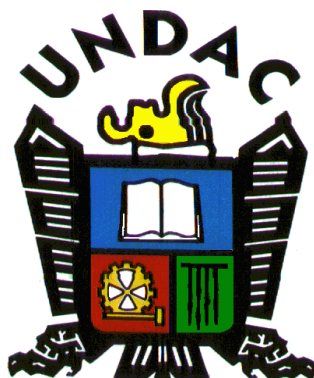


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



T E S I S

**Análisis hidrológico en el diseño de estructuras para protección ribereña
(gaviones) en Chaipara – Distrito La Merced – Provincia Churcampa –
Departamento Huancavelica - 2024**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor:

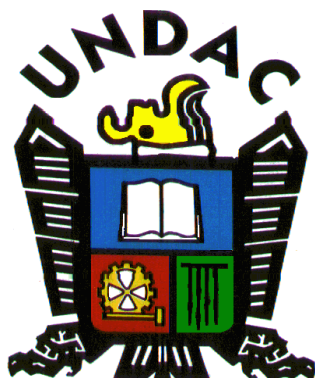
Bach. Rossy Veronica BERAUN MENDOZA

Asesor:

Dr. Favio Máximo MENA OSORIO

Cerro de Pasco – Perú - 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



T E S I S

**Análisis hidrológico en el diseño de estructuras para protección ribereña
(gaviones) en Chaipara – Distrito La Merced – Provincia Churcampa –
Departamento Huancavelica - 2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Luis Arturo LAZO PAGAN
PRESIDENTE

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO
MIEMBRO

Mg. Daniel Armando SANCHEZ CHAVARRIA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 366-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Análisis hidrológico en el diseño de estructuras para protección ribereña (gaviones) en Chaipara – Distrito La Merced – Provincia Churcampa – Departamento Huancavelica - 2024”

Apellidos y nombres del tesista

Bach. Rossy Veronica BERAUN MENDOZA

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. Favio Máximo, MENA OSORIO

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Geológica

Índice de Similitud

11 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 30 de diciembre del 2025



Firmado digitalmente por PALOMINO
ISIDRO Ruben Edgar FAU
20154805048 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30.12.2025 12:25:40 -05:00

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, por su apoyo incondicional, que en las buenas y en las malas siempre han estado conmigo para lograr ser una profesional y a los que les debo todo lo que soy.

A mi esposo e hijo quienes estuvieron a mi lado brindándome comprensión, tolerancia, amor y alegría.

A toda mi familia que siempre me apoyaron desde niña les dedico esta tesis con cariño.

AGRADECIMIENTO

No hay palabras suficientes para expresar mi gratitud a Dios Jehová todopoderoso por la bendición de lograr el presente objetivo académico y a todas aquellas personas que me han brindado su apoyo a lo largo de mi vida académica y personal. También agradezco a todos los catedráticos de la escuela académico profesional de Ingeniería Geológica que me impartieron su profesionalismo y conocimientos aportando a mi formación y desarrollo profesional.

RESUMEN

El estudio aborda el diseño y construcción de estructuras de protección ribereña mediante gaviones en Chaipara, un área vulnerable a la erosión fluvial y desbordamientos estacionales. El objetivo principal es mitigar los impactos negativos de la dinámica fluvial sobre las comunidades y las infraestructuras locales, mediante una solución técnica. La metodología empleada fue realizar un análisis hidrológico, recolectando datos históricos de precipitaciones al 2024 y luego se realizó los cálculos hidrológicos para determinar periodos de retorno y caudales críticos para realizar el diseño de los gaviones. Se calculó la erosión, para determinar el diseño de los gaviones.

Luego de realizar una inspección para el caso sin defensa ribereña, se determinó una zona vulnerable que necesita ser protegida en un tramo de 970 m en la margen izquierda del río. Luego para calcular la altura del muro de los gaviones se ha considerado el nivel de agua de máxima avenida para el periodo de diseño considerado más el borde libre, posteriormente se utilizó la velocidad máxima del caudal de la avenida que se produce en el banco izquierdo con una velocidad igual a 4.09 m/s, que soportará esa velocidad deben ser gaviones caja fuerte distribuidos, que alcancen una altura de 4.0 m, de esa manera se estaría protegiendo la ribera del río más vulnerable, asimismo para garantizar la estabilidad para una sección típica del gavión se utilizó el programa MACSTARS2000, para una situación pseudo estática, en la que se obtienen resultados aceptables de factores de seguridad al deslizamiento y al vuelco mayores que 1.5 m.

Palabras Claves: Caudal, gaviones, protección, ribera, vulnerable.

ABSTRACT

The study addresses the design and construction of riverbank protection structures using gabions in Chaipara, an area vulnerable to fluvial erosion and seasonal overflows. The main objective is to mitigate the negative impacts of fluvial dynamics on local communities and infrastructure through a technical solution. The methodology employed involved conducting a hydrological analysis, collecting historical rainfall data up to 2024, followed by hydrological calculations to determine return periods and critical flows for the design of the gabions. Erosion was calculated to inform the gabion design.

Following an inspection of the case without riverbank defense, a vulnerable zone was identified that needs protection along a 970 m stretch on the left bank of the river. Subsequently, to calculate the height of the gabion wall, the maximum flood water level for the considered design period plus the freeboard was taken into account. The maximum flood flow velocity occurring on the left bank, equal to 4.09 m/s, was then used; the structures that will withstand this velocity must be strong box gabions distributed to reach a height of 4.0 m. This approach will protect the most vulnerable riverbank. Furthermore, to guarantee the stability of a typical gabion section, the MACSTARS2000 software was used for a pseudo-static situation, yielding acceptable safety factors for sliding and overturning greater than 1.5 m.

Keywords: Flow rate, gabions, protection, riverbank, vulnerable.

INTRODUCCIÓN

El análisis hidrológico desempeña un papel fundamental en el diseño de gaviones, ya que permite determinar los caudales de diseño los periodos de retorno de eventos extremos y las características hidráulicas del río (Montes et al., 2020). En el caso de Chaipara, una región que ha experimentado eventos recurrentes de erosión y pérdida de terrenos agrícolas es crucial contar con una evaluación hidrológica detallada que permita diseñar soluciones específicas para condiciones que se encuentra en el campo, el presente estudio se enfoca en integrar análisis hidrológicos y geotécnicos para el diseño de gaviones en las riberas del río Chaipara. A través de una metodología basada en modelos hidrológicos, inspecciones de campo y simulaciones estructurales, se busca garantizar la estabilidad de las estructuras frente a eventos hidrológicos extremos. Este enfoque no solo pretende minimizar los daños causados por inundaciones, sino también contribuir al desarrollo sostenible de la región mediante soluciones resilientes y económicamente viables (Pérez et al., 2020).

INDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.2.1. Delimitación espacial	2
1.2.1. Delimitación Temporal.....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Formulación de objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación.....	4

1.6. Limitaciones de la investigación	6
---	---

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	8
2.2. Bases teóricas - científicas.....	10
2.3. Definición de términos básicos	14
2.4. Formulación de hipótesis.....	16
2.4.1. Hipótesis general	16
2.4.2. Hipótesis específicas.....	16
2.5. Identificación de variables.....	16
2.5.1. Variables independientes	16
2.5.2. Variables dependientes	16
2.6. Definición operacional de variables e indicadores:	17

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	18
3.2. Nivel de investigación	18
3.3. Método de investigación.....	19
3.4. Diseño de investigación.....	19
3.5. Población y muestra	20
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	22

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	22
3.9. Tratamiento estadístico.....	24
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	25

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	27
4.1.1. Ubicación.....	27
4.1.2. Acceso	29
4.1.3. Altitud.....	29
4.1.4. Clima	29
4.1.5. Topografía	29
4.1.6. Geología.....	29
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	35
4.2.1. Geomorfología.....	35
4.2.2. Hidrometeorológica de la zona de estudio	42
4.2.3. Hidrométrica en la zona de estudio	42
4.2.4. Determinación del caudal de máximas avenidas para la cuenca principal.....	42
4.2.5. Hidráulica	84
4.2.6. Simulación de flujo permanente a través del tramo de estudio	86
4.1.3. Análisis de los esfuerzos de corte máximo en cada una de las secciones transversales	99
4.2.7. Estudios de socavación generalizada.....	108
4.2.8. Diseño hidráulico de las defensas ribereñas.	129

4.2.9. Transporte de sedimentos en el tramo en estudio.....	132
4.3. Prueba de hipótesis.....	133
4.4. Discusión de resultados	135
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. El desarrollo de la Operacionalización de las variables.	17
Tabla 2. Vía de acceso al distrito de la Merced	29
Tabla 3. Tiempos de concentración.	39
Tabla 4. Características topográficas de la cuenca	40
Tabla 5. Parámetros regionales iila senamhi uni de cada una de las 18 sub cuenca.....	43
Tabla 6. Intensidades de máximas avenidas	44
Tabla 7. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 1	45
Tabla 8. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 2	46
Tabla 9. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 3	47
Tabla 10. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 4	48
Tabla 11. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 5	49
Tabla 12. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 6	50
Tabla 13. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 7	51
Tabla 14. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 8	52
Tabla 15. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 9	53
Tabla 16. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 10	54
Tabla 17. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 11	55
Tabla 18. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 12	56
Tabla 19. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 13	57
Tabla 20. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 14	58
Tabla 21. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 15	59
Tabla 22. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 16	60
Tabla 23. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 17	61

Tabla 24. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 18	62
Tabla 25. Resumen de hietograma de precipitación total de diseño para diferentes sub cuencas utilizando el método de bloques alternos.....	64
Tabla 26. Numero de curvas	65
Tabla 27. Características hidráulicas de cada uno de los canales de la cuenca del río mantaro	68
Figura 60. Perfil longitudinal del rio Mantaro	94
Tabla 28. Cuadro de parámetros hidráulicos	95
Tabla 29. Velocidades máximas presentadas en cada una de las secciones transversales	98
Tabla 30. Análisis de los esfuerzos de corte máximo	99
Tabla 31. Tipos de gaviones	103
Tabla 32. N° Piezas muro tipo i	105
Tabla 33. N° de piezas contrafuerte tipo i	107
Tabla 34. Hidráulica.....	109
Tabla 35. Sección 0+000.00	110
Tabla 36. Sección 0+020.00	110
Tabla 37. Sección 0+040.00	111
Tabla 38. Sección 0+060.00	111
Tabla 39. Sección 0+080.00	112
Tabla 40. Sección 0+100.00	112
Tabla 41. Sección 0+120.00	112
Tabla 42. Sección 0+140.00	113
Tabla 43. Sección 0+160.00	113
Tabla 44. Sección 0+180.00	113
Tabla 45. Sección 0+200.00	114

Tabla 46. Sección 0+220.00	114
Tabla 47. Sección 0+240.00	114
Tabla 48. Sección 0+260.00	115
Tabla 49. Sección 0+280.00	115
Tabla 50. Sección 0+300.00	115
Tabla 51. Sección 0+320.00	116
Tabla 52. Sección 0+340.00	116
Tabla 53. Sección 0+360.00	116
Tabla 54. Sección 0+380.00	117
Tabla 55. Sección 0+400.00	117
Tabla 56. Sección 0+420.00	117
Tabla 57. Sección 0+440.00	118
Tabla 58. Sección 0+460.00	118
Tabla 59. Sección 0+480.00	118
Tabla 60. Sección 0+500.00	119
Tabla 61. Sección 0+520.00	119
Tabla 62. Sección 0+540.00	119
Tabla 63. Sección 0+560.00	120
Tabla 64. Sección 0+580.00	120
Tabla 65. Sección 0+600.00	120
Tabla 66. Sección 0+620.00	121
Tabla 67. Sección 0+640.00	121
Tabla 68. Sección 0+660.00	121
Tabla 69. Sección 0+680.00	122
Tabla 70. Sección 0+700.00	122

Tabla 71. Sección 0+720.00	122
Tabla 72. Sección 0+740.00	123
Tabla 73. Sección 0+760.00	123
Tabla 74. Sección 0+780.00	123
Tabla 75. Sección 0+800.00	124
Tabla 76. Sección 0+820.00	124
Tabla 77. Sección 0+840.00	124
Tabla 78. Sección 0+860.00	125
Tabla 79. Sección 0+880.00	125
Tabla 80. Sección 0+900.00	126
Tabla 81. Sección 0+920.00	126
Tabla 82. Sección 0+940.00	127
Tabla 83. Sección 0+960.00	127
Tabla 84. Sección 0+980.00	128
Tabla 85. Sección 0+989.74	128
Tabla 86. Tabla de velocidades en el banco izquierdo	131
Tabla 87. Tabla de esfuerzos máximos.....	133

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Esquema del ciclo hidrológico. fuente: neitsch et al., 2002. modificado.....	13
Figura 3. Estratigrafía de Chaipara	35
Figura 4. Plano topográfico.....	36
Figura 5. Plano geológico	37
Figura 6. Plano satelital.....	38
Figura 7. Curvas IDF para las sub cuencas.....	44
Figura 8. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 1	46
Figura 9. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 2	47
Figura 10. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 3.....	48
Figura 11. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 4.....	49
Figura 12. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 5.....	50
Figura 13. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 6.....	51
Figura 14. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 7	52
Figura 15. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 8.....	53
Figura 16. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 9.....	54
Figura 17. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 10.....	55
Figura 18. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 11.....	56
Figura 19. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 12.....	57
Figura 20. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 13.....	58
Figura 21. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 14.....	59
Figura 22. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 15.....	60
Figura 23. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 16.....	61
Figura 24. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 17.....	62

Figura 25. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 18.....	63
Figura 26. Esquema de planos inclinados para simular la esorrentía sobre la superficie de una cuenca.	67
Figura 27. Esquema de solución de diferencias finitas.....	68
Figura 28. Red topológica de la cuenca del Mantaro.....	70
Figura 29. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 1.....	70
Figura 30. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 2.....	71
Figura 31. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 3.....	71
Figura 32. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 4.....	72
Figura 33. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 5.....	72
Figura 34. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 6.....	73
Figura 35. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 7.....	73
Figura 36. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 8.....	74
Figura 37. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 9.....	74
Figura 38. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 10.....	75
Figura 39. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 11.....	75
Figura 40. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 12.....	76
Figura 41. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 13.....	76
Figura 42. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 14.....	77
Figura 43. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 15.....	77
Figura 44. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 16.....	78
Figura 45. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 17.....	78
Figura 46. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 18.....	79
Figura 47. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 1.....	79
Figura 48. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 2.....	80

Figura 49. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 3.....	80
Figura 50. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 4.....	81
Figura 51. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 5.....	81
Figura 52. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 6.....	82
Figura 53. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 7.....	82
Figura 54. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 8.....	83
Figura 55. Hidrograma de máxima avenida para el punto de afro.....	83
Figura 56. Resultado de caudal máximo.....	84
Figura 57. Imagen con la granulometría.....	85
Figura 58. Imagen tramo en planta	87
Figura 59. Secciones transversales km 0+000 al km 0+989.74.....	87
Figura 61. Propiedades de los esfuerzos utilizados	100
Figura 62. Gaviones	105
Figura 63. Tipos de gaviones	106
Figura 64. Plano defeña riverena	130

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En la localidad de Chaipara, las estructuras ribereñas se han visto afectadas por eventos hidrológicos extremos, principalmente inundaciones y erosión fluvial. Esto ha generado la necesidad urgente de implementar estructuras de protección, como los gaviones, para proteger las márgenes del río, minimizar la erosión y reducir el impacto de las crecidas. Los problemas clave identificados en la zona incluyen:

Erosión de las riberas del río: Las corrientes de agua durante las temporadas de lluvia tienden a erosionar progresivamente las orillas, poniendo en riesgo la infraestructura y las viviendas cercanas.

Crecidas estacionales: El incremento del caudal durante las temporadas lluviosas provoca desbordamientos, lo que afecta las zonas cercanas y acelera la erosión.

Sedimentación: La acumulación de sedimentos en ciertas zonas del cauce altera la dinámica fluvial, creando puntos de mayor vulnerabilidad en las riberas.

El análisis hidrológico es fundamental para comprender el comportamiento del flujo del agua, los patrones de lluvia y el caudal del río, y así diseñar adecuadamente las estructuras de gaviones para ofrecer una protección duradera.

El objetivo principal es realizar un análisis hidrológico detallado en la zona de Chaipara para diseñar estructuras de gaviones que protejan las orillas del río y reduzcan la erosión. Los siguientes puntos son críticos para determinar el problema:

Caracterización del régimen hidrológico: Es necesario analizar los datos de precipitación y caudal, así como la frecuencia de las inundaciones para entender el comportamiento del río durante eventos de crecida.

Identificación de áreas críticas: Mediante el análisis hidrológico y la observación de los patrones de erosión, se deben identificar las zonas más vulnerables, donde la erosión ribereña es más intensa.

Evaluación de la capacidad de los gaviones: Determinar si los gaviones que se van a diseñar serán lo suficientemente robustos para resistir la presión del agua y evitar la socavación de las estructuras.

Dinámica del sedimento: Evaluar la carga sedimentaria que afecta las riberas, ya que puede influir en la eficiencia de los gaviones y en la alteración de los flujos fluviales.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El proyecto se realizó en el tramo comprendido en las siguientes coordenadas:

Este: 570501.91 Norte: 8581666.30 Cota 2170 m.s.n.m.

Este: 571317.22 Norte: 8581181.72 Cota 2166 m.s.n.m.

1.2.1. Delimitación Temporal

Duración: 8 meses; 15 Abril 2024 – 17 Diciembre 2024

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo puede un análisis hidrológico adecuado influir en el diseño eficiente de estructuras de protección ribereña (gaviones), en la localidad de Chaipara - 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son las características hidrológicas de la cuenca que afectan la estabilidad de las riberas en Chaipara?
- b) ¿Qué zonas de la ribera en Chaipara son las más vulnerables a la erosión y requieren mayor protección mediante estructuras de gaviones?
- c) ¿Cuál es la capacidad estructural y resistencia que deben tener los gaviones en Chaipara para soportar las fuerzas hidrodinámicas y prevenir la socavación durante eventos extremos de crecida?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar cómo un análisis hidrológico adecuado puede influir en el diseño eficiente de estructuras de protección ribereña (gaviones), en la localidad de Chaipara.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Determinar cuáles son las características hidrológicas de la cuenca que afectan la estabilidad de las riberas en Chaipara
- b) Ubicar las zonas más vulnerables a la erosión y que requieren protección mediante estructuras de gaviones en la ribera de Chaipara.
- c) Calcular la capacidad estructural y resistencia que deben tener los gaviones en Chaipara para soportar las fuerzas hidrodinámicas y prevenir la socavación durante eventos extremos de crecida.

1.5. Justificación de la investigación

El estudio es crucial debido a la vulnerabilidad de la localidad de Chaipara frente a los eventos hidrológicos extremos, como la erosión y las crecidas estacionales del río, que amenazan tanto la seguridad de la población como la infraestructura local. A continuación, se presentan las razones que justifican la importancia y necesidad de este estudio:

- Protección contra la erosión ribereña

La erosión de las riberas del río es un problema constante en Chaipara, afectando la estabilidad de las márgenes y generando pérdidas de terreno agrícola y daños a infraestructuras cercanas. El uso de estructuras de gaviones es una solución efectiva y comprobada para mitigar la erosión, ya que permite estabilizar las riberas mediante el uso de piedras contenidas en jaulas metálicas permeables. Un análisis hidrológico adecuado permitirá diseñar gaviones que ofrezcan una protección óptima, reduciendo la pérdida de suelo y la destrucción de propiedades.

- Mitigación de los efectos de crecidas

Las crecidas estacionales del río en Chaipara, producto de fuertes precipitaciones, incrementan el caudal del río, lo que conlleva a desbordamientos e inundaciones. Estas crecidas no solo generan erosión, sino que también ponen en peligro la vida de los habitantes y la infraestructura pública. El análisis hidrológico proporcionará datos precisos sobre los caudales máximos y la frecuencia de las crecidas, lo que permitirá el diseño de estructuras de gaviones capaces de resistir estos eventos extremos, minimizando los daños.

- Optimización del diseño de gaviones

El diseño eficiente de los gaviones no puede basarse en suposiciones generales, sino que debe estar fundamentado en datos específicos de la dinámica fluvial local.

A través del análisis hidrológico, se podrá determinar con precisión el tamaño, material y disposición de los gaviones, asegurando que las estructuras sean lo suficientemente robustas para soportar las fuerzas hidrodinámicas del río durante periodos de crecida. Esto evitará fallas estructurales y garantizará una mayor durabilidad de las soluciones de protección ribereña.

- Reducción de costos a largo plazo

Un diseño adecuado de las estructuras de protección basado en un análisis hidrológico detallado permitirá evitar futuras intervenciones costosas. La construcción de gaviones correctamente dimensionados y ubicados, según el comportamiento hidrológico del río, reducirá los costos de mantenimiento y reparación asociados a los daños por erosión e inundaciones recurrentes.

- Prevención de riesgos sociales y económicos

Chaipara es una localidad en la que muchas viviendas, terrenos agrícolas y otras infraestructuras esenciales se encuentran cerca del cauce del río. La falta de medidas de protección adecuadas expone a la población a riesgos significativos de inundaciones y pérdida de tierras. El estudio hidrológico permitirá implementar soluciones efectivas que reduzcan estos riesgos, protegiendo tanto los activos económicos como la vida de las personas.

- Contribución al desarrollo sostenible

El estudio promueve la **sostenibilidad ambiental** al diseñar estructuras que no solo protejan las riberas, sino que también respeten el equilibrio ecológico del río. Los gaviones permiten el paso del agua, evitando cambios drásticos en la dinámica del río y permitiendo el flujo natural de sedimentos. De esta forma, se minimizan los impactos negativos en el ecosistema fluvial y se promueve un desarrollo sostenible en la región.

- Base para futuros proyectos de infraestructura

Los resultados del análisis hidrológico y el diseño de las estructuras de protección ribereña no solo beneficiarán a la localidad de Chaipara, sino que también servirán como base para futuros proyectos de infraestructura en la región. Las metodologías y soluciones técnicas desarrolladas podrán ser replicadas en otras áreas con problemas similares, lo que contribuirá a una mayor eficiencia en la gestión de recursos hídricos y la protección de comunidades ribereñas.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones de un estudio de análisis hidrológico en el diseño de estructuras de protección ribereña, como los gaviones en Chaipara, pueden ser diversas. Algunas de las limitaciones más comunes son:

Datos incompletos o inexactos: La calidad de los datos hidrológicos (precipitaciones, caudales, etc.) es crucial. Si los datos históricos son escasos, inexactos o no están disponibles, esto puede afectar la validez de los modelos utilizados.

Variabilidad climática: Las condiciones climáticas pueden variar significativamente con el tiempo. Cambios en patrones de precipitación, sequías o eventos climáticos extremos pueden no estar reflejados en los datos históricos.

Modelo hidrológico: La selección del modelo hidrológico puede influir en los resultados. Cada modelo tiene supuestos y limitaciones que pueden no capturar adecuadamente la realidad del área de estudio.

Interacción con el entorno: Factores como la erosión del suelo, la vegetación y el uso del suelo pueden influir en la hidrología local, y estos factores a menudo son difíciles de cuantificar y modelar.

Cambios en el uso del suelo: Modificaciones en la infraestructura y el uso del suelo a lo largo del tiempo pueden afectar el escurrimiento y la capacidad de absorción del suelo, lo que no siempre se refleja en los modelos hidrológicos.

Escala temporal y espacial: Las limitaciones en la escala de los datos pueden llevar a errores en las predicciones. Un estudio que se enfoque solo en un corto período o en una pequeña área puede no ser representativo de tendencias más amplias.

Consideraciones Socioeconómicas: Las limitaciones en el estudio pueden no incluir adecuadamente los factores socioeconómicos que pueden influir en la gestión del agua y el diseño de estructuras de protección.

Aspectos legales y normativos: Las normativas locales o nacionales pueden limitar las opciones de diseño o implementación de las estructuras de protección ribereña.

Evaluación de Riesgos: La incertidumbre en la evaluación de riesgos puede ser un factor limitante. No siempre se puede prever la probabilidad de eventos extremos.

Estas limitaciones pueden impactar la efectividad del diseño de estructuras de protección ribereña y deben ser consideradas cuidadosamente al interpretar los resultados del estudio

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Tapia J. C. (2012), en la tesis Modelización hidrológica de un área experimental en la cuenca del Río Guayas en la producción de caudales y sedimentos, Se aplicaron modelos hidrológicos y empíricos integrando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el tratamiento de información espacial, generando una gran base de datos georreferenciada de la cuenca de estudio. Como resultado, se obtuvieron los parámetros morfológicos del relieve, de la forma y relativos a la red hidrográfica a nivel cuenca de estudio y sus unidades hidrológicas (subcuencas), destacando la forma alargada de la cuenca con pendientes fuertes en la cabecera, accidentadas en la zona media y suave en la desembocadura, con una superficie de 50.371,74 ha. Presenta valores de densidad de drenaje bajos con crecientes de menor magnitud y menor probabilidad de ocurrencia de eventos torrenciales, con un bajo poder erosivo. Se generaron los mapas temáticos como: topográfico, hidrográfico, orientación, iluminación y pendientes de las laderas, suelo, uso del suelo y cobertura vegetal, isotermas, isoyetas, zonas climáticas. Se realizó un estudio de los parámetros hidrometeorológicos y su dinámica en la cuenca de estudio

a nivel zonas para cuantificar los caudales líquidos por medio del HECGeo-HMS. Se calibró y validó el modelo hidrológico HEC-HMS ® cuantificando el caudal simulado a la salida de la cuenca de estudio para que pueda ser usado en otras cuencas de iguales características morfométricas. Se calcularon los factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) y la Tasa de Erosión Hídrica Superficial de la cuenca del Río Toachi y de las respectivas unidades hidrológicas. Además, se realizó la cartografía particular de los parámetros de la USLE de la cuenca del Río Toachi con SIG para un análisis geoespacial.

El Ministerio de Agricultura (2017) en el estudio Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del río Mala, se realizó un análisis de consistencia de la información de saltos, tendencias, doble masa y se procedió a la completación y extensión de los datos faltantes.

En base a 15 estaciones pluviométricas, encontrándose una precipitación media mensual para la cuenca utilizando tres métodos (Correlaciones entre estaciones, mediante el Thiessen Modificado precipitación areal y por afectación altitudinal de una estación base. Obteniéndose la precipitación media anual para la cuenca Mala, obtenido mediante el método de correlaciones de 873.6 mm, la Precipitación Areal alcanza a 670.8 mm y mediante la afectación altitudinal alcanza a 693.7 mm.

Montesinos C., Lavado W., Quijada, Gutiérrez y Felipe O. (2023), En el estudio Desarrollo de curvas pluviométricas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) en Perú, determinaron que el uso de los resultados para propósitos de diseño de ingeniería debe ser tomados con cuidado y siempre considerando las bandas de confianza de la curva de crecimiento regional y teniendo en cuenta que el periodo de las series de tiempo utilizadas en algunas regiones es corto, así como el número de estaciones para cada una de las regiones. El enfoque junto con las pruebas estadísticas utilizadas en este estudio

y los hallazgos de la caracterización de los patrones espacio-temporales de variaciones de frecuencia para los extremos de lluvia en Perú, constituyen las principales contribuciones distintas de literaturas pasadas.

2.2. Bases teóricas - científicas

Análisis hidrológico: El análisis hidrológico incluye los siguientes aspectos:

Precipitación y escorrentía: Se analizan los datos históricos de lluvia para calcular la escorrentía que fluye hacia el río y su capacidad para generar eventos de inundación.

Caudales máximos: Estudiar los caudales pico y la frecuencia de las crecidas. Esto incluye el uso de métodos hidrológicos como el Método Rational o el Método de frecuencia para estimar la probabilidad de crecidas extremas en un periodo dado.

Modelado hidráulico: Utilizar herramientas de modelado (por ejemplo, HEC-RAS o SWMM) para simular la interacción del flujo de agua con las riberas y predecir cómo se comportará el caudal en diferentes escenarios de lluvia.

Evaluación del riesgo: Identificar los riesgos de erosión y posibles fallas estructurales en las riberas del río, de modo que los gaviones puedan diseñarse con dimensiones y materiales adecuados para resistir el impacto del agua y los sedimentos.

Diseño de gaviones: Con base en el análisis hidrológico, el diseño de gaviones debe considerar:

Dimensiones y resistencia: El tamaño de los gaviones se determina según la magnitud del caudal y la velocidad del agua durante las crecidas. Los gaviones deben estar rellenos de rocas o materiales adecuados que soporten la presión hidrodinámica.

Distribución estratégica: Los gaviones deben colocarse en áreas identificadas como de alta erosión, donde la protección ribereña sea más crítica.

Integración con el entorno: Las estructuras de gaviones deben integrarse con el entorno natural, minimizando el impacto ambiental y permitiendo que el flujo del río continúe sin obstrucciones importantes.

- **Cuenca hidrográfica:** La cuenca hidrográfica, considerada como el territorio geográfico delimitado por una divisoria de aguas que está conformada por un sistema hídrico, presenta tres secciones bien definidas por las divisorias de aguas donde el nivel de actividad hidrológica es diferente, específicamente el impacto del agua, aunque mantienen una intrínseca interconexión e interacción, así:
- **La zona alta o cabecera,** donde se produce la mayor cantidad de precipitación, la temperatura es más baja que el resto de la cuenca y las acciones que se realicen aquí influirán en toda la cuenca, por ejemplo, el riego. Su estabilización es nula y existe una alta producción de sedimentos líquidos y sólidos.
- **La zona media,** se comporta como zona de amortiguamiento entre las acciones de la cuenca alta y los efectos de la cuenca baja. En esta área se cumplen la mayor cantidad de actividades productivas ejerciendo presión hacia la parte alta. Su estabilización es baja produciendo más cantidades de sedimentos líquidos y sólidos.
- **La zona baja o desembocadura,** ubicada en tierras bajas, generalmente cerca de la costa, se caracteriza por presentar fenómenos de estiaje o inundación. En esta zona se expresa los impactos de las acciones que se realizan en la cuenca alta. Las cuencas hidrográficas en su integridad, deben ser consideradas como unidades de planificación y gestión para el ordenamiento territorial y para el manejo de recursos naturales, ya que la disponibilidad de los recursos hídricos y edáficos no dependen de los límites políticos sino más bien dependen de la influencia de los tratamientos

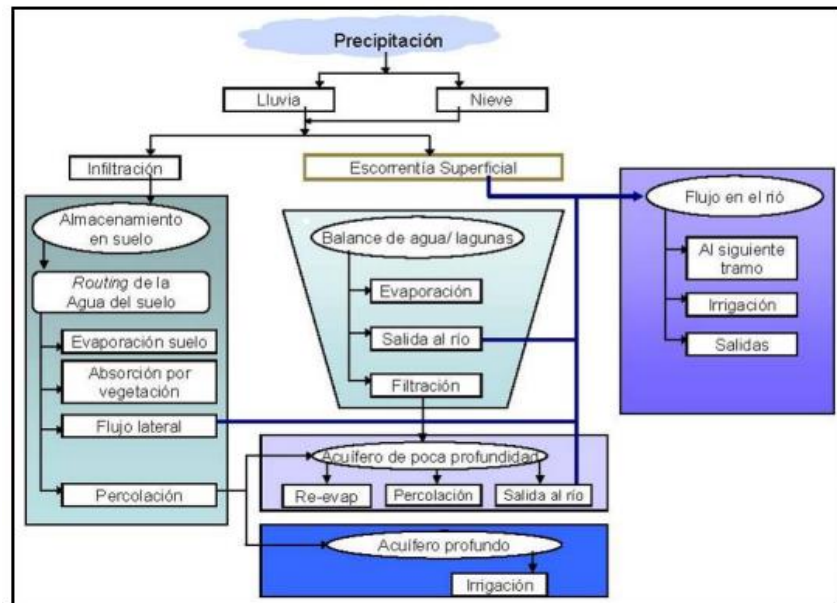
integrados de producción y protección regionales, según elementos sociales, económicos y, del grado de deterioro ambiental (Gaspari et al., 2009).

Las actividades que realizan los habitantes en las diferentes partes de la cuenca, están íntimamente relacionadas debido al funcionamiento como un “sistema indivisible e interdependiente”, así por ejemplo cuando en la parte alta se tiene una cobertura forestal adecuada, ayuda a regular y controlar la cantidad de agua y sedimento (líquido y sólido) que escurren hacia las partes media y baja de la cuenca.

Esto favorece a las poblaciones de la cuenca baja en calidad y cantidad de agua para consumo, así como también la ocurrencia de inundaciones y sequías (López y Delgado, 2009). Para la presente tesis, se utilizará la herramienta HEC-GeoHMS, que trabaja bajo plataforma de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para la delimitación de la cuenca y subcuencas, y para generar los valores de los parámetros morfométricos del relieve de la red hidrográfica

- **Ciclo hidrológico:** El análisis hidrológico de una cuenca inicia con el conocimiento particular del movimiento del agua, conocido como “ciclo hidrológico” (Figura 1), de tal manera que permite organizar, ordenar y planificar la misma. Debido a ello, la caracterización del ciclo hidrológico crea un diagnóstico preliminar para todo estudio de esta unidad hidrológica.

Figura 1. Esquema del ciclo hidrológico. fuente: neitsch et al., 2002. modificado.



El ciclo hidrológico es considerado como un ciclo compuesto por procesos continuos e interdependientes de transferencia y movimiento de agua entre la atmósfera, la tierra y los cuerpos de agua. Considerando el inicio del proceso en la precipitación, sea en forma de lluvia o nieve, una parte es interceptada por la vegetación, otra cae en los cuerpos de agua y otra va a la tierra, que dependiendo de las características físicas del suelo se infiltra o escurre superficialmente. Durante el proceso de infiltración, una parte es retenida por el suelo cuya capacidad de almacenamiento depende de la porosidad del suelo. Una vez saturada la capacidad de almacenamiento, el agua ya no infiltra y se transforma en escorrentía superficial; otra parte se transforma en flujo subsuperficial y el resto percola alimentando los acuíferos profundos. El agua que se infiltra y percola tiene una continuidad horizontal convirtiéndose en escorrentía subsuperficial y subterránea cuyo destino final es un río o el mar. El escurrimiento superficial tiene como destino final un lago, una laguna o el mar.

La energía solar junto con los factores meteorológicos de temperatura, viento, radiación solar y humedad producen la evaporación en los cuerpos de agua y la

evapotranspiración en las plantas y suelo. En ambos procesos se produce la pérdida de agua y la transformación del agua de estado líquido a gaseoso. El vapor de agua mientras sube a la atmósfera, pierde calor y se condensa alrededor de núcleos de condensación transformándose en pequeñas gotas de agua, las cuales se agrupan (nubes) y por su tamaño se precipitan a la tierra en forma de lluvia, granizo o nieve. El ciclo se repite sucesivamente.

2.3 Balance Hídrico El balance hídrico contabiliza las ganancias de agua por lluvia o riego y las pérdidas por evaporación, escorrentía, drenaje profundo y la variación del almacenamiento de aguas en el suelo. El conocimiento del balance hídrico permite determinar la duración y la magnitud a nivel macroclimático de los períodos con exceso o deficiencia de agua, y es de aplicación para definir la hidrología de una zona, realizar la clasificación climática de un área y para la planificación hidráulica. El balance hídrico o balance de agua, es la cuantificación tanto de los parámetros involucrados en el ciclo hidrológico, como de los consumos de agua de los diferentes sectores de usuarios en un área determinada, o una cuenca, así como la interrelación entre ellos, dando como resultado un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en cuanto a su oferta, disponibilidad y demanda en dicha área, como lo representan López y Delgado (2009) en la Figura 1. Al calcular el balance hídrico de un área o cuenca, el principal objetivo está en la determinación de las pérdidas totales de agua (o evapotranspiración): la evaporación de superficies de agua, suelo, nieve, hielo, y de cualquier otra superficie, más la transpiración. (Linsey et al., 1993)

2.3. Definición de términos básicos

- **Caudales máximos:** El caudal máximo instantáneo es un parámetro hidrológico que puede ser estimado mediante modelos determinísticos, probabilísticos y empíricos o por mediciones instrumentales directas, sin embargo, sus magnitudes

están influenciadas de igual manera por la morfometría de la cuenca y su red de drenaje.

- **Frecuencia de crecidas:** El análisis de frecuencia de crecidas brinda información sobre el potencial de crecidas en base a las condiciones actuales o pronosticadas. También emplea los datos de las crecidas que han ocurrido en el pasado para actualizar las representaciones estadísticas de las crecidas que pueden ocurrir en el futuro.
- **Escorrentía:** La escorrentía es un proceso físico que consiste en el escurrimiento del agua de lluvia por la red de drenaje hasta alcanzar la red fluvial. La escorrentía es uno de los procesos básicos que se incluye en el ciclo del agua.
- **Hidrología:** La ciencia que estudia el agua, su movimiento, distribución, y sus propiedades físicas y químicas, como la evaporación, precipitación y el flujo de agua superficial y subterránea.
- **Erosión:** El proceso de desgaste y transporte de materiales del suelo y rocas causado por la acción del agua (entre otros agentes). Es una fuerza destructiva que puede socavar las estructuras ribereñas y requiere ser considerada en su diseño.
- **Defensas ribereñas:** Estructuras (como muros de contención o diques) construidas a orillas de los ríos para proteger las áreas pobladas e infraestructuras de la erosión y las inundaciones.
- **Análisis morfométrico:** El estudio cuantitativo de las características físicas de una cuenca, como su forma, extensión y pendiente. Proporciona datos esenciales para entender cómo la cuenca responderá a las lluvias y generará escorrentía.
- **Período de retorno:** El tiempo promedio que se espera que ocurra un evento de una cierta magnitud (como una inundación). Un período de retorno más largo implica un evento más extremo. Se utiliza en el diseño de defensas para definir la

magnitud de los eventos para los que se debe diseñar la estructura, a menudo a través de un análisis costo-beneficio.

- **Modelamiento hidráulico:** La simulación matemática del comportamiento del agua (flujos, niveles, velocidades) en un río, considerando la topografía, el cauce y otros factores. Ayuda a predecir cómo el agua interactuará con las defensas ribereñas.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El análisis hidrológico adecuado influye en el diseño eficiente de estructuras de protección ribereña, como los gaviones, en la localidad de Chaipara.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) Las características hidrológicas de la cuenca afectan la estabilidad de las riberas en Chaipara.
- b) Las zonas de la ribera en Chaipara más vulnerables a la erosión , requieren mayor protección mediante estructuras de gaviones.
- c) La capacidad estructural y resistencia de los gaviones en Chaipara soportan las fuerzas hidrodinámicas y previenen la socavación durante eventos extremos de crecida.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables independientes

Análisis hidrológico

2.5.2. Variables dependientes

Diseño eficiente de estructuras de protección ribereña.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores:

En el cuadro siguiente se pasa a detallar el desarrollo de la Operacionalización de las variables.

Tabla 1. *El desarrollo de la Operacionalización de las variables.*

Variables	Dimensiones	Indicadores
Independiente: Análisis hidrológico	Caudales máximos Frecuencia de crecidas Escorrentía	Medición de las crecidas por estaciones Litros por seg. Aumento o disminución por estaciones Medición de agua que recorre en superficie Litros por seg.
Dependiente: Diseño eficiente de estructuras de protección ribereña.	Ancho de cimentación. Alto del muro Longitud del muro Resistencia	Diseño del ancho del muro de contención Diseño de la altura Diseño de la longitud Soporta el empuje de las crecidas

Nota: Fuente de elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que mejor se adapta a este estudio es una investigación aplicada, ya que busca solucionar un problema práctico: el diseño y la implementación de estructuras de protección gaviones basadas en análisis hidrológicos. Además, este tipo de estudio podría calificarse como cuantitativo debido a la importancia de los datos numéricos (caudales, precipitaciones, modelos hidrológicos, etc.) y también descriptivo-exploratorio:

- Aplicada: Se enfoca en encontrar soluciones específicas y prácticas para la erosión ribereña en la localidad de Chaipara.
- Cuantitativa: Requiere de análisis de datos hidrológicos (precipitaciones, caudales de río, comportamiento del agua, etc.).

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación según la naturaleza del estudio es descriptivo, porque el estudio detalla las condiciones hidrológicas, características del diseño de gaviones y factores que afectan la protección ribereña en Chaipara.

3.3. Método de investigación

El método que se utilizaría sería un método cuantitativo, dado que el estudio se basa en el análisis de datos numéricos y mediciones precisas de variables hidrológicas y de ingeniería. Además, sería un método estadístico porque se basa en una serie de procedimientos para recopilar, organizar, analizar e interpretar datos.

En el proceso de investigación se aplicarían:

- Modelos hidrológicos para simular el comportamiento del agua en diferentes condiciones.
- Estudios topográficos para conocer el relieve y las características físicas de la ribera.
- Análisis de suelos para determinar la estabilidad y el comportamiento del terreno frente a la erosión y las crecidas.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación sería no experimental y transversal:

- No experimental: No se manipulan variables de manera directa, sino que se analizan y describen las condiciones existentes, y se proyectan escenarios futuros utilizando modelos hidrológicos.
- Transversal: La recolección de datos se realiza en un periodo específico de tiempo para analizar el estado actual del río y sus márgenes, así como las condiciones hidrológicas locales. Aunque algunos aspectos podrían evaluarse longitudinalmente (especialmente si se lleva a cabo un monitoreo a largo plazo de los gaviones, el análisis principal generalmente ocurre en un punto específico del tiempo.

Dentro de este diseño, es común que se utilicen modelos matemáticos e hidráulicos que simulen comportamientos hidrológicos bajo diferentes escenarios.

3.5. Población y muestra

Dado que el estudio es eminentemente técnico y no implica a personas como sujetos de estudio directo, la población y muestra se refieren a aspectos físicos del entorno, como la cuenca y las áreas afectadas por la erosión.

- **Población:** Se consideraría toda la cuenca hidrográfica que alimenta el cuerpo de agua en Chaipara y las zonas ribereñas que podrían verse afectadas por la erosión o crecidas del río. También se incluirían aspectos relacionados con las condiciones meteorológicas e hidrológicas de la región.
- **Muestra:** La muestra está constituida por el tramo específico del cauce del río que atraviesa la localidad de Chaipara y que ha sido identificado como zona crítica debido a su alta vulnerabilidad frente a eventos hidrológicos extremos. Este tramo fue seleccionado mediante una inspección técnica de campo, análisis de antecedentes de afectación por eventos fluviales y criterios de riesgo, tales como erosión activa, socavación de márgenes, cercanía a viviendas, y amenazas a la infraestructura vial local.

Dicho segmento constituye el área de intervención en la cual se realizará el análisis hidrológico y el posterior diseño de estructuras de gaviones como medida de protección ribereña en una longitud de 970 m. La delimitación espacial de la muestra será detallada en los planos georreferenciados y en los resultados del levantamiento topográfico correspondiente.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos en un estudio hidrológico y de diseño de estructuras de protección como los gaviones requeriría una combinación de técnicas cuantitativas y observaciones de campo. A continuación, se describen las técnicas e instrumentos específicos:

a) Técnicas de recolección de datos

- Mediciones hidrológicas: Para obtener datos sobre la cantidad de agua que pasa por el cauce del río en diferentes momentos del año, así como las alturas de crecidas y las tasas de escurrimiento.
- Análisis topográfico y geotécnico: Estudios del terreno y del relieve mediante levantamientos topográficos y análisis de estabilidad de suelos en las márgenes del río.
- Modelado hidrológico: Simulaciones computarizadas que modelan el comportamiento del agua en distintas condiciones meteorológicas y climáticas. Esto podría incluir software especializado como HEC-RAS o SWMM.
- Estudios de precipitación: Recolección de datos históricos de precipitación, caudales y otras variables climatológicas.

b) Instrumentos de recolección de datos

- Pluviómetros y sensores de caudal: Para medir la cantidad de lluvia y el caudal del río en tiempo real.
- Estaciones hidrométricas: Para obtener datos de nivel de agua y caudal en puntos críticos del río.
- Drones o imágenes satelitales: Para la evaluación aérea de las áreas ribereñas afectadas por la erosión o las crecidas del río.
- GPS y equipos de topografía: Para medir elevaciones y pendientes de la zona en estudio, crucial para el diseño de las estructuras de protección.
- Software de modelado hidrológico y de simulación: HEC-RAS, ArcGIS o similar para evaluar las condiciones actuales y proyectar las soluciones propuestas.

c) Observaciones de campo

- Se realizarían recorridos por las zonas afectadas y se registrarían visualmente los puntos más críticos para la intervención con gaviones. Esto incluye la identificación de áreas con alto riesgo de erosión o zonas donde el impacto de las crecidas del río ha sido más significativo.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Selección de instrumentos

Datos hidrometeorológicos: Para determinar los datos se tomaron datos de estaciones meteorológicas, pluviómetros, imágenes satelitales y datos históricos de organismos oficiales.

Evaluación del diseño de gaviones: Se uso el software de modelado HEC-RAS.

Validación de instrumentos

Comparar las mediciones con datos de referencia o bases de datos oficiales.

Uso de estándares internacionales (ASTM, ISO, normas hidrológicas locales).

Confiabilidad de los datos

Repetición de mediciones en diferentes periodos para evaluar estabilidad.

Triangulación de datos con diferentes métodos para asegurar precisión.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En un estudio hidrológico y de ingeniería, los datos recolectados necesitan ser cuidadosamente procesados y analizados para extraer información útil que guíe el diseño de las estructuras de protección gaviones. Las principales técnicas son:

a) Análisis hidrológico e hidráulico

Procesamiento de datos de precipitación y caudales: Los datos recolectados a través de estaciones meteorológicas y pluviómetros se tabulan y procesan

utilizando herramientas de análisis hidrológico. El promedio, mediana, y el análisis de frecuencia son esenciales para entender los patrones de precipitación y el caudal de los ríos.

Curvas de duración de caudales: Se construyen curvas de duración de caudales para mostrar el comportamiento de los flujos de agua en diferentes períodos.

Análisis de crecidas: Se calculan los caudales máximos para distintos períodos de retorno (como 5, 10, 25, 50 o 100 años) utilizando modelos matemáticos de predicción basados en datos históricos.

Simulación de modelos hidrológicos: Software como HEC-RAS o SWMM puede utilizarse para modelar el comportamiento del agua en distintos escenarios, simulando el efecto de lluvias intensas, crecidas o inundaciones en la zona ribereña.

b) Análisis geotécnico y topográfico

Procesamiento de datos de levantamientos topográficos: Los datos recolectados a través de GPS y levantamientos topográficos se ingresan en sistemas de información geográfica (GIS) para crear modelos digitales de terreno. Esto permite visualizar las pendientes, las áreas críticas de erosión y las posibles ubicaciones de los gaviones.

Análisis de estabilidad del suelo: Se utilizan pruebas geotécnicas para evaluar la resistencia del suelo en las áreas de intervención. Estos datos se procesan para determinar la capacidad de soporte del terreno y para evaluar cómo los gaviones podrían mejorar la estabilidad del área.

c) Procesamiento de imágenes

Análisis de imágenes satelitales o drones: Se utilizan herramientas de procesamiento de imágenes para analizar fotos aéreas y determinar las áreas afectadas por erosión. Las imágenes pueden ser procesadas con software de

fotogrametría o análisis espacial como ArcGIS para obtener información sobre los cambios en la superficie del terreno.

3.9. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico en este tipo de estudios tiene el propósito de interpretar los datos hidrológicos y geotécnicos recolectados, asegurando que las conclusiones sean representativas y válidas. Los principales enfoques estadísticos serían:

a) Estadística descriptiva

Cálculo de medidas centrales (promedio, mediana, moda) y de dispersión (varianza, desviación estándar) para entender los patrones de precipitaciones y caudales históricos.

Distribuciones de frecuencia: Permiten visualizar la frecuencia de eventos hidrológicos como crecidas, clasificándolos según su magnitud y período de retorno.

Series temporales: Se analiza cómo los caudales y las precipitaciones han variado con el tiempo, utilizando técnicas de series temporales para identificar tendencias o patrones cíclicos.

b) Modelos de distribución de probabilidad

Para el análisis de las crecidas y eventos extremos, se utilizan modelos de distribución de probabilidad como la distribución Gumbel, que permite estimar la probabilidad de eventos extremos (como inundaciones severas).

Se calculan períodos de retorno para distintos escenarios de crecidas, lo que permite dimensionar los gaviones según el riesgo esperado.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

En un estudio hidrológico y de diseño de estructuras de protección, es fundamental considerar las implicaciones éticas, no solo desde el punto de vista técnico, sino también social y ambiental. Las principales orientaciones éticas incluyen:

a) Impacto ambiental

Protección del ecosistema ribereño: Es esencial que el diseño de los gaviones no altere significativamente el ecosistema local ni ponga en peligro la flora y fauna que depende del río y sus alrededores. Se debe realizar un estudio de impacto ambiental que garantice que la intervención será sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Minimización de alteraciones al flujo natural del río: Los gaviones deben diseñarse de tal forma que no interfieran excesivamente con el flujo natural del río ni causen acumulación de sedimentos que podrían tener consecuencias no deseadas aguas arriba o abajo.

b) Consideraciones sociales

Involucramiento comunitario: Es importante involucrar a la comunidad local en el proceso de toma de decisiones, especialmente si los habitantes de Chaipara dependen del río para su subsistencia (agricultura, pesca, etc.). La instalación de los gaviones podría tener efectos sociales y económicos, por lo que es necesario llevar a cabo consultas comunitarias y escuchar sus preocupaciones y sugerencias.

Acceso a información clara: Todos los resultados y decisiones del proyecto deben presentarse de manera accesible y comprensible para la comunidad afectada.

c) Ética en la recolección de datos

Consentimiento informado: Si el estudio involucra a personas (por ejemplo, para obtener información sobre el impacto social o económico), es necesario

obtener consentimiento informado de los participantes. Esto es importante para asegurar que las personas comprendan el propósito del estudio y cómo se utilizarán los datos que proporcionen.

Confidencialidad y manejo de datos: Si se recolectan datos personales de las personas en Chaipara (como información demográfica o socioeconómica), estos deben manejarse de manera confidencial y respetuosa, asegurando que se cumpla con las normativas de privacidad.

d) Responsabilidad profesional

Rigor científico y transparencia: Los resultados del análisis deben ser presentados de manera transparente, y cualquier limitación del estudio debe ser claramente reconocida. Esto incluye reconocer cualquier margen de error o incertidumbre en los modelos utilizados.

Compromiso con el bienestar público: El diseño y la implementación de los gaviones deben priorizar la seguridad y el bienestar de la población. Las estructuras mal diseñadas o basadas en análisis deficientes podrían fallar en el futuro, causando daños considerables.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación

El proyecto se ubica en la Región Huancavelica de acuerdo al siguiente detalle

REGION: Huancavelica

PROVINCIA: Churcampa

DISTRITO: La Merced

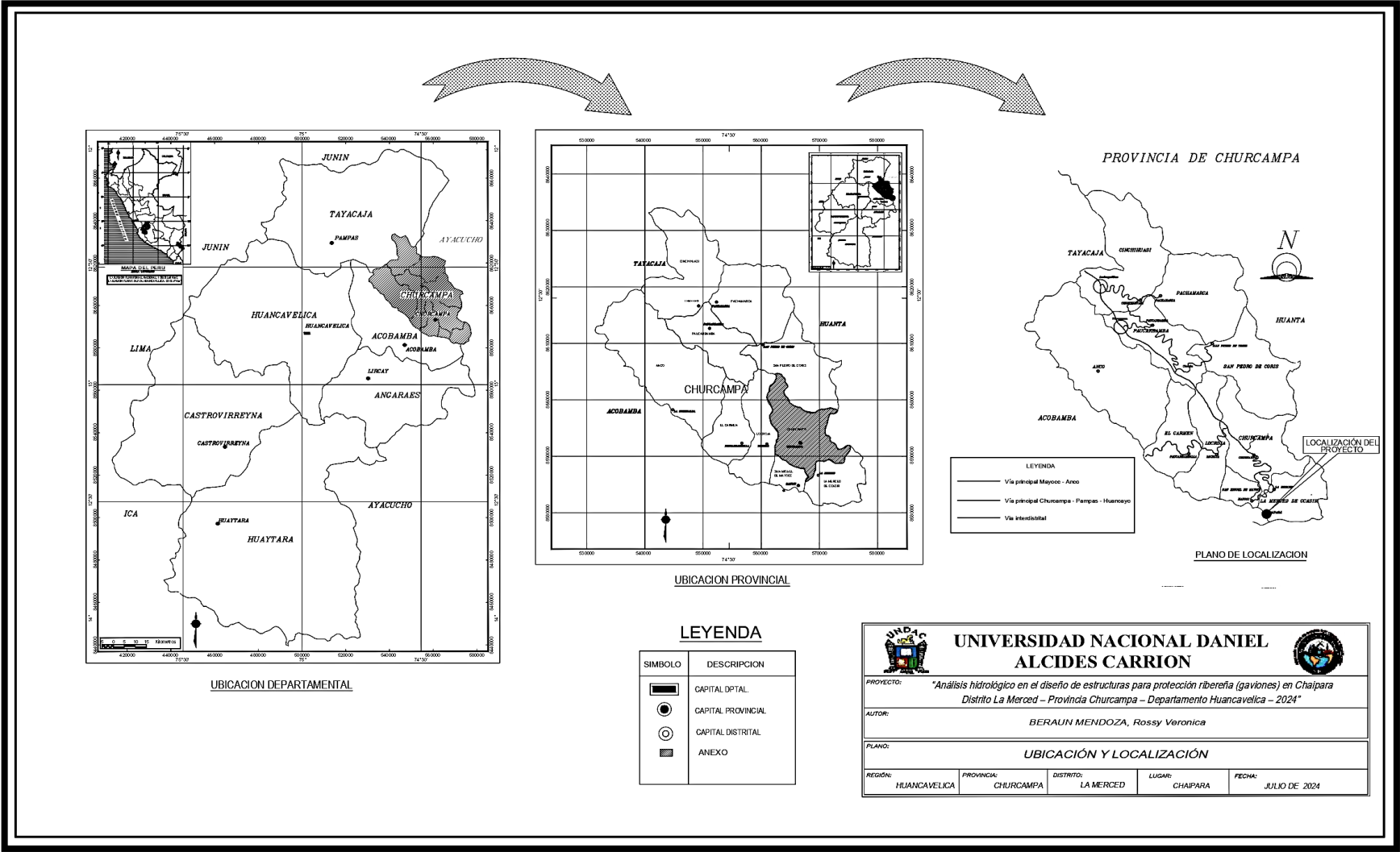
LOCALIDAD: Chaipara

Las coordenadas UTM y los niveles referidos al nivel medio del mar del tramo de la defensa ribereña es el siguiente.

Este: 570501.91 Norte: 8581666.30 Cota 2170 m.s.n.m.

Este: 571317.22 Norte: 8581181.72 Cota 2166 m.s.n.m.

Figura 2. Plano de ubicación y localización



Nota: Fuente de elaboración propia

4.1.2. Acceso

Al distrito de La Merced se accede a través del Distrito de san Miguel de Mayocc, no tiene articulación directa; en tal sentido el acceso desde Huancavelica hasta el lugar del proyecto es como se muestra a continuación:

Tabla 2. *Vía de acceso al distrito de la Merced*

Tramo	Dist. (km)	Tiempo	Medio de Transporte	Observaciones
Huancavelica – Mayocc	320	8 hora	Vehículo	Afirmada
Mayocc – La Merced	2	20 min	Vehículo	Afirmada
Total	322	8 h 20min		

Nota: Fuente de elaboración propia

4.1.3. Altitud

La altitud del proyecto está comprendida entre los niveles de 2166-2170 m.s.n.m.

4.1.4. Clima

De la información hidrometereológica disponible en la zona se tiene que la precipitación multianual en el área de Proyecto es de alrededor de 2,250 mm. Con temperaturas promedio de 24°C que llegan como máximo hasta 31°C (Octubre a Febrero) y con mínimas hasta 10°C (mayo a Julio).

El clima de la zona corresponde al del denominado Clima tropical, en donde se tiene la ocurrencia de altas precipitaciones y temperaturas muy cálidas.

4.1.5. Topografía

La topografía de la zona es accidenta por todo el tramo del estudio que comprende desde el inicio de la defensa ribereña hasta el final de la defensa (puente colgante existente).

4.1.6. Geología

Desde el punto de vista litológico estratigráfico, en la zona de estudio ocurren

afloramientos de tipo sedimentario, conformados por areniscas, calizas, lutitas, conglomerados, dolomitas y travertinos; de tipo metamórfico, como pizarras, cuarcitas, esquistos y filitas; y rocas ígneas extrusivas, representadas por derrames andesíticos, brechas volcánicas, tufos, cenizas, etc. Las rocas ígneas intrusivas son de composición predominante granitoide (granito, granodiorita, diorita, etc.) y forman parte de intrusiones batolíticas. Es evidente, asimismo, la ocurrencia de depósitos morrénicos y material aluvial, sobre los cuales la acción erosiva imprimió los detalles topográficos del paisaje andino actual, caracterizado por su gran irregularidad. La edad de las rocas mencionadas es estimada entre el Paleozoico inferior y el Cuaternario reciente.

Geología regional.

- **Paleozoico inferior: Grupo Excelsior (Palí-e).**

Litológicamente, Está principalmente compuesto por filitas, que son rocas metamórficas de grano fino, resultado de la alteración de rocas sedimentarias como las lutitas.

Estas unidades han sido afectadas por diversos grados de metamorfismo regional, lo que ha permitido la preservación de estructuras sedimentarias primarias solo en ciertas localidades menos deformadas.

- **Devónico inferior: Grupo Cabanillas (D-ca).**

Litológicamente, Predominan las intercalaciones de areniscas y lutitas micáceas, con niveles de conglomerados finos y limolitas carbonáceas en la parte superior.

- **Carbonífero inferior: Grupo Ambo (Ci-a).**

Litológicamente, está mostrando una secuencia de areniscas con intercalaciones de limoarcillitas, con una edad asignada por correlación estratigráfica con otras secuencias similares.

- **Carbonífero superior: Grupo Tarma (Cs-t).**

Litológicamente, este compuesto principalmente por calizas grises, areniscas gris verdosas con estructuras sedimentarias y lutitas verdes alternadas.

- **Pérmico inferior: Grupo Copacabana (Pi-c).**

Litológicamente, está compuesto por calizas micríticas de coloración gris oscura a beige, en capas medias a gruesas con intercalaciones de areniscas calcáreas. Se estima un espesor de más de 200 metros, conformando una secuencia monótona.

- **Pérmico superior: Grupo Mitú (Ps-mi)**

Litológicamente, se caracteriza está compuesto principalmente por areniscas, conglomerados y lutitas de colores rojizos, con intercalaciones de horizontes piroclásticos y lavas. Caracterizado por su intenso vulcanismo alcalino y sedimentación fluvial, aluvial y eólica.

Geología local

- **Triásico superior jurásico inferior: Formación Chambará (TrsJi- cha)**

Litológicamente, se caracteriza está compuesta principalmente por lutitas, margas, areniscas calcáreas y calizas bituminosas de coloración gris oscura, con un espesor aproximado de 125 metros. Además, se han encontrado fósiles de esponjas y *Monotis subcircularis* que indican facies de cuenca abierta

- **Jurásico inferior: Formación Aramachay (Ji-ar)**

Litológicamente, Predominan calizas micríticas y margosas oscuras, con intercalaciones de limoarcillitas y areniscas, Además, es conocida por su abundancia de fósiles, especialmente bivalvos y amonites.

- **Jurásico inferior: Formación Condorsinga (Ji-co)**

Litológicamente, se caracteriza por calizas fosilíferas y areniscas calcáreas,

con un grosor de aproximadamente 600 metros.

- **Jurásico medio: Formación Cercapuquio (Jm-ce)**

Litológicamente, se caracteriza por areniscas cuarzosas rojizas intercaladas con lutitas rojas y verdes, con una facies arenosa predominante en la parte superior con niveles de lutitas, según estudios geológicos.

- **Jurásico medio: Formación Chunumayo (Jm-ch)**

Litológicamente, se caracteriza por la presencia de calizas claras en estratos medianos, que suprayacen a secuencias siliciclásticas del Grupo Goyllarisquizga.

- **Jurásico superior Cretácico inferior: Grupo Yura (JsKi-yu)**

Litológicamente, se compone de las formaciones Cachios, Labra y Hualhuani. Estas formaciones están principalmente compuestas por lutitas y cuarcitas grises.

- **Jurásico superior Cretácico inferior: Formación María Elena (JsKi-me)**

Litológicamente, está representada por cuarciarenitas rojizas y blanquecinas ampliamente bioturbadas.

- **Cretácico inferior: Formación Copara (Ki-co)**

Litológicamente, la formación está compuesta principalmente por grauvacas verdes y moradas, con intercalaciones de cuarcitas y pizarras en la base y calizas en la parte superior.

- **Cretácico inferior: Formación Parihuanca (Ki-ph)**

Litológicamente, predominan calizas de color gris claro, en estratos gruesos (50 cm), intercaladas con calizas grises oscuras en estratos más delgados (5 a 10 cm).

- **Cretácico inferior: Formación Goyllarisquizga (Ki-go)**

Litológicamente, predominio de areniscas subarcosicas y cuarzosas, de grano

medio a grueso, con intercalaciones de limolitas y lodolitas rojizas.

- **Cretáceo inferior: Formación Chayllacatana (Ki-cha)**

Litológicamente, compuesta principalmente por lavas andesíticas basálticas a basálticas, a menudo encontradas sobre o debajo de sedimentos rojos como areniscas, lutitas y conglomerados. Su grosor varía entre 50 y 150.

- **Cretáceo inferior: Formaciones Chulec-Pariatambo (Ki-ch-p)**

Litológicamente, se caracteriza por la alternancia de calizas y lutitas, y se ubica entre las formaciones Goyllarisquizga (inferior) y Jumasha (superior).

- **Cretácico inferior- superior: Grupo Quilmana (Kis-q)**

Litológicamente, la formación está compuesta principalmente por tobas líticas retrabajadas, niveles calcáreos y lutitas rojas, con brechas volcánicas almohadilladas en la base y parte superior.

- **Cretácico inferior- superior: Formación Huaranguillo (Kis-hr)**

Litológicamente, se caracteriza por la presencia de secuencias calcáreas y areniscas cuarzosas, y es notable por sus afloramientos que a menudo forman farallones.

- **Cretácico superior: Formación Jumacha (Ks-ju)**

Litológicamente, es caracterizada por calizas y dolomías. Se ubica principalmente en la Cordillera Occidental del centro del Perú, e Huancavelica. Se define por calizas grises oscuras o azuladas, con delgados niveles de lutitas y margas.

- **Cretácico Paleógeno superior paleoceno: Formación Tambo (KaPpta)**

Litológicamente, se caracteriza por una litología variada que incluye fangolitas, tobas, conglomerados, areniscas y eventualmente capas de carbón. Estas rocas, a menudo compactas e induradas, muestran un predominio de

tonalidades oscuras y un grado variable de deformación. La presencia de tobas volcánicas.

- **Cretácico Paleógeno, superior paleoceno: Formación Socos (KsPp- so).**

Litológicamente, se caracteriza por una litología que incluye tres asociaciones principales: fangolita-toba, conglomerado-arenisca-fangolita, y arenisca-fangolita. Estas asociaciones están delimitadas arealmente y su posición estratigráfica relativa es incierta debido a la deformación. Las rocas son compactas, induradas y generalmente de tonos oscuros, con escasa o nula presencia de icnofósiles. El espesor mínimo estimado es de 250 metros.

- **Cretácico Paleógeno superior paleoceno: formación casapalca (KsPp- ca).**

Litológicamente, se caracteriza por una litología diversa que incluye fangolitas, tobas, conglomerados, areniscas y eventualmente capas con carbón. Estas rocas suelen ser compactas, induradas y de tonos oscuros, con un clivaje incipiente. La formación también se distingue por la rareza o ausencia de icnofósiles.

Figura 3. Estratigrafía de Chaipara

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA		COLUMNA	DESCRIPCION
CENOZOICO	PALEOGENO	PALEOCENO	Formación Casapalca		KSp-p-ca	se caracteriza por una litología diversa que incluye fangolitas, tobas, conglomerados, areniscas y eventualmente capas de carbón.
			Formación Socos		KSp-p-so	se caracteriza por una litología que incluye tres asociaciones principales: fangolita-toba, conglomerado-arenisca-fangolita, y arenisca-fangolita
			Formación Tambo		KaPp-ta	se caracteriza por una litología variada que incluye fangolitas, tobas, conglomerados, areniscas y eventualmente capas de carbón.
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	Formación Jumasha		Ks-ju	Es caracterizada por calizas y dolomías. Se ubica principalmente en la Cordillera Occidental del centro del Perú, e Huancavelica. Se define por calizas grises oscuras o azuladas, con delgados niveles de lutitas y margas.
			Formación Huaranguillo		Kis-hr	Se caracteriza por la presencia de secuencias calcáreas y areniscas cuarzosas, y es notable por sus afloramientos que a menudo forman farallones.
			Grupo Quilmana		Kis-q	La formación está compuesta principalmente por tobas líticas retrabajadas, niveles calcáreos y lutitas rojas, con brechas volcánicas almohadilladas en la base y parte superior.
			Fm. Chulec-Pariatambo		Ki-ch-p	Se caracteriza por la alternancia de calizas y lutitas, y se ubica entre las formaciones Goyllarisquiza (inferior) y Jumasha (superior).
		INFERIOR	Fm. Chacaylacatana		Ki-cha	compuesta principalmente por lavas andesíticas basálticas a basálticas, a menudo encontradas sobre o debajo de sedimentos rojos como areniscas, lutitas y conglomerados. Su grosor varía entre 50 y 150.
			Grupo Goyllarisquiza		Ki-go	Predominio de areniscas subarcosicas y cuarzosas, de grano medio a grueso, con intercalaciones de limolitas y lodolitas rojas.
			Formación Parihuanca		Ki-ph	Predominan calizas de color gris claro, en estratos gruesos (50 cm), intercaladas con calizas grises oscuras en estratos más delgados (5 a 10 cm).
			Formación Copara		Ki-co	La formación está compuesta principalmente por grauwacas verdes y moradas, con intercalaciones de cuarcitas y pizarras en la base y calizas en la parte superior.
	JURASICO	MEDIO	Formación Cercapuquio		Jm-ce	Se caracteriza por areniscas cuarzosas rojizas intercaladas con lutitas rojas y verdes, con una facies arenosa
			Familia Chunumayo		Jm-cha	Se caracteriza por la presencia de calizas claras
		SUPERIOR	Grupo Yura		JsKi-yu	Se compone de las formaciones Cachios, Labra y Hualhuani. Estas formaciones están principalmente compuestas por lutitas y cuarcitas grises.
			Formación María Elena		JsKi-me	Está representada por cuarciaarenitas rojizas y blanquecinas ampliamente bioturbadas.
		INFERIOR	Grupo Pucara	Formación Chamará	Trul-cha	Está compuesta principalmente por secuencias de calizas.
				Formación Aramachay	Ji-ar	Predominan calizas micriticas y margosas oscuras, con intercalaciones de limoarcillitas y areniscas
				Formación Condorsinga	Ji-co	se caracteriza por calizas fosilíferas y areniscas calcáreas, con un grosor de aproximadamente 600 metros.
	TRIASICO	SUPERIOR				
PALEOZOICA	PERMICO	SUPERIOR	Grupo Mitú		Ps-mi	se caracteriza está compuesto principalmente por areniscas, conglomerados y lutitas de colores rojizos, con intercalaciones de horizontes piroclásticos y lavas.
		INFERIOR	Grupo Copacabana		Pi-c	Está compuesto por calizas micriticas de coloración gris oscura a beige, en capas medias a gruesas con intercalaciones de areniscas calcáreas. Se estima un espesor de más de 200 metros, conformando una secuencia monótona
	CARBONIFERO	SUPERIOR	Grupo Tarma		Cs-t	Este compuesto principalmente por calizas grises, areniscas gris verdosas con estructuras sedimentarias y lutitas verdes alternadas.
		INFERIOR	Grupo Ambo		Ci-a	Está mostrando una secuencia de areniscas con intercalaciones de limoarcillitas, con una edad asignada por correlación estratigráfica con otras secuencias similares.
	DEVONICO	INFERIOR	Grupo Cabanillas		D-ca	Predominan las intercalaciones de areniscas y lutitas micáceas, con niveles de conglomerados finos y limolitas carbonáceas en la parte superior.
		INFERIOR	Grupo Excelsior		Pali-e	Está principalmente compuesto por filitas, que son rocas metamórficas de grano fino, resultado de la alteración de rocas sedimentarias como las lutitas.

Nota: Fuente de elaboración propia

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Geomorfología

Cuenca Principal.

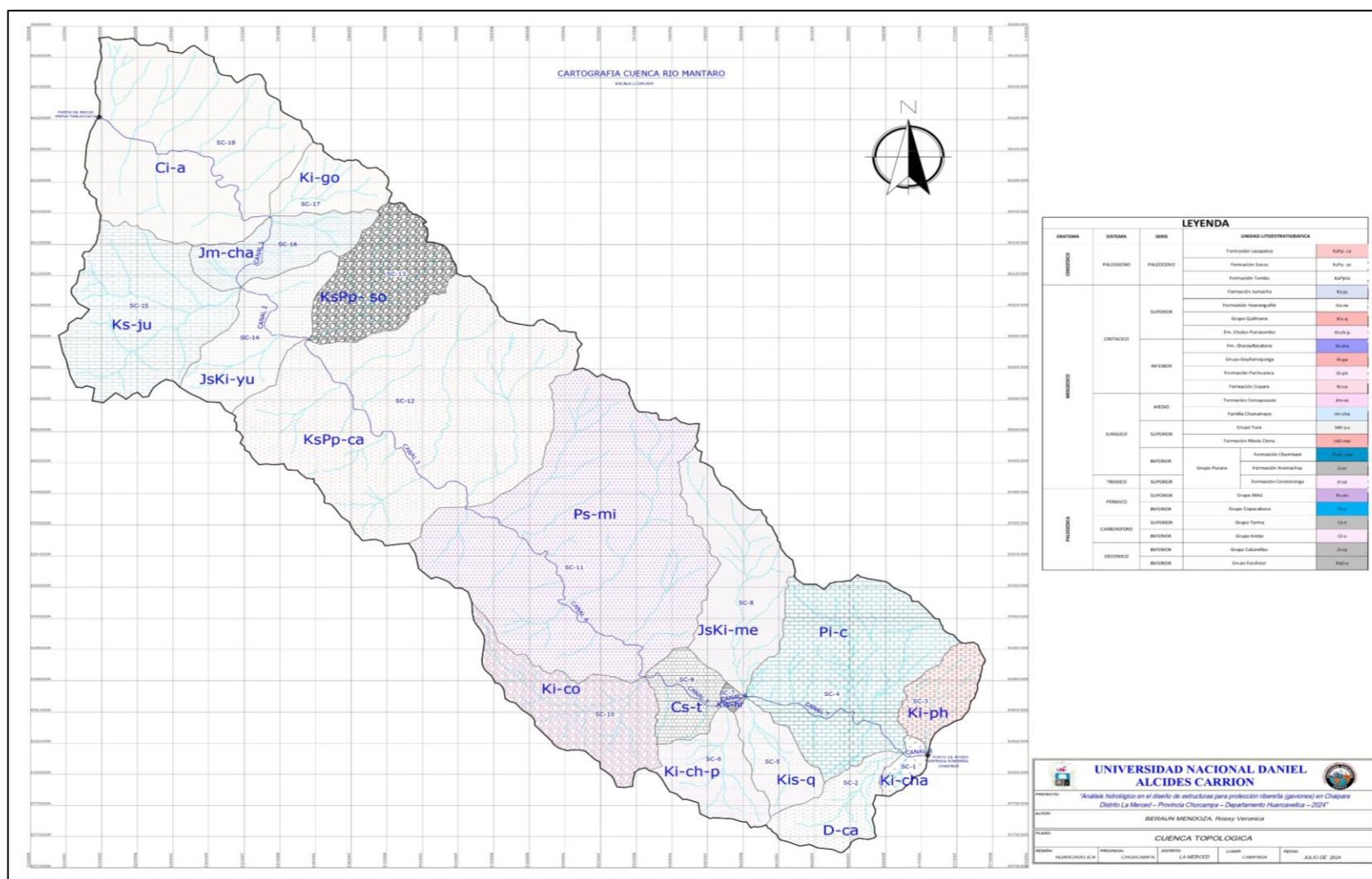
El análisis de la cuenca principal, contempla, el Río Mantaro, el mismo que se forma superficialmente desde la cota 4800 msnm, hasta la cota 2150 msnm, desde donde se inicia el estudio de la defensa ribereña para la comunidad de Chaipara. Las características principales de cada una de las subcuencas en estudio como: área, índices representativos, longitud del curso principal, cota más alta, cota más baja y tiempo de concentración son las que se resumen en las siguientes Tablas:

Figura 4. Plano topográfico



Nota: Fuente de elaboración propia

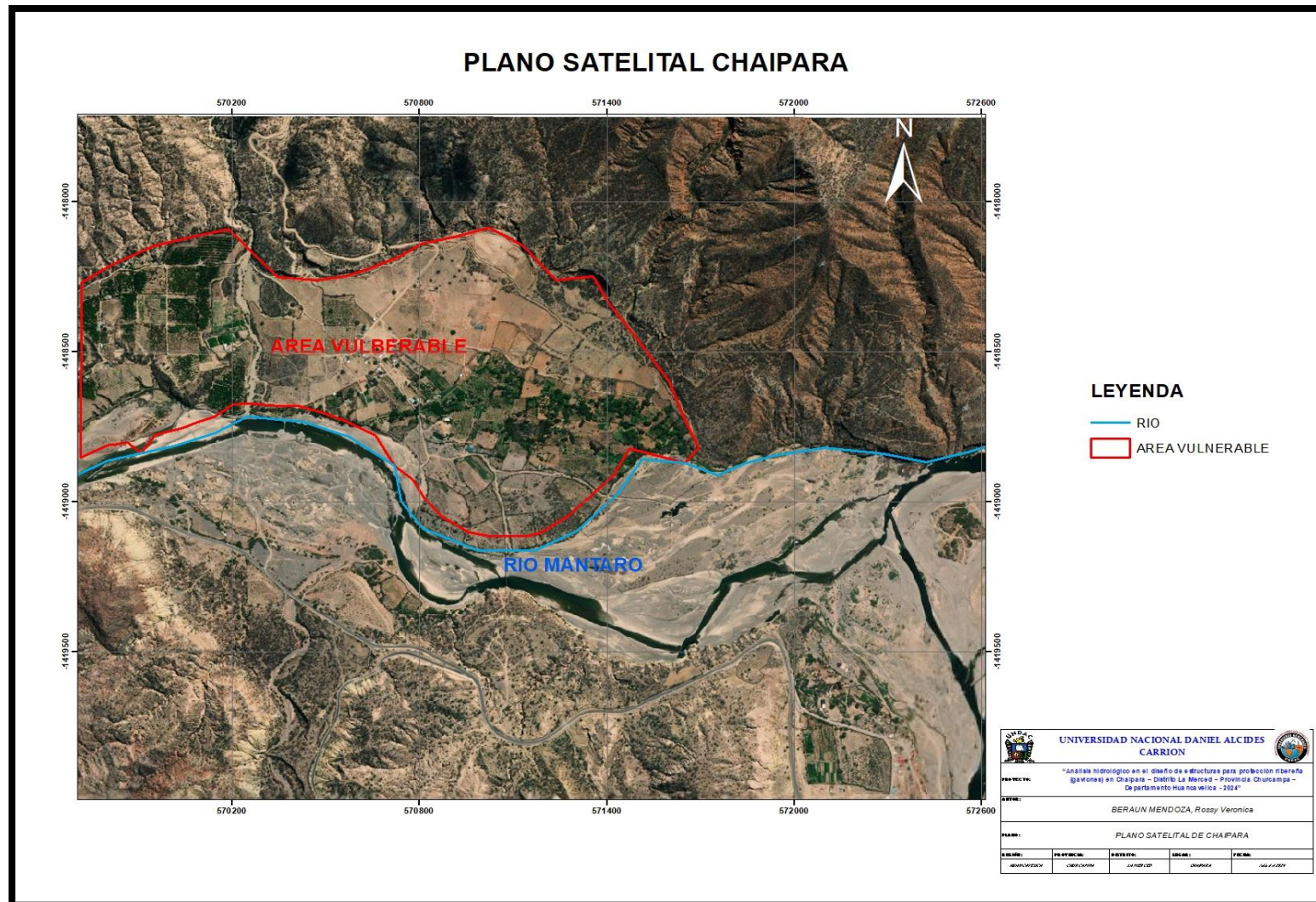
Figura 5. Plano geológico



Nota:

Fuente de elaboración propia

Figura 6. Plano satelital



Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 3. Tiempos de concentración.

DESCRIPCIÓN	LONGITUD DEL CURSO PRINCIPAL (M)	COTA		TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (MIN)	TIEMPO DE RETRASO (MIN)
		MAXIMA	MINIMA		
SC-1	3338.0953	2800.00	2150.00	18.91	11.35
SC-2	8507.4208	4000.00	2150.00	37.25	22.35
SC-3	8422.7534	3950.00	2150.00	37.21	22.33
SC-4	15085.2833	3700.00	2150.00	77.27	46.36
SC-5	8099.2787	3950.00	2250.00	36.36	21.81
SC-6	8821.6144	4100.00	2250.00	38.84	23.30
SC-7	1548.9546	2850.00	2250.00	8.03	4.82
SC-8	17547.7712	4400.00	2250.00	81.12	48.67
SC-9	7167.1523	3600.00	2300.00	35.00	21.00
SC-10	13883.3663	4250.00	2300.00	64.26	38.56
SC-11	27050.6098	4400.00	2300.00	134.94	80.96
SC-12	21041.7404	4500.00	2400.00	100.96	60.57
SC-13	9951.9006	4600.00	2500.00	42.52	25.51
SC-14	8382.5005	4450.00	2500.00	35.88	21.53
SC-15	12181.4174	4750.00	2550.00	52.75	31.65
SC-16	9900.2562	4600.00	2550.00	42.66	25.59
SC-17	6091.0663	4450.00	2550.00	25.06	15.04
SC-18	20118.3677	4750.00	2550.00	94.16	56.49

Nota: Fuente de elaboración propia

Los tiempos de concentración de la Tabla N° 3, fueron obtenidos teniendo en cuenta la formula de Kirpich:

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

Donde: L: longitud del curso principal (m) y H diferencia de alturas entre la cota más alta y la cota más baja (m), del cauce principal de cada una de las subcuencas en estudio.

En el plano C-01, se presenta en forma completa la delimitación de la cuenca del Río Mantaro, hasta el punto de aforo donde se ubica el inicio de la defensa ribereña.

Los cálculos de índice del índice de compacidad, factor de forma y rectángulo equivalente, densidad de drenaje de la cuenca, perfil longitudinal del cauce principal y pendiente del cauce principal se muestra a continuación:

Tabla 4. Características topográficas de la cuenca

DESCRIPCIÓN	COTA		AREA (M2)	AREA (KM2)	PERIMETRO (M)	PERIMETRO (KM)
	MAXIMA	MINIMA				
SC-1	2800.00	2150.00	5660864.09	5.66	10712.08	10.71
SC-2	4000.00	2150.00	23234894.40	23.23	23820.44	23.82
SC-3	3950.00	2150.00	18385995.09	18.39	19446.02	19.45
SC-4	3700.00	2150.00	93141835.58	93.14	43490.74	43.49
SC-5	3950.00	2250.00	19697211.24	19.70	20491.96	20.49
SC-6	4100.00	2250.00	27692804.91	27.69	25282.07	25.28
SC-7	2850.00	2250.00	1587864.96	1.59	5072.66	5.07
SC-8	4400.00	2250.00	54969377.53	54.97	39998.15	40.00
SC-9	3600.00	2300.00	18604931.80	18.60	17964.24	17.96
SC-10	4250.00	2300.00	46859759.30	46.86	38921.79	38.92
SC-11	4400.00	2300.00	203681668.16	203.68	65271.71	65.27
SC-12	4500.00	2400.00	195999065.30	196.00	61682.22	61.68
SC-13	4600.00	2500.00	43664986.34	43.66	28666.28	28.67
SC-14	4450.00	2500.00	40215745.97	40.22	30707.41	30.71
SC-15	4750.00	2550.00	74784486.59	74.78	40391.60	40.39
SC-16	4600.00	2550.00	29019378.04	29.02	26860.72	26.86
SC-17	4450.00	2550.00	20727432.50	20.73	20188.18	20.19
SC-18	4750.00	2550.00	122154239.65	122.15	46523.81	46.52

AREA TOTAL 1040.08 KM2
PERIMETRO TOTAL 186.70 KM

I. INDICE O FACTOR DE FORMA DE UNA CUENCA (F)

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

L = 61.97 KM
B = 17.94 KM
F = 0.29

Donde:

B : Ancho promedio de la cuenca
L : Largo promedio de la cuenca

II. INDICE DE COMPACIDAD (INDICE DE GRAVELIUS)

$$K = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

P = 186.70 KM
A = 1040.08 KM2
K = 1.62

Donde:

P : Perímetro de la cuenca
A : Area de la cuenca

III. RECTANGULO EQUIVALENTE DE LA CUENCA

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

$$I = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

L = 80.42 KM
I = 12.93 KM
A = 1040.08 KM2



Donde:

K : Índice de compacidad
A : Area de la cuenca
L : Longitud del lado mayor del rectángulo
I : Longitud del lado menor del rectángulo

IV. PENDIENTE DE LA CUENCA (CRITERIO DEL RECTANGULO EQUIVALENTE)

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

H = 0.50 KM
L = 80.42 KM
S = 0.62%

Donde:

S : Pendiente de la cuenca

H : Desnivel total (Cota de la parte mas alta - cota de la estación de aforo)

L : Longitud del lado mayor del rectángulo

V. PERFIL LONGITUDINAL DE LA CUENCA

PROGRESIVA	COTA
0+000.00	2650.00
6+000.00	2600.00
14+000.00	2550.00
25+000.00	2500.00
34+000.00	2450.00
41+000.00	2400.00
52+000.00	2350.00
61+000.00	2300.00
69+000.00	2250.00
75+000.00	2200.00
83+000.00	2150.00
84+856.88	2148.00



VI. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL (ECUACIÓN DE TAYLOR Y SCHWARZ)

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{S_i}}} \right]^2$$

Donde:

L_i : Longitud del tramo i

S_i : Pendiente del tramo i

S : Pendiente media del cauce

TRAMO	L_i	H_i	S_i	$L_i/(S_i)^{0.5}$
1	6000.00	50.00	0.01	65726.71
2	8000.00	50.00	0.01	101192.89
3	11000.00	50.00	0.00	163156.37
4	9000.00	50.00	0.01	120747.67
5	7000.00	50.00	0.01	82825.12
6	11000.00	50.00	0.00	163156.37
7	9000.00	50.00	0.01	120747.67
8	8000.00	50.00	0.01	101192.89
9	6000.00	50.00	0.01	65726.71
10	8000.00	50.00	0.01	101192.89
11	1856.88	2.00	0.00	56579.55

SUMATORIA 84856.88
S = 0.55%

1142244.81

Nota: Fuente de elaboración propia

Densidad de drenaje

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Donde:
L : Longitud total de las corrientes perennes o intermitentes en Km
A : Area total de la cuenca en Km²
Dd : Densidad de drenaje

L =	642.57	KM
A =	1040.08	KM ²
Dd =	0.62	

4.2.2. Hidrometeorológica de la zona de estudio

No existe información hidrometeorológica en la zona de estudio, es por esta razón que se optó por trabajar con la técnica del IILA SENAMHI UNI, el mismo que permitirá generar en primer término los hietogramas de precipitación total de diseño para cada una de las 18 sub cuencas en estudio, para una duración de 24 horas, típica en una zona de Sierra, como es para el caso de la Comunidad de Chaipara, a partir del cual se podrá obtener finalmente los hidrogramas de máximas avenidas para diferentes periodos de retorno.

4.2.3. Hidrométrica en la zona de estudio

No se registraron información correspondiente a caudales en la zona de estudio correspondiente al Río Mantaro.

4.2.4. Determinación del caudal de máximas avenidas para la cuenca principal

Para la determinación del caudal de máximas avenidas para el periodo de retorno de 100 años, se seguirá el procedimiento descrito a continuación:

Procedimiento:

1. Primero se determinará los hietogramas de precipitación total a partir de las ecuaciones del IILA SENAMHI UNI para una duración de 24 horas con un intervalo de tiempo de 1 hora, y el método de bloques alternos propuesto por Ven Te Chow para el periodo de retorno de 100 años.

Las ecuaciones a utilizar son las siguientes:

$$I_t, T_r = \alpha(1 + K \log T_r)(t + b)^{n-1} \quad \text{Para duraciones menores a 3 horas.}$$

$$I_t, T_r = \alpha(1 + K \log T_r)t^{n-1} \quad \text{Para duraciones entre 3 y 24 horas.}$$

Donde:

i: intensidad de lluvia (mm/hr)

a: parámetro de intensidad (mm)

K: parámetro de frecuencia (adimensional)

b: parámetro (hora), b = 0.4.

n: parámetro de duración (adimensional)

t: duración (hora)

Para la cuenca hidrográfica que contempla el Río Mantaro, y cada una de las 18 sub cuencas

de estudio, se resume los valores de los parámetros a utilizar en la formula del

IILA -SENAMHI – UNI, en la siguiente Tabla:

Tabla 5. *Parámetros regionales iila senamhi uni de cada una de las 18 sub cuenca.*

Descripción	Tr=100 años			
	Y(msnm)	A	K	n
SC-1	2475.00	17.308	0.553	0.405
SC-2	3075.00	12.328	0.553	0.405
SC-3	3050.00	12.535	0.553	0.405
SC-4	2925.00	13.573	0.553	0.405
SC-5	3100.00	12.120	0.553	0.405
SC-6	3175.00	11.498	0.553	0.405
SC-7	2550.00	16.685	0.553	0.405
SC-8	3325.00	10.253	0.553	0.405
SC-9	2950.00	13.365	0.553	0.405
SC-10	3275.00	10.668	0.553	0.405
SC-11	3350.00	10.045	0.553	0.405
SC-12	3450.00	9.215	0.553	0.405
SC-13	3550.00	8.385	0.553	0.405
SC-14	3475.00	9.008	0.553	0.405
SC-15	3650.00	7.555	0.553	0.405
SC-16	3575.00	8.178	0.553	0.405
SC-17	3500.00	8.800	0.553	0.405
SC-18	3650.00	7.555	0.553	0.405

Nota: Fuente de elaboración propia

En la tabla 6, se muestran los resultados para las intensidades máximas generadas para el periodo de retorno iguales a 100 años, para una duración de 24 horas, considerando un intervalo de tiempo de 1 hora para cada una de las subcuencas, aplicando la ecuación del IILA – SENAMHI – UNI.

Tabla 6. Intensidades de máximas avenidas

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)																	
	SC-1	SC-2	SC-3	SC-4	SC-5	SC-6	SC-7	SC-8	SC-9	SC-10	SC-11	SC-12	SC-13	SC-14	SC-15	SC-16	SC-17	SC-18
1.00	29.84	21.25	21.61	23.40	20.89	19.82	28.76	17.67	23.04	18.39	17.32	15.89	14.45	15.53	13.02	14.10	15.17	13.02
2.00	21.65	15.42	15.68	16.98	15.16	14.38	20.87	12.83	16.72	13.34	12.57	11.53	10.49	11.27	9.45	10.23	11.01	9.45
3.00	18.96	13.50	13.73	14.87	13.28	12.59	18.28	11.23	14.64	11.69	11.00	10.09	9.18	9.87	8.28	8.96	9.64	8.28
4.00	15.98	11.38	11.57	12.53	11.19	10.61	15.40	9.46	12.34	9.85	9.27	8.51	7.74	8.31	6.97	7.55	8.12	6.97
5.00	13.99	9.96	10.13	10.97	9.80	9.29	13.49	8.29	10.80	8.62	8.12	7.45	6.78	7.28	6.11	6.61	7.11	6.11
6.00	12.55	8.94	9.09	9.84	8.79	8.34	12.10	7.44	9.69	7.74	7.28	6.68	6.08	6.53	5.48	5.93	6.38	5.48
7.00	11.45	8.16	8.29	8.98	8.02	7.61	11.04	6.78	8.84	7.06	6.65	6.10	5.55	5.96	5.00	5.41	5.82	5.00
8.00	10.58	7.53	7.66	8.29	7.41	7.03	10.20	6.27	8.17	6.52	6.14	5.63	5.12	5.50	4.62	5.00	5.38	4.62
9.00	9.86	7.02	7.14	7.73	6.91	6.55	9.51	5.84	7.61	6.08	5.72	5.25	4.78	5.13	4.30	4.66	5.01	4.30
10.00	9.26	6.60	6.71	7.26	6.49	6.15	8.93	5.49	7.15	5.71	5.38	4.93	4.49	4.82	4.04	4.38	4.71	4.04
11.00	8.75	6.23	6.34	6.86	6.13	5.81	8.44	5.18	6.76	5.39	5.08	4.66	4.24	4.55	3.82	4.13	4.45	3.82
12.00	8.31	5.92	6.02	6.52	5.82	5.52	8.01	4.92	6.42	5.12	4.82	4.42	4.03	4.32	3.63	3.93	4.23	3.63
13.00	7.92	5.64	5.74	6.21	5.55	5.26	7.64	4.69	6.12	4.88	4.60	4.22	3.84	4.12	3.46	3.74	4.03	3.46
14.00	7.58	5.40	5.49	5.95	5.31	5.04	7.31	4.49	5.85	4.67	4.40	4.04	3.67	3.95	3.31	3.58	3.85	3.31
15.00	7.28	5.18	5.27	5.71	5.10	4.83	7.01	4.31	5.62	4.48	4.22	3.87	3.53	3.79	3.18	3.44	3.70	3.18
16.00	7.00	4.99	5.07	5.49	4.90	4.65	6.75	4.15	5.41	4.32	4.06	3.73	3.39	3.64	3.06	3.31	3.56	3.06
17.00	6.75	4.81	4.89	5.30	4.73	4.49	6.51	4.00	5.22	4.16	3.92	3.60	3.27	3.52	2.95	3.19	3.43	2.95
18.00	6.53	4.65	4.73	5.12	4.57	4.34	6.29	3.87	5.04	4.02	3.79	3.48	3.16	3.40	2.85	3.08	3.32	2.85
19.00	6.32	4.50	4.58	4.96	4.43	4.20	6.09	3.74	4.88	3.90	3.67	3.37	3.06	3.29	2.76	2.99	3.21	2.76
20.00	6.13	4.37	4.44	4.81	4.29	4.07	5.91	3.63	4.73	3.78	3.56	3.26	2.97	3.19	2.68	2.90	3.12	2.68
21.00	5.96	4.24	4.31	4.67	4.17	3.96	5.74	3.53	4.60	3.67	3.46	3.17	2.89	3.10	2.60	2.81	3.03	2.60
22.00	5.79	4.13	4.20	4.54	4.06	3.85	5.59	3.43	4.47	3.57	3.36	3.08	2.81	3.02	2.53	2.74	2.95	2.53
23.00	5.64	4.02	4.09	4.42	3.95	3.75	5.44	3.34	4.36	3.48	3.27	3.00	2.73	2.94	2.46	2.67	2.87	2.46
24.00	5.50	3.92	3.98	4.31	3.85	3.65	5.30	3.26	4.25	3.39	3.19	2.93	2.67	2.86	2.40	2.60	2.80	2.40

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 7. Curvas IDF para las sub cuencas



Nota: Fuente de elaboración propia

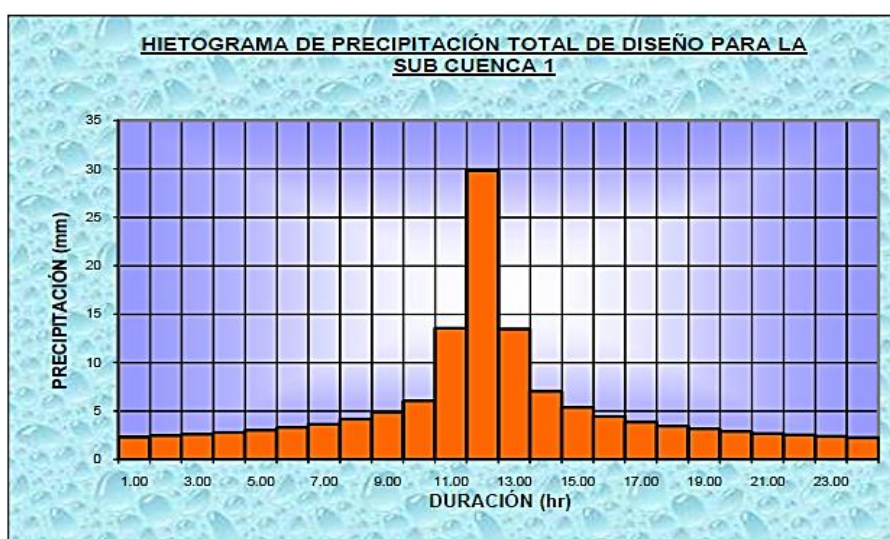
En las siguientes tablas 7 al 24, se muestran los cálculos para la determinación del hietograma de precipitación total, obtenido mediante el método del bloque alterno para el periodo de retorno de 100 años y sus respectivas figuras de hietogramas.

Tabla 7. *Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 1*

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	29.84	29.84	29.84	0-1	2.32
2.00	21.65	43.30	13.46	1-2	2.45
3.00	18.96	56.88	13.57	2-3	2.60
4.00	15.98	63.90	7.03	3-4	2.78
5.00	13.99	69.95	6.04	4-5	3.01
6.00	12.55	75.31	5.36	5-6	3.29
7.00	11.45	80.16	4.85	6-7	3.64
8.00	10.58	84.61	4.45	7-8	4.13
9.00	9.86	88.75	4.13	8-9	4.85
10.00	9.26	92.62	3.87	9-10	6.04
11.00	8.75	96.26	3.64	10-11	13.57
12.00	8.31	99.72	3.45	11-12	29.84
13.00	7.92	103.00	3.29	12-13	13.46
14.00	7.58	106.14	3.14	13-14	7.03
15.00	7.28	109.15	3.01	14-15	5.36
16.00	7.00	112.04	2.89	15-16	4.45
17.00	6.75	114.82	2.78	16-17	3.87
18.00	6.53	117.51	2.69	17-18	3.45
19.00	6.32	120.11	2.60	18-19	3.14
20.00	6.13	122.63	2.52	19-20	2.89
21.00	5.96	125.08	2.45	20-21	2.69
22.00	5.79	127.46	2.38	21-22	2.52
23.00	5.64	129.78	2.32	22-23	2.38
24.00	5.50	132.03	2.26	23-24	2.26

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 8. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 1



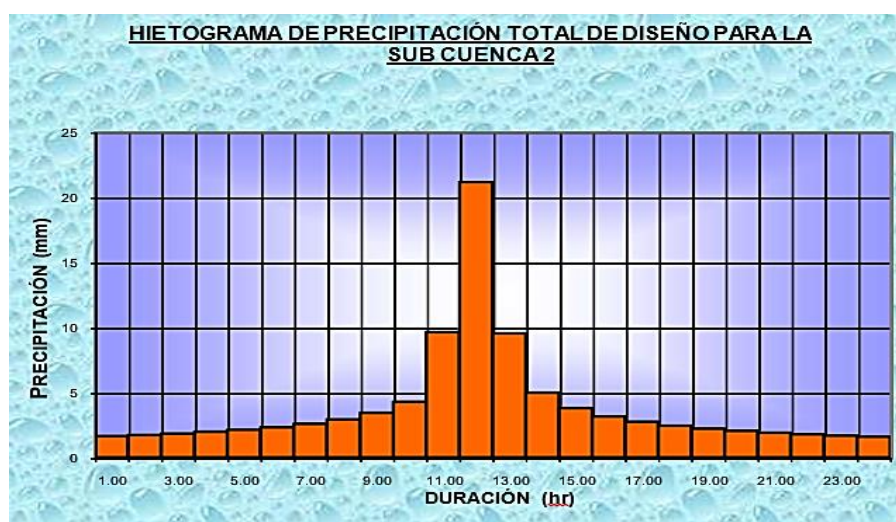
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 8. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 2

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	21.25	21.25	21.25	0-1	1.65
2.00	15.42	30.84	9.59	1-2	1.74
3.00	13.50	40.51	9.67	2-3	1.85
4.00	11.38	45.52	5.01	3-4	1.98
5.00	9.96	49.82	4.31	4-5	2.14
6.00	8.94	53.64	3.82	5-6	2.34
7.00	8.16	57.10	3.46	6-7	2.60
8.00	7.53	60.27	3.17	7-8	2.94
9.00	7.02	63.21	2.94	8-9	3.46
10.00	6.60	65.97	2.76	9-10	4.31
11.00	6.23	68.56	2.60	10-11	9.67
12.00	5.92	71.02	2.46	11-12	21.25
13.00	5.64	73.36	2.34	12-13	9.59
14.00	5.40	75.60	2.24	13-14	5.01
15.00	5.18	77.74	2.14	14-15	3.82
16.00	4.99	79.80	2.06	15-16	3.17
17.00	4.81	81.78	1.98	16-17	2.76
18.00	4.65	83.70	1.92	17-18	2.46
19.00	4.50	85.55	1.85	18-19	2.24
20.00	4.37	87.35	1.80	19-20	2.06
21.00	4.24	89.09	1.74	20-21	1.92
22.00	4.13	90.79	1.69	21-22	1.80
23.00	4.02	92.43	1.65	22-23	1.69
24.00	3.92	94.04	1.61	23-24	1.61

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 9. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 2



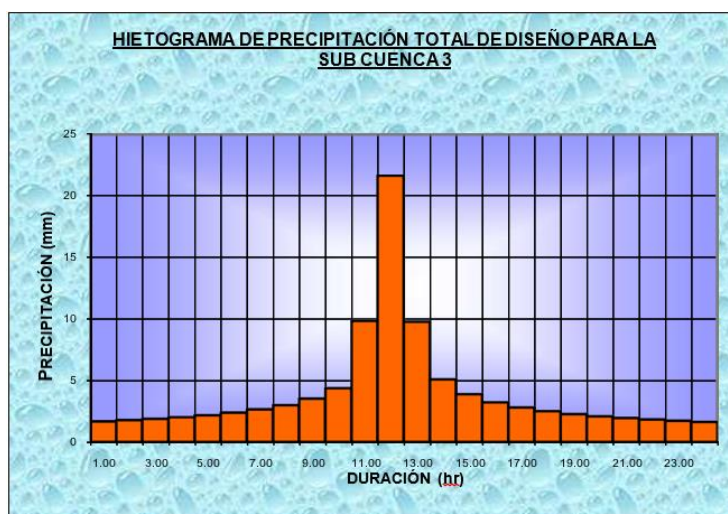
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 9. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 3

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	21.61	21.61	21.61	0-1	1.68
2.00	15.68	31.36	9.75	1-2	1.77
3.00	13.73	41.19	9.83	2-3	1.88
4.00	11.57	46.28	5.09	3-4	2.02
5.00	10.13	50.66	4.38	4-5	2.18
6.00	9.09	54.54	3.88	5-6	2.38
7.00	8.29	58.06	3.51	6-7	2.64
8.00	7.66	61.28	3.23	7-8	2.99
9.00	7.14	64.28	2.99	8-9	3.51
10.00	6.71	67.08	2.80	9-10	4.38
11.00	6.34	69.72	2.64	10-11	9.83
12.00	6.02	72.22	2.50	11-12	21.61
13.00	5.74	74.60	2.38	12-13	9.75
14.00	5.49	76.87	2.27	13-14	5.09
15.00	5.27	79.05	2.18	14-15	3.88
16.00	5.07	81.14	2.09	15-16	3.23
17.00	4.89	83.16	2.02	16-17	2.80
18.00	4.73	85.11	1.95	17-18	2.50
19.00	4.58	86.99	1.88	18-19	2.27
20.00	4.44	88.82	1.83	19-20	2.09
21.00	4.31	90.59	1.77	20-21	1.95
22.00	4.20	92.31	1.72	21-22	1.83
23.00	4.09	93.99	1.68	22-23	1.72
24.00	3.98	95.62	1.63	23-24	1.63

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 10. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 3



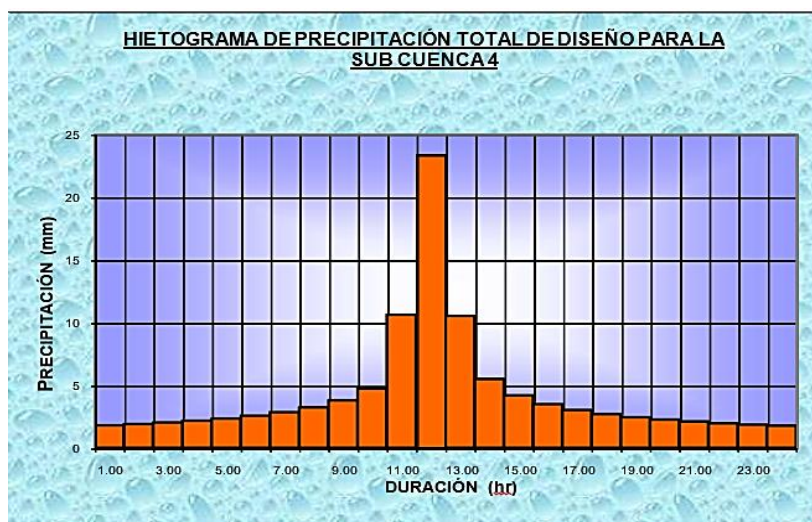
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 10. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 4

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	23.40	23.40	23.40	0-1	1.82
2.00	16.98	33.96	10.56	1-2	1.92
3.00	14.87	44.60	10.65	2-3	2.04
4.00	12.53	50.11	5.51	3-4	2.18
5.00	10.97	54.85	4.74	4-5	2.36
6.00	9.84	59.06	4.20	5-6	2.58
7.00	8.98	62.86	3.80	6-7	2.86
8.00	8.29	66.35	3.49	7-8	3.24
9.00	7.73	69.60	3.24	8-9	3.80
10.00	7.26	72.63	3.03	9-10	4.74
11.00	6.86	75.49	2.86	10-11	10.65
12.00	6.52	78.20	2.71	11-12	23.40
13.00	6.21	80.77	2.58	12-13	10.56
14.00	5.95	83.23	2.46	13-14	5.51
15.00	5.71	85.59	2.36	14-15	4.20
16.00	5.49	87.86	2.27	15-16	3.49
17.00	5.30	90.04	2.18	16-17	3.03
18.00	5.12	92.15	2.11	17-18	2.71
19.00	4.96	94.19	2.04	18-19	2.46
20.00	4.81	96.17	1.98	19-20	2.27
21.00	4.67	98.09	1.92	20-21	2.11
22.00	4.54	99.95	1.87	21-22	1.98
23.00	4.42	101.77	1.82	22-23	1.87
24.00	4.31	103.54	1.77	23-24	1.77

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 11. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 4



Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 11. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 5

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	20.89	20.89	20.89	0-1	1.62
2.00	15.16	30.32	9.43	1-2	1.71
3.00	13.28	39.83	9.51	2-3	1.82
4.00	11.19	44.75	4.92	3-4	1.95
5.00	9.80	48.98	4.23	4-5	2.11
6.00	8.79	52.74	3.75	5-6	2.30
7.00	8.02	56.13	3.40	6-7	2.55
8.00	7.41	59.25	3.12	7-8	2.90
9.00	6.91	62.15	2.90	8-9	3.40
10.00	6.49	64.86	2.71	9-10	4.23
11.00	6.13	67.41	2.55	10-11	9.51
12.00	5.82	69.83	2.42	11-12	20.89
13.00	5.55	72.13	2.30	12-13	9.43
14.00	5.31	74.33	2.20	13-14	4.92
15.00	5.10	76.43	2.11	14-15	3.75
16.00	4.90	78.46	2.02	15-16	3.12
17.00	4.73	80.41	1.95	16-17	2.71
18.00	4.57	82.29	1.88	17-18	2.42
19.00	4.43	84.11	1.82	18-19	2.20
20.00	4.29	85.88	1.77	19-20	2.02
21.00	4.17	87.59	1.71	20-21	1.88
22.00	4.06	89.26	1.67	21-22	1.77
23.00	3.95	90.88	1.62	22-23	1.67
24.00	3.85	92.46	1.58	23-24	1.58

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 12. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 5



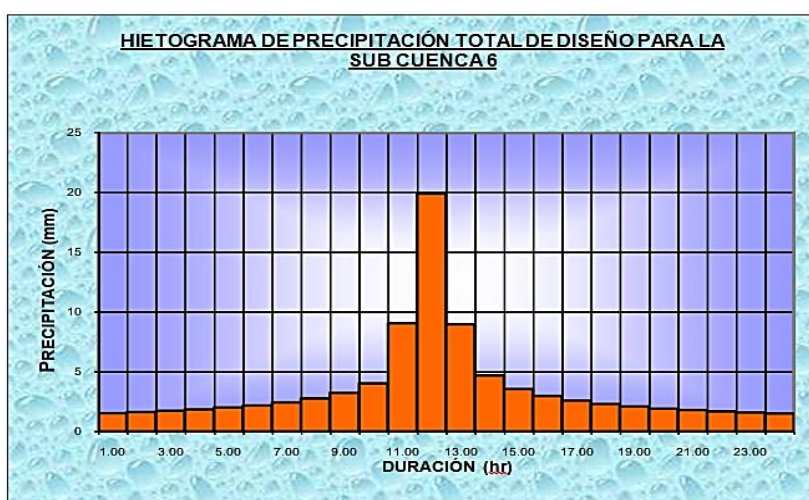
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 12. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 6

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	19.82	19.82	19.82	0-1	1.54
2.00	14.38	28.77	8.94	1-2	1.63
3.00	12.59	37.78	9.02	2-3	1.73
4.00	10.61	42.45	4.67	3-4	1.85
5.00	9.29	46.47	4.02	4-5	2.00
6.00	8.34	50.03	3.56	5-6	2.18
7.00	7.61	53.25	3.22	6-7	2.42
8.00	7.03	56.21	2.96	7-8	2.75
9.00	6.55	58.96	2.75	8-9	3.22
10.00	6.15	61.53	2.57	9-10	4.02
11.00	5.81	63.95	2.42	10-11	9.02
12.00	5.52	66.24	2.29	11-12	19.82
13.00	5.26	68.42	2.18	12-13	8.94
14.00	5.04	70.51	2.08	13-14	4.67
15.00	4.83	72.51	2.00	14-15	3.56
16.00	4.65	74.43	1.92	15-16	2.96
17.00	4.49	76.28	1.85	16-17	2.57
18.00	4.34	78.06	1.79	17-18	2.29
19.00	4.20	79.79	1.73	18-19	2.08
20.00	4.07	81.47	1.67	19-20	1.92
21.00	3.96	83.09	1.63	20-21	1.79
22.00	3.85	84.67	1.58	21-22	1.67
23.00	3.75	86.21	1.54	22-23	1.58
24.00	3.65	87.71	1.50	23-24	1.50

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 13. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 6



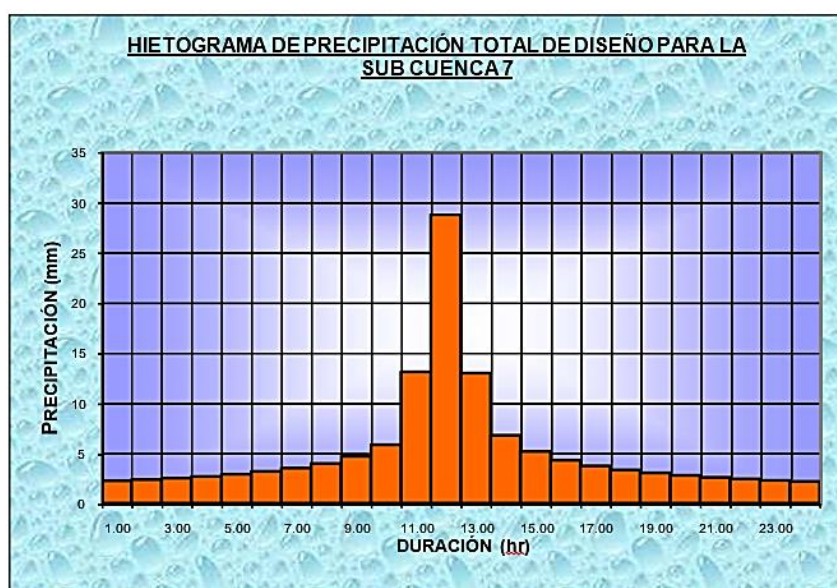
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 13. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 7

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	28.76	28.76	28.76	0-1	2.23
2.00	20.87	41.74	12.98	1-2	2.36
3.00	18.28	54.83	13.09	2-3	2.51
4.00	15.40	61.61	6.78	3-4	2.68
5.00	13.49	67.43	5.83	4-5	2.90
6.00	12.10	72.60	5.17	5-6	3.17
7.00	11.04	77.28	4.68	6-7	3.51
8.00	10.20	81.57	4.29	7-8	3.99
9.00	9.51	85.56	3.99	8-9	4.68
10.00	8.93	89.29	3.73	9-10	5.83
11.00	8.44	92.80	3.51	10-11	13.09
12.00	8.01	96.13	3.33	11-12	28.76
13.00	7.64	99.30	3.17	12-13	12.98
14.00	7.31	102.32	3.03	13-14	6.78
15.00	7.01	105.22	2.90	14-15	5.17
16.00	6.75	108.01	2.79	15-16	4.29
17.00	6.51	110.69	2.68	16-17	3.73
18.00	6.29	113.28	2.59	17-18	3.33
19.00	6.09	115.79	2.51	18-19	3.03
20.00	5.91	118.22	2.43	19-20	2.79
21.00	5.74	120.58	2.36	20-21	2.59
22.00	5.59	122.88	2.29	21-22	2.43
23.00	5.44	125.11	2.23	22-23	2.29
24.00	5.30	127.28	2.18	23-24	2.18

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 14. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 7



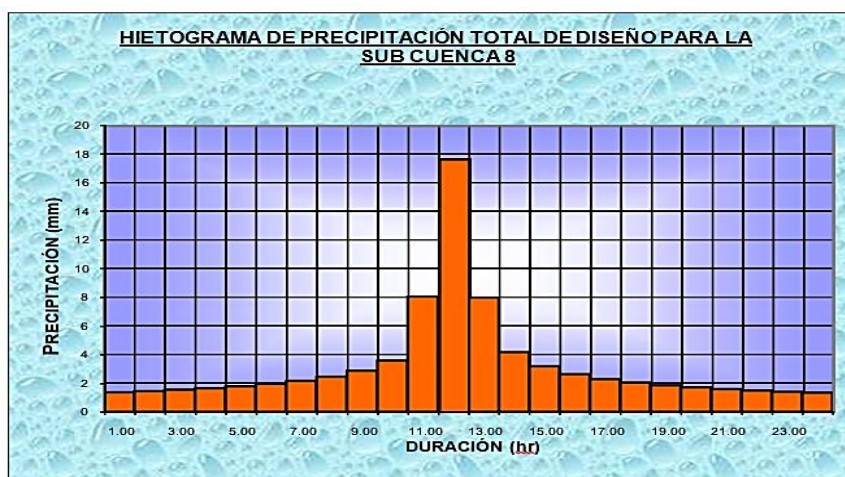
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 14. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 8

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	17.67	17.67	17.67	0-1	1.37
2.00	12.83	25.65	7.98	1-2	1.45
3.00	11.23	33.69	8.04	2-3	1.54
4.00	9.46	37.85	4.16	3-4	1.65
5.00	8.29	41.44	3.58	4-5	1.78
6.00	7.44	44.61	3.18	5-6	1.95
7.00	6.78	47.48	2.87	6-7	2.16
8.00	6.27	50.12	2.64	7-8	2.45
9.00	5.84	52.57	2.45	8-9	2.87
10.00	5.49	54.86	2.29	9-10	3.58
11.00	5.18	57.02	2.16	10-11	8.04
12.00	4.92	59.07	2.05	11-12	17.67
13.00	4.69	61.01	1.95	12-13	7.98
14.00	4.49	62.87	1.86	13-14	4.16
15.00	4.31	64.66	1.78	14-15	3.18
16.00	4.15	66.37	1.71	15-16	2.64
17.00	4.00	68.02	1.65	16-17	2.29
18.00	3.87	69.61	1.59	17-18	2.05
19.00	3.74	71.15	1.54	18-19	1.86
20.00	3.63	72.64	1.49	19-20	1.71
21.00	3.53	74.09	1.45	20-21	1.59
22.00	3.43	75.50	1.41	21-22	1.49
23.00	3.34	76.88	1.37	22-23	1.41
24.00	3.26	78.21	1.34	23-24	1.34

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 15. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 8



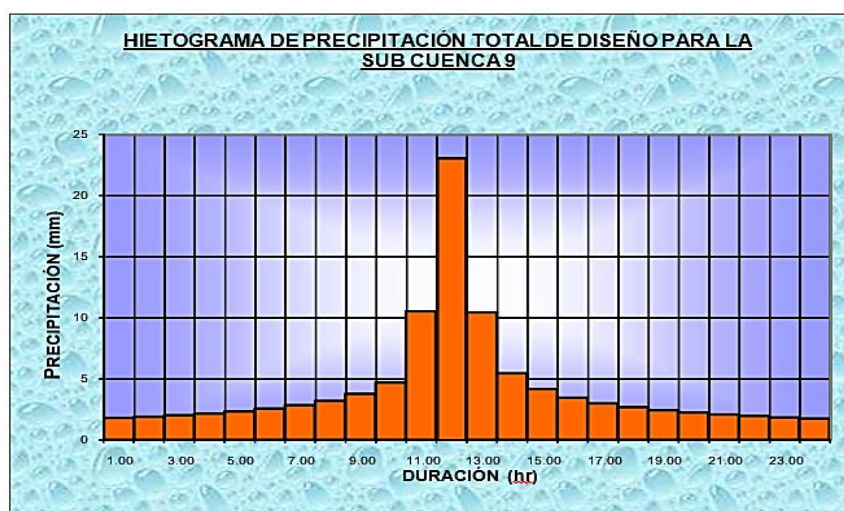
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 15. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 9

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	23.04	23.04	23.04	0-1	1.79
2.00	16.72	33.44	10.40	1-2	1.89
3.00	14.64	43.92	10.48	2-3	2.01
4.00	12.34	49.35	5.43	3-4	2.15
5.00	10.80	54.01	4.67	4-5	2.32
6.00	9.69	58.15	4.14	5-6	2.54
7.00	8.84	61.90	3.75	6-7	2.81
8.00	8.17	65.34	3.44	7-8	3.19
9.00	7.61	68.53	3.19	8-9	3.75
10.00	7.15	71.52	2.99	9-10	4.67
11.00	6.76	74.33	2.81	10-11	10.48
12.00	6.42	77.00	2.67	11-12	23.04
13.00	6.12	79.54	2.54	12-13	10.40
14.00	5.85	81.96	2.42	13-14	5.43
15.00	5.62	84.28	2.32	14-15	4.14
16.00	5.41	86.52	2.23	15-16	3.44
17.00	5.22	88.67	2.15	16-17	2.99
18.00	5.04	90.74	2.08	17-18	2.67
19.00	4.88	92.75	2.01	18-19	2.42
20.00	4.73	94.70	1.95	19-20	2.23
21.00	4.60	96.59	1.89	20-21	2.08
22.00	4.47	98.43	1.84	21-22	1.95
23.00	4.36	100.21	1.79	22-23	1.84
24.00	4.25	101.96	1.74	23-24	1.74

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 16. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 9



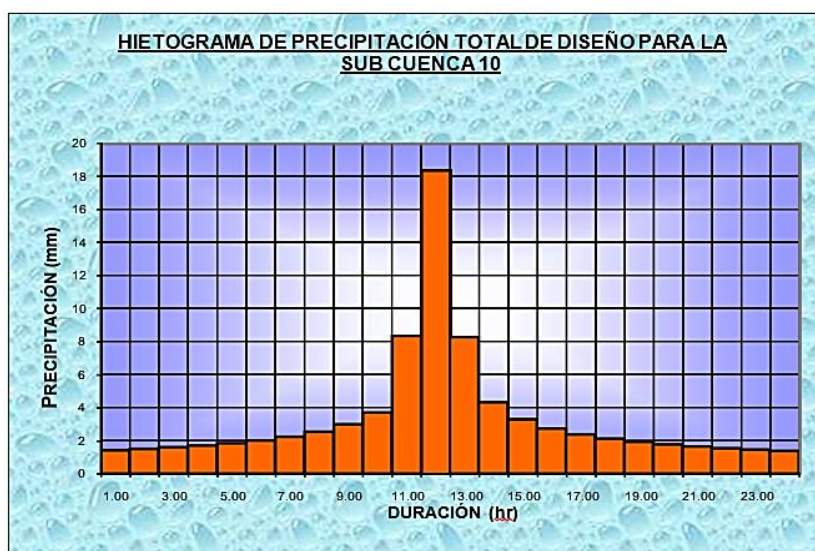
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 16. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 10

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	18.39	18.39	18.39	0-1	1.43
2.00	13.34	26.69	8.30	1-2	1.51
3.00	11.69	35.06	8.37	2-3	1.60
4.00	9.85	39.39	4.33	3-4	1.72
5.00	8.62	43.11	3.73	4-5	1.85
6.00	7.74	46.42	3.30	5-6	2.02
7.00	7.06	49.41	2.99	6-7	2.25
8.00	6.52	52.15	2.75	7-8	2.55
9.00	6.08	54.70	2.55	8-9	2.99
10.00	5.71	57.08	2.38	9-10	3.73
11.00	5.39	59.33	2.25	10-11	8.37
12.00	5.12	61.46	2.13	11-12	18.39
13.00	4.88	63.48	2.02	12-13	8.30
14.00	4.67	65.42	1.93	13-14	4.33
15.00	4.48	67.27	1.85	14-15	3.30
16.00	4.32	69.05	1.78	15-16	2.75
17.00	4.16	70.77	1.72	16-17	2.38
18.00	4.02	72.43	1.66	17-18	2.13
19.00	3.90	74.03	1.60	18-19	1.93
20.00	3.78	75.59	1.55	19-20	1.78
21.00	3.67	77.09	1.51	20-21	1.66
22.00	3.57	78.56	1.47	21-22	1.55
23.00	3.48	79.99	1.43	22-23	1.47
24.00	3.39	81.38	1.39	23-24	1.39

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 17. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 10



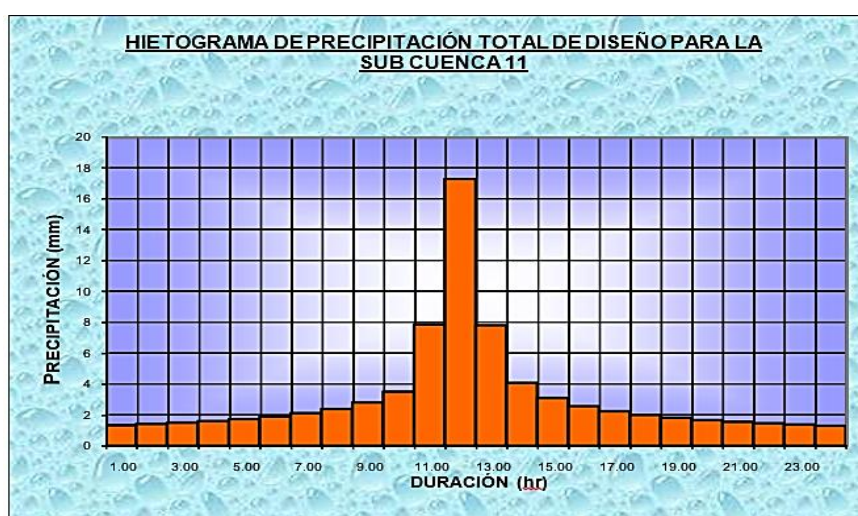
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 17. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 11

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	17.32	17.32	17.32	0-1	1.34
2.00	12.57	25.13	7.81	1-2	1.42
3.00	11.00	33.01	7.88	2-3	1.51
4.00	9.27	37.09	4.08	3-4	1.62
5.00	8.12	40.60	3.51	4-5	1.75
6.00	7.28	43.71	3.11	5-6	1.91
7.00	6.65	46.52	2.82	6-7	2.12
8.00	6.14	49.11	2.59	7-8	2.40
9.00	5.72	51.51	2.40	8-9	2.82
10.00	5.38	53.75	2.25	9-10	3.51
11.00	5.08	55.87	2.12	10-11	7.88
12.00	4.82	57.87	2.00	11-12	17.32
13.00	4.60	59.78	1.91	12-13	7.81
14.00	4.40	61.60	1.82	13-14	4.08
15.00	4.22	63.35	1.75	14-15	3.11
16.00	4.06	65.02	1.68	15-16	2.59
17.00	3.92	66.64	1.62	16-17	2.25
18.00	3.79	68.20	1.56	17-18	2.00
19.00	3.67	69.71	1.51	18-19	1.82
20.00	3.56	71.17	1.46	19-20	1.68
21.00	3.46	72.60	1.42	20-21	1.56
22.00	3.36	73.98	1.38	21-22	1.46
23.00	3.27	75.32	1.34	22-23	1.38
24.00	3.19	76.63	1.31	23-24	1.31

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 18. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 11



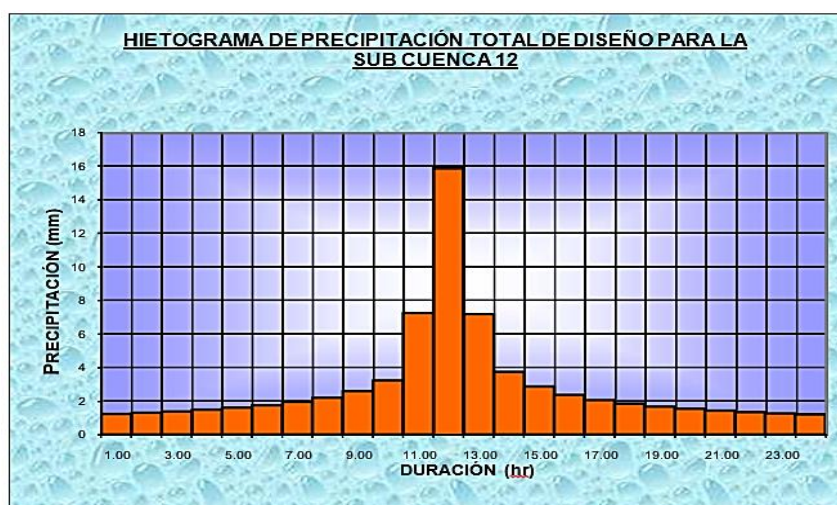
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 18. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 12

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	15.89	15.89	15.89	0-1	1.23
2.00	11.53	23.05	7.17	1-2	1.30
3.00	10.09	30.28	7.23	2-3	1.39
4.00	8.51	34.02	3.74	3-4	1.48
5.00	7.45	37.24	3.22	4-5	1.60
6.00	6.68	40.10	2.85	5-6	1.75
7.00	6.10	42.68	2.58	6-7	1.94
8.00	5.63	45.05	2.37	7-8	2.20
9.00	5.25	47.25	2.20	8-9	2.58
10.00	4.93	49.31	2.06	9-10	3.22
11.00	4.66	51.25	1.94	10-11	7.23
12.00	4.42	53.09	1.84	11-12	15.89
13.00	4.22	54.84	1.75	12-13	7.17
14.00	4.04	56.51	1.67	13-14	3.74
15.00	3.87	58.11	1.60	14-15	2.85
16.00	3.73	59.65	1.54	15-16	2.37
17.00	3.60	61.13	1.48	16-17	2.06
18.00	3.48	62.57	1.43	17-18	1.84
19.00	3.37	63.95	1.39	18-19	1.67
20.00	3.26	65.29	1.34	19-20	1.54
21.00	3.17	66.60	1.30	20-21	1.43
22.00	3.08	67.86	1.27	21-22	1.34
23.00	3.00	69.10	1.23	22-23	1.27
24.00	2.93	70.30	1.20	23-24	1.20

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 19. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 12



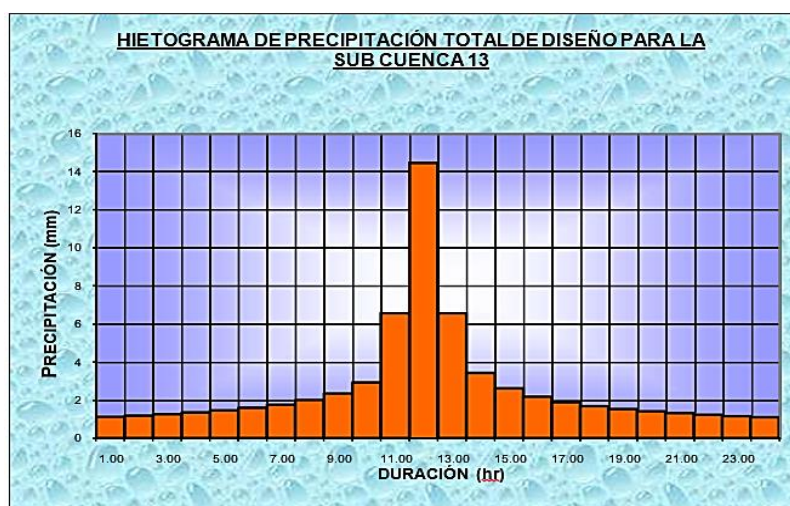
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 19. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 13

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	14.45	14.45	14.45	0-1	1.12
2.00	10.49	20.98	6.52	1-2	1.19
3.00	9.18	27.55	6.58	2-3	1.26
4.00	7.74	30.96	3.40	3-4	1.35
5.00	6.78	33.89	2.93	4-5	1.46
6.00	6.08	36.48	2.60	5-6	1.59
7.00	5.55	38.84	2.35	6-7	1.77
8.00	5.12	40.99	2.16	7-8	2.00
9.00	4.78	43.00	2.00	8-9	2.35
10.00	4.49	44.87	1.87	9-10	2.93
11.00	4.24	46.64	1.77	10-11	6.58
12.00	4.03	48.31	1.67	11-12	14.45
13.00	3.84	49.90	1.59	12-13	6.52
14.00	3.67	51.42	1.52	13-14	3.40
15.00	3.53	52.88	1.46	14-15	2.60
16.00	3.39	54.28	1.40	15-16	2.16
17.00	3.27	55.63	1.35	16-17	1.87
18.00	3.16	56.93	1.30	17-18	1.67
19.00	3.06	58.19	1.26	18-19	1.52
20.00	2.97	59.41	1.22	19-20	1.40
21.00	2.89	60.60	1.19	20-21	1.30
22.00	2.81	61.75	1.15	21-22	1.22
23.00	2.73	62.87	1.12	22-23	1.15
24.00	2.67	63.97	1.09	23-24	1.09

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 20. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 13



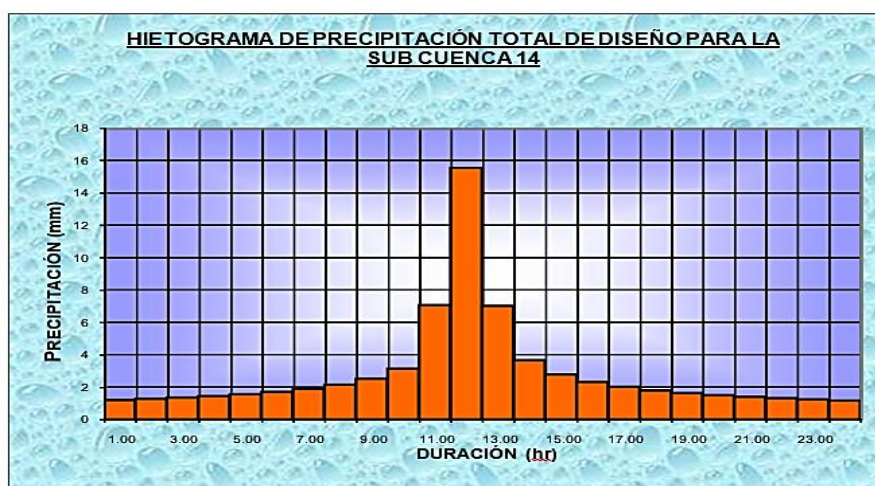
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 20. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 14

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	15.53	15.53	15.53	0-1	1.21
2.00	11.27	22.54	7.01	1-2	1.27
3.00	9.87	29.60	7.06	2-3	1.35
4.00	8.31	33.26	3.66	3-4	1.45
5.00	7.28	36.40	3.15	4-5	1.57
6.00	6.53	39.19	2.79	5-6	1.71
7.00	5.96	41.72	2.52	6-7	1.90
8.00	5.50	44.04	2.32	7-8	2.15
9.00	5.13	46.19	2.15	8-9	2.52
10.00	4.82	48.20	2.01	9-10	3.15
11.00	4.55	50.10	1.90	10-11	7.06
12.00	4.32	51.90	1.80	11-12	15.53
13.00	4.12	53.61	1.71	12-13	7.01
14.00	3.95	55.24	1.63	13-14	3.66
15.00	3.79	56.80	1.57	14-15	2.79
16.00	3.64	58.31	1.50	15-16	2.32
17.00	3.52	59.76	1.45	16-17	2.01
18.00	3.40	61.16	1.40	17-18	1.80
19.00	3.29	62.51	1.35	18-19	1.63
20.00	3.19	63.82	1.31	19-20	1.50
21.00	3.10	65.10	1.27	20-21	1.40
22.00	3.02	66.34	1.24	21-22	1.31
23.00	2.94	67.54	1.21	22-23	1.24
24.00	2.86	68.71	1.17	23-24	1.17

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 21. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 14



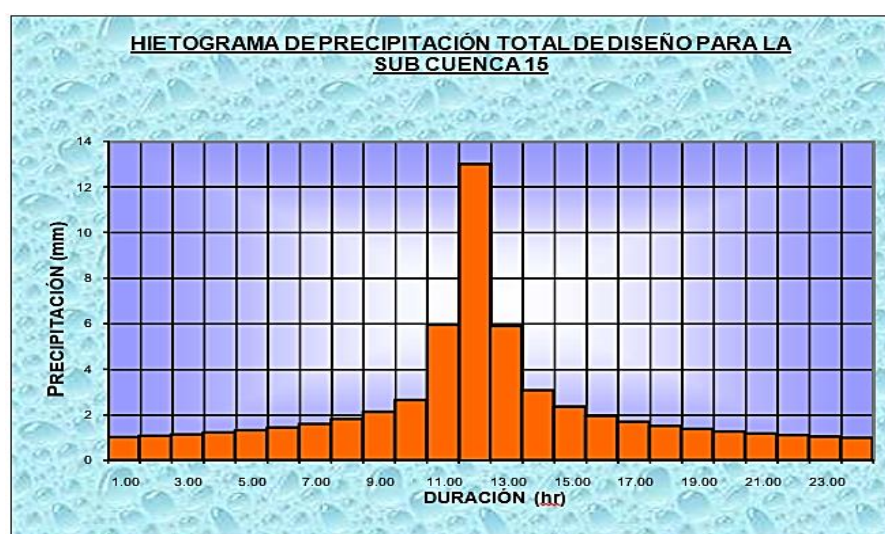
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 21. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 15

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	13.02	13.02	13.02	0-1	1.01
2.00	9.45	18.90	5.88	1-2	1.07
3.00	8.28	24.83	5.93	2-3	1.14
4.00	6.97	27.90	3.07	3-4	1.22
5.00	6.11	30.53	2.64	4-5	1.31
6.00	5.48	32.87	2.34	5-6	1.43
7.00	5.00	34.99	2.12	6-7	1.59
8.00	4.62	36.94	1.94	7-8	1.80
9.00	4.30	38.74	1.80	8-9	2.12
10.00	4.04	40.43	1.69	9-10	2.64
11.00	3.82	42.02	1.59	10-11	5.93
12.00	3.63	43.53	1.51	11-12	13.02
13.00	3.46	44.96	1.43	12-13	5.88
14.00	3.31	46.33	1.37	13-14	3.07
15.00	3.18	47.64	1.31	14-15	2.34
16.00	3.06	48.91	1.26	15-16	1.94
17.00	2.95	50.12	1.22	16-17	1.69
18.00	2.85	51.30	1.17	17-18	1.51
19.00	2.76	52.43	1.14	18-19	1.37
20.00	2.68	53.53	1.10	19-20	1.26
21.00	2.60	54.60	1.07	20-21	1.17
22.00	2.53	55.64	1.04	21-22	1.10
23.00	2.46	56.65	1.01	22-23	1.04
24.00	2.40	57.63	0.98	23-24	0.98

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 22. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 15



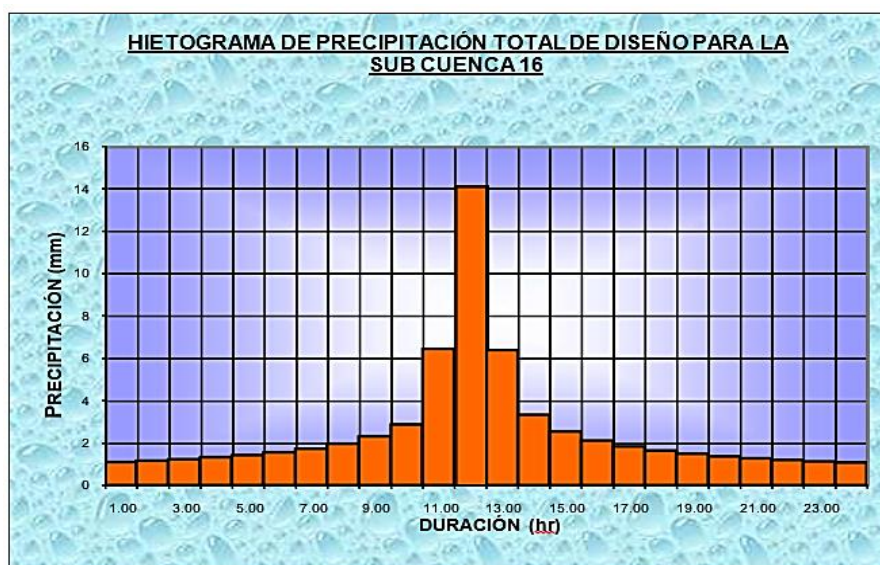
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 22. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 16

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	14.10	14.10	14.10	0-1	1.09
2.00	10.23	20.46	6.36	1-2	1.16
3.00	8.96	26.87	6.41	2-3	1.23
4.00	7.55	30.19	3.32	3-4	1.32
5.00	6.61	33.05	2.86	4-5	1.42
6.00	5.93	35.58	2.53	5-6	1.55
7.00	5.41	37.87	2.29	6-7	1.72
8.00	5.00	39.98	2.10	7-8	1.95
9.00	4.66	41.93	1.95	8-9	2.29
10.00	4.38	43.76	1.83	9-10	2.86
11.00	4.13	45.48	1.72	10-11	6.41
12.00	3.93	47.11	1.63	11-12	14.10
13.00	3.74	48.67	1.55	12-13	6.36
14.00	3.58	50.15	1.48	13-14	3.32
15.00	3.44	51.57	1.42	14-15	2.53
16.00	3.31	52.94	1.37	15-16	2.10
17.00	3.19	54.25	1.32	16-17	1.83
18.00	3.08	55.52	1.27	17-18	1.63
19.00	2.99	56.75	1.23	18-19	1.48
20.00	2.90	57.94	1.19	19-20	1.37
21.00	2.81	59.10	1.16	20-21	1.27
22.00	2.74	60.22	1.12	21-22	1.19
23.00	2.67	61.32	1.09	22-23	1.12
24.00	2.60	62.38	1.07	23-24	1.07

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 23. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 16



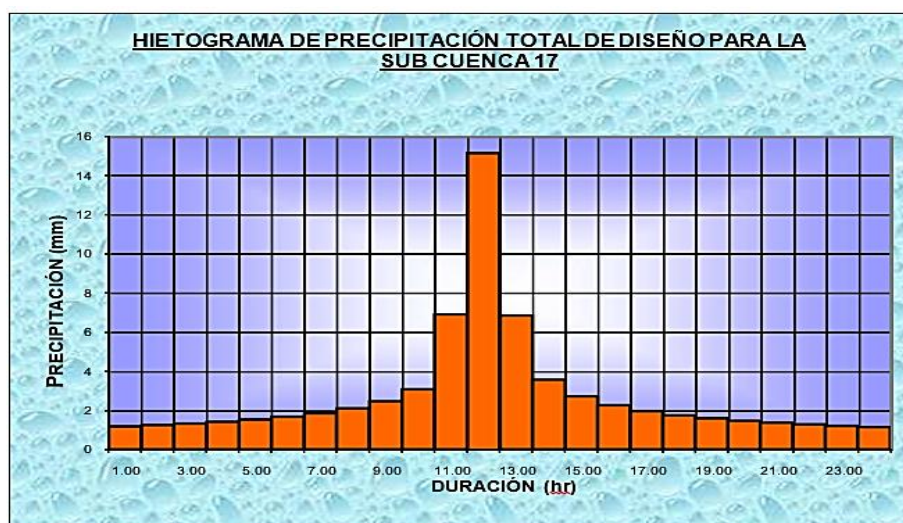
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 23. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 17

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	15.17	15.17	15.17	0-1	1.18
2.00	11.01	22.02	6.85	1-2	1.24
3.00	9.64	28.92	6.90	2-3	1.32
4.00	8.12	32.49	3.57	3-4	1.42
5.00	7.11	35.57	3.07	4-5	1.53
6.00	6.38	38.29	2.73	5-6	1.67
7.00	5.82	40.76	2.47	6-7	1.85
8.00	5.38	43.02	2.26	7-8	2.10
9.00	5.01	45.12	2.10	8-9	2.47
10.00	4.71	47.09	1.97	9-10	3.07
11.00	4.45	48.94	1.85	10-11	6.90
12.00	4.23	50.70	1.76	11-12	15.17
13.00	4.03	52.37	1.67	12-13	6.85
14.00	3.85	53.97	1.60	13-14	3.57
15.00	3.70	55.50	1.53	14-15	2.73
16.00	3.56	56.97	1.47	15-16	2.26
17.00	3.43	58.38	1.42	16-17	1.97
18.00	3.32	59.75	1.37	17-18	1.76
19.00	3.21	61.07	1.32	18-19	1.60
20.00	3.12	62.35	1.28	19-20	1.47
21.00	3.03	63.60	1.24	20-21	1.37
22.00	2.95	64.81	1.21	21-22	1.28
23.00	2.87	65.98	1.18	22-23	1.21
24.00	2.80	67.13	1.15	23-24	1.15

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 24. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 17



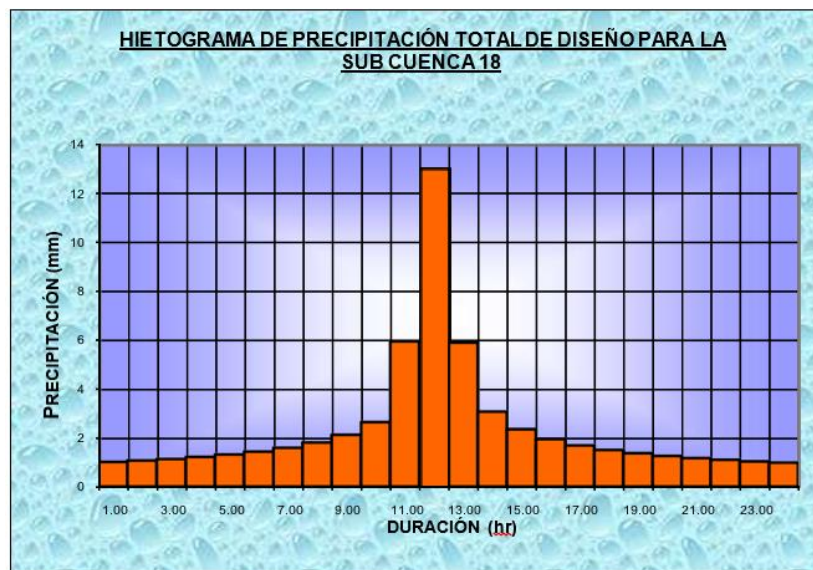
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 24. Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 18

DURACIÓN (hr)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)
1.00	13.02	13.02	13.02	0-1	1.01
2.00	9.45	18.90	5.88	1-2	1.07
3.00	8.28	24.83	5.93	2-3	1.14
4.00	6.97	27.90	3.07	3-4	1.22
5.00	6.11	30.53	2.64	4-5	1.31
6.00	5.48	32.87	2.34	5-6	1.43
7.00	5.00	34.99	2.12	6-7	1.59
8.00	4.62	36.94	1.94	7-8	1.80
9.00	4.30	38.74	1.80	8-9	2.12
10.00	4.04	40.43	1.69	9-10	2.64
11.00	3.82	42.02	1.59	10-11	5.93
12.00	3.63	43.53	1.51	11-12	13.02
13.00	3.46	44.96	1.43	12-13	5.88
14.00	3.31	46.33	1.37	13-14	3.07
15.00	3.18	47.64	1.31	14-15	2.34
16.00	3.06	48.91	1.26	15-16	1.94
17.00	2.95	50.12	1.22	16-17	1.69
18.00	2.85	51.30	1.17	17-18	1.51
19.00	2.76	52.43	1.14	18-19	1.37
20.00	2.68	53.53	1.10	19-20	1.26
21.00	2.60	54.60	1.07	20-21	1.17
22.00	2.53	55.64	1.04	21-22	1.10
23.00	2.46	56.65	1.01	22-23	1.04
24.00	2.40	57.63	0.98	23-24	0.98

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 25. *Hietograma de precipitación total de diseño para la sub cuenca 18*



Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 25. Resumen de hietograma de precipitación total de diseño para diferentes sub cuencas utilizando el método de bloques alternos

TIEMPO (hr)	PRECIPITACIÓN (mm)																	
	SC-1	SC-2	SC-3	SC-4	SC-5	SC-6	SC-7	SC-8	SC-9	SC-10	SC-11	SC-12	SC-13	SC-14	SC-15	SC-16	SC-17	SC-18
0-1	2.32	1.65	1.68	1.82	1.62	1.54	2.23	1.37	1.79	1.43	1.34	1.23	1.12	1.21	1.01	1.09	1.18	1.01
1-2	2.45	1.74	1.77	1.92	1.71	1.63	2.36	1.45	1.89	1.51	1.42	1.30	1.19	1.27	1.07	1.16	1.24	1.07
2-3	2.60	1.85	1.88	2.04	1.82	1.73	2.51	1.54	2.01	1.60	1.51	1.39	1.26	1.35	1.14	1.23	1.32	1.14
3-4	2.78	1.98	2.02	2.18	1.95	1.85	2.68	1.65	2.15	1.72	1.62	1.48	1.35	1.45	1.22	1.32	1.42	1.22
4-5	3.01	2.14	2.18	2.36	2.11	2.00	2.90	1.78	2.32	1.85	1.75	1.60	1.46	1.57	1.31	1.42	1.53	1.31
5-6	3.29	2.34	2.38	2.58	2.30	2.18	3.17	1.95	2.54	2.02	1.91	1.75	1.59	1.71	1.43	1.55	1.67	1.43
6-7	3.64	2.60	2.64	2.86	2.55	2.42	3.51	2.16	2.81	2.25	2.12	1.94	1.77	1.90	1.59	1.72	1.85	1.59
7-8	4.13	2.94	2.99	3.24	2.90	2.75	3.99	2.45	3.19	2.55	2.40	2.20	2.00	2.15	1.80	1.95	2.10	1.80
8-9	4.85	3.46	3.51	3.80	3.40	3.22	4.68	2.87	3.75	2.99	2.82	2.58	2.35	2.52	2.12	2.29	2.47	2.12
9-10	6.04	4.31	4.38	4.74	4.23	4.02	5.83	3.58	4.67	3.73	3.51	3.22	2.93	3.15	2.64	2.86	3.07	2.64
10-11	13.57	9.67	9.83	10.65	9.51	9.02	13.09	8.04	10.48	8.37	7.88	7.23	6.58	7.06	5.93	6.41	6.90	5.93
11-12	29.84	21.25	21.61	23.40	20.89	19.82	28.76	17.67	23.04	18.39	17.32	15.89	14.45	15.53	13.02	14.10	15.17	13.02
12-13	13.46	9.59	9.75	10.56	9.43	8.94	12.98	7.98	10.40	8.30	7.81	7.17	6.52	7.01	5.88	6.36	6.85	5.88
13-14	7.03	5.01	5.09	5.51	4.92	4.67	6.78	4.16	5.43	4.33	4.08	3.74	3.40	3.66	3.07	3.32	3.57	3.07
14-15	5.36	3.82	3.88	4.20	3.75	3.56	5.17	3.18	4.14	3.30	3.11	2.85	2.60	2.79	2.34	2.53	2.73	2.34
15-16	4.45	3.17	3.23	3.49	3.12	2.96	4.29	2.64	3.44	2.75	2.59	2.37	2.16	2.32	1.94	2.10	2.26	1.94
16-17	3.87	2.76	2.80	3.03	2.71	2.57	3.73	2.29	2.99	2.38	2.25	2.06	1.87	2.01	1.69	1.83	1.97	1.69
17-18	3.45	2.46	2.50	2.71	2.42	2.29	3.33	2.05	2.67	2.13	2.00	1.84	1.67	1.80	1.51	1.63	1.76	1.51
18-19	3.14	2.24	2.27	2.46	2.20	2.08	3.03	1.86	2.42	1.93	1.82	1.67	1.52	1.63	1.37	1.48	1.60	1.37
19-20	2.89	2.06	2.09	2.27	2.02	1.92	2.79	1.71	2.23	1.78	1.68	1.54	1.40	1.50	1.26	1.37	1.47	1.26
20-21	2.69	1.92	1.95	2.11	1.88	1.79	2.59	1.59	2.08	1.66	1.56	1.43	1.30	1.40	1.17	1.27	1.37	1.17
21-22	2.52	1.80	1.83	1.98	1.77	1.67	2.43	1.49	1.95	1.55	1.46	1.34	1.22	1.31	1.10	1.19	1.28	1.10
22-23	2.38	1.69	1.72	1.87	1.67	1.58	2.29	1.41	1.84	1.47	1.38	1.27	1.15	1.24	1.04	1.12	1.21	1.04
23-24	2.26	1.61	1.63	1.77	1.58	1.50	2.18	1.34	1.74	1.39	1.31	1.20	1.09	1.17	0.98	1.07	1.15	0.98

Nota: Fuente de elaboración propia

Para la determinación de los hietogramas de precipitación efectiva, se hará uso del método del USDA NRCS, el mismo que permitirá determinar las abstracciones, obtenidas a partir del hietograma de precipitación total obtenida anteriormente, considerando las siguientes formulaciones matemáticas:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Donde: S: Abstracción potencial máxima.

CN: Numero de curva.

Para la cuenca del Río Mantaro, el mismo que se ha subdividido en 18 sub cuencas se tiene la siguiente tabla, donde se presenta el resumen para la elección del número de curva, teniendo en cuenta el tipo de suelo, donde se ha superpuesto la fisiografía de la cuenca del Río Mantaro, con la fotografía aérea obtenida del programa Google Earth.

Tabla 26. Numero de curvas

DESCRIPCIÓN	USO DE LA TIERRA	CONDICIÓN HIDROLOGICA	GRUPO HIDROLOGICO	CONDICIÓN DE HUMEDA ANTECEDENTE	NÚMERO DE CURVA
SC-1	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-2	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-3	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-4	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-5	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-6	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-7	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-8	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-9	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-10	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-11	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-12	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-13	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-14	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-15	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-16	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-17	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88
SC-18	Cultivos	Pobre	C	Tipo II	88

Nota: Fuente de elaboración propia

La precipitación efectiva se calcula, mediante la siguiente formula, considerando condición de humedad antecedente tipo II (normal).

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

La abstracción inicial I_a y la continuada F_a se calculan a través de las siguientes formulas:

$$I_a = 0.2S, \quad F_a = \frac{S(P - I_a)}{P - I_a + S}$$

Para la determinación del hidrograma unitario se hace uso de la formulación propuesta por el USDA NRCS de los EEUU, el mismo que propone lo siguiente:

- **Tiempo de retraso:** $t_p = 0.6t_c$
- **Tiempo al pico:** $T_p = \frac{\Delta t}{2} + t_p$
- **Caudal pico:** $q_p = \frac{2.08A}{T_p}$; A : (km²), T_p : hrs, q_p : (m³/s/cm)

Donde:

T_c Tiempo de concentración, obtenido de la Tabla N° 01 para cada una de las

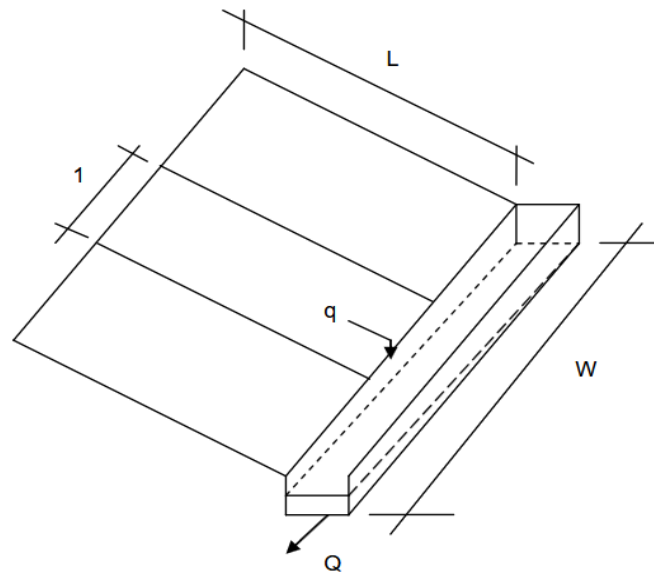
07

subcuencas en estudio.

Δt : Intervalo de tiempo obtenido como un 29% del tiempo de retraso.

Para el tránsito en canales se utiliza la metodología de onda cinemática, cuya formulación matemática se obtiene a partir de la Figura N° 26, donde se muestra únicamente un plano de flujo superficial lateral al canal principal.

Figura 26. Esquema de planos inclinados para simular la esorrentía sobre la superficie de una cuenca.



Ecuación de continuidad: $\frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial y}{\partial t} = i - f$

Ecuación de cantidad de movimiento: $q = \frac{y^{5/3} S_0^{1/2}}{n}$

Donde:

n: coeficiente de rugosidad.

S: Pendiente.

i: intensidad de lluvia.

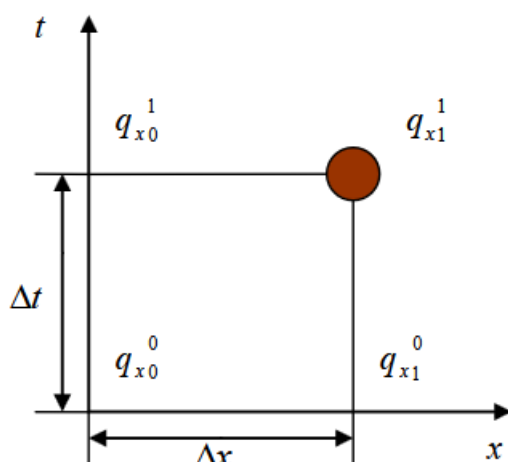
f: tasa de infiltración.

q: caudal unitario.

y: tirante del flujo.

La solución matemática de las dos ecuaciones anteriores se realiza mediante la técnica numérica de diferencias finitas, considerando el esquema de solución mostrado en la Figura N° 27:

Figura 27. Esquema de solución de diferencias finitas.



y la ecuación recursiva que a continuación se escribe:

$$\frac{q_{x1}^1 - q_{x1}^0}{\Delta t} + \left(\frac{5}{3} q_{x1}^{1^{2/5}} \cdot S_0^{3/10} n^{-3/5} \right) \frac{q_{x1}^1 - q_{x0}^1}{\Delta x} = \left(\frac{5}{3} q_{x1}^{1^{2/5}} \cdot S_0^{3/10} n^{-3/5} \right) (i - f)$$

Resolviendo esta ecuación para cada punto de cálculo, obtenemos la evolución de los caudales en el tiempo y en el espacio, para los hidrogramas de máximas avenidas transitados desde aguas arriba de la cuenca del Río Mantaro. Dentro de la cuenca del Río Mantaro se tiene 08 canales, cuyas características a utilizar se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 27. Características hidráulicas de cada uno de los canales de la cuenca del río mantaro

CANAL	LONGITUD DEL CURSO PRINCIPAL (M)	COTA		PENDIENTE	DIÁMETRO MEDIO (D50) (PULG)	COEFICIENTE DE MANNING	TIPO DE SECCIÓN	ANCHO DE LA SECCIÓN (M)
		MAXIMA	MINIMA					
CANAL-1	5724.35	2549.50	2547.00	0.04%	9.84	0.02	RECTANGUALR	110.00
CANAL-2	7052.90	2547.00	2499.50	0.67%	9.84	0.03	RECTANGUALR	240.00
CANAL-3	17417.44	2499.50	2399.00	0.58%	9.84	0.03	RECTANGUALR	270.00
CANAL-4	18830.98	2399.00	2298.00	0.54%	9.84	0.03	RECTANGUALR	330.00
CANAL-5	5646.26	2298.00	2249.80	0.85%	9.84	0.03	RECTANGUALR	315.00
CANAL-6	1552.56	2249.80	2249.00	0.05%	9.84	0.02	RECTANGUALR	120.00
CANAL-7	11684.53	2249.00	2151.00	0.84%	9.84	0.03	RECTANGUALR	360.00
CANAL-8	1472.06	2151.00	2150.00	0.07%	9.84	0.02	RECTANGUALR	340.00

Nota: Fuente de elaboración propia

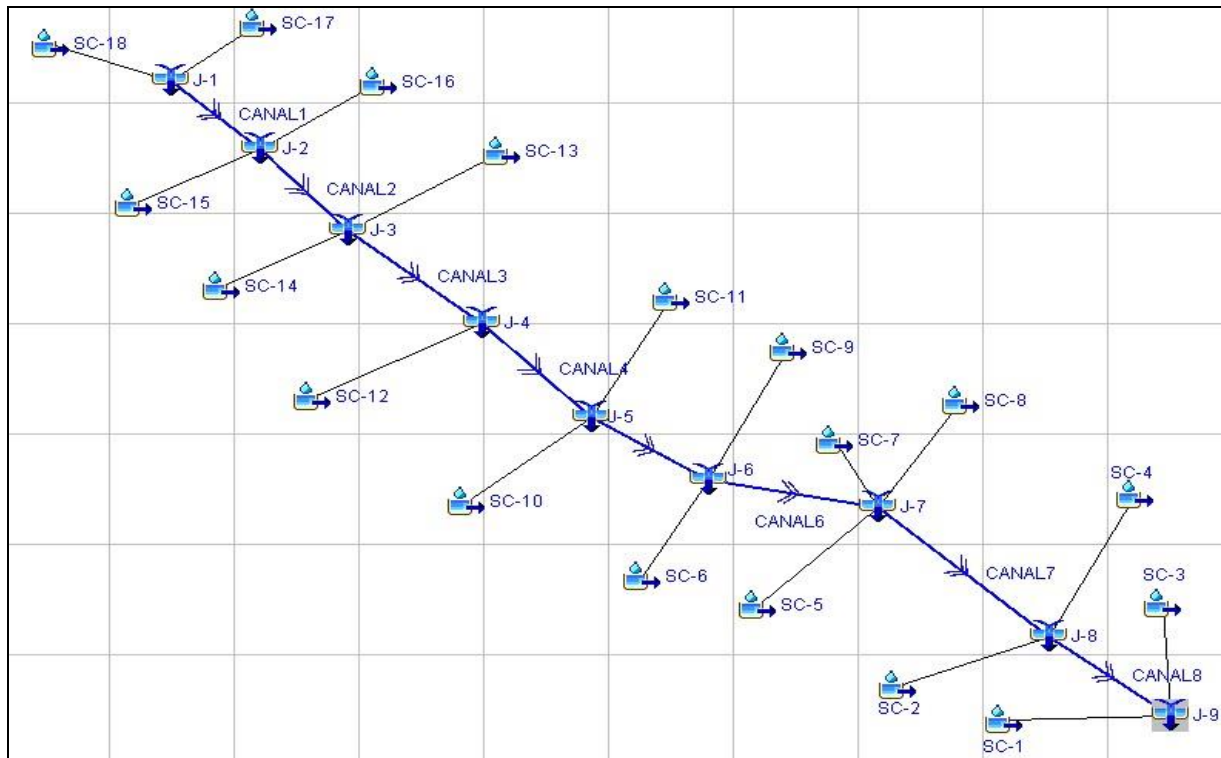
Finalmente, a partir de la ecuación de convolución discreta, cuya formulación matemática

es:

$$Q_n = \sum_{m=1}^{n \leq M} P_m U_{n-m+1}$$

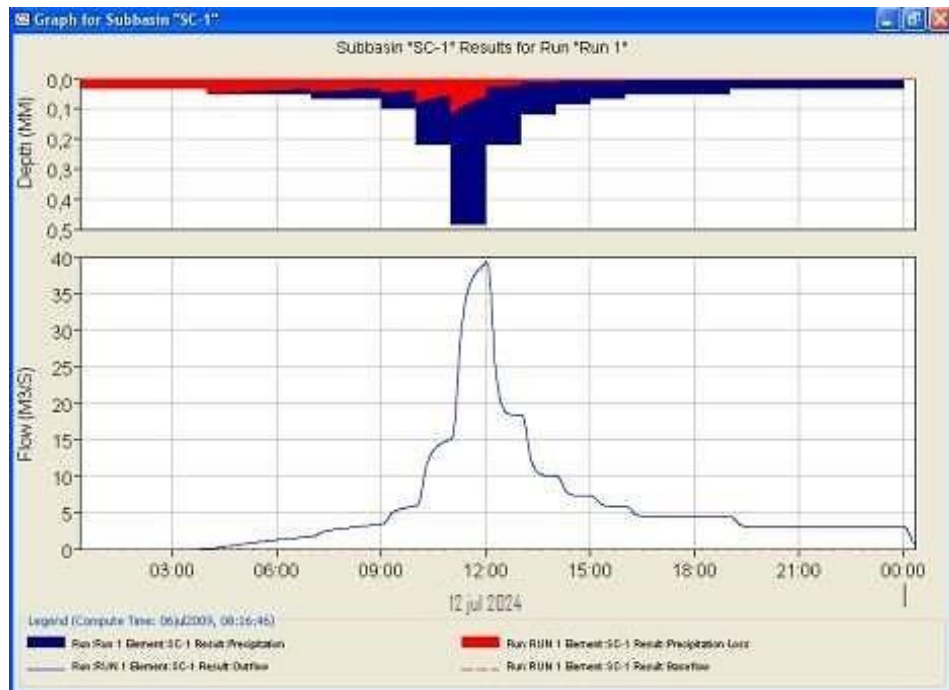
Se obtiene la esorrentía directa Q, para cada una de las 18 subcuencas de estudio, considerando los pulsos obtenidos a partir de un intervalo de tiempo de 1 min, tanto para la precipitación de exceso como para el hidrograma unitario. Luego del proceso de convolución discreta, se obtienen los hidrogramas de máximas avenidas, donde se muestran los resultados para cada uno de las subcuencas y el periodo de retorno, así como los resultados en forma completa de los caudales pico en toda la red topológica de la cuenca del río Mantaro para el periodo de retorno de análisis. Finalmente se muestra los Gráficos de hidrogramas de máximas avenidas mediante el programa HEC HMS 3.3.0 para el periodo de retorno de análisis, así como la red topológica ingresada al programa.

Figura 28. Red topológica de la cuenca del Mantaro



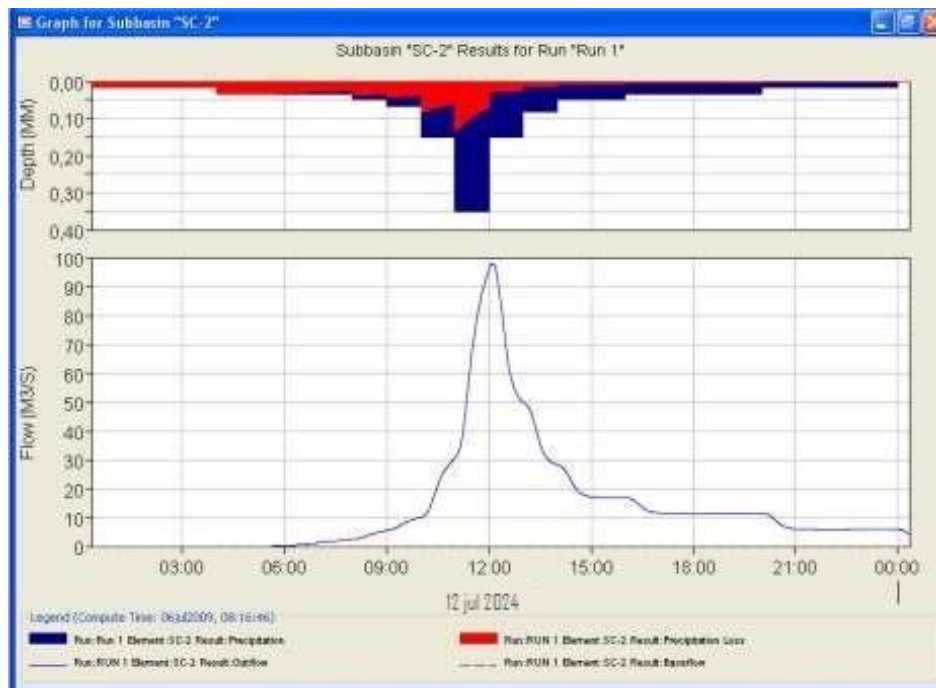
Nota: Fuente de elaboración propia.

Figura 29. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 1



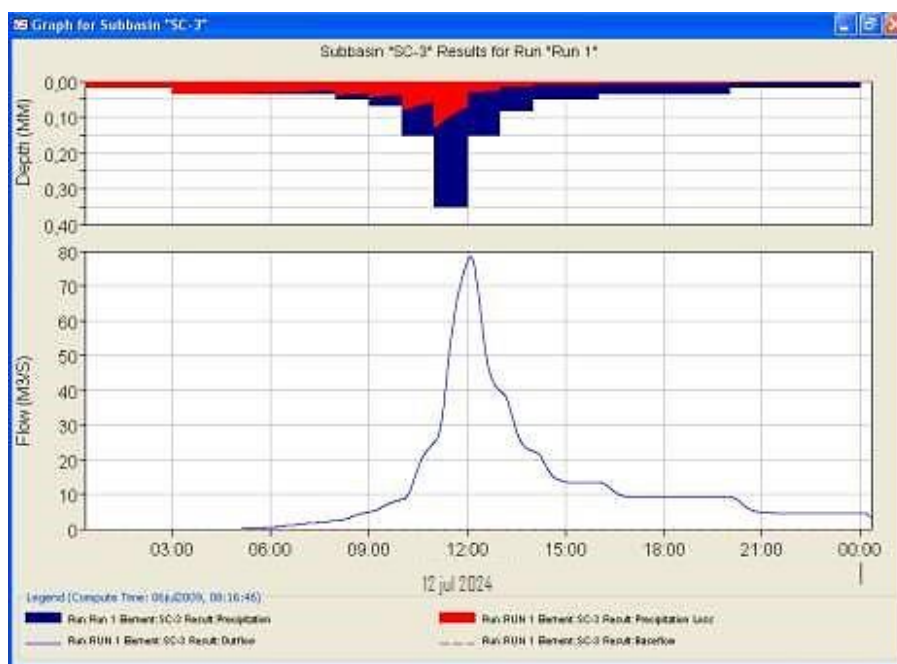
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 30. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 2



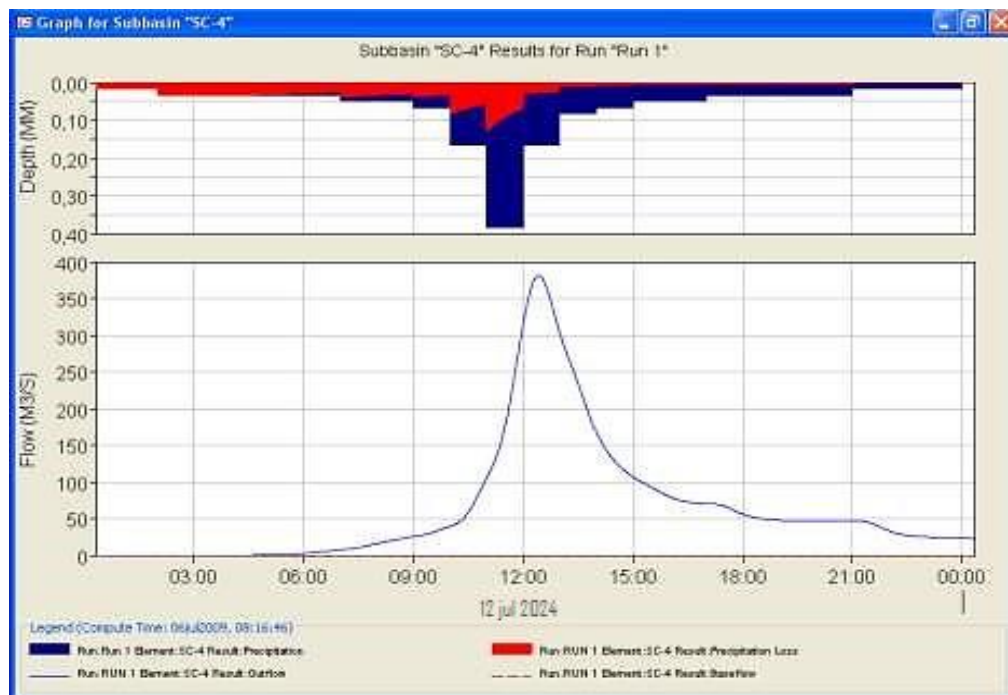
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 31. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 3



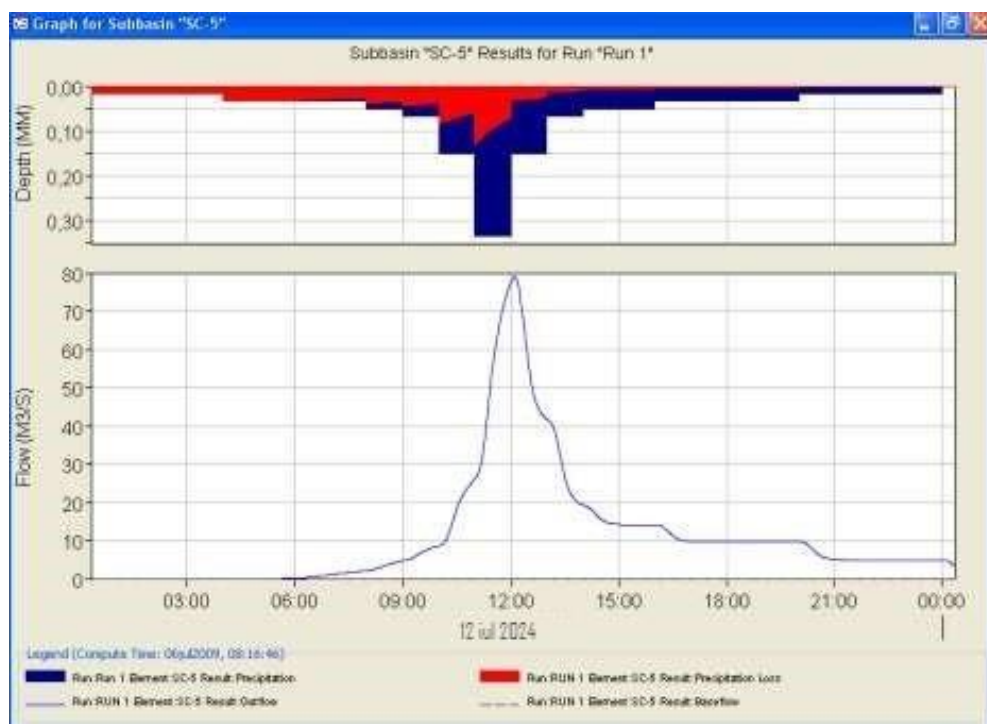
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 32. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 4



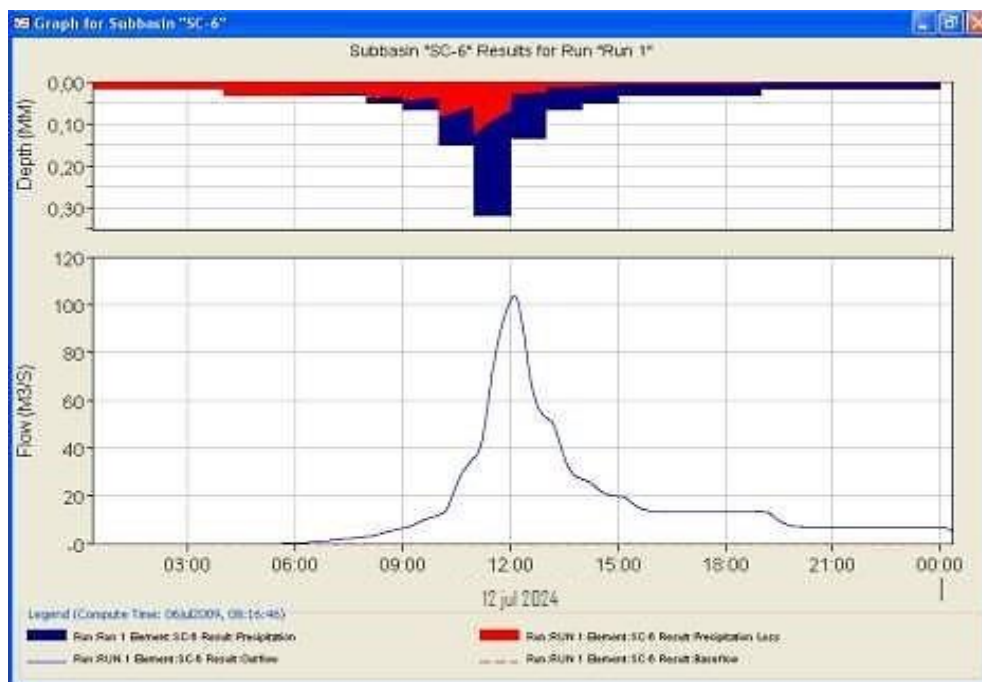
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 33. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 5



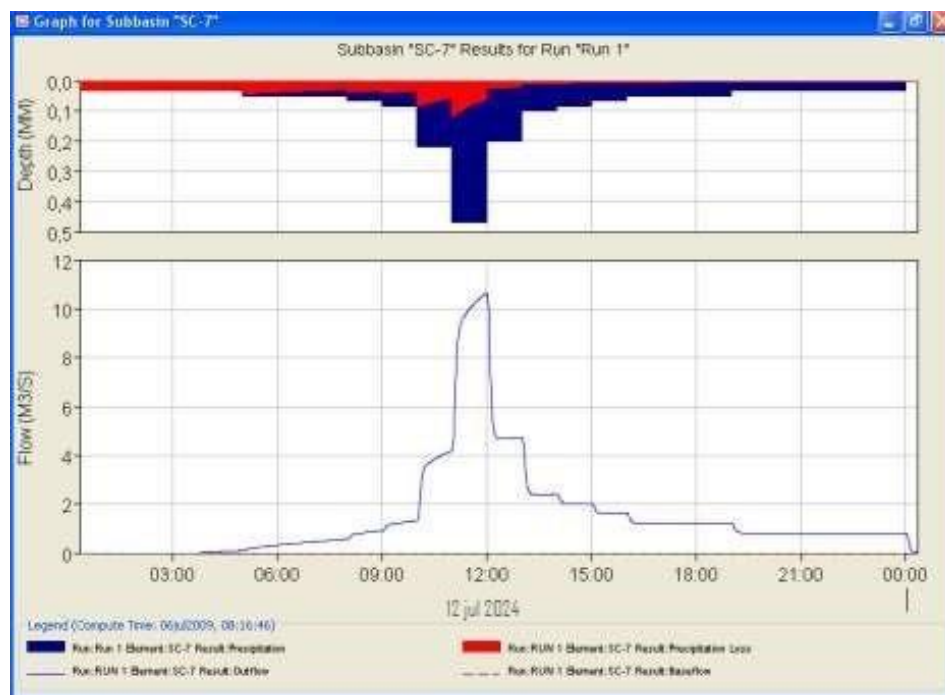
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 34. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 6



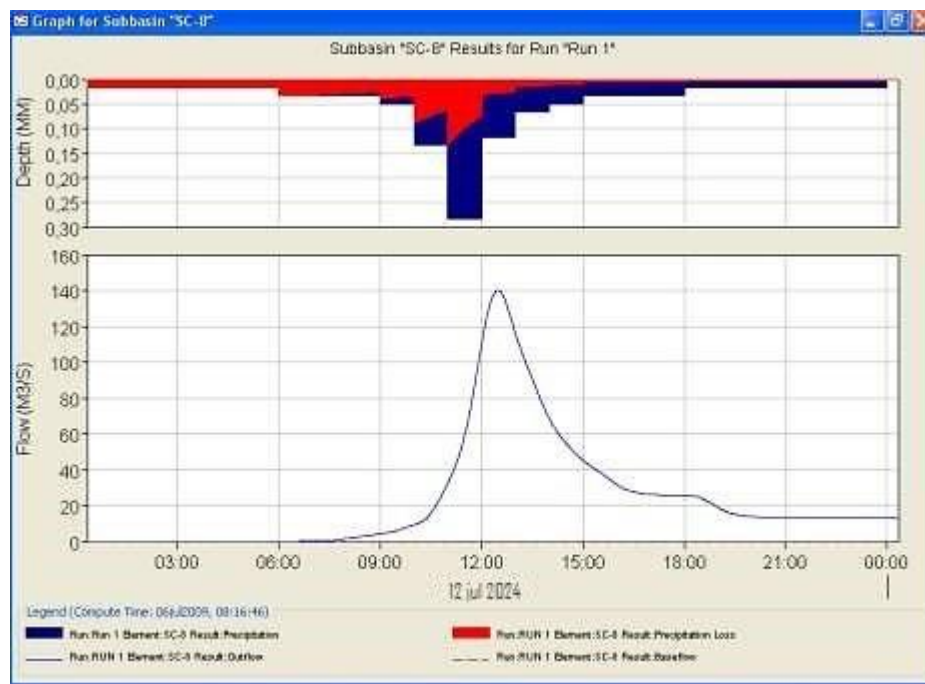
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 35. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 7



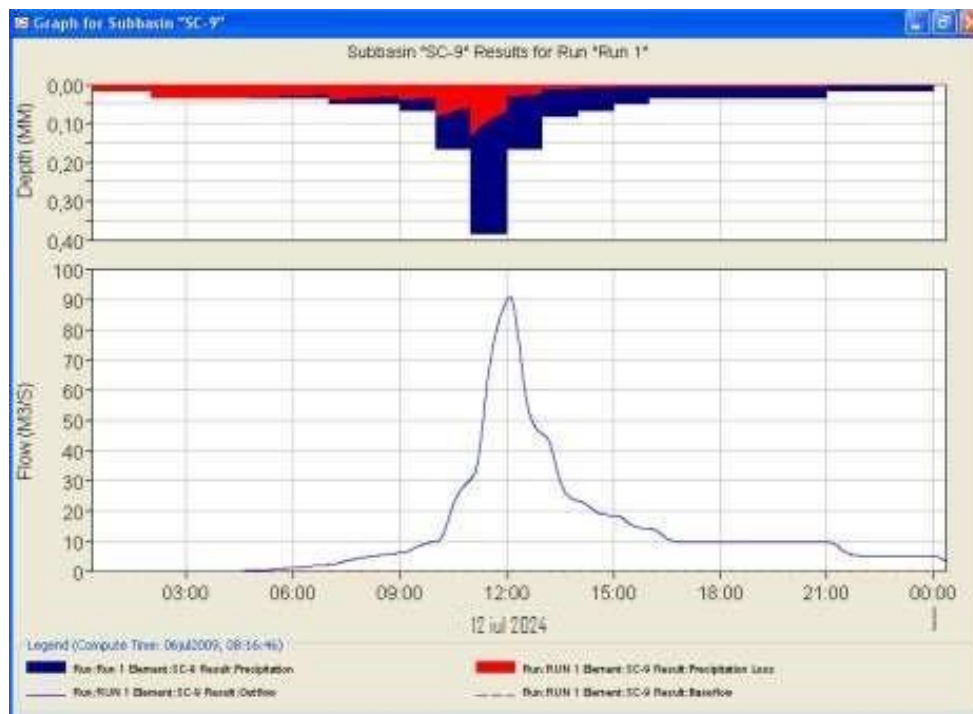
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 36. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 8



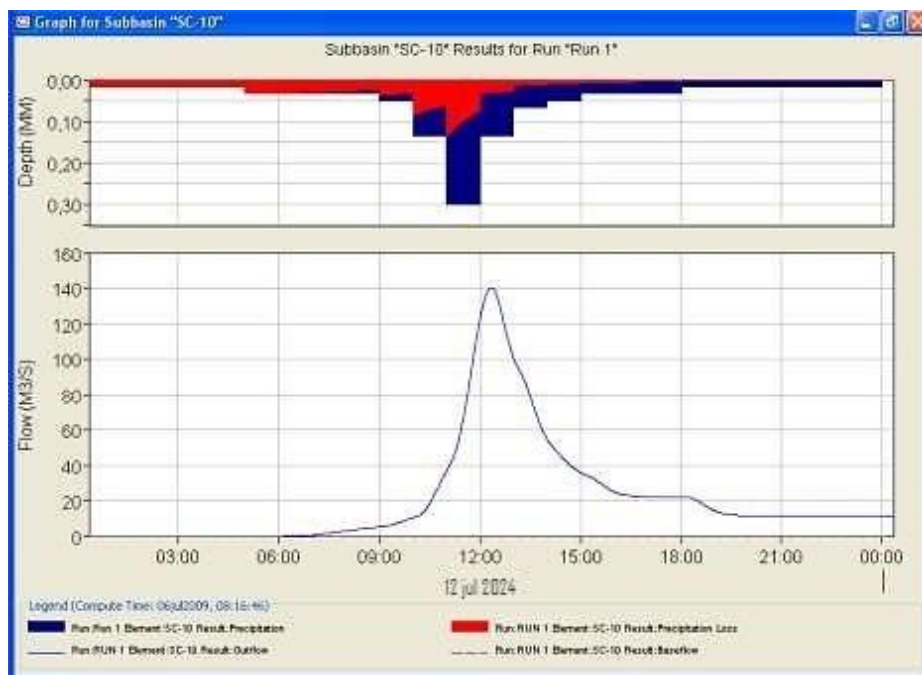
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 37. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 9



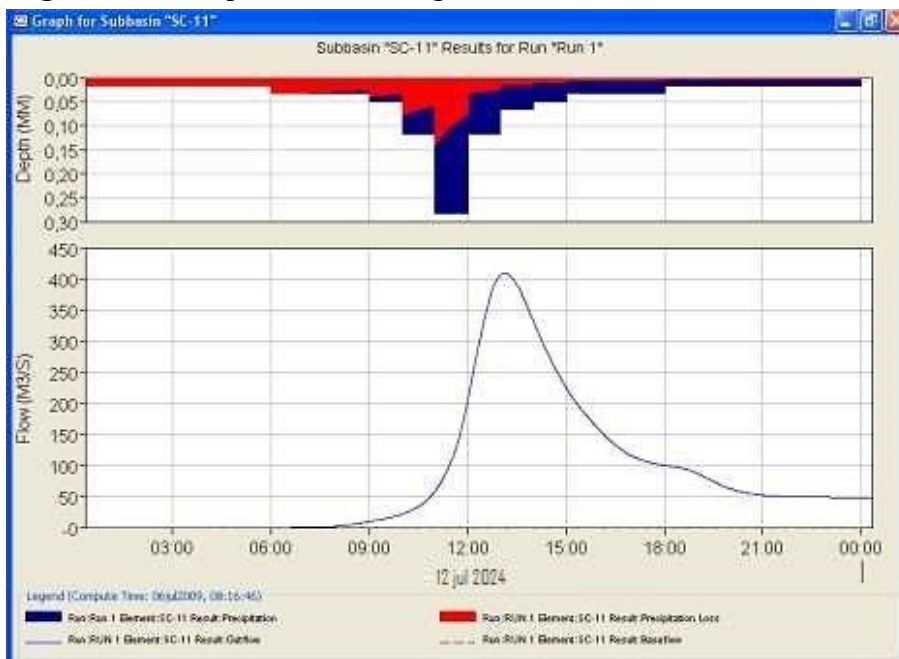
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 38. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 10



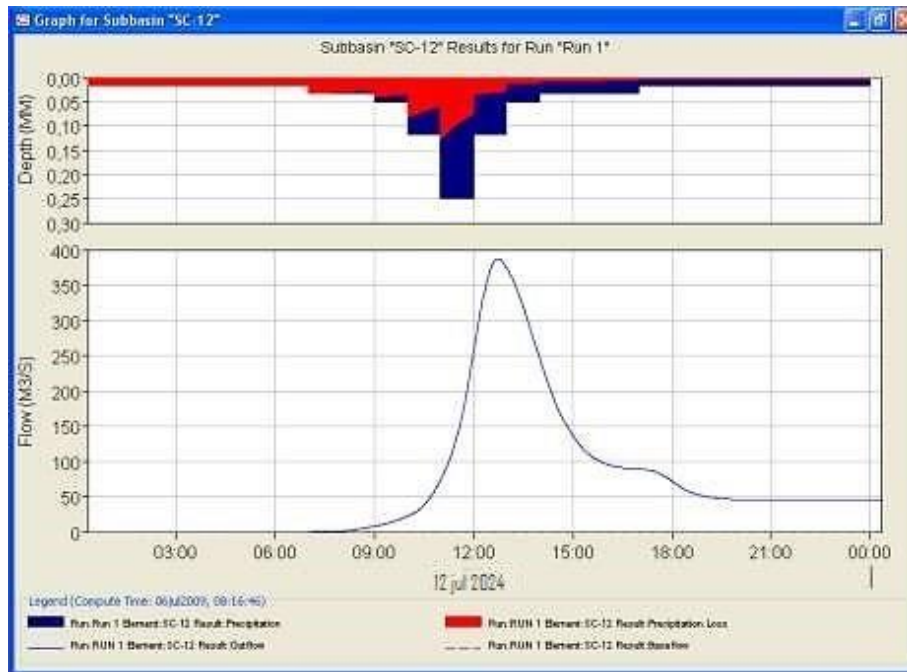
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 39. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 11



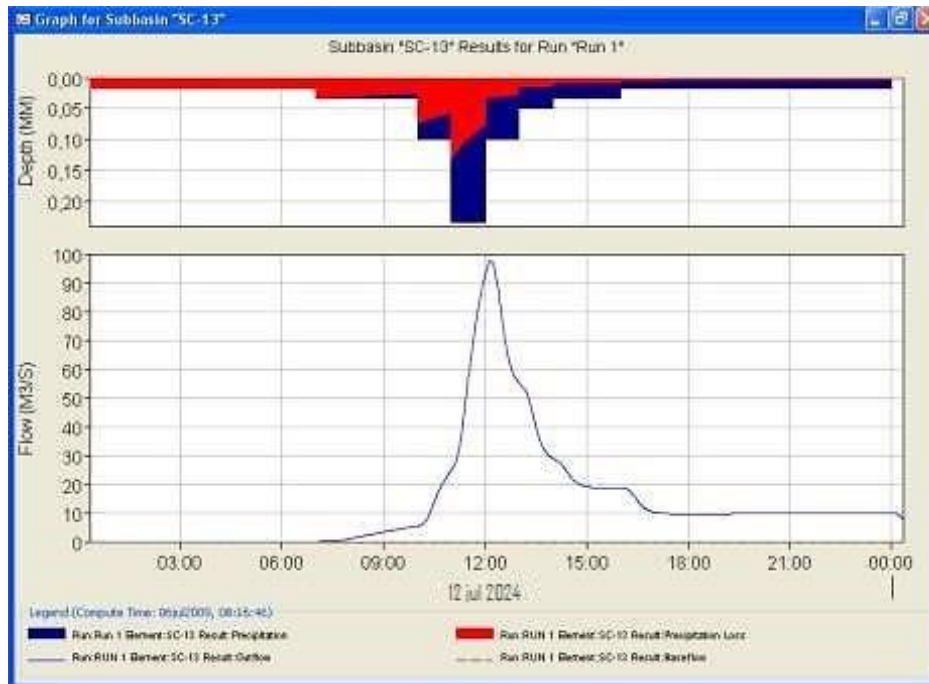
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 40. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 12



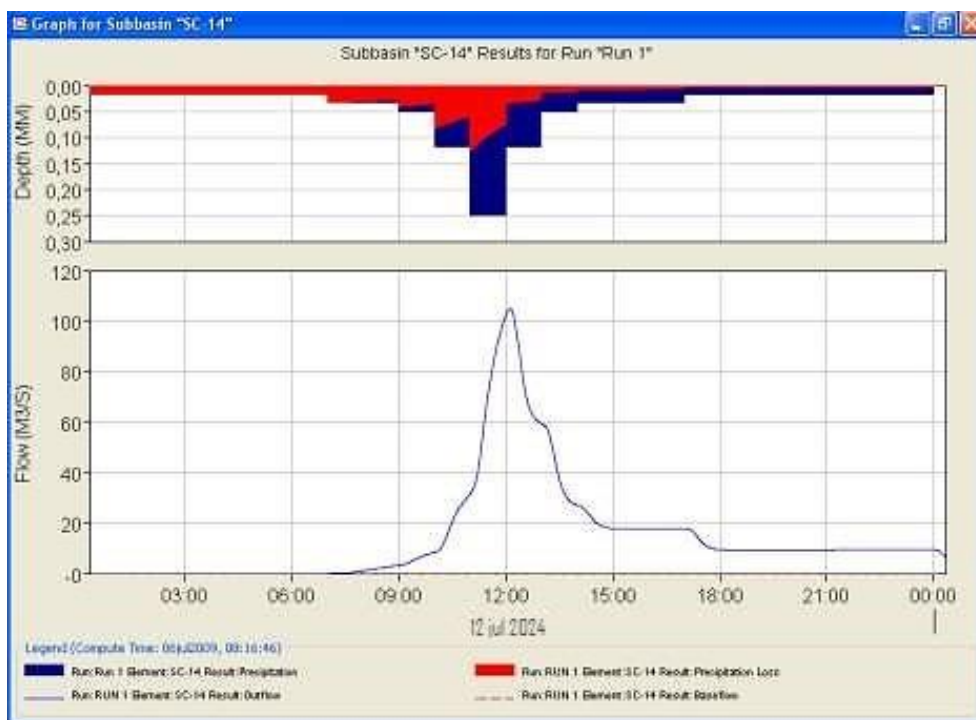
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 41. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 13



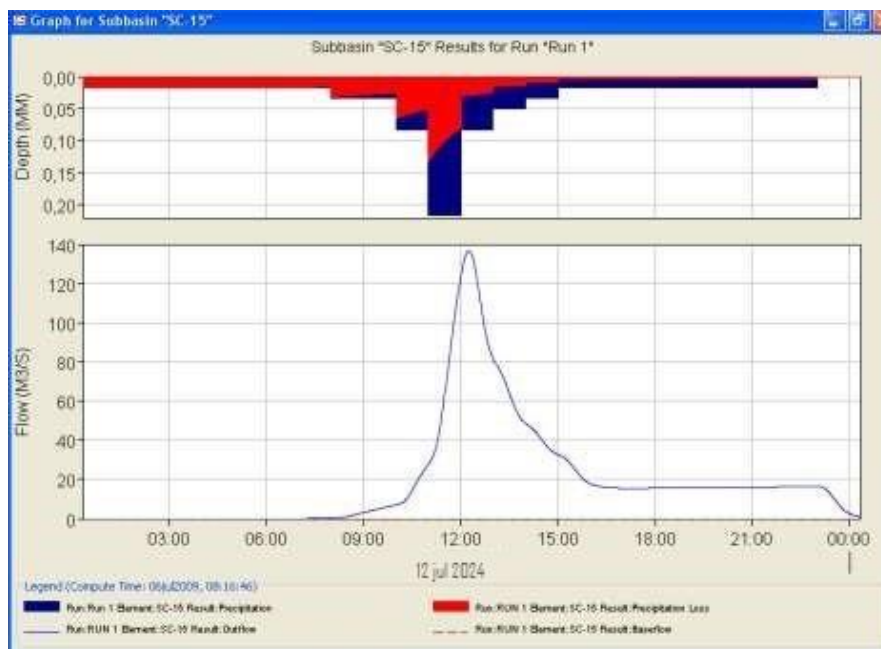
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 42. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 14



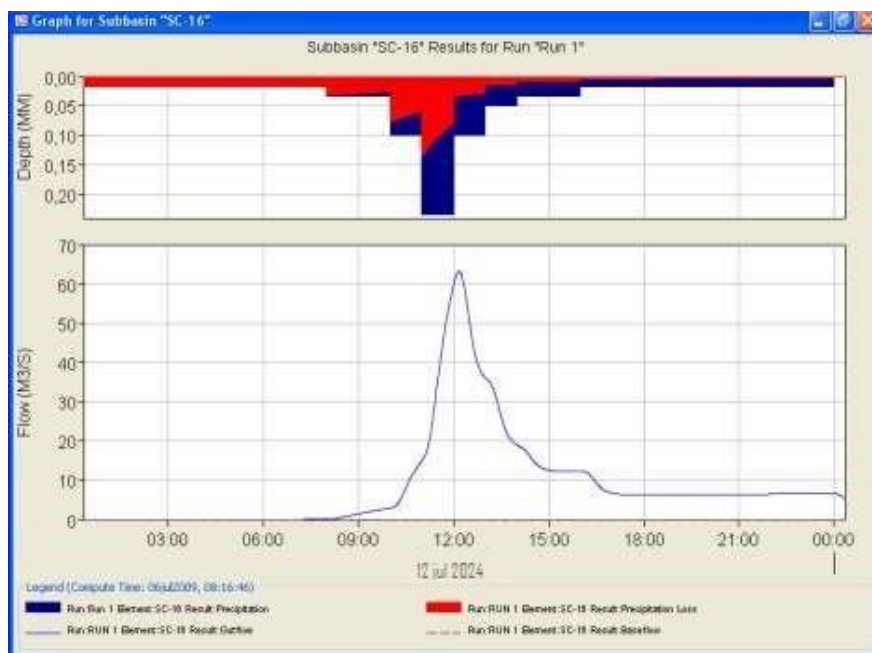
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 43. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 15



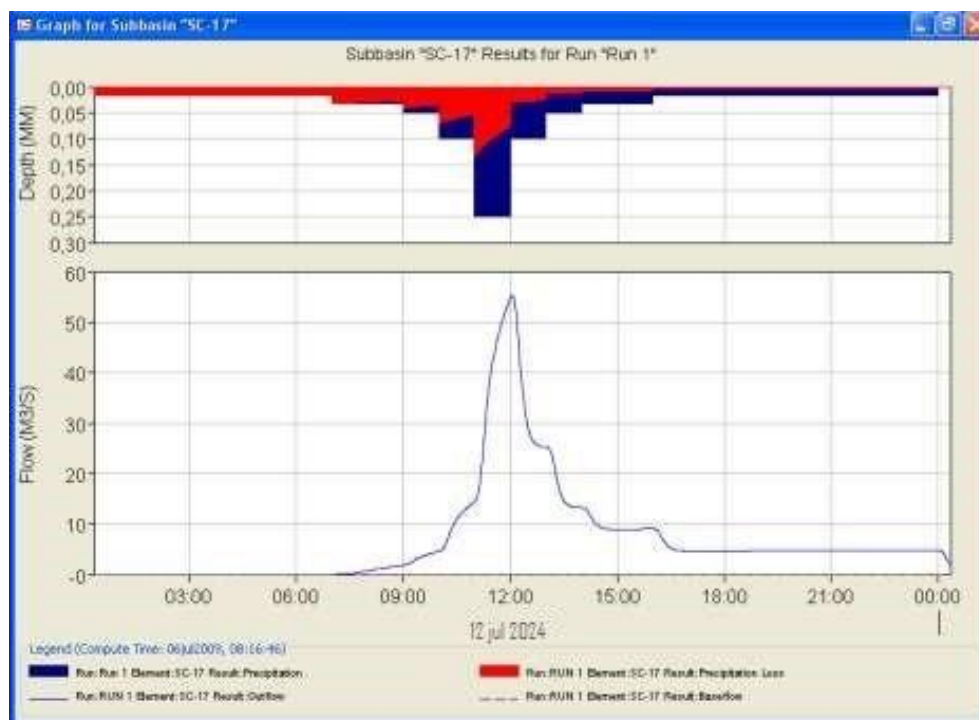
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 44. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 16



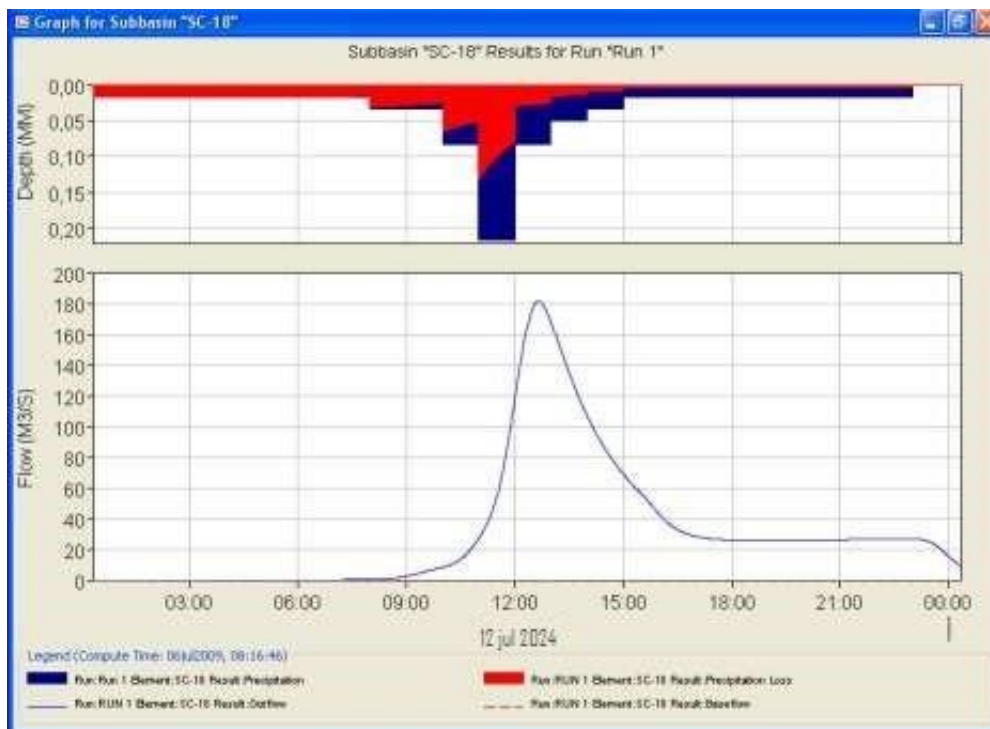
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 45. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 17



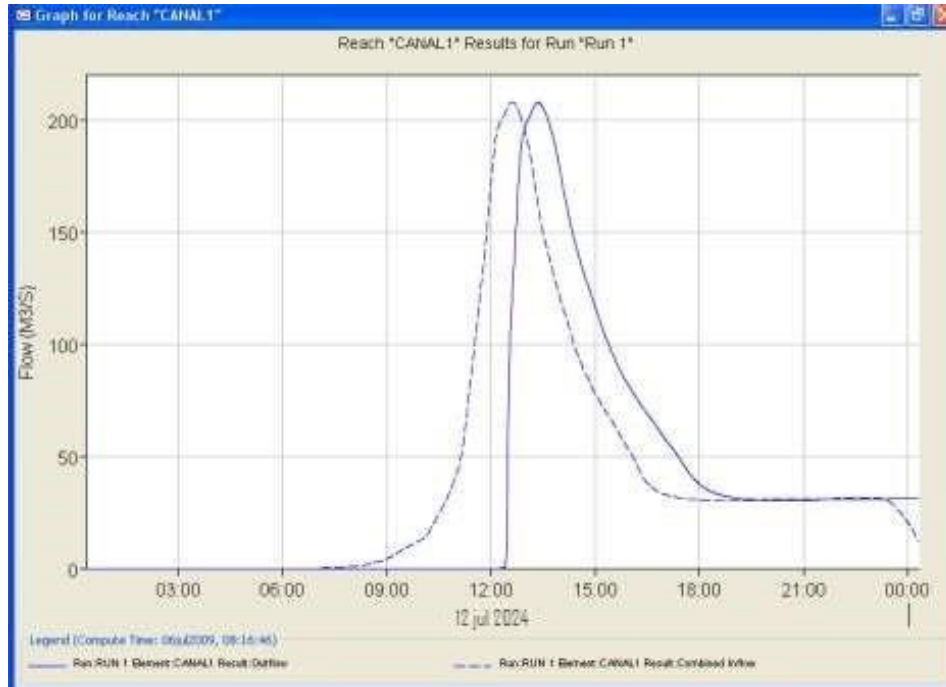
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 46. Precipitación e hidrograma de exceso de la sub cuenca 18



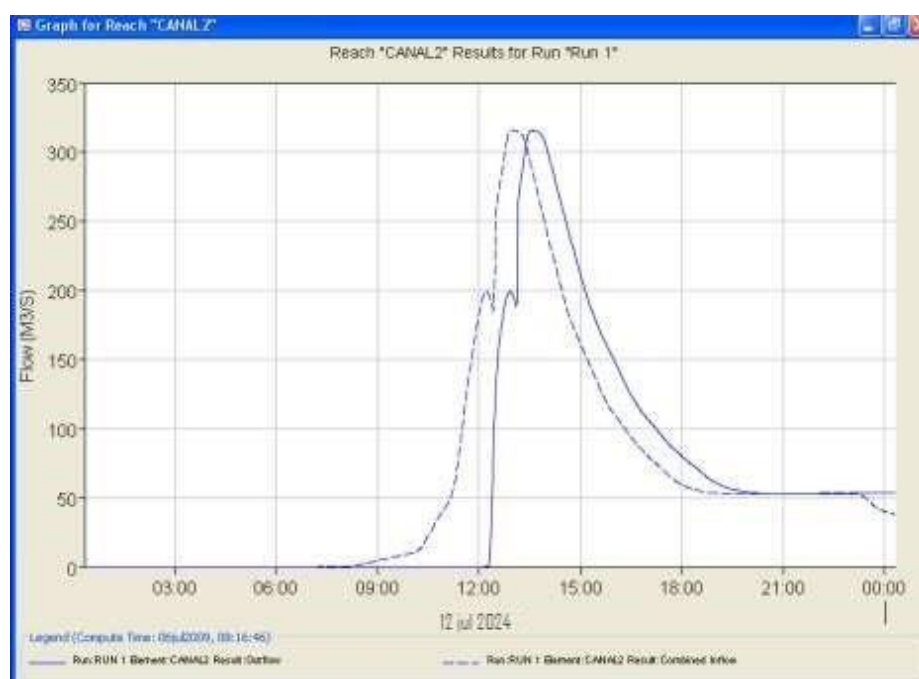
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 47. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 1



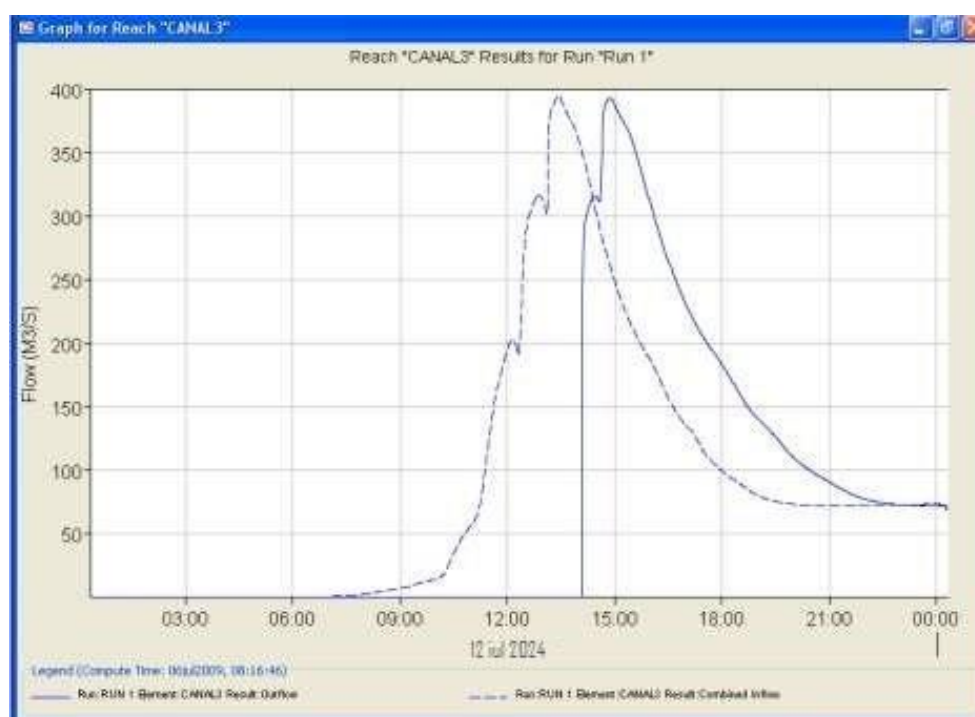
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 48. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 2



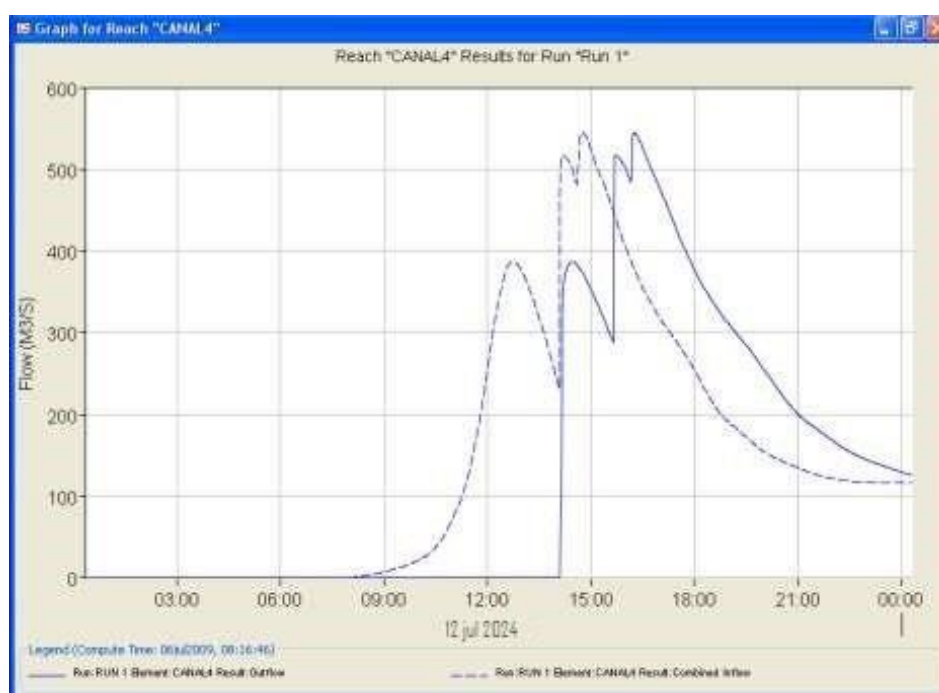
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 49. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 3



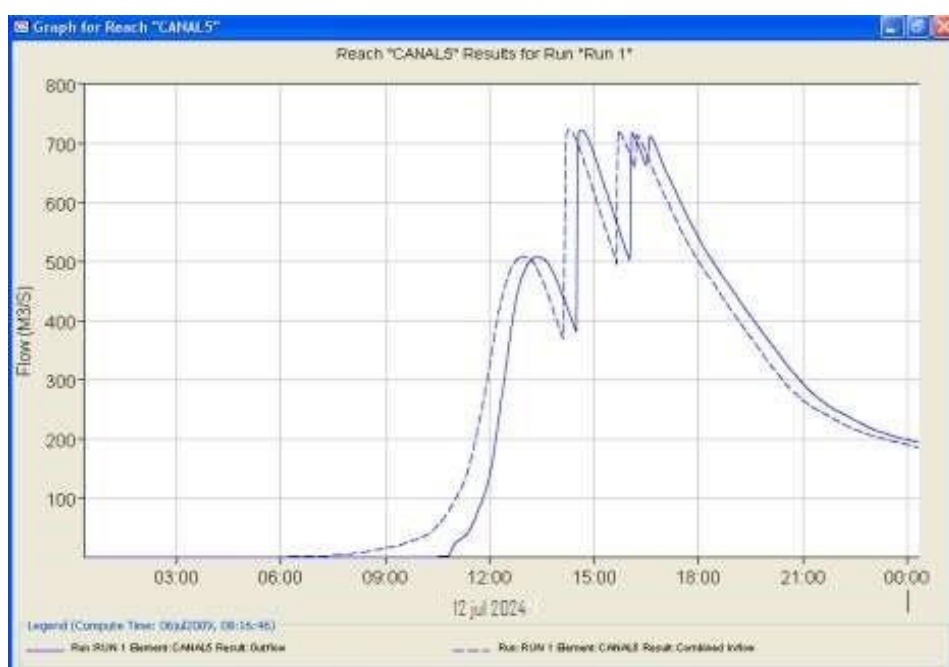
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 50. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 4



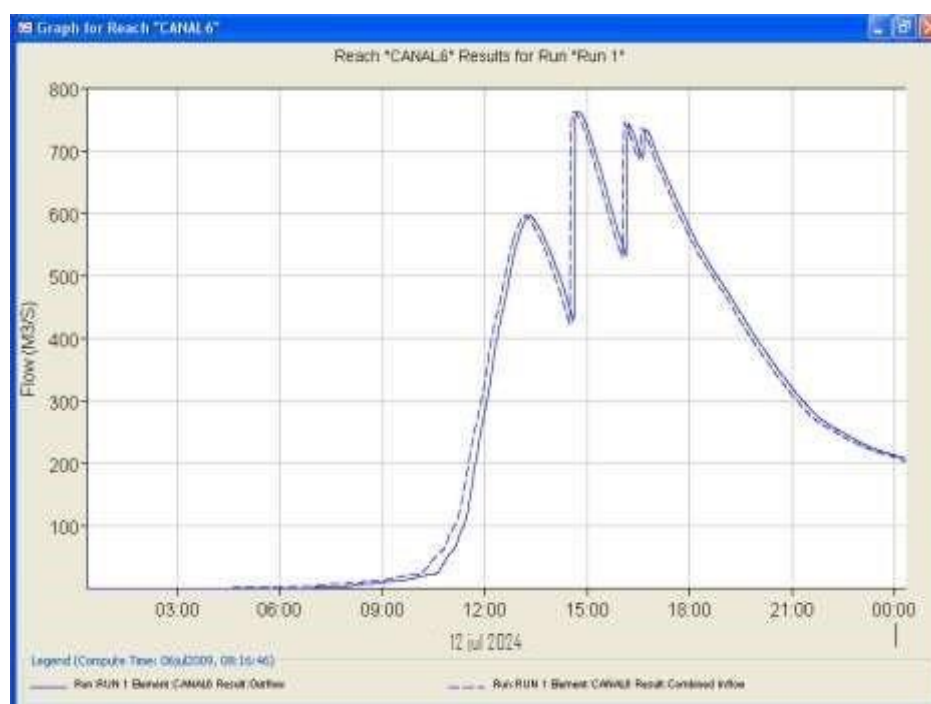
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 51. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 5



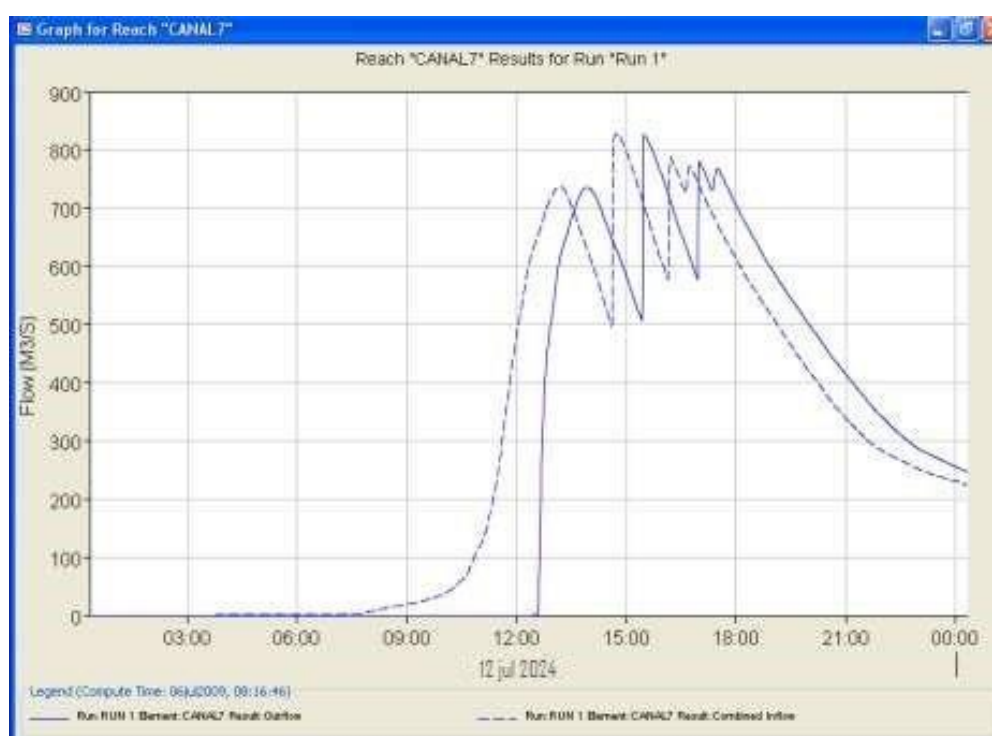
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 52. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 6



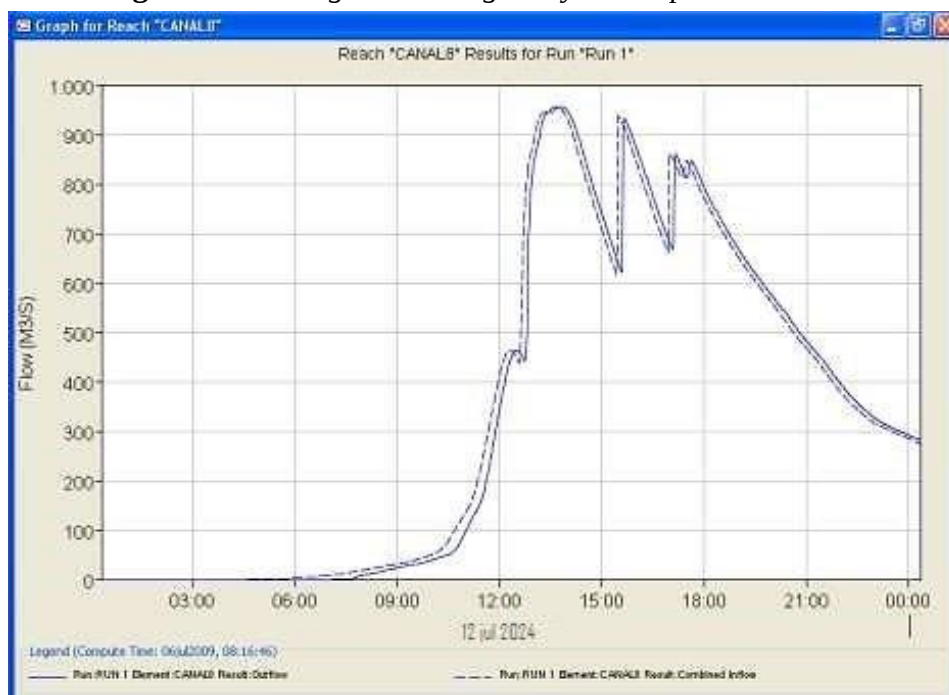
Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 53. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 7



Nota: Fuente de elaboración propia

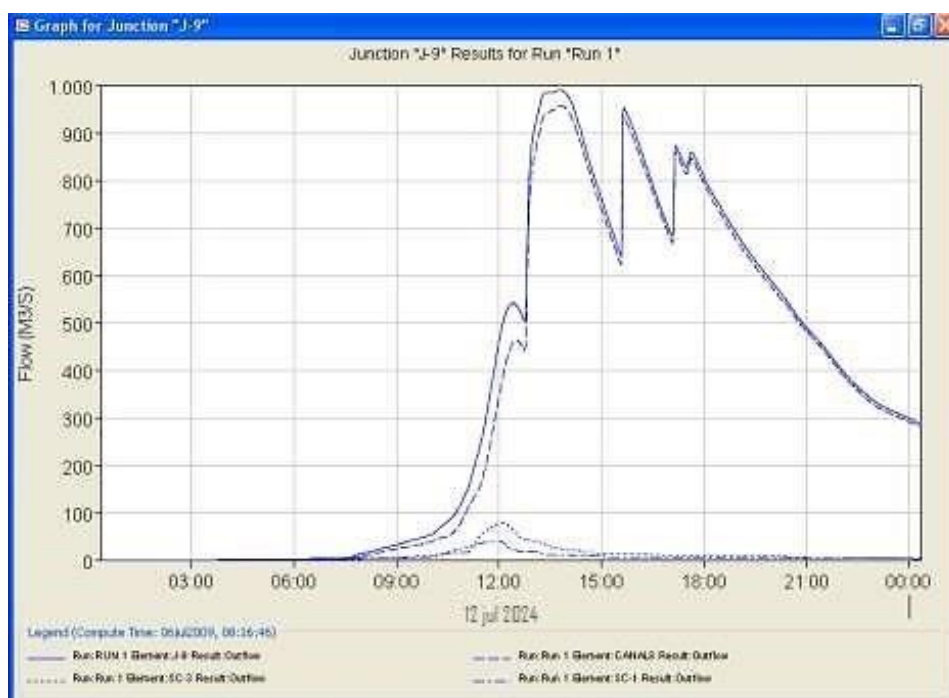
Figura 54. Hidrograma de ingreso y salida para el canal 8



Nota: Fuente de elaboración propia

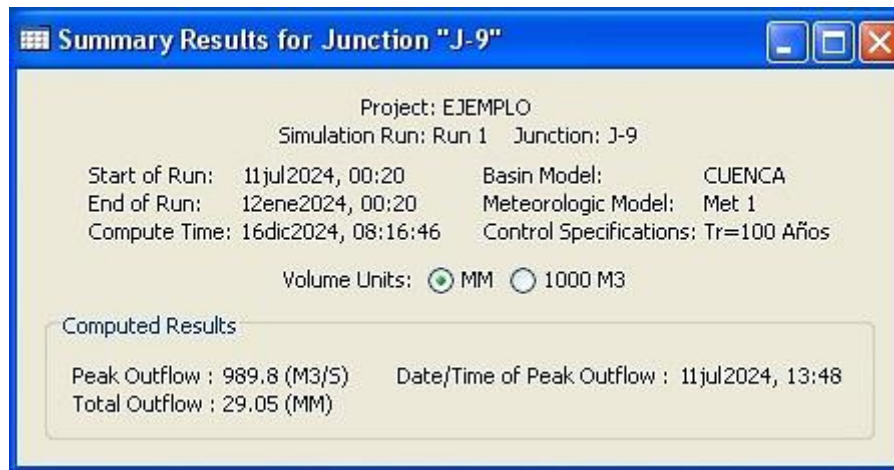
El resumen de resultados de caudal de máxima avenida se muestra a continuación:

Figura 55. Hidrograma de máxima avenida para el punto de afro.



Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 56. Resultado de caudal máximo.



Nota: Fuente de elaboración propia

Como resultado de las máximas avenidas de los hidrogramas será con un periodo de retorno a considerar para la defensa ribereña de la comunidad de Chaipara, será de 100 años, para cuyo caso como se observa en el cuadro anterior el caudal de diseño es igual a **989.80 m³/s**.

4.2.5. Hidráulica

Esta parte de la investigación permitirá observar el perfil de la superficie libre de agua sobre la línea del thalweg generada cuando se realizó el levantamiento topográfico en el Río Mantaro en una longitud de 970 m, aguas arriba del Río Mantaro, en el que se consideró 51 secciones transversales perpendiculares a la línea del thalweg, primeramente para el caso sin defensa ribereña, para observar hasta donde se levanta el agua considerando el coeficiente de rugosidad de manning teniendo en cuenta las partículas inherentes en el lecho del Río Mantaro en el tramo de estudio y posteriormente realizar el tránsito de la máxima avenida considerando la estructura hidráulica, la misma que en la zona de Mantaro Baja se tiene un puente colgante, considerando necesario la colocación de la defensa ribereña alineada con el estribo izquierdo.

Para el tránsito de la avenida de diseño cuyo caudal a presentarse es igual a $Q =$

989.80 m³/s según el estudio hidrológico en la zona de estudio, para un periodo de retorno de 100 años, se ha utilizado el programa HEC-RAS 4.0 para flujo permanente, considerando un caso de análisis de flujo supercrítico, en la cual fueron ingresados en el tramo de estudio de 970 m, 51 secciones transversales perpendiculares a la línea del thalweg, como se muestra.

Determinación de los coeficientes de rugosidad de manning en secciones transversales.

Los coeficientes de rugosidad de manning fueron determinados teniendo en cuenta la granulometría inherente en la zona, cuyo diámetro máximo corresponde a 0.50 m y un $D_{50} = 25$ cm, como se observa en la Fotografía, 500 m aguas arriba río Apurímac, en el lecho del Río Mantaro.

Figura 57. Imagen con la granulometría.



Nota: Fuente de elaboración propia

Para el cálculo del coeficiente de rugosidad de manning, se ha utilizado la formulación matemática propuesta por ABT S.R. (1987), (Roughness of loose rock RIPRAP on steep slopes - Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 124 N° 2), la misma que se describe a continuación:

$$n = 0.0456(D_{50}S)^{0.159}, \text{ límite de aplicación: } 0.01 < S \leq 0.20$$

Donde: S_0 : pendiente del río.

D_{50} : Diámetro medio de las partículas del fondo del lecho (plg)

La pendiente del río en el tramo en estudio es igual a 0.07% y el diámetro igual a 9.84 plg. Aplicando la fórmula de Abt, el coeficiente de rugosidad de Manning se obtiene igual a 0.0206.

Los coeficientes de rugosidad de Manning a lo largo del tramo de estudio fueron ingresados al programa HEC-RAS 4.0 iguales a 0.030, considerando 03 zonas: banco de inundación izquierdo, canal principal y banco de inundación derecho, en cada una de las 51 secciones transversales, habiendo considerado igual para todos los tramos, considerando como un coeficiente critico generalizado para todo el tramo de estudio, como se muestra en cada una de las secciones transversales.

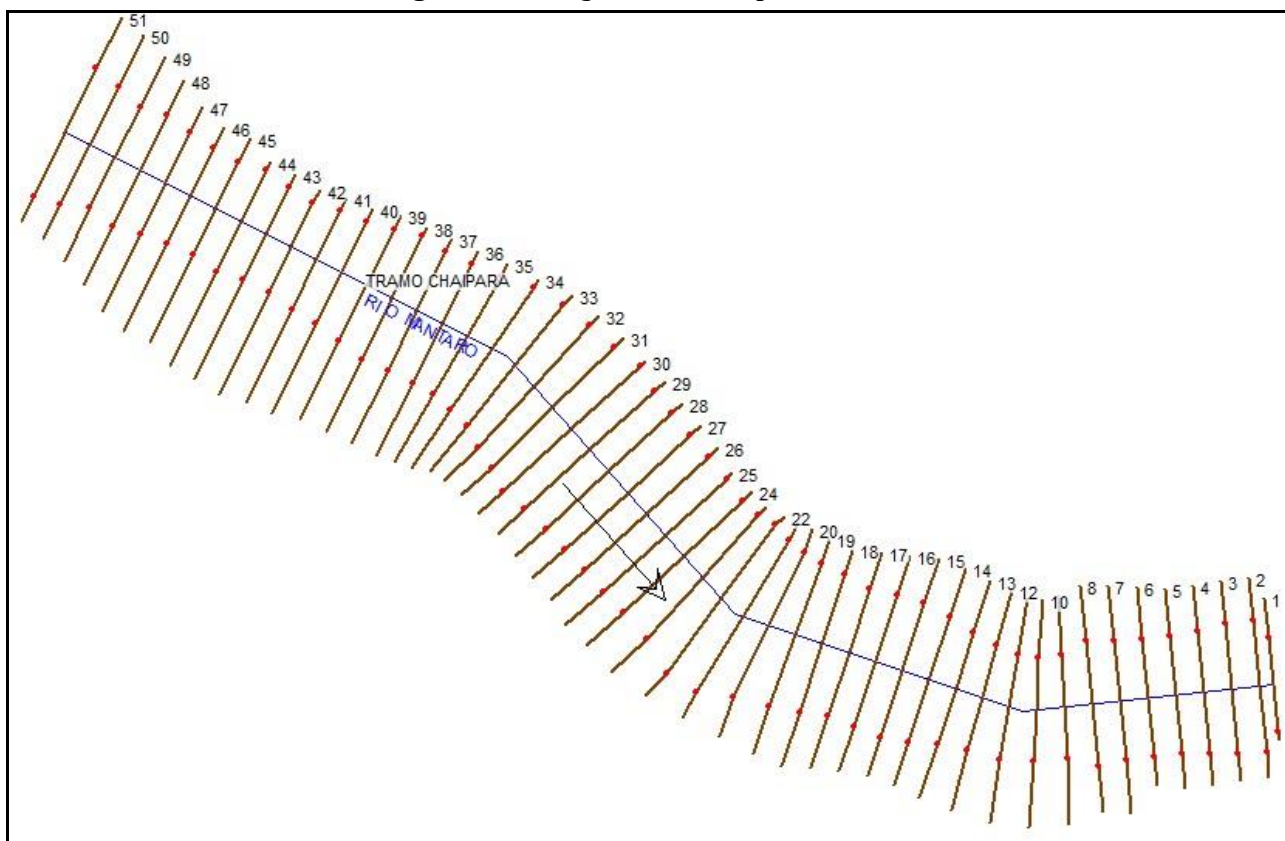
4.2.6. Simulación de flujo permanente a través del tramo de estudio

Simulación para el caso sin defensa ribereña.

Teniendo en cuenta el caudal de máximas avenidas para el periodo de retorno de diseño, se muestra los resultados de la simulación en forma completa a través del programa HEC-RAS 4.0.

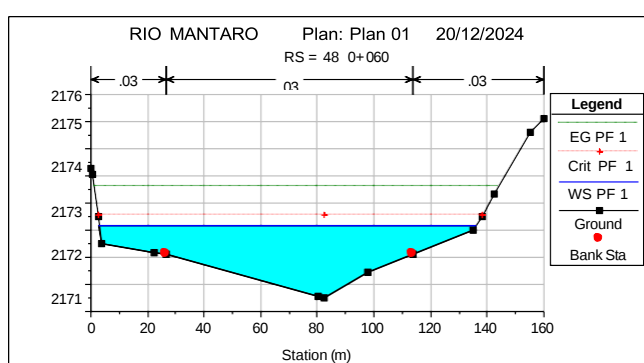
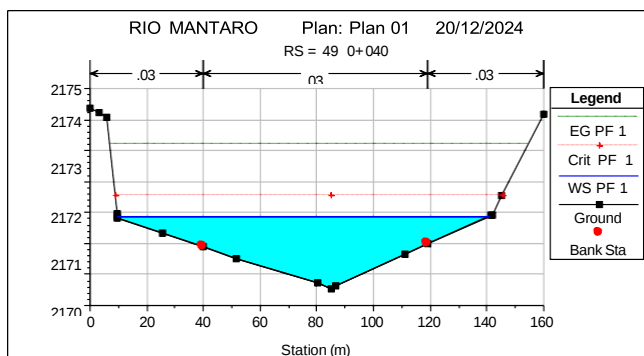
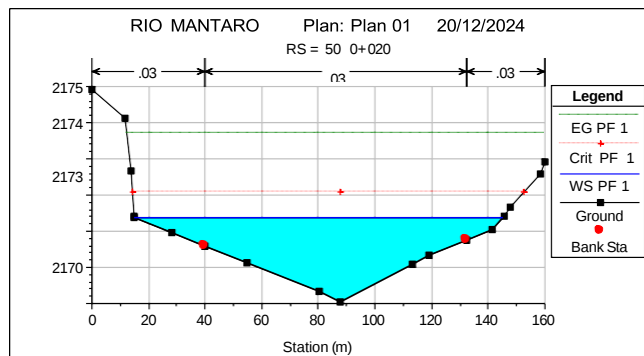
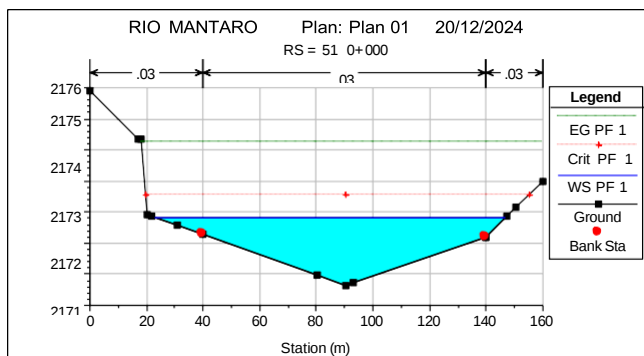
A continuación, se muestra el tramo de análisis en planta, donde se puede observar las 51 secciones transversales ingresadas perpendiculares a la línea del thalweg,

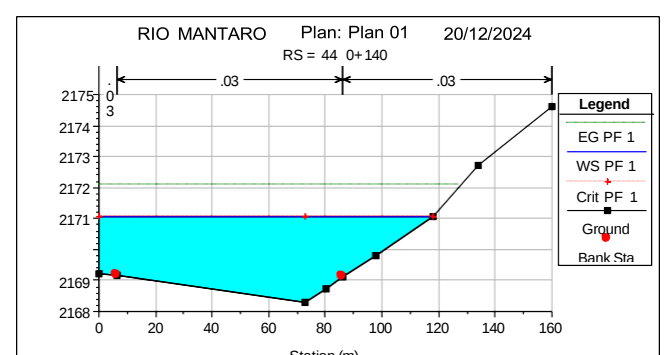
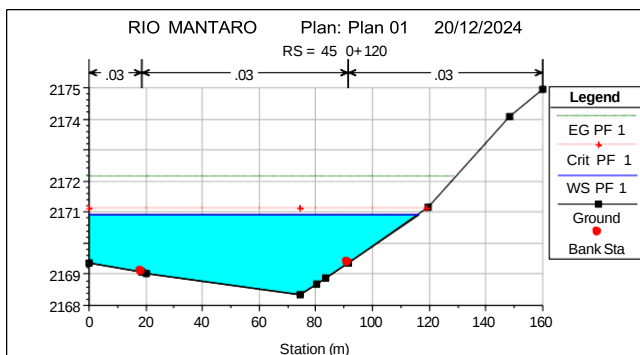
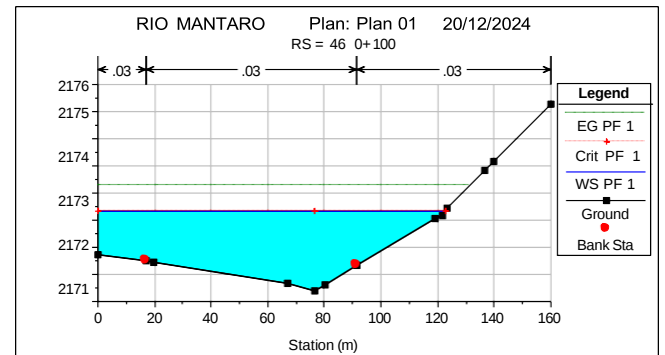
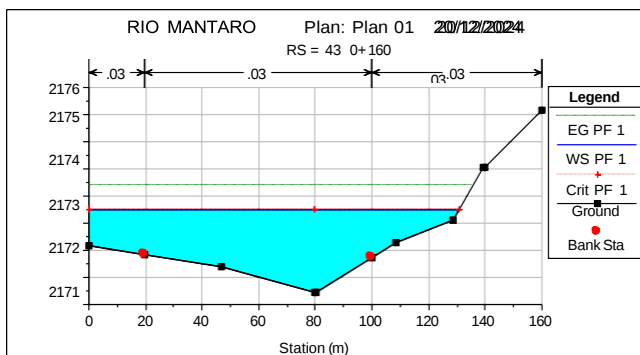
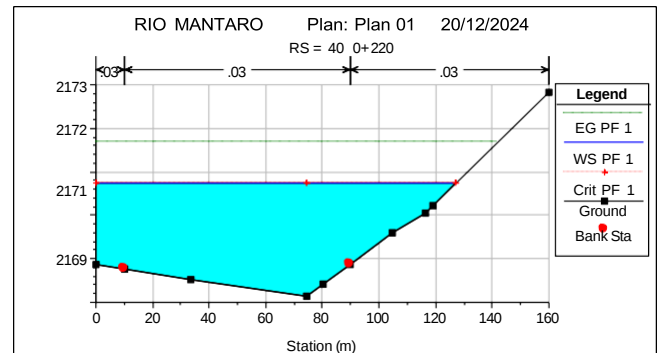
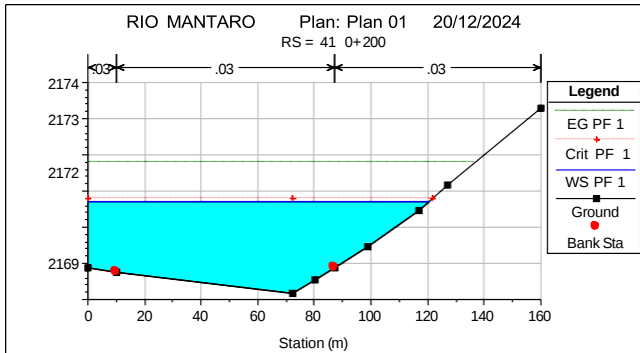
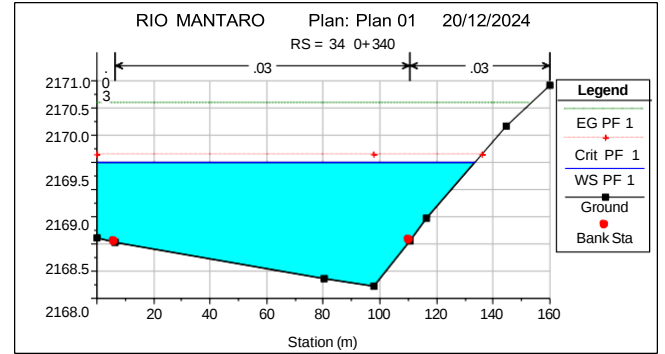
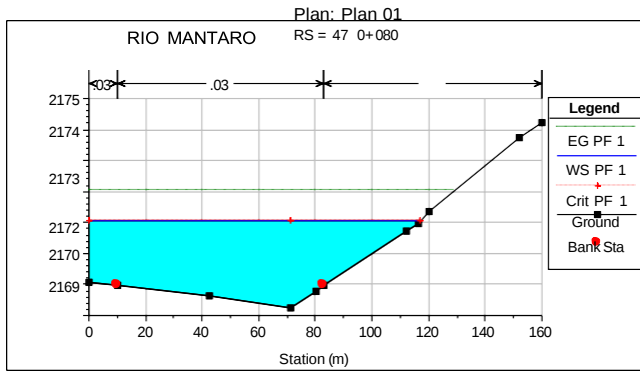
Figura 58. Imagen tramo en planta

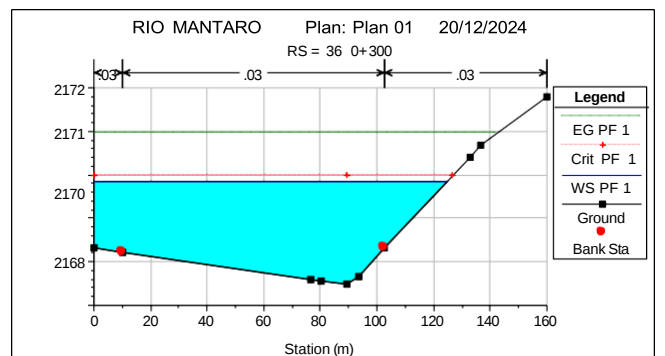
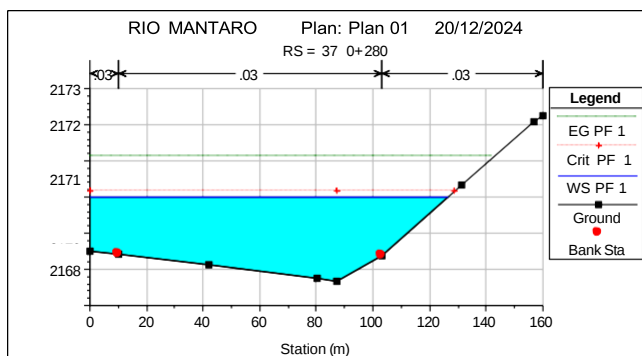
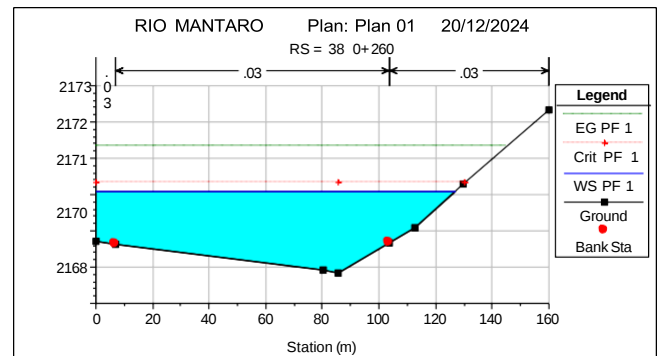
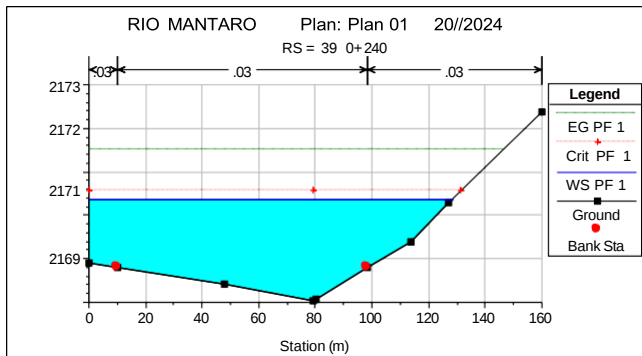
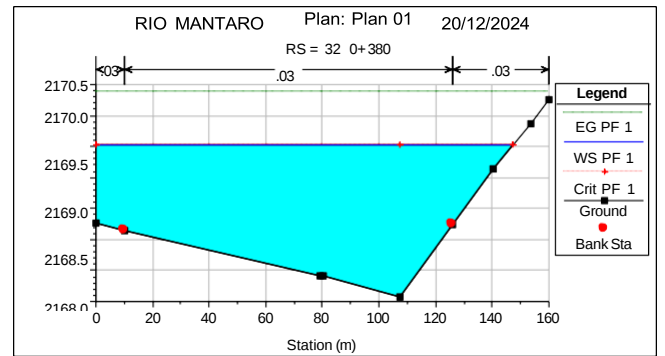
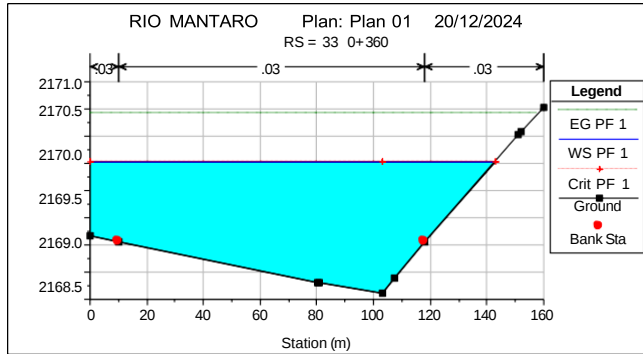
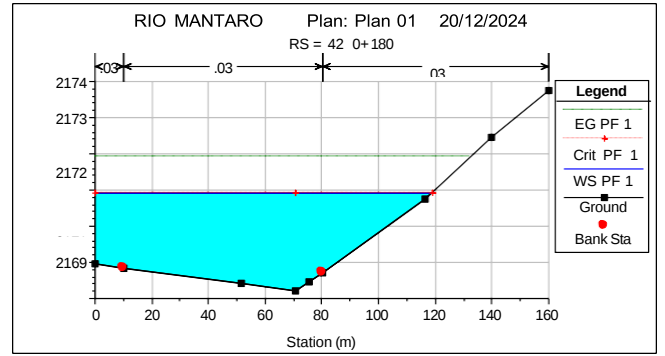
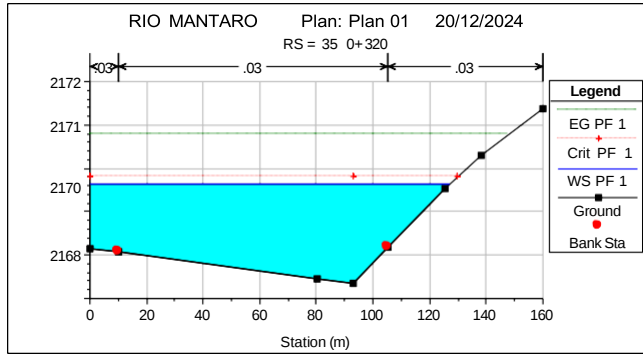


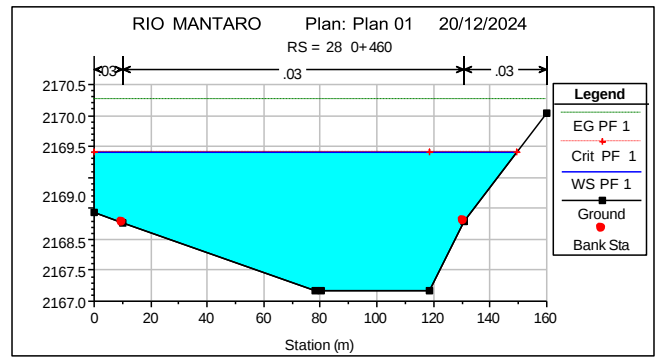
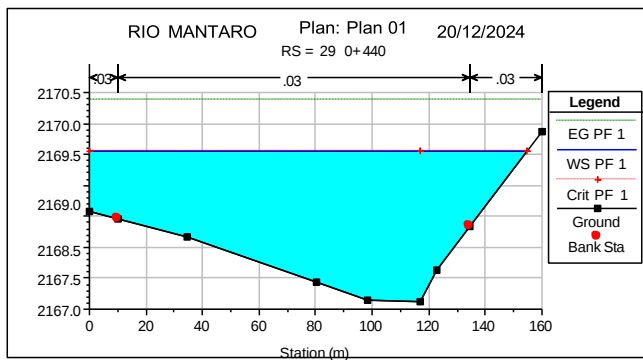
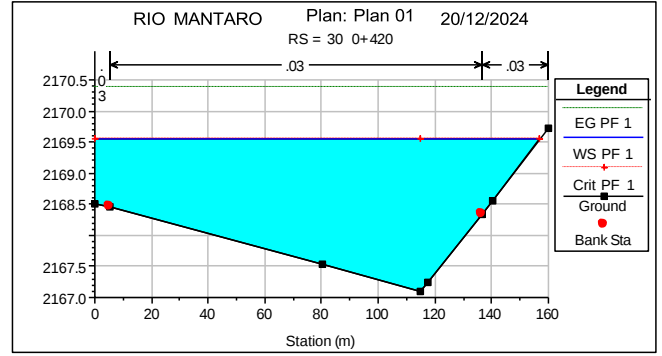
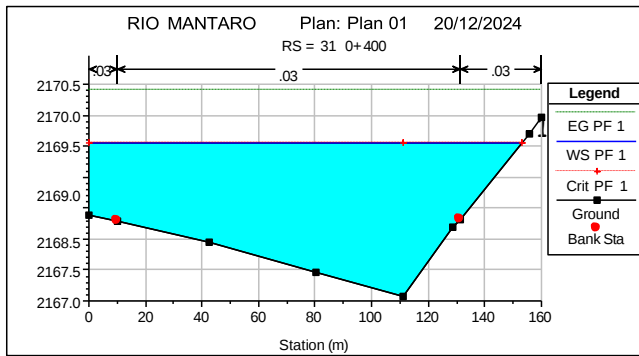
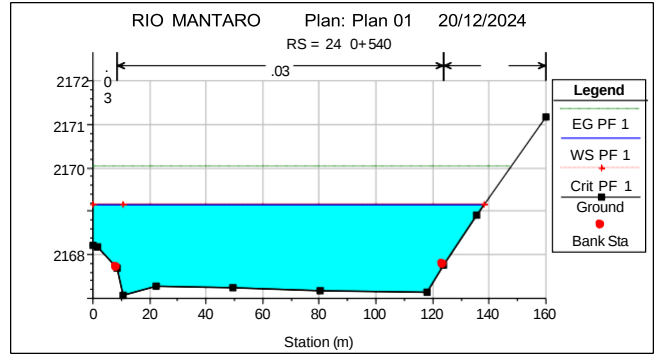
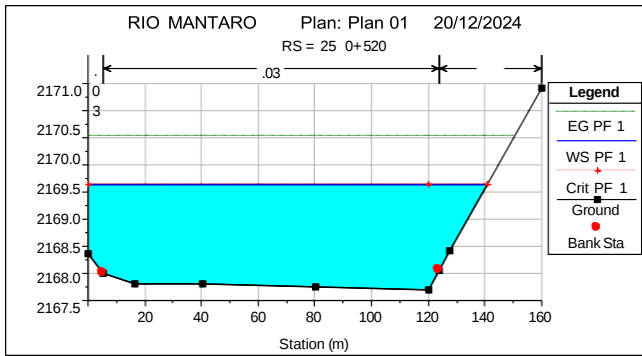
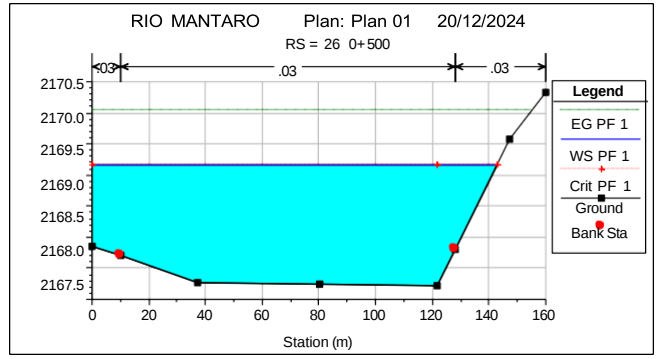
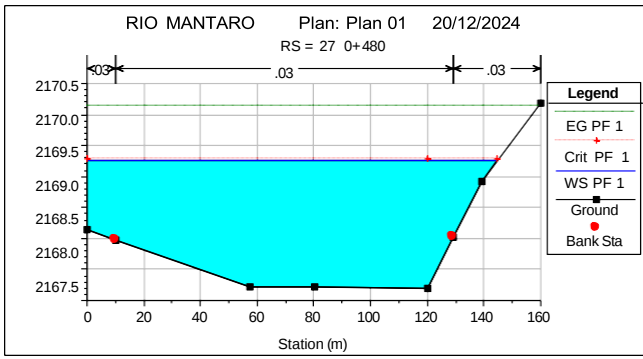
Nota: Fuente de elaboración propia

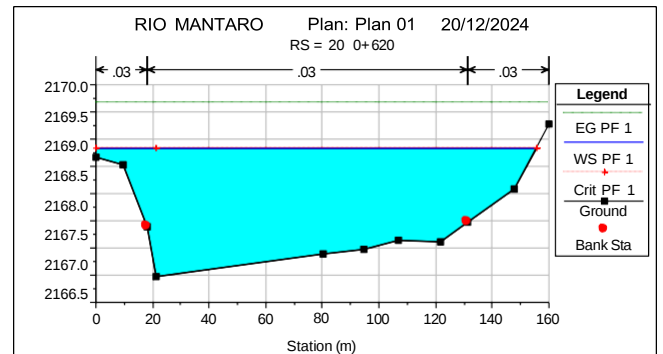
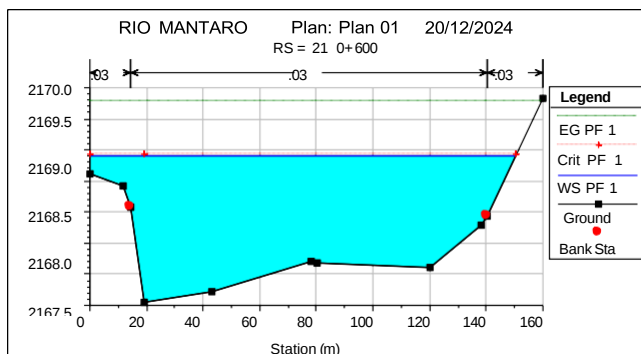
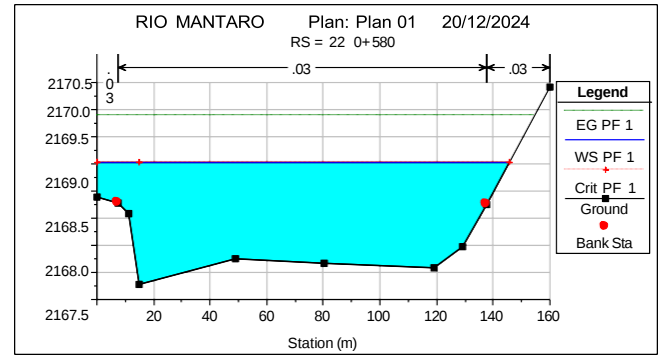
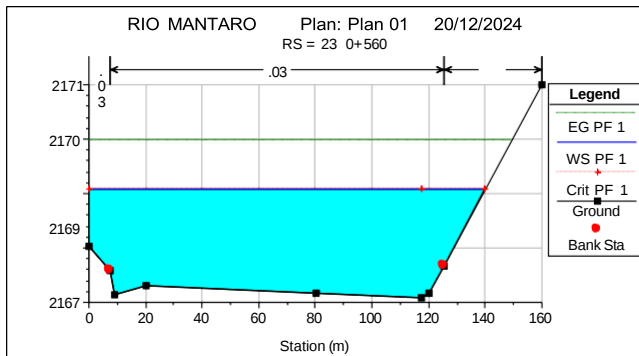
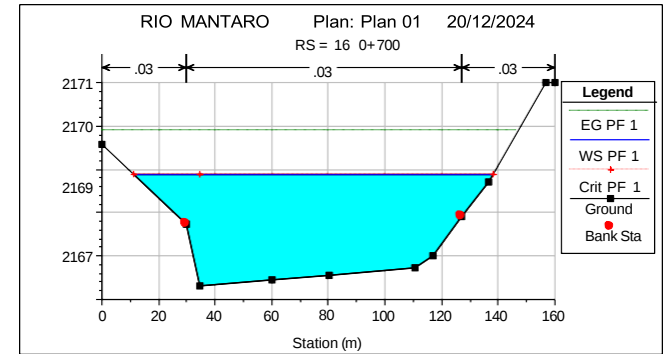
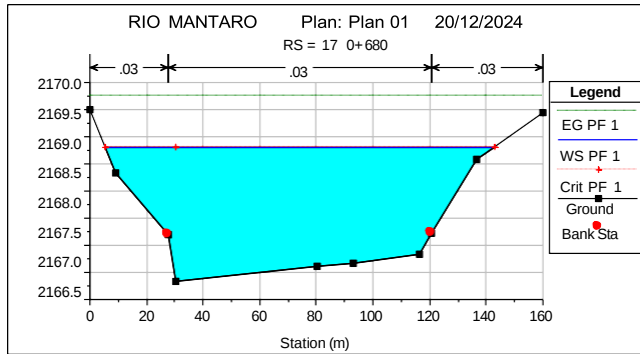
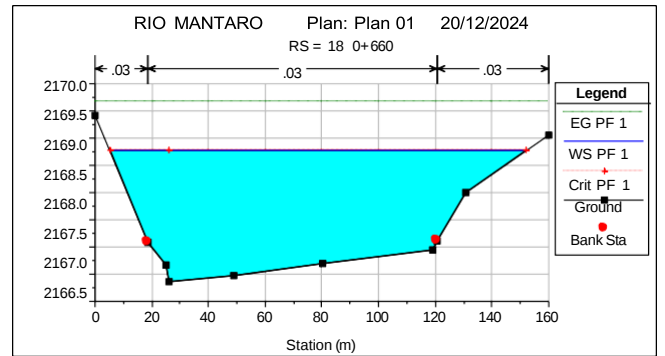
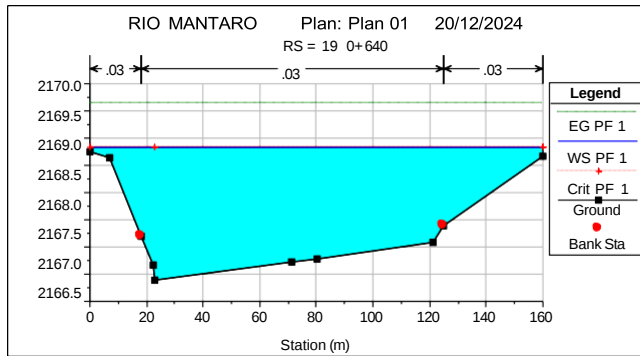
Figura 59. Secciones transversales km 0+000 al km 0+989.74

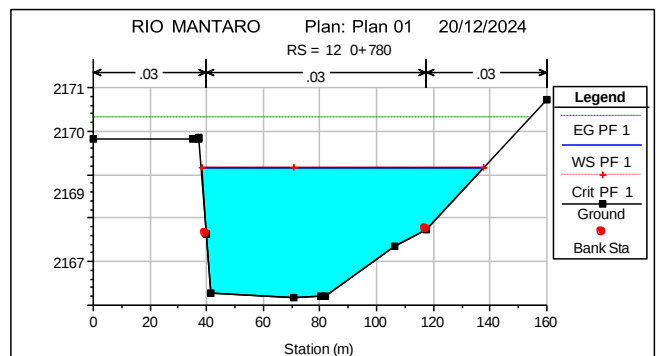
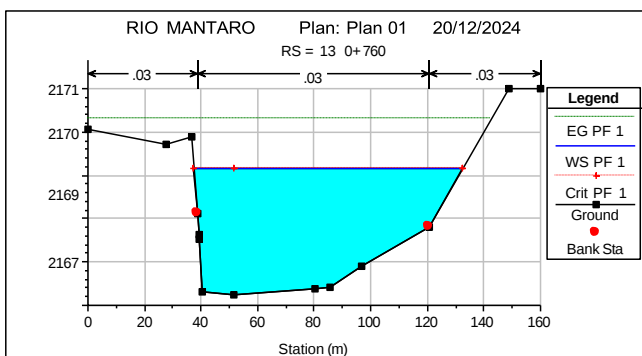
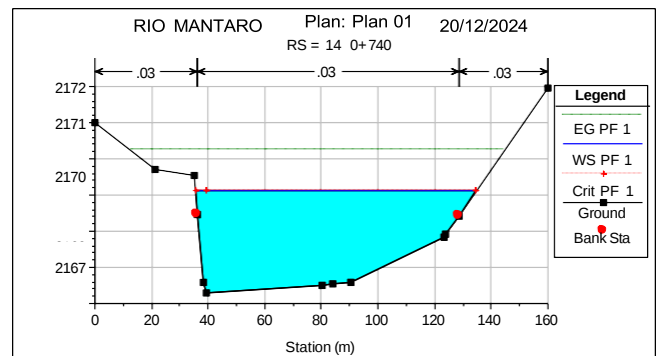
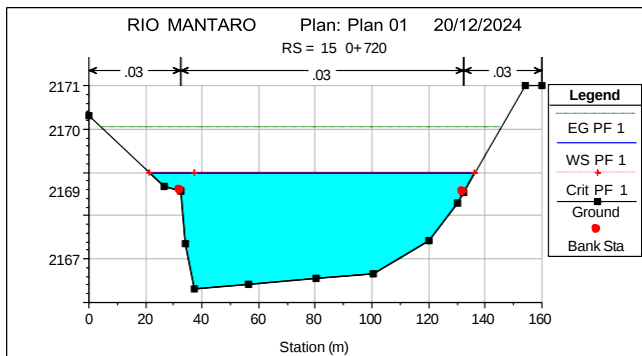
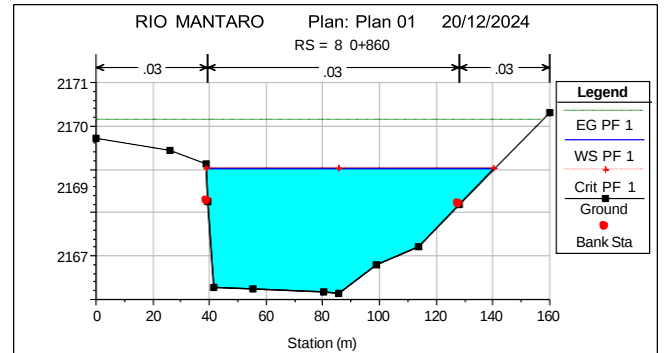
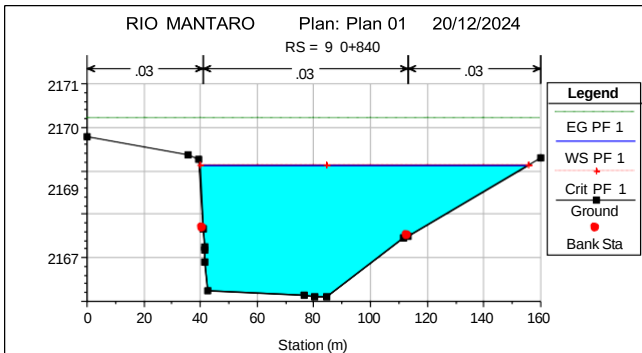
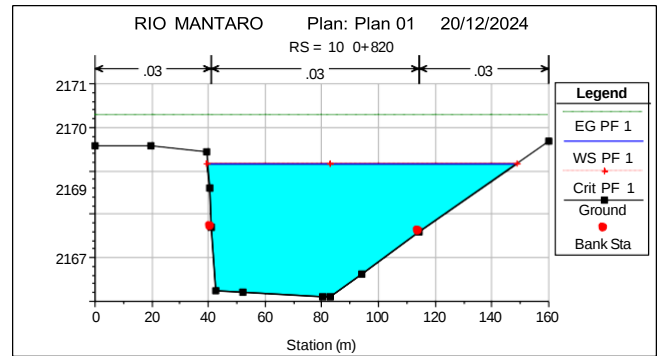
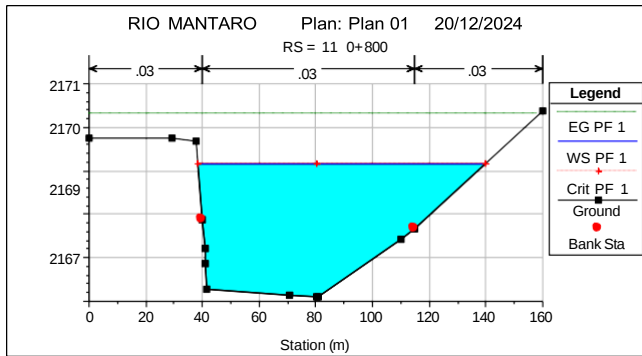


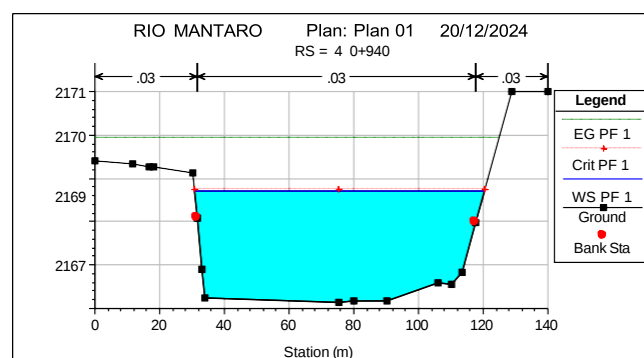
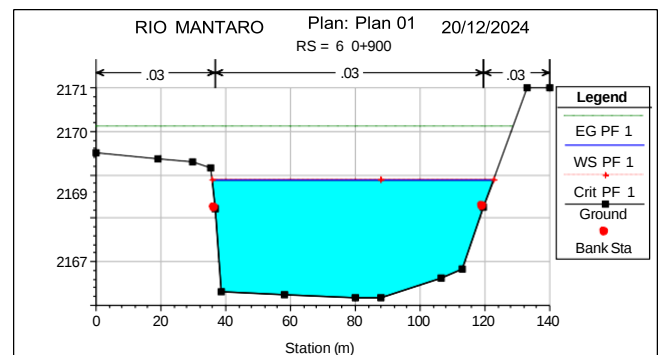
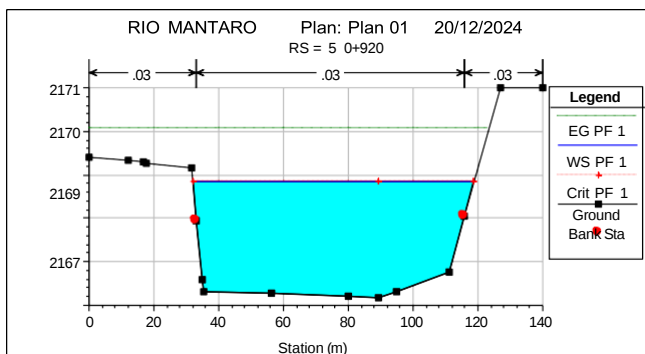
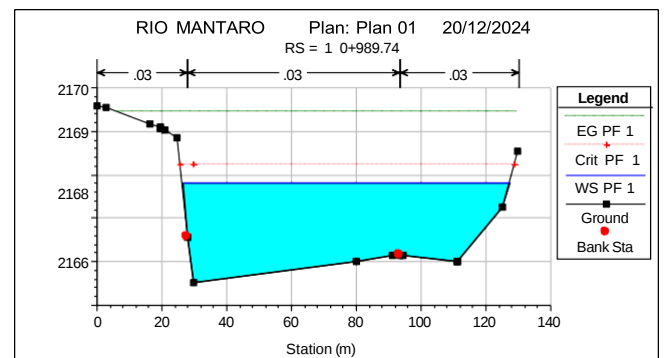
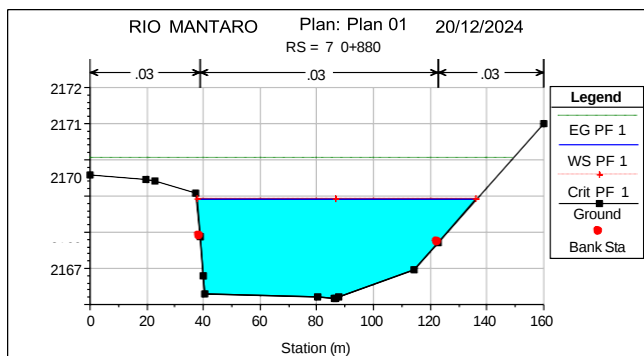
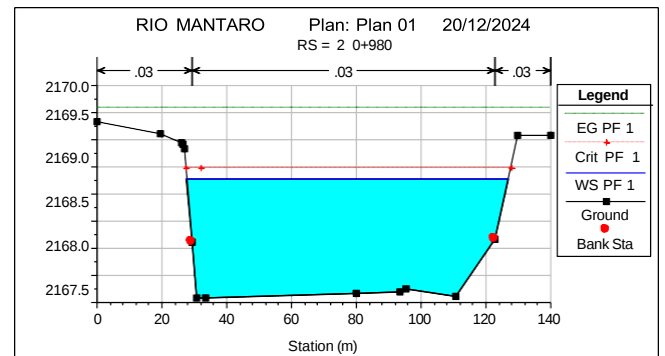
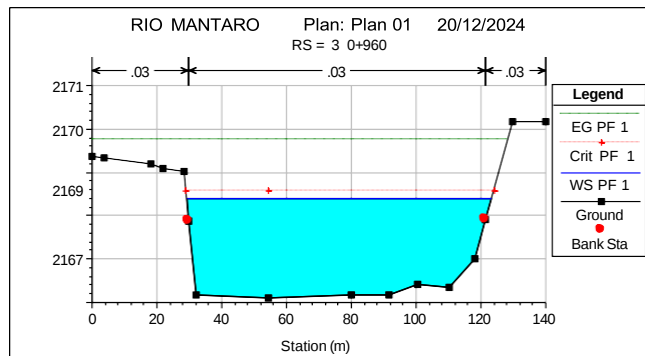






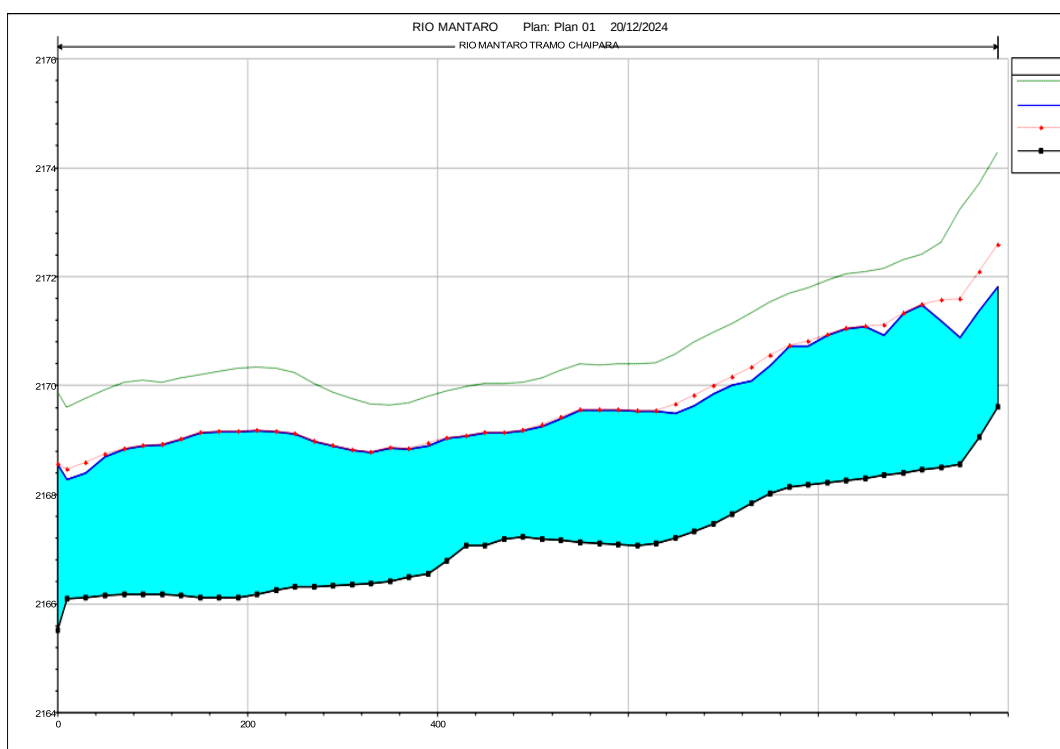






Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 60. Perfil longitudinal del rio Mantaro



Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 28. Cuadro de parámetros hidráulicos

River Sta	Prog (km)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Tirante (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Shear Chan (N/m2)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
51	0+000.00	989.80	2169.61	2171.82	2.21	2172.57	2174.26	0.0280	6.97	383.34	146.53	123.85	1.88
50	0+020.00	989.80	2169.05	2171.38	2.33	2172.08	2173.70	0.0248	6.86	363.56	153.14	130.15	1.79
49	0+040.00	989.80	2168.55	2170.88	2.33	2171.57	2173.21	0.0228	7.01	367.29	155.60	131.30	1.75
48	0+060.00	989.80	2168.50	2171.18	2.68	2171.56	2172.63	0.0122	5.52	219.73	194.39	133.19	1.30
47	0+080.00	989.80	2168.45	2171.49	3.04	2171.49	2172.41	0.0059	4.46	133.29	242.93	130.66	0.94
46	0+100.00	989.80	2168.39	2171.33	2.94	2171.33	2172.29	0.0060	4.59	139.75	236.19	122.58	0.95
45	0+120.00	989.80	2168.35	2170.93	2.58	2171.11	2172.13	0.0081	5.07	174.72	211.03	116.17	1.09
44	0+140.00	989.80	2168.30	2171.08	2.78	2171.08	2172.08	0.0060	4.60	139.99	232.69	118.21	0.95
43	0+160.00	989.80	2168.26	2171.04	2.78	2171.04	2172.04	0.0060	4.66	142.76	232.18	117.07	0.96
42	0+180.00	989.80	2168.22	2170.92	2.70	2170.93	2171.92	0.0062	4.71	145.95	231.91	118.78	0.97
41	0+200.00	989.80	2168.18	2170.72	2.54	2170.80	2171.79	0.0071	4.79	155.07	224.08	120.62	1.02
40	0+220.00	989.80	2168.13	2170.73	2.60	2170.73	2171.68	0.0062	4.53	137.49	238.19	127.08	0.96
39	0+240.00	989.80	2168.02	2170.37	2.35	2170.55	2171.52	0.0090	4.93	171.88	215.09	128.69	1.13
38	0+260.00	989.80	2167.84	2170.10	2.26	2170.33	2171.32	0.0100	5.03	182.09	207.29	127.10	1.18
37	0+280.00	989.80	2167.65	2170.02	2.37	2170.16	2171.12	0.0083	4.79	161.63	218.53	126.52	1.09
36	0+300.00	989.80	2167.47	2169.85	2.38	2169.99	2170.96	0.0082	4.79	161.08	217.93	124.75	1.08
35	0+320.00	989.80	2167.33	2169.62	2.29	2169.81	2170.78	0.0091	4.89	170.33	212.97	126.84	1.13
34	0+340.00	989.80	2167.21	2169.50	2.29	2169.65	2170.58	0.0086	4.70	157.90	220.90	133.52	1.09
33	0+360.00	989.80	2167.10	2169.53	2.43	2169.53	2170.41	0.0066	4.26	127.75	244.88	142.72	0.97
32	0+380.00	989.80	2167.07	2169.53	2.46	2169.53	2170.39	0.0067	4.19	124.82	247.22	147.44	0.97
31	0+400.00	989.80	2167.08	2169.56	2.48	2169.56	2170.39	0.0067	4.13	122.39	250.49	153.03	0.97
30	0+420.00	989.80	2167.10	2169.54	2.44	2169.54	2170.37	0.0070	4.08	121.20	251.11	157.05	0.98
29	0+440.00	989.80	2167.13	2169.56	2.43	2169.56	2170.39	0.0067	4.10	121.40	251.39	154.81	0.97
28	0+460.00	989.80	2167.16	2169.40	2.24	2169.41	2170.27	0.0069	4.20	126.50	245.26	149.39	0.98
27	0+480.00	989.80	2167.19	2169.26	2.07	2169.28	2170.14	0.0069	4.21	127.13	243.46	144.63	0.98
26	0+500.00	989.80	2167.22	2169.17	1.95	2169.17	2170.04	0.0070	4.21	127.15	243.49	142.82	0.98
25	0+520.00	989.80	2167.19	2169.14	1.95	2169.14	2170.02	0.0070	4.23	128.14	241.96	140.77	0.99
24	0+540.00	989.80	2167.06	2169.14	2.08	2169.14	2170.03	0.0068	4.24	127.61	241.66	138.15	0.98
23	0+560.00	989.80	2167.07	2169.08	2.01	2169.08	2169.97	0.0069	4.23	127.84	241.91	140.02	0.98
22	0+580.00	989.80	2166.78	2169.03	2.25	2169.03	2169.89	0.0070	4.14	124.01	243.80	145.51	0.98
21	0+600.00	989.80	2166.55	2168.90	2.35	2168.93	2169.78	0.0070	4.19	126.65	242.84	150.17	0.99
20	0+620.00	989.80	2166.48	2168.85	2.37	2168.85	2169.68	0.0062	4.14	120.74	253.79	155.56	0.94
19	0+640.00	989.80	2166.40	2168.85	2.45	2168.85	2169.64	0.0056	4.06	114.03	263.27	160.00	0.90
18	0+660.00	989.80	2166.36	2168.77	2.41	2168.77	2169.66	0.0062	4.29	126.97	246.75	146.84	0.94
17	0+680.00	989.80	2166.34	2168.82	2.48	2168.82	2169.75	0.0061	4.41	131.76	241.72	137.54	0.95
16	0+700.00	989.80	2166.32	2168.90	2.58	2168.90	2169.87	0.0061	4.43	133.03	233.16	126.99	0.95
15	0+720.00	989.80	2166.31	2168.99	2.68	2168.99	2170.02	0.0066	4.52	139.46	221.82	114.93	0.98
14	0+740.00	989.80	2166.30	2169.12	2.82	2169.12	2170.23	0.0066	4.67	146.80	213.49	99.25	0.99
13	0+760.00	989.80	2166.25	2169.16	2.91	2169.16	2170.32	0.0063	4.80	150.92	211.25	95.09	0.97
12	0+780.00	989.80	2166.16	2169.17	3.01	2169.17	2170.32	0.0059	4.80	148.88	215.26	99.51	0.95
11	0+800.00	989.80	2166.11	2169.16	3.05	2169.16	2170.30	0.0058	4.81	148.19	216.89	101.13	0.94
10	0+820.00	989.80	2166.10	2169.16	3.06	2169.16	2170.26	0.0055	4.75	143.32	224.34	109.08	0.92
9	0+840.00	989.80	2166.11	2169.14	3.03	2169.14	2170.20	0.0054	4.71	141.21	229.55	115.81	0.92
8	0+860.00	989.80	2166.14	2169.01	2.87	2169.01	2170.13	0.0064	4.70	146.52	214.60	101.71	0.97
7	0+880.00	989.80	2166.17	2168.92	2.75	2168.92	2170.05	0.0062	4.75	147.94	213.97	98.81	0.97
6	0+900.00	989.80	2166.17	2168.89	2.72	2168.89	2170.09	0.0066	4.86	155.49	204.51	87.09	0.99
5	0+920.00	989.80	2166.17	2168.84	2.67	2168.84	2170.05	0.0066	4.88	156.52	203.96	86.70	1.00
4	0+940.00	989.80	2166.15	2168.70	2.55	2168.73	2169.92	0.0070	4.89	159.54	203.14	89.45	1.02

3	0+960.00	989.80	2166.11	2168.40	2.29	2168.58	2169.75	0.0090	5.14	182.88	192.89	94.05	1.13
2	0+980.00	989.80	2166.08	2168.29	2.21	2168.47	2169.59	0.0088	5.07	178.05	197.30	99.49	1.12
1	0+989.74	989.80	2165.52	2168.55	3.03	2168.55	2169.89	0.0065	5.21	172.09	195.47	74.74	1.01

Nota: Fuente de elaboración propia

Del cuadro 28, se puede observar los resultados obtenidos acerca de la elevación de la superficie libre de agua, elevación del canal, tirante, velocidad en el canal, esfuerzo de corte en el área del flujo, ancho del espejo de agua, número de fraude y tipo de flujo.

Así mismo también se muestra las secciones transversales a cada 20 metros, luego de transitado el caudal de máximas avenidas para el periodo de diseño, realizado en el programa HEC-RAS 4.0, en el que se puede observar claramente que la margen izquierda del Río Mantaro, queda inundada cuando se transita el caudal de diseño, considerando necesario la instalación de una defensa ribereña en una longitud de 970 ml.

4.1.1. Redimensionamiento de las estructuras hidráulicas

Para la defensa ribereña, luego de realizar una inspección insitu en la zona de estudio, así como realizado la simulación para el caso sin defensa ribereña, se ha considerado una zona vulnerable al paso de la máxima avenida de diseño, que necesita ser protegida, la misma que se describe a continuación:

Tramo: 970 m aguas arriba del puente colgante, en la margen izquierda.

Para el cálculo de la altura del muro de gavión se ha considerado el nivel de agua de máxima avenida para el periodo de diseño considerado más el borde libre que a continuación de detalla:

Caudal de máxima avenida (Q)=989.80 m³/s

Nivel de agua de máxima avenida (Y)=3.06 m (presentado en la sección 0+820)

Velocidad media de máxima avenida (V)=4.75 m/s

Borde libre

$$B_L = \Phi \frac{V^2}{2g}$$

$\Phi=1.2$ (valor obtenido de tabla)

$$B_L = 1.2 \frac{4.75^2}{2 \times 9.81} = 1.38m$$

$$H = Y + B_L$$

$$H = 3.06 + 1.38 = 4.44m$$

Entonces se tomará la altura del muro, descontando la altura de descolmatación de 0.50 m, igual a 4.00 m.

Se ha tenido en cuenta un factor muy importante en el diseño del alineamiento de las estructuras hidráulicas, en este caso el puente colgante existente, al que ha sido necesario alinear la defensa ribereña por su margen izquierda al estribo de este, el mismo que permitirá proteger la comunidad de Chaipara, en una longitud de 970 ml, considerando para ello la instalación de una estructura hidráulica de 4.00 m de altura.

Para la simulación también fue importante considerar el coeficiente de rugosidad de manning producto de la instalación de las estructuras hidráulicas de gaviones, en donde corresponde, considerando un valor igual a 0.03.

Para lo cual se ha transitado el caudal de máximas avenidas obtenido en la etapa hidrológica, igual a **989.80** m³/s, para un periodo de retorno de 100 años.

Los resultados obtenidos de la simulación, permitirán definir la estructura hidráulica a proponer en cada una de las zonas vulnerables descritas anteriormente.

4.1.2. Análisis de las velocidades máximas presentadas en cada una de las secciones transversales.

Para la realización del diseño de la defensa ribereña es necesario contar con las velocidades máximas de diseño presentadas en la margen izquierda, en los lugares donde se ha previsto la instalación de las defensas ribereñas. Previo análisis de las

velocidades presentadas, luego del tránsito de la máxima avenida con la ayuda del programa HEC RAS 4.0, y los resultados obtenidos se muestra a continuación:

Tabla 29. *Velocidades máximas presentadas en cada una de las secciones transversales*

River Sta	Prog (km)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)
51	0+000.00	2.37	6.97	2.58
50	0+020.00	2.88	6.86	2.83
49	0+040.00	3.30	7.01	2.98
48	0+060.00	3.32	5.52	2.60
47	0+080.00	3.23	4.46	2.47
46	0+100.00	3.49	4.59	2.61
45	0+120.00	4.09	5.07	2.55
44	0+140.00	3.35	4.60	2.60
43	0+160.00	3.68	4.66	2.69
42	0+180.00	3.72	4.71	2.83
41	0+200.00	3.85	4.79	2.75
40	0+220.00	3.61	4.53	2.59
39	0+240.00	3.83	4.93	2.93
38	0+260.00	3.74	5.03	2.83
37	0+280.00	3.71	4.79	2.66
36	0+300.00	3.73	4.79	2.53
35	0+320.00	3.81	4.89	2.55
34	0+340.00	3.42	4.70	2.44
33	0+360.00	3.15	4.26	2.22
32	0+380.00	3.04	4.19	2.01
31	0+400.00	2.90	4.13	1.99
30	0+420.00	2.57	4.08	1.98
29	0+440.00	2.64	4.10	1.97
28	0+460.00	2.69	4.20	1.87
27	0+480.00	2.93	4.21	1.88
26	0+500.00	3.20	4.21	2.16
25	0+520.00	3.09	4.23	2.36
24	0+540.00	2.81	4.24	2.13
23	0+560.00	3.01	4.23	2.19
22	0+580.00	2.06	4.14	1.47
21	0+600.00	1.59	4.19	1.71
20	0+620.00	1.78	4.14	2.35
19	0+640.00	1.84	4.06	2.16
18	0+660.00	2.32	4.29	1.96
17	0+680.00	2.44	4.41	2.01
16	0+700.00	1.81	4.43	1.68
15	0+720.00	1.13	4.52	0.98
14	0+740.00	1.08	4.67	1.33
13	0+760.00	1.42	4.80	2.02
12	0+780.00	1.80	4.80	2.04
11	0+800.00	1.60	4.81	2.07
10	0+820.00	1.53	4.75	2.08
9	0+840.00	1.53	4.71	2.13
8	0+860.00	1.08	4.70	1.49
7	0+880.00	1.40	4.75	1.87
6	0+900.00	1.08	4.86	1.25
5	0+920.00	1.32	4.88	1.43

4	0+940.00	1.07	4.89	1.40
3	0+960.00	1.08	5.14	1.22
2	0+980.00	1.90	5.07	2.07
1	0+989.74	2.35	5.21	3.91

Nota: Fuente de elaboración propia

Del cuadro 29 se observa que se presentan velocidades aceptables para considerar una estructura de gaviones, en ambas márgenes del Río Mantaro.

Se ha propuesto la instalación de colchón reno y gaviones caja fuerte, que permitan soportar las velocidades presentadas cuando se genera el caudal de máximas avenidas en el Río Mantaro.

4.1.3. Análisis de los esfuerzos de corte máximo en cada una de las secciones transversales.

De igual forma se muestra los resultados correspondientes a los esfuerzos de corte total, en la margen izquierda y en la margen derecha, los mismos que servirán para diseñar el tipo de defensa a proyectarse en la margen izquierda del Río Mantaro, en el tramo en estudio.

Tabla 30. Análisis de los esfuerzos de corte máximo

River Sta	Prog (km)	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)
51	0+000.00	75.91	383.34	86.29
50	0+020.00	98.99	363.56	96.30
49	0+040.00	118.96	367.29	102.04
48	0+060.00	102.27	219.73	70.89
47	0+080.00	82.01	133.29	54.77
46	0+100.00	92.55	139.75	60.04
45	0+120.00	126.68	174.72	62.33
44	0+140.00	87.09	139.99	59.60
43	0+160.00	100.07	142.76	62.48
42	0+180.00	102.55	145.95	68.13
41	0+200.00	111.58	155.07	67.52
40	0+220.00	97.72	137.49	59.44
39	0+240.00	117.43	171.88	78.56
38	0+260.00	116.79	182.09	76.81
37	0+280.00	109.89	161.63	66.80
36	0+300.00	110.43	161.08	61.59
35	0+320.00	117.05	170.33	63.98
34	0+340.00	98.16	157.90	59.28
33	0+360.00	81.16	127.75	48.16
32	0+380.00	77.38	124.82	41.67
31	0+400.00	72.17	122.39	40.95
30	0+420.00	60.57	121.20	41.13
29	0+440.00	62.64	121.40	40.33
28	0+460.00	65.04	126.50	37.65
27	0+480.00	73.59	127.13	38.05
26	0+500.00	84.16	127.15	46.62
25	0+520.00	80.01	128.14	53.30

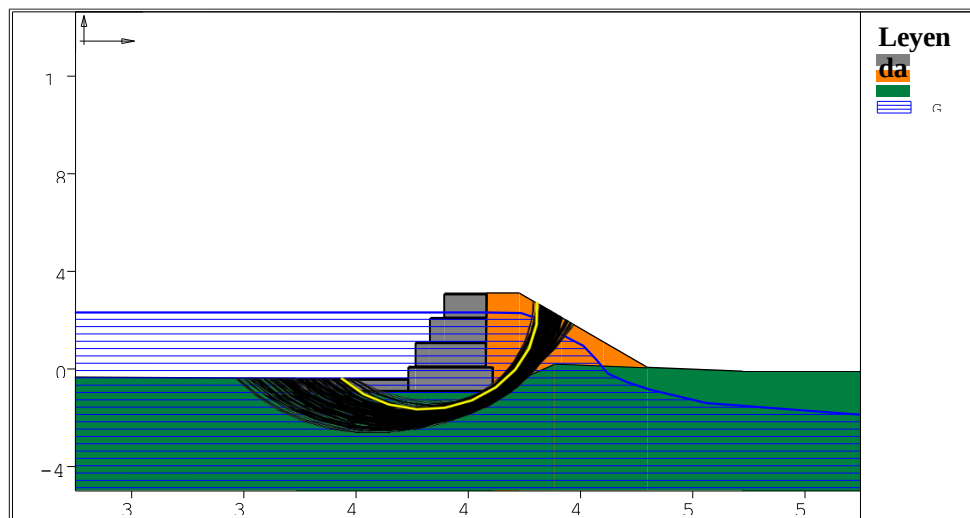
River Sta	Prog (km)	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)
24	0+540.00	68.90	127.61	45.51
23	0+560.00	76.79	127.84	47.68
22	0+580.00	43.59	124.01	26.19
21	0+600.00	29.47	126.65	33.05
20	0+620.00	34.10	120.74	51.59
19	0+640.00	34.62	114.03	44.13
18	0+660.00	50.57	126.97	39.18
17	0+680.00	54.11	131.76	40.66
16	0+700.00	34.59	133.03	30.90
15	0+720.00	17.31	139.46	14.00
14	0+740.00	16.41	146.80	22.38
13	0+760.00	24.17	150.92	41.29
12	0+780.00	34.13	148.88	41.29
11	0+800.00	28.55	148.19	41.90
10	0+820.00	26.30	143.32	41.64
9	0+840.00	26.07	141.21	43.11
8	0+860.00	16.26	146.52	26.20
7	0+880.00	23.71	147.94	36.54
6	0+900.00	16.35	155.49	20.35
5	0+920.00	22.03	156.52	24.93
4	0+940.00	16.25	159.54	24.31
3	0+960.00	17.50	182.88	21.11
2	0+980.00	40.94	178.05	46.60
1	0+989.74	52.22	172.09	111.79

Nota: Fuente de elaboración propia

4.1.4. Elección del tipo de defensa ribereña.

A partir de los resultados de los Cuadros anteriores, teniendo en cuenta las velocidades, esfuerzos de corte y altura de agua sobre la línea del thalweg, así como la altura a presentarse en las márgenes donde se instalarán las defensas ribereñas, se ha elegido estructuras hidráulicas de gaviones.

Figura 61. *Propiedades de los esfuerzos utilizados*



Nota: Fuente de elaboración propia

Maccaferri - gaviones H=0.50 - G - 10x12 - 2,7 - ancho 4.00

Resistencia a la Tracción [t/m] : 4.21

Tasa de deformación plástica : 2.00

Coefficiente de deformación elástica [m³/t] : 1.08e-03

Rigidez del refuerzo [t/m] : 42.81

Largo de anclaje Mínimo [m] : 0.15

Factor de seg. contra la ruptura (grava) : 1.44

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00

Factor de seg. contra la ruptura (arena) : 1.30

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00

Factor de seg. contra la ruptura (arena limosa) : 1.30

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00

Factor de seg. contra la ruptura (arcilla arenosa) : 1.30

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00

Factor de interacción refuerzo/refuerzo : 0.30

Coeficiente de interacción refuerzo-grava : 0.90

Coeficiente de interacción refuerzo-arena : 0.65

Coeficiente de interacción refuerzo-limo : 0.50

Coeficiente de interacción refuerzo-arcilla : 0.30

Maccaferri - gaviones H=1.00 - G - 10x12 - 2,7 - ancho 1.50

Resistencia a la Tracción [t/m] : 4.21

Tasa de deformación plástica : 2.00

Coeficiente de deformación elástica [m³/t] : 1.08e-03

Rigidez del refuerzo [t/m] : 42.81

Largo de anclaje Mínimo [m] : 0.15

Factor de seg. contra la ruptura (grava) : 1.44

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00

Factor de seg. contra la ruptura (arena) : 1.30

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00

Factor de seg. contra la ruptura (arena limosa) : 1.30

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00

Factor de seg. contra la ruptura (arcilla arenosa) : 1.30

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00

Factor de interacción refuerzo/refuerzo : 0.30

Coeficiente de interacción refuerzo-grava : 0.90

Coeficiente de interacción refuerzo-arena : 0.65

Coeficiente de interacción refuerzo-limo : 0.50
 Coeficiente de interacción refuerzo-arcilla : 0.30
 Maccaferri - gaviones H=1.00 - G - 10x12 - 2,7 - ancho 2.00
 Resistencia a la Tracción [t/m] : 4.21
 Tasa de deformación plástica : 2.00
 Coeficiente de deformación elástica [m³/t] : 1.08e-03
 Rigidez del refuerzo [t/m] : 42.81
 Largo de anclaje Mínimo [m] : 0.15
 Factor de seg. contra la ruptura (grava) : 1.44
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00
 Factor de seg. contra la ruptura (arena) : 1.30
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00
 Factor de seg. contra la ruptura (arena limosa) : 1.30
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00
 Factor de seg. contra la ruptura (arcilla arenosa) : 1.30
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00
 Factor de interacción refuerzo/refuerzo : 0.30
 Verificación de la estabilidad Global:
 Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo
 con el Método de Bishop
 Factor de Seguridad Calculado : 3.038
 Límites de búsqueda para las superficies de ruptura
 Limite inicial, abscisas [m] Limite final, abscisas [m]
 Primer punto Segundo punto Primer punto Segundo punto

35.00 40.00 45.00 48.00

Número de puntos de inicio en el Primer segmento : 100

Número total de superficies verificadas : 1000

Largo mínimo de la base de las lámelas [m] : 1.00

Ángulo limite superior para la búsqueda [°] : 0.00

Ángulo limite inferior para la búsqueda [°] : 0.00

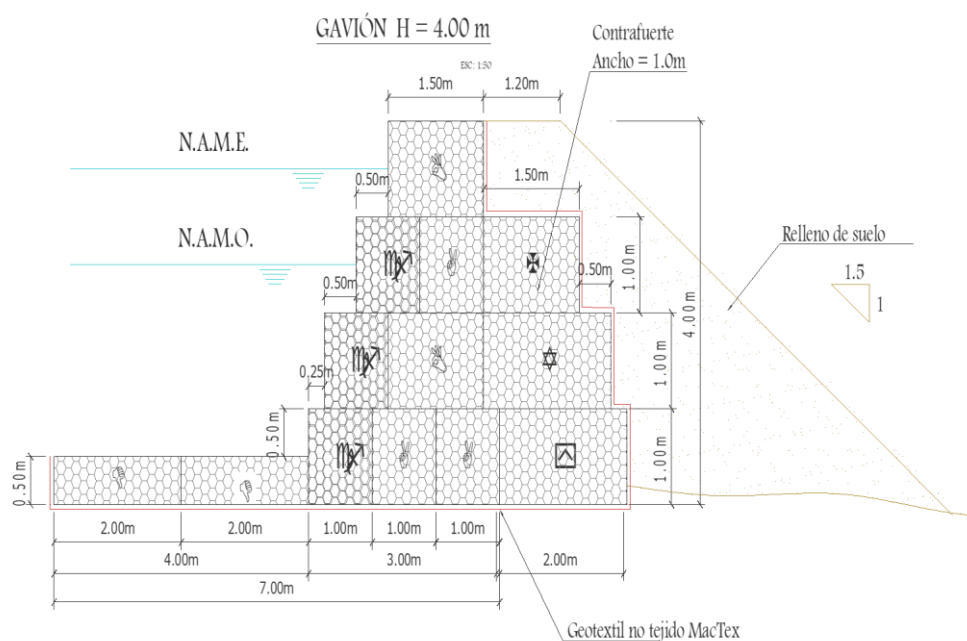
Tabla 31. Tipos de gaviones

E. T. DE gaviones Caja Fuerte	
Abertura de malla	10X12 cm
Revestimiento de malla	Zn-5%Al-MM (ASTM A856)
Diametro de alambre de malla pared posterior	2.70 mm (Galfan)
Diametro de alambre de malla pared frontal	3.40 mm (Galfan)
Diametro de alambre de borde l	3.40 mm (Galfan)
Diametro de alambre de bord - pared frontal	4.40 mm (Galfan + PVC)
Diam de alambre de amarre y atirantamiento	2.2mm
Dimensiones	
GAVION TIPO CF	2.0X1.0X1.0 m
E. T. De gaviones para Contrafuerte	
Abertura de malla	10x12 cm
Revestimiento de malla	zn-5%al-mm (astm a856)
Revestimiento adicional	pvc

Diametro de alambre de malla	3.70 mm
Diametro de alambre de borde	4.40 mm
Diam de alambre de amarre y atirantamiento	3.20 mm
Dimensiones	
Gavion para contrafuerte I – x	1.5x1.0x1.0m
Gavion para contrafuerte II – y	2.0x1.0x1.0m
Gaviones TIPO A Y B	
Abertura de malla	10X12 cm
Revestimiento de malla	Zn-5%Al-MM (ASTM A856)
Revestimiento adicional	PVC
Diametro de alambre de malla	3.4 mm
Diametro de alambre de borde	4.0mm
Diam de alambre de amarre y atirantamiento	3.2mm
Dimensiones	
TIPO A	5.0X1.0X1.0m
TIPO B	5.0X1.5X0.5m

Nota: Fuente de elaboración propia

Figura 62. Gaviones



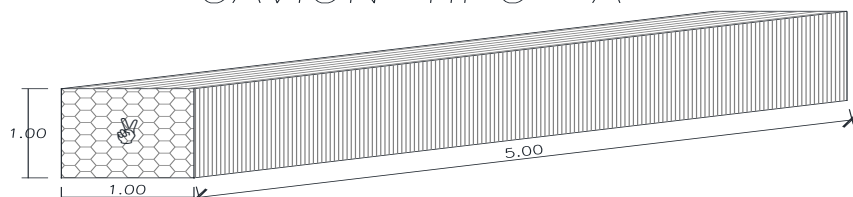
Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 32. N° Piezas muro tipo i

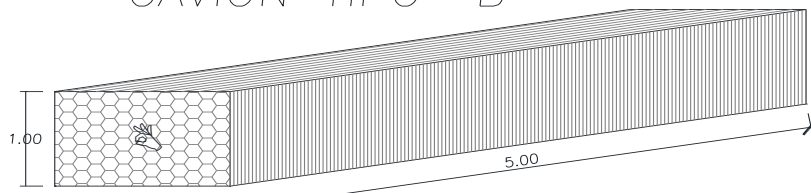
N° PIEZAS MURO TIPO I				
LONGITUD MURO	TIPO "A"	TIPO "B"	TIPO "D"	TIPO "CF"
Prog. 0+000 @ 0+970 , MARGEN IZQUIERDA				
970	194	194	194	485
N° PIEZAS	582	388	388	1455

Figura 63. Tipos de gaviones

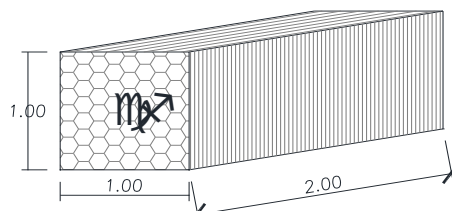
GAVION TIPO "A"



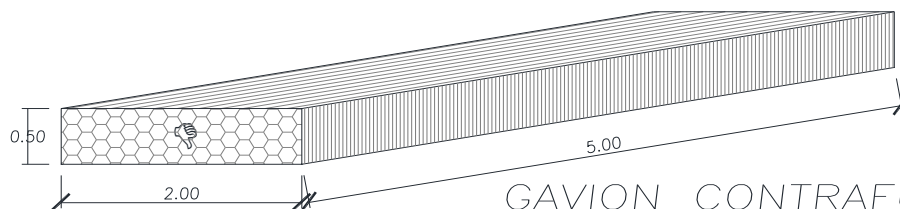
GAVION TIPO "B"



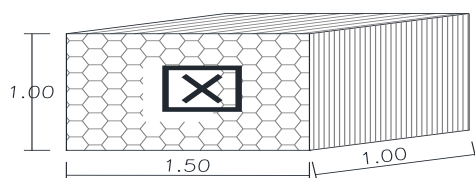
GAVION TIPO "CF"



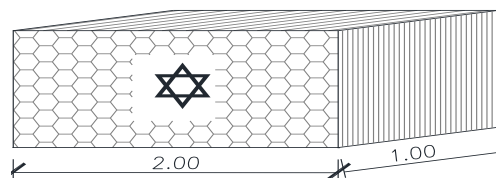
GAVION TIPO "D"



GAVION CONTRAFUERTE
TIPO "X"



GAVION CONTRAFUERTE
TIPO "Y"



Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 33. *N° de piezas contrafuerte tipo i*

N° PIEZAS CONTRAFUERTE TIPO I		
CANTIDAD	TIPO "x"	TIPO "y"
40	40	40
N° PIEZAS	40.00	80.00

Nota: Fuente de elaboración propia

4.1.5. Descripción de los tramos donde se instalarán las defensas ribereñas en el río mantaro

Defensa ribereña de longitud igual a 970 m – Margen Izquierda.

Se ha previsto la instalación de las siguientes estructuras hidráulicas:

- Estructura hidráulica denominada Tipo I, de 970 m de longitud, con relleno en la parte posterior y contrafuertes cada 25 m de eje a eje.

Las estructuras hidráulicas son íntegramente de gaviones, las mismas que se han considerado, teniendo en cuenta las características hidráulicas y las secciones transversales donde se instalarán estas estructuras hidráulicas.

Hidráulica fluvial

Granulometría inherente en la zona de estudio.

Se ha medido los diámetros de las piedras en la zona de estudio, habiéndose registrado como máximo un diámetro de piedra igual a 0.50 m, el mismo que permitió determinar el coeficiente de rugosidad de manning.

Determinación del ancho estable del cauce.

El caso de la defensa ribereña de la comunidad de Chaipara, es un caso especial, debido a que el ancho del cauce a definirse, está condicionado por la presencia del puente colgante sobre el Río Mantaro de una luz de 90 m. A este puente colgante sobre el Río Mantaro, tiene que alinearse la defensa ribereña en la margen Izquierda, como protección al estribo del puente y también a la comunidad de Chaipara.

Ubicación de las estructuras hidráulicas.

La zona donde se instalará la defensa ribereña es la margen izquierda del río Mantaro, aguas arriba del puente colgante, para la protección de la comunidad de Chaipara. Proyectándose la instalación del muro tipo I, debido a una constante erosión de esta zona, que pone en peligro los campos de cultivo y algunas viviendas instalados en esta margen.

4.2.7. Estudios de socavación generalizada.

Se utiliza la ecuación de Lischtván Lebediev, para el caudal de diseño en el tramo de estudio de 970 ml en el cauce del Río Mantaro, donde se instalarán las estructuras hidráulicas. Esta socavación generalizada permitirá definir el ancho del colchón reno de cada una de las estructuras hidráulicas a instalarse en las márgenes de este Río. Los datos necesarios para la determinación de la socavación generalizada en diferentes secciones transversales a lo largo del tramo de estudio, se muestran en el cuadro de parámetros hidráulicos, donde se cuenta con el ancho del espejo del agua, y tirantes en diferentes secciones a lo largo de la sección transversal en estudio.

Para la determinación de la socavación general se presenta el criterio propuesto por Lischtván – Lebediev, el cual presenta la siguiente ecuación:

Para la determinación de la socavación general se presenta el criterio propuesto por Lischtván – Lebediev, el cual presenta la siguiente ecuación:

$$Y_s = \left\{ \frac{\alpha Y_0^{5/3}}{0.68 \beta d_m^{0.28}} \right\}^{\frac{1}{1+X}}$$

Donde:

$$x = 0.0068 d_m^2 - 0.036 d_m + 0.4283 ; \quad 0.05 \leq d_m < 2.5 \text{ mm}$$

$$x = 0.4101 - 0.0298 \ln(d_m) \quad 2.50 \leq d_m < 60.0 \text{ mm}$$

$$x = 10^{-7} d_m^2 - 2 \times 10^{-4} d_m + 0.3004 \quad d_m \geq 60.0 \text{ mm}$$

Donde:

d_m : Diámetro medio (mm) de los granos de fondo.

$$\alpha = \frac{Q_d}{Y_m^{5/3} B_e u} \quad Y_m = \frac{A}{B_e} \text{ (Tirante medio de la sección)}$$

$$\alpha = \frac{Q_d T^{\frac{2}{3}}}{A^{5/3} u}$$

Tabla 34. Hidráulica

Tr (años)	B
1	0.77
2	0.82
5	0.86
10	0.90
20	0.94
50	0.97
100	1.00
500	1.05
1000	1.07

Nota: Fuente de elaboración propia

β : Coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida en estudio, igual a 1

para el Tr = 100 años.

u : Coeficiente de contracción, igual a 1 para este caso

Para los cálculos fue necesario tomar en cuenta el área hidráulica, el espejo de agua, así como el tirante máximo alcanzado, El espejo de agua fue dividido en 09 tramos para determinar su socavación.

Los resultados de socavación generalizada se presentan cada 20 m a lo largo del

tramo de estudio, los mismos que se muestran a continuación.

Tabla 35. Sección 0 +000.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2175.90	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	16.77	2174.37	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	17.82	2174.36	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	20.13	2171.92	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	21.96	2171.86	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.00	0.00	0.00
6.00	30.61	2171.58	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.24	0.25	0.01
7.00	40.00	2171.27	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.55	0.75	0.20
8.00	80.00	2169.96	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	1.86	3.78	1.92
9.00	90.61	2169.61	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	2.21	4.76	2.55
10.00	93.17	2169.72	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	2.10	4.44	2.34
11.00	139.87	2171.18	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.64	0.92	0.28
12.00	140.00	2171.19	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.63	0.90	0.27
13.00	147.35	2171.86	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.00	0.00	0.00
14.00	150.61	2172.16	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.00	0.00	0.00
15.00	160.00	2173.01	989.80	250.00	2.21	146.53	123.85	100.00	0.26	6.04	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 36. Sección 0 +020.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2174.93	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	11.86	2174.14	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	13.67	2172.65	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	14.92	2171.41	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	14.97	2171.36	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.02	0.01	-0.01
6.00	27.97	2170.96	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.42	0.51	0.09
7.00	40.00	2170.59	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.79	1.17	0.38
8.00	54.85	2170.14	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	1.24	2.14	0.90
9.00	80.00	2169.32	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	2.06	4.19	2.13
10.00	87.97	2169.05	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	2.33	4.94	2.61
11.00	113.09	2170.09	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	1.29	2.25	0.96
12.00	119.09	2170.34	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	1.04	1.69	0.65
13.00	132.37	2170.75	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.63	0.86	0.24
14.00	141.21	2171.03	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.35	0.40	0.05
15.00	145.39	2171.41	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00
16.00	147.97	2171.65	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00
17.00	158.23	2172.58	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00
18.00	160.00	2172.90	989.80	250.00	2.33	153.14	130.15	100.00	0.26	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 37. Sección 0 +040.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2174.39	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	3.29	2174.23	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	5.88	2174.06	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	9.65	2170.97	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	9.73	2170.89	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.00	0.00	0.00
6.00	9.81	2170.81	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.07	0.05	-0.02
7.00	25.30	2170.34	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.54	0.71	0.16
8.00	40.00	2169.89	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.99	1.57	0.58
9.00	51.60	2169.53	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	1.35	2.36	1.01
10.00	80.00	2168.71	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	2.17	4.42	2.25
11.00	85.30	2168.55	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	2.33	4.86	2.53
12.00	86.85	2168.65	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	2.23	4.58	2.35
13.00	111.16	2169.65	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	1.23	2.08	0.85
14.00	118.88	2169.97	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.91	1.40	0.49
15.00	141.34	2170.89	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.00	0.00	0.00
16.00	141.75	2170.91	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.00	0.00	0.00
17.00	145.30	2171.55	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.00	0.00	0.00
18.00	160.00	2174.19	989.80	250.00	2.33	155.60	131.30	100.00	0.26	5.68	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 38. Sección 0 +060.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2173.27	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	0.60	2173.07	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	2.51	2171.51	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	3.78	2170.48	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	0.70	0.74	0.04
5.00	22.45	2170.18	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	1.00	1.19	0.19
6.00	26.46	2170.11	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	1.07	1.30	0.23
7.00	80.00	2168.57	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	2.61	4.24	1.63
8.00	82.45	2168.50	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	2.68	4.39	1.71
9.00	97.55	2169.46	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	1.72	2.44	0.72
10.00	113.73	2170.12	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	1.06	1.28	0.22
11.00	135.11	2171.00	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	0.18	0.12	-0.06
12.00	137.98	2171.52	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	0.00	0.00	0.00
13.00	142.45	2172.32	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	0.00	0.00	0.00
14.00	155.13	2174.60	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	0.00	0.00	0.00
15.00	160.00	2175.10	989.80	250.00	2.68	194.39	133.19	100.00	0.26	3.96	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 39. Sección 0+080.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2170.14	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	1.35	1.30	-0.05
2.00	19.61	2169.83	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	1.66	1.72	0.05
3.00	46.72	2169.39	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	2.10	2.34	0.24
4.00	79.61	2168.45	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	3.04	3.82	0.78
5.00	80.00	2168.47	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	3.02	3.79	0.77
6.00	100.00	2169.74	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	1.75	1.83	0.08
7.00	108.25	2170.27	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	1.22	1.14	-0.08
8.00	128.48	2171.10	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	0.39	0.25	-0.14
9.00	139.26	2173.03	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	0.00	0.00	0.00
10.00	139.61	2173.07	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	0.00	0.00	0.00
11.00	160.00	2175.17	989.80	250.00	3.04	242.93	130.66	100.00	0.26	2.69	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 40. Sección 0+100.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.75	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	1.58	1.61	0.03
2.00	16.76	2169.48	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	1.85	1.98	0.13
3.00	19.61	2169.44	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	1.89	2.04	0.15
4.00	66.97	2168.68	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	2.65	3.19	0.54
5.00	76.76	2168.39	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	2.94	3.67	0.73
6.00	80.00	2168.60	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	2.73	3.32	0.59
7.00	91.24	2169.32	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	2.01	2.22	0.21
8.00	118.95	2171.08	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	0.25	0.14	-0.11
9.00	121.84	2171.19	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	0.14	0.06	-0.08
10.00	123.38	2171.47	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	0.00	0.00	0.00
11.00	136.76	2172.85	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	100.00	0.26	2.71	1.00	0.00	0.00	0.00
12.00	139.61	2173.15	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	101.00	0.26	2.71	1.00	0.00	0.00	0.00
13.00	160.00	2175.25	989.80	250.00	2.94	236.19	122.58	102.00	0.26	2.71	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 41. Sección 0+120.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.35	989.80	250.00	2.58	211.03	116.17	100.00	0.26	3.15	1.00	1.58	1.82	0.24
2.00	18.44	2169.06	989.80	250.00	2.58	211.03	116.17	100.00	0.26	3.15	1.00	1.87	2.27	0.40
3.00	20.00	2169.04	989.80	250.00	2.58	211.03	116.17	100.00	0.26	3.15	1.00	1.89	2.30	0.41
4.00	74.59	2168.35	989.80	250.00	2.58	211.03	116.17	100.00	0.26	3.15	1.00	2.58	3.48	0.90
5.00	80.00	2168.67	989.80	250.00	2.58	211.03	116.17	100.00	0.26	3.15	1.00	2.26	2.92	0.66
6.00	83.70	2168.89	989.80	250.00	2.58	211.03	116.17	100.00	0.26	3.15	1.00	2.04	2.55	0.51
7.00	91.24	2169.36	989.80	250.00	2.58	211.03	116.17	100.00	0.26	3.15	1.00	1.57	1.79	0.23
8.00	119.49	2171.14	989.80	250.00	2.58	211.03	116.17	100.00	0.26	3.15	1.00	0.00	0.00	0.00
9.00	148.15	2174.10	989.80	250.00	2.58	211.03	116.17	100.00	0.26	3.15	1.00	0.00	0.00	0.00
10.00	160.00	2174.97	989.80	250.00	2.58	211.03	116.17	100.00	0.26	3.15	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 42. Sección 0 +140.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.21	989.80	250.00	2.78	232.69	118.21	100.00	0.26	2.71	1.00	1.87	2.01	0.14
2.00	6.34	2169.15	989.80	250.00	2.78	232.69	118.21	100.00	0.26	2.71	1.00	1.93	2.10	0.17
3.00	72.94	2168.30	989.80	250.00	2.78	232.69	118.21	100.00	0.26	2.71	1.00	2.78	3.41	0.63
4.00	80.00	2168.73	989.80	250.00	2.78	232.69	118.21	100.00	0.26	2.71	1.00	2.35	2.73	0.38
5.00	86.10	2169.10	989.80	250.00	2.78	232.69	118.21	100.00	0.26	2.71	1.00	1.98	2.18	0.19
6.00	97.85	2169.80	989.80	250.00	2.78	232.69	118.21	100.00	0.26	2.71	1.00	1.28	1.22	-0.06
7.00	118.00	2171.06	989.80	250.00	2.78	232.69	118.21	100.00	0.26	2.71	1.00	0.02	0.00	-0.02
8.00	134.14	2172.73	989.80	250.00	2.78	232.69	118.21	100.00	0.26	2.71	1.00	0.00	0.00	0.00
9.00	160.00	2174.63	989.80	250.00	2.78	232.69	118.21	100.00	0.26	2.71	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia**Tabla 43. Sección 0 +160.00**

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.08	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	100.00	0.26	2.70	1.00	1.96	2.14	0.18
2.00	10.28	2168.97	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	100.00	0.26	2.70	1.00	2.07	2.30	0.23
3.00	42.58	2168.62	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	100.00	0.26	2.70	1.00	2.42	2.83	0.41
4.00	71.28	2168.26	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	100.00	0.26	2.70	1.00	2.78	3.40	0.62
5.00	80.00	2168.78	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	100.00	0.26	2.70	1.00	2.26	2.58	0.32
6.00	82.90	2168.95	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	100.00	0.26	2.70	1.00	2.09	2.32	0.24
7.00	111.99	2170.70	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	100.00	0.26	2.70	1.00	0.34	0.21	-0.13
8.00	116.51	2170.98	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	100.00	0.26	2.70	1.00	0.06	0.02	-0.04
9.00	120.13	2171.36	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	100.00	0.26	2.70	1.00	0.00	0.00	0.00
10.00	152.28	2173.73	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	101.00	0.26	2.70	1.00	0.00	0.00	0.00
11.00	160.00	2174.22	989.80	250.00	2.78	232.18	117.07	102.00	0.26	2.70	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia**Tabla 44. Sección 0 +180.00**

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.95	989.80	250.00	2.70	231.91	118.78	100.00	0.26	2.73	1.00	1.97	2.17	0.20
2.00	10.00	2168.84	989.80	250.00	2.70	231.91	118.78	100.00	0.26	2.73	1.00	2.08	2.33	0.25
3.00	51.32	2168.40	989.80	250.00	2.70	231.91	118.78	100.00	0.26	2.73	1.00	2.52	3.01	0.49
4.00	70.47	2168.22	989.80	250.00	2.70	231.91	118.78	100.00	0.26	2.73	1.00	2.70	3.30	0.60
5.00	75.71	2168.47	989.80	250.00	2.70	231.91	118.78	100.00	0.26	2.73	1.00	2.45	2.90	0.45
6.00	80.00	2168.71	989.80	250.00	2.70	231.91	118.78	100.00	0.26	2.73	1.00	2.21	2.53	0.32
7.00	116.40	2170.74	989.80	250.00	2.70	231.91	118.78	100.00	0.26	2.73	1.00	0.18	0.09	-0.09
8.00	139.61	2172.45	989.80	250.00	2.70	231.91	118.78	100.00	0.26	2.73	1.00	0.00	0.00	0.00
9.00	160.00	2173.76	989.80	250.00	2.70	231.91	118.78	100.00	0.26	2.73	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 45. Sección 0 +200.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.86	989.80	250.00	2.54	224.08	120.62	100.00	0.26	2.92	1.00	1.86	2.12	0.26
2.00	10.00	2168.77	989.80	250.00	2.54	224.08	120.62	100.00	0.26	2.92	1.00	1.95	2.27	0.31
3.00	72.32	2168.18	989.80	250.00	2.54	224.08	120.62	100.00	0.26	2.92	1.00	2.54	3.21	0.67
4.00	80.00	2168.54	989.80	250.00	2.54	224.08	120.62	100.00	0.26	2.92	1.00	2.18	2.62	0.44
5.00	87.40	2168.89	989.80	250.00	2.54	224.08	120.62	100.00	0.26	2.92	1.00	1.83	2.08	0.25
6.00	99.13	2169.45	989.80	250.00	2.54	224.08	120.62	100.00	0.26	2.92	1.00	1.27	1.28	0.01
7.00	116.84	2170.44	989.80	250.00	2.54	224.08	120.62	100.00	0.26	2.92	1.00	0.28	0.17	-0.11
8.00	126.95	2171.18	989.80	250.00	2.54	224.08	120.62	100.00	0.26	2.92	1.00	0.00	0.00	0.00
9.00	160.00	2173.30	989.80	250.00	2.54	224.08	120.62	100.00	0.26	2.92	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 46. Sección 0 +220.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.86	989.80	250.00	2.60	238.19	127.08	100.00	0.26	2.73	1.00	1.87	2.03	0.16
2.00	10.00	2168.76	989.80	250.00	2.60	238.19	127.08	100.00	0.26	2.73	1.00	1.97	2.17	0.20
3.00	33.44	2168.52	989.80	250.00	2.60	238.19	127.08	100.00	0.26	2.73	1.00	2.21	2.53	0.32
4.00	74.16	2168.13	989.80	250.00	2.60	238.19	127.08	100.00	0.26	2.73	1.00	2.60	3.14	0.54
5.00	80.00	2168.41	989.80	250.00	2.60	238.19	127.08	100.00	0.26	2.73	1.00	2.32	2.70	0.38
6.00	90.00	2168.88	989.80	250.00	2.60	238.19	127.08	100.00	0.26	2.73	1.00	1.85	2.00	0.15
7.00	104.80	2169.58	989.80	250.00	2.60	238.19	127.08	100.00	0.26	2.73	1.00	1.15	1.06	-0.09
8.00	116.58	2170.05	989.80	250.00	2.60	238.19	127.08	100.00	0.26	2.73	1.00	0.68	0.53	-0.15
9.00	119.06	2170.22	989.80	250.00	2.60	238.19	127.08	100.00	0.26	2.73	1.00	0.51	0.36	-0.15
10.00	160.00	2172.84	989.80	250.00	2.6	238.19	127.08	101.00	0.26	2.73	2.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 47. Sección 0+240.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.89	989.80	250.00	2.35	215.09	128.69	100.00	0.26	3.27	1.00	1.48	1.71	0.23
2.00	10.00	2168.79	989.80	250.00	2.35	215.09	128.69	100.00	0.26	3.27	1.00	1.58	1.87	0.29
3.00	48.03	2168.40	989.80	250.00	2.35	215.09	128.69	100.00	0.26	3.27	1.00	1.97	2.50	0.53
4.00	79.08	2168.02	989.80	250.00	2.35	215.09	128.69	100.00	0.26	3.27	1.00	2.35	3.16	0.81
5.00	80.00	2168.06	989.80	250.00	2.35	215.09	128.69	100.00	0.26	3.27	1.00	2.31	3.09	0.78
6.00	98.30	2168.78	989.80	250.00	2.35	215.09	128.69	100.00	0.26	3.27	1.00	1.59	1.88	0.29
7.00	113.94	2169.40	989.80	250.00	2.35	215.09	128.69	100.00	0.26	3.27	1.00	0.97	0.98	0.01
8.00	127.26	2170.28	989.80	250.00	2.35	215.09	128.69	100.00	0.26	3.27	1.00	0.09	0.04	-0.05
9.00	160.00	2172.38	989.80	250.00	2.35	215.09	128.69	100.00	0.26	3.27	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 48. Sección 0 +260.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.71	989.80	250.00	2.26	207.29	127.10	100.00	0.26	3.45	1.00	1.39	1.65	0.26
2.00	7.05	2168.64	989.80	250.00	2.26	207.29	127.10	100.00	0.26	3.45	1.00	1.46	1.76	0.30
3.00	80.00	2167.90	989.80	250.00	2.26	207.29	127.10	100.00	0.26	3.45	1.00	2.20	3.03	0.83
4.00	85.52	2167.84	989.80	250.00	2.26	207.29	127.10	100.00	0.26	3.45	1.00	2.26	3.13	0.87
5.00	103.45	2168.67	989.80	250.00	2.26	207.29	127.10	100.00	0.26	3.45	1.00	1.43	1.72	0.28
6.00	112.68	2169.09	989.80	250.00	2.26	207.29	127.10	100.00	0.26	3.45	1.00	1.01	1.08	0.07
7.00	129.85	2170.29	989.80	250.00	2.26	207.29	127.10	100.00	0.26	3.45	1.00	0.00	0.00	0.00
8.00	160.00	2172.34	989.80	250.00	2.26	207.29	127.10	100.00	0.26	3.45	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 49. Sección 0 +280.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.52	989.80	250.00	2.37	218.53	126.52	100.00	0.26	3.15	1.00	1.50	1.69	0.19
2.00	10.00	2168.43	989.80	250.00	2.37	218.53	126.52	100.00	0.26	3.15	1.00	1.59	1.84	0.24
3.00	41.89	2168.12	989.80	250.00	2.37	218.53	126.52	100.00	0.26	3.15	1.00	1.90	2.32	0.42
4.00	80.00	2167.73	989.80	250.00	2.37	218.53	126.52	100.00	0.26	3.15	1.00	2.29	2.97	0.68
5.00	87.34	2167.65	989.80	250.00	2.37	218.53	126.52	100.00	0.26	3.15	1.00	2.37	3.11	0.74
6.00	103.07	2168.38	989.80	250.00	2.37	218.53	126.52	100.00	0.26	3.15	1.00	1.64	1.91	0.27
7.00	131.30	2170.35	989.80	250.00	2.37	218.53	126.52	100.00	0.26	3.15	1.00	0.00	0.00	0.00
8.00	156.97	2172.10	989.80	250.00	2.37	218.53	126.52	100.00	0.26	3.15	1.00	0.00	0.00	0.00
9.00	160.00	2172.24	989.80	250.00	2.37	218.53	126.52	100.00	0.26	3.15	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 50. Sección 0 +300.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.32	989.80	250.00	2.38	217.93	124.75	100.00	0.26	3.13	1.00	1.53	1.73	0.20
2.00	10.00	2168.23	989.80	250.00	2.38	217.93	124.75	100.00	0.26	3.13	1.00	1.62	1.87	0.25
3.00	76.73	2167.60	989.80	250.00	2.38	217.93	124.75	100.00	0.26	3.13	1.00	2.25	2.89	0.64
4.00	80.00	2167.56	989.80	250.00	2.38	217.93	124.75	100.00	0.26	3.13	1.00	2.29	2.96	0.67
5.00	89.17	2167.47	989.80	250.00	2.38	217.93	124.75	100.00	0.26	3.13	1.00	2.38	3.11	0.73
6.00	93.47	2167.67	989.80	250.00	2.38	217.93	124.75	100.00	0.26	3.13	1.00	2.18	2.77	0.59
7.00	102.80	2168.32	989.80	250.00	2.38	217.93	124.75	100.00	0.26	3.13	1.00	1.53	1.73	0.20
8.00	132.76	2170.41	989.80	250.00	2.38	217.93	124.75	100.00	0.26	3.13	1.00	0.00	0.00	0.00
9.00	136.79	2170.68	989.80	250.00	2.38	217.93	124.75	100.00	0.26	3.13	1.00	0.00	0.00	0.00
10.00	160.00	2171.80	989.80	250.00	2.38	217.93	124.75	100.00	0.26	3.13	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 51. Sección 0+320.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.16	989.80	250.00	2.29	212.97	126.84	100.00	0.26	3.29	1.00	1.46	1.69	0.23
2.00	10.00	2168.07	989.80	250.00	2.29	212.97	126.84	100.00	0.26	3.29	1.00	1.55	1.83	0.28
3.00	80.00	2167.45	989.80	250.00	2.29	212.97	126.84	100.00	0.26	3.29	1.00	2.17	2.86	0.69
4.00	92.99	2167.33	989.80	250.00	2.29	212.97	126.84	100.00	0.26	3.29	1.00	2.29	3.07	0.78
5.00	105.38	2168.17	989.80	250.00	2.29	212.97	126.84	100.00	0.26	3.29	1.00	1.45	1.67	0.23
6.00	125.64	2169.55	989.80	250.00	2.29	212.97	126.84	100.00	0.26	3.29	1.00	0.07	0.03	-0.04
7.00	138.26	2170.31	989.80	250.00	2.29	212.97	126.84	100.00	0.26	3.29	1.00	0.00	0.00	0.00
8.00	160.00	2171.36	989.80	250.00	2.29	212.97	126.84	100.00	0.26	3.29	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 52. Sección 0 +340.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.10	989.80	250.00	2.29	220.90	133.52	100.00	0.26	3.20	1.00	1.40	1.57	0.17
2.00	6.16	2168.04	989.80	250.00	2.29	220.90	133.52	100.00	0.26	3.20	1.00	1.46	1.66	0.20
3.00	80.00	2167.37	989.80	250.00	2.29	220.90	133.52	100.00	0.26	3.20	1.00	2.13	2.73	0.60
4.00	98.00	2167.21	989.80	250.00	2.29	220.90	133.52	100.00	0.26	3.20	1.00	2.29	3.01	0.72
5.00	110.50	2168.06	989.80	250.00	2.29	220.90	133.52	100.00	0.26	3.20	1.00	1.44	1.63	0.19
6.00	116.56	2168.47	989.80	250.00	2.29	220.90	133.52	100.00	0.26	3.20	1.00	1.03	1.04	0.01
7.00	144.67	2170.18	989.80	250.00	2.29	220.90	133.52	100.00	0.26	3.20	1.00	0.00	0.00	0.00
8.00	160.00	2170.92	989.80	250.00	2.29	220.90	133.52	100.00	0.26	3.20	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 53. Sección 0 +360.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.17	989.80	250.00	2.43	244.88	142.72	100.00	0.26	2.82	1.00	1.36	1.36	0.00
2.00	10.00	2168.06	989.80	250.00	2.43	244.88	142.72	100.00	0.26	2.82	1.00	1.47	1.51	0.04
3.00	80.00	2167.31	989.80	250.00	2.43	244.88	142.72	100.00	0.26	2.82	1.00	2.22	2.61	0.39
4.00	80.98	2167.30	989.80	250.00	2.43	244.88	142.72	100.00	0.26	2.82	1.00	2.23	2.63	0.40
5.00	103.02	2167.10	989.80	250.00	2.43	244.88	142.72	100.00	0.26	2.82	1.00	2.43	2.94	0.51
6.00	107.48	2167.40	989.80	250.00	2.43	244.88	142.72	100.00	0.26	2.82	1.00	2.13	2.47	0.34
7.00	118.23	2168.05	989.80	250.00	2.43	244.88	142.72	100.00	0.26	2.82	1.00	1.48	1.52	0.04
8.00	151.09	2170.04	989.80	250.00	2.43	244.88	142.72	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00
9.00	151.88	2170.08	989.80	250.00	2.43	244.88	142.72	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00
10.00	160.00	2170.54	989.80	250.00	2.43	244.88	142.72	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 54. Sección 0+380.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.26	989.80	250.00	2.46	247.22	147.44	100.00	0.26	2.84	1.00	1.27	1.25	-0.02
2.00	10.00	2168.15	989.80	250.00	2.46	247.22	147.44	100.00	0.26	2.84	1.00	1.38	1.39	0.01
3.00	79.30	2167.42	989.80	250.00	2.46	247.22	147.44	100.00	0.26	2.84	1.00	2.11	2.45	0.34
4.00	80.00	2167.41	989.80	250.00	2.46	247.22	147.44	100.00	0.26	2.84	1.00	2.12	2.47	0.35
5.00	107.27	2167.07	989.80	250.00	2.46	247.22	147.44	100.00	0.26	2.84	1.00	2.46	3.00	0.54
6.00	125.95	2168.24	989.80	250.00	2.46	247.22	147.44	100.00	0.26	2.84	1.00	1.29	1.28	-0.01
7.00	140.28	2169.13	989.80	250.00	2.46	247.22	147.44	100.00	0.26	2.84	1.00	0.40	0.27	-0.13
8.00	153.39	2169.87	989.80	250.00	2.46	247.22	147.44	100.00	0.26	2.84	1.00	0.00	0.00	0.00
9.00	160.00	2170.25	989.80	250.00	2.46	247.22	147.44	100.00	0.26	2.84	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 55. Sección 0+400.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.39	989.80	250.00	2.48	250.49	153.03	100.00	0.26	2.84	1.00	1.17	1.12	-0.05
2.00	10.00	2168.28	989.80	250.00	2.48	250.49	153.03	100.00	0.26	2.84	1.00	1.28	1.26	-0.01
3.00	42.30	2167.94	989.80	250.00	2.48	250.49	153.03	100.00	0.26	2.84	1.00	1.62	1.73	0.11
4.00	80.00	2167.47	989.80	250.00	2.48	250.49	153.03	100.00	0.26	2.84	1.00	2.09	2.43	0.34
5.00	111.17	2167.08	989.80	250.00	2.48	250.49	153.03	100.00	0.26	2.84	1.00	2.48	3.04	0.56
6.00	128.87	2168.19	989.80	250.00	2.48	250.49	153.03	100.00	0.26	2.84	1.00	1.37	1.39	0.02
7.00	131.08	2168.32	989.80	250.00	2.48	250.49	153.03	100.00	0.26	2.84	1.00	1.24	1.22	-0.02
8.00	155.54	2169.70	989.80	250.00	2.48	250.49	153.03	100.00	0.26	2.84	1.00	0.00	0.00	0.00
9.00	160.00	2169.96	989.80	250.00	2.48	250.49	153.03	100.00	0.26	2.84	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 56. Sección 0+420.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.51	989.80	250.00	2.44	251.11	157.05	100.00	0.26	2.88	1.00	1.03	0.96	-0.07
2.00	5.31	2168.46	989.80	250.00	2.44	251.11	157.05	100.00	0.26	2.88	1.00	1.08	1.02	-0.06
3.00	80.00	2167.53	989.80	250.00	2.44	251.11	157.05	100.00	0.26	2.88	1.00	2.01	2.33	0.32
4.00	115.06	2167.10	989.80	250.00	2.44	251.11	157.05	100.00	0.26	2.88	1.00	2.44	3.01	0.57
5.00	117.46	2167.25	989.80	250.00	2.44	251.11	157.05	100.00	0.26	2.88	1.00	2.29	2.77	0.48
6.00	136.87	2168.35	989.80	250.00	2.44	251.11	157.05	100.00	0.26	2.88	1.00	1.19	1.16	-0.03
7.00	140.45	2168.55	989.80	250.00	2.44	251.11	157.05	100.00	0.26	2.88	1.00	0.99	0.91	-0.08
8.00	160.00	2169.72	989.80	250.00	2.44	251.11	157.05	100.00	0.26	2.88	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 57. Sección 0+440.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.58	989.80	250.00	2.43	251.39	154.81	100.00	0.26	2.85	1.00	0.98	0.89	-0.09
2.00	10.00	2168.46	989.80	250.00	2.43	251.39	154.81	100.00	0.26	2.85	1.00	1.10	1.04	-0.06
3.00	34.65	2168.16	989.80	250.00	2.43	251.39	154.81	100.00	0.26	2.85	1.00	1.40	1.43	0.03
4.00	80.00	2167.43	989.80	250.00	2.43	251.39	154.81	100.00	0.26	2.85	1.00	2.13	2.49	0.36
5.00	98.44	2167.14	989.80	250.00	2.43	251.39	154.81	100.00	0.26	2.85	1.00	2.42	2.95	0.53
6.00	116.95	2167.13	989.80	250.00	2.43	251.39	154.81	100.00	0.26	2.85	1.00	2.43	2.97	0.54
7.00	122.60	2167.64	989.80	250.00	2.43	251.39	154.81	100.00	0.26	2.85	1.00	1.92	2.17	0.25
8.00	134.30	2168.34	989.80	250.00	2.43	251.39	154.81	100.00	0.26	2.85	1.00	1.22	1.19	-0.03
9.00	160.00	2169.87	989.80	250.00	2.43	251.39	154.81	100.00	0.26	2.85	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 58. Sección 0+460.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.43	989.80	250.00	2.24	245.26	149.39	100.00	0.26	2.90	1.00	0.97	0.89	-0.08
2.00	10.00	2168.27	989.80	250.00	2.24	245.26	149.39	100.00	0.26	2.90	1.00	1.13	1.09	-0.04
3.00	78.00	2167.18	989.80	250.00	2.24	245.26	149.39	100.00	0.26	2.90	1.00	2.22	2.67	0.45
4.00	80.00	2167.18	989.80	250.00	2.24	245.26	149.39	100.00	0.26	2.90	1.00	2.22	2.67	0.45
5.00	118.47	2167.16	989.80	250.00	2.24	245.26	149.39	100.00	0.26	2.90	1.00	2.24	2.70	0.46
6.00	130.82	2168.29	989.80	250.00	2.24	245.26	149.39	100.00	0.26	2.90	1.00	1.11	1.06	-0.05
7.00	160.00	2170.03	989.80	250.00	2.24	245.26	149.39	100.00	0.26	2.90	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 59. Sección 0+480.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.14	989.80	250.00	2.07	243.46	144.63	100.00	0.26	2.87	1.00	1.12	1.07	-0.05
2.00	10.00	2167.98	989.80	250.00	2.07	243.46	144.63	100.00	0.26	2.87	1.00	1.28	1.28	0.00
3.00	57.56	2167.22	989.80	250.00	2.07	243.46	144.63	100.00	0.26	2.87	1.00	2.04	2.37	0.33
4.00	80.00	2167.21	989.80	250.00	2.07	243.46	144.63	100.00	0.26	2.87	1.00	2.05	2.38	0.33
5.00	119.99	2167.19	989.80	250.00	2.07	243.46	144.63	100.00	0.26	2.87	1.00	2.07	2.41	0.34
6.00	129.16	2168.03	989.80	250.00	2.07	243.46	144.63	100.00	0.26	2.87	1.00	1.23	1.21	-0.02
7.00	139.04	2168.93	989.80	250.00	2.07	243.46	144.63	100.00	0.26	2.87	1.00	0.33	0.21	-0.12
8.00	160.00	2170.18	989.80	250.00	2.07	243.46	144.63	100.00	0.26	2.87	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 60. Sección 0+500.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2167.86	989.80	250.00	1.95	243.49	142.82	100.00	0.26	2.85	1.00	1.31	1.31	0.00
2.00	10.00	2167.70	989.80	250.00	1.95	243.49	142.82	100.00	0.26	2.85	1.00	1.47	1.52	0.05
3.00	37.12	2167.27	989.80	250.00	1.95	243.49	142.82	100.00	0.26	2.85	1.00	1.90	2.14	0.24
4.00	80.00	2167.24	989.80	250.00	1.95	243.49	142.82	100.00	0.26	2.85	1.00	1.93	2.19	0.26
5.00	121.50	2167.22	989.80	250.00	1.95	243.49	142.82	100.00	0.26	2.85	1.00	1.95	2.22	0.27
6.00	127.87	2167.80	989.80	250.00	1.95	243.49	142.82	100.00	0.26	2.85	1.00	1.37	1.38	0.02
7.00	147.25	2169.58	989.80	250.00	1.95	243.49	142.82	100.00	0.26	2.85	1.00	0.00	0.00	0.00
8.00	160.00	2170.34	989.80	250.00	1.95	243.49	142.82	100.00	0.26	2.85	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 61. Sección 0+520.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2167.86	989.80	250.00	1.95	241.96	140.77	100.00	0.26	2.85	1.00	1.28	1.27	-0.01
2.00	5.05	2167.50	989.80	250.00	1.95	241.96	140.77	100.00	0.26	2.85	1.00	1.64	1.76	0.12
3.00	16.68	2167.31	989.80	250.00	1.95	241.96	140.77	100.00	0.26	2.85	1.00	1.83	2.04	0.21
4.00	40.65	2167.30	989.80	250.00	1.95	241.96	140.77	100.00	0.26	2.85	1.00	1.84	2.05	0.21
5.00	80.00	2167.25	989.80	250.00	1.95	241.96	140.77	100.00	0.26	2.85	1.00	1.89	2.13	0.24
6.00	120.31	2167.19	989.80	250.00	1.95	241.96	140.77	100.00	0.26	2.85	1.00	1.95	2.22	0.27
7.00	124.02	2167.56	989.80	250.00	1.95	241.96	140.77	100.00	0.26	2.85	1.00	1.58	1.67	0.10
8.00	127.58	2167.92	989.80	250.00	1.95	241.96	140.77	100.00	0.26	2.85	1.00	1.22	1.19	-0.03
9.00	160.00	2170.92	989.80	250.00	1.95	241.96	140.77	100.00	0.26	2.85	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 62. Sección 0+540.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.22	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	0.92	0.81	-0.11
2.00	1.65	2168.19	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	0.95	0.85	-0.10
3.00	8.74	2167.70	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	1.44	1.47	0.03
4.00	10.77	2167.06	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	2.08	2.39	0.31
5.00	22.29	2167.29	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	1.85	2.05	0.20
6.00	49.19	2167.23	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	1.91	2.14	0.23
7.00	80.00	2167.19	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	1.95	2.20	0.25
8.00	117.87	2167.14	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	2.00	2.27	0.27
9.00	124.02	2167.75	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	1.39	1.40	0.01
10.00	135.74	2168.92	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	0.22	0.12	-0.10
11.00	160.00	2171.17	989.80	250.00	2.08	241.66	138.15	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 63. Sección 0+560.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.02	989.80	250.00	2.01	241.91	140.02	100.00	0.26	2.84	1.00	1.06	0.99	-0.07
2.00	7.70	2167.57	989.80	250.00	2.01	241.91	140.02	100.00	0.26	2.84	1.00	1.51	1.58	0.07
3.00	9.06	2167.14	989.80	250.00	2.01	241.91	140.02	100.00	0.26	2.84	1.00	1.94	2.20	0.26
4.00	20.16	2167.30	989.80	250.00	2.01	241.91	140.02	100.00	0.26	2.84	1.00	1.78	1.96	0.18
5.00	80.00	2167.16	989.80	250.00	2.01	241.91	140.02	100.00	0.26	2.84	1.00	1.92	2.17	0.25
6.00	117.52	2167.07	989.80	250.00	2.01	241.91	140.02	100.00	0.26	2.84	1.00	2.01	2.30	0.29
7.00	120.05	2167.17	989.80	250.00	2.01	241.91	140.02	100.00	0.26	2.84	1.00	1.91	2.15	0.24
8.00	125.30	2167.67	989.80	250.00	2.01	241.91	140.02	100.00	0.26	2.84	1.00	1.41	1.43	0.03
9.00	160.00	2171.00	989.80	250.00	2.01	241.91	140.02	100.00	0.26	2.84	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 64. Sección 0+580.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.40	989.80	250.00	2.25	243.80	145.51	100.00	0.26	2.88	1.00	0.63	0.50	-0.13
2.00	7.46	2168.28	989.80	250.00	2.25	243.80	145.51	100.00	0.26	2.88	1.00	0.75	0.63	-0.12
3.00	10.94	2168.07	989.80	250.00	2.25	243.80	145.51	100.00	0.26	2.88	1.00	0.96	0.87	-0.09
4.00	15.08	2166.78	989.80	250.00	2.25	243.80	145.51	100.00	0.26	2.88	1.00	2.25	2.70	0.45
5.00	49.06	2167.25	989.80	250.00	2.25	243.80	145.51	100.00	0.26	2.88	1.00	1.78	1.98	0.20
6.00	80.00	2167.18	989.80	250.00	2.25	243.80	145.51	100.00	0.26	2.88	1.00	1.85	2.08	0.23
7.00	118.88	2167.09	989.80	250.00	2.25	243.80	145.51	100.00	0.26	2.88	1.00	1.94	2.22	0.28
8.00	129.25	2167.47	989.80	250.00	2.25	243.80	145.51	100.00	0.26	2.88	1.00	1.56	1.66	0.10
9.00	137.51	2168.26	989.80	250.00	2.25	243.80	145.51	100.00	0.26	2.88	1.00	0.77	0.65	-0.12
10.00	160.00	2170.42	989.80	250.00	2.25	243.80	145.51	100.00	0.26	2.88	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 65. Sección 0+600.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.61	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	0.29	0.18	-0.11
2.00	11.83	2168.41	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	0.49	0.37	-0.12
3.00	14.43	2168.08	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	0.82	0.72	-0.10
4.00	19.13	2166.55	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	2.35	2.92	0.57
5.00	42.98	2166.72	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	2.18	2.65	0.47
6.00	77.96	2167.20	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	1.70	1.90	0.20
7.00	80.00	2167.19	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	1.71	1.92	0.21
8.00	120.23	2167.10	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	1.80	2.05	0.25
9.00	138.46	2167.78	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	1.12	1.09	-0.03
10.00	140.08	2167.94	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	0.97	0.90	-0.07
11.00	160.00	2169.84	989.80	250.00	2.35	242.84	150.17	100.00	0.26	2.96	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 66. Sección 0 +620.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	X	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.68	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	0.17	0.09	-0.08
2.00	9.31	2168.52	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	0.33	0.21	-0.12
3.00	18.28	2167.38	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	1.47	1.51	0.04
4.00	21.05	2166.48	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	2.37	2.84	0.47
5.00	80.00	2166.88	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	1.97	2.22	0.25
6.00	94.67	2166.98	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	1.87	2.08	0.21
7.00	106.85	2167.15	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	1.70	1.83	0.13
8.00	121.58	2167.11	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	1.74	1.89	0.15
9.00	131.08	2167.47	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	1.38	1.39	0.01
10.00	147.66	2168.09	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	0.76	0.63	-0.13
11.00	160.00	2169.27	989.80	250.00	2.37	253.79	155.56	100.00	0.26	2.81	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 67. Sección 0 +640.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	X	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2168.74	989.80	250.00	2.45	263.27	160.00	100.00	0.26	2.70	1.00	0.11	0.05	-0.06
2.00	6.79	2168.63	989.80	250.00	2.45	263.27	160.00	100.00	0.26	2.70	1.00	0.22	0.12	-0.10
3.00	18.00	2167.20	989.80	250.00	2.45	263.27	160.00	100.00	0.26	2.70	1.00	1.65	1.69	0.05
4.00	22.12	2166.68	989.80	250.00	2.45	263.27	160.00	100.00	0.26	2.70	1.00	2.17	2.44	0.27
5.00	22.96	2166.40	989.80	250.00	2.45	263.27	160.00	100.00	0.26	2.70	1.00	2.45	2.87	0.42
6.00	71.36	2166.73	989.80	250.00	2.45	263.27	160.00	100.00	0.26	2.70	1.00	2.12	2.37	0.25
7.00	80.00	2166.79	989.80	250.00	2.45	263.27	160.00	100.00	0.26	2.70	1.00	2.06	2.28	0.22
8.00	121.21	2167.07	989.80	250.00	2.45	263.27	160.00	100.00	0.26	2.70	1.00	1.78	1.88	0.10
9.00	124.96	2167.40	989.80	250.00	2.45	263.27	160.00	100.00	0.26	2.70	1.00	1.45	1.43	-0.02
10.00	160.00	2168.67	989.80	250.00	2.45	263.27	160.00	100.00	0.26	2.70	1.00	0.18	0.09	-0.09

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 68. Sección 0 +660.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	X	o	B	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.42	989.80	250.00	2.41	246.75	146.84	100.00	0.26	2.84	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	18.51	2167.08	989.80	250.00	2.41	246.75	146.84	100.00	0.26	2.84	1.00	1.69	1.83	0.14
3.00	25.15	2166.67	989.80	250.00	2.41	246.75	146.84	100.00	0.26	2.84	1.00	2.10	2.44	0.34
4.00	26.16	2166.36	989.80	250.00	2.41	246.75	146.84	100.00	0.26	2.84	1.00	2.41	2.93	0.52
5.00	48.87	2166.48	989.80	250.00	2.41	246.75	146.84	100.00	0.26	2.84	1.00	2.29	2.73	0.44
6.00	80.00	2166.69	989.80	250.00	2.41	246.75	146.84	100.00	0.26	2.84	1.00	2.08	2.41	0.33
7.00	118.88	2166.95	989.80	250.00	2.41	246.75	146.84	100.00	0.26	2.84	1.00	1.82	2.02	0.20
8.00	120.80	2167.12	989.80	250.00	2.41	246.75	146.84	100.00	0.26	2.84	1.00	1.65	1.77	0.12
9.00	130.67	2167.99	989.80	250.00	2.41	246.75	146.84	100.00	0.26	2.84	1.00	0.78	0.66	-0.12
10.00	160.00	2169.06	989.80	250.00	2.41	246.75	146.84	100.00	0.26	2.84	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 69. Sección 0 +680.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	X	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.50	989.80	250.00	2.48	241.72	137.54	100.00	0.26	2.81	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	9.16	2168.34	989.80	250.00	2.48	241.72	137.54	100.00	0.26	2.81	1.00	0.48	0.34	-0.14
3.00	27.56	2167.20	989.80	250.00	2.48	241.72	137.54	100.00	0.26	2.81	1.00	1.62	1.71	0.09
4.00	30.36	2166.34	989.80	250.00	2.48	241.72	137.54	100.00	0.26	2.81	1.00	2.48	3.02	0.54
5.00	80.00	2166.61	989.80	250.00	2.48	241.72	137.54	100.00	0.26	2.81	1.00	2.21	2.59	0.38
6.00	93.22	2166.68	989.80	250.00	2.48	241.72	137.54	100.00	0.26	2.81	1.00	2.14	2.48	0.34
7.00	116.54	2166.84	989.80	250.00	2.48	241.72	137.54	100.00	0.26	2.81	1.00	1.98	2.24	0.26
8.00	120.80	2167.21	989.80	250.00	2.48	241.72	137.54	100.00	0.26	2.81	1.00	1.61	1.69	0.09
9.00	136.39	2168.58	989.80	250.00	2.48	241.72	137.54	100.00	0.26	2.81	1.00	0.24	0.14	-0.10
10.00	160.00	2169.44	989.80	250.00	2.48	241.72	137.54	100.00	0.26	2.81	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 70. Sección 0 +700.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	X	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.58	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	29.97	2167.74	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	1.16	1.11	-0.05
3.00	34.55	2166.32	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	2.58	3.20	0.62
4.00	59.95	2166.45	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	2.45	2.98	0.53
5.00	80.00	2166.57	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	2.33	2.79	0.46
6.00	110.37	2166.74	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	2.16	2.52	0.36
7.00	116.92	2166.99	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	1.91	2.14	0.23
8.00	127.23	2167.90	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	1.00	0.91	-0.09
9.00	136.36	2168.70	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	0.20	0.11	-0.09
10.00	156.78	2171.00	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	0.00	0.00	0.00
11.00	160.00	2171.00	989.80	250.00	2.58	233.16	126.99	100.00	0.26	2.83	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 71. Sección 0+720.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	X	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2170.30	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	26.59	2168.66	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	0.33	0.21	-0.12
3.00	32.47	2168.58	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	0.41	0.28	-0.13
4.00	33.86	2167.34	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	1.65	1.79	0.14
5.00	37.12	2166.31	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	2.68	3.41	0.73
6.00	56.61	2166.41	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	2.58	3.24	0.66
7.00	80.00	2166.54	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	2.45	3.02	0.57
8.00	100.39	2166.66	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	2.33	2.83	0.50
9.00	120.03	2167.41	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	1.58	1.69	0.11
10.00	130.18	2168.30	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	0.69	0.56	-0.13
11.00	132.37	2168.55	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	0.44	0.31	-0.13
12.00	154.11	2171.00	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	0.00	0.00	0.00
13.00	160.00	2171.00	989.80	250.00	2.68	221.82	114.93	100.00	0.26	2.88	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 72. Sección 0+740.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2171.02	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	21.03	2169.72	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	35.01	2169.53	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	36.23	2168.44	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	0.68	0.54	-0.14
5.00	38.29	2166.60	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	2.52	3.05	0.53
6.00	39.23	2166.30	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	2.82	3.55	0.73
7.00	80.00	2166.52	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	2.60	3.18	0.58
8.00	83.74	2166.54	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	2.58	3.15	0.57
9.00	90.40	2166.58	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	2.54	3.09	0.55
10.00	123.14	2167.83	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	1.29	1.26	-0.03
11.00	123.99	2167.91	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	1.21	1.15	-0.06
12.00	128.55	2168.42	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	0.70	0.55	-0.14
13.00	160.00	2171.97	989.80	250.00	2.82	213.49	99.25	100.00	0.26	2.78	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 73. Sección 0+760.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	X	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2170.06	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	27.69	2169.70	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	36.55	2169.90	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	38.55	2168.11	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	1.05	0.95	-0.10
5.00	39.09	2167.62	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	1.54	1.58	0.04
6.00	39.20	2167.53	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	1.63	1.70	0.07
7.00	40.63	2166.30	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	2.86	3.58	0.72
8.00	51.46	2166.25	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	2.91	3.67	0.76
9.00	80.00	2166.38	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	2.78	3.45	0.67
10.00	85.56	2166.40	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	2.76	3.42	0.66
11.00	96.58	2166.91	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	2.25	2.61	0.36
12.00	120.51	2167.81	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	1.35	1.32	-0.03
13.00	148.77	2171.00	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00
14.00	160.00	2171.00	989.80	250.00	2.91	211.25	95.09	100.00	0.26	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 74. Sección 0+780.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.82	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	35.10	2169.82	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	37.39	2169.87	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	37.45	2169.82	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	40.00	2167.63	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	1.55	1.58	0.04
6.00	41.55	2166.29	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	2.88	3.61	0.73
7.00	70.51	2166.16	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	3.01	3.83	0.82
8.00	80.00	2166.20	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	2.97	3.76	0.79
9.00	81.85	2166.21	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	2.96	3.75	0.79
10.00	106.29	2167.34	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	1.83	1.98	0.15
11.00	117.29	2167.75	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	1.42	1.41	-0.01
12.00	160.00	2170.73	989.80	250.00	3.01	215.26	99.51	100.00	0.26	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 75. Sección 0+800.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.75	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	29.27	2169.75	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	37.76	2169.69	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	40.00	2167.86	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	1.30	1.25	-0.04
5.00	40.81	2167.20	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	1.96	2.17	0.21
6.00	41.10	2166.88	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	2.28	2.64	0.36
7.00	41.66	2166.27	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	2.89	3.62	0.73
8.00	70.72	2166.14	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	3.02	3.84	0.82
9.00	80.00	2166.11	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	3.05	3.89	0.84
10.00	80.97	2166.11	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	3.05	3.89	0.84
11.00	109.85	2167.43	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	1.73	1.83	0.10
12.00	114.84	2167.68	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	1.48	1.49	0.01
13.00	160.00	2170.39	989.80	250.00	3.05	216.89	101.13	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 76. Sección 0+820.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.59	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	19.44	2169.59	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	39.25	2169.45	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	40.29	2168.59	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	0.57	0.42	-0.15
5.00	41.11	2167.70	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	1.46	1.46	0.00
6.00	42.45	2166.24	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	2.92	3.66	0.74
7.00	52.22	2166.20	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	2.96	3.72	0.76
8.00	80.00	2166.11	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	3.05	3.87	0.82
9.00	82.90	2166.10	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	3.06	3.89	0.83
10.00	94.05	2166.61	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	2.55	3.06	0.51
11.00	114.06	2167.61	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	1.55	1.58	0.03
12.00	160.00	2169.67	989.80	250.00	3.06	224.34	109.08	100.00	0.26	2.73	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 77. Sección 0+840.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.77	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	35.46	2169.36	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	39.56	2169.26	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	41.00	2167.67	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	1.47	1.47	0.00
5.00	41.39	2167.24	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	1.90	2.07	0.17
6.00	41.45	2167.18	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	1.96	2.16	0.20
7.00	41.71	2166.89	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	2.25	2.59	0.34
8.00	42.46	2166.24	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	2.90	3.63	0.73
9.00	76.28	2166.14	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	3.00	3.79	0.79
10.00	80.00	2166.12	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	3.02	3.83	0.81
11.00	84.51	2166.11	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	3.03	3.85	0.82
12.00	111.43	2167.45	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	1.69	1.77	0.08
13.00	113.45	2167.51	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	1.63	1.69	0.06
14.00	160.00	2169.31	989.80	250.00	3.03	229.55	115.81	100.00	0.26	2.73	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 78. Sección 0+860.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.73	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	25.89	2169.43	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	38.60	2169.14	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	39.42	2168.24	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	0.77	0.64	-0.13
5.00	41.68	2166.27	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	2.74	3.43	0.69
6.00	55.18	2166.23	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	2.78	3.50	0.72
7.00	80.00	2166.16	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	2.85	3.62	0.77
8.00	85.57	2166.14	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	2.87	3.65	0.78
9.00	98.94	2166.81	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	2.20	2.57	0.37
10.00	113.78	2167.23	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	1.78	1.94	0.16
11.00	127.87	2168.17	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	0.84	0.71	-0.12
12.00	160.00	2170.32	989.80	250.00	2.87	214.60	101.71	100.00	0.26	2.80	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 79. Sección 0+880.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.57	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	19.88	2169.45	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	22.98	2169.43	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	37.31	2169.09	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	38.71	2167.89	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	1.03	0.93	-0.10
6.00	40.01	2166.78	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	2.14	2.45	0.31
7.00	40.53	2166.30	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	2.62	3.20	0.58
8.00	80.00	2166.19	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	2.73	3.38	0.65
9.00	86.25	2166.17	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	2.75	3.41	0.66
10.00	86.63	2166.17	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	2.75	3.41	0.66
11.00	87.76	2166.20	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	2.72	3.36	0.64
12.00	114.12	2166.95	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	1.97	2.19	0.22
13.00	122.74	2167.71	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	1.21	1.14	-0.06
14.00	160.00	2171.01	989.80	250.00	2.75	213.97	98.81	100.00	0.26	2.76	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 80. Sección 0+900.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.49	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	19.00	2169.37	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	29.70	2169.29	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	35.47	2169.16	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	36.56	2168.22	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	0.67	0.52	-0.15
6.00	38.66	2166.31	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	2.58	3.11	0.53
7.00	58.05	2166.26	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	2.63	3.19	0.56
8.00	80.00	2166.19	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	2.70	3.31	0.61
9.00	87.93	2166.17	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	2.72	3.34	0.62
10.00	106.31	2166.64	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	2.25	2.60	0.35
11.00	112.91	2166.82	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	2.07	2.32	0.25
12.00	119.76	2168.25	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	0.64	0.50	-0.15
13.00	133.01	2171.00	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
14.00	140.00	2171.00	989.80	250.00	2.72	204.51	87.09	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 81. Sección 0 +920.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m ³ /s)	dm (m)	Yn (m)	A (m ²)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.41	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	12.08	2169.34	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	16.73	2169.29	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	17.80	2169.27	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	31.67	2169.17	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
6.00	33.16	2167.96	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	0.88	0.75	-0.13
7.00	34.84	2166.59	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	2.25	2.60	0.35
8.00	35.26	2166.30	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	2.54	3.05	0.51
9.00	56.35	2166.27	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	2.57	3.10	0.53
10.00	80.00	2166.20	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	2.64	3.21	0.57
11.00	89.23	2166.17	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	2.67	3.26	0.59
12.00	95.04	2166.32	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	2.52	3.02	0.50
13.00	111.06	2166.75	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	2.09	2.36	0.27
14.00	115.82	2168.04	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	0.80	0.66	-0.14
15.00	126.78	2171.00	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00
16.00	140.00	2171.00	989.80	250.00	2.67	203.96	86.70	100.00	0.26	2.74	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 82. Sección 0+940.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.42	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	11.86	2169.34	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	16.70	2169.28	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	18.02	2169.25	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	30.35	2169.13	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00
6.00	31.57	2168.07	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	0.63	0.49	-0.14
7.00	32.89	2166.92	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	1.78	1.95	0.17
8.00	33.77	2166.26	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	2.44	2.96	0.52
9.00	75.26	2166.15	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	2.55	3.14	0.59
10.00	80.00	2166.16	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	2.54	3.12	0.58
11.00	90.34	2166.18	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	2.52	3.09	0.57
12.00	105.95	2166.58	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	2.12	2.46	0.34
13.00	110.04	2166.54	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	2.16	2.52	0.36
14.00	113.26	2166.83	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	1.87	2.08	0.21
15.00	117.53	2167.96	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	0.74	0.60	-0.13
16.00	128.98	2171.00	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00
17.00	140.00	2171.00	989.80	250.00	2.55	203.14	89.45	100.00	0.26	2.82	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 83. Sección 0+960.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.38	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	3.77	2169.35	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	18.12	2169.19	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	22.06	2169.09	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	28.54	2169.03	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
6.00	29.88	2167.87	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	0.53	0.43	-0.10
7.00	32.13	2166.17	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	2.23	2.89	0.66
8.00	54.42	2166.11	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	2.29	2.99	0.70
9.00	80.00	2166.16	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	2.24	2.91	0.67
10.00	91.84	2166.19	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	2.21	2.85	0.64
11.00	100.69	2166.42	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	1.98	2.47	0.49
12.00	110.41	2166.33	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	2.07	2.62	0.55
13.00	118.06	2167.00	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	1.40	1.56	0.16
14.00	121.45	2167.90	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	0.50	0.40	-0.10
15.00	130.00	2170.17	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
16.00	140.00	2170.17	989.80	250.00	2.29	192.89	94.05	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 84. Sección 0 +980.00

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.32	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	19.55	2169.10	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	26.09	2168.94	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	26.73	2168.93	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	26.86	2168.82	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
6.00	29.14	2167.10	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	1.19	1.26	0.07
7.00	30.49	2166.08	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	2.21	2.85	0.64
8.00	33.59	2166.08	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	2.21	2.85	0.64
9.00	80.00	2166.17	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	2.12	2.70	0.58
10.00	93.34	2166.20	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	2.09	2.65	0.56
11.00	95.43	2166.25	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	2.04	2.57	0.53
12.00	110.77	2166.11	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	2.18	2.80	0.62
13.00	122.86	2167.17	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	1.12	1.16	0.04
14.00	130.00	2169.07	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00
15.00	140.00	2169.07	989.80	250.00	2.21	197.30	99.49	100.00	0.26	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente de elaboración propia

Tabla 85. Sección 0 +989.74

Punto	Coord X	Coord Y	Q (m3/s)	dm (m)	Yn (m)	A (m2)	T (m)	Tr (años)	x	o	β	Yo (m)	Ys (m)	Socavación (m)
1.00	0.00	2169.57	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	0.00	0.00	0.00
2.00	2.97	2169.54	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	0.00	0.00	0.00
3.00	16.48	2169.17	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	0.00	0.00	0.00
4.00	19.34	2169.08	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	0.00	0.00	0.00
5.00	19.59	2169.08	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	0.00	0.00	0.00
6.00	20.80	2169.03	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	0.00	0.00	0.00
7.00	24.81	2168.86	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	0.00	0.00	0.00
8.00	28.13	2166.56	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	2.00	2.17	0.17
9.00	29.60	2165.52	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	3.03	3.77	0.74
10.00	80.00	2166.02	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	2.53	2.97	0.44
11.00	91.18	2166.13	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	2.42	2.80	0.38
12.00	93.54	2166.14	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	2.41	2.78	0.37
13.00	94.24	2166.15	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	2.41	2.78	0.37
14.00	110.94	2166.01	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	2.54	2.99	0.45
15.00	110.96	2166.01	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	2.54	2.99	0.45
16.00	110.97	2166.01	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	2.54	2.98	0.44
17.00	125.20	2167.26	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	1.29	1.22	-0.07
18.00	130.00	2168.53	989.80	250.00	3.03	195.47	74.74	100.00	0.26	2.67	1.00	0.02	0.00	-0.01

Nota: Fuente de elaboración propia

De los resultados presentados en las tablas de las 51 secciones, dan un valor máximo de 2.61 m de profundidad de socavación, la misma que multiplicada por 1.5 veces para la determinación del colchón reno, hace un total de 3 915 m, por lo que fue necesario considerar un colchón reno de 4.00 m.

4.2.8. Diseño hidráulico de las defensas ribereñas.

Diseño de la defensa ribereña aguas arriba del puente colgante existente, en la margen izquierda $L = 970$ m.

Para el diseño de esta estructura hidráulica de gaviones ubicada en la margen izquierda 970 m aguas arriba del puente colgante, se tienen las características hidráulicas obtenidas del Cuadro de parámetros hidráulicos. Así mismo teniendo en cuenta la forma geométrica de las secciones transversales, fue necesario instalar un tipo de defensa ribereña en este tramo como a continuación se indica:

Muro Tipo I con terraplén de longitud igual a 970 y contrafuertes cada 25m.

Tabla 86. *Tabla de velocidades en el banco izquierdo*

River Sta	Prog (km)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)
51	0+000.00	2.37	6.97	2.58
50	0+020.00	2.88	6.86	2.83
49	0+040.00	3.30	7.01	2.98
48	0+060.00	3.32	5.52	2.60
47	0+080.00	3.23	4.46	2.47
46	0+100.00	3.49	4.59	2.61
45	0+120.00	4.09	5.07	2.55
44	0+140.00	3.35	4.60	2.60
43	0+160.00	3.68	4.66	2.69
42	0+180.00	3.72	4.71	2.83
41	0+200.00	3.85	4.79	2.75
40	0+220.00	3.61	4.53	2.59
39	0+240.00	3.83	4.93	2.93
38	0+260.00	3.74	5.03	2.83
37	0+280.00	3.71	4.79	2.66
36	0+300.00	3.73	4.79	2.53
35	0+320.00	3.81	4.89	2.55
34	0+340.00	3.42	4.70	2.44
33	0+360.00	3.15	4.26	2.22
32	0+380.00	3.04	4.19	2.01
31	0+400.00	2.90	4.13	1.99
30	0+420.00	2.57	4.08	1.98
29	0+440.00	2.64	4.10	1.97
28	0+460.00	2.69	4.20	1.87
27	0+480.00	2.93	4.21	1.88
26	0+500.00	3.20	4.21	2.16
25	0+520.00	3.09	4.23	2.36
24	0+540.00	2.81	4.24	2.13
23	0+560.00	3.01	4.23	2.19
22	0+580.00	2.06	4.14	1.47
21	0+600.00	1.59	4.19	1.71
20	0+620.00	1.78	4.14	2.35
19	0+640.00	1.84	4.06	2.16
18	0+660.00	2.32	4.29	1.96
17	0+680.00	2.44	4.41	2.01
16	0+700.00	1.81	4.43	1.68
15	0+720.00	1.13	4.52	0.98
14	0+740.00	1.08	4.67	1.33
13	0+760.00	1.42	4.80	2.02
12	0+780.00	1.80	4.80	2.04
11	0+800.00	1.60	4.81	2.07
10	0+820.00	1.53	4.75	2.08
9	0+840.00	1.53	4.71	2.13
8	0+860.00	1.08	4.70	1.49
7	0+880.00	1.40	4.75	1.87
6	0+900.00	1.08	4.86	1.25
5	0+920.00	1.32	4.88	1.43
4	0+940.00	1.07	4.89	1.40
3	0+960.00	1.08	5.14	1.22
2	0+980.00	1.90	5.07	2.07
1	0+989.74	2.35	5.21	3.91

De la tabla 86 de velocidades, se observa que la velocidad máxima en el banco izquierdo es igual a 4.09 m/s, para lo cual, será necesario instalar el gavión con las siguientes características:

Gavión caja de 0.50 m de altura, para el colchón reno.

Gaviones caja fuerte distribuidos, que alcancen una altura de 4.0 m, debido a que la altura máxima alcanzada cuando se transita el caudal máximo es 3.06m.

Los gaviones caja deben ser plastificados.

El diámetro de las piedras de relleno debe tener una granulometría entre 120 @ 250 mm, con un D50 igual a 190 mm.

La máxima socavación generalizada como se muestra en los cuadros de socavación.

4.2.9. Transporte de sedimentos en el tramo en estudio.

El parámetro de Shields a partir de su gráfico propuesto es igual a 0.06, considerando que este tiende a ser constante y no depende ya del número de Reynolds. El esfuerzo de corte crítico de iniciación de movimiento para cada uno de los diámetros encontrados en el tramo de estudio del río Mantaro, es como se indica a continuación

- $D = 0.10 \text{ m}, (\tau_o)_c = 99 \text{ N/m}^2.$
- $D = 0.15 \text{ m}, (\tau_o)_c = 148.5 \text{ N/m}^2.$

- $D = 0.20 \text{ m}, (\tau_o)_c = 198 \text{ N/m}^2$
- $D = 0.25 \text{ m}, (\tau_o)_c = 247.5 \text{ N/m}^2$
- $D = 0.50 \text{ m}, (\tau_o)_c = 495 \text{ N/m}^2$

Tabla 87. Tabla de esfuerzos máximos

River Sta	Prog (km)	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)
51	0+000.00	75.91	383.34	86.29
50	0+020.00	98.99	363.56	96.30
49	0+040.00	118.96	367.29	102.04
48	0+060.00	102.27	219.73	70.89
47	0+080.00	82.01	133.29	54.77
46	0+100.00	92.55	139.75	60.04
45	0+120.00	126.68	174.72	62.33
44	0+140.00	87.09	139.99	59.60
43	0+160.00	100.07	142.76	62.48
42	0+180.00	102.55	145.95	68.13
41	0+200.00	111.58	155.07	67.52
40	0+220.00	97.72	137.49	59.44
39	0+240.00	117.43	171.88	78.56
38	0+260.00	116.79	182.09	76.81
37	0+280.00	109.89	161.63	66.80
36	0+300.00	110.43	161.08	61.59
35	0+320.00	117.05	170.33	63.98
34	0+340.00	98.16	157.90	59.28
33	0+360.00	81.16	127.75	48.16
32	0+380.00	77.38	124.82	41.67
31	0+400.00	72.17	122.39	40.95
30	0+420.00	60.57	121.20	41.13
29	0+440.00	62.64	121.40	40.33
28	0+460.00	65.04	126.50	37.65
27	0+480.00	73.59	127.13	38.05
26	0+500.00	84.16	127.15	46.62
25	0+520.00	80.01	128.14	53.30

River Sta	Prog (km)	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)
24	0+540.00	68.90	127.61	45.51
23	0+560.00	076.79	127.84	47.68
22	0+580.00	43.59	124.01	26.19
21	0+600.00	29.47	126.65	33.05
20	0+620.00	34.10	120.74	51.59
19	0+640.00	34.62	114.03	44.13
18	0+660.00	50.57	126.97	39.18
17	0+680.00	54.11	131.76	40.66
16	0+700.00	34.59	133.03	30.90
15	0+720.00	17.31	139.46	14.00
14	0+740.00	16.41	146.80	22.38
13	0+760.00	24.17	150.92	41.29
12	0+780.00	34.13	148.88	41.29
11	0+800.00	28.55	148.19	41.90
10	0+820.00	26.30	143.32	41.64
9	0+840.00	26.07	141.21	43.11
8	0+860.00	16.26	146.52	26.20
7	0+880.00	23.71	147.94	36.54
6	0+900.00	16.35	155.49	20.35
5	0+920.00	22.03	156.52	24.93
4	0+940.00	16.25	159.54	24.31
3	0+960.00	17.50	182.88	21.11
2	0+980.00	40.94	178.05	46.60
1	0+989.74	52.22	172.09	111.79

Nota: Fuente de elaboración propia

De la Tabla 87 se puede observar que el máximo esfuerzo de corte presentado en la margen Izquierda del Río Mantaro, adyacente a la defensa ribereña proyectada es igual a 126.68N/m2. Este esfuerzo de corte, presentado cuando se transita la máxima avenida, según los resultados de esfuerzos de corte critico de iniciación de movimiento mediante la fórmula de Shields, puede mover partículas superiores a 0.15 m y eventualmente partículas de 0.30 m.

4.3. Prueba de hipótesis

Para contrastar las hipótesis formuladas se realiza la siguiente interpretación:

¿Cuáles son las características hidrológicas de la cuenca que afectan la estabilidad de las riberas en Chaipara?

El nivel del caudal ha rebasado la altura del bordo natural de la cuenca especialmente en los 970 m. el material que compone el bordo natural son gravas y arenas que no controlan el esfuerzo de corte del caudal del río.

¿Qué zonas de la ribera en Chaipara son las más vulnerables a la erosión y requieren mayor protección mediante estructuras de gaviones?

Después de identificar las áreas más críticas donde la erosión es más intensa y las infraestructuras están en mayor riesgo y utilizando el HEC-RAS 4.0, se puede observar que la margen izquierda del Río Mantaro, queda inundada cuando transita el caudal de diseño, considerando necesario la instalación de una defensa ribereña en una longitud de 970 m.

¿Cuál es la capacidad estructural y resistencia que deben tener los gaviones en Chaipara para soportar las fuerzas hidrodinámicas y prevenir la socavación durante eventos extremos de crecida?

El diseño de los gaviones, determinando su tamaño, material y distribución, asegurando que sean capaces de resistir las presiones ejercidas por el flujo del río y los sedimentos, se han determinado teniendo en cuenta las velocidades, esfuerzos de corte y altura de agua sobre la línea del thalweg, así como la altura a presentarse en las márgenes donde se instalaran las defensas ribereñas, se ha elegido estructuras hidráulicas de gaviones.

¿Cómo afecta la sedimentación en el cauce del río a la eficacia de las estructuras de gaviones y cómo debe tenerse en cuenta en el diseño?

Se trata de analizar el impacto de la dinámica de sedimentos, ya que esta puede alterar el flujo y la estabilidad de las estructuras, lo que requerirá consideraciones especiales en el diseño de los gaviones para mantener su funcionalidad, en nuestro estudio se ha determinado el máximo esfuerzo de corte presentado en la margen

Izquierda del Río Mantaro, adyacente a la defensa ribereña proyectada es igual a 126.68 N/m². Este esfuerzo de corte, presentado cuando se transita la máxima avenida, según los resultados de esfuerzos de corte crítico de iniciación de movimiento mediante la fórmula de Shields, puede mover partículas superiores a 0.15 m y eventualmente partículas de 0.30 m. que afecta a la eficacia de las estructuras de gaviones, debiéndose realizar un control de la sedimentación.

4.4. Discusión de resultados

Los hallazgos de este estudio muestran un contraste significativo con lo planteado por Tapia (2012), quien asocia densidades de drenaje bajas con eventos torrenciales de menor magnitud y bajo poder erosivo. En nuestra zona de estudio, por el contrario, se identificó un nivel de erosión alto que detona inundaciones recurrentes durante las temporadas de lluvia; este escenario coincide con la identificación de puntos críticos realizada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en la cuenca del Mantaro. Según la ANA (2021), estas zonas son altamente vulnerables debido a la susceptibilidad a desbordes y erosión de riberas, lo que valida nuestra observación de campo sobre el alto impacto erosivo a pesar de las características geomorfológicas teóricas.

Respecto a la variable hídrica, el Ministerio de Agricultura (2017) estimó para la cuenca del Mantaro valores de precipitación mediante correlaciones de 873.6 mm y una precipitación real de 670.8 mm. Esta variabilidad es monitoreada actualmente por el observatorio del Agua Mantaro de la ANA (2024), el cual utiliza modelos hidrológicos como el WEAP para gestionar la oferta y demanda hídrica en tiempo real.

Finalmente, coincidimos con las advertencias de Montesinos et al. (2023) sobre la fragilidad de los diseños de ingeniería basados en series temporales cortas o redes de monitoreo escasas. Nuestra investigación enfrenta una limitación similar, pues la

ausencia de estaciones meteorológicas dentro de la cuenca estudiada obliga a trabajar con un margen de incertidumbre. Al respecto, la ANA subraya la importancia de fortalecer la red de monitoreo y utilizar sistemas como el SAMAQ para la alerta temprana ante la activación de quebradas y huaicos, herramientas que intentan suplir la falta de datos históricos robustos en zonas críticas.

CONCLUSIONES

1. El análisis hidrológico en Chaipara es esencial para el diseño eficiente de estructuras de gaviones que protejan las riberas del río contra la erosión y las crecidas. Al identificar las áreas críticas y modelar el comportamiento del flujo de agua, se puede diseñar una solución sostenible que garantice la seguridad de las infraestructuras cercanas y de la población.
2. El periodo de retorno a considerar para la defensa ribereña de la comunidad de Chaipara, será de 100 años, para cuyo caso como se observa en el cuadro anterior el caudal de diseño es igual a 989.80 m³/s.
3. Aplicando la formula de Abt, el coeficiente de rugosidad de manning se obtiene igual a 0.0206. Con el programa HEC-RAS 4.0, en el que se puede observar claramente que la margen izquierda del Río Mantaro, queda inundada cuando se transita el caudal de diseño, considerando necesario la instalación de una defensa ribereña en una longitud de 970 m.
4. Se observa que se presentan velocidades aceptables para considerar una estructura de gaviones, en ambas márgenes del Río Mantaro.
5. Se ha propuesto la instalación de colchones reno y gaviones caja fuerte, que permitan soportar las velocidades presentadas cuando se genera el caudal de máximas avenidas en el Río Mantaro.
6. Teniendo en cuenta las velocidades, esfuerzos de corte y altura de agua sobre la línea del thalweg, así como la altura a presentarse en las márgenes donde se instalarán las defensas ribereñas, se ha elegido estructuras hidráulicas de gaviones.
7. La velocidad máxima en el banco izquierdo es igual a 4.09 m/s permite diseñar el gavión con las siguientes especificaciones técnicas:

El Gavión caja de 0.50 m de altura, para el colchón reno.gaviones caja fuerte distribuidos, que alcancen una altura de 4.0 m, debido a que la altura máxima alcanzada cuando se transita el caudal máximo es 3.06m.

- Los gaviones caja deben ser plastificados.
 - El diámetro de las piedras de relleno debe tener una granulometría entre 120 @ 250 mm, con un D50 igual a 190 mm.
8. La máxima socavación generalizada como se muestra en los cuadros de socavación para el tramo en estudio es igual a 2.61 m. Maccaferri recomienda considerar 1.5 veces la profundidad de socavación, por lo tanto, se tendrá un colchón reno de 4.0 m de ancho.
 9. Así mismo es necesario colocar un geotextil MACTEX MT 200, que garantice que las partículas que se encuentren por detrás del gavión no sean erosionadas.
 10. El análisis de estabilidad se realizó mediante el programa MACSTARS2000, para una sección típica. Se presenta en el anexo correspondiente a Hidráulica fluvial, para una situación pseudo estática, en la que se obtienen resultados aceptables de factores
 11. de seguridad al deslizamiento y al vuelco mayores que 1.5 m.
 12. El máximo esfuerzo de corte presentado en la margen izquierda del Río Mantaro, adyacente a la defensa ribereña proyectada es igual a 126.68 N/m².

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda los datos hidrológicos históricos son útiles, pero es fundamental actualizar la información en tiempo real para prevenir posibles fallas en el sistema de defensa, por lo que se recomienda implementar un sistema permanente de monitoreo de precipitaciones, caudales y niveles del río.
2. Se recomienda que las estructuras de gaviones pueden degradarse por efectos mecánicos o químicos (corrosión del alambre, desplazamiento de piedras), por lo que su revisión periódica y mantenimiento cada seis meses es esencial para garantizar su funcionalidad,
3. Para prevenir la socavación en la base y asegurar mayor estabilidad, especialmente ante caudales con alta velocidad (4.09 m/s), se recomienda colocar una protección complementaria del pie del gavión como colchones de reno o geotextiles en la base del muro de gaviones.
4. La modificación del cauce puede alterar hábitats acuáticos, por lo que es necesario mitigar impactos negativos colaterales se debe realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) simplificado para verificar posibles alteraciones al ecosistema fluvial.
5. La participación activa de la comunidad mejora la sostenibilidad de las obras y permite una respuesta rápida ante signos de deterioro, es fundamental realizar capacitación a la comunidad local sobre la importancia del sistema de protección y su mantenimiento básico.
6. se recomienda para asegurar que el diseño tenga un margen de seguridad ante eventos climáticos extraordinarios o cambios por el cambio climático, se debe utilizar modelos hidráulicos avanzados para simular caudales extremos (eventos mayores al periodo de retorno considerado).

7. Se debe implementar una base de datos técnica bien documentada actualizada de todos los cálculos estructurales, hidrológicos y de estabilidad, que permitan futuras ampliaciones o mejoras sin realizar un análisis desde cero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio, F. 1997. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Editorial Limusa. México 302 p.
- Arias, M. 2010. Modelación de crecidas glaciares a distintas escalas de tiempo en los ríos Humboldt y los Crespos a partir de la meteorología del volcán Antisana. Disponible en: http://www.epn.edu.ec/epnsenacyt/documents/mar_magister.pdf.
- Chow, V. T., Maidment, D. R. y L. Mays. 1994. Hidrología Aplicada. Ediciones McGraw-Hill. (Digital). Santa Fé, Colombia. 583 p.
- CISP. 2005. Guía para la Activación del Sistema de Alerta Temprana en la Cuenca del Río Quevedo. Cantones Quevedo y Mocache, Provincia de Los Ríos. Comitato Internazionale per lo Sviluppo Dei Popoli. Disponible en: <http://www.desaprender.org/tools/guia-paraactivacion-del-sistema-de-alerta-temprana-sat-en-la-cuenca-del-río-quevedo-cantonesquevedo-y-mocache-provincia-los-ríos>.
- Clair, E. 2011. Curso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Maestría en Geomática FI – FCAG. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 89 p.
- Dumont, J., Santana E., Soledispa, B. y A. King. 2007. El Islote El Palmar, Resultado de una Evolución de Largo Plazo de la Distribución del Drenaje entre los Ríos Daule y Babahoyo en el Cuenca del Guayas. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 14, No.1. Disponible en: <http://www.oceandocs.net/bitstream/1834/2366/1/El%20Islote%20El%20Palmar,%20resultado%20de%20una%20evoluci%C3%B3n%20a%20largo%20plazo.....pdf>.
- EFFICACITAS. 2009. Línea de Transmisión Eléctrica y Subestación para la Central Hidroeléctrica Baba-Proyecto Multipropósito Baba. Quito. 165 pp. Disponible en <http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/EIA%20Linea%20de%20230%20KV%20y%20Subestaci%C3%B3n%20Baba.pdf>. Feldman, A. 2000. Hydrologic Modeling System

- HEC-HMS. Technical Reference Manual. Disponible en:
<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation.html>.
- Flores, H., Martínez, M., Oropeza, J. L., Mejía, E. y R. Carrillo. 2003. Integración de la EUPS a un SIG para Estimar la Erosión Hídrica del Suelo en una Cuenca Hidrográfica de Tepatitlán, Jalisco, México. TERRA Latinoamericana, vol.21, num2, pp. 233-244. Disponible en:
<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57315595010>.
- Oñate, F. y Aguilar, G. 2003. Aplicación del modelo SWAT para la estimación de caudales y sedimentos en la cuenca alta del Río Catamayo. Disponible en:
http://www.fronate.pro.ec/fronate/wp-content/media/2006/10/swat_catamayo.pdf.
- Gaspari, F., Sinisterra, G., Delgado, M., Rodríguez, A. y S. Besterio. 2009. Manual de Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. Primera Edición. La Plata. 321 p.
- Gonzales, A., Acosta, J. y S. Andrade. 2008. Evaluación de las Inundaciones de la Cuenca baja del Guayas, Datos y Manejo. CLIRSEN. Quito. Disponible en:
<http://www.secsuelo.org/PDF%20todo%20simposio/PDF%20Plenaria/6.%20Ing.%20Augusto%20Gonzalez.pdf>.
- Granja, C. 2010. Estudio de Impacto Ambiental Definitivo de la L/T Milagro - Machala a 230 kv. Disponible en:
http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/files/capitulo%203%20linea%20base.pdf
- Hämmerly, R., Tardivo, R., Giacosa, R., Paoli C., Cacik P., y C. Inglese. 2006. Modelización Hidrológica con SIG. Contribuciones en su difusión y aplicación. Universidad Nacional del Litoral. Ediciones UNL. 35 p.
- HASKONING y CEDEGE. 1990. Estudios de Factibilidad y Diseño del Control de Inundaciones de la Cuenca Baja del Guayas. Convenio de Cooperación Técnica HolandaEcuador. HASKONING, Consultora Real Holandesa de Ingenieros y

- Arquitectos-CEDEGE, Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas. Anexo F Aspectos Sociales; Anexo M Plan Maestro. Guayaquil. (Digital).
- Henao, J. E. 1988. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Santo Tomas. Centro de enseñanza desescolarizada. Bogotá. 1988. 396 p.
- Linsley, R., Kohler, M., y J. Paulhus. 1993. Hidrología para Ingenieros. Segunda Edición. McGraw Hill. México, D.F. 386 p.
- López Cadena de Llano, F. 1998. Restauración hidrológica forestal y control de la erosión. Ingeniería Ambiental. Tragsa-Tragsatec. Ministerio del Medio Ambiente, Ediciones Mundiprensa, Madrid, España. 945 p.
- MAE. 2010. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec>. Mena, S. 2010. Evolución de la Dinámica de los escurrimientos en zonas de alta montaña: caso del volcán Antisana. Disponible en: www.dspace.espol.edu.ec/.../6083/.../CAPITULO%203.-CAUDAL.doc
- Michelena, R. 2011. Erosión Hídrica. Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Nacional de La Rioja. MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2000. Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en la Cuenca Baja del Río Guayas y Golfo Interior de Guayaquil. Disponible en: <http://www.bibliotecaonu.org.ec/ResultsPreli.aspx?Code=422>.
- Mintegui, J. A. 1988. Análisis de la influencia del relieve en la erosión hídrica. Hipótesis de estudio para correlacionar la pendiente con la longitud del declive en un terreno. V Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Pp: 2229-2245. Madrid.
- Ministerio de Agricultura (2017) Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del río Mala. Perú. Montesinos C., W. Lavado, N. Quijada, L. Gutiérrez y O. Felipe (2023), Desarrollo de curvas pluviométricas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) en Perú - SENAMHI

- Montoya, Á. 2010. Apuntes de clase del curso de Hidrología. 50 p. Moreno, A., Cañada, R., Cervera, B., Fernández, F., Gómez, N., Martínez, P., Prieto, M., Rodríguez, J. y M. Vidal. Sistemas y Análisis de la Información Geográfica. 2008. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS. Alfaomega Grupo Editor, S.A. México. 940 p.
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Williams, J.R. y K.W. King. 2002. Soil and Water Assessment Tool. Theoretical Documentation. Versión 2000. Disponible en: <http://swatmodel.tamu.edu/documentation>.
- Silva, M., Alvear, C. y J. Carpio. 2005. Modelación Hidrológica para pronóstico de caudales mediante la aplicación del paquete HEC-HMS ® en la cuenca del Río Paute. Disponible en: <http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/2090/1/T-ESPE-014940.pdf>
- Tapia, J. C., (2012) Modelización hidrológica de un área experimental en la cuenca del Río Guayas en la producción de caudales y sedimentos. Tesis Maestría
- Torres-Benites, E., Fernández-Reynoso, D., Oropeza-Mota, J., y E. Mejía-Sáenz. 2004. Calibración del Modelo Hidrológico SWAT en la Cuenca “El Tejocote”, Atlacomulco, Estado de México. México. (en línea). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57311096007>.
- Irurtia, C., Cruzate, G. y F. Gaspari. 2007. Aplicación de la USLE en la Provincia de Buenos Aires para establecer Tasas de Erosión Hídrica: guía de divulgación técnica. Primera edición. Buenos Aires. 25 pp.

ANEXOS



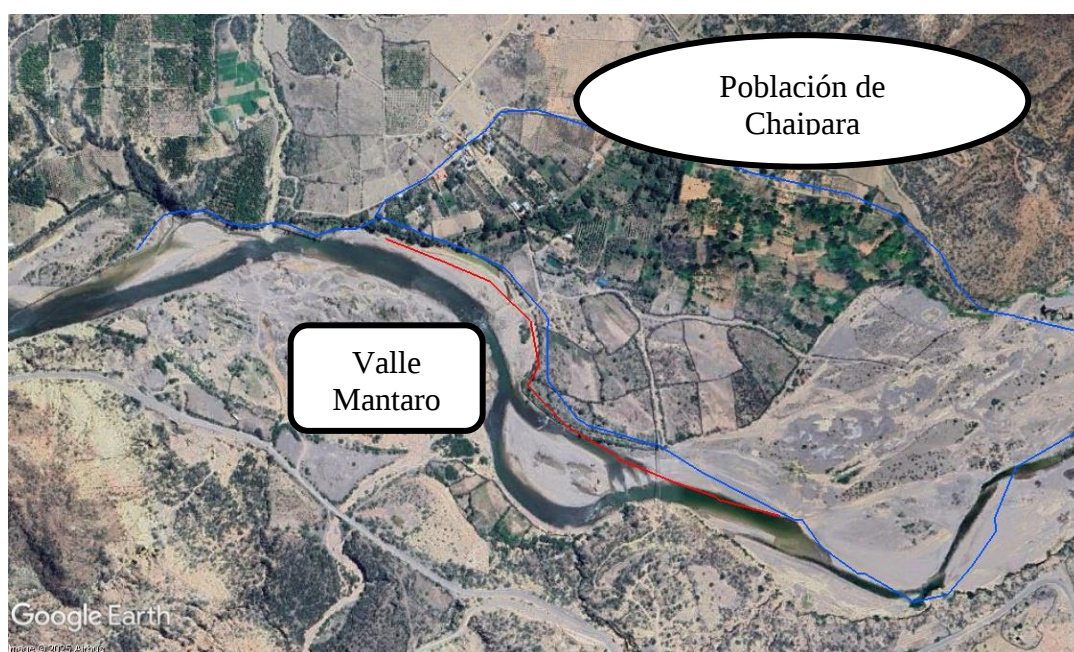
ANEXO N° 01: Instrumentos de recolección de datos (Estación Total utilizado en el levantamiento topográfico).



ANEXO N° 02: Área a recuperar con la defensa ribereña con gaviones.



ANEXO N.º 03: Inicio de planteamiento de defensa ribereña, en margen Izquierdo del Río Mantaro (Valle Chaipara – La Merced – Ccasir)



ANEXO N.º 04: Imagen satelital de la zona de estudio de Chaipara.