

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**“EVALUACION DE MAXIMAS AVENIDAS FRENTE A
LOS PELIGROS DE INUNDACIONES DEL RIO
TULUMAYO, PLAYA HERMOSA SAN RAMON - JUNIN”**

PRESENTADO POR:

Bach. EDWARD CASTILLO HUAMAN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PROCESO CONSTRUCTIVO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

ASESOR: Ing. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA.

HUANCAYO – PERÚ

2023

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.
Presidente

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil
Jurado

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla
Jurado

Mg. Julio Fredy Porras Mayta
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza.
Secretario docente

DEDICATORIA

Dedico el resultado de este trabajo a mis padres, ya que sin sus enseñanzas y consejos no hubiera llegado a donde me encuentro ahora.

Bach. Edward Castillo Huamán

AGRADECIMIENTO

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

Bach. Edward Castillo Huamán



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 006

Que, el (la) bachiller: **EDWARD, CASTILLO HUAMAN**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominado: **“EVALUACION DE MAXIMAS AVENIDAS FRENTE A LOS PELIGROS DE INUNDACIONES DEL RIO TULUMAYO, PLAYA HERMOZA SAN RAMON - JUNIN”**, la misma que cuenta con **151 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el 02% de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 16 de Enero del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

CONTENIDO

CONTENIDO	6
CONTENIDO DE TABLAS	9
CONTENIDO DE FIGURAS	12
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
INTRODUCCIÓN	18
CAPITULO I	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	20
1.2 DELIMITACIONES DEL PROBLEMA	21
1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL	21
1.2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	23
1.2.3 DELIMITACIÓN ECONÓMICA	23
1.3 LIMITACIONES	23
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
1.4.1 PROBLEMA GENERAL.....	24
1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	24
1.5 JUSTIFICACIÓN	24
1.5.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL O PRACTICA	24
1.5.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	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
2.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	26
2.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	27
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	29
2.2.1 CAUDAL MÁXIMO.....	29
2.2.2 SIMULACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS.....	29
2.2.3 MORFOMETRÍA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	30
2.2.4 CURVA INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA	31
2.2.5 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	32
2.2.6 HIETOGRAMA DE DISEÑO: MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO.....	32
2.2.7 PELIGRO DE INUNDACIÓN	33

2.2.8	MÉTODO SCS PARA ABSTRACCIONES.....	34
2.2.9	NÚMERO CURVA.....	35
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	37
CAPÍTULO III.....		39
HIPOTESIS		39
3.1	HIPÓTESIS GENERAL.....	39
3.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	39
3.3	VARIABLES.....	39
3.3.1	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES	39
3.3.2	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES.....	40
3.3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	41
CAPÍTULO IV		42
METODOLOGÍA.....		42
4.1	MÉTODO INVESTIGACIÓN	42
4.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	42
4.3	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	42
4.4	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	42
4.5	POBLACIÓN Y MUESTRA	43
4.5.1	POBLACIÓN	43
4.5.2	MUESTRA	43
4.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
4.6.1	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
4.6.2	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	43
4.7	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	43
CAPÍTULO V.....		44
RESULTADOS		44
5.1 AVENIDAS Y CAUDAL MÁXIMO SEGÚN DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO DEL RÍO SHIMAYACU.....		44
5.1.1	MORFOMETRÍA DE SUBCUENCAS E INTER CUENCA.....	44
5.1.2	USO DE SUELOS.....	47
5.1.3	NÚMERO CURVA	50
5.1.4	CURVA I – D – F.....	53
5.1.5	TIEMPO DE CONVERGENCIA	59
5.1.6	HISTOGRAMA	60
5.2 CAUDALES GENERADOS.....		90
5.2.1	VELOCIDAD DEL CAUDAL MÁXIMO DEL RÍO TULUMAYO.....	91
5.3	TIRANTES DEL CAUDAL MÁXIMO DEL RÍO TULUMAYO.....	92
CAPITULO VI		94
ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		94
6.1	PELIGRO DE INUNDACIÓN	94

6.2	PELIGRO DE INUNDACIÓN Y CAUDAL MÁXIMO.	97
6.3	CAUDAL MÁXIMO SEGÚN DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO DEL RÍO TULUMAYO.....	98
6.4	VELOCIDADES DEL CAUDAL MÁXIMO DEL RÍO TULUMAYO	99
6.5	TIRANTES DEL CAUDAL MÁXIMO DEL RÍO TULUMAYO	100
	CONCLUSIONES	101
	RECOMENDACIONES.....	102
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
	ANEXOS	105
	ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	106
	ANEXO N° 02: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS	108
	ANEXO N° 03: MODELAMIENTO EN HEC – HMS.....	116
	ANEXO N° 04: MODELAMIENTO EN HEC – RAS	123
	ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO	142
	ANEXO N° 06: PLANOS	146

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 "Forma de la cuenca de acuerdo al coeficiente de compacidad".	30
Tabla 2 "Manejo integral de aguas pluviales".	33
Tabla 3 "Nivel de intensidad del peligro".	34
Tabla 4 "Número de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad $I = 0.2S$)".	36
Tabla 5 "Operacionalización de variables".	41
Tabla 6 "Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Shimayacu".	44
Tabla 7 "Parámetros morfométricos de la inter cuenca del río tulumayo".	45
Tabla 8 "Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Aynamayo".	45
Tabla 9 "Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Monobamba".	46
Tabla 10 "Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Marancocha".	46
Tabla 11 "Parámetros morfométricos de la subcuenca del río tambillo".	47
Tabla 12 "Uso de suelos en la subcuenca del río Shimayacu".	47
Tabla 13 "Uso de suelos de la intercuenca del río Tulumayo".	48
Tabla 14 "Uso de suelos en la subcuenca del río Aynamayo".	48
Tabla 15 "Uso de suelos en la subcuenca del río Monobamba".	49
Tabla 16 "Uso de suelos en la subcuenca del río Marancocha".	49
Tabla 17 "Uso de suelos en la subcuenca del río tambillo".	50
Tabla 18 "Número curva de la subcuenca del río Shimayacu".	50
Tabla 19 "Número curva de la intercuenca del río tulumayo".	51
Tabla 20 "Número curva de la subcuenca del río Aynamayo".	51
Tabla 21 "Número curva de la subcuenca del río Monobamba".	52
Tabla 22 "Número curva de la subcuenca del río Marancocha".	52
Tabla 23 "Número curva de la subcuenca del río tambillo".	53
Tabla 24 "Curva IDF de la subcuenca del río Shimayacu".	53
Tabla 25 "Intercuenca del río Tulumayo".	54
Tabla 26 "Curva IDF de la subcuenca del río Aynamayo".	55
Tabla 27 "Curva IDF de la subcuenca del río Monobamba".	56
Tabla 28 "Curva IDF de la subcuenca del río Marancocha".	57
Tabla 29 "Curva IDF de la subcuenca del río tambillo".	58
Tabla 30 "Tiempo de convergencia".	59

Tabla 31 “Tiempo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Shimayacu”	60
Tabla 32 “Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Shimayacu”	61
Tabla 33 “Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Shimayacu”	62
Tabla 34 “Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Shimayacu”	63
Tabla 35 “Tiempo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Shimayacu”	64
Tabla 36 “Periodo de retorno 5 años de la intercuenca del río Tulumayo”	65
Tabla 37 “Periodo de retorno 10 años intercuenca del río Tulumayo”	66
Tabla 38 “Periodo de retorno 25 años intercuenca del río Tulumayo”	67
Tabla 39 “Periodo de retorno 50 años intercuenca del río Tulumayo”	68
Tabla 40. “Periodo de retorno 100 años intercuenca del río Tulumayo”	69
Tabla 41 “Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Aynamayo”	70
Tabla 42 “Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Aynamayo”	71
Tabla 43 “Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Aynamayo”	72
Tabla 44 “Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Aynamayo”	73
Tabla 45 “Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Aynamayo”	74
Tabla 46 “Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Monobamba”	75
Tabla 47 “Periodo de retorno 10 años de la subcuenca del río Monobamba”	76
Tabla 48 “Periodo de retorno 25 años de la subcuenca del río Monobamba”	77
Tabla 49 “Periodo de retorno 50 años de la subcuenca del río Monobamba”	78
Tabla 50 “Periodo de retorno 100 años de la subcuenca del río Monobamba”	79
Tabla 51 “Periodo de retorno 5 años de la subcuenca del río Marancocha”	80
Tabla 52 “Periodo de retorno 10 años de la subcuenca del río Marancocha”	81
Tabla 53 “Periodo de retorno 25 años de la subcuenca del río Marancocha”	82
Tabla 54 “Periodo de retorno 50 años de la subcuenca del río Marancocha”	83
Tabla 55 “Periodo de retorno 100 años de la subcuenca del río Marancocha”	84
Tabla 56 “Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Tambillo”	85
Tabla 57 “Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Tambillo”	86
Tabla 58 “Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Tambillo”	87
Tabla 59 “Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Tambillo”	88
Tabla 60 “Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Tambillo”	89
Tabla 61 “Caudales generados río Tulumayo según periodo de retorno”	90
Tabla 62 “Velocidades en el cauce”	91
Tabla 63 “Tirantes según progresiva en el área de estudio”	92

Tabla 64 “Peligro de inundaciones en cada margen del río Tulumayo”	94
Tabla 65 “Precipitación máxima horaria, estación meteorológica Comas”	109
Tabla 66 “Precipitación máxima horaria, estación Huasahuasi”	110
Tabla 67 “Precipitación máxima horaria, estación Ricrán”	111
Tabla 68 “Precipitación máxima horaria, estación San Eloy de Singayac”.....	113
Tabla 69 “Precipitación máxima horaria, estación meteorológica Tarma”.	115

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 “Ubicación del estudio”	22
Figura 2 “Localización de la investigación”	23
Figura 3. “Variables del método SCS para abstracciones”	35
Figura 4 “Curva IDF de la subcuenca del río Shimayacu”	54
Figura 5 “Curva IDF de la intercuenca del río tulumayo”	55
Figura 6 “IDF de la subcuenca del río Secoa del río Seco”	56
Figura 7 “Curva IDF de la subcuenca del río Monobamba”	57
Figura 8 “Curva IDF de la subcuenca del río Marancocha”	58
Figura 9 “Curva IDF de la subcuenca del río Tambillo”	59
Figura 10 “Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Shimayacu”	60
Figura 11 “Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Shimayacu”	61
Figura 12 “Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Shimayacu”	62
Figura 13 “Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Shimayacu”	63
Figura 14 “Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Shimayacu”	64
Figura 15 “Periodo de retorno de 5 años, intercuenca del río tulumayo”	65
Figura 16 “Periodo de retorno de 10 años, intercuenca del río tulumayo”	66
Figura 17 “Periodo de retorno de 25 años, intercuenca del río Tulumayo”	67
Figura 18 “Periodo de retorno de 50 años, intercuenca del río Tulumayo”	68
Figura 19 “Periodo de retorno de 100 años, intercuenca del río Tulumayo”	69
Figura 20 “Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Aynamayo”	70
Figura 21 “Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Aynamayo”	71
Figura 22 “Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Aynamayo”	72
Figura 23 “Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Aynamayo”	73
Figura 24 “Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Aynamayo”	74
Figura 25 “Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Monobamba”	75
Figura 26 “Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Monobamba”	76
Figura 27 “Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Monobamba”	77
Figura 28 “Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Monobamba”	78
Figura 29 “Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Monobamba”	79
Figura 30 “Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Marancocha”	80
Figura 31 “Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Marancocha”	81
Figura 32 “Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Marancocha”	82

Figura 33 “Periodo de retorno de 50 años, subcuena del río Marancocha”	83
Figura 34 “Periodo de retorno de 100 años, subcuena del río Marancocha”	84
Figura 35 “Periodo de retorno de 5 años, subcuena del río Tambillo”	85
Figura 36 “Periodo de retorno de 10 años, subcuena del río Tambillo”	86
Figura 37 “Periodo de retorno de 25 años, subcuena del río Tambillo”	87
Figura 38 “Periodo de retorno de 50 años, subcuena del río Tambillo”	88
Figura 39 “Periodo de retorno de 100 años, subcuena del río Tambillo”	89
Figura 40 “Caudales del río Tulumayo según periodo de retorno”	91
Figura 41 “Vista general del modelo del planteamiento en HEC – HMS”	117
Figura 42 “Datos en subcuencas: caract., pérdidas, transformación y caudal base”... 118	
Figura 43 “Ingreso de información meteorológica”	119
Figura 44 “Ingreso de hietogramas”	120
Figura 45 “Ingreso del modelo meteorológico	121
Figura 46 “Resultados de caudal”	122
Figura 47 “Geometría del río”	123
Figura 48 “Sección en la progresiva 1 + 000”	123
Figura 49 “Sección en la progresiva 0 + 980”.	124
Figura 50 “Sección en la progresiva 0 + 960”.	124
Figura 51 “Sección en la progresiva 0 + 940”.	124
Figura 52 “Sección en la progresiva 0 + 920”.	125
Figura 53 “Sección en la progresiva 0 + 900”.	125
Figura 54 “Sección en la progresiva 0 + 880”.	125
Figura 55 “Sección en la progresiva 0 + 860”.	126
Figura 56 “Sección en la progresiva 0 + 840”.	126
Figura 57”Sección en la progresiva 0 + 820”.	126
Figura 58 “Sección en la progresiva 0 + 800”.	127
Figura 59 “Sección en la progresiva 0 + 780”.	127
Figura 60 “Sección en la progresiva 0 + 780”.	127
Figura 61 “Sección en la progresiva 0 + 760”.	128
Figura 62 “Sección en la progresiva 0 + 740”.	128
Figura 63 “Sección en la progresiva 0 + 720”.	128
Figura 64 “Sección en la progresiva 0 + 700”.	129
Figura 65 “Sección en la progresiva 0 + 680”.	129

Figura 66 “Sección en la progresiva 0 + 660”.	129
Figura 67 “Sección en la progresiva 0 + 640”.	130
Figura 68 “Sección en la progresiva 0 + 620”.	130
Figura 69 “Sección en la progresiva 0 + 600”.	130
Figura 70 “Sección en la progresiva 0 + 580”.	131
Figura 71 “Sección en la progresiva 0 + 560”.	131
Figura 72 “Sección en la progresiva 0 + 540”.	131
Figura 73 “Sección en la progresiva 0 + 520”.	132
Figura 74 “Sección en la progresiva 0 + 500”.	132
Figura 75 “Sección en la progresiva 0 + 480”.	132
Figura 76 “Sección en la progresiva 0 + 460”.	133
Figura 77 “Sección en la progresiva 0 + 440”.	133
Figura 78 “Sección en la progresiva 0 + 420”.	133
Figura 79 “Sección en la progresiva 0 + 400”.	134
Figura 80 “Sección en la progresiva 0 + 380”.	134
Figura 81 “Sección en la progresiva 0 + 360”.	134
Figura 82 “Sección en la progresiva 0 + 340”.	135
Figura 83” Sección en la progresiva 0 + 320”.	135
Figura 84 “Sección en la progresiva 0 + 300”.	135
Figura 85 “Sección en la progresiva 0 + 280”.	136
Figura 86 “Sección en la progresiva 0 + 260”.	136
Figura 87 “Sección en la progresiva 0 + 240”.	136
Figura 88 “Sección en la progresiva 0 + 220”.	137
Figura 89 “Sección en la progresiva 0 + 200.”	137
Figura 90 “Sección en la progresiva 0 + 180”.	137
Figura 91 “Sección en la progresiva 0 + 160”.	138
Figura 92 “Sección en la progresiva 0 + 140.”	138
Figura 93 “Sección en la progresiva 0 + 120”.	138
Figura 94 “Sección en la progresiva 0 + 100”.	139
Figura 95 “Sección en la progresiva 0 + 80”.	139
Figura 96 “Sección en la progresiva 0 + 60”.	139
Figura 97 “Sección en la progresiva 0 + 40”.	140
Figura 98 “Sección en la progresiva 0 + 020”.	140

Figura 99 “Ingreso del caudal máximo”.	140
Figura 100 “Modelamiento del caudal máximo”.....	141

RESUMEN

La investigación se planteo como problema general: ¿Cuál es el resultado de la evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del Rio Tulumayo, Playa Hermosa San Ramón – Junín?, el objetivo general fue: Evaluar las máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del Rio Tulumayo, Playa Hermosa San Ramón – Junín y la hipótesis general consistio en: La evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del Rio Tulumayo, Playa Hermosa San Ramón – Junín, se encuentra entre los niveles de caudal máximo muy alto, alto, medio y bajo.; el método de investigación general es científico, el tipo de investigación es aplicable, nivel correlacional, el diseño cuasi-experimental. la población está conformada por el río Tulumayo, que se extiende por un total de 109.8 km hasta su confluencia con el río Tarma , con una pendiente que va del 4% al 5% hasta su confluencia con el río Talma, estos incluyen , Jauja Chanchamayo Concepcion en la zona de junín de las provincias, el tipo de muestreo es muestreo no probabilístico intencional o direccional, y el tipo de muestreo para esta prospección es de 1 000,00 m. Producto de la investigación se llego a la siguiente conclusión: Se concluye que el nivel de peligro de inundaciones en la faja marginal del sector playa hermosa margen izquierda es de MUY ALTO riesgo en las progresivas: 0+740 y 0+720, 0+680, 0+520, 0+460-0+420 y 0+020, de ALTO riesgo 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; de MEDIO riesgo en las progresivas: 0 + 340, 0 + 260 y 0 + 200, y de BAJO riesgo en progresiva: 0 +380, 0+ 280, 0+240 y 0+160. Asimismo, el nivel de peligro de inundaciones en la faja marginal del sector playa hermosa margen derecha es de MUY ALTO riesgo en las progresivas: 0+480, 0+400, 0+260 y 0+220; de ALTO riesgo 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, de MEDIO riesgo en las progresivas: 0 + 560, 0 + 520, 0 + 500, 0 + 300, 0 + 140, 0 + 100, 0 + 80 – 0 + 40; y de BAJO riesgo en progresiva: 0 + 340, 0 + 320 y 0 + 280.

Palabras clave: Evaluacion de maximas avenidas, peligros de inundaciones, rio .

ABSTRACT

The research was raised as a general problem: What is the result of the evaluation of maximum floods against the flood hazards of the Tulumayo River, Playa Hermosa San Ramón – Junín?, the general objective was: To evaluate the maximum floods against the flood hazards of the Tulumayo River, Playa Hermosa San Ramón – Junín and the general hypothesis consisted of: The evaluation of maximum floods against the flood hazards of the Tulumayo River, Playa Hermosa San Ramón – Junín, is between the levels of maximum flow very high, high, medium and low. The general research method is scientific, the type of research is applicable, correlational level, quasi-experimental design. the population is made up of the Tulumayo River, which extends for a total of 109.8 km to its confluence with the Tarma River, with a slope that goes from 4% to 5% until its confluence with the Talma River, these include, Jauja Chanchamayo Concepcion in the Junín area of the provinces, the type of sampling is intentional or directional non-probability sampling, and the type of sampling for this prospection is 1 000.00 m. As a result of the research, the following conclusion was reached: It is concluded that the level of flood danger in the marginal strip of the beach sector beautiful left bank is VERY HIGH risk in the progressive: 0 + 740 and 0 + 720, 0 + 680, 0 + 520, 0 + 460-0 + 420 and 0 + 020, of HIGH risk in the progressive: 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; of MEDIUM risk in the progressive: 0 + 340, 0 + 260 and 0 + 200, and of LOW risk in progressive: 0 + 380, 0 + 280, 0 + 240 and 0 + 160. Likewise, the level of flood danger in the marginal strip of the beach sector beautiful right bank is VERY HIGH risk in the progressive: 0 + 480, 0 + 400, 0 + 260 and 0 + 220; of HIGH risk in the progressive: 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 and 0 + 20, of MEDIUM risk in the progressive: 0 + 560, 0 + 520, 0 + 500, 0 + 300, 0 + 140, 0 + 100, 0 + 80 – 0 + 40; and LOW risk in progressive: 0 + 340, 0 + 320 and 0 + 280.

Keywords: Evaluation of maximum avenues, flood hazards, river.

INTRODUCCIÓN

La investigación titulada: “Evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del río Tulumayo, playa hermosa San Ramón -Junín” “se propuso evaluar los niveles máximos de descarga al momento de la crecida de los ríos Tulumayo, Playa Hermosa, San Ramón - Junín, para ello se realizó un análisis de datos estadísticos de la información meteorológica de Comas, Huasahuasi, Ricrán, Sal Eloy estaciones de Singayac y Tarma; posteriormente se determinó el caudal máximo, tiempo de concentración y mapa de hidratación para el periodo de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años mediante el software HEC-HMS en base a las características morfológicas de la subcuenca, uso del suelo, número de curvas, curvas I-D-F; con la ayuda del software HEC-RAS, las propiedades hidráulicas del flujo de agua, como la velocidad de los bordes izquierdo y derecho, y el apoyo de cada tramo del río Tulumayo” “Se determinó la sección analizada y se determinó esta información y el grado de peligrosidad según gestión de riesgos por desastres ,INDECI (2011)”.

Esta investigación se divide en seis capítulos, distribuidos de la siguiente manera:

El primer capítulo está referido para el planteamiento de problema donde se realiza la descripción de la realidad problema, seguidamente se da a conocer la delimitación de la investigación considerando la parte espacial, temporal y económica; del mismo modo se describe las limitaciones propias de la investigación, continuando se da a conocer el problema general y específico, realizando la justificación en el aspecto social y metodológico y para finalizar este capítulo se formulan los objetivos tanto general como específico.

Capítulo II: Marco teórico, en el que se resaltan los antecedentes nacionales, internacionales considerados para el desarrollo de la investigación, seguidamente se citan en el marco conceptual la información de conocimientos básicos para el análisis de la

información recabada de campo y para finalizar este capítulo se da a conocer la definición de términos empleados en la investigación.

En el capítulo III denominado Hipótesis se dan a conocer las hipótesis generales y específica propuestas por el investigador, del mismo modo se redactan las variables de investigación independiente y dependiente, seguidamente se realiza la definición conceptual y operativa de las variables y culminando este capítulo se da a conocer la operacionalización de las variables resaltando las dimensiones, subdimensiones e indicadores.

El capítulo IV denominada Metodología, se destaca el método, tipo, nivel tipo, diseño del estudio, así mismo, población y muestra, seguidamente de las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y finalmente de da a conocer las técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Capítulo V: Resultados, en este apartado se tratan los resultados obtenidos en la investigación.

Capítulo VI: En este se realiza la discusión de los resultados obtenidos en el estudio.

Finalmente se encuentran las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach: Edward Castillo Huamán

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Aunque uno de los fenómenos naturales más frecuentes en la Tierra son las inundaciones, sus efectos se deben en gran medida a la falta de previsión del ser humano a la hora de construir estructuras en las zonas aledañas a los cauces de los ríos causando así pérdidas humanas y materiales.

A nivel mundial, “según CNN (2017), partes del sur de Asia y América del Sur fueron las más afectadas por las lluvias en 2017, ya que generaron inundaciones que mataron a más de 1200 personas y 41 millones están siendo afectadas por las mismas, perdiendo sus bienes materiales y destruyendo áreas agrícolas”.

En Perú, según el diario El Comercio (2017), “nos refiere una serie de deslizamientos provocados por lluvias persistentes en la costa y en la sierra, con un total de 70 muertos, 100,000 personas afectadas y 140,000 viviendas quedaron destruidas, principalmente por la ocurrencia del fenómeno El Niño, cuyo origen puede ser producto del cambio climático que actualmente vive nuestro planeta; ante estos eventos, según” “El diario Perú 21 (2017) menciona “que se deben prever las consecuencias de estos

fenómenos, ya que este es un problema muy frecuente y la vulnerabilidad de nuestro país se debe principalmente a la falta de acción de nuestras autoridades”.

“Este problema no es nuevo en la región Junín ni en sus provincias. Este es el caso del distrito de Chanchamayo, donde el 14 de junio, según el diario Correo (2018), todos los sectores de la provincia se vieron afectados por tres ríos: El Toro, Garu y Reyter, afectando a instituciones educativas, plazas, diversas calles, y provocar el colapso del sistema de agua potable”.

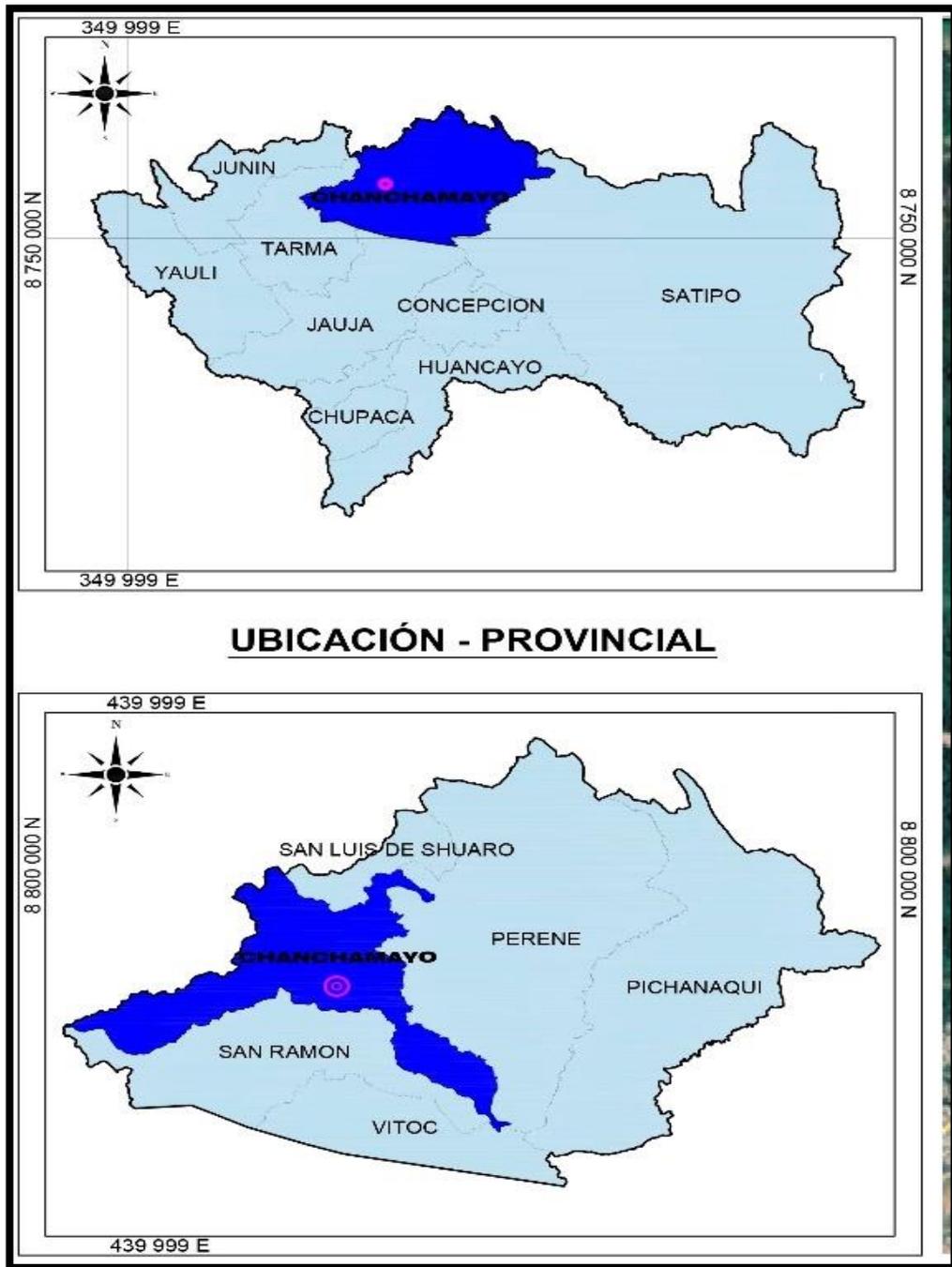
“Asimismo, las crecidas de los ríos Chanchamayo, Paucartambo y Perené ocurrieron en marzo de este año, causando hasta 700 damnificados y 1.800 afectados en cinco distritos de la provincia de Chanchamayo (Andina, 2019), razón por la cual en el presente relevamiento se pretendió determinar cómo la evaluación del caudal máximo explica el riesgo de inundación, teniendo en cuenta el sector de Playa Hermosa, distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, Junín, y el caudal máximo del río Tulumayo en diferentes periodos de retorno y el cinturón de avenidas según el método establecido por INDECI (2011), porque cuando el caudal supera la capacidad máxima de carga del río, puede provocar que el río se desborde e inunde los alrededores”.

1.2 Delimitaciones del problema

1.2.1 Delimitación espacial

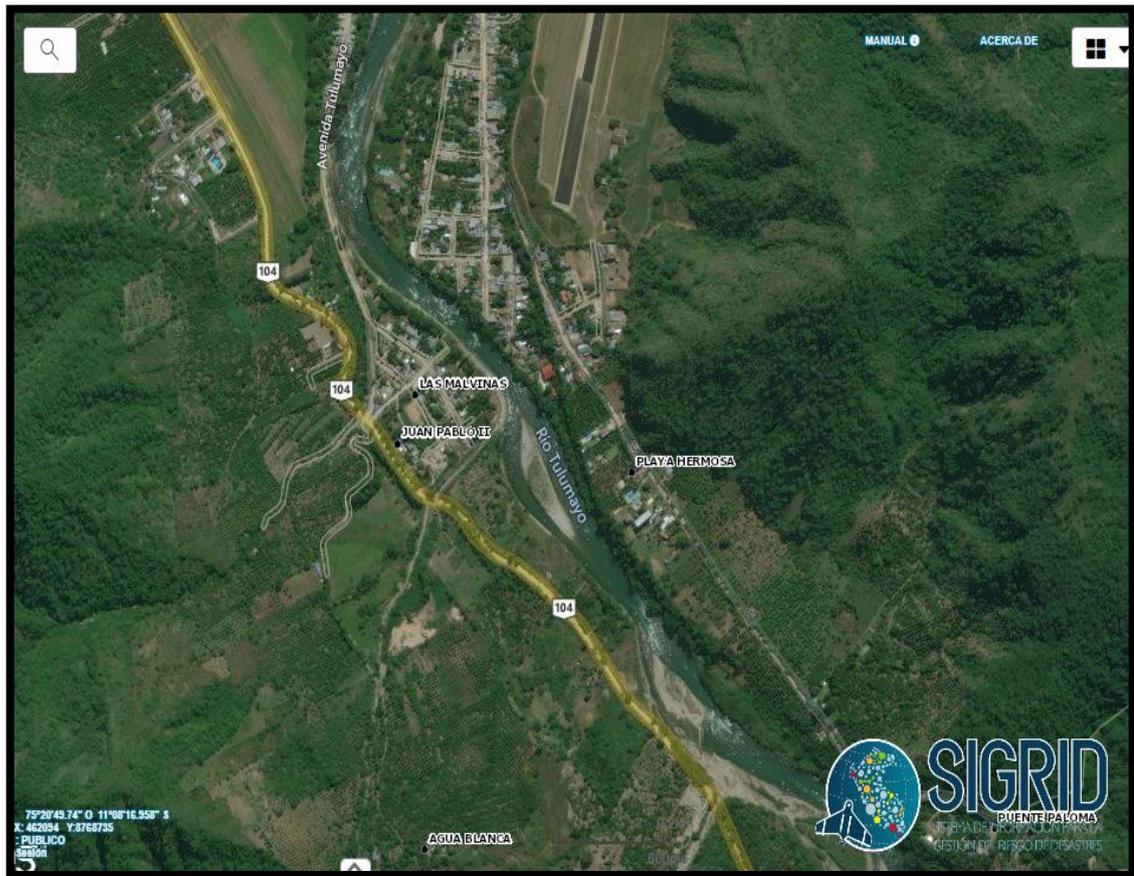
Este estudio se desarrolló en el área urbana del sector Playa Hermosa, del distrito San Ramón y provincia de Chanchamayo de la región Junín.

Figura 1 Ubicación del estudio.



Fuente: Sigrid Cenedred (2022)

Figura 2 Localización de la investigación



Fuente: Sigrid Cenepred (2022)

1.2.2 Delimitación temporal

La investigación se llevó a cabo en el periodo comprendido entre febrero a noviembre de 2021.

1.2.3 Delimitación económica

Los recursos económicos para el desarrollo de la presente investigación fueron asumidos por el investigador, no se tuvo el aporte económico externo.

1.3 Limitaciones

Durante la realización de la tesis, nuestra información hidrometeoro lógica fue limitada, de fuentes primarias y secundarias, y el difícil acceso al área de estudio, así como el apoyo de las autoridades del área de estudio, fue fundamentalmente ineficaz y carente de sensibilidad a los problemas de peligro de inundación y sus consecuencias. posibles consecuencias e identificar.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cuál es el resultado de la evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del río Tulumayo, Playa Hermosa San Ramón - Junín

1.4.2 Problemas específicos

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

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación social o practica

La presente encuesta tiene como objetivo brindar información sobre el grado de peligro de inundaciones del río Tulumayo en el distrito de Playa Hermosa, provincia de Chanchamayo, en la región Junín, con el fin de predecir las medidas de desastres naturales con impactos sociales y económicos en la salud y cuyo impacto perjudique a los pobladores de la faja marginal del río Tulumayo así mismo la Población del sector Playa Hermosa

1.5.2 Justificación metodológica

El tratamiento metodológico de este estudio debe servir de guía para encuestas similares sobre el riesgo de inundaciones de diferentes ríos, producto de los desequilibrios ambientales, las consecuencias de los problemas del calentamiento global y los posibles cambios futuros en nuestra hidrología a escala nacional e internacional. más agudo en los medios.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Evaluar las máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del río tulumayo, playa hermosa san ramón – Junín

1.6.2 Objetivos específicos

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

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.2.1 Antecedentes internacionales

Alcocer et al. (2016) realizaron la investigación: “Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas”, “se estableció como meta: desarrollar un método que permitiera determinar el costo de los daños causados por inundaciones con el fin de proponer acciones para mitigar las inundaciones, para ello utilizaron el método propuesto por el Instituto Mexicano de Tecnología del agua (IMTA), a través del cual es posible obtener económicamente mapas de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo en tiempo de cómputo accesible”. “Concluyeron lo siguiente: desarrollaron un método para construir mapas de riesgo de inundación en áreas urbanas que consiste en una combinación de mapas de amenaza y vulnerabilidad; vital; los modelos de simulación hidráulica se convierten en una herramienta importante para el análisis de inundaciones y, finalmente, los mapas de riesgo de inundación pueden calcular la probabilidad costo de los daños causados por las inundaciones en el menaje y la infraestructura, así mismo, se convierten en las mejores rutas de evacuación de las poblaciones hacia los albergues urbanos”.

Rodríguez (2012) en la investigación: “Inundaciones en zonas urbanas. medidas preventivas y correctivas, acciones estructurales y no estructurales”, “establece los siguientes objetivos: analizar inundaciones para sugerir precauciones y preocupaciones en las áreas urbanas más vulnerables, describir los factores que generan inundaciones en

áreas urbanas”, “especificar diferentes acciones estructurales y no estructurales que pueden contribuir a la protección y control de inundaciones, hacer referencia a nuevas técnicas estructurales y no estructurales para el control de inundaciones; y concluyó que las técnicas estructurales se enfocan en medidas correctivas como alternativa a los sacos de arena”, “existe poca coordinación institucional en temas de inundaciones, y es necesaria una norma técnica encargada de especificar criterios de estimación de inundaciones, maneja mapas de riesgo, proponiendo así criterios de diseño para diferentes proyectos hidráulicos, y finalmente recomienda revisar y elaborar modelos predictivos que ayuden en 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 alta resolución para la zona baja de la cuenca del río Purires, estimar la descarga máxima del río Purires durante eventos de precipitación máxima de 10, 20, 50 y 100 años y utilizar el modelo hidráulico HEC-RAS determinar el impacto de los eventos de precipitación máxima en el agua del río Purires”, “los posibles impactos de la dinámica de poder y desarrollar un mapeo más detallado en el mapa de amenaza de inundaciones en la cuenca baja del río Prires, por lo que se llegó a las siguientes conclusiones: HEC-RAS es una herramienta valiosa en el campo de la preparación para desastres porque permite el uso de información muy diversa de la naturaleza; nuevamente, los mapas de vulnerabilidad representan herramientas de planificación para municipios, ministerios, etc.”. “Además de esto, a través de estos mapas se pueden sugerir rutas de evacuación e incluso se puede considerar la construcción de infraestructura para ayudar a reducir el impacto de posibles inundaciones”.

2.2.2 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”, Sus objetivos son: “Estimar los parámetros necesarios para el análisis hidrológico e hidráulico del comportamiento del río Chili, desarrollar un modelo hidrológico de la cuenca del río Sokabaya”, “que permita obtener curvas hidrológicas de escorrentía superficial a partir de datos de lluvia y parámetros estimados, identificar posibles escenarios usando el

modelo hidrológico propuesto, hacer un modelo hidráulico 1D que pueda simular el comportamiento del río Chili y proporcionar mapas de inundación para diferentes escenarios propuestos”, “evaluar el impacto de los parámetros hidrológicos en la determinación del mapa de inundación y proporcionar un modelo hidráulico 1D usando ArcGIS y manual del software HEC-RAS, por lo que concluyeron que no se ha determinado el efecto de escala de la cuenca analizada en el mapa de inundaciones, ya que existe información sobre la capacidad de validar los cálculos realizados, los cambios en el número de curvas pueden tener un gran sensibilidad en la escorrentía, el tiempo de concentración estimado según la fórmula de Kirpich brinda resultados más coherentes y estables en las subcuencas estudiadas, los patrones de lluvia afectan la determinación del hidrograma de escorrentía debido a la respuesta de la cuenca, y el tiempo de la concentración depende del área de inundación en relación con el canal estimado”. “El cambio en la rugosidad no es muy significativo”.

Yépez (2016) en su 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” se considera como objetivo: “Calcular los parámetros hidrológicos del río Cruz Blanca para encontrar la trayectoria máxima”, “determinar las posibles zonas de inundaciones, desastres y posibles soluciones para el río Santa Cruz en los diferentes tiempos de retorno”, “entre otros cálculos se toman corchetes toma en cuenta el tiempo de retorno, tramos de la quebrada y elabora mapas de zonas de inundación para diferentes departamentos de investigación, para esta situación extrae las siguientes conclusiones”: “Mapa de riesgo de inundación y su posible impacto en las zonas aledañas, velocidad máxima en el boulevard más alto para un Período de retorno de 200 años, se elaboraron mapas de inundación para diferentes tiempos de retorno (5, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 150 y 200 años), con la propuesta final de ensanchar la quebrada en los tramos más críticos o pequeños partes”.

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”, se planteó como meta “Determinar el área inundada en el casco urbano de Jaén por la avenida mayor del arroyo Amojú, por lo que se concluyó que en el caso de

máxima inundación el caudal resultante estaría en 10, 50” , “Los periodos de retorno de 100 y 200 años crean zonas de inundación, presentando hasta tres puntos críticos dependiendo de la topografía, y finalmente, las áreas y ubicaciones que afectan estos puntos críticos de derrame se pueden ver en el plano de la zona de inundación, teniendo en cuenta 10, Periodos de retorno de 50, 100 y 200 años. como meta determinar el área inundada en el casco urbano de Jaén por la avenida mayor del arroyo Amojú, por lo que se concluyó que en el caso de máxima inundación el caudal resultante estaría en 10, 50 , Los periodos de retorno de 100 y 200 años crean zonas de inundación, presentando hasta tres puntos críticos dependiendo de la topografía”, “y finalmente, las áreas y ubicaciones que afectan estos puntos críticos de derrame se pueden ver en el plano de la zona de inundación, teniendo en cuenta 10, Periodos de retorno de 50, 100 y 200 años”.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Caudal máximo

Chow (1994) “El caudal máximo es un parámetro hidrológico que puede ser estimado mediante modelos determinísticos, probabilísticos y empíricos o por mediciones instrumentales directas, sin embargo, sus magnitudes están influenciadas de igual manera por la morfometría de la cuenca y su red de drenaje”. “Menciona que corresponde a cualquier caudal alto, ya sea artificial o natural, a lo largo del río que desborda la ribera, el tamaño de la avenida más grande se describe por su caudal, altura y volumen, esto es importante para los diferentes tipos de control de caudal. El diseño hidrológico, también conocido como estructuras de regulación de inundaciones, es muy importante y su propósito es atenuar el caudal máximo”.

2.2.2 Simulación de caudales máximos

“A la fecha se han desarrollado una amplia gama de modelos de simulación hidrológica determinista, entre ellos lluvia-escorrentía o modelos de simulación continua, este es el modelo hidrológico HMS (Hydrological Engineering Center) desarrollado por USACE (United States Army Corps of Engineers)”, “que permite estimar precipitación-escorrentía (inicial y constante, número de curvas SCS) y propagación de la curva hidrológica (Muskingum, método Pulse), este es considerado un modelo hidrológico altamente eficiente para estimar inundaciones máximas (Bateman, 2007)”.

2.2.3 Morfometría de cuencas hidrográficas

Linsley et al. (2003) “El análisis morfo métrico de una cuenca es el estudio de variables de superficie, de relieve y drenaje; que permite conocer las características físicas de la cuenca, permitiendo realizar comparaciones entre varias cuencas”. “Señalaron que la respuesta hidrológica de una cuenca hidrológica se ve afectada por sus propiedades físicas, el concepto morfológico se plasma en”:

Parámetros físicos de la forma de la cuenca:

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

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

- “Factor de forma de Horton (Kf)”:

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

- “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

“La curva intensidad duración frecuencia, representa la intensidad (i) o magnitud de una lluvia fuerte expresada en milímetros por hora, para una duración (d) determinada que usualmente puede ser 30, 60, 90, 120 o 360 minutos y que se estima tiene una probabilidad de ocurrencia, o frecuencia (f) expresada en años, lo que también se conoce como periodo de retorno la curva IDF está diseñada para relacionar la intensidad con la duración y la probabilidad o frecuencia de la lluvia, esto es importante porque además de cuantificar la lluvia a partir de los registros, también es necesario predecir qué tan profunda será en el futuro y cuál será la cantidad máxima. de precipitación es probable que sea” (Bateman, 2007).

“Fattorelli y Fernández (2011) mencionan que una distribución de uso frecuente es la distribución de valores extremos tipo I o Gumbel, utilizando la siguiente fórmula”

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

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

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

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

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

2.2.5 Tiempo de concentración

“En hidrología el *tiempo de concentración* (tc) representa el tiempo de viaje de una gota de lluvia que cae en el punto hidráulicamente más alejado de la cuenca y escurre superficialmente hasta su salida, es decir, el tiempo a partir del cual toda la cuenca contribuye al caudal en el punto de salida de la cuenca”. “Por lo tanto, suponiendo una lluvia de intensidad constante, el TC es el tiempo de equilibrio o duración necesaria, para que se alcance el caudal máximo”. “Si se analizan hidrogramas e hietogramas el TC se define –alternativamente– como el tiempo desde el baricentro y también desde el final de la lluvia neta hasta el final de la escorrentía directa, la diferencia entre ambas es mínima para tormentas de corta duración (Hotchkiss y Mc Callum, 1995)”. “Abustan *et al.* (2008) obtienen resultados satisfactorios, determinando el TC desde el baricentro de la lluvia neta al punto de inflexión del hidrograma de escurrimiento, trabajando en cuencas urbanas donde el punto de inflexión se acerca al escurrimiento pico compensando la diferencia entre el centro de masa y el final de la lluvia efectiva. Corresponde al tiempo mínimo requerido para que todos los puntos de la cuenca aporten simultáneamente agua de escorrentía al punto de desagüe, emisario o cierre; es el tiempo requerido para que el agua del punto más alejado de la cuenca llegue a la desembocadura de la cuenca; así mismo, representa un flujo constante de tiempo de escorrentía, el punto hidrológico más lejano es que el agua de escorrentía tarda más en llegar a la desembocadura (Ibáñez, Moreno & Gisbert, 2015)”.

“Para su cálculo se han propuesto varios métodos, sin embargo, para la aplicación del método S.C.S a la estimación de la escorrentía se recomienda la fórmula propuesta por Kirpich:”

$$T = 0.0195 L^{0.77} S^{-0.385}$$

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

2.2.6 Hietograma de diseño: método del bloque alterno

“El método de bloques alternos corresponde a un método simple para desarrollar un diseño de mapa de agua basado en curvas de intensidad, duración y frecuencia; este especifica la profundidad de la precipitación relativa a la duración total en intervalos de tiempo consecutivos de duración Δt ”. “Para su desarrollo se eligió un período de regresión

de diseño y se calculó la intensidad en la curva IDF para cada duración Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$, $4\Delta t$ y la profundidad de precipitación correspondiente. Tome la diferencia entre valores sucesivos de profundidad de precipitación para encontrar la cantidad de precipitación que debe aumentar por cada unidad de tiempo adicional Δt , estos incrementos o bloques se reordenan en orden cronológico por la duración T_d requerida para que la máxima intensidad aparezca en el centro y otros bloques se mantienen alternativamente a la derecha e izquierda del bloque central en orden descendente para formar un diagrama hidráulico de diseño (MTC, 2008)".

2.2.7 Peligro de inundación

“Es la probabilidad de que ocurra un evento en un evento extremo potencialmente dañino, caracterizada por su intensidad en un período determinado y qué tan cerca se encuentra de un área determinada (Concha y Miranda, 2016)”.

Alcorser et al. (2016) “se refirieron a los criterios de peligrosidad basados en la gestión de aguas pluviales, considerando los siguientes factores”:

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 Handbook of River Flood Risk Assessment (CENEPRED, 2014) plantea que se puede determinar el nivel máximo de descarga especificando si es muy alto, alto, medio o bajo, además se recopila información para determinar la sensibilidad de los parámetros de evaluación y territorios, cuantificándolos”.

“En este caso, para determinar el peligro de inundación, es necesario determinar la altura de la inundación según el modelo hidráulico”.

Tabla 3 Nivel de intensidad del peligro.

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

Fuente: INDECI (2011)

2.2.8 Método SCS para abstracciones

Chow (1994) “Menciona que este método fue desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos como una abstracción para el cálculo de la precipitación pluvial, considerándola como un todo, siempre que la profundidad del exceso de precipitación o escorrentía directa sea siempre menor o igual a la profundidad de la precipitación P; del mismo modo, después del inicio de la escorrentía, la profundidad adicional Fa del agua retenida en la cuenca es menor o igual a cierta retención potencial máxima S. Si hay una cierta cantidad de precipitación y no se producirá escorrentía, entonces la escorrentía potencial es P-Ia. Entonces, la suposición del método S.C.S es 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:

- Fa : “es la abstracción continuada”.
- Pe : “es el exceso de precipitación.”
- Ia : “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 ”:

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

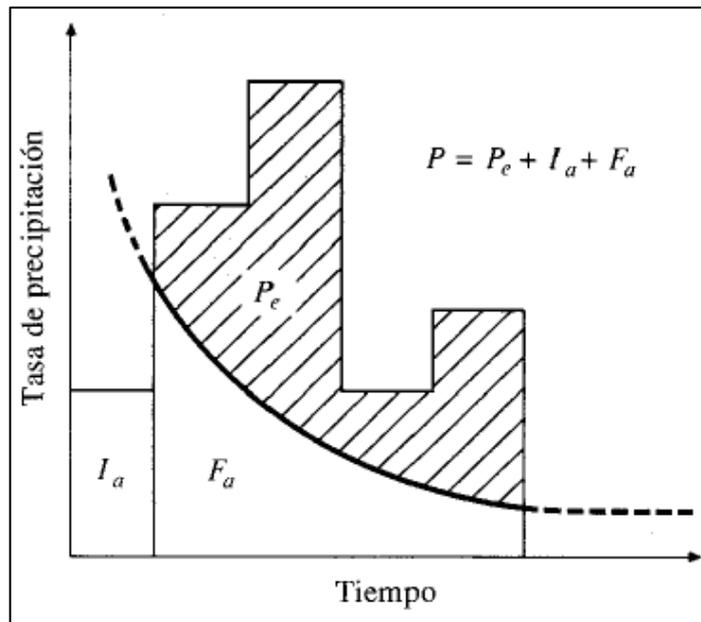
“Asimismo, se tiene una relación empírica de la abstracción inicial”:

$$I_a = 0.2S$$

“Reemplazando se tiene”:

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

Figura 3. “Variables del método SCS para abstracciones”.



Fuente: Chow (1994).

2.2.9 Número curva

“También conocido como método del Número de Curva (CN), es el método más utilizado para convertir la precipitación total en precipitación disponible y se basa en el uso del suelo, y su determinación tiene en cuenta las siguientes variables” (Lavao y Corredor, 2014):

- “Precipitación, expresada como precipitación en un período de tiempo determinado”.
- “Complejidad del suelo – hidrología que considera la interrelación entre suelo y cobertura vegetal”.
- “Condiciones previas de humedad”.

“La lista de valores de número de curva está entre 0 y 100 y se basa en la siguiente fórmula”:

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

Dónde: “CN es el número de la curva”, “S es la diferencia de potencial máxima entre la precipitación y el flujo dentro de una hora del inicio de la tormenta, que representa proporcionalmente las pérdidas de escorrentía debido a la infiltración, la intercepción y el embalse 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”, cubierta buena” ¹	45	66	77	83
“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			
1/4 “acre”	38			
1/3 “acre”	30			
1/2 “acre”	25			
1 acre	20			
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)

- “Una buena cubierta está protegida del pastizales, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo”.
- “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”.
- “Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva”.
- “En algunos países con climas más cálidos se puede utilizar 95 como número de curva”.

2.3 Definición de términos

- **Cuenca hidrográfica**

“Consiste en una parte de territorio que logra aislar la escorrentía drenando hacia un mismo punto, existen dos tipos de cuencas: de entrada, las que terminan en un lago central, y de salida, las que drenan fuera de la unidad hidrológica (Bateman, 2007)”.

- **Evapotranspiración**

“Es una combinación de la evaporación de la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación (Chow, 1994)”.

- **Hidrograma**

“Es una gráfica de niveles o flujos versus tiempo, que pueden ser promedios anuales y mensuales o flujos totales, dependiendo del propósito (Linsley et al., 2003)”.

- **Hietograma**

“Es una forma gráfica de representar la precipitación incremental, generalmente representada por un gráfico de barras (Bateman, 2007)”.

- **Infiltración**

“Se define como el movimiento del agua a través y hacia la superficie del suelo como resultado de la acción de la gravedad y las fuerzas capilares (Aparicio, 2002)”.

- **Concéntrate en el tiempo**

“Es un parámetro utilizado para calcular la relación precipitación-esorrentía, es el tiempo que tarda un grano de agua en viajar desde el punto más lejano hasta el punto de descarga (Fattorelli y Fernández, 2011)”.

CAPÍTULO III

HIPOTESIS

3.1 Hipótesis general

La evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundación del río Tulumayo, playa hermosa san ramón – Junín, se encuentra entre los niveles de caudal máximo muy alto, alto, medio y bajo.

3.2 Hipótesis específicas

- a) El caudal máximo alcanzado por el río Tulumayo según diferentes periodos de retorno es alto.

- b) Las velocidades del caudal máximo del río Tulumayo son altas.

- c) Los tirantes del caudal máximo del río Tulumayo son altos.

3.3 Variables

3.3.1 Definición conceptual de las variables

➤ **Variable independiente (X): Caudal máximo**

“La cantidad máxima de agua que fluye a través del lecho del río en un lugar y momento determinados. Básicamente se refiere al volumen hidráulico de escorrentía en una cuenca hidrológica que se concentra en sus principales ríos. Según Chow (1994), corresponde a cualquier caudal elevado a lo largo del río que desborda la ribera, ya sea artificial o natural”.

➤ **Variable dependiente (Y): Peligro de inundación**

“La probabilidad de un evento extremo potencialmente dañino, caracterizada por su intensidad y su cercanía en un período determinado (Concha y Miranda, 2016); asimismo, según el Manual de Evaluación de Riesgos (CENEPRED, 2015), muestra que los fenómenos naturales pueden estar correlacionados con amenazas Terminar para referirse al peligro”.

3.3.2 Definición operacional de las variables

➤ **Variable independiente (X): Caudal máximo**

“Fue determinado por el modelo hidrológico de la subcuenca estudiada en el programa Hec-Hms”.

➤ **Variable dependiente (Y): Peligro de inundación**

“Se deriva de su comportamiento hidráulico en función de la velocidad y profundidad de caudal máximo”.

“A partir de la definición conceptual de las variables, se establece una correlación entre las variables: el caudal máximo y el riesgo de inundación del río estudiado, ya que, a mayores caudales, el riesgo de inundación conducirá a un desastre de mayor escala, provocando pérdidas económicas y sociales y la salud, por lo que podemos establecer la siguiente relación $y = f(x)$ ”.

3.3.3 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”
		“Coeficiente 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 de inundación”	“Velocidades del caudal máximo”	“Coeficiente de rugosidad de Manning” “Radio hidráulico Pendiente”
	“Tirantes de caudal máximo”	“Altura de agua”

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Método investigación

“El método general de investigación es científico, basado en un conjunto ordenado de pasos que guían la investigación y la posterior replicación por parte de otros investigadores; el conjunto de pasos comienza con observaciones, planteamientos de problemas e hipótesis”.

4.2 Tipo de investigación

“Este tipo de investigación es aplicada porque la teoría de las investigaciones básicas se utiliza para resolver problemas prácticos, es decir, al conocer el caudal máximo de un río Tulumayo, se puede utilizar para prevenir o mitigar los riesgos de inundación”.

4.3 Nivel de investigación

“El nivel de investigación es descriptiva correlacional porque se busca relacionar la variable independiente y dependiente, es decir, al conocer el caudal máximo de un río Tulumayo, se puede utilizar para prevenir o mitigar los riesgos de inundación”.

4.4 Diseño de la investigación

El de la investigación es no experimental debido a que no se manipulara la variable independiente y solo se tomaran los datos obtenidos de la evaluación de los caudales máximos del río Tulumayo para establecer la relación con la variable dependiente y buscar prevenir o mitigar los riesgos de inundación ocurridos a lo largo del rio Tulumayo.

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población

La población de la presente investigación está conformada por el cauce del río Tulumayo que se extiende por un total de 109.8 km hasta su confluencia con el río Tarma, con una pendiente que va del 4% al 5%

4.5.2 Muestra

La muestra de la investigación está conformada el cauce del río Tulumayo con una longitud lineal de 1 500,81 m, en las inmediaciones de la zona de Playa Hermosa San Ramón - Junín; el tipo de muestreo es no probabilístico intencional o direccional.

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos fueron:

- La observación
- Encuesta
- Análisis documental
- Entrevista

4.6.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos fueron:

- Guiar de observación de campo
- Encuesta personal
- Ficha de registros de datos
- Entrevista estructurada

4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas empleadas para el procesamiento de la información están conformadas por softwares especializados empleados en la ingeniería Civil tales como:

- Microsoft
- Excel
- Sistema de Modelación Hidrológica (HEC – HMS)
- Civil 3D 2018
- River Analysis System (HEC – RAS)

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Avenidas y caudal máximo según diferentes periodos de retorno del río Shimayacu Morfometría de subcuencas e inter cuenca

“Con base en el análisis de la información geográfica, se ha determinado que el área de impacto estudiada es regada por 5 subcuencas de la cuenca del río Perené y 1 transcuenca del río Chanchamayo”,

➤ **Subcuenca del río Shimayacu**

Tabla 6 “Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Shimayacu”

“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 el cuadro se muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Shimayacu, clasificando a la subcuenca de forma oval oblonga a rectangular oblonga según el coeficiente de compacidad (kc)”.

➤ **Inter cuenca del río Tulumayo**

Tabla 7 “Parámetros morfométricos de la inter cuenca del río tulumayo”

“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 el cuadro se muestra los parámetros morfométricos de la inter cuenca del río tulumayo, clasificando a la subcuenca de forma redonda a oval oblonga según el coeficiente de compacidad (kc)”.

➤ **Subcuenca del río Aynamayo**

Tabla 8 “Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Aynamayo”

“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

➤ **Subcuenca del río Monobamba**

Tabla 9 “Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Monobamba”

“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

“El cuadro se muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Monobamba, clasificando a la subcuenca de forma oval oblonga a rectangular oblonga según el coeficiente de compacidad (kc)”.

➤ **Subcuenca del río Marancocha**

Tabla 10 “Parámetros morfométricos de la subcuenca del río Marancocha”

“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 el cuadro se observa los parámetros morfométricos de la subcuenca del río Marancocha clasificando a la subcuenca de forma oval redonda a oval oblonga según el coeficiente de compacidad (kc)”.

➤ **Subcuenca del río Tambillo**

Tabla 11 “Parámetros morfométricos de la subcuenca del río tambillo”

“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 el cuadro se muestra los parámetros morfométricos de la subcuenca del río tambillo, clasificando a la subcuenca de forma oval oblonga a rectangular oblonga según el coeficiente de compacidad (kc)”.

5.1.2 Uso de suelos

➤ **Subcuenca del río Shimayacu**

Tabla 12 “Uso de suelos en la subcuenca del río Shimayacu”

“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 observa el área de los usos en la subcuenca del río Shimayacu, siendo así que los pastizales ocupan la mayor área (33.03 %) mientras que, los lagos y lagunas abarcan el menor porcentaje (0.02 %)”.

➤ **Intercuenca del río Tulumayo**

Tabla 13 “Uso de suelos de la intercuenca del río Tulumayo”

“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 tulumayo, 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 %)”

➤ **Subcuenca del río Aynamayo**

Tabla 14 “Uso de suelos en la subcuenca del río Aynamayo”

“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 Aynamayo, 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 %)”.

➤ **Subcuenca del río Monobamba**

Tabla 15 “Uso de suelos en la subcuenca del río Monobamba”

“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
“Lagos 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 Monobamba, 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 Marancocha**

Tabla 16 “Uso de suelos en la subcuenca del río Marancocha”

“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
“Lagos 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 Marancocha, 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 %)”

➤ **Subcuenca del río Tambillo**

Tabla 17 “Uso de suelos en la subcuenca del río tambillo”

“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
“Lagos 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 tambillo, así como su disposición porcentual, siendo así que los pastizales ocupan la mayor área (70.40 %) mientras que, los nevados abarcan el menor porcentaje”.

5.1.3 Número curva

➤ **Subcuenca del río Shimayacu**

Tabla 18 “Número curva de la subcuenca del río Shimayacu”

“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
“Lagos y lagunas”	0.11	0.02	30	0.53
Total	650.47	100.00		5484.91
Número curva promedio		54.85		

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

➤ **Intercuenca del río tulumayo**

Tabla 19 “Número curva de la intercuenca del río tulumayo”

“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 tulumayo siendo de 53.46, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service)”.

➤ **Subcuenca del río Aynamayo**

Tabla 20 “Número curva de la subcuenca del río Aynamayo”

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

➤ **Subcuenca del río Monobamba**

Tabla 21 “Número curva de la subcuenca del río Monobamba”

“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
“Lagos 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 Monobamba siendo de 53.84, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service)”.

➤ **Subcuenca del río Marancocha**

Tabla 22 “Número curva de la subcuenca del río Marancocha”

“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
“Lagos 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 Marancocha siendo de 63.83, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service)”.

➤ **Subcuenca del río tambillo**

Tabla 23 “Número curva de la subcuenca del río tambillo”

“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
“Lagos 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 tambillo siendo de 66.68, esto para la aplicación del método S.C.S (Soil Conservation Service)”.

5.1.4 Curva I – D – F

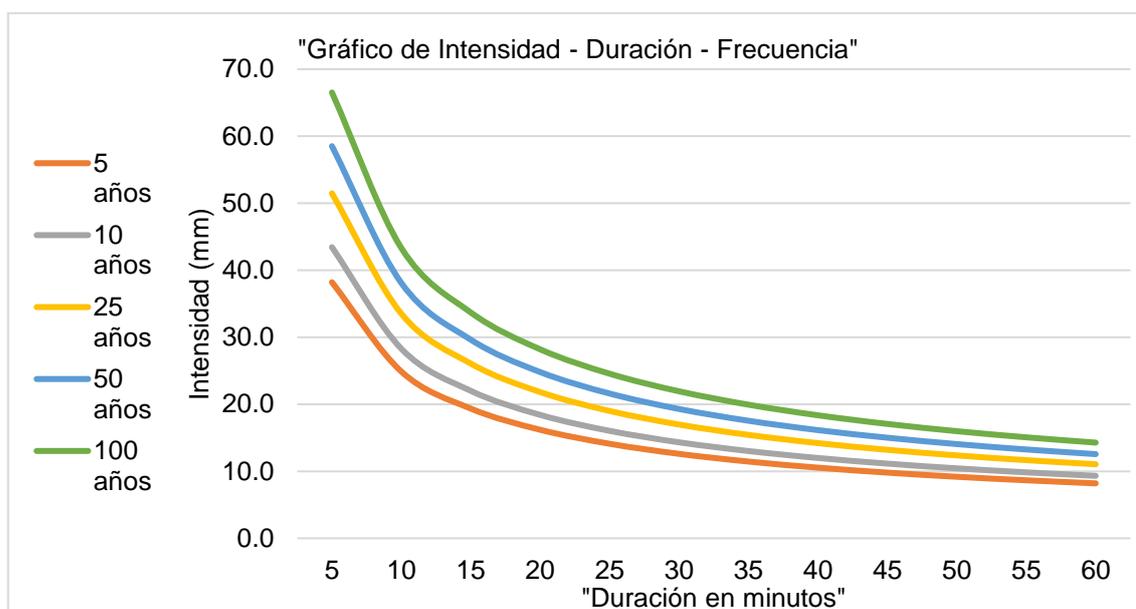
➤ **Subcuenca del río Shimayacu**

Tabla 24 “Curva IDF de la subcuenca del río Shimayacu”

“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 Shimayacu”.

Figura 4 “Curva IDF de la subcuenca del río Shimayacu”



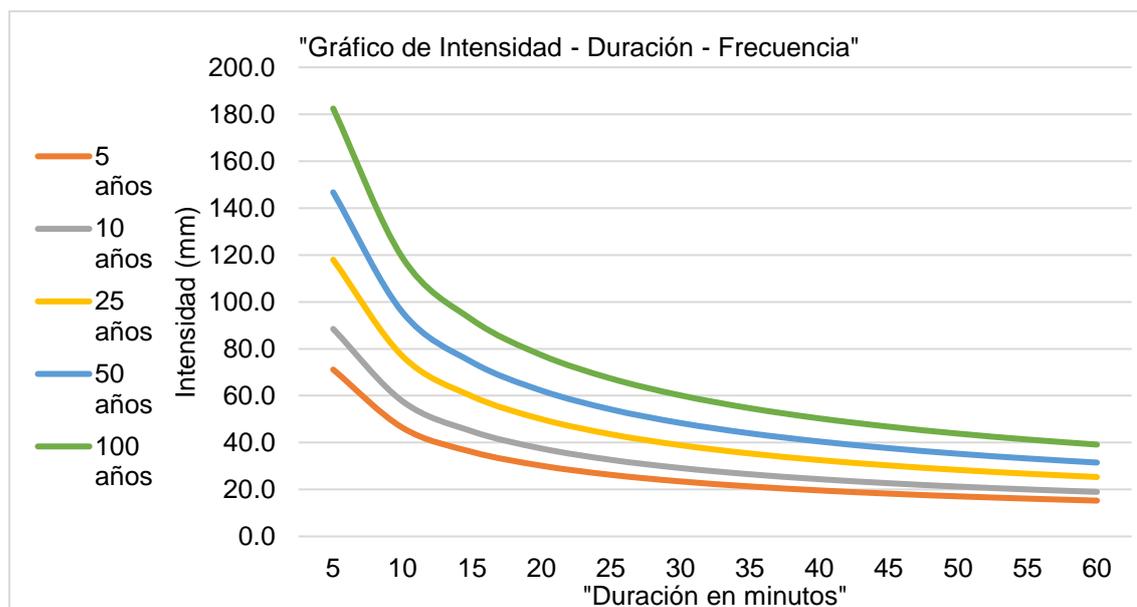
“En la figura se representa las curvas de intensidad, duración y frecuencia según diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) en la intercuenca del río Shimayacu”.

Tabla 25 “Intercuenca del río Tulumayo”

“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 Tulumayo”.

Figura 5 “Curva IDF de la intercuenca 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 intercuenca del río Tulumayo”

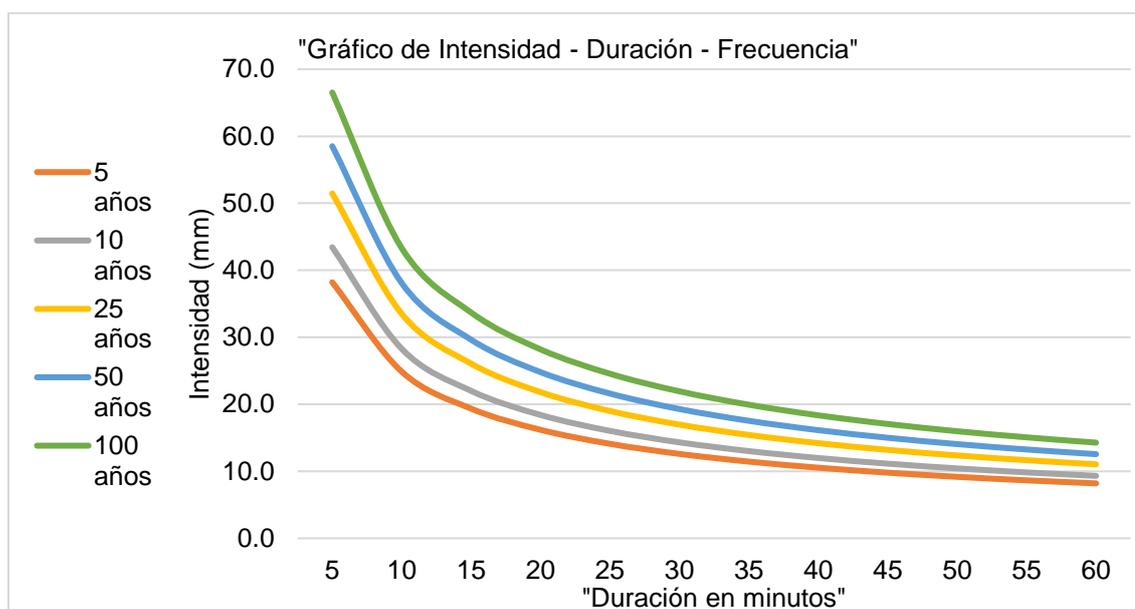
➤ **Subcuenca del río Aynamayo**

Tabla 26 “Curva IDF de la subcuenca del río Aynamayo”

“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”.

Figura 6 “IDF de la subcuenca del río Secoa 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”

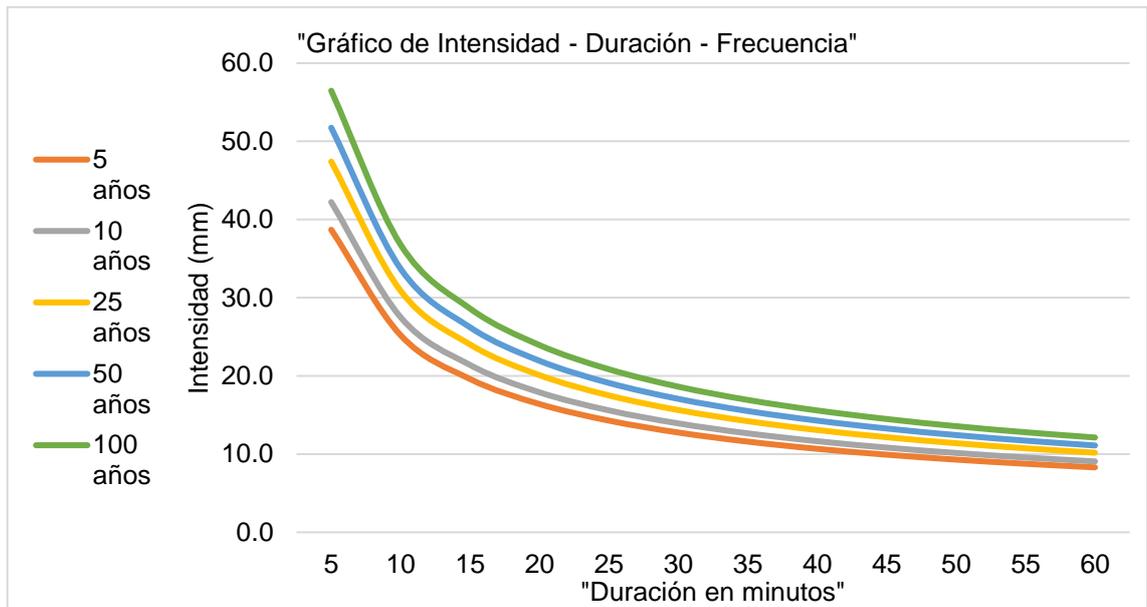
➤ **Subcuenca del río Monobamba**

Tabla 27 “Curva IDF de la subcuenca del río Monobamba”

“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 Monobamba”.

Figura 7 “Curva IDF de la subcuenca del río Monobamba”



“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 Monobamba”.

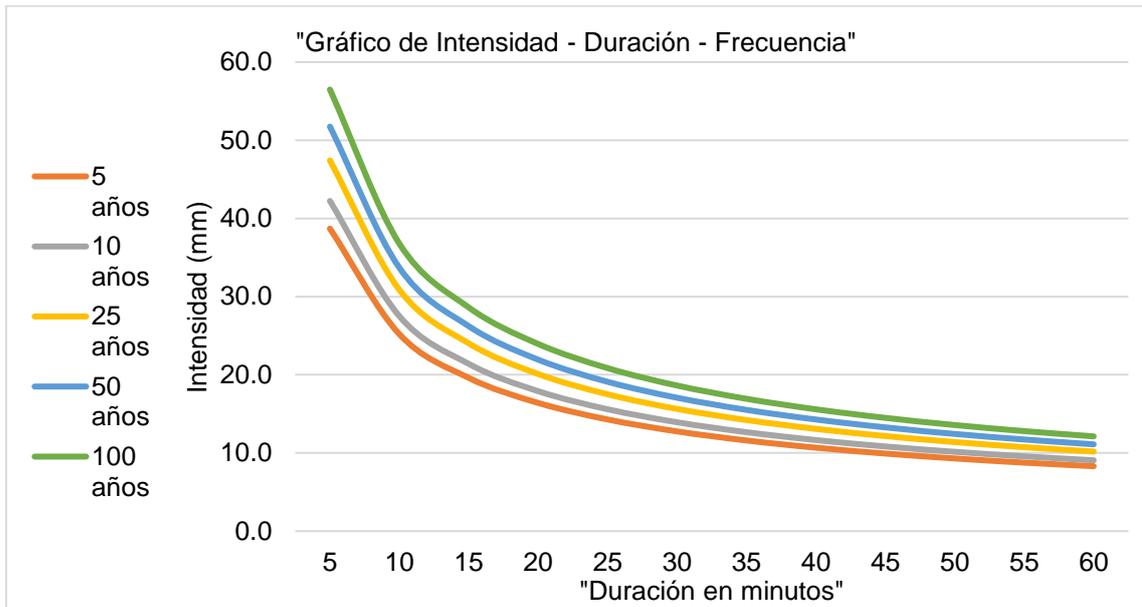
➤ **Subcuenca del río Marancocha**

Tabla 28 “Curva IDF de la subcuenca del río Marancocha”

“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 Marancocha”.

Figura 8 “Curva IDF de la subcuenca del río Marancocha”



“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 Marancocha”.

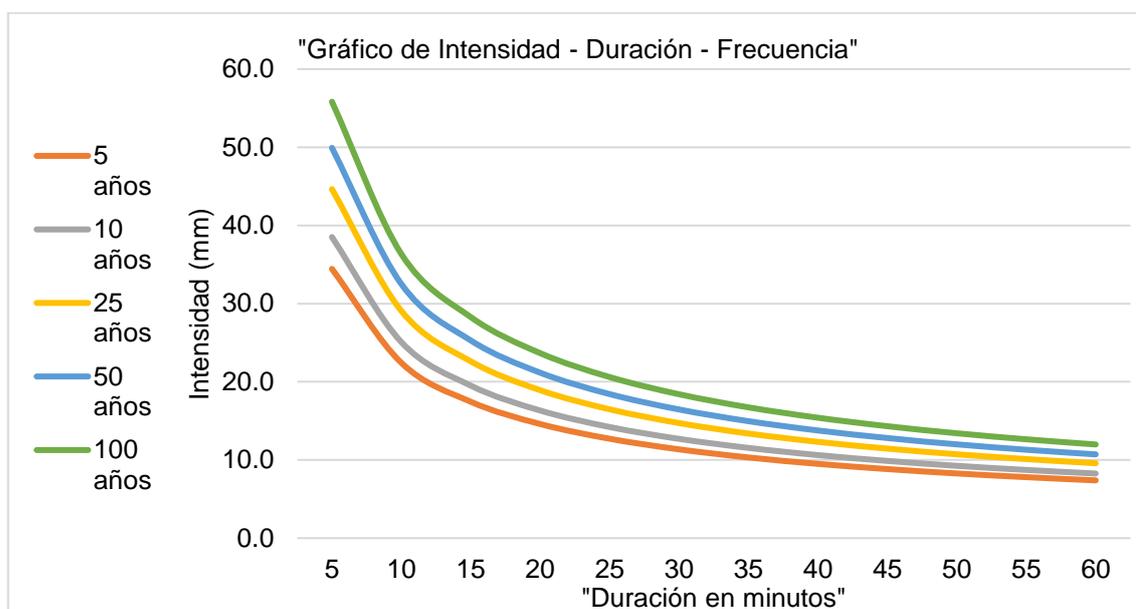
➤ **Subcuenca del río Tambillo**

Tabla 29 “Curva IDF de la subcuenca del río tambillo”.

“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 Tambillo”.

Figura 9 “Curva IDF de la subcuenca del río Tambillo”



“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 Tambillo”.

5.1.5 Tiempo de convergencia

Tabla 30 “Tiempo de convergencia”

	“Longitud de cauce más largo (m)”	“Pendiente (m/m)”	“Tiempo de convergencia (min)”
“Subcuenca del río Shimayacu”	69039.00	0.05	328.87
“Intercuenca del río Tulumayo”	14837.00	0.10	78.33
“Subcuenca del río Aynamayo”	18190.00	0.06	109.77
“Subcuenca del río Monobamba”	95740.00	0.04	482.98
“Subcuenca del río Marancocha”	39680.00	0.05	214.00
“Subcuenca del río Tambillo”	45112.00	0.04	270.11

“En los cuadros se muestra el tiempo de convergencia en minutos de las subcuencas involucradas e intercuenca, según Kirpich”.

5.1.6 Histograma

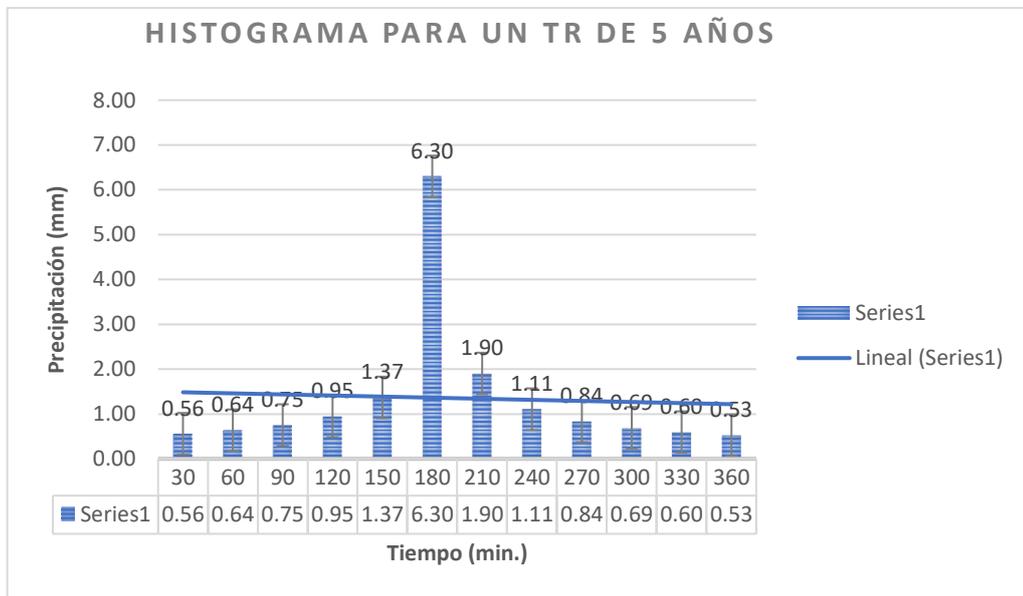
➤ Subcuenca del río Shimayacu

Tabla 31 “Tiempo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Shimayacu”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Shimayacu para un periodo de retorno de 5 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 10 “Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Shimayacu”



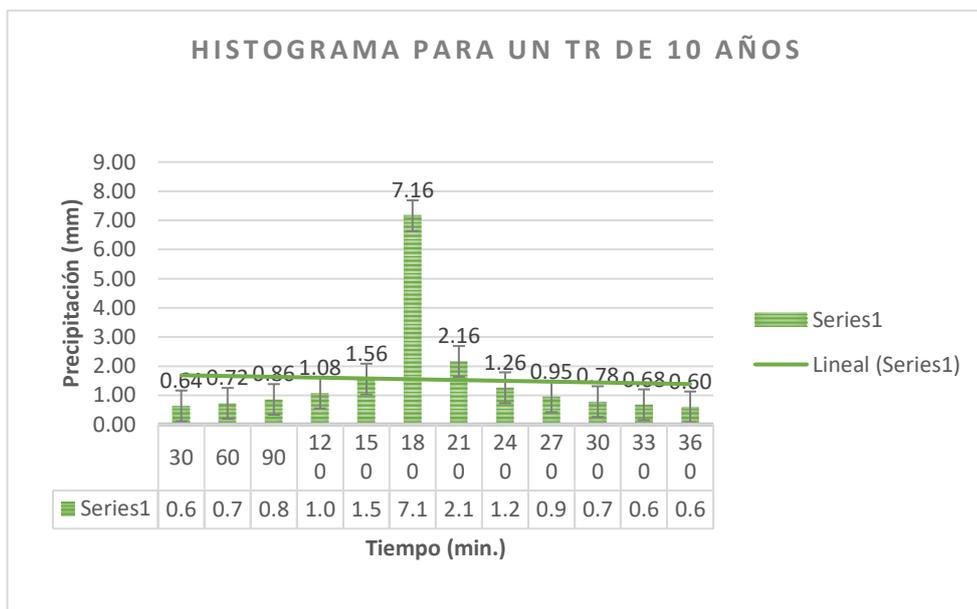
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Shimayacu para un periodo de retorno de 5 años”.

Tabla 32 “Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Shimayacu”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Shimayacu para un periodo de retorno de 10 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 11 “Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Shimayacu”



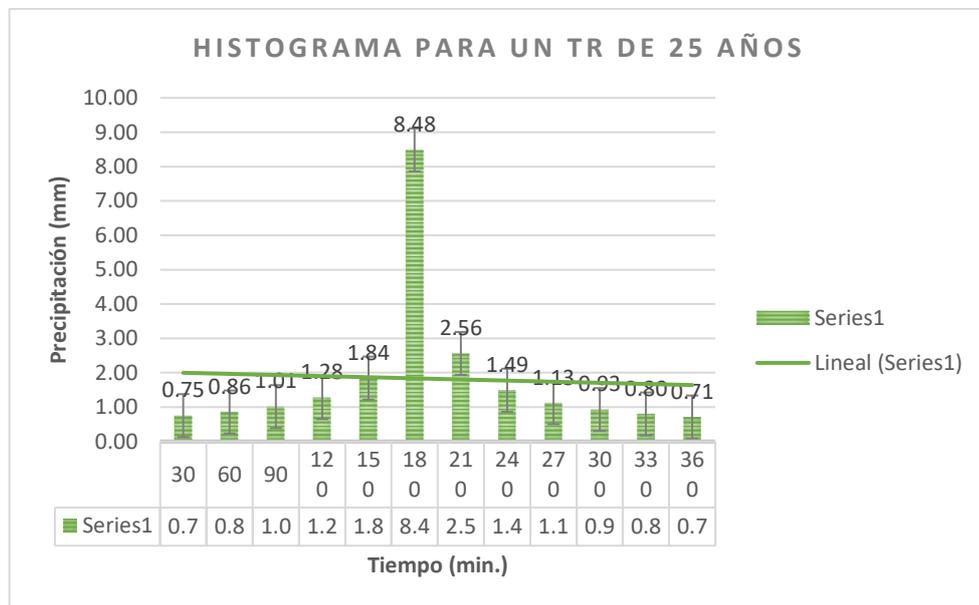
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Shimayacu para un periodo de retorno de 10 años”.

Tabla 33 “Periodo de retorno de 25 años de la subcuena del río Shimayacu”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuena del río Shimayacu para un tiempo de retorno de 25 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 12 “Periodo de retorno de 25 años, subcuena del río Shimayacu”



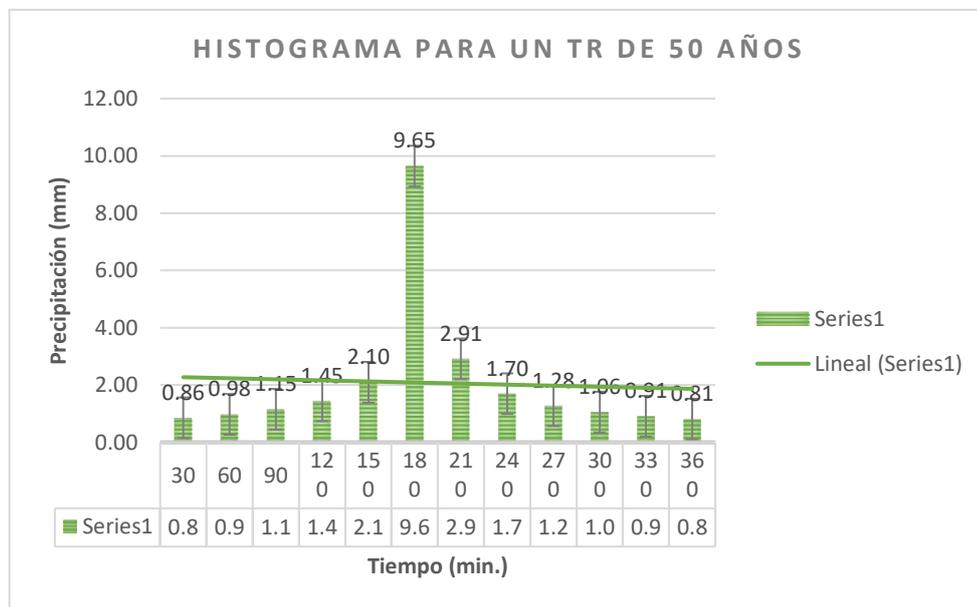
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuena del río Shimayacu para un periodo de retorno de 25 años”.

Tabla 34 “Periodo de retorno de 50 años de la subcuena del río Shimayacu”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuena del río Shimayacu para un periodo de retorno de 50 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 13 “Periodo de retorno de 50 años, subcuena del río Shimayacu”



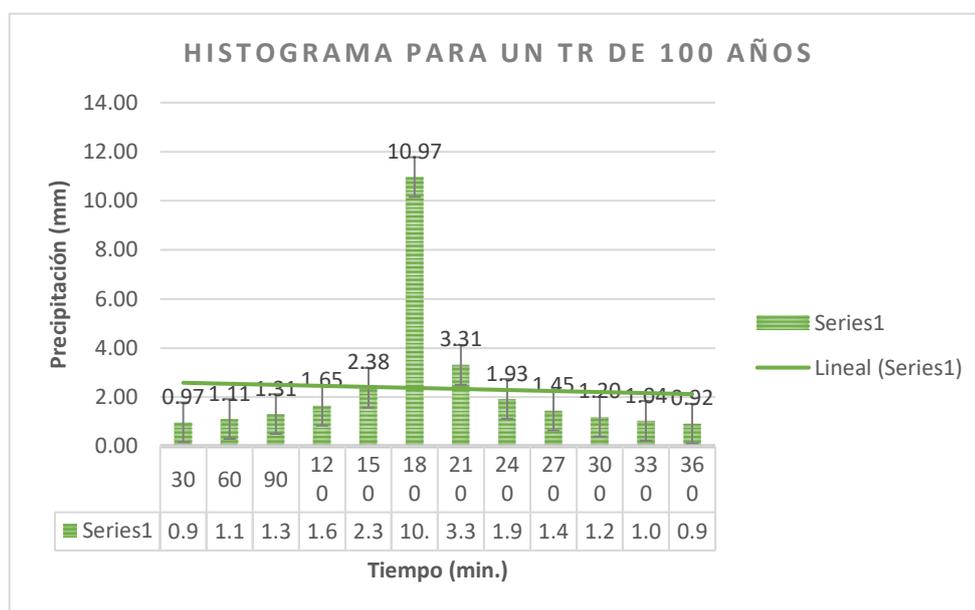
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuena del río Shimayacu para un periodo de retorno de 50 años”.

Tabla 35 “Tiempo de retorno de 100 años de la subcuena del río Shimayacu”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuena del río Shimayacu para un periodo de retorno de 100 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 14 “Periodo de retorno de 100 años, subcuena del río Shimayacu”



“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuena del río Shimayacu para un periodo de retorno de 100 años”.

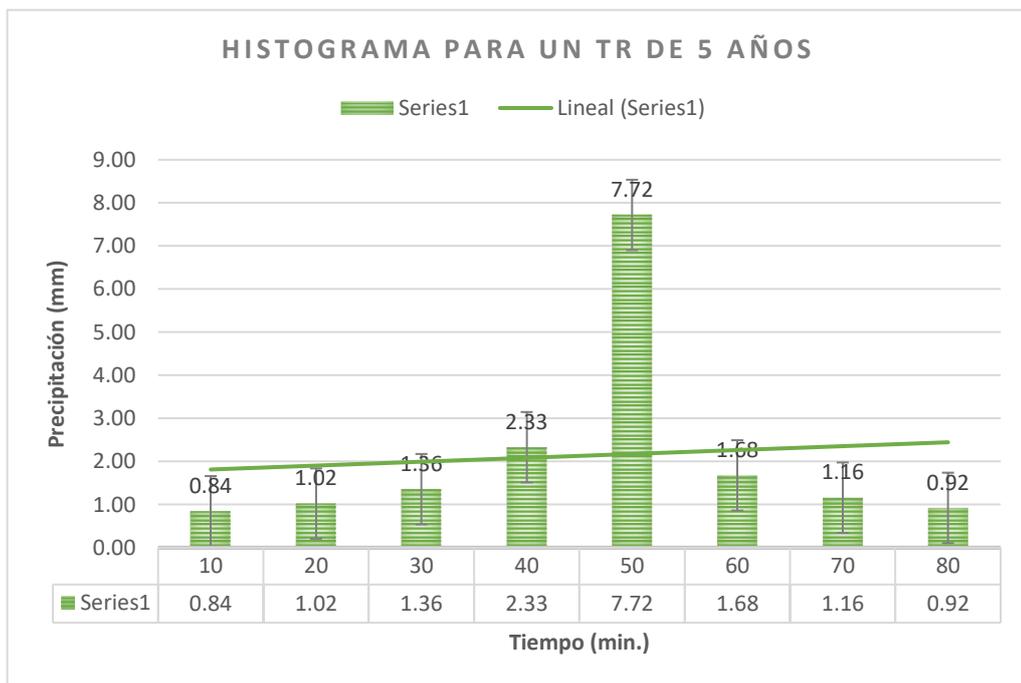
➤ **Intercuencia del río Tulumayo**

Tabla 36 “Periodo de retorno 5 años de la intercuencia del río Tulumayo”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la intercuencia del río Tulumayo para un periodo de retorno de 5 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 15 “Periodo de retorno de 5 años, intercuencia del río tulumayo”



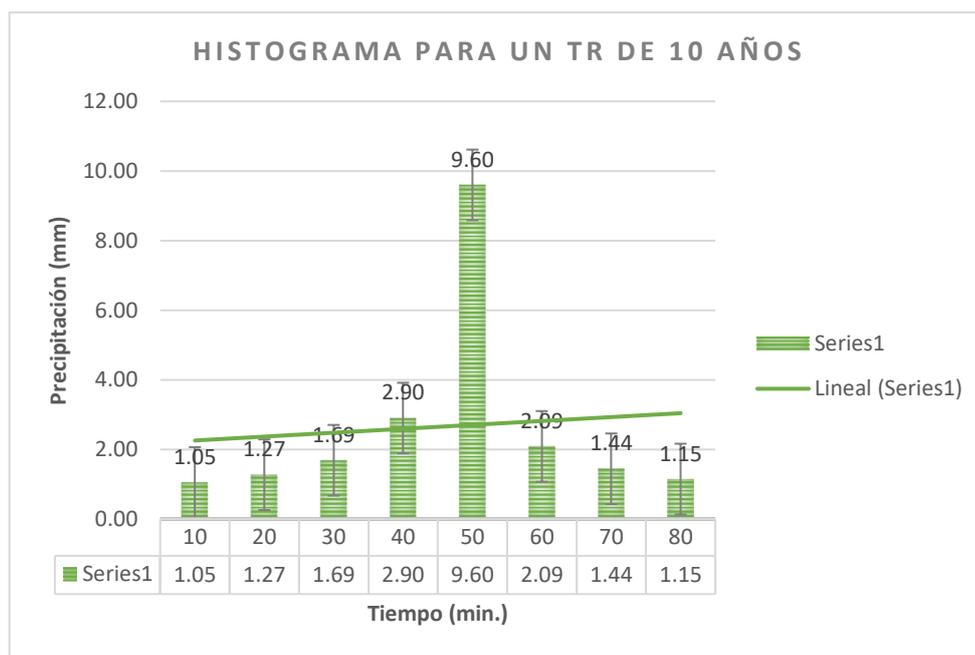
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la intercuencia del río Tulumayo para un periodo de retorno de 5 años”.

Tabla 37 “Periodo de retorno 10 años intercuenca del río Tulumayo”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la intercuenca del río Tulumayo para un periodo de retorno de 10 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 16 “Periodo de retorno de 10 años, intercuenca del río tulumayo”



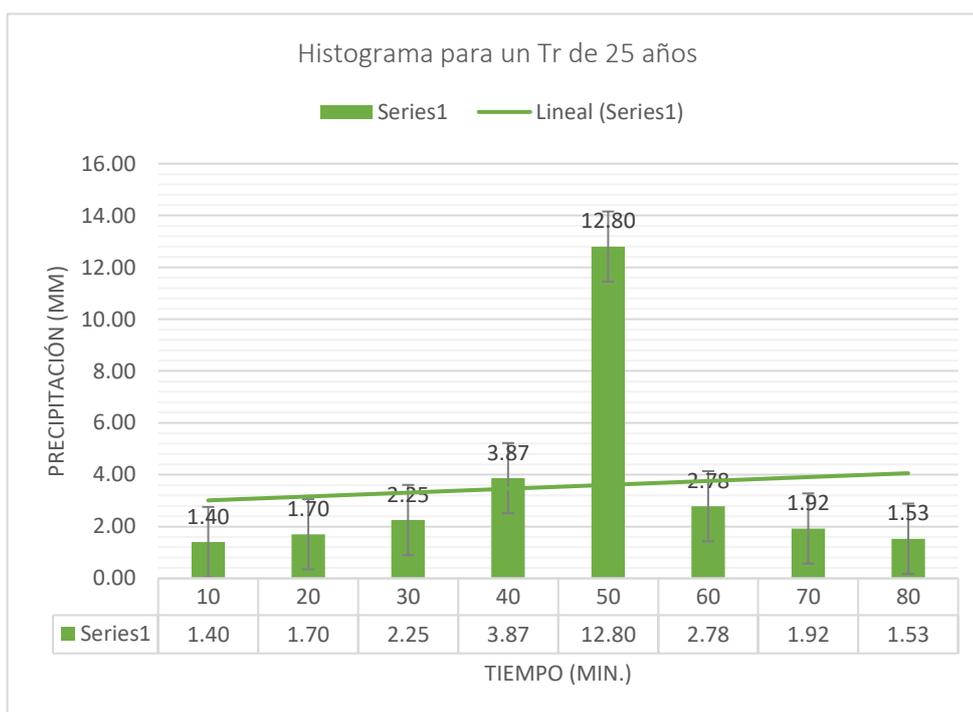
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la intercuenca del río tulumayo para un periodo de retorno de 10 años”.

Tabla 38 “Periodo de retorno 25 años intercuenca del río Tulumayo”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la intercuenca del río Tulumayo para un periodo de retorno de 25 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 17 “Periodo de retorno de 25 años, intercuenca del río Tulumayo”



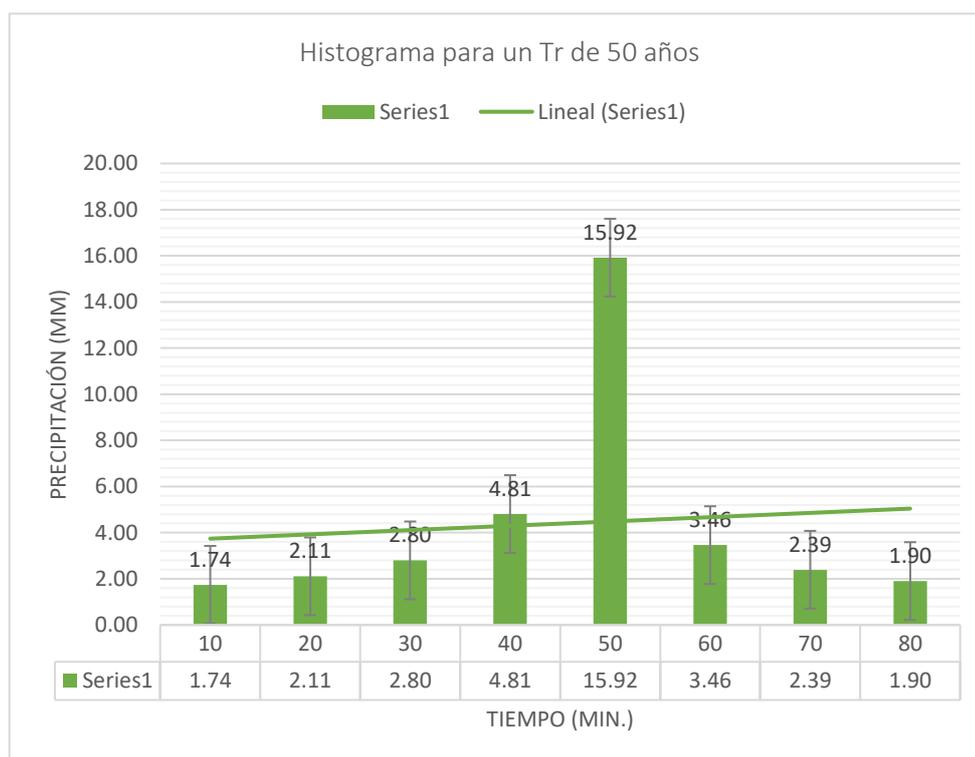
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la intercuenca del río Tulumayo para un periodo de retorno de 25 años”.

Tabla 39 “Periodo de retorno 50 años intercuenca del río Tulumayo”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	Tiempo (min) A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la intercuenca del río Tulumayo para un periodo de retorno de 50 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 18 “Periodo de retorno de 50 años, intercuenca del río Tulumayo”



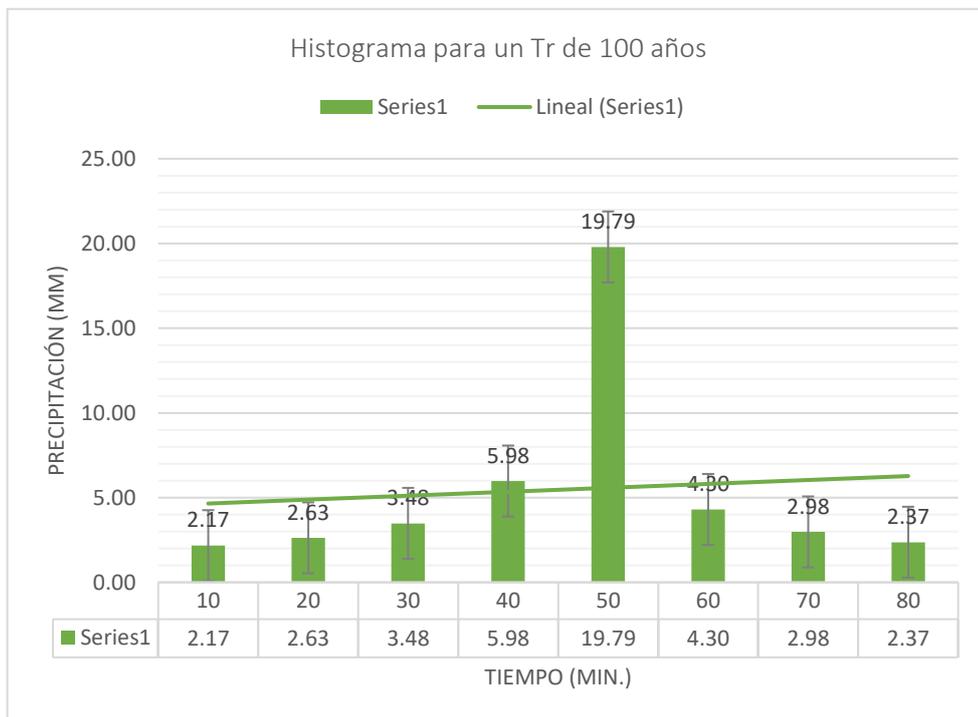
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la intercuenca del río Tulumayo para un periodo de retorno de 50 años”.

Tabla 40. “Periodo de retorno 100 años intercuenca del río Tulumayo”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la intercuenca del río Tulumayo para un periodo de retorno de 100 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 19 “Periodo de retorno de 100 años, intercuenca del río Tulumayo”



“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la intercuenca del río Tulumayo para un periodo de retorno de 100 años”.

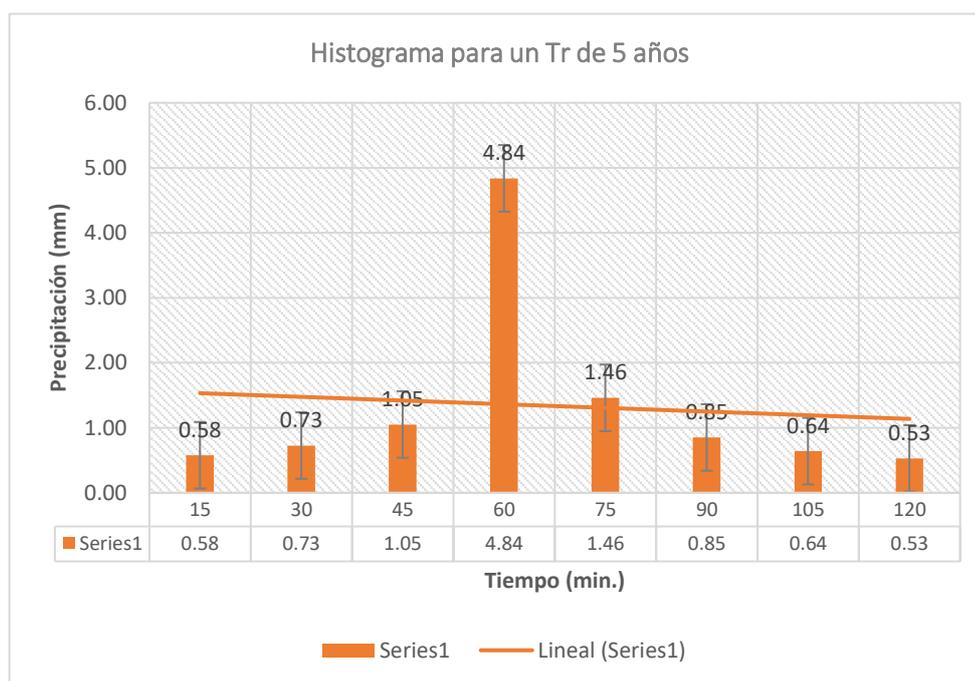
➤ **Intercuenca del río Aynamayo**

Tabla 41 “Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Aynamayo”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Aynamayo para un periodo de retorno de 5 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 20 “Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Aynamayo”



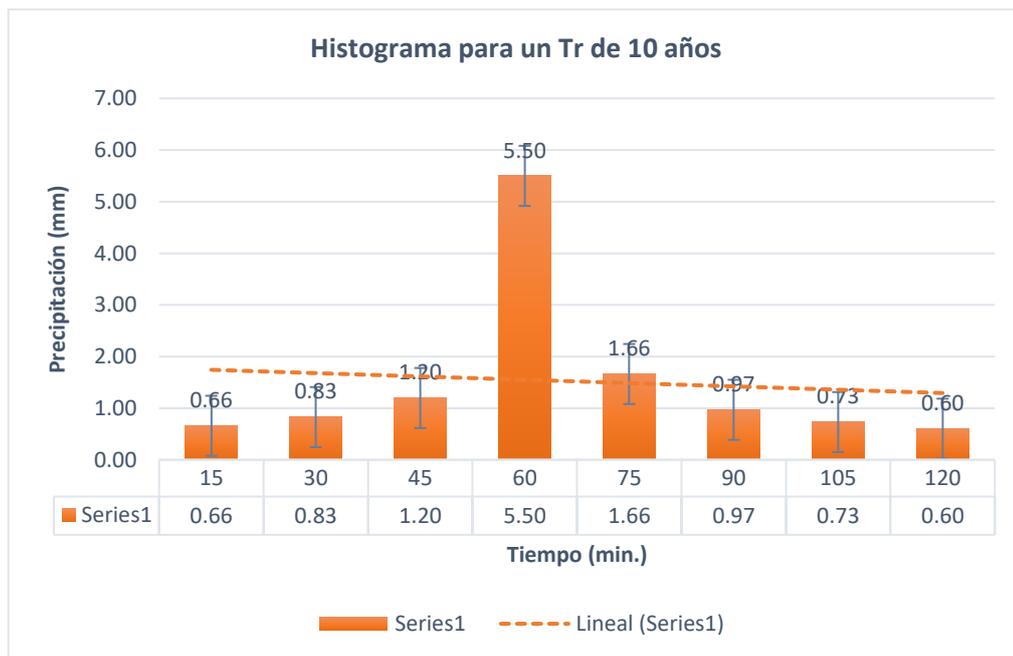
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Aynamayo para un periodo de retorno de 5 años”.

Tabla 42 “Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Aynamayo”

Duración (min)	Intensidad P. acumulada (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

El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Aynamayo para un periodo de retorno de 10 años, esto en base a la metodología del bloque alterno.

Figura 21 “Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Aynamayo”



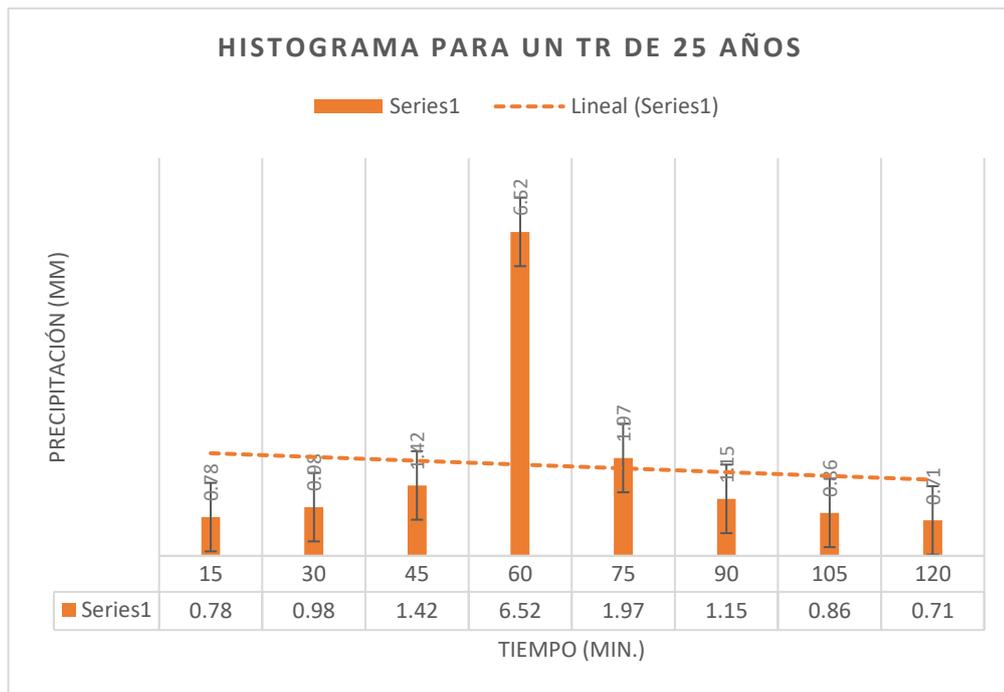
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Aynamayo para un periodo de retorno de 10 años”.

Tabla 43 “Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Aynamayo”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	Tiempo (min) A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Aynamayo para un periodo de retorno de 25 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 22 “Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Aynamayo”



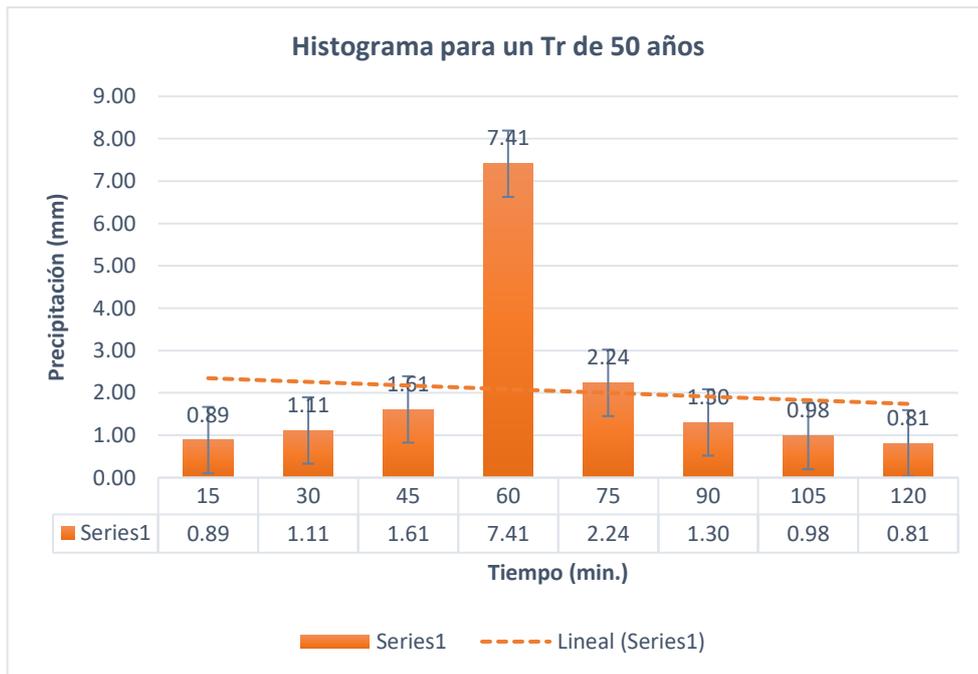
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Aynamayo para un periodo de retorno de 25 años”.

Tabla 44 “Periodo de retorno de 50 años de la subcuenca del río Aynamayo”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Aynamayo para un periodo de retorno de 50 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 23 “Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Aynamayo”



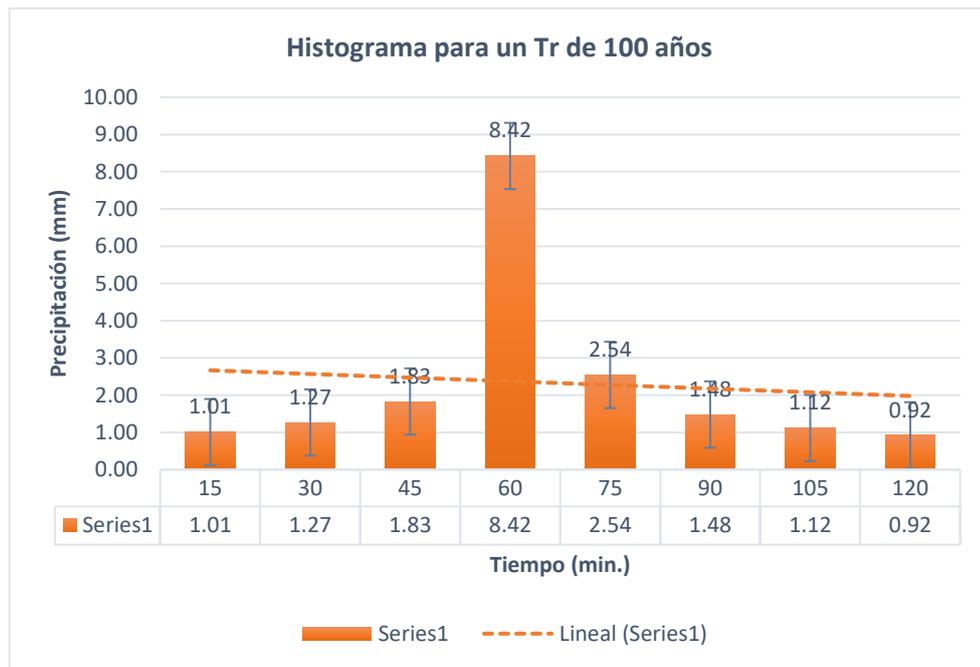
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Aynamayo para un periodo de retorno de 50 años”.

Tabla 45 “Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Aynamayo”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	Tiempo (min) A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Aynamayo para un periodo de retorno de 100 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 24 “Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Aynamayo”



“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Aynamayo para un periodo de retorno de 100 años”.

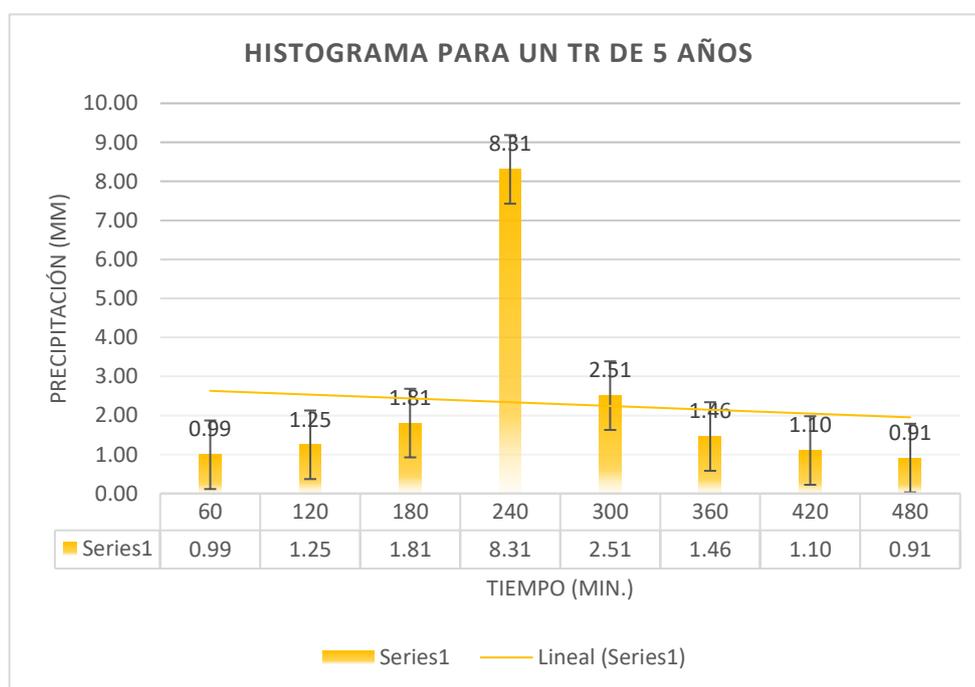
➤ **Subcuenca del río Monobamba**

Tabla 46 “Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Monobamba”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Monobamba para un periodo de retorno de 5 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 25 “Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Monobamba”



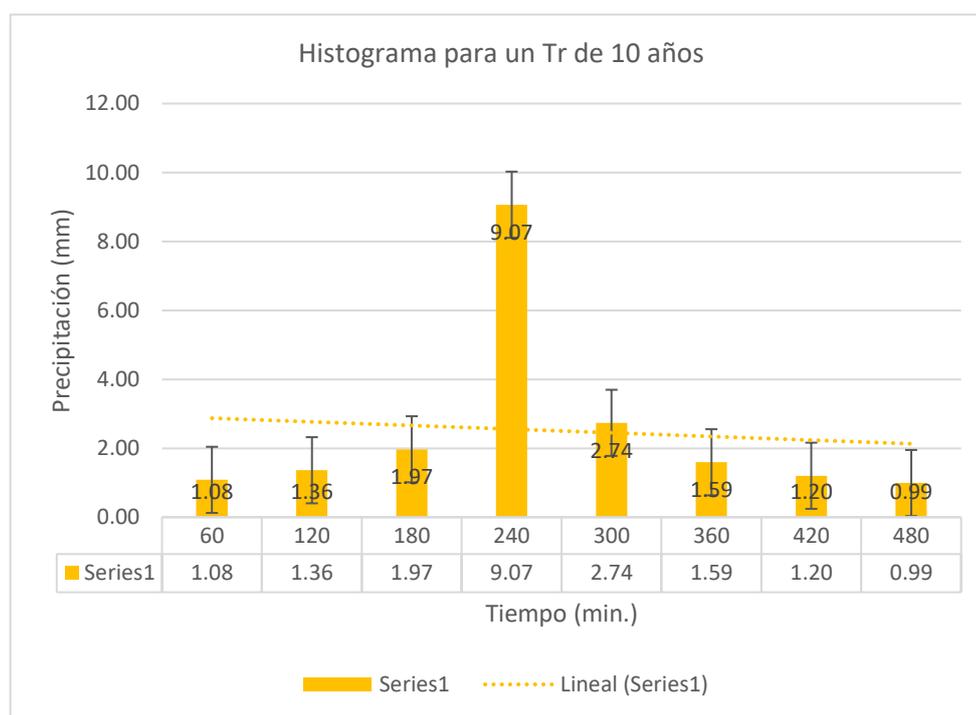
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Monobamba para un periodo de retorno de 5 años”.

Tabla 47 “Periodo de retorno 10 años de la subcuenca del río Monobamba”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Monobamba para un periodo de retorno de 10 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 26 “Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Monobamba”



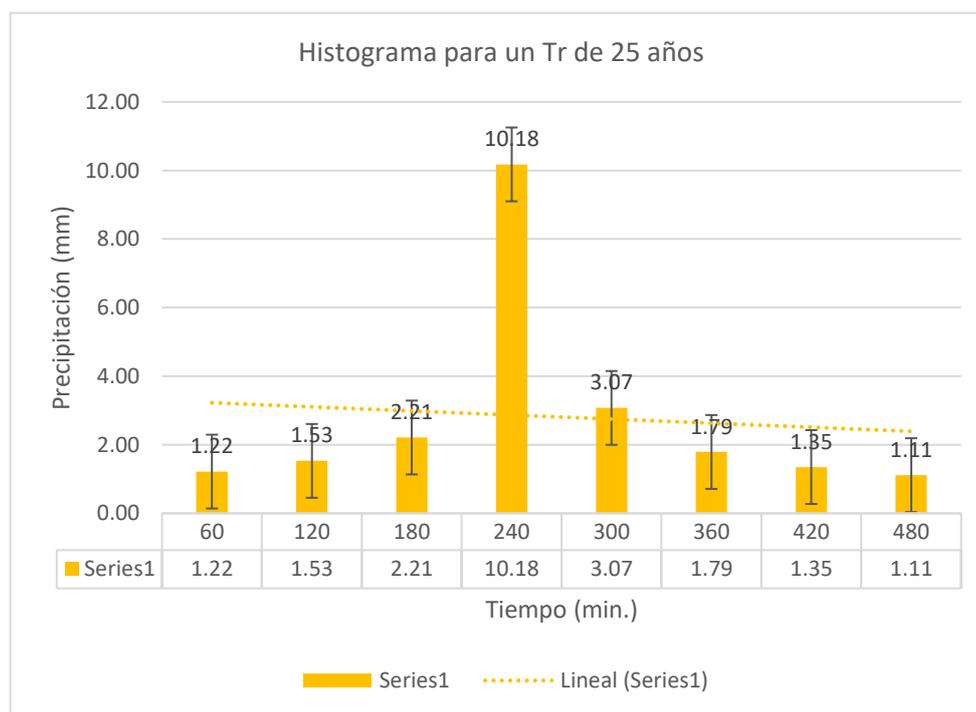
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Monobamba para un periodo de retorno de 10 años”.

Tabla 48 “Periodo de retorno 25 años de la subcuenca del río Monobamba”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Monobamba para un periodo de retorno de 25 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 27 “Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Monobamba”



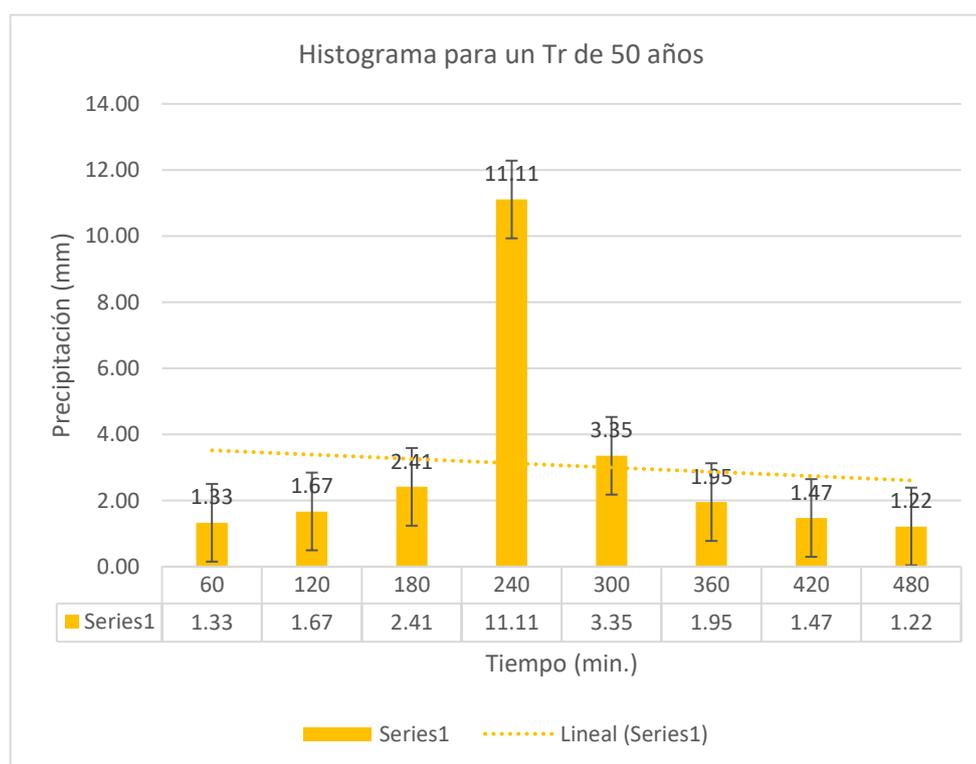
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Monobamba para un periodo de retorno de 25 años”.

Tabla 49 “Periodo de retorno 50 años de la subcuenca del río Monobamba”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Monobamba para un periodo de retorno de 50 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 28 “Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Monobamba”



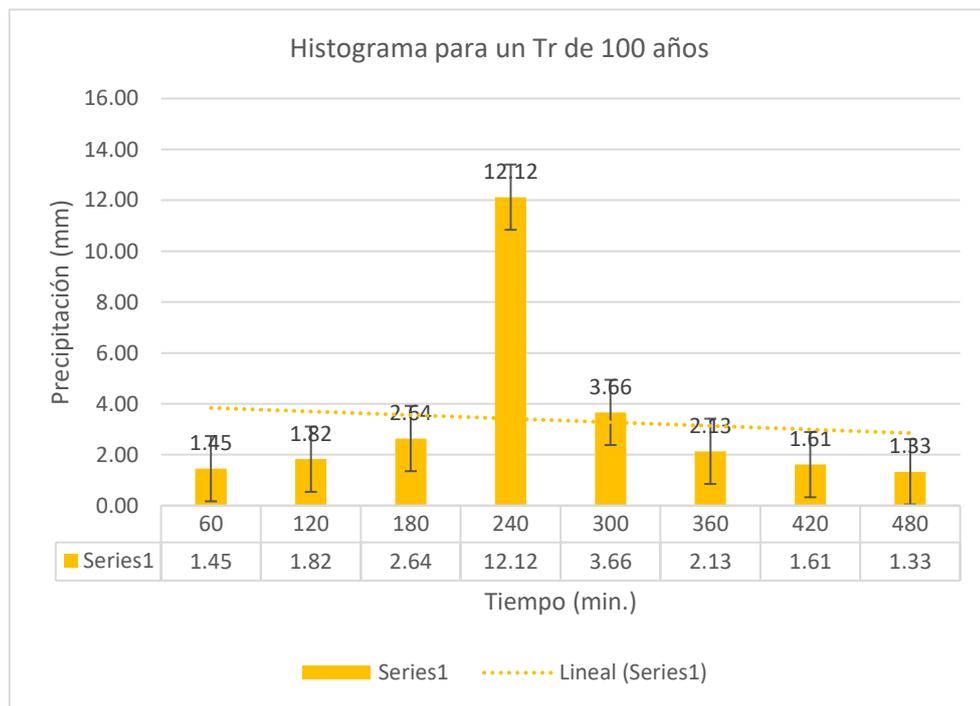
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Monobamba para un periodo de retorno de 50 años”.

Tabla 50 “Periodo de retorno 100 años de la subcuenca del río Monobamba”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Monobamba para un periodo de retorno de 100 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 29 “Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Monobamba”



“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Monobamba para un periodo de retorno de 100 años”.

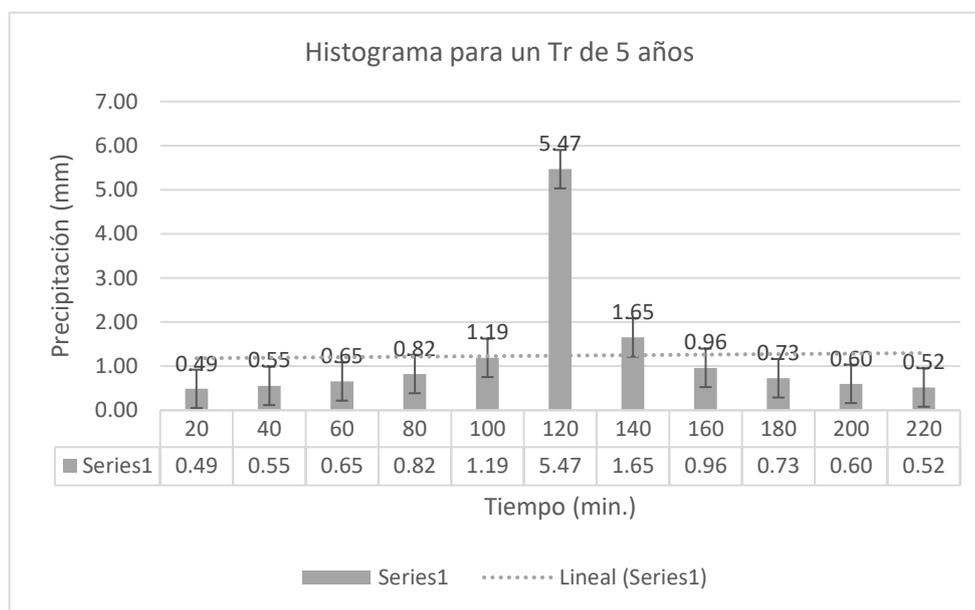
➤ **Subcuenca del río Marancocha**

Tabla 51 “Periodo de retorno 5 años de la subcuenca del río Marancocha”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Marancocha para un periodo de retorno de 5 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 30 “Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Marancocha”



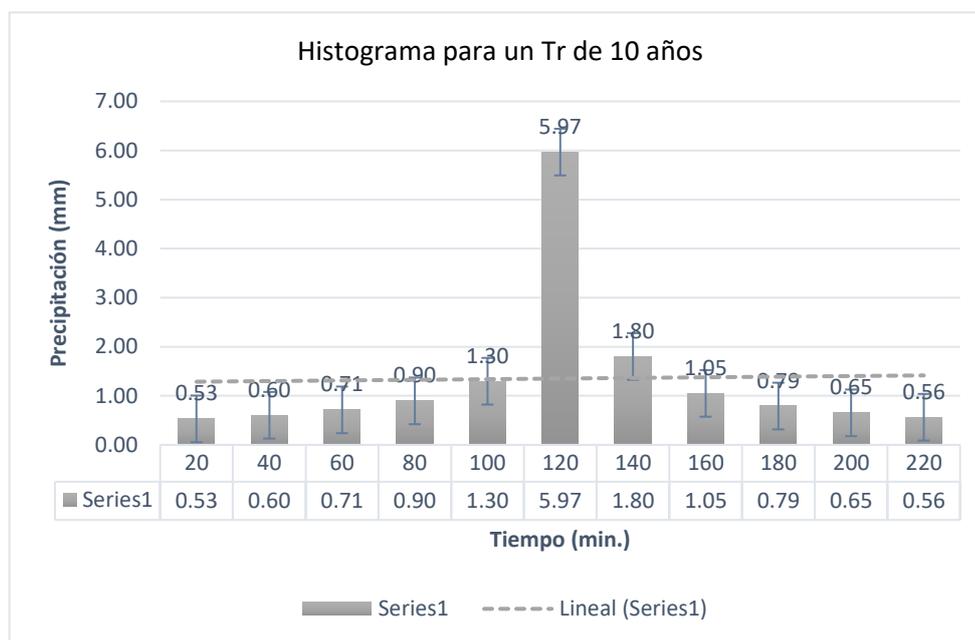
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Marancocha para un periodo de retorno de 5 años”.

Tabla 52 “Periodo de retorno 10 años de la subcuenca del río Marancocha”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Marancocha para un periodo de retorno de 10 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 31 “Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Marancocha”



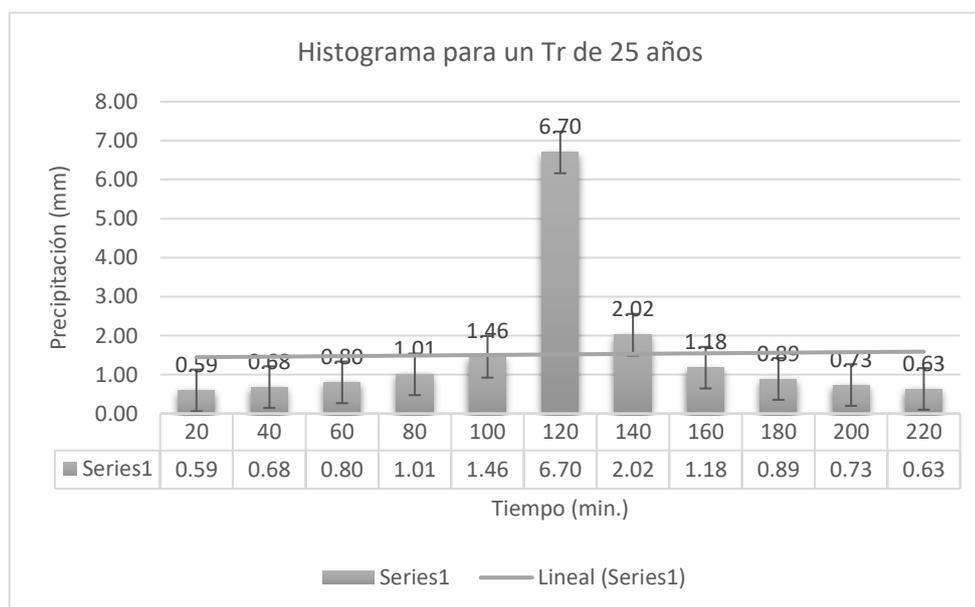
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Marancocha para un periodo de retorno de 10 años”.

Tabla 53 “Periodo de retorno 25 años de la subcuenca del río Marancocha”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Marancocha para un periodo de retorno de 25 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 32 “Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Marancocha”



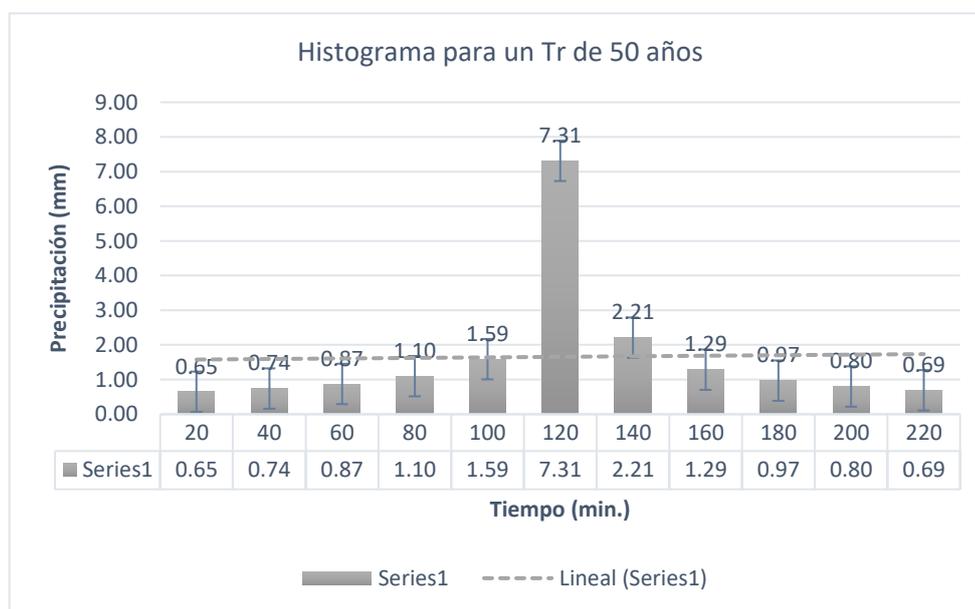
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Marancocha para un periodo de retorno de 25 años”.

Tabla 54 “Periodo de retorno 50 años de la subcuenca del río Marancocha”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Marancocha para un periodo de retorno de 50 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 33 “Periodo de retorno de 50 años, subcuenca del río Marancocha”



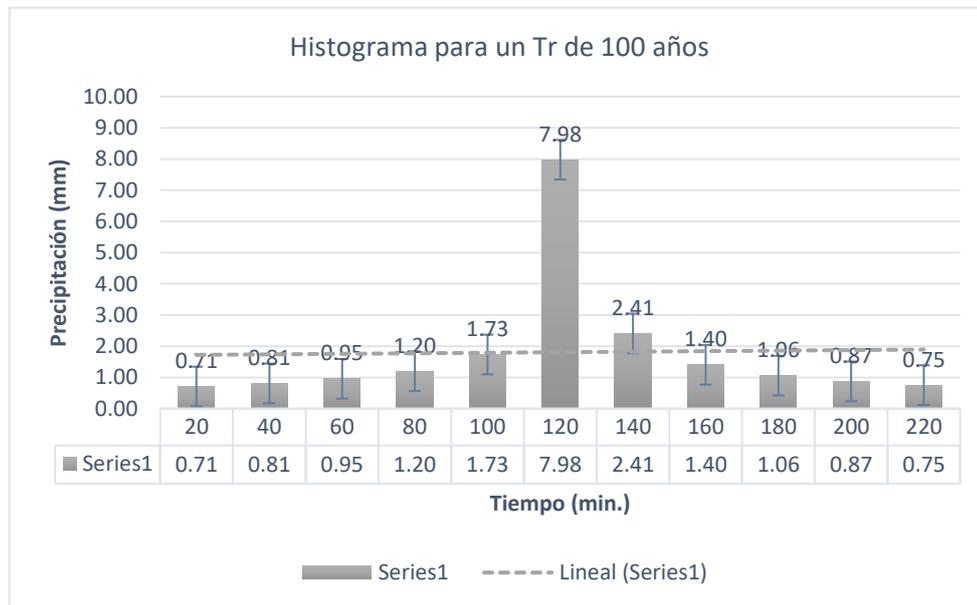
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Marancocha para un periodo de retorno de 50 años”.

Tabla 55 “Periodo de retorno 100 años de la subcuenca del río Marancocha”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Marancocha para un periodo de retorno de 100 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 34 “Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Marancocha”



“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Marancocha para un periodo de retorno de 100 años”.

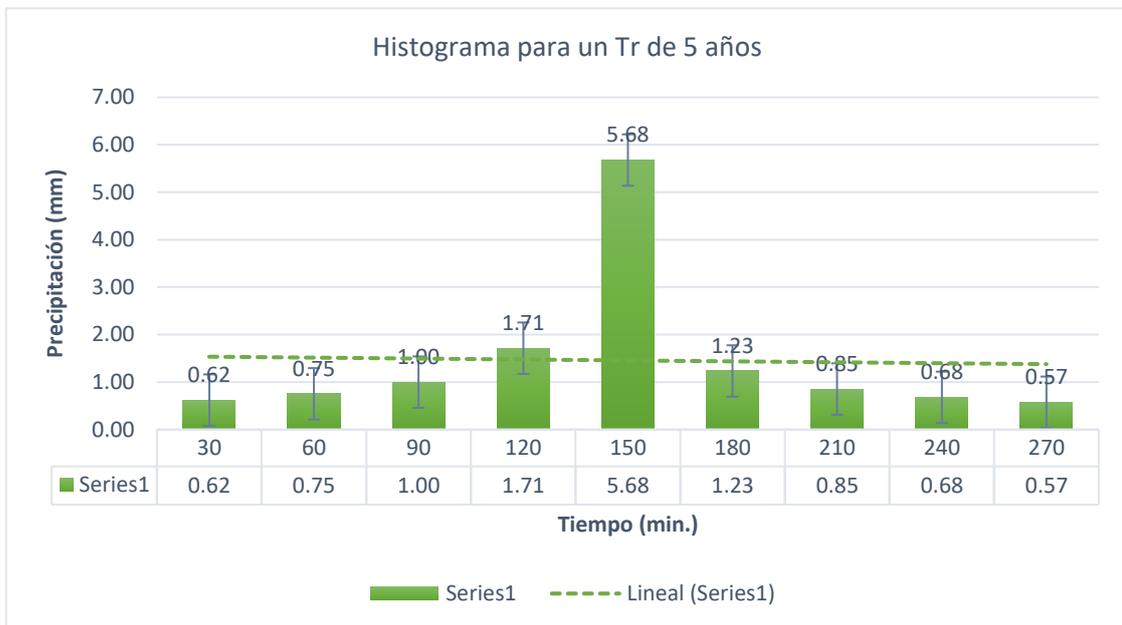
Subcuenca del río Tambillo

Tabla 56 “Periodo de retorno de 5 años de la subcuenca del río Tambillo”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Tambillo para un periodo de retorno de 5 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 35 “Periodo de retorno de 5 años, subcuenca del río Tambillo”



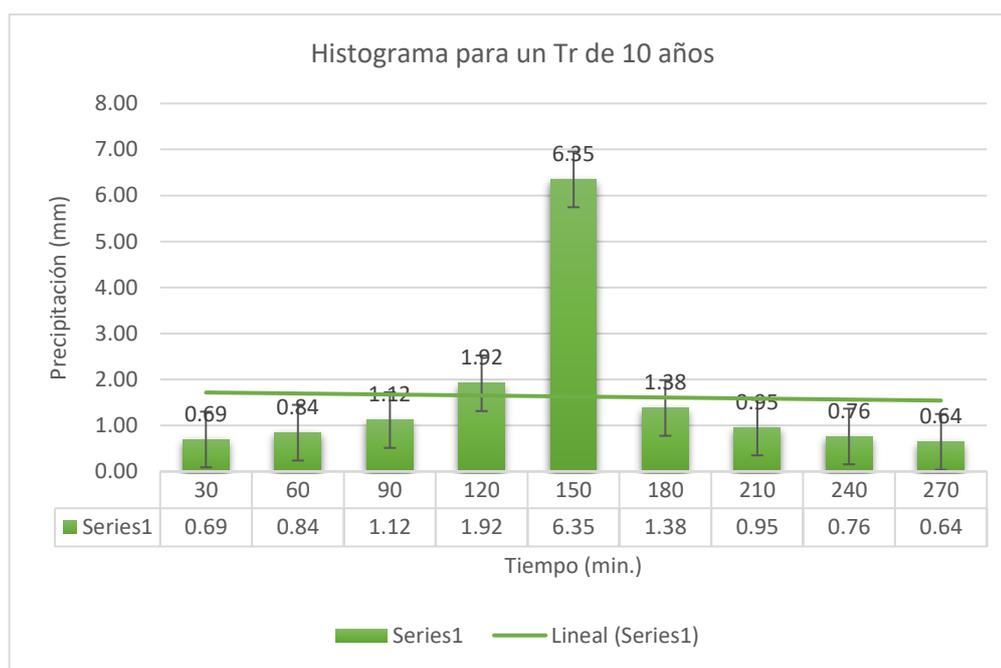
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Tambillo para un periodo de retorno de 5 años”.

Tabla 57 “Periodo de retorno de 10 años de la subcuenca del río Tambillo”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Tambillo para un periodo de retorno de 10 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 36 “Periodo de retorno de 10 años, subcuenca del río Tambillo”



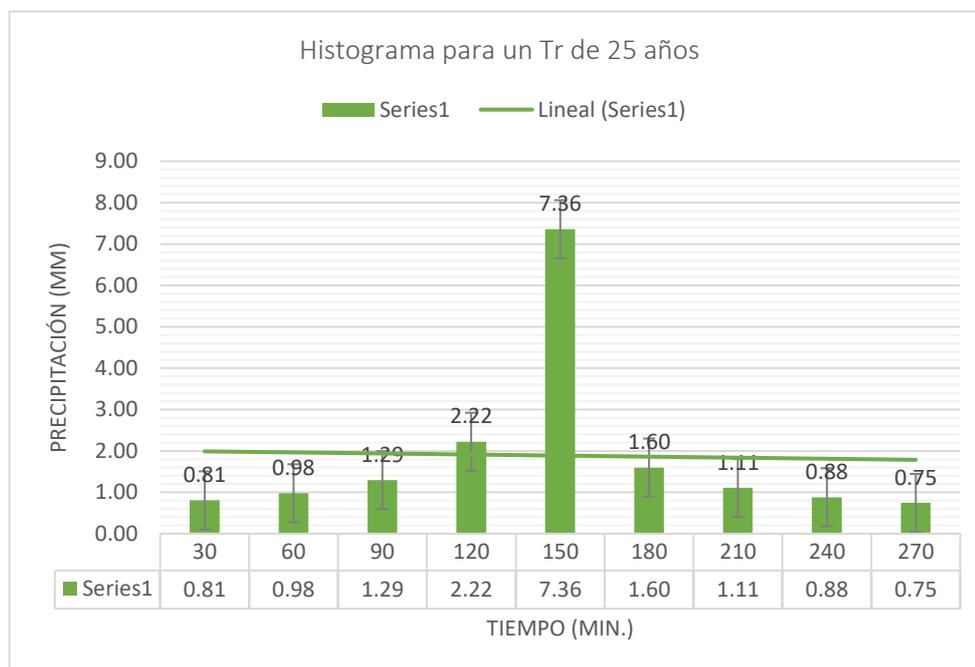
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Tambillo para un periodo de retorno de 10 años”.

Tabla 58 “Periodo de retorno de 25 años de la subcuenca del río Tambillo”

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Profundidad ordenada (mm)	Tiempo (min) De	Tiempo (min) A	Precipitación (mm)
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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Tambillo para un periodo de retorno de 25 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 37 “Periodo de retorno de 25 años, subcuenca del río Tambillo”



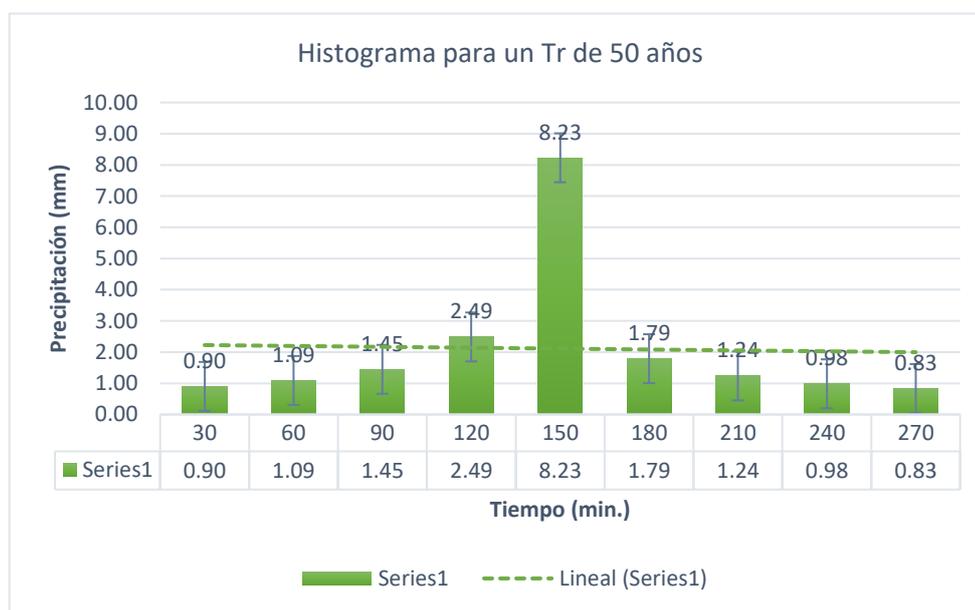
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Tambillo para un periodo de retorno de 25 años”.

Tabla 59 “Periodo de retorno de 50 años de la subcuena del río Tambillo”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuena del río Tambillo para un periodo de retorno de 50 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 38 “Periodo de retorno de 50 años, subcuena del río Tambillo”



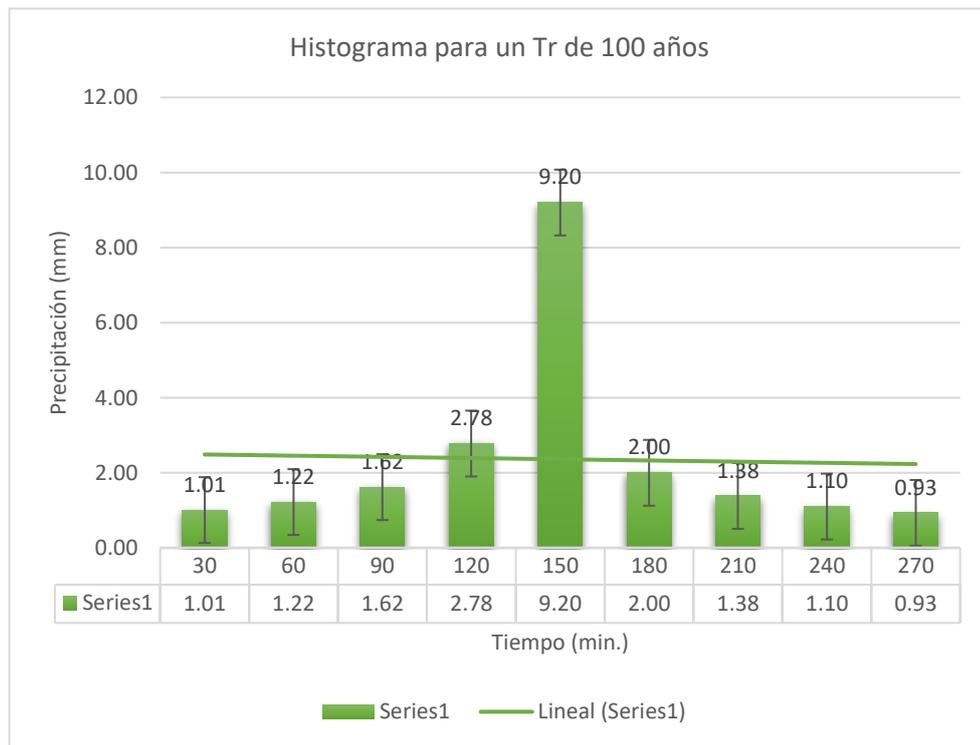
“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuena del río Tambillo para un periodo de retorno de 50 años”.

Tabla 60 “Periodo de retorno de 100 años de la subcuenca del río Tambillo”

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

“El cuadro precisa los datos numéricos del histograma para la subcuenca del río Tambillo para un periodo de retorno de 100 años, esto en base a la metodología del bloque alterno”.

Figura 39 “Periodo de retorno de 100 años, subcuenca del río Tambillo”



“En la figura se observa una muestra representativa del histograma para la subcuenca del río Tambillo para un periodo de retorno de 100 años”.

5.2 Caudales generados

Tabla 61 “Caudales generados río Tulumayo según periodo de retorno”

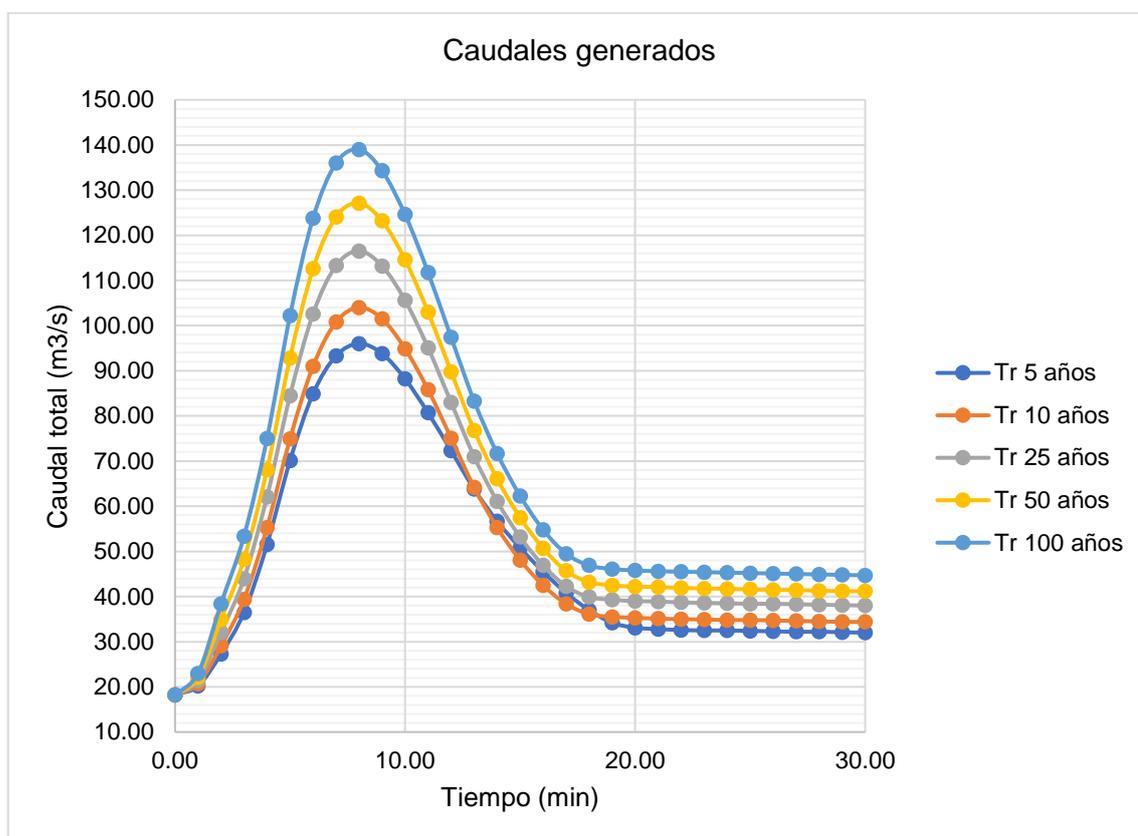
Tiempo (h)	Caudal total (m ³ /s)				
	Tr 5 años	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años
0.00	18.20	18.20	18.2	18.2	18.2
1.00	20.20	20.70	21.4	22.1	23
2.00	27.30	29.10	32.1	34.9	38.4
3.00	36.50	39.40	44	48.3	53.4
4.00	51.50	55.30	62.1	68.1	75
5.00	70.10	74.90	84.5	92.8	102.2
6.00	84.90	91.00	102.6	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 61.

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 Tulumayo, según periodo de retorno”.

Figura 40 “Caudales del río Tulumayo según periodo de retorno”



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

5.2.1 Velocidad del caudal máximo del río Tulumayo

Tabla 62 “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 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.62** se muestra las v elocidades en las secciones del río Tulumayo, tanto para el margen derecho e izquierdo”.

5.3 Tirantes del caudal máximo del río Tulumayo

“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 63 “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”.

CAPITULO VI

ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Peligro de inundación

Tabla 64 “Peligro de inundación en cada margen del río Tulumayo”

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 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.64.**

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 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**4 especifica cada uno de los niveles de peligrosidad del río Tulumayo según la a progresiva y margen correspondiente. También se puede apreciar dichos niveles de peligrosidad en el plano de inundación (Ver anexo N°06)”.

6.2 Peligro de inundación y caudal máximo.

Hipótesis general: “La evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del río Tulumayo, Playa Hermosa San Ramón – Junín, se encuentra entre los niveles de caudal máximo muy alto, alto, medio y bajo.

“Considerando lo establecido por GRD CENEPRED INDECI (2011) y los resultados se muestran, así, nivel de peligro de inundación en la faja marginal del sector Playa Hermosa margen izquierda es de MUY ALTO riesgo en las progresivas: 0+740 y 0+720, 0+680, 0+520, 0+460-0+420 y 0+020, de ALTO riesgo 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; de MEDIO riesgo en las progresivas: 0 + 340, 0 + 260 y 0 + 200, y de BAJO riesgo en progresiva: 0 +380, 0+ 280, 0+240 y 0+160.

Asimismo, el nivel de peligro de inundación en la faja marginal del sector Playa Hermosa margen derecha es de MUY ALTO riesgo en las progresivas: 0+480, 0+400, 0+260 y 0+220; de ALTO riesgo 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, de MEDIO riesgo en las progresivas: 0 + 560, 0 + 520, 0 + 500, 0 + 300, 0 + 140, 0 + 100, 0 + 80 – 0 + 40; y de BAJO riesgo en progresiva: 0 + 340, 0 + 320 y 0 + 280.

“Concha y Miranda (2016) coinciden en que aún no se ha determinado el efecto del tamaño de la cuenca analizada en el mapa de inundaciones, ya que existe información sobre la capacidad de validar los cálculos realizados, y los cambios en el número de curvas pueden tener un efecto. gran impacto La sensibilidad de la escorrentía, el tiempo de concentración estimado según la fórmula de Kirpich brinda resultados más coherentes y estables en la subcuenca en estudio, el patrón de lluvia afecta la determinación del hidrograma de escorrentía debido a la respuesta del patrón de lluvia a la cuenca dependiendo del tiempo de concentración, y Los cambios en el área inundada en relación con la rugosidad estimada del canal no son muy significativos”.

6.3 Caudal máximo según diferentes periodos de retorno del río Tulumayo

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

“Para el cálculo de la descarga máxima del río Tulumayo se consideró un modelo denominado Sistema de Modelación Hidrológica (HEC – HMS) a diferentes periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años, Maple et al., esto establece el método (2006), que implica determinar la morfología de la subcuenca (área, perímetro, longitud del cauce, ancho medio, factor de forma de Horton, factor de compactación, cota mínima, cota máxima, densidad de drenaje, pendiente del cauce y altura media) como Como se muestra en los Cuadros 6 a 14, la subcuenca del río Tulumayo, la cuenca transversal del río tambillo, , el río Shimayacu, el río Monobamba, el río Marancocha y el Aynamayo no utilizada bosque, selva virgen fragmentada, vegetación arbustiva natural en desuso, árboles frutales varios, cultivos, centros densamente poblados, cuerpos de agua, pastizales, bofedales, suelo desnudo, nevados, vegetación arbustiva natural uso ganadero extensivo, lagos y lagunas considerados de interés económico y zonificación ecológica) se utilizan para la ponderación del número de curvas, las mismas que se requieren para aplicar la extracción de escurrimiento utilizando el método S.C.S (Soil Conservation Services) recomendado por Chow (1994) para obtener la subcuenca del río Shimayacu 54.44, Intercuenca del río tulumayo 53.46, Subcuenca Río Aynamayo 69.78, Subcuenca Río tambillo 66.68, sub Cuenca Río Monobamba 53.84, , a continuación, según la distribución de probabilidad de Gumbel (ver Tablas 33 a 41), cinco estaciones meteorológicas (Comas, Huassahuas, Rikland, St. Eloyd Singayac y Tarma Station), utilizando la curva IDF para determinar el mapa de flujo de precipitación según lo recomendado por el Handbook of Hydrology, Hydraulics and Drainage (MTC, 2008) , basado en el método de bloques alternos para calcular el tiempo de enriquecimiento según sea necesario. De acuerdo con la fórmula de Kirpich especificada en la tabla, el tiempo de concentración entre cuencas del río tulumayo es de 78,33 minutos y el tiempo de concentración de la cuenca del río Aynamayo es de 112,89 minutos. Río tambillo 270.11 minutos, Río Shimayacu 343.37 minutos, Río Monobamba 482.24 minutos, y río Marancocha 214.00 minutos”.

“Con esta información se procedió a calcular el caudal máximo para la interacción de la subcuenca en estudio, así para un periodo de regresión de 5 años el caudal máximo

fue de 96 m³/s, para un periodo de regresión de 10 años fue de 104.00 m³/s, 25 años 116,5 m³/s durante 50 años, 127,1 m³/s durante 50 años y 139,00 m³/s durante 100 años.”

“Cabe mencionar que esto se basa en las conclusiones de encuestas similares realizadas por Concha y Miranda (2016), Yépez (2016) y Valdivia (2014): en caso de inundación máxima, el caudal resultante hará que el área inundada quede en 10 Los periodos de recurrencia de 10 años, 50 años, 100 años y 200 años muestran hasta tres puntos críticos dependiendo del terreno, y eventualmente las áreas y ubicaciones que afectan estos puntos críticos de derrame se pueden ver en el plan de inundaciones. años, 100 años y 200 años”.

6.4 Velocidades del caudal máximo del río Tulumayo

Hipótesis específica: “Las velocidades del caudal máximo del río Tulumayo son altas”.

“Para obtener la velocidad de flujo en la faja marginal márgenes izquierda y derecha del río bajo el caudal máximo, se realizó una simulación hidráulica de 100 años, es decir 139.00 m³/s, de los cuales la sección medida topográficamente fue de 1000m bordeando el área del sector Playa Hermosa, y cortadas cada 20 m, los resultados Ver Tabla 62, nuevamente modelación hidráulica ver Anexo No. 04 (Modelización HEC - RAS)”.

“Así mismo, Yépez (2016), Visto como Objetivo: Cálculo de los parámetros hidrológicos del río Cruz Blanca para encontrar la trayectoria máxima, para identificar posibles inundaciones, desastres y posibles soluciones para el río Santa Cruz en diferentes tiempos de retorno, además de esto , calcula el apoyo del tramo de la quebrada y elabora mapas de zona de inundación para los diferentes sectores de estudio, teniendo en cuenta el tiempo de retorno, para esta situación extrae las siguientes conclusiones: El mapa de riesgo muestra la inundación y su posible afectación al entorno Regional. impacto, la velocidad máxima en Avenida Mayor es de 200 años de periodo de retorno, se elaboraron mapas de inundación para diferentes tiempos de retorno (5, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 150 y 200 años), y finalmente se propone ampliar el arroyo en la parte más crítica o pequeña”.

6.5 Tirantes del caudal máximo del río Tulumayo

Hipótesis específica: Los tirantes del caudal máximo del río Tulumayo son altos.

“De igual forma, para determinar la zona de caudal máximo del río Tulumayo se estableció un modelo de sistema de análisis de río (HEC-RAS) basado en el modelo de extracción hidráulica, y el caudal máximo del m^3/s , para lo cual se requirió el levantamiento topográfico de un tramo de 1 periodo de retorno de 100 años, es decir 139.00 m^3/s . Se realizaron levantamientos topográficos en un tramo de 1.000,0 m adyacente al tramo del sector Playa Hermosa, con perfiles tomados cada 20 m. Estos resultados se muestran en la Tabla 63. Ver Anexo No. 04 (Modelado HEC-RAS) para el modelo hidráulico”.

“Asimismo, Arce, Birkel, Durán y Samudio (2006) concluyeron que el uso de HEC-RAS es una herramienta valiosa en el campo de la preparación para desastres, ya que permite el uso de un conjunto de información muy diverso en la naturaleza; nuevamente, la vulnerabilidad Los mapas representan Además de herramientas de planificación para municipios, ministerios, etc., a través de estos mapas se pueden sugerir rutas de evacuación, e incluso se puede considerar la construcción de infraestructura que pueda ayudar a reducir el impacto de posibles inundaciones”.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que el nivel de peligro de inundación en la faja marginal del sector playa hermosa margen izquierda es de MUY ALTO riesgo en las progresivas: 0+740 y 0+720, 0+680, 0+520, 0+460-0+420 y 0+020, de ALTO riesgo 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; de MEDIO riesgo en las progresivas: 0 + 340, 0 + 260 y 0 + 200, y de BAJO riesgo en progresiva: 0 +380, 0+ 280, 0+240 y 0+160. Asimismo, el nivel de peligro de inundación en la faja marginal del sector playa hermosa margen derecha es de MUY ALTO riesgo en las progresivas: 0+480, 0+400, 0+260 y 0+220; de ALTO riesgo 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, de MEDIO riesgo en las progresivas: 0 + 560, 0 + 520, 0 + 500, 0 + 300, 0 + 140, 0 + 100, 0 + 80 – 0 + 40; y de BAJO riesgo en progresiva: 0 + 340, 0 + 320 y 0 + 280.
2. Se concluye que el caudal máximo del río Tulumayo es de 96m³/s en 5 años, 104,00m³/s en 10 años, 116,50m³/s en 25 años, 127,10m³/s en 50 años y 139,00m³/s en 100 años.
3. Se concluye que la velocidad máxima de caudal del río Tulumayo es mayor en la margen izquierda alcanzando 2.55 m/s frente a 2,25 m/s en la margen derecha.
4. Se concluye que la zona de máxima descarga del río Tulumayo es ALTA, en la margen izquierda está a 1.69 m de la orilla y en la margen derecha a 1.53 m como máximo de la orilla.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar los métodos considerados por la gestión de riesgos por desastres y entidades como FONDES, CENEPRED, INDECI (2011) para determinar el peligro de inundación.
2. Se recomienda utilizar el SOFTWARE HEC-HMS para la modelación hidrológica, el cual es conveniente para el cálculo de caudales según las características de la cuenca hidrológica.
3. Se recomienda realizar un levantamiento topográfico detallado del cauce y sección del río para tener los datos precisos para poder usar el software HEC-RAS para poder determinar el comportamiento del flujo del cauce del río a estudiar
4. Se recomienda usar sistemas de información complementarias como el SIGRID software diseñado para la gestión de riesgos por desastres.
5. Conocer más acerca de las entidades encargadas del financiamiento para proyectos relacionados en gestión de riesgos por desastres.

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). Rios 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.

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tesis: “Evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del río Tulumayo, playa Hermosa San Ramón - Junín”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el resultado de la evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del río tulumayo, playa hermosa san ramón – Junín?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cuál es el resultado de la evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del río tulumayo, playa hermosa san ramón – Junín? b) ¿Cuáles son las velocidades del caudal máximo del río Tulumayo? c) ¿Cuáles son los tirantes del caudal máximo del río Tulumayo?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar las máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del río tulumayo, playa hermosa san ramón – Junín</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar el caudal máximo alcanzado por el río Tulumayo según diferentes periodos de retorno b) Evaluar las velocidades del caudal máximo del río Tulumayo. c) Determinar los tirantes del caudal máximo del río Tulumayo.</p>	<p>Hipótesis general: La evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundaciones del río tulumayo, playa hermosa san ramón – Junín, se encuentra entre los niveles de caudal máximo muy alto, alto, medio y bajo.</p> <p>Hipótesis específicas: a) El caudal máximo alcanzado por el río Tulumayo según diferentes periodos de retorno es alto. b) Las velocidades del caudal máximo del río Tulumayo son altas. c) Los tirantes del caudal máximo del río Tulumayo son altos.</p>	<p>Variable independiente (X): Caudal máximo.</p> <p>Variable dependiente (Y): Peligro de inundaciones.</p>	<p>- Caudal máximo.</p> <p>- Velocidades del caudal máximo.</p> <p>- Tirantes del caudal máximo</p>	<p>- Área - Perímetro - Longitud de cauce - Ancho promedio - Factor de forma de Norton - Coeficiente 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. - Coeficiente de rugosidad de Nanning - Radio hidráulico - Pendiente - Altura de agua.</p>	<p>Método: científico.</p> <p>Tipo: aplicada.</p> <p>Nivel: correlacional.</p> <p>Diseño: no experimental.</p> <p>Población: La población de la presente investigación está conformada por el cauce del río Tucumano que se extiende por un total de 109.8 km hasta su confluencia con el río Tarma, con una pendiente que va del 4% al 5%.</p> <p>Muestra: La muestra de la investigación está conformada el cauce del río Tulumayo con una longitud lineal de 1 000,00 m, en las inmediaciones de la zona de Playa Hermosa San Ramón - Junín; el tipo de muestreo es no probabilístico intencional o direccional.</p>

ANEXO N° 02: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Tabla 65 “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 66 “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	Set	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 67 “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	Set	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 68 “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	Set	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 69 “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	Set	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 41 “Vista general del modelo del planteamiento en HEC – HMS”

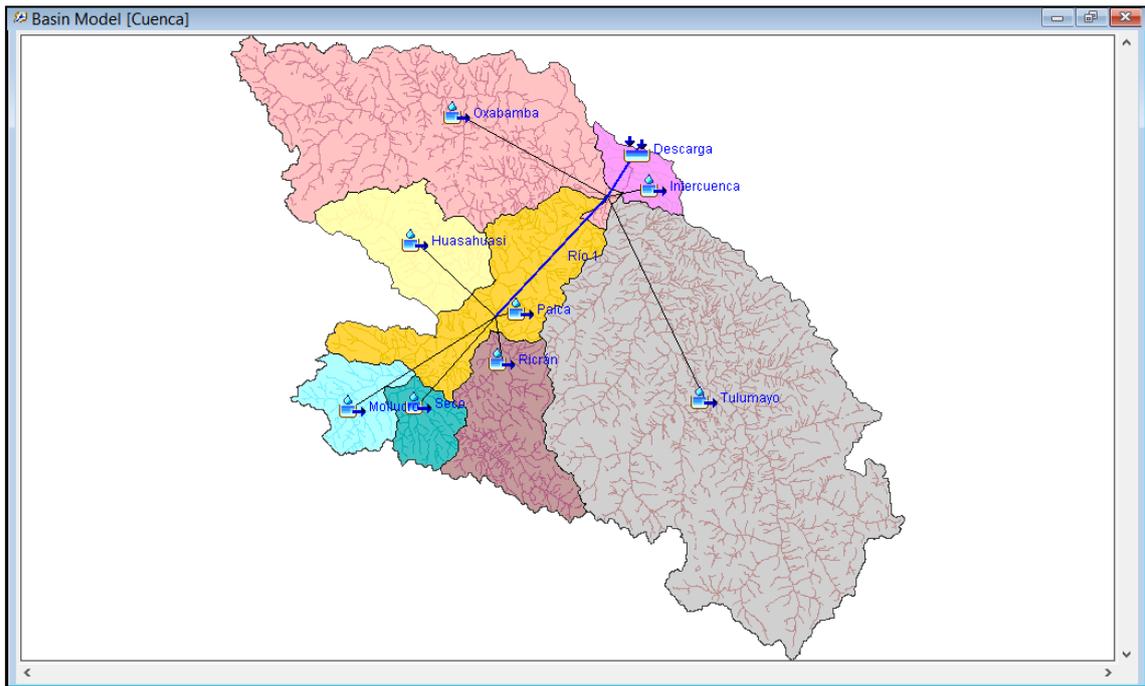


Figura 42 “Datos en subcuencas: características, pérdidas, transformación y caudal base”

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			

Subbasin	Loss	Transform	Baseflow	Options
Basin Name: Cuenca				
Element Name: Tulumayo				
Initial Abstraction (MM)	<input type="text"/>			
*Curve Number:	54,44			
*Impervious (%)	0,01			

Subbasin	Loss	Transform	Baseflow	Options
Basin Name: Cuenca				
Element Name: Tulumayo				
Graph Type:	Standard			
*Lag Time (MIN)	324			

Subbasin	Loss	Transform	Baseflow	Options
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 43 “Ingreso de información meteorológica”

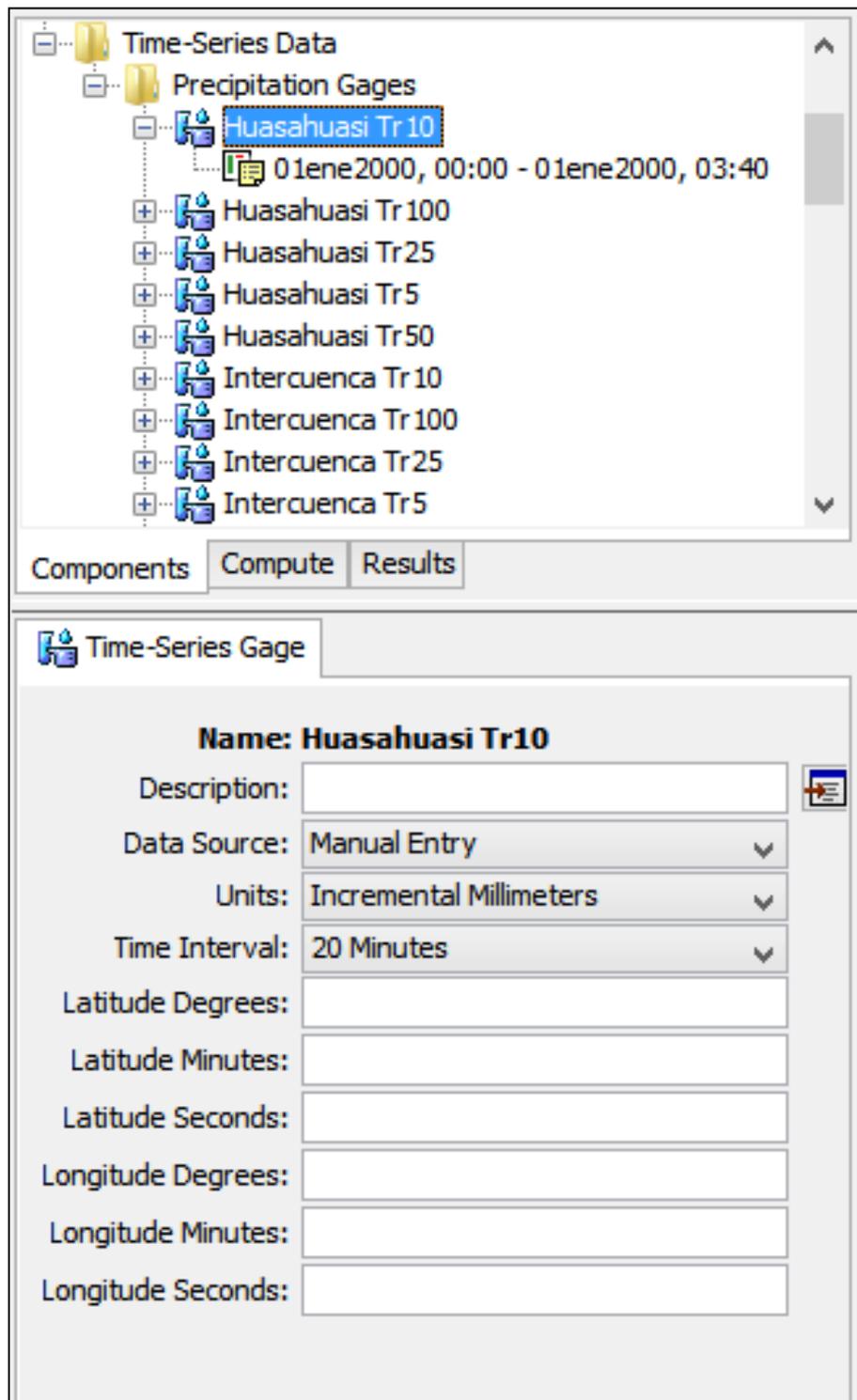


Figura 44 "Ingreso de hietogramas"

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

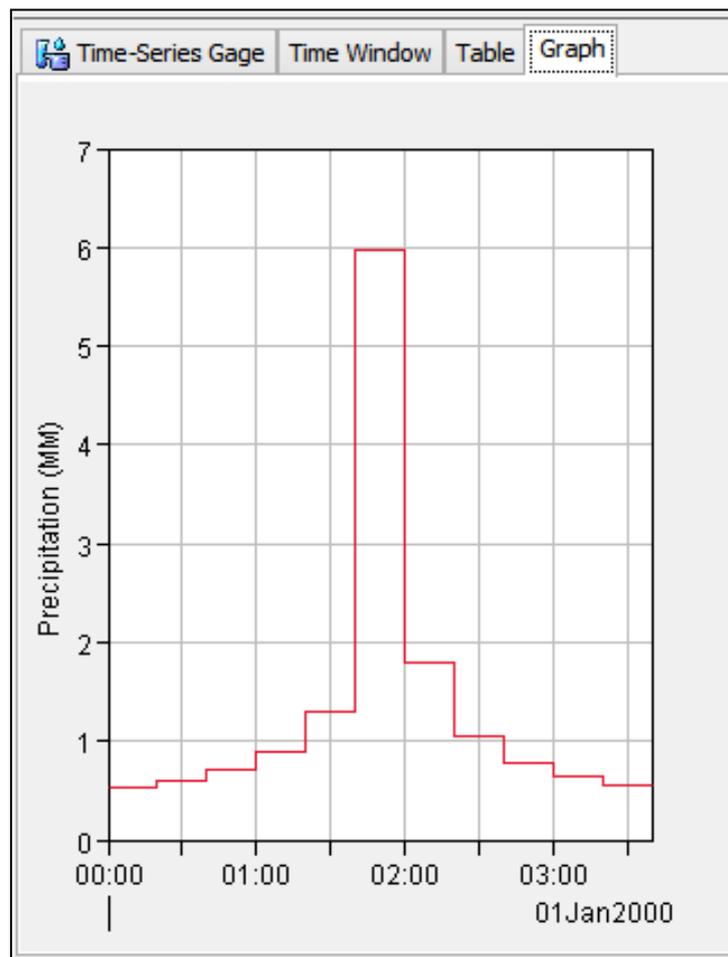


Figura 45 "Ingreso del modelo meteorológico."

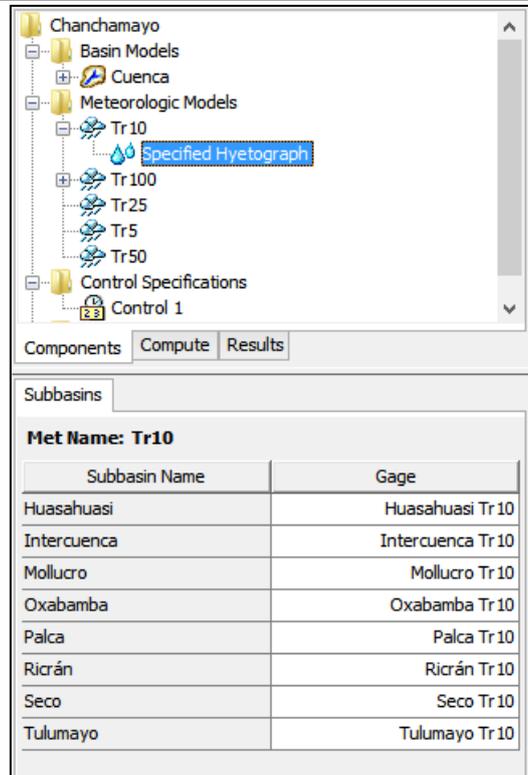
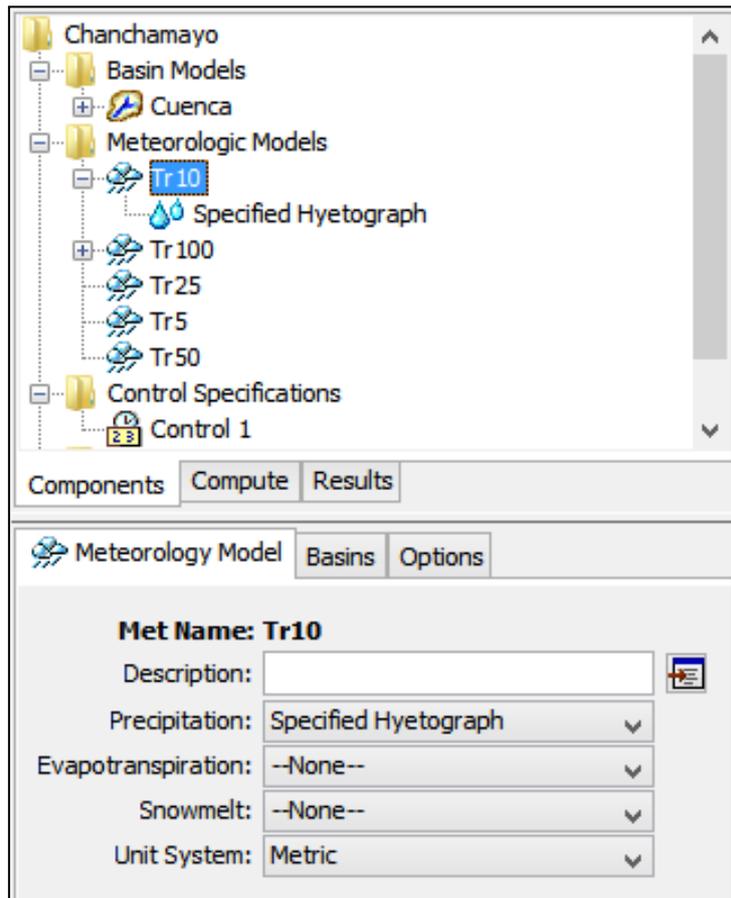
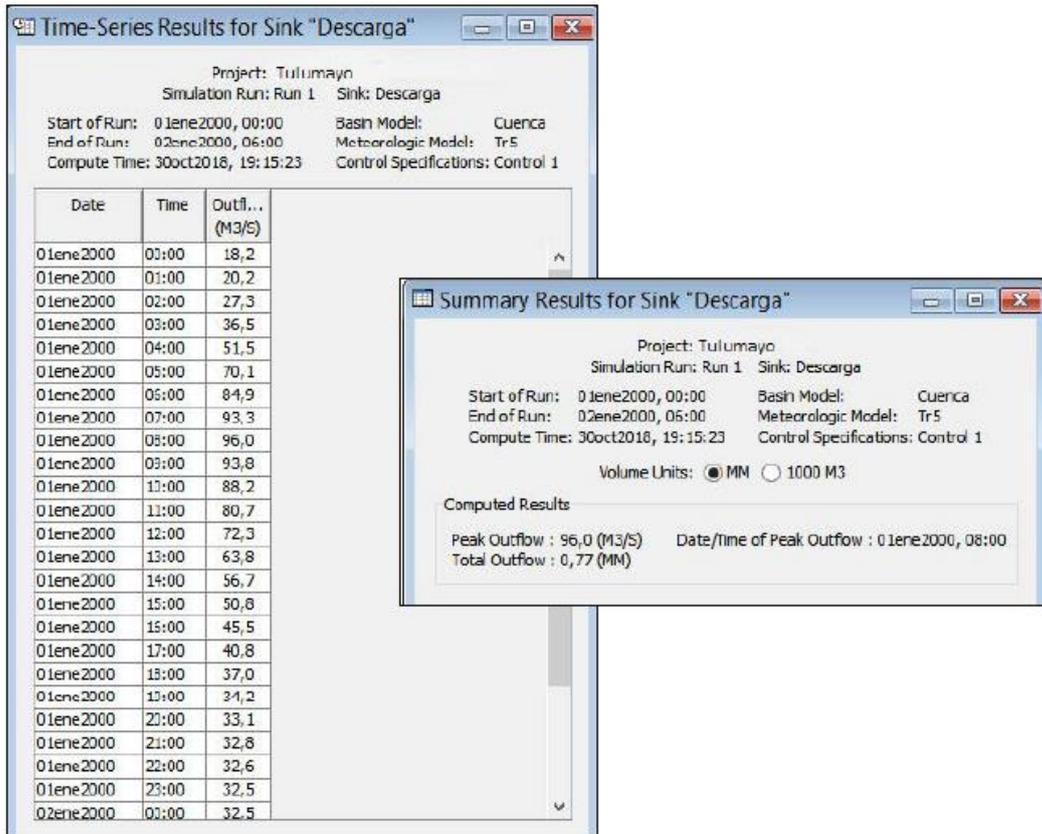


Figura 46 "Resultados de caudal"



ANEXO N° 04: Modelamiento en HEC – RAS

Figura 47 “Geometría del río”.

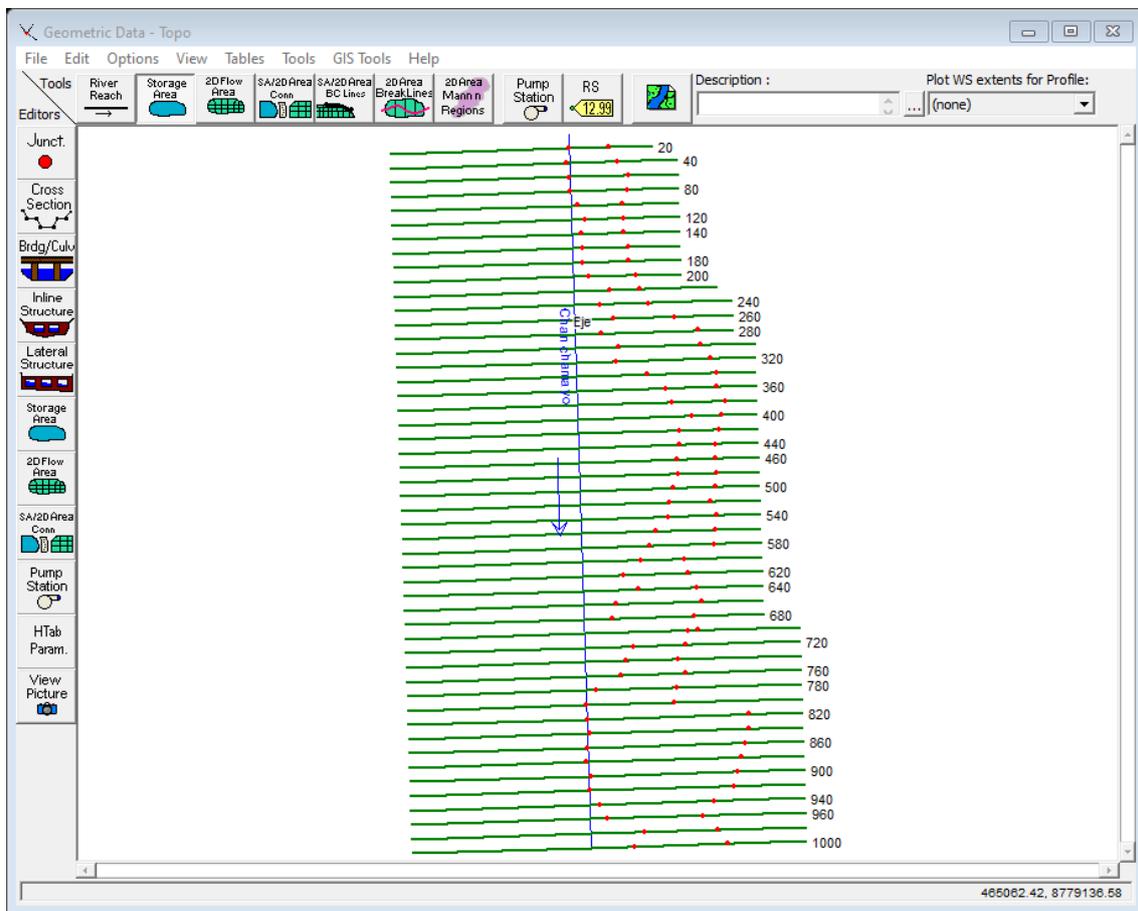


Figura 48 “Sección en la progresiva 1 + 000”

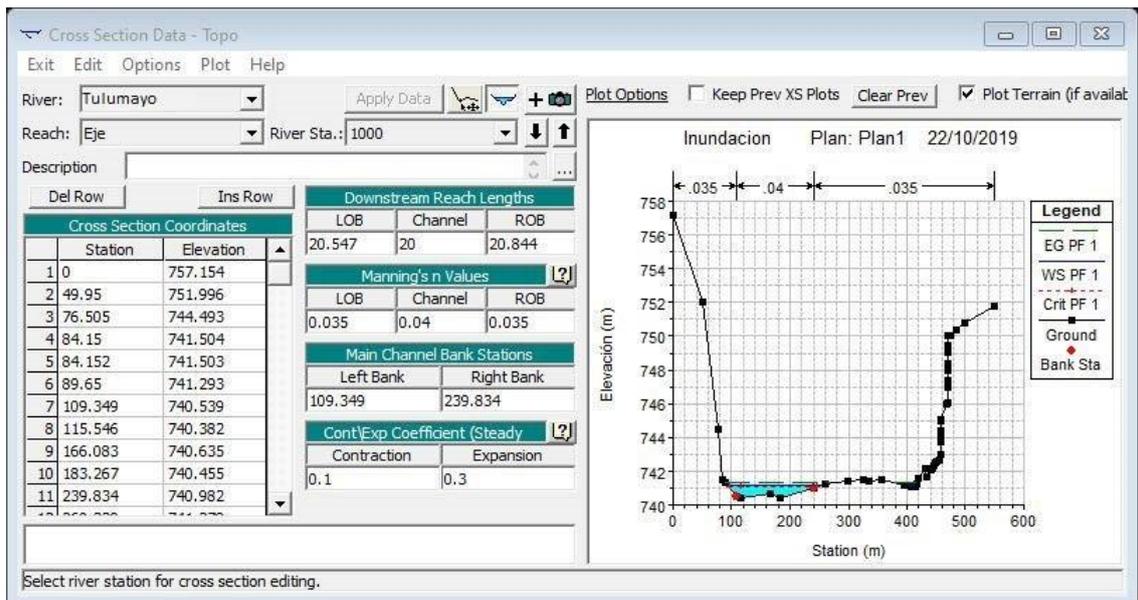


Figura 49 “Sección en la progresiva 0 + 980”.

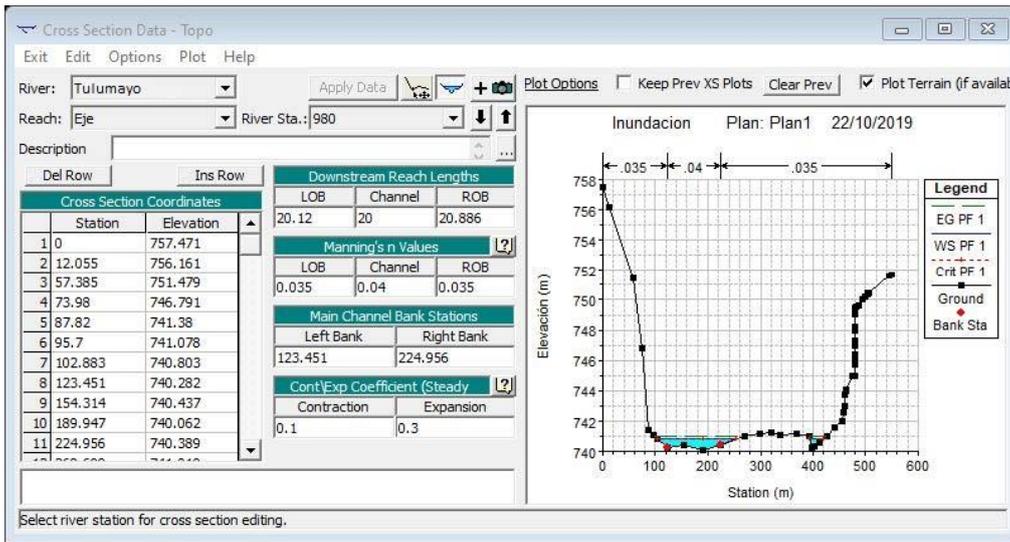


Figura 50 “Sección en la progresiva 0 + 960”.

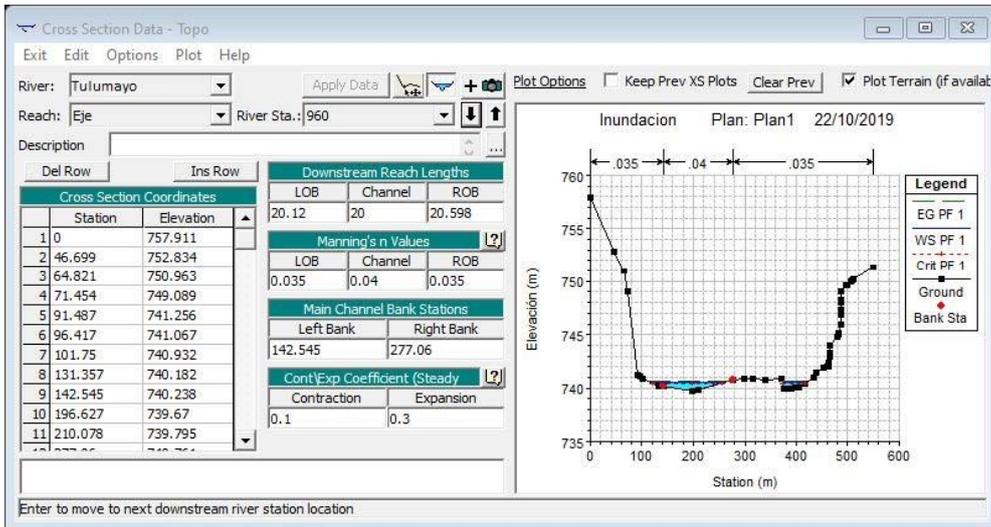


Figura 51 “Sección en la progresiva 0 + 940”.

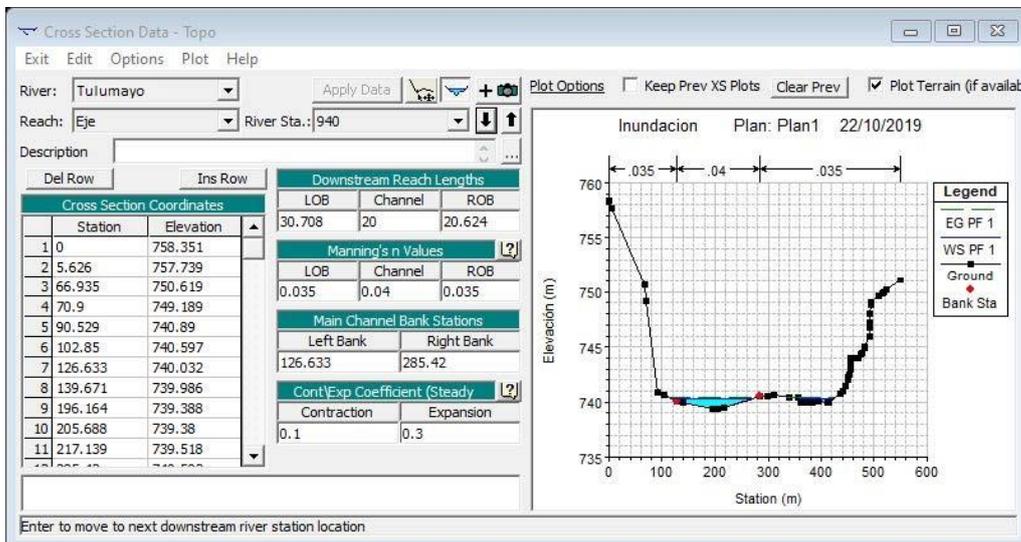


Figura 52 “Sección en la progresiva 0 + 920”

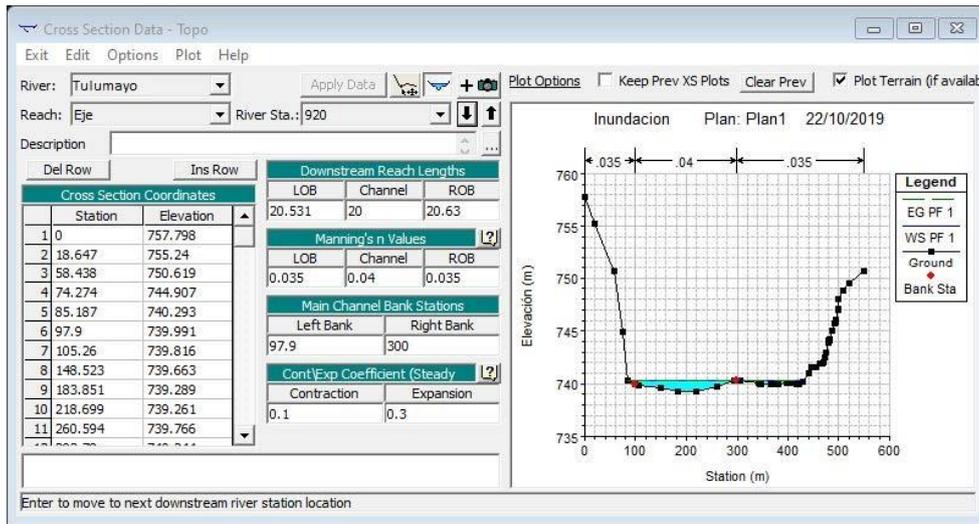


Figura 53 “Sección en la progresiva 0 + 900”.

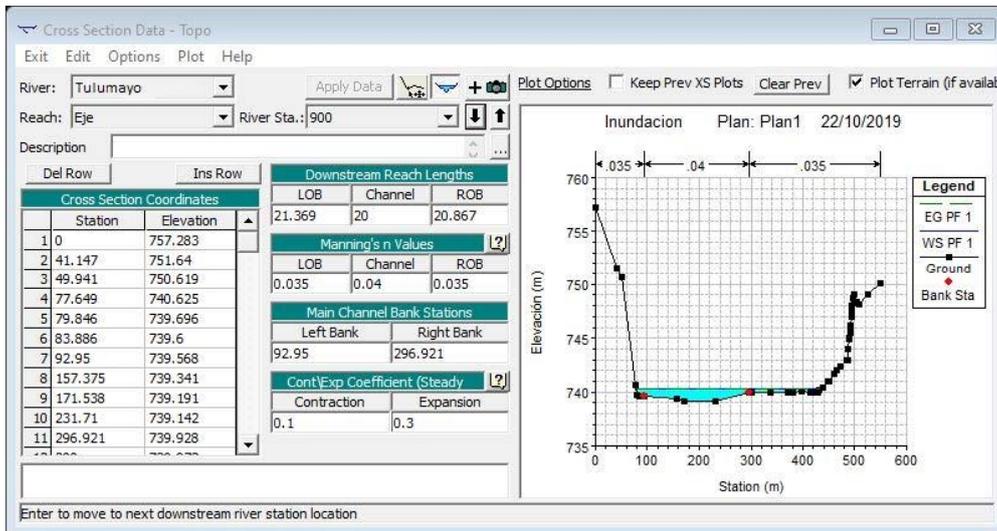


Figura 54 “Sección en la progresiva 0 + 880”.

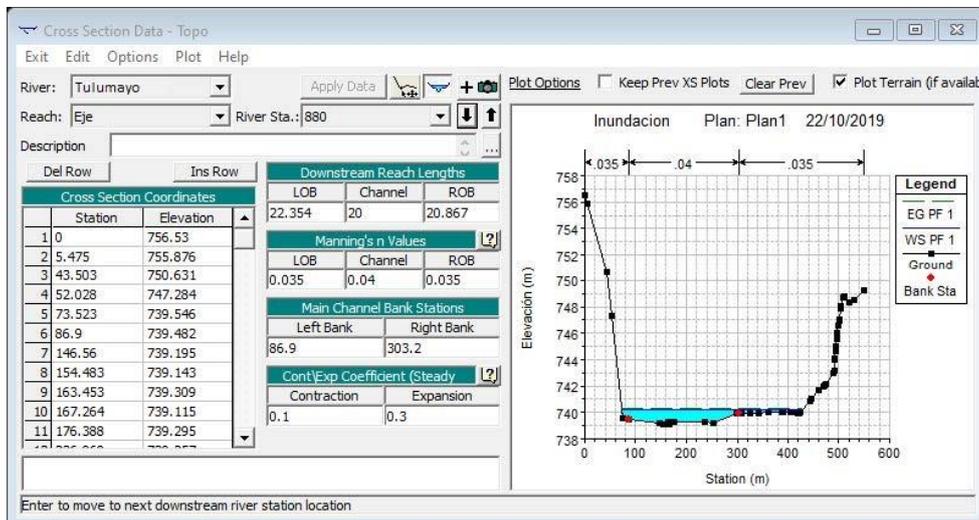


Figura 55 "Sección en la progresiva 0 + 860".

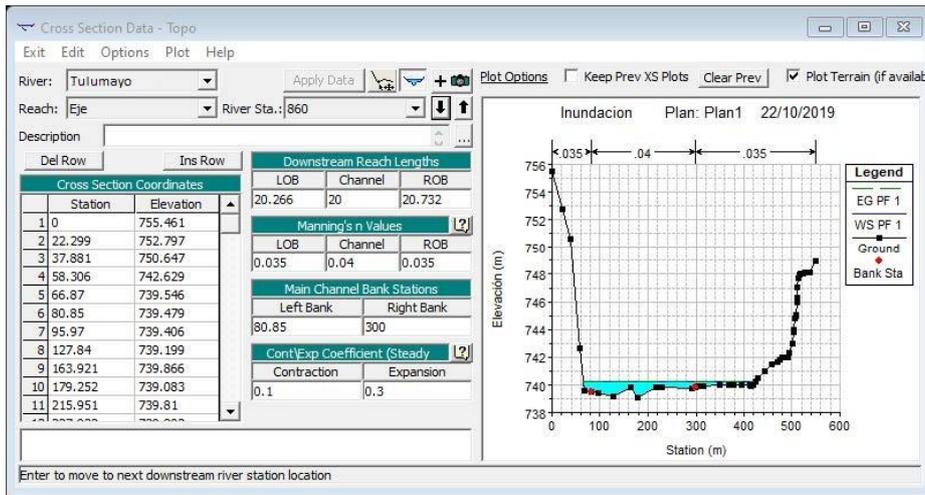


Figura 56 "Sección en la progresiva 0 + 840".

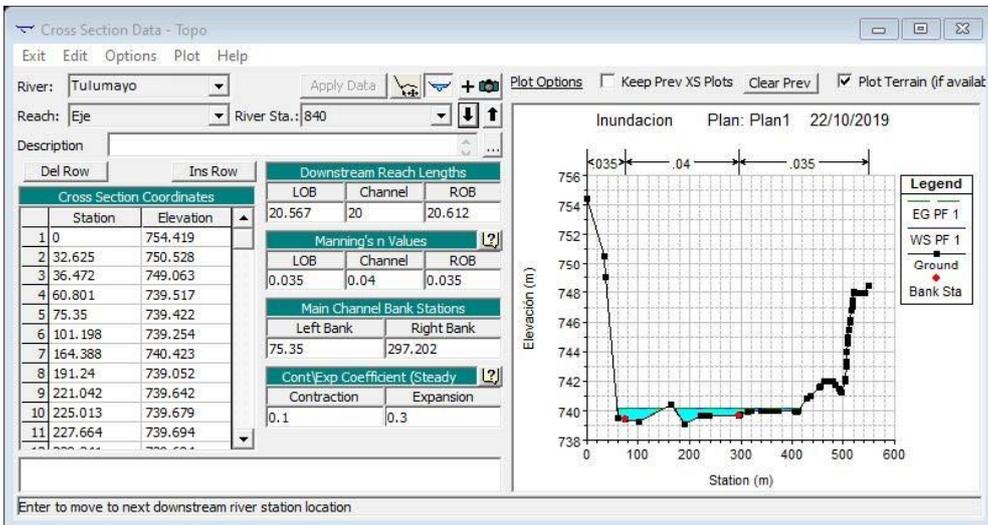


Figura 57 "Sección en la progresiva 0 + 820".

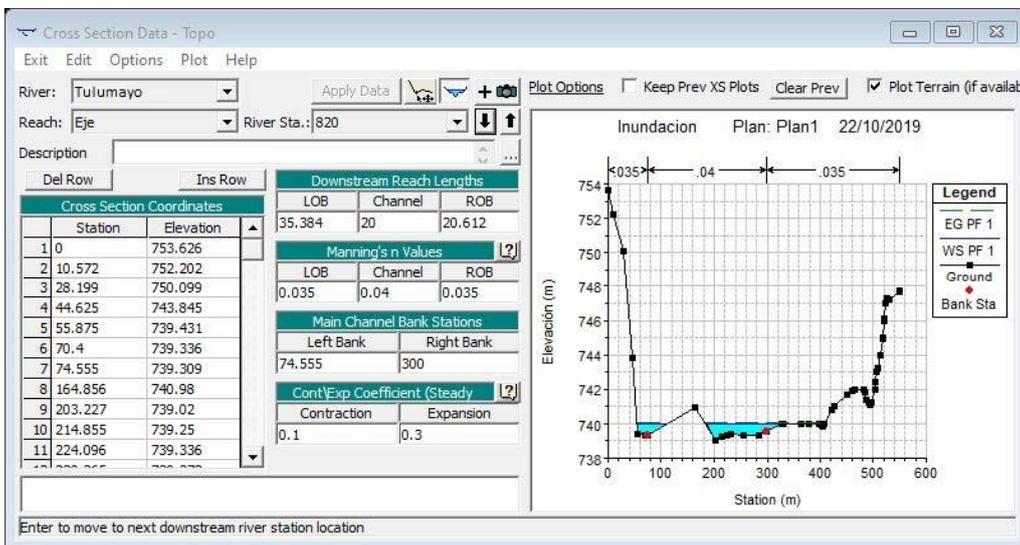


Figura 58 "Sección en la progresiva 0 + 800".

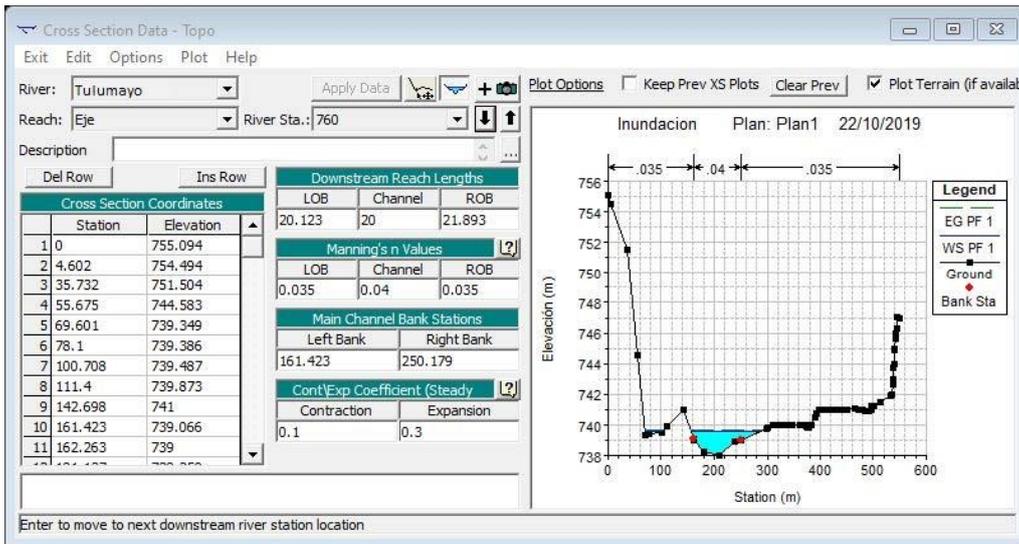


Figura 59 "Sección en la progresiva 0 + 780".

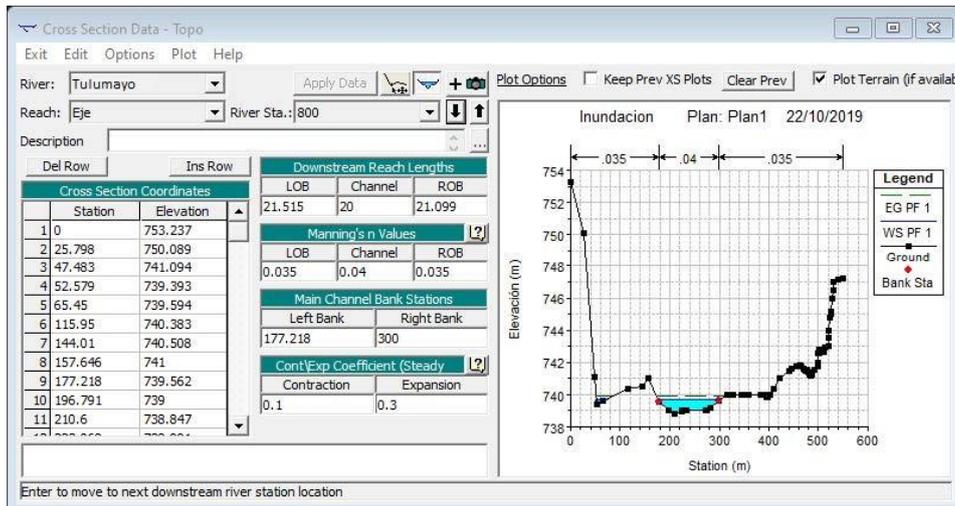


Figura 60 "Sección en la progresiva 0 + 780".

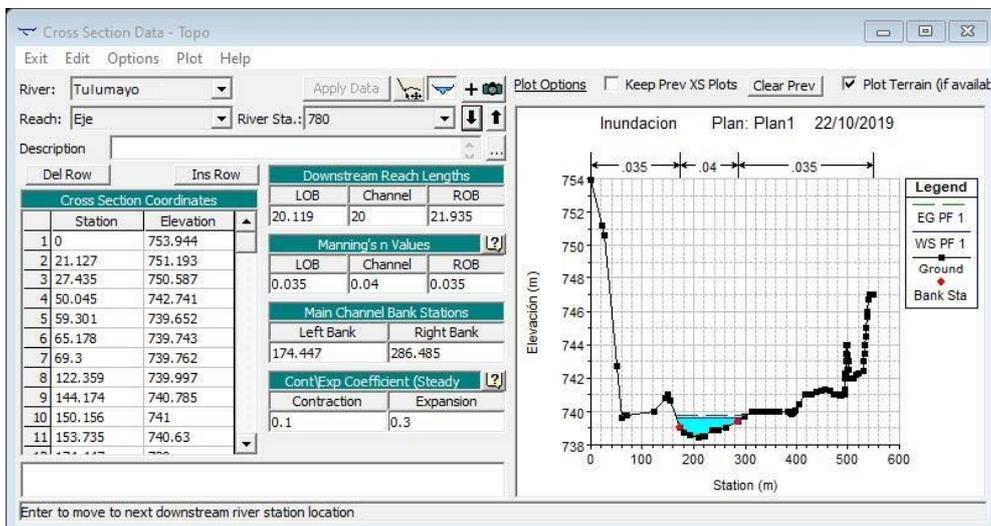


Figura 61 “Sección en la progresiva 0 + 760”.

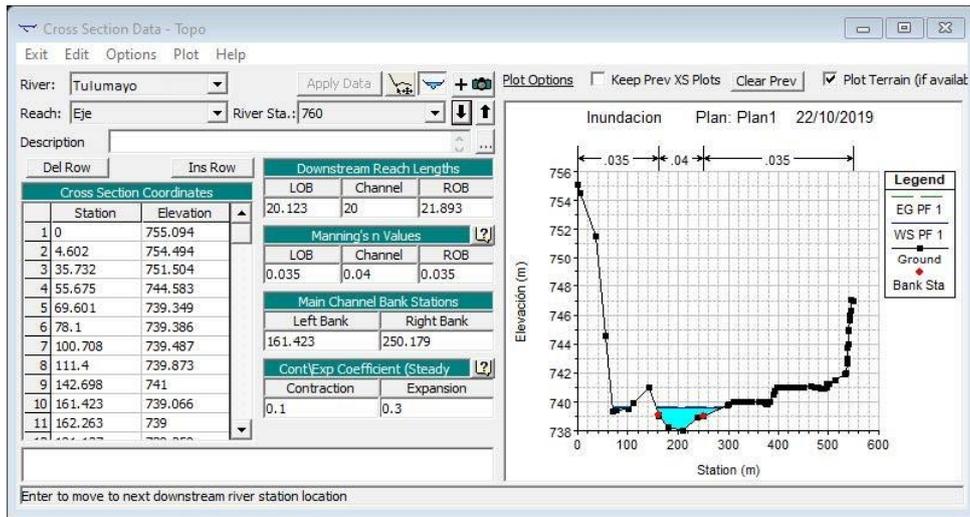


Figura 62 “Sección en la progresiva 0 + 740”.

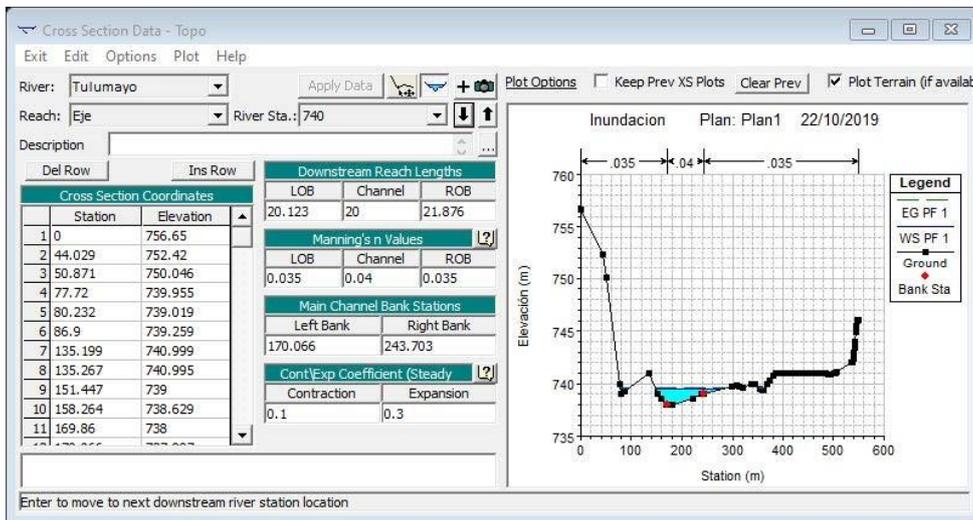


Figura 63 “Sección en la progresiva 0 + 720”.

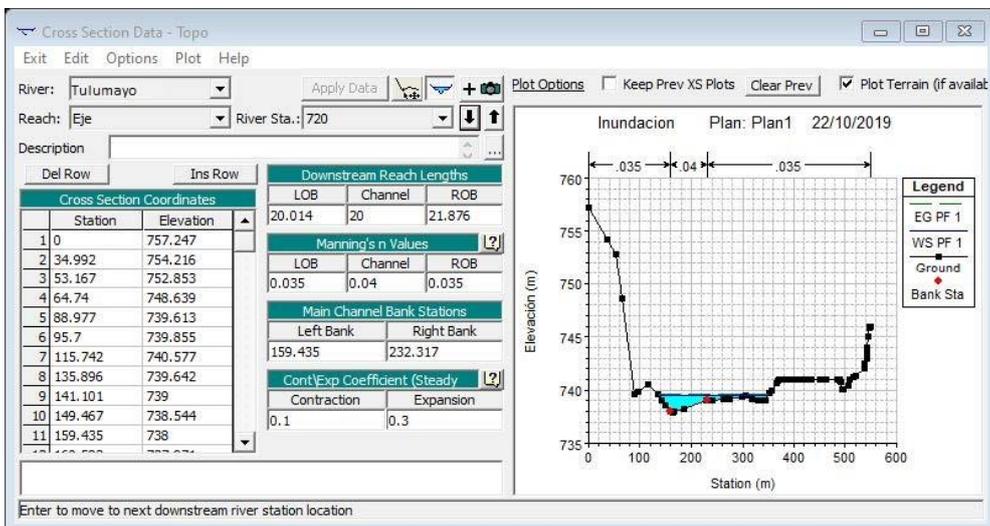


Figura 64 "Sección en la progresiva 0 + 700".

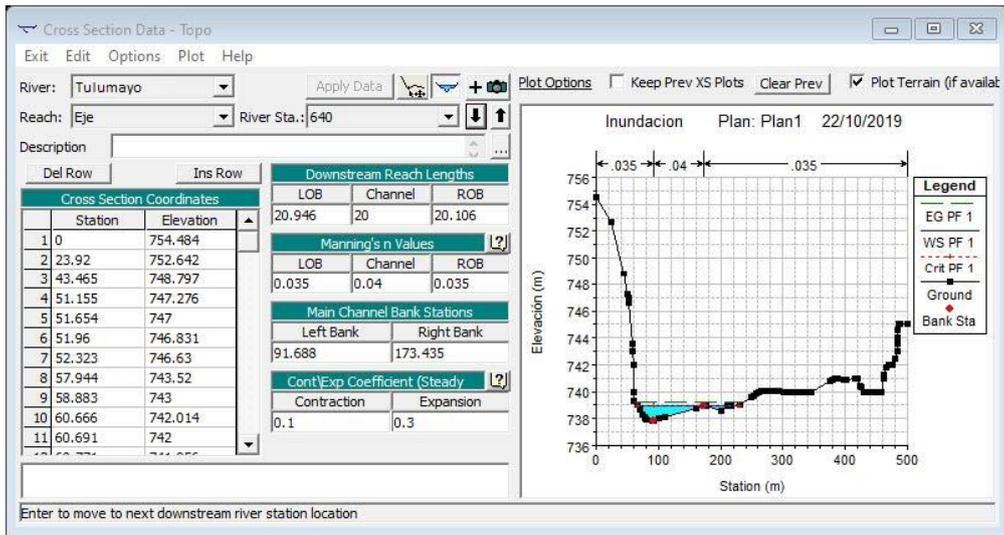


Figura 65 "Sección en la progresiva 0 + 680".

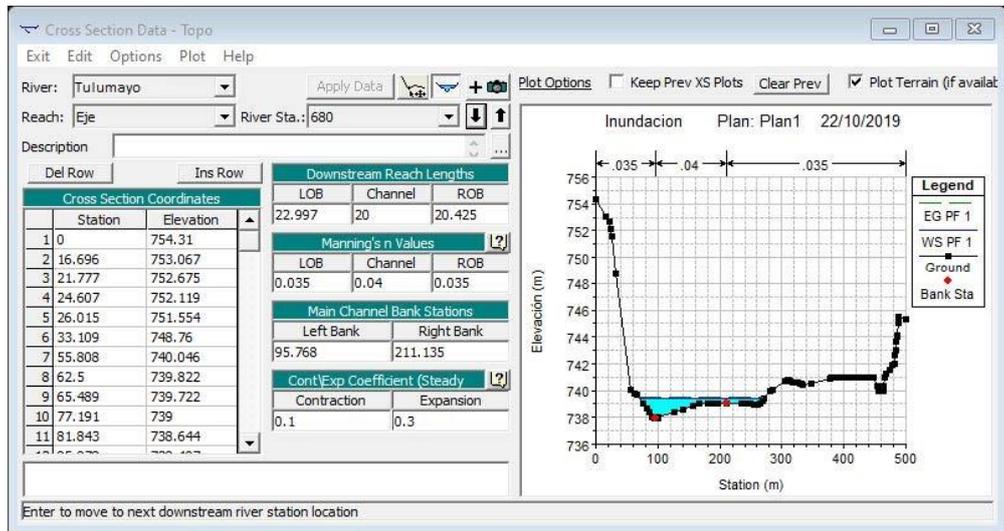


Figura 66 "Sección en la progresiva 0 + 660".

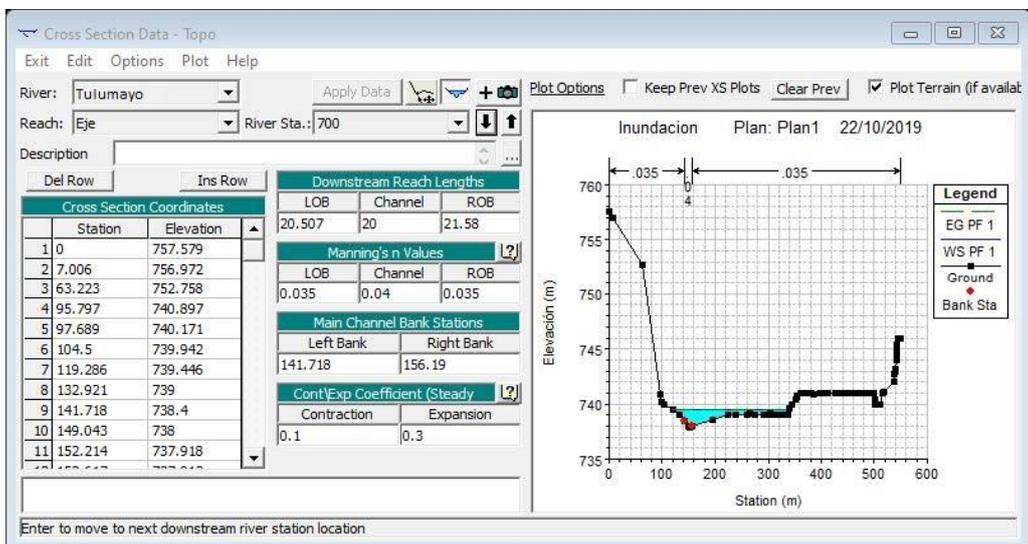


Figura 67 "Sección en la progresiva 0 + 640".

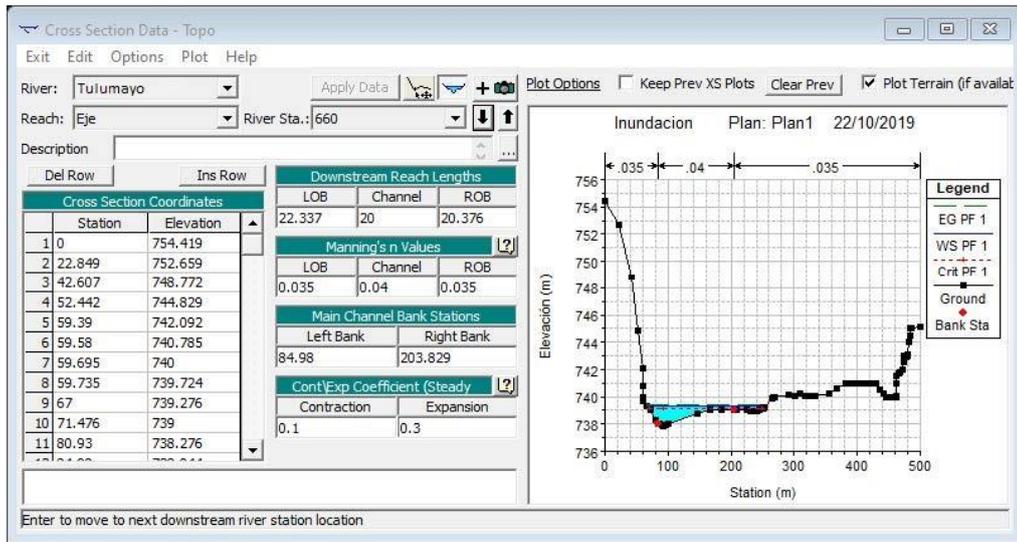


Figura 68 "Sección en la progresiva 0 + 620".

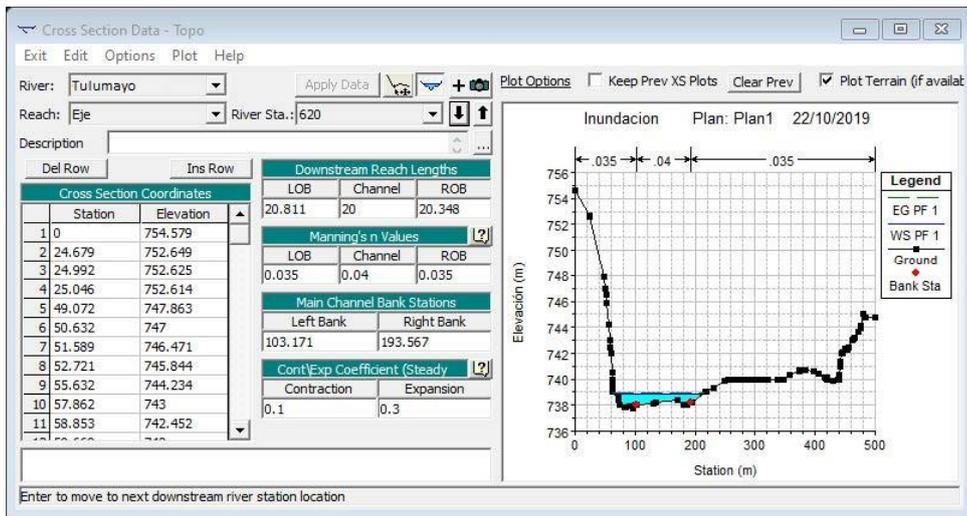


Figura 69 "Sección en la progresiva 0 + 600".

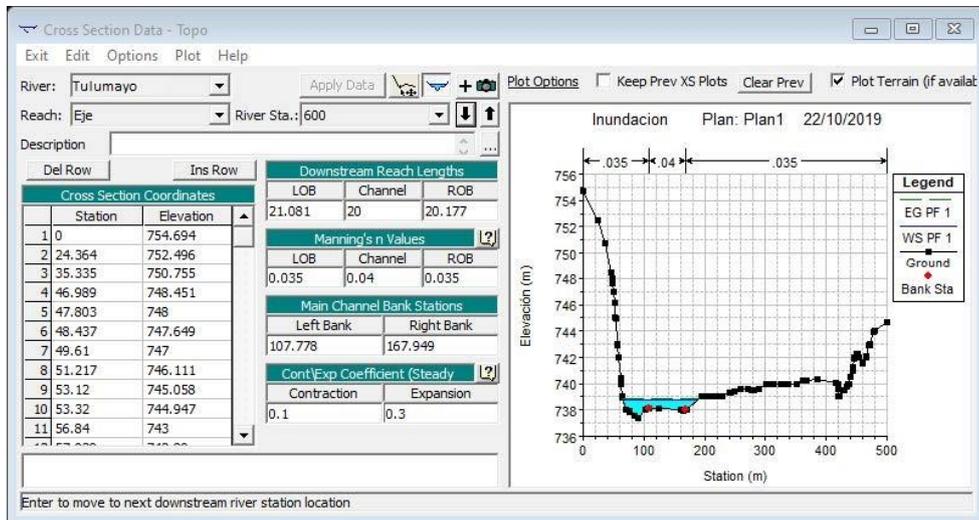


Figura 70 "Sección en la progresiva 0 + 580".

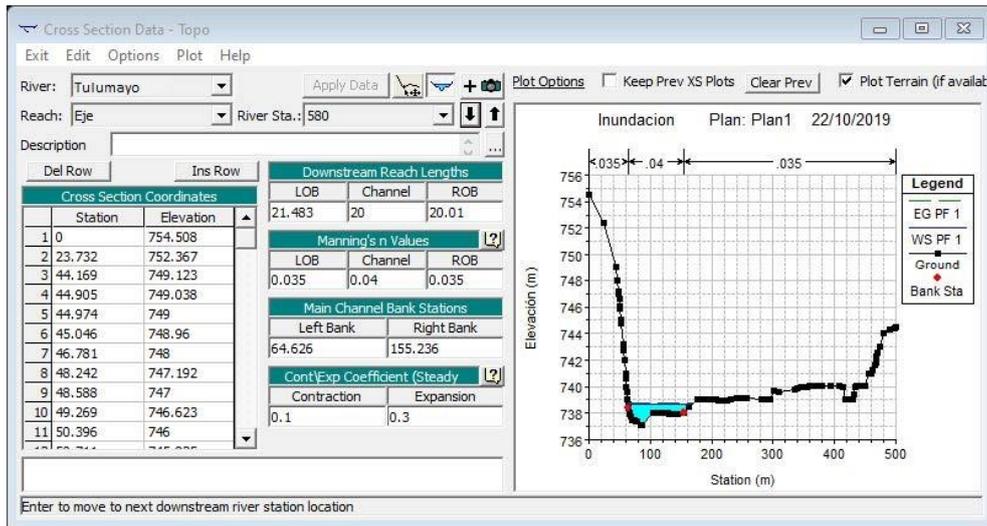


Figura 71 "Sección en la progresiva 0 + 560".

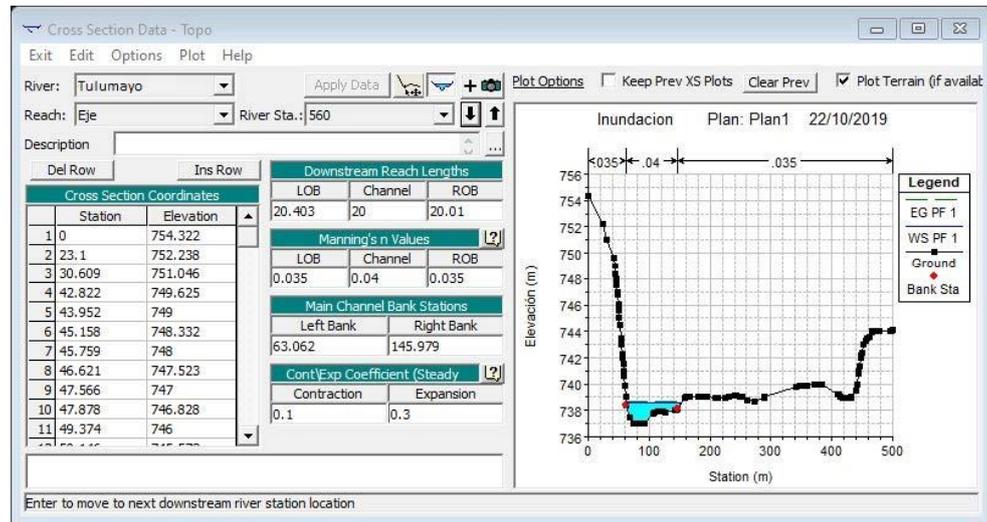


Figura 72 "Sección en la progresiva 0 + 540".

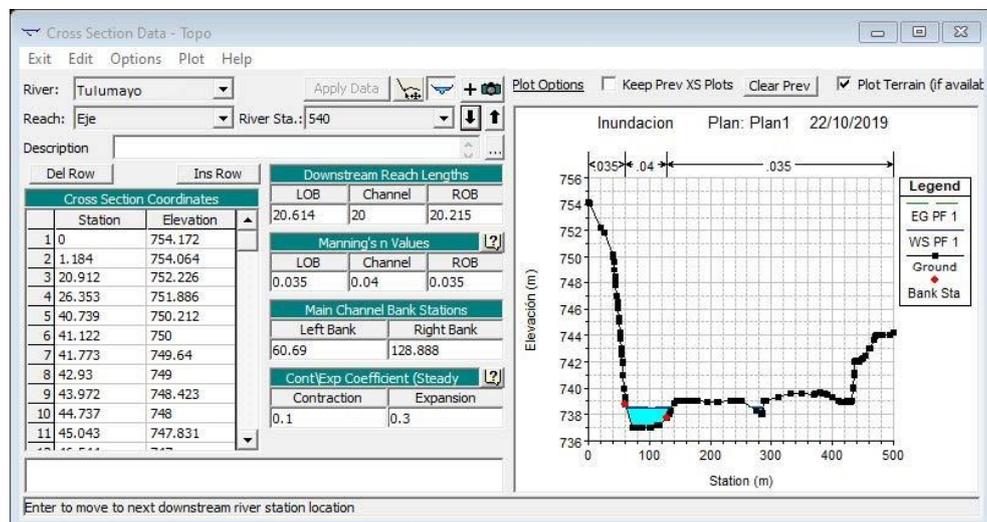


Figura 73 “Sección en la progresiva 0 + 520”.

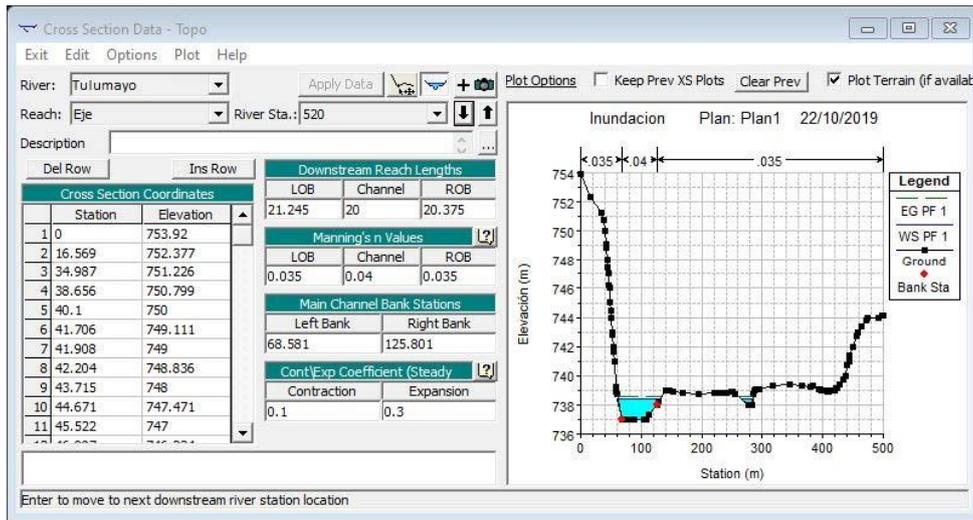


Figura 74 “Sección en la progresiva 0 + 500”.

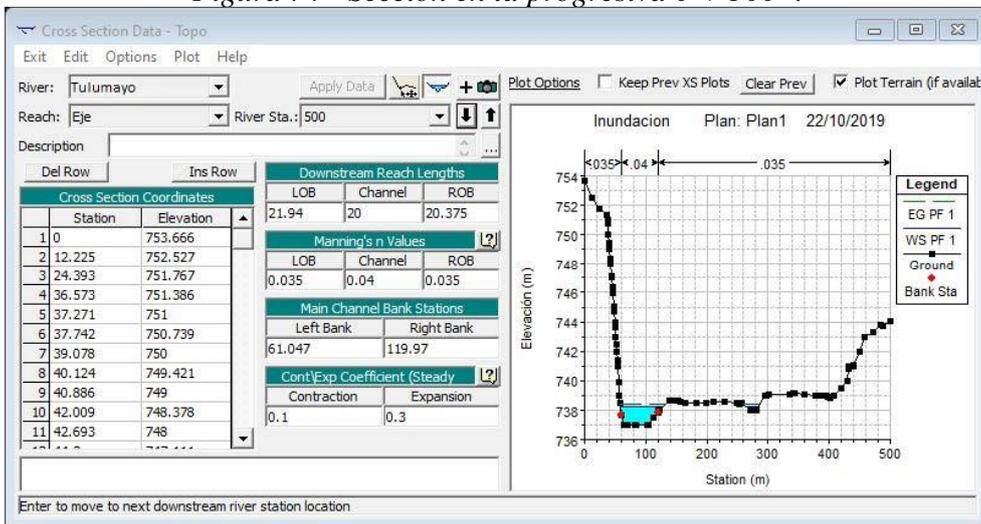


Figura 75 “Sección en la progresiva 0 + 480”.

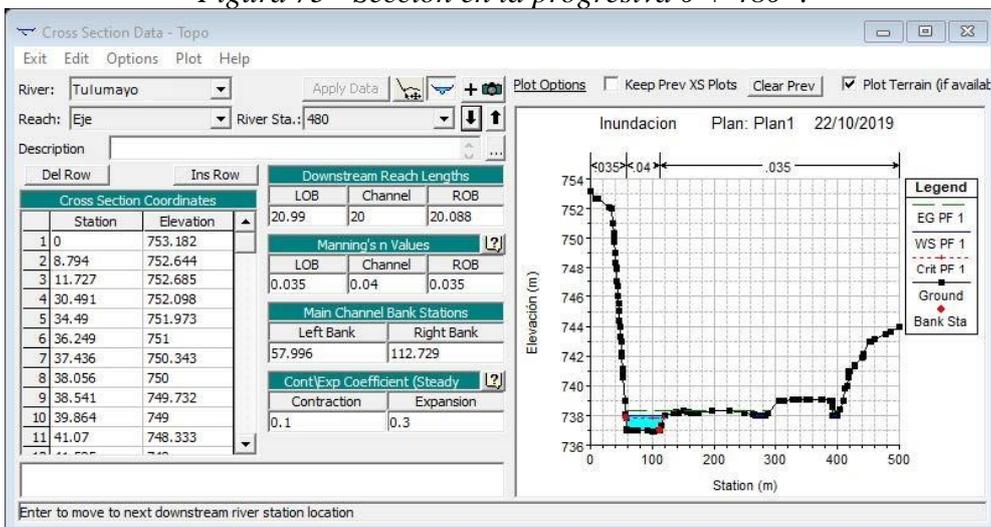


Figura 76 "Sección en la progresiva 0 + 460".

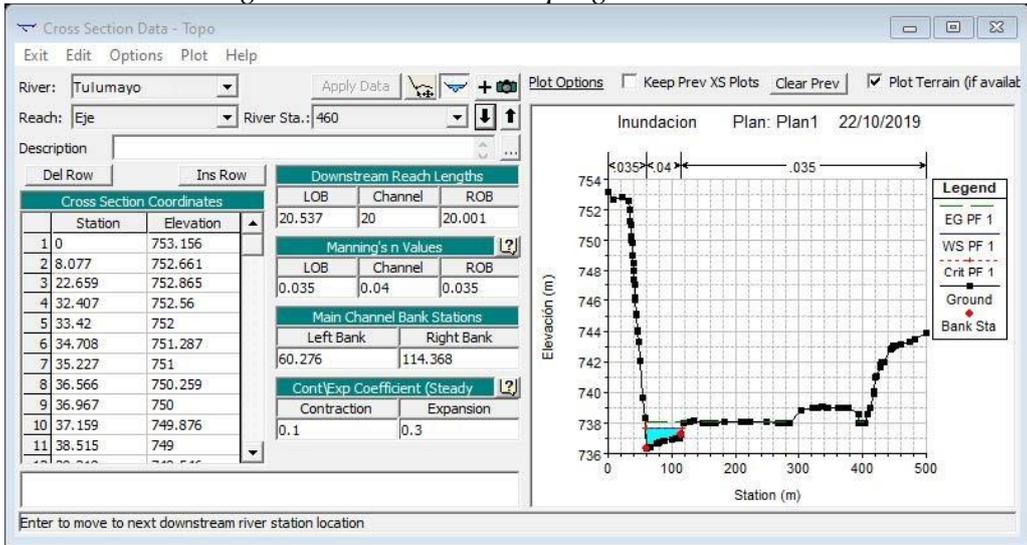


Figura 77 "Sección en la progresiva 0 + 440".

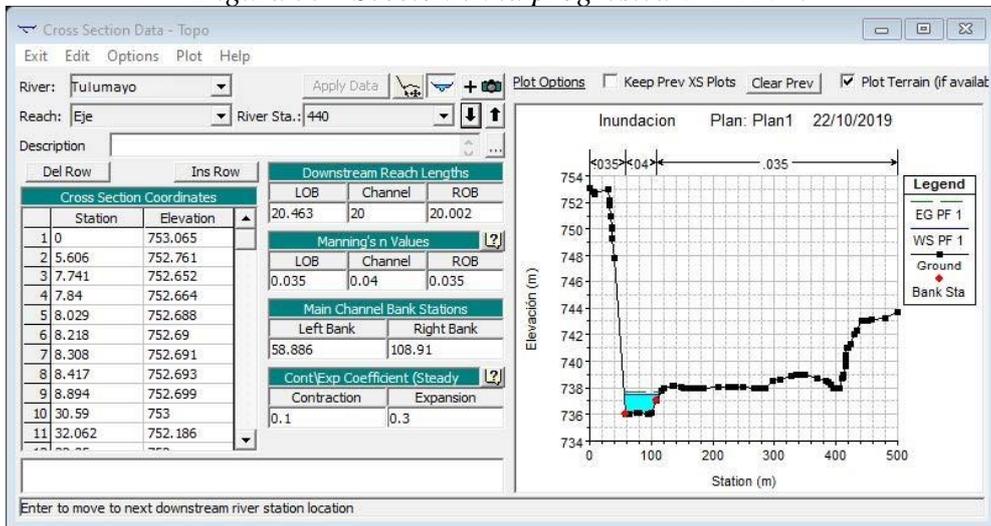


Figura 78 "Sección en la progresiva 0 + 420".

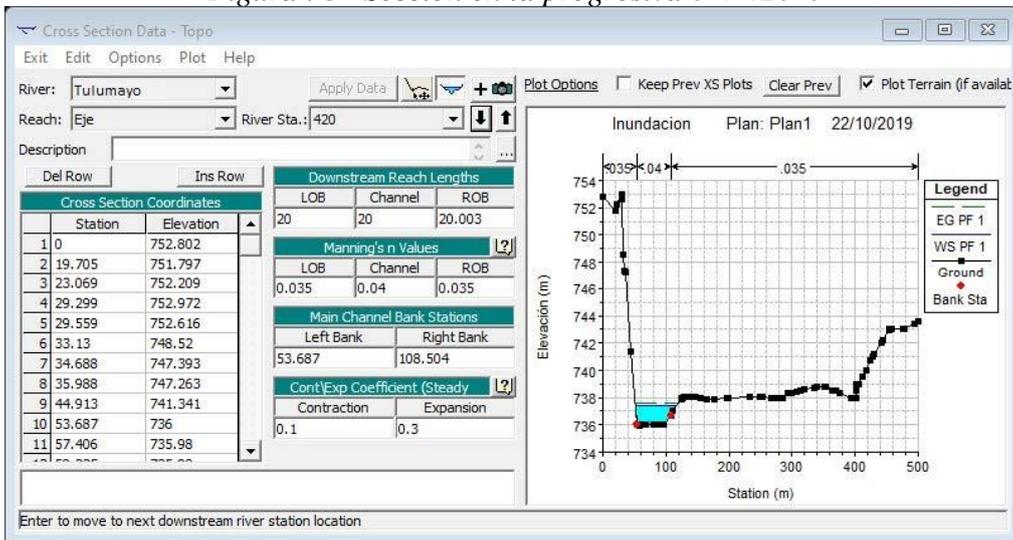


Figura 79 "Sección en la progresiva 0 + 400"

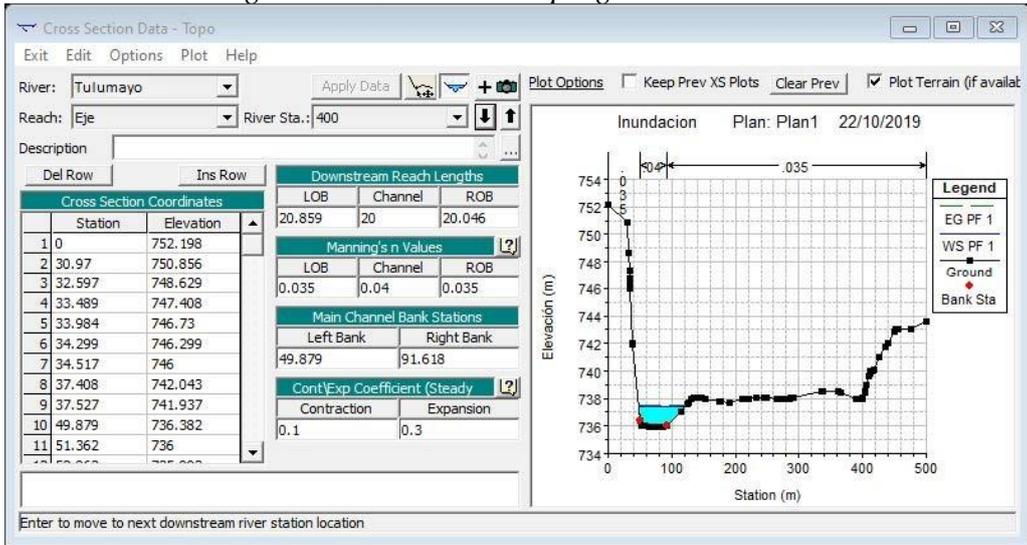


Figura 80 "Sección en la progresiva 0 + 380."

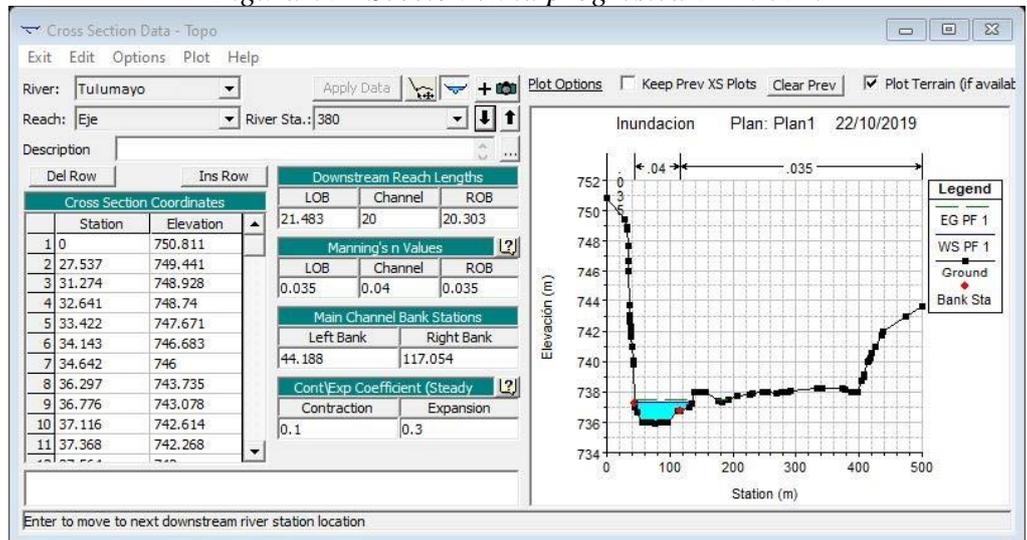


Figura 81 "Sección en la progresiva 0 + 360."

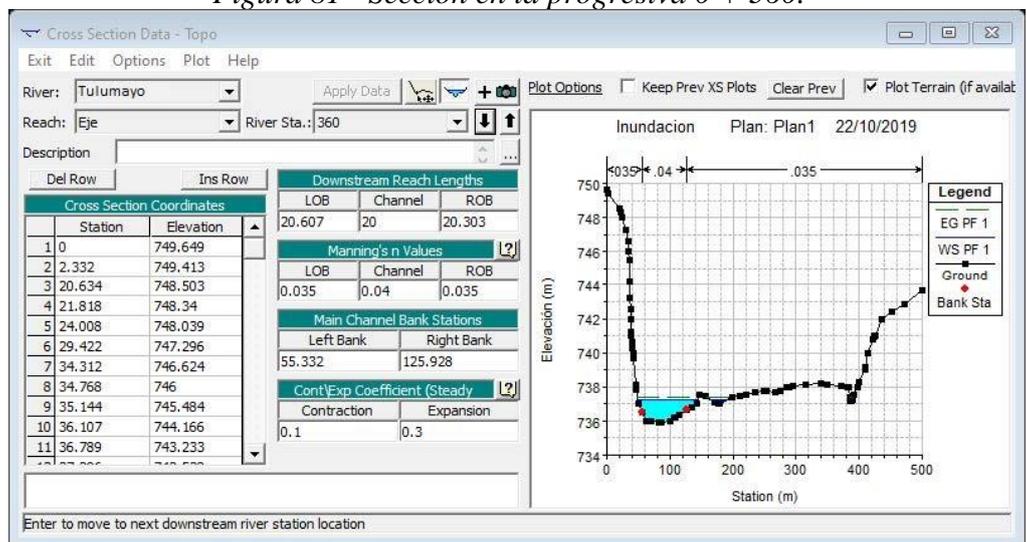


Figura 82 “Sección en la progresiva 0 + 340”.

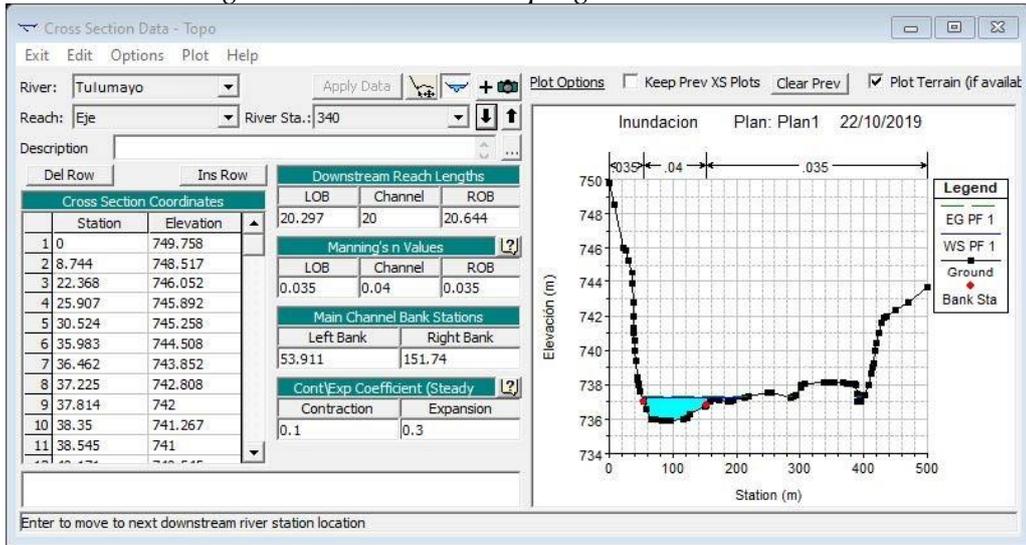


Figura 83 “Sección en la progresiva 0 + 320”.

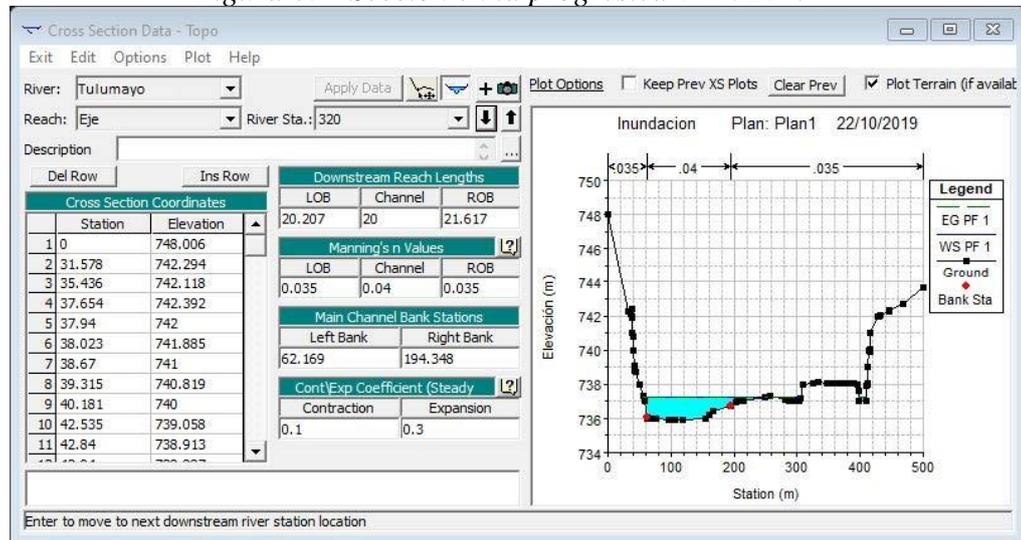


Figura 84 “Sección en la progresiva 0 + 300”.

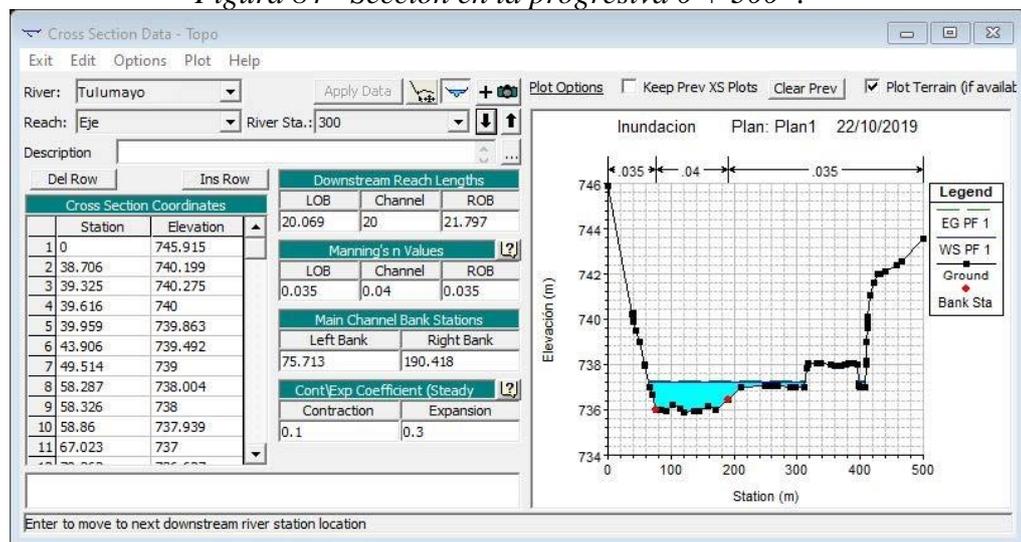


Figura 85 "Sección en la progresiva 0 + 280".

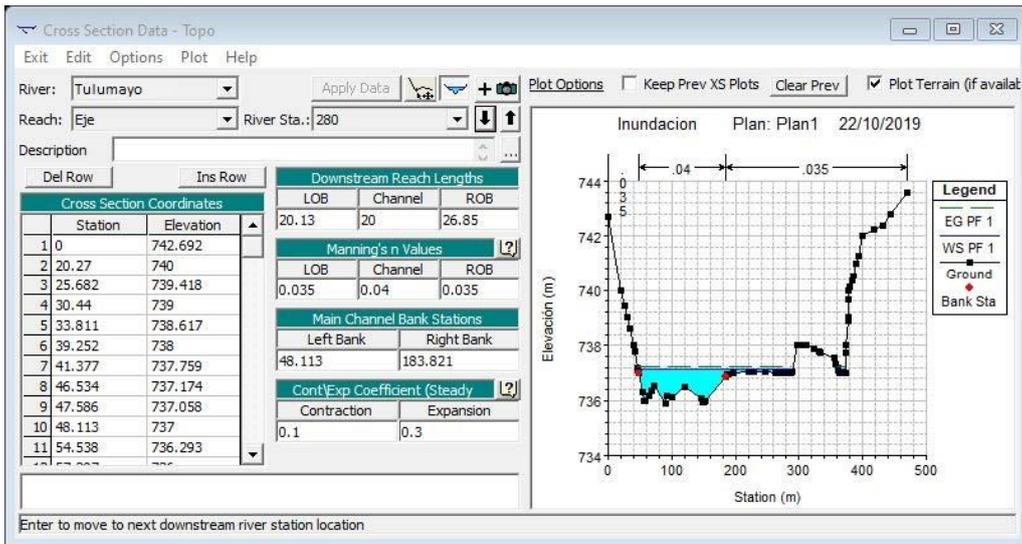


Figura 86 "Sección en la progresiva 0 + 260".

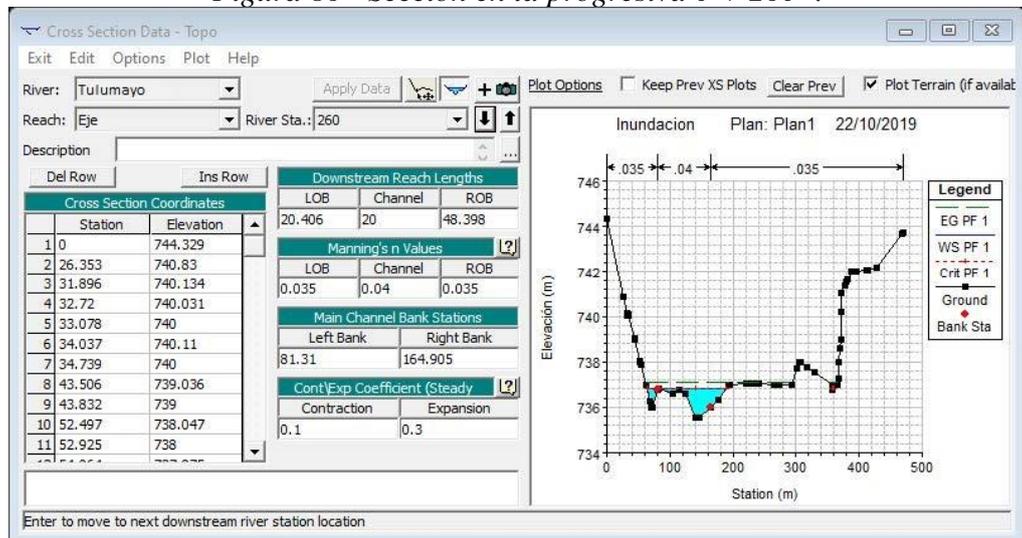


Figura 87 "Sección en la progresiva 0 + 240".

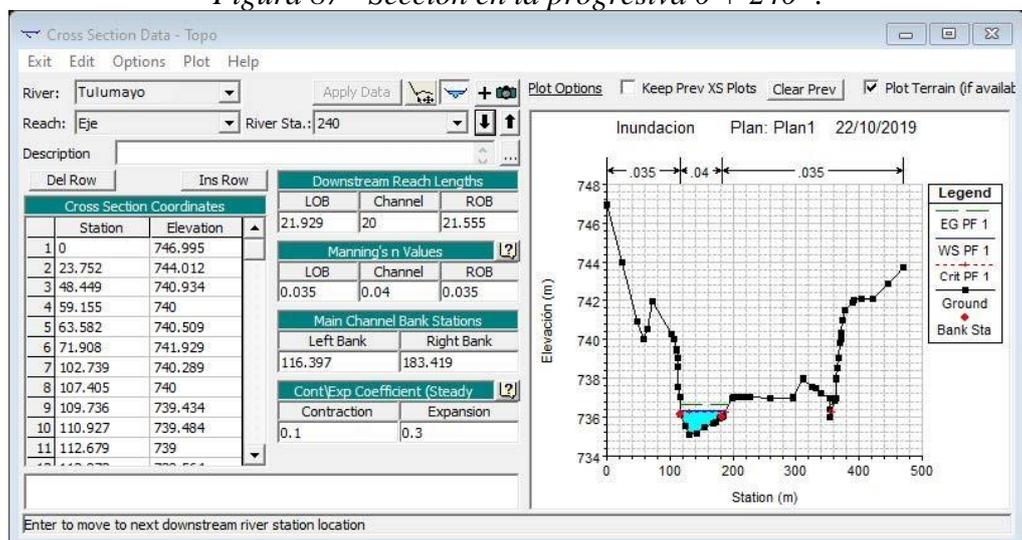


Figura 88 "Sección en la progresiva 0 + 220".

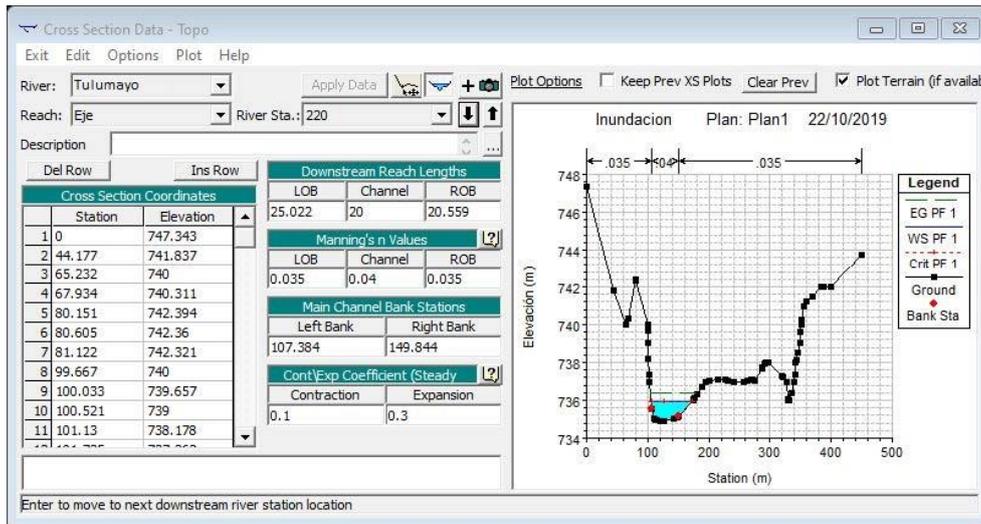


Figura 89 "Sección en la progresiva 0 + 200."

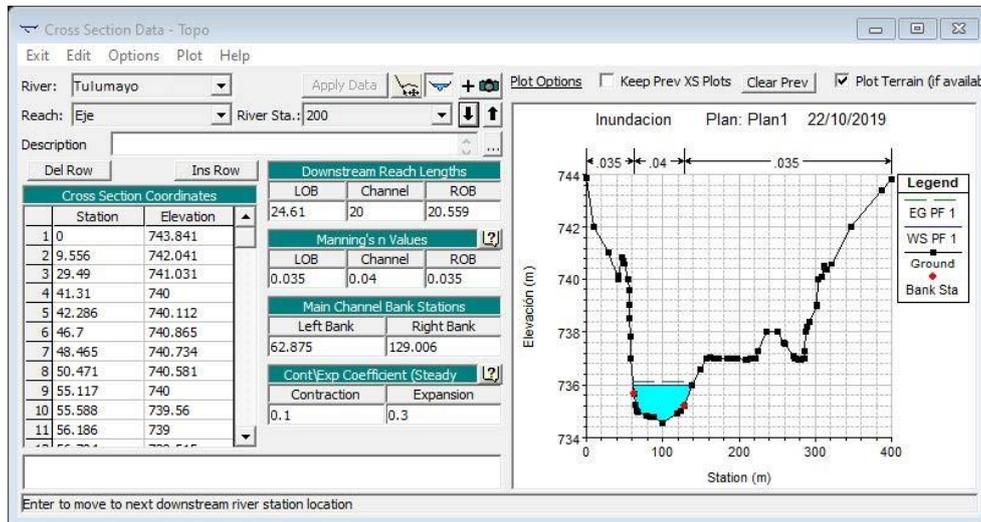


Figura 90 "Sección en la progresiva 0 + 180".

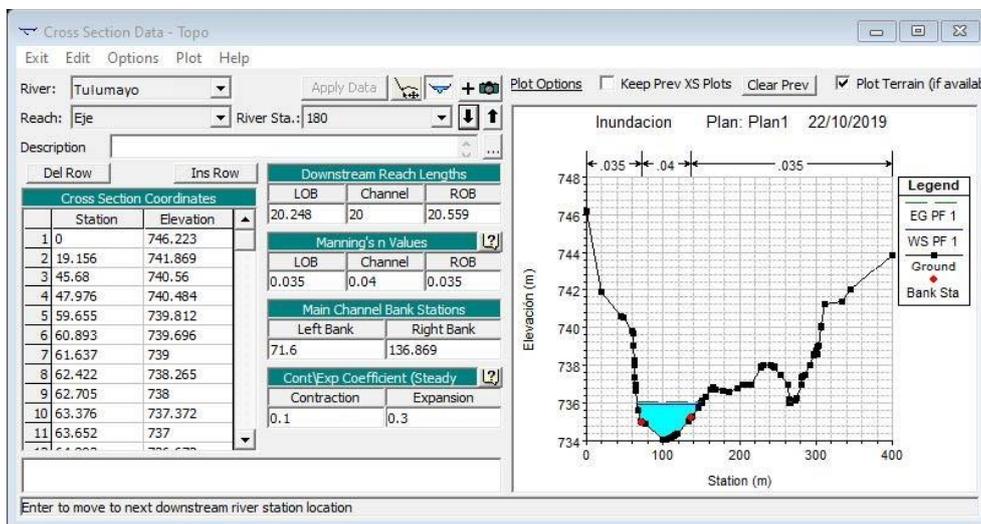


Figura 91 "Sección en la progresiva 0 + 160".

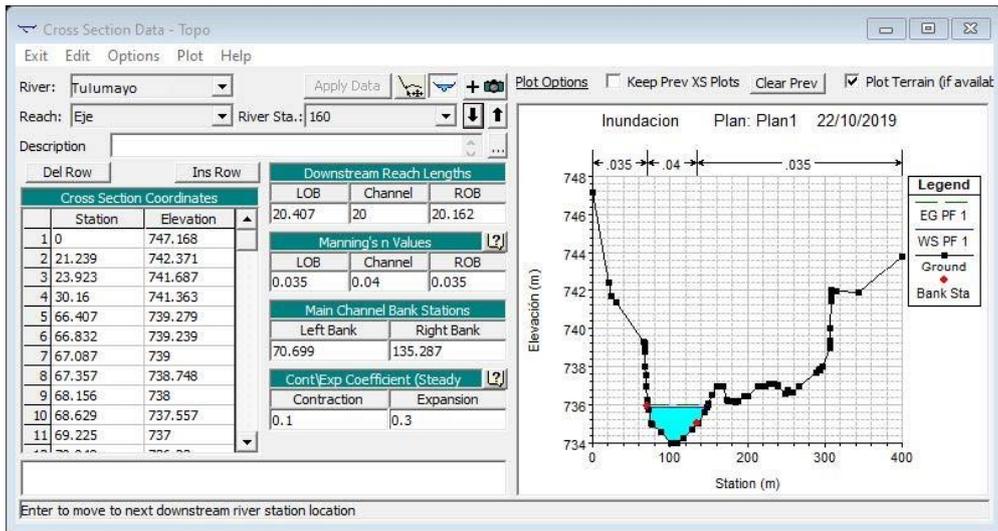


Figura 92 "Sección en la progresiva 0 + 140."

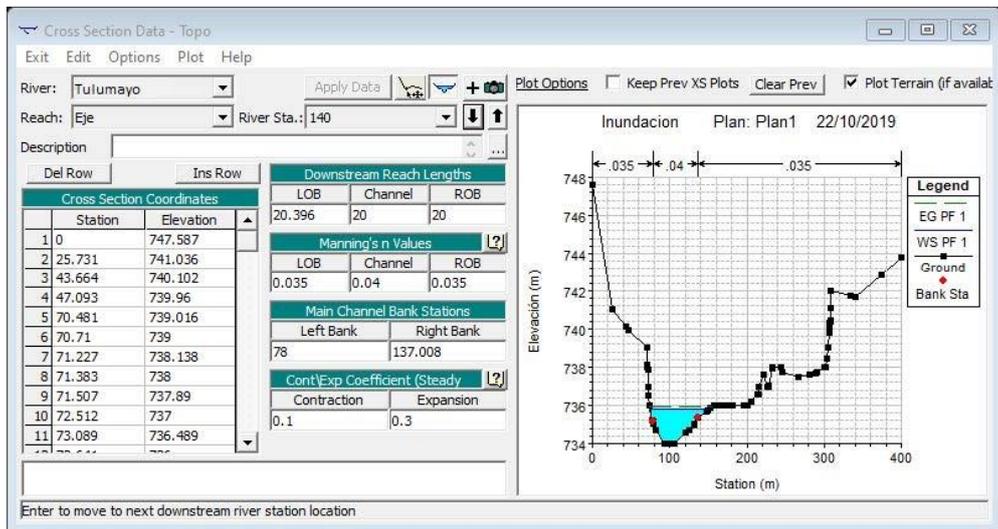


Figura 93 "Sección en la progresiva 0 + 120".

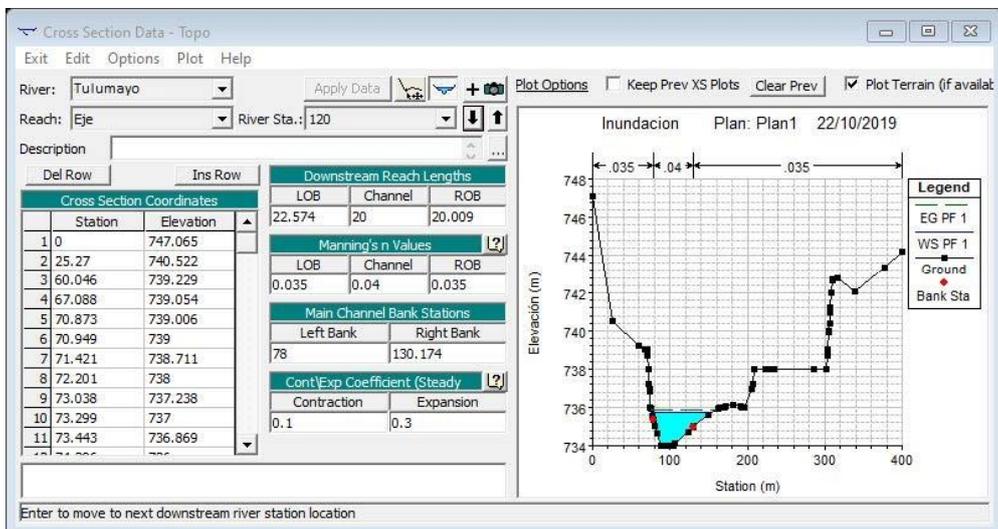


Figura 94 "Sección en la progresiva 0 + 100"

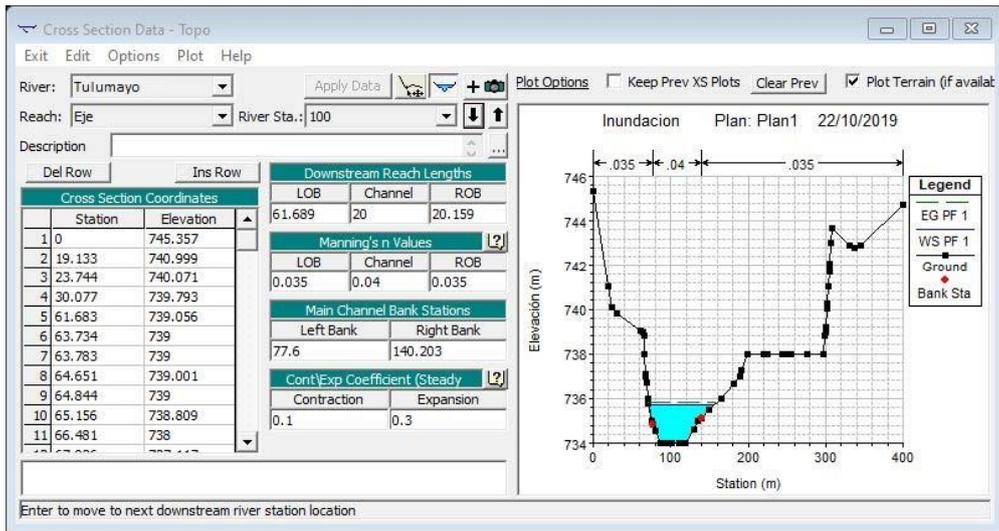


Figura 95 "Sección en la progresiva 0 + 80".

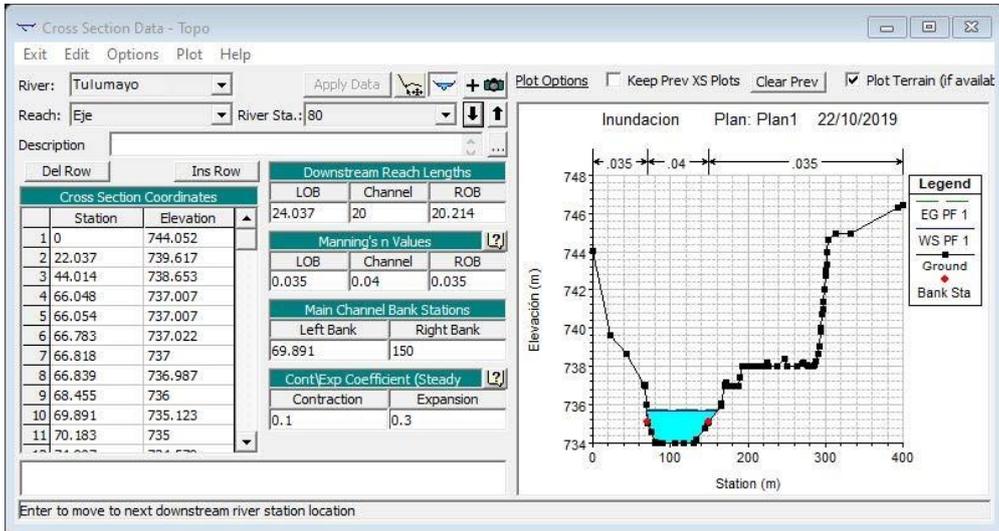


Figura 96 "Sección en la progresiva 0 + 60".

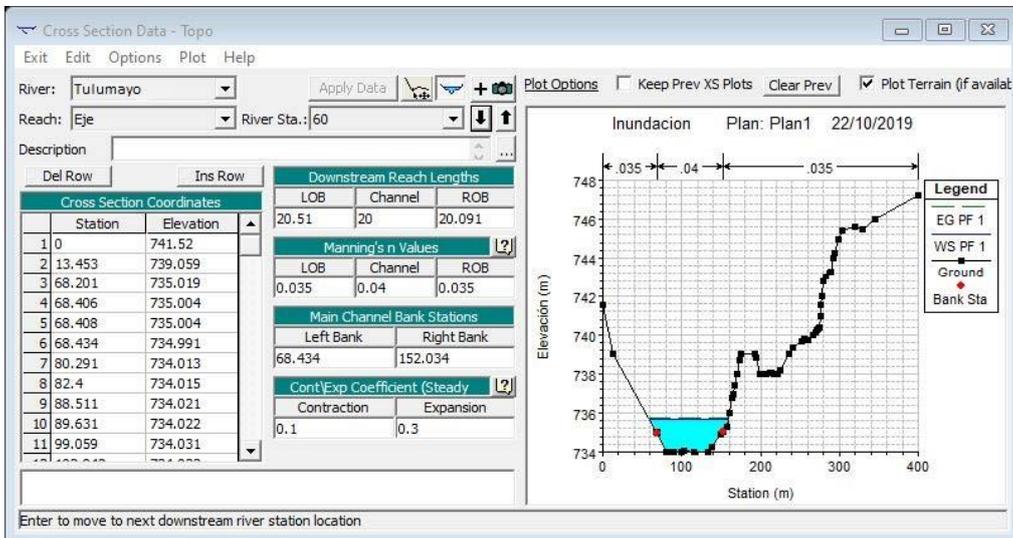


Figura 97 "Sección en la progresiva 0 + 40".

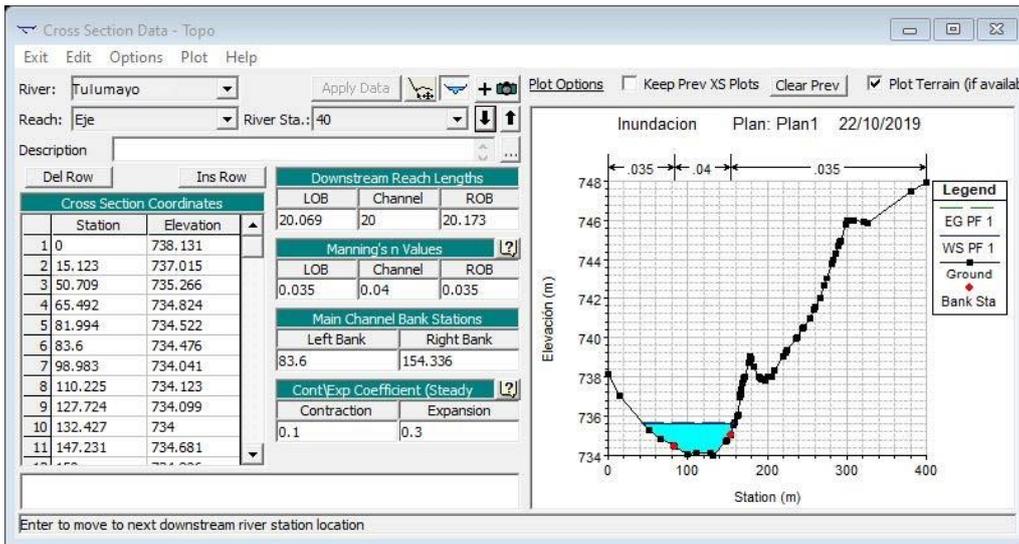


Figura 98 "Sección en la progresiva 0 + 020".

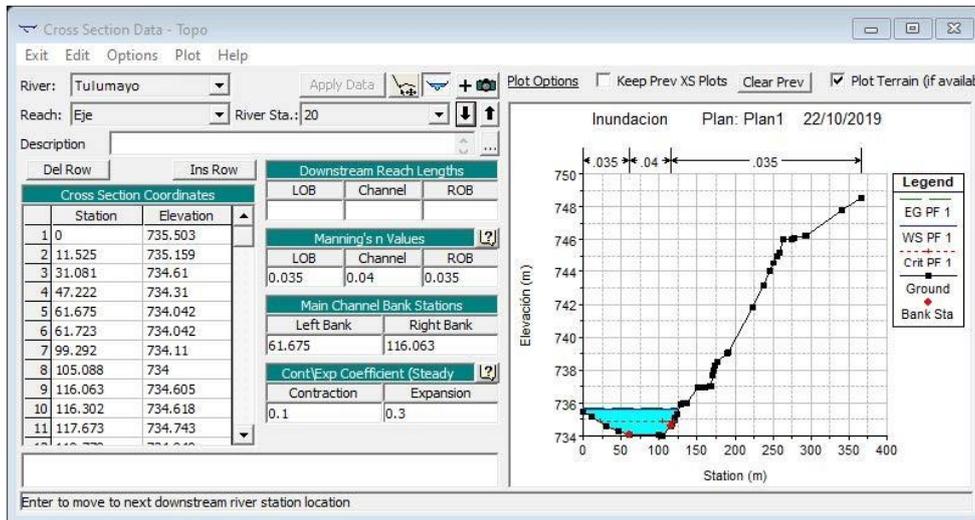
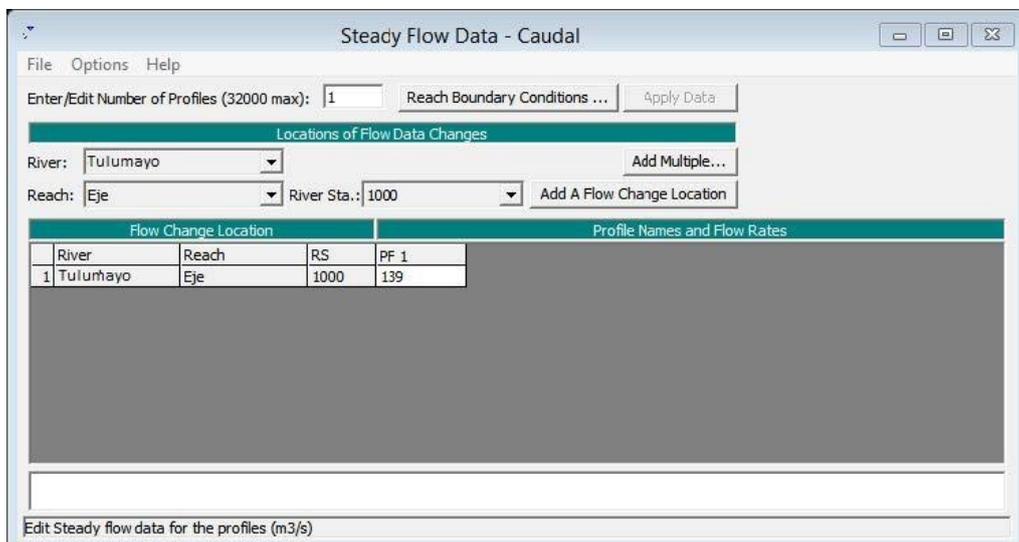


Figura 99 "Ingreso del caudal máximo".



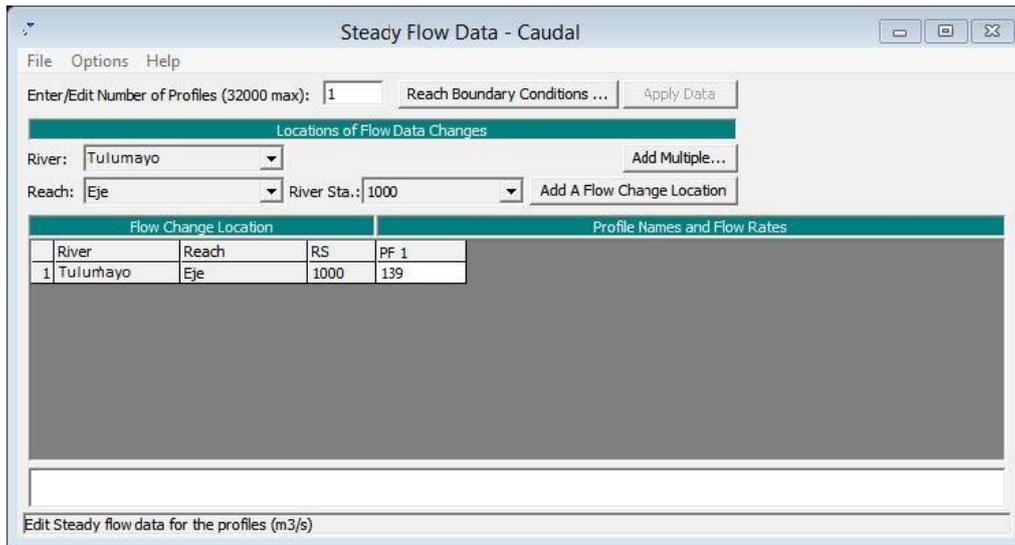
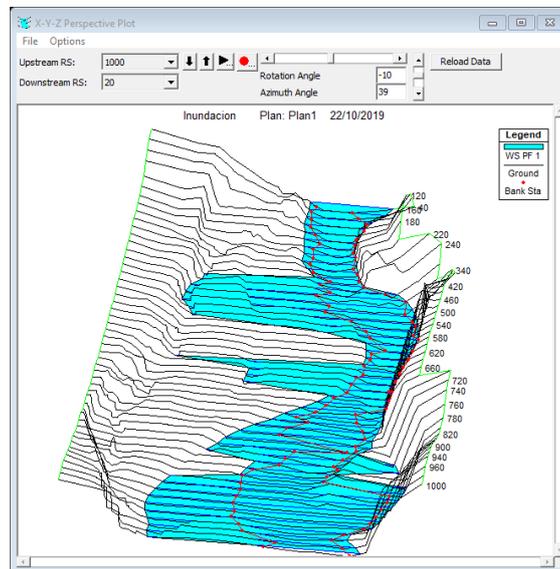


Figura 100 “Modelamiento del caudal máximo”.



ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO



2Fotografía 21. “Vista de la vista de la faja marginal margen derecho rio Tulumayo sector playa hermosa san ramón.”



“Fotografía 2. “Vista de la faja marginal margen izquierda rio tulumayo se “observa muro de gaviones colapsado por las inundaciones”



Fotografía 3. “vista de la zona inundada en máximas avenidas.”



Fotografía 4. “Levantamiento topográfico con estación total”.

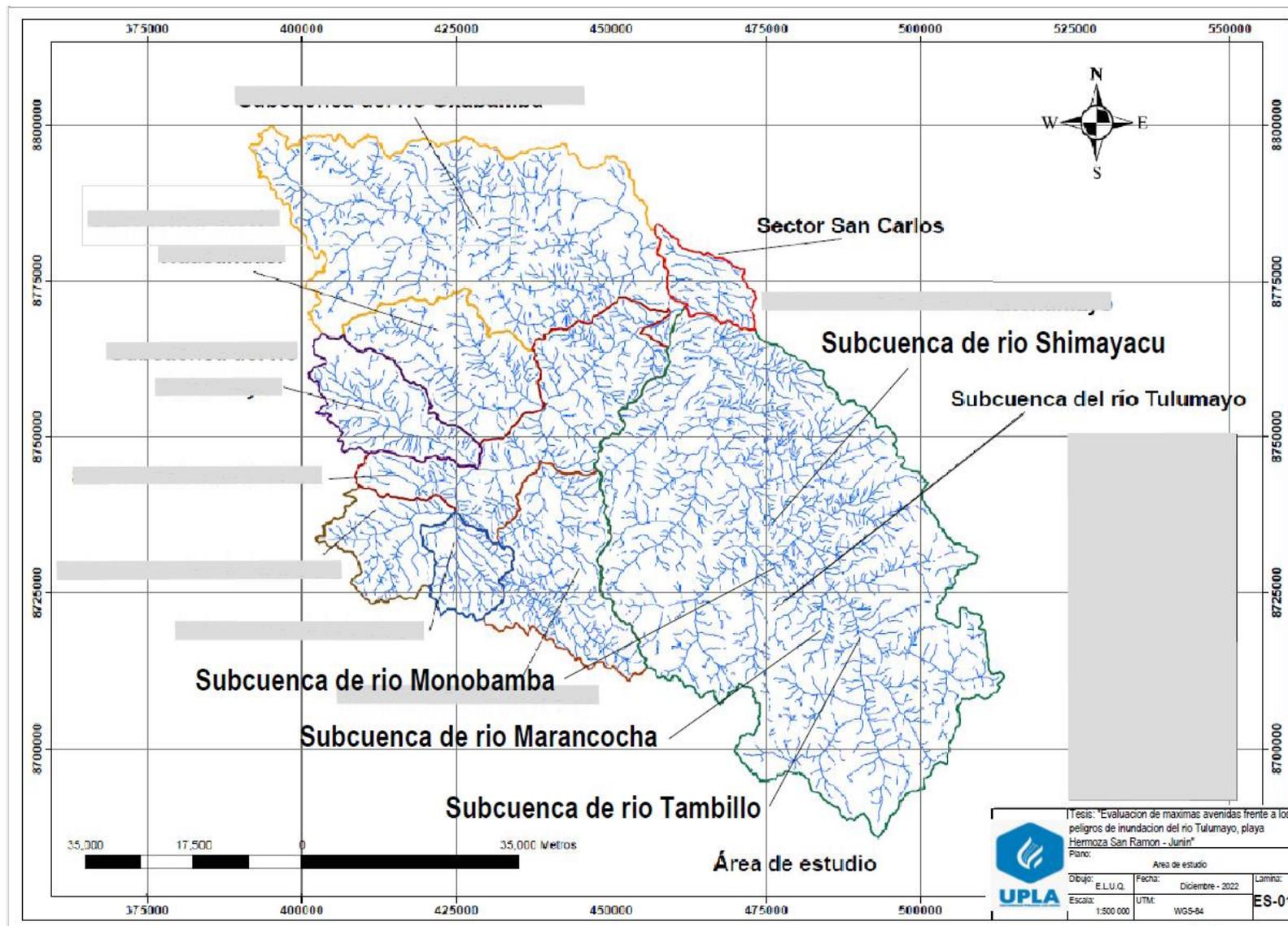


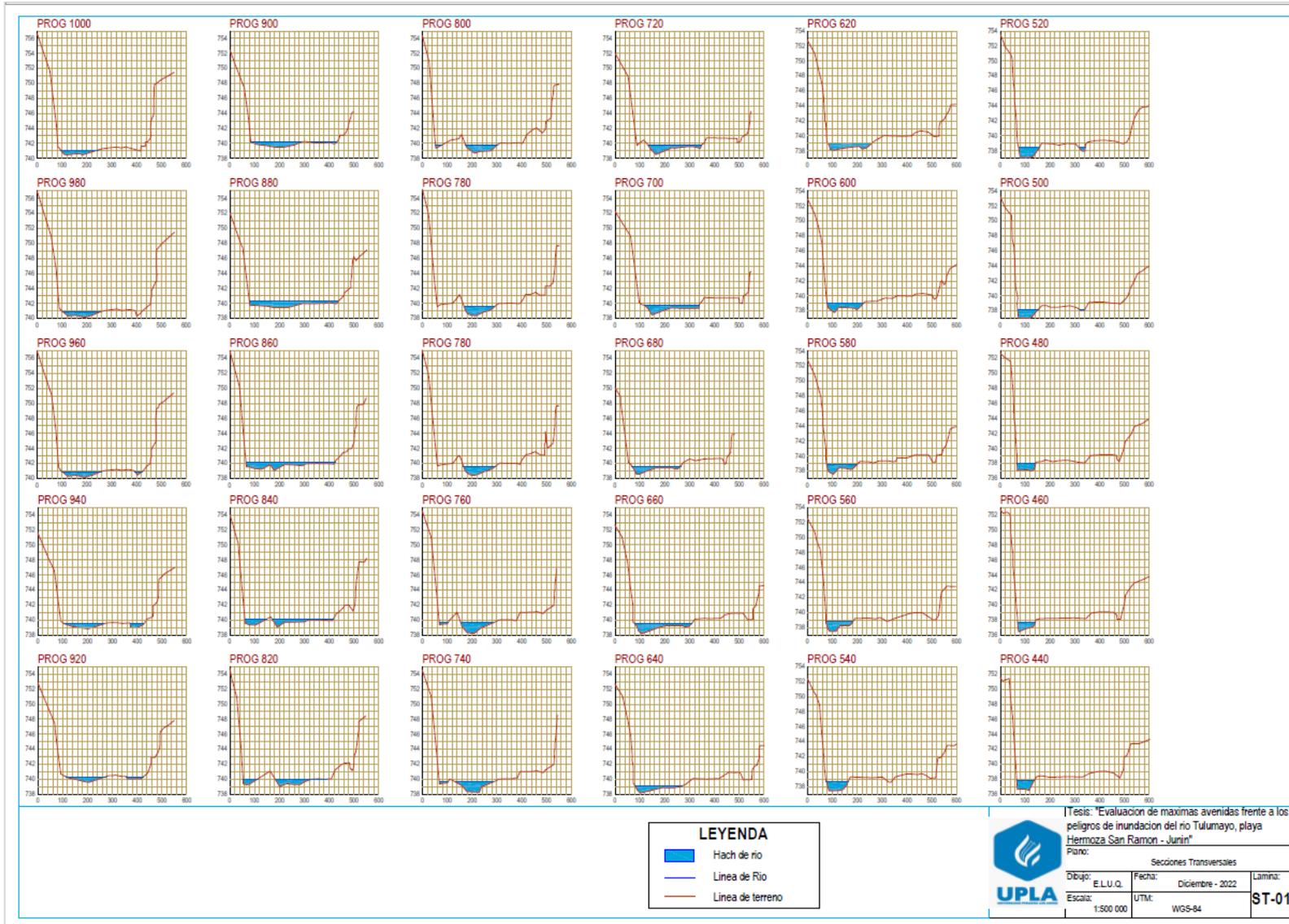
Fotografía 5. “Toma de datos en campo para posterior trabajo en gabinete”.

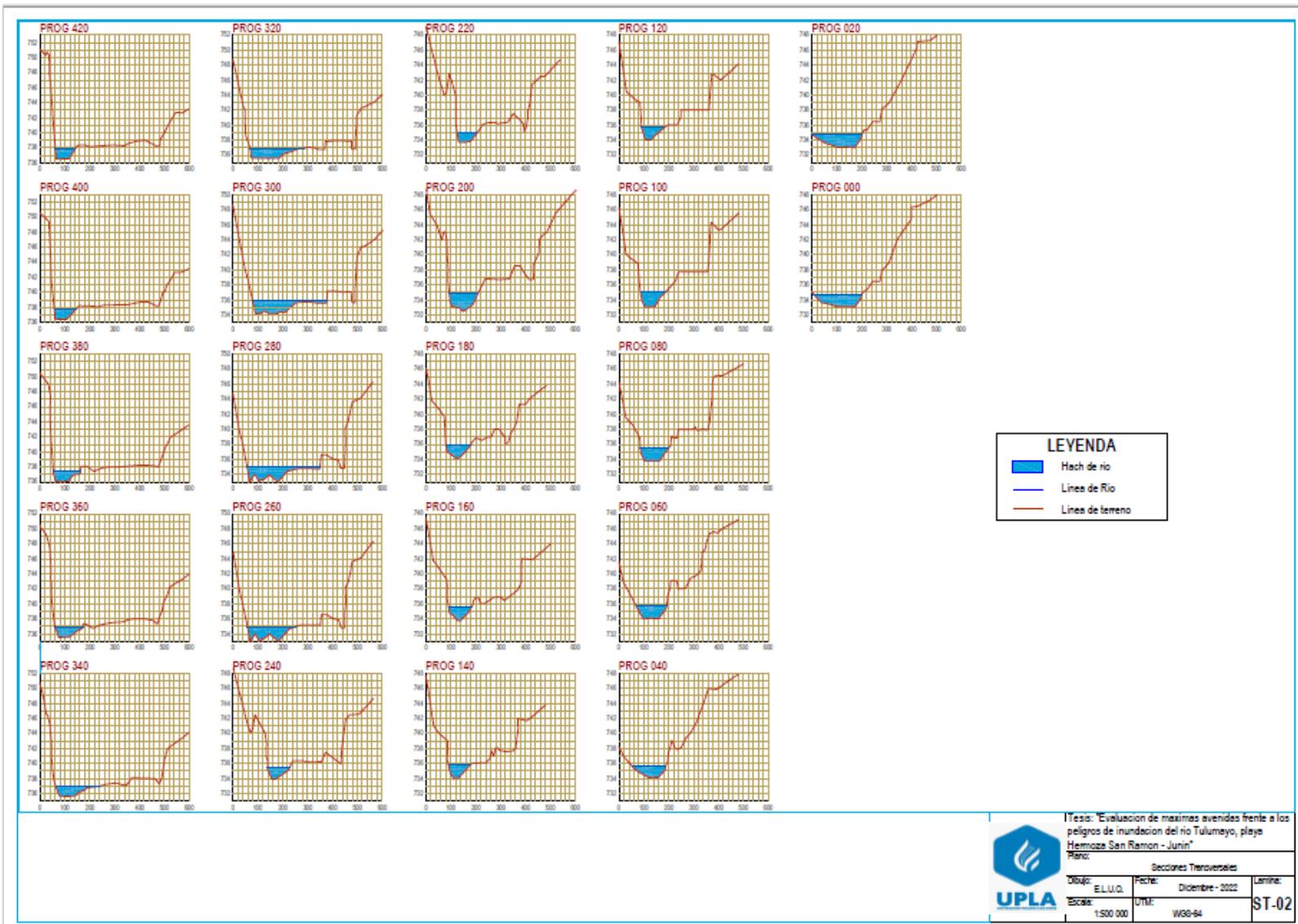


Fotografía 6 “Población afectada por inundaciones sector playa hermosa san ramón”

ANEXO N° 06: PLANOS





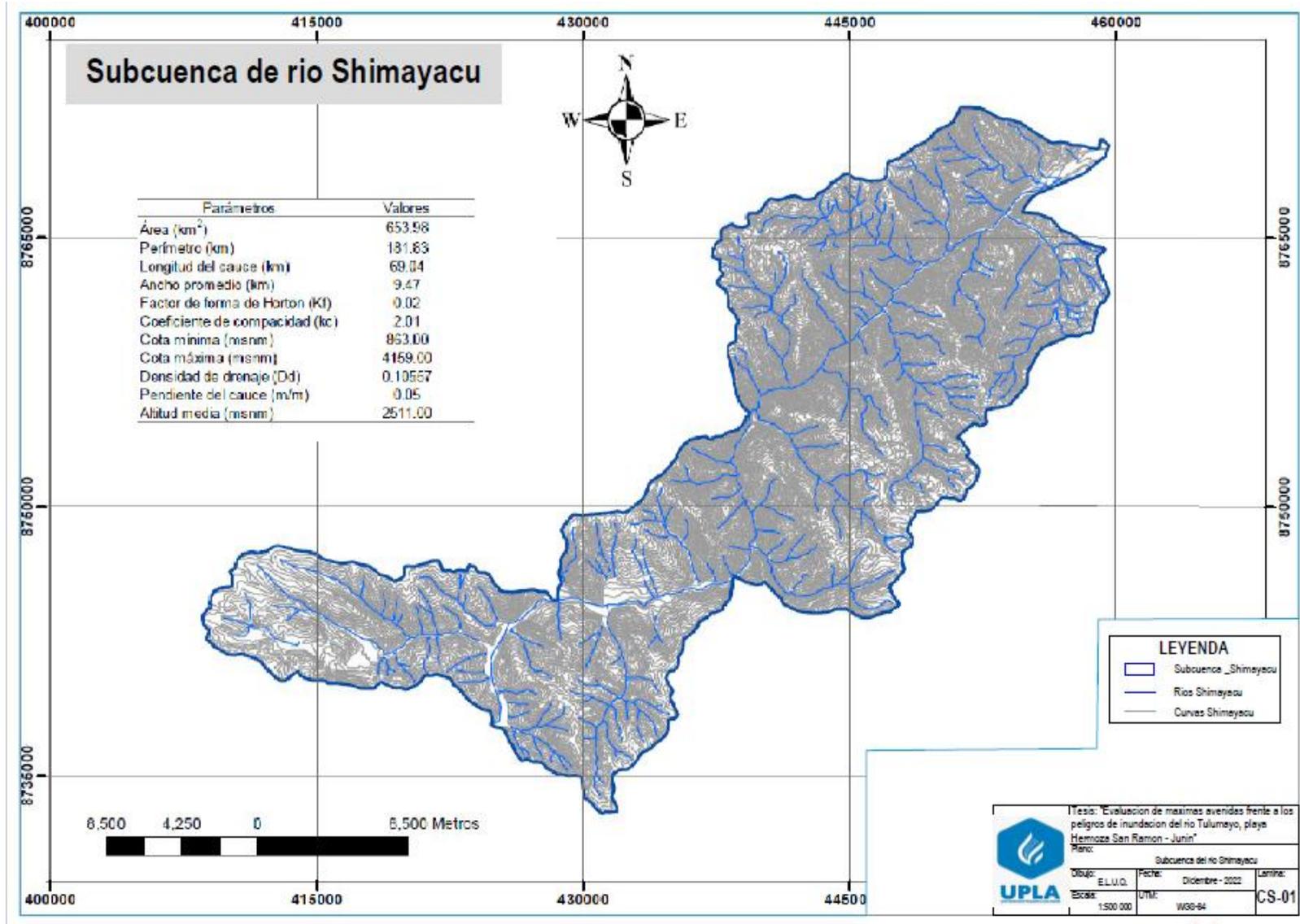


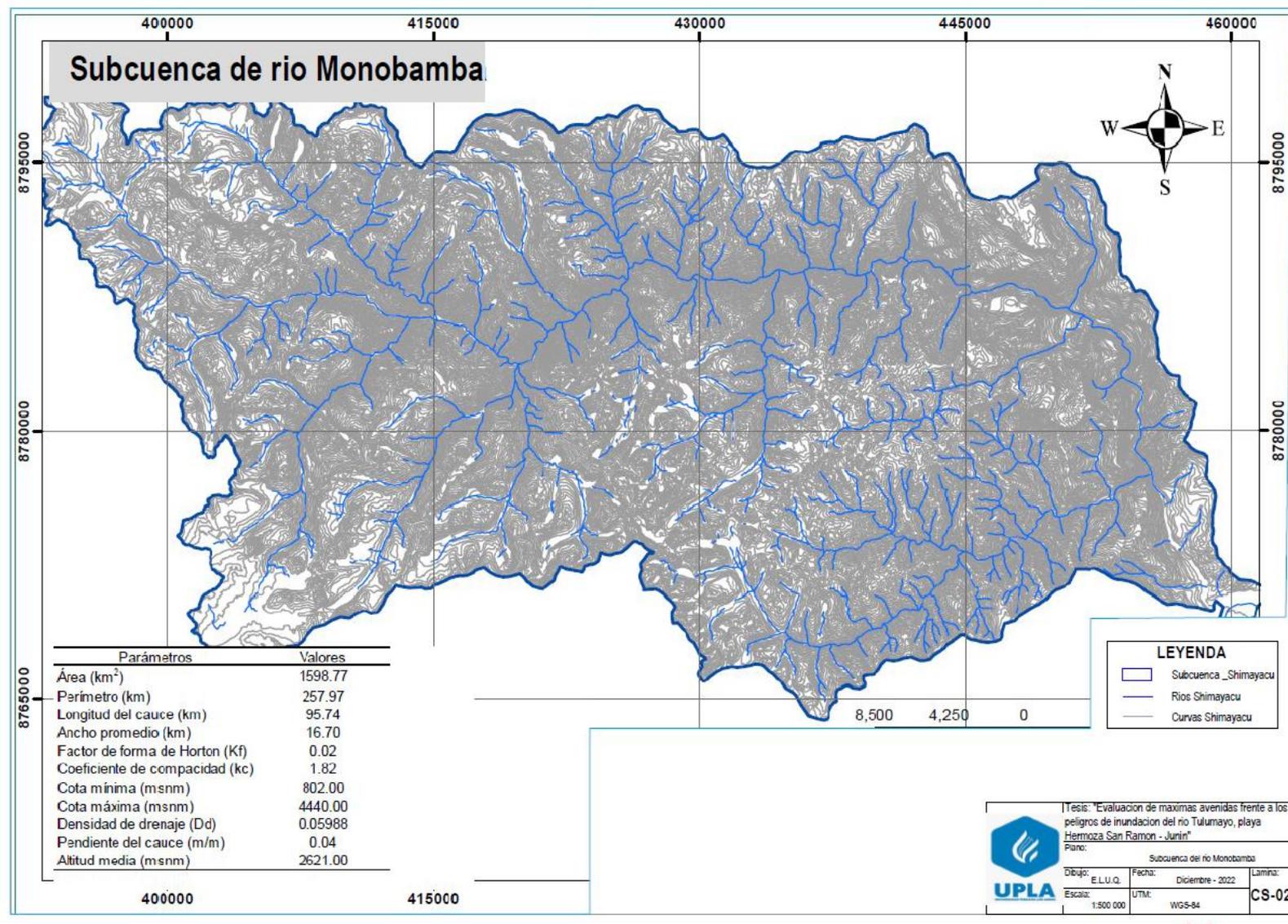
LEYENDA

- Hach de río
- Línea de Río
- Línea de terreno

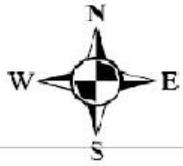


Tesis: "Evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundación del río Tulumayo, playa Hemoza San Ramon - Junín"			
Plan: Secciones Transversales			
Dibujo: E.L.U.G.	Fecha: Diciembre - 2022	Lamina:	
Escala: 1:500 000	UTM: WGS-84	ST-02	

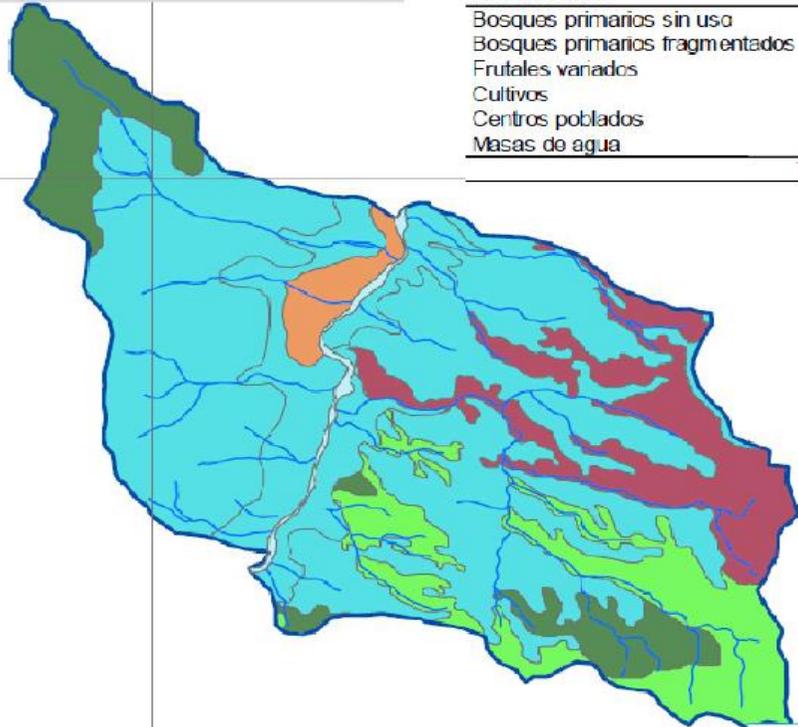




Subcuenca de río Tulumayo



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	138.23	100.00



LEYENDA

	Subcuenca _Shimayacu
	Rios Shimayacu
	Curvas Shimayacu



Tesis: "Evaluación de máximas avenidas frente a los peligros de inundación del río Tulumayo, playa Hermosa San Ramon - Junín"

Piano: Subcuenca del río Tulumayo

Dibajo: E.L.U.Q. Fecha: Diciembre - 2022 Lamina: CS-04

Escala: 1:500 000 UTM: WGS-84

