR 51 - SN2 (S-25)				
160	3.20	153.60	5.83	14.84
200	3.90	192.20	5.82	22.28
250	4.90	240.20	5.79	34.80
315	6.20	302.60	5.77	55.54
355	7.00	341.00	5.75	70.13
400	7.90	384.40	5.73	89.10
450	8.80	432.40	5.76	111.60
500	9.80	480.40	5.74	137.92
630	12.30	605.40	5.73	218.07

Fuente: Catálogo de infraestructura la Marca Tigre en Perú

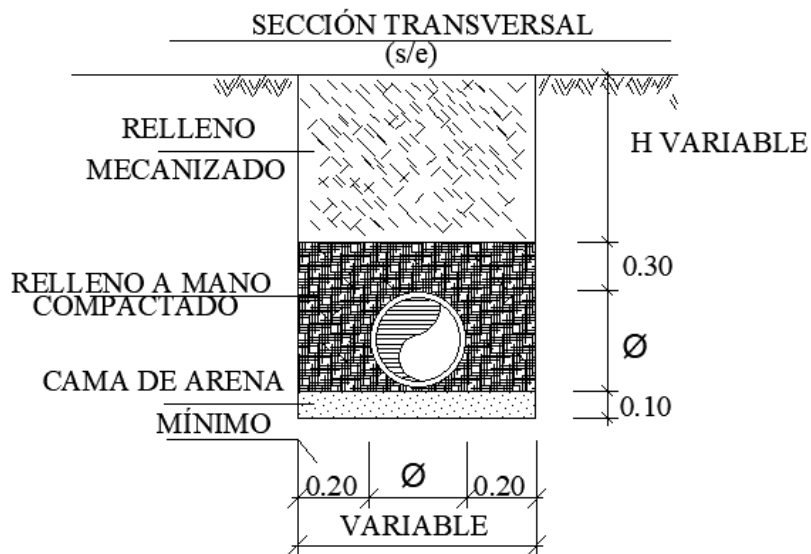


Figura 77. Sección trasversal de zanja

Fuente: *Elaboración propia*

En total se utilizaron 2 476,50 m de longitud de tubería, 652,50 m corresponden a la tubería de desague en el sumidero de 250 mm y 1 824,00 m de longitud de tuberías clasificado en subcolectores y colectores desde 315 mm hasta 500 mm, como se muestra en la tabla 36.

Tabla 36
Tuberías de la red de drenaje

Clasificación	Material	Diámetros (mm)	Longitud (m)	Total (und)
Desague	PVC	Ø 250	652,50	113
Subcolector	PVC	Ø 315	765,50	133
Subcolector	PVC	Ø 355	177,30	31
Colector	PVC	Ø 450	681,70	118
Colector	PVC	Ø 500	199,50	35

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37 se muestra los volúmenes de excavación de los colectores utilizados en la red de drenaje desde diámetros de 315 hasta 500 mm.

Tabla 37
Volúmenes de excavación

Denominación	Unidad	Cantidad
Volumen Excavación	m ³	5 516,67
Volumen Relleno Manual	m ³	948,04
Volumen Relleno Mecanizado	m ³	2 892,85
Volumen de Tuberías	m ³	219,20
Volumen de la Cama de Arena	m ³	252,58

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38 se muestra los volúmenes de excavación y volumen de hormigón necesario para la construcción de los buzones y de forma más extensa en el anexo 11 y 12. El tipo de buzón utilizado para la modelación e implementación de la investigación se muestra en anexo 9.

Tabla 38
Volúmenes y materiales del buzón.

Denominación	Unidad	Cantidad
Volumen Excavación	m ³	576,32
Volumen Relleno Mecanizado	m ³	354,53
Volumen Concreto Armado 210 kg/cm ²	m ³	142,68
Madera de Encofrado	m ²	1 082,81
Acero de 12,70 mm	Tm	5,50
Acero de 19,10 mm	Tm	0,12
Aros	u	32,00
Tapas	u	32,00

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó los sumideros de tipo chico conectado a la cámara – S3* según Norma CE.040 (2021) anexo 13. Las rejillas colocadas a los sumideros se adaptan a la geometría y pueden ser enmarcadas en figuras rectangulares de acuerdo con la Norma Técnica CE.040 (2021) y CNA, (2007).

La rejilla propuesta es de fundición dúctil de geometría rectangular de 299 x 650 mm y altura 100 mm. La rejilla de desagüe fue de clase de carga D-400, definida en la Norma UNE-EN 124, tal como se muestra en la figura 78. Los volúmenes y materiales de sumideros se encuentran en la tabla 39. Las características hidráulicas del conducto de desagüe en el sumidero se encuentran en el anexo 15.

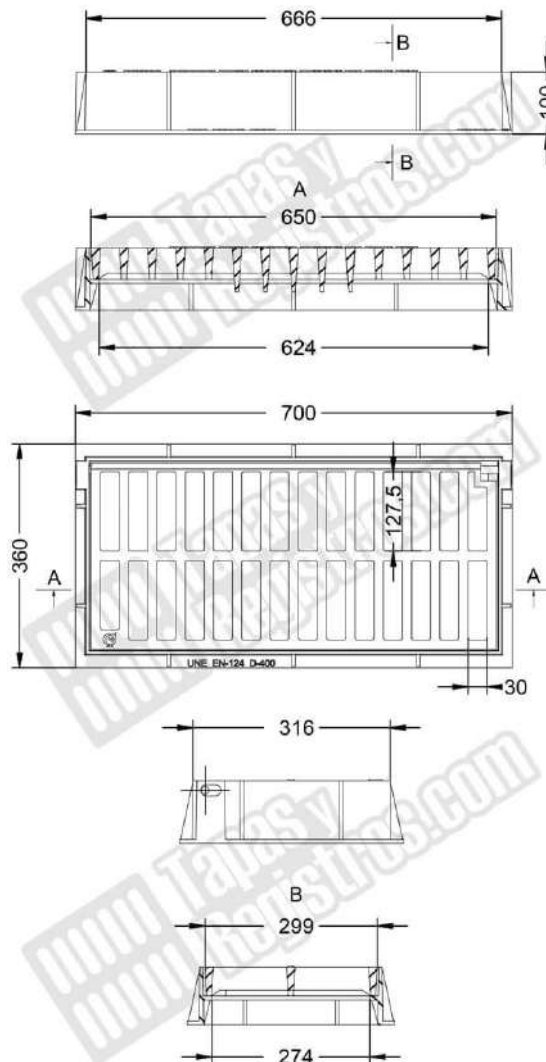


Figura 78. Rejilla de fundición dúctil

Fuente: https://www.tapasyregistros.com/img/cms/D-4AD-1_croquis.jpg

Tabla 39
Volúmenes y materiales del sumidero.

Denominación	Unidad	Cantidad
Volumen Excavación	m ³	96
Volumen Relleno Manual	m ³	38,4
Madera de Encofrado	m ²	249,6
Volumen Concreto Armado 210 kg/cm ²	m ³	53,76
Acero de 6,46 mm	t	0,48
Acero de 12,70 mm	t	2,04
Rejilla Fundición Dúctil	u	96

Fuente: Elaboración propia

6.5 Costos-beneficios del sistema de drenaje pluvial

Para el análisis de los costos-beneficios del sistema de drenaje pluvial primeramente se realizó un listado de los volúmenes de excavación – relleno total y los materiales de construcción fundamentales, tabla 40 y 41.

Tabla 40
Volúmenes de excavación total y relleno.

Denominación	Unidad	Cantidad
Volumen Excavación	m ³	6 189,00
Volumen Relleno Manual	m ³	986,44
Volumen Relleno Mecanizado	m ³	3 247,38

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41
Materiales de construcción fundamentales

No	Descripción	U/M	Cantidad
1	Tubería de PVC de 250 mm.	m	652,50
2	Tubería de PVC de 315 mm.	m	765,50
3	Tubería de PVC de 355 mm.	m	177,30
4	Tubería de PVC de 450 mm.	m	681,70
5	Tubería de PVC de 500 mm.	m	199,50
6	Cama de Arena	m ³	252,58
7	Volumen Concreto Armado 210 kg/cm ²	m ³	196,44
8	Acero de 6,46 mm	t	0,48
9	Acero de 12,70 mm	t	7,54
10	Acero de 19,10 mm	t	0,12
11	Madera de Encofrado	m ²	1 332,41
12	Aros de buzón	u	32,00
13	Tapas de buzón	u	32,00
14	Rejilla Fundición Dúctil	u	96,00

Fuente: Elaboración propia.

6.5.1 La evaluación del impacto ambiental

Se evaluó el impacto de carácter cualitativo y se calificó como se muestra en la tabla 42. Al respecto se identificó los impactos potenciales del proceso constructivo en la tabla 43.

Tabla 42
Clasificación Directa o Indirecta

Item	Descripción	Signo
D	Impacto negativo directo	-1
I	Impacto negativo indirecto	-1
D	Impacto positivo directo	+1
I	Impacto positivo indirecto	+1

Fuente: Domus, Consultora Ambiental (s/f) y Julio y Angulo (2020)

Tabla 43
Identificación de Impactos Potenciales

Sistema Ambiental	Componente Ambiental	Factor Ambiental
Físico	Atmosférico	Aire
		Ruido
		Vibración
		Humo y Gases
		Polvo
		Modificación del relieve
Biótico	Flora	Contaminación
		Cobertura Vegetal
Socioeconómico	Social	Molestias
		Salud e higiene
		Bienestar de la población
	Economía	Accesibilidad peatonal
		Transito
		Zona comercial
		Turismo

Fuente: Elaboración adaptada de Domus, Consultora Ambiental (s/f) y Julio y Angulo (2020)

Tabla 44
Matriz cualitativa

IMPACTOS AMBIENTALES		PROCESOS CONSTRUCTIVOS		Señalización zona de trabajo	Corte y ruptura de pavimento	Corte y ruptura de veredas	Excavación de zanjas	Uso de Maquinaria	Colocación de tuberías	Unión de tuberías	Construcción de Buzones	Construcción de Sumideros	Construcción de cunetas	Relleno y compactación de zanja	Reposición de pavimento	Reposición de veredas		
Físico	Atmosférico	Aire						I										
		Ruido		D	D	D	D	D	D			D	D	D		D	D	
		Vibración		D	D	D	D	D	D				D	D	D			
		Humo y Gases						D							D	D		
		Polvo		D	D	D	D	D				D	D	D	D		D	
	Suelo	Modificación del relieve		I	I	I												
		Contaminación		I	I	I												
Biótico	Flora	Cobertura Vegetal		D	D	D												
Socioeconómico	Social	Molestias		D	D	D			D	D		D	D	D	D	D	D	
		Salud e higiene		D	D	D									I	I	I	
		Bienestar de la población		I	I	I			D	D			D	I	D	D	D	
		Accesibilidad peatonal	I	D	D	D	D	D	D		D		D	I	D	D	D	
		Transito	I	D	D	D	D	D	D		D		D	I	I	I	I	
	Economía	Zona comercial		D	D	D			D				I	I	I	I	I	
		Turismo		D	D	D			D				I	I	I	I	I	

De la matriz cualitativa en la tabla 4 obtenida para la construcción del sistema de drenaje pluvial se muestra que durante los trabajos de Corte y ruptura de pavimento, corte y ruptura de veredas y excavación de zanjas se generan los mayores impactos negativos directos e indirectos fue en la población. Por otra parte, en el ámbito social y económico, los impactos positivos directos e indirectos son en el relleno, regeneración de veredas y pavimento compactación de zanjas. La calificación del impacto cuantitativo dado por el nivel de significancia (S). Los valores de calificación se muestran en la siguiente tabla 45.

Tabla 45
Niveles de Significación

IMPACTOS POSITIVOS		
Símbolo	Nivel de Significación	Rango
PS	Poco significativo	- 13 a - 25
MoS	Moderadamente significativo	- 26 a - 50
MuS	Muy significativo	- 51 a - 75
AS	Altamente significativo	- 76 a - 100
IMPACTOS NEGATIVOS		
ps	Poco significativo	13 a 25
mos	Moderadamente significativo	26 a 50
mus	Muy significativo	51 a 75
as	Altamente significativo	76 a 100

Fuente: Domus, Consultora Ambiental

De la matriz cuantitativa expuesta en la Tabla 46. Se observan valores en el entorno social de 13 a 50 como moderadamente significativos de impactos negativos. Asimismo, prevalecen, los impactos pocos significativos con intervalos de -13 a -25.

Tabla 46
Matriz cuantitativa

PROCESO CONSTRUCTIVO	ASPECTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN DEL IMPACTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL											
		Signo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	S
Señalización zona de trabajo	Transito	-1	1	2	1	3	2	1	1	1	2	3	-21
	Accesibilidad peatonal	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	-17
Corte y ruptura de pavimento, corte y ruptura de veredas y excavación de zanjas	Ruido	-1	4	1	1	3	1	1	1	1	2	2	-25
	Vibración	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	-17
	Polvo	-1	1	1	1	3	1	1	4	4	1	2	-22
	Modificación del relieve	-1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	-15
	Contaminación	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
	Cobertura Vegetal	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
	Molestias	-1	4	1	1	1	1	1	4	4	4	2	-32
	Salud e higiene	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
	Bienestar de la población	-1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-23
	Accesibilidad peatonal	-1	2	2	1	1	1	1	4	4	1	3	-26
	Transito	-1	2	2	1	3	2	1	1	1	2	3	-24
	Zona comercial	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	-19
Turismo	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	-18	
Uso de Maquinaria	Aire	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	-14
	Ruido	-1	2	1	1	3	1	1	1	1	2	2	-19
	Vibración	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	-17
	Humo y Gases	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	-14
	Polvo	-1	2	1	1	3	1	1	4	1	2	2	-22
	Accesibilidad peatonal	-1	4	2	1	1	1	1	4	1	2	3	-30

	Transito	-1	4	2	1	3	2	1	1	1	2	2	-29
Colocación de tuberías y Unión de tuberías	Ruido	-1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	2	-19
	Vibración	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
	Molestias	-1	4	1	1	1	1	1	1	1	4	2	-26
	Bienestar de la población	-1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-23
	Accesibilidad peatonal	-1	4	2	1	1	1	1	1	1	2	2	-26
	Transito	-1	4	2	1	3	2	1	1	1	2	3	-30
	Zona comercial	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	-18
	Turismo	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	-18
	Construcción de Buzones, Sumideros y cunetas	Ruido	-1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	2
Vibración		-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
Polvo		-1	2	1	1	3	1	1	4	1	1	2	-22
Molestias		-1	4	1	1	1	1	1	1	1	4	2	-26
Salud e higiene		-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
Bienestar de la población		-1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-23
Accesibilidad peatonal		-1	4	2	1	1	1	1	4	1	2	2	-29
Transito		-1	4	2	1	3	2	1	1	1	2	3	-30
Zona comercial		-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	-18
Turismo	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	-18	
Relleno y compactación de zanja, Reposición de pavimento y veredas	Ruido	-1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	2	-19
	Vibración	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
	Humo y Gases	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
	Polvo	-1	4	1	1	3	1	1	4	1	1	2	-28
	Molestias	-1	4	1	1	1	1	1	1	1	4	2	-26
	Salud e higiene	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14
	Bienestar de la población	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	23

	Accesibilidad peatonal	1	4	2	1	1	1	1	4	1	2	2	29
	Transito	1	4	2	1	3	2	1	1	1	2	3	30
	Zona comercial	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	18
	Turismo	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	18

Fuente: Elaboración Propia.

6.5.2 Resumen General de Metrados de Obra.

Con el objeto de realizar un adecuado presupuesto de Obra se procedió a realizar los respectivos cálculos de metrado, para lo cual se utilizó los datos obtenidos por la presente investigación tales como; levantamiento topográfico, análisis estructural, planos, detalles de planos, cantidad de insumos y recursos a utilizar. Se planteo el siguiente formato de metrado la cual se muestra en la tabla 47

Tabla 47

Resumen general de cálculo de Metrados de Obra.

RESUMEN GENERAL DE METRADOS			
"ESTUDIO DE MEJORA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMO SOLUCIÓN A LAS INUNDACIONES EN EL JIRÓN CHANCHAMAYO DE LA CIUDAD DE TARMA"			
UBICACIÓN: JR. CHANCHAMAYO, PROVINCIA DE TARMA, DEPARTAMENTO DE JUNIN.			
FECHA: AGOSTO 2021			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
01	OBRAS PROVISIONALES		
01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES		
01.01.01	ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANA	mes	5.00
01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	global	1.00
01.01.03	CARTEL DE OBRA 3.00X5.00M UNA CARA	u	1.00
01.01.04	HABILIT.DE DESVIOS PROVISIONALES, PERFILADO Y COMPACTADO	m ²	3573.00
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.02.01	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y/O DESVIO DE TRAFICO	global	40.00
01.03	SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE		
01.03.01	SEGURIDAD Y SALUD EN LA CONSTRUCCION		
01.03.01.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	u	40.00
01.03.01.02	EQUIPO DE PROTECCION COLECTIVA	global	1.00
01.03.01.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	global	1.00
01.03.01.04	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	global	1.00
01.03.02	IMPACTO AMBIENTAL		

01.03.02.01	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	global	1.00
02	PAVIMENTO RIGIDO		
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.01.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO	m ²	72,35
03	CONSTRUCCION DE CUNETAS		
03.01	OBRAS PRELIMINARES		
03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m ²	2 143,80
03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	2 143,80
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA CUNETAS	m ³	24,12
03.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE CUNETA	ml	2 382,00
03.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	125,41
03.03	CONCRETO CUNETAS		
03.03.01	CONCRETO CUNETAS f'c = 175 kg/cm ²	m ³	96,47
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETA	m ²	643,14
03.03.03	JUNTA DE DILATACIÓN TECNOPOR 1" SELLADA CON ASFALTO	m	2 382,00
04	INSTALACIÓN DE TUBERIAS DE DRENAJE PLUVIAL		
04.01	OBRAS PRELIMINARES		
04.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m ²	2 382,00
04.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	2 382,00
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
04.02.01	EXCAVACIÓN PARA INSTALACIÓN DE TUBERIAS	m ³	5 516,67
04.02.02	CAMA DE ARENA PARA TUBERIA	m ³	252,58
04.02.03	RELLENO MANUAL	m ³	948,04
04.02.04	RELLENO MECANIZADO	m ³	2 892,85
04.02.05	ELIMINACIÓN DE MATERIA EXCEDENTE esp= 30%	m ³	613,31
04.03	INSTALACIÓN DE DESAGUE, COLECTOR Y SUBCOLECTOR		
04.03.01	INSTALACIÓN DE TUBERIAS	m	2 476,50
04.03.02	DESAGUE PVC Ø 250mm	m	652,50
04.03.03	SUBCOLECTOR PVC Ø 315mm	m	765,50
04.03.04	SUBCOLECTOR PVC Ø 355mm	m	177,30
04.03.05	COLECTOR PVC Ø 450mm	m	681,70
04.03.06	COLECTOR PVC Ø 500mm	m	199,50
05	CONSTRUCCION DE BUZONES		
05.01	OBRAS PRELIMINARES		
05.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m ²	54,29
05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	54,29
05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		

05.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA BUZÓN	m ³	576,32
05.02.02	RELLENO MECANIZADO	m ³	354,53
05.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIA EXCEDENTE esp= 30%	m ³	288,33
05.03	CONCRETO ARMADO BUZÓN		
05.03.01	CONCRETO ARMADO BUZÓN f'c 210 kg/cm ²	m ³	142,68
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BUZÓN	m ²	1 082,81
05.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm ² Ø 12,70 mm	t	5,50
05.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm ² Ø 19,10 mm	t	0.12
05.04	VARIOS		
05.04.01	AROS Y TAPAS DE CONCRETO	u	32,00
06	CONSTRUCCION DE SUMIDEROS		
06.01	OBRAS PRELIMINARES		
06.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m ²	28,08
06.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	28,08
06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
06.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA SUMIDERO	m ³	96,00
06.02.02	RELLENO MANUAL	m ³	38,40
06.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIA EXCEDENTE esp= 30%	m ³	74,88
06.03	CONCRETO ARMADO PARA SUMIDERO		
06.03.01	CONCRETO ARMADO BUZÓN f'c 210 kg/cm ²	m ³	53,76
06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SUMIDERO	m ²	249,60
06.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm ² Ø 6,46 mm	t	0,48
06.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm ² Ø 12,70 mm	t	2,04
06.04	VARIOS		
06.04.01	REJILLA DE FUNDICION DUCTIL	u	96,00

Fuente: Elaboración Propia.

6.5.3 Presupuesto de Obra

Una vez realizado el respectivo cálculo de metrado de obra con las partidas correspondientes se procedió a realizar el presupuesto de obra en base a los resultados cuantificables obtenidos por los Metrados y los análisis de costos unitario, a continuación, se presenta el presupuesto de obra en la tabla 48.

Tabla 48

Presupuesto de obra del proyecto de Estudio de Mejora del sistema de drenaje pluvial.

PRESUPUESTO DE OBRA					
"ESTUDIO DE MEJORA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMO SOLUCIÓN A LAS INUNDACIONES EN EL JIRÓN CHANCHAMAYO DE LA CIUDAD DE TARMA"					
UBICACIÓN: JR. CHANCHAMAYO, PROVINCIA DE TARMA, DEPARTAMENTO DE JUNIN.					
FECHA: AGOSTO - 2021					
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Metrad.	P. Unit. (S/)	Parcial (S/)
01	OBRAS PROVISIONALES				54 046.24
01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				18 050.14
01.01.01	ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANA	mes	5,00	1 250,00	6 250,00
01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	global	1,00	6 540,50	6 540,50
01.01.03	CARTEL DE OBRA 4.00X6.00M UNA CARA	u	1,00	1 150,69	1 150,69
01.01.04	HABILIT.DE DESVIOS PROVISIONALES, PERFILADO Y COMPACTADO	m ²	3 573,00	1,15	4 108,95
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				5 801,60
01.02.01	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y/O DESVIO DE TRAFICO	global	40,00	145,04	5 801,60
01.03	SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE				37 848,40
01.03.01	SEGURIDAD Y SALUD EN LA CONSTRUCCION				30 194,50
01.03.01.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	u	40,00	195,45	7 818,00
01.03.01.02	EQUIPO DE PROTECCION COLECTIVA	global	10,00	1 650,60	16 506,00
01.03.01.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	global	1,00	2 870,50	2 870,50
01.03.01.04	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	global	1,00	3 000,00	3 000,00

01.03.02	IMPACTO AMBIENTAL				7 653,90
01.03.02.01	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	global	1,00	7 653,90	7 653,90
02	PAVIMENTO RIGIDO				617,90
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				617,90
02.01.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO E= 10cm	m ²	72,35	8,54	617,90
03	CONSTRUCCION DE CUNETAS				67 266,59
03.01	OBRAS PRELIMINARES				4 652,05
03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m ²	2 143,80	0,68	1 457,78
03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	2 143,80	1,49	3 194,26
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				4 926,08
03.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA CUNETAS	m ³	24,12	31,50	759,71
03.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE CUNETA	m	2 382,00	1,30	3 096,60
03.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	125,41	8,53	1 069,77
03.03	CONCRETO CUNETAS				57 688,47
03.03.01	CONCRETO CUNETAS f'c = 175 kg/cm ²	m ³	96,47	215,00	20 741,27
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETA	m ²	643,14	35,30	22 702,84
03.03.03	JUNTA DE DILATACIÓN TECNOPOR 1" SELLADA CON ASFALTO	m	2 382,00	5,98	14 244,36
04	INSTALACIÓN DE TUBERIAS DE DRENAJE PLUVIAL				2 049 747,19
04.01	OBRAS PRELIMINARES				5 168,94
04.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m ²	2 382,00	0,68	1 619,76
04.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	2 382,00	1,49	3 549,18
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				398 489,76
04.02.01	EXCAVACIÓN PARA INSTALACIÓN DE TUBERIAS	m ³	5 516,67	31,50	224 700,84
04.02.02	CAMA DE ARENA PARA TUBERIA	m ³	252,58	110,82	27 990,92
04.02.03	RELLENO MANUAL	m ³	948,04	14,90	14 125,80
04.02.04	RELLENO MECANIZADO	m ³	2 892,85	22,13	126 440,64
04.02.05	ELIMINACIÓN DE MATERIA EXCEDENTE esp= 30%	m ³	613,31	8,53	5,231,57

04.03	INSTALACIÓN DE DESAGUE, COLECTOR Y SUBCOLECTOR				1 646 088,49
04.03.01	INSTALACIÓN DE TUBERIAS	m	2 476,50	7,65	18 222,30
04.03.02	DESAGUE PVC Ø 250mm	m	652,50	286,76	187 110,90
04.03.03	SUBCOLECTOR PVC Ø 315mm	m	765,50	488,88	374 237,64
04.03.04	SUBCOLECTOR PVC Ø 355mm	m	177,30	760,95	134 916,44
04.03.05	COLECTOR PVC Ø 450mm	m	681,70	1 283,00	789 943,10
04.03.06	COLECTOR PVC Ø 500mm	m	199,50	828,41	141 658,11
05	CONSTRUCCION DE BUZONES				131 632,73
05.01	OBRAS PRELIMINARES				117,80
05.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m ²	54,29	0,68	36,91
05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	54,29	1,49	80,89
05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				28 459,26
05.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA BUZÓN	m ³	576,32	31,50	18 154,08
05.02.02	RELLENO MECANIZADO	m ³	354,53	22,13	7 845,75
05.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIA EXCEDENTE esp= 30%	m ³	288,33	8,53	2 459,43
05.03	CONCRETO ARMADO BUZÓN				94 919,99
05.03.01	CONCRETO ARMADO BUZÓN f'c 210 kg/cm ²	m ³	142,68	215,00	30,676,20
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BUZÓN	m ²	1 082,81	35,30	38,223,19
05.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm ² Ø 12,70 mm	t	5,50	4 630,00	25,465,00
05.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm ² Ø 19,10 mm	t	0,12	4 630,00	555,60
05.04	VARIOS				8 135,68
05.04.01	AROS Y TAPAS DE CONCRETO	u	32,00	254,24	8 135,68
06	CONSTRUCCION DE SUMIDEROS				120 946,14
06.01	OBRAS PRELIMINARES				60,93
06.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m ²	28,08	0,68	19,09
06.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	28,08	1,49	41,84
06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				4 234,89
06.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA SUMIDERO	m ³	96,00	31,50	3 024,00
06.02.02	RELLENO MANUAL	m ³	38,40	14,90	572,16

06.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIA EXCEDENTE esp= 30%	m ³	74,88	8,53	638,73
06.03	CONCRETO ARMADO PARA SUMIDERO				32 036,88
06.03.01	CONCRETO ARMADO BUZÓN f'c 210 kg/cm ²	m ³	53,76	215,00	11 558,40
06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SUMIDERO	m ²	249,60	35,30	8 810,88
06.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm ² Ø 6,46 mm	t	0,48	4 630,00	2 222,40
06.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm ² Ø 12,70 mm	t	2,04	4 630,00	9 445,20
06.04	VARIOS				84 613,44
06.04.01	REJILLA DE FUNDICION DUCTIL	u	96,00	881,39	84 613,44
COSTO DIRECTO S/.					2 424 256,78
GASTOS GENERALES (10.00 %)					242 425,68
UTILIDAD (5 %)					121 212,84
SUB TOTAL					2 787 895,30
I.G.V (18 %)					501 821,15
A	VALOR REFERENCIAL				3 289 716,46
GASTOS DE SUPERVISIÓN (3.5 %) de CD					84 848,99
EXPEDIENTE TECNICO (5 %) de CD					121 212,84
SUB TOTAL					206 061,83
I.G.V. (18 %)					37 091,13
B	TOTAL				243 152,96
C	PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA (C= A+B)				3 532 869,41
SON: TRES MILLONES QUINIENTOS TREINTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y NUEVE CON 41/100 SOLES					

Fuente: Elaboración Propia.

6.5.4 Resultados del Análisis de costos efectividad

Se procedió a realizar el análisis de costo efectividad con las ecuaciones ya mencionadas en el capítulo 4.1.5. Análisis de costos efectividad.

En primera instancia obtuvo el VAC valor actual de los costos sociales netos (S/)

$$VAC = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+i)^t}$$
$$VAC = \frac{3\,532\,869,41}{(1+0,08)^{0,417}}$$
$$VAC = 3\,421\,289,92 \text{ soles}$$

Con los datos ya obtenidos en el presupuesto de obra del proyecto de investigación C_t , de 3 532 869,41 soles, con una tasa de descuento del inversionista por el proyecto i de 8.0 %, según además con la proyección de tiempo de ejecución del proyecto t de 05 meses o 0,417 años, con los datos ya mencionados se obtuvo el VAC de 3 421 289,92 soles

A continuación, se procedió a calcular el CE la ratio costo efectividad (S/hab)

$$CE = \frac{VAC}{IE}$$
$$CE = \frac{3\,421\,289,92 \text{ soles}}{4\,130,50 \text{ hab}}$$
$$CE = 828,30 \text{ soles/hab}$$

Una vez obtenido el VAC, asimismo el indicador de efectividad (hab), IE el cual se obtiene de multiplicación de la densidad poblacional de 150,20 (hab/ha) y el área del proyecto de 0,27 km² o 27,5 ha, el cual nos da un resultado de IE de 4 130,5 hab. Los datos obtenidos son reemplazados en la ecuación de CE obteniendo así el resultado del Análisis de costo efectividad el cual es de 828,30 soles por cada habitante en el área de drenaje del proyecto de investigación.

costos sociales netos

6.6 Discusión

Los datos faltantes se analizaron a partir del método de estaciones vecinas con el uso del software HEC 4, modelo de simulación desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica, Davis, California que contienen dentro sus algoritmos de rellenos de datos técnicas de regresión múltiple (HEC, 1971). La estación vecina fue la del distrito de Huasahuasi

Departamento de Junín del tipo Convencional - Meteorológica ubicada en la Latitud $11^{\circ}16'3.7''$ y Longitud $75^{\circ}38'20.8''$ con código 111030. En la tabla 13 se presentan los resultados de las precipitaciones faltantes.

En la figura 34 se muestran el comportamiento hiperanual de las lluvias mensuales de la estación Automática -Meteorológica de Tarma. Se observa que los meses de mayores precipitaciones superiores a la media hiperanual mensual de 7,55 mm es enero, febrero, marzo, abril y diciembre.

Se analizó la serie historia de las precipitaciones a partir de las 10 funciones estadísticas paramétricas y no paramétricas para evaluar su homogeneidad, estacionariedad o tendencia y salto mediante. Se demostró que existe homogeneidad a partir del Pvalor a un nivel de significación del 5 % que es mayor al valor Z; por tanto, se rechaza la hipótesis alternativa (H1) y se acepta la hipótesis nula (H0). Asimismo, a partir de los Test estadísticos Linear regression, Mann-Kendall y Spearman's Rho que manifestó que existe una tendencia al aumento de las precipitaciones según el histograma de precipitaciones anual histórica. Los resultados de bondad de ajuste a partir de las 8 funciones del análisis de Smirnov - Kolgomorov de la serie histórica de las precipitaciones mediante el software Hydrognomon v4 la función de mejor ajuste fue Pearson III.

Se aplicó el modelo matemático de Aparicio (1992) para la obtención de las curvas de Intensidad Frecuencia y Duración (IDF) que permite definir la ecuación en función del tiempo de periodo de retorno. La ecuación obtenida fue con un coeficiente de determinación de $R^2=0.995$. Las curvas IDF permitió determinar los hietogramas de frecuencia por el método de bloque alternos para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 30 años.

El tiempo de concentración en las 21 ecuaciones analizadas por el software SSPSS y metodología propuesta por Vélez (2010). Los resultados, indican un estimado del tiempo de concentración promedio para la microcuenca de 37.87 min. En la figura 43 se ha representado el diagrama de frecuencia de los tiempos de concentración reflejando en mayor frecuencia los valores inferiores a 50 minutos, con escasa representatividad de frecuencia aun las ecuaciones de Yoon y USGS con 87.13 min y 161.25 min respectivamente.

La modelación hidrológica por los métodos de SCS, Snyder y Clark con el uso del software HEC HM. El método de Clark refleja los valores menores, siguiéndole el de método SCS y posterior el método de Snyder con los mayores valores. El caudal para el periodo de retorno de 25 años por el método SCS se ajustan al método racional para un rango de variación del caudal de 2 %. Ávila et al., (2015) en su investigación llegaron a semejantes conclusiones. Avellaneda y Montalvo (2019) en su investigación concluyeron que, los métodos de H.U. SCS y Racional Modificado Temez, sobreestiman los caudales; el método de Snyder es el que genera caudales intermedios en comparación al resto de métodos, y el método de Clark, genera caudales menores, pero se ajusta mejor en periodos de retornos altos.

Bermeo et al., (2018) en su investigación alcanzaron que los caudales máximos obtenidos por los métodos de SCS, Snyder y Clark no presentan desviaciones significativas en los métodos, aunque no existió una estación limnimétrica en la subcuenca para calibrar directamente el modelo.

En la figura 52 se presenta el trazado del sistema de drenaje pluvial urbano por gravedad que fue desde el jirón Cusco, jirón Ucayali, el jirón Chanchamayo, jirón San Juan y jirón Asunción para una longitud total de 0,973 km de colectores principales. La modelación hidráulica de la red de drenaje por el programa SewerGEMS en condiciones de periodo estático y extendido cumplió con lo establecido en la norma CE.040 (2021). Se obtiene una caudal máximo de escurrimiento en periodo estático de 0,768 m³/s y 0,782 m³/s para un periodo de retorno de 25 y 30 años respectivamente. Sin embargo, se demostró la viabilidad la realización de la modelación para periodo extendido (escurrimiento real del agua en el sistema de drenaje) que permite la obtención de caudales máximos en la red de solo 0,111 m³/s minimizando la posibilidad de la ocurrencia de inundación en la zona y optimizando los recursos técnicos, económicos y medioambiental.

El sistema de drenaje pluvial que abarca un área efectiva hacia los sumideros de 0,275 km² se utilizaron tuberías de PVC con longitud total de 2 476,50 m, clasificados en tubería de desagüe al sumidero de 250 mm de diámetros y 652,5 m de longitud, en subcolectores con diámetros de 315 mm a 355 mm y colectores de 450 mm a 500 m con 1 824,00 m. Se colocaron 32 buzones de 1.20 m y 1.50 m de diámetro y 96 sumideros con eficiencia del 99,78 %. Los factores hidráulicos y estructurales cumplen estrictamente las condiciones de periodo estático y extendido con periodos de retorno de 25 y 30 años, tal como se muestra

en la tabla 25 y 26, así mismo se cumple con la velocidad mínima de 0.9 m/s del flujo en los colectores, cumpliendo así con lo establecido en la norma CE.040 (2021).

En la tabla 29 donde se localizan los parámetros de diseño de los buzones se concluye que para encontrarse en una zona irregular con pendientes del terreno superior al 3 %, la profundidad promedio de los buzones sobre los 3,00 m de profundidad, pero existen dos casos críticos de profundidad de los buzones el MH 4 y MH 7 con una profundidad de construcción de 12,21 m y 7,50 m. Los diámetros de buzones variaron entre 1,20 hasta 1,50 m, este último aplicado para los buzones cercanos al punto descarga producto al elevado caudal a transportar los cuales son superiores a los 80 l/s.

Los volúmenes de excavación de los colectores utilizados en la red de drenaje son de 5 516,67 m³, volumen relleno manual 948,04 m³, volumen relleno mecanizado 2 892,85 m³, volumen de tuberías 219,20 m³, volumen de la cama de arena 252,58 m³. Además, los volúmenes de excavación de los buzones es de 576,32 m³, volumen relleno mecanizado 354,53 m³ con volúmenes de concreto armado de 210 kg/cm² de 142,68 m³, área de madera de encofrado 1 082,81 m², acero de 12,7 mm de 5,50 t y acero de 19,10 mm de 0,12 t,

Los sumideros utilizados fue de tipo chico conectado a la cámara – S3* según Norma CE.040 (2021) anexo 13. La rejilla propuesta es de fundición dúctil articulada con marco rectangular de 299 x 650 mm y altura 100 mm. Rejilla de desagüe con clase de carga D-400 (carga de rotura 40 t), definida en la Norma UNE-EN 124.

6.7 Contratación de Hipótesis.

Hipótesis principal

La nueva proyección del sistema de drenaje pluvial en el área de 0,34 km² provocó un caudal máximo de circulación para un periodo de retorno de 25 años de 768,56 L/s y 111,41 L/s en periodo estático y periodo extendido respectivamente. En ambos casos, la red hidráulica evacua las aguas pluviales de forma eficiente sin que exista inundación en la zona. Además, las velocidades de circulación del flujo son superiores a 0,6 m/s y capacidad de las tuberías inferiores al 70%. Pero, existen algunos buzones que sus profundidades superan los 5 m, siendo necesario una construcción especial. En tal sentido, hipótesis general se cumple parcialmente.

Hipótesis secundarias

El levantamiento topográfico se realizó con el Dron phantom 4 pro v2, que permitió establecer 21 puntos de control y con estos obtener el plano topográfico a escala de 1:750 con curvas de nivel cada 1 m. La caracterización del suelo de Tarma según los expedientes consultados de la municipalidad y antecedentes demuestran que el tipo de suelo son firmes de depósitos aluviales sobre rocas con presencia de areniscas y limo. En tal sentido, se cumple parcialmente la hipótesis específica 1.

Se analizó la serie histórica de las precipitaciones con riguroso análisis estadístico de consistencia y homogeneidad; así como métodos empíricos e hidrológicos como métodos de caudal racional, SCS, Snyder y Clark, que integraron varias herramientas de Sistemas de Información Geográficos, Software estadístico SPSS v26 y HEC-HMS. En efecto, se brindan de forma coherente un grupo de variables hidrológicas. Por lo tanto, se ha demostrado el cumplimiento de la hipótesis específica 2.

Se realizó la modelación numérica con el software SeweGems en periodo estático y extendido que permitió el diseño adecuado del sistema de drenaje pluvial en el jirón Chanchamayo con estricto cumplimiento de la Norma CE.040. El mismo, incluye las variables topográficas, hidrológicas e hidráulicas evacuando un caudal total máximo de 114,42 l/s mediante tuberías de diámetros 250 mm a 500 mm con longitud total de tubería de 2 476,50 m y velocidades de flujo promedio 1,14 m/s. Por tanto, se ha demostrado el cumplimiento de la hipótesis específica 3.

Se determinó que el costo de efectividad fue de 828,30 soles por habitantes de acuerdo al análisis de metrado de la obra, costos sociales netos e indicador de efectividad. Por tanto, se ha demostrado el cumplimiento de la hipótesis específica 4.

6.8 conclusiones

Se delimitó un área para el levantamiento topográfico de 1,49 km², pero área de drenaje de 0,34 km² en el jirón Chanchamayo. Las características topográficas son de un relieve irregular con un fuerte desnivel de 218 m, pendientes que oscilan de 1 % a 30 % y tipos de suelos limo-arcillosos. La descripción geológica posee depósitos aluviales sobre rocas

metamórficas de la Formación excelsior que pertenece al Grupo Tarma-Copacabana (CsPita-co) se caracteriza por la presencia de areniscas, limo arcillitas oscuras y calizas que se exponen al este de la ciudad de Tarma.

Se determinaron las variables hidrológicas que permitieron el dimensionamiento del sistema de drenaje pluvial. La serie histórica de precipitaciones de 20 años fue homogénea con tendencia al aumento de las precipitaciones según los Test estadísticos Linear regresión, Mann-Kendall y Spearman's Rho. Se identificó los meses de mayores precipitaciones superiores a la media hiperanual mensual de 7,55 mm en los meses de enero, febrero, marzo, abril y diciembre. Además, la prueba de bondad de ajuste a partir del análisis de Smirnov - Kolgomorov la mejor función fue Pearson III con delta teórico de 0,075 que predice láminas máximas de precipitaciones de 18,64 mm a 29,58 mm con periodos de retornos de 2 a 30 años respectivamente.

Se aplicaron 21 métodos matemáticos para obtener el tiempo de concentración de la microcuenca y mediante la estadística descriptiva, diagrama de frecuencia y de investigadores se definió que el tiempo promedio de la máxima avenida es de 37,87 min. A su vez, genera caudales máximos de 0,71 a 1,05 m³/s para periodos de retorno de 2 a 30 años.

Se comparó el método racional y los métodos hidrológicos SCS, Snyder y Clark para obtener el caudal de escurrimiento lo más real posible en la microcuenca. El método de Clark alcanzó los menores valores, seguido por el método SCS y posterior el método de Snyder. El método hidrológico respecto al método racional propuesto por la Norma Técnica CE. 040 (2021) refleja una disminución de diferencia porcentual del caudal desde 3,67 % hasta un 7,30 %. Pero, el caudal para el periodo de retorno de 25 años por el método SCS se ajustan al método racional para un rango de variación del caudal de 2 %. Definiéndose como caudal de diseño para el sistema de drenaje pluvial 1,0 m³/s.

La modelación hidráulica de la red de drenaje en el programa SewerGEMS en funcionamiento por gravedad proporcionó la necesidad de utilización de tubería de 2 476,50 m de tuberías. En tubería de desagüe al sumidero fue de 250 mm de diámetros y 652,50 m de longitud, en subcolectores con diámetros de 315 mm a 355 mm y colectores de 450 mm a 500 m con 1 824,00 m de longitud a porcentajes de tirantes de agua 10,80 % a 52,50 %.

Fue necesario la colocación 32 buzones de 1,20 m y 1,50 m de diámetro, 96 sumideros con eficiencia del 99,78 % que logran evacuar en su conjunto 0,768 m³/s y 0,782 m³/s para un periodo de retorno de 25 y 30 años respectivamente. Además, los resultados del periodo estático las velocidades se encuentran en el rango 0,95 m/s a 5,5 m/s, pero en periodo extendido tienden a una disminución de 0,9 m/s a 1,97 m/s, en ambos casos se cumple con la norma CE.040 (2021).

Los sumideros utilizados fueron de cámara – S3* según Norma CE.040 (2021) con rejilla de fundición dúctil articulada con marco rectangular de 299 x 650 mm y altura 100 mm y clase de carga D-400 (40 t), definida en la Norma UNE-EN 124. Además, la cuneta triangular fue con las pendientes naturales de las calles entre 0,20 % a 25 %, de talud 1:2.5 y 1:1.5 con tirantes superficiales inferiores a 10 cm y velocidades mínimas de 0,6 m/s capaces de arrastrar los sedimentos y materiales sobre las cunetas. La excavación total y de relleno constituido por las tuberías, buzones y sumideros son de excavación 6 189,00 m³, volumen relleno manual 986,44 m³ y volumen relleno mecanizado 3 247,38 m³.

La matriz cualitativa de los impactos directos e indirectos del proceso constructivo del sistema de drenaje pluvial mostró como resultado en los impactos negativo directo el 68 %, el impacto negativo indirecto 15 %, el impacto positivo indirecto 13 % e impacto positivo directo solo el 4 %. Por otra parte, la matriz cuantitativa refleja valores moderadamente significativos de impactos negativos en el entorno social 13 a 50, pero predominan en su gran mayoría los impactos pocos significativos con valores de -13 a -25 en los impactos por accesibilidad peatonal y tránsito vehicular durante el proceso constructivo del sistema de drenaje pluvial muestran

6.9 Recomendaciones.

Se recomienda realizar un estudio del drenaje pluvial con colector principal desde el jirón Arica hasta el jirón Hermita Alta con punto de desfogue en el río Maniaco y segundo colector en la Avenida Bermúdez, que ocupa un área de 0,29 km². La misma no fue considerado en el estudio producto a que el caudal máximo de escorrentía necesita un diámetro máximo permisible para el río Tarma, el cual debe estar a la altura de 1 m sobre el pelo de agua del río.

Se recomienda realizar construcciones especiales para los buzones que superan los 5 m de profundidad como se muestra en el anexo 10. Asimismo, valorar desde el punto de vista técnico económico la viabilidad de una estación de bombeo de aguas pluviales.

Se recomienda para futuras investigaciones hacer un estudio de suelo más riguroso e integral para evaluar sus características como un perfil estratigráfico, la agresividad del suelo por los indicadores de el pH, la conductividad, sulfatos y cloruros. Además, la capacidad portante del suelo de fundación, su módulo de elasticidad y capacidad de absorción del terreno.

Se recomienda el estricto cumplimiento de las dimensiones hidráulicas y estructural para la construcción del sistema de drenaje pluvial en el jirón Chanchamayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agredo Cardona, G. A. (2013). *La Cuenca Urbana Como Unidad Territorial Para La Planificación Del Desarrollo Sostenible En Ciudades De Media Montaña Del Trópico Andino*. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Alfaro, M. J. M.; Carranza, C. J. L.; González, R. I. (2012). *Diseño Del Sistema De Alcantarillado Sanitario, Aguas Lluvias y Planta de Tratamiento de Aguas residuales para el Área Urbana del Municipio de San Isidro, Departamento de Cabañas*. Tesis Para Optar El Título De Ingeniero Civil. Universidad de El Salvador
- Aliaga Araujo Vito. 1983. *Tratamiento de datos Hidrometeorológicos*. Perú.
<https://www.hidrosm.com/2021/03/libro-hidrologia-tratamiento-de-datos.html>
- Aparicio, F. 1997. *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Balderas, México: Limusa. 303 p.
- Avellaneda Córdova, Anavella del Pilar y Montalvo Esquives, Kevin Mario (2019). *Análisis comparativo de los métodos Racional modificado Témez, Hidrogramas unitarios SCS, Clark y Snyder en la obtención de caudales máximos para las subcuencas Cañad y Alto Chancay Lambayeque – Cuenca Chancay Lambayeque*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Ávila, Herrera, N., Cárdenas, López. D., González, Leal. D. (2015). *Comparación de los Métodos Racional E Hidrograma Unitario para el cálculo de Caudales en Sectores Hidrológicos Rurales en El Departamento del Tolima*. Trabajo de Grado para Obtener el Título De Especialista en Recursos Hídricos. Universidad Católica de Colombia.
- Ayuso, J.L. (2017). *Análisis de series temporales de datos ambientales: Detección de tendencias / cambios*. Universidad de Córdoba.

- Ayuso, J.L. (2019). *Análisis de la intensidad y erosividad de la lluvia y su distribución anual en Andalucía Oriental*. TFC
- Baquero, L., & Vanegas, W. (2018). *Optimización del sistema de alcantarillado pluvial de la carrera doce entre las calles sexta y primera en el municipio de Chía-Cundinamarca, diseñando un tanque de tormenta, con el fin de minimizar inundaciones*. Artículo Científico, Cundinamarca, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22380/1/ARTICULO%20CIEN TIFICO%20DE%20LA%20TESIS.pdf>
- Bermeo, A. S., Hernández, R. A., Esperanza, L. Heidy. (2018). *Estimación de los caudales máximos y caracterización Morfométrica de la subcuenca del cauce en el sector Hidrodependiente del municipio de San Francisco – Cundinamarca*. Trabajo de Grado para Obtener el Título De Especialista en Recursos Hídricos. Universidad Católica de Colombia.
- BOLETÍN INFORMATIVO N° 2035 / 01-ABRIL-2021 / HORA 4:00 PM.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1764558/Bolet%C3%ADn%20Infor mativo%20de%20Emergencias%20N%C2%B0%202035.pdf>
- Breña Puyol, A. (2003). *Hidrología Urbana*. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana. Obtenido de <http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/>
- Bucheli Coronel, A. O. (2011). *Sistema de alcantarillado para el barrio La Palma, Parroquia de Puenbo*. Tesis de pregrado. Carrera de Ingeniería Civil.
- Butler, D., Davies, J. W. (2011). *Urban Drainage*. 3rd Ed. Taylor & Francis, Ed. Oxon. Castro, C. F., La Motta, E.J. (2020). Graphical design tools to determine the minimum self-cleansing slope in small diameter sanitary sewers. *Ingeniería del agua*, 24(1), 49-63. <https://doi.org/10.4995/Ia.2020.12260>

- Cabrera, O. (2014). *Propuestas ante la cruda realidad de José Leonardo Ortiz*. Correo. Retrieved from <http://diariocorreo.pe/ciudad/propuestas-ante-la-cruda-realidad-dejose-le-2981/>
- Cahuana, A.A.; Weimar, Y. M. 2009. *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233*. Facultad de ciencias y tecnología. Universidad Mayor De San Simón. Cochabamba – Bolivia
- Campos, A. *Procesos del Ciclo Hidrológico*. 2 ed., México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, pp. 33-34, 1992.
- Cerignoni, F.J. y Rodrigues, V., (2015). *Análisis morfométrico de la microcuenca “C” núcleo Cunha, São Paulo, Brasil*. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 41: 355-366 (12 pages).http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/article/view/17401
- Chereque Morán, W. (1989). *HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- CHOW, V.; MAIDMENT, D.; MAYS, L. 1994. *Manual de Hidrología Aplicada*. Santafé de Bogotá, Colombia: Mc Graw-Hill. 584 p.
- CNA (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Alcantarillado Pluvial*. www.cna.gob.mx
- CNA (Comisión Nacional del Agua) (s/f). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado*. www.conagua.gob.mx
- CNA, Comisión Nacional del Agua (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Alcantarillado pluvial*. México. www.cna.gob.mx
- COEN – INDECI (2021). *Precipitaciones pluviales en el Distrito de Tarma – Junin*. Pag 3. <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2021/02/REPORTE->

PRELIMINAR-N%C2%BA-437-10FEB2021-PRECIPITACIONES-PLUVIALES-
EN-EL-DISTRITO-DE-TARMA-JUNIN1.pdf

COEN (2021) *Boletín Informativo N° 2035 / 01 abril del año 2021*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1764558/Bolet%C3%ADn%20Informativo%20de%20Emergencias%20N%C2%B0%202035.pdf>

Compendio de Normatividad del Sistema Nacional de Inversión Pública (2015). *Ministerio de Economía y Finanzas. Dirección General de Inversión Pública – DGIP. Dirección de Normatividad*.
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/COMPENDIO/COMPENDIO_DE_NORMATIVIDAD_DEL-SNIP.pdf

CONAGUA (2007). *“Manual de Alcantarillado Pluvial”*. De la Comisión Nacional del Agua y la secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

Córdova Gutiérrez, D. E. (2016). *Determinación del parámetro hidrológico número de curva en la cuenca de la quebrada El Batán, usando técnicas S.I.G y percepción remota*. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar el Título de Grado en Ingeniería en Geología. Carrera de Ingeniería en Geología. Quito: UCE. 219 p.

Correa, K.; Avalos, G.; Cubas, F.; De la Cruz, G.; Díaz, A., (2020). *Orientaciones para el análisis del clima y determinación de los peligros asociados al cambio climático*. Nota Técnica N° 001-2019/SENAMHI/DMA SENAMHI-Perú. 1-30 (30 pages).
<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-12.pdf>

Cubides, E., & Santos, G. (2019). *Control de escorrentias urbanas mediante Siste,a Urbanos de drenaje sostenible (SUDS): PozoS/zANJAS. 12(24), 32-42. Entre ciencia e ingeniería*. doi:<https://doi.org/10.31908/19098367.3813>

CUTI, M, K. L. (2018). *Drenaje pluvial urbano en la localidad de Espinar, Provincia de Espinar, región Cusco*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

- Dávila, V. O. (2013). *Drenaje Pluvial de la Ciudad de Juliaca. (Tesis de Máster). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona. España: Universidad Politécnica de Cataluña.*
- Díaz, T. A. R. (2015) *Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para el Reparto Capiro del Municipio de Santa Clara empleando el Software SewerUp.* Trabajo de Diploma. Facultad de Construcciones. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.
- Dolz, J., & Gómez, M. (1994). *Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores. Catalunya.* Universitat Politècnica de Catalunya - Departamento de Ingeniería, Hidráulica y medioambiente. <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/4141/article3.pdf>
- Domingos, S. D. (2015). *Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial, empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda.* Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
- Domínguez, T. I. (2018). *Cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de sistemas de Drenaje pluvial urbano en zonas de Huancavelica, Junín y Ayacucho.* Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, que presenta el bachiller. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima Perú.
- Domus Consultora Ambiental. (s.f.). *EIA para la Perforación de Ocho Pozos Exploratorios y Programa de Adquisición Sísmica 3D en el Lote 76.* Perú.
- Durman. (2017). *Especificaciones Técnicas.* Obtenido de Manual Técnico de Productos: <http://www.nacion.com/netinc/VIEJOS/durman/matec/capitulo02.html>
- EPA *SWMM-Manual de usuario.* Universidad de Valencia. [en línea]. Bogotá [Citado: 13, octubre, 2017]. Disponible en Internet: http://www.instagua.upv.es/swmm/descargas/Manual_SWMM5vE.pdf

- Espíritu Espíritu, H. (2006). *Evaluación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Huaraz*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- EULA. 1993. *Programa Interuniversitario. Di Ricerca Scientifica Applicata e Formazione. "Gestión de los recursos hídricos de la cuenca del río Bío-Bío y del área marina costera adyacente"*. Universidad de Concepción. Concepción. Chile. 600 p
- Fernández Pérez, I. (2009). *Diseño asistido del sistema de sumideros de una población. Cataluña*. UPC-Universitat Politècnica de Catalunya. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/8789/00.pdf>
- Fuentes Junco, J. A. (2004). *Análisis Morfométrico de Cuencas: Caso Estudio del parque Nacional Pico de Tancítaro*. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas.
- García, H. Y; Montoya, L. N.; Rodríguez, H. I. D. (2013). *Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción-Masaya*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua <https://repositorio.unan.edu.ni/5008/1/94342.pdf>
- García Velázquez, J. (2012). *Sistema de Captación y Aprovechamiento Pluvial para un Ecobarrio de la Cd. de México*. Tesis para obtener el grado de maestro. Facultad de Ingeniería. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- GEIPI, *Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería 2007*. Curso Nacional de Redes de Alcantarillado. Camaguey, Cuba.
- Gómez Valentín, M. (2007). *Hidrología Urbana*. Barcelona: Dep. de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental. UPC.
- Gómez Valentín, M., & González González, J. (1999). *Una Metodología de Selección de Imbornales y de Cálculo del Caudal Captado en Viales Urbanos*. Ingeniería Civil CEDEX. Revista Ingeniería Civil(114). Obtenido de Ingeniería Civil CEDEX:

- Gómez, J., Villasís, K., & Miranda, M. (2016). *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. Revista Alergia México, 63(2), 201-206. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- González, S. L.; Jorge, P. M., Matínez, R. J. Marrero, L. N. (2000). *Bienvenido, Hidrología superficial para ingenieros*. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. La Habana. Cuba.
- Guevara, H. L. (2016). *Metodología de la investigación*. Lima, Perú. Separata.
- Herbas Torrico, B. C., & Rocha Gonzales, E. A. (2018). *Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas*. Revista *Perspectivas*, pp. 123-160. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso
- Hernández Jiménez, M. D. (2018). *Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal*. Tesis de licenciatura, UNIVERSIDAD DE PIURA, Piura, Perú. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3714/ICI_264.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, S. R., Fernández, C., Baptista, P. L.(2014). *Metodología de la investigación*. (6a. Edición). México D.F.: McGraw-Hill. <https://aulavirtual.ucss.edu.pe/course/>
- Horton, R. E., (1932). *Drainage basin characteristics*. *Trans. Am. Geophys. Unions*. 13: 350-361 (12 pages). <https://connect.agu.org/hydrology/vhp-scope/roberthorton>
- Horton, R.E., (1945). *Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrological approach to quantitative morphology*. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 56: 275-370 (96 pages). <https://connect.agu.org/hydrology/vhp-scope/roberthorton>
- INDECOPI *Reglamentos Técnicos y Comerciales* -. Diario Oficial "El Peruano".

- Izquierdo, P. A. & Zeña, S. L. (2019). *Diseño del drenaje pluvial urbano de la zona urbana del distrito de Santa Cruz, Provincia de Santa Cruz, Departamento de Cajamarca, 2017*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Señor de Sipán. Obtenido de http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6647/Izquierdo%20P%C3%A9rez%20Anderson%20Hern%C3%A1n%2026%20Ze%C3%B1a%20Samp%C3%A9n%20Junior%20Leandro_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Julio, F. D. P.; Angulo, E. D. A. (2020). *Análisis comparativo de los métodos Constructivos sin zanja en rehabilitaciones de Redes de alcantarillado, Santiago de Surco*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3722>
- López, C. R. A. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela, Colombiana de Ingenieros, 2003. p. 56.
- López, D., y Sánchez, S. (2006). *Técnicas De Recolección de Datos en Entornos Virtuales más Usadas En La Investigación Cualitativa*. 24(1), 205-222. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283321886011>
- López, F. L. (2016). *Diseño hidráulico de un sistema de alcantarillado pluvial para el poblado de Pogolotty municipio Ciro Redondo*. Tesis para la obtención del título de Ingeniero Hidráulico. Universidad de Ciego de Ávila, Cuba.
- Maraví, A. F.; Melchor, A. L. (2020). *La mitigación de inundaciones del río Ica*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Ricardo Palma. Lima Perú.
- Mays, L. W. (2001). *Stormwater Collection Systems Design Handbook. [Manual de diseño de Sistemas de Recolección de aguas pluviales]*. Arizona State University: McGraw-Hill.
- Méndez de los Santos, N., Rodríguez Jiménez, C., & López Ocaña, G. (2018). *La innovación alternativa inminente en los sistemas de drenaje pluvial para minimizar las inundaciones*. KUXULKAB, 05-17.

- Mendoza, O. (2005). *Implementación de un Modelo De Drenaje Urbano que considere el Transito en Vertientes y en las Estructuras de Drenaje comúnmente usadas en el País*. (Tesis para Optar al Grado de Magister Scientiae en Recursos Hidráulicos). Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. MTC (2011). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima: Dirección de Estudios Especiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Miranda Naranjo, S., & Pachar Cando, J. (2012). *Diseño del Drenaje Superficial de Calles, en el Proyecto Vial Sector 3, de la Parroquia Pascuales, Ubicado entre el Km 18 y Km 22 de la Vía Perimetral (Av. 56 N-O), Utilizando El Software SWMM de la Environmental Protection Agency (EPA)*. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 07 de Mayo de 2016, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/24648>
- NC 1239:2018. *Especificaciones para el diseño y construcción de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial urbano. 1 edición abril 2018*. Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu
- Nogales, S. S.; Quispe, A. D. (2009). *Material de apoyo didáctico de “diseño y métodos constructivos de sistemas de alcantarillado y evacuación de aguas residuales” para la materia de ingeniería sanitaria II*. Trabajo para Optar al Diploma Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia.
- Norma 5.2 IC: 2016. *Drenaje superficial de la construcción de carretera*. Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero.
- Norma CE.040. (2021). *Drenaje Pluvial Urbano*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones, Título II–Habilitaciones Urbanas. Diario Oficial "El Peruano".

- Norma OS.070. (2019). *Redes de aguas residuales*. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Núñez-Flores, M. I. (2007). *Investigación Educativa. Las Variables: Estructura y función en la hipótesis*.
http://200.62.146.19/bibvirtualdata/publicaciones/inv_educativa/2007_n20/a12v11n20.pdf
- Ojeda, et al., (2020) *Drenaje pluvial sostenible. Una alternativa de gestión del agua de lluvia en la Universidad de Sonora*. Revista Contexto. Vol. XIV. N°. 20. DOI: <http://dx.doi.org/10.29105/contexto14.20-4>
- Ortíz, V. O., (2004). *Evaluación hidrológica. Revista Hidro Red Latinoamericana de Micro Hidroenergía, 2: 1-16. (16 pages)*. <https://idoc.pub/documents/hidrored-generacion-caudales-6ngexq5qgklv>
- Osejos, M. M.; Merino, C. M.; Merino, C. M. (2018). *Environmental impact of sewage system in the cita del «3 may» Jipijapa City – Ecuador*. Rev. del Instituto de Investigación FIGMMg-unMsM vol 21 n° 41, 2018: 61 - 74 Issn-l:1561-0888.
- Pascual, A. S. (2016). *Diagnóstico y estudio de soluciones de la red de colectores de la pedanía de la torre*. Trabajo de Fin de Máster. Universidad de Valencia. España.
- Peralta. Vital, José. Luis; Gil-Castillo, Reinaldo; Fleitas-Estévez, Gema Gretel; Dapeña, Cristina; Valdés-González, Lourdes. (2013). *Hidrología isotópica: herramienta nuclear en apoyo a la conservación de los Recursos hídricos en la subcuenca Artemisa-Quivicán*. Ciencia en su PC, núm. 2, pp. 1-14. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba, Cuba.
- Pérez Wiechers, M. J. (2014). *Revisión de un Sistema de Alcantarillado Pluvial trabajando como una Red de Drenaje*. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). División de Ingenierías Civil y Geomática. México,D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Pineda García, A. G. (2006). *Diseño De Alcantarillado Pluvial En La Cabecera Municipal Y Propuesta De Mejoras Al Sistema De Abastecimiento De Agua Potable De La Aldea El Rosario, Municipio De San Miguel Dueñas, Sacatepéquez*. Trabajo de Graduación. Facultad de Ingeniería. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2633_C.pdf
- Pizarro Tapia, R., Abarza Martínez, A., & Flores Villanelo, J. P. (2001). *Análisis Comparativo de las Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) en 6 Estaciones Pluviográficas (VII Región del Maule, Chile)*. Chile: Facultad de Ciencias Forestales - Universidad de Talca.
- Plan de Desarrollo Urbano 2014 – 2024. *Memoria Descriptiva – Diagnostico Urbano*. Municipalidad Provincial de Tarma.
- Pulido Polo, M. (2015). *Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica*. Revista científica, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>
- Quito Tuya, J. G. (2001). *Estudio del Sistema de Drenaje Pluvial en los Barrios Pedregal Bajo, Villón Alto y Villón Bajo*. (Tesis Profesional). Universidad Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz.
- Rendón, Dávila Víctor Oscar. (2013). *Drenaje pluvial ciudad Juliaca (Sector Los Virreyes) - Puno- Perú*. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://books.google.com.pe/books?id=TyY2ywEACAAJ>
- RESOLUCIÓN N°082-2018-UCSS-FI/CF de fecha 30 de mayo 2018. Gubler S, S.; Rossa, A.; Avalos, G.; Brönnimann, S.; Cristobal, K.; Maspoli, M. C.; Dapozzo, M.; Van der, A. E.; Escajadillo, Y.; Flubacher, M.; Garcia, T.; Imfeld, N.; Konzelmann, T.; Lechthaler, F.; Liniger, M.; Quevedo, K.; Ramos, H.; Rohrer, M.; Schwierz, C.; Sedlmeier, K.; Spirig, C.; de Ventura, S.; Wüthrich, B., (2020). Twinning SENAMHI and MeteoSwiss to co-develop climate services for the agricultural sector in Peru, Climate Services, 20: 1-13 (13 pages).

- Rivadeneira Molina, J. (2012). *Diseño Del Sistema De Alcantarillado Pluvial Del Barrio “La Campiña Del Inca” Cantón Quito, Provincia De Pichincha*. Tesis para titulación. Escuela De Ingeniería Civil. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
- Rodrigues, V.A., Cardoso, L.G., Pollo, R.A., Ré, D.S., Pissarra, T.C., Valle Júnior, R.F., 2013. *Análise morfológica da microbacia do Ribeirão das Araras*. Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, 21, 25-37
- Rodríguez, C. Y. (2015). *Diseño la red de alcantarillado sanitario del Reparto Capiro*. Universidad Marta Abreu de Santa Clara. La Habana. Cuba
- Rodríguez, M. J., García, U, C., García, U. J. (2016). Rev. *Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia*. Revista salud pública. 18 (5): 738-745, DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rsap.v18n5.54869>.
- 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*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú
- Rojas, L. (2017). *Análisis de los parámetros fluviales en el transporte de sedimentos, en el Anexo de Vilcatoma, aplicando un Modelo Hidraulico*. Huancayo. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Peruana los Andes.
- Ruíz, L. D. (2011) *Diseño del sistema de alcantarillado Pluvial para el Barrio Panguintza, Cantón Centinela del Cóndor Provincia de Zamora Chinchipe*. Investigación para optar por el título de Ingeniero Civil en la Escuela Politécnica Nacional de Quito. Ecuador. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4274>
- Sáenz, G. M. (1999). *Hidrología en la Ingeniería*. Alfaomega, Colombia.
- Salas, Flores. Elias. Elmer. (2014). *Análisis de tendencia de la temperatura y precipitación pluvial mensual en la cuenca del río Illpa, Puno*. Tesis Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional del Altiplano.

- Sánchez Flores, F. A. (2019). *Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos*. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, Lima. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2223-25162019000100008&script=sci_arttext
- Schumm, S. A., (1956). *Evolution of drainage systems and slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey*, *Bulletin of the Geol. Soc. Am*, 67: 597-646 (50 pages). <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/articleabstract/67/5/597/4811/EVOLUTION-OF-DRAINAGE-SYSTEMS-AND-SLOPES-IN?redirectedFrom=fulltext>
- Segerer, C. D., & Villodas, R. (2006). *Hidrología*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo. Argentina.
- SENAMHI (2021). *Perspectivas para el periodo febrero -abril 2021. Informe Técnico N°01-2021/SENAMHI-DMA-SPC*. <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/756>
- Strahler, A. (1964) *Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks*. In: Chow, V., Ed., *Handbook of Applied Hydrology*, McGraw Hill, New York, 439-476.
- TÉMEZ, J. 1978. *Cálculo Hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales*. Dirección General de Carreteras. Madrid. España. 111p.
- Torres, D. L. (2013). *Métodos de diseño en redes de alcantarillado: ¿qué se usa hoy En día?* Proyecto de Grado Ingeniería Civil. Universidad de los Andes.
- Urbano Broncano, S. V. (2017). *Diseño alternativo de un sistema de drenaje pluvial para las avenidas Antonio Raymondi y Mariscal Luzuriaga en la ciudad de Huaraz*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional Santiago Antúñez De Mayolo. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1906>

Vargas Cordero, Z. R. (2009). *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia*. Revista Educación, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

Vargas, P. (2009): *El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú*, Central Reserve Bank of Peru, D.T. N°2009-14 available at: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2009/Documento-de-Trabajo-14-2009.pdf>

VILLÓN BEJAR, Máximo (2012). *Hidroesta, software para calculo hidrológicos y estadísticos aplicados a la Hidrología*. En: XI Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola

Yañez. P, P. E. (2014). *Eficiencia Del Sistema De Drenaje Pluvial En La Av. Angamos Y Jr. Santa Rosa*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte, Perú.

Zabalza. Ojer, Idoida. (2019). *Análisis de tendencias de las variables Asociadas a la precipitación en Gipuzkoa*. Universidad Pública de Navarra.

ZEE (2015). *Memoria descriptiva del estudio geológico del departamento de Junín*.

ANEXOS

ANEXO 1. Carta de solicitud de las precipitaciones diarias mensuales



*"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"*

Huancayo, 01 de febrero del 2021

Carta N° 01 - 2021- SENAMHI/DZ11-JUNIN

Señor:
NOE GABRIEL MANDUJANO SALCEDO

Presente. -

Asunto : Alcance de información de Precipitación Máxima 24 Horas de la estación CO Tarma

Ref. : Formato de Solicitud, con fecha 14 de enero del 2020

Por el presente, en atención a su requerimiento, se hace alcance de la información de precipitación máxima en 24 horas de la estación meteorológica de categoría Climatológica Ordinaria CO – Tarma, desde el año 2000 hasta el 2020.

La información se entrega gratuitamente y que será utilizado únicamente en el proyecto de tesis de investigación intitulado "Diseño Alternativo del sistema de drenajes pluviales como solución a las inundaciones urbanas en la ciudad de Tarma", cualquier uso diferente será de su entera responsabilidad.

Firma Digital
 Firmado digitalmente por SANCHEZ PAUCAR Eusebio Rolando FAU
20131365028 soft
Módulo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.02.2021 09:38:39 -05:00

EUSEBIO ROLANDO SANCHEZ PAUCAR
METEOROLOGO
ASISTENTE HIDROMETEOROLOGICO
Dirección Zonal 11 – JUNIN
Servicio Nacional de Meteorología e
Hidrología del Perú – SENAMHI

ANEXO 2. Coeficientes de escorrentía.

CARACTERÍSTICA DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
ÁREAS DESARROLLADAS							
Asfáltico	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/Techo	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Promedio, 2 – 7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto menor del 50 al 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2 – 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Promedio, 2 – 7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente superior a 7%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
ÁREAS NO DESARROLLADAS							
Área de Cultivos							
Plano, 0 - 2%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Promedio, 2 – 7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente superior a 7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales							
Plano, 0 - 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2 – 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques							
Plano, 0 - 2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Promedio, 2 – 7%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente superior a 7%	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Fuente: Norma Técnica CE.040 (2021)

ANEXO 3. Registro de Precipitaciones Máximas en 24 horas

ESTACIÓN TARMA

DEPARTAMENTO: JUNIN

PROVINCIA: TARMA

Distrito: Tarma

Latitud 11°23'48.19"

Longitud 75°41'23.69"

Altitud 3025 m s.n.m.

Tipo: Automática – Meteorológica

Código: 47257764

Estación pluviométrica EMA TARMA

AÑO	ENE	FEBRE	MAR	ABR	MA	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DICIE
2001	8,5	22,4	10,9	4,3	15	1,7	1,8	4,4	0,9	5,6	0,3	S/D
2002	1,7	21,6	12,1	8,2	3,3	0	5,7	1,6	5,4	10,4	9,4	3,9
2003	6,7	8,5	15,9	12	2,8	2,2	1,4	3,6	5,1	4,7	3,2	8,5
2004	11	11,1	5,6	4,3	2,6	2,4	9,2	1,4	0,4	4,4	2,9	6,8
2005	5,9	1,6	4,1	1,5	0,5	0	3,1	1,6	1,9	8,7	8,7	17,9
2006	22,4	12,2	11,8	14,2	0,1	3,3	S.R	3,6	2	10,3	10,7	8,5
2007	9,2	28,7	13	2,5	9,5	0	5,2	1	0,5	17,2	5,7	S.R
2008	S.R	S.R	S.R	12,5	4,2	1,2	0,1	0,9	5,2	7,4	2,3	13,8
2009	15,8	13,9	5,7	16,2	4,5	0,2	2,7	6,4	1,7	4,6	13,6	13,8
2010	11,4	11,3	11,3	9,9	2,5	1,3	0,7	2,8	4,8	14,9	4	12
2011	13,9	18,2	13,9	5,9	2,9	1,1	1,8	2,6	S.R	2,7	6,6	17,4
2012	12,2	0	8,5	15	1,1	0	4,3	5	6,3	6,2	6,4	12,3
2013	10,9	20,7	12,3	3,6	2,1	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R
2014	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	0,9	4,6	2,7	6	3,1	7,1	12
2015	5,3	10,7	7,9	9,7	7,5	0,4	32	4,1	4,1	2	15	8
2016	9,7	5,8	15	19,2	0,6	1,2	4	0,2	2,7	8,8	3,6	5,2
2017	12,9	18,2	13,5	4,6	10,3	0	0	0	0	15	0	0
2018	0	S.R	S.R	S.R	10,9	1,5	0	0	0	9,1	20	17,3
2019	10,3	21,9	24	9,5	3	2,2	0,9	1,2	7,6	16,2	3,5	12

Fuente: Estación pluviométrica EMA TARMA, SENAMHI

ANEXO 4. Clasificación de impacto.

Calificación de Intensidad (IN)

Intensidad	Valor	Descripción
Baja	1	Afectación mínima
Media	2	Afectación media
Alta	4	Afectación alta
Total	12	Destrucción total del área de influencia

Fuente: Domus, Consultora Ambiental

Calificación de la Extensión (EX)

Extensión	Valor	Descripción
Puntual	1	Efecto localizado
Parcial	2	Efecto apreciable en el entorno
Total	4	Efecto generalizado

Fuente: Domus, Consultora Ambiental

Calificación del Momento (MO)

Momento	Valor	Descripción
Largo plazo	1	Tiempos mayores a 2 días
Medio Plazo	2	Tiempos menores a 1 día
Corto Plazo	3	Tiempos menores a 6 horas

Fuente: Elaboración propia

Calificación de la Persistencia (PE)

Persistencia	Valor	Descripción
Momentáneo	1	La duración del impacto es menor a 6 h.
Temporal	2	La duración es de 6 h. a 2 días
Persistente	3	La duración supera los 2 días

Fuente: Elaboración propia

Calificación de Reversibilidad (RV)

Reversibilidad	Valor	Descripción
Corto plazo	1	Recuperación inmediata
Medio plazo	2	Recuperación entre 1 a 2 días
Irreversible	3	No se pueden recuperar

Fuente: Elaboración propia

Calificación de Sinergia (SI)

Sinergia	Valor	Descripción
Simple	1	No hay sinergia
Moderado	2	Sinergia moderada
Muy Sinérgico	4	Alta sinergia

Fuente: Domus, Consultora Ambiental

Calificación de Acumulación (AC)

Acumulación	Valor	Descripción
Simple	1	Acción individualizada
Acumulativo	4	Se incrementa la magnitud con el tiempo

Fuente: Domus, Consultora Ambiental

Calificación del Efecto (EF)

Efecto	Valor	Descripción
Indirecto	1	Producido por un impacto anterior
Directo	4	Relación causa efecto directo

Fuente: Domus, Consultora Ambiental

Calificación de la Periodicidad (PR)

Periodicidad	Valor	Descripción
Irregular	1	El efecto se repite de manera irregular
Periódico	2	El efecto se repite de manera regular
Continuo	4	Efectos continuos en el tiempo

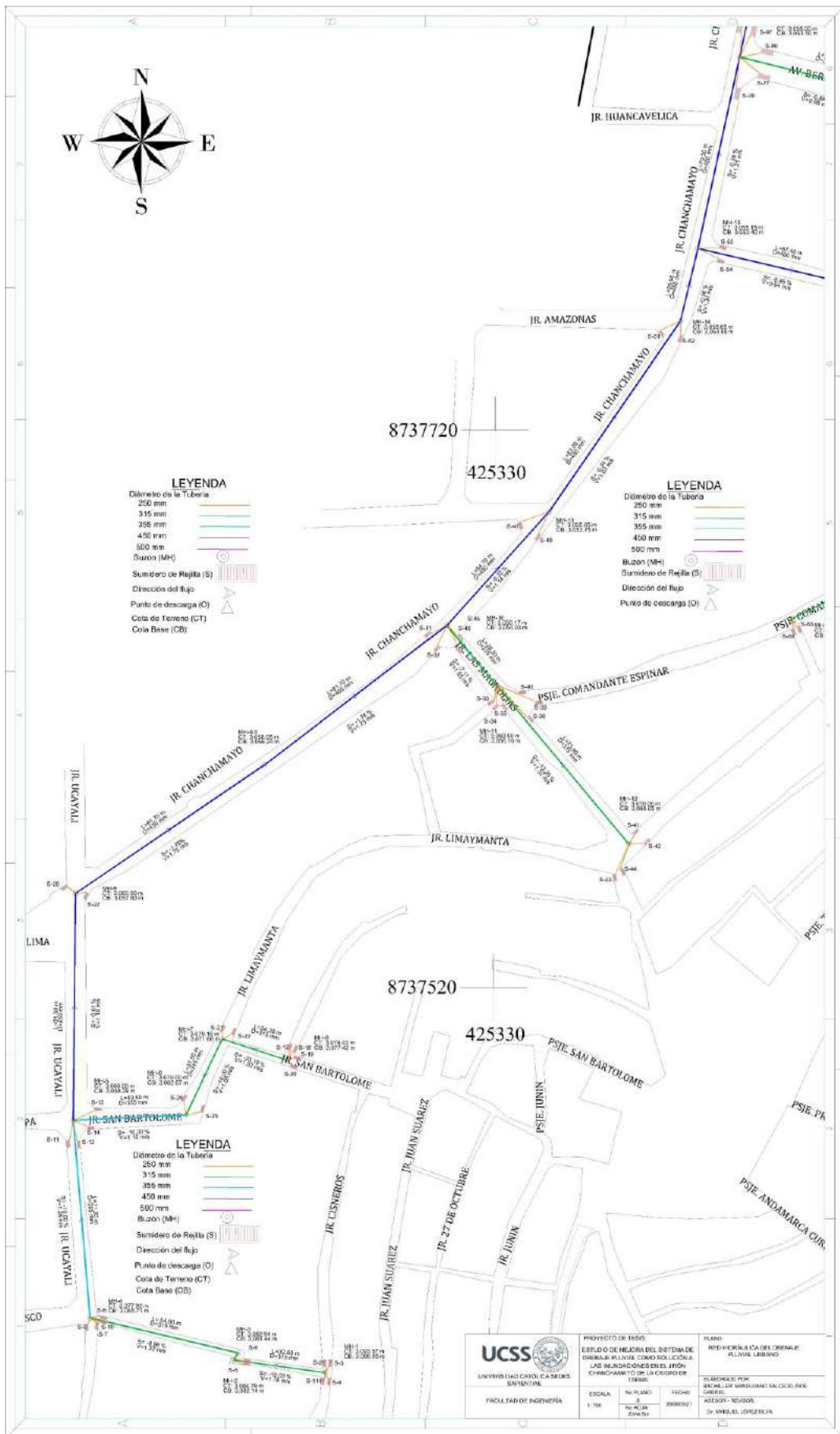
Fuente: Domus, Consultora Ambiental

Calificación de la Recuperabilidad (MC)

Recuperabilidad	Valor	Descripción
Corto plazo	2	Recuperable en menos de 1 día
Medio plazo	3	Recuperable en 1 a 2 días
Largo plazo	4	Recuperable más de 2 días
Irrecuperable	8	No se puede reparar

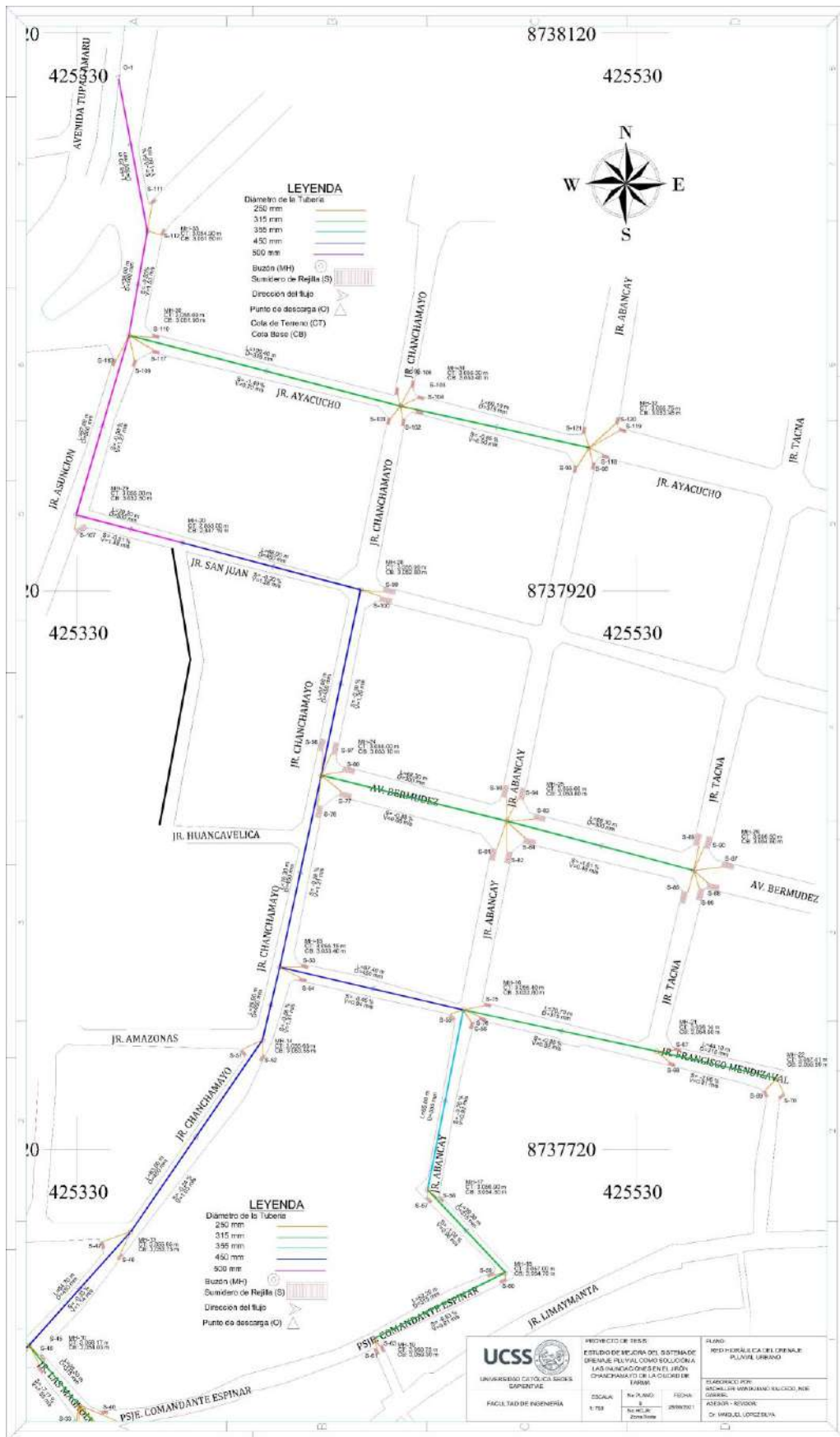
Fuente: Domus, Consultora Ambiental

ANEXO 5. Red Hidráulica de Drenaje pluvial zona sur



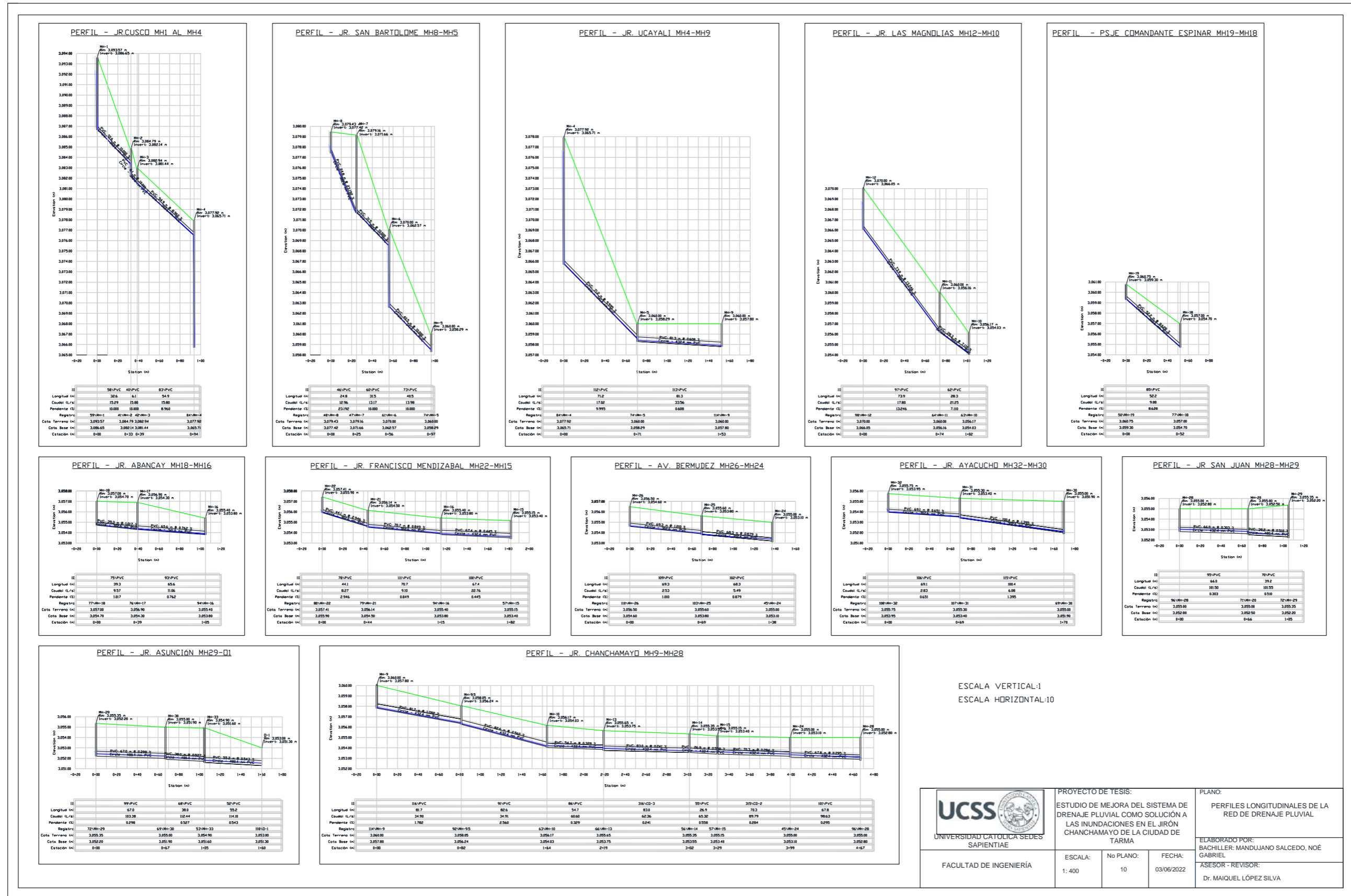
Fuente: *Elaboración propia.*

ANEXO 6. Red Hidráulica de Drenaje Pluvial, zona norte



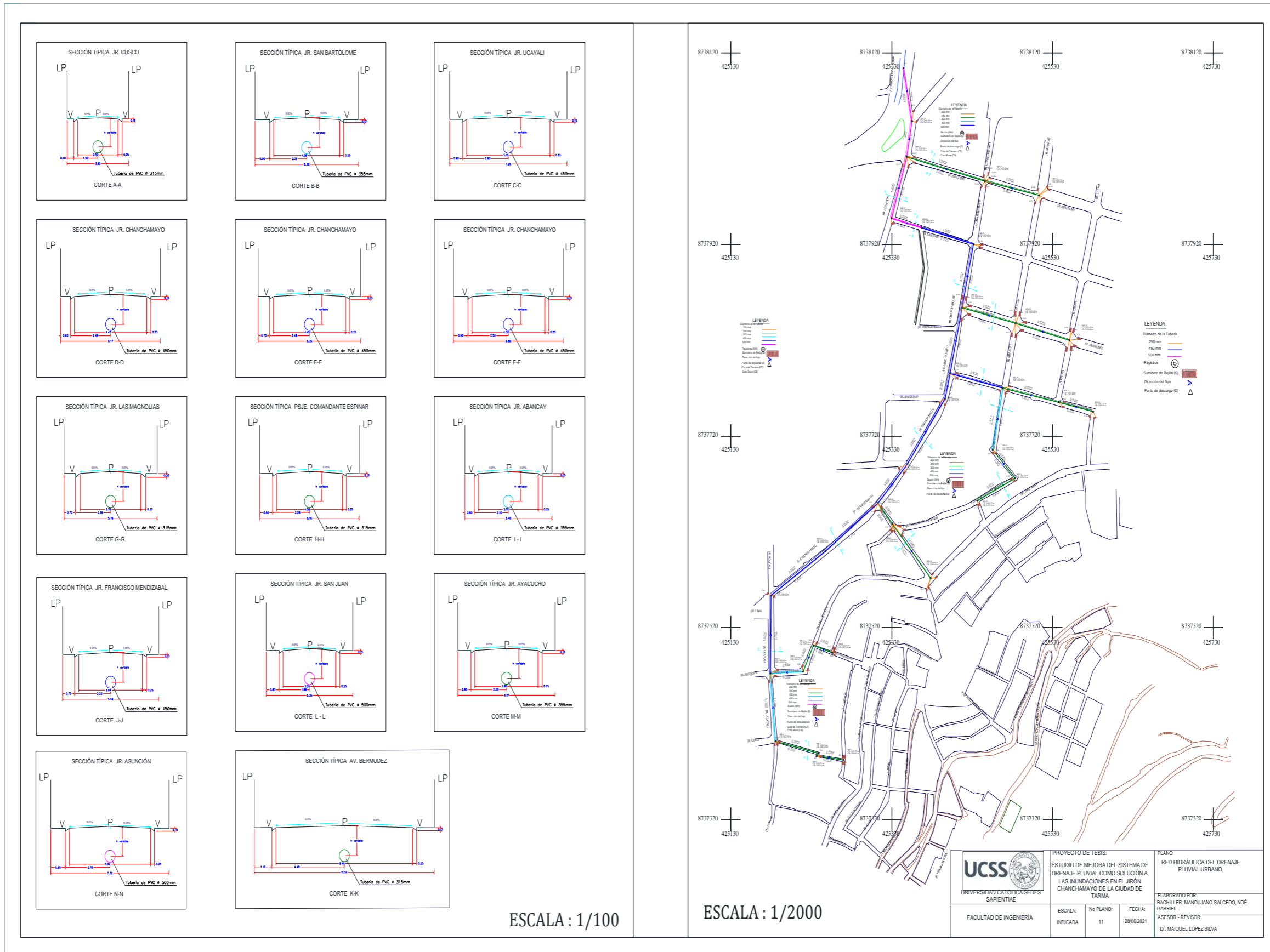
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 7. Perfiles longitudinales de la red de drenaje pluvial.



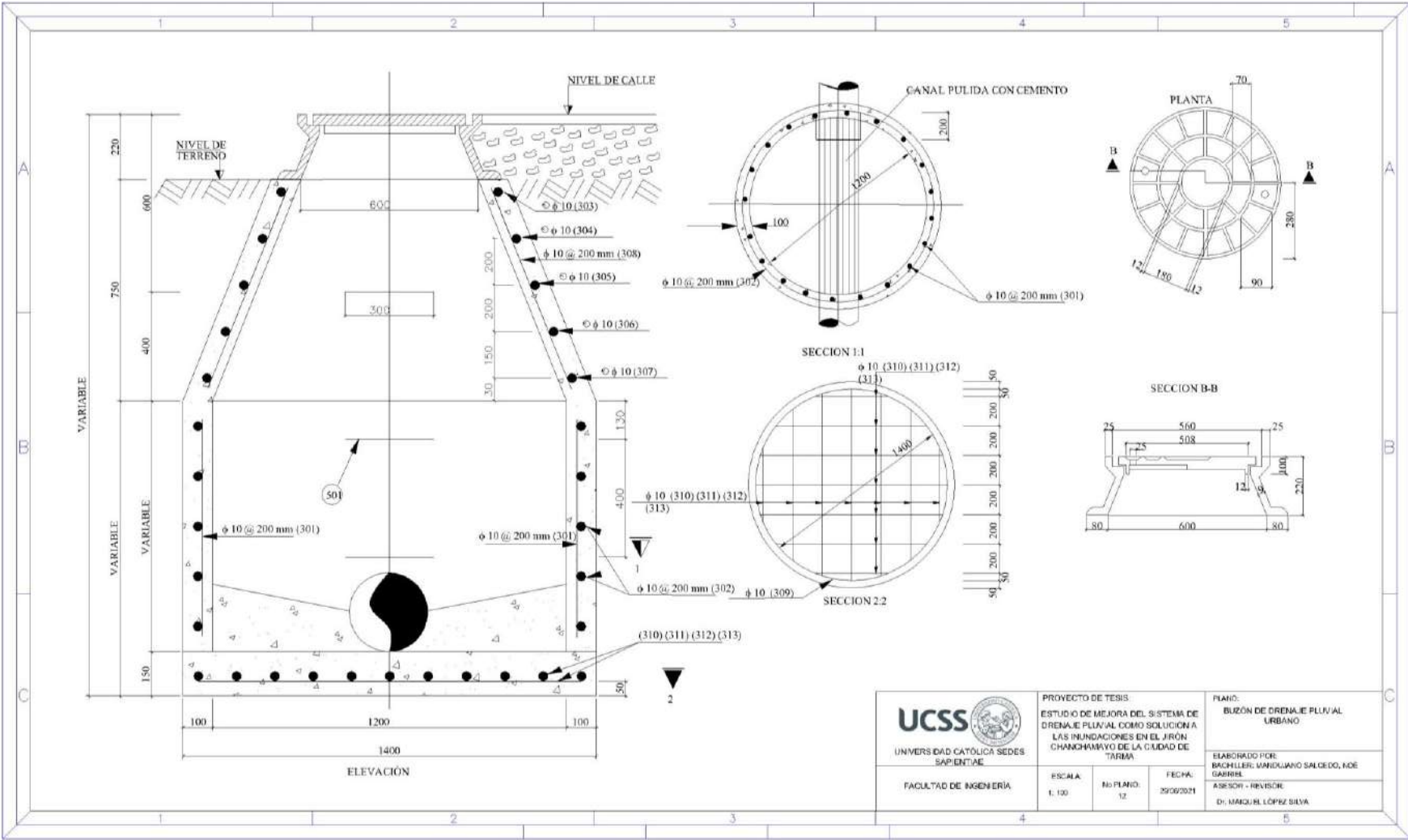
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 8. Secciones transversales de las principales calles de la red de drenaje pluvial.



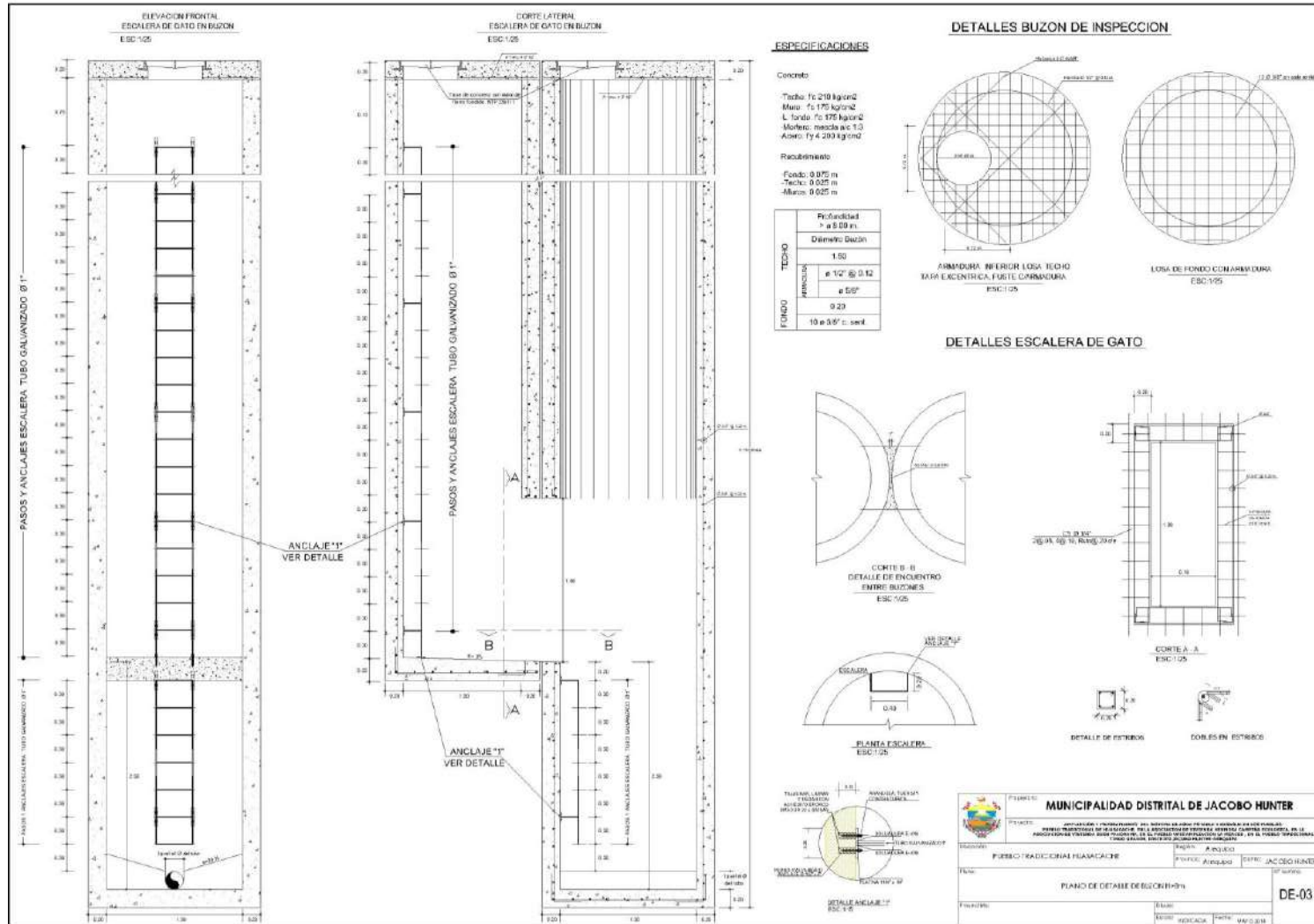
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 9. Detalles de buzón de drenaje pluvial.



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10. Detalles de las estructuras especiales para buzones mayores a 5 m de profundidad del sistema de drenaje pluvial.



Fuente: Municipalidad distrital de JACOBO HUNTER, Provincia Arequipa, Region Arequipa.

ANEXO 11. Volúmenes de excavación, relleno manual, relleno mecanizado, concreto y otros.

Tramos		Longitud (m)	Diámetro del Tubo (mm)	Cota del Terreno (m)		Cota Inv. del Tubo (m)		Prof. del Tubo (m)		An. Zanja (m)	Vol. Conducto (m ³)	Vol. Exc. (m ³)	Vol Rell. Man (m ³)	Vol Rell. Mec (m ³)	Vol cam (m ³)
De	Hasta			Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final						
MH-2	MH-3	6,10	315	3 084,79	3 082,94	3 082,14	3 081,54	2,65	1,40	0,90	0,48	11,22	2,77	7,18	0,79
MH-8	MH-7	24,80	315	3 079,43	3 079,16	3 077,42	3 071,67	2,01	7,49	0,90	1,93	106,02	11,26	89,61	3,22
MH-33	O-1	26,80	500	3 054,90	3 053,00	3 051,60	3 051,30	3,30	1,70	1,00	10,84	151,80	17,25	119,49	4,22
MH-14	MH-15	26,90	450	3 055,35	3 055,15	3 053,55	3 053,40	1,80	1,75	1,00	4,28	47,75	15,90	23,53	4,04
MH-1	MH-2	32,60	315	3 093,57	3 084,79	3 086,65	3 083,39	6,92	1,40	0,90	2,54	122,05	14,80	100,48	4,23
MH-7	MH-6	31,50	315	3 079,16	3 070,00	3 071,66	3 068,52	7,50	1,48	0,90	2,45	127,29	14,30	106,45	4,09
MH-11	MH-10	28,30	315	3 060,00	3 056,17	3 056,16	3 054,15	3,84	2,02	0,90	2,21	74,63	12,85	55,90	3,67
MH-30	MH-33	38,00	500	3 055,00	3 054,90	3 051,90	3 051,70	3,10	3,20	1,10	7,46	131,67	24,46	93,76	5,99
MH-20	MH-29	39,20	500	3 055,00	3 055,35	3 052,50	3 052,30	2,50	3,05	1,10	7,70	119,66	25,23	80,56	6,17
MH-6	MH-5	40,50	355	3 070,00	3 060,00	3 062,57	3 058,52	7,43	1,48	0,90	4,01	162,38	20,00	132,87	5,50
MH-18	MH-17	39,30	315	3 057,00	3 056,90	3 054,70	3 054,30	2,30	2,60	0,90	3,06	86,66	17,84	60,66	5,10
MH-22	MH-21	44,10	315	3 057,41	3 056,14	3 055,90	3 054,60	1,51	1,54	0,90	3,44	60,53	20,02	31,35	5,72
MH-3	MH-4	54,90	315	3 082,94	3 077,92	3 081,44	3 076,52	1,50	1,40	0,90	4,28	71,64	24,93	35,31	7,12
MH-19	MH-18	52,20	315	3 060,75	3 057,00	3 059,30	3 054,80	1,45	2,20	0,90	4,07	85,74	23,70	51,20	6,77
MH-10	MH-13	54,70	450	3 056,17	3 055,65	3 054,03	3 053,85	2,14	1,80	1,00	8,70	107,76	32,33	58,52	8,21
MH-9.5	MH-10	82,60	450	3 058,05	3 056,17	3 056,24	3 054,13	1,81	2,04	1,00	13,14	159,01	48,81	84,67	12,39
MH-17	MH-16	65,60	355	3 056,90	3 055,40	3 054,30	3 053,80	2,60	1,60	0,90	6,49	123,98	32,39	76,19	8,91
MH-28	MH-20	66,00	450	3 055,00	3 055,00	3 052,80	3 052,60	2,20	2,40	1,00	10,50	151,80	39,00	92,40	9,90
MH-12	MH-11	73,90	315	3 070,00	3 060,00	3 066,05	3 056,26	3,95	3,74	0,90	5,76	255,73	33,55	206,83	9,59
MH-29	MH-30	67,00	500	3 055,35	3 055,00	3 052,20	3 052,00	3,15	3,00	1,10	13,16	226,63	43,12	159,80	10,55
MH-16	MH-15	67,40	450	3 055,40	3 055,15	3 053,80	3 053,50	1,60	1,65	1,00	10,72	109,53	39,83	48,87	10,11
MH-24	MH-28	67,80	450	3 055,00	3 055,00	3 053,10	3 052,90	1,90	2,10	1,00	10,78	135,60	40,07	74,58	10,17
MH-25	MH-24	68,30	315	3 055,60	3 055,00	3 053,80	3 053,20	1,80	1,80	0,90	5,32	110,65	31,01	65,46	8,86
MH-32	MH-31	69,10	315	3 055,75	3 055,30	3 053,95	3 053,50	1,80	1,80	0,90	5,39	111,94	31,37	66,21	8,97
MH-26	MH-25	69,30	315	3 056,50	3 055,60	3 054,60	3 053,90	1,90	1,70	0,90	5,40	112,27	31,47	66,41	8,99
MH-21	MH-16	70,70	315	3 056,14	3 055,40	3 054,50	3 053,90	1,64	1,50	0,90	5,51	99,90	32,10	53,12	9,17
MH-4	MH-5	71,20	355	3 077,92	3 060,00	3 065,71	3 058,60	12,21	1,40	0,90	7,05	436,06	35,16	384,18	9,67
MH-5	MH-9	81,30	450	3 060,00	3 060,00	3 058,29	3 057,80	1,71	2,20	1,00	12,93	158,94	48,04	85,77	12,20
MH-31	MH-30	100,40	315	3 055,30	3 055,00	3 053,40	3 052,00	1,90	3,00	0,90	7,82	221,38	45,59	154,94	13,03
MH-9	MH-9.5	81,70	450	3 060,00	3 058,05	3 057,80	3 056,34	2,20	1,71	1,00	12,99	159,72	48,28	86,19	12,26
MH-15	MH-24	70,30	450	3 055,15	3 055,00	3 053,40	3 053,20	1,75	1,80	1,00	11,18	124,78	41,54	61,51	10,55
MH-13	MH-14	83,00	450	3 055,65	3 055,35	3 053,75	3 053,55	1,90	1,80	1,00	13,20	153,55	49,05	78,85	12,45

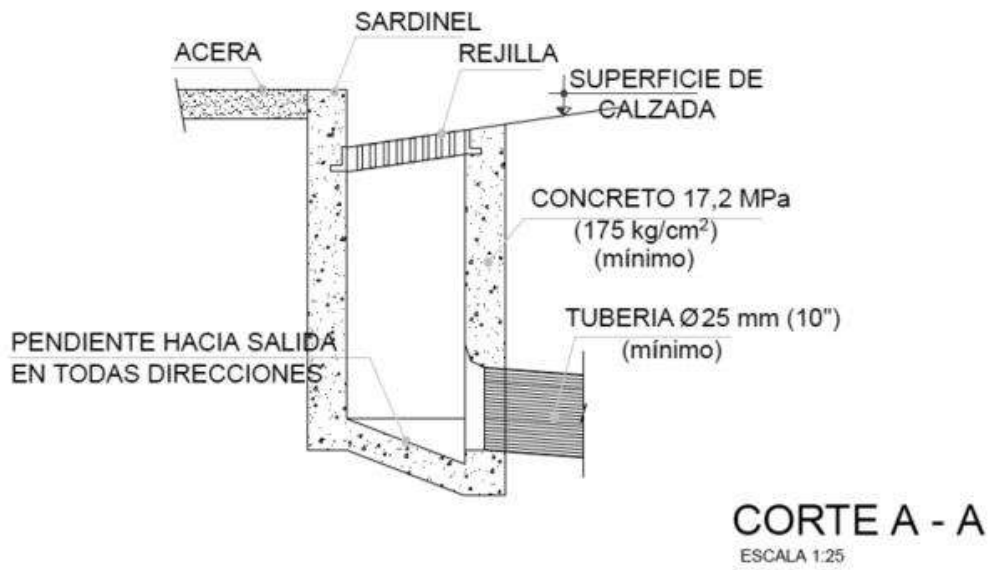
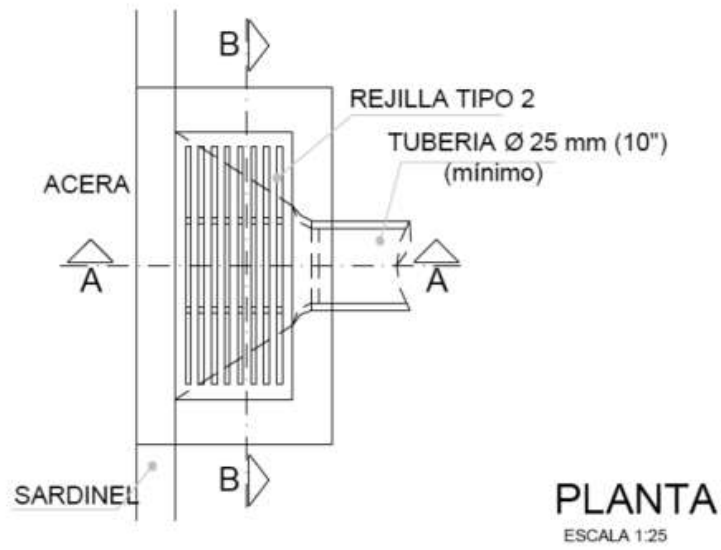
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 12. Volúmenes de excavación, relleno manual, relleno mecanizado, concreto y otros.

Buzón	Profundidad (m)	Profundidad del Cono (m)	Profundidad del Cilindro (m)	Vol. Exc. (m ³)	Vol. Rell. Mec (m ³)	Vol. Hgón Piso (m ³)	Vol. Hgón Muro (m ³)	Acero 10 mm (Kg)	Acero 16 mm (Kg)	Encofrado (m ²)				Aros (U)	Tapas (U)
										Piso	Cono	Cilind.	Total		
MH-1	6,92	2,00	4,92	28,08	17,27	0,15	3,66	243,00	3,60	0,44	5,60	43,28	49,32	1,00	1,00
MH-2	2,65	1,00	1,65	11,00	6,77	0,15	1,50	110,83	3,60	0,44	5,60	14,51	20,55	1,00	1,00
MH-3	1,50	0,75	0,75	6,40	3,94	0,15	0,93	74,45	3,60	0,44	5,60	6,60	12,64	1,00	1,00
MH-4	12,21	2,00	10,21	49,24	30,29	0,15	5,82	456,83	3,60	0,44	5,60	89,81	95,85	1,00	1,00
MH-5	1,71	0,75	0,96	7,24	4,45	0,15	1,01	82,94	3,60	0,44	5,60	8,44	14,48	1,00	1,00
MH-6	7,43	2,00	5,43	30,12	18,53	0,15	3,87	263,62	3,60	0,44	5,60	47,76	53,80	1,00	1,00
MH-7	7,50	2,00	5,50	30,40	18,70	0,15	3,90	266,45	3,60	0,44	5,60	48,38	54,42	1,00	1,00
MH-8	2,01	0,75	1,26	8,44	5,19	0,15	1,14	95,07	3,60	0,44	5,60	11,08	17,12	1,00	1,00
MH-9	2,20	0,75	1,45	9,20	5,66	0,15	1,21	102,75	3,60	0,44	5,60	12,75	18,79	1,00	1,00
MH-9.5	1,81	0,75	1,06	7,64	4,70	0,15	1,05	86,98	3,60	0,44	5,60	9,32	15,36	1,00	1,00
MH-10	2,14	0,75	1,39	8,96	5,51	0,15	1,19	100,32	3,60	0,44	5,60	12,23	18,27	1,00	1,00
MH-11	3,84	2,00	5,84	31,76	19,54	0,15	4,04	280,19	3,60	0,44	5,60	51,37	57,41	1,00	1,00
MH-12	3,95	1,00	2,95	16,20	9,97	0,15	2,03	163,38	3,60	0,44	5,60	25,95	31,99	1,00	1,00
MH-13	1,90	1,00	4,68	23,12	14,22	0,15	2,74	233,30	3,60	0,44	5,60	41,17	47,21	1,00	1,00
MH-14	1,80	1,00	5,95	28,20	17,35	0,15	3,68	244,22	3,60	0,44	5,60	43,54	49,58	1,00	1,00
MH-15	1,75	1,00	4,10	20,80	12,80	0,15	2,50	209,86	3,60	0,44	5,60	36,07	42,10	1,00	1,00
MH-16	1,60	0,75	5,75	26,40	16,24	0,15	3,49	226,03	3,60	0,44	5,60	39,58	45,62	1,00	1,00
MH-17	2,60	0,75	1,20	8,20	5,04	0,15	1,11	92,64	3,60	0,44	5,60	10,56	16,59	1,00	1,00
MH-18	2,30	0,75	0,75	6,40	3,94	0,15	0,93	74,45	3,60	0,44	5,60	6,60	12,64	1,00	1,00
MH-19	1,45	0,75	0,70	6,20	3,81	0,15	0,91	72,43	3,60	0,44	5,60	6,16	12,20	1,00	1,00
MH-20	2,50	2,00	5,81	31,64	19,46	0,15	4,03	278,98	3,60	0,44	5,60	51,11	57,15	1,00	1,00
MH-21	1,64	1,00	3,00	16,40	10,09	0,15	2,05	165,40	3,60	0,44	5,60	26,39	32,43	1,00	1,00
MH-22	1,51	0,75	0,76	6,44	3,96	0,15	0,93	74,86	3,60	0,44	5,60	6,69	12,72	1,00	1,00
MH-24	1,90	1,00	1,89	11,96	7,36	0,15	1,60	120,53	3,60	0,44	5,60	16,63	22,66	1,00	1,00
MH-25	1,80	0,75	0,70	6,20	3,81	0,15	0,91	72,43	3,60	0,44	5,60	6,16	12,20	1,00	1,00
MH-26	1,90	0,75	0,75	6,40	3,94	0,15	0,93	74,45	3,60	0,44	5,60	6,60	12,64	1,00	1,00
MH-28	2,20	1,00	6,60	30,80	18,95	0,15	3,94	270,49	3,60	0,44	5,60	49,26	55,30	1,00	1,00
MH-29	3,15	1,00	9,99	44,36	27,29	0,15	5,33	407,52	3,60	0,44	5,60	79,08	85,12	1,00	1,00
MH-30	3,10	1,00	2,22	13,28	8,17	0,15	1,73	133,87	3,60	0,44	5,60	19,53	25,57	1,00	1,00
MH-31	1,90	1,00	5,06	24,64	15,16	0,15	3,31	208,24	3,60	0,44	5,60	35,71	41,75	1,00	1,00
MH-32	1,80	0,75	0,70	6,20	3,81	0,15	0,91	72,43	3,60	0,44	5,60	6,16	12,20	1,00	1,00
MH-33	3,30	1,00	2,40	14,00	8,61	0,15	1,81	142,14	3,60	0,44	5,60	21,11	27,15	1,00	1,00

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 13. Sumidero de tipo chico conectado a la cámara – S3*



ANEXO 14. Resultados del Diseño Hidráulico

No	Sumidero	Buzón	CT (m)	CI (m)	L(m)	S (%)	Q (L/s)	Y (%)
1	S-114	MH-1	3 092,50	3 092,23	2,70	10,00	1,91	8,10
2	S-4	MH-1	3 092,55	3 092,23	3,10	10,00	2,97	9,30
3	S-3	MH-1	3 092,20	3 092,17	5,40	0,50	10,20	34,20
4	S-2	MH-1	3 092,00	3 091,91	3,30	2,54	0,21	2,20
5	S-5	MH-2	3 083,66	3 083,45	2,00	10,00	0,10	0,70
6	S-6	MH-2	3 082,39	3 082,24	4,70	3,16	0,42	3,70
7	S-9	MH-4	3 076,86	3 076,58	2,80	10,00	0,03	0,50
8	S-10	MH-4	3 076,99	3 076,58	4,10	10,00	0,12	0,70
9	S-7	MH-4	3 076,89	3 076,58	3,10	10,00	0,08	0,60
10	S-8	MH-4	3 074,56	3 074,53	4,20	0,70	0,99	12,30
11	S-20	MH-8	3 078,53	3 078,09	4,30	10,00	5,16	11,60
12	S-18	MH-8	3 078,66	3 078,09	5,70	10,00	0,47	1,90
13	S-17	MH-8	3 077,64	3 077,43	4,60	4,52	0,21	1,50
14	S-22	MH-7	3 078,31	3 077,82	4,90	10,00	0,06	0,60
15	S-21	MH-7	3 077,39	3 077,23	4,80	3,50	0,15	1,50
16	S-25	MH-6	3 068,66	3 068,59	3,90	1,68	0,33	3,30
17	S-26	MH-6	3 068,66	3 068,58	6,40	1,26	0,47	4,80
18	S-11	MH-5	3 058,98	3 058,39	6,00	9,66	0,66	3,00
19	S-12	MH-5	3 058,66	3 058,39	4,90	5,46	0,85	5,90
20	S-14	MH-5	3 058,66	3 058,39	5,10	5,16	0,64	4,50
21	S-13	MH-5	3 059,56	3 058,66	9,00	10,00	0,43	1,90
22	S-28	MH-9	3 058,66	3 058,13	5,40	9,85	0,87	4,10
23	S-27	MH-9	3 058,66	3 058,60	4,60	1,27	0,47	4,80
24	S-31	MH-10	3 054,16	3 054,13	6,00	0,53	1,49	24,40
25	S-32	MH-10	3 055,42	3 054,83	5,90	10,00	2,64	8,80
26	S-46	MH-10	3 055,33	3 054,83	5,00	10,00	0,20	0,90
27	S-45	MH-10	3 055,33	3 054,83	5,00	10,00	0,12	0,70
28	S-43	MH-12	3 069,78	3 068,66	11,20	10,00	3,96	10,80
29	S-44	MH-12	3 069,53	3 068,66	8,70	10,00	7,54	13,30
30	S-42	MH-12	3 069,17	3 068,66	5,10	10,00	5,86	12,10
31	S-41	MH-12	3 068,88	3 068,66	5,60	3,94	0,44	3,70
32	S-33	MH-11	3 057,00	3 056,93	6,00	1,16	0,52	5,60
33	S-34	MH-11	3 056,86	3 056,80	8,20	0,73	0,95	10,80
34	S-35	MH-11	3 058,46	3 058,38	11,70	0,67	1,06	11,90
35	S-36	MH-11	3 058,66	3 058,49	12,60	1,37	0,43	4,10
36	S-39	MH-11	3 058,00	3 057,89	15,20	0,78	0,29	4,10
37	S-40	MH-11	3 058,17	3 058,00	11,60	1,49	0,19	1,90
38	S-60	MH-18	3 054,86	3 054,79	3,60	1,79	0,32	3,30
39	S-59	MH-18	3 055,20	3 054,86	3,40	10,00	0,16	0,70
40	S-57	MH-17	3 054,66	3 054,42	3,40	7,18	0,63	3,70
41	S-58	MH-17	3 054,64	3 054,42	4,40	4,99	0,88	6,30
42	S-70	MH-22	3 056,51	3 056,07	4,40	10,00	2,84	9,00

43	S-69	MH-22	3 056,33	3 056,01	4,10	7,74	5,42	12,40
44	S-68	MH-21	3 054,79	3 054,66	6,30	2,09	0,53	5,20
45	S-67	MH-21	3 055,02	3 054,66	8,60	4,17	0,32	2,20
46	S-55	MH-16	3 054,76	3 054,70	4,10	1,47	0,42	4,50
47	S-56	MH-16	3 053,96	3 053,90	2,90	2,04	0,68	6,30
48	S-76	MH-16	3 053,96	3 053,90	6,70	0,90	1,03	10,40
49	S-75	MH-16	3 053,96	3 053,90	9,60	0,63	0,48	6,30
50	S-47	MH-13	3 054,03	3 053,82	9,90	2,12	0,54	24,00
51	S-48	MH-13	3 054,19	3 053,76	5,30	8,04	1,21	6,70
52	S-51	MH-14	3 053,76	3 053,61	6,60	2,33	0,82	14,90
53	S-52	MH-14	3 053,76	3 053,65	2,70	4,18	2,19	10,80
54	S-54	MH-15	3 053,66	3 053,56	4,90	2,04	1,08	9,30
55	S-53	MH-15	3 053,66	3 053,56	6,90	1,44	0,55	6,20
56	S-78	MH-24	3 053,30	3 053,20	6,80	1,48	0,85	51,90
57	S-77	MH-24	3 053,30	3 053,20	5,90	1,68	0,50	51,90
58	S-80	MH-24	3 053,30	3 053,20	8,40	1,19	0,47	51,90
59	S-97	MH-24	3 053,40	3 053,30	7,10	1,42	0,95	10,30
60	S-98	MH-24	3 053,30	3 053,20	10,70	0,93	0,57	51,90
61	S-81	MH-25	3 054,00	3 053,80	8,00	2,51	0,47	4,50
62	S-82	MH-25	3 054,00	3 053,80	7,70	2,61	0,55	5,20
63	S-84	MH-25	3 054,00	3 053,80	9,20	2,17	0,47	4,50
64	S-83	MH-25	3 054,00	3 053,80	10,60	1,88	0,46	4,50
65	S-94	MH-25	3 054,00	3 053,80	11,10	1,80	0,51	4,80
66	S-93	MH-25	3 054,00	3 053,80	11,10	1,79	0,50	4,80
67	S-85	MH-26	3 054,89	3 054,70	6,30	2,98	0,43	4,10
68	S-86	MH-26	3 054,95	3 054,70	6,40	3,89	0,41	3,30
69	S-88	MH-26	3 055,40	3 054,70	9,60	7,31	0,54	3,00
70	S-87	MH-26	3 055,49	3 054,70	12,30	6,42	0,33	1,90
71	S-90	MH-26	3 055,35	3 054,70	10,90	5,98	0,33	2,20
72	S-89	MH-26	3 055,41	3 054,70	11,50	6,19	0,50	3,00
73	S-100	MH-28	3 053,00	3 052,90	5,90	1,71	1,02	54,80
74	S-99	MH-28	3 053,00	3 052,90	8,90	1,12	1,91	54,80
75	S-107	MH-29	3 052,40	3 052,30	4,10	2,46	1,83	51,90
76	S-96	MH-32	3 054,40	3 054,06	6,30	5,40	0,49	3,30
77	S-95	MH-32	3 054,40	3 054,06	7,20	4,75	0,48	3,70
78	S-101	MH-31	3 053,70	3 053,55	5,10	2,93	0,72	5,90
79	S-102	MH-31	3 053,70	3 053,55	3,20	4,71	0,48	3,30
80	S-104	MH-31	3 053,70	3 053,55	7,50	2,01	0,49	4,80
81	S-103	MH-31	3 053,70	3 053,55	8,90	1,68	0,46	4,50
82	S-106	MH-31	3 053,70	3 053,55	9,00	1,67	0,47	4,50
83	S-105	MH-31	3 053,70	3 053,55	9,00	1,66	0,64	5,90
84	S-109	MH-30	3 052,10	3 052,00	9,00	1,11	0,75	2,40
85	S-113	MH-30	3 052,10	3 052,00	6,10	1,65	0,69	25,40
86	S-117	MH-30	3 052,10	3 052,00	6,50	1,53	0,72	25,40
87	S-110	MH-30	3 052,10	3 052,00	9,40	1,07	0,79	25,40
88	S-112	MH-33	3 051,80	3 051,70	4,30	2,32	1,42	24,40

89	S-111	MH-33	3 051,80	3 051,70	9,10	1,10	0,26	24,40
90	S-118	MH-32	3 054,40	3 054,20	7,20	2,79	0,49	4,80
91	S-119	MH-32	3 054,40	3 054,07	11,80	2,81	0,45	4,50
92	S-120	MH-32	3 054,40	3 054,20	11,80	1,69	0,50	4,80
93	S-121	MH-32	3 054,40	3 054,20	10,50	1,90	0,41	4,10
94	S-19	MH-8	3 079,05	3 078,09	9,60	10,00	7,12	13,00
95	S-61	MH-19	3 059,69	3 059,41	2,80	10,00	7,94	13,80
96	S-63	MH-19	3 059,70	3 059,41	2,90	10,00	1,15	5,60

MH: Buzón, L: Longitud de la tubería, S: Pendiente de la tubería, Q: Caudal de la tubería, Y: Tirante del agua en la tubería en porcentaje.

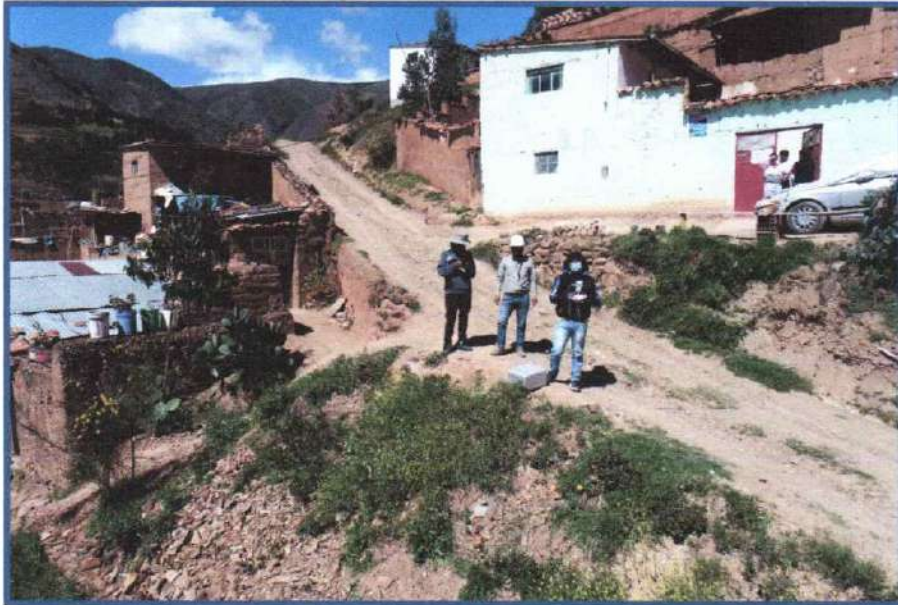
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 15. Informe de levantamiento topográfico



MARLENE GLADYS CONSULTORA CONSTRUCTORA
S.A.C. RUC: 20604807907

“LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRICO PARA LA SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL – ESTUDIO DE MEJORA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMO SOLUCION A LAS INUNDACIONES EN JIRON CHANCHAMAYO DE LA CIUDAD DE TARMA”



ABRIL – 2021



SEDE PRINCIPAL: JR. San Francisco de Asís N° 435 - A. Huancayo – Huancayo - Junín., SEDE: JR. Jorge Chavez S/N
Sapallanga – Huancayo – Junín. Cel.: 929549105; Correo: avellan_hm@hotmail.com



INDICE

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVOS
3. TRABAJOS PRELIMINARES
4. DESCRIPCION DEL PROYECTO
 - 4.1. UBICACIÓN
 - 4.1.1. UBICACIÓN POLITICA
5. EQUIPOS
6. DESARROLLO DEL TRABAJO
 - 6.1. TRABAJOS PRELIMINARES
 - 6.2. DESCRIPCION Y UBICACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE
 - 6.3. DATUM Y MODELO GEOIDAL
7. PROCESO DE MEDICION DE PUNTOS DE CONTROL
 - 7.1. PLANEAMIENTO DE VUELO
 - 7.2. PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE
 - 7.3. TOMA DE IMÁGENES CON AERONAVE PILOTADA A DISTANCIA
 - 7.4. AEROTRIANGULACION
 - 7.5. RESTITUCION
 - 7.6. PRODUCTOS FINALES
 - 7.7. ENTREGABLES
8. ANEXO
 - 8.1. CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD DE EQUIPOS
 - 8.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS GNSS UTILIZADOS
 - 8.3. FICHA TECNICA IGN
 - 8.4. PANEL FOTOGRAFICO



1. INTRODUCCION

El presente informe está basado en la descripción de los primeros trabajos realizados para el servicio de: **“LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRICO PARA LA SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL – ESTUDIO DE MEJORA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMO SOLUCION A LAS INUNDACIONES EN JIRON CHANCHAMAYO DE LA CIUDAD DE TARMA”**.

El trabajo fue realizado juntamente con el apoyo del tesista Noé MANDUJANO SALCEDO, quien brindo el apoyo al equipo técnico que realizamos el levantamiento fotométrico, como también en la parte técnica en el procesamiento de datos y los trabajos en gabinete juntamente con el equipo técnico a cargo de este proyecto: **“LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRICO PARA LA SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL – ESTUDIO DE MEJORA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMO SOLUCION A LAS INUNDACIONES EN JIRON CHANCHAMAYO DE LA CIUDAD DE TARMA”**.

2. OBJETIVOS

- Describir detalladamente los trabajos que se realizan para el levantamiento fotogramétrico de:
- **ESTUDIO DE MEJORA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL COMO SOLUCION A LAS INUNDACIONES EN JIRON CHANCHAMAYO DE LA CIUDAD DE TARMA”**

3. TRABAJOS PRELIMINARES

- Se realizó el plan de vuelo, para determinar la cantidad de puntos de control terrestre.
- Se realizó el plan de trabajo para la distribución de las actividades.

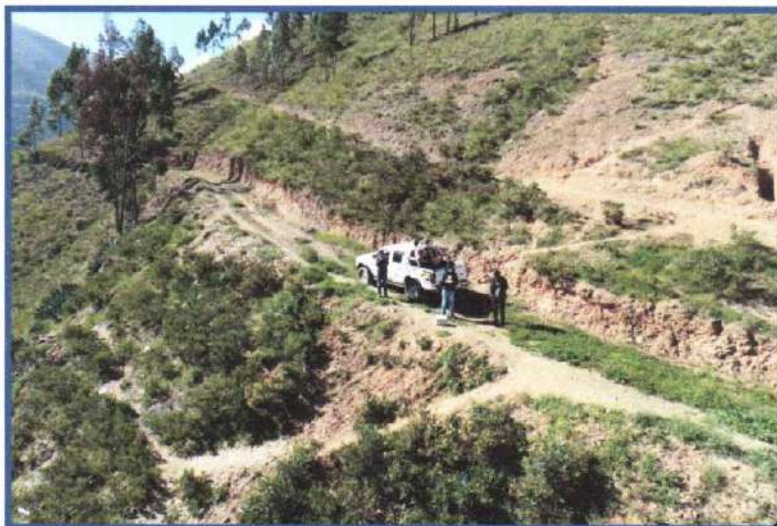


Ilustración 1. Programación de vuelo, para inicio de fotogrametría.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. UBICACIÓN

4.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

DEPARTAMENTO	Junin
PROVINCIA	TARMA
DISTRITO	TARMA

Cuadro N° 01 Ubicación Política.



Ilustración 2. Región de Junin en el Mapa Político de Perú.





Ilustración 3. Provincia de Tarma en la Región de Junín.



Ilustración 4. Distrito de Tarma en la Provincia de Tarma.



Ilustración 5. Ubicación de zona y área a levantar (Plan de vuelo).



Ilustración 6. Trazo del área y Programación de Vuelo den formato KML

MARLENE GLADYS CONSULTORA CONSTRUCTORA
RUC/ 20604607907
Rafael E. Avellaneda Cristobal
Rafael E. Avellaneda Cristobal

SEDE PRINCIPAL: JR. San Francisco de Asis N° 435 - A. Huancayo – Huancayo - Junín., SEDE: JR. Jorge Chavez S/N
Sapallanga – Huancayo – Junín. Cel.: 929549105; Correo: avellan_hm@hotmail.com



5. EQUIPOS

- GPS Leica 64S.
- Drone phantom 4 pro v2.
- Camioneta.
- Cámara fotográfica.
- Computadoras HP Intel CORE i7, 7th Gen.

6. DESARROLLO DE TRABAJO

6.1. TRABAJOS PRELIMINARES

Consistió en la recopilación de toda la información posible como son:

- Diseño y distribución de los puntos de control terrestre.
- Recopilación de los puntos Geodésicos.
- Identificación de posibles accesos en Google Earth Pro.
- Reconocimiento del área a trabajar.

6.2. DISTRIBUCION Y UBICACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE

Para el replanteo de puntos de los puntos de Control Terrestre se ubican los puntos geodésicos donde se ubicó la base y la radio repetidora y a partir de estos empezare a replantear en terreno en modo RTK. Ver tabla N° 01 (Tabla de Coordenadas UTM y Cota).

6.3. DATUM Y MODELO GEOIDAL

Proyección: UTM

Datum: WGS 84

Zona: 18S

7. PROCESO DE MEDICION DE PUNTOS DE CONTROL

Este método consistió en instalar nuestra base en un hito monumento e identificado y a partir de este proceder a ubicar y levantar las coordenadas de los puntos de control terrestre y poder georreferenciar las imágenes obtenidas con el UAV.

Dicho levantamiento topográfico se realizó con GPS Navegador, la toma de puntos en tiempo real. Ubicado a lo largo del área de proyecto específicamente distribuidos con un rango de grillado de aproximadamente 200 metros, para la localización y visualización de los puntos. Con ello se ingresó las coordenadas de cada punto obtenido por el GPS para el trazo del área a intervenir y con ello poder trazar un plan de vuelo adecuado.





Cuadro N° 02 – Coordenadas de Puntos de Control.

Nº	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	425735	8737489	3203	P. CONTROL 01
2	425580	8737363	3262	P. CONTROL 02
3	425370	8737181	3220	P. CONTROL 03
4	425382	8736967	3220	P. CONTROL 04
5	425208	8737014	3149	P. CONTROL 05
6	425271	8737299	3154	P. CONTROL 06
7	425431	8737489	3173	P. CONTROL 07
8	425613	8737665	3090	P. CONTROL 08
9	426020	8737672	3097	P. CONTROL 09
10	425898	8737874	3094	P. CONTROL 10
11	425632	8737789	3064	P. CONTROL 11
12	425302	8737532	3100	P. CONTROL 12
13	425001	8737195	3093	P. CONTROL 13
14	424721	8737429	3063	P. CONTROL 14
15	425014	8737602	3058	P. CONTROL 15
16	425384	8737832	3052	P. CONTROL 16
17	425250	8738245	3044	P. CONTROL 17
18	425048	8737985	3060	P. CONTROL 18
19	424745	8737732	3056	P. CONTROL 19
20	424584	8737591	3060	P. CONTROL 20
21	424319	8737394	3064	P. CONTROL 21

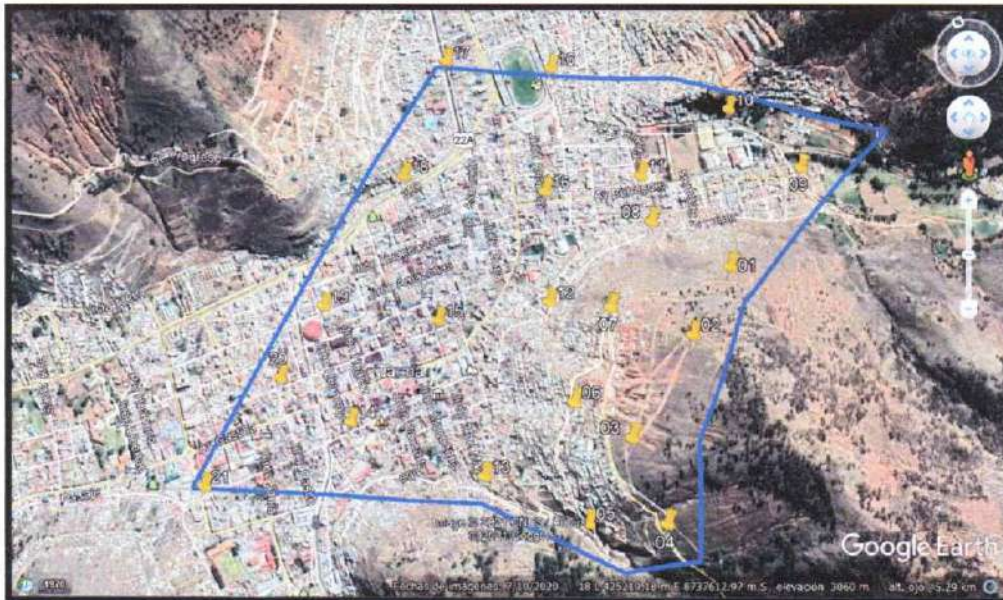


Ilustración 7. Distribucion de los puntos obtenidos con el GPS Navegador

SEDE PRINCIPAL: JR. San Francisco de Asis N° 435 - A. Huancayo – Huancayo - Junin., SEDE: JR. Jorge Chávez N° 100 - Sapallanga – Huancayo – Junin. Cel.: 929549105; Correo: avellan_hm@hotmail.com



7.1. PLANEAMIENTO DE VUELO

VUELO 01:



Ilustración 8. Programación de vuelo en el programa DJI Pilot.

7.2. PUNTOS DE CONTROL

Cuadro N° 02 – Coordenadas de Puntos de Control.

Nº	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	425735	8737489	3203	P. CONTROL 01
2	425580	8737363	3262	P. CONTROL 02
3	425370	8737181	3220	P. CONTROL 03
4	425382	8736967	3220	P. CONTROL 04
5	425208	8737014	3149	P. CONTROL 05
6	425271	8737299	3154	P. CONTROL 06
7	425431	8737489	3173	P. CONTROL 07
8	425613	8737665	3090	P. CONTROL 08
9	426020	8737672	3097	P. CONTROL 09
10	425898	8737874	3094	P. CONTROL 10
11	425632	8737789	3064	P. CONTROL 11
12	425302	8737532	3100	P. CONTROL 12
13	425001	8737195	3093	P. CONTROL 13
14	424721	8737429	3063	P. CONTROL 14
15	425014	8737602	3058	P. CONTROL 15
16	425384	8737832	3052	P. CONTROL 16
17	425250	8738245	3044	P. CONTROL 17
18	425048	8737985	3060	P. CONTROL 18
19	424745	8737732	3056	P. CONTROL 19
20	424584	8737591	3060	P. CONTROL 20
21	424319	8737394	3064	P. CONTROL 21

7.3. TOMA DE IMÁGENES CON AERONAVE PILOTADA A DISTANCIA



DJI_0001



DJI_0002



DJI_0003



DJI_0004



DJI_0005



DJI_0006



DJI_0007



DJI_0008



DJI_0009



DJI_0010



DJI_0100



DJI_0101





MARLENE GLADYS CONSULTORA CONSTRUCTORA
S.A.C. RUC: 20604607907



DJI_0102



DJI_0103



DJI_00104



DJI_0105



DJI_0106



DJI_0107



SEDE PRINCIPAL: JR. San Francisco de Asís N° 435 - A, Huancayo – Huancayo - Junín., SEDE: JR. Jorge Chavez S/N
Sapallanga – Huancayo – Junín. Cel.: 929549105; Correo: avellan_hm@hotmail.com



MARLENE GLADYS CONSULTORA CONSTRUCTORA
S.A.C. RUC: 20604607907



DJI_0108



DJI_0109



DJI_0110



DJI_0111



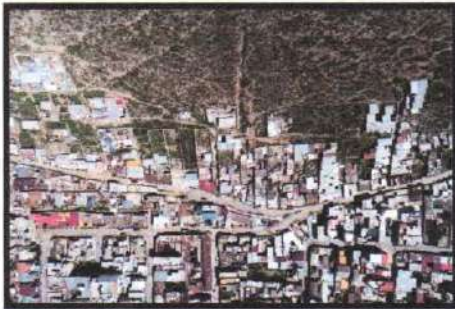
DJI_0112



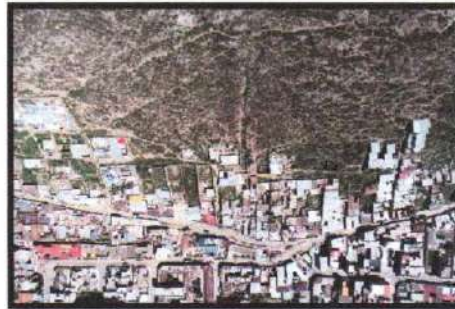
DJI_0113



SEDE PRINCIPAL: JR. San Francisco de Asís N° 435 - A. Huancayo – Huancayo - Junín., SEDE: JR. Jorge Chavez S/N
Sapallanga – Huancayo – Junín. Cel.: 929549105, Correo: aveilan_hm@hotmail.com



DJI_0790



DJI_0791



DJI_0792



DJI_0793



DJI_0794



DJI_0795

7.4. AEROTRIANGULACION

Se realizó los ajustes en los vectores X, Y, Z corrigiendo cualquier error registrado. El proceso de Aéreo Triangulación ajusta las estaciones fotogramétricas, localizando automáticamente los puntos coincidentes de las imágenes superpuestas para corregir sus orientaciones y posiciones relativas.

7.5. RESTITUCION

Para la obtención de la topografía se han realizado los siguientes pasos

- Se ha realizado una verificación de todos los puntos levantados, purgando algunos puntos de acuerdo a las anotaciones de campo, generando una data brutal final.
- A través de un software de topografía CAD, se han importado los puntos de la data bruta final y se han delimitado las áreas levantadas, generándose la triangulación de los puntos en un modelo TIN.
- El especialista de acuerdo a las anotaciones de campo y el conocimiento del relieve de campo realizó la corrección a la triangulación, es decir al modelo TIN. Este modelo TIN es la base para la generación de superficie.

7.6. PRODUCTOS FINALES

Una vez realizado el proceso de ajuste se procede a la generación de productos finales como:

- ❖ ORTOFOTO
- ❖ DME (modelo digital de elevaciones)
- ❖ NUBE DE PUNTOS

Todos estos productos pueden ser procesados o editados con otros softwares de aplicación a la geo información como el Global mapper y también la edición de planimetría de los diferentes detalles existentes en el terreno. Así como la generación de las curvas de nivel con la ayuda del software CAD.

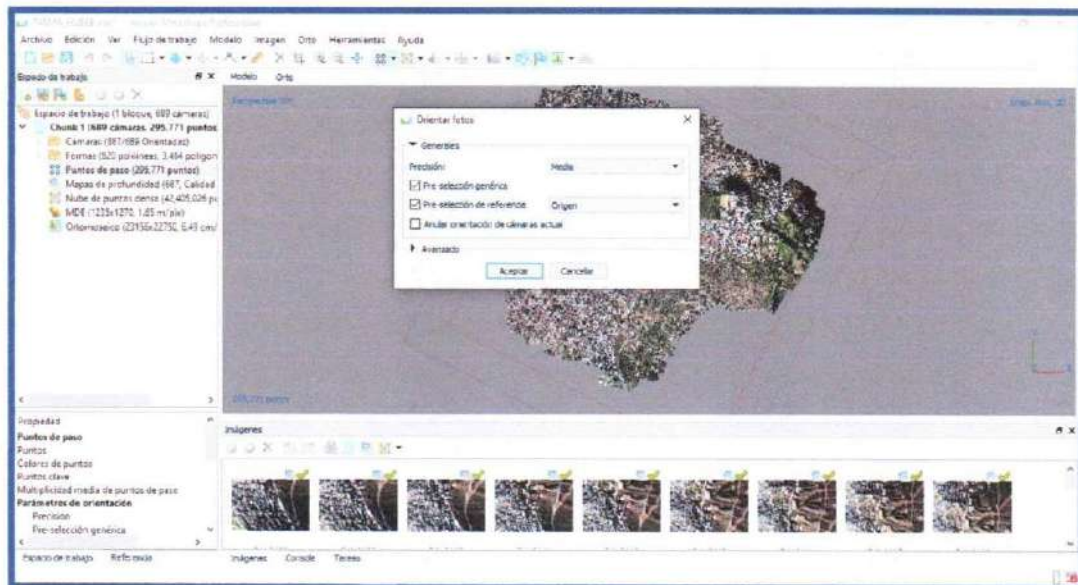


Ilustración 9. ORIENTACION DE FOTOS

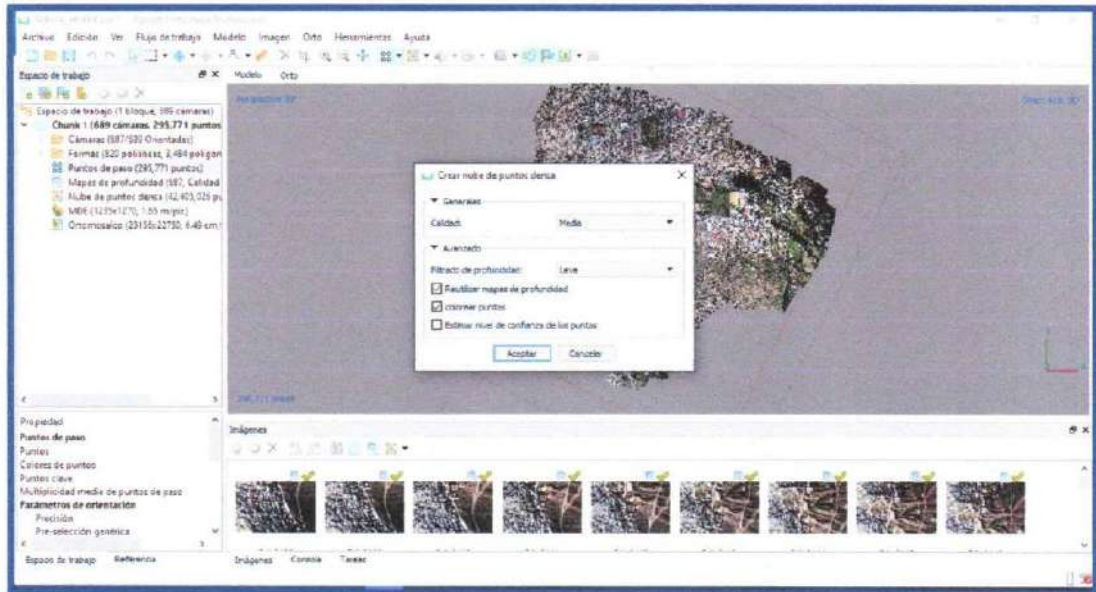


Ilustración 10. CREACION DE PUNTOS DENSA.

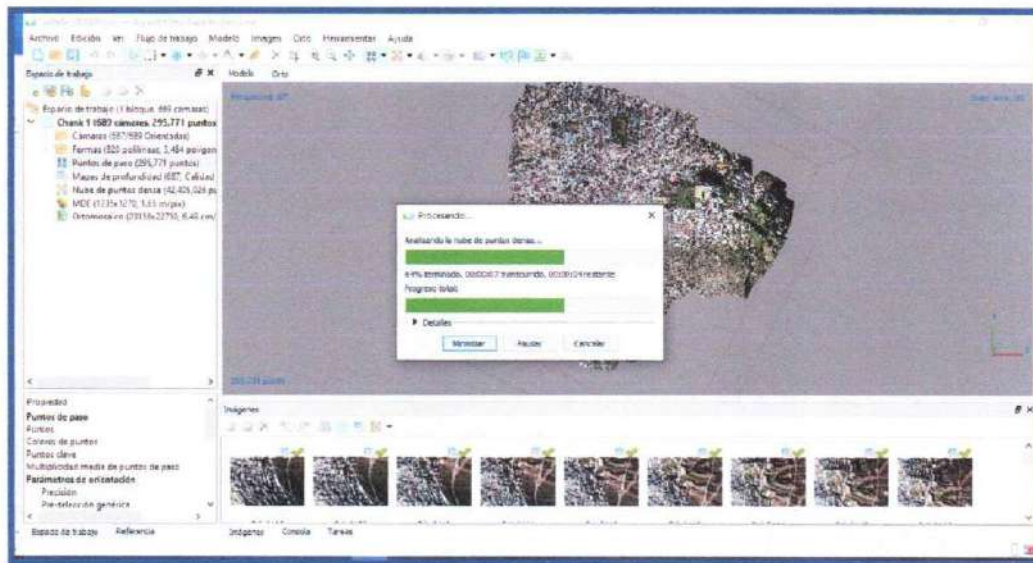


Ilustración 11. CREACION DE MALLA.

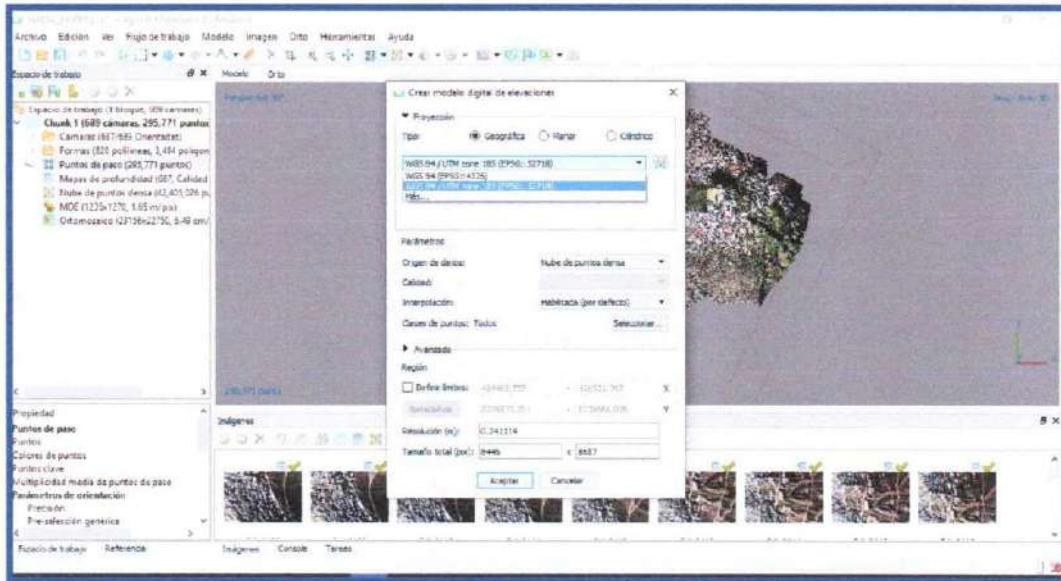


Ilustración 12. CREAR MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES.

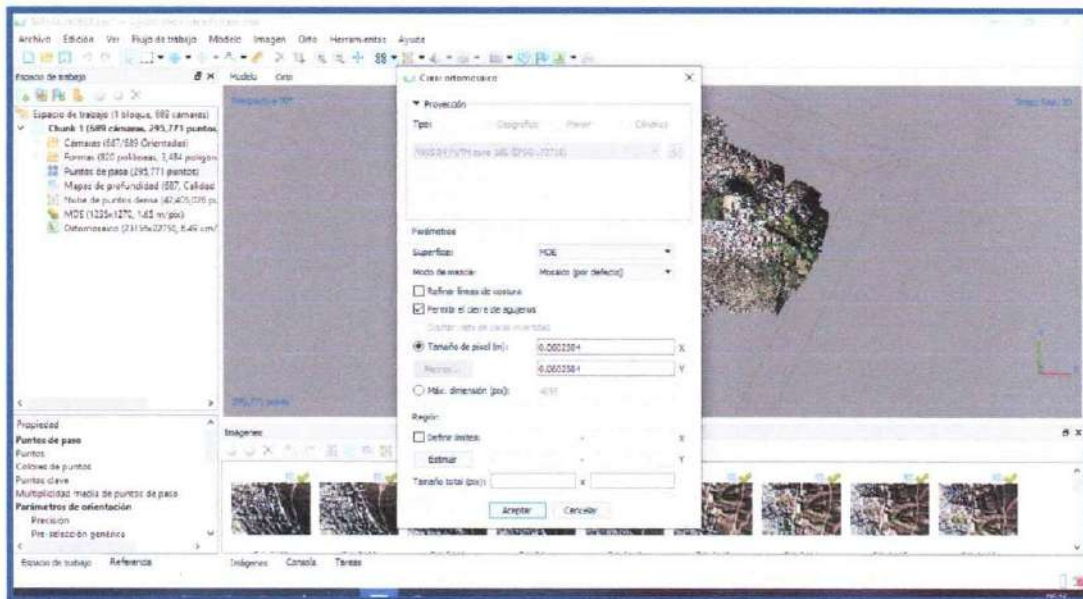


Ilustración 13. CREAR ORTOMOZAICO.

Una vez procesado las imágenes, tomadas con el drone en el programa Agisoft Metashape Professional (64 bit); se procede a la exportación de cada dato obtenido para el dibujo, trazo, diseño y demás en el programa de ingeniería tal como el AutoCAD Civil 3D.

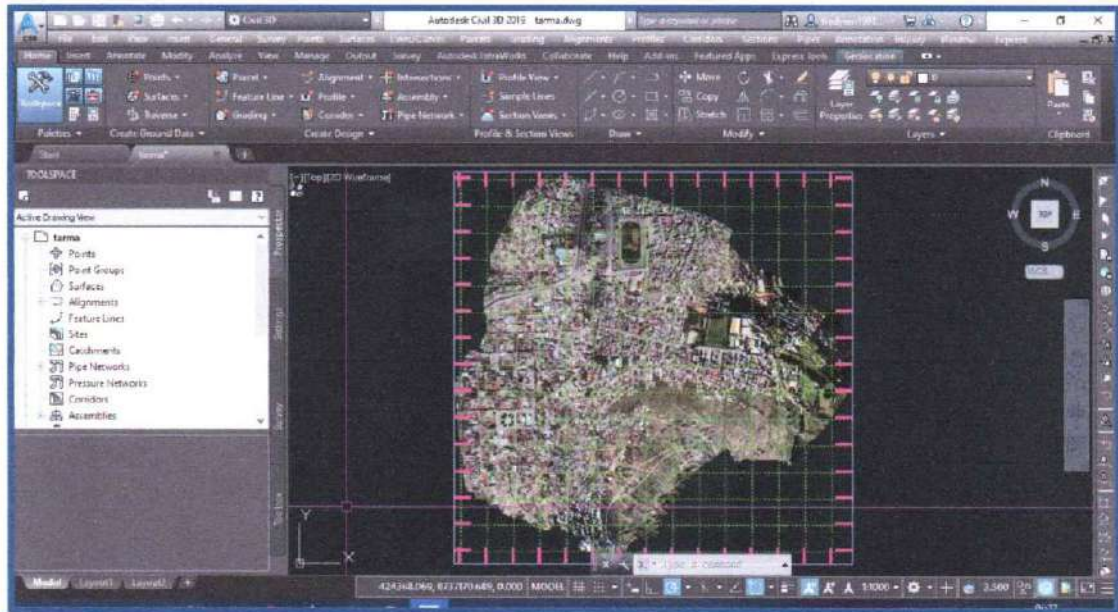


Ilustración 14. EXPORTACION DE ORTOMOZAICO AL AUTOCAD CIVIL 3D.

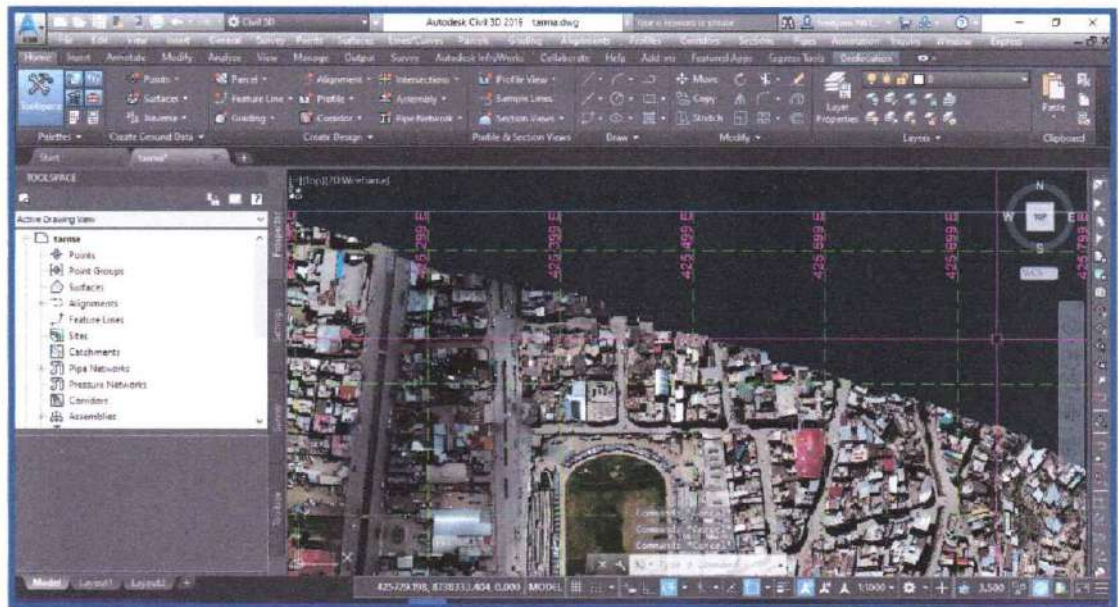


Ilustración 15. GRILLA CON COORDENADAS EN EL ORTOMOZAICO EXPORTADO.

ANEXO 16. Informe de cotizaciones para el presupuesto de obra del proyecto

	COTIZACION 0000 - 2021	TIGRE PERU TUBOS Y CONEXIONES S.A. RUC 20100145902																																																									
lunes, 19 de Julio de 2021																																																											
Señores:																																																											
Dirección:																																																											
Atte:	NOE GABRIELMANDUJANO SALCEDO																																																										
Email:																																																											
Telefono:	925662711																																																										
PROYECTO:																																																											
Estimado Cliente: Por la presente le saludamos, y a la vez le estamos remitiendo la cotización requerida.																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th style="width: 5%;">Nº</th> <th style="width: 10%;">Codigo</th> <th style="width: 45%;">Descripción</th> <th style="width: 10%;">Cantidad</th> <th style="width: 10%;">P.Unitario</th> <th style="width: 10%;">P.Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>11180051</td> <td>TBPVC4435SN2 S25 250MM UFX6M</td> <td>653</td> <td>286.76</td> <td>187,251.02</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>11180078</td> <td>TBPVC4435SN2 S25 315MM UFX6M</td> <td>766</td> <td>488.88</td> <td>374,481.54</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>11180094</td> <td>TBPVC4435SN2 S25 355MM UFX6M</td> <td>177</td> <td>760.95</td> <td>134,688.15</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>11180124</td> <td>TBPVC4435SN2 S25 450MM UFX6M</td> <td>616</td> <td>1283.00</td> <td>790,328.20</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>11180132</td> <td>TBPVC4435SN2 S25 500MM UFX6M</td> <td>171</td> <td>828.41</td> <td>141,658.11</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="border-top: 1px solid black;">Sub Total</td> <td style="border-top: 1px solid black;">1,628,407.02</td> </tr> <tr> <td colspan="5">18% I.G.V.</td> <td>293,113.26</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="border-top: 1px solid black;">Total S/.</td> <td style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 3px double black;">1,921,520.28</td> </tr> </tbody> </table>						Nº	Codigo	Descripción	Cantidad	P.Unitario	P.Total	1	11180051	TBPVC4435SN2 S25 250MM UFX6M	653	286.76	187,251.02	2	11180078	TBPVC4435SN2 S25 315MM UFX6M	766	488.88	374,481.54	3	11180094	TBPVC4435SN2 S25 355MM UFX6M	177	760.95	134,688.15	4	11180124	TBPVC4435SN2 S25 450MM UFX6M	616	1283.00	790,328.20	5	11180132	TBPVC4435SN2 S25 500MM UFX6M	171	828.41	141,658.11	Sub Total					1,628,407.02	18% I.G.V.					293,113.26	Total S/.					1,921,520.28
Nº	Codigo	Descripción	Cantidad	P.Unitario	P.Total																																																						
1	11180051	TBPVC4435SN2 S25 250MM UFX6M	653	286.76	187,251.02																																																						
2	11180078	TBPVC4435SN2 S25 315MM UFX6M	766	488.88	374,481.54																																																						
3	11180094	TBPVC4435SN2 S25 355MM UFX6M	177	760.95	134,688.15																																																						
4	11180124	TBPVC4435SN2 S25 450MM UFX6M	616	1283.00	790,328.20																																																						
5	11180132	TBPVC4435SN2 S25 500MM UFX6M	171	828.41	141,658.11																																																						
Sub Total					1,628,407.02																																																						
18% I.G.V.					293,113.26																																																						
Total S/.					1,921,520.28																																																						
CONDICIONES DE VENTA:																																																											
FORMA DE PAGO:			CONTADO																																																								
PLAZO DE ENTREGA:			4 DIAS PASADA LA OC																																																								
LUGAR DE ENTREGA:			RECOJO EN NUESTROS ALMACENES																																																								
VALIDEZ DE LA OFERTA:			7 DIAS																																																								
TIGRE PERU TUBOS Y CONEXIONES S.A.																																																											
CERTIFICACIONES:																																																											
Certificado ISO 9001: 2015			BCP SOLES : 192-1545013-0-81																																																								
Certificado ISO 14001:2015			CCI : 00219200154591308139																																																								
Certificado ISO 45001:2018			BCP DOLARES : 192-1555917-1-41																																																								
Garantía de Fabrica: 50 Años.			CCI : 00219200155591714136																																																								
Certificado de Calidad TIGRE PERU																																																											
Certificado Sedapal - TIPO A			BBVA SOLES : 0011-151-0100024774-80																																																								
Asistencia Técnica Gratuita.			CODIGO DE RECAUDACION : 4375																																																								
			CCI : 011-151-000100024774-80																																																								
			BBVA DOLARES : 0011-151-0100023840-80																																																								
			CODIGO DE RECAUDACION : 4376																																																								
			CCI : 011-151-000100023840-80																																																								
RONALD SÁNCHEZ COTERA ASESOR COMERCIAL 945226960																																																											



EL PACIFICO AGREGADOS

R.U.C. 10101253690

VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ALQUILER DE RETROSCABADORA CON MARTILLO
HIDRÁULICO Y TRANSPORTE DE CARGA



"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Tarma 13 de Julio del 2021.

COTIZACION

CLIENTE: ING. NOE GABRIEL MANDUJANO SALCEDO
D.N.I.: 73099930
DIRECCION: TARMA S/N

ITEM	UNID	DESCRIPCION	CANT	PRECIO	TOTAL
1	M3	ARENA GRUESA	30	S/. 98.00	S/. 4,900.00
2	M3	ARENA FINA	30	S/. 98.00	S/. 4,900.00
3	M3	HORMIGON	30	S/80.00	S/ 2,400.00
4	M3	PIEDRA CHANCADA DE 1/2	120	S/. 130.00	S/. 15,600.00
TOTAL				I.G.V S/. 0.00	S/. 27,800.00

PLAZO DE ENTREGA	2 DIAS DE ANTICIPACION
LUGAR DE ENTREGA	PUESTO EN OBRA

Atentamente

EL PACIFICO AGREGADOS
L. IVAN OLIVERA FUJIMAN
GERENTE

CARRITERA CENTRAL KM. 39 - SECTOR LA FLORIDA - DISTRITO DE ACOBAMBA - PROVINCIA DE TARMA
Cel. 996775786 - Cel. 964177223

BOCA CONCRETO PERU S.A.C.
RUC:20448861113
 Av. El Sol Calle 4 MZ D Lt 1 - Villa El Salvador



COTIZACION 000-40
FECHA 22/07/2021

CLIENTE

razon social		RUC/DNI:	73099930
señor:	NOE GABRIEL MANDUJANO SALCEDO	Teléfono:	
proyecto:		Hora:	14:21 am
direccion:	TABLADA LURIN		
mail:			

estimado señores el motivo de la presente es para saludarla cordialmente y hacerle llegar nuestra cotización

ESPECIFICACIONES

Cantidad(m3)	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR
197.00	Concreto premezclado FC 210 kg/cm2 H 67 con cemento T1, y slump 4"-6"	S/ 215.00	S/ 42,355.00
Nota: 1. Servicio de bombeo es por atencion, menores o igual a 20m3 es s/. 640+IG		SUB TOTAL	S/ 42,355.00
condiciones:		IGV 18%	S/ 7,623.90
*turno tarde 5:00 PM a 8:00 PM a S/. 9.00 por M3		TOTAL	S/ 49,978.90
*turno noche 8:00 PM a 4:30 AM a S/. 20.00 por M3			
*turno madrugada 4:30 AM a 7:00 AM a S/. 5.00 por M3			
*VACIADO por mixer menor a 5 M3 -S/. 150.00 (falso flete)			

los numeros de cuenta recaudadora de la empresa BOCA CONCRETO PERU S.A.C. son:

ENTIDAD FINANCIERA	NUMERO DE CUENTA CORRIENTE	CCI	MONEDA
	193-2561218-0-87	002-19300256121808714	SOLES

Validez de la cotización por 15 días - Forma de Pago por adelantado - En caso no figure pagado el pedido no se atenderá, enviar su constancia al siguiente correo ventas3@concreteraboca.com.pe

NOTA IMPORTANTE:

1. En obra: el mixer permanecerá no más de 1 hora, en caso supere está obligado a retirarse.
2. El cliente debe contar con una bolsa de cemento para el lubricado de la tubería de bomba en caso requiera del servicio. Además, el cliente es el encargado de la limpieza del residuo que deja la bates de bomba.
3. La concretera NO se hace responsable de la colocación de concreto (reglero, agarrar la manguera de bomba), vibración, curado y protección de concreto



GRUPO
FEDIHURO SAC

N° de RUC : 20554430091
Central Telef. : 01 - 5792160
Movistar : 945 467 476
RPM : #945467476
Claro : 991 626 698
Página Web : www.fedihuro.com

Página 1 de 1



Compra al Perú

"Somos Fabricantes"
COTIZACIÓN N° 015 - 0721

Lima, 13 de Julio de 2021

Señores : 0
Atención : ING. NOE GABRIEL MANDUJANO SALCEDO
Teléfono : 0
Correo : 2014100665@uom.pe
Ciudad : Lima.

ARO DE FFP CON TAPA DE CONCRETO REFORZADA (T. VEHICULAR)

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

NOMBRE DEL PRODUCTO: Aro de alta resistencia con tapa de concreto reforzada para buzón.

DISEÑO: Circular con base en medidas y acabados.

MATERIAL DE FABRICACION DEL ARO:

* Hierro fundido de primera un 75%

* Carbón de Mina 20% y otros 5%.

MATERIAL DE FABRICACION DE LA TAPA:

Concreto (Hormigón armado), platina de fierro 1/8"x2"

Fierro corrugado de 1/2" (14 varillas)

ESPECIFICACION DEL PRODUCTO:

* El peso del aro de fierro fundido es de 65 Kg. ±3 kg.

* Diámetro mayor del marco 80 cm.

* Diámetro interno del marco 60 cm.

* Altura del aro 10 cm.

* Diámetro de la tapa de concreto 65 cm.

* El peso de la tapa de concreto es de 65 Kg.

* Espesor de la tapa 5 cm.

* Resistencia al tránsito 12 Tn.

* Según la NTP 339.11.1997



Valor Unitario	S/ 254.24	Por los 32 juegos	S/ 8,135.68
IGV (18%)			S/ 1,464.42
Total			S/ 9,600.10

CONDICIONES:

Tiempo de entrega : A 10 días emitida la OC

Lugar de entrega : Almacenes de FEDIHURO SAC.

Forma de pago : 50% de adelanto y la diferencia a la entrega del producto.

Validez de la oferta : 25 días.



Efraín A. Díaz Huaylínos - Departamento de Ventas.
Fabricación, venta y distribución de piezas fundidas en metal. (Tapas de desagüe, abrazaderas, marcos de Buzón para tapas de concreto, Buzones de hierro fundido, discos (pesas) para gimnasio, entre otros productos y/o materiales para la construcción y ferretería en general.

Cta. Cte. Soles BCP: 191 - 2099708 - 0 - 60

Cta. Cte. Soles BBVA Continental: 0011 - 0832 - 0100007650



1 / 1

FUNDICION MORENO S.A.C

Dirección : Av. Francisco Bolognesi 353 - SMP

CENTRAL TELEFONICA : 537 - 6836

Correo : gerencia@fumosac.com.pe ventas@fumosac.com.pe

Web : www.fumosac.com.pe

R.U.C : 20101666329

COTIZACION N° NRO-00000010836

FECHA : 09/08/2021

RUC: 10101253690

Señor (es) : GUZMAN HUAMAN ,ISRAEL EVER

ING. MANOUJANO ,NOE GABRIEL EMAIL : 2014100665@ucss.pe

CEL : 925662711

PROYECTO : Mejoramiento del Sistema de Drenaje Pluvial como solución a las inundaciones urbanas en el Jr. Chanchamayo de la ciudad de TARMA.

CODIGO	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
RJ3521FEN	96.00	UND	REJILLA FFD D-400 650MM X 510MM (BASE 970MM)	881.35	84,613.44
				SUB-TOTAL	S/ 84,613.44
				I.G.V. 18%	S/ 15,230.42
				TOTAL:	S/ 99,843.86

- Tiempo de entrega: 50 días útiles (con entregas parciales), recibida la OC y el adelanto.

Material Puesto en nuestro almacén (Av. Francisco Bolognesi 353 - SMP - LIMA - PERU)

- Forma de Pago: 50% ADELANTADO Y 50% CONTRA ENTREGA

- Indicar el número de esta cotización en su orden de compra

- Validez de la oferta: 15 días

"SOLICITE CARTA DE GARANTIA ORIGINAL PARA EVITAR FALSIFICACIONES DE NUESTROS PRODUCTOS"

Nuestras cuentas en soles:Banco de Crédito del Perú : 191-0365862-0-74
CCI : 002-191-000365862074-59Banco Continental: 0011-0164-0100001449-16
CCI: 011-164-000100001449-16
FUNDICION MORENO S.A.C
Pedro F. Medina
Gerente General