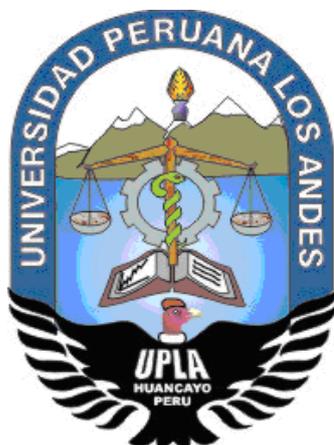


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DEL PELIGRO A INUNDACIÓN DEL RÍO
CHANCHAMAYO, SECTOR SAN CARLOS – REGIÓN JUNÍN**

Línea de investigación institucional:

Salud y gestión de la salud.

PRESENTADO POR:

BACH. PERCY LUIS HUALLULLO CASAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2020

Ing. Jeannelle Sofía Herrera Montes.

Asesora

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi abuelo, el Sr. Fidencio Casas Lazo por su apoyo incondicional en mi formación tanto humana como profesional.

Percy Luis Huallullo Casas.

Agradecimiento

A Dios y a mi familia, en especial a mi madre por el apoyo brindado.

Percy Luis Huallullo Casas.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López.
Presidente

Mg. Henry Pautrat Egoavil
Jurado

Ing. Rando Porras Olarte
Jurado

Ing. Christian Mallaupoma Reyes
Jurado

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.
Secretario docente

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I	21
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.1. Planteamiento del problema	21
1.2. Formulación y sistematización del problema	22
1.2.1. Problema general	22
1.2.2. Problemas específicos	23
1.3. Justificación	23
1.3.1. Social o práctica	23
1.3.2. Metodológica	23
1.4. Delimitaciones	23
1.4.1. Espacial	23
1.4.2. Temporal	24
1.4.3. Económica	24
1.5. Limitaciones	24
1.6. Objetivos	25
1.6.1. Objetivo general	25
1.6.2. Objetivos específicos	25
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO	26
2.1. Antecedentes	26
2.1.1. Antecedentes internacionales	26
2.1.2. Antecedentes nacionales	28
2.2. Marco conceptual	30
2.2.1. Caudal máximo	30
2.2.2. Simulación de caudales máximos	30
2.2.3. Morfometría de cuencas hidrográficas	31
	vi

2.2.4. Curva Intensidad – Duración – Frecuencia	32
2.2.5. Tiempo de concentración	32
2.2.6. Hietograma de diseño: método del bloque alterno	33
2.2.7. Peligro a inundación	34
2.2.8. Método SCS para abstracciones	35
2.2.9. Número curva	37
2.3. Definición de términos	38
2.4. Hipótesis	39
2.4.1. Hipótesis general	39
2.4.2. Hipótesis específicas	39
2.5. Variables	39
2.5.1. Definición conceptual de las variables	39
2.5.2. Definición operacional de las variables	40
2.5.3. Operacionalización de las variables	41
CAPÍTULO III	42
METODOLOGÍA	42
3.1. Método investigación	42
3.2. Tipo de investigación	42
3.3. Nivel de investigación	43
3.4. Diseño de investigación	43
3.5. Población y muestra	43
3.5.1. Población	43
3.5.2. Muestra	43
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
3.6.1. Observación directa	43
3.6.2. Análisis de documentos	44
3.7. Procedimiento de la investigación	44
3.7.1. Para el cálculo del caudal máximo	44
3.7.2. Para la determinación del peligro a inundación	47
3.8. Procesamiento de la información	47
3.9. Técnicas y análisis de datos	47
CAPÍTULO IV	48

RESULTADOS	48
4.1. Caudal máximo según diferentes periodos de retorno del río Chanchamayo	48
4.1.1. Morfometría de subcuencas e intercuenca	48
4.1.2. Uso de suelos	53
4.1.3. Número curva	57
4.1.4. Curva I – D – F	61
4.1.5. Tiempo de concentración	70
4.1.6. Hietograma	71
4.1.7. Caudales generados	110
4.2. Velocidad del caudal máximo del río Chanchamayo	112
4.3. Tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo	112
4.4. Peligro a inundación	114
CAPÍTULO V	117
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	117
5.1. Peligro a inundación y Caudal máximo.	117
5.2. Caudal máximo según diferentes periodos de retorno del río Chanchamayo	118
5.3. Velocidades del caudal máximo del río Chanchamayo	119
5.4. Tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo	120
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES	122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
ANEXOS	126
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	127
ANEXO N° 02: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS	129
ANEXO N° 03: MODELAMIENTO EN HEC – HMS	137
ANEXO N° 04: MODELAMIENTO EN HEC – RAS	141
ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO	160
ANEXO N° 06: PLANOS	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Forma de la cuenca de acuerdo al coeficiente de compacidad.	31
Tabla 2. Manejo integral de aguas pluviales.	34
Tabla 3. Nivel de intensidad del peligro.	35
Tabla 4. Número de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad $I = 0.2S$).	37
Tabla 5. Operacionalización de variables.	41
Tabla 6. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Tulumayo.	48
Tabla 7. Parámetros morfométricos de la intercuenca del río Chanchamayo.	49
Tabla 8. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Seco.	49
Tabla 9. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Ricrán.	50
Tabla 10. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Palcamayo.	50
Tabla 11. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Palca.	51
Tabla 12. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Oxabamba.	51
Tabla 13. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Mollucro.	52
Tabla 14. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Huasahuasi.	52
Tabla 15. Uso de suelos en la subcuenca del río Tulumayo.	53
Tabla 16. Uso de suelos de la intercuenca del río Chanchamayo.	53
Tabla 17. Uso de suelos en la subcuenca del río Seco.	54
Tabla 18. Uso de suelos en la subcuenca del río Ricrán.	54
Tabla 19. Uso de suelos en la subcuenca del río Palcamayo.	55
Tabla 20. Uso de suelos en la subcuenca del río Palca.	55
Tabla 21. Uso de suelos en la subcuenca del río Oxabamba.	56
Tabla 22. Uso de suelos en la subcuenca del río Mollucro.	56
Tabla 23. Uso de suelos en la subcuenca del río Huasahuasi.	57
Tabla 24. Número curva de la subcuenca del río Tulumayo.	57
Tabla 25. Número curva de la intercuenca del río Chanchamayo.	58
Tabla 26. Número curva de la subcuenca del río Seco.	58
Tabla 27. Número curva de la subcuenca del río Ricrán.	58
Tabla 28. Número curva de la subcuenca del río Palcamayo.	59
Tabla 29. Número curva de la subcuenca del río Palca.	59
Tabla 30. Número curva de la subcuenca del río Oxabamba.	60

Tabla 31. Número curva de la subcuenca del río Mollucro.	60
Tabla 32. Número curva de la subcuenca del río Huasahuasi.	61
Tabla 33. Curva IDF de la subcuenca del río Tulumayo.	61
Tabla 34. Curva IDF de la intercuenca del río Chanchamayo.	62
Tabla 35. Curva IDF de la subcuenca del río Seco.	63
Tabla 36. Curva IDF de la subcuenca del río Ricrán.	64
Tabla 37. Curva IDF de la subcuenca del río Palcamayo.	65
Tabla 38. Curva IDF de la subcuenca del río Palca.	66
Tabla 39. Curva IDF de la subcuenca del río Oxabamba.	67
Tabla 40. Curva IDF de la subcuenca del río Mollucro.	68
Tabla 41. Curva IDF de la subcuenca del río Huasahuasi.	69
Tabla 42. Tiempo de concentración.	70
Tabla 43. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Tulumayo.	71
Tabla 44. Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Tulumayo.	71
Tabla 45. Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Tulumayo.	72
Tabla 46. Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Tulumayo.	73
Tabla 47. Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Tulumayo.	73
Tabla 48. Periodo de retorno 5 años de la intercuenca del río Chanchamayo.	74
Tabla 49. Periodo de retorno 10 años intercuenca del río Chanchamayo.	75
Tabla 50. Periodo de retorno 25 años intercuenca del río Chanchamayo.	76
Tabla 51. Periodo de retorno 50 años intercuenca del río Chanchamayo.	76
Tabla 52. Periodo de retorno 100 años intercuenca del río Chanchamayo.	77
Tabla 53. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Seco.	78
Tabla 54. Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Seco.	79
Tabla 55. Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Seco.	80
Tabla 56. Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Seco.	80
Tabla 57. Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Seco.	81
Tabla 58. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Ricrán.	82
Tabla 59. Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Ricrán.	83
Tabla 60. Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Ricrán.	83
Tabla 61. Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Ricrán.	84
Tabla 62. Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Ricrán.	85

Tabla 63. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Palcamayo.	86
Tabla 64. Periodo de retorno 10 años de la subcuenca del río Palcamayo.	87
Tabla 65. Periodo de retorno 25 años de la subcuenca del río Palcamayo.	88
Tabla 66. Periodo de retorno 50 años de la subcuenca del río Palcamayo.	89
Tabla 67. Periodo de retorno 100 años de la subcuenca del río Palcamayo.	90
Tabla 68. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Palca.	91
Tabla 69. Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Palca.	92
Tabla 70. Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Palca.	93
Tabla 71. Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Palca.	94
Tabla 72. Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Palca.	95
Tabla 73. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Oxabamba.	96
Tabla 74. Periodo de retorno 10 años de la subcuenca del río Oxabamba.	97
Tabla 75. Periodo de retorno 25 años de la subcuenca del río Oxabamba.	98
Tabla 76. Periodo de retorno 50 años de la subcuenca del río Oxabamba.	99
Tabla 77. Periodo de retorno 100 años de la subcuenca del río Oxabamba.	100
Tabla 78. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Mollucro.	101
Tabla 79. Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Mollucro.	102
Tabla 80. Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Mollucro.	103
Tabla 81. Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Mollucro.	104
Tabla 82. Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Mollucro.	104
Tabla 83. Periodo de retorno 5 años de la subcuenca del río Huasahuasi.	105
Tabla 84. Periodo de retorno 10 años de la subcuenca del río Huasahuasi.	106
Tabla 85. Periodo de retorno 25 años de la subcuenca del río Huasahuasi.	107
Tabla 86. Periodo de retorno 50 años de la subcuenca del río Huasahuasi.	108
Tabla 87. Periodo de retorno 100 años de la subcuenca del río Huasahuasi.	109
Tabla 88. Caudales generados río Chanchamayo según periodo de retorno.	110
Tabla 89. Velocidades en el cauce.	112
Tabla 90. Tirantes según progresiva en el área de estudio.	112
Tabla 91. Peligro a inundación en cada margen del río Chanchamayo.	114
Tabla 92. Precipitación máxima horaria, estación meteorológica Comas.	130
Tabla 93. Precipitación máxima horaria, estación Huasahuasi.	131
Tabla 94. Precipitación máxima horaria, estación Ricrán.	132

Tabla 95. Precipitación máxima horaria, estación San Eloy de Singayac.	134
Tabla 96. Precipitación máxima horaria, estación meteorológica Tarma.	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del estudio.	24
Figura 2. Variables del método SCS para abstracciones.	36
Figura 3. Curva IDF de la subcuenca del río Tulumayo.	62
Figura 4. Curva IDF de la intercuenca del río Chanchamayo.	63
Figura 5. Curva IDF de la subcuenca del río Seco.	64
Figura 6. Curva IDF de la subcuenca del río Ricrán.	65
Figura 7. Curva IDF de la subcuenca del río Palcamayo.	66
Figura 8. Curva IDF de la subcuenca del río Palca.	67
Figura 9. Curva IDF de la subcuenca del río Oxabamba.	68
Figura 10. Curva IDF de la subcuenca del río Mollucro.	69
Figura 11. Curva IDF de la subcuenca del río Huasahuasi.	70
Figura 12. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Tulumayo.	71
Figura 13. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Tulumayo.	72
Figura 14. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Tulumayo.	72
Figura 15. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Tulumayo.	73
Figura 16. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Tulumayo.	74
Figura 17. Periodo de retorno de 5 años, intercuenca del río Chanchamayo.	75
Figura 18. Periodo de retorno de 10 años, intercuenca del río Chanchamayo.	75
Figura 19. Periodo de retorno de 25 años, intercuenca del río Chanchamayo.	76
Figura 20. Periodo de retorno de 50 años, intercuenca del río Chanchamayo.	77
Figura 21. Periodo de retorno 100 años, intercuenca del río Chanchamayo.	78
Figura 22. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Seco.	79
Figura 23. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Seco	79
Figura 24. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Seco.	80
Figura 25. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Seco.	81
Figura 26. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Seco.	81
Figura 27. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Ricrán.	82
Figura 28. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Ricrán.	83
Figura 29. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Ricrán.	84
Figura 30. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Ricrán.	85
Figura 31. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Ricrán.	86

Figura 32. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Palcamayo.	87
Figura 33. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Palcamayo.	88
Figura 34. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Palcamayo.	89
Figura 35. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Palcamayo.	90
Figura 36. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Palcamayo.	91
Figura 37. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Palca.	92
Figura 38. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Palca.	93
Figura 39. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Palca.	94
Figura 40. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Palca.	95
Figura 41. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Palca.	96
Figura 42. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Oxabamba.	97
Figura 43. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Oxabamba.	98
Figura 44. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Oxabamba.	99
Figura 45. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Oxabamba.	100
Figura 46. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Oxabamba.	101
Figura 47. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Mollucro.	102
Figura 48. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Mollucro.	103
Figura 49. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Mollucro.	103
Figura 50. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Mollucro.	104
Figura 51. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Mollucro.	105
Figura 52. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Huasahuasi.	106
Figura 53. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Huasahuasi.	107
Figura 54. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Huasahuasi.	108
Figura 55. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Huasahuasi.	109
Figura 56. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Huasahuasi.	110
Figura 57. Caudales del río Chanchamayo según periodo de retorno.	111
Figura 58. Vista general del modelo del planteamiento en HEC – HMS.	138
Figura 59. Datos en subcuencas: características, pérdidas, transformación y caudal base.	138
Figura 60. Ingreso de información meteorológica.	139
Figura 61. Ingreso de hietogramas.	139
Figura 62. Ingreso del modelo meteorológico.	140

Figura 63. Resultados de caudal.	140
Figura 64. Geometría del río.	142
Figura 65. Sección en la progresiva 1 + 000.	142
Figura 66. Sección en la progresiva 0 + 980.	143
Figura 67. Sección en la progresiva 0 + 960.	143
Figura 68. Sección en la progresiva 0 + 940.	143
Figura 69. Sección en la progresiva 0 + 920.	144
Figura 70. Sección en la progresiva 0 + 900.	144
Figura 71. Sección en la progresiva 0 + 880.	144
Figura 72. Sección en la progresiva 0 + 860.	145
Figura 73. Sección en la progresiva 0 + 840.	145
Figura 74. Sección en la progresiva 0 + 820.	145
Figura 75. Sección en la progresiva 0 + 800.	146
Figura 76. Sección en la progresiva 0 + 780.	146
Figura 77. Sección en la progresiva 0 + 760.	146
Figura 78. Sección en la progresiva 0 + 740.	147
Figura 79. Sección en la progresiva 0 + 720.	147
Figura 80. Sección en la progresiva 0 + 700.	147
Figura 81. Sección en la progresiva 0 + 680.	148
Figura 82. Sección en la progresiva 0 + 660.	148
Figura 83. Sección en la progresiva 0 + 640.	148
Figura 84. Sección en la progresiva 0 + 620.	149
Figura 85. Sección en la progresiva 0 + 600.	149
Figura 86. Sección en la progresiva 0 + 580.	149
Figura 87. Sección en la progresiva 0 + 560.	150
Figura 88. Sección en la progresiva 0 + 540.	150
Figura 89. Sección en la progresiva 0 + 520.	150
Figura 90. Sección en la progresiva 0 + 500.	151
Figura 91. Sección en la progresiva 0 + 480.	151
Figura 92. Sección en la progresiva 0 + 460.	151
Figura 93. Sección en la progresiva 0 + 440.	152
Figura 94. Sección en la progresiva 0 + 420.	152

Figura 95. Sección en la progresiva 0 + 400.	152
Figura 96. Sección en la progresiva 0 + 380.	153
Figura 97. Sección en la progresiva 0 + 360.	153
Figura 98. Sección en la progresiva 0 + 340.	153
Figura 99. Sección en la progresiva 0 + 320.	154
Figura 100. Sección en la progresiva 0 + 300.	154
Figura 101. Sección en la progresiva 0 + 280.	154
Figura 102. Sección en la progresiva 0 + 260.	155
Figura 103. Sección en la progresiva 0 + 240.	155
Figura 104. Sección en la progresiva 0 + 220.	155
Figura 105. Sección en la progresiva 0 + 200.	156
Figura 106. Sección en la progresiva 0 + 180.	156
Figura 107. Sección en la progresiva 0 + 160.	156
Figura 108. Sección en la progresiva 0 + 140.	157
Figura 109. Sección en la progresiva 0 + 120.	157
Figura 110. Sección en la progresiva 0 + 100.	157
Figura 111. Sección en la progresiva 0 + 80.	158
Figura 112. Sección en la progresiva 0 + 60.	158
Figura 113. Sección en la progresiva 0 + 40.	158
Figura 114. Sección en la progresiva 0 + 020.	159
Figura 115. Ingreso del caudal máximo.	159
Figura 116. Modelamiento del caudal máximo.	159

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es el resultado de la evaluación del peligro a inundación del río Chanchamayo, sector San Carlos - región Junín?, el objetivo general fue: Evaluar el peligro a inundación del río Chanchamayo, sector San Carlos - región Junín y la hipótesis general que se contrastó fue: El peligro a inundación del río Chanchamayo en el sector San Carlos – región Junín, se encuentra entre los niveles de peligrosidad muy alto, alto, medio y bajo.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, con un nivel el descriptivo – correlacional y un diseño cuasi experimental. La población estuvo conformado por el río Chanchamayo, con una extensión total de 123.39 km, que comprende las provincias de Concepción, Jauja y Chanchamayo en la región Junín, el tipo de muestreo fue el no probabilístico intencional o dirigido y que para la presente investigación comprendió el tramo de 1 004.81 m.

La conclusión principal de este estudio fue que, después de la evaluación realizada, el peligro a inundación del río Chanchamayo en el sector San Carlos, se encuentra entre los niveles de peligrosidad muy alto, alto, medio y bajo, respectivamente.

Palabras clave: Peligro a inundación, nivel de peligrosidad, río Chanchamayo.

ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: What is the result of the evaluation of the flood hazard of the Chanchamayo river, San Carlos sector - Junín region? The general objective was: Assess the flood hazard of the Chanchamayo river, San Carlos sector - Junín region and the general hypothesis that was contrasted was: The danger of flooding of the Chanchamayo river in the San Carlos sector - Junín region, is found between very high, high, medium and low levels of danger.

The general research method was scientific, the type of research was applied, with a descriptive-correlational level and a quasi-experimental design. The population was made up of the Chanchamayo River, with a total extension of 123.39 km, which includes the provinces of Concepción, Jauja and Chanchamayo in the Junín region, the type of sampling was intentional or directed non-probabilistic and that for the present investigation included the 1,004.81 m section.

The main conclusion of this study was that, after the evaluation carried out, the risk of flooding of the Chanchamayo river in the San Carlos sector is between very high, high, medium and low levels of danger, respectively.

Key words: Danger of flooding, level of dangerousness, river chanchamayo.

INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se trató de evaluar los niveles de peligrosidad a inundación del río Chanchamayo, sector San Carlos - región Junín, para el efecto se realizó el análisis estadístico de la información meteorológica de la estación Comas, Huasahuasi, Ricrán, Sal Eloy de Singayac y Tarma; posteriormente se determinó el caudal máximo para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años con el software Hec-Hms en base a las características morfométricas de las subcuencas, el uso de suelos, el número curva, las curvas I-D-F, el tiempo de concentración y hietogramas; los cuales mediante el software Hec-Ras se determinó el comportamiento hidráulico del flujo, tal como la velocidad en el margen derecho e izquierdo, además de los tirantes en cada sección del tramo analizado del río Chanchamayo; con esta información y siguiendo con los estipulado por INDECI (2011) se determinó el nivel de peligro.

Esta investigación está estructurada en cinco capítulos que se detallan a continuación:

Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, donde se trata del planteamiento, formulación y sistematización del problema; el problema general y específicos, la justificación: social o practica y metodológica, las delimitaciones: espacial, temporal y económica, las limitaciones, los objetivos: general y específico.

Capítulo II: MARCO TEÓRICO, en este se desarrollan los antecedentes nacionales e internacionales, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis: general y específicas, las variables: definición conceptual y operacional, así como la operacionalización de las variables.

El Capítulo III: METODOLOGÍA, resaltando el método, tipo, nivel y diseño de investigación; asimismo, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: RESULTADOS, en este acápite se trata sobre los resultados obtenidos en la investigación.

El Capítulo V: En este se trata sobre la discusión de los resultados obtenidos en el estudio.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Percy Luis Huallullo Casas.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Si bien uno de los fenómenos naturales más comunes en el planeta son las inundaciones, los efectos que este produce se han incrementado debido en gran medida a la falta de previsión que el hombre debería tener en cuenta al momento de edificar sus construcciones en zonas aledañas al cauce de un río, tal como se muestra a continuación:

A nivel mundial de acuerdo a CNN (2017) la parte del sur de Asia y Sudamérica en el año 2017 fueron las más perjudicadas por las lluvias pues a causa de las inundaciones que estas producen se han perdido más de 1200 vidas humanas y casi 41 millones quedaron afectadas perdiendo muchos de ellos sus bienes materiales y perjudicando también a zonas agrícolas.

Mientras que en el Perú según el diario El Comercio (2017) informó que, el años 2017 fue unos de los años en donde se desencadenó una serie de huaicos provocados por las lluvias incesantes en la costa y sierra, dejando un total de 70 muertos, 100 mil damnificados y 140 mil viviendas destrozadas debido en gran medida a la ocurrencia de un no previsto

fenómeno El Niño cuyo origen podría ser una consecuencia del cambio climático en el que está inmerso actualmente nuestro planeta; ante estos hechos según el diario Perú21 (2017) se debería prever las consecuencias de estos fenómenos pues es un problema que ocurren con mucha frecuencia y la vulnerabilidad de nuestro país se debe en gran medida a una falta de acción de nuestras autoridades.

Esta problemática no es ajena a la región Junín ni en sus provincias; tal es el caso del distrito de Chanchamayo en la que según el diario Correo (2018) el 14 de junio diversos sectores de la provincia fueron afectados por el desborde de tres ríos: El Toro, Garu y Reyter afectando instituciones educativas, plazas, diversas calles y provocando el colapso del sistema de agua potable.

Asimismo, en marzo de este año se dio la inundación de los ríos Chanchamayo, Paucartambo y Perené dejando hasta 700 damnificados y 1 800 afectados en cinco distritos de la provincia de Chanchamayo (Andina, 2019), razón por la cual en la presente investigación se pretende evaluar el peligro a inundación considerando el Sector San Carlos del distrito y provincia de Chanchamayo del departamento de Junín, con los caudales máximos y los tirantes de las avenidas para diferentes periodos de retorno del río Chanchamayo en base a la metodología establecida por el INDECI (2011) pues cuando el caudal sobrepasa la capacidad máxima de transporte del río hace que este se desborde e inunde las áreas colindantes.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de la evaluación del peligro a inundación del río Chanchamayo, sector San Carlos - región Junín?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el caudal máximo alcanzado por el río Chanchamayo en los diferentes periodos de retorno?
- b) ¿Cuáles son las velocidades del caudal máximo del río Chanchamayo?
- c) ¿Cuáles son los tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o práctica

La presente investigación pretende brindar información el nivel de peligrosidad a inundación del río Chanchamayo en el sector San Carlos, de tal manera que se adopten medidas de previsión sobre desastres naturales que tienen implicancias económicas sociales y de salubridad, cuyo impacto perjudica a la población del entorno del río Chanchamayo en el sector tratado.

1.3.2. Metodológica

Los tratamientos metodológicos de esta investigación deben servir de guía para investigaciones similares referidas a la peligrosidad de inundaciones de los diferentes ríos que presenta nuestra hidrografía en el ámbito nacional e internacional, producto del desbalance ambiental, consecuencia del problema del calentamiento global y que posiblemente a futuro se viene agudizando en los diferentes medios.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

Este estudio se desarrolló en el área urbana del sector San Carlos, del distrito y provincia de Chanchamayo de la región Junín.

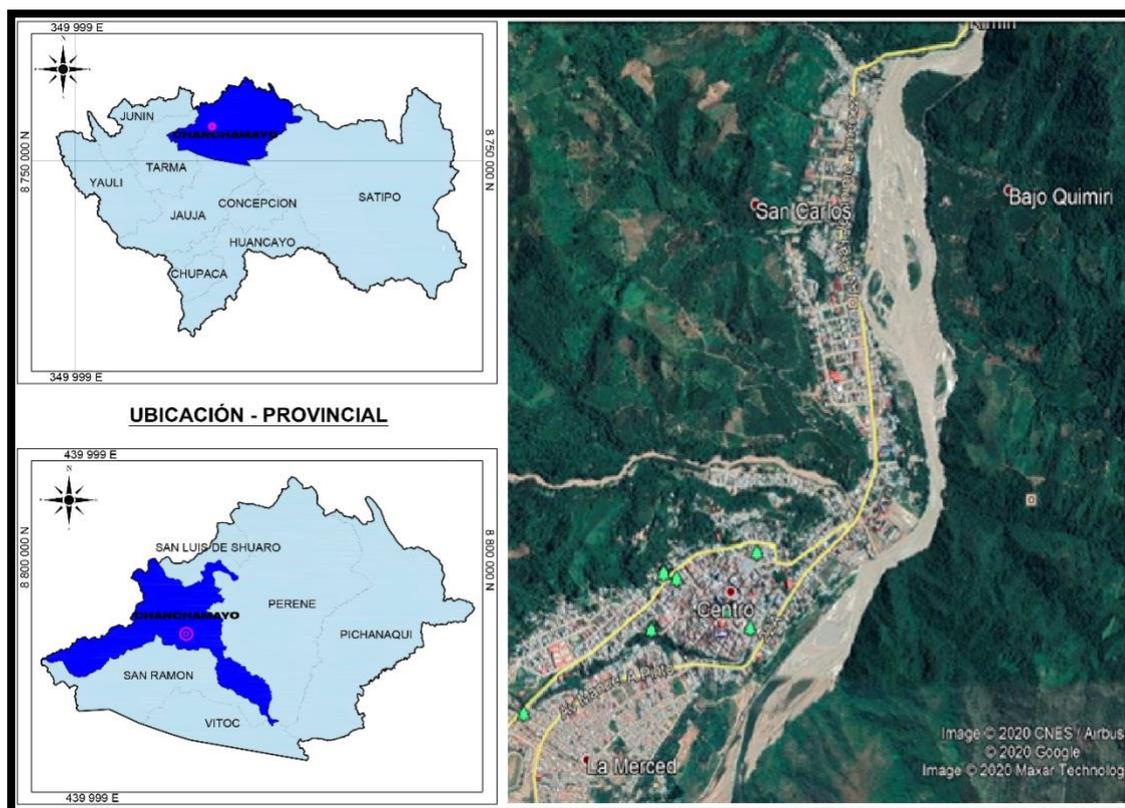


Figura 1. Ubicación del estudio.
Fuente: Google Earth (2020).

1.4.2. Temporal

La investigación se desarrolló en el periodo comprendido entre abril a noviembre de 2018.

1.4.3. Económica

El financiamiento de la presente tesis fue asumido por el investigador, no se tuvo el aporte económico externo.

1.5. Limitaciones

- Durante el desarrollo de este estudio, tuvimos limitada información hidrometeorológica, proveniente de fuentes primarias y secundarias, así mismo se presentó el difícil acceso a la zona de estudio y respecto al apoyo de las autoridades de la zona en estudio, simplemente se tuvo inoperancia, falta de

sensibilidad y de identificación con la problemática de los desastres por inundaciones y sus posibles consecuencias.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar el peligro a inundación del río Chanchamayo, sector San Carlos - región Junín.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el caudal máximo alcanzado por el río Chanchamayo según diferentes periodos de retorno.
- b) Estimar las velocidades del caudal máximo del río Chanchamayo.
- c) Establecer los tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Alcocer et al. (2016) realizaron la investigación: “Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas”, estableciéndose como objetivo: Establecer una metodología que permita determinar los costos por daños generados por las inundaciones a fin de proponer acciones que deriven en su mitigación; para ello utilizaron una metodología propuesta por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), mediante con el cual es posible obtener mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo de forma económica y en un tiempo de cálculo accesible. Llegaron a las siguientes conclusiones: Que se desarrolló una metodología para la construcción de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas, integrados por la combinación de los mapas de peligro y vulnerabilidad; siendo esto de vital consideración para los mapas de peligro de los factores del deslizamiento y vuelco que se pueda presentar por las inundaciones; que los modelos de simulación hidráulica se vuelven una herramienta importante en el análisis de

inundaciones y por último que, los mapas de riesgo por inundación permiten calcular los costos probables por daños por inundación en menaje de casa e infraestructura; asimismo, se vuelven una herramienta para determinar rutas de evacuación óptimas de la población hacia los refugios en la ciudad.

Rodríguez (2012) en la investigación: “Inundaciones en zonas urbanas. Medidas preventivas y correctivas, acciones estructurales y no estructurales”, estableció como objetivos: Analizar las inundaciones a fin de plantear la prevención y atención de estas en las zonas urbanas más susceptibles, describir los factores generadores de inundaciones en zonas urbanas, especificar las diferentes acciones estructurales y no estructurales que sirvan de ayuda para la protección y control de inundaciones, mencionar nuevas tecnologías estructurales y no estructurales que sirvan para el control de inundaciones; y llegó a las siguientes conclusiones: Que las tecnologías estructurales están enfocadas en medidas correctivas como alternativa de reemplazo a los sacos de arena, que existe poca coordinación institucional referente a los temas de inundaciones, que es necesario la creación de una norma técnica encargada de especificar criterios de estimación de avenidas, para el manejo de mapas de riesgos y así proponer criterios de diseño para diferentes obras hidráulicas y finalmente sugiere la revisión y recopilación de los modelos de pronósticos que ayuden a la gestión de inundaciones.

Arce, Birkel, Durán y Samudio (2006) realizaron la investigación: Metodologías fotogramétricas e hidrológicas para estimar la amenaza y vulnerabilidad de inundación en la cuenca del río Purires, Cartago, Costa Rica” estableciéndose los siguientes objetivos: Generar un modelo topográfico de resolución fina para la zona baja de la cuenca del río Purires, estimar los caudales máximos del río Purires para eventos de máxima precipitación en periodos de 10, 20, 50 y 100 años, utilizar el modelo hidráulico HEC – RAS, para

determinar los posibles efectos de eventos de máxima precipitación en la hidrodinámica del río Purires y elaborar una cartografía con un mayor nivel de detalle en un mapa de amenazas de inundación en la cuenca baja del río Purires; siendo así que llegó a las siguientes conclusiones: Que la utilización del HEC-RAS es una herramienta valiosa en el ámbito de prevención de desastres, pues permite utilizar información de muy variada índole; asimismo el mapa de vulnerabilidad representa una herramienta de planificación para instituciones como municipalidades, ministerios entre otros, adicional a ello es posible mediante estos mapas proponer rutas de evacuación e incluso se puede considerar la construcción de infraestructuras que ayuden a reducir los efectos de una posible inundación.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Concha y Miranda (2016) en su investigación: “Análisis del riesgo de inundación de la cuenca del río Chili en el tramo de Chilina a Uchumayo – Arequipa”, estableció como objetivos: Estimar los parámetros necesarios para el análisis hidrológico e hidráulico del comportamiento del río Chili, realizar un modelo hidrológico de la cuenca del río Socabaya que permita obtener los hidrogramas de escorrentía superficial a partir de datos pluviométricos y parámetros estimados, identificar los posibles escenarios de ocurrencia en el Chili usando el modelo hidrológico planteado, realizar un modelo hidráulico unidimensional que permita simular el comportamiento del río Chili y proporcione los mapas de inundación para los distintos escenarios planteados, evaluar la influencia de los parámetros hidrológicos en la determinación de mapas de inundación y proporcionar un manual de modelamiento hidráulico unidimensional utilizando el software ArcGIS y HEC-RAS; de acuerdo a ello llegaron a las siguientes conclusiones: Que la influencia de escala de la cuenca analizada en los mapas de inundación no ha sido

determinada debido a que se contó con información concerniente a aforo que permitió validar los cálculos realizados, que los cambios en el número de la curva generan una gran sensibilidad en los caudales de escorrentía, que la estimación del tiempo de concentración de acuerdo a la fórmula de Kirpich proporcionó resultados más coherentes y estables en las subcuencas estudiadas, que el patrón de lluvia influye en la determinación del hidrograma de escorrentía por la respuesta de la cuenca dependiendo del tiempo de concentración y que la variación del área de inundación con respecto a la rugosidad estimada del cauce no es muy significativa.

Yépez (2016) en la investigación: “Comportamiento de las máximas avenidas y las posibles áreas de inundación producidas en la quebrada Cruz Blanca para la zona urbana del distrito de Cajamarca, 2016” consideró como objetivos: Calcular los parámetros hidrológicos de la quebrada Cruz Blanca para encontrar las máximas avenidas, determinar las posibles áreas de inundación, desastres y posibles soluciones de la quebrada Santa Cruz para diferentes tiempos de retorno, adicional a ello calcular los tirantes en las secciones de la quebrada y elaborar mapas de áreas de inundación en los diferentes sectores de estudio considerando los tiempos de retorno; situación por la cual llegó a las siguientes conclusiones: Que los mapas de riesgo muestran las inundaciones y los posibles impactos que puede causar en zonas aledañas, que la velocidad máxima de la avenida más alta se da un periodo de retorno de 200 años; que se elaboró mapas de inundación para diferentes tiempos de retorno (5, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 150 y 200 años) y finalmente propone el ensanchamiento de la quebrada en las secciones más críticas o pequeñas.

Valdivia (2014) en su investigación: “Determinación del área de inundación por máxima avenida de la quebrada Amojú, en la zona urbana de la ciudad de Jaén – Cajamarca” consideró como objetivo

determinar el área de inundación en la zona urbana de la ciudad de Jaén, ocasionado por una máxima avenida de la quebrada Amojú; por lo que, llegó a las siguientes conclusiones: Que ante eventos de máximas avenidas los caudales generados sí ocasionarán áreas de inundación tanto en un periodo de retorno de 10 años, 50 años, 100 años y 200 años, que de acuerdo a la topográfico se presentó hasta tres puntos críticos y por último que, las zonas y lugares que afectan dichos puntos críticos de desborde se pueden apreciar en planos de las áreas de inundación considerando también los periodos de retorno de 10, 50, 100 y 200 años.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Caudal máximo

Chow (1994) menciona que corresponde a cualquier caudal alto que llega a desbordar los terraplenes ya sean artificiales o naturales a lo largo de la corriente; las magnitudes de una máxima avenida se describen por sus caudales, elevaciones y volúmenes; esto es muy importante para el diseño hidrológico de diferentes tipos de estructuras de control de flujo o también llamadas estructuras de regulación de crecientes, cuyo propósito es el de atenuar los caudales picos.

2.2.2. Simulación de caudales máximos

Hasta la actualidad se ha desarrollado una gran gama de modelos determinísticos de simulación hidrológica, tanto como lluvia – escorrentía o modelos de simulación continua; tal es modelo hidrológico HMS (Hydrologic Engineering Center) desarrollado por la USACE (United States Army Corps of Engineers) que permite la estimación de lluvia – escorrentía (Inicial and constant, SCS curve Number) como la propagación de hidrograma (Muskingun, Pulse Method); este es considerado como un modelo hidrológico de gran validez para la estimación de máximas avenidas (Bateman, 2007).

2.2.3. Morfometría de cuencas hidrográficas

Linsley et al. (2003) señalan que la respuesta hidrológica de una cuenca hidrográfica es influenciada de las características físicas de la misma; el concepto morfológico se plasma en:

Parámetros físicos de la forma de la cuenca:

- Área (km²)
- Perímetro (km)
- Longitud de cauce más largo (km)
- Ancho promedio:

$$\text{Ancho promedio} = \frac{\text{Área}}{\text{Longitud de cauce más largo}}$$

- Factor de forma de Horton (Kf):

$$Kf = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro}^2}$$

- Coeficiente de compacidad (kc):

$$kc = \frac{P}{Pc} = \frac{P}{2\pi R}$$

Dónde: P es el perímetro de la cuenca, Pc es el perímetro de la circunferencia y R es el radio de la circunferencia.

Asimismo, se tiene:

Tabla 1. Forma de la cuenca de acuerdo al coeficiente de compacidad.

Clase de forma	Coeficiente de compacidad	Forma de la cuenca
Clase I	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26 a 1.50	Oval - redonda a oval oblonga
Clase III	1.51 o más de 2	Oval - oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Lux (2012).

- Cota mínima.

- Cota máxima.
- Densidad de drenaje (Dd):

$$Dd = \frac{\text{Longitud del cauce}}{\text{Área}}$$

- Pendiente del cauce.
- Altitud media.

2.2.4. Curva Intensidad – Duración – Frecuencia

Las curvas IDF pretenden asociar la intensidad con la duración de la lluvia y la probabilidad de ocurrencia o frecuencia; siendo importante pues además de cuantificar la lluvia que cae en base a un registro es necesario predecir cuánta profundidad presentará en un futuro, cuál puede ser la máxima precipitación (Bateman, 2007).

Fattorelli y Fernández (2011) mencionan que una distribución frecuentemente usada es la distribución de valores extremos tipo I o conocida como Gumbel; para lo cual se utiliza las siguientes fórmulas:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{n} S$$

$$u = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

$$F(x) = e^{e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

2.2.5. Tiempo de concentración

Corresponde al tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca aporten agua de escorrentía de forma

simultánea al punto de salida, desagüe o de cierre; es el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto más alejado de una cuenca; asimismo, representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante; el punto hidrológicamente más alejado es donde el agua de escorrentía emplea más tiempo en llegar a la salida (Ibáñez, Moreno y Gisbert, 2015).

Para su cálculo, se presentan diversos métodos; no obstante, para la aplicación del método S.C.S en la estimación de escorrentía se sugiere la fórmula planteada por Kirpich:

$$T = 0.02 L^{0.77} S^{-0.385}$$

Dónde: T es el tiempo de concentración en minutos, L es la longitud máxima a la salida en metros y S es la pendiente del cauce en m/m.

2.2.6. Hietograma de diseño: método del bloque alterno

El método del bloque alterno corresponde a una forma simple de desarrollar un hietograma de diseño en base a la curva de intensidad, duración y frecuencia; este especifica la profundidad de la precipitación en intervalos de tiempos sucesivos de duración Δt , respecto a una duración total. Para su desarrollo se selecciona el periodo de retorno de diseño, calculando la intensidad en una curva IDF para cada una de las duraciones Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$, $4\Delta t$ y la profundidad de precipitación correspondiente. Tomando las diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo Δt , estos incrementos o bloques se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida T_d y que los demás bloques queden en orden descendente alternativamente

hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño (MTC, 2008).

2.2.7. Peligro a inundación

Es la probabilidad de que evento ocurra en un evento extremo potencialmente dañino, se caracteriza por la intensidad en un periodo dado y el tirante del mismo en un área determinada (Concha y Miranda, 2016).

Alcocer et al. (2016) mencionan los criterios de peligro definiéndole con la base del manejo de aguas pluviales considerando lo siguiente:

Tabla 2. Manejo integral de aguas pluviales.

Manejo integral de aguas pluviales	
Identificación de la problemática de las inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Hundimiento del terreno natural. - Presencia de basura en las calles. - Filtraciones de agua freática en los colectores. - Topografía del terreno. - Lluvias extraordinarias.
Análisis hidrológico e hidrográfico	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de lluvias que generan inundaciones. - Generación de curvas de precipitación - duración - periodo de retorno para el dimensionamiento de nuevas obras. - Configuración de las cuencas y microcuencas de la zona de estudio. - Identificación de los usos de suelo.
Herramienta de cálculo para la generación del modelo de simulación	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo digital de elevaciones. - Sistema de Información Geográfica con los datos de colectores principales, lluvias, uso de suelo, etc. - Creación del modelo de simulación de microcuencas, colectores y drenes pluviales. - Construcción del modelo de simulación de escurrimiento en las calles para la generación de mapas de riesgo.
Generación de los escenarios para la mitigación de los riesgos por inundación	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de mapas de inundación para diferentes lluvias. - Evaluación de los costos generado por los efectos de la inundación. - Costos de implementar acciones estructurales y no estructurales para disminuir los riesgos de la inundación.

Fuente: Alcocer et al. (2016).

Asimismo, el manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales (CENEPRED, 2014) considera que, es

dable determinar los niveles de peligrosidad especificando si es muy alto, alto, medio y bajo; además, de recopilar información a fin de identificar los parámetros de evaluación y la susceptibilidad del territorio, para cuantificarlos.

En este caso para la determinación del peligro a inundación es necesario el establecimiento de la altura de inundación en base al modelamiento hidráulico.

Tabla 3. Nivel de intensidad del peligro.

Nivel de intensidad	Profundidad x velocidad del flujo (m ² /s)
Muy alta	H*V > 1.5 m
Alta	0.5 < H*V < 1.5 m
Medida	0.25 < H*V < 0.5 m
Baja	H*V > 0.25 m

Fuente: INDECI (2011).

2.2.8. Método SCS para abstracciones

Chow (1994) menciona que, este método fue desarrollado por la Soil Conservation Service para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta, considerándola como un todo, bajo la premisa que la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa, es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación P; del mismo modo, después de que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional del agua retenida en la cuenca F_a es menor o igual a alguna retención potencial máxima S. Existe una cierta cantidad de precipitación para la cual no ocurrirá escorrentía, luego la escorrentía potencial es P - I_a. Entonces la hipótesis de método S.C.S consiste en que las reacciones de las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales son iguales, es decir:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

Donde:

F_a : es la abstracción continuada.

P_e : es el exceso de precipitación.

I_a : es la abstracción inicial.

P : es la precipitación total.

S : está en función del número curva.

Y considerando el principio de continuidad se tiene:

$$P = P_e + I_a + F_a$$

Combinando ambas ecuaciones se tiene P_e :

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a - S}$$

Asimismo, se tiene una relación empírica de la abstracción inicial:

$$I_a = 0.2S$$

Reemplazando se tiene:

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

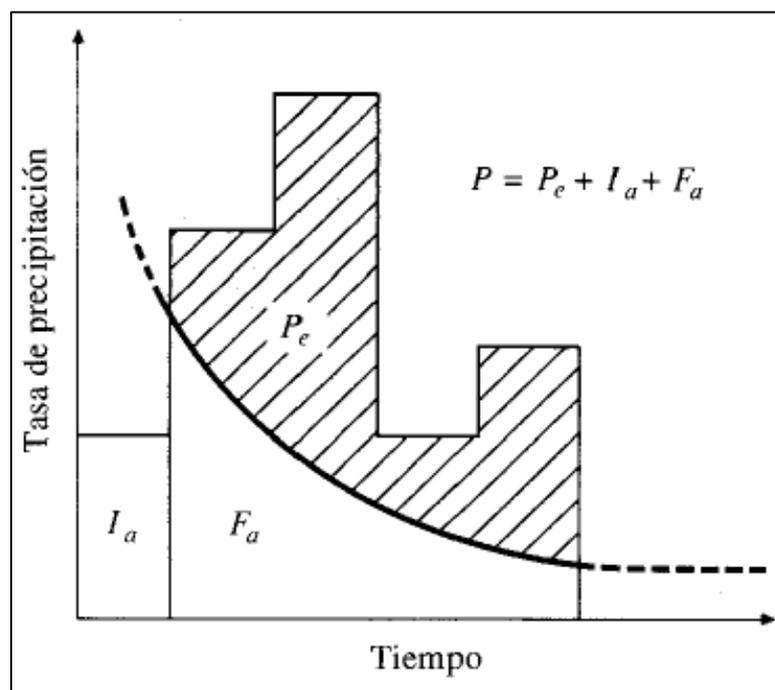


Figura 2. Variables del método SCS para abstracciones.
Fuente: Chow (1994).

2.2.9. Número curva

También denominada metodología del número de la curva (CN), es la más empleada para transformar la precipitación total en precipitación efectiva, la misma que se basa en el uso del suelo, para su determinación se considera las siguientes variables (Lavao y Corredor, 2014):

- La precipitación, representada por la precipitación para un periodo de tiempo determinado.
- La complejidad del suelo – hidrología que considera la interrelación suelo – cobertura vegetal.
- La condición de humedad antecedente.

Los valores del número de curva se encuentran tabulados entre 0 y 100, y se fundamenta en la siguiente fórmula:

$$s = \frac{100}{CN} - 10$$

Dónde: CN es el número de curva y S es la diferencia potencial máxima entre la precipitación y el caudal en una hora iniciada la tormenta representando proporcionalmente la pérdida de escorrentía por infiltración, intercepción y almacenamiento superficial.

Tabla 4. Número de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad I = 0.2S).

Descripción del uso de tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada: sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena ¹	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80

condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ² :				
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable ³			
1/8 acre o menos	65	77	85	90
1/4 acre	38	61	75	83
1/3 acre	30	57	72	81
1/2 acre	25	54	70	80
1 acre	20	51	68	79
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁴	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁴	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: Chow (1994).

1 Una buena cubierta está protegida del pastizaje, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.

2 Los números de curva se calculan suponiendo que la escorrentía desde las casas y de los accesos se dirige hacia la calle, con un mínimo de agua del techo dirigida hacia el césped donde puede infiltración adicional.

3 Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva.

4 En algunos países con climas más cálidos se puede utilizar 95 como número de curva.

2.3. Definición de términos

Cuenca hidrográfica. Consiste una porción de territorio que logra aislar el escurrimiento drenando hacia un mismo punto; existen dos tipos de cuencas: endorreicas, aquellas que terminan en un lago central y exorreicas, las que drenan fuera de la unidad hidrológica (Bateman, 2007).

Evapotranspiración. Es la combinación de la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación (Chow, 1994).

Hidrograma. Es el gráfico del nivel o caudal contra el tiempo, según el propósito puede ser medias anuales y mensuales o caudal total (Linsley et al., 2003).

Hietograma. Es la forma gráfica de representar la lluvia incremental, y por lo general se presenta con un diagrama de barras (Bateman, 2007).

Infiltración. Se define como el movimiento del agua, a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares (Aparicio, 2002).

Tiempo de concentración. Es un parámetro que es utilizado para los cálculos de la relación precipitación – escorrentía; viene a ser el tiempo que una partícula de agua tarda en llegar del punto más alejado al punto de desagüe (Fattorelli y Fernández, 2011).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El peligro a inundación del río Chanchamayo en el sector San Carlos – región Junín, se encuentra entre los niveles de peligrosidad muy alto, alto, medio y bajo.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) El caudal máximo alcanzado por el río Chanchamayo según diferentes periodos de retorno es alto.
- b) Las velocidades del caudal máximo del río Chanchamayo son altas.
- c) Los tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo son altos.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): Caudal máximo. Mayor volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados. Se refiere fundamentalmente al volumen hidráulico de la escorrentía de una cuenca hidrográfica concentrada en el río principal de la misma. Según Chow (1994), corresponde a cualquier caudal alto que llega a desbordar los terraplenes ya sean artificiales o naturales a lo largo de la corriente, .

Variable dependiente (Y): Peligro a inundación. Probabilidad de ocurrencia de un evento extremo potencialmente dañino, se caracteriza por la intensidad en un periodo dado y el tirante del mismo (Concha y Miranda, 2016); asimismo, según el manual para la evaluación de riesgos (CENEPRED, 2015) señala que, es dable considerar a los fenómenos naturales con la terminación de amenaza para referirse al peligro

2.5.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): Caudal máximo. Se determinó mediante el modelamiento hidrológico de las subcuencas de estudio en el programa Hec-Hms.

Variable dependiente (Y): Peligro a inundación: Se obtuvo de acuerdo a la velocidad y tirante del caudal máximo, a partir de su comportamiento hidráulico.

De la definición conceptual de las variables se establece una correlación entre las variables: **caudal máximo** y el **peligro a inundación** del río del río estudiado, dado que a mayores niveles del caudal los peligros a inundaciones estarían causando desastres de mayor envergadura ocasionando pérdidas económicas, sociales y de salud; por tanto, podemos establecer la siguiente relación $y = f(x)$.

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operacionalización de variables.

Variable	Dimensiones	Indicador
Variable independiente (X): Caudal máximo	Caudal máximo	Área
		Perímetro
		Longitud de cauce
		Ancho promedio
		Factor de forma de Horton
		Coefficiente de compacidad
		Cota mínima
		Cota máxima
		Densidad de drenaje
		Pendiente de cauce
		Altitud media
		Área
		Número de curva
		Intensidad
		Duración
		Frecuencia
		Longitud de cauce más largo
Pendiente		
Variable dependiente (Y): Peligro a inundación	Velocidades del caudal máximo	Coefficiente de rugosidad de Manning
		Radio hidráulico
		Pendiente
	Tirantes de caudal máximo	Altura de agua

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método investigación

El método general de investigación fue el científico, basado en un conjunto de pasos ordenados que guían la investigación para posteriormente ser replicados por otros investigadores; este conjunto de pasos inicia con la observación, planteamiento del problema y de la hipótesis.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue la aplicada, dado que se hizo uso de la teoría para solucionar un problema real, es decir mediante el conocimiento del máximo caudal de un río, puede aplicarse a prevenir o mitigar los peligros a inundaciones.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo - correlacional, descriptivo porque es un nivel en el que implica observar y describir el comportamiento del objeto a estudio sin influir sobre él de ninguna forma y correlacional porque se estableció la relación entre caudal máximo con peligro a inundación, con un comportamiento directo.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue el cuasi experimental de corte transversal, no se ha manipulado las variables, la toma de información y recolección de datos se dio en periodo de corte.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Correspondió al río Chanchamayo, con una extensión total de 123.39 km, que comprende las provincias de Concepción, Jauja y Chanchamayo en la región Junín.

3.5.2. Muestra

El tipo de muestreo fue el no probabilístico o dirigido, la muestra comprendió a un tramo de 1 004.81 m aledaño al sector San Carlos del distrito y provincia de Chanchamayo en la región Junín; específicamente entre las coordenadas: 464822 m E, 8779383 m N y 464870 m E, 8779981 m N.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Observación directa

Se dio de manera sistematizada para conocer in situ la situación de la zona de estudios y para identificar zonas afectadas actualmente, mediante una inspección visual de la huella hídrica del río Chanchamayo.

3.6.2. Análisis de documentos

Para el análisis de documentos se ha considerado archivos digitales, así como en medio físicos de libros escritos referentes en el presente tema de investigación; principalmente la información meteorológica de las estaciones:

- Estación meteorológica Comas.
- Estación meteorológica Huasahuasi.
- Estación meteorológica Ricrán.
- Estación meteorológica San Eloy de Singayac.
- Estación meteorológica Tarma.

La información concerniente a estas se muestra en el Anexo N° 02: Precipitación máxima en 24 horas.

3.7. Procedimiento de la investigación

De acuerdo a la evaluación de la información geográfica de la zonificación ecológica y económica (GRJ, 2015), se determinó que el río Chanchamayo en el sector San Carlos es irrigado por la subcuenca del río Tulumayo, intercuenca del río Chanchamayo, subcuenca del río Seco, subcuenca del río Ricrán, subcuenca del río Palcamayo, subcuenca del río Palca, subcuenca del río Oxabamba, subcuenca del río Huasahuasi y subcuenca del río Huasahuasi; situación por la cual en primera instancia se identificó cada una de ellas.

3.7.1. Para el cálculo del caudal máximo

Morfometría de las subcuencas e intercuenca

Se delimitó cada una de las subcuencas para su caracterización morfométrica, considerando:

- Área (km²)
- Perímetro (km)

- Longitud del cauce más largo (km)
- Ancho promedio (km)
- Factor de forma de Horton (Kf)
- Coeficiente de compacidad (kc)
- Cota mínima (msnm)
- Cota máxima (msnm)
- Densidad de drenaje (Dd)
- Pendiente de cauce (m/m)
- Altitud media (msnm).

Uso de suelos

El uso de suelos de cada una de las subcuencas se consideró de la información geográfica de la zonificación ecológica y económica (GRJ, 2015) e imágenes satelitales, de los mismos que se identificó:

- Bosques primarios sin uso
- Bosques primarios fragmentados
- Vegetación arbustiva natural sin uso
- Frutales variados
- Cultivos
- Centros poblados
- Masas de agua
- Pastizales
- Bofedales
- Suelo desnudo
- Nevados

- Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo
- Lago y lagunas
- Bosques primarios sin uso
- Afloramientos rocosos
- Áreas reforestadas.

Número curva

Se consideró los valores establecidos por Chow (1994) y de acuerdo a los valores de área de cada uno de los usos de suelos, para determinar el número curva ponderado.

Curva I – D – F

Se recolectó información de precipitación máxima en 24 horas de estaciones involucradas en la zona de estudio, seleccionando las siguientes:

- Estación meteorológica Comas.
- Estación meteorológica Huasahuasi.
- Estación meteorológica Ricrán.
- Estación meteorológica San Eloy de Singayac.
- Estación meteorológica Tarma.

Esta información para su análisis de acuerdo al método probabilístico de Gumbel a fin de determinar la intensidad, duración y frecuencia en cada una de las subcuencas.

Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se determinó considerando la longitud del cauce más largo en cada una de las subcuencas y la pendiente de la misma con ayuda de la fórmula planteada por Kirpich.

Hietograma

Los hietogramas para cada una de las subcuencas se determinaron en base al método de bloque alterno.

Generación de caudales

Para la generación de caudales en el río Chanchamayo, se utilizó el modelo denominado Hydrologic Modeling System (HEC – HMS) considerando diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años), este procedimiento se muestra en el Anexo N° 03: Modelamiento en HEC – HMS.

3.7.2. Para la determinación del peligro a inundación

Se realizó la abstracción hidráulica con el modelo River Analysis System (HEC – RAS), según el levantamiento topográfico de un tramo de 1 400.81 m aledaño al sector San Carlos el cual se seccionó cada 20 m (este procedimiento se muestra en el Anexo N° 04: Modelamiento en HEC – RAS), determinando así la altura de inundación; luego se consideró lo estipulado por el INDECI (2011) según los parámetros considerados en la Tabla 3.

3.8. Procesamiento de la información

Para el cálculo del caudal máximo se usó el ArcMap 10.4.1, Microsoft Excel y HEC – HMS y para el peligro a inundación se utilizó el Civil 3D 2018 y HEC – RAS.

3.9. Técnicas y análisis de datos

El análisis de datos se hizo utilizando la estadística descriptiva e inferencial, en el primer caso se utilizó los modelos tabulares gráficos y numéricos y en la estadística inferencial se utilizó la distribución de Gumbel.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Caudal máximo según diferentes periodos de retorno del río Chanchamayo

4.1.1. Morfometría de subcuencas e intercuenca

De acuerdo al análisis de información geográfica se ha determinado que el área de influencia estudiada es irrigada por ocho subcuencas de la cuenca del río Perené y una intercuenca del río Chanchamayo (Ver anexo N° 06 – planos de Morfometría de cuencas), las mismas que se pasan a detallar:

Subcuenca del río Tulumayo

Tabla 6. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Tulumayo.

Parámetros	Valores
Área (km ²)	3265.70
Perímetro (km)	306.93
Longitud del cauce (km)	101.46
Ancho promedio (km)	32.19
Factor de forma de Horton (Kf)	0.03
Coefficiente de compacidad (kc)	1.52
Cota mínima (msnm)	814.00
Cota máxima (msnm)	4807.00
Densidad de drenaje (Dd)	0.03107
Pendiente del cauce (m/m)	0.04
Altitud media (msnm)	2810.50

En la tabla se muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Tulumayo, clasificando a la subcuenca de forma ovalada oblonga a rectangular oblonga según el coeficiente de compacidad (kc) (Ver anexo N° 06).

Intercuenca del río Chanchamayo

Tabla 7. Parámetros morfométricos de la intercuenca del río Chanchamayo.

Parámetros	Valores
Área (km ²)	139.23
Perímetro (km)	60.33
Longitud del cauce (km)	14.84
Ancho promedio (km)	9.38
Factor de forma de Horton (Kf)	0.04
Coeficiente de compacidad (kc)	1.44
Cota mínima (msnm)	766.00
Cota máxima (msnm)	2286.00
Densidad de drenaje (Dd)	0.10656
Pendiente del cauce (m/m)	0.10
Altitud media (msnm)	1526.00

En la tabla se muestra los parámetros morfométricos de la intercuenca del río Chanchamayo, clasificando a la subcuenca de forma redonda a oval oblonga según el coeficiente de compacidad (kc).

Subcuenca del río Seco

Tabla 8. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Seco.

Parámetros	Valores
Área (km ²)	164.79
Perímetro (km)	60.97
Longitud del cauce (km)	18.19
Ancho promedio (km)	9.06
Factor de forma de Horton (Kf)	0.04
Coeficiente de compacidad (kc)	1.34
Cota mínima (msnm)	3051.00
Cota máxima (msnm)	4135.00
Densidad de drenaje (Dd)	0.11039
Pendiente del cauce (m/m)	0.06
Altitud media (msnm)	3593.00

La tabla muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Seco, clasificando a la subcuenca de forma redonda a oval oblonga según el coeficiente de compacidad (kc).

Subcuenca del río Ricrán

Tabla 9. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Ricrán.

Parámetros	Valores
Área (km ²)	486.48
Perímetro (km)	124.90
Longitud del cauce (km)	45.11
Ancho promedio (km)	10.78
Factor de forma de Horton (Kf)	0.03
Coeficiente de compacidad (kc)	1.60
Cota mínima (msnm)	2726.00
Cota máxima (msnm)	4441.00
Densidad de drenaje (Dd)	0.09273
Pendiente del cauce (m/m)	0.04
Altitud media (msnm)	3583.50

En la tabla se muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Ricrán, clasificando a la subcuenca de forma oval oblonga a rectangular oblonga según el coeficiente de compacidad (kc).

Subcuenca del río Palcamayo

Tabla 10. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Palcamayo.

Parámetros	Valores
Área (km ²)	303.34
Perímetro (km)	98.09
Longitud del cauce (km)	35.22
Ancho promedio (km)	8.61
Factor de forma de Horton (Kf)	0.03
Coeficiente de compacidad (kc)	1.59
Cota mínima (msnm)	2945.00
Cota máxima (msnm)	4353.00
Densidad de drenaje (Dd)	0.11610
Pendiente del cauce (m/m)	0.04
Altitud media (msnm)	3649.00

En la tabla se muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Palcamayo, clasificando a la subcuenca de forma oval oblonga a rectangular oblonga según el coeficiente de compacidad (kc).

Subcuenca del río Palca

Tabla 11. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Palca.

Parámetros	Valores
Área (km ²)	653.98
Perímetro (km)	181.83
Longitud del cauce (km)	69.04
Ancho promedio (km)	9.47
Factor de forma de Horton (Kf)	0.02
Coeficiente de compacidad (kc)	2.01
Cota mínima (msnm)	863.00
Cota máxima (msnm)	4159.00
Densidad de drenaje (Dd)	0.10557
Pendiente del cauce (m/m)	0.05
Altitud media (msnm)	2511.00

En la tabla se muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Palca, clasificando a la subcuenca de forma oval oblonga a rectangular oblonga según el coeficiente de compacidad (kc).

Subcuenca del río Oxabamba

Tabla 12. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Oxabamba.

Parámetros	Valores
Área (km ²)	1598.77
Perímetro (km)	257.97
Longitud del cauce (km)	95.74
Ancho promedio (km)	16.70
Factor de forma de Horton (Kf)	0.02
Coeficiente de compacidad (kc)	1.82
Cota mínima (msnm)	802.00
Cota máxima (msnm)	4440.00
Densidad de drenaje (Dd)	0.05988
Pendiente del cauce (m/m)	0.04
Altitud media (msnm)	2621.00

En la tabla se muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Oxabamba, clasificando a la subcuenca de forma oval oblonga a rectangular oblonga según el coeficiente de compacidad (kc).

Subcuenca del río Mollucro

Tabla 13. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Mollucro.

Parámetros	Valores
Área (km ²)	237.19
Perímetro (km)	85.11
Longitud del cauce (km)	27.09
Ancho promedio (km)	8.76
Factor de forma de Horton (Kf)	0.03
Coeficiente de compacidad (kc)	1.56
Cota mínima (msnm)	3111.00
Cota máxima (msnm)	4382.00
Densidad de drenaje (Dd)	0.11419
Pendiente del cauce (m/m)	0.05
Altitud media (msnm)	3746.50

En la tabla se muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Mollucro, clasificando a la subcuenca de forma oval oblonga a rectangular oblonga según el coeficiente de compacidad (kc).

Subcuenca del río Huasahuasi

Tabla 14. Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Huasahuasi.

Parámetros	Valores
Área (km ²)	430.66
Perímetro (km)	102.51
Longitud del cauce (km)	39.68
Ancho promedio (km)	10.85
Factor de forma de Horton (Kf)	0.04
Coeficiente de compacidad (kc)	1.39
Cota mínima (msnm)	2270.00
Cota máxima (msnm)	4407.00
Densidad de drenaje (Dd)	0.09214
Pendiente del cauce (m/m)	0.05
Altitud media (msnm)	3338.50

En la tabla se muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Huasahuasi, clasificando a la subcuenca de forma oval redonda a oval oblonga según el coeficiente de compacidad (kc).

4.1.2. Uso de suelos

Subcuenca del río Tulumayo

Tabla 15. Uso de suelos en la subcuenca del río Tulumayo.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje
Bosques primarios sin uso	525.82	16.10
Bosques primarios fragmentados	481.58	14.75
Vegetación arbustiva natural sin uso	95.18	2.91
Frutales variados	39.64	1.21
Cultivos	324.81	9.95
Centros poblados	0.32	0.01
Masas de agua	0.98	0.03
Pastizales	1657.64	50.76
Bofedales	19.95	0.61
Suelo desnudo	77.04	2.36
Nevados	14.24	0.44
Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo	2.43	0.07
Lago y lagunas	26.08	0.80
Total	3265.70	100.00

La tabla muestra el área de cada uno de los usos en la subcuenca del río Tulumayo, así como su disposición porcentual, siendo así que los pastizales ocupan la mayor área (50.76 %) mientras que, los centros poblados abarcan el menor porcentaje (0.01 %) (Ver anexo N° 06).

Intercuenca del río Chanchamayo

Tabla 16. Uso de suelos de la intercuenca del río Chanchamayo.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje
Bosques primarios sin uso	17.58	12.62
Bosques primarios fragmentados	16.72	12.01
Frutales variados	86.16	61.88
Cultivos	14.34	10.30
Centros poblados	3.33	2.39
Masas de agua	1.11	0.80
Total	139.23	100.00

La tabla muestra el área de cada uno de los usos en la intercuenca del río Chanchamayo, así como su disposición porcentual, siendo así que los frutales variados ocupan la mayor área (61.88 %) mientras que, las masas de agua abarcan el menor porcentaje (0.08 %) (Ver anexo N°06).

Subcuenca del río Seco

Tabla 17. Uso de suelos en la subcuenca del río Seco.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje
Cultivos	77.03	46.75
Centros poblados	1.06	0.65
Afloramientos rocosos	6.09	3.69
Áreas reforestadas	1.34	0.81
Pastizales	76.61	46.49
Suelo desnudo	2.65	1.61
Total	164.79	100.00

La tabla muestra el área de cada uno de los usos en la subcuenca del río Seco, así como su disposición porcentual, siendo así que los cultivos ocupan la mayor área (46.75 %) mientras que, los centros poblados abarcan el menor porcentaje (0.65 %) (Ver anexo N°06).

Subcuenca del río Ricrán

Tabla 18. Uso de suelos en la subcuenca del río Ricrán.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje
Vegetación arbustiva natural sin uso	19.19	3.94
Cultivos	76.35	15.69
Áreas reforestadas	0.59	0.12
Pastizales	342.49	70.40
Bofedales	0.48	0.10
Suelo desnudo	4.53	0.93
Nevados	0.00	0.00
Centros poblados	41.55	8.54
Lago y lagunas	1.31	0.27
Total	486.48	100.00

La tabla muestra el área de cada uno de los usos en la subcuenca del río Ricrán, así como su disposición porcentual, siendo así que los pastizales ocupan la mayor área (70.40 %) mientras que, los nevados abarcan el menor porcentaje.

Subcuenca del río Palcamayo

Tabla 19. Uso de suelos en la subcuenca del río Palcamayo.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje
Cultivos	55.82	18.40
Vegetación arbustiva natural sin uso	26.58	8.76
Centros poblados	1.16	0.38
Pastizales	205.17	67.64
Bofedales	6.62	2.18
Suelo desnudo	4.36	1.44
Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo	2.66	0.88
Lago y lagunas	0.98	0.32
Total	303.34	100.00

La tabla muestra el área de cada uno de los usos en la subcuenca del río Palcamayo, así como su disposición porcentual, siendo así que los pastizales ocupan la mayor área (46.75 %) mientras que, los lagos y lagunas abarcan el menor porcentaje (0.32 %) (Ver anexo N°06).

Subcuenca del río Palca

Tabla 20. Uso de suelos en la subcuenca del río Palca.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje
Cultivos	157.83	24.13
Bosques primarios sin uso	64.57	9.87
Bosques primarios fragmentados	88.02	13.46
Vegetación arbustiva natural sin uso	58.49	8.94
Frutales variados	33.92	5.19
Centros poblados	3.51	0.54
Masas de agua	0.35	0.05
Áreas reforestadas	0.38	0.06
Pastizales	216.00	33.03
Suelo desnudo	12.87	1.97
Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo	17.92	2.74
Lago y lagunas	0.11	0.02
Total	653.98	100.00

Se muestra el área de los usos en la subcuenca del río Palca, siendo así que los pastizales ocupan la mayor área (33.03 %) mientras que, los lagos y lagunas abarcan el menor porcentaje (0.02 %) (Ver anexo N°06).

Subcuenca del río Oxabamba

Tabla 21. Uso de suelos en la subcuenca del río Oxabamba.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje
Bosques primarios sin uso	371.55	23.24
Bosques primarios fragmentados	41.47	2.59
Vegetación arbustiva natural sin uso	70.46	4.41
Frutales variados	46.11	2.88
Cultivos	120.78	7.55
Centros poblados	1.91	0.12
Masas de agua	0.47	0.03
Afloramientos rocosos	80.64	5.04
Pastizales	713.39	44.62
Bofedales	22.63	1.42
Suelo desnudo	114.71	7.18
Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo	2.00	0.13
Lago y lagunas	12.62	0.79
Total	1598.77	100.00

La tabla muestra el área de cada uno de los usos en la subcuenca del río Oxabamba, así como su disposición porcentual, siendo así que los pastizales ocupan la mayor área (44.62 %) mientras que, la vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo abarca el menor porcentaje (0.13 %).

Subcuenca del río Mollucro

Tabla 22. Uso de suelos en la subcuenca del río Mollucro.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje
Cultivos	38.62	16.28
Centros poblados	0.63	0.27
Afloramientos rocosos	24.96	10.52
Pastizales	113.97	48.05
Suelo desnudo	50.69	21.37
Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo	8.32	3.51
Total	237.19	100.00

La tabla muestra el área de cada uno de los usos en la subcuenca del río Mollucro, así como su disposición porcentual, siendo así que los pastizales ocupan la mayor área (48.05 %) mientras que, los centros poblados abarcan el menor porcentaje (0.27 %) (Ver anexo N°06).

Subcuenca del río Huasahuasi

Tabla 23. Uso de suelos en la subcuenca del río Huasahuasi.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje
Bosques primarios fragmentados	13.16	3.06
Vegetación arbustiva natural sin uso	15.62	3.63
Cultivos	85.77	19.92
Centros Poblados	0.24	0.06
Pastizales	280.72	65.18
Bofedales	18.23	4.23
Suelo desnudo	10.41	2.42
Lago y lagunas	6.51	1.51
Total	430.66	100.00

La tabla muestra el área de cada uno de los usos en la subcuenca del río Huasahuasi, así como su disposición porcentual, siendo así que los pastizales ocupan la mayor área (65.18 %) mientras que, los centros poblados abarcan el menor porcentaje (0.06 %) (Ver anexo N°06).

4.1.3. Número curva

Subcuenca del río Tulumayo

Tabla 24. Número curva de la subcuenca del río Tulumayo.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje	CN	Producto
Bosques primarios sin uso	525.82	16.10	25	402.57
Bosques primarios fragmentados	481.58	14.75	25	368.70
Vegetación arbustiva natural sin uso	95.18	2.91	68	198.20
Frutales variados	39.64	1.21	62	75.26
Cultivos	324.81	9.95	72	716.18
Masas de agua	0.98	0.03	30	0.90
Pastizales	1657.64	50.76	68	3451.95
Bofedales	19.95	0.61	30	18.33
Suelo desnudo	77.04	2.36	72	169.88
Nevados	14.24	0.44	30	13.08
Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo	2.43	0.07	72	5.35
Lago y lagunas	26.08	0.80	30	23.96
Total	3265.38	100.00		5444.37
Número curva promedio			54.44	

En la tabla se detalla el cálculo del número curva promedio según el uso del suelo en la subcuenca del río Tulumayo siendo de 54.44, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service).

Intercuenca del río Chanchamayo

Tabla 25. Número curva de la intercuenca del río Chanchamayo.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje	CN	Producto
Bosques primarios sin uso	17.58	12.93	25	323.31
Bosques primarios fragmentados	16.72	12.30	25	307.55
Frutales variados	86.16	63.40	62	3930.59
Cultivos	14.34	10.55	72	759.67
Masas de agua	1.11	0.82	30	24.54
Total	135.90	100.00		5345.66
Número curva promedio		53.46		

En la tabla se detalla el cálculo del número curva promedio según el uso del suelo en la intercuenca del río Chanchamayo siendo de 53.46, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service).

Subcuenca del río Seco

Tabla 26. Número curva de la subcuenca del río Seco.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje	CN	Producto
Cultivos	77.03	48.87	72	3518.53
Áreas reforestadas	1.34	0.85	39	33.20
Pastizales	76.61	48.60	68	3304.61
Suelo desnudo	2.65	1.68	72	121.18
Total	157.63	100.00		6977.52
Número curva promedio		69.78		

En la tabla se detalla el cálculo del número curva promedio según el uso del suelo en la subcuenca del río Seco siendo de 69.78, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service).

Subcuenca del río Ricrán

Tabla 27. Número curva de la subcuenca del río Ricrán.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje	CN	Producto
Vegetación arbustiva natural sin uso	19.19	4.31	25	107.81
Cultivos	76.35	17.16	72	1235.48
Áreas reforestadas	0.59	0.13	39	5.13
Pastizales	342.49	76.98	68	5234.51
Bofedales	0.48	0.11	30	3.21
Suelo desnudo	4.53	1.02	72	73.24
Nevados	0.00	0.00	30	0.00
Lago y lagunas	1.31	0.29	30	8.82
Total	444.92	100.00		6668.21
Número curva promedio		66.68		

En la tabla se detalla el cálculo del número curva promedio según el uso del suelo en la subcuenca del río Ricrán siendo de 66.68, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service).

Subcuenca del río Palcamayo

Tabla 28. Número curva de la subcuenca del río Palcamayo.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje	CN	Producto
Cultivos	55.82	18.47	72	1329.95
Vegetación arbustiva natural sin uso	26.58	8.80	25	219.91
Pastizales	205.17	67.89	68	4616.85
Bofedales	6.62	2.19	30	65.74
Suelo desnudo	4.36	1.44	72	103.82
Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo	2.66	0.88	72	63.32
Lago y lagunas	0.98	0.32	30	9.74
Total	302.18	100.00		6409.33
Número curva promedio		64.09		

En la tabla se detalla el cálculo del número curva promedio según el uso del suelo en la subcuenca del río Palcamayo siendo de 64.09, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service).

Subcuenca del río Palca

Tabla 29. Número curva de la subcuenca del río Palca.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje	CN	Producto
Cultivos	157.83	24.26	72	1747.00
Bosques primarios sin uso	64.57	9.93	25	248.18
Bosques primarios fragmentados	88.02	13.53	25	338.30
Vegetación arbustiva natural sin uso	58.49	8.99	25	224.80
Frutales variados	33.92	5.22	62	323.34
Masas de agua	0.35	0.05	30	1.61
Áreas reforestadas	0.38	0.06	39	2.27
Pastizales	216.00	33.21	68	2258.06
Suelo desnudo	12.87	1.98	72	142.42
Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo	17.92	2.76	72	198.41
Lago y lagunas	0.11	0.02	30	0.53
Total	650.47	100.00		5484.91
Número curva promedio		54.85		

En la tabla se detalla el cálculo del número curva promedio según el uso del suelo en la subcuenca del río Palca siendo de 54.85, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service).

Subcuenca del río Oxabamba

Tabla 30. Número curva de la subcuenca del río Oxabamba.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje	CN	Producto
Bosques primarios sin uso	371.55	24.50	25	612.62
Bosques primarios fragmentados	41.47	2.74	25	68.38
Vegetación arbustiva natural sin uso	70.46	4.65	25	116.18
Frutales variados	46.11	3.04	62	188.57
Cultivos	120.78	7.97	72	573.56
Masas de agua	0.47	0.03	30	0.94
Pastizales	713.39	47.05	68	3199.46
Bofedales	22.63	1.49	30	44.78
Suelo desnudo	114.71	7.57	72	544.74
Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo	2.00	0.13	72	9.52
Lago y lagunas	12.62	0.83	30	24.97
Total	1516.22	100.00		5383.72
Número curva promedio			53.84	

En la tabla se detalla el cálculo del número curva promedio según el uso del suelo en la subcuenca del río Oxabamba siendo de 53.84, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service).

Subcuenca del río Mollucro

Tabla 31. Número curva de la subcuenca del río Mollucro.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje	CN	Producto
Cultivos	38.62	18.25	72	1313.98
Pastizales	113.97	53.86	68	3662.49
Suelo desnudo	50.69	23.96	72	1724.82
Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo	8.32	3.93	72	283.27
Total	211.60	100.00		6984.56
Número curva promedio			69.85	

En la tabla se detalla el cálculo del número curva promedio según el uso del suelo en la subcuenca del río Mollucro siendo de 69.85, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service).

Subcuenca del río Huasahuasi

Tabla 32. Número curva de la subcuenca del río Huasahuasi.

Uso de suelos	Área (km ²)	Porcentaje	CN	Producto
Bosques primarios fragmentados	13.16	3.06	25	76.44
Vegetación arbustiva natural sin uso	15.62	3.63	25	90.73
Cultivos	85.77	19.93	72	1434.75
Pastizales	280.72	65.22	68	4434.96
Bofedales	18.23	4.24	30	127.06
Suelo desnudo	10.41	2.42	72	174.14
Lago y lagunas	6.51	1.51	30	45.37
Total	430.42	100.00		6383.44
Número curva promedio		63.83		

En la tabla se detalla el cálculo del número curva promedio según el uso del suelo en la subcuenca del río Huasahuasi siendo de 63.83, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service).

4.1.4. Curva I – D – F

Subcuenca del río Tulumayo

Tabla 33. Curva IDF de la subcuenca del río Tulumayo.

Frecuencia en años	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	46.4	30.2	23.5	19.7	17.1	15.3	13.9	12.8	11.9	11.1	10.5	10.0
10	53.1	34.6	26.9	22.5	19.6	17.5	15.9	14.7	13.6	12.8	12.0	11.4
25	63.6	41.4	32.2	27.0	23.5	21.0	19.1	17.6	16.3	15.3	14.4	13.7
50	72.9	47.5	36.9	30.9	26.9	24.0	21.9	20.1	18.7	17.5	16.5	15.6
100	83.6	54.4	42.3	35.4	30.8	27.5	25.0	23.1	21.4	20.1	18.9	17.9

La tabla muestra los valores para la construcción de las curvas intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de

retorno de acuerdo al método probabilístico de Gumbel, para la subcuenca del río Tulumayo.

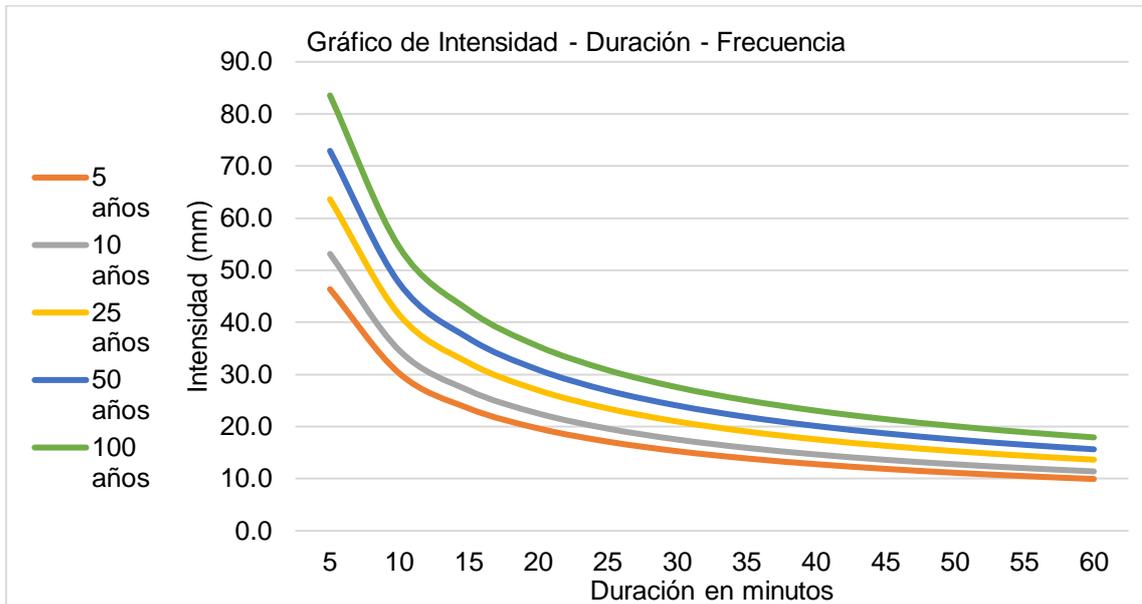


Figura 3. Curva IDF de la subcuenca del río Tulumayo.

En la figura se representa las curvas de intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) en la subcuenca del río Tulumayo.

Intercuenca del río Chanchamayo

Tabla 34. Curva IDF de la intercuenca del río Chanchamayo.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	71.1	46.3	36.0	30.2	26.3	23.5	21.3	19.6	18.2	17.1	16.1	15.3
10	88.5	57.6	44.8	37.5	32.7	29.2	26.5	24.4	22.7	21.3	20.0	19.0
25	118.0	76.8	59.8	50.0	43.6	38.9	35.4	32.6	30.3	28.4	26.7	25.3
50	146.7	95.5	74.3	62.2	54.2	48.4	44.0	40.5	37.6	35.3	33.2	31.5
100	182.4	118.8	92.4	77.3	67.3	60.2	54.7	50.3	46.8	43.8	41.3	39.2

La tabla muestra los valores para la construcción de las curvas intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno de acuerdo al método probabilístico de Gumbel, para la subcuenca del río Chanchamayo.

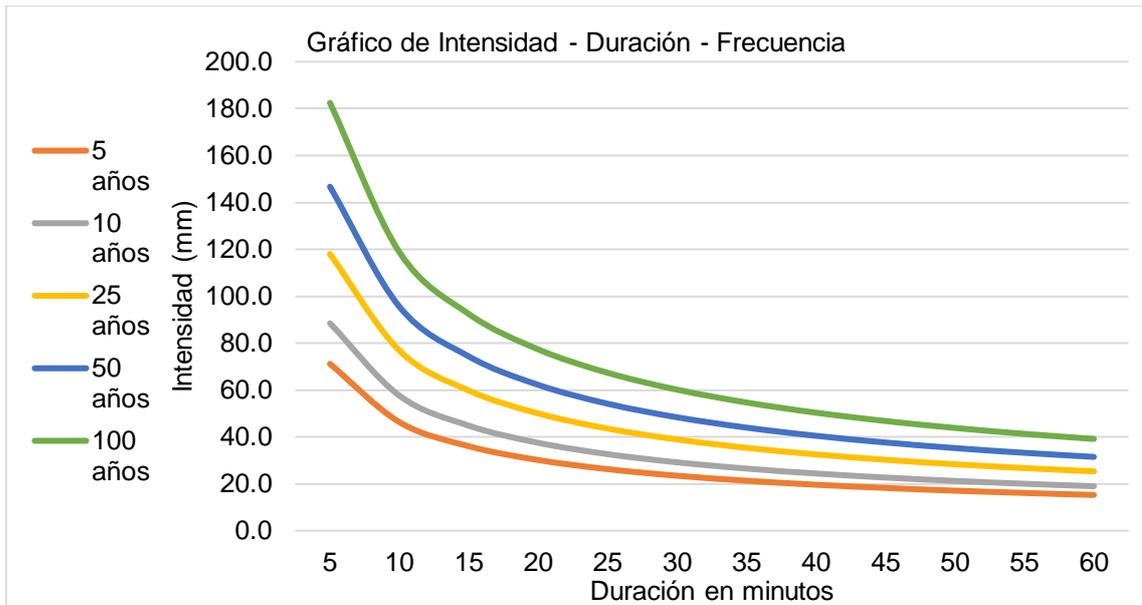


Figura 4. Curva IDF de la intercuenca del río Chanchamayo.

En la figura se representa las curvas de intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) en la intercuenca del río Chanchamayo.

Subcuenca del río Seco

Tabla 35. Curva IDF de la subcuenca del río Seco.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	38.2	24.9	19.4	16.2	14.1	12.6	11.5	10.5	9.8	9.2	8.7	8.2
10	43.4	28.3	22.0	18.4	16.0	14.3	13.0	12.0	11.1	10.4	9.8	9.3
25	51.5	33.5	26.1	21.8	19.0	17.0	15.4	14.2	13.2	12.4	11.7	11.0
50	58.5	38.1	29.6	24.8	21.6	19.3	17.5	16.1	15.0	14.1	13.3	12.6
100	66.5	43.3	33.7	28.2	24.6	21.9	19.9	18.4	17.1	16.0	15.1	14.3

La tabla muestra los valores para la construcción de las curvas intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno de acuerdo al método probabilístico de Gumbel, para la subcuenca del río Seco.

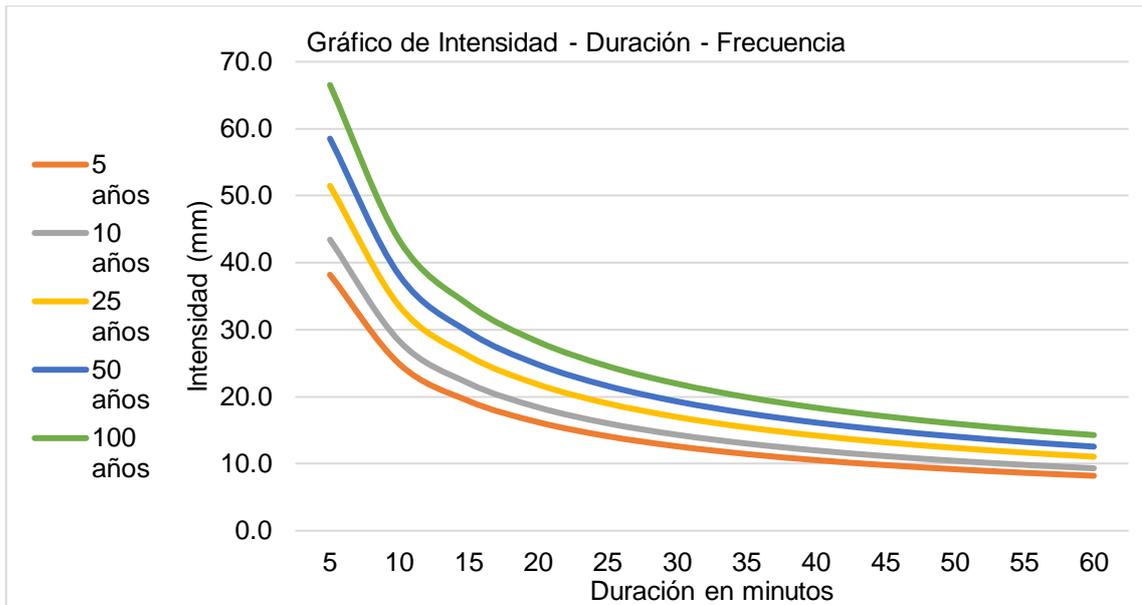


Figura 5. Curva IDF de la subcuenca del río Seco.

En la figura se representa las curvas de intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) en la intercuenca del río Seco.

Subcuenca del río Ricrán

Tabla 36. Curva IDF de la subcuenca del río Ricrán.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	34.4	22.4	17.4	14.6	12.7	11.4	10.3	9.5	8.8	8.3	7.8	7.4
10	38.5	25.1	19.5	16.3	14.2	12.7	11.5	10.6	9.9	9.3	8.7	8.3
25	44.6	29.1	22.6	18.9	16.5	14.7	13.4	12.3	11.5	10.7	10.1	9.6
50	49.9	32.5	25.3	21.2	18.4	16.5	15.0	13.8	12.8	12.0	11.3	10.7
100	55.8	36.3	28.3	23.7	20.6	18.4	16.7	15.4	14.3	13.4	12.6	12.0

La tabla muestra los valores para la construcción de las curvas intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno de acuerdo al método probabilístico de Gumbel, para la subcuenca del río Ricrán.

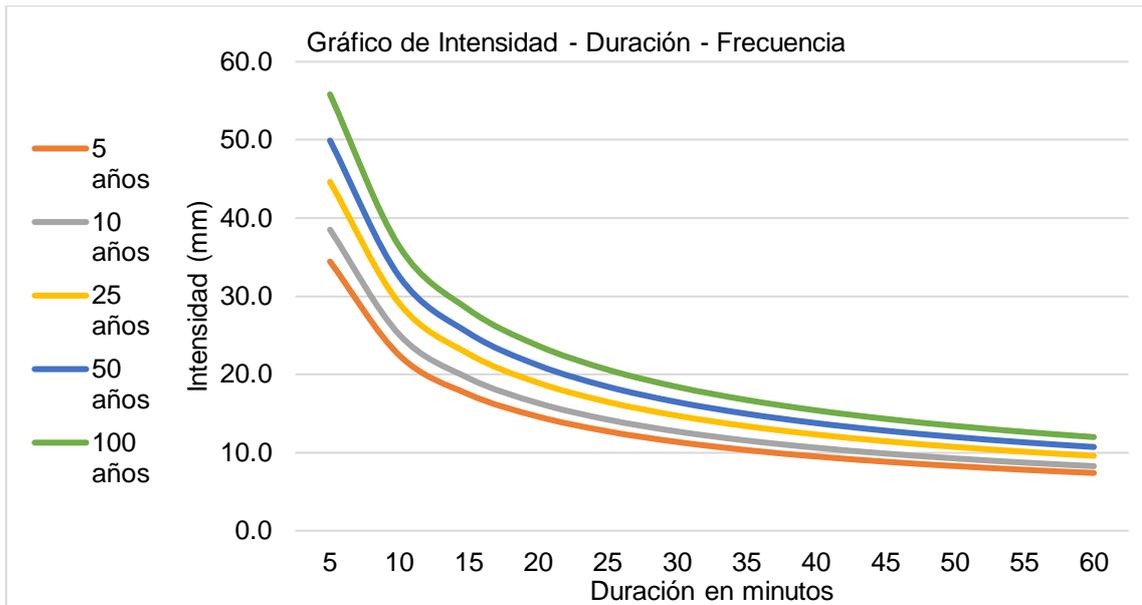


Figura 6. Curva IDF de la subcuenca del río Ricrán.

En la figura se representa las curvas de intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) en la intercuenca del río Ricrán.

Subcuenca del río Palcamayo

Tabla 37. Curva IDF de la subcuenca del río Palcamayo.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	38.2	24.9	19.4	16.2	14.1	12.6	11.5	10.5	9.8	9.2	8.7	8.2
10	43.4	28.3	22.0	18.4	16.0	14.3	13.0	12.0	11.1	10.4	9.8	9.3
25	51.5	33.5	26.1	21.8	19.0	17.0	15.4	14.2	13.2	12.4	11.7	11.0
50	58.5	38.1	29.6	24.8	21.6	19.3	17.5	16.1	15.0	14.1	13.3	12.6
100	66.5	43.3	33.7	28.2	24.6	21.9	19.9	18.4	17.1	16.0	15.1	14.3

La tabla muestra los valores para la construcción de las curvas intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno de acuerdo al método probabilístico de Gumbel, para la subcuenca del río Palcamayo.

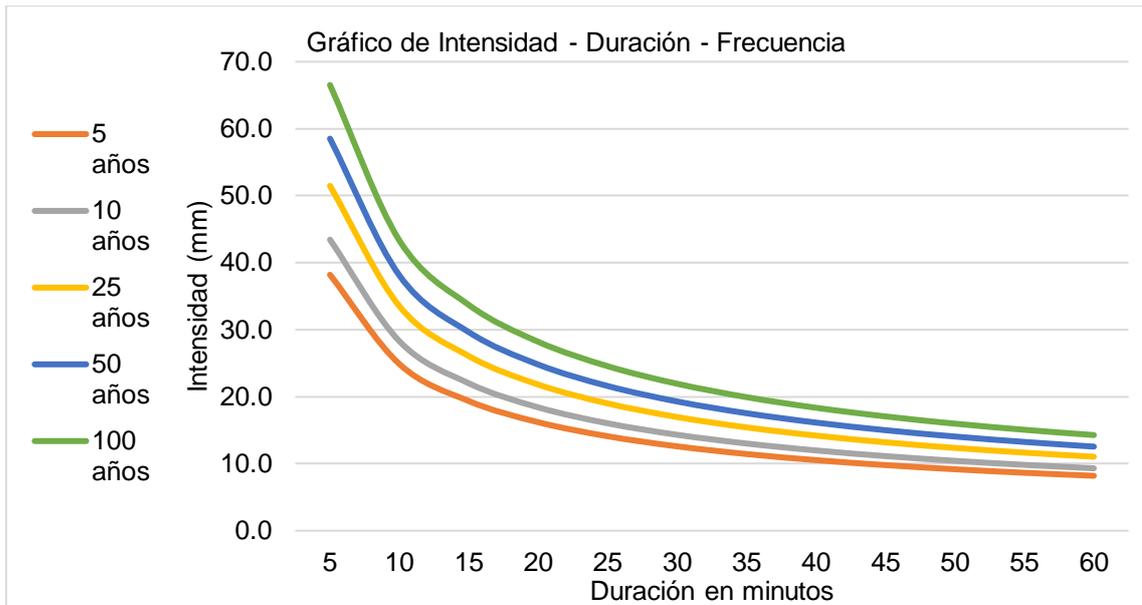


Figura 7. Curva IDF de la subcuenca del río Palcamayo.

En la figura se representa las curvas de intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) en la intercuenca del río Palcamayo.

Subcuenca del río Palca

Tabla 38. Curva IDF de la subcuenca del río Palca.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	38.2	24.9	19.4	16.2	14.1	12.6	11.5	10.5	9.8	9.2	8.7	8.2
10	43.4	28.3	22.0	18.4	16.0	14.3	13.0	12.0	11.1	10.4	9.8	9.3
25	51.5	33.5	26.1	21.8	19.0	17.0	15.4	14.2	13.2	12.4	11.7	11.0
50	58.5	38.1	29.6	24.8	21.6	19.3	17.5	16.1	15.0	14.1	13.3	12.6
100	66.5	43.3	33.7	28.2	24.6	21.9	19.9	18.4	17.1	16.0	15.1	14.3

La tabla muestra los valores para la construcción de las curvas intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno de acuerdo al método probabilístico de Gumbel, para la subcuenca del río Palca.

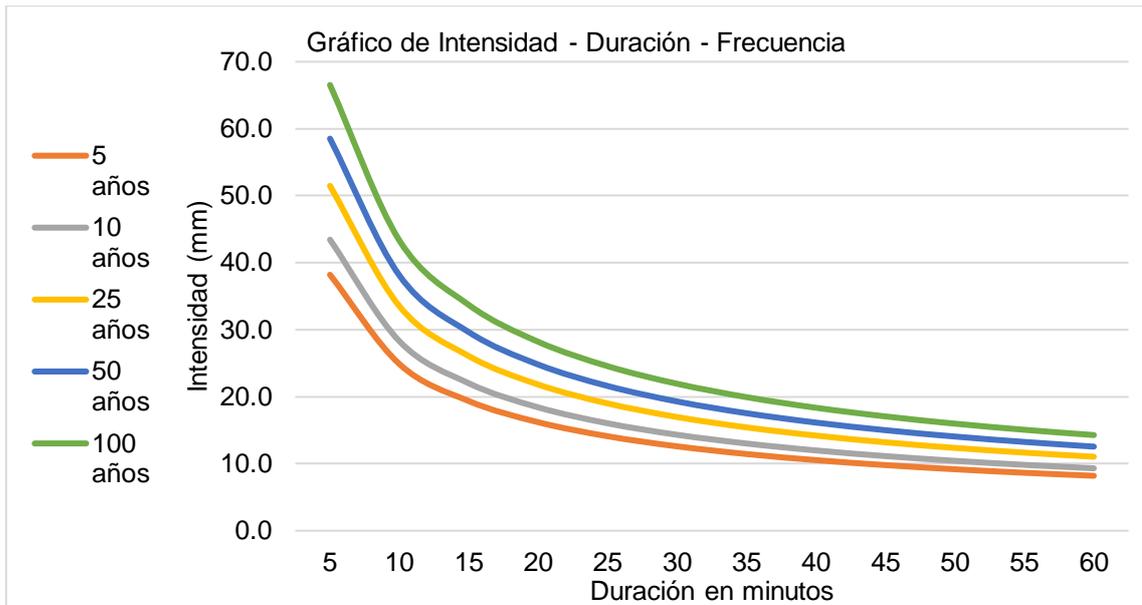


Figura 8. Curva IDF de la subcuenca del río Palca.

En la figura se representa las curvas de intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) en la intercuenca del río Palca.

Subcuenca del río Oxabamba

Tabla 39. Curva IDF de la subcuenca del río Oxabamba.

		Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
Frecuencia en años	Duración en minutos												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
5	38.7	25.2	19.6	16.4	14.3	12.8	11.6	10.7	9.9	9.3	8.8	8.3	
10	42.2	27.5	21.4	17.9	15.6	13.9	12.7	11.7	10.8	10.1	9.6	9.1	
25	47.4	30.9	24.0	20.1	17.5	15.6	14.2	13.1	12.2	11.4	10.7	10.2	
50	51.8	33.7	26.2	21.9	19.1	17.1	15.5	14.3	13.3	12.4	11.7	11.1	
100	56.5	36.8	28.6	23.9	20.8	18.6	16.9	15.6	14.5	13.6	12.8	12.1	

La tabla muestra los valores para la construcción de las curvas intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno de acuerdo al método probabilístico de Gumbel, para la subcuenca del río Oxabamba.

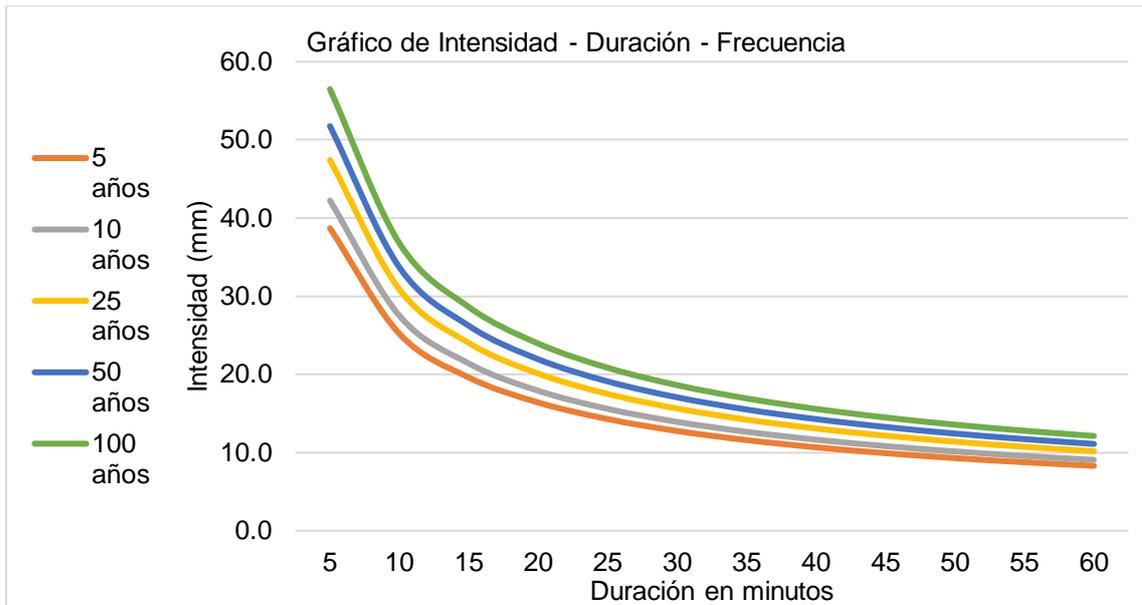


Figura 9. Curva IDF de la subcuenca del río Oxabamba.

En la figura se representa las curvas de intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) en la intercuenca del río Oxabamba.

Subcuenca del río Mollucro

Tabla 40. Curva IDF de la subcuenca del río Mollucro.

Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	38.2	24.9	19.4	16.2	14.1	12.6	11.5	10.5	9.8	9.2	8.7	8.2
10	43.4	28.3	22.0	18.4	16.0	14.3	13.0	12.0	11.1	10.4	9.8	9.3
25	51.5	33.5	26.1	21.8	19.0	17.0	15.4	14.2	13.2	12.4	11.7	11.0
50	58.5	38.1	29.6	24.8	21.6	19.3	17.5	16.1	15.0	14.1	13.3	12.6
100	66.5	43.3	33.7	28.2	24.6	21.9	19.9	18.4	17.1	16.0	15.1	14.3

La tabla muestra los valores para la construcción de las curvas intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno de acuerdo al método probabilístico de Gumbel, para la subcuenca del río Mollucro.

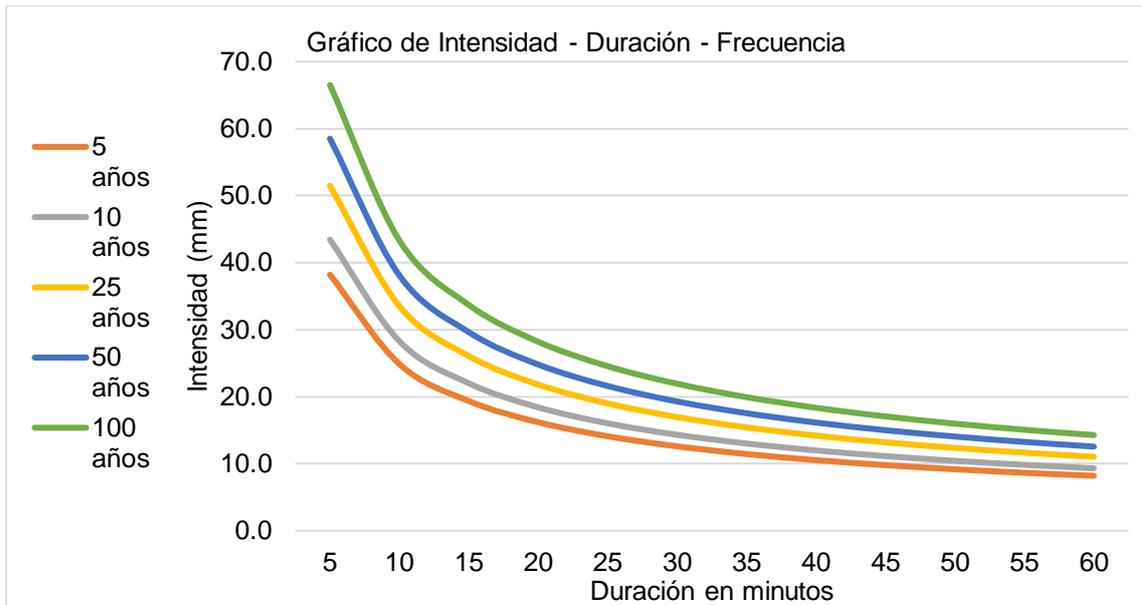


Figura 10. Curva IDF de la subcuenca del río Mollucro.

En la figura se representa las curvas de intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) en la intercuenca del río Mollucro.

Subcuenca del río Huasahuasi

Tabla 41. Curva IDF de la subcuenca del río Huasahuasi.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	38.7	25.2	19.6	16.4	14.3	12.8	11.6	10.7	9.9	9.3	8.8	8.3
10	42.2	27.5	21.4	17.9	15.6	13.9	12.7	11.7	10.8	10.1	9.6	9.1
25	47.4	30.9	24.0	20.1	17.5	15.6	14.2	13.1	12.2	11.4	10.7	10.2
50	51.8	33.7	26.2	21.9	19.1	17.1	15.5	14.3	13.3	12.4	11.7	11.1
100	56.5	36.8	28.6	23.9	20.8	18.6	16.9	15.6	14.5	13.6	12.8	12.1

La tabla muestra los valores para la construcción de las curvas intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno de acuerdo al método probabilístico de Gumbel, para la subcuenca del río Huasahuasi.

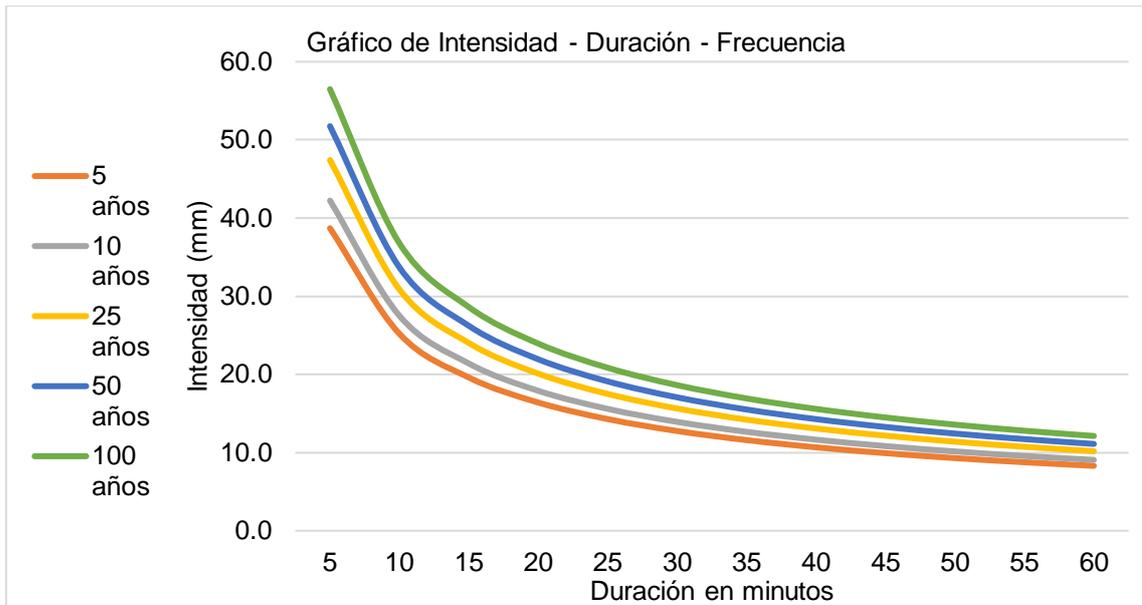


Figura 11. Curva IDF de la subcuenca del río Huasahuasi.

En la figura se representa las curvas de intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) en la intercuenca del río Huasahuasi.

4.1.5. Tiempo de concentración

Tabla 42. Tiempo de concentración.

	Longitud de cauce más largo (m)	Pendiente (m/m)	Tiempo de concentración (min)
Subcuenca del río Tulumayo	101455.00	0.04	497.48
Intercuenca del río Chanchamayo	14837.00	0.10	78.33
Subcuenca del río Seco	18190.00	0.06	112.89
Subcuenca del río Ricrán	45112.00	0.04	270.11
Subcuenca del río Palcamayo	35217.00	0.04	218.94
Subcuenca del río Palca	69039.00	0.05	343.37
Subcuenca del río Oxabamba	95740.00	0.04	482.24
Subcuenca del río Mollucro	27086.00	0.05	168.17
Subcuenca del río Huasahuasi	39680.00	0.05	214.00

En la tabla se muestra el tiempo de concentración en minutos de las subcuencas involucradas e intercuenca, según Kirpich.

4.1.6. Hietograma

Subcuenca del río Tulumayo

Tabla 43. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Tulumayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
60	9.95	9.95	9.95	9.95	0	60	1.09
120	6.48	12.96	3.01	3.01	60	120	1.32
180	5.04	15.12	2.16	2.16	120	180	1.75
240	4.22	16.87	1.75	1.75	180	240	3.01
300	3.67	18.37	1.50	1.50	240	300	9.95
360	3.28	19.69	1.32	1.32	300	360	2.16
420	2.98	20.88	1.19	1.19	360	420	1.50
480	2.75	21.97	1.09	1.09	420	480	1.19
540	2.55	22.98	1.01	1.01	480	540	1.01

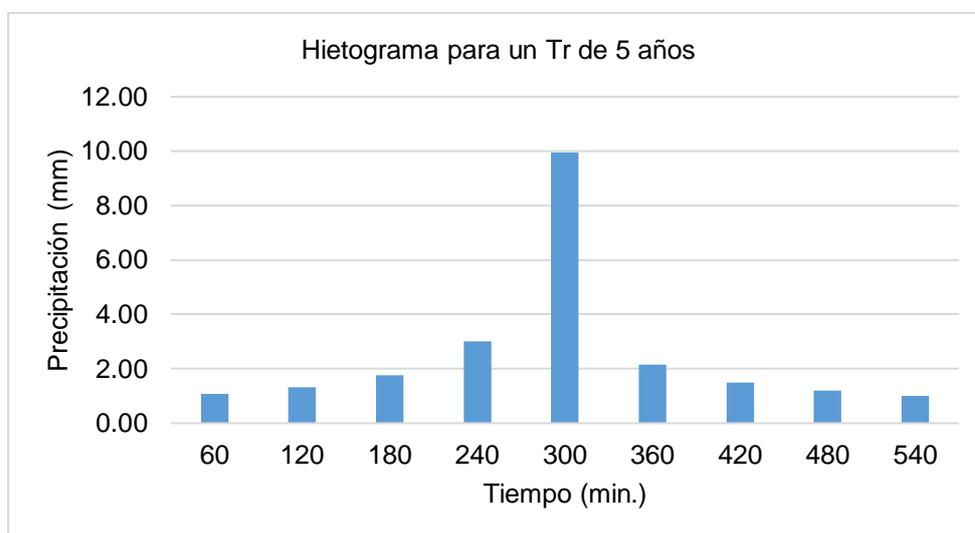


Figura 12. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Tulumayo.

La tabla y la figura anterior se representa el hietograma para la subcuenca del río Tulumayo para un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 44. Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Tulumayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
60	11.41	11.41	11.41	11.41	0	60	1.25
120	7.43	14.85	3.44	3.44	60	120	1.51
180	5.78	17.33	2.48	2.48	120	180	2.01
240	4.83	19.34	2.01	2.01	180	240	3.44
300	4.21	21.05	1.71	1.71	240	300	11.41
360	3.76	22.56	1.51	1.51	300	360	2.48
420	3.42	23.93	1.36	1.36	360	420	1.71
480	3.15	25.18	1.25	1.25	420	480	1.36
540	2.93	26.33	1.15	1.15	480	540	1.15

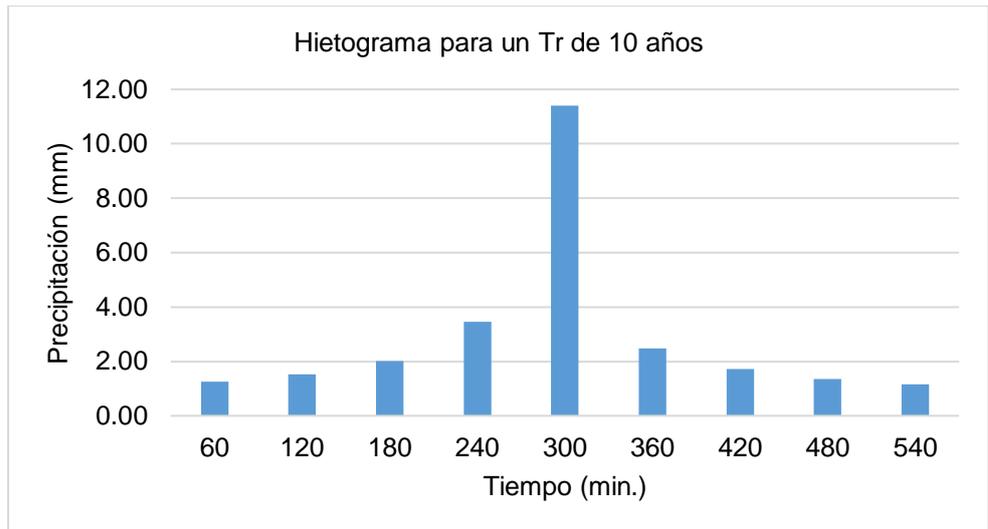


Figura 13. Periodo de retorno de 10 años, subcuena del río Tulumayo.

Del mismo modo la tabla y figura anterior se representa el hietograma para la subcuena del río Tulumayo para un periodo de retorno de 10 años.

Tabla 45. Periodo de retorno de 25 años de la subcuena del río Tulumayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
60	13.66	13.66	13.66	13.66	0	60	1.49
120	8.89	17.78	4.12	4.12	60	120	1.81
180	6.92	20.75	2.97	2.97	120	180	2.40
240	5.79	23.15	2.40	2.40	180	240	4.12
300	5.04	25.20	2.05	2.05	240	300	13.66
360	4.50	27.02	1.81	1.81	300	360	2.97
420	4.09	28.65	1.63	1.63	360	420	2.05
480	3.77	30.14	1.49	1.49	420	480	1.63
540	3.50	31.52	1.38	1.38	480	540	1.38

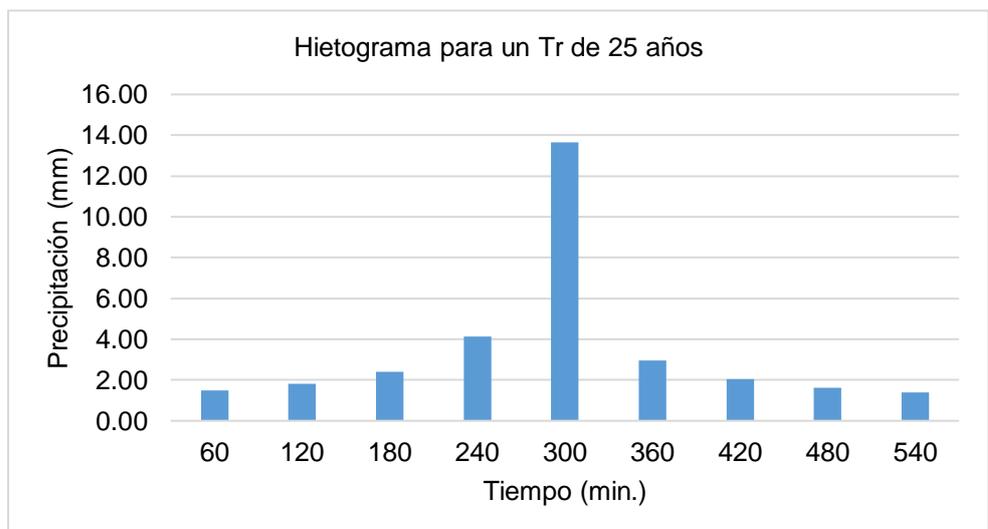


Figura 14. Periodo de retorno de 25 años, subcuena del río Tulumayo.

En la tabla y figura anterior se representa el hietograma para la subcuena del río Tulumayo para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 46. Periodo de retorno de 50 años de la subcuena del río Tulumayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
60	15.65	15.65	15.65	15.65	0	60	1.71
120	10.19	20.38	4.73	4.73	60	120	2.08
180	7.93	23.78	3.40	3.40	120	180	2.75
240	6.63	26.53	2.75	2.75	180	240	4.73
300	5.78	28.88	2.35	2.35	240	300	15.65
360	5.16	30.96	2.08	2.08	300	360	3.40
420	4.69	32.83	1.87	1.87	360	420	2.35
480	4.32	34.54	1.71	1.71	420	480	1.87
540	4.01	36.13	1.58	1.58	480	540	1.58

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuena del río Tulumayo para un periodo de retorno de 50 años, esto en base al método de bloque alterno.

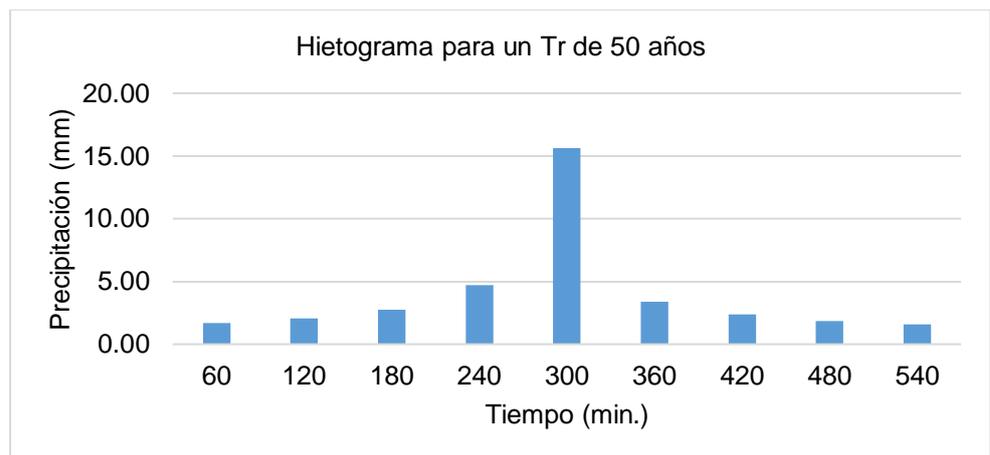


Figura 15. Periodo de retorno de 50 años, subcuena del río Tulumayo.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Tulumayo para un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 47. Periodo de retorno de 100 años de la subcuena del río Tulumayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
60	17.93	17.93	17.93	17.93	0	60	1.96
120	11.67	23.35	5.42	5.42	60	120	2.38
180	9.08	27.25	3.90	3.90	120	180	3.15
240	7.60	30.40	3.15	3.15	180	240	5.42
300	6.62	33.10	2.70	2.70	240	300	17.93
360	5.91	35.48	2.38	2.38	300	360	3.90
420	5.37	37.62	2.14	2.14	360	420	2.70
480	4.95	39.58	1.96	1.96	420	480	2.14
540	4.60	41.40	1.82	1.82	480	540	1.82

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Tulumayo para un periodo de retorno de 100 años, esto en base al método de bloque alterno.

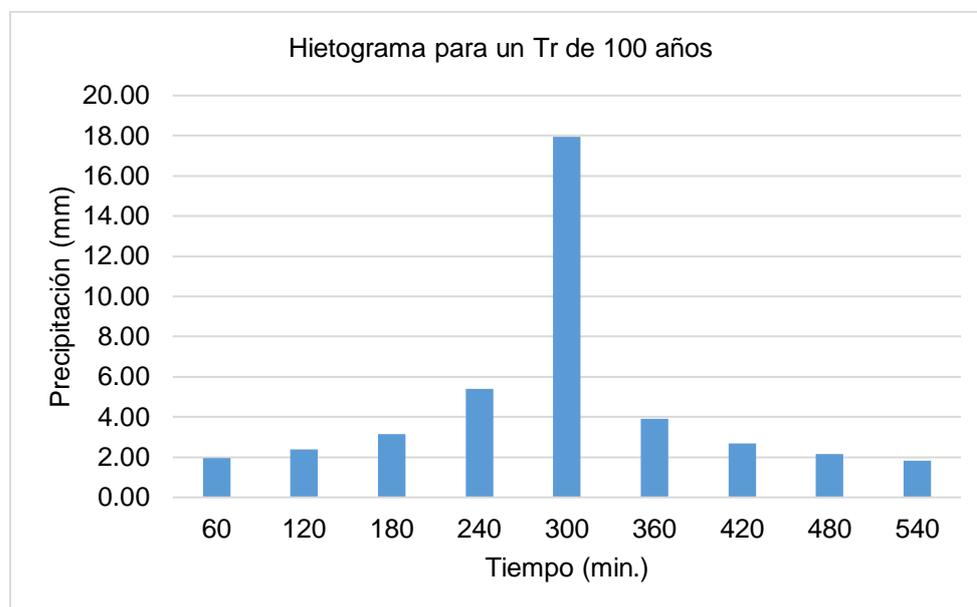


Figura 16. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Tulumayo.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Tulumayo para un periodo de retorno de 100 años.

Intercuenca del río Chanchamayo

Tabla 48. Periodo de retorno 5 años de la intercuenca del río Chanchamayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
10	46.32	7.72	7.72	7.72	0	10	0.84
20	30.15	10.05	2.33	2.33	10	20	1.02
30	23.46	11.73	1.68	1.68	20	30	1.36
40	19.63	13.09	1.36	1.36	30	40	2.33
50	17.10	14.25	1.16	1.16	40	50	7.72
60	15.27	15.27	1.02	1.02	50	60	1.68
70	13.88	16.19	0.92	0.92	60	70	1.16
80	12.78	17.04	0.84	0.84	70	80	0.92

La tabla detalla los valores del hietograma para la intercuenca del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 5 años, esto en base al método de bloque alterno.

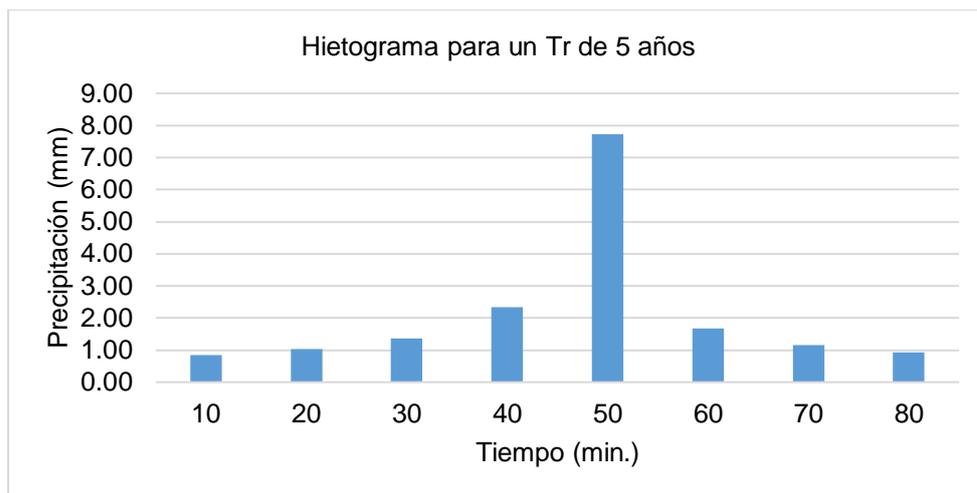


Figura 17. Periodo de retorno de 5 años, intercuenca del río Chanchamayo.

En la figura se representa el hietograma para la intercuenca del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 49. Periodo de retorno 10 años intercuenca del río Chanchamayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
10	57.59	9.60	9.60	9.60	0	10	1.05
20	37.49	12.50	2.90	2.90	10	20	1.27
30	29.17	14.58	2.09	2.09	20	30	1.69
40	24.41	16.27	1.69	1.69	30	40	2.90
50	21.26	17.71	1.44	1.44	40	50	9.60
60	18.99	18.99	1.27	1.27	50	60	2.09
70	17.26	20.14	1.15	1.15	60	70	1.44
80	15.89	21.19	1.05	1.05	70	80	1.15

La tabla detalla los valores del hietograma para la intercuenca del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 10 años, esto en base al método de bloque alterno.

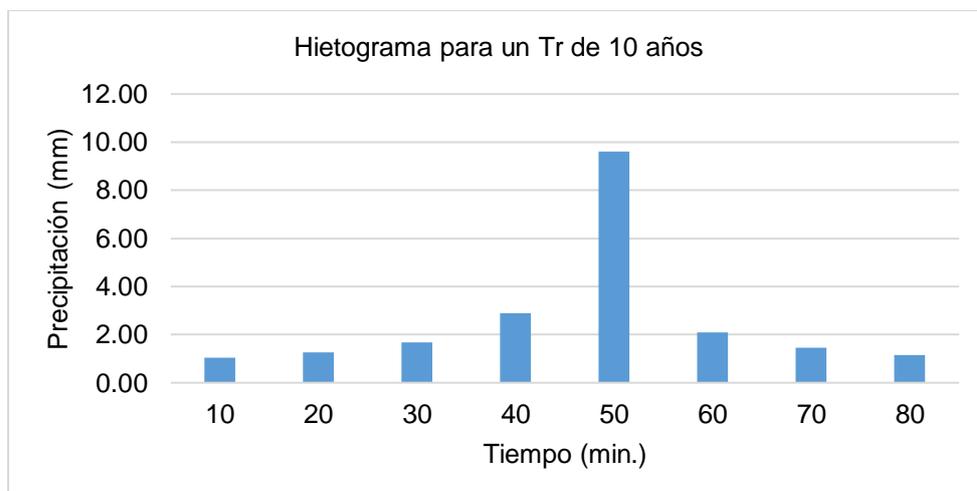


Figura 18. Periodo de retorno de 10 años, intercuenca del río Chanchamayo.

En la figura se representa el hietograma para la intercuenca del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 10 años.

Tabla 50. Periodo de retorno 25 años intercuenca del río Chanchamayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
10	76.82	12.80	12.80	12.80	0	10	1.40
20	50.01	16.67	3.87	3.87	10	20	1.70
30	38.90	19.45	2.78	2.78	20	30	2.25
40	32.56	21.70	2.25	2.25	30	40	3.87
50	28.35	23.63	1.92	1.92	40	50	12.80
60	25.33	25.33	1.70	1.70	50	60	2.78
70	23.02	26.86	1.53	1.53	60	70	1.92
80	21.19	28.26	1.40	1.40	70	80	1.53

La tabla detalla los valores del hietograma para la intercuenca del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 25 años, esto en base al método de bloque alterno.

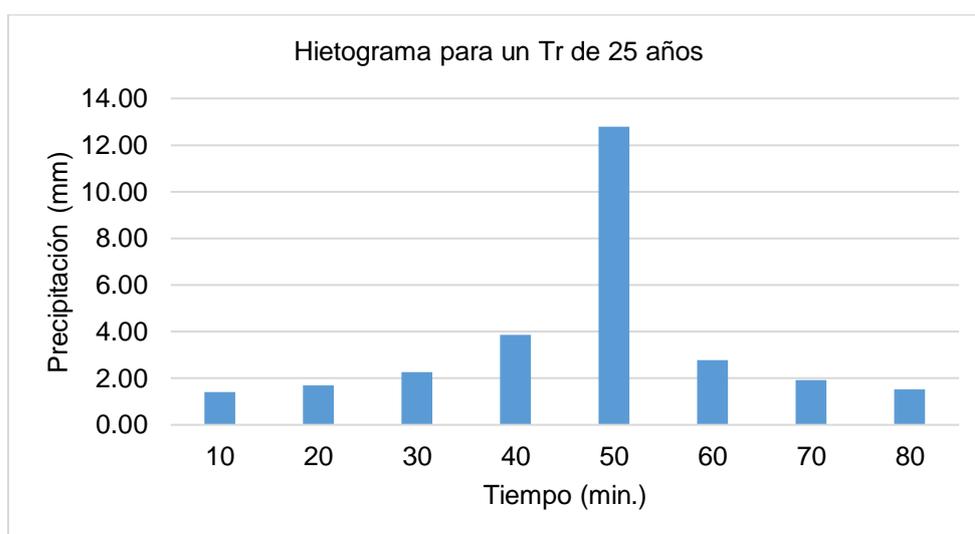


Figura 19. Periodo de retorno de 25 años, intercuenca del río Chanchamayo.

En la figura se representa el hietograma para la intercuenca del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 51. Periodo de retorno 50 años intercuenca del río Chanchamayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
10	95.52	15.92	15.92	15.92	0	10	1.74
20	62.18	20.73	4.81	4.81	10	20	2.11
30	48.37	24.19	3.46	3.46	20	30	2.80
40	40.48	26.99	2.80	2.80	30	40	4.81
50	35.26	29.38	2.39	2.39	40	50	15.92

60	31.49	31.49	2.11	2.11	50	60	3.46
70	28.62	33.40	1.90	1.90	60	70	2.39
80	26.35	35.14	1.74	1.74	70	80	1.90

La tabla detalla los valores del hietograma para la intercuenca del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 50 años, esto en base al método de bloque alterno.

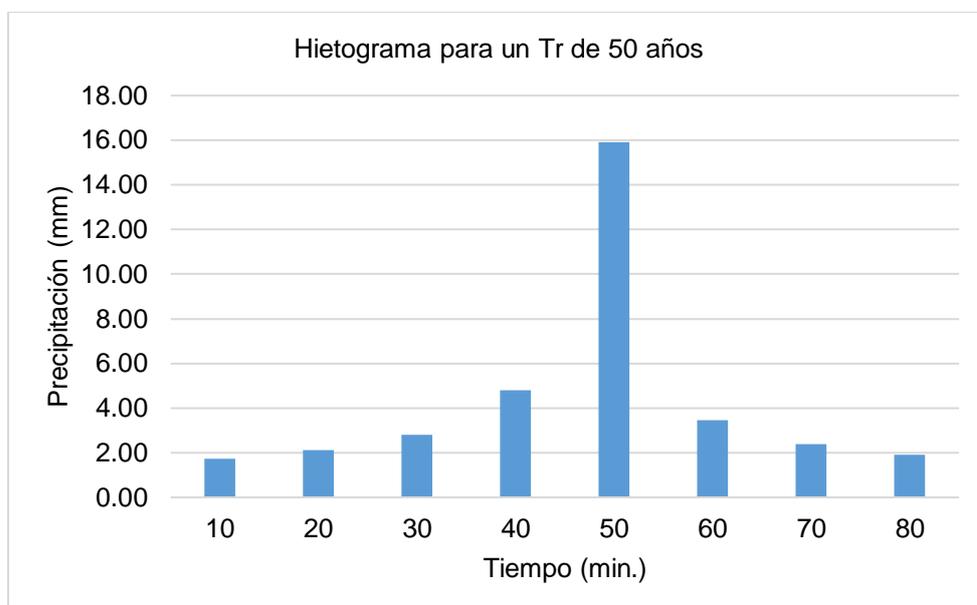


Figura 20. Periodo de retorno de 50 años, intercuenca del río Chanchamayo.

En la figura se representa el hietograma para la intercuenca del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 52. Periodo de retorno 100 años intercuenca del río Chanchamayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
10	118.77	19.79	19.79	19.79	0	10	2.17
20	77.32	25.77	5.98	5.98	10	20	2.63
30	60.15	30.08	4.30	4.30	20	30	3.48
40	50.34	33.56	3.48	3.48	30	40	5.98
50	43.84	36.53	2.98	2.98	40	50	19.79
60	39.16	39.16	2.63	2.63	50	60	4.30
70	35.59	41.53	2.37	2.37	60	70	2.98
80	32.77	43.69	2.17	2.17	70	80	2.37

La tabla detalla los valores del hietograma para la intercuenca del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 100 años, esto en base al método de bloque alterno.

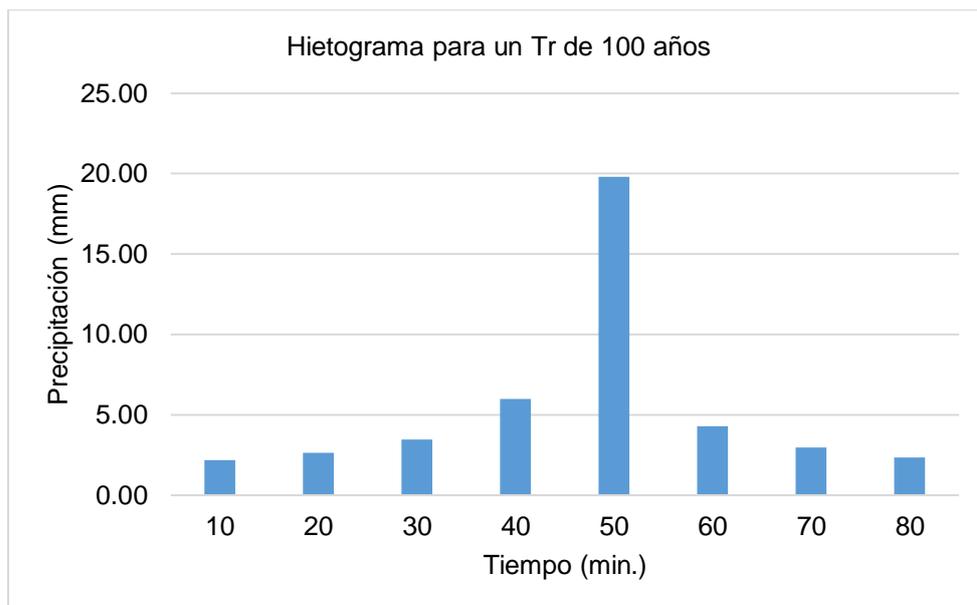


Figura 21. Periodo de retorno 100 años, intercuenca del río Chanchamayo.

En la figura se representa el hietograma para la intercuenca del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 100 años.

Subcuenca del río Seco

Tabla 53. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Seco.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
15	19.35	4.84	4.84	4.84	0	15	0.58
30	12.60	6.30	1.46	1.46	15	30	0.73
45	9.80	7.35	1.05	1.05	30	45	1.05
60	8.20	8.20	0.85	0.85	45	60	4.84
75	7.14	8.93	0.73	0.73	60	75	1.46
90	6.38	9.57	0.64	0.64	75	90	0.85
105	5.80	10.15	0.58	0.58	90	105	0.64
120	5.34	10.68	0.53	0.53	105	120	0.53

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Seco para un periodo de retorno de 5 años, esto en base al método de bloque alterno.

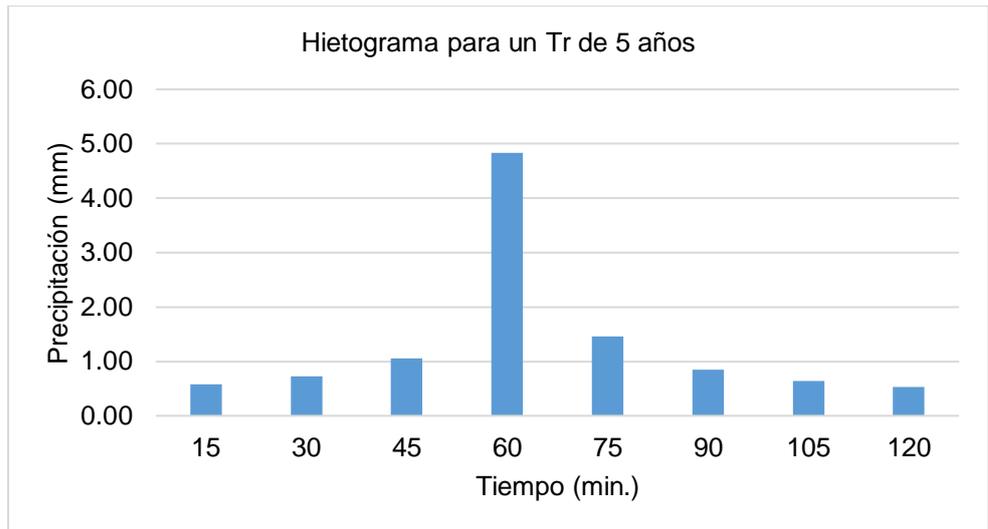


Figura 22. Periodo de retorno de 5 años, subcuena del río Seco.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Seco para un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 54. Periodo de retorno de 10 años de la subcuena del río Seco.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
15	22.00	5.50	5.50	5.50	0	15	0.66
30	14.32	7.16	1.66	1.66	15	30	0.83
45	11.14	8.36	1.20	1.20	30	45	1.20
60	9.32	9.32	0.97	0.97	45	60	5.50
75	8.12	10.15	0.83	0.83	60	75	1.66
90	7.25	10.88	0.73	0.73	75	90	0.97
105	6.59	11.54	0.66	0.66	90	105	0.73
120	6.07	12.14	0.60	0.60	105	120	0.60

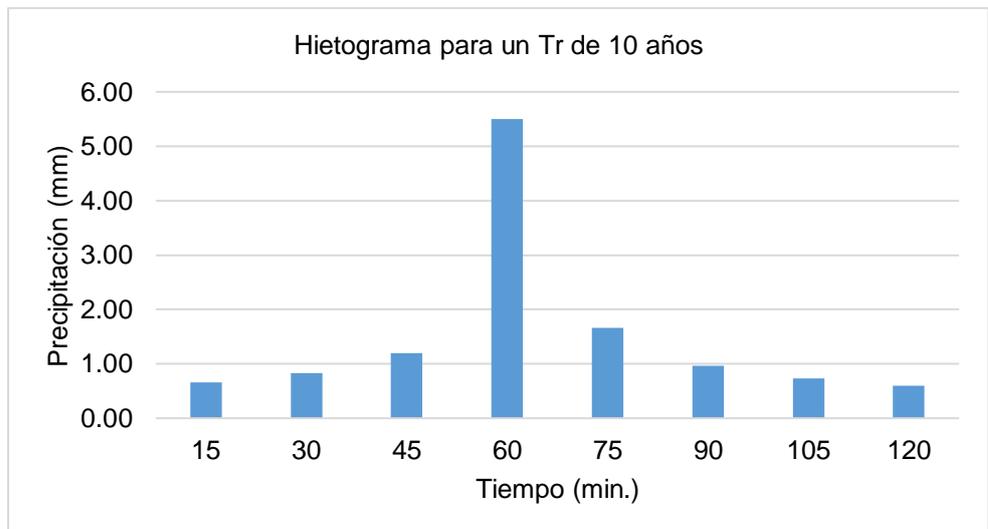


Figura 23. Periodo de retorno de 10 años, subcuena del río Seco

En la tabla y figura se representa el hietograma para la subcuena del río Seco para un periodo de retorno de 10 años.

Tabla 55. Periodo de retorno de 25 años de la subcuena del río Seco.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
15	26.07	6.52	6.52	6.52	0	15	0.78
30	16.97	8.48	1.97	1.97	15	30	0.98
45	13.20	9.90	1.42	1.42	30	45	1.42
60	11.05	11.05	1.15	1.15	45	60	6.52
75	9.62	12.03	0.98	0.98	60	75	1.97
90	8.59	12.89	0.86	0.86	75	90	1.15
105	7.81	13.67	0.78	0.78	90	105	0.86
120	7.19	14.38	0.71	0.71	105	120	0.71

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuena del río Seco para un periodo de retorno de 25 años, esto en base al método de bloque alterno.

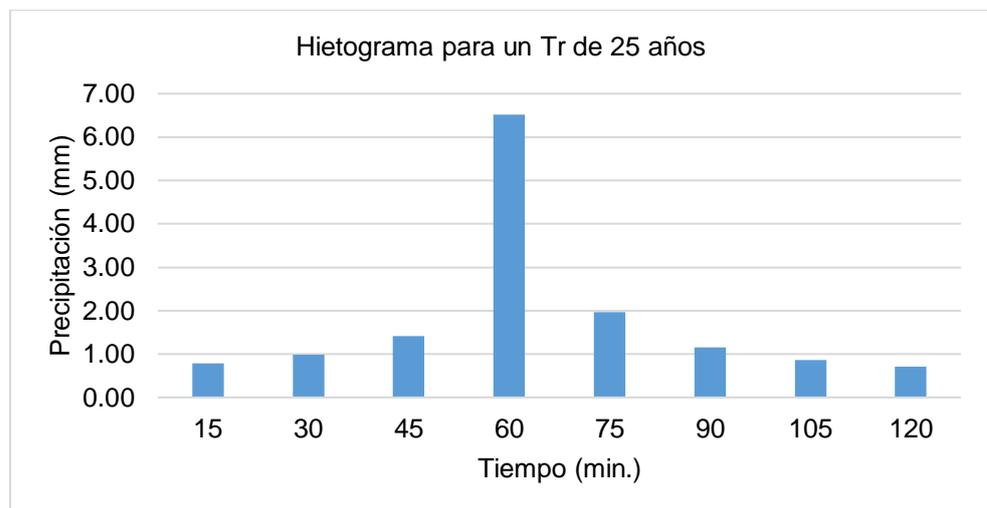


Figura 24. Periodo de retorno de 25 años, subcuena del río Seco.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Seco para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 56. Periodo de retorno de 50 años de la subcuena del río Seco.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
15	29.64	7.41	7.41	7.41	0	15	0.89
30	19.29	9.65	2.24	2.24	15	30	1.11
45	15.01	11.26	1.61	1.61	30	45	1.61
60	12.56	12.56	1.30	1.30	45	60	7.41
75	10.94	13.67	1.11	1.11	60	75	2.24
90	9.77	14.66	0.98	0.98	75	90	1.30
105	8.88	15.54	0.89	0.89	90	105	0.98
120	8.18	16.35	0.81	0.81	105	120	0.81

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Seco para un periodo de retorno de 50 años, esto en base al método de bloque alterno.

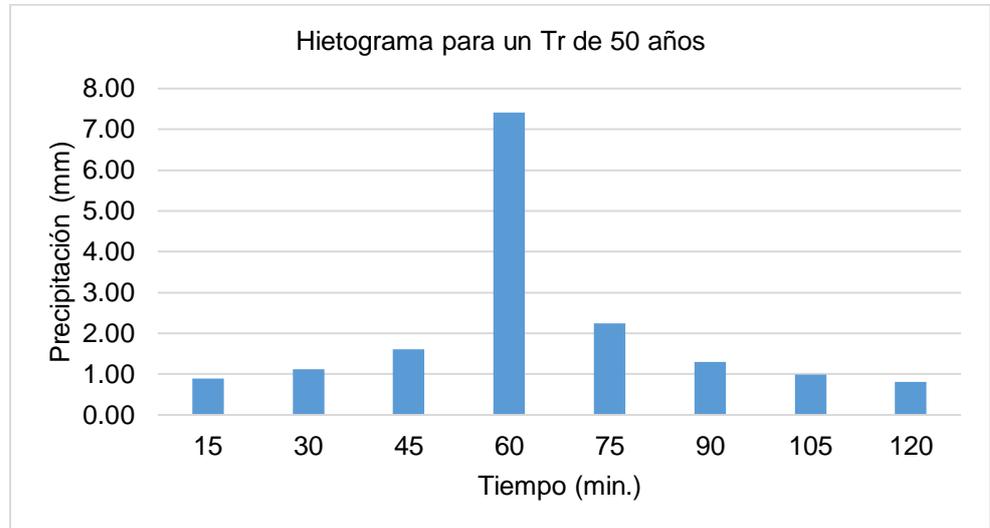


Figura 25. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Seco.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Seco para un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 57. Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Seco.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
15	33.69	8.42	8.42	8.42	0	15	1.01
30	21.93	10.97	2.54	2.54	15	30	1.27
45	17.06	12.80	1.83	1.83	30	45	1.83
60	14.28	14.28	1.48	1.48	45	60	8.42
75	12.44	15.55	1.27	1.27	60	75	2.54
90	11.11	16.66	1.12	1.12	75	90	1.48
105	10.10	17.67	1.01	1.01	90	105	1.12
120	9.30	18.59	0.92	0.92	105	120	0.92

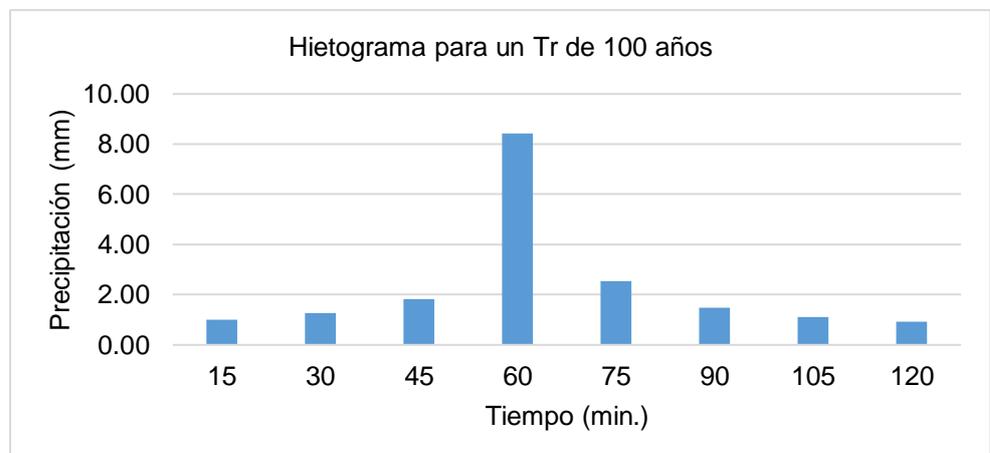


Figura 26. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Seco.

En la tabla y figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Seco para un periodo de retorno de 100 años.

Subcuenca del río Ricrán

Tabla 58. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Ricrán.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
30	11.36	5.68	5.68	5.68	0	30	0.62
60	7.39	7.39	1.71	1.71	30	60	0.75
90	5.75	8.63	1.23	1.23	60	90	1.00
120	4.81	9.62	1.00	1.00	90	120	1.71
150	4.19	10.48	0.85	0.85	120	150	5.68
180	3.74	11.23	0.75	0.75	150	180	1.23
210	3.40	11.91	0.68	0.68	180	210	0.85
240	3.13	12.53	0.62	0.62	210	240	0.68
270	2.91	13.11	0.57	0.57	240	270	0.57

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Ricrán para un periodo de retorno de 5 años, esto en base al método de bloque alterno.

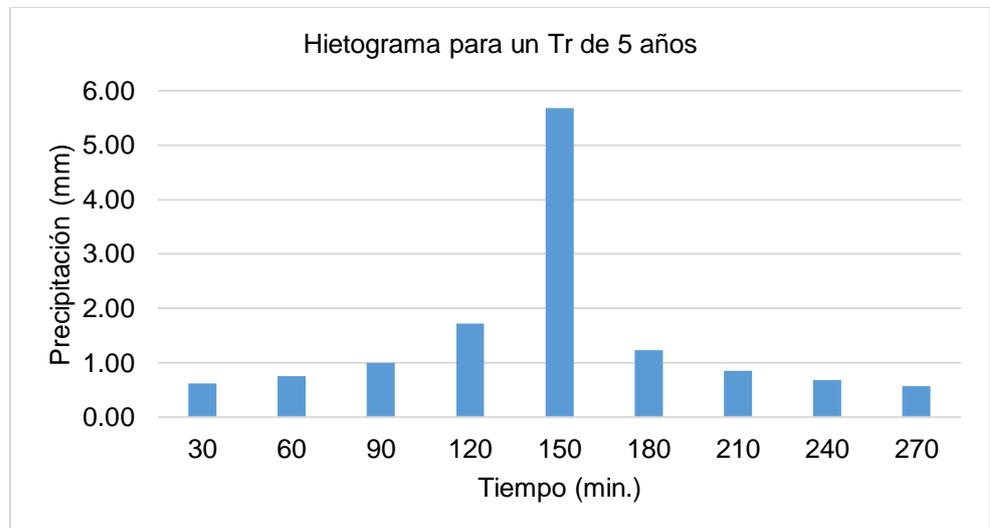


Figura 27. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Ricrán.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Ricrán para un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 59. Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Ricrán.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
30	12.70	6.35	6.35	6.35	0	30	0.69
60	8.27	8.27	1.92	1.92	30	60	0.84
90	6.43	9.65	1.38	1.38	60	90	1.12
120	5.38	10.76	1.12	1.12	90	120	1.92
150	4.69	11.72	0.95	0.95	120	150	6.35
180	4.19	12.56	0.84	0.84	150	180	1.38
210	3.81	13.32	0.76	0.76	180	210	0.95
240	3.50	14.01	0.69	0.69	210	240	0.76
270	3.26	14.66	0.64	0.64	240	270	0.64

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Ricrán para un periodo de retorno de 10 años, esto en base al método de bloque alterno.

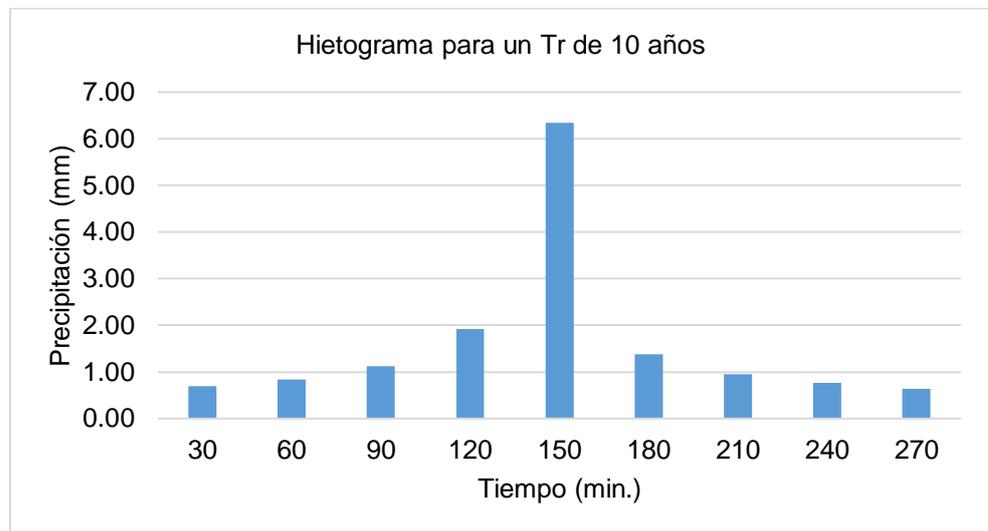


Figura 28. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Ricrán.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Ricrán para un periodo de retorno de 10 años.

Tabla 60. Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Ricrán.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
30	14.72	7.36	7.36	7.36	0	30	0.81
60	9.58	9.58	2.22	2.22	30	60	0.98
90	7.45	11.18	1.60	1.60	60	90	1.29
120	6.24	12.48	1.29	1.29	90	120	2.22
150	5.43	13.58	1.11	1.11	120	150	7.36
180	4.85	14.56	0.98	0.98	150	180	1.60
210	4.41	15.44	0.88	0.88	180	210	1.11
240	4.06	16.24	0.81	0.81	210	240	0.88
270	3.78	16.99	0.75	0.75	240	270	0.75

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Ricrán para un periodo de retorno de 25 años, esto en base al método de bloque alterno.

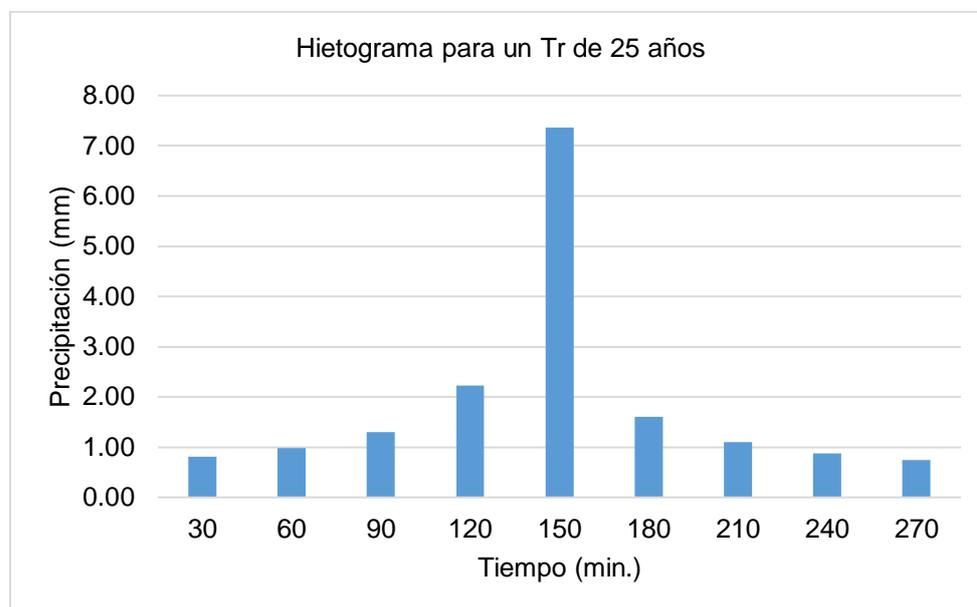


Figura 29. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Ricrán.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Ricrán para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 61. Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Ricrán.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
30	16.46	8.23	8.23	8.23	0	30	0.90
60	10.71	10.71	2.49	2.49	30	60	1.09
90	8.34	12.50	1.79	1.79	60	90	1.45
120	6.98	13.95	1.45	1.45	90	120	2.49
150	6.07	15.19	1.24	1.24	120	150	8.23
180	5.43	16.28	1.09	1.09	150	180	1.79
210	4.93	17.26	0.98	0.98	180	210	1.24
240	4.54	18.16	0.90	0.90	210	240	0.98
270	4.22	19.00	0.83	0.83	240	270	0.83

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Ricrán para un periodo de retorno de 50 años, esto en base al método de bloque alterno.

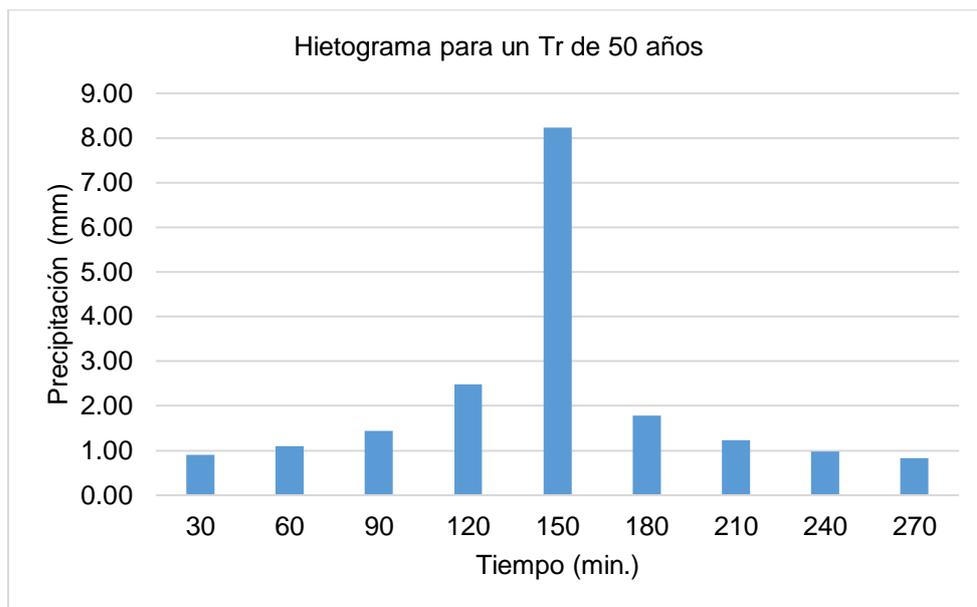


Figura 30. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Ricrán.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Ricrán para un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 62. Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Ricrán.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
30	18.40	9.20	9.20	9.20	0	30	1.01
60	11.98	11.98	2.78	2.78	30	60	1.22
90	9.32	13.98	2.00	2.00	60	90	1.62
120	7.80	15.60	1.62	1.62	90	120	2.78
150	6.79	16.98	1.38	1.38	120	150	9.20
180	6.07	18.20	1.22	1.22	150	180	2.00
210	5.52	19.30	1.10	1.10	180	210	1.38
240	5.08	20.31	1.01	1.01	210	240	1.10
270	4.72	21.24	0.93	0.93	240	270	0.93

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Ricrán para un periodo de retorno de 100 años, esto en base al método de bloque alterno.

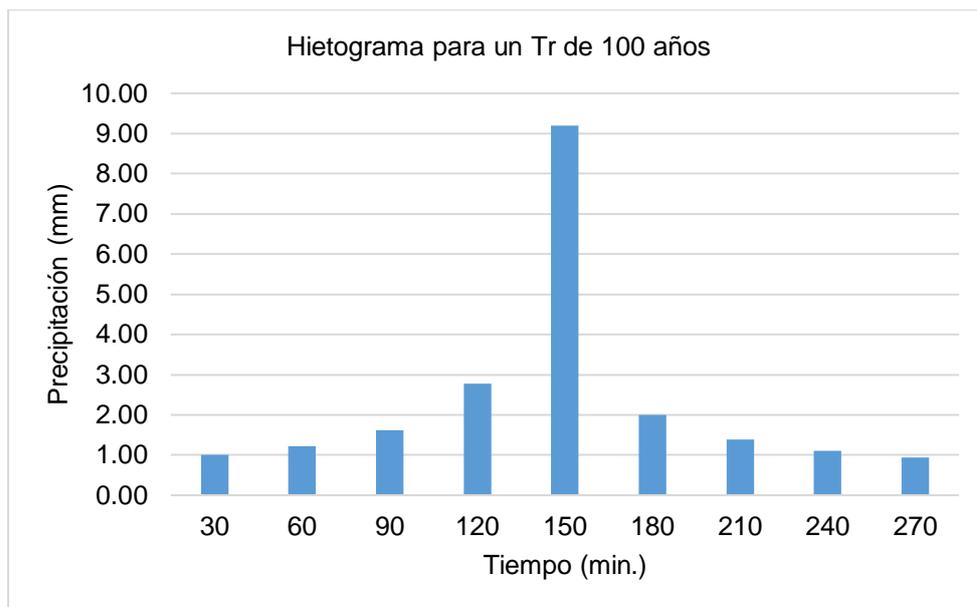


Figura 31. Periodo de retorno de 100 años, subcuena del río Ricrán.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Ricrán para un periodo de retorno de 100 años.

Subcuena del río Palcamayo

Tabla 63. Periodo de retorno de 5 años de la subcuena del río Palcamayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	16.19	5.40	5.40	5.40	0	20	0.48
40	10.54	7.03	1.63	1.63	20	40	0.55
60	8.20	8.20	1.17	1.17	40	60	0.65
80	6.86	9.15	0.95	0.95	60	80	0.81
100	5.98	9.96	0.81	0.81	80	100	1.17
120	5.34	10.68	0.72	0.72	100	120	5.40
140	4.85	11.32	0.65	0.65	120	140	1.63
160	4.47	11.91	0.59	0.59	140	160	0.95
180	4.15	12.46	0.55	0.55	160	180	0.72
200	3.89	12.97	0.51	0.51	180	200	0.59
220	3.67	13.45	0.48	0.48	200	220	0.51

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuena del río Palcamayo para un periodo de retorno de 5 años, esto en base al método de bloque alterno.

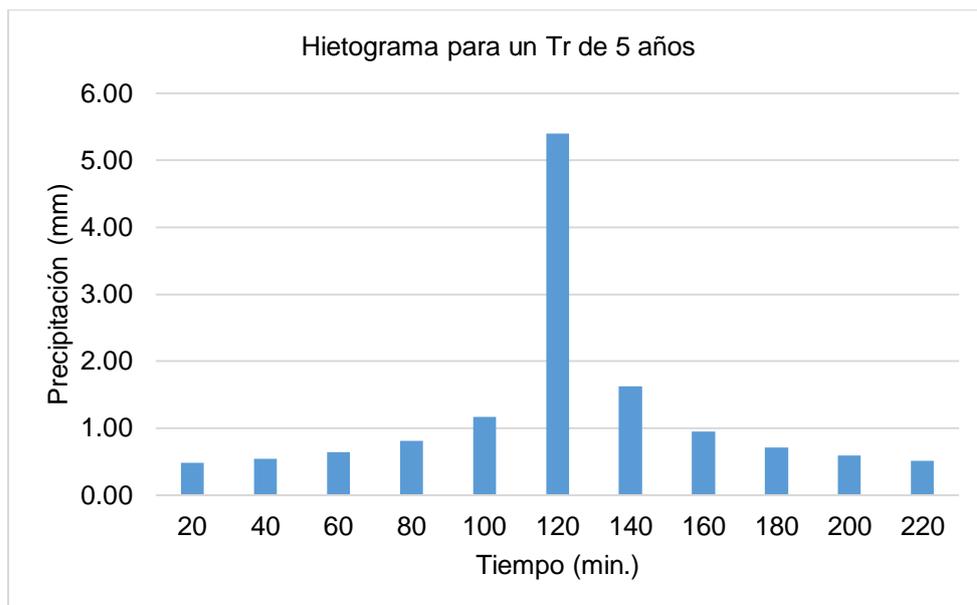


Figura 32. Periodo de retorno de 5 años, subcuena del río Palcamayo.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Palcamayo para un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 64. Periodo de retorno 10 años de la subcuena del río Palcamayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	18.41	6.14	6.14	6.14	0	20	0.54
40	11.98	7.99	1.85	1.85	20	40	0.62
60	9.32	9.32	1.33	1.33	40	60	0.73
80	7.80	10.40	1.08	1.08	60	80	0.92
100	6.80	11.33	0.92	0.92	80	100	1.33
120	6.07	12.14	0.81	0.81	100	120	6.14
140	5.52	12.87	0.73	0.73	120	140	1.85
160	5.08	13.54	0.67	0.67	140	160	1.08
180	4.72	14.17	0.62	0.62	160	180	0.81
200	4.42	14.75	0.58	0.58	180	200	0.67
220	4.17	15.29	0.54	0.54	200	220	0.58

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuena del río Palcamayo para un periodo de retorno de 10 años, esto en base al método de bloque alterno.

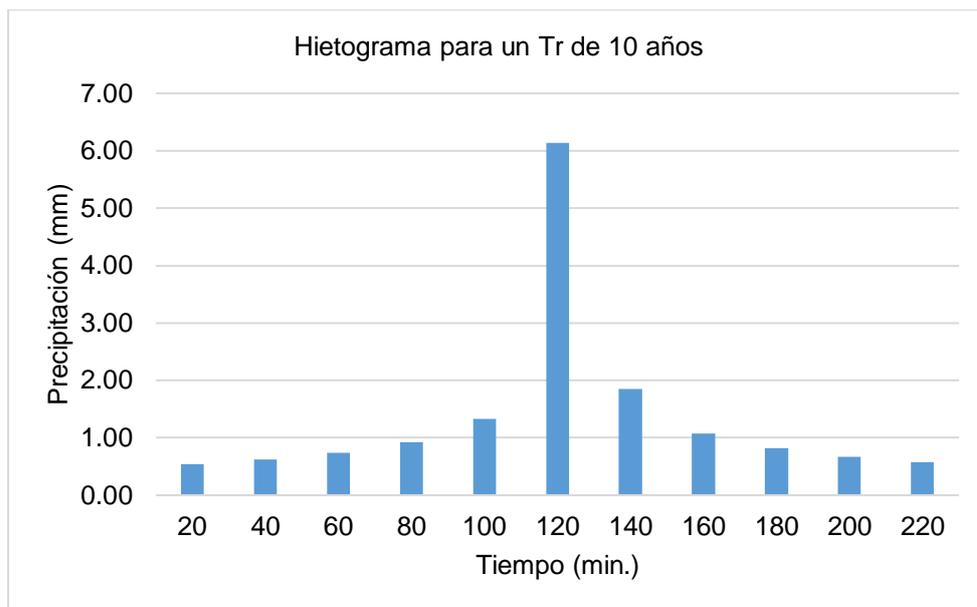


Figura 33. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Palcamayo.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Palcamayo para un periodo de retorno de 10 años.

Tabla 65. Periodo de retorno 25 años de la subcuenca del río Palcamayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	21.81	7.27	7.27	7.27	0	20	0.65
40	14.20	9.47	2.20	2.20	20	40	0.74
60	11.05	11.05	1.58	1.58	40	60	0.87
80	9.24	12.33	1.28	1.28	60	80	1.09
100	8.05	13.42	1.09	1.09	80	100	1.58
120	7.19	14.38	0.96	0.96	100	120	7.27
140	6.54	15.25	0.87	0.87	120	140	2.20
160	6.02	16.05	0.80	0.80	140	160	1.28
180	5.59	16.78	0.74	0.74	160	180	0.96
200	5.24	17.47	0.69	0.69	180	200	0.80
220	4.94	18.12	0.65	0.65	200	220	0.69

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Palcamayo para un periodo de retorno de 25 años, esto en base al método de bloque alterno.

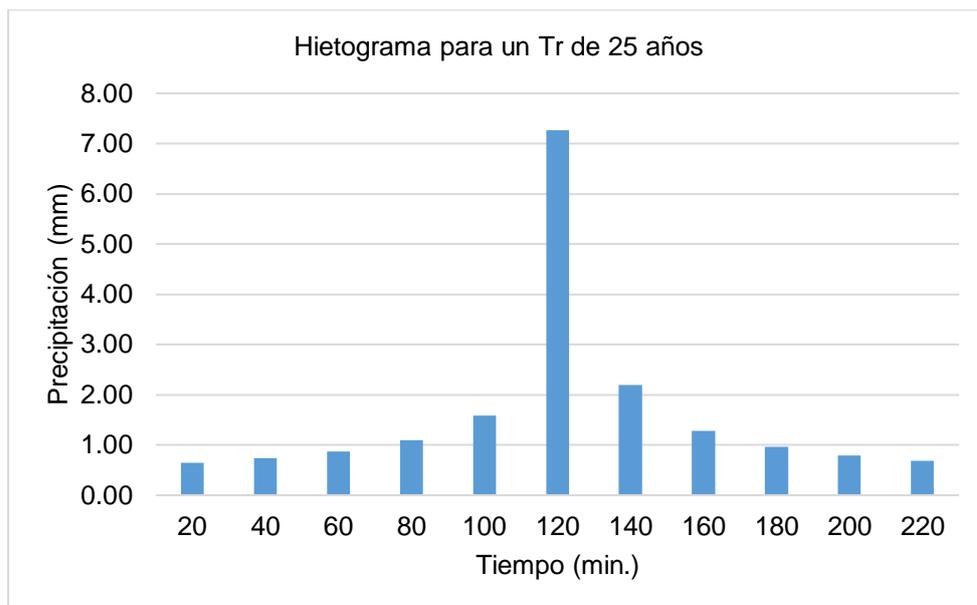


Figura 34. Periodo de retorno de 25 años, subcuena del río Palcamayo.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Palcamayo para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 66. Periodo de retorno 50 años de la subcuena del río Palcamayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	24.80	8.27	8.27	8.27	0	20	0.73
40	16.14	10.76	2.50	2.50	20	40	0.84
60	12.56	12.56	1.80	1.80	40	60	0.99
80	10.51	14.01	1.45	1.45	60	80	1.24
100	9.15	15.26	1.24	1.24	80	100	1.80
120	8.18	16.35	1.10	1.10	100	120	8.27
140	7.43	17.34	0.99	0.99	120	140	2.50
160	6.84	18.25	0.90	0.90	140	160	1.45
180	6.36	19.08	0.84	0.84	160	180	1.10
200	5.96	19.86	0.78	0.78	180	200	0.90
220	5.62	20.60	0.73	0.73	200	220	0.78

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuena del río Palcamayo para un periodo de retorno de 50 años, esto en base al método de bloque alterno.

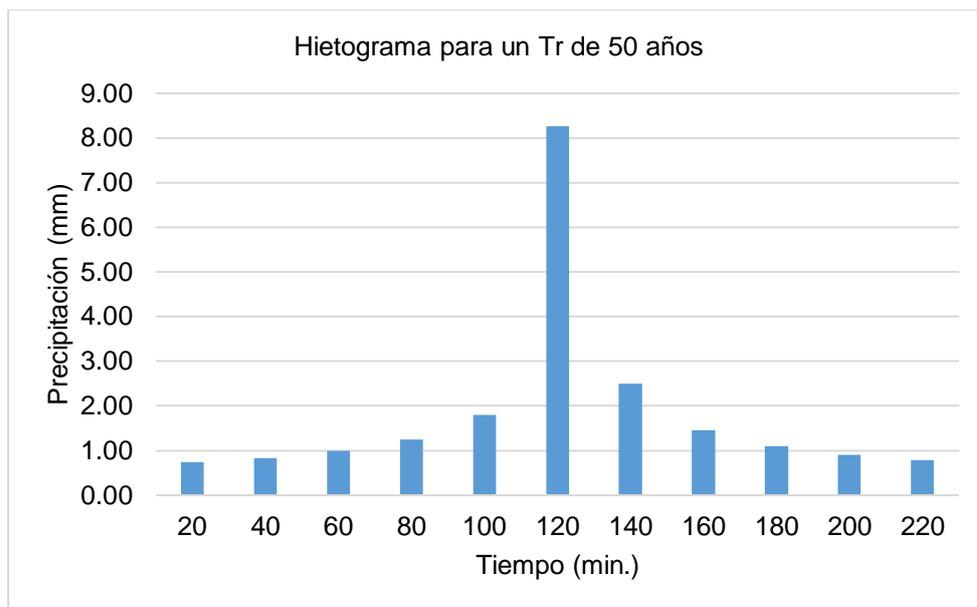


Figura 35. Periodo de retorno de 50 años, subcuena del río Palcamayo.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Palcamayo para un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 67. Periodo de retorno 100 años de la subcuena del río Palcamayo.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	28.19	9.40	9.40	9.40	0	20	0.83
40	18.35	12.24	2.84	2.84	20	40	0.95
60	14.28	14.28	2.04	2.04	40	60	1.12
80	11.95	15.93	1.65	1.65	60	80	1.41
100	10.41	17.34	1.41	1.41	80	100	2.04
120	9.30	18.59	1.25	1.25	100	120	9.40
140	8.45	19.72	1.12	1.12	120	140	2.84
160	7.78	20.74	1.03	1.03	140	160	1.65
180	7.23	21.70	0.95	0.95	160	180	1.25
200	6.77	22.58	0.89	0.89	180	200	1.03
220	6.39	23.42	0.83	0.83	200	220	0.89

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuena del río Palcamayo para un periodo de retorno de 100 años, esto en base al método de bloque alterno.

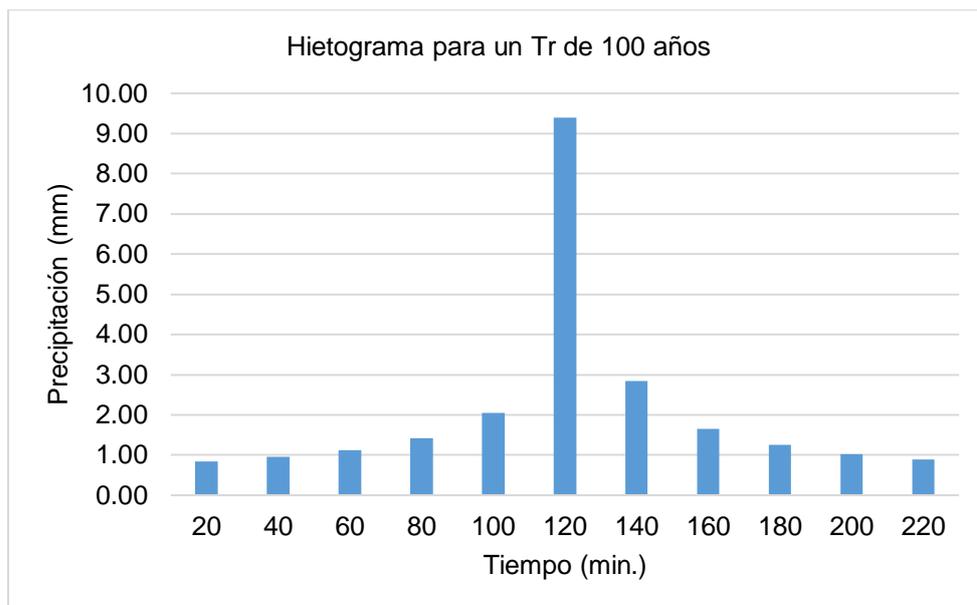


Figura 36. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Palcamayo.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Palcamayo para un periodo de retorno de 100 años.

Subcuenca del río Palca

Tabla 68. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Palca.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
30	12.60	6.30	6.30	6.30	0	30	0.56
60	8.20	8.20	1.90	1.90	30	60	0.64
90	6.38	9.57	1.37	1.37	60	90	0.75
120	5.34	10.68	1.11	1.11	90	120	0.95
150	4.65	11.62	0.95	0.95	120	150	1.37
180	4.15	12.46	0.84	0.84	150	180	6.30
210	3.78	13.21	0.75	0.75	180	210	1.90
240	3.48	13.90	0.69	0.69	210	240	1.11
270	3.23	14.54	0.64	0.64	240	270	0.84
300	3.03	15.14	0.60	0.60	270	300	0.69
330	2.85	15.69	0.56	0.56	300	330	0.60
360	2.70	16.22	0.53	0.53	330	360	0.53

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Palca para un periodo de retorno de 5 años, esto en base al método de bloque alterno.

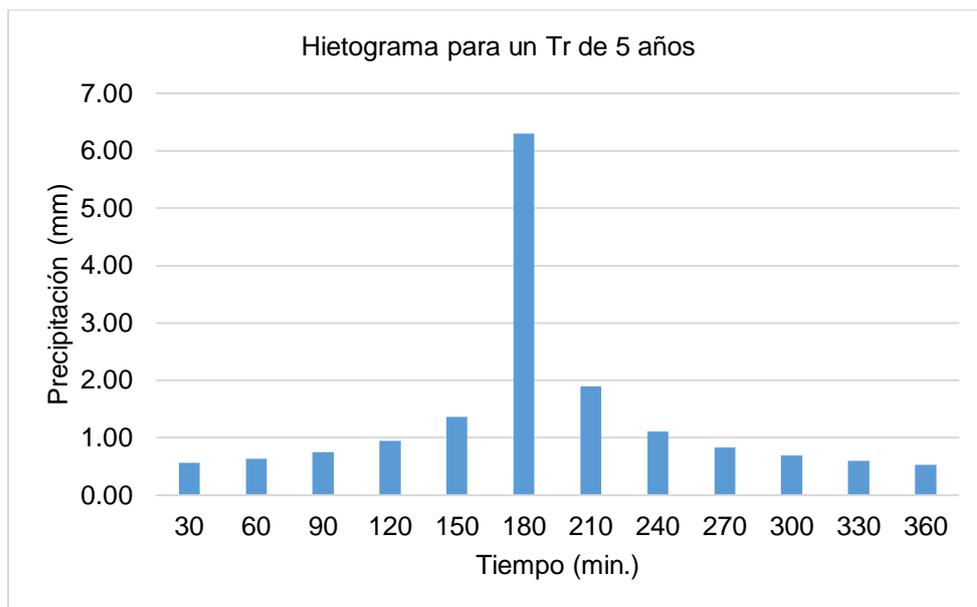


Figura 37. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Palca.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Palca para un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 69. Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Palca.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
30	14.32	7.16	7.16	7.16	0	30	0.64
60	9.32	9.32	2.16	2.16	30	60	0.72
90	7.25	10.88	1.56	1.56	60	90	0.86
120	6.07	12.14	1.26	1.26	90	120	1.08
150	5.29	13.22	1.08	1.08	120	150	1.56
180	4.72	14.17	0.95	0.95	150	180	7.16
210	4.29	15.02	0.86	0.86	180	210	2.16
240	3.95	15.81	0.78	0.78	210	240	1.26
270	3.67	16.53	0.72	0.72	240	270	0.95
300	3.44	17.21	0.68	0.68	270	300	0.78
330	3.24	17.84	0.64	0.64	300	330	0.68
360	3.07	18.44	0.60	0.60	330	360	0.60

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Palca para un periodo de retorno de 10 años, esto en base al método de bloque alterno.

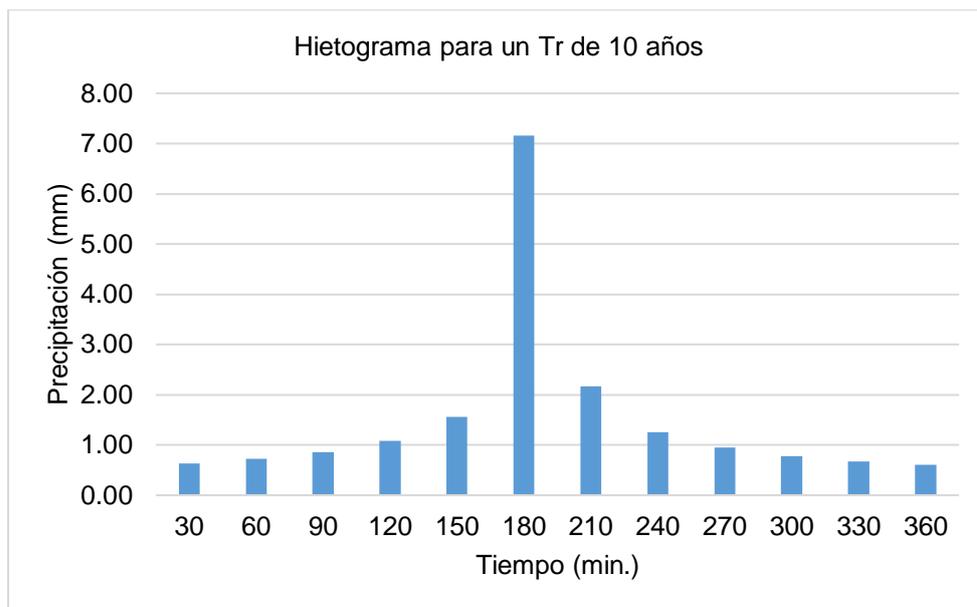


Figura 38. Periodo de retorno de 10 años, subcuena del río Palca.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Palca para un periodo de retorno de 10 años.

Tabla 70. Periodo de retorno de 25 años de la subcuena del río Palca.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
30	16.97	8.48	8.48	8.48	0	30	0.75
60	11.05	11.05	2.56	2.56	30	60	0.86
90	8.59	12.89	1.84	1.84	60	90	1.01
120	7.19	14.38	1.49	1.49	90	120	1.28
150	6.26	15.66	1.28	1.28	120	150	1.84
180	5.59	16.78	1.13	1.13	150	180	8.48
210	5.09	17.80	1.01	1.01	180	210	2.56
240	4.68	18.73	0.93	0.93	210	240	1.49
270	4.35	19.59	0.86	0.86	240	270	1.13
300	4.08	20.39	0.80	0.80	270	300	0.93
330	3.84	21.14	0.75	0.75	300	330	0.80
360	3.64	21.85	0.71	0.71	330	360	0.71

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuena del río Palca para un periodo de retorno de 25 años, esto en base al método de bloque alterno.

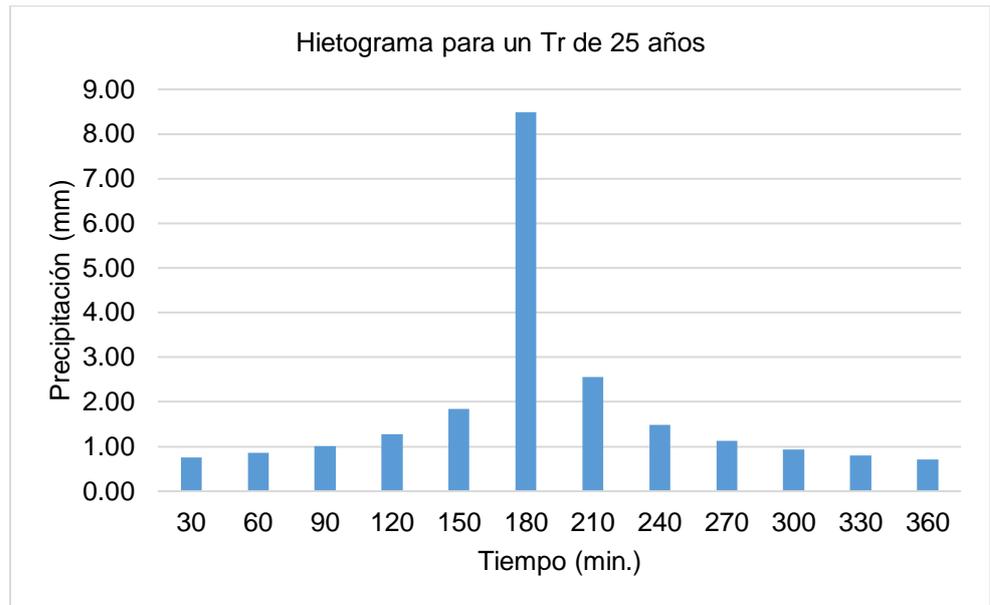


Figura 39. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Palca.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Palca para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 71. Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Palca.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
30	19.29	9.65	9.65	9.65	0	30	0.86
60	12.56	12.56	2.91	2.91	30	60	0.98
90	9.77	14.66	2.10	2.10	60	90	1.15
120	8.18	16.35	1.70	1.70	90	120	1.45
150	7.12	17.80	1.45	1.45	120	150	2.10
180	6.36	19.08	1.28	1.28	150	180	9.65
210	5.78	20.24	1.15	1.15	180	210	2.91
240	5.32	21.29	1.06	1.06	210	240	1.70
270	4.95	22.27	0.98	0.98	240	270	1.28
300	4.64	23.18	0.91	0.91	270	300	1.06
330	4.37	24.04	0.86	0.86	300	330	0.91
360	4.14	24.85	0.81	0.81	330	360	0.81

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Palca para un periodo de retorno de 50 años, esto en base al método de bloque alterno.

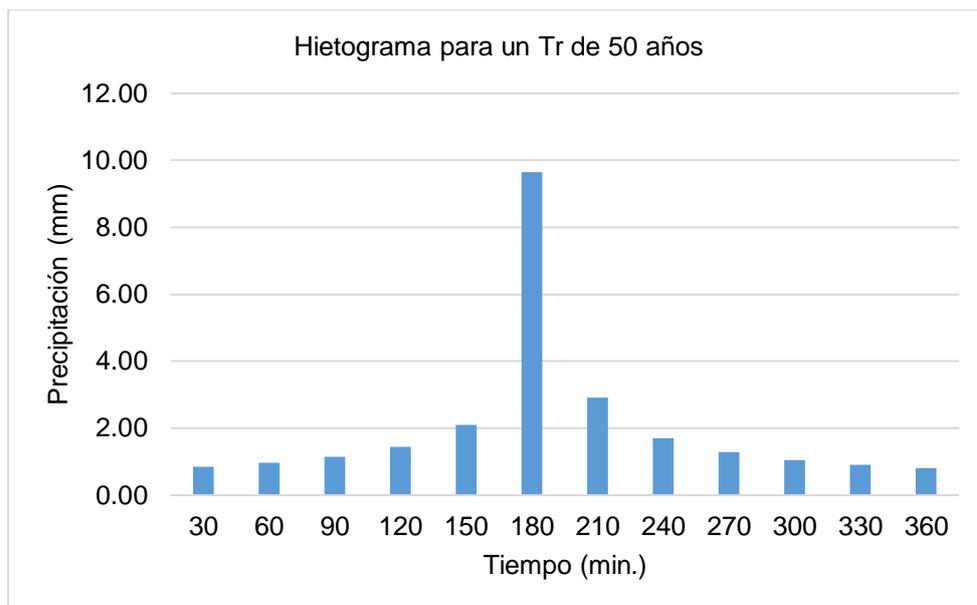


Figura 40. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Palca.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Palca para un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 72. Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Palca.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
30	21.93	10.97	10.97	10.97	0	30	0.97
60	14.28	14.28	3.31	3.31	30	60	1.11
90	11.11	16.66	2.38	2.38	60	90	1.31
120	9.30	18.59	1.93	1.93	90	120	1.65
150	8.10	20.24	1.65	1.65	120	150	2.38
180	7.23	21.70	1.45	1.45	150	180	10.97
210	6.57	23.01	1.31	1.31	180	210	3.31
240	6.05	24.21	1.20	1.20	210	240	1.93
270	5.63	25.32	1.11	1.11	240	270	1.45
300	5.27	26.35	1.04	1.04	270	300	1.20
330	4.97	27.33	0.97	0.97	300	330	1.04
360	4.71	28.25	0.92	0.92	330	360	0.92

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Palca para un periodo de retorno de 100 años, esto en base al método de bloque alterno.

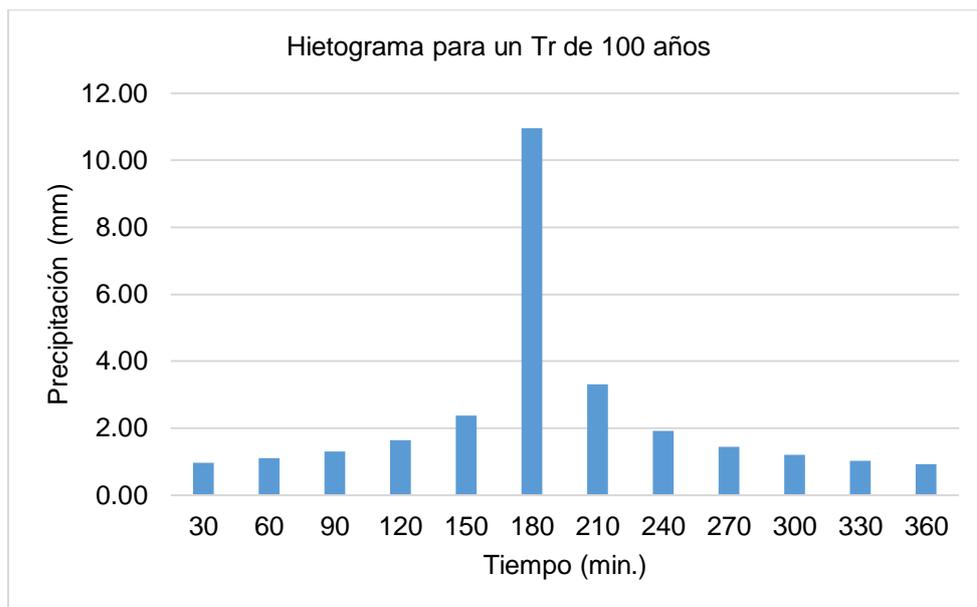


Figura 41. Periodo de retorno de 100 años, subcuena del río Palca.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Palca para un periodo de retorno de 100 años.

Subcuena del río Oxabamba

Tabla 73. Periodo de retorno de 5 años de la subcuena del río Oxabamba.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
60	8.31	8.31	8.31	8.31	0	60	0.99
120	5.41	10.81	2.51	2.51	60	120	1.25
180	4.21	12.62	1.81	1.81	120	180	1.81
240	3.52	14.08	1.46	1.46	180	240	8.31
300	3.07	15.33	1.25	1.25	240	300	2.51
360	2.74	16.43	1.10	1.10	300	360	1.46
420	2.49	17.42	0.99	0.99	360	420	1.10
480	2.29	18.33	0.91	0.91	420	480	0.91

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuena del río Oxabamba para un periodo de retorno de 5 años, esto en base al método de bloque alterno.

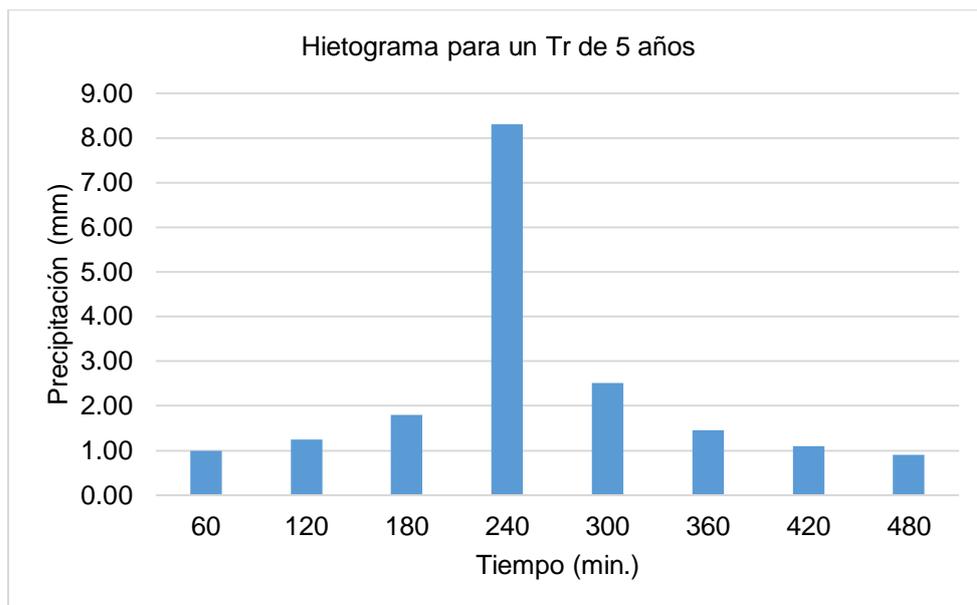


Figura 42. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Oxabamba.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Oxabamba para un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 74. Periodo de retorno 10 años de la subcuenca del río Oxabamba.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
60	9.07	9.07	9.07	9.07	0	60	1.08
120	5.90	11.80	2.74	2.74	60	120	1.36
180	4.59	13.77	1.97	1.97	120	180	1.97
240	3.84	15.37	1.59	1.59	180	240	9.07
300	3.35	16.73	1.36	1.36	240	300	2.74
360	2.99	17.93	1.20	1.20	300	360	1.59
420	2.72	19.02	1.08	1.08	360	420	1.20
480	2.50	20.01	0.99	0.99	420	480	0.99

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Oxabamba para un periodo de retorno de 10 años, esto en base al método de bloque alterno.

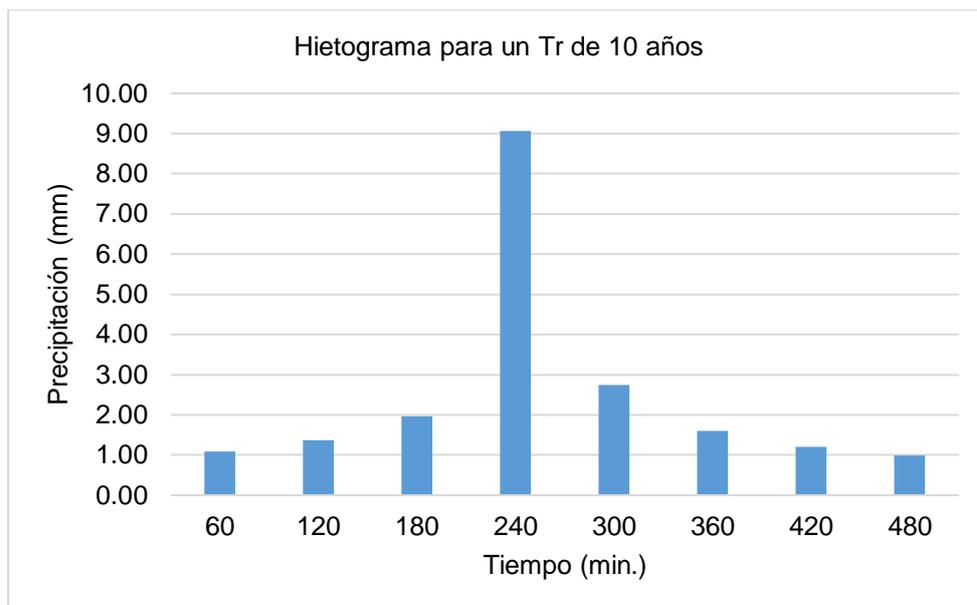


Figura 43. Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Oxabamba.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Oxabamba para un periodo de retorno de 10 años.

Tabla 75. Periodo de retorno 25 años de la subcuenca del río Oxabamba.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
60	10.18	10.18	10.18	10.18	0	60	1.22
120	6.63	13.25	3.07	3.07	60	120	1.53
180	5.15	15.46	2.21	2.21	120	180	2.21
240	4.31	17.25	1.79	1.79	180	240	10.18
300	3.76	18.78	1.53	1.53	240	300	3.07
360	3.36	20.13	1.35	1.35	300	360	1.79
420	3.05	21.35	1.22	1.22	360	420	1.35
480	2.81	22.46	1.11	1.11	420	480	1.11

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Oxabamba para un periodo de retorno de 25 años, esto en base al método de bloque alterno.

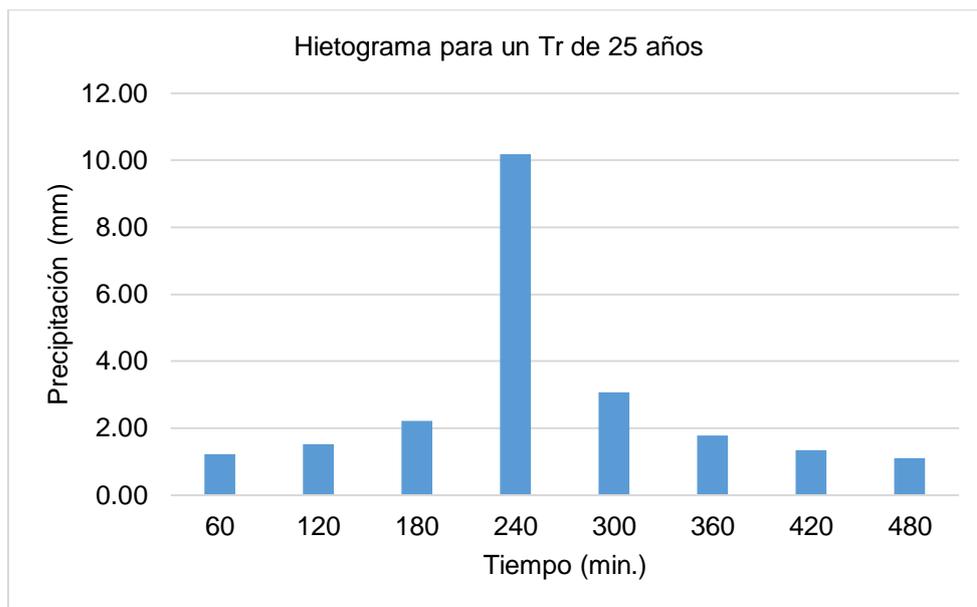


Figura 44. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Oxabamba.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Oxabamba para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 76. Periodo de retorno 50 años de la subcuenca del río Oxabamba.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
60	11.11	11.11	11.11	11.11	0	60	1.33
120	7.23	14.46	3.35	3.35	60	120	1.67
180	5.63	16.88	2.41	2.41	120	180	2.41
240	4.71	18.83	1.95	1.95	180	240	11.11
300	4.10	20.50	1.67	1.67	240	300	3.35
360	3.66	21.97	1.47	1.47	300	360	1.95
420	3.33	23.30	1.33	1.33	360	420	1.47
480	3.06	24.52	1.22	1.22	420	480	1.22

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Oxabamba para un periodo de retorno de 50 años, esto en base al método de bloque alterno.

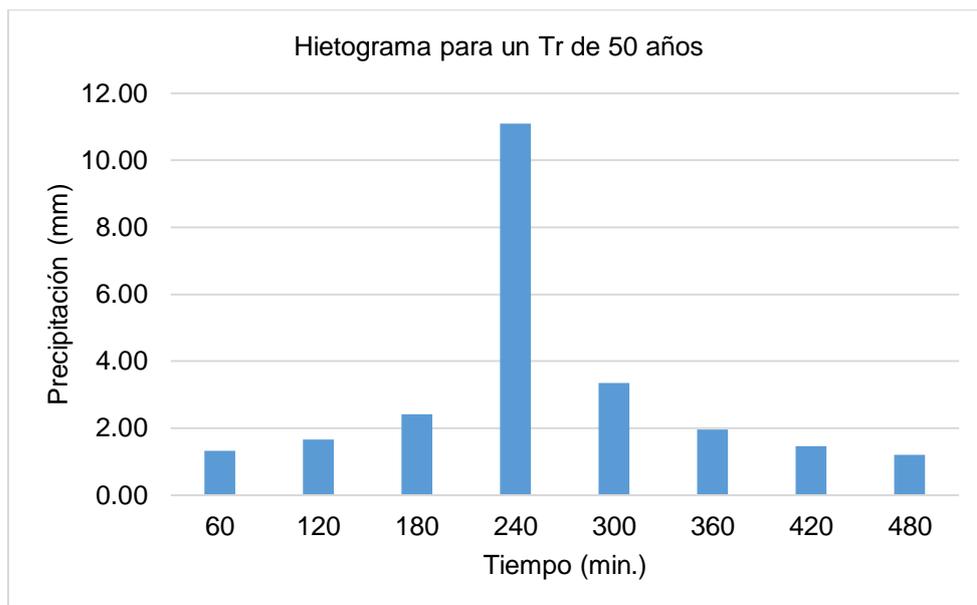


Figura 45. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Oxabamba.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Oxabamba para un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 77. Periodo de retorno 100 años de la subcuenca del río Oxabamba.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
60	12.12	12.12	12.12	12.12	0	60	1.45
120	7.89	15.79	3.66	3.66	60	120	1.82
180	6.14	18.42	2.64	2.64	120	180	2.64
240	5.14	20.55	2.13	2.13	180	240	12.12
300	4.47	22.37	1.82	1.82	240	300	3.66
360	4.00	23.98	1.61	1.61	300	360	2.13
420	3.63	25.43	1.45	1.45	360	420	1.61
480	3.34	26.76	1.33	1.33	420	480	1.33

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Oxabamba para un periodo de retorno de 100 años, esto en base al método de bloque alterno.

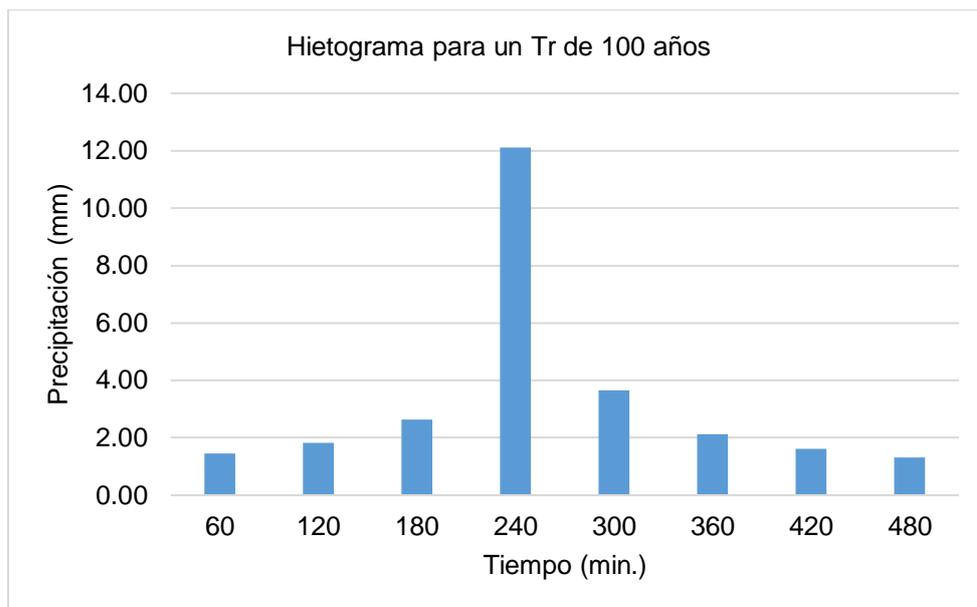


Figura 46. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Oxabamba.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Oxabamba para un periodo de retorno de 100 años.

Subcuenca del río Mollucro

Tabla 78. Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Mollucro.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	16.19	5.40	5.40	5.40	0	20	0.59
40	10.54	7.03	1.63	1.63	20	40	0.72
60	8.20	8.20	1.17	1.17	40	60	0.95
80	6.86	9.15	0.95	0.95	60	80	1.63
100	5.98	9.96	0.81	0.81	80	100	5.40
120	5.34	10.68	0.72	0.72	100	120	1.17
140	4.85	11.32	0.65	0.65	120	140	0.81
160	4.47	11.91	0.59	0.59	140	160	0.65
180	4.15	12.46	0.55	0.55	160	180	0.55

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Mollucro para un periodo de retorno de 5 años, esto en base al método de bloque alterno.

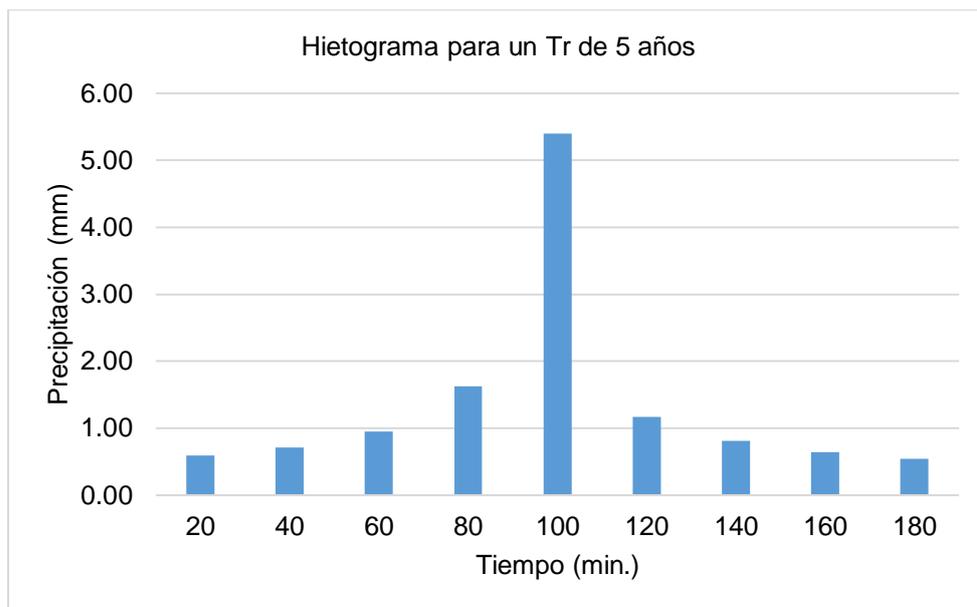


Figura 47. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Mollucro.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Mollucro para un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 79. Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Mollucro.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	18.41	6.14	6.14	6.14	0	20	0.67
40	11.98	7.99	1.85	1.85	20	40	0.81
60	9.32	9.32	1.33	1.33	40	60	1.08
80	7.80	10.40	1.08	1.08	60	80	1.85
100	6.80	11.33	0.92	0.92	80	100	6.14
120	6.07	12.14	0.81	0.81	100	120	1.33
140	5.52	12.87	0.73	0.73	120	140	0.92
160	5.08	13.54	0.67	0.67	140	160	0.73
180	4.72	14.17	0.62	0.62	160	180	0.62

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Mollucro para un periodo de retorno de 10 años, esto en base al método de bloque alterno.

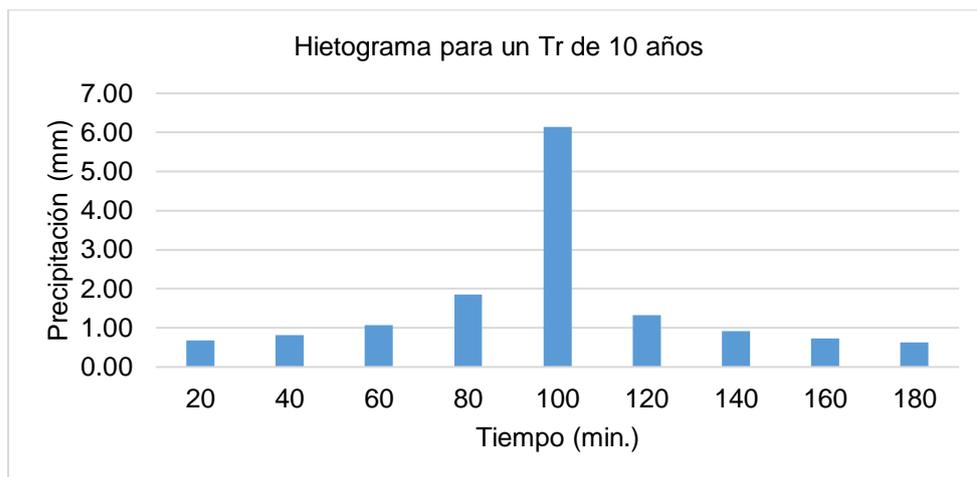


Figura 48. Periodo de retorno de 10 años, subcuena del río Mollucro.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Mollucro para un periodo de retorno de 10 años.

Tabla 80. Periodo de retorno de 25 años de la subcuena del río Mollucro.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	21.81	7.27	7.27	7.27	0	20	0.80
40	14.20	9.47	2.20	2.20	20	40	0.96
60	11.05	11.05	1.58	1.58	40	60	1.28
80	9.24	12.33	1.28	1.28	60	80	2.20
100	8.05	13.42	1.09	1.09	80	100	7.27
120	7.19	14.38	0.96	0.96	100	120	1.58
140	6.54	15.25	0.87	0.87	120	140	1.09
160	6.02	16.05	0.80	0.80	140	160	0.87
180	5.59	16.78	0.74	0.74	160	180	0.74

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuena del río Mollucro para un periodo de retorno de 25 años, esto en base al método de bloque alterno.

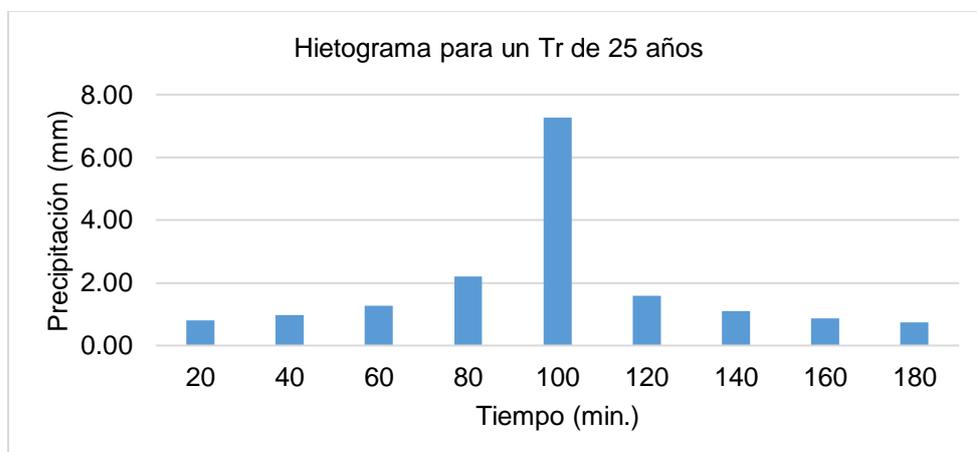


Figura 49. Periodo de retorno de 25 años, subcuena del río Mollucro.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Mollucro para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 81. Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Mollucro.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	24.80	8.27	8.27	8.27	0	20	0.90
40	16.14	10.76	2.50	2.50	20	40	1.10
60	12.56	12.56	1.80	1.80	40	60	1.45
80	10.51	14.01	1.45	1.45	60	80	2.50
100	9.15	15.26	1.24	1.24	80	100	8.27
120	8.18	16.35	1.10	1.10	100	120	1.80
140	7.43	17.34	0.99	0.99	120	140	1.24
160	6.84	18.25	0.90	0.90	140	160	0.99
180	6.36	19.08	0.84	0.84	160	180	0.84

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Mollucro para un periodo de retorno de 50 años, esto en base al método de bloque alterno.

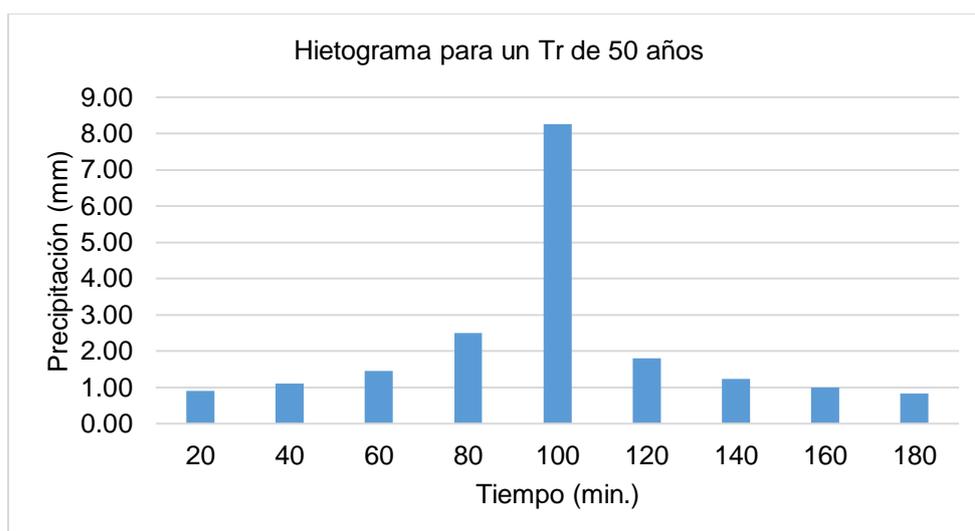


Figura 50. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Mollucro.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Mollucro para un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 82. Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Mollucro.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	28.19	9.40	9.40	9.40	0	20	1.03
40	18.35	12.24	2.84	2.84	20	40	1.25
60	14.28	14.28	2.04	2.04	40	60	1.65
80	11.95	15.93	1.65	1.65	60	80	2.84
100	10.41	17.34	1.41	1.41	80	100	9.40
120	9.30	18.59	1.25	1.25	100	120	2.04

140	8.45	19.72	1.12	1.12	120	140	1.41
160	7.78	20.74	1.03	1.03	140	160	1.12
180	7.23	21.70	0.95	0.95	160	180	0.95

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Mollucro para un periodo de retorno de 100 años, esto en base al método de bloque alterno.

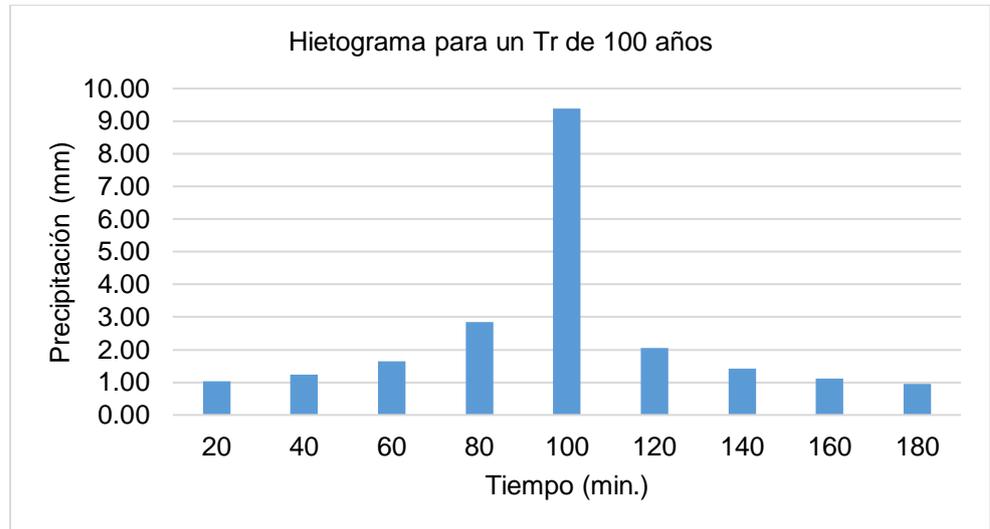


Figura 51. Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Mollucro.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Mollucro para un periodo de retorno de 100 años.

Subcuenca del río Huasahuasi

Tabla 83. Periodo de retorno 5 años de la subcuenca del río Huasahuasi.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	16.40	5.47	5.47	5.47	0	20	0.49
40	10.68	7.12	1.65	1.65	20	40	0.55
60	8.31	8.31	1.19	1.19	40	60	0.65
80	6.95	9.27	0.96	0.96	60	80	0.82
100	6.05	10.09	0.82	0.82	80	100	1.19
120	5.41	10.81	0.73	0.73	100	120	5.47
140	4.92	11.47	0.65	0.65	120	140	1.65
160	4.52	12.07	0.60	0.60	140	160	0.96
180	4.21	12.62	0.55	0.55	160	180	0.73
200	3.94	13.14	0.52	0.52	180	200	0.60
220	3.72	13.62	0.49	0.49	200	220	0.52

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Huasahuasi para un periodo de retorno de 5 años, esto en base al método de bloque alterno.

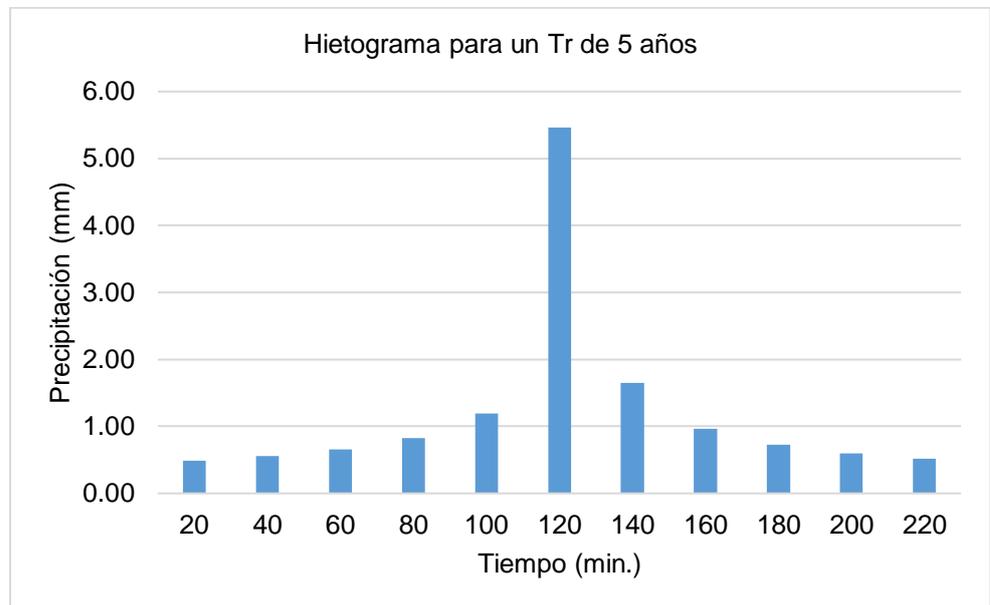


Figura 52. Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Huasahuasi.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Huasahuasi para un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 84. Periodo de retorno 10 años de la subcuenca del río Huasahuasi.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	17.90	5.97	5.97	5.97	0	20	0.53
40	11.65	7.77	1.80	1.80	20	40	0.60
60	9.07	9.07	1.30	1.30	40	60	0.71
80	7.59	10.12	1.05	1.05	60	80	0.90
100	6.61	11.01	0.90	0.90	80	100	1.30
120	5.90	11.80	0.79	0.79	100	120	5.97
140	5.36	12.52	0.71	0.71	120	140	1.80
160	4.94	13.17	0.65	0.65	140	160	1.05
180	4.59	13.77	0.60	0.60	160	180	0.79
200	4.30	14.34	0.56	0.56	180	200	0.65
220	4.05	14.87	0.53	0.53	200	220	0.56

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Huasahuasi para un periodo de retorno de 10 años, esto en base al método de bloque alterno.

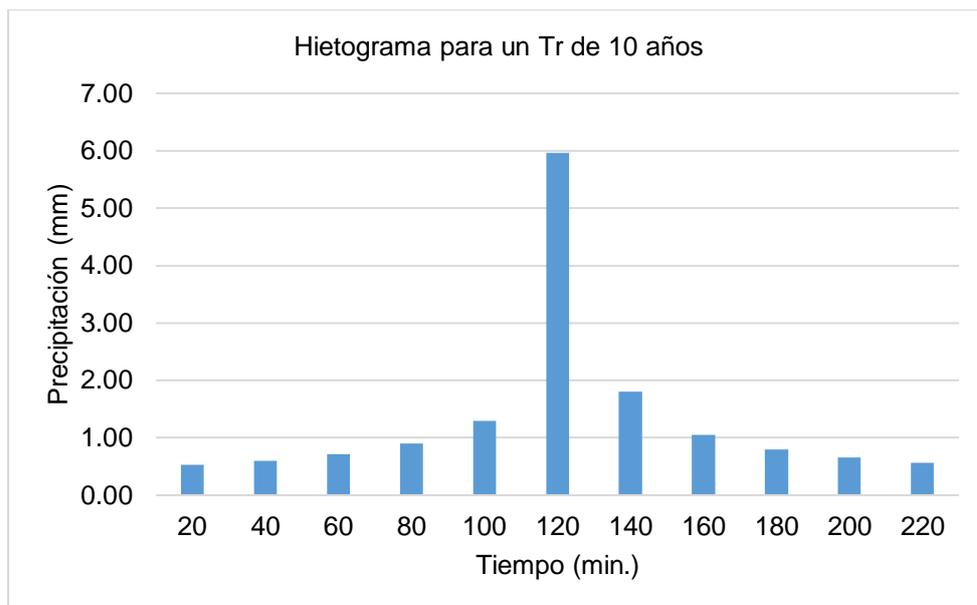


Figura 53. Periodo de retorno de 10 años, subcuena del río Huasahuasi.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Huasahuasi para un periodo de retorno de 10 años.

Tabla 85. Periodo de retorno 25 años de la subcuena del río Huasahuasi.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	20.10	6.70	6.70	6.70	0	20	0.59
40	13.08	8.72	2.02	2.02	20	40	0.68
60	10.18	10.18	1.46	1.46	40	60	0.80
80	8.52	11.36	1.18	1.18	60	80	1.01
100	7.42	12.36	1.01	1.01	80	100	1.46
120	6.63	13.25	0.89	0.89	100	120	6.70
140	6.02	14.05	0.80	0.80	120	140	2.02
160	5.54	14.78	0.73	0.73	140	160	1.18
180	5.15	15.46	0.68	0.68	160	180	0.89
200	4.83	16.10	0.63	0.63	180	200	0.73
220	4.55	16.69	0.59	0.59	200	220	0.63

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuena del río Huasahuasi para un periodo de retorno de 25 años, esto en base al método de bloque alterno.

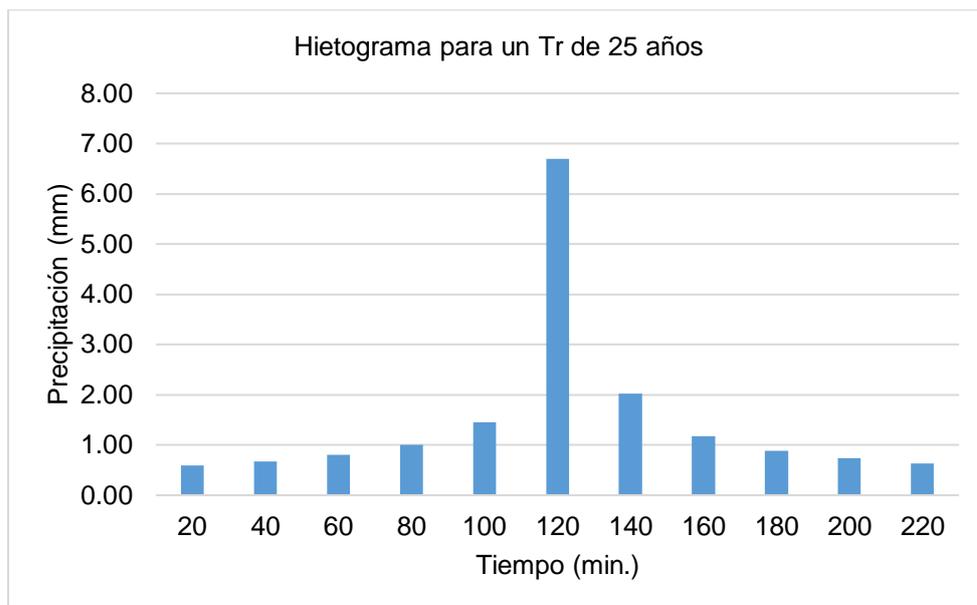


Figura 54. Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Huasahuasi.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Huasahuasi para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 86. Periodo de retorno 50 años de la subcuenca del río Huasahuasi.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	21.93	7.31	7.31	7.31	0	20	0.65
40	14.28	9.52	2.21	2.21	20	40	0.74
60	11.11	11.11	1.59	1.59	40	60	0.87
80	9.30	12.39	1.29	1.29	60	80	1.10
100	8.10	13.49	1.10	1.10	80	100	1.59
120	7.23	14.46	0.97	0.97	100	120	7.31
140	6.57	15.34	0.87	0.87	120	140	2.21
160	6.05	16.14	0.80	0.80	140	160	1.29
180	5.63	16.88	0.74	0.74	160	180	0.97
200	5.27	17.57	0.69	0.69	180	200	0.80
220	4.97	18.22	0.65	0.65	200	220	0.69

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Huasahuasi para un periodo de retorno de 50 años, esto en base al método de bloque alterno.

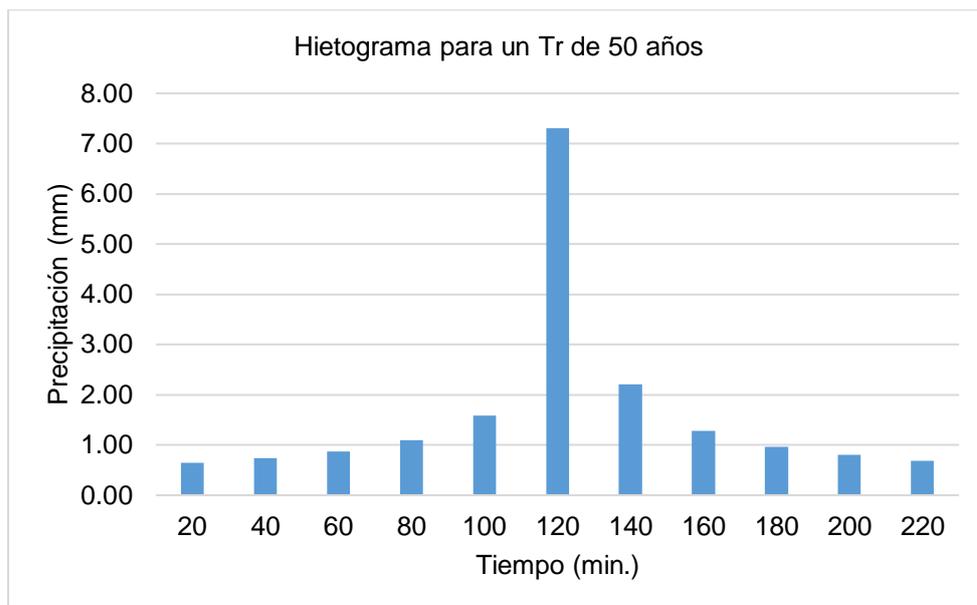


Figura 55. Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Huasahuasi.

En la figura se representa el hietograma para la subcuenca del río Huasahuasi para un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 87. Periodo de retorno 100 años de la subcuenca del río Huasahuasi.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min)		Precipitación (mm)
					De	A	
20	23.94	7.98	7.98	7.98	0	20	0.71
40	15.58	10.39	2.41	2.41	20	40	0.81
60	12.12	12.12	1.73	1.73	40	60	0.95
80	10.15	13.53	1.40	1.40	60	80	1.20
100	8.84	14.73	1.20	1.20	80	100	1.73
120	7.89	15.79	1.06	1.06	100	120	7.98
140	7.17	16.74	0.95	0.95	120	140	2.41
160	6.60	17.61	0.87	0.87	140	160	1.40
180	6.14	18.42	0.81	0.81	160	180	1.06
200	5.75	19.17	0.75	0.75	180	200	0.87
220	5.42	19.88	0.71	0.71	200	220	0.75

La tabla detalla los valores del hietograma para la subcuenca del río Huasahuasi para un periodo de retorno de 100 años, esto en base al método de bloque alterno.

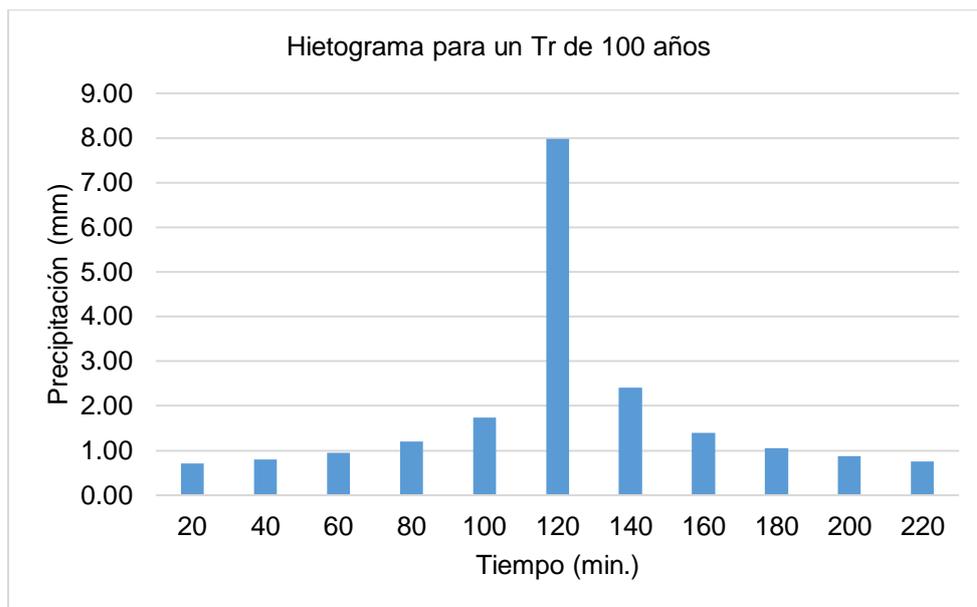


Figura 56. Periodo de retorno de 100 años, subcuena del río Huasahuasi.

En la figura se representa el hietograma para la subcuena del río Huasahuasi para un periodo de retorno de 100 años.

4.1.7. Caudales generados

Tabla 88. Caudales generados río Chanchamayo según periodo de retorno.

Tiempo (h)	Caudal total (m ³ /s)				
	Tr 5 años	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años
0.00	18.20	18.20	18.2	18.2	18.2
1.00	20.20	20.70	21.4	22.1	23
2.00	27.30	29.10	32.1	34.9	38.4
3.00	36.50	39.40	44	48.3	53.4
4.00	51.50	55.30	62.1	68.1	75
5.00	70.10	74.90	84.5	92.8	102.2
6.00	84.90	91.00	102.6	112.6	123.8
7.00	93.30	100.80	113.3	124.1	136
8.00	96.00	104.00	116.5	127.1	139
9.00	93.80	101.50	113.2	123.2	134.3
10.00	88.20	94.90	105.6	114.6	124.6
11.00	80.70	85.80	95.1	103	111.8
12.00	72.30	75.10	83	89.8	97.4
13.00	63.80	64.20	71	76.8	83.3
14.00	56.70	55.30	61.1	66.1	71.7
15.00	50.80	48.10	53.2	57.5	62.3
16.00	45.50	42.50	46.9	50.7	54.8
17.00	40.80	38.40	42.3	45.7	49.5
18.00	37.00	36.10	39.9	43.2	46.9
19.00	34.20	35.50	39.3	42.5	46.1
20.00	33.10	35.30	39	42.2	45.8
21.00	32.80	35.10	38.9	42.1	45.6

Continuación de la Tabla 88.

Tiempo (h)	Caudal total (m ³ /s)				
	Tr 5 años	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años
22.00	32.60	35.00	38.7	41.9	45.5
23.00	32.50	34.90	38.6	41.8	45.4
24.00	32.50	34.80	38.5	41.7	45.3
25.00	32.40	34.80	38.4	41.6	45.2
26.00	32.30	34.70	38.4	41.5	45.1
27.00	32.20	34.60	38.3	41.4	45
28.00	32.20	34.50	38.2	41.3	44.9
29.00	32.10	34.40	38.1	41.2	44.8
30.00	32.00	34.40	38	41.2	44.7

La tabla adjunta muestra los caudales generados para el río Chanchamayo, según periodo de retorno.

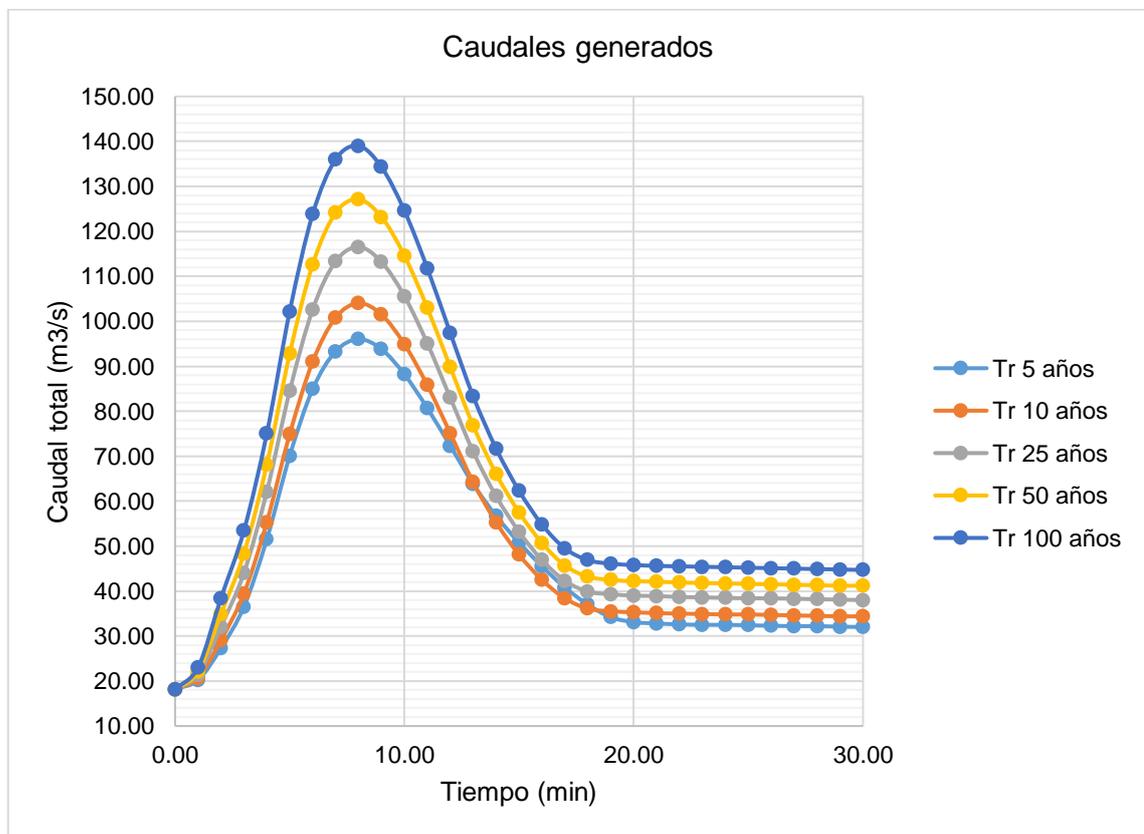


Figura 57. Caudales del río Chanchamayo según periodo de retorno.

En la figura se representa cada uno de los caudales generados para el río Chanchamayo en diferentes periodos de retorno.

4.2. Velocidad del caudal máximo del río Chanchamayo

Tabla 89. Velocidades en el cauce.

Progresiva	Velocidad derecha (m/s)	Velocidad izquierda (m/s)	Progresiva	Velocidad derecha (m/s)	Velocidad izquierda (m/s)
1 + 000	0.50	1.48	0 + 500	0.69	0.97
0 + 980	1.52	1.52	0 + 480	1.19	0.62
0 + 960	1.84	1.24	0 + 460	1.14	2.37
0 + 940	1.08	0.68	0 + 440	0.73	1.38
0 + 920	0.54	0.40	0 + 420	0.83	1.22
0 + 900	0.35	0.61	0 + 400	1.40	1.01
0 + 880	0.32	0.60	0 + 380	0.87	0.16
0 + 860	0.47	0.95	0 + 360	0.75	0.98
0 + 840	0.53	1.32	0 + 340	0.44	0.34
0 + 820	0.79	1.70	0 + 320	0.30	0.61
0 + 800	0.38	0.84	0 + 300	0.38	0.68
0 + 780	0.48	0.93	0 + 280	0.39	0.25
0 + 760	0.61	0.42	0 + 260	2.25	2.26
0 + 740	0.52	1.13	0 + 240	1.04	0.46
0 + 720	0.64	1.19	0 + 220	1.85	1.10
0 + 700	0.91	0.71	0 + 200	1.00	0.52
0 + 680	0.83	1.44	0 + 180	0.64	0.93
0 + 660	0.84	1.51	0 + 160	0.85	0.00
0 + 640	0.87	2.55	0 + 140	0.60	0.75
0 + 620	0.90	1.66	0 + 120	0.91	0.54
0 + 600	0.99	1.80	0 + 100	0.59	0.80
0 + 580	0.89	0.54	0 + 80	0.46	0.40

En la Tabla 89 se muestra las velocidades en las secciones del río Chanchamayo, tanto para el margen derecho e izquierdo.

4.3. Tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo

El peligro se ha determina en cuanto al tirante del agua en un periodo de retorno de 100 años en cada una de las secciones del tramo analizado.

Tabla 90. Tirantes según progresiva en el área de estudio.

Progresiva	Nivel del agua (m)	Nivel de la orilla izquierda (m)	Nivel de la orilla derecha (m)	Tirante en el margen izquierdo (m)	Tirante en el margen derecho (m)
1 + 000	741.31	740.54	740.98	0.77	0.33
0 + 980	741.00	740.28	740.39	0.72	0.61
0 + 960	740.65	740.24	740.76	0.41	-0.11
0 + 940	740.42	740.03	740.50	0.39	-0.08
0 + 920	740.32	739.99	740.27	0.33	0.05
0 + 900	740.28	739.57	739.93	0.71	0.35

0 + 880	740.27	739.48	739.96	0.79	0.31
0 + 860	740.24	739.48	739.86	0.76	0.38
0 + 840	740.19	739.42	739.69	0.77	0.50
0 + 820	740.07	739.31	739.58	0.76	0.49
0 + 800	739.89	739.56	739.63	0.33	0.26
0 + 780	739.73	739.00	739.39	0.73	0.34
0 + 760	739.66	739.07	739.00	0.59	0.66
0 + 740	739.61	738.00	739.01	1.61	0.60
0 + 720	739.56	738.00	739.01	1.56	0.55
0 + 700	739.51	738.40	738.00	1.11	1.51
0 + 680	739.46	737.89	739.06	1.57	0.40
0 + 660	739.37	738.04	739.02	1.33	0.35
0 + 640	739.21	737.85	738.95	1.36	0.26
0 + 620	738.99	738.04	738.22	0.95	0.77
0 + 600	738.90	738.07	738.00	0.83	0.90
0 + 580	738.80	738.37	738.00	0.43	0.80
0 + 560	738.70	738.39	738.10	0.31	0.60
0 + 540	738.61	738.75	737.76	-0.14	0.85
0 + 520	738.54	737.00	738.00	1.54	0.54
0 + 500	738.44	737.64	737.87	0.80	0.57
0 + 480	738.29	737.78	737.00	0.51	1.29
0 + 460	738.05	736.37	737.28	1.68	0.77
0 + 440	737.69	736.00	737.00	1.69	0.69
0 + 420	737.61	736.00	736.64	1.61	0.97
0 + 400	737.53	736.38	736.00	1.15	1.53
0 + 380	737.45	737.23	736.77	0.22	0.68
0 + 360	737.38	736.49	736.63	0.89	0.75
0 + 340	737.31	737.00	736.78	0.31	0.53
0 + 320	737.27	736.03	736.76	1.24	0.51
0 + 300	737.24	736.00	736.43	1.24	0.81
0 + 280	737.21	737.00	736.87	0.21	0.34
0 + 260	737.07	736.75	736.00	0.32	1.07
0 + 240	736.65	736.15	736.00	0.50	0.65
0 + 220	736.36	735.58	735.14	0.78	1.22
0 + 200	736.13	735.67	735.19	0.46	0.94
0 + 180	736.06	734.99	735.23	1.07	0.83
0 + 160	736.01	735.93	735.00	0.08	1.01
0 + 140	735.95	735.15	735.37	0.80	0.58
0 + 120	735.88	735.37	734.96	0.51	0.92
0 + 100	735.81	734.85	735.12	0.96	0.69
0 + 80	735.76	735.12	735.09	0.64	0.67
0 + 60	735.73	734.99	735.00	0.74	0.73
0 + 40	735.71	734.48	735.00	1.23	0.71
0 + 20	735.68	734.04	734.60	1.64	1.08

En la tabla se muestra los tirantes según progresiva, tanto en el margen derecho e izquierdo.

4.4. Peligro a inundación

Tabla 91. Peligro a inundación en cada margen del río Chanchamayo.

Progresiva	Velocidad derecha (m/s)	Velocidad izquierda (m/s)	Altura de inundación en el margen izquierdo (m)	Velocidad por nivel de inundación en el margen izquierdo (m ² /s)	Nivel de peligro	Altura de inundación en el margen derecho (m)	Velocidad por nivel de inundación en el margen derecho (m ² /s)	Nivel de peligro
1 + 000	0.50	1.48	0.77	1.14	Alto	0.33	0.16	Bajo
0 + 980	1.52	1.52	0.72	1.09	Alto	0.61	0.93	Alto
0 + 960	1.84	1.24	0.41	0.51	Medio	0.00	-0.20	Bajo
0 + 940	1.08	0.68	0.39	0.27	Medio	0.00	-0.09	Bajo
0 + 920	0.54	0.40	0.33	0.13	Medio	0.05	0.03	Bajo
0 + 900	0.35	0.61	0.71	0.43	Alto	0.35	0.12	Bajo
0 + 880	0.32	0.60	0.79	0.47	Alto	0.31	0.10	Bajo
0 + 860	0.47	0.95	0.76	0.72	Alto	0.38	0.18	Bajo
0 + 840	0.53	1.32	0.77	1.02	Alto	0.50	0.27	Medio
0 + 820	0.79	1.70	0.76	1.29	Alto	0.49	0.39	Medio
0 + 800	0.38	0.84	0.33	0.28	Medio	0.26	0.10	Bajo
0 + 780	0.48	0.93	0.73	0.68	Alto	0.34	0.16	Bajo
0 + 760	0.61	0.42	0.59	0.25	Alto	0.66	0.40	Medio
0 + 740	0.52	1.13	1.61	1.82	Muy alto	0.60	0.31	Medio
0 + 720	0.64	1.19	1.56	1.86	Muy alto	0.55	0.35	Medio
0 + 700	0.91	0.71	1.11	0.79	Alto	1.51	1.37	Alto
0 + 680	0.83	1.44	1.57	2.26	Muy alto	0.40	0.33	Medio
0 + 660	0.84	1.51	1.33	2.01	Alto	0.35	0.29	Medio
0 + 640	0.87	2.55	1.36	3.47	Alto	0.26	0.23	Bajo
0 + 620	0.90	1.66	0.95	1.58	Alto	0.77	0.69	Alto
0 + 600	0.99	1.80	0.83	1.49	Alto	0.90	0.89	Alto
0 + 580	0.89	0.54	0.43	0.23	Medio	0.80	0.71	Alto

Continuación de la Tabla 91.

Progresiva	Velocidad derecha (m/s)	Velocidad izquierda (m/s)	Altura de inundación en el margen izquierdo (m)	Velocidad por nivel de inundación en el margen izquierdo (m ² /s)	Nivel de peligro	Altura de inundación en el margen derecho (m)	Velocidad por nivel de inundación en el margen derecho (m ² /s)	Nivel de peligro
0 + 560	0.75	0.36	0.31	0.11	Medio	0.60	0.45	Medio
0 + 540	0.73	0.00	-0.14	0.00	Bajo	0.85	0.62	Alto
0 + 520	0.70	1.39	1.54	2.14	Muy alto	0.54	0.38	Medio
0 + 500	0.69	0.97	0.80	0.78	Alto	0.57	0.39	Medio
0 + 480	1.19	0.62	0.51	0.32	Alto	1.29	1.54	Muy alto
0 + 460	1.14	2.37	1.68	3.98	Muy alto	0.77	0.88	Alto
0 + 440	0.73	1.38	1.69	2.33	Muy alto	0.69	0.50	Alto
0 + 420	0.83	1.22	1.61	1.96	Muy alto	0.97	0.81	Alto
0 + 400	1.40	1.01	1.15	1.16	Alto	1.53	2.14	Muy alto
0 + 380	0.87	0.16	0.22	0.04	Bajo	0.68	0.59	Alto
0 + 360	0.75	0.98	0.89	0.87	Alto	0.75	0.56	Alto
0 + 340	0.44	0.34	0.31	0.11	Medio	0.53	0.23	Bajo
0 + 320	0.30	0.61	1.24	0.76	Alto	0.51	0.15	Bajo
0 + 300	0.38	0.68	1.24	0.84	Alto	0.81	0.31	Medio
0 + 280	0.39	0.25	0.21	0.05	Bajo	0.34	0.13	Bajo
0 + 260	2.25	2.26	0.32	0.72	Medio	1.07	2.41	Muy alto
0 + 240	1.04	0.46	0.50	0.23	Bajo	0.65	0.68	Alto
0 + 220	1.85	1.10	0.78	0.86	Alto	1.22	2.26	Muy alto
0 + 200	1.00	0.52	0.46	0.24	Medio	0.94	0.94	Alto
0 + 180	0.64	0.93	1.07	1.00	Alto	0.83	0.53	Alto
0 + 160	0.85	0.00	0.08	0.00	Bajo	1.01	0.86	Alto
0 + 140	0.60	0.75	0.80	0.60	Alto	0.58	0.35	Medio
0 + 120	0.91	0.54	0.51	0.28	Alto	0.92	0.84	Alto
0 + 100	0.59	0.80	0.96	0.77	Alto	0.69	0.41	Medio
0 + 80	0.46	0.40	0.64	0.26	Alto	0.67	0.31	Medio
0 + 60	0.55	0.47	0.74	0.35	Alto	0.73	0.40	Medio
0 + 40	0.47	0.84	1.23	1.03	Alto	0.71	0.33	Medio
0 + 20	0.61	0.87	1.64	1.43	Muy alto	1.08	0.66	Alto

La Tabla 91 especifica cada uno de los niveles de peligrosidad del río Chanchamayo según la progresiva y margen correspondiente. También se puede apreciar dichos niveles de peligrosidad en el plano de inundación (Ver anexo N°06).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Peligro a inundación y Caudal máximo.

Hipótesis general: El peligro a inundación del río Chanchamayo en el sector San Carlos – región Junín, se encuentra entre los niveles de peligrosidad muy alto, alto, medio y bajo

Se consideró lo establecido por el INDECI (2011) y la Tabla 3, obteniéndose los resultados tal como se muestra en la Tabla 91; siendo así que, en el margen izquierdo del río Chanchamayo se tiene un nivel de peligro muy alto en las progresivas 0 + 740 y 0 + 720, 0 + 680, 0 + 520, 0 + 460 – 0 + 420 y 0 + 020; mientras que, un nivel de peligro alto en las progresivas: 1 + 000, 0 + 980, 0 + 900 – 0 + 820, 0 + 780, 0 + 760, 0 + 660 – 0 + 600, 0 + 500, 0 + 480, 0 + 400, 0 + 360, 0 + 320, 0 + 300, 0 + 220, 0 + 180, 0 + 140 – 0 + 040; nivel medio en las progresivas: 0 + 340, 0 + 260 y 0 + 200 y un nivel de peligro bajo en las progresivas: 0 + 380, 0 + 280, 0 + 240 y 0 + 160.

En el margen derecho el nivel de peligro muy alto se encontró en las progresivas: 0 + 480, 0 + 400, 0 + 260 y 0 + 220; el nivel alto en las progresivas: 0 + 980, 0 + 700, 0 + 620 – 0 + 580, 0 + 540, 0 + 460 – 0 + 420, 0 + 380, 0 + 360, 0 + 240, 0 + 200, 0 + 180, 0 + 160, 0 + 120 y 0 + 20;

el nivel medio en las progresivas: 0 + 560, 0 + 520, 0 + 500, 0 + 300, 0 + 140, 0 + 100, 0 + 80 – 0 + 40; y el nivel bajo en las progresivas: 0 + 340, 0 + 320 y 0 + 280.

5.2. Caudal máximo según diferentes periodos de retorno del río Chanchamayo

Hipótesis específica: El caudal máximo alcanzado por el río Chanchamayo según diferentes periodos de retorno es alto.

Para el cálculo del caudal máximo en el río Chanchamayo, se consideró el modelo denominado Hydrologic Modeling System (HEC – HMS) en diferentes periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años, para lo cual se siguió las metodologías establecidas por Arce et al. (2006), lo cual involucra la determinación de la morfometría de las subcuencas (área, perímetro, longitud de cauce, ancho promedio, factor de forma de Horton, coeficiente compacidad, cota mínima, cota máxima, densidad de drenaje, pendiente de cauce y altitud media) tal como se muestra en la Tabla 6 hasta la Tabla 14, considerando la subcuenca del río Tulumayo, intercuenca del río Chanchamayo, subcuencas del río Seco, río Ricrán, río Palcamayo, río Palca, río Oxabamba, río Mollucro y río Huasahuasi; asimismo, se determinó el uso de suelos (entre bosques primarios sin uso, bosques primarios fragmentados, vegetación arbustiva natural sin uso, frutales variados, cultivos, centros poblados, masas de agua, pastizales, bofedales, suelo desnudo, nevados, vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo, lago y lagunas según lo considerado por la zonificación económica y ecológica) para la ponderación del número curva el mismo que es requerido para la aplicación de la abstracción de escorrentía con el método S.C.S (Soil Conservation Service) tal como recomienda Chow (1994), obteniendo para la subcuenca del río Tulumayo de 54.44, para la intercuenca del río Chanchamayo de 53.46, para la subcuenca del río Seco de 69.78, para la subcuenca del río Ricrán de 66.68, para la subcuenca del río Palcamayo de 64.09, para la subcuenca del río Palca de 54.85, para la subcuenca del río Oxabamba de 53.84, para la subcuenca del río Mollucro

de 69.85 y para la subcuenca del río Huasahuasi de 63.83; seguidamente se determinó las curvas IDF para cada una de las subcuencas y en diferentes periodos de retorno en base a la distribución probabilística de Gumbel (ver Tabla 33 hasta la Tabla 41) utilizando cinco estaciones meteorológicas (Estación Comas, estación Huasahuasi, estación Ricrán, estación San Eloy de Singayac y estación Tarma), con las curvas IDF se determinó los hietogramas de precipitación tal como recomienda el manual de hidrología, hidráulica y drenaje (MTC, 2008) según el método de bloque alterno para lo cual fue necesario el cálculo del tiempo de concentración según la fórmula de Kirpich tal como se especifica en la Tabla 42, siendo la para subcuenca del río Tulumayo un tiempo de concentración de 497.48 min, para la intercuenca del río Chanchamayo de 78.33 min, para la subcuenca del río Seco de 112.89 min, la del río Ricrán de 270.11 min, la del río Palcamayo de 218.94 min, la del río Palca de 343.37 min, la del río Oxabamba de 482.24 min, la del río Mollucro de 168.17 min y del río Huasahuasi de 214.00 min.

Con esta información se procedió al cálculo del caudal máximo de la interacción de las subcuencas estudiadas, siendo así que, para un periodo de retorno de 5 años se tiene un caudal máximo de 96 m³/s, para un periodo de retorno de 10 años se tiene 104.00 m³/s, para 25 años se tiene 116.5 m³/s, para 50 años se tiene 127.1 m³/s y para 100 años un caudal de 139.00 m³/s.

Es dable mencionar que esto se fundamentó en investigaciones similares tales como las de Concha y Miranda (2016), Yépez (2016) y Valdivia (2014).

5.3. Velocidades del caudal máximo del río Chanchamayo

Hipótesis específica: Las velocidades del caudal máximo del río Chanchamayo son altas.

Para la obtención de la velocidad en el margen derecho e izquierdo del río bajo del caudal máximo se realizó el modelamiento hidráulico del mismo para un periodo de retorno de 100 años que es $139.00 \text{ m}^3/\text{s}$, para lo cual se requirió el levantamiento topográfico de un tramo de $1\ 004.81 \text{ m}$ aledaño al sector San Carlos seccionándolo cada 20 m , estos resultados se muestran en la Tabla 89; asimismo, la modelación hidráulica se puede observar en el Anexo N° 04 (MODELAMIENTO HEC – RAS).

5.4. Tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo

Hipótesis específica: Los tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo son altos

Del mismo modo, para determinar los tirantes del caudal máximo del río Achamayo, se estableció en base a la abstracción hidráulica con el modelo denominado River Analysis System (HEC – RAS) y el caudal máximo obtenido para un periodo de retorno de 100 años que es $139.00 \text{ m}^3/\text{s}$, para lo cual se requirió el levantamiento topográfico de un tramo de $1\ 400.81 \text{ m}$ aledaño al sector San Carlos seccionándolo cada 20 m , estos resultados se muestran en la Tabla 90. La modelación hidráulica se puede observar en el Anexo N° 04 (MODELAMIENTO HEC – RAS).

CONCLUSIONES

1. El peligro a inundación en el margen izquierdo se tiene un nivel de peligro muy alto en las progresivas 0 + 740 y 0 + 720, 0 + 680, 0 + 520, 0 + 460 – 0 + 420 y 0 + 020; mientras que, un nivel de peligro alto en las progresivas: 1 + 000, 0 + 980, 0 + 900 – 0 + 820, 0 + 780, 0 + 760, 0 + 660 – 0 + 600, 0 + 500, 0 + 480, 0 + 400, 0 + 360, 0 + 320, 0 + 300, 0 + 220, 0 + 180, 0 + 140 – 0 + 040; nivel medio en las progresivas: 0 + 340, 0 + 260 y 0 + 200 y un nivel de peligro bajo en las progresivas: 0 + 380, 0 + 280, 0 + 240 y 0 + 160. En el margen derecho el nivel de peligro muy alto se encontró en las progresivas: 0 + 480, 0 + 400, 0 + 260 y 0 + 220; el nivel alto en las progresivas: 0 + 980, 0 + 700, 0 + 620 – 0 + 580, 0 + 540, 0 + 460 – 0 + 420, 0 + 380, 0 + 360, 0 + 240, 0 + 200, 0 + 180, 0 + 160, 0 + 120 y 0 + 20; el nivel medio en las progresivas: 0 + 560, 0 + 520, 0 + 500, 0 + 300, 0 + 140, 0 + 100, 0 + 80 – 0 + 40; y el nivel bajo en las progresivas: 0 + 340, 0 + 320 y 0 + 280.
2. El caudal máximo del río Chanchamayo para un periodo de retorno de 5 años es de 96 m³/s, para 10 años es de 104.00 m³/s, para 25 años es de 116.50 m³/s, para 50 años es de 127.10 m³/s y para 100 años es de 139.00 m³/s.
3. Las velocidades del caudal máximo del río Chanchamayo son altas, pues llegan a alcanzar los 1.84 m/s en el margen derecho y 2.55 m/s en el margen izquierdo.
4. Los tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo son altos, pues en el margen izquierdo respecto a la orilla es de 1.69 m y máximo en el margen derecho respecto a la orilla es de 1.53 m.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la aplicación del método considerado por el INDECI (2011) para la determinación del peligro a inundación.
2. Se propone que, para el modelamiento hidrológico se utilice el modelo HEC – HMS, lo cual facilita el cálculo del caudal según las características de la cuenca hidrográfica.
3. Se recomienda para el modelamiento hidráulico contar un levantamiento topográfico del cauce del río y la utilización del modelo HEC – RAS, esto a fin de determinar el correcto comportamiento del flujo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alcocer, V., Rodríguez, J., Bourguett, V., Llaguno, O., & Albornoz, P. (2016). Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VII(0187–8336), 33–55.
2. Andina. (2019, abril 1). *Ya suman más de 700 los damnificados por inundaciones en Chanchamayo.* p. 1. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-ya-suman-mas-700-los-damnificados-inundaciones-chanchamayo-747177.aspx>
3. Aparicio, F. (2002). *Fundamentos de hidrología de superficie* (Primera). México - México: Limusa S.A. de C.V.
4. Arce, R., Birkel, C., Durán, D., & Samudio, M. (2006). Metodologías fotogramétricas e hidrológicas para estimar la amenaza y vulnerabilidad de inundación en la cuenca del río Purires, Cartago, Costa Rica. *Universidad de Costa Rica*, 14.
5. Bateman, A. (2007). *Hidrología básica y aplicada* (Primera). Venezuela: Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos.
6. CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales* (p. 48). p. 48. Lima - Perú: Dirección de gestión de procesos subdirección de normas y lineamientos.
7. CENEPRED. (2015). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales* (Segunda ed; NEVA STUDIO SAC, Ed.). Recuperado de http://www.sigpad.gov.co/sigpad/paginas_detalle.aspx?idp=112
8. Chow, V. (1994). *Hidrología aplicada* (Primera; M. Suarez, Ed.). Santa fe de Bogotá: McGraw-Hill.
9. CNN. (2017). No es solo Harvey: agosto fue un mes de inundaciones en el mundo. Recuperado de <http://cnnespanol.cnn.com/2017/09/02/no-es-solo-harvey-agosto-fue-un-mes-de-inundaciones-en-el-mundo/#0>
10. Comercio. (2017). Las impactantes imágenes de las lluvias e inundaciones en Perú. Recuperado de <https://elcomercio.pe/peru/impactantes-imagenes-lluvias-e-inundaciones-peru-407507>
11. Concha, C., & Miranda, A. (2016). *Análisis del riesgo de inundación en la*

- cuenca del río Chili en el tramo de Chilina a Uchumayo - Arequipa.*
Universidad Católica de Santa María.
12. Correo. (2018). *Ríos se desbordan en Chanchamayo y causan inundaciones en diversos sectores.* Chanchamayo.
 13. Fattorelli, S., & Fernández, P. (2011). *Diseño Hidrológico* (Segunda Ed). Argentina: WASA - GN.
 14. Google Earth. (2020). Google Earth Pro. Recuperado de <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>
 15. GRJ. (2015). *Memoria descriptiva del estudio cultural del departamento de Junín a escala 1: 100 000* (p. 185). p. 185. Huancayo - Perú: Gobierno Regional de Junín.
 16. Ibáñez, S., Moreno, H., & Gisbert, J. (2015). *Métodos para la determinación del tiempo de concentración (tc) de una cuenca hidrográfica* (p. 9). p. 9. Recuperado de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10779/Tiempo de concentración.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10779/Tiempo%20de%20concentraci3n.pdf)
 17. INDECI. (2011). *Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales* (pp. 1–85). pp. 1–85. Lima - Perú: Instituto Nacional de Defensa Civil.
 18. Lavao, S., & Corredor, J. (2014). *Aplicación de la teoría del número de curva (CN) a una cuenca de montaña, caso de estudio: Cuenca del río Murca, mediante la utilización de sistema de información geográfica.* Universidad Militar Nueva Granada.
 19. Linsley, R., Kohler, M., & Paulus, J. (2003). *Hidrología para ingenieros* (Segunda). Bogotá-Colombia: McGraw-Hill Latinoamericana, S.A.
 20. Lux, B. (2012). *Conceptos básicos de morfometría de cuencas hidrográficas* (p. 8). p. 8. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
 21. MTC. (2008). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje* (Primera). Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 22. Perú21. (2017). Miguel Romero Sotelo: “Este es el momento de rediseñar las ciudades”. Recuperado de <https://peru21.pe/lima/miguel-romero-sotelo-momento-redisenar-ciudades-entrevista-69605>
 23. Rodríguez, H. (2012). *Inundaciones en zonas urbanas. Medidas preventivas y correctivas, acciones estructurales y no estructurales.* Universidad

Nacional Autónoma de México.

24. SENAMHI. (2017). Datos históricos. Recuperado de <http://www.senamhi.gob.pe/?p=data-historica>
25. Valdivia, J. (2014). *Determinación del área de inundación por máxima avenida de la quebrada Amojú, en la zona urbana de la ciudad de Jaén - Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
26. Yépez, C. (2016). *Comportamiento de las máximas avenidas y las posibles áreas de inundación producidas en la quebrada Cruz Blanca para la zona urbana del distrito de Cajamarca, 2016*. Universidad Privada del Norte.

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tesis: “Evaluación del peligro a inundación del río Chanchamayo, sector San Carlos – región Junín”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el resultado de la evaluación del peligro a inundación del río Chanchamayo, sector San Carlos - región Junín?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cuál es el caudal máximo alcanzado por el río Chanchamayo en los diferentes periodos de retorno? b) ¿Cuáles son las velocidades del caudal máximo del río Chanchamayo? c) ¿Cuáles son los tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar el peligro a inundación del río Chanchamayo, sector San Carlos - región Junín.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar el caudal máximo alcanzado por el río Chanchamayo según diferentes periodos de retorno. b) Estimar las velocidades del caudal máximo del río Chanchamayo. c) Establecer los tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo.</p>	<p>Hipótesis general: El peligro a inundación del río Chanchamayo en el sector San Carlos – región Junín, se encuentra entre los niveles de peligrosidad muy alto, alto, medio y bajo.</p> <p>Hipótesis específicas: a) El caudal máximo alcanzado por el río Chanchamayo según diferentes periodos de retorno es alto. b) Las velocidades del caudal máximo del río Chanchamayo son altas. c) Los tirantes del caudal máximo del río Chanchamayo son altos.</p>	<p>Variable independiente (X): Caudal máximo.</p> <p>Variable dependiente (Y): Peligro a inundación.</p>	<p>- Caudal máximo.</p> <p>- Velocidades del caudal máximo.</p> <p>- Tirantes del caudal máximo.</p>	<p>- Área</p> <p>- Perímetro</p> <p>- Longitud de cauce</p> <p>- Ancho promedio</p> <p>- Factor de forma de Horton</p> <p>- Coeficiente de compacidad</p> <p>- Cota mínima</p> <p>- Cota máxima</p> <p>- Densidad de drenaje</p> <p>- Pendiente de cauce</p> <p>- Altitud media</p> <p>- Área</p> <p>- Número de curva</p> <p>- Intensidad</p> <p>- Duración</p> <p>- Frecuencia</p> <p>- Longitud de cauce más largo</p> <p>- Pendiente.</p> <p>- Coeficiente de rugosidad de Manning</p> <p>- Radio hidráulico</p> <p>- Pendiente</p> <p>- Altura de agua.</p>	<p>Método: científico.</p> <p>Tipo: aplicada.</p> <p>Nivel: descriptivo – correlacional.</p> <p>Diseño: cuasi experimental.</p> <p>Población: Correspondió al río Chanchamayo, con una extensión total de 123.39 km, que comprende las provincias de Concepción, Jauja y Chanchamayo en la región Junín.</p> <p>Muestra: El tipo de muestreo fue el no probabilístico o dirigido, la muestra comprendió a un tramo de 1 004.81 m aledaño al sector San Carlos del distrito y provincia de Chanchamayo en la región Junín; específicamente entre las coordenadas: 464822 m E, 8779383 m N y 464870 m E, 8779981 m N</p>

ANEXO N° 02: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Tabla 92. Precipitación máxima horaria, estación meteorológica Comas.

Estación			Comas									
Latitud	Longitud	Altitud	Lugar		Provincia		Región					
11°44'	75°07'	3640 msnm	Comas		Concepción		Junín					
Precipitación máxima en 24 h en mm												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985	20.00	19.00	23.00	19.00	7.00	3.00	16.00	9.00	12.00	9.00	17.00	29.00
1986	14.00	12.00	12.00	10.00	0.00	4.00	21.00	10.00	9.00	7.00	13.00	12.00
1987	18.00	19.00	22.00	9.00	9.00	2.00	3.00	18.00	7.00	13.00	17.00	15.00
1988	27.00	19.00	22.00	15.00	9.00	4.00	13.00	6.00	13.00	14.00	19.00	16.00
1989	18.00	21.00	18.00	9.00	1.00	4.00	0.00	9.00	14.00	1.00	9.00	16.00
1990	16.00	14.00	7.00	7.00	14.00	2.00	6.00	13.00	19.00	16.00	11.00	16.00
1991	10.00	14.00	11.00	10.00	15.00	1.00	0.00	5.00	17.00	14.00	7.00	14.00
1992	16.00	17.00	12.00	13.00	0.00	5.00	1.00	18.00	11.00	17.00	16.00	11.00
1993	17.00	14.00	15.00	5.00	8.00	1.00	13.00	8.00	15.00	17.00	21.00	14.00
1994	17.30	17.70	23.70	24.70	8.60	7.50	11.40	1.50	9.70	10.10	15.00	18.00
1995	19.40	17.00	23.90	20.60	8.80	4.20	2.30	2.60	5.70	13.50	14.70	16.90
1996	27.50	11.90	19.90	11.50	6.10	4.00	5.40	8.10	18.50	11.20	15.20	8.80
1997	23.50	19.40	14.50	12.40	7.80	3.00	2.10	21.10	20.00	9.80	23.80	18.70
1998	12.50	19.90	25.40	19.30	4.30	6.30	0.00	4.50	15.90	58.70	29.90	24.30
1999	13.20	23.20	14.50	9.00	5.60	3.00	4.10	3.20	10.20	20.30	17.50	9.80
2000	16.40	18.70	19.00	12.50	7.50	7.70	5.50	7.70	12.50	8.20	12.40	11.10
2001	20.40	14.30	10.90	9.50	9.80	1.70	6.90	9.60	10.60	17.30	10.60	13.80
2002	24.60	16.70	20.70	14.10	13.80	12.60	18.60	5.50	12.10	22.10	21.70	17.30
2003	28.40	13.30	23.20	10.90	7.20	3.50	5.50	19.70	13.40	10.90	10.00	25.00
2004	14.00	21.20	17.20	6.80	6.10	8.90	14.00	23.20	11.00	14.10	24.10	20.10
2005	11.70	13.40	12.20	4.00	4.20	1.50	7.50	3.10	12.00	23.20	14.20	18.10
2006	15.10	22.80	15.40	12.40	6.00	6.10	4.50	7.60	15.30	18.50	18.20	12.90
2007	12.10	14.30	15.20	9.40	7.80	1.10	5.40	6.80	6.10	11.10	16.50	10.60
2008	31.00	24.00	17.00	14.00	11.00	4.00	0.00	4.00	11.00	8.00	17.00	21.00
2009	20.00	20.00	20.00	8.00	8.00	3.00	5.00	16.00	5.00	3.00	16.00	18.00

Fuente: SENAMHI (2017).

Tabla 93. Precipitación máxima horaria, estación Huasahuasi.

Estación		Huasahuasi										
Latitud	Longitud	Altitud	Lugar		Provincia	Región						
11°15'	75°37'	2750 msnm	Huasahuasi		Tarma	Junín						
Precipitación máxima en 24 h en mm												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985	11.00	20.00	20.00	9.00	4.00	4.00	10.00	7.00	4.00	17.00	14.00	18.00
1986	9.00	1.00	17.00	14.00	5.00	0.00	16.00	6.00	7.00	10.00	20.00	12.00
1987	21.00	12.00	19.00	10.00	5.00	9.00	2.00	7.00	6.00	15.00	14.00	12.00
1988	21.00	24.00	15.00	11.00	7.00	3.00	3.00	5.00	10.00	16.00	10.00	16.00
1989	20.00	6.00	16.00	5.00	4.00	5.00	6.00	8.00	9.00	5.00	20.00	15.00
1990	6.00	17.00	19.00	15.00	13.00	4.00	2.00	4.00	15.00	18.00	9.00	15.00
1991	20.00	16.00	19.00	9.00	11.00	6.00	1.00	4.00	9.00	14.00	14.00	21.00
1992	5.00	15.00	21.00	14.00	1.00	3.00	2.00	7.00	8.00	17.00	15.00	9.00
1993	14.00	14.00	11.00	11.00	3.00	2.00	4.00	5.00	16.00	14.00	17.00	10.00
1994	19.00	19.00	8.00	3.00	6.00	1.00	3.00	8.00	5.00	12.00	15.00	9.00
1995	8.00	3.40	18.70	14.10	13.70	4.20	3.60	2.40	9.90	13.60	17.40	11.80
1996	16.30	8.90	17.40	17.10	3.40	2.10	2.90	4.70	10.80	5.90	14.10	9.90
1997	15.20	29.40	6.50	10.50	9.40	1.30	0.80	7.50	12.90	12.70	15.60	24.00
1998	20.00	19.30	18.90	2.70	1.80	2.30	0.30	6.9	17.20	10.80	9.00	10.50
1999	14.80	24.40	18.90	13.00	8.10	2.50	2.60	4.40	2.80	23.00	10.70	10.80
2000	25.80	20.20	14.70	18.20	5.10	3.40	4.90	9.80	8.50	3.00	22.90	9.50
2001	12.90	21.80	18.60	9.40	8.20	4.50	11.30	2.50	4.90	12.20	19.90	15.60
2002	5.70	16.20	13.90	14.00	10.30	0.40	6.50	3.30	7.50	23.80	15.40	12.90
2003	9.10	15.60	19.10	7.40	5.40	1.40	6.80	7.00	6.50	12.10	9.20	18.90
2004	22.00	14.00	11.00	9.00	7.00	8.00	12.00	9.00	7.00	15.00	15.00	19.00
2005	12.00	10.00	12.00	15.00	7.00	0.00	15.00	5.00	10.00	13.00	10.00	14.00
2006	14.00	23.00	17.00	16.00	2.00	12.00	0.00	10.00	8.00	19.00	23.00	20.00
2007	12.00	24.00	25.00	7.00	7.00	0.00	8.00	6.00	2.00	24.00	10.00	34.00
2008	12.00	15.00	24.00	19.00	7.00	6.00	3.00	4.00	4.00	21.00	14.00	22.00
2009	17.00	12.00	15.00	24.00	10.00	1.00	11.00	6.00	4.00	8.00	10.00	15.00

Fuente: SENAMHI (2017).

Tabla 94. Precipitación máxima horaria, estación Ricrán.

Estación			Ricrán									
Latitud	Longitud	Altitud	Lugar	Provincia		Región						
11°32'	75°31'	3820 msnm	Ricrán	Jauja		Junín						
Precipitación máxima en 24 h en mm												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1964	22.00	9.00	11.00	9.00	5.00	10.00	8.00	3.00	5.00	6.00	15.00	18.00
1965	22.00	20.00	13.00	5.00	6.00	8.00	2.00	5.00	18.00	6.00	6.00	18.00
1966	10.00	13.00	16.00	9.00	6.00	5.00	6.00	3.00	7.00	7.00	8.00	7.00
1967	20.00	7.00	12.00	8.00	10.00	8.00	4.00	10.00	6.00	11.00	10.00	16.00
1968	10.00	8.00	11.00	12.00	3.00	10.00	7.00	2.00	5.00	17.00	16.00	16.00
1969	16.00	8.00	7.00	8.00	10.00	6.00	3.00	3.00	6.00	11.00	13.00	12.00
1970	14.00	13.00	21.00	10.00	11.00	6.00	3.00	4.00	13.00	10.00	18.00	21.00
1971	13.00	8.00	13.00	13.00	13.00	4.00	4.00	3.00	7.00	11.00	13.00	8.00
1972	25.00	14.00	14.00	12.00	4.00	5.00	3.00	12.00	8.00	12.00	11.00	10.00
1973	12.00	14.00	9.00	9.00	5.00	7.00	4.00	8.00	6.00	9.00	2.00	8.00
1974	9.00	8.00	12.00	11.00	8.00	5.00	5.00	9.00	5.00	10.00	11.00	9.00
1975	17.00	9.00	12.00	8.00	7.00	9.00	7.00	6.00	8.00	9.00	6.00	13.00
1976	20.00	17.00	17.00	12.00	11.00	9.00	7.00	4.00	14.00	19.00	9.00	11.00
1977	20.00	8.00	9.00	8.00	2.00	4.00	3.00	9.00	3.00	9.00	7.00	6.00
1978	9.00	10.00	13.00	13.00	5.00	0.00	3.00	12.00	10.00	11.00	6.00	5.00
1979	14.00	8.00	13.00	10.00	6.00	3.00	4.00	5.00	8.00	4.00	13.00	14.00
1980	20.00	8.00	10.00	6.00	7.00	5.00	5.00	4.00	7.00	14.00	20.00	17.00
1981	12.00	11.00	20.00	15.00	8.00	7.00	5.00	5.00	8.00	13.00	11.00	17.00
1982	18.00	9.00	12.00	4.00	2.00	10.00	8.00	6.00	13.00	8.00	12.00	15.00
1983	12.00	8.00	20.00	12.00	16.00	5.00	4.00	4.00	7.00	9.00	12.00	10.00
1984	7.40	9.30	7.80	6.00	8.10	4.80	5.60	2.70	6.70	8.60	12.90	12.20
1985	11.70	11.10	12.90	11.40	10.40	9.70	6.10	5.50	10.90	5.50	7.60	20.10
1986	18.50	27.80	15.00	12.70	8.80	3.40	3.70	8.90	9.50	6.80	5.20	5.10
1987	14.00	9.50	11.90	4.50	4.20	4.10	5.60	2.30	4.10	7.10	11.30	8.00

1988	8.50	13.10	13.20	5.30	5.40	2.40	2.40	4.60	5.10	7.30	8.50	9.10
1989	12.90	9.70	17.10	13.00	6.20	9.50	4.00	6.10	10.10	17.40	13.60	7.40
1990	15.70	7.40	10.80	6.50	8.70	10.00	6.10	14.00	12.40	15.70	12.50	14.40
1991	14.60	19.10	36.00	11.40	13.20	6.70	4.20	3.50	12.20	8.90	3.20	9.90
1992	12.90	10.50	13.10	8.30	2.50	5.60	3.40	9.80	4.30	12.30	11.60	10.40
1993	24.40	12.30	20.80	8.40	4.20	0.00	1.20	11.80	7.00	5.50	21.10	18.40
1994	14.00	13.00	12.00	15.00	14.00	4.00	6.00	2.00	8.00	10.00	11.00	22.00
1995	11.00	10.00	15.00	9.00	6.00	7.00	7.00	2.00	4.00	8.00	19.00	21.00
1996	9.00	27.00	14.00	9.00	7.00	0.00	3.00	9.00	15.00	11.00	9.00	5.00
1997	9.00	9.00	8.00	11.00	6.00	9.00	7.00	7.00	12.00	13.00	9.00	11.00
1998	18.00	10.00	11.00	13.00	9.00	10.00	7.00	5.00	11.00	1.00	18.00	18.00
1999	19.00	9.00	12.00	9.00	8.00	2.00	2.00	5.00	7.00	8.00	3.00	8.00
2000	15.00	9.00	20.00	10.00	5.00	0.00	5.00	9.00	8.00	13.00	13.00	9.00
2001	12.00	17.00	12.00	6.00	3.00	1.00	4.00	5.00	7.00	9.00	12.00	13.00
2002	9.00	12.00	10.00	13.00	5.00	0.00	1.00	9.00	9.00	7.00	8.00	12.00
2003	8.00	17.00	14.00	8.00	4.00	6.00	3.00	18.00	10.00	11.00	20.00	13.00
2004	17.00	10.00	7.00	6.00	5.00	10.00	4.00	13.00	9.00	10.00	5.00	15.00
2005	20.00	18.00	19.00	5.00	8.00	9.00	5.00	3.00	9.00	7.00	19.00	24.00
2006	18.33	7.07	9.54	8.83	2.51	5.31	6.87	5.64	10.52	9.48	13.77	19.37
2007	20.15	13.77	9.74	7.07	5.18	1.40	5.12	4.53	4.01	10.84	12.93	14.95
2008	13.06	11.69	9.09	11.63	5.57	6.48	2.19	4.01	12.21	16.83	6.00	6.00

Fuente: SENAMHI (2017).

Tabla 95. Precipitación máxima horaria, estación San Eloy de Singayac.

Estación		San Eloy de Singayac										
Latitud	Longitud	Altitud	Lugar	Provincia	Región							
11°15'	75°17'	1500 msnm	Vitoc	Chanchamayo	Junín							
Precipitación máxima en 24 h en mm												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1964	31.70	56.39	40.49	20.35	21.41	23.53	35.19	54.27	35.19	24.59	24.59	24.59
1965	49.40	27.77	56.39	19.29	20.35	19.29	20.35	29.89	24.59	33.07	17.70	16.54
1966	28.89	23.96	24.06	13.99	40.49	3.39	3.39	1.27	19.61	33.60	27.56	28.30
1967	21.63	30.11	60.00	25.02	38.59	19.00	24.70	22.69	2.02	29.15	28.30	18.76
1968	41.24	51.09	45.79	45.26	6.47	36.25	22.47	48.44	56.39	30.32	62.65	26.18
1969	52.68	42.08	46.61	67.95	52.58	17.17	10.81	20.35	47.38	20.57	30.74	35.19
1970	45.79	50.67	13.68	57.35	45.79	24.91	25.02	26.71	32.23	56.61	34.24	24.91
1971	43.04	46.96	39.75	56.82	46.43	16.11	37.42	24.59	52.90	48.02	48.44	46.32
1972	38.80	34.56	14.10	33.29	7.42	10.71	9.97	22.79	56.39	23.11	25.23	36.04
1973	34.24	24.59	45.79	21.73	24.59	24.70	31.48	23.22	38.90	51.84	12.93	47.91
1974	37.70	30.00	33.60	96.10	25.30	34.50	22.80	19.60	20.10	23.20	19.20	55.50
1975	45.90	40.30	60.60	62.50	34.60	55.00	21.00	29.40	42.00	33.50	25.10	38.10
1976	63.50	41.50	35.00	30.20	31.50	22.30	14.50	40.40	23.00	13.90	25.10	33.50
1977	28.50	28.60	42.40	16.20	10.10	17.30	11.20	10.60	26.20	33.00	31.00	42.50
1978	50.10	53.90	33.20	46.50	12.50	28.20	40.10	18.70	50.30	26.90	17.50	44.60
1979	26.00	39.60	36.90	46.10	22.10	16.10	34.40	15.40	29.40	35.10	50.00	43.40
1980	49.90	50.00	35.50	16.40	39.80	24.00	29.50	18.80	8.90	33.50	46.30	34.40
1981	43.20	29.90	28.20	63.60	21.80	39.30	18.40	14.40	47.50	29.10	29.00	18.00
1982	25.40	42.40	21.60	21.00	14.00	14.00	15.40	13.50	16.30	69.90	40.10	30.00
1983	42.00	48.00	22.00	40.00	62.00	34.00	7.00	14.00	14.00	44.00	29.00	56.00
1984	46.00	29.00	68.00	25.00	36.00	22.00	28.00	35.00	58.00	15.00	24.00	25.00
1985	44.00	25.00	52.00	43.00	35.00	7.00	4.00	11.00	38.00	98.00	44.00	9.00
1986	32.00	31.00	16.00	20.00	37.00	21.00	23.00	30.00	40.00	34.00	17.00	38.00

1987	31.00	35.00	52.00	27.00	21.00	25.00	39.00	38.00	55.00	58.00	37.00	32.00
1988	42.00	37.00	37.00	14.00	41.00	33.00	10.00	14.00	47.00	24.00	37.00	22.00
1989	37.00	45.00	27.00	133.00	15.00	45.00	28.00	3.00	19.00	18.00	38.00	33.00
1990	23.00	38.00	38.00	31.00	29.00	5.00	34.00	23.00	23.00	36.00	29.00	33.00
1991	41.00	35.00	16.00	47.00	32.00	45.00	24.00	14.00	29.00	75.00	14.00	33.00
1992	57.00	53.00	33.00	80.00	15.00	32.00	11.00	14.00	14.00	27.00	38.00	37.00
1993	63.00	55.00	10.00	20.00	21.00	29.00	3.00	20.00	19.00	23.00	53.00	19.00
1994	29.00	28.00	36.00	112.00	42.00	7.00	36.00	31.00	49.00	31.00	56.00	25.00
1995	47.00	53.00	19.00	18.00	30.00	12.00	14.00	36.00	28.00	48.00	33.00	26.00
1996	35.00	29.00	24.00	20.00	37.00	38.00	9.00	22.00	14.00	26.00	21.00	66.00
1997	47.00	37.00	47.00	25.00	27.00	25.00	36.00	25.00	54.00	27.00	26.00	35.00
1998	39.00	38.00	65.00	37.00	24.00	20.00	12.00	19.00	55.00	144.00	47.00	19.00
1999	32.00	36.00	42.00	23.00	38.00	22.00	10.00	3.00	6.00	35.00	14.00	46.00
2000	49.00	46.00	18.00	49.00	19.00	45.00	16.00	26.00	17.00	19.00	43.00	43.00
2001	50.00	33.00	48.00	16.00	10.00	34.00	42.00	39.00	54.00	39.00	33.00	40.00
2002	38.00	32.00	49.00	59.00	19.00	15.00	1.00	0.00	7.00	42.00	26.00	17.00
2003	25.00	40.00	49.00	39.00	15.00	15.00	9.00	17.00	17.00	23.00	56.00	23.00
2004	29.00	36.00	55.00	29.00	30.00	23.00	22.00	24.00	20.00	28.00	17.00	23.00
2005	48.00	39.00	18.00	13.00	49.00	42.00	33.00	32.00	53.00	37.00	74.00	19.00
2006	29.00	39.00	41.00	35.00	15.00	24.00	24.00	22.00	6.00	55.00	42.00	37.00
2007	48.00	36.00	47.00	19.00	31.00	30.00	24.00	32.00	37.00	29.00	22.00	44.00
2008	44.00	32.00	47.00	71.00	20.00	40.00	23.00	18.00	51.00	26.00	12.00	32.00

Fuente: SENAMHI (2017).

Tabla 96. Precipitación máxima horaria, estación meteorológica Tarma.

Estación			Tarma									
Latitud	Longitud	Altitud	Lugar		Provincia		Región					
11°23'	75°41'	3000 msnm	Tarma		Tarma		Junín					
Precipitación máxima en 24 h en mm												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985	14.00	11.00	8.00	15.00	2.00	0.00	7.00	3.00	6.00	15.00	9.00	10.00
1986	8.00	7.00	13.00	8.00	5.00	0.00	8.00	8.00	5.00	10.00	10.00	13.00
1987	22.00	11.00	13.00	4.00	8.00	12.00	2.00	11.00	3.00	14.00	14.00	18.00
1988	23.00	32.00	17.00	10.00	18.00	4.00	2.00	4.00	2.00	11.00	11.00	16.00
1989	23.05	13.43	21.68	3.82	3.13	3.13	3.13	3.13	6.56	3.82	6.56	9.31
1990	6.56	6.56	3.82	7.94	21.68	6.56	2.44	6.56	14.81	21.68	9.31	7.94
1991	14.81	6.56	9.31	3.82	6.56	9.31	5.19	1.07	10.69	6.56	5.19	7.94
1992	5.19	5.19	13.43	9.31	1.07	3.82	1.07	10.69	5.19	7.94	5.19	5.19
1993	7.94	7.94	7.94	5.19	5.19	1.07	3.82	5.19	5.19	9.31	10.69	14.81
1994	10.69	9.31	9.31	10.69	5.19	2.44	2.44	3.82	7.94	9.31	7.94	7.94
1995	6.56	10.69	16.18	10.69	6.56	1.07	2.44	1.07	6.56	9.31	10.69	7.94
1996	13.43	14.81	21.68	12.06	2.44	3.82	2.85	2.44	2.72	14.81	14.81	17.56
1997	15.36	38.17	7.94	6.56	7.94	5.19	1.07	7.94	12.06	12.88	14.81	19.20
1998	20.99	19.62	12.33	9.31	2.44	7.94	2.44	2.44	7.53	7.94	16.18	15.63
1999	16.18	27.31	14.12	9.59	7.94	4.50	2.44	2.99	10.00	10.96	14.67	14.81
2000	19.10	10.00	10.60	17.20	6.30	2.00	3.00	2.50	6.30	2.60	11.70	9.50
2001	13.80	17.20	13.20	8.60	18.10	2.40	2.10	5.60	1.20	9.00	9.80	12.80
2002	2.10	13.30	17.60	13.90	4.70	0.00	6.40	2.10	6.20	11.80	16.20	5.60
2003	9.00	6.20	11.80	13.70	3.00	1.80	1.80	4.70	6.50	5.20	3.40	12.50
2004	18.20	14.80	13.80	6.90	2.60	6.40	13.10	6.60	3.50	7.30	12.30	14.00
2005	8.50	6.70	6.50	3.20	5.20	0.00	3.00	1.40	3.70	13.10	7.90	22.50
2006	21.00	18.60	11.10	12.00	6.20	6.30	2.10	2.80	7.60	10.00	12.00	13.00
2007	9.30	22.50	18.20	3.60	11.70	0.00	5.60	1.30	0.70	20.30	9.50	16.70
2008	9.70	9.80	5.60	13.20	4.90	3.30	0.20	1.20	5.80	7.70	6.20	25.30
2009	15.10	17.40	17.20	19.10	6.60	0.80	3.90	5.70	4.80	6.70	13.20	23.30

Fuente: SENAMHI (2017).

ANEXO N° 03: MODELAMIENTO EN HEC – HMS

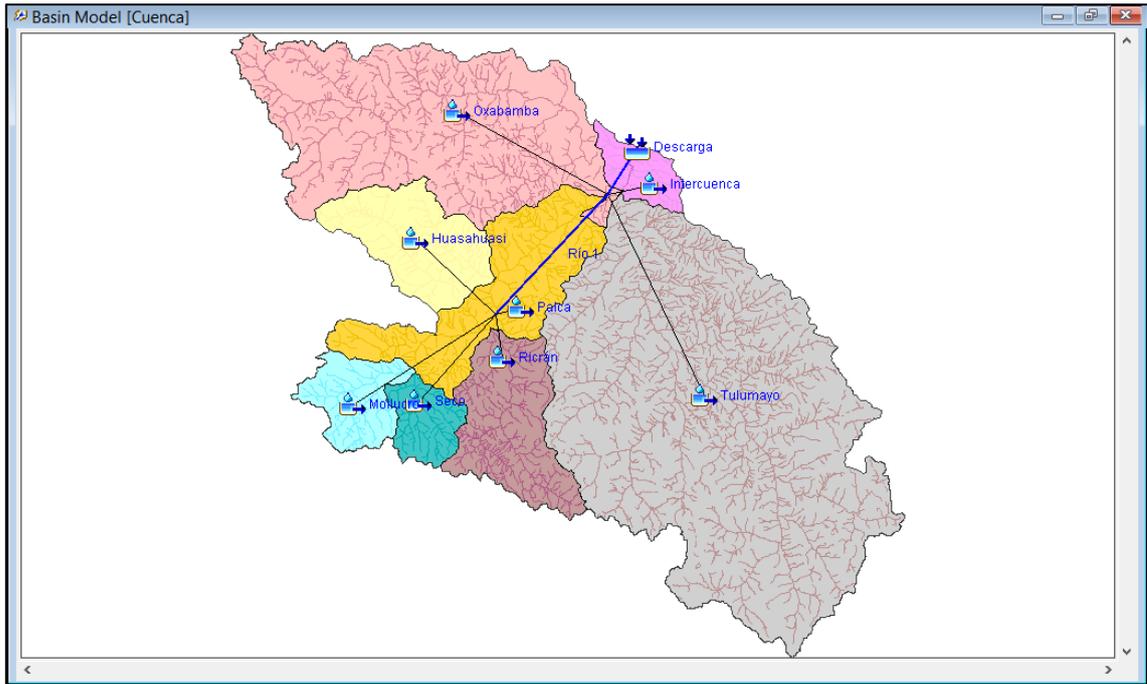


Figura 58. Vista general del modelo del planteamiento en HEC – HMS.

Subbasin	Loss	Transform	Baseflow	Options
Basin Name: Cuenca Element Name: Tulumayo Description: <input type="text"/> Downstream: Río 2 *Area (KM2): 3265,70 Canopy Method: --None-- Surface Method: --None-- Loss Method: SCS Curve Number Transform Method: SCS Unit Hydrograph Baseflow Method: Recession				
Basin Name: Cuenca Element Name: Tulumayo Graph Type: Standard *Lag Time (MIN): 324				
Basin Name: Cuenca Element Name: Tulumayo Initial Abstraction (MM): <input type="text"/> *Curve Number: 54,44 *Impervious (%): 0,01				
Basin Name: Cuenca Element Name: Tulumayo Initial Type: Discharge *Initial Discharge (M3/S): 6,944 *Recession Constant: 0,95 Threshold Type: Ratio To Peak *Ratio: 0,2				

Figura 59. Datos en subcuencas: características, pérdidas, transformación y caudal base.

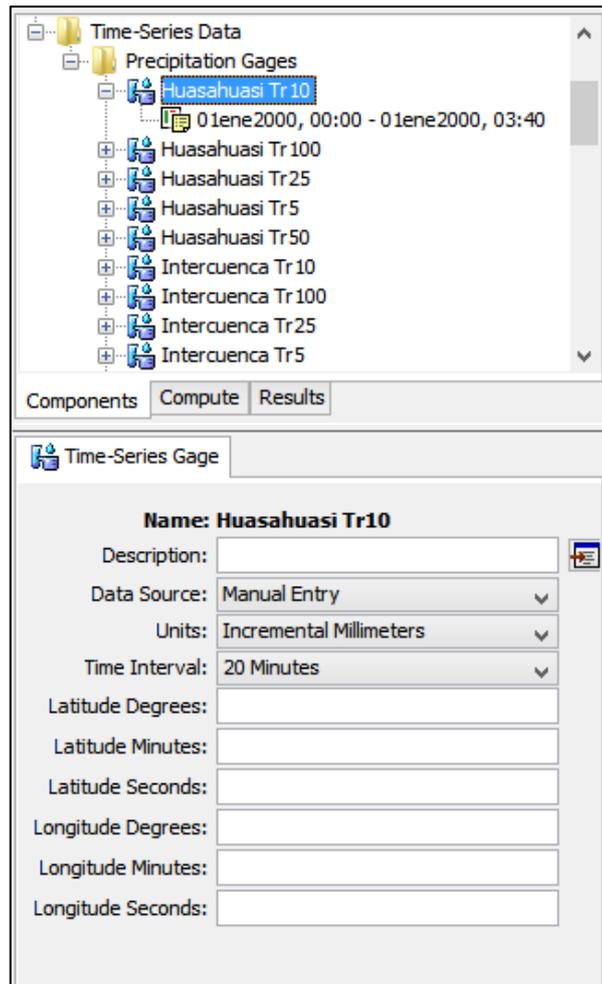


Figura 60. Ingreso de información meteorológica.

Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
01ene2000, 00:00	
01ene2000, 00:20	0,53
01ene2000, 00:40	0,60
01ene2000, 01:00	0,71
01ene2000, 01:20	0,90
01ene2000, 01:40	1,30
01ene2000, 02:00	5,97
01ene2000, 02:20	1,80
01ene2000, 02:40	1,05
01ene2000, 03:00	0,79
01ene2000, 03:20	0,65
01ene2000, 03:40	0,56

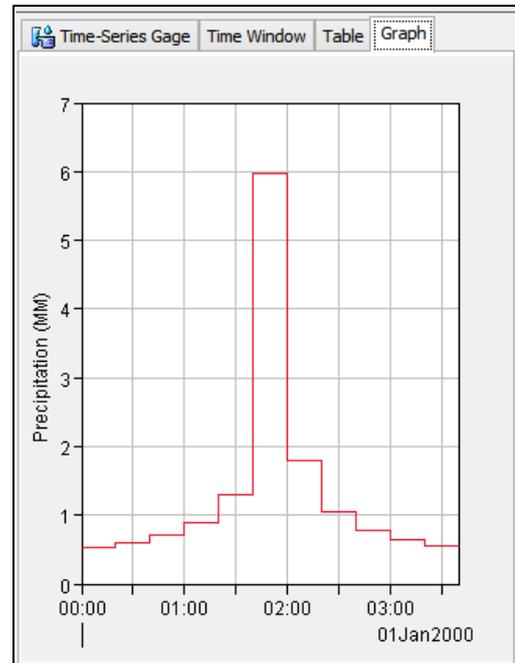


Figura 61. Ingreso de hietogramas.

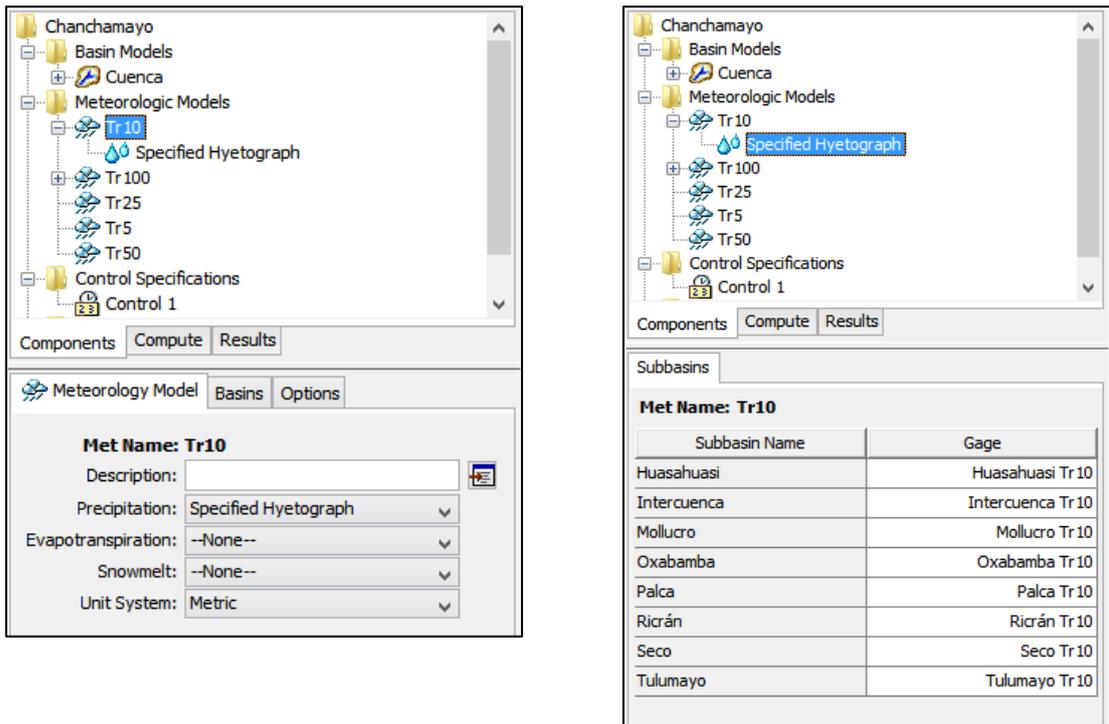


Figura 62. Ingreso del modelo meteorológico.

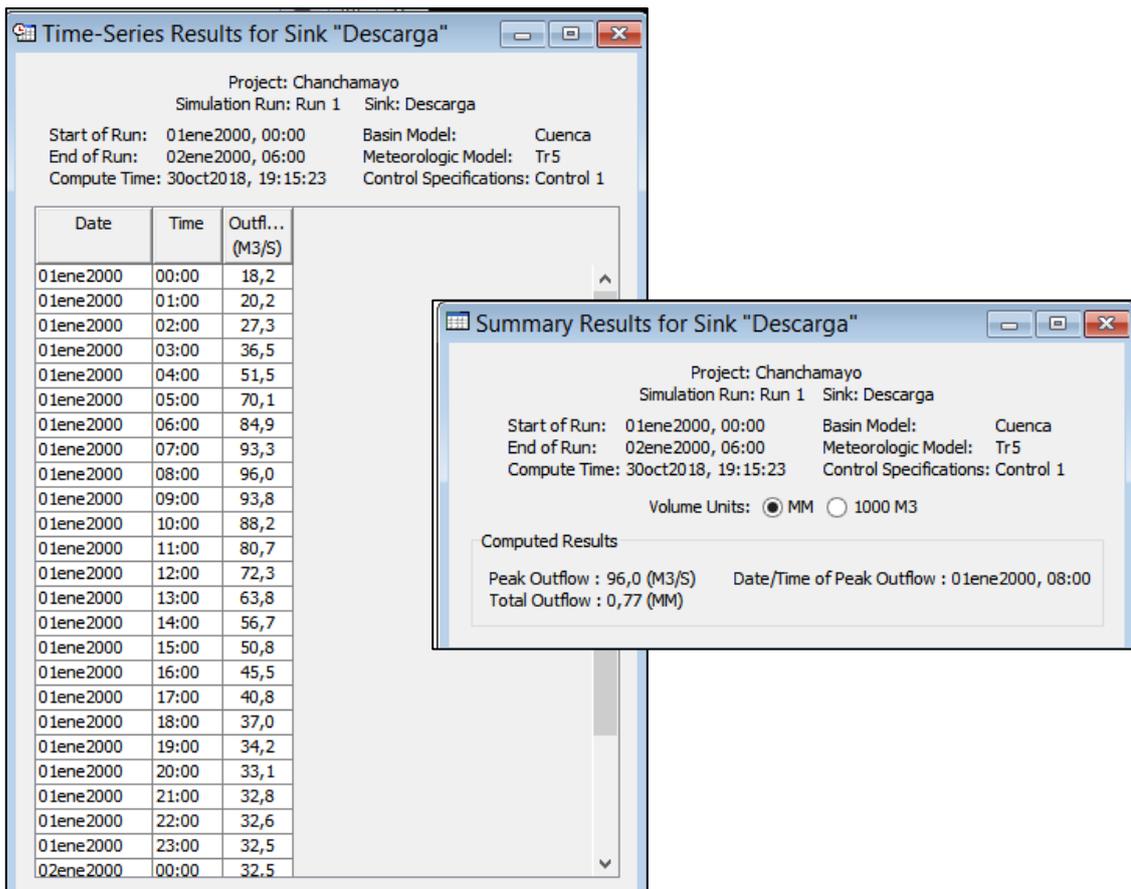


Figura 63. Resultados de caudal.

ANEXO N° 04: MODELAMIENTO EN HEC – RAS

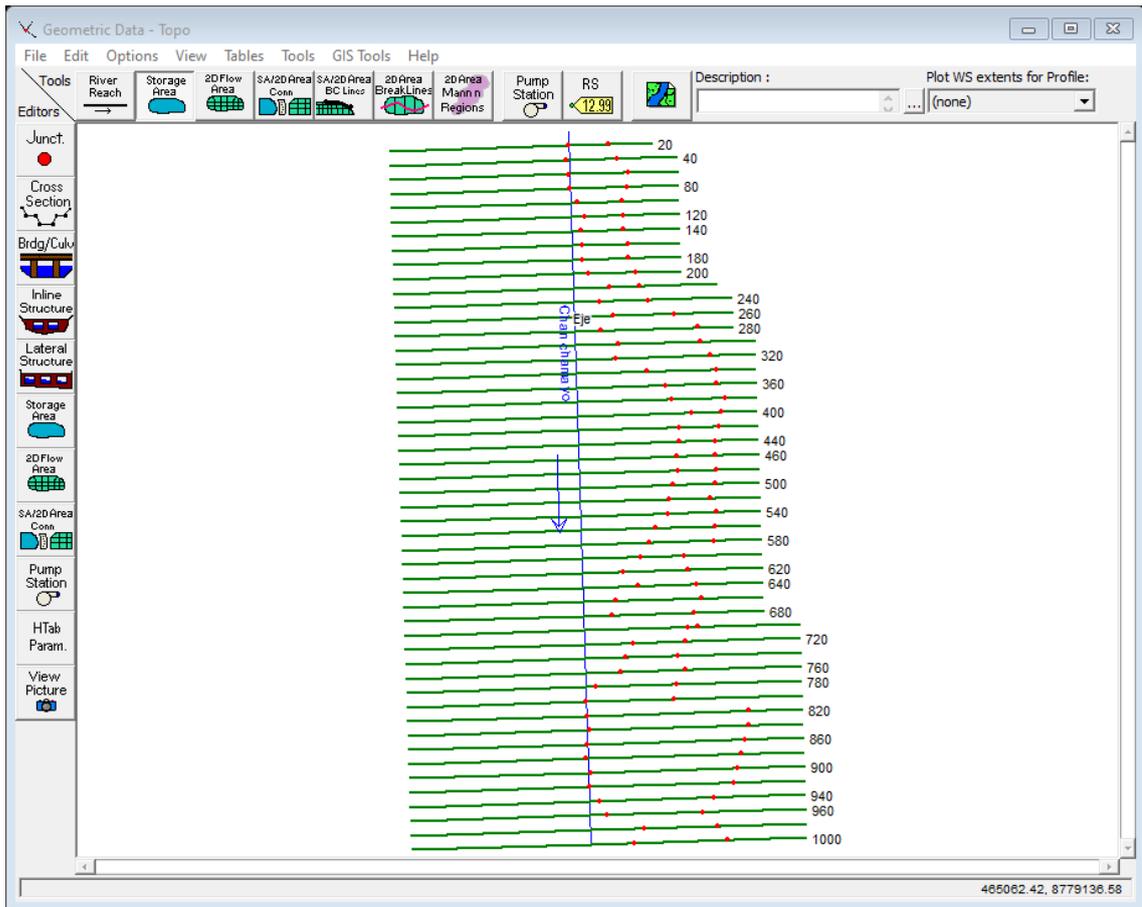


Figura 64. Geometría del río.

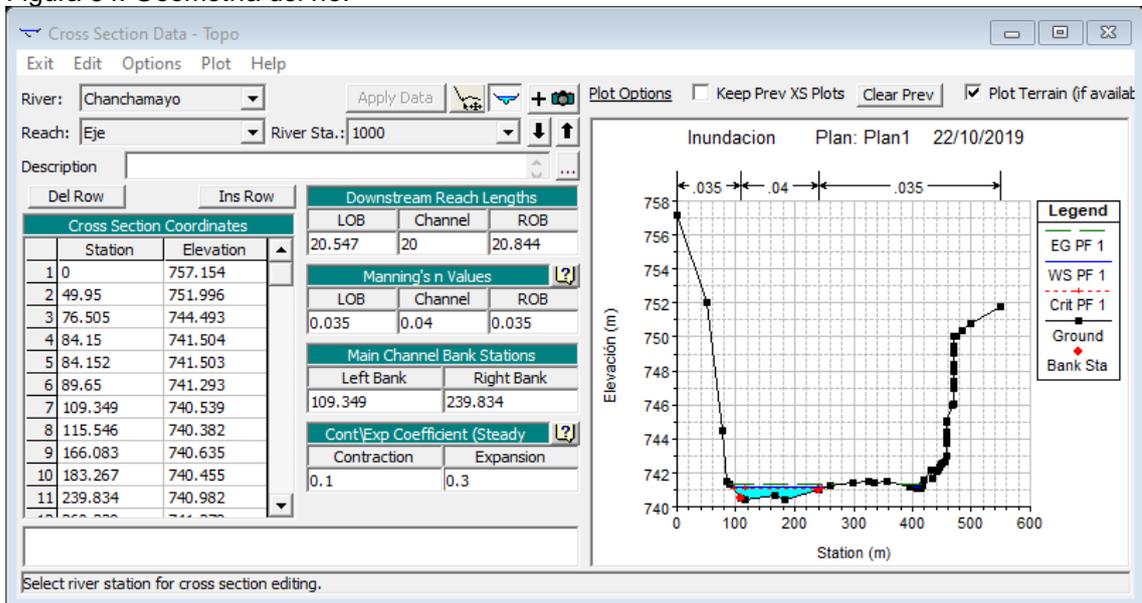


Figura 65. Sección en la progresiva 1 + 000.

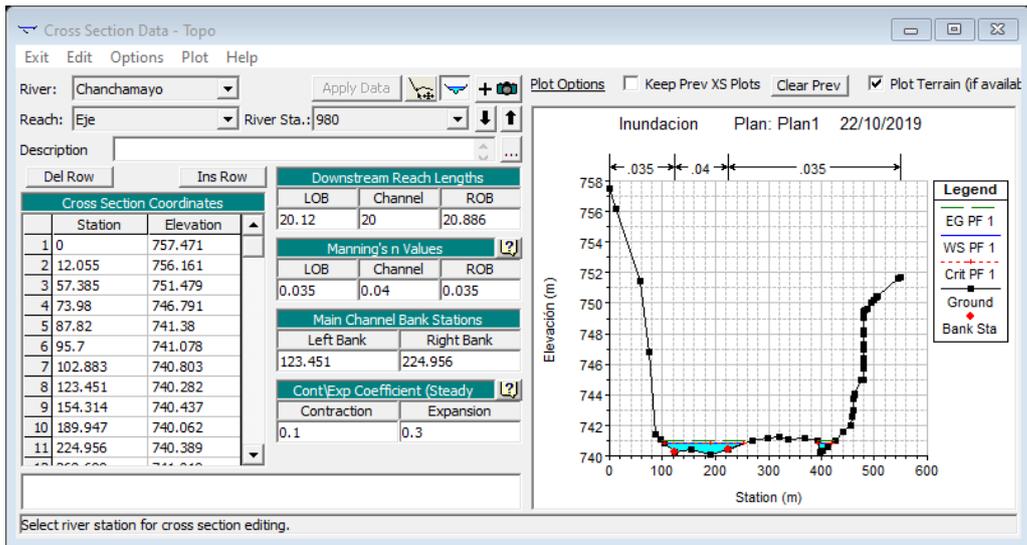


Figura 66. Sección en la progresiva 0 + 980.

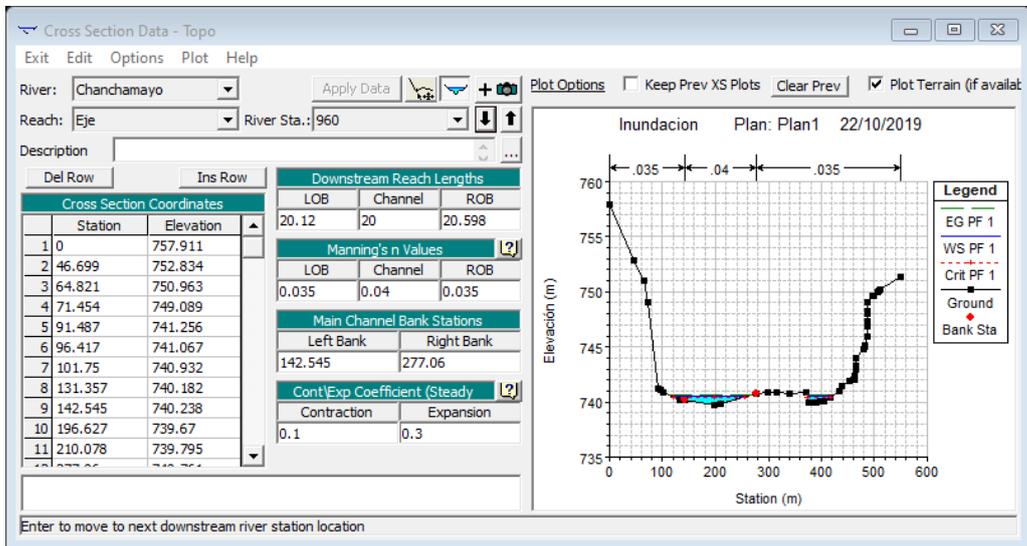


Figura 67. Sección en la progresiva 0 + 960.

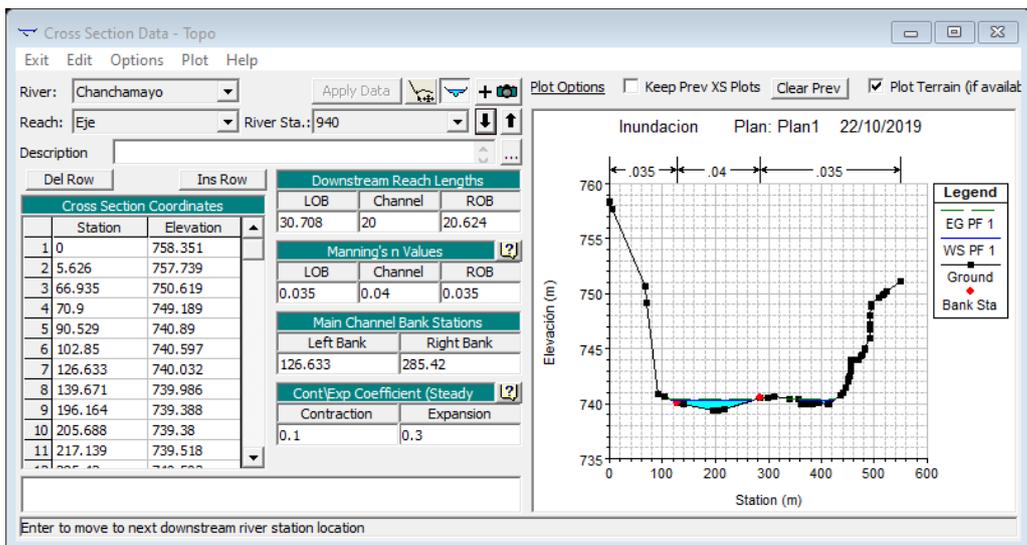


Figura 68. Sección en la progresiva 0 + 940.

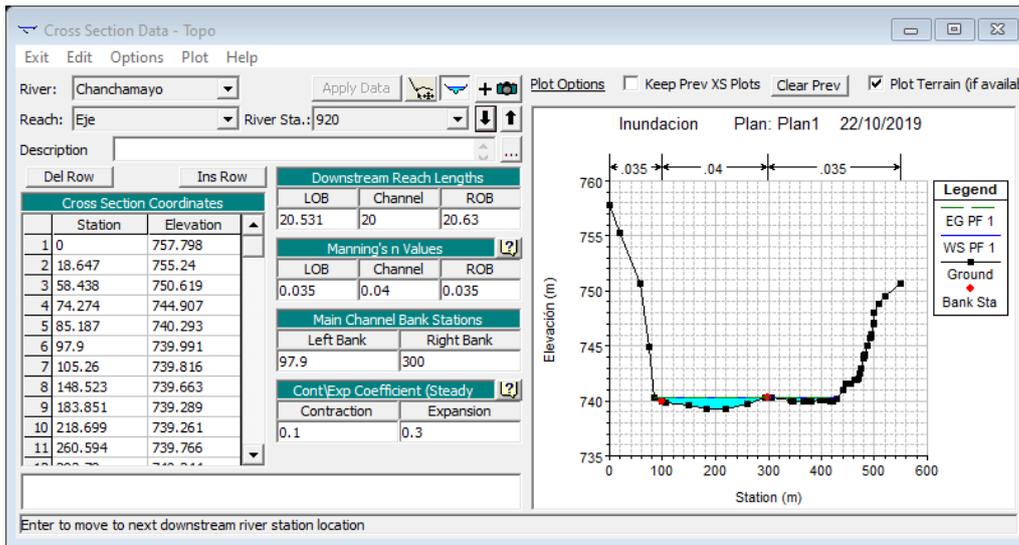


Figura 69. Sección en la progresiva 0 + 920.

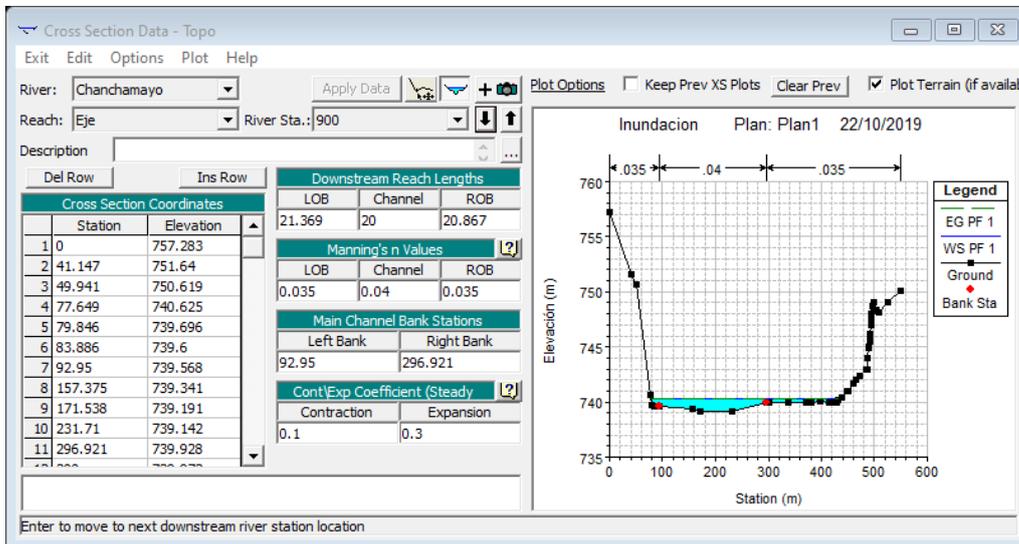


Figura 70. Sección en la progresiva 0 + 900.

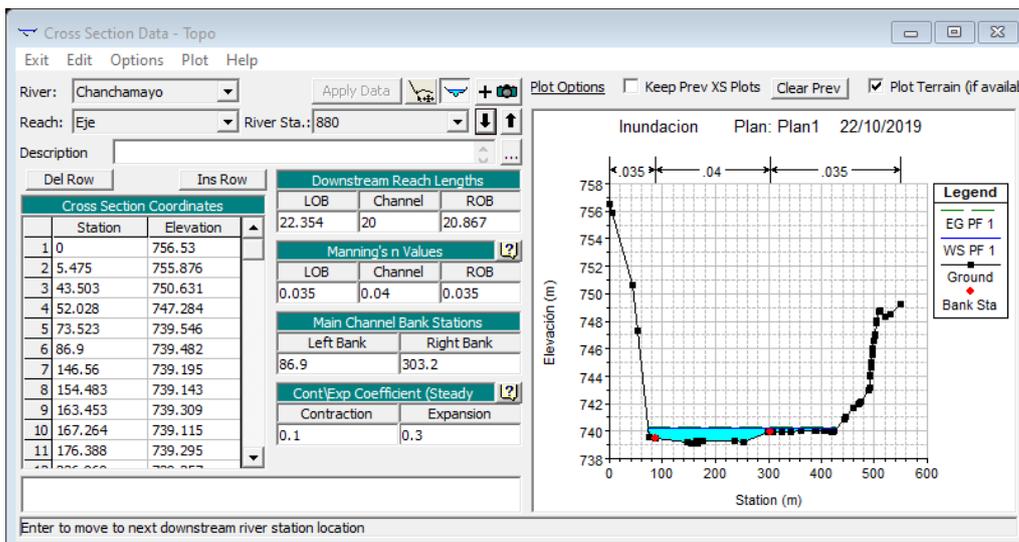


Figura 71. Sección en la progresiva 0 + 880.

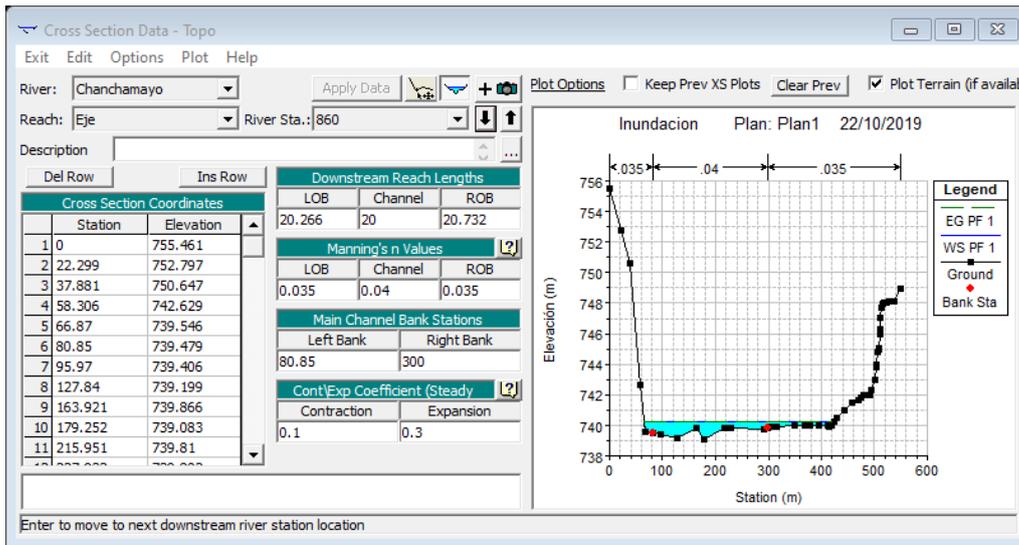


Figura 72. Sección en la progresiva 0 + 860.

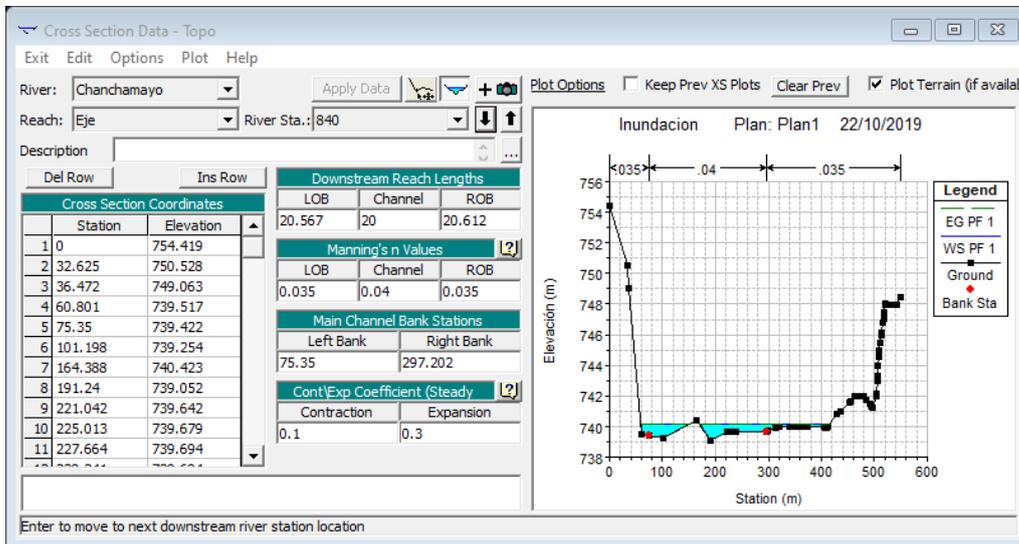


Figura 73. Sección en la progresiva 0 + 840.

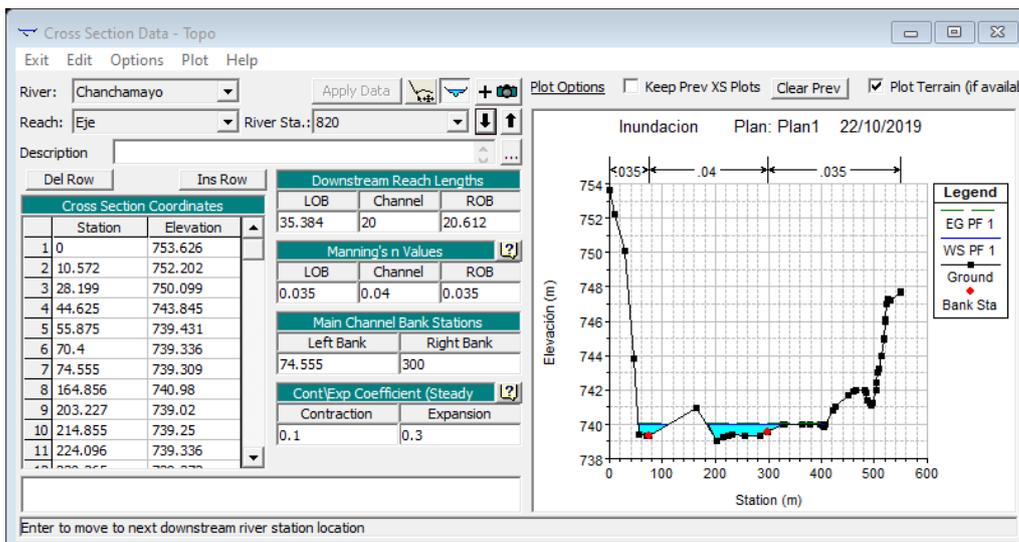


Figura 74. Sección en la progresiva 0 + 820.

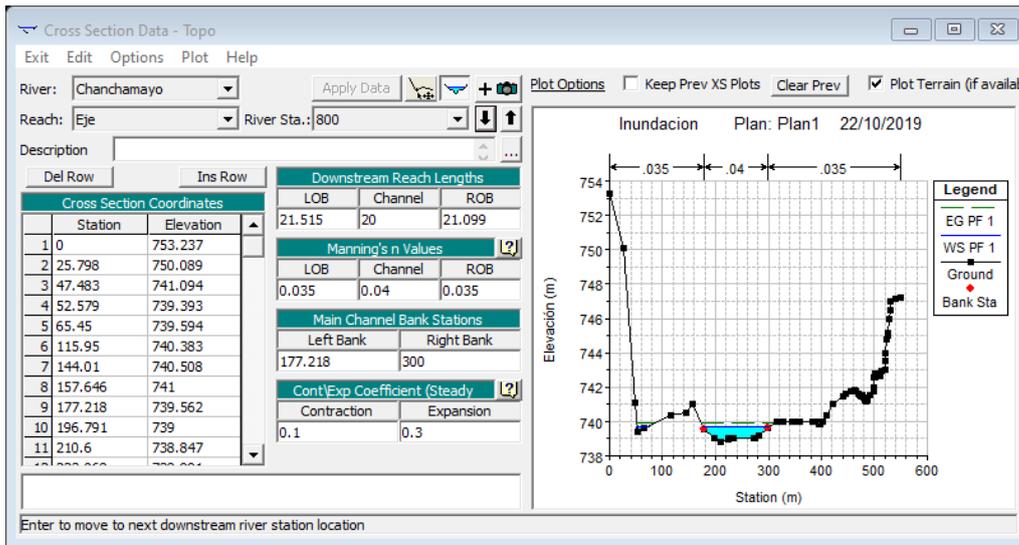


Figura 75. Sección en la progresiva 0 + 800.

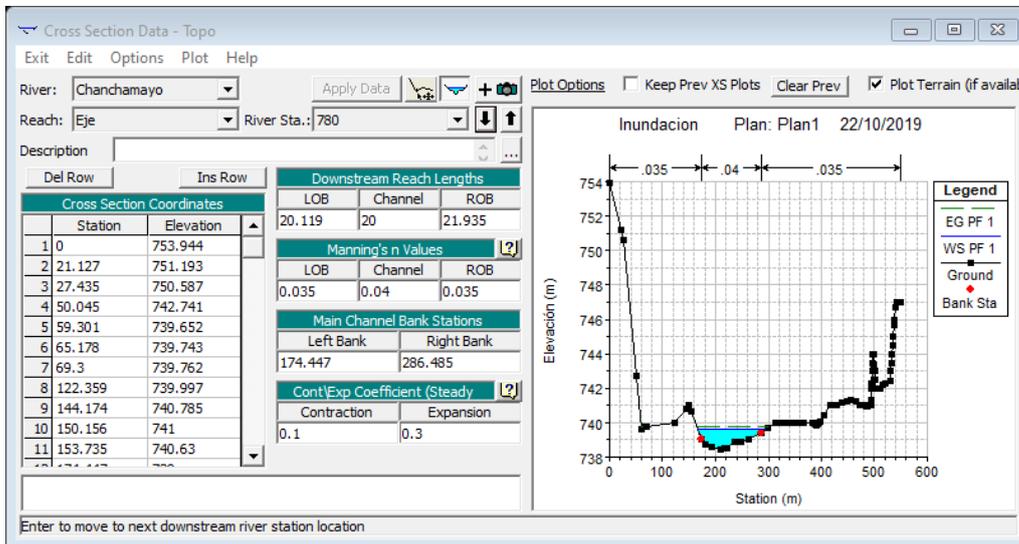


Figura 76. Sección en la progresiva 0 + 780.

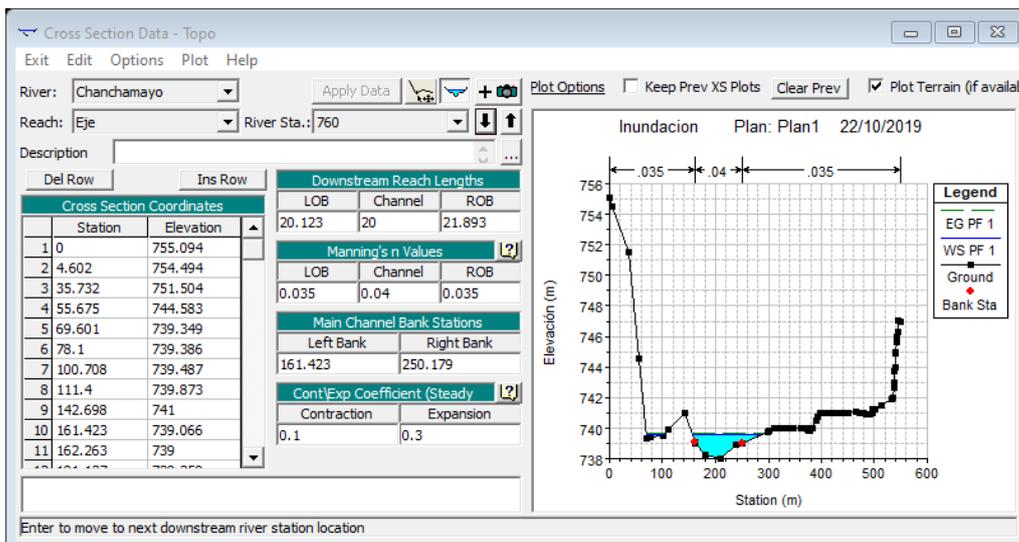


Figura 77. Sección en la progresiva 0 + 760.

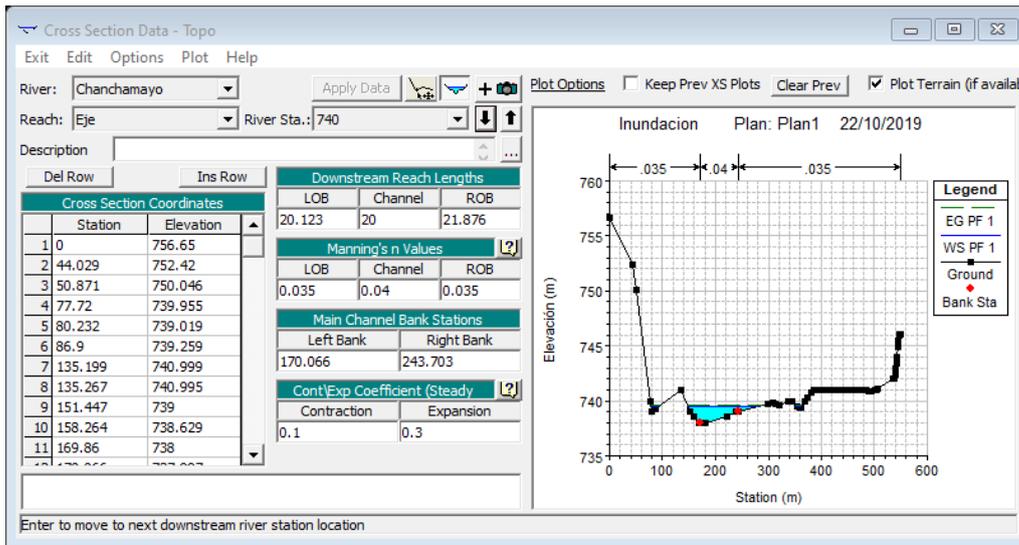


Figura 78. Sección en la progresiva 0 + 740.

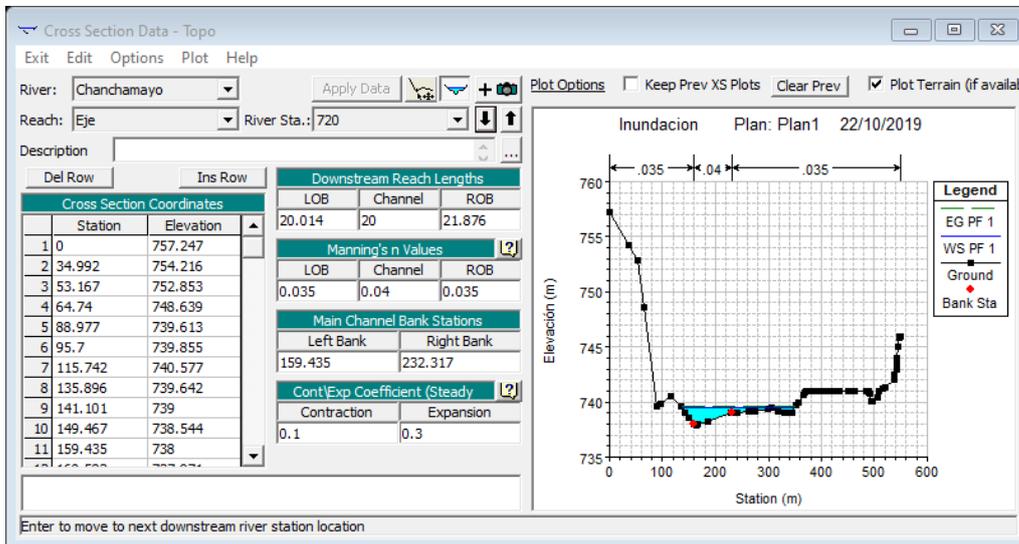


Figura 79. Sección en la progresiva 0 + 720.

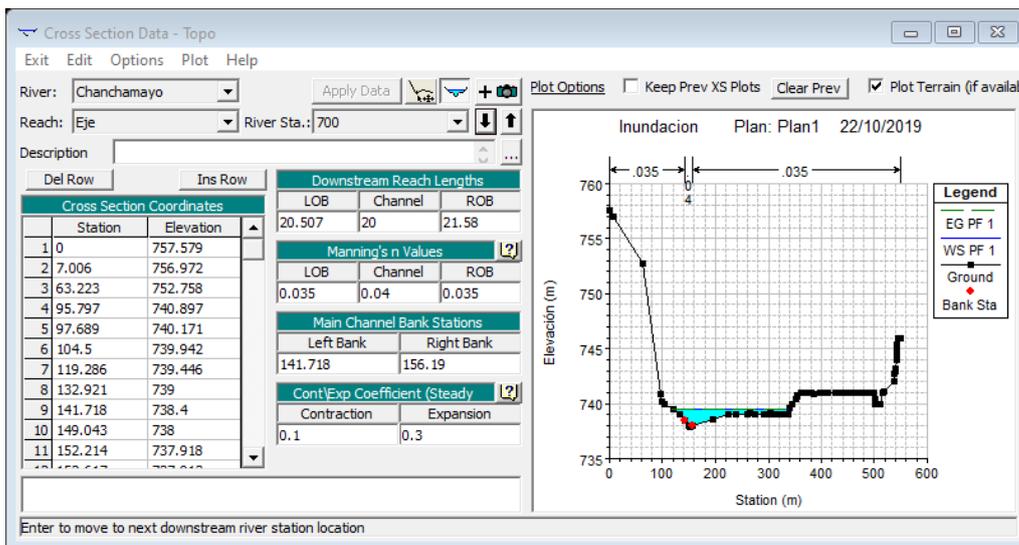


Figura 80. Sección en la progresiva 0 + 700.

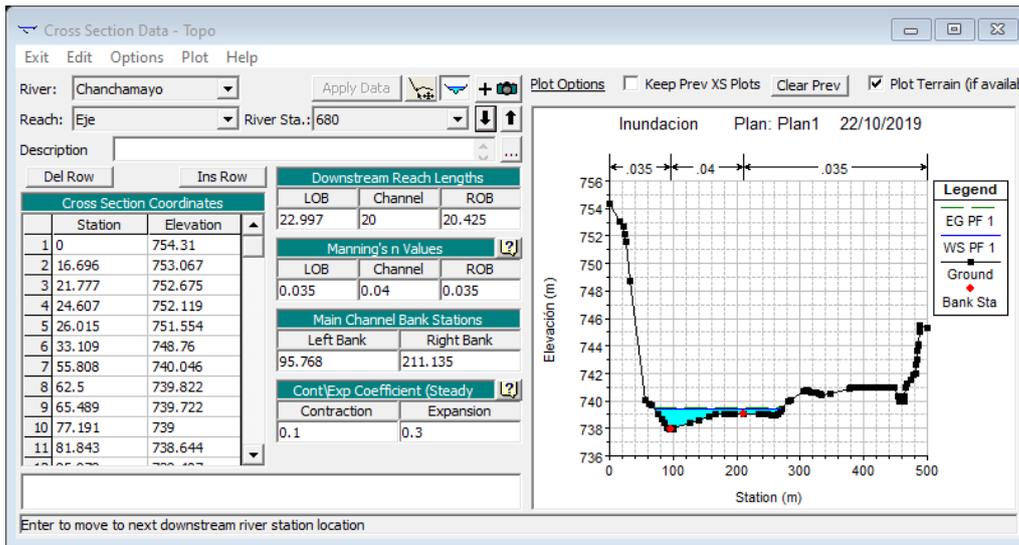


Figura 81. Sección en la progresiva 0 + 680.

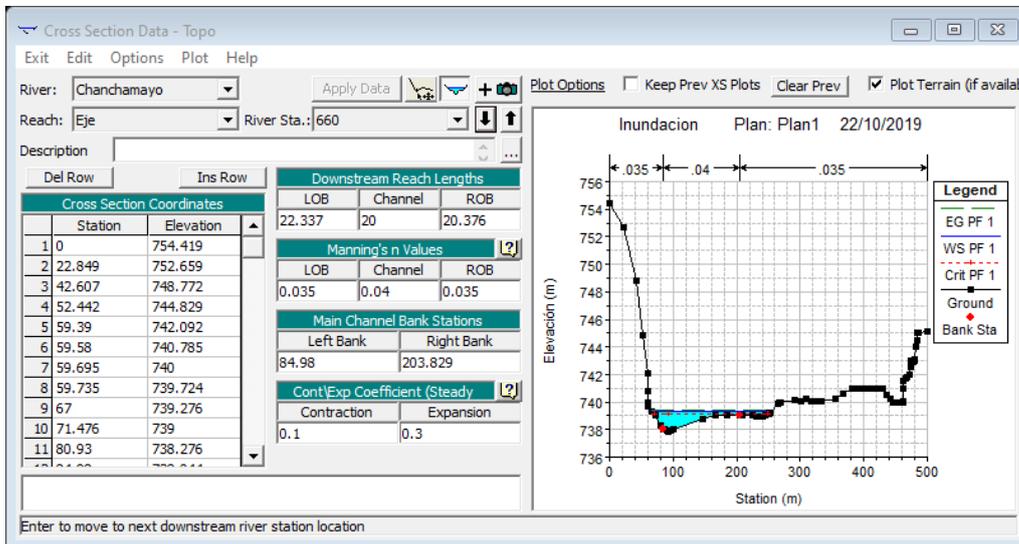


Figura 82. Sección en la progresiva 0 + 660.

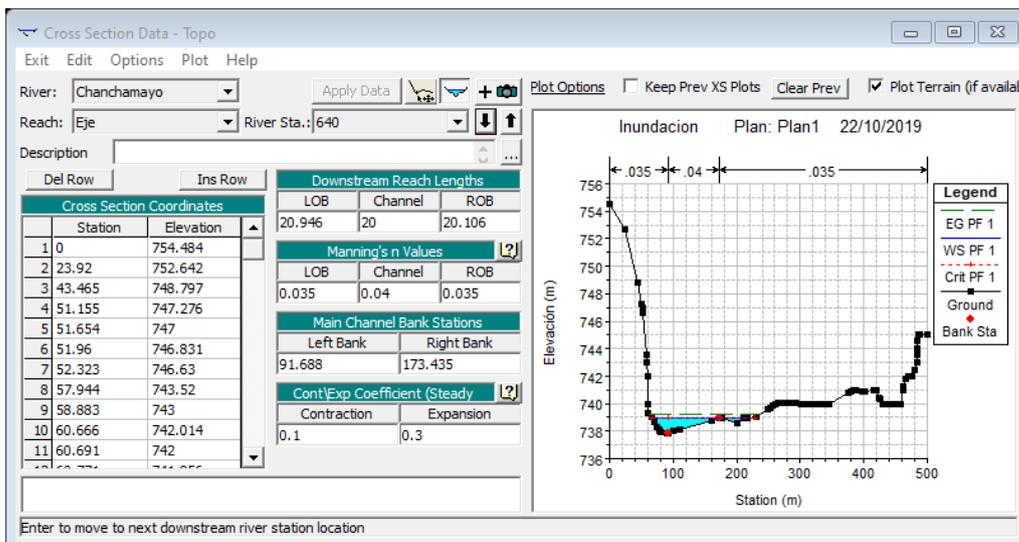


Figura 83. Sección en la progresiva 0 + 640.

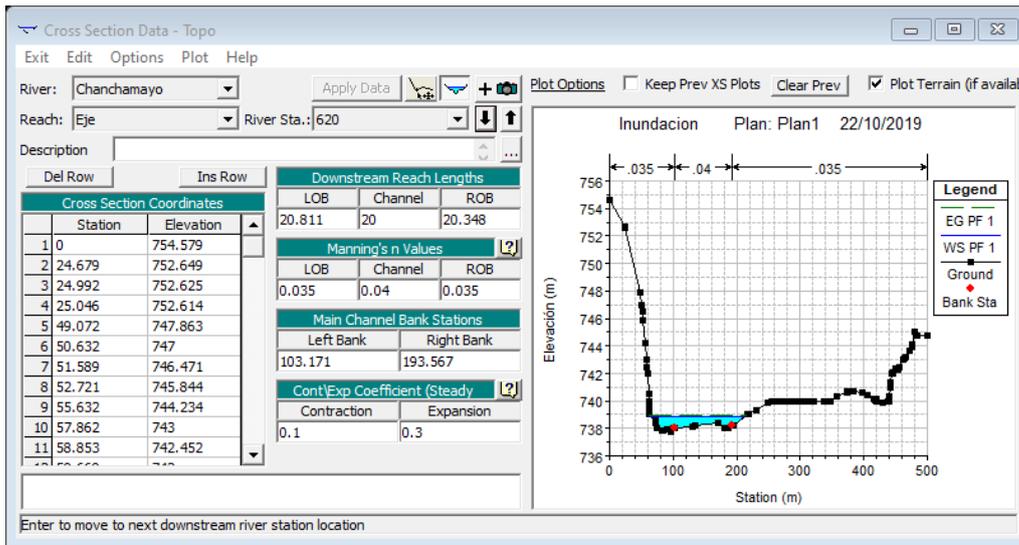


Figura 84. Sección en la progresiva 0 + 620.

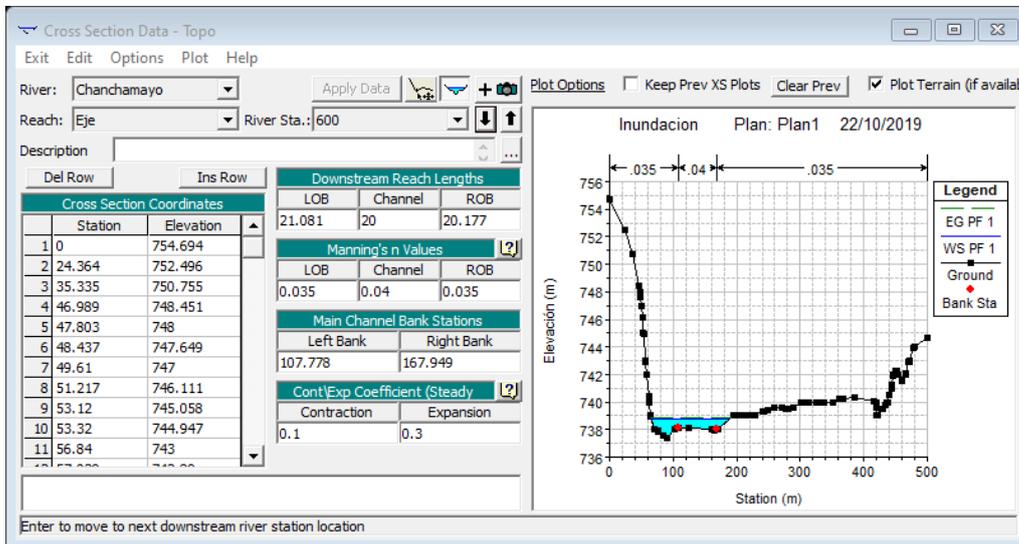


Figura 85. Sección en la progresiva 0 + 600.

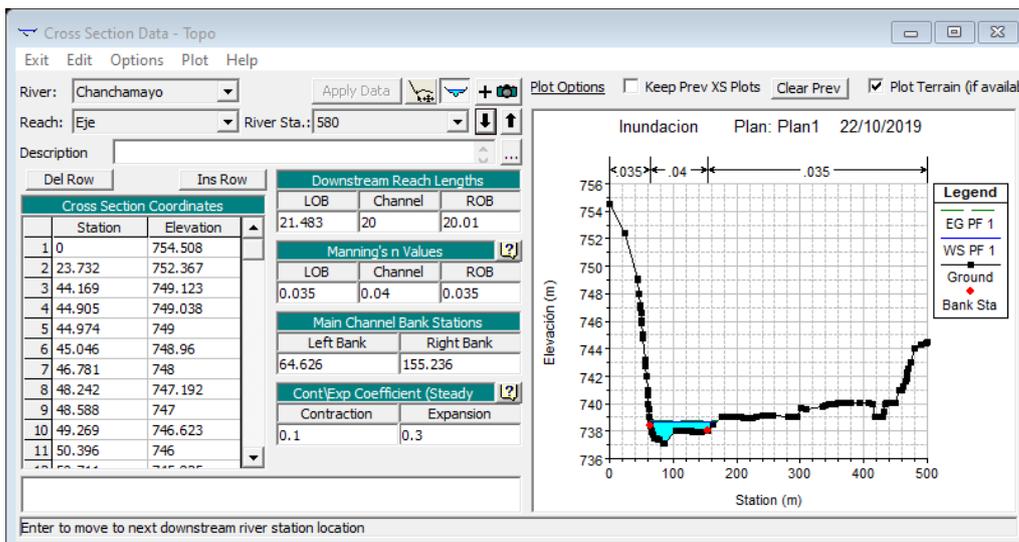


Figura 86. Sección en la progresiva 0 + 580.

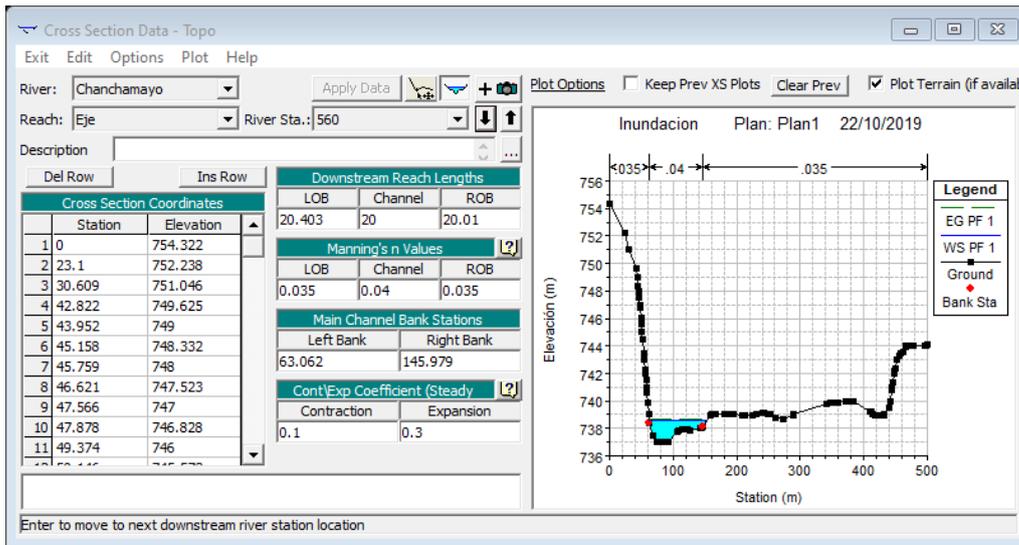


Figura 87. Sección en la progresiva 0 + 560.

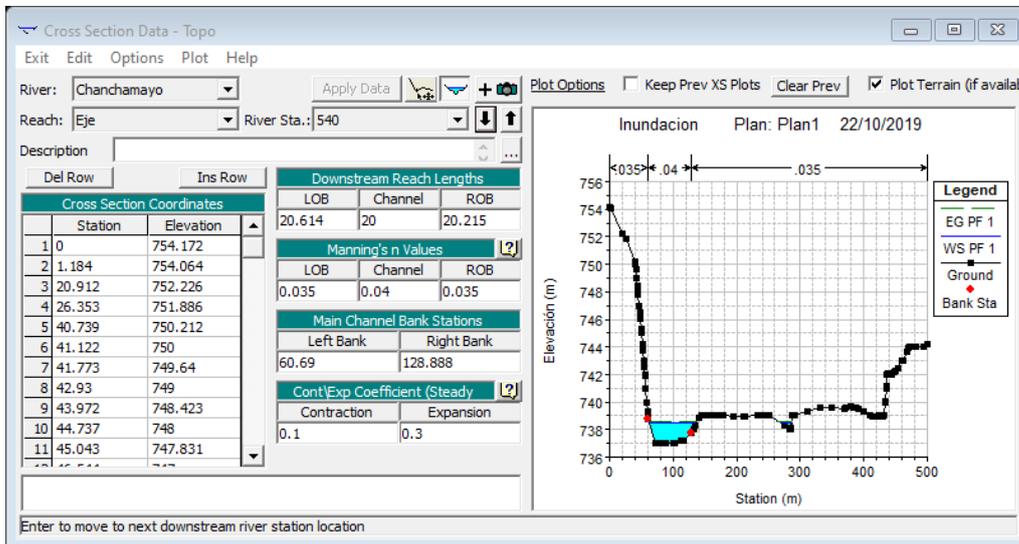


Figura 88. Sección en la progresiva 0 + 540.

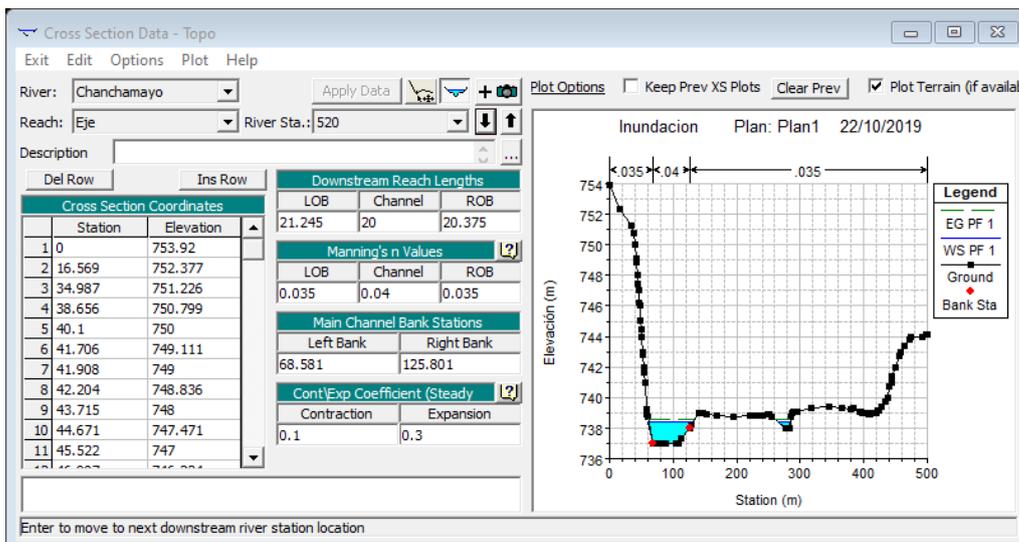


Figura 89. Sección en la progresiva 0 + 520.

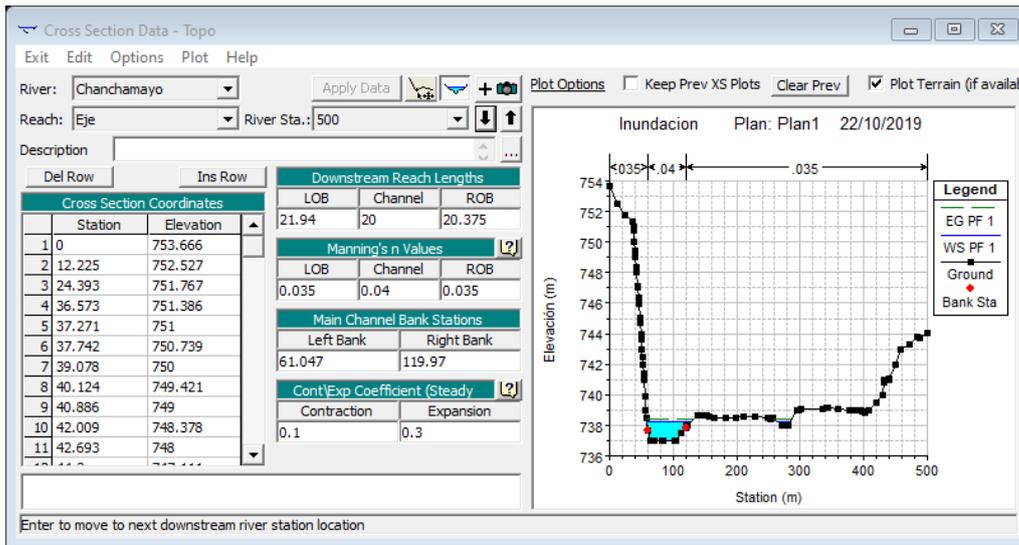


Figura 90. Sección en la progresiva 0 + 500.

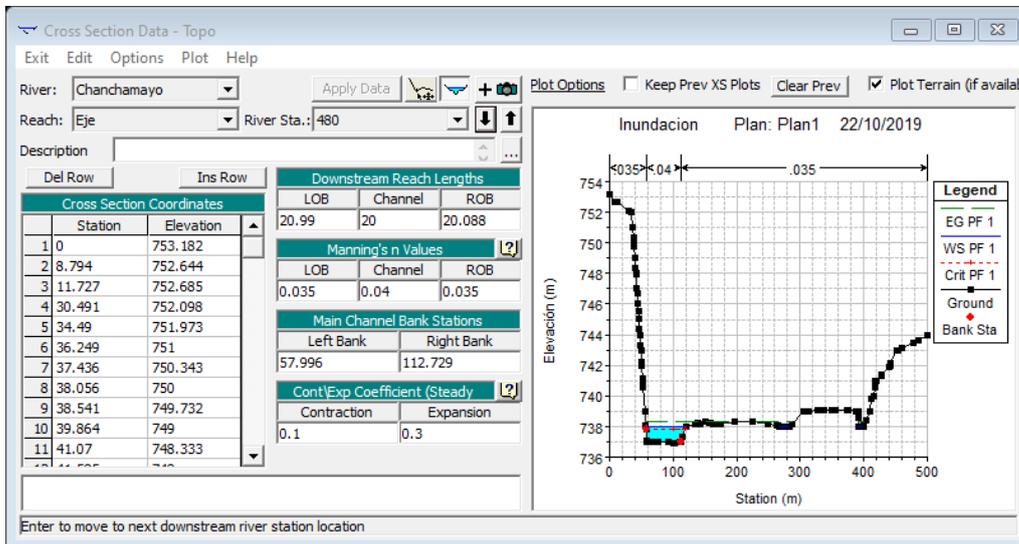


Figura 91. Sección en la progresiva 0 + 480.

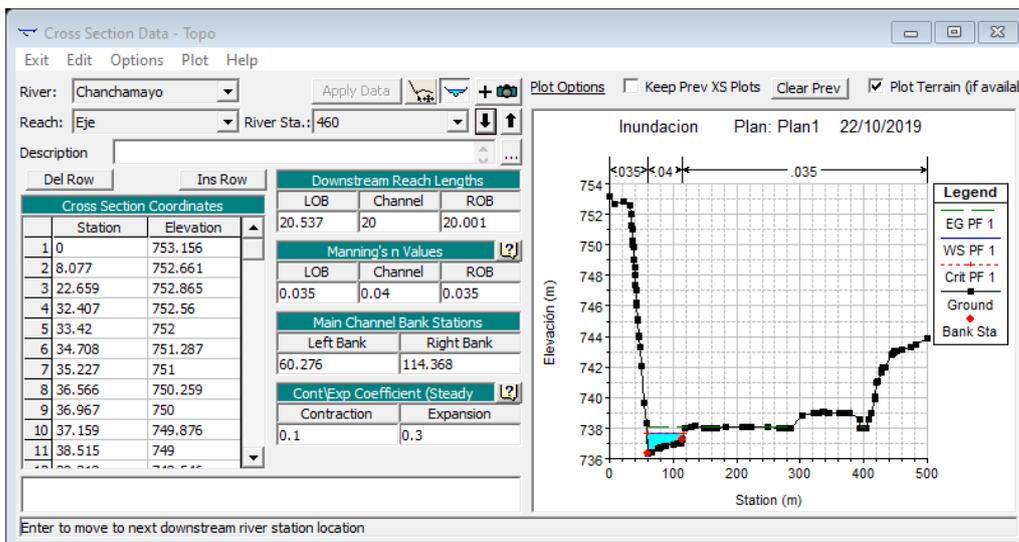


Figura 92. Sección en la progresiva 0 + 460.

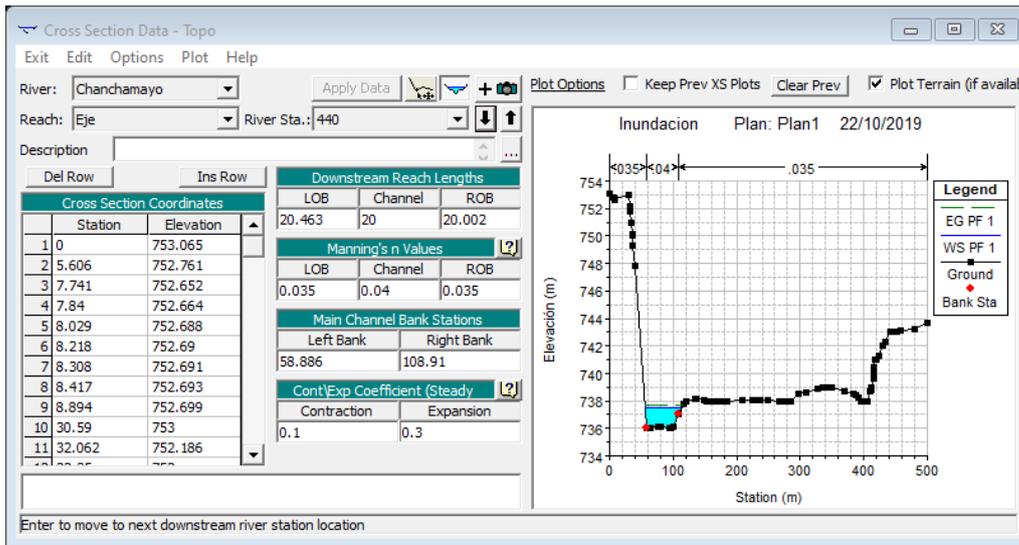


Figura 93. Sección en la progresiva 0 + 440.

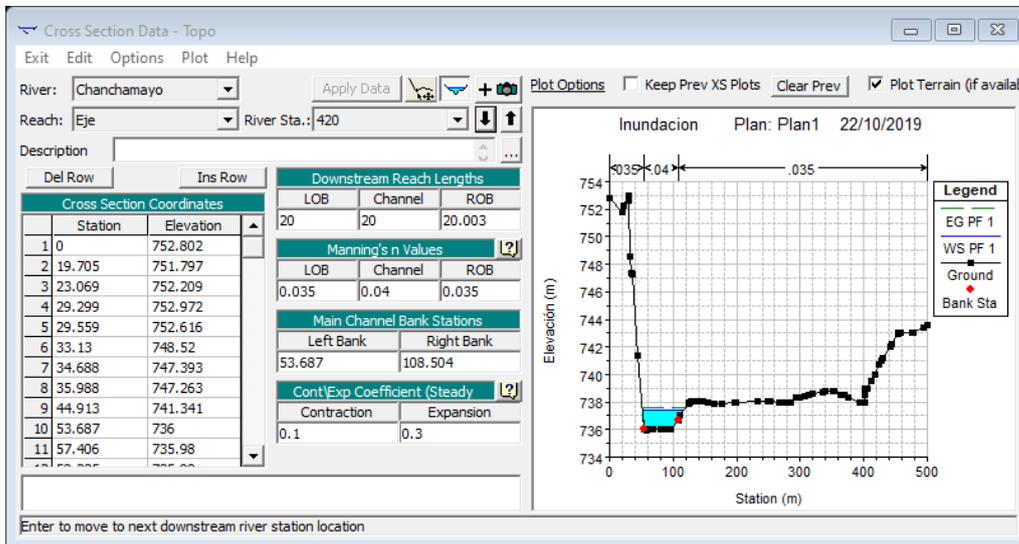


Figura 94. Sección en la progresiva 0 + 420.

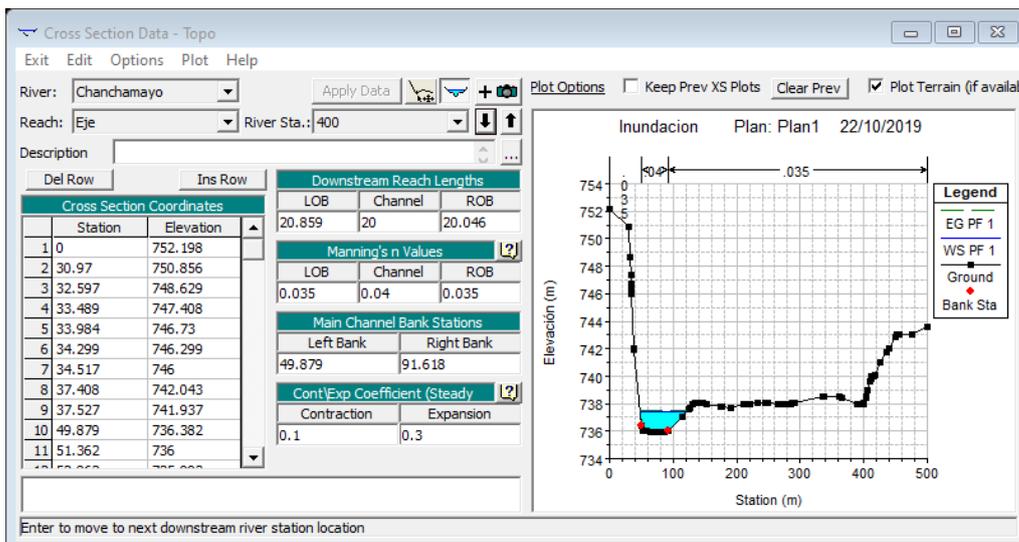


Figura 95. Sección en la progresiva 0 + 400.

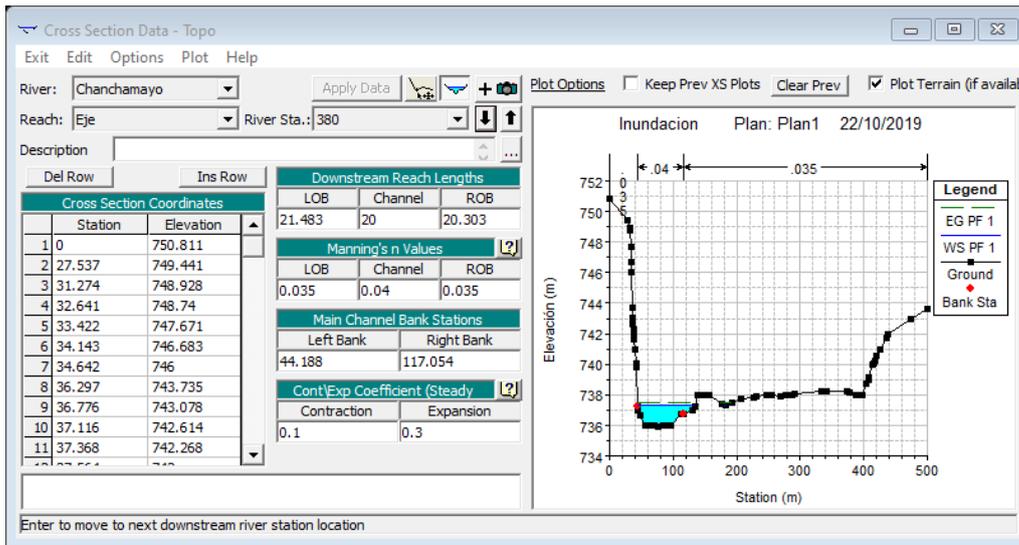


Figura 96. Sección en la progresiva 0 + 380.

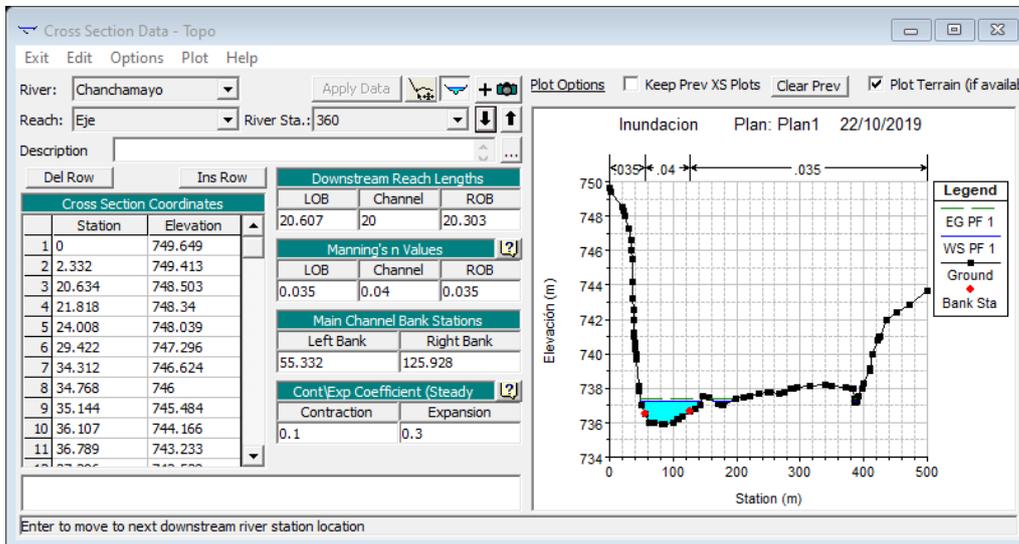


Figura 97. Sección en la progresiva 0 + 360.

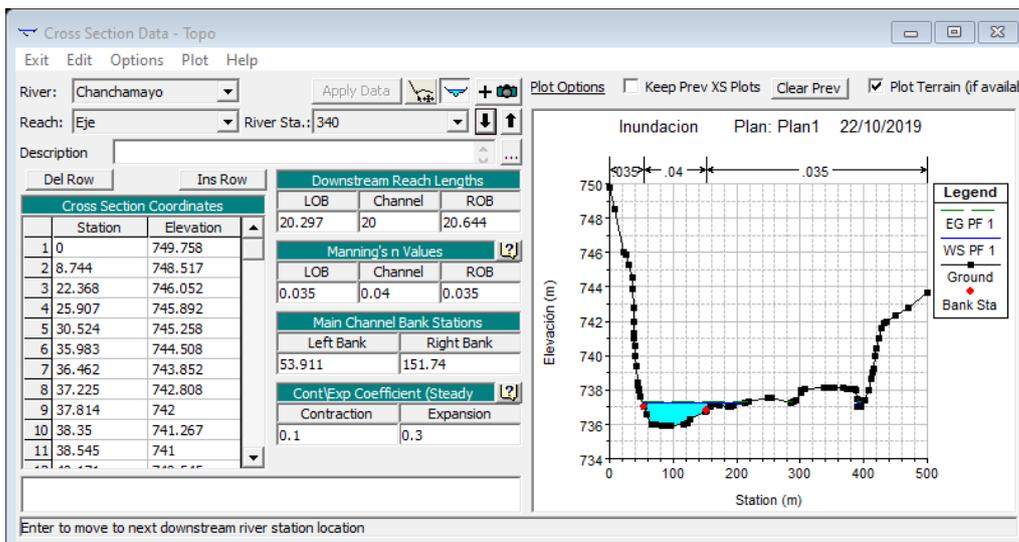


Figura 98. Sección en la progresiva 0 + 340.

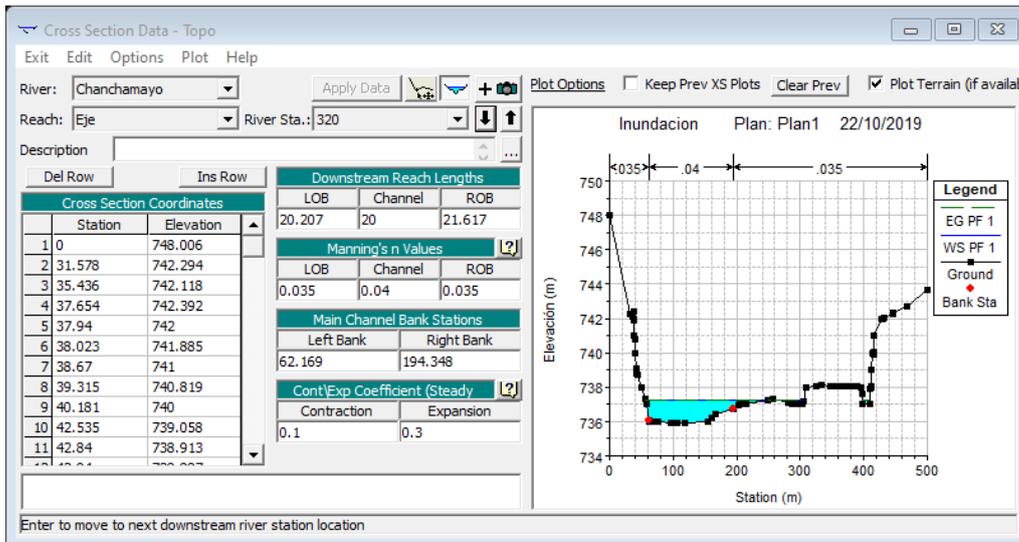


Figura 99. Sección en la progresiva 0 + 320.

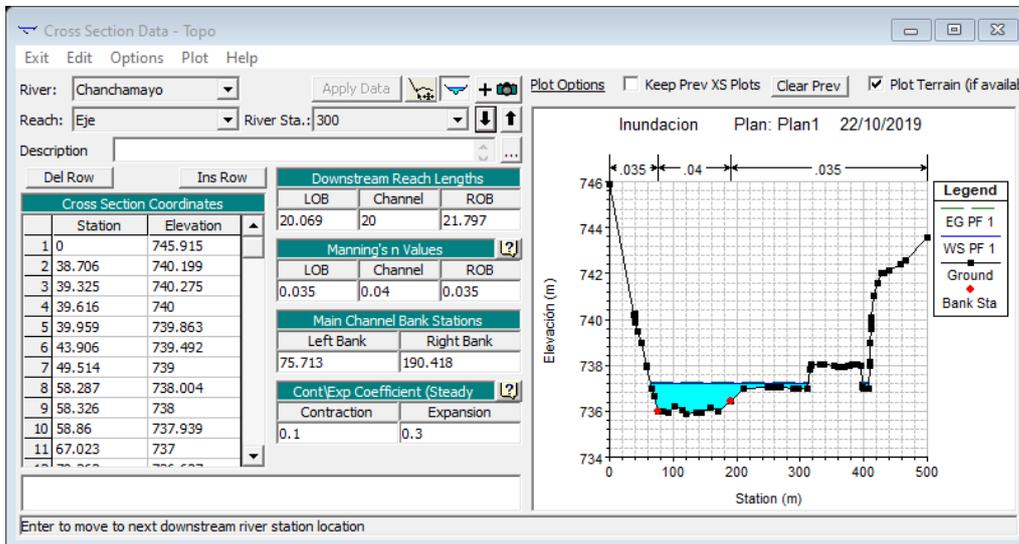


Figura 100. Sección en la progresiva 0 + 300.

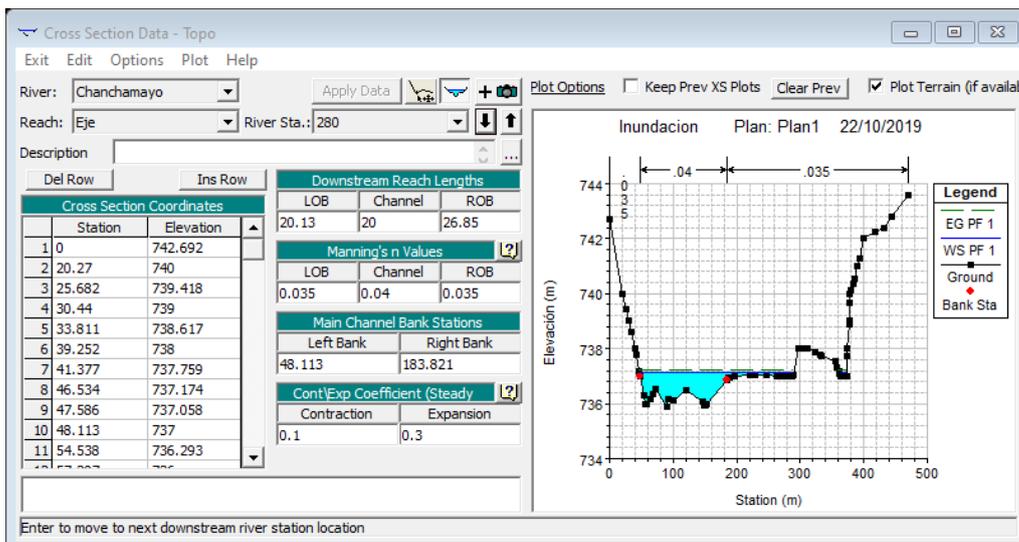


Figura 101. Sección en la progresiva 0 + 280.

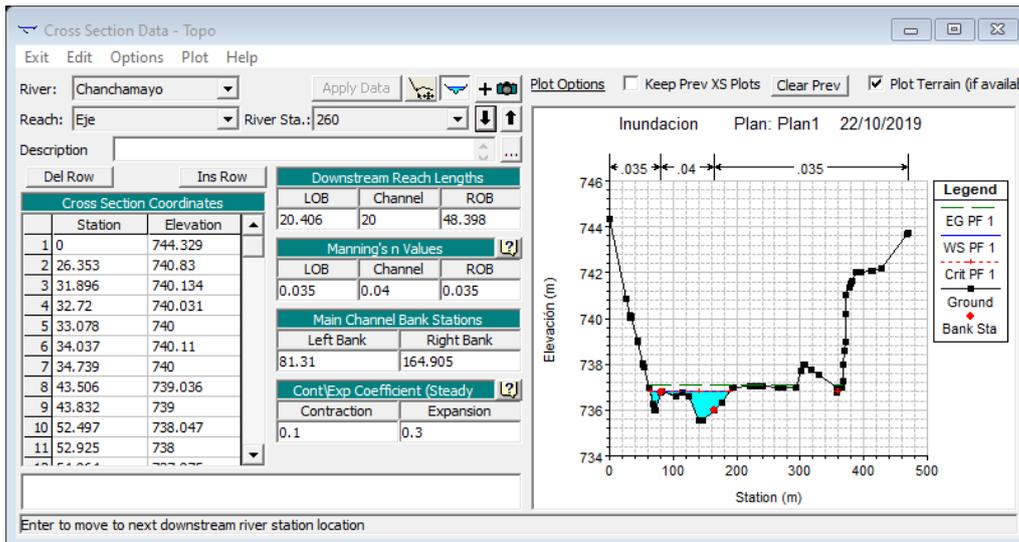


Figura 102. Sección en la progresiva 0 + 260.

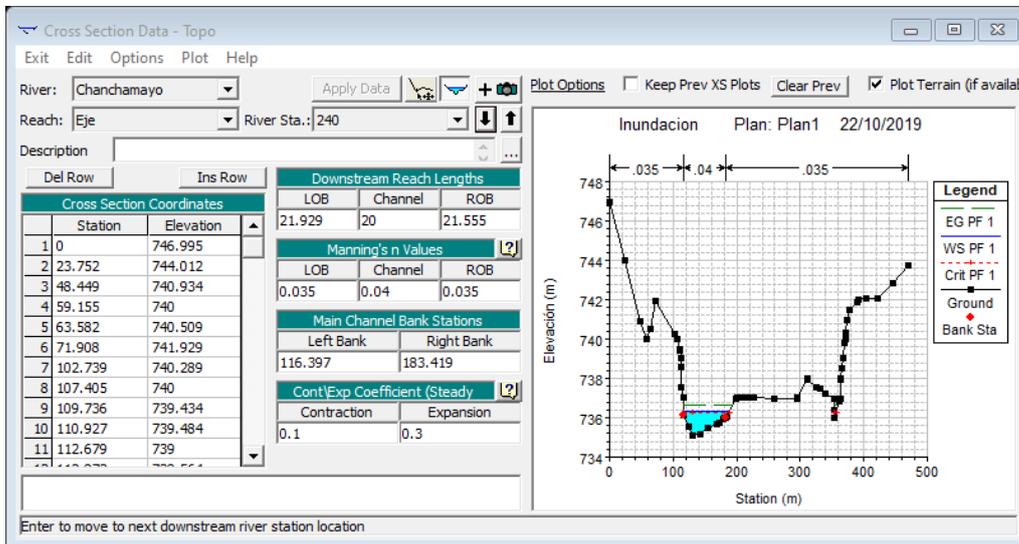


Figura 103. Sección en la progresiva 0 + 240.

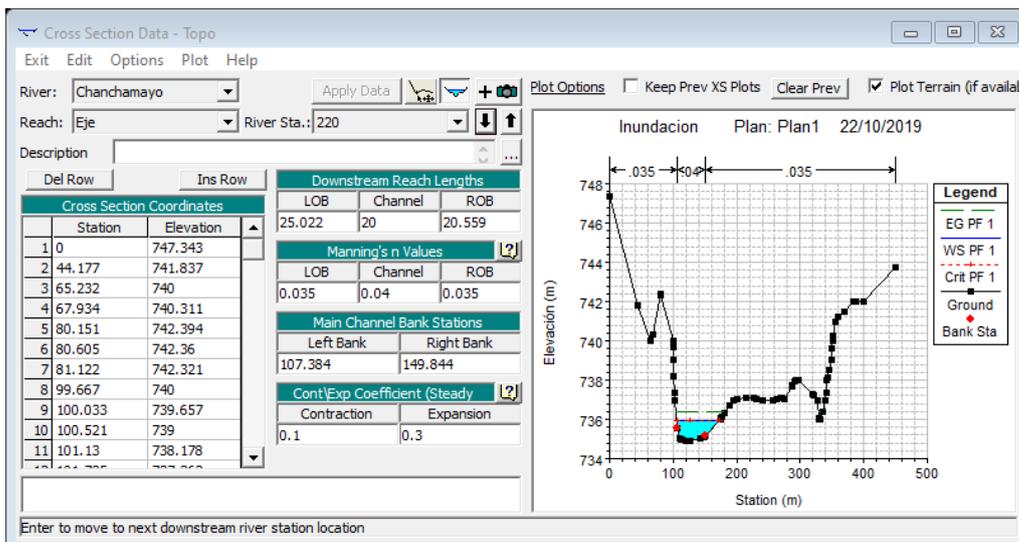


Figura 104. Sección en la progresiva 0 + 220.

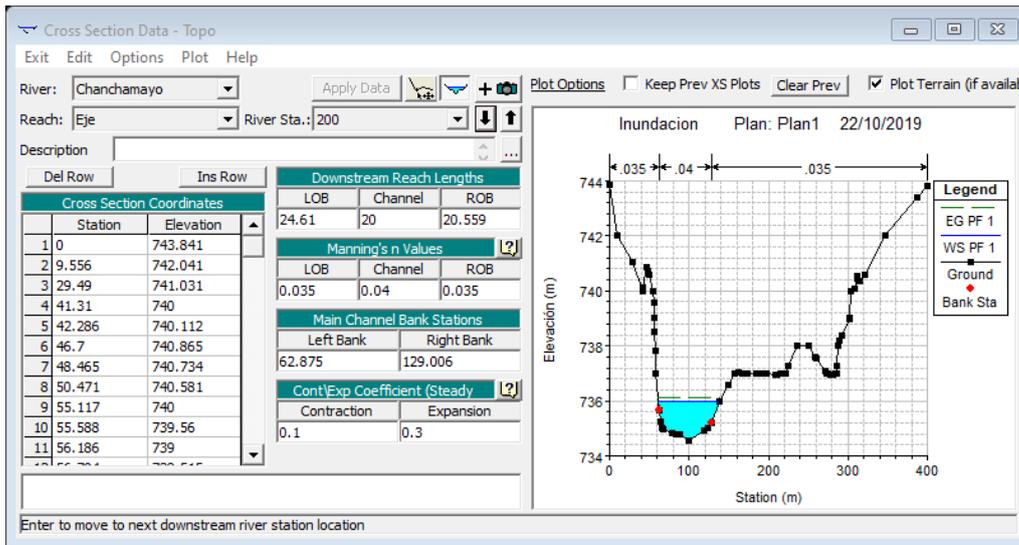


Figura 105. Sección en la progresiva 0 + 200.

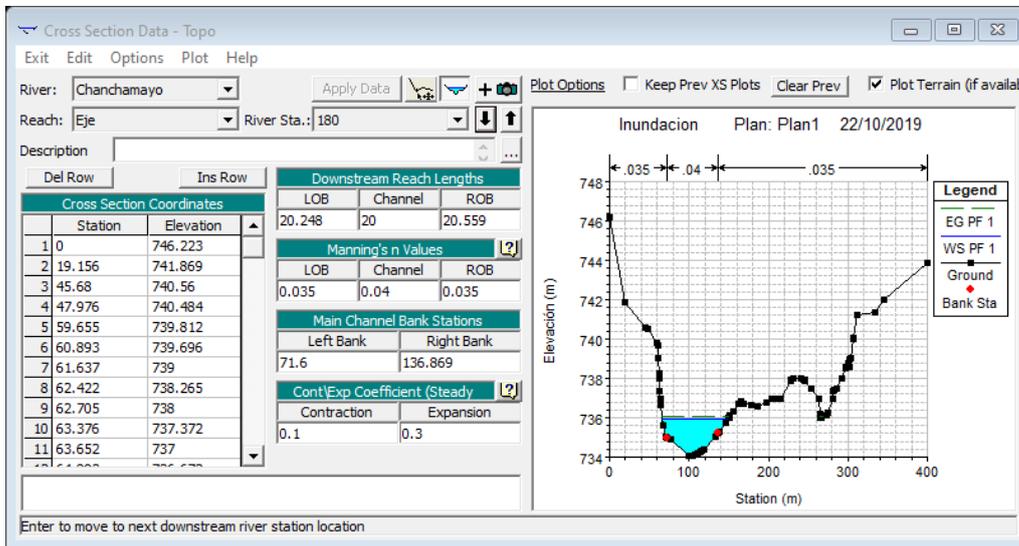


Figura 106. Sección en la progresiva 0 + 180.

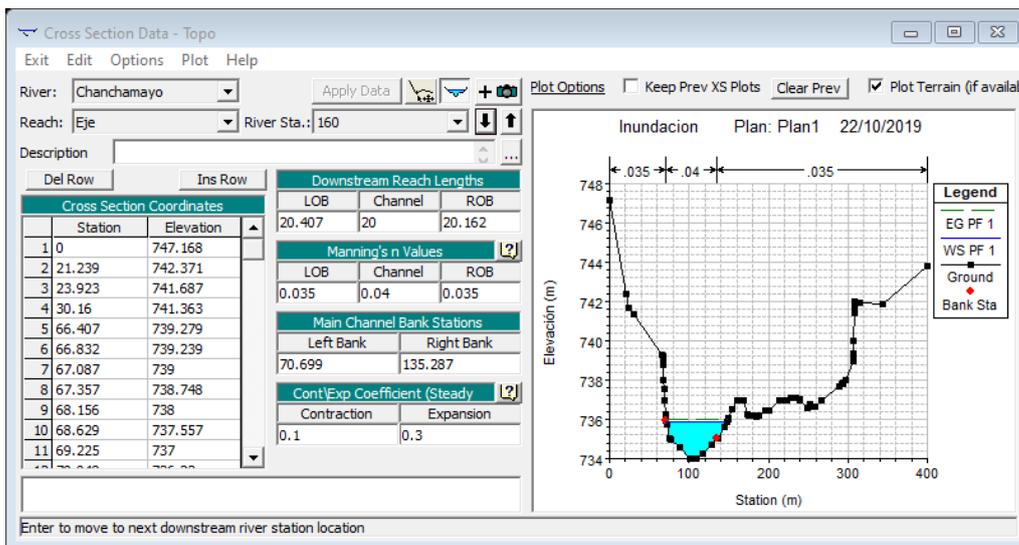


Figura 107. Sección en la progresiva 0 + 160.

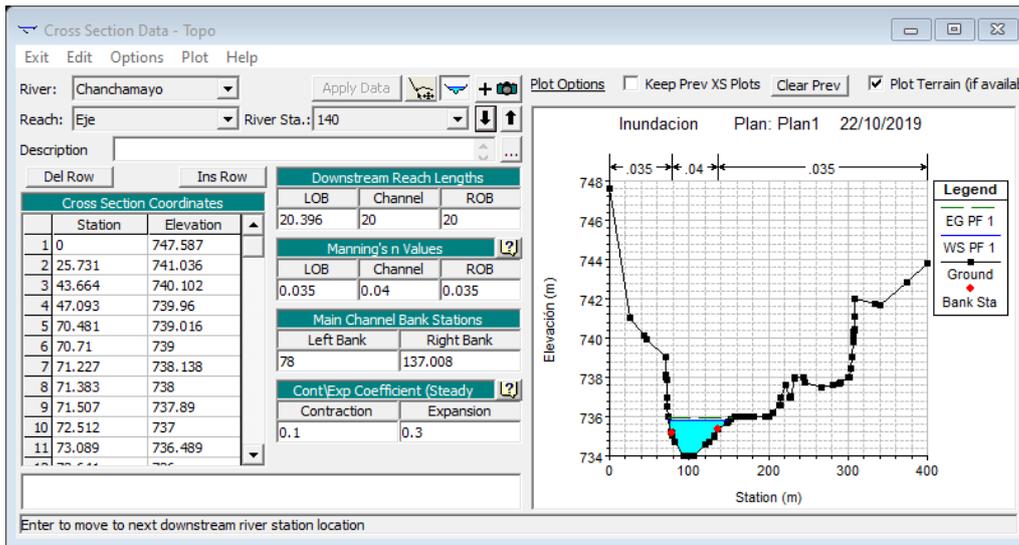


Figura 108. Sección en la progresiva 0 + 140.

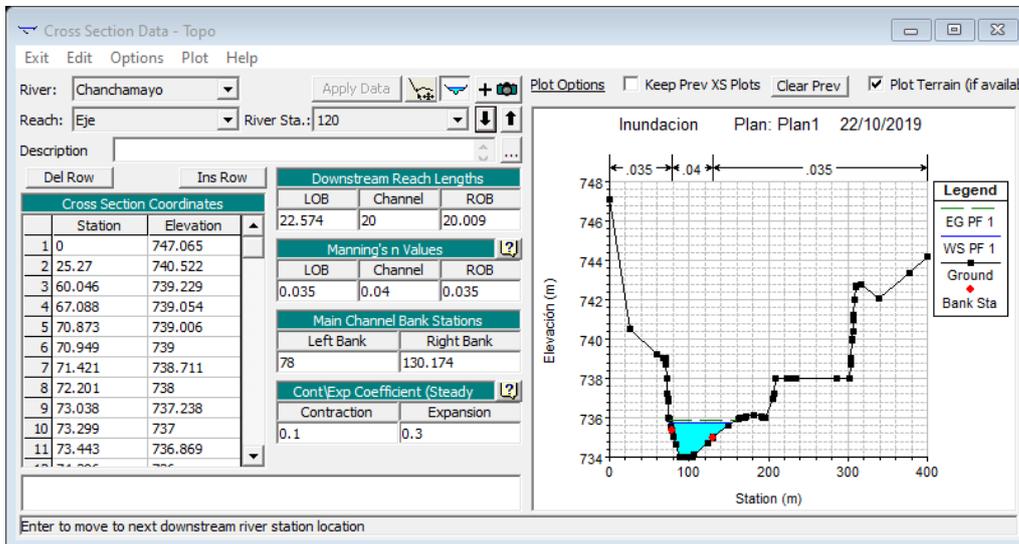


Figura 109. Sección en la progresiva 0 + 120.

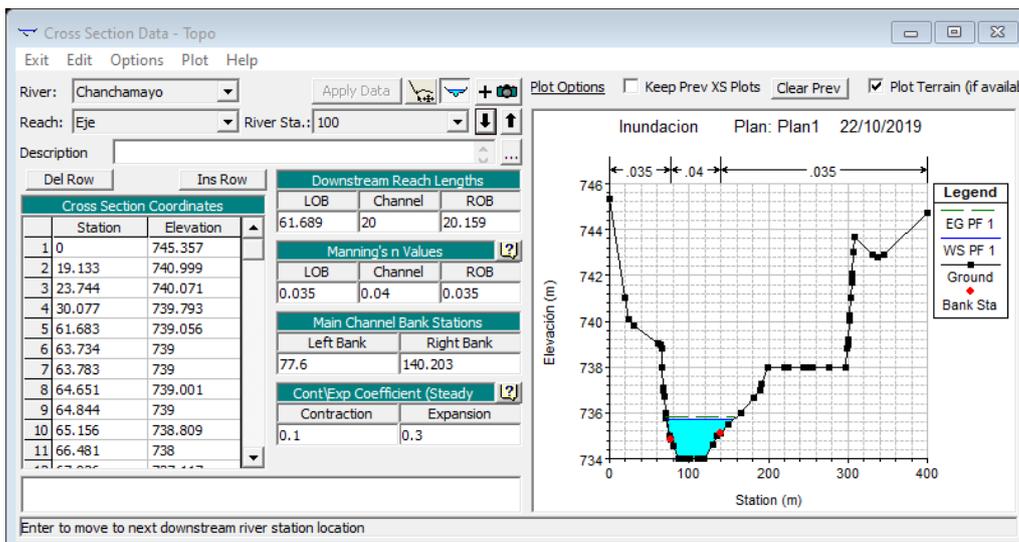


Figura 110. Sección en la progresiva 0 + 100.

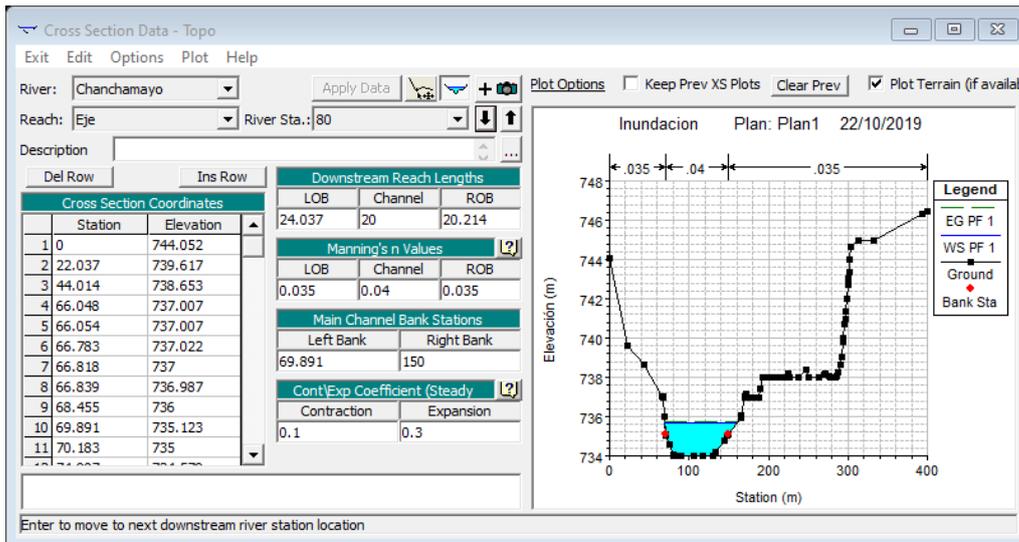


Figura 111. Sección en la progresiva 0 + 80.

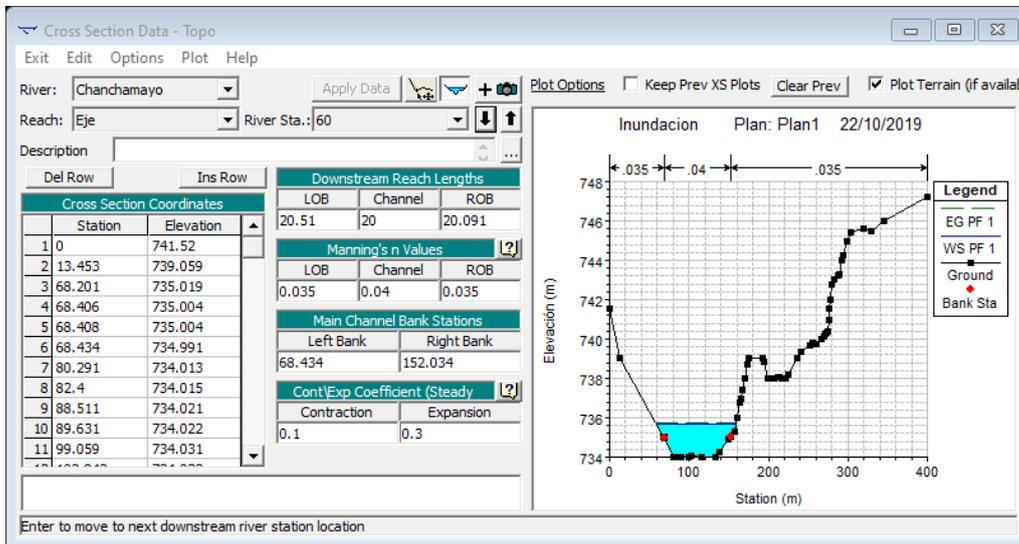


Figura 112. Sección en la progresiva 0 + 60.

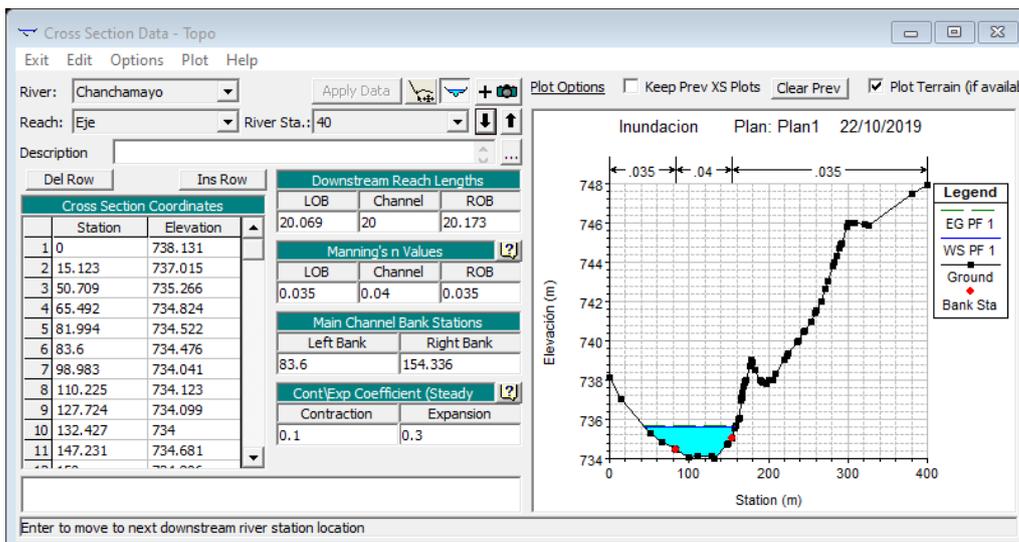


Figura 113. Sección en la progresiva 0 + 40.

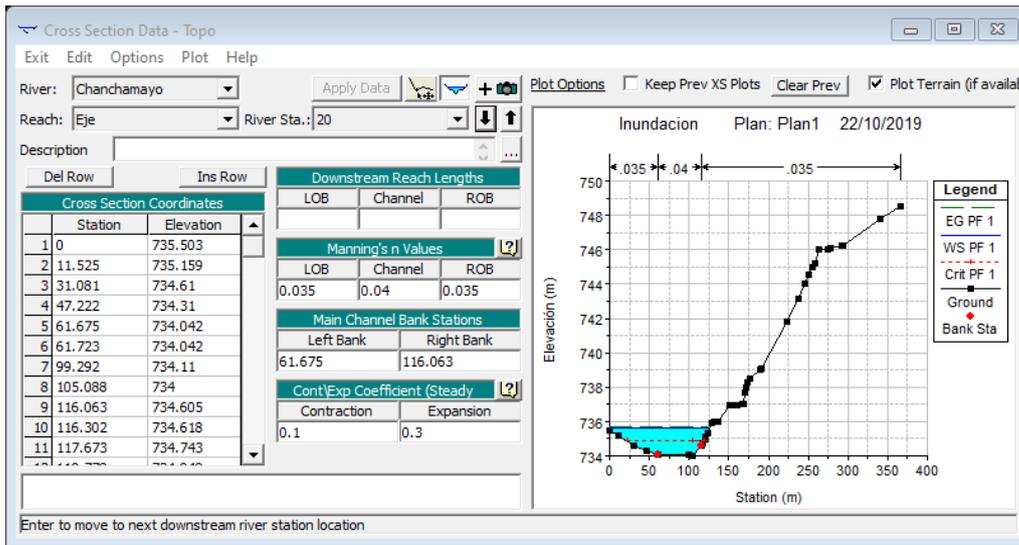


Figura 114. Sección en la progresiva 0 + 020.

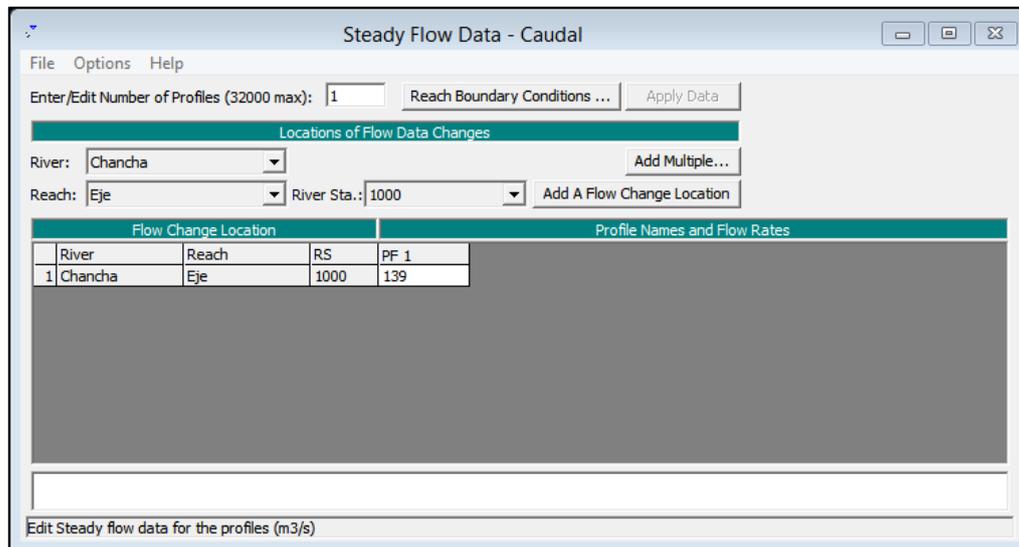


Figura 115. Ingreso del caudal máximo.

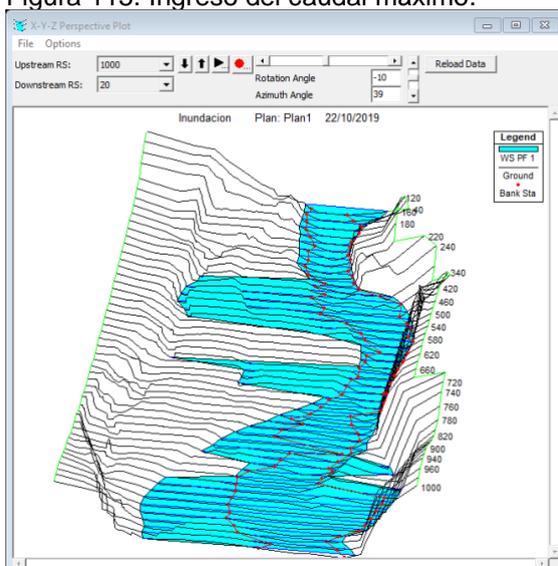


Figura 116. Modelamiento del caudal máximo.

ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Vista de la margen derecha del río Chanchamayo en el sector San Carlos.



Fotografía 2. Vista de la margen izquierda del río Chanchamayo en el sector San Carlos.



Fotografía 3. Vista de la zona considerada como intangible en la margen izquierda del río Chanchamayo en el sector San Carlos.



Fotografía 4. Vista de población aledaña en la margen izquierda del río Chanchamayo en el sector San Carlos.

ANEXO N° 06: PLANOS

