



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL
PREDISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL TRAMO
KM 55+471 AL TRAMO KM 58+081 DEL RÍO MOSNA
UBICADO EN EL DISTRITO SAN MARCOS – PROVINCIA DE
HUARI – DEPARTAMENTO DE ÁNCASH**

PRESENTADA POR

**CARLOS TEOFILO FERNANDEZ LOYOLA
NILA YOBANA VEGA RAMIREZ**

ASESORES

**ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2021



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL
PREDISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL TRAMO KM
55+471 AL TRAMO KM 58+081 DEL RÍO MOSNA UBICADO EN
EL DISTRITO SAN MARCOS – PROVINCIA DE HUARI –
DEPARTAMENTO DE ÁNCASH**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

FERNANDEZ LOYOLA, CARLOS TEOFILO

VEGA RAMIREZ, NILA YOBANA

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a Dios por darme la oportunidad de conocer a personas maravillosas; a mis padres Lucio Fernández Ravelo y Nélida Loyola Chávez y a mis hermanos que mantienen siempre la unión familiar; por sus enseñanzas de vida, a mis abuelitos, Teófilo y Teodora que están en el cielo; a mis padrinos por sus consejos para ser una mejor persona; a Mishell Campos por su cariño, amistad, alegría, consejos y mensajes de apoyo; a mi mejor amigo Gerardo Martínez Montjoy por su apoyo incondicional, por los aportes de nuestra tesis, gracias por ser buena persona.

Carlos Fernández L.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Nazario Vega y Dina Ramírez por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes.

También dedico con todo mi amor y cariño a mi amado novio Abrahán Pinto por su sacrificio y esfuerzo, por apoyarme con la carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión, cariño y amor.

Gracias todos.

Nila Vega R.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Dios por ser quien nos ilumina en nuestro camino; a nuestros padres y hermanos, por ser los principales motivadores de nuestra vida universitaria; a nuestros amigos de la carrera de ingeniería Civil, por ser parte de las experiencias incontables; a nuestros profesores del taller de tesis, por sus sólidos conocimientos, los ingenieros Ernesto Antonio Villar Gallardo y Juan Manuel Oblitas Santa María; a nuestro asesor de tesis, el ingeniero Gonzalo Fano Miranda, por brindarnos sus conocimientos; asimismo, por haber tenido la paciencia de guiarnos durante el desarrollo de la investigación.

Carlos Fernández L. y Nila Vega R.

ÍNDICE

RESUMEN	xxi
ABSTRACT	xxii
INTRODUCCIÓN	xxiii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Definición del problema	1
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema general	9
1.2.2. Problemas específicos	9
1.3. Objetivos de la investigación	9
1.3.1. Objetivo general	9
1.3.2. Objetivos específicos	10
1.4. Justificación de la investigación	10
1.4.1. Importancia de la investigación	10
1.4.2. Impactos potenciales de la investigación	11
1.5. Alcances y limitaciones	12
1.6. Viabilidad de la investigación	13
1.6.1. Viabilidad técnica	13
1.6.2. Viabilidad social	13
1.6.3. Viabilidad económica	13
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes	14
2.1.1. Antecedentes internacionales	14
2.1.2. Antecedentes nacionales	19
2.2. Bases teóricas	23

2.2.1. Modelamiento hidrológico	23
2.2.2. Modelamiento hidráulico	23
2.2.3. Cuenca hidrográficas	24
2.2.4. Precipitaciones	24
2.2.5. Inundación	25
2.2.6. Fajas marginales	27
2.2.7. Defensa ribereña	29
2.2.8. Sistemas de información geográfica (SIG)	30
2.2.9. Modelo de elevación digital	31
2.2.10. Tiempo de concentración	31
2.2.11. Método de Fuller	33
2.2.12. Submodelo de transformación lluvia – escurrimiento	33
2.2.13. Tránsito de avenidas	36
2.2.14. Balance hidrológico a nivel de cuenca	37
2.2.15. Avenidas	38
2.2.16. Máximas avenidas	39
2.2.17. Periodo de retornos	39
2.2.18. Análisis estadísticos de datos hidrológicos	41
2.2.19. Evaluación de eventos de retorno con hietograma de diseño	43
2.2.20. Determinación de la tormenta de diseño	45
2.2.21. Curvas intensidad-duración-frecuencia	45
2.2.22. Hietograma de diseño	46
2.2.23. Método del bloque alterno	46
2.2.24. Estimación de caudales	47
2.2.25. Socavación	48
2.2.26. Polígono de Thiessen	50
2.3. Definición de Términos Básicos	52

2.4. Formulación de la Hipótesis	54
2.4.1. Hipótesis general	54
2.4.2. Hipótesis específicos	54
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	55
3.1. Diseño metodológico	55
3.1.1. Enfoque de la investigación	55
3.1.2. Alcance de la investigación	56
3.1.3. Diseño de la investigación	56
3.2. Variables	57
3.2.1. Variable independiente	57
3.2.2. Variable dependiente	58
3.2.3. Título de la investigación	58
3.2.4. Matriz de operacionalización de las variables	59
3.3. Población y Muestra	61
3.3.1. Población	61
3.3.2. Muestra	62
3.4. Técnicas para el procesamiento de datos	65
3.4.1. Instrumentos	65
CAPÍTULO IV DESARROLLO	66
4.1. Datos generales del río Mosna	66
4.1.1. Caso de estudio	66
4.1.2. Estudios topográficos	67
4.1.3. Ubicación política	67
4.1.4. Ubicación geográfica	68
4.1.5. Secciones Transversales	69
4.1.6. Secciones longitudinales	70

4.2. Estudio hidrológico	71
4.2.1. Delimitación de cuenca	71
4.2.2. Precipitaciones máximas anuales por cuenca	73
4.2.3. Cálculo de tiempos de retorno mediante el programa Hyfran	82
4.2.4. Procedimientos en el programa HEC-HMS	89
4.3. Modelamiento hidráulico	102
4.3.1. Procedimiento en el programa ArcGIS	102
4.3.2. Procedimiento en el programa HEC-RAS	110
CAPÍTULO V RESULTADOS	118
5.1. Modelamiento hidrológico	118
5.1.1. Secciones transversales	120
5.1.2. Sección longitudinal	121
5.2. Modelamiento hidrológico	123
5.2.1. Precipitación para un tiempo de retorno ($Tr= 10$ años)	123
5.2.2. Precipitaciones para un tiempo de retorno ($Tr= 100$ años)	124
5.2.3. Precipitaciones para un tiempo de retorno ($Tr= 500$ años)	124
5.2.4. Resultados en el programa HEC-HMS	125
5.3. Modelamiento hidráulico	131
5.3.1. Resultados en el programa HEC-RAS	131
5.4. Cálculo del prediseño de la defensa ribereña	134
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS	159
6.1. Contraste de hipótesis principal	159
6.1.1. Contraste de hipótesis 1	159
6.1.2. Contraste de hipótesis 2	160
6.1.3. Contraste de hipótesis 3	160
6.1.4. Contraste de hipótesis 4	161

6.1.5. Contraste de hipótesis 5	161
6.2. Contrastación con los antecedentes	162
6.2.1. Contrastación con los antecedentes nacionales	162
CONCLUSIONES	164
RECOMENDACIONES	165
FUENTES DE INFORMACIÓN	166
ANEXOS	170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Serie cronológica de emergencias por años, según fenómeno, periodo 2015-2020</i>	2
Tabla 2 <i>Distribuciones de lluvia SCS</i>	44
Tabla 3 <i>Diferencias entre enfoque cuantitativo y enfoque cualitativo</i>	55
Tabla 4 <i>Tipos de alcance de la investigación</i>	56
Tabla 5 <i>Tipo de diseño de la investigación</i>	57
Tabla 6 <i>Diferencias entre transeccional y longitudinal</i>	57
Tabla 7 <i>Matriz de operacionalización de las variables</i>	59
Tabla 8 <i>Ubicación geográfica de la cuenca del río Mosna</i>	61
Tabla 9 <i>Distrito de la cuenca del río Mosna</i>	61
Tabla 10 <i>Coordenada geográficas del río Mosna, San Marcos</i>	64
Tabla 11 <i>Distro de la cuenca del río Mosna</i>	68
Tabla 12 <i>Ubicación geográfica de la cuenca del río Mosna</i>	68
Tabla 13 <i>Distancia y tiempo a la zona de estudio</i>	69
Tabla 14 <i>Registro de estaciones meteorológicas tomadas en la cuenca del río Mosna</i>	74
Tabla 15 <i>Precipitaciones máximas anual Huari del año 1963 a 2018</i>	75
Tabla 16 <i>Precipitaciones máximas anual estación Chavín1 del año 1986 a 2018</i>	76
Tabla 17 <i>Precipitaciones máximas anual estación Chavín 2 del año 1964 a 1985</i>	77

Tabla 18 <i>Precipitaciones máximas anual estación Buldibuyo del año 1966 a 1989</i>	78
Tabla 19 <i>Precipitaciones máximas anual estación Pomabamba del año 1989 a 2018</i>	79
Tabla 20 <i>Precipitaciones máximas anual estación Sihuas del año 1963 a 2018</i>	80
Tabla 21 <i>Registro de estaciones meteorológicas tomadas en la cuenca del río Mosna.</i>	82
Tabla 22 <i>Resumen estación meteorológica Huari</i>	88
Tabla 23 <i>Perímetros y áreas de subcuencas (ArcGIS)</i>	94
Tabla 24 <i>Conversión de coordenadas geográficas a coordenadas UTM</i>	103
Tabla 25 <i>Cálculo del peso de cada subcuenca según su área</i>	107
Tabla 26 <i>Coeficiente de rugosidad para cuencas y canales</i>	114
Tabla 27 <i>Tiempo de retorno 10 años (Estaciones)</i>	123
Tabla 28 <i>Tabla de retorno 100 años (Estaciones)</i>	124
Tabla 29 <i>Tiempo de retorno 500 años (Estaciones)</i>	125
Tabla 30 <i>Resultados para un $Tr= 10$ años para 24 horas</i>	127
Tabla 31 <i>Resultados para un $Tr= 100$ años para 24 horas</i>	129
Tabla 32 <i>Resultados para un $Tr= 500$ años para 24 horas</i>	131
Tabla 33 <i>Resultados de perfil para un $Tr= 10, 100$ y 500 años de retorno</i>	132
Tabla 34 <i>Cálculo de la altura total de socavación (Y2)</i>	135
Tabla 35 <i>Cálculo de altura de socavación</i>	139
Tabla 36 <i>Coeficiente en función al máx. descarga</i>	144

Tabla 37 <i>Perfil de defensa ribereña para el tramo aguas arriba</i>	145
Tabla 38 <i>Perfil de muro de encauzamiento del margen derecho de la defensa ribereña</i>	148
Tabla 39 <i>Altura de muro de encauzamiento del margen izquierdo de la defensa</i>	150
Tabla 40 <i>Área de inundación</i>	153
Tabla 41 <i>Contraste de Hipótesis Principal</i>	159
Tabla 42 <i>Contraste de hipótesis 1</i>	160
Tabla 43 <i>Contraste de hipótesis 2</i>	160
Tabla 44 <i>Contraste de hipótesis 3</i>	161
Tabla 45 <i>Contraste de hipótesis 4</i>	161
Tabla 46 <i>Contraste de hipótesis 5</i>	162

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Emergencias a nivel nacional, periodo 2015 – 2020	4
<i>Figura 2.</i> Ubicación del tramo del río Mosna	5
<i>Figura 3.</i> Encuesta de expertos sobre tema de tesis	7
<i>Figura 4.</i> Relación causa y efecto - diagrama de Ishikawa	8
<i>Figura 5.</i> Las cuatro cuencas hidrográficas	15
<i>Figura 6.</i> Precipitaciones	25
<i>Figura 7.</i> Modelación hidrológica e hidráulica para determinar las crecidas en el Río Gera en Provincia de Moyobamba	26
<i>Figura 8.</i> Río Mosna	27
<i>Figura 9.</i> Ancho Mínimo de faja marginal en cuerpos de agua	28
<i>Figura 10.</i> Representación de faja marginal	28
<i>Figura 11.</i> Visita al río Mosna	29
<i>Figura 12</i> Visita al río Mosna	29
<i>Figura 13</i> Visita al río Mosna	30
<i>Figura 14.</i> Visita al río Mosna	32
<i>Figura 15.</i> Hidrograma unitario	34
<i>Figura 16.</i> Hidrograma Unitario del SCS	35
<i>Figura 17.</i> Hidrograma de crecidas en forma de ondas	36
<i>Figura 18.</i> Visita al río Mosna	37
<i>Figura 19.</i> Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil	40

<i>Figura 20.</i> Caudales de diferentes tiempos de retorno	41
<i>Figura 21.</i> Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia para lluvia máxima	46
<i>Figura 22.</i> Hietograma de diseño	47
<i>Figura 23.</i> Tiempos de retorno	48
<i>Figura 24.</i> Polígono de Thiessen	51
<i>Figura 25.</i> Distrito de San Marcos	62
<i>Figura 26.</i> Puente de Distrito de San Marcos	62
<i>Figura 27.</i> Río Mosna, San Marcos	63
<i>Figura 28.</i> Punto A del río Mosna, San Marcos	64
<i>Figura 29.</i> Punto B del río Mosna, San Marcos	64
<i>Figura 30.</i> Curvas de nivel ArcGIS	67
<i>Figura 31.</i> Ubicación del pueblo de San Marcos	69
<i>Figura 32.</i> Distancia de la sección transversal del río Mosna	70
<i>Figura 33.</i> Distancia de la sección longitudinal del río Mosna	71
<i>Figura 34.</i> DEM de la cuenca del río Mosna	72
<i>Figura 35.</i> Delimitación de la cuenca del río Mosna	73
<i>Figura 36.</i> Estaciones en la cuenca del río Mosna	74
<i>Figura 37.</i> Precipitaciones máximas de la estación Huari	76
<i>Figura 38.</i> Precipitaciones máximas de la estación Chavín 1	77
<i>Figura 39.</i> Precipitaciones máximas de la estación Chavín 2	78
<i>Figura 40.</i> Precipitaciones máximas de la estación Buldibuyo	79

<i>Figura 41.</i> Precipitaciones máximas de la estación Pomabamba	80
<i>Figura 42.</i> Precipitaciones máximas de la estación Sihuas	81
<i>Figura 43.</i> Procedimiento en el programa Hyfran (Descripción)	83
<i>Figura 44.</i> Procedimiento en el programa Hyfran (Ingreso de data)	83
<i>Figura 45.</i> Verificación de datos en el programa Hyfran	84
<i>Figura 46.</i> Precipitación según data en el programa Hyfran (Gráfica)	84
<i>Figura 47.</i> Procedimiento en el programa Hyfran (función descartada)	85
<i>Figura 48.</i> Procedimiento en el programa Hyfran (función descartada)	86
<i>Figura 49.</i> Procedimiento en el programa Hyfran (mejor valor probable)	86
<i>Figura 50.</i> Procedimiento en el programa Hyfran (Tr= 10, Tr= 100 y Tr= 500 método Gamma)	87
<i>Figura 51.</i> Procedimiento en el programa Hyfran (grafica Gamma)	87
<i>Figura 52.</i> Procedimiento en el programa Hyfran (curva cronológica)	88
<i>Figura 53.</i> Procedimiento en el programa Hyfran (curva cronológica)	89
<i>Figura 54.</i> Creación de proyecto en el programa HEC-HMS	90
<i>Figura 55.</i> Creación de nuevo modelo básico en el programa HEC-HMS	90
<i>Figura 56.</i> Importación de archivo para generar subcuencas en el programa HEC-HMS	90
<i>Figura 57.</i> Cuenca del río Mosna luego de generar subcuencas en el programa HEC- HMS	91
<i>Figura 58.</i> Creación de las subcuencas	91
<i>Figura 59.</i> Creación de las subcuencas y ríos en el programa HEC-HMS	92

<i>Figura 60.</i> Herramientas Subbasin Creation Tool y Junction Creation Tool	92
<i>Figura 61.</i> Unión de subcuencas a través de la confluencia (formación del río)	93
<i>Figura 62.</i> Áreas de subcuencas	95
<i>Figura 63.</i> Colocación de áreas en cada subcuenca	96
<i>Figura 64.</i> Creación de las estaciones meteorológicas en el programa HEC-HMS	96
<i>Figura 65.</i> Cuadro donde se agrega las estaciones meteorológicas de la cuenca del río Mosna (HEC-HMS)	97
<i>Figura 66.</i> Intervalo de tiempo y unidades de la estación Chavín 2 (HEC-HMS)	97
<i>Figura 67.</i> El tiempo determinado por un día (24h) (HEC-HMS)	98
<i>Figura 68.</i> Tabla de tormenta de diseño 24h (HEC-HMS)	98
<i>Figura 69.</i> Gráfica de las precipitaciones en el programa HEC-HMS	99
<i>Figura 70.</i> Pesos agregados en la subcuenca 10 en el programa HEC-HMS	99
<i>Figura 71.</i> Creación de Control Specifications Manager en el programa HEC-HMS	100
<i>Figura 72.</i> Fecha y hora de inicio y final de precipitaciones en el programa HEC-HMS	100
<i>Figura 73.</i> Tiempo de concentración	101
<i>Figura 74.</i> Inicio de simulación en el programa HEC-HMS	101
<i>Figura 75.</i> Delimitación de las subcuencas del río Mosna en ArcGIS	102
<i>Figura 76.</i> Importación de las estaciones meteorológicas al ArcGIS	103

<i>Figura 77.</i> Modificación de las estaciones (Display XY Data)	104
<i>Figura 78.</i> Estaciones meteorológicas cargadas en la cuenca del río Mosna	104
<i>Figura 79.</i> Creación del polígono thiessen	105
<i>Figura 80.</i> Estaciones meteorológicas se corta en base de nuestra cuenca carga en la cuenca del río Mosna.	105
<i>Figura 81.</i> Polígono Thiessen delimitado	106
<i>Figura 82.</i> Cálculo del tiempo de concentración subcuenca	108
<i>Figura 83.</i> Gráfica del tiempo de concentración en las subcuencas del río Mosna	109
<i>Figura 84.</i> Determinación Lag Time (Tlag)	110
<i>Figura 85.</i> Configuración de las unidades al Sistema Internacional	110
<i>Figura 86.</i> Creación de proyecto en el programa HEC-RAS	111
<i>Figura 87.</i> Creación datos geométricos en el programa HEC-RAS	111
<i>Figura 88.</i> Longitud del eje del río Mosna en el programa HEC-RAS	112
<i>Figura 89.</i> Introducción de las secciones transversales en el programa HEC-RAS	113
<i>Figura 90.</i> Creación de perfiles de caudales	114
<i>Figura 91.</i> Renombre de los perfiles de caudales	115
<i>Figura 92.</i> Perfil de los caudales para el prediseño	115
<i>Figura 93.</i> Introducción de los caudales	115
<i>Figura 94.</i> Introducción de la pendiente del cauce	116
<i>Figura 95.</i> Verificación de la pendiente	116

<i>Figura 96.</i> Perfil de los caudales para el prediseño	117
<i>Figura 97.</i> Perfil del tramo de estudio	117
<i>Figura 98.</i> Representación gráfica del tramo aguas arriba del río Mosna - San Marcos, Huari, Ancash (ArcGIS)	119
<i>Figura 99.</i> Sección del río Mosna progresiva 55+471 (HEC-RAS)	120
<i>Figura 100.</i> Sección del río Mosna progresiva 55+491 (HEC-RAS)	121
<i>Figura 101.</i> Representación gráfica del perfil longitudinal río Mosna (excel)	122
<i>Figura 102.</i> Tiempo de retorno 10 años (Estaciones)	123
<i>Figura 103.</i> Tiempo de retorno 100 años (Estaciones)	124
<i>Figura 104.</i> Tiempo de retorno 500 años (Estaciones)	125
<i>Figura 105.</i> Resultado caudal de diseño para un $Tr= 10$ años	126
<i>Figura 106.</i> Gráfica de resultados para un $Tr= 10$ años	126
<i>Figura 107.</i> Resultado caudal de diseño para un $Tr= 100$ años	128
<i>Figura 108.</i> Gráfica de resultados para un $Tr= 100$ años	128
<i>Figura 109.</i> Resultado caudal de diseño para un $Tr= 500$ años	129
<i>Figura 110.</i> Gráfica de resultados para un $Tr= 500$ años	130
<i>Figura 111.</i> Perfil y altura de cauce	132
<i>Figura 112.</i> Figura del modelamiento hidráulico	133
<i>Figura 113.</i> Gráfica del perfil defensa ribereñas aguas arriba	147
<i>Figura 114.</i> Gráfica del perfil de defensa ribereña margen derecha	152
<i>Figura 115.</i> Gráfica del perfil de defensa ribereña margen izquierda	152

<i>Figura 116.</i> Modelamiento Hidráulica río Mosna	155
<i>Figura 117.</i> Prediseño de defensa ribereña margen izquierda	156
<i>Figura 118.</i> Prediseño de defensa ribereña margen derecha	156
<i>Figura 119.</i> Prediseño de muro de encauzamiento el margen derecho	157
<i>Figura 120.</i> Prediseño de defensa ribereña tipo enrocado para el encauzamiento margen izquierda tramo aguas arriba del río Mosna	157
<i>Figura 121.</i> Prediseño de defensa ribereña tipo enrocado para el encauzamiento margen derecha tramo aguas arriba del río Mosna	158

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia	171
Anexo 2 Estudio topográfico	175
Anexo 3 Estudio hidrológico	187
Anexo 4 Estudio hidráulico	192
Anexo 5 Panel fotográfico	217

RESUMEN

Entre los eventos hidrológicos de la sierra central, ocurren irregulares precipitaciones pluviales, que provocan máximas crecidas en los ríos y ocasionan inundaciones en zonas vulnerables. En la presente tesis, el objetivo general fue determinar la influencia del modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito San Marcos (provincia de Huari, departamento de Áncash). La metodología empleada es descriptiva, explicativa y de tipo no experimental, mediante el modelamiento hidrológico e hidráulico para evaluar el comportamiento del encauzamiento del flujo del río Mosna. La muestra fue extraída de la cuenca del río Mosna, ubicado en el departamento de Áncash. Se realizaron simulaciones hidrológicas con periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, y simulaciones hidráulicas con el apoyo de los programas HEC-HMS y HEC-RAS. El caudal máximo para un periodo de retorno $Tr= 10$ años es $2423.4 \text{ m}^3/\text{s}$, para un $Tr= 100$ años es $3384.1 \text{ m}^3/\text{s}$ y para un $Tr= 500$ años es $4340.1 \text{ m}^3/\text{s}$. Se concluye que el prediseño de la defensa ribereña toma ciertas medidas de un modelo hidráulico que contempla una altura total de 17.60 m, 4.60 m de altura de socavación, 13.00 m de altura de dique, un ancho de corona de 13 m, ancho base de 49 m. Se recomienda que sea de tipo continuo por las características de la zona de estudio.

Palabras claves: Modelamiento hidrológico, modelamiento hidráulico, prediseño, defensa ribereña.

ABSTRACT

Hydrological events generally in the central highlands occur irregular rainfall, causing maximum flooding in rivers, causing flooding in vulnerable areas. In the present thesis, the main objective was to determine the influence of hydrological and hydraulic modeling for the pre-design of the riparian defense in the section km 55 + 471 to the section km 58 + 081 of the Mosna river located in the San Marcos district - Huari province - department of Ancash. The methodology used is descriptive, explanatory and non-experimental, through hydrological and hydraulic modeling to evaluate the behavior of the channeling of the Mosna River flow. The sample was taken from the Mosna river basin located in the department of Ancash. Hydrological simulations with return periods of 10, 100 and 500 years and hydraulic simulations were carried out with the support of the HEC-HMS and HEC-RAS programs. The maximum flows for a return period $T_r = 10$ years, is 2423.4 m³ / s, $T_r = 100$ years, is 3384.1 m³ / s, and a $T_r = 500$ years, is 4340.1 m³ / s. It is concluded that the pre-design of the riparian defense takes certain measurements from a hydraulic model that contemplates a total height of 17.60 m, 4.60 m of scour height, 13.00 m of dike height, a crown width of 13 m, base width of 49 m. It is recommended that it be of a continuous type due to the characteristics of the study area.

Keywords: Hydrological modeling, hydraulic modeling, pre-design, riparian defense.

INTRODUCCIÓN

Como antecedentes del presente estudio, se han investigado diferentes aplicaciones que se puede realizar mediante una defensa ribereña, cuyos fines consisten en contener la sobrecarga del flujo del río, evitar el desbordamiento del cauce y mitigar probables áreas inundadas.

Esta investigación promueve el uso de un prediseño de la defensa ribereña como una estructura hidráulica para mejorar el comportamiento del encauzamiento del flujo del río. Para ello, se consideró los conceptos básicos de un prediseño y de la construcción de un muro de contención, así como las normas nacionales del Ministerio de Transporte y el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

La inundación es uno de los fenómenos naturales más catastróficos y recurrentes en el Perú. Es un problema para el país, pues en la sierra se forma la estacionalidad de las intensas precipitaciones pluviales, que se manifiestan en los meses de invierno (diciembre a marzo) e incrementan el caudal de ríos y quebradas. A esto se suma que el fenómeno El Niño provoca que el recorrido del río aumente su caudal y llegue a la costa multiplicando su crecida. Todo lo anterior afecta y expone la integridad física y material de las personas.

Además, en la sierra central ocurren irregulares precipitaciones pluviales que provocan máximas crecidas en los ríos y ocasionan inundaciones en zonas

vulnerables. Por ello, ocurren con mayor frecuencia las emergencias como huaycos, inundaciones y derrumbes.

Según el boletín estadístico virtual de gestión reactiva del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2021), entre 2015 y 2020, el porcentaje de personas damnificadas en la zona indicada por este tipo de emergencias en el Perú fue de 15.05 % por inundación y 52.51 % por lluvias fuertes. También se sabe que, en el departamento de Áncash, 30 173 personas fueron damnificadas por tales emergencias.

Por otro lado, el índice de crecimiento urbano ha provocado que la población se asiente desordenadamente en las zonas cercanas a la ribera del cauce del río Mosna, de manera que se expone a posibles inundaciones. Asimismo, debido a la escasa inversión en el sector construcción y lo costosos que resultarían proyectos hidráulicos en lugares con suelos de poca resistencia, en nuestro país se tiene un déficit de infraestructura hidráulica.

En este sentido, los proyectos de construcción de vías de comunicación terrestre no son viables y no permiten el desarrollo de la población. Por esa razón, fue necesario investigar para prevenir estos fenómenos naturales mediante soluciones sostenibles y económicas que mejoren el comportamiento del encauzamiento del flujo del río gracias a un prediseño de la defensa ribereña.

El objetivo general de esta investigación es determinar la influencia del modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, del centro poblado San Marcos, provincia de Huarí, departamento de Áncash. Para ello se empleó una metodología con enfoque descriptivo-explicativo de tipo no experimental. Con el fin de lograr este objetivo, se obtuvo muestras de la cuenca del río Mosna que se sometieron a un proceso de modelamiento hidrológico e hidráulico.

Para evaluar el efecto del prediseño de la defensa ribereña sobre la mejora del comportamiento del encauzamiento del flujo del río Mosna, se realizaron simulaciones hidrológicas con periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, y

simulaciones hidráulicas con el apoyo del programa Sistema de Modelación Hidrológica del Centro de Ingeniería Hidrológica del cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. (HEC-HMS) y Sistema de Análisis de ríos (HEC-RAS). En función de lo anterior, los objetivos específicos se centran en evaluar la influencia del estudio topográfico y probabilístico de las precipitaciones máximas anuales, en el modelamiento hidrológico e hidráulico, y en el análisis de las áreas inundadas para el prediseño de la defensa ribereña.

La importancia de este estudio radica en emplear un prediseño de la defensa ribereña que evite el desbordamiento del cauce del río Mosna, a fin de mejorar el comportamiento del encauzamiento del flujo del río y, en consecuencia, reducir los impactos económicos, materiales y, sobre todo, el índice de mortalidad en la población de San Marcos.

Asimismo, el estudio aporta técnicamente una herramienta eficaz que genere investigaciones innovadoras como un respaldo técnico, y sirve de consulta y guía para todos los niveles organizativos del gobierno, puesto que su aplicación podrá adaptarse a las características socioeconómicas de la región que probablemente se vea afectada.

La presente investigación consta de seis capítulos. El primero relata la descripción del planteamiento del problema, la formulación del problema general y los problemas específicos, los objetivos, la justificación, así como los alcances, las limitaciones y la viabilidad de la investigación.

En el segundo capítulo trata sobre los antecedentes de la investigación; además, se expone las bases teóricas y las hipótesis.

El tercer capítulo presenta la metodología aplicada desde un enfoque cuantitativo —pues se cimienta en un proceso secuencial y probatorio—, con un alcance descriptivo —porque se basa en las características hidrológicas e hidráulicas del río Mosna— y con un diseño no experimental.

En el cuarto capítulo se describe el desarrollo de la investigación en función de la información recolectada y procesada en los programas HEC-HMS y HEC-RAS.

El quinto capítulo contiene los resultados del modelamiento hidrológico e hidráulico, mientras que en el sexto capítulo se contrasta los resultados de las hipótesis planteadas.

Finalmente, se consigna las conclusiones, las recomendaciones, las fuentes de información y los anexos.

Se concluye que el modelamiento hidrológico e hidráulico contribuyó a un mejor prediseño de la defensa ribereña con un caudal de diseño para periodos de retornos 10, 100, y 500 años.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Definición del problema

Las inundaciones son desbordamientos que sobrepasan los límites de confinamiento de un flujo de agua. Uno de los desastres más catastróficos del mundo fue la gran inundación del río Mississippi de 1927 (Estados Unidos), pues superó los 10 metros de altura —récord que se mantiene hasta hoy— e inundó más de 70 mil kilómetros cuadrados. El río excedió sus niveles en 145 zonas, acarreó más de 400 millones de dólares en daños y mató a 246 personas.

En el año 2020, Japón también sufrió pérdidas humanas debido a inundaciones ocasionadas por intensas lluvias en la isla de Kyushu al suroeste del país. En el Perú, intensas precipitaciones en la sierra entre diciembre y marzo aumentan el caudal de ríos y quebradas, lo que afecta a zonas vulnerables con huaycos, inundaciones, derrumbes y otros desastres asociados a lluvias intensas.

La ocurrencia de las emergencias no se manifiesta de la misma manera año tras año, ya que a los peligros por fenómenos naturales se suman a los de origen humano, como la ocupación de lugares con alta susceptibilidad y la invasión de zonas reservadas con el fin de extraer material de acarreo.

En los últimos quince años, se ha registrado gran cantidad de fenómenos de origen natural (lluvias intensas, bajas temperaturas, vientos fuertes, deslizamientos, inundaciones, sequías y huaycos), así como fenómenos inducidos por la actividad del hombre (incendios urbanos e industriales), tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1
Serie cronológica de emergencias por años, según fenómeno, periodo 2015-2020

Fenómeno	Total mer	Año					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Total nacional	44580	4317	5145	7580	5489	11190	10859
Actividad volcánica	38	3	0	1	1	30	3
Alud	45	10	8	14	3	5	5
Bajas temperaturas	7196	911	1201	705	1298	1374	1707
Contaminación	69	4	5	10	10	24	16
Derrame de sustancias	43	9	16	5	7	0	6
Derrumbe de cerro	721	19	9	122	53	322	196
Deslizamiento	2118	227	64	321	226	809	471
Epidemias	343	18	18	4	3	3	297
Erosión	347	86	51	63	58	0	89
Explosión	27	7	3	5	3	4	5
Huayco	1548	96	83	570	55	492	252
Incendio forestal	2786	73	281	143	248	675	1366
Incendio urb. e indust.	6007	850	851	857	1088	1148	1213
Inundación	2037	283	125	407	168	551	503
Lluvia intensa	13167	1130	757	3644	1263	3710	2663
Marejada	41	16	7	9	3	4	2
Plagas	31	5	14	4	3	1	4
Sequía	1563	28	848	54	355	20	258
Sismo (*)	641	28	56	47	66	395	49
Tormenta eléctrica	316	20	25	55	25	148	43
Vientos fuertes	4533	481	705	515	534	808	1490
Otros	963	13	18	25	19	667	221

Fuente: INDECI *Boletín Estadístico Virtual de la Gestión Reactiva.*

En las alturas, las fuertes lluvias prolongadas provocan que se formen masas de lodo nacidas en los cursos de agua o quebradas. Al llegar a los ríos, las masas sobrecargan el flujo de agua, lo que lleva a que sus cauces se desborden. De esta manera se genera un huayco.

Tal como se muestra en la figura 1, se registró 13167 emergencias de lluvia intensa durante el periodo 2015-2020.

Por otro lado, en la sierra central se ubica el río Mosna (región Áncash, provincia de Huari), cuya altitud llega a los 6350 m s. n. m. y abarca parcialmente al distrito de San Marcos. En esta zona, las irregulares precipitaciones pluviales con crecidas máximas de caudales en los ríos y quebradas aparecen entre noviembre y marzo. Si alcanzan grandes magnitudes, pueden provocar desbordes del río e inundar casas aledañas.

La sierra peruana —en donde se enmarca la región de Áncash y, específicamente, el distrito de San Marcos— presenta periodos de precipitaciones pluviales más intensa entre diciembre y marzo que en otros meses del año (Senamhi,2020). Así, los fenómenos naturales más frecuentes son las inundaciones, que —unidas a los sedimentos y a la presencia de asentamientos humanos en la faja marginal de los ríos— acarrearán pérdidas económicas y humanas muy graves.

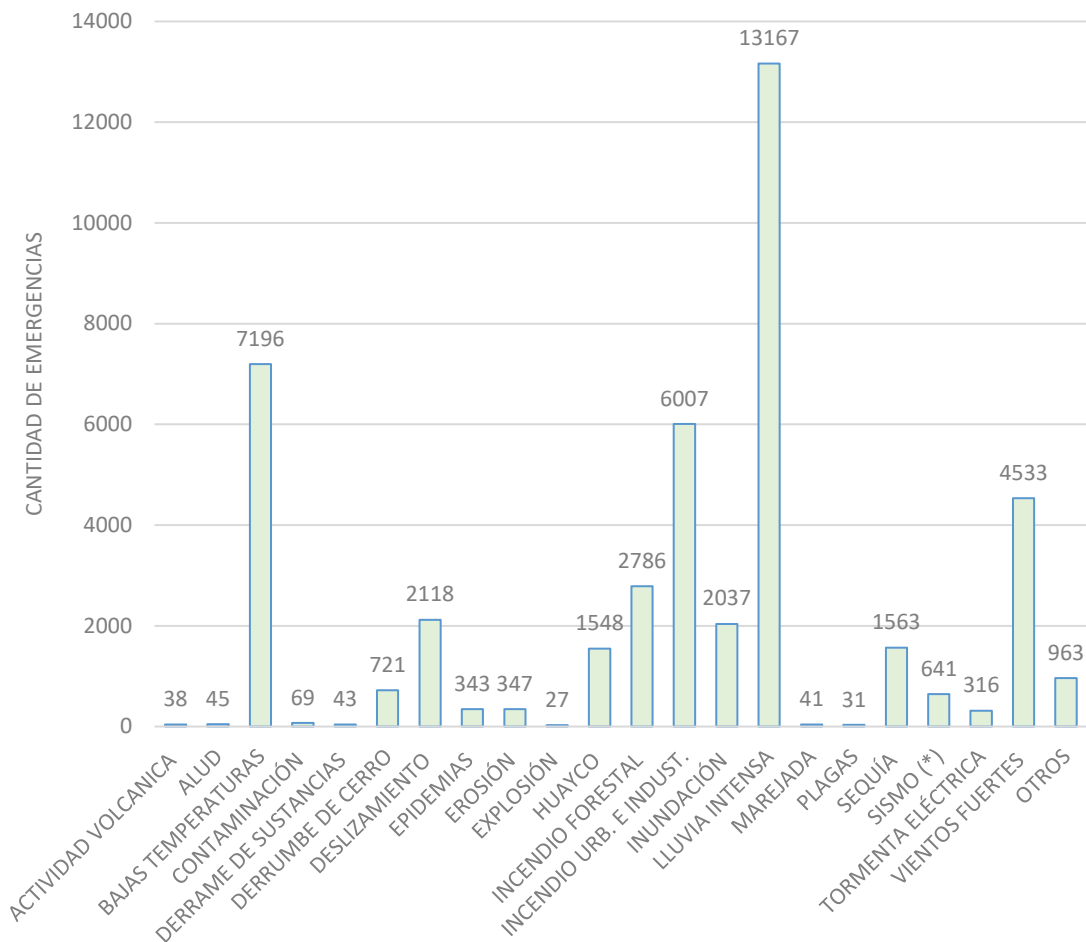


Figura 1. Emergencias a nivel nacional, periodo 2015 – 2020
Fuente: INDECI Boletín Estadístico Virtual de la Gestión Reactiva.

Esto se convierte en un problema para la población, ya que la turbulencia del río Mosna durante la época de lluvias provoca colisiones con los bordes laterales de su cauce e impide que población utilice sus aguas para actividades agrícolas.

A pesar de que existen proyectos de ampliación o instalación del servicio de protección, los diseños y materiales utilizados en ellos suelen ser de baja calidad, de manera que los muros de gaviones son precarios y los diques de encausamientos son mal predimensionados. Estos factores deben ser analizados para evitar inundaciones que dañen infraestructura de bienes y servicios, como sistemas de riego, carreteras, establecimientos de salud y centros educativos.

Además, dado que en los centros poblados del departamento Áncash se ejecutan obras hidráulicas dentro del área de faja marginal sin autorización de

la autoridad administrativa del agua, la acumulación de aguas en la zona más baja fomenta la aparición de mosquitos —causantes de plagas y dengue— que afectan los cultivos agrícolas y la salud de la población aledaña al río.

Pese a estas situaciones, hasta la actualidad existen pocos estudios sobre el mejoramiento del comportamiento del encauzamiento del flujo del río, así como sobre la influencia de este en el prediseño de la defensa ribereña para emplearlo como un predimensionamiento de un muro de contención en obras hidráulicas.

La localidad San Marcos no cuenta con un proceso de intervención en la prevención y mitigación de inundaciones.



Figura 2. Ubicación del tramo del río Mosna
Fuente: Programa Google Earth Pro

1.2. Formulación del problema

Entre noviembre y marzo, en el distrito San Marcos, predominan precipitaciones pluviales desfavorables para la población (viviendas, escuelas), las vías de comunicación (puentes, carreteras) y las obras hidráulicas (canales, bocatomas, vertederos hidráulicos), debido a que el

caudal del río sobrepasa la capacidad de su cauce, se desborda y cubre la zona adyacente a sus riberas.

La investigación busca mitigar los problemas provocados por las intensas precipitaciones pluviales mediante un prediseño de la defensa ribereña colocados en los puntos críticos (zonas probables de inundación). Asimismo, podrá ser una referencia para futuros proyectos ingenieriles como un sistema de prevención del desbordamiento del cauce del río en el lugar seleccionado, y presentará una alternativa de mejoramiento del encausamiento del flujo del río en la población de San Marcos, distrito de San Marcos, provincia de Huari, Áncash.

Para complementar esta investigación se encuestó a ingenieros civiles con experiencia en proyectos hidrológicos e hidráulicos para precisar el problema de nuestra investigación a través del diagrama de Ishikawa.

ENCUESTA Nro. 01

ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA AL TEMA DE PREDISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA

TESIS:	Modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña del Río Mosna en el tramo km 45+000 al km 48+000 distrito de San Marcos-Huari-Ancash
PRESENTADO POR:	Fernández Loyola, Carlos Teófilo Vega Ramírez, Nila Yobana
ENCUESTADO:	ING.
CIP	

I. SOBRE EL TÍTULO

1. ¿Qué propuesta sugiere para mejorar el título de la investigación?

--

2. ¿Cuál es la importancia del modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña del Río Mosna en el tramo km 45+000 al km 48+000 distrito San Marcos-Huari-Ancash?

--

3. ¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?

--

4. ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta en el estudio para el modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña del Río Mosna en el tramo km 45+000 al km 48+000 distrito San Marcos-Huari-Ancash?

--

5. ¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?

--

Figura 3. Encuesta de expertos sobre tema de tesis
Fuente: Elaborado por los autores

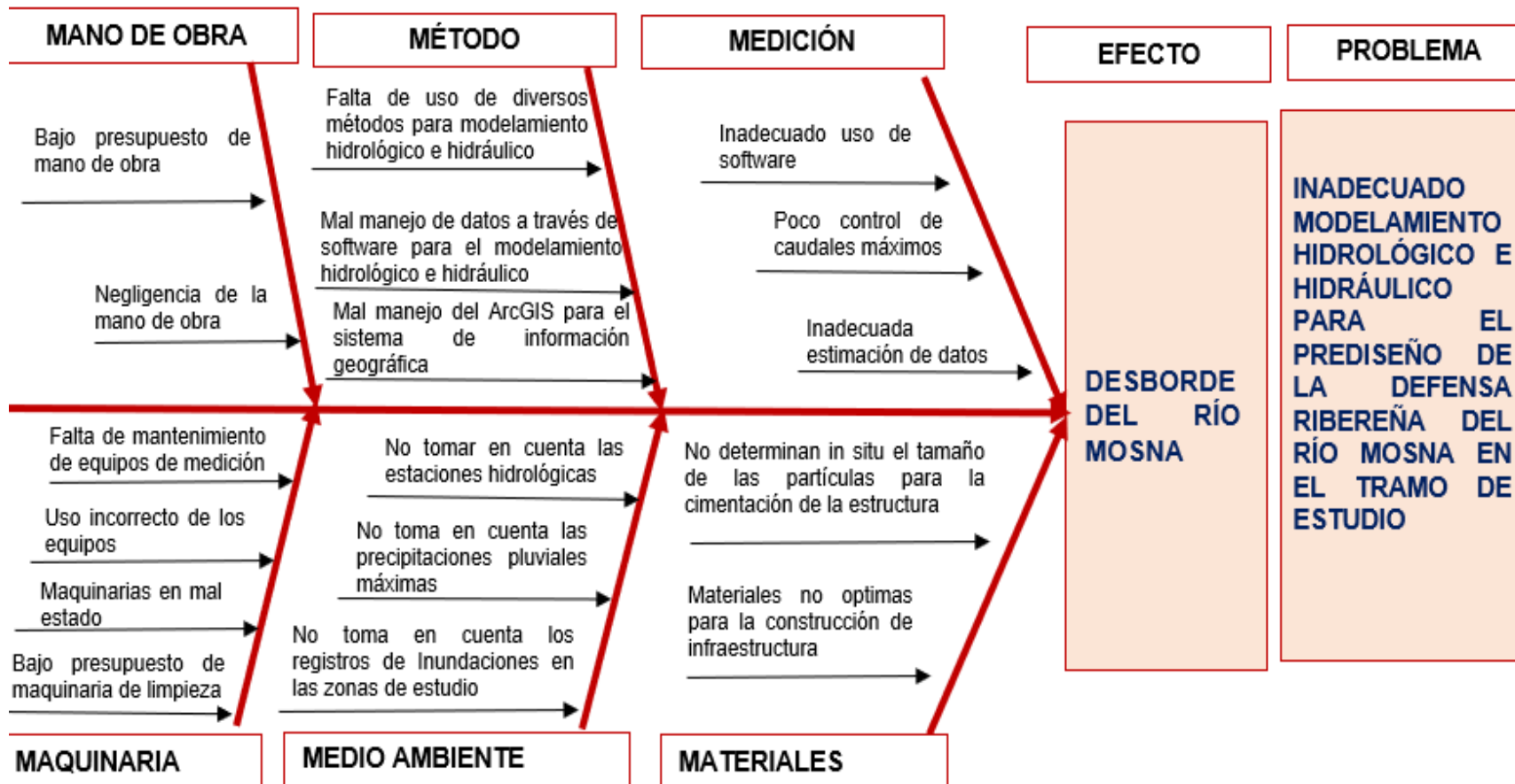


Figura 4. Relación causa y efecto - diagrama de Ishikawa
Fuente: Elaborado por los autores

1.2.1. Problema general

¿De qué manera el modelamiento hidrológico e hidráulico influye en el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la influencia del estudio topográfico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash?
- ¿Cuál es la influencia del estudio probabilístico de las precipitaciones máximas anuales para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash?
- ¿Cuál es la influencia del modelamiento hidrológico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash?
- ¿Cuál es la influencia del modelamiento hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash?
- ¿Cuál es la influencia del análisis de las áreas inundadas para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081

del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la influencia del estudio topográfico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.
- Evaluar la influencia del estudio probabilístico de las precipitaciones máximas anuales para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.
- Evaluar la influencia del modelamiento hidrológico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.
- Evaluar la influencia del modelamiento hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.
- Evaluar la influencia del análisis de las áreas inundadas para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Importancia de la investigación

La investigación es importante porque permite estudiar y emplear una estructura de muro de contención que evita el desbordamiento del cauce del río Mosna; además, verifica el comportamiento hidrológico e hidráulico que permitirán obtener cálculos exactos con el fin de proponer criterios de diseño en obras hidráulicas capaces de mantener las grandes avenidas en situaciones de emergencia.

Por otro lado, es importante porque permite identificar tramos donde se debe ejecutar la defensa ribereña, ya que es una herramienta para el análisis y prevención de las inundaciones. Debido al desbordamiento del río Mosna, es necesario realizar un prediseño en zonas estratégicas adecuadas para prevenir el desborde del río Mosna.

El tema seleccionado servirá para proponer una nueva metodología que mejore el comportamiento del encauzamiento del flujo del río Mosna. Asimismo, podrá ser una referencia para futuros proyectos de ingeniería hidráulica como un sistema de prevención para que el flujo de agua no sobrepase la capacidad del cauce del río y se desborde cubriendo la zona adyacente a sus riberas.

Este proyecto beneficiará aproximadamente a 2989 habitantes de la población de San Marcos, y evitará inundaciones a su infraestructura productiva (carretera, puentes, centros educativos, etc.).

1.4.2. Impactos potenciales de la investigación

Impacto teórico. Aporta como información relevante la nueva metodología para el mejoramiento del comportamiento del encauzamiento del flujo del río. Brinda aplicaciones en obras hidráulicas de una defensa ribereña. También ofrece información acerca del caudal de diseño de la máxima avenida con periodos de retorno de 10, 100, y 500 años para el adecuado encausamiento del flujo del río, ya que si es menor dicho periodo puede no verse las mejoras esperadas.

Es importante remarcar que la presente investigación sí aporta conocimientos nuevos sobre el tema en el Perú, pues existen muy pocos estudios que profundicen en el mejoramiento de encausamiento del flujo de un río y la influencia de este en las obras hidráulicas (muro rígido o flexible) capaces de soportar o mitigar los desbordamientos del río.

Finalmente, analiza cómo el modelamiento hidrológico e hidráulico pueden ser empleados en el prediseño de la defensa ribereña, ya que las máximas

avenidas permiten determinar las dimensiones de un muro de contención que proteja a la población.

Impacto práctico. De ejecutarse ese tipo de proyecto, beneficiará a la población de San Marcos (provincia de Huarí, Ancash) que presenta un déficit de infraestructura hidráulica —por la falta de inversión en el sector construcción y por los costos del mejoramiento de proyectos existentes, como la defensa ribereña en mal estado—, que se agrava por las intensas precipitaciones pluviales y dificultan el encauzamiento del río.

La utilidad de este prediseño de la defensa ribereña consiste en mitigar el desborde del río Mosna para reducir los impactos materiales y económicos.

A través de esta investigación, el prediseño de la defensa ribereña adquirirá valor absoluto para su uso en obras hidráulicas, ya que en el pueblo de San Marcos existen viviendas aledañas al cauce del río con un pequeño tramo defensa ribereña tipo saco, pero en mal estado.

1.5. Alcances y limitaciones

La presente investigación busca la modelación hidrológica e hidráulica mediante la utilización de programas de HEC-RAS y HEC-HMS. Realizar esta modelación requirió conocer la información recopilada para introducirla en los programas mencionados. La información se obtuvo mediante los estudios topográficos, hidrológicos e hidráulicos. De esta manera, se determinó la altura del prediseño de la defensa ribereña (muro de contención) que evite el desbordamiento del río Mosna.

La información obtenida podrá utilizarse como antecedente para proponer nuevos proyectos ingenieriles a favor de los pobladores del distrito de San Marcos, debido a que las defensas ribereñas pueden ser empleadas como estructuras de encauzamiento que mejoren la infraestructura productiva (carretera, puentes, centros educativos, etc.).

Las limitaciones consistieron en las largas distancias —entre Lima y Huaraz (8 horas de viaje), y entre Huaraz y San Marcos (4 horas)— que

frecuentemente se debían recorrer al lugar de estudio debido a la distancia. También se presentaron inconvenientes ocasionados por los efectos de las lluvias en la carretera.

1.6. Viabilidad de la investigación

La presente investigación se considera viable debido a la facilidad de acceder al lugar de la obtención de información de los estudios que serán realizados en el río Mosna, ubicado en San Marcos, provincia de Huari, Ancash.

1.6.1. Viabilidad técnica

Se contó con información de calidad y pertinente de fuentes científicas y confiables (libros, artículos y tesis de investigación) en diversas universidades nacionales e internacionales. Para los modelamientos con HEC-RAS y HEC-HMS se acudió a manuales. En el estudio topográfico se recurrió a los programas de Google Earth Pro y ArcGIS.

1.6.2. Viabilidad social

No existen impactos socio-ambientales negativos al realizar el estudio en el río Mosna, ubicado en San Marcos, provincia de Huari, Ancash.

1.6.3. Viabilidad económica

Esta investigación fue financiada por sus autores. El dinero se destinó para las visitas al lugar de estudio (distrito de San Marcos, provincia de Huari, Ancash) y el estudio topográfico, con el fin de evidenciar los problemas acarreados por el desborde del río Mosna.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

a) Aristeidis & Dimitrios (2020)

En su artículo, *Evaluation of hydrological and hydraulic models applied in typical mediterranean ungauged watersheds using post – flash – flood measurements*, analizaron tres eventos de inundaciones repentinas (octubre de 2006, febrero de 2010 y junio de 2018) al norte de Grecia, en la península de Chalkidiki, que sufrió innumerables daños en su infraestructura: puentes, carreteras y tierras agrícolas. Tomó como muestra cuatro cuencas hidrográficas medianas y pequeñas en la zona la península de Chalkidiki.

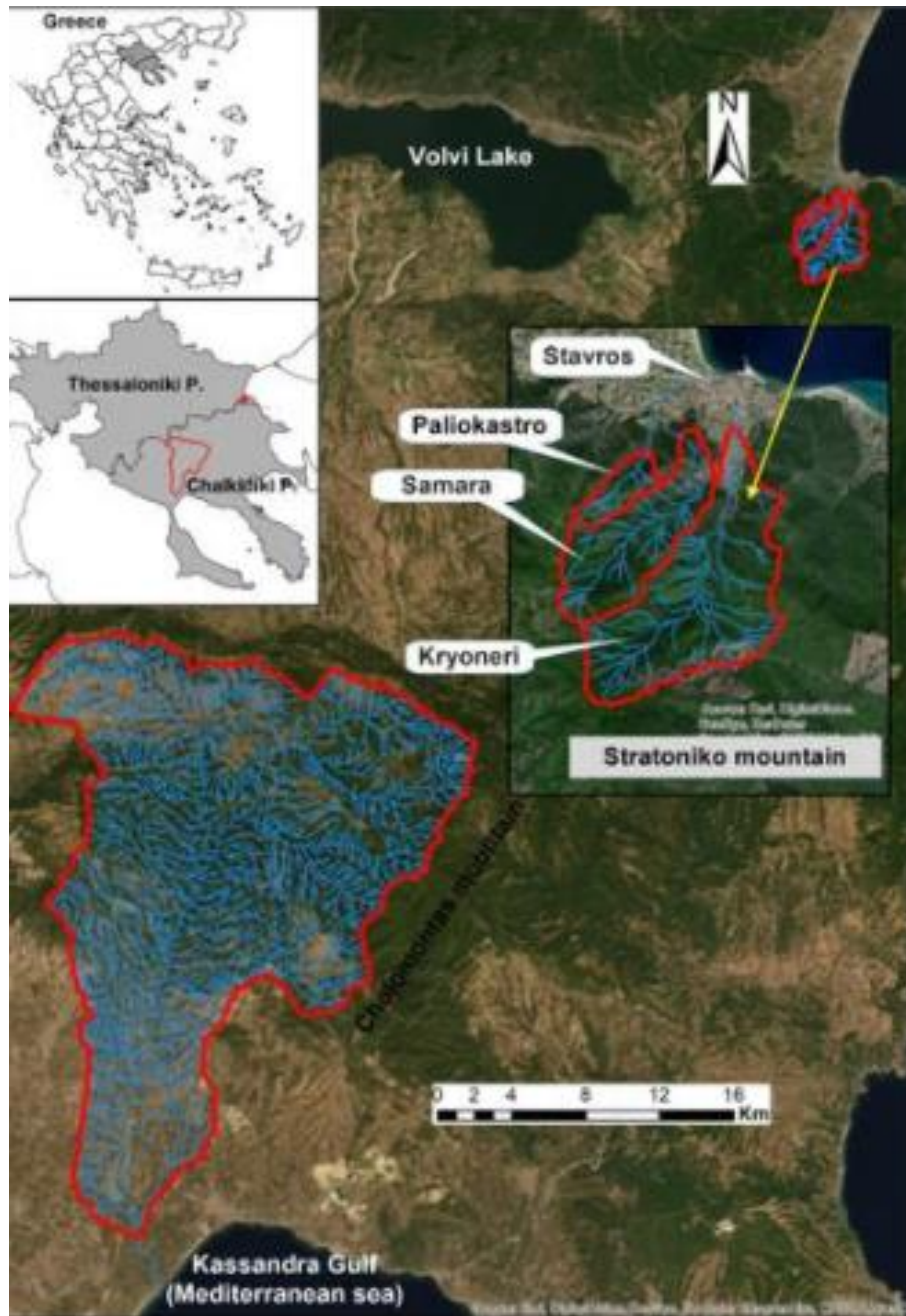


Figura 5. Las cuatro cuencas hidrográficas
 Fuente: Aristeidis & Dimitrios, 2020

Dado que el objetivo principal de su investigación fue mejorar la evaluación de los modelos hidrológicos e hidráulicos, como metodología consideró el proceso de calibración y validación en una cuenca hidrográfica típica de mediterráneo. Para una mejor evaluación, se aplicó el modelo del servicio de conservación del suelo SCS y el programa HEC-RAS para simular áreas de inundación.

En el caso del arroyo Kryoneri, los resultados de la simulación de inundaciones entre profundidad y extensión de inundación observados y simulados mostraron una precisión aceptable. La máxima descarga fue de 78 m³/s, menor que la descarga observada que se calculó en la sección transversal del puente 3 (84 m³/s). Con respecto a los arroyos occidentales (Samara y Paliokastro), la suma calculada de la descarga máxima fue de 45.7 m³/s, mientras que la capacidad máxima de descarga de los dos puentes fue 15.68 m³/s y 39.52 m³/s. Los resultados mostraron que la cubierta vegetal no fue suficiente para prevenir crecidas repentinas.

b) Omone, Duda, Bazilio, De Oliveira & B. Uvo (2015)

En su artículo, *Modelagem hidrológica e hidráulica aplicada ao mapeamento de áreas inundáveis*, los principales factores hidrológicos e hidráulicos naturales que provocaron las inundaciones fueron el relieve, intensidad de las precipitaciones, la morfología del río y la extensión del cauce. El objetivo de la investigación fue proponer un mapeo de áreas inundables en el municipio de Río Largo (Alagoas), cuenca del Mundaú, mediante acoplamiento de *off-line* de modelos hidrológicos e hidráulicos (MGB-IPH/HEC-RAS). Además, el modelo hidrológico indicó una buena capacidad para representar eventos de inundaciones en la ciudad de Río Largo.

Los resultados mostraron que existían limitaciones para simular caudales máximos en áreas de drenaje menores a 1.500 km², incluso con intentos de mejorar la parametrización en base a una calibración dirigida a caudales máximos. Por lo tanto, estas áreas muestran una rápida respuesta en los flujos, tienen un tiempo de concentración por debajo de un día y están ubicadas en una región con solo un horizonte de suelo y una geología de roca cristalina.

c) Salazar, Hallack, Mungary, Lomeli, López & Salcedo (2017)

Según el artículo *Modelación hidrológica e hidráulica de un río intraurbano en una cuenca transfronteriza con el apoyo del análisis regional de frecuencias* (México), las inundaciones son los peligros naturales más recurrentes en el mundo. También señala que las regiones áridas y semiáridas generalmente

son afectadas por tormentas de mayor intensidad en un lapso corto, lo cual provoca inundaciones.

La investigación tuvo como objetivo determinar las zonas semiáridas de inundación de la subcuenca de Río Nuevo en periodos de retorno de 20 años, 50 años, 100 años y 500 años mediante un nuevo sistema integrado que acopla un modelo hidrológico e hidráulico a un análisis regional de frecuencia. Cabe destacar que es la primera vez que se realizó un estudio en dicha zona.

La metodología consistió en el análisis regional de frecuencia, como principal punto los L-momentos que forma el cimiento de una teoría matemática utilizada para facilitar el proceso probabilístico en el análisis regional de frecuencia y demostrar la estimación de precipitaciones.

El software HEC-HMS se utilizó en el análisis hidrológico y de las áreas inundables. El software HEC-RAS sirvió en la predicción de las grandes avenidas. Ambos instrumentos se aplicaron de manera independiente para evitar los errores de transferencia de información.

Los resultados obtenidos de las zonas de inundación y profundidades fueron, para los periodos de retorno de 20 años área = 190.55 ha con profundidad de 4.80 m, para 50 años área = 206.25 ha con profundidad de 5.20 m, para 100 años área = 216.66 ha con profundidad de 5.50 m, y para 500 años área = 237.83 ha con profundidad de 6.00 m, que influyen en la infraestructura principal de la ciudad.

d) Dan & Florimond (2017)

En el trabajo de investigación *A Combined Hydrological and Hydraulic Model for Flood Prediction in Vietnam Applied to the Huong River Basin as a Test Case Study*, realizado en Vietnam, se explica cómo influye la combinación de varios modelos hidrológicos con modelos hidráulicos para determinar los flujos y el nivel de inundación.

La investigación tuvo como objetivo combinar el modelo hidrológico distribuido físicamente WetSpa con el modelo HEC-RAS para predecir inundaciones en

Vietnam. El modelo simuló una inundación en la cuenca del río Huong (Vietnam Central). La metodología se basó en la combinación de modelos hidrológicos con modelos hidráulicos para predecir los flujos de inundación y los niveles de inundación. El modelo hidrológico WetSpa se utilizó para simular procesos hidrológicos (captación de lluvias, percolación del agua del suelo, escorrentía superficial, etc.) y predecir inundaciones.

El estudio demostró que el modelo WetSpa es adecuado en la predicción de inundaciones, y es apto para aplicarse en Vietnam. Además, el modelo WetSpa predijo un flujo de inundación en las tres cuencas hidrográficas montañosas aguas arriba, mientras que el modelo HEC-RAS se aplicó aguas abajo de la cuenca del río Huong utilizando las descargas simuladas del modelo WetSpa. Como resultado, se obtuvo un mejor control para la simulación de inundaciones en tiempo real en Vietnam con el fin de prevenir daños en propiedades y pérdida de vidas.

Este enfoque resultó práctico, ya que se maneja fácilmente por las herramientas de un sistema de información geográfica que solo necesita las características comunes de la cuenca.

e) Sarango, Patiño & López (2019)

El trabajo de investigación *Evaluación del Sistema de Modelamiento Hidrológico HEC-HMS para la Simulación Hidrológica de una Microcuenca Andina Tropical*, realizado en Ecuador, indica que los andes tropicales son hidrológicamente diversos y poseen diversos sistemas climáticos del Pacífico ecuatoriano y amazónico.

La investigación tuvo como objetivo modelar el comportamiento hidrológico de la microcuenca del río Chaquilcay, de Azuay, Ecuador. Dado que no había estudios previos sobre esta área, el estudio estableció una metodología aplicable en microcuencas hidrográficas de la zona.

En su metodología, los autores pretenden orientar sobre el manejo de datos con SIG y la aplicación del modelo HEC-HMS. Para la simulación hidrológica,

la investigación se apoyó en el software HEC-HMS y, para determinar las características de la cuenca alta y baja, se apoyó en el software ArcMap.

Los resultados de la investigación que obtuvieron son los caudales de 4.7 m³/s, 1.8 m³/s y 1.9 m³/s para los 25 años, 50 años y 100 años de retorno, respectivamente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

a) Gomero, D.A. (2020)

En la tesis *Modelamiento hidrológico e hidráulico para evaluación áreas inundables en el río Pisco, tramo 6+500 al tramo 7+900, realizado en Lima (Perú)*, se indica que siempre hay un aumento de áreas urbanas en el río Pisco. En las progresivas 6+500 hasta 7+900 viven los pobladores de Túpac Amaru en el margen izquierda y San Clemente en la margen derecha en las cuales existen más de 40,000 pobladores.

El estudio tuvo como objetivo determinar las áreas susceptibles a inundación en el tramo 6+500 a 7+900 en periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años en el río Pisco.

En su metodología, recopiló información con el fin de encontrar valores a incluir en la modelación hidrológica e hidráulica. Con el programa HEC-HMS se realizó la modelación hidrológica que arrojó resultados que nutrieron el modelamiento hidráulico con el programa HEC-RAS.

Los resultados obtenidos reflejaron un error porcentual que no superó el 2 % en los valores de periodos de retorno extremos, y un valor que no supera el 6 % en los valores de periodos de retorno centrales. Además, los resultados de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno fue Q= 494.5 m³/s (10 años), Q= 661.2 m³/s (25 años), Q= 785.8 m³/s (50 años) y Q= 909.3 m³/s (100 años) y Q= 1238.4 m³/s (500 años). Finalmente, las áreas inundadas para las avenidas fueron 5004 m² (25 años), 12470.73 m² (50 años), 20617.45 m² (100 años) y 43442.09 m² (500 años).

La investigación propone una estructura de encauzamiento cuya longitud es de 900 m, con una sección alta del muro de 3.17 m cuya cota es de 54.42 m y se ubica en la progresiva 7+050.

b) Espinoza, H. (2016)

El trabajo de investigación *Análisis hidráulica para el diseño de la defensa ribereña en el margen derecho del río Chaupihuaranga en la localidad de Misca del distrito de Chacayan Pasco – Perú 2016* menciona que la localidad de Misca, en épocas de lluvia, se ve afectada por las avenidas del río Chaupihuaranga, que provoca el desbordamiento del cauce e inunda las áreas de cultivo y viviendas aledañas al río.

Su objetivo principal fue determinar el comportamiento hidráulico y el diseño estructural de una defensa ribereña. La metodología fue aplicada, descriptiva con un diseño no experimental. Los instrumentos utilizados fueron registros de precipitaciones del SENAMHI, información cartográfica, levantamiento topográfico. Con el software HEC-RAS se procesó la información y se realizó el modelamiento hidráulico. Los datos se obtuvieron mediante un muestreo no probabilístico que consideró las áreas vulnerables por un posible desbordamiento del río Chaupihuaranga.

El modelamiento hidráulico permitió un diseño estructural apropiado para la defensa ribereña mediante un tiempo de retorno 50 años con un caudal máximo de 139.52 m³/s con una pendiente de 3.19 % y un área de inundación de 100 352.55 ha, cuyo tirante crítico es 4.59 m en el tramo 0+340. Con estos resultados, se diseñó un muro de concreto altura de 6 m.

c) Soto, J. (2017)

En su tesis, *Modelamiento hidráulico y diseño de defensas ribereñas del río Amojú, localidad El Parral, Jaén, Cajamarca*, indica que la ciudad de Jaén afronta altas precipitaciones pluviales que aumentan los caudales.

Su objetivo fue desarrollar un modelamiento hidrológico e hidráulico que ubique áreas de riesgo de inundación en la progresiva 0+020 a 0+540. Su

metodología fue aplicada con un nivel de investigación descriptivo a través de un análisis cuantitativo con diseño no experimental. Los instrumentos utilizados fueron los datos pluviográficas de 28 años, una carta geográfica de la región Cajamarca, un plano topográfico catastral de la ciudad de Jaén 2013, y una muestra tomada en las áreas inundables del río Amojú. Mediante un estudio hidrológico se determinó las máximas descargas del río y se determinó el modelamiento hidráulico con el apoyo del programa HEC-RAS.

Los resultados fueron que el estudio hidrológico determinó el caudal para diferentes probabilidades de avenidas y periodos de retorno de 5 años ($Q= 179.88 \text{ m}^3/\text{s}$), 10 años ($Q= 197.89 \text{ m}^3/\text{s}$), 20 años ($Q= 215.90 \text{ m}^3/\text{s}$), 50 años ($Q= 239.71 \text{ m}^3/\text{s}$), 100 años ($Q= 257.72 \text{ m}^3/\text{s}$) y 200 años ($Q= 275.73 \text{ m}^3/\text{s}$). También se realizó el modelamiento hidráulico que determinó e identificó las principales zonas de inundación de $33\,468.51 \text{ m}^2$.

Una vez identificadas las áreas inundadas y la máxima avenida, se realizó un diseño estructural para la defensa ribereña: un muro de contención de concreto ciclópeo de 5.40 m de altura y 3.20 m de ancho zapata y 4 m de longitud.

d) Otiniano, D. A., & Cielo, J. V. (2016)

En el trabajo de investigación *Diseño Hidráulico y Estructural de la defensa ribereña del río Nepeña, Sector Puente Huambacho – Distrito de Nepeña – Santa – Departamento de Ancash*, realizada en Perú, se indica que el fenómeno El niño del año 1983 y del año 1998 acarrearón efectos negativos en áreas de cultivos y colapsaron vías de comunicación; por ello, la investigación pretendió realizar un diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas para proteger cultivos aledaños al cauce del río Nepeña.

La metodología fue la recopilación de información en campo, el levantamiento topográfico, la información hidrográfica y un estudio de suelos. La muestra se tomó a una distancia de 1 km aguas abajo y 1 km aguas arriba del río Nepeña.

Los instrumentos usados para el levantamiento topográfico fueron estación total Sokkia 650R, GPS navegador garmin, software Civil 3D; mientras que

para el diseño hidráulico fueron el software HEC-RAS, que analizó los flujos permanentes unidimensionales gradualmente variado y permitió los cálculos hidráulicos de redes hídricas. Luego de analizar los estudios hidrológicos, topográficos, mecánica de suelos e hidráulica fluvial, se obtuvo los parámetros físicos y mecánicos, asimismo se evaluó y determinó el estado de la estructura.

Los resultados de la investigación consideraron como periodo de retorno 1000 años, con un caudal de diseño máximo $122 \text{ m}^3/\text{s}$. Los tipos de diseño estructural de la defensa ribereña las cuales son los siguientes:

Enrocados de tipo I en rangos de velocidad de 3.90 a 4.50 m/s, 1.25 m de la corona de dique, un ancho superior de cimentación que varía de 2.10 a 2.60 m y una altura variable de 2.10 m a 2.60 m.

Enrocado tipo II en rangos de velocidad de 4.50 a 5.10 m/s, 1.60 m de la corona de dique, un ancho superior de cimentación que varía de 2.10 m a 2.60 m y una altura variable de 2.10 m a 2.60 m.

e) Bejarano, S. S. (2019)

El trabajo de investigación *Modelamiento hidráulico del río Jequetepeque desde el km 0+000 al km 10+000, con fines de prevención, Pacasmayo, La Libertad 2018* indica que el aumento de los caudales entre enero y mayo provocan inundaciones en áreas críticas, y acarrearán pérdidas humanas y económicas.

Su objetivo fue realizar la modelación hidráulica del río Jequetepeque de la progresiva, km 0+000 al km 10+000, con la finalidad de prevenir inundaciones. Su metodología fue descriptiva, pues describió el comportamiento hidráulico y el nivel de riesgo de desbordamiento del río con avenidas y periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 150 años.

Los instrumentos utilizados para el levantamiento topográfico fue la estación total y GPS Marca Oregon 450, que determinaron la pendiente de 4.0 ‰; para los puntos críticos se utilizó el programa HEC-RAS en la modelación hidráulica

y el software RIVER en el predimensionamiento de diques enrocados. La muestra se tomó en zonas inundables del río Jequetepeque. El estudio arrojó caudales para periodos de retorno de 10 años ($Q= 765.192 \text{ m}^3/\text{s}$), 25 años ($Q= 926.335 \text{ m}^3/\text{s}$), 50 años ($Q= 1048.235 \text{ m}^3/\text{s}$), 100 años ($Q= 1170.135 \text{ m}^3/\text{s}$) y 150 años ($Q= 1266.68 \text{ m}^3/\text{s}$).

El modelamiento hidráulico con el software RIVER, indicó, para un periodo de retorno de 150 años, $1266.68 \text{ m}^3/\text{s}$, con un acontecimiento de riesgo un 25 % y 40 años una vida útil. Este software también permitió diseñar diques laterales de 160 ml de ancho con un tirante de 2.20 m en tramos curvos y rectos. El estudio de suelos resultó ser una grava mal graduada y arena con pocos finos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Modelamiento hidrológico

Pacheco, R.M. (2011) citado por Pachac, Y. (2015) señala que un sistema de modelamiento hidrológico tiene el único propósito de simular los procesos de precipitaciones y las crecidas de las cuencas hidrográficas por las intensas lluvias prolongadas en un tramo de tiempo en una cuenca determinada.

Dado que los fenómenos hidrológicos son complejos, se toma un sistema hidrológico como un conjunto de procedimientos relacionados entre sí, que forman básicamente la entrada, las precipitaciones sobre el área de la cuenca y la salida el caudal.

2.2.2. Modelamiento hidráulico

U.S. Army Corps of Engineers (2008) citado por Gomero, D. (2019) sostiene que el modelamiento hidráulico es un sistema que permite análisis hidráulicos sobre perfiles tomados en la superficie del agua con un flujo progresivamente variado. Además, el estudio hidráulico debe considerar la geometría del cauce, el caudal y las condiciones del perímetro.

Por otro lado, el principal objetivo del modelamiento hidráulico es estimar la altura del caudal bajo las condiciones del flujo dadas (García, 2012), citado por Pachac (2015).

2.2.3. Cuenca hidrográficas

Bateman, A. (2007), define cuenca como unidad hidrológica superficial — diferente a la unidad hidrológica subterránea— que ayudan a controlar las cantidades de agua. Además, considera que hay dos tipos de cuencas: las endorreicas (llegan a un lago central o río) y las exorreicas (desembocan en el mar).

Villon, M. (2002), citado por Gomero, D. (2019), señala que, en la cuenca hidrográfica, las precipitaciones pluviales se juntan para solo tener un recorrido de agua. Cada dirección de flujo presenta una cuenca semejante en cada punto de su trayectoria.

Fattorelli, S. & Fernandez, P. (2011), citado por Gomero, D. (2019), define como espacio geográfico a las aportaciones de agua originadas por las altas precipitaciones que caen sobre el área en un punto único (desembocadura). También indica que la cuenca hidrográfica tiene como entrada la lluvia y como salida, el caudal.

2.2.4. Precipitaciones

Según Mejía, A. (2001), citado por Vílchez, J. & Toledo, W (2018), parte del estudio hidrológico se manifiesta aleatoriamente en el tiempo y espacio con una variedad de climas asociados a las masas de aire cálido y aire frío que, al interactuar forman vapor de agua que se va condensando en pequeñas gotitas de lluvia con diámetros entre 1 mm y 2 mm. Es natural que, en un cierto tramo de tiempo, mientras en una zona existe la presencia de lluvia en otro lugar no hay indicio que haya o no sucedido.

Por otro lado, para Villon, M. (2002), citado por Vílchez, J. & Toledo, W (2018), la precipitación, un fenómeno natural, es todo modo de humedad que se manifiesta en las nubes con lluvias, granizadas, etc. Además, para Mejía, A. (2001), citado por Gamarra, H. (2018), en ingeniería se debe considerar tres parámetros para complementar al detalle la precipitación: magnitud, duración y frecuencia.

La duración es el tiempo prolongado entre el inicio y final de la lluvia. Se expresa en horas o minutos.

La magnitud está formada por la cantidad de lluvia dividida por la duración, cuya unidad de medida es mm/h o mm/min.

La frecuencia es el periodo de retorno en años en el que se da la probabilidad de que un fenómeno pueda suceder.

Las precipitaciones son la principal fuente de agua que existe en la superficie del suelo.

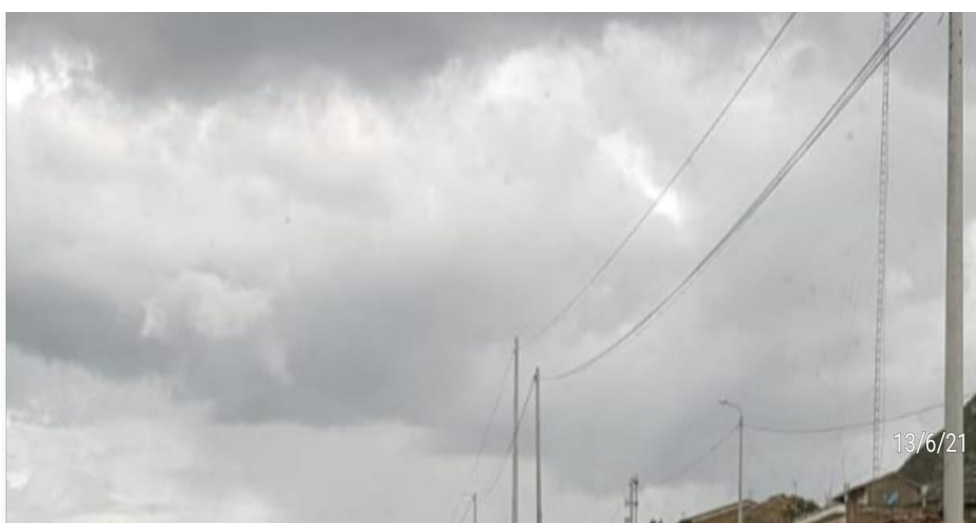


Figura 6. Precipitaciones
Fuente: Elaborado por los autores, 2021

2.2.5. Inundación

Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (2006, p.15), las inundaciones se originan por intensas lluvias invernales que sobrepasan la capacidad del cauce del río, se desbordan y cubren la zona adyacente a sus riberas. A la zona inundable que ocupa el agua al llegar la máxima carga del río, se le denomina área inundable.

El diccionario de Aguamarket (ES. 2002) considera que las inundaciones son ocasionadas por el desbordamiento de los ríos o las subidas de mareas que alcanzan a ocupar áreas libres. También considera inundación a la ocupación

de áreas de terreno por falta de drenaje, y que en ocasiones son causadas por las acciones del hombre.

Pacheco (C.A. 2009, p.14), citado por Pachac, Y.C. (2015), señala que las inundaciones son ocasionadas por las fuertes precipitaciones en tiempos prolongados y además se clasifican en pluviales y fluviales.

Inundaciones pluviales. Se presentan cuando el área es saturada por precipitaciones prolongadas, el agua queda estática y se acumula por horas o días. Toma en cuenta solamente las precipitaciones de la zona, mas no de las aguas resultantes de la parte más alta de la cuenta.

Inundaciones fluviales. Ocurren cuando el fluido se desborda por toda el área aledaña del cauce. Se diferencia de las pluviales pues implican la adición de las precipitaciones de la zona y aguas venideras de la parte alta de la cuenca.

Las inundaciones también dependen de la velocidad en la que el fluido baja de la parte alta de cuenca: si es lenta, provoca daños materiales durante un determinado tiempo; si es rápida, su tiempo de recorrido es corto y ocasiona pérdidas humanas.

En la siguiente figura se observa el fluido fuera de los límites de la superficie (inundaciones pluviales o fluviales).

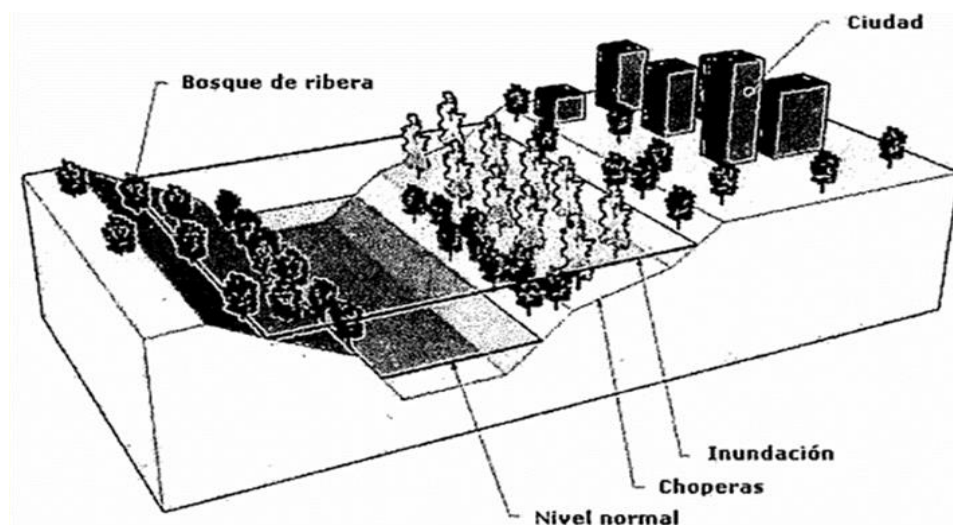


Figura 7. Modelación hidrológica e hidráulica para determinar las crecidas en el Río Gera en Provincia de Moyobamba
Fuente: Guevara Segura, A.J ,2019



Figura 8. Río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores, 2021

2.2.6. Fajas marginales

Es un área a la derecha e izquierda próxima a la ribera. Protege a la población ante un evento de máximas crecidas. Según la Resolución Jefatural N°332-ANA (R.J, 2016), artículo N°07, la delimitación de faja marginal de dominio público hidráulico se determinada bajo los siguientes criterios mencionados por Choque, R. & Mamani, D.R. (2020): tamaño e importancia de las estructuras hidráulicas (reservorios, presas, etc.), áreas importantes para la construcción de defensas ribereñas y campo requerido para usos públicos que se solicite.

El R.J. N°332, 2016 menciona en el artículo 12 la determinación ancho mínimo de la faja marginal bajo ciertos criterios específicos.

Tipo de fuente	Ancho mínimo (m)
Quebradas y tramos de ríos de alta pendiente (mayores a 2%) encañonadas de material rocoso	3
Quebradas y tramos de ríos de alta pendiente (mayores a 2%) material conglomerado	4
Tramos de ríos con pendiente media (1 - 2 %)	5
Tramos de ríos con baja pendiente (menores a 1 %) y presencia de defensas vivas	6
Tramos de ríos con baja pendiente (menores a 1 %) y riberas desprotegidas	10
Tramos de ríos con estructuras de defensa ribereña (gaviones, diques, enrocados, muros, etc.) medidos a partir del pie de talud externo	4
Tramos de ríos de selva con baja pendiente (menores 1 %)	25
Lagos y Lagunas	10
Reservorios o embalses (cota de vertedero de demasías)	10

Figura 9. Ancho Mínimo de faja marginal en cuerpos de agua
Fuente: R.J N°332, 2016

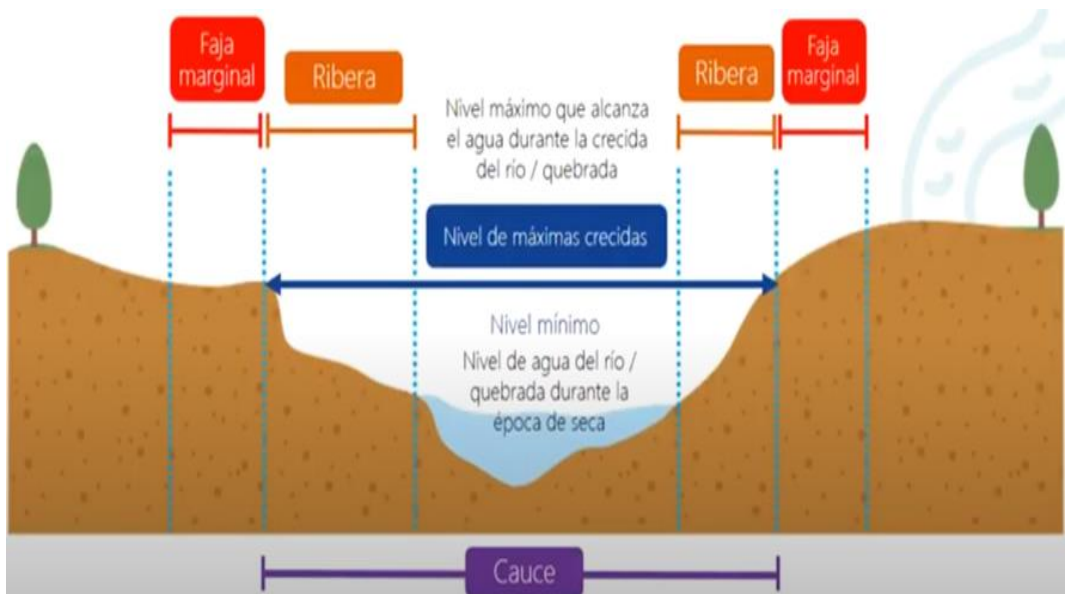


Figura 10. Representación de faja marginal
Fuente: R.J N°332, 2016



Figura 11. Visita al río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores, 2021



Figura 12 Visita al río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores, 2021

2.2.7. Defensa ribereña

Soto, J. (2017) menciona se debe considerar varios factores (material a usar, sus propiedades de resistividad, impermeabilidad y durabilidad). El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), sostiene que una estructura de muro de contención está formada por materiales como concreto, rocas y geotextiles,

colocadas con máquinas y equipos con el fin de proteger y mitigar el desbordamiento de los ríos.

Para Bendezú, J. (2015), las defensas ribereñas son construidas para proteger y mitigar los daños que produciría la excesiva velocidad de los caudales máximos, ya que son los causantes de la desestabilización del talud inferior.

Las defensas ribereñas son construidas en puntos críticos con el fin de proteger a la población, las vías de comunicación y las áreas de vegetación. Estas estructuras cambian el régimen del flujo que afectaría a las áreas aledañas al río.



Figura 13 Visita al río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores, 2021

2.2.8. Sistemas de información geográfica (SIG)

Brenes, C. (2011), citado por Pachac, Y. (2015), menciona que es un conjunto integrado de herramientas que brinda información geográfica de manera adecuada y ordenada capaz de recoger, verificar, analizar, procesar y almacenar datos georreferenciales con la finalidad resolver problemas y contestar de modo inmediato las preguntas.

2.2.9. Modelo de elevación digital

UMSS (2010, p.5), citado por Pachac, Y. (2015), sostiene que es una muestra digital de altitudes. Esta representación se puede almacenar en formato ráster. Los DEM son usados en un SIG como información de mapas de entrada, cuyas aplicaciones son cálculos de pendientes, patrón de salida, selección de perfiles y demostración tridimensionales de mapas.

Un modelo de elevación digital se determina de modo visual y matemática para obtener los valores de altura desde el punto medio del mar para determinar la forma de relieves.

2.2.10. Tiempo de concentración

Fattorelli, S. & Fernández, P. (2011), citado por Gomero, D. (2019), menciona que es una variable para medir la relación precipitación-escorrentía. Toma en cuenta el tiempo prolongado de la lluvia que se asemeja al tiempo de concentración de agua en la cuenca, y esperando la presencia de los caudales máximos. Además, es el tiempo que tarda el agua en salir de la cuenca y representa el instante en que el caudal de escorrentía es constante.

Gomero, D. (2019) señala dos fórmulas más usadas para su estimación.

Kirpich (1940) menciona el desarrollo con ayuda proporcionada por el SCS, en siete cuencas en Tennessee (USA) de áreas de un rango de 0.0051 y 0.433 km², en canales con pendientes 3 % a 10 %.

$$T_c = 0.000325 * \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

Donde

L = Longitud del cauce principal en metros

S = Pendiente del canal en m/m

Pezzoli (1988), tomando en cuenta las medidas relativas en algunas cuencas al pie del monte, recomendó calcular en horas el tiempo de concentración.

$$T_c = 0.055 * \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)$$

Donde

L = Longitud del cauce principal en kilómetros

S = Pendiente media del canal en m/m



Figura 14. Visita al río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores, 2021

2.2.11. Método de Fuller

Laura, M. (2014) menciona que los datos de los caudales máximos promedios diarios del SENAMHI mediante el método de Fuller pasa a ser caudales máximos instantáneos en función del área de la cuenca, con esta información se podrá realizar el análisis de máximas crecidas.

$$Q_{inst} = Q_{m\acute{a}x} * \left(1 + \frac{2.66}{A^{0.33}}\right)$$

Q_{inst} = Caudal máximo instantáneo (m³/s)

Q_{max} = Caudal máximo medio diario (m³/s)

A = Área de la cuenca de interés (Km²)

Para un adecuado diseño de estructura hidráulica, los datos hidrométrica deben ser caudales máximos instantáneos, porque una estructura hidráulica su fin es soportar la máxima crecidas instantáneas evitando el desbordamiento.

2.2.12. Submodelo de transformación lluvia – escurrimiento

(Feldman, 2000) citado por Guevara, A. (2019), menciona que existen siete métodos que emplea el modelamiento hidrológico HEC-HMS para transformar las precipitaciones en escurrimiento, y lo más usados y aplicables son el método de la onda cinética, no es usado universalmente, pero se aplica para una cuenca menores de 2.5 Km² y el otro modelo es el hidrograma unitario recomendado para cuencas mayores.

Hidrograma unitario (H.U)

El hidrograma unitario es un hidrograma de escorrentía muy directa la cual aparece en la parte de la salida de la cuenca, tomando en cuenta una precipitación pluvial efectiva 1 cm en un determinado tiempo 1 hora. Además, se inicia de valores naturales registrados tal es la tormenta de una intensidad uniforme o también se puede generar valores mediante hidrogramas sintéticos que son simuladores artificiales que se emplea bajo ciertos parámetros de una cuenca de interés con el objetivo de simular un hidrograma que represente el

fenómeno hidrológico de una cuenca para establecer el caudal pico para diseñar estructuras hidráulicas. (MTC, 2008)

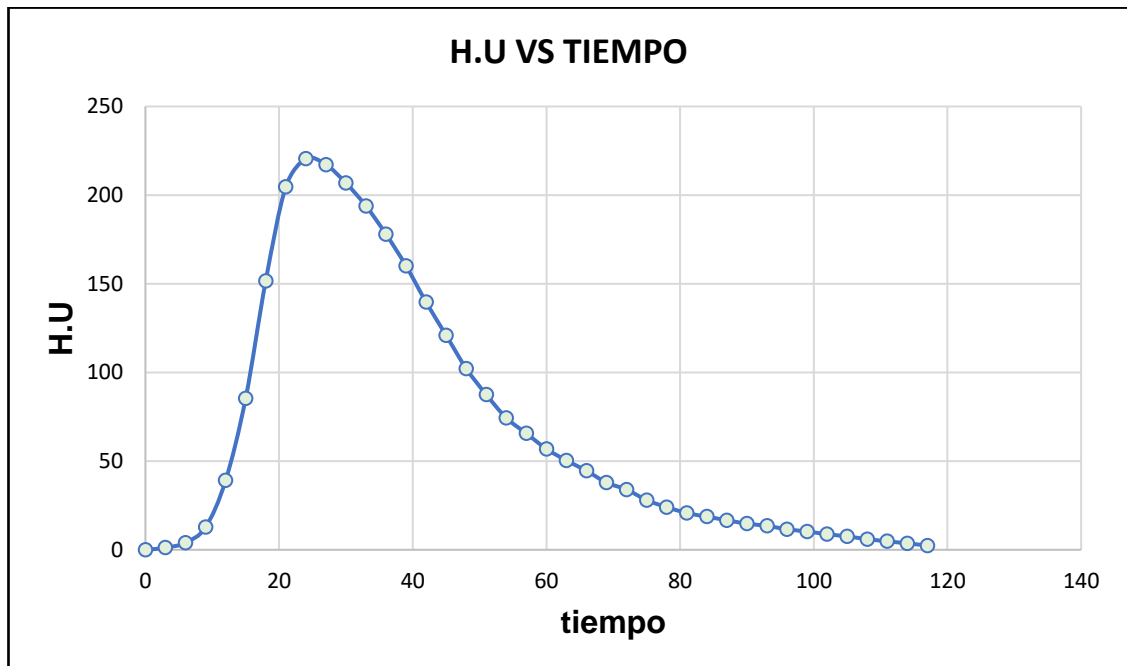


Figura 15. Hidrograma unitario
Fuente: Elaborado por los autores

Hidrograma sintético triangular del sistema de conservación de suelos SCS

Con base a lo anterior mencionado el SCS recomienda este hidrograma donde el tiempo y el caudal esta dado en horas y en $m^3/s.cm$. Además, el método se aplica para cuencas de hasta 30 Km^2 y sin datos hidrológicos (MTC, 2008)

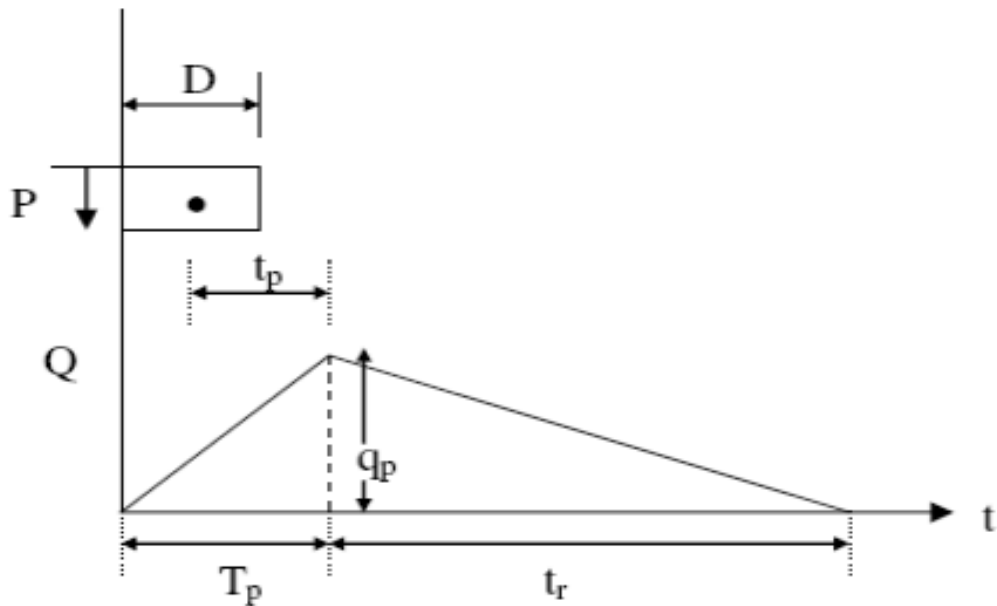


Figura 16. Hidrograma Unitario del SCS
Fuente: Elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008)

El tiempo de recesión, puede acercarse a:

$$Tr = 1.67 T$$

Sumando, un estudio de varias cuencas ha demostrado que:

$$Tp = 0.6 Tc$$

Donde:

Tp = Tiempo de retardo (entre el centroide del hidrograma y el pico de caudal)(h)

Tc = Tiempo de concentración de la cuenca

El tiempo de ocurrencia del pico Tp , puede expresarse como:

$$Tp = \frac{D}{2} + Tp$$

Donde:

D = Duración de la lluvia (h)

Como el área, bajo el hidrograma unitario debe ser equivalente a una escorrentía de 1 cm, puede demostrarse que:

$$q_p = \frac{2.08 A}{T_p} + T_p$$

Donde:

A = Área de drenaje (Km²)

T_p = Tiempo de ocurrencia del pico en horas

2.2.13. Tránsito de avenidas

(Chereque, 1989), un hidrograma de crecidas es una representación del movimiento de los fluidos formado por ondas que pasan por una estación. Además, las formas de las ondas cambian debido a la dirección que van aguas abajo. Estos cambios son debido a la adición de agua de los tributarios y a lo largo de la onda, se presentan diversos puntos en que las velocidades no son las mismas. Ver figura 17

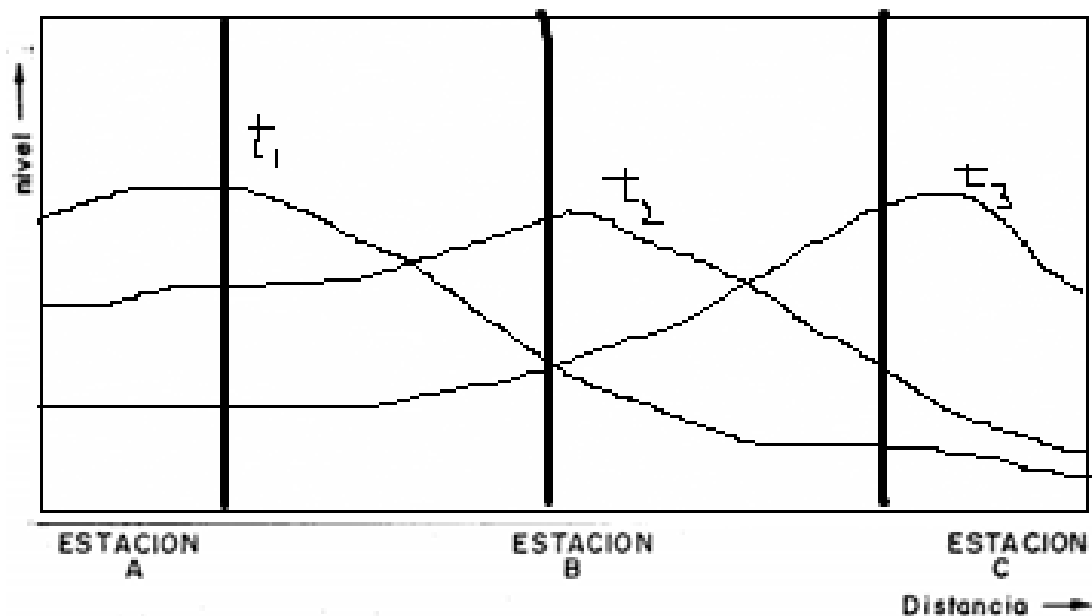


Figura 17. Hidrograma de crecidas en forma de ondas
Fuente: Elaborado por Chereque, W. (1989)

(Chereque, 1989), La aparición de las ondas de crecidas está dada por el aumento del caudal del río por efecto de las intensas precipitaciones. Para su

presente análisis se presenta dos métodos: el método hidrológico y el método hidráulico, estos dos métodos intentan describir las características de los cambios que experimenta las ondas de crecidas en el transcurso del tiempo.

Por otro lado, el análisis del método hidráulico es complejo por efecto de las condiciones naturales a que se aplica como es el flujo es no permanente, la rugosidad varia, las secciones transversales son variables, etc. Por el contrario, el método hidráulico permite emplear una ecuación en un tramo corto del cauce.



Figura 18. Visita al río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores

2.2.14. Balance hidrológico a nivel de cuenca

La cuenca es el área donde fluyen las aguas hacia un mismo río. También se conoce como la unidad de control hidrológico, ya que el agua que cae se filtra paulatinamente por la tierra y fluye por la superficie hasta llegar a ríos, lagos, etc.

La ecuación de conservación de la masa permite calcular y controlar el fluido. Se expresa como la diferencia entre el volumen de ingreso en la cuenca y el volumen que sale de la cuenca. Ello parece simple, pero en la práctica es complicado debido a que requiere medir la cantidad de agua que ingresa y sale de la cuenca durante tiempo de lluvias prolongadas.

El volumen de ingreso a la cuenca es la lluvia y las principales fuentes de agua de los acuíferos. Los volúmenes salientes de la cuenca se producen por infiltración de la tierra y el agua del cauce. El agua almacenada se encuentra en los depósitos, embalses y lagos dentro de la cuenca.

Esto se expresa en una simple ecuación.

Agua entrante – Agua saliente = Agua almacenada en la cuenca

Agua entrante = Lluvia + Tirante

Agua saliente = Infiltración + Flujo cauce principal

Incremento = Agua almacenada en lagos y embalses

Para analizar el balance hidrológico de una cuenca, se deben considerar las partidas que están involucradas. Si se pretende evaluar las inundaciones, se consideran los caudales que fluyen por el cauce.

2.2.15. Avenidas

Rocha, A. (1993) indica que los caudales varían con el tiempo, y que las avenidas —también llamadas crecidas o crecientes— son fenómenos naturales que acarrear grandes daños en el mundo. Las fuerzas de la corriente durante una gran crecida erosionan la base de una estructura (puente o dique) hasta producir inundaciones que afectan a la población. El desbordamiento de las aguas es otra consecuencia de las inundaciones.

En el Perú, es frecuente que, debido a las variaciones climáticas, topográficas y geológicas, a las grandes crecidas acompañen huaicos y deslizamientos. “Los huaicos son fluidos turbulentos de agua turbia que trae consigo solidos de varios tamaños que ocurren en zonas áridos y semiáridos debido a las intensas lluvias prolongadas en un tramo de tiempo” (Rocha, A.1993, p. 264).

2.2.16. Máximas avenidas

Según Villon, M. (2002), citado por Vílchez, J. & Toledo, W (2018), las máximas crecidas hacen posible determinar las dimensiones del diseño de un cauce, de muros de contención para la protección de la población, y de vías de comunicación (puentes, carreteras, las vegetaciones). Dado que la avenida de diseño está sometida a un periodo de retorno, la crecida es un factor para el tipo de obra y el tiempo en que estará en uso.

Según Soto, J. (2017), la avenida de diseño se somete a criterios vinculados con la información recopilada por el estudio hidrológico para un adecuado dimensionamiento de la estructura hidráulica.

2.2.17. Periodo de retornos

Es el número promedio en años en que se presenta un valor del caudal pico de una creciente específica, que es igualado o excedido una vez cada T años. (MTC, 2018)

Villón (2011) establece que el periodo de retorno se puede representar como el inverso del valor de frecuencia.

$$T = \frac{1}{f}$$

Donde

f = probabilidad de ocurrencia de un caudal Q.

T = Periodo de retorno

Para utilizar el periodo de retorno en el diseño de una obra, es importante considerar la relación entre la probabilidad de que un evento exceda la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible. Este último depende de factores económicos, sociales, técnicos, etc.

El criterio de riesgo es la determinación anticipada después del riesgo que se quiere aceptar de darse el caso que falle la infraestructura en el tiempo de su vida útil.

El riesgo de falla que puede admitirse en la infraestructura en función del tiempo de retorno y su vida útil se puede hallar de la siguiente manera:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Si una infraestructura posee n años de vida útil, la fórmula mencionada hace posible calcular el tiempo de retorno T y determina el riesgo de falla que puede admitir R (probabilidad de que ocurra el valor pico de la creciente que se ha investigado) a lo largo de la vida útil de la infraestructura. MTC (2018)

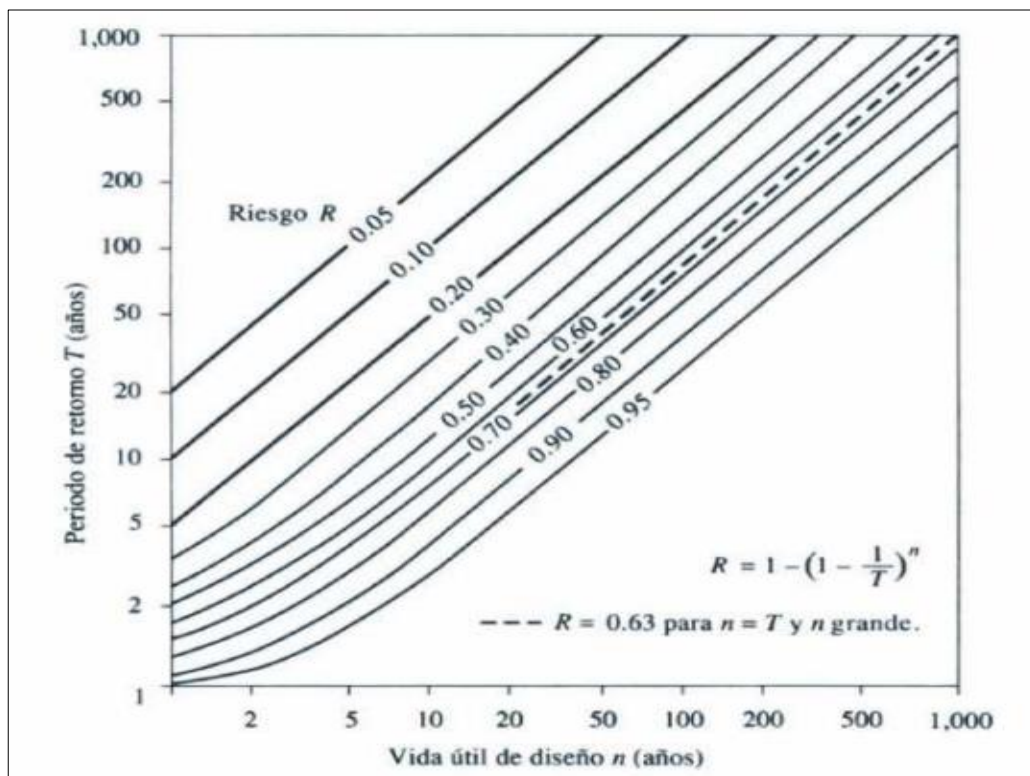


Figura 19. Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil
Fuente: Manual de carreteras, hidrología, hidráulica y drenaje

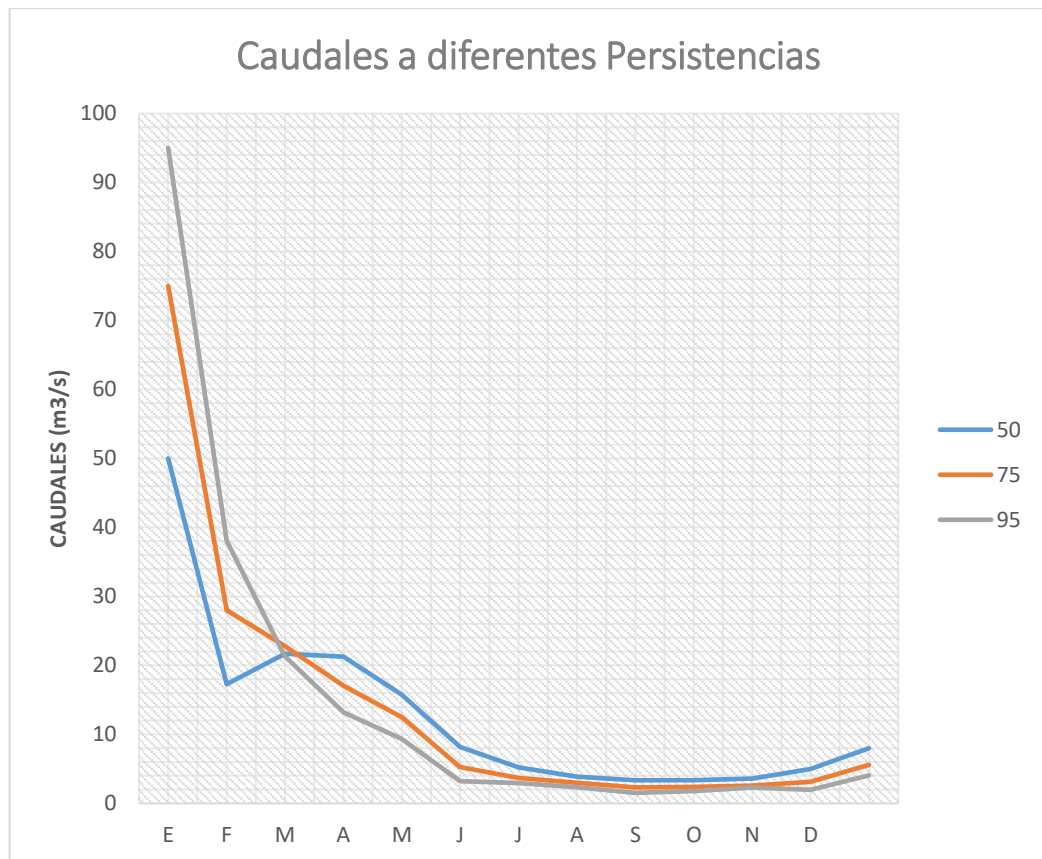


Figura 20. Caudales de diferentes tiempos de retorno
Fuente: Elaborado los autores

2.2.18. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

f) Modelo de distribución

Según MTC (2018), el análisis de frecuencias tiene el fin de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos para diversos tiempos de retorno. En función del empleo de modelos probabilísticos, pueden ser discretos o continuos.

En la estadística, hay distintas funciones de distribución de probabilidad teóricas. Se sugiere utilizar las funciones que a continuación se indican:

Distribución gamma 2 parámetros

La función de densidad es

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

Válida para

$$0 \leq x < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

Donde

γ : parámetro de forma

β : parámetro de escala

Distribución gamma 3 parámetros

La función de densidad es

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

Válida para

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

Donde

x_0 : origen de la variable x , parámetro de posición

γ : parámetro de forma

β : parámetro de escala

Distribución Gumbel

La distribución de Valores Tipo I (distribución Gumbel o Doble Exponencial) posee como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

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

Luego de aplicar el método de momentos, se consigue las siguientes relaciones:

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

$$\beta = u - 0.45\sigma$$

Donde

α : Parámetro de concentración.

β : Parámetro de localización.

Distribución Log Gumbel

La variable aleatoria reducida log Gumbel es definida de la siguiente manera:

$$y = \frac{\ln x - u}{\alpha}$$

La función acumulada reducida log Gumbel es

$$G(y) = e^{-e^{-y}}$$

2.2.19. Evaluación de eventos de retorno con hietograma de diseño

El método de análisis de hietograma ha sido estudiado por Pilgrim y Cordery (1975). Consiste en el ordenamiento de los intervalos de tiempo de una tormenta en función de la profundidad de precipitación en cada uno de ellos y esto se realiza para varias tormentas que se presenta en la región.

Según Ven te Chow (1994), al someter a un análisis los eventos de tormenta observados, es posible determinar la secuencia temporal de precipitación en tormentas típicas. Los patrones se desarrollan mediante una distribución temporal desde la mayor severidad (primer cuartil) hasta los de menor severidad (cuarto cuartil).

En la tabla 2, se toma muestra de una distribución de probabilidad temporal para las tormentas. Estas curvas moderadas indican una distribución

promedio de lluvia a través del tiempo. No presentan las características fuertes de las tormentas observadas.

Por otro lado, como se verifica en la misma tabla 2, los tipos I y IA forman parte del clima del Pacífico (invierno húmedo y veranos secos). Sin embargo, el tipo III forma parte del Golfo de México y las zonas costeras del Atlántico, en el que las tormentas tropicales ocasionan lluvias de 24 horas de gran magnitud. El típico II es parte del resto del país.

Tabla 2
Distribuciones de lluvia SCS

Tormenta de 24 horas						
Hora t	t/24	Pt/P24				
		Tipo I	Tipo ii	Tipo IA	Tipo II	Tipo III
0	0	0	0	0	0	0
2	0.08	0.04	0.05	0.6	0.1	0.04
4	0.17	0.08	0.116	1.2	0.2	0.1
6	0.25	0.13	0.206	1.5	0.25	0.14
7	0.29	0.16	0.268	1.8	0.3	0.19
8	0.33	0.19	0.425	2.1	0.35	0.31
8.5	0.35	0.22	0.48	2.28	0.38	0.44
9	0.38	0.25	0.52	2.4	0.4	0.53
9.5	0.4	0.3	0.55	2.52	0.42	0.63
9.75	0.41	0.36	0.564	2.64	0.44	0.63
10	0.42	0.52	0.577	2.76	0.46	0.66
10.5	0.44	0.58	0.601	3	0.5	0.7
11	0.46	0.62	0.624	3.3	0.55	0.75
11.5	0.48	0.65	0.645	3.6	0.66	0.79
11.8	0.49	0.67	0.655	3.9	0.65	0.83
12	0.5	0.68	0.664	4.2	0.7	0.86
13	0.52	0.73	0.701	4.8	0.8	0.91
13.5	0.56	0.75	0.719	5.4	0.9	0.96
14	0.58	0.77	0.736	5.4	0.9	0.96
16	0.67	0.83	0.8	0.88	0.88	0.86
20	0.83	0.93	0.906	0.952	0.95	0.957
24	1	1	1	1	1	1

Fuente: Hidrología aplicada (Ven te Chow)

2.2.20. Determinación de la tormenta de diseño

Según MTC (2018), los proyectos de diseño empiezan con la determinación del evento de lluvia que se va a utilizar.

La tormenta de diseño es un patrón de precipitación determinado para usarse al realizar un diseño de sistema hidrológico. De manera usual, la tormenta de diseño constituye la entrada al sistema, y los caudales que resultan mediante este son calculados con procedimientos de lluvia-escorrentía y tránsito de caudales.

La tormenta de diseño puede ser definida a través de un valor de profundidad de precipitación en un punto, a través de un hietograma de diseño que determine de manera precisa la distribución temporal de la precipitación durante una tormenta.

2.2.21. Curvas intensidad-duración-frecuencia

Son un elemento de diseño que vincula la intensidad de la precipitación, el tiempo transcurrido desde el inicio hasta el término de la precipitación, y la probabilidad de que suceda esta. (MTC, 2018)

Generalmente, la intensidad promedio se representa de la siguiente manera:

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

Donde

P: profundidad de lluvia (mm)

Td: duración (h)

Para definir estas curvas, es necesario considerar datos pluviográficos de precipitación del sitio de interés, y escoger la precipitación de mayor intensidad a una hora, dos horas — y así de manera sucesiva para cada año— para estudiar la probabilidad de que suceda una de precipitación y determinar la hora más lluviosa.

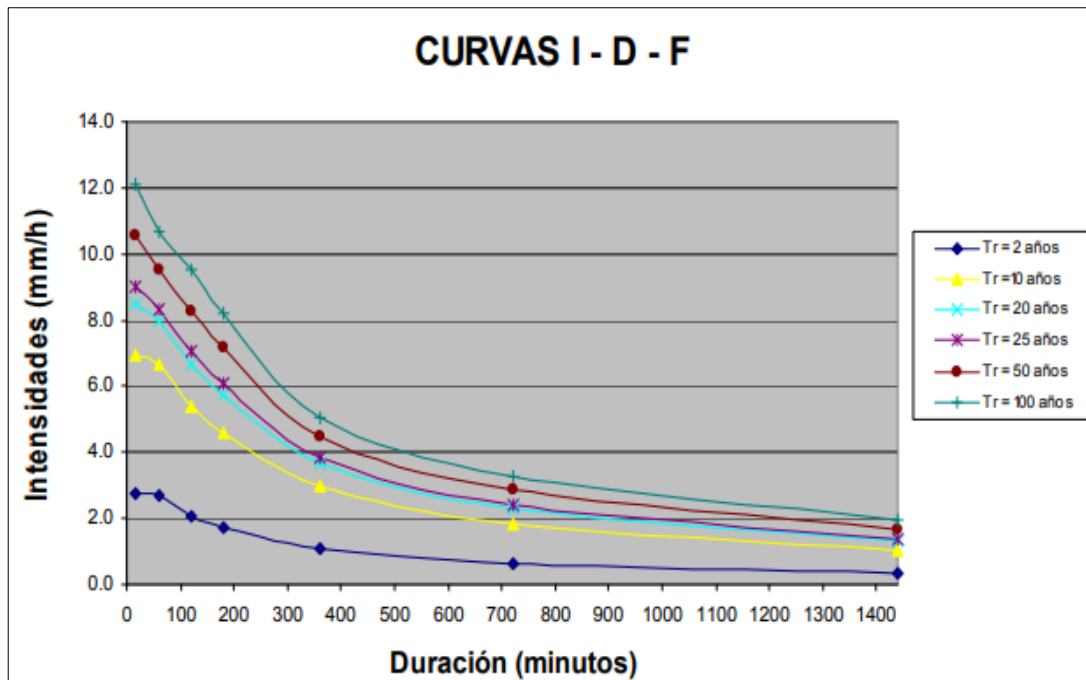


Figura 21. Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia para lluvia máxima
Fuente: Elaborado por MTC

2.2.22. Hietograma de diseño

Orellana (2021) define como hietograma a la gráfica de barras cuyas abscisas son la precipitación caída (mm), mientras que las ordenadas representan el tiempo para una determinada estación.

Según MTC (2018), los métodos hidrológicos actuales necesitan datos de precipitación o intensidad de diseño, además una distribución temporal, como la tormenta. Esto explica que el método estudie la distribución en el tiempo de las tormentas observadas.

2.2.23. Método del bloque alterno

MTC (2018) define al método del bloque alterno como una manera sencilla para realizar un hietograma de diseño con una curva-duración-frecuencia. Además, este hietograma da a conocer la profundidad de precipitación en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total de

$$T_d = n \cdot \Delta t.$$

Una vez seleccionado el tiempo de retorno de diseño, la intensidad es interpretada en una curva IDF para las duraciones Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$, $4\Delta t$, etc. La profundidad de precipitación correspondiente se halla a través del producto de la intensidad por la duración.

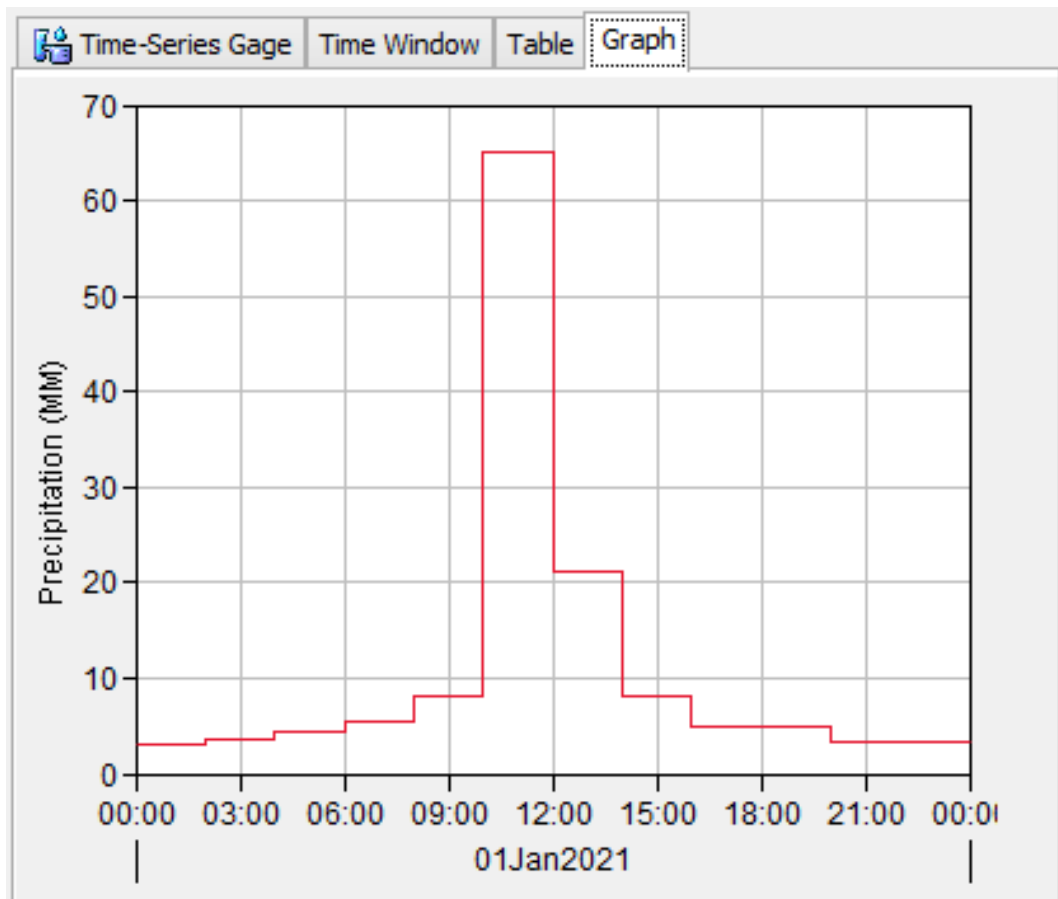


Figura 22. Hietograma de diseño
Fuente: Elaborado por los autores

2.2.24. Estimación de caudales

Según MTC (2018), cuando hay una cantidad necesaria de datos de aforo, se plantea un análisis estadístico de los caudales máximos instantáneos anuales para la estación más próxima al punto de interés. Se realiza los cálculos de los caudales para los tiempos de retorno de interés como 3, 5, 10, 20, 50, 100 y 500 años (valores modelo) con la distribución log normal, log pearson III, Valor Extremo Tipo I (Gumbel), Gamma, Weibull, etc.

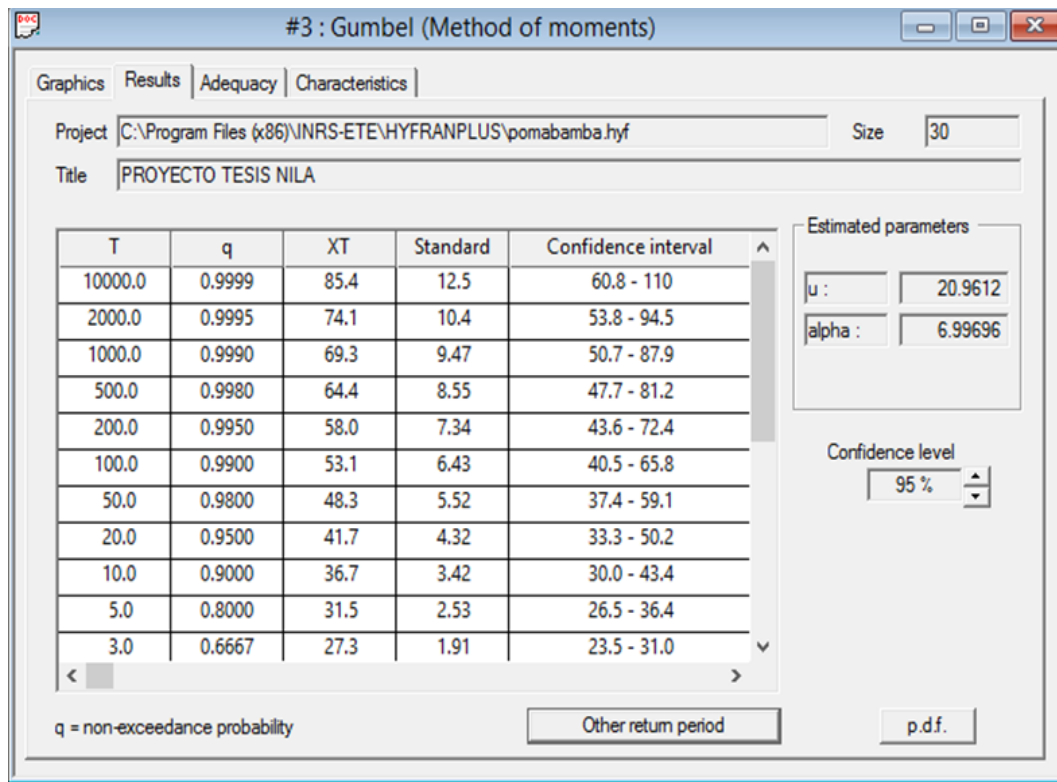


Figura 23. Tiempos de retorno
Fuente: Elaborado por los autores

2.2.25. Socavación

Según Borges, B. (2008), es un proceso producido por la acción erosiva del flujo del agua, la cual extrae material del lecho y de las márgenes de cauce, y disminuye el nivel del río debido al aumento de su capacidad de transporte de sedimentos. Esta clase de proceso ocurre si una corriente de agua da con un obstáculo, y origina un desequilibrio entre la cantidad de sedimentos aportados a una sección y su capacidad de acarrear sedimentos al exterior.

MTC (2018) sostiene que la socavación es un fenómeno hidrodinámico que ocasiona comúnmente la falla generada en cimentaciones de los puentes. Este fenómeno es la unión de diferentes procesos, algunos producidos a largo plazo y otros transitorios, generados por las avenidas.

2.2.25.1. Tipo de socavación

Según Borges, B. (2008), se manifiestan en diferentes tipos de erosión que establecen la profundidad máxima. A continuación, se describe los tipos de socavación.

a) Socavación del cauce

Según Borges, B. (2008), es la caída del nivel del fondo de un río a lo largo de todo su cauce. Se genera al haber una crecida causada por el aumento de la capacidad de transporte de material sólido que consigue la corriente al exceder su velocidad. Para conservar el equilibrio, al momento que el río aumenta su capacidad de transporte, este coge material del fondo y ocasiona la erosión. Al hacerse menor el caudal al término de la crecida, se hace menor la capacidad de transporte, los sedimentos regresan a ser depositados, y el fondo regresa a su nivel inicial.

b) Socavación transversal en estrechamiento

Según Borges, B. (2008), es generada por el incremento en la capacidad de transporte de sólidos conseguida por una corriente, en caso de que su velocidad aumente debido a que se ha reducido el área hidráulica en su cauce. El efecto es de gran importancia donde las estructuras presenten un estrechamiento más o menos brusco.

c) Socavación local

Según Borges, B. (2008), la presencia de la estructura constituye un obstáculo que desvía las líneas de corriente y origina un sistema de vértices de alta velocidad, que genera una marcada erosión en la parte frontal del obstáculo. La socavación local es de gran interés, ya que se verifica en las vecindades de las estructuras incluidas en el cauce y, por lo tanto, genera mayores daños a las estructuras. Las pilas y los estribos de los puentes son interesantes estructuras sujetas a erosión, debido a que errores al determinar su magnitud de socavación puede destruir parcial o totalmente su estructura.

2.2.25.2. Formula de Keller

Según Borges, B (2008), los estudios de Keller intentaban establecer la socavación a lo largo de contracciones.

En la presente investigación, la presencia de un muro longitudinal en canal representa una reducción de la sección efectiva. La profundidad máxima de socavación es calculada con la siguiente fórmula:

$$Y_2 = 0.177 \left(\frac{Q^6 D_{75}}{B_2 D_{50}} \right)^{1/7}$$

Donde

Y₂ = Profundidad de socavón más la profundidad normal.

B₂ = Ancho del cauce

Q = caudal

D₅₀ y D₇₅ = son diámetros granulométricos del material de fondo

- Cálculo de la profundidad de socavón

$$Y_s = Y_2 - Y_n$$

2.2.26. Polígono de Thiessen

Según Pardo (1998), citado por Abada, E. (2014), los valores de los puntos dentro del polígono son iguales a los de los puntos con datos que produce el polígono.

Según Gomero, A. (2019), se usa en caso de que la distribución de los pluviómetros sea diferente dentro del área considerada. Para su desarrollo, se escoge el área de mayor consideración en cada estación cercana, además el área tomada dentro de los límites trazados por líneas cercanas entre estaciones. Estas líneas se cruzan perpendicularmente y se considera el área encerrada por las líneas. El resultado es la misma precipitación que la estación.

Al calcular el área encerrada por cada estación y establecer una relación con el área total, se halla los pesos relativos para cada pluviómetro, pero estos pesos tienen un valor de 1. El valor de la precipitación promedio se consigue en base a un promedio ponderado.

$$P_{med} = \frac{1}{At} \sum A_i * P_i$$

Donde

P_{med} . = Precipitación media

A_t = área total de la cuenca

A_i = área de influencia parcial del polígono de Thiessen corresponde a la estación i .

n = número de estaciones tomadas en cuenta



Figura 24. Polígono de Thiessen
Fuente: Elaborado por los autores

Según Vellón (2002), citado por Gomero, A. (2019), el intervalo de tiempo pertenece al centro de gravedad del hidrograma y al centro de gravedad del

hietograma de la tormenta. Por otro lado, la investigación de los hidrogramas unitarios de varias cuencas rurales pequeñas y grandes concluye que el periodo de retorno se representa como

$$Tr = 0.6 Tc$$

Donde

Tc: tiempo de concentración

2.3. Definición de Términos Básicos

a) Modelamiento hidrológico HEC-HMS

Es un sistema de modelamiento hidrológico que realiza una simulación de los procesos hidrológicos. Arroja el caudal máximo de diseño.

b) Modelamiento hidráulico HEC-RAS

Es un sistema de análisis de ríos que realiza una simulación hidráulica. Arroja el nivel de agua y el área de inundación.

c) Cuenca hidrológica

Es el área de terreno donde las precipitaciones se acumulan para dar paso a una sola dirección de agua.

d) Avenidas

Son caudales que se relacionan con el periodo de retorno.

e) Precipitaciones

Son las lluvias originadas en las nubes por la interacción de masas de aire cálido y aire frío.

f) Máxima avenidas

Están relacionadas con el periodo de retorno que provocaría daños materiales y humanas. Debido a ello, las máximas avenidas permiten un adecuado diseño de una defensa ribereña.

g) Defensa Ribereña

Son muros de contención, cuyo fin es proteger las áreas aledañas al río.

h) Sistema de Información Geográfica

Es una unión de métodos bajo un sistema de programas seleccionados. Se encarga de recolectar, procesar y analizar para procesar datos hidrológicos como resultados en mapas.

i) Modelo digital de evaluación

Es una muestra visual de altitudes que representa la forma de un relieve y los elementos presentes en ella.

j) Tiempo de concentración

Es el tiempo en que la precipitación y escorrentía llegan a la concentración de la cuenca.

k) Balance hidrológico

Las precipitaciones fluyen hacia un mismo destino que se filtran poco a poco sobre la superficie de la Tierra. Drenan hacia lagos y ríos.

l) Conservación de masa

Es una expresión matemática para gestionar la cantidad de entrada de volumen de fluidos hacia una cuenca menos la cantidad volumen de fluidos que sale de la cuenca.

2.4. Formulación de la Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El modelamiento hidrológico e hidráulico contribuyó a un mejor prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.

2.4.2. Hipótesis específicos

- El estudio topográfico determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.
- El estudio probabilístico de las precipitaciones máximas anuales determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.
- El modelamiento hidrológico determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.
- El modelamiento hidráulico determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.
- El análisis de las áreas inundadas determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

La metodología utilizada en la presente investigación se divide en tres: enfoque, alcance y diseño de la investigación.

3.1.1. Enfoque de la investigación

En el enfoque de la investigación existen dos tipos: cuantitativo y cualitativo.

Tabla 3
Diferencias entre enfoque cuantitativo y enfoque cualitativo

Enfoque Cuantitativo	Enfoque Cualitativo
No se puede omitir ni una fase; cada una se realiza de forma secuencial.	Se desarrolla a partir de la hipótesis y recolección de datos y análisis; se pregunta antes, durante y después.
Es lo más objetivo posible.	Es subjetivo.
Describe, explica, comprueba e intenta predecir los fenómenos y probar las respectivas teorías.	Tiene como objetivo describir, entender y — a través de las percepciones— interpretar los fenómenos y los significados producidos.
Tiene una visión externa porque no involucra ni creencias ni se relaciona con los involucrados en el estudio.	Tiene una visión interna porque involucra creencias propias y la relación entre los involucrados en el estudio.

Fuente: Elaborado por los autores

Al analizar todas las diferencias, la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, pues no solo sigue un proceso secuencial y probatorio, sino que cuantifica valores contables, medibles, porcentajes, variables. Además, utiliza

conocimientos hidrológicos e hidráulicos, con el fin de prediseñar una defensa ribereña que mitigue los riesgos de inundaciones en los puntos críticos.

3.1.2. Alcance de la investigación

El alcance de la investigación abarca cuatro tipos: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. A continuación, se analiza cuál de ellos se utiliza en la presente investigación.

Tabla 4
Tipos de alcance de la investigación

Exploratorio	Descriptivo	Correlacional	Explicativo
Se utiliza cuando el problema es poco estudiado; por consiguiente, genera dudas.	Detalla características y propiedades de un fenómeno sometido a análisis.	Brinda información acerca del grado de relación entre dos o más variables de un problema determinado.	Intenta responder a las causas de los fenómenos.
Ayuda a relacionarse con los fenómenos desconocidos y son la base para trabajos futuros.	Demuestra con mayor precisión las perspectivas del suceso determinado o problema.	Da a conocer una información más explicada porque tiene dos o más variables que se relacionan entre sí.	Al ser más estructurado, proporciona un sentido del entendimiento más completo.

Fuente: Elaborado por los autores

El estudio presenta un alcance descriptivo, pues se basa en características hidrológicas e hidráulicas del río Mosna en el tramo de estudio. También es explicativo, ya que con los datos recopilados se realizará el modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de las defensas ribereñas con el software HEC-HMS y HEC-RAS.

3.1.3. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se entiende como el plan o estrategia para conseguir la información con el propósito de responder al problema.

Se puede desarrollar más de un diseño y aplicarlo en cualquier investigación. Existen dos tipos de diseño: investigación experimental e investigación no experimental.

Tabla 5

Tipo de diseño de la investigación

Investigación Experimental	Investigación No Experimental
Analiza las consecuencias a partir de la manipulación de la variable (o variables) independiente y cómo repercute sobre la variable (o variables) dependiente.	Analiza los fenómenos tal cual son en su estado natural para su correspondiente análisis. No manipula las variables.

Fuente: Elaborado por los autores

La presente investigación tiene un diseño no experimental porque no manipula las variables: se analiza el cauce natural del río Mosna.

El diseño de la investigación no experimental se subdivide en dos tipos: transeccional y longitudinal.

Tabla 6

Diferencias entre transeccional y longitudinal

Investigación Transeccional	Investigación longitudinal
Recolecta la información de un solo momento en un determinado tiempo único.	Analiza los cambios al paso del tiempo en determinadas variables.

Fuente: Elaborado por los autores

La presente investigación es transversal, debido a que recolecta toda la información en un momento o tiempo único para cuantificar los valores de las variables.

Se le aplicara un estudio retrospectivo, dado que la información obtenida es del pasado y simula el presente mediante el programa HEC-HMS y HEC-RAS.

3.2. Variables

Las variables de la investigación se dividen en dependientes e independientes.

3.2.1. Variable independiente

Es el modelamiento hidrológico e hidráulico porque no podrá ser modificada.

3.2.2. Variable dependiente

Es el prediseño de la defensa ribereña, debido a que se calculará las dimensiones del muro de contención para saber cómo es afectado por la variable independiente.

3.2.3. Título de la investigación

Modelamiento Hidrológico e Hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo Km 55+471 al tramo Km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Ancash.

3.2.4. Matriz de operacionalización de las variables

Tabla 7

Matriz de operacionalización de las variables

Indicador	Metodología											
Indicador independiente	Diseño											
<ul style="list-style-type: none"> - Estudio topográfico - Estudio probabilístico de las precipitaciones - Modelación hidrológica - Modelación hidráulica - Análisis de las áreas inundadas 	Tipo de investigación: Cuantitativa											
	Nivel de investigación: Descriptivo y Explicativo											
	Diseño de investigación: No Experimental											
Indicador independiente	Muestra											
<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de las secciones transversales - Determinación de las precipitaciones máximas a diferentes tiempos de retorno - Determinación de los caudales máximos a diferentes tiempos de retorno 	La población está conformada por la Cuenca del río Mosna (sierra central del Perú). Los puntos extremos se hallan comprendidos entre los 9°04'10" y 10° 13'40" de latitud sur los 69° 56' 00" y 77°10'10" la longitud oeste.											
	La muestra está conformada por la siguiente tabla de coordenadas del tramo de estudio.											
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Punto</th> <th>Latitud</th> <th>Longitud</th> <th>Altitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>9°30'57"S</td> <td>77°09'16"W</td> <td>2928m</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>9°31'50"S</td> <td>77°09'37"W</td> <td>2968m</td> </tr> </tbody> </table>	Punto	Latitud	Longitud	Altitud	A	9°30'57"S	77°09'16"W	2928m	B	9°31'50"S	77°09'37"W
Punto	Latitud	Longitud	Altitud									
A	9°30'57"S	77°09'16"W	2928m									
B	9°31'50"S	77°09'37"W	2968m									
	Instrumentos											

<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de las áreas inundables aledañas al cauce - Características geométricas 	<p>Los instrumentos de medición representan las variables de la investigación. Mediante hojas de registro de datos y formatos elaborados para cada modelamiento.</p> <p>Marcos Normativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reglamento de la ley de Recursos Hídricos (análisis de las áreas inundadas) <p>Manuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (MTC, 2008) - Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales (CENEPRED, 2014) <p>Paginas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SENAMHI (Precipitaciones) <p>Programas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Software Google Earth Pro (estudio topográfico) - Software Hyfran (estudio hidrológico) - Software ArcGIS, HEC-HMS y HEC-RAS (estudio hidráulico)
Procedimiento	
<p>Para el estudio topográfico se utilizó el software ArcGIS. Se procesó mediante el análisis de datos de las coordenadas geográficas a UTM para determinar las secciones transversales y longitudinales.</p> <p>El estudio hidrológico se realizó mediante hojas de registro y formatos de realizados bajo el software Microsoft Excel para cada una de las precipitaciones máximas anuales y máximos caudales. Además, se determinó los periodos de retorno por medio del software Hyfran.</p> <p>El modelamiento hidrológico e hidráulico se determinó mediante los softwares HEC-HMS y el HEC-RAS.</p>	

Fuente: Elaborado por los autores

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

La cuenca del río Mosna se encuentra en la sierra central del Perú. Su altitud llega a los 6350 m s. n. m. (nevado Huantsan), mientras su menor altitud se encuentra a 2650 m s. n. m. a la salida de la cuenca (Pumachaca).

Los puntos extremos se hallan comprendidos entre los 9°04'10" y 10° 13'40" de latitud sur, y los 69° 56' 00" y 77°10'10" la longitud oeste. (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

Tabla 8
Ubicación geográfica de la cuenca del río Mosna

Orden	Este	Norte
1	243 584	8 911 372
2	243 584	8 987 149
3	278 192	8 987 149
4	278 192	8 911 372

Fuente: ANA (2015)

La cuenca del río Mosna se encuentra en la región Ancash, provincia de Huari, abarca los distritos Chavín de Huántar, Huántar y Huari, y parcialmente los distritos de San Marcos y Huachis.

Tabla 9
Distrito de la cuenca del río Mosna

Distrito	Área total (km ²)	Área en la cuenca (km ²)	Porcentaje
HUACHIS	153.89	27.70	18 %
HUARI	398.91	159.56	100 %
SAN MARCOS	556.75	556.75	80 %
CHAVIN DE HUANTAR	434.13	434.13	100 %
HUANTAR	156.15	156.15	100 %

Fuente: Instituto Geográfica del Perú



Figura 25. Distrito de San Marcos
Fuente: Elaborado por los autores

3.3.2. Muestra

El río Mosna es uno de los más importantes del país. Se ubica en el callejón de Conchucos, y es parte de la cuenca del Marañón ubicada en el departamento de Ancash.



Figura 26. Puente de Distrito de San Marcos
Fuente: Elaborado por los autores

El recorrido del río Mosna beneficia a los pobladores en las siguientes actividades económicas:

- Actividad turística
- Actividad industrial de molinos hidráulicos para granos
- Actividad agrícola de cereales y la panificación
- Actividad agrícola papa, alfalfa, trigo, cebada
- Actividad minera como por ejemplo la empresa minera de antamina
- Central hidroeléctrica Maria Jiray
- Crianza de truchas

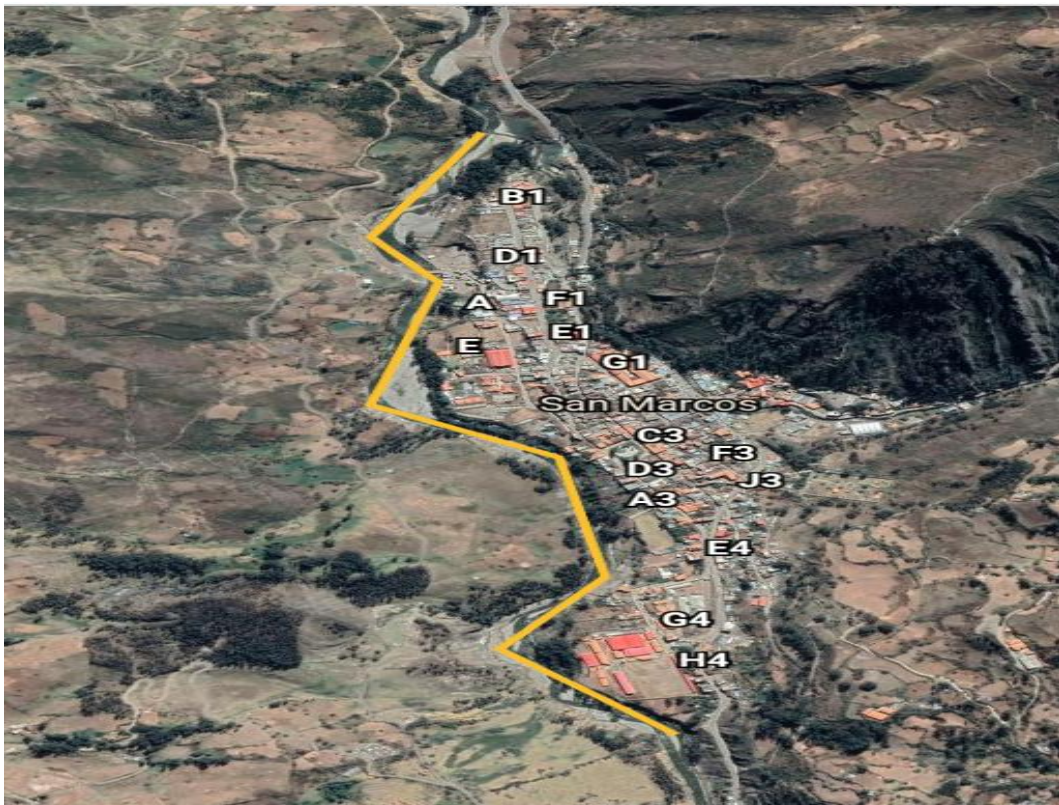


Figura 27. Río Mosna, San Marcos
Fuente: Elaborado por los autores

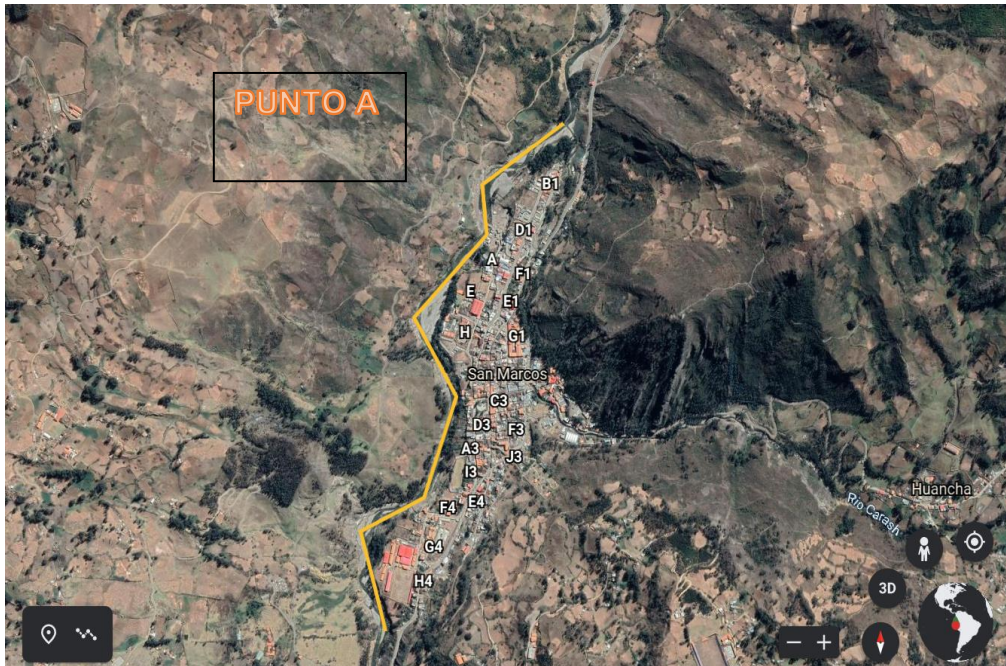


Figura 28. Punto A del río Mosna, San Marcos
Fuente: Elaborado por los autores

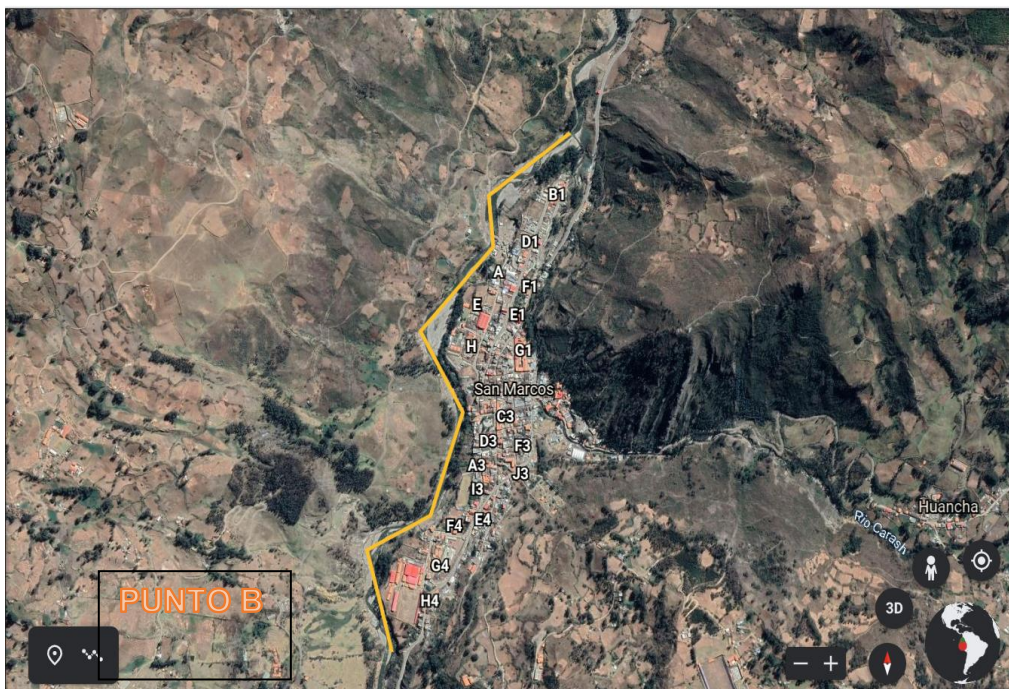


Figura 29. Punto B del río Mosna, San Marcos
Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 10
Coordenada geográficas del río Mosna, San Marcos

Punto	Latitud	Longitud	Altitud
A	9°30'57" S	77°09'16" W	2928 m
B	9° 31'50" S	77°09'37" W	2968 m

Fuente: Elaborado por los autores

3.4. Técnicas para el procesamiento de datos

Para los estudios de esta investigación, se utilizó los siguientes instrumentos en la recolección de datos:

- a) Estudio topográfico. El software ArcGIS se procesó mediante el análisis de datos de las coordenadas geográficas a UTM para determinar las secciones transversales y longitudinales.
- b) Estudio hidrológico. En el software Microsoft Excel se consignó el registro y formatos cada una de las precipitaciones máximas anuales y máximos caudales. Además, se determinó los periodos de retorno por medio del software Hyfran.
- c) Modelamiento hidrológico e hidráulico. Se utilizaron los softwares HEC-HMS y HEC-RAS.

3.4.1. Instrumentos

Los instrumentos de medición representan las variables de la investigación mediante hojas de registro de datos y formatos elaborados para cada modelamiento.

- a) Marcos Normativos
 - Reglamento de la ley de Recursos Hídricos (análisis de las áreas inundadas)
- b) Manuales
 - Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (MTC, 2008)
 - Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales (CENEPRED, 2014)
- c) Páginas
 - SENAMHI (precipitaciones)
- d) Programas
 - Software Google Earth Pro (estudio topográfico)
 - Software Hyfran (estudio hidrológico)
 - Software ArcGIS, HEC-HMS y HEC-RAS (estudio hidráulico)

CAPÍTULO IV DESARROLLO

4.1. Datos generales del río Mosna

La presente investigación aplicó técnicas e instrumentos para recopilar datos tomando en cuenta las características del tramo km 55+471 al tramo km 58+081, curvas de nivel, ubicación, secciones transversales, secciones longitudinales, pendiente fluctuante entre otros. Esta información técnica se obtuvo mediante los programas ArcGIS, y SENAMHI.

Al tratarse de una fuente natural del cauce río Mosna, la información requerida fue de acceso libre. Las precipitaciones pluviales se obtuvieron mediante datos históricos. Los datos obtenidos fueron tratados por los programas Hyfran, HEC-HMS y HEC-RAS.

4.1.1. Caso de estudio

La zona de estudio fue seleccionada por las intensas precipitaciones pluviales entre diciembre y marzo, lo que ocasiona un incremento del caudal desfavorable para la población de San Marcos.

El río Mosna nace de la unión de dos quebradas (Pachachaca y Tayash), además en su estado de recorrido tiene una serie de fluidos, entre ríos y quebradas que comienzan aguas arriba.

4.1.2. Estudios topográficos

Para el proceso del levantamiento topográfico realizado con el programa Google Earth Pro, se generó un polígono en el tramo de estudio y luego de una ruta de infinitos puntos, se obtuvo las elevaciones del área de estudio y las curvas precisas de nivel. Luego, se guardó el archivo de las curvas en una carpeta con formato kml y se abrió en block de notas para conocer las coordenadas geográficas de cada punto, que fueron convertidas en elevaciones mediante la página Visualizador GPS (gpsvisualizer.com). Finalmente, el resultado abrió el archivo dentro del ArcGIS y se creó la curva de nivel que aparece en la figura 30.

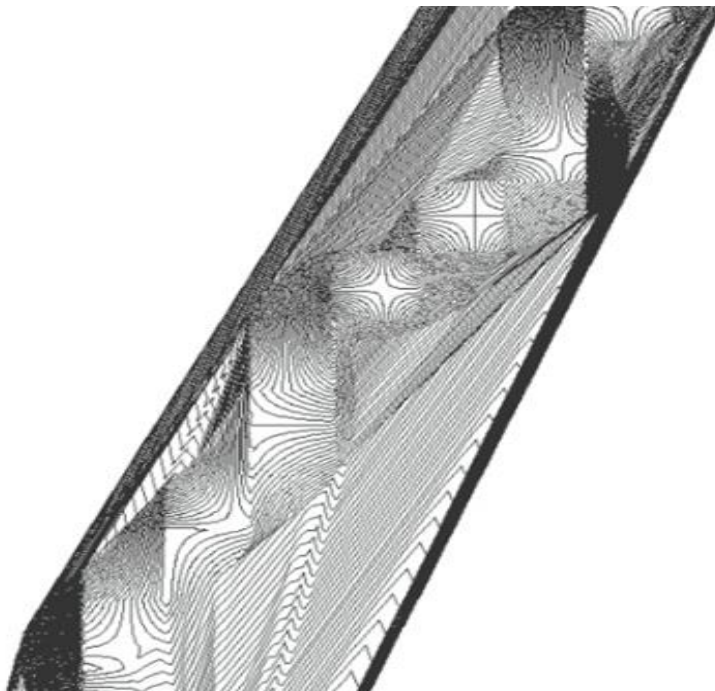


Figura 30. Curvas de nivel ArcGIS
Fuente: Elaborado por los autores

4.1.3. Ubicación política

La cuenca del río Mosna se encuentra en la región Áncash, provincia de Huari. Abarca los distritos Chavín de Huántar, Huántar y Huari y, parcialmente, los distritos de San Marcos y Huachis.

Tabla 11

Distrito de la cuenca del río Mosna

Distrito	Área total (km ²)	Área en la cuenca (km ²)	Porcentaje
Huachis	153.89	27.70	18 %
Huari	398.91	159.56	100 %
San marcos	556.75	556.75	80 %
Chavin de huantar	434.13	434.13	100 %
Huantar	156.15	156.15	100 %

Fuente: Instituto Geográfico del Perú

4.1.4. Ubicación geográfica

La cuenca del río Mosna se encuentra en la sierra central del Perú. Su altitud llega a los 6350 m s. n. m. (nevado Huantsan), mientras su menor altitud se encuentra a 2650 m s. n. m. a la salida de la cuenca (Pumachaca).

Los puntos extremos se hallan comprendidos entre los 9°04'10" y 10° 13'40" de latitud sur, y los 69° 56' 00" y 77°10'10" la longitud oeste. (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

Tabla 12

Ubicación geográfica de la cuenca del río Mosna

ORDEN	ESTE	NORTE
1	243 584	8 911 372
2	243 584	8 987 149
3	278 192	8 987 149
4	278 192	8 911 372

Fuente: Elaborado por los autores

Para acceder a la zona de San Marcos, desde Lima hacia la cuenca del río Mosna, se recorre la Panamericana Norte hasta la ciudad de Huaraz, carretera totalmente asfaltada; luego, se toma la carretera de la ciudad de Huaraz hacia el distrito de Cátac; por último, se sigue la carretera de Cátac, también asfaltada, hacia el pueblo de San Marcos.

Tabla 13
Distancia y tiempo a la zona de estudio

Origen	Destino	Vía	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo (h)
Lima	Huaraz	Carretera Panamericana Norte	Asfaltada	402	8
Huaraz	Cátac	Carretera Huaraz	Asfaltada	37	1
Cátac	San Marcos	Carretera Cátac	Asfaltada	81	2
Total				520	11

Fuente: Elaborado por los autores

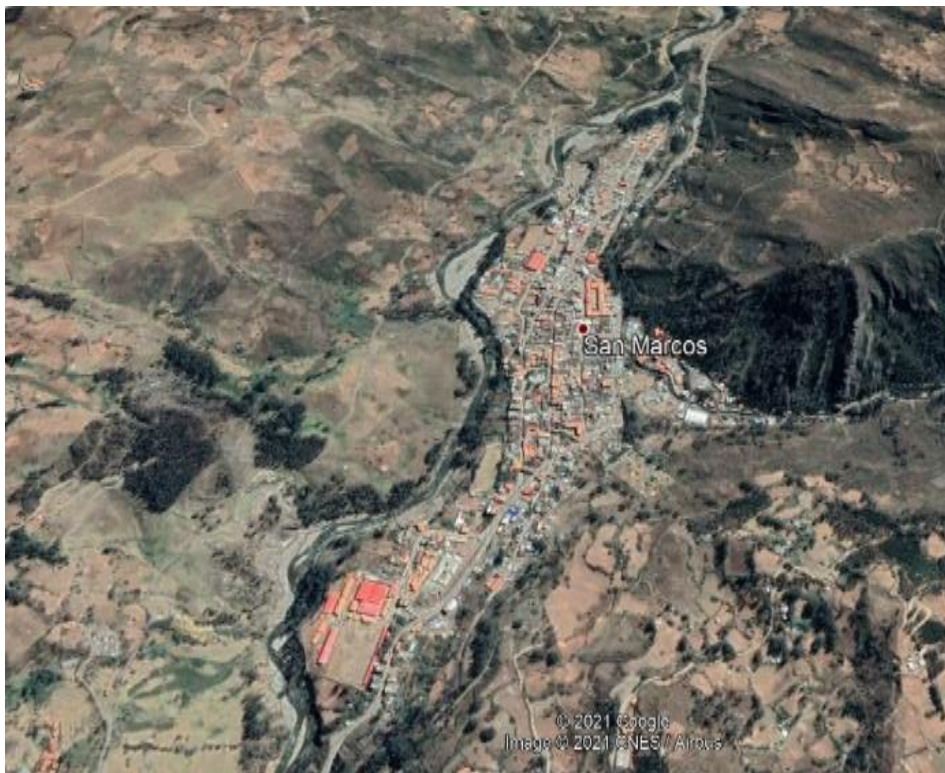


Figura 31. Ubicación del pueblo de San Marcos
 Fuente: Elaborado por los autores Google Earth (2021)

4.1.5. Secciones Transversales

Para obtener las secciones transversales, se utilizó el programa ArcGIS a partir de las medidas de elevaciones del margen izquierdo, el derecho y la perpendicular al eje del río Mosna. Se tomó tres puntos, como se observa en la figura 32: el primero, en el margen derecho; el segundo, en el izquierdo; el tercero, cercano al segundo punto. También se separó cada sección transversal a cada 0+015.00m. La información procesada se exportó al programa Microsoft Excel para conocer las secciones transversales del tramo de estudio (ver anexo para el detalle).



Figura 32. Distancia de la sección transversal del río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores Google earth (2021)

4.1.6. Secciones longitudinales

Se realizó el perfil longitudinal con la data del programa ArcGIS, que permitió conocer el comportamiento a lo largo del tramo de estudio del eje definido. La forma del perfil longitudinal se muestra en la siguiente figura (eje X: distancias de separación entre las secciones a cada 15 m; eje Y: elevación del terreno) para obtener la pendiente de la zona de estudio. Una vez obtenida la información recolectada del programa ArcGIS, se descargó la información y se obtuvo, mediante la hoja de cálculo de Microsoft Excel, la representación gráfica del perfil longitudinal.

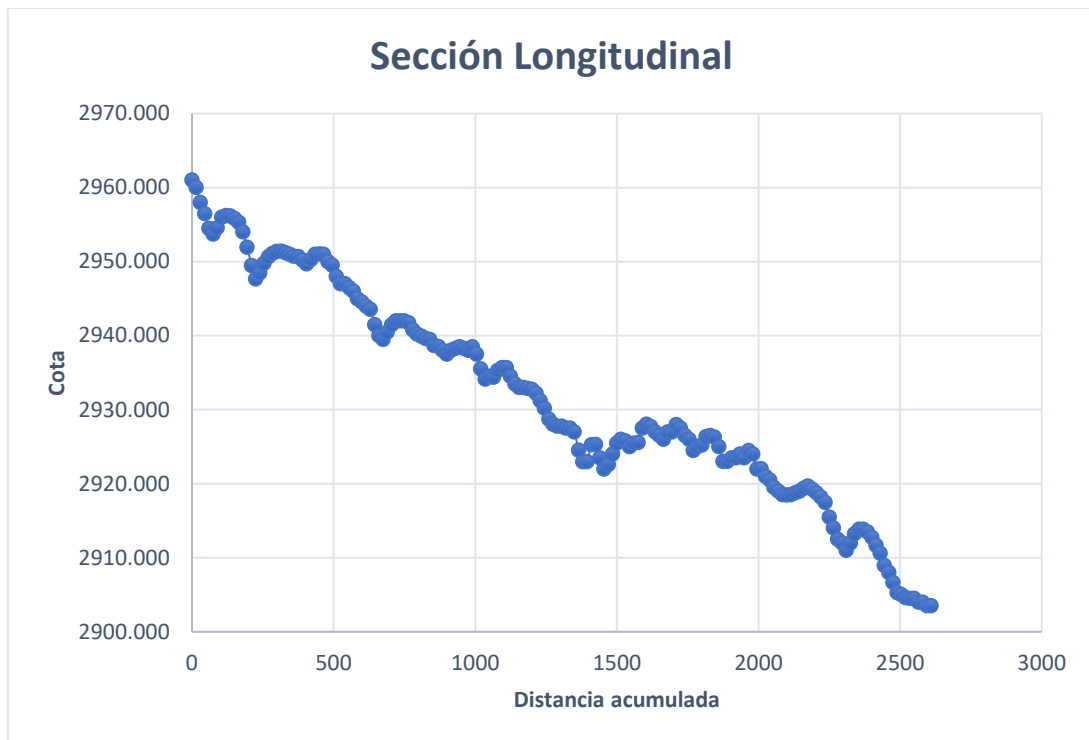


Figura 33. Distancia de la sección longitudinal del río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores

4.2. Estudio hidrológico

4.2.1. Delimitación de cuenca

Se delimitó la cuenca tomando como indicador el distrito de San Marcos y la información obtenida de la página web de la NASA mediante el satélite ASTER. Se utilizó tal información en formato digital DEM.

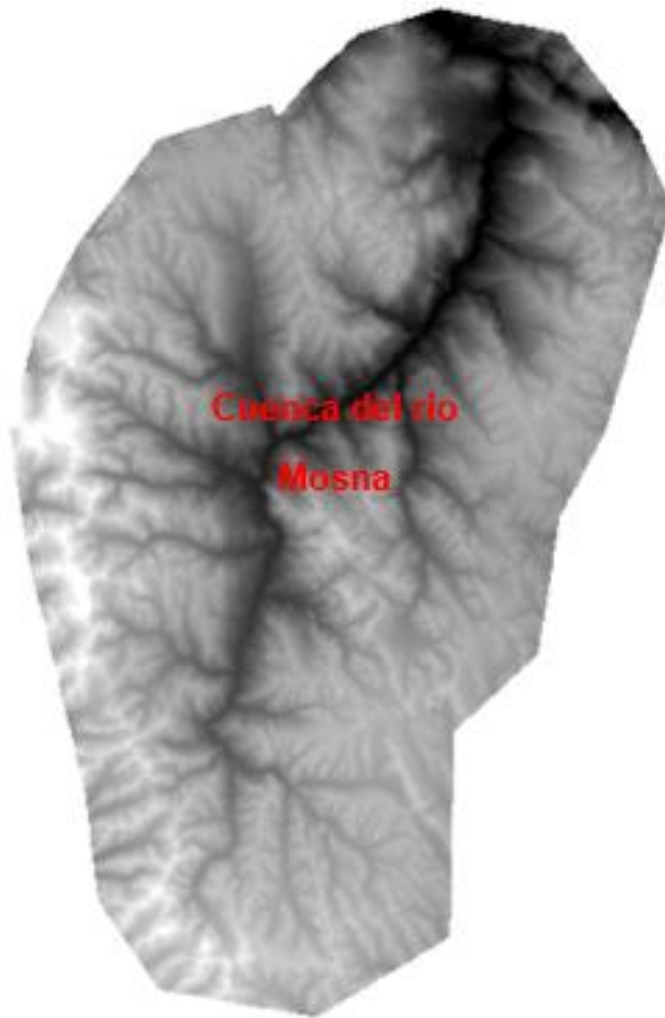


Figura 34. DEM de la cuenca del río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores Google Earth (2021).

Una vez obtenido en formato DEM, se procesó al software ArcGIS para obtener el polígono de la cuenca del río Mosna (ver la figura anterior).

Se procesó el DEM a través del sistema de información Geográfica ArcGIS, que permitió delimitar la cuenca del río Mosna como se observa en la figura siguiente.



Figura 35. Delimitación de la cuenca del río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores

4.2.2. Precipitaciones máximas anuales por cuenca

Se tomó la información recopilada de los datos históricos de la entidad administradora SENAMHI (página web <http://snirh.ana.gob.pe/visors2/>) para determinar las precipitaciones máximas anuales en las estaciones de la cuenca del río Mosna.

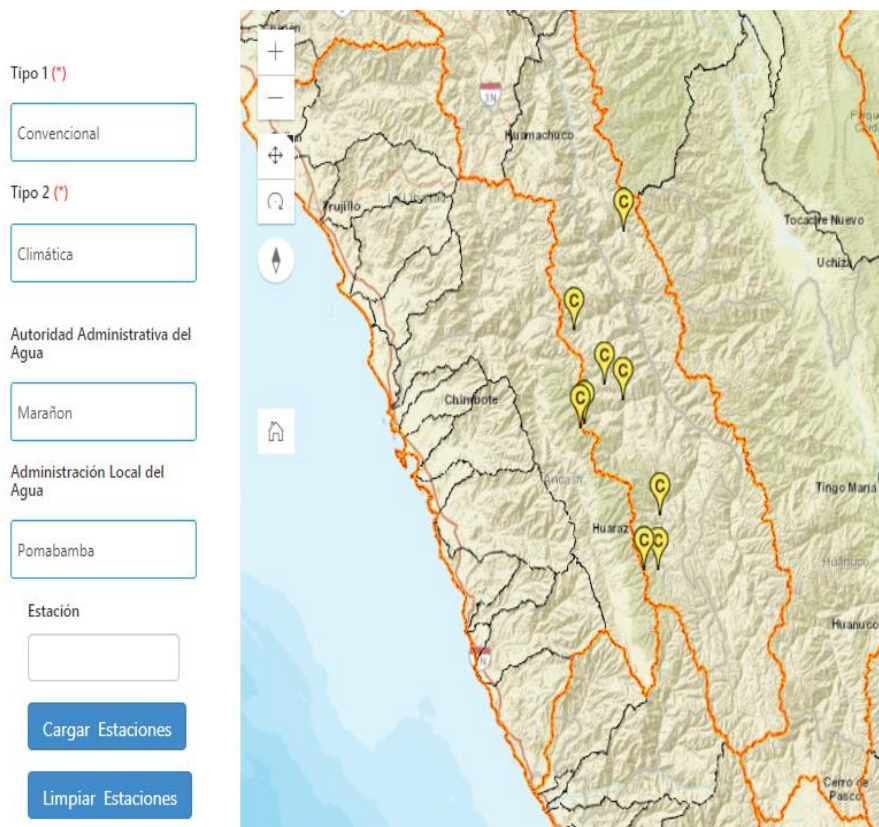


Figura 36. Estaciones en la cuenca del río Mosna
 Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2021)

Al recolectar la información sobre las precipitaciones, se encontró pocas estaciones con registro de 24h en precipitaciones; por ello, se optó por información de 12h y se calculó la suma para determinar las máximas precipitaciones en 24h. Los meses de invierno (diciembre a marzo) registraron mayores precipitaciones, por lo que se utilizaron para los cálculos respectivos en el modelamiento hidrológico.

Tabla 14
 Registro de estaciones meteorológicas tomadas en la cuenca del río Mosna

Id	Estación	Años tomados	
1	Huari	1964	1967
2	Chavín 1	1986	2018
3	Chavín 2	1964	1985
4	Buldibuyo	1966	1989
5	Pomabamba	1989	2018
6	Sihuas	1963	2018

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 15

Precipitaciones máximas anual Huari del año 1963 a 2018

Id	Año	Precipitación máxima (mm)	Id	Año	Precipitación máxima (mm)	Id	Año	Precipitación máxima (mm)
1	1963	16.22	20	1982	22.05	39	2001	13.02
2	1964	19.50	21	1983	24.87	40	2002	12.20
3	1965	32.30	22	1984	26.34	41	2003	16.37
4	1966	38.00	23	1985	72.02	42	2004	47.93
5	1967	25.00	24	1986	8.91	43	2005	30.94
6	1968	22.22	25	1987	11.67	44	2006	20.69
7	1969	23.09	26	1988	24.15	45	2007	42.83
8	1970	39.71	27	1989	24.86	46	2008	20.69
9	1971	43.05	28	1990	27.74	47	2009	27.27
10	1972	21.20	29	1991	5.85	48	2010	16.67
11	1973	27.84	30	1992	20.52	49	2011	21.54
12	1974	25.97	31	1993	19.86	50	2012	31.93
13	1975	8.56	32	1994	46.51	51	2013	19.20
14	1976	11.93	33	1995	37.97	52	2014	16.22
15	1977	38.18	34	1996	31.53	53	2015	30.35
16	1978	17.29	35	1997	39.93	54	2016	24.33
17	1979	31.73	36	1998	58.31	55	2017	23.80
18	1980	15.47	37	1999	122.84	56	2018	23.27
19	1981	29.76	38	2000	15.02			

Fuente: Elaborado por los autores

Con los datos recopilados de la tabla 15, se elaboró un histograma para determinar las precipitaciones máximas (figura 37).

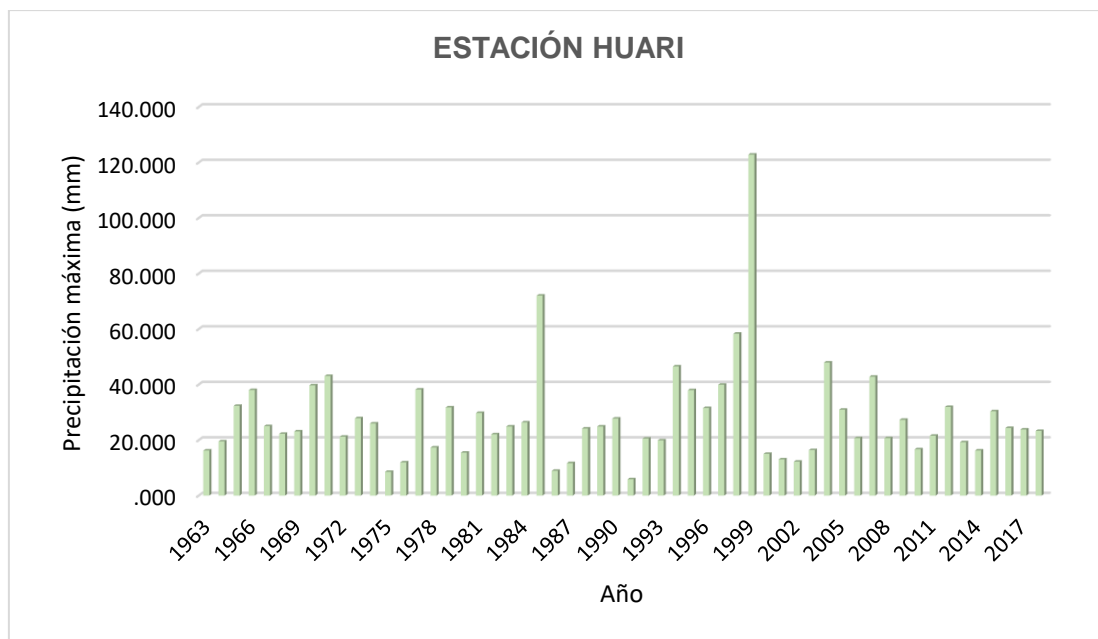


Figura 37. Precipitaciones máximas de la estación Huari
Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 16

Precipitaciones máximas anual estación Chavín1 del año 1986 a 2018

Id	Año	Precipitación máxima (mm)	Id	Año	Precipitación máxima (mm)	Id	Año	Precipitación máxima (mm)
1	1986	26.60	12	1997	15.90	23	2008	15.00
2	1987	20.00	13	1998	27.00	24	2009	19.80
3	1988	22.10	14	1999	19.90	25	2010	19.20
4	1989	20.00	15	2000	19.30	26	2011	20.00
5	1990	22.50	16	2001	22.50	27	2012	19.80
6	1991	19.90	17	2002	20.00	28	2013	17.80
7	1992	18.70	18	2003	15.40	29	2014	20.60
8	1993	27.10	19	2004	15.10	30	2015	22.80
9	1994	23.90	20	2005	16.10	31	2016	22.00
10	1995	24.20	21	2006	23.20	32	2017	13.40
11	1996	27.50	22	2007	27.50	33	2018	18.50

Fuente: Elaborado por los autores

Con los datos recopilados de la tabla 16, se elaboró un histograma para determinar las precipitaciones máximas (figura 38).

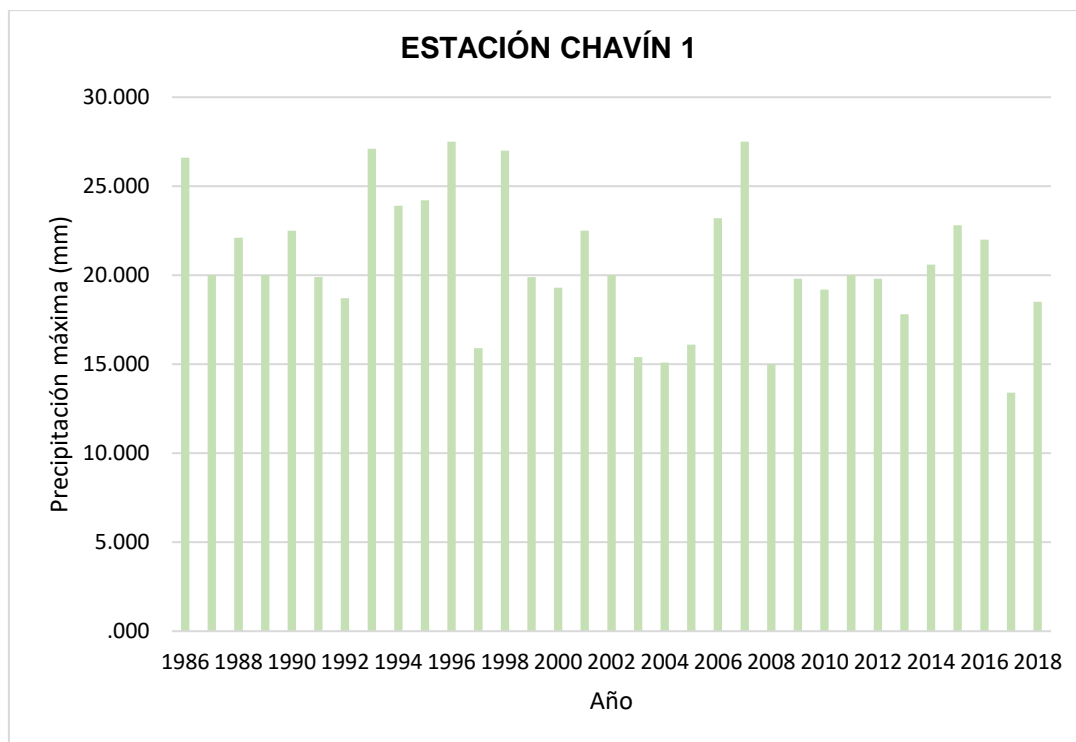


Figura 38. Precipitaciones máximas de la estación Chavín 1
Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 17

Precipitaciones máximas anual estación Chavín 2 del año 1964 a 1985

Id	Año	Precipitación máxima (mm)	Id	Año	Precipitación máxima (mm)
1	1964	24.00	12	1975	20.00
2	1965	17.00	13	1976	10.00
3	1966	22.00	14	1977	10.00
4	1967	32.00	15	1978	10.00
5	1968	10.00	16	1979	10.00
6	1969	30.00	17	1980	10.00
7	1970	10.00	18	1981	10.00
8	1971	10.00	19	1982	10.00
9	1972	20.00	20	1983	10.00
10	1973	10.00	21	1984	10.00
11	1974	20.00	22	1985	10.00

Fuente: Elaborado por los autores

Con los datos recopilados de la tabla 17, se elaboró un histograma para determinar las precipitaciones máximas (figura 39).

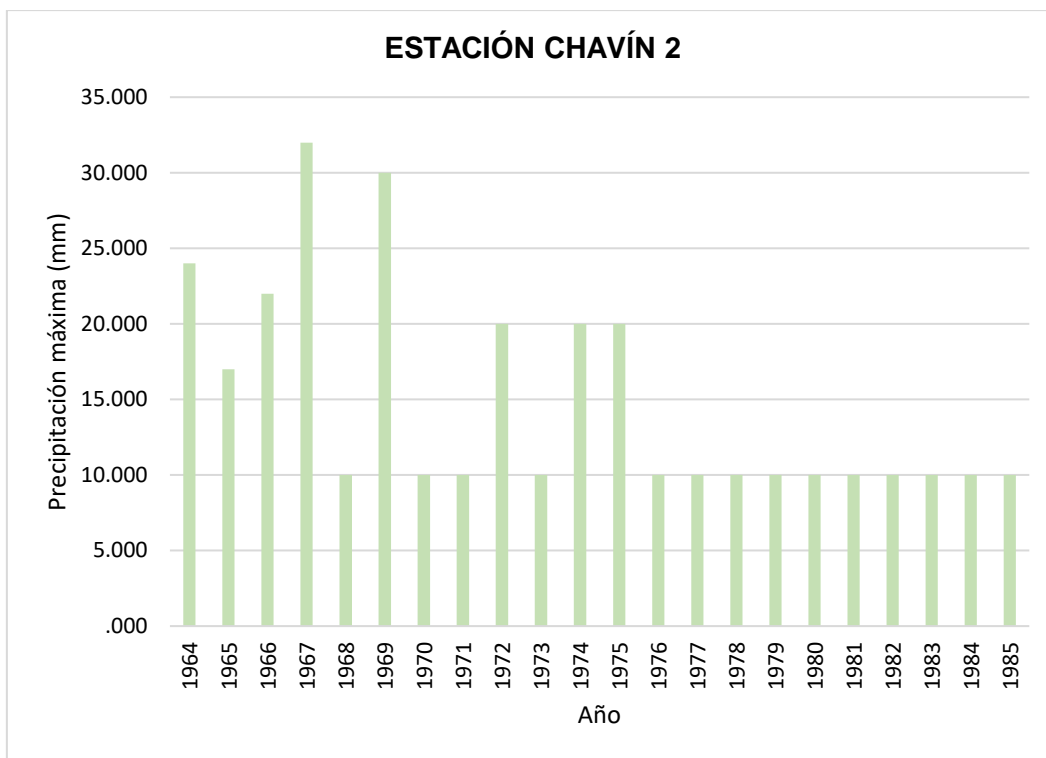


Figura 39. Precipitaciones máximas de la estación Chavín 2
Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 18

Precipitaciones máximas anual estación Buldibuyo del año 1966 a 1989

Id	Año	Precipitación máxima (mm)	Id	Año	Precipitación máxima (mm)
1	1966	80.00	13	1978	21.00
2	1967	23.00	14	1979	26.10
3	1968	24.80	15	1980	130.30
4	1969	53.80	16	1981	38.20
5	1970	18.00	17	1982	28.60
6	1971	20.00	18	1983	34.90
7	1972	13.90	19	1984	22.60
8	1973	11.60	20	1985	26.10
9	1974	11.50	21	1986	18.00
10	1975	10.00	22	1987	24.60
11	1976	15.00	23	1988	14.20
12	1977	10.50	24	1989	8.30

Fuente: Elaborado por los autores

Con los datos recopilados de la tabla 18 se elaboró un histograma para determinar las precipitaciones máximas (figura 40).

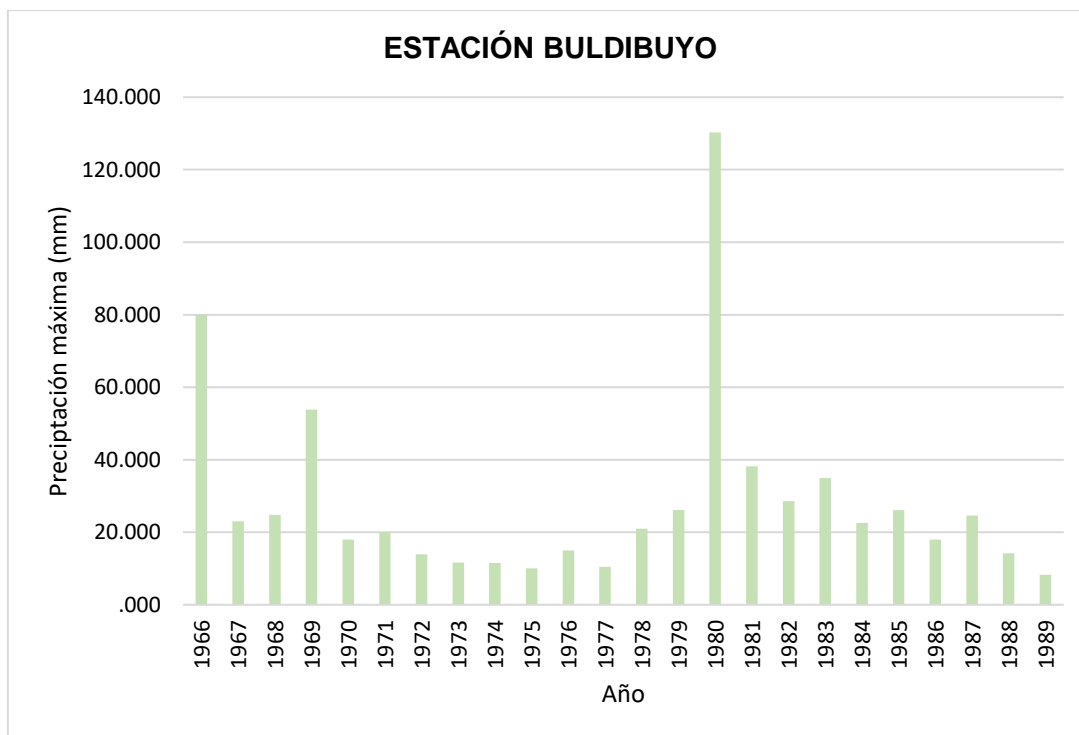


Figura 40. Precipitaciones máximas de la estación Buldibuyo
Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 19

Precipitaciones máximas anual estación Pomabamba del año 1989 a 2018

Id	Año	Precipitación máxima (mm)	Id	Año	Precipitación máxima (mm)	Id	Año	Precipitación máxima (mm)
1	1989	10.00	11	1999	29.40	21	2009	26.10
2	1990	10.20	12	2000	28.30	22	2010	23.60
3	1991	13.20	13	2001	24.50	23	2011	20.00
4	1992	9.80	14	2002	30.60	24	2012	30.20
5	1993	22.00	15	2003	26.40	25	2013	19.60
6	1994	18.40	16	2004	31.00	26	2014	29.00
7	1995	17.20	17	2005	19.60	27	2015	34.20
8	1996	18.60	18	2006	28.30	28	2016	53.60
9	1997	34.20	19	2007	30.80	29	2017	26.50
10	1998	25.60	20	2008	35.10	30	2018	24.00

Fuente: Elaborado por los autores

Con los datos recopilados de la tabla 19 se elaboró un histograma para determinar las precipitaciones máximas (figura 41).

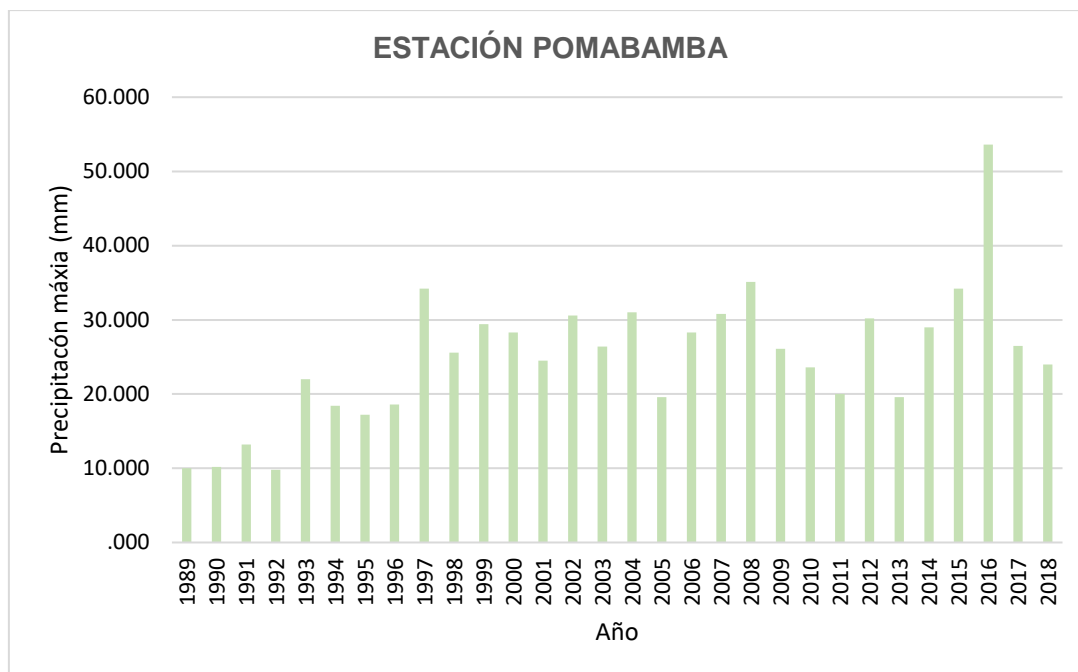


Figura 41. Precipitaciones máximas de la estación Pomabamba
Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 20
Precipitaciones máximas anual estación Sihuas del año 1963 a 2018

Id	Año	Precipitación máxima (mm)	Id	Año	Precipitación máxima (mm)	Id	Año	Precipitación máxima (mm)
1	1963	18.20	20	1982	21.80	39	2001	16.00
2	1964	20.00	21	1983	23.40	40	2002	15.40
3	1965	27.60	22	1984	24.20	41	2003	18.30
4	1966	29.40	23	1985	43.70	42	2004	34.40
5	1967	24.00	24	1986	12.80	43	2005	26.60
6	1968	21.90	25	1987	15.00	44	2006	21.00
7	1969	22.40	26	1988	23.00	45	2007	32.20
8	1970	30.80	27	1989	0.00	46	2008	21.00
9	1971	32.30	28	1990	0.00	47	2009	24.70
10	1972	21.30	29	1991	10.00	48	2010	18.50
11	1973	25.00	30	1992	20.90	49	2011	21.50
12	1974	24.00	31	1993	20.50	50	2012	27.10
13	1975	12.50	32	1994	33.80	51	2013	20.10
14	1976	15.20	33	1995	30.00	52	2014	18.20
15	1977	30.10	34	1996	26.90	53	2015	26.30
16	1978	18.90	35	1997	30.90	54	2016	23.10
17	1979	27.00	36	1998	38.60	55	2017	22.80
18	1980	17.70	37	1999	59.80	56	2018	22.50
19	1981	26.00	38	2000	17.40			

Fuente: Elaborado por los autores

Con los datos recopilados de la tabla 20, se elaboró un histograma para determinar las precipitaciones máximas (figura 42).

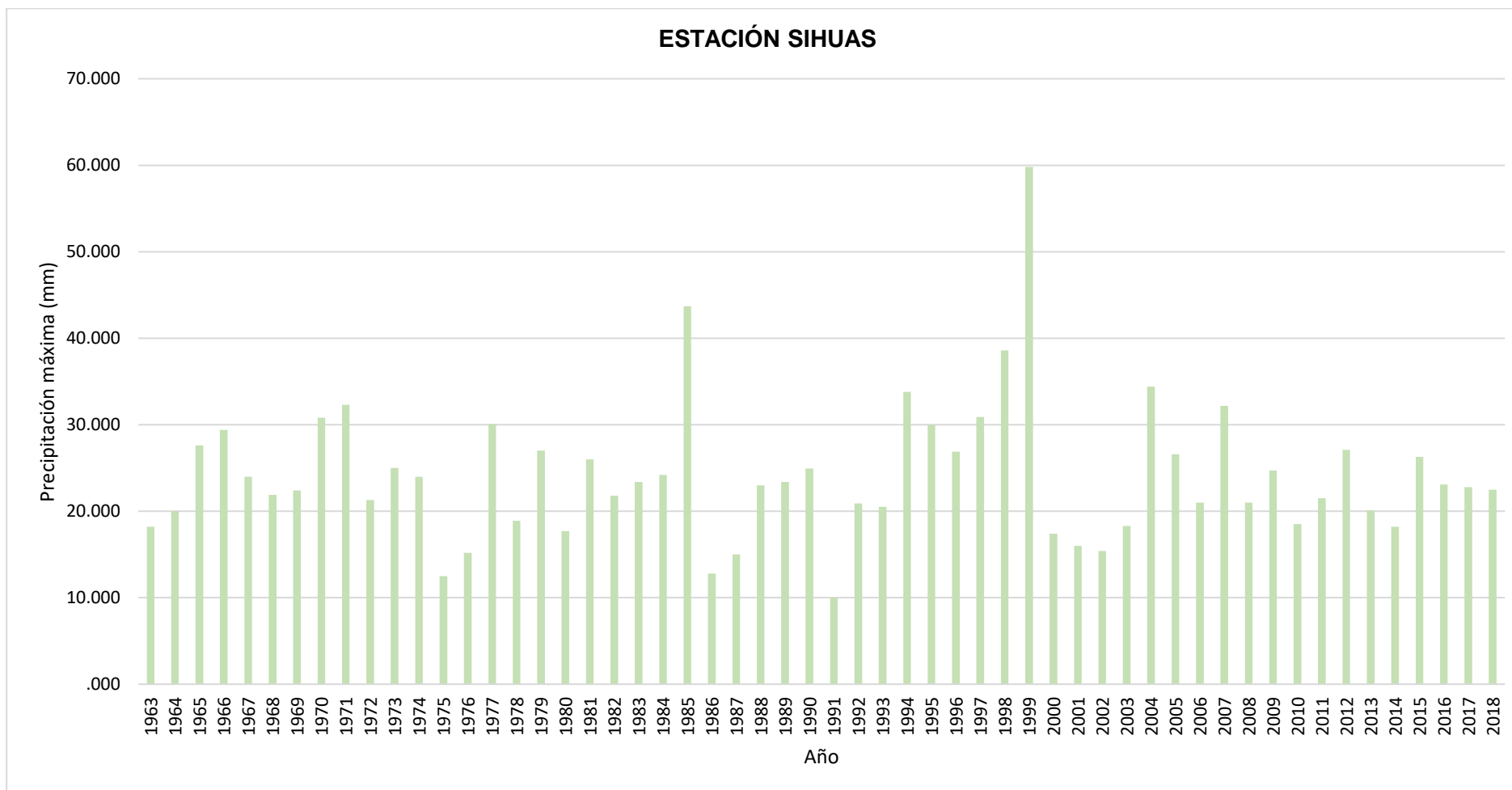


Figura 42. Precipitaciones máximas de la estación Sihuas
Fuente: Elaborado por los autores

4.2.3. Cálculo de tiempos de retorno mediante el programa Hyfran

Luego de obtener la data de los registros de precipitaciones en 24h tomada del SENAMHI, se calculó las precipitaciones en función de los periodos de retorno de 10 años ($Tr= 10$), 100 años ($Tr= 100$) y 500 años ($Tr= 500$), mediante el programa Hyfran. Ello permitió evaluar la data estadística de las estaciones meteorológicas a través de modelos matemáticos. Cabe recalcar que se tomó todos los registros de precipitaciones para procesarlo en el programa Hyfran.

En la tabla 21, se observan todas las estaciones consideradas en el programa Hyfran.

Tabla 21
Registro de estaciones meteorológicas tomadas en la cuenca del río Mosna.

Id	Estación	Años tomados	
1	Huari	1964	1967
2	Chavín 1	1986	2018
3	Chavín 2	1964	1985
4	Buldibuyo	1966	1989
5	Pomabamba	1989	2018
6	Sihuas	1963	2018

Fuente: Elaborado por los autores

- Primer paso

Se analizó la estación meteorológica de Huari como ejemplo para el procedimiento. Esto se realizó en todas las estaciones meteorológicas con información suficiente contenida en el programa Hyfran.

El primer paso requirió de la descripción del proyecto (nombre del proyecto y la variable a evaluar, como las precipitaciones en milímetros), luego se analizó el periodo de retorno y la fórmula de distribución Weibull (distribución de probabilidad continua).

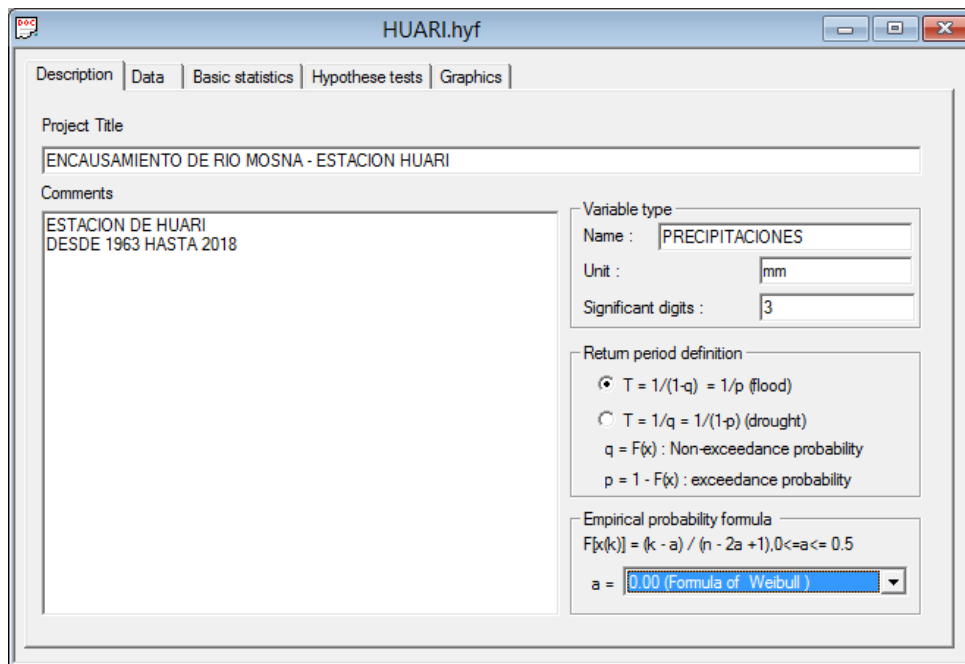


Figura 43. Procedimiento en el programa Hyfran (Descripción)

Fuente: Elaborado por los autores

- Segundo paso

Luego de describir la información de la estación, se pasa copió y pegó la data de las precipitaciones en 24h anual. Para este caso, se tomó como ejemplo la data de la estación Huari que registra información desde el año 1963 hasta 2018.

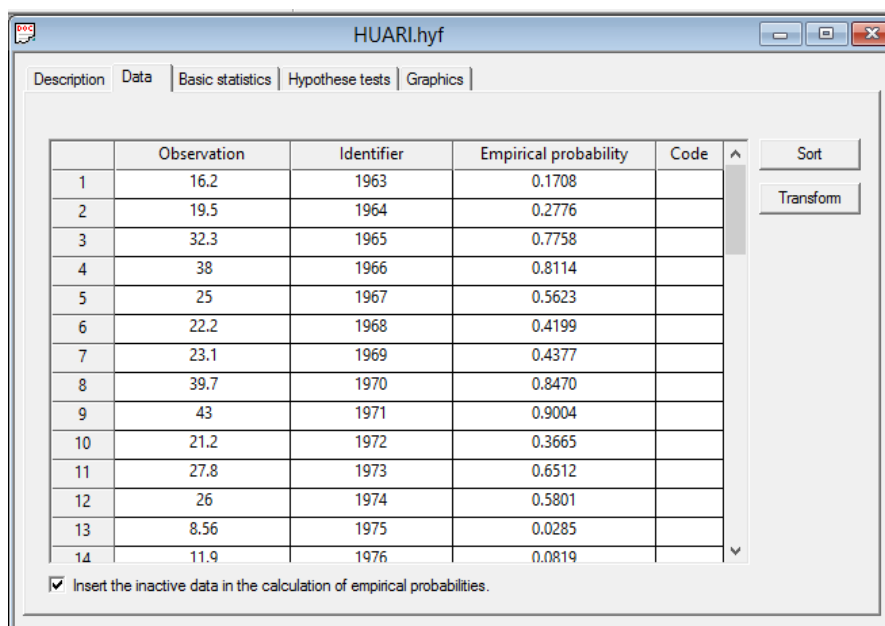


Figura 44. Procedimiento en el programa Hyfran (Ingreso de data)

Fuente: Elaborado por los autores

Se verificó que la información ingresada es correcta (ver siguiente figura).

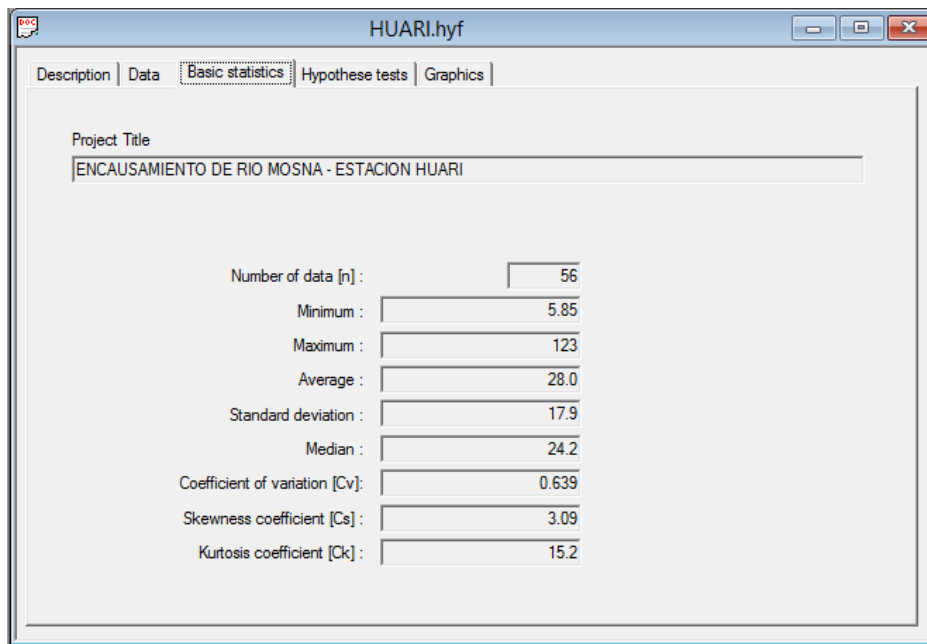


Figura 45. Verificación de datos en el programa Hyfran
Fuente: Elaborado por los autores

Por último, se verificó que la gráfica de la precipitación concordara con la información ingresada según data de la estación meteorológica Huari.

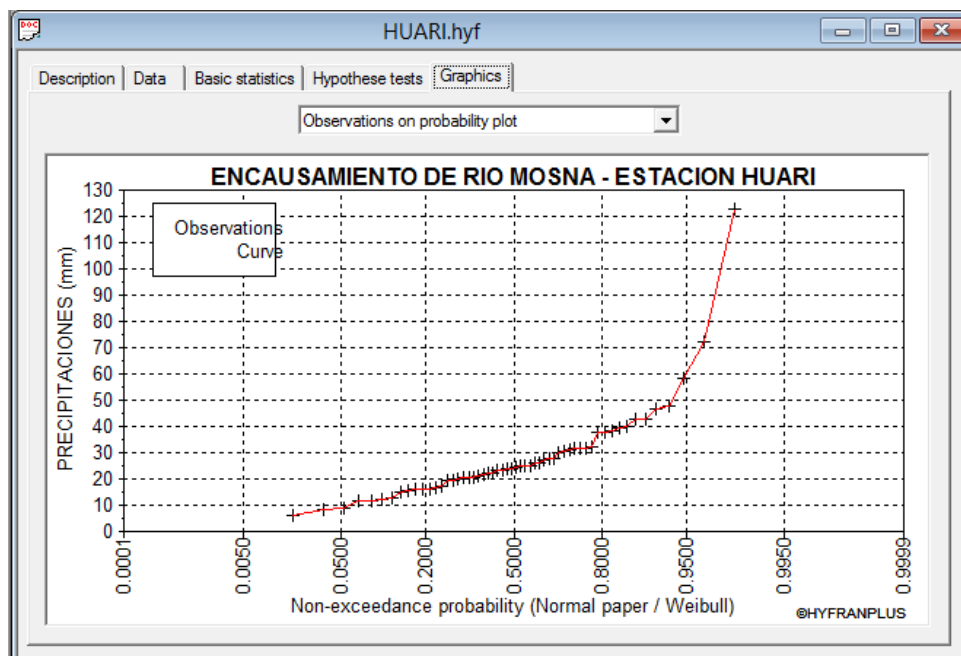


Figura 46. Precipitación según data en el programa Hyfran (Gráfica)
Fuente: Elaborado por los autores

- Tercer paso

El manual de hidrología, hidráulica y drenaje (MTC, 2008) recomienda utilizar la aplicación de modelos de análisis probabilísticos de datos hidrológicos (modelos Distribución Normal, Log Normal 2 parámetros, Log Normal 3 parámetros, Gamma 2 parámetros, Gamma 3 parámetros, Log Pearson tipo III, Gumbel y Weibull). Estos métodos fueron analizados bajo el método de momentos. También se analizó con más métodos, debido a las pocas estaciones registradas.

Se realizó la prueba de bondad de ajuste con el método chi-Cuadrado (Chi squared Test), con el que se verificó la hipótesis planteada H_0 y H_1 , y se tomó el valor de mayor aprobación de todos los métodos (p-value).

Por último, se analizó la estación Huari (ver la figura siguiente).

Función Gumbel (método de momentos)

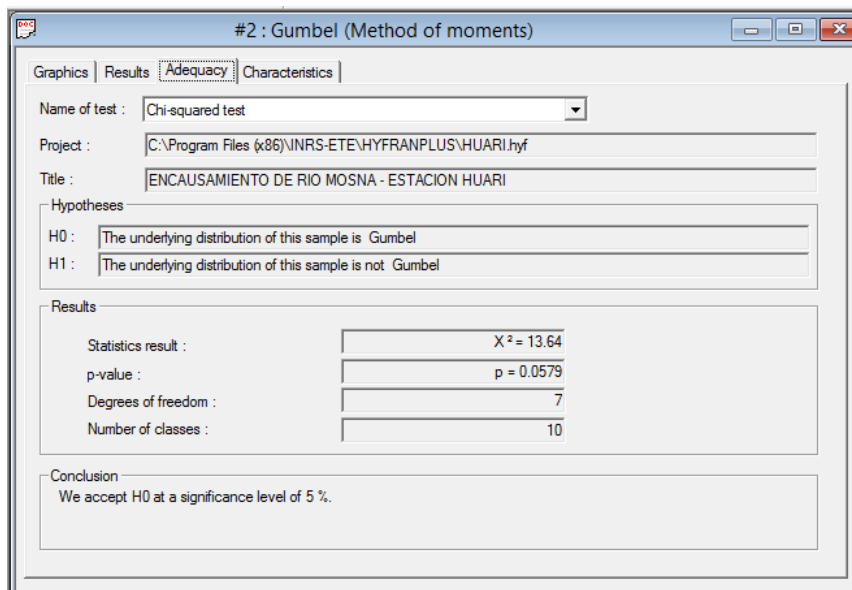


Figura 47. Procedimiento en el programa Hyfran (función descartada)
Fuente: Elaborado por los autores

Función Weibull (método de momentos)

Statistics result :	X ² = 12.21
p-value :	p = 0.0937
Degrees of freedom :	7
Number of classes :	10

Figura 48. Procedimiento en el programa Hyfran (función descartada)
Fuente: Elaborado por los autores

Función Gamma (método de momentos)

Statistics result :	X ² = 12.21
p-value :	p = 0.0937
Degrees of freedom :	7
Number of classes :	10

Figura 49. Procedimiento en el programa Hyfran (mejor valor probable)
Fuente: Elaborado por los autores

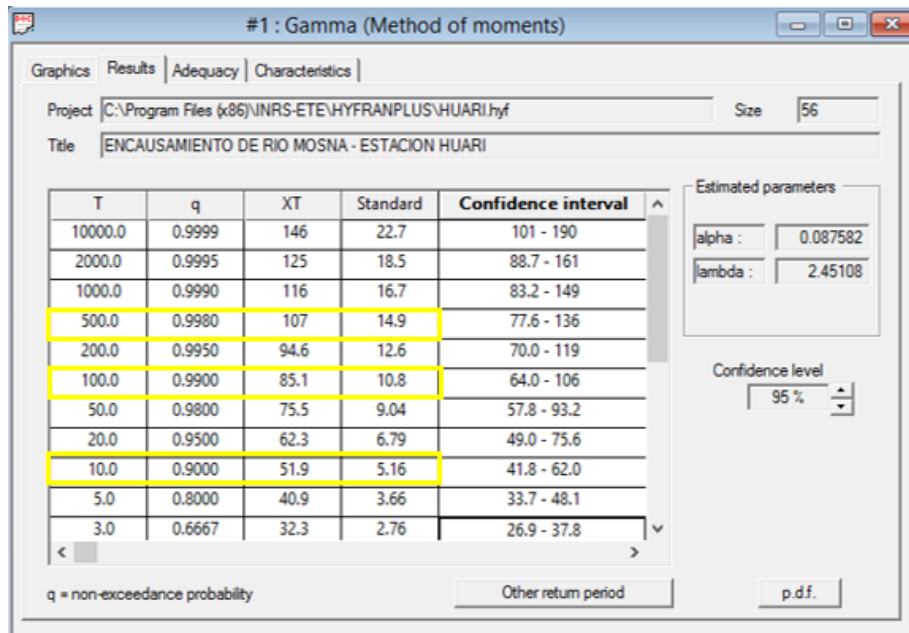


Figura 50. Procedimiento en el programa Hyfran ($T_r= 10$, $T_r= 100$ y $T_r= 500$ método Gamma)
Fuente: Elaborado por los autores

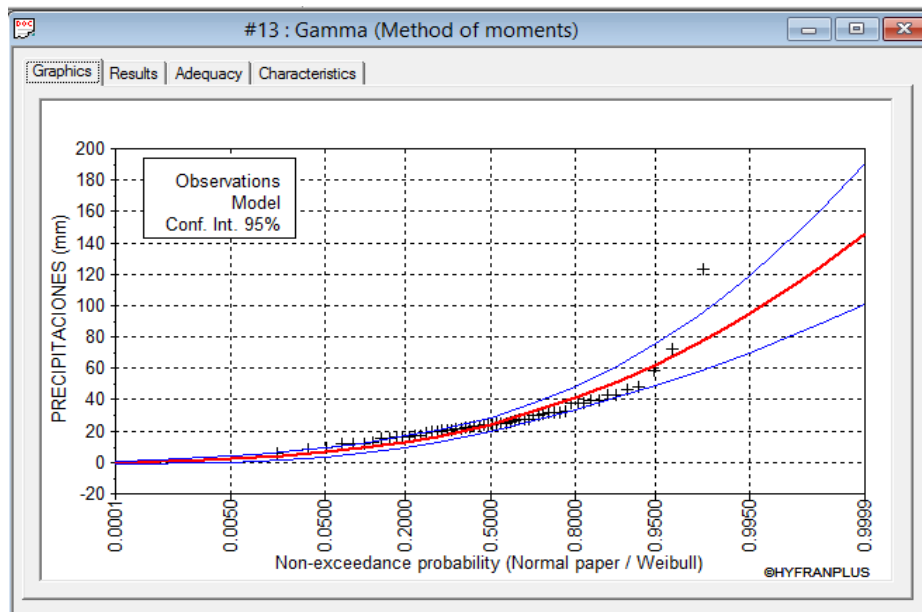


Figura 51. Procedimiento en el programa Hyfran (grafica Gamma)
Fuente: Elaborado por los autores

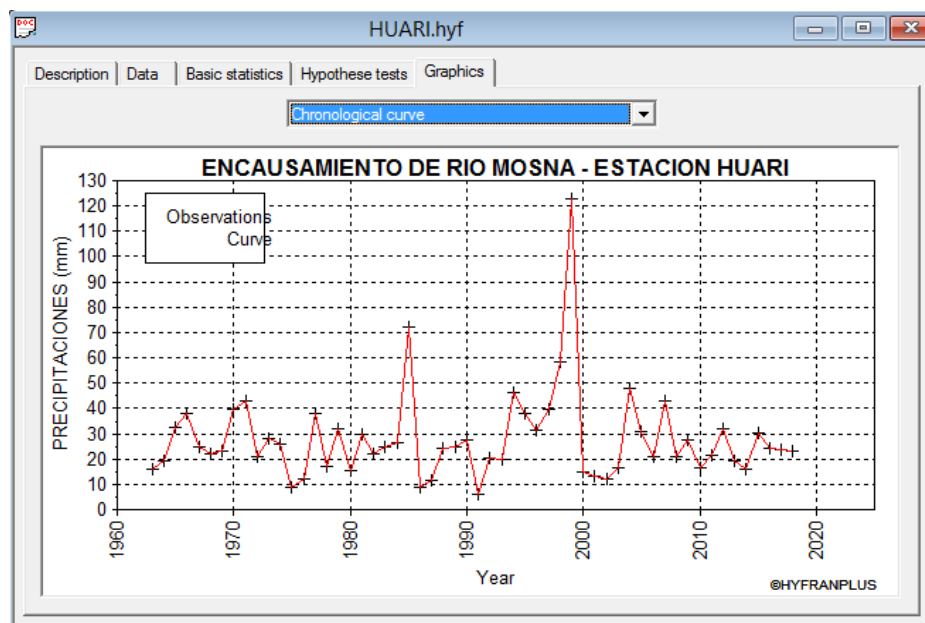


Figura 52. Procedimiento en el programa Hyfran (curva cronológica)
Fuente: Elaborado por los autores

- Cuarto paso

En el último paso (tabla 22), se comparó los métodos estadísticos aplicados en la estación Huari. La mayor aceptación es el método Gamma (método de momentos). Se concluyó que el tiempo de retorno para 10 años es $X_T = 51.9$ mm, para 100 años es $X_T = 85.1$ mm, y para 500 años es $X_T = 107$ mm.

Tabla 22
Resumen estación meteorológica Huari

Estación meteorológica Huari					
Tiempo de retorno ($T_r = 10$ años)					
Modelo	q	X_T	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.90	51.3	4.99	41.5 - 61.1	0.0579
Weibull (Method of moments)	0.90	52.5	8.19	36.5 - 68.6	0.0937
Gamma (Method of moments)	0.90	51.9	5.16	41.8 - 62.0	0.0937
TIEMPO DE RETORNO ($T_r = 100$ años)					
Modelo	q	X_T	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.99	84.1	9.37	65.7 - 102	0.0579
Weibull (Method of moments)	0.99	80.9	19.5	42.6 - 119	0.0937
Gamma (Method of moments)	0.99	85.1	10.8	64.0 - 106	0.0937

Tiempo de retorno (Tr= 500 años)					
Modelo	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.998	107	12.5	82.1 - 131	0.0579
Weibull (Method of moments)	0.998	97.6	27.3	44.1 - 151	0.0937
Gamma (Method of moments)	0.998	107	14.9	77.6 - 136	0.0937

Fuente: Elaborado por los autores

Con los datos recopilados (tabla 22), se elaboró un histograma para determinar las precipitaciones más probables (figura 53).

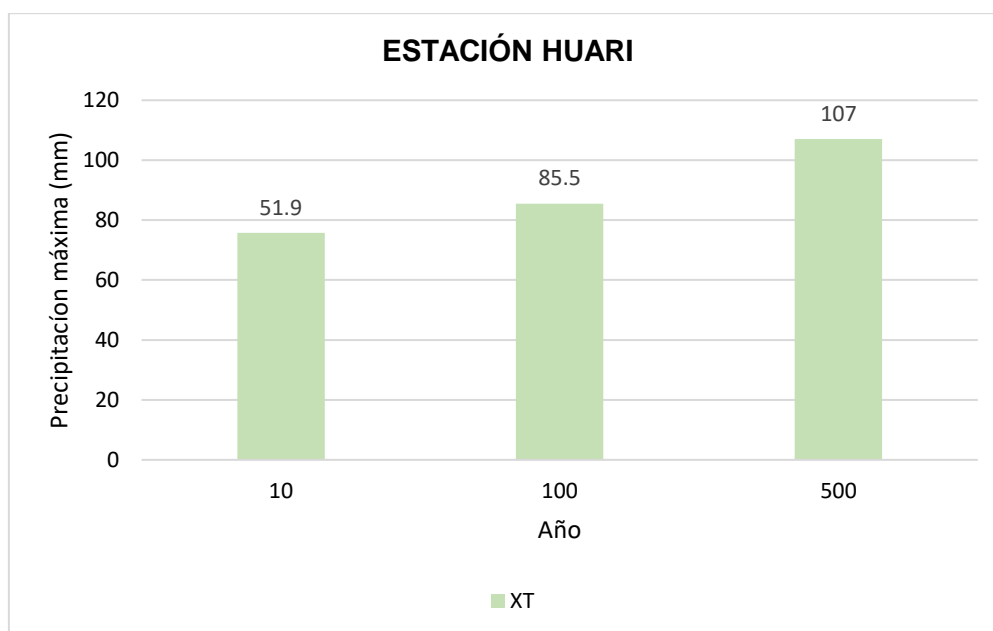


Figura 53. Procedimiento en el programa Hyfran (curva cronológica)

Fuente: Elaborado por los autores

4.2.4. Procedimientos en el programa HEC-HMS

En primer lugar, se creó el proyecto en el programa HEC-HMS con el nombre *Delimitación cuenca HMS*.

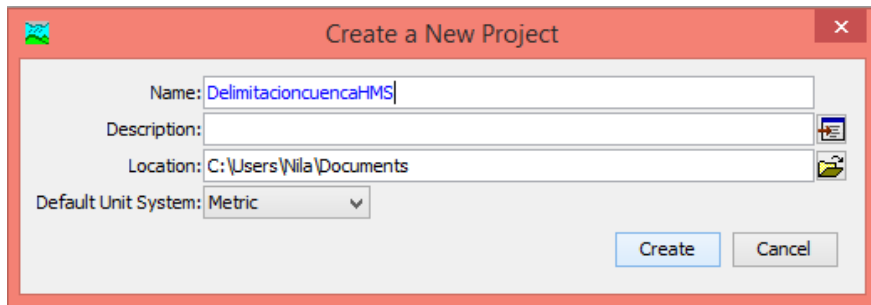


Figura 54. Creación de proyecto en el programa HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

Luego, en la barra de herramientas, se dio clic a *components*, se eligió la opción *Basin Model Manager* (modelo básico) y se creó un modelo de cuenca con el nombre *Basin 1*, como se muestra a continuación.

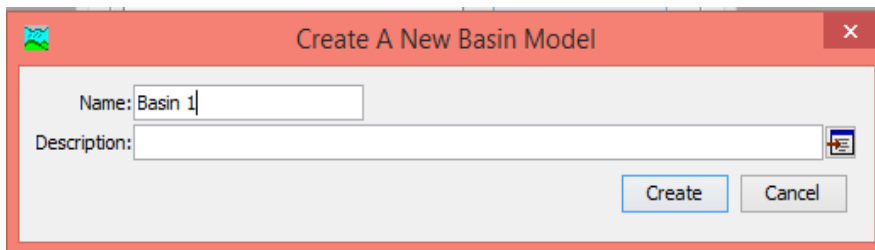


Figura 55. Creación de nuevo modelo básico en el programa HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

Luego de importar el archivo de las subcuencas, en la barra de herramientas se dio clic en *View* y se eligió la opción *Background Maps* para agregar (*Add*) el archivo *Delimitación cuenca HMS* en formato shapefile, como se muestra a continuación.

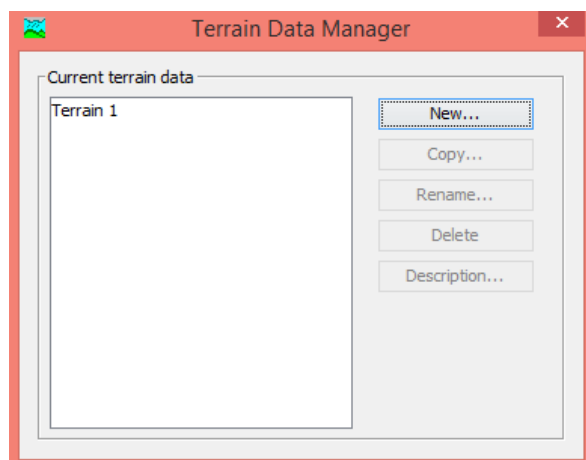


Figura 56. Importación de archivo para generar subcuencas en el programa HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

Luego de importar el archivo *Delimitación cuenca HMS* en formato shapefile, se generó la imagen de la cuenca del río Mosna (ver siguiente figura) y se modeló.

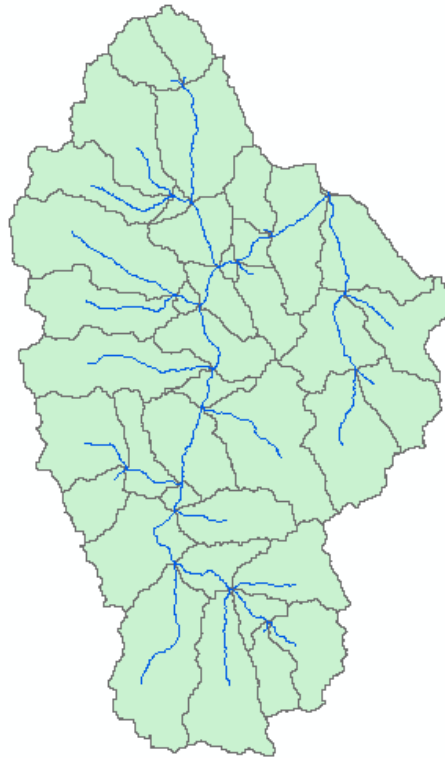


Figura 57. Cuenca del río Mosna luego de generar subcuencas en el programa HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

Como siguiente paso, se creó las subcuencas con la opción *GIS*, como muestra la figura siguiente.

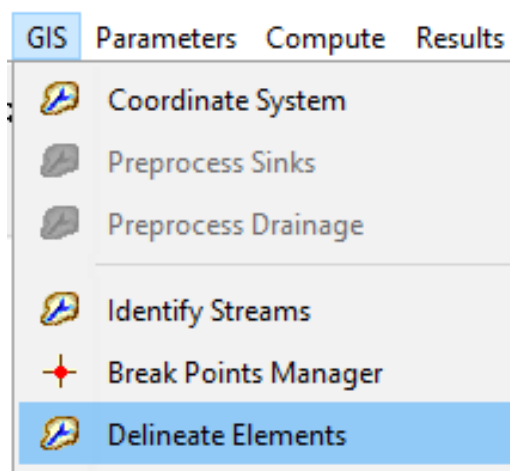


Figura 58. Creación de las subcuencas
Fuente: Elaborado por los autores

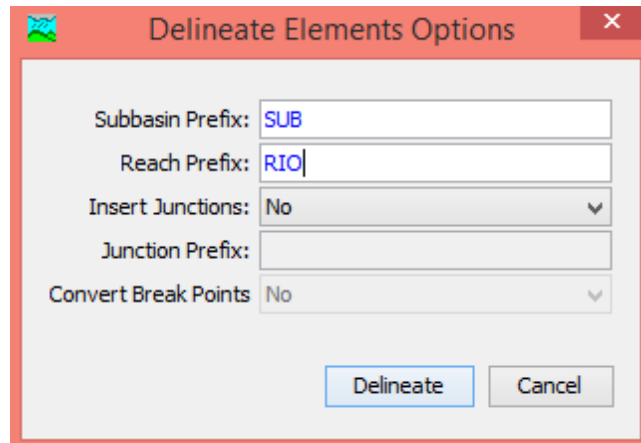


Figura 59. Creación de las subcuencas y ríos en el programa HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

A continuación, se ingresó 40 subcuencas con las herramientas *Subbasin Creation Tool* y *Junction Creation Tool*. Esto se verifica en la figura siguiente.



Figura 60. Herramientas Subbasin Creation Tool y Junction Creation Tool
Fuente: Elaborado por los autores

Después se unieron las subcuencas a través de las confluencias, con el fin de formar el río en modelamiento (ver la figura siguiente).

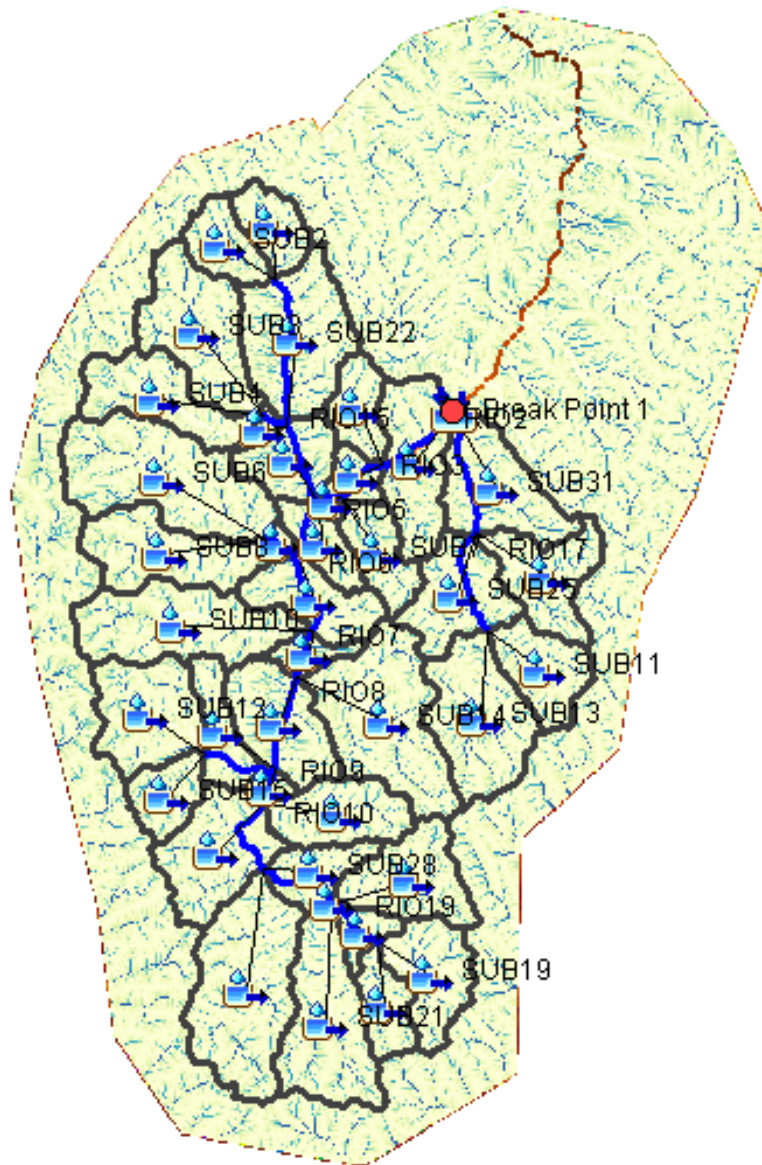


Figura 61. Unión de subcuencas a través de la confluencia (formación del río)
 Fuente: Elaborado por los autores

El siguiente paso fue determinar el perímetro y áreas de las subcuencas (km²) calculadas mediante el programa ArcGIS (ver tabla 23).

Tabla 23

Perímetros y áreas de subcuencas (ArcGIS)

FID	Sub cuencas	Área de subcuencas (km2)	Perímetro de subcuencas (km)	FID	Sub cuencas	Área de subcuencas (km2)	Perímetro de subcuencas (km)
0	SUB1	30.503	31.503	21	SUB22	93.843	55.593
1	SUB2	32.091	31.318	22	SUB23	16.749	25.943
2	SUB3	83.807	58.929	23	SUB24	33.027	40.768
3	SUB4	60.086	56.334	24	SUB25	60.833	49.107
4	SUB5	30.202	31.503	25	SUB26	0.223	2.965
5	SUB6	120.207	66.527	26	SUB27	6.138	17.419
6	SUB7	36.546	37.433	27	SUB28	31.739	35.950
7	SUB8	70.835	54.667	28	SUB29	5.812	12.601
8	SUB9	56.043	53.555	29	SUB30	41.337	33.912
9	SUB10	95.311	66.712	30	SUB31	69.942	52.443
10	SUB11	46.453	41.695	31	SUB32	73.153	51.146
11	SUB12	70.079	46.884	32	SUB33	7.546	15.010
12	SUB13	85.893	55.408	33	SUB34	64.224	45.772
13	SUB14	115.803	72.271	34	SUB35	16.251	30.576
14	SUB15	31.876	31.132	35	SUB36	48.703	45.216
15	SUB16	52.721	42.251	36	SUB37	28.090	32.244
16	SUB17	60.919	48.366	37	SUB38	4.696	12.416
17	SUB18	29.927	33.912	38	SUB39	15.084	20.569
18	SUB19	53.605	45.772	39	SUB40	69.710	53.555
19	SUB20	121.718	67.082	40	SUB41	0.558	5.559
20	SUB21	90.907	61.153				

Fuente: Elaborado por los autores

Con los datos recopilados de la tabla 23 se elaboró un histograma para determinar las áreas de subcuencas (figura 62).

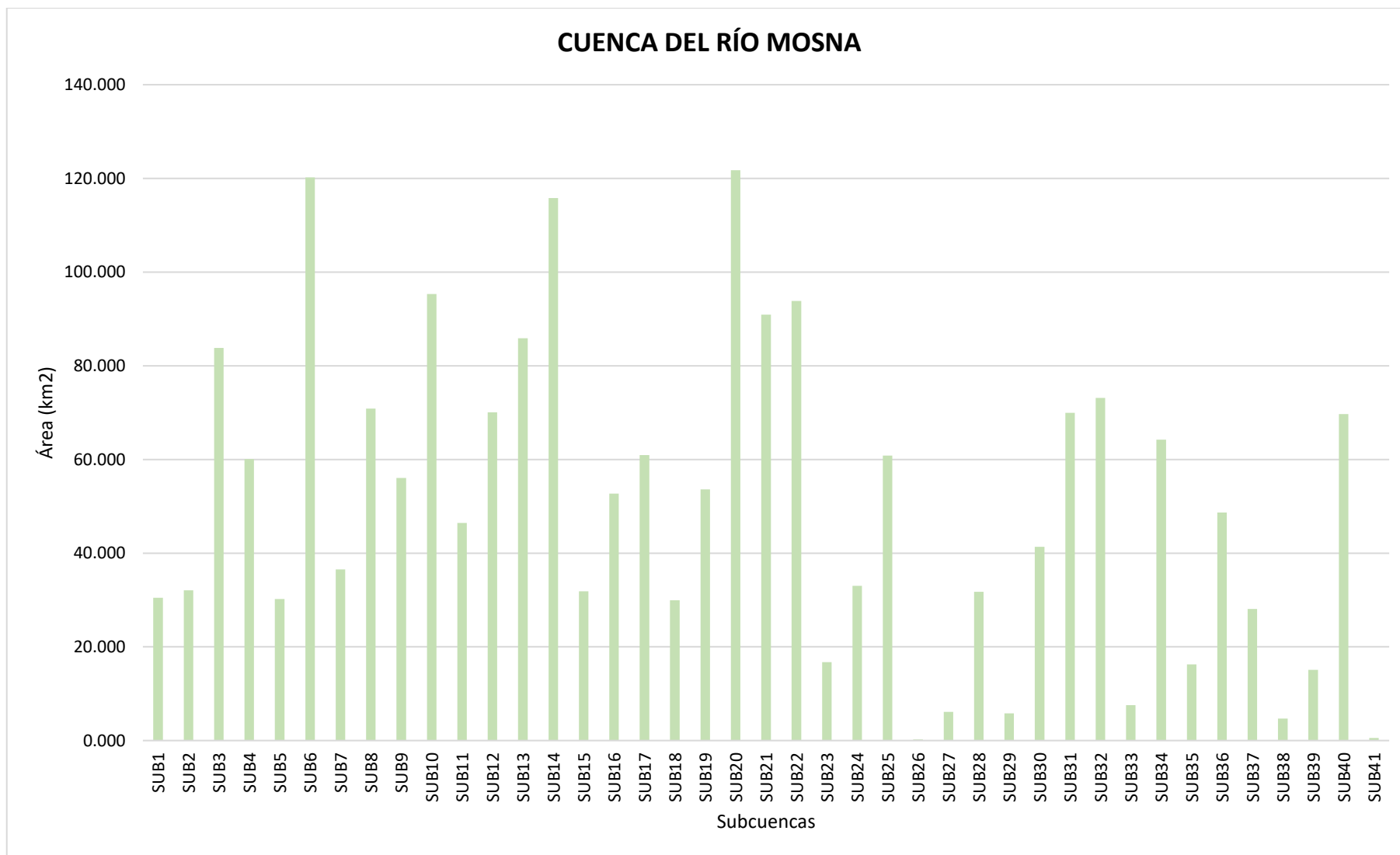


Figura 62. Áreas de subcuencas
 Fuente: Elaborado por los autores

Luego, se introdujo las áreas calculadas en cada subcuenca (se dio clic en SUB1 y se eligió la pestaña subbasin), tal como se muestra en la siguiente figura 63.

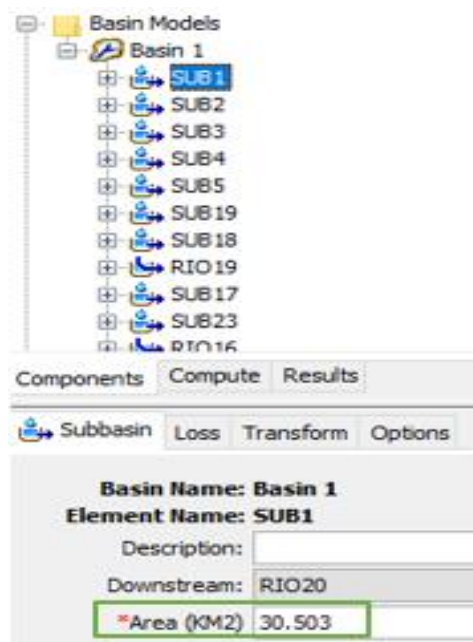


Figura 63. Colocación de áreas en cada subcuenca
Fuente: Elaborado por los autores

ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL PROGRAMA HEC-HMS

Para crear las estaciones en el modelamiento mediante el programa HEC-HMS, se dio clic en *Components* de la barra de herramientas, y se eligió la opción *Time-Series Data Manager* (ver la siguiente figura).

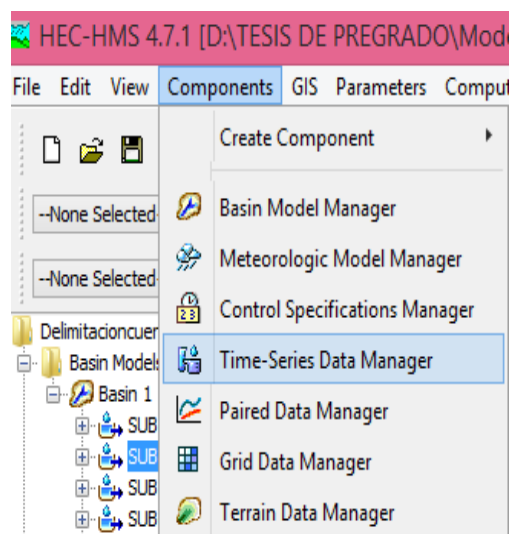


Figura 64. Creación de las estaciones meteorológicas en el programa HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

A continuación, se agregó las estaciones meteorológicas que pertenecen a la cuenca del río Mosna (se dio clic en *New* y se escribió cada una de ellas).

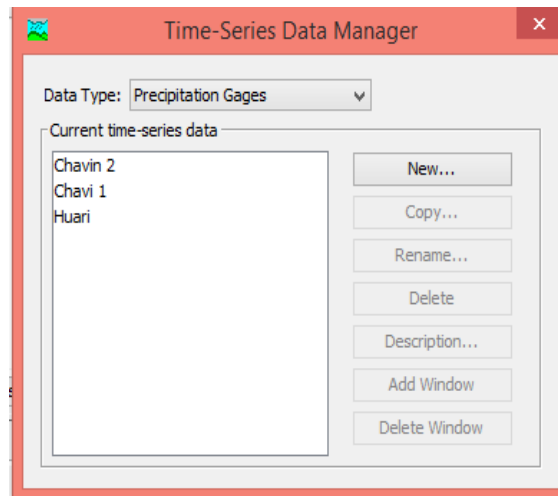


Figura 65. Cuadro donde se agrega las estaciones meteorológicas de la cuenca del río Mosna (HEC-HMS)

Fuente: Elaborado por los autores

Luego, se determinó el intervalo de tiempo a 1 hora y la unidad en milímetros para cada estación meteorológica en estudio. Se tomó la estación Chavín 2 como ejemplo para describir el procedimiento.

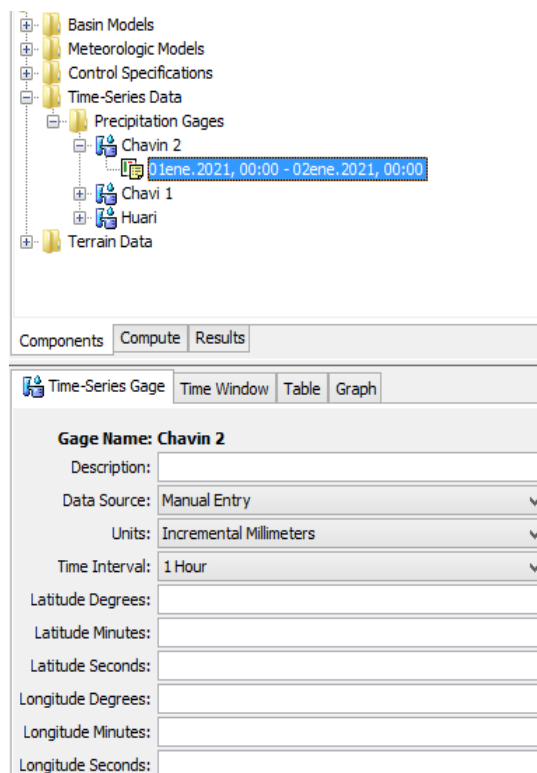


Figura 66. Intervalo de tiempo y unidades de la estación Chavín 2 (HEC-HMS)

Fuente: Elaborado por los autores

Después, se llenó la ventana del tiempo (*Time Window*) con un intervalo de un día (24h) para la estación Chavín 2, como se muestra en la siguiente figura.

The screenshot shows the 'Time Window' configuration window in HEC-HMS. The gage name is 'Buldibuyo'. The start date is '01ene.2021' and the start time is '00:00'. The end date is '02ene.2021' and the end time is '00:00'. The window has tabs for 'Components', 'Compute', and 'Results', and sub-tabs for 'Time-Series Gage', 'Time Window', 'Table', and 'Graph'.

Figura 67. El tiempo determinado por un día (24h) (HEC-HMS)
Fuente: Los autores.

Después se llenó la tabla correspondiente con la información determinada en la tormenta de diseño de 24 horas (Tipo II) en cada estación meteorológica (ver la siguiente figura).

Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
01ene.2021, 00:00	
01ene.2021, 01:00	4.367
01ene.2021, 02:00	4.367
01ene.2021, 03:00	5.161
01ene.2021, 04:00	5.161
01ene.2021, 05:00	6.352
01ene.2021, 06:00	6.352
01ene.2021, 07:00	7.940
01ene.2021, 08:00	7.940
01ene.2021, 09:00	12.109
01ene.2021, 10:00	12.109
01ene.2021, 11:00	95.677
01ene.2021, 12:00	95.677
01ene.2021, 13:00	31.165
01ene.2021, 14:00	31.164

Figura 68. Tabla de tormenta de diseño 24h (HEC-HMS)
Fuente: Elaborado por los autores

A continuación, se muestra la gráfica de la información ingresada a la tabla de tormenta 24h de diseño en el programa HEC-HMS.

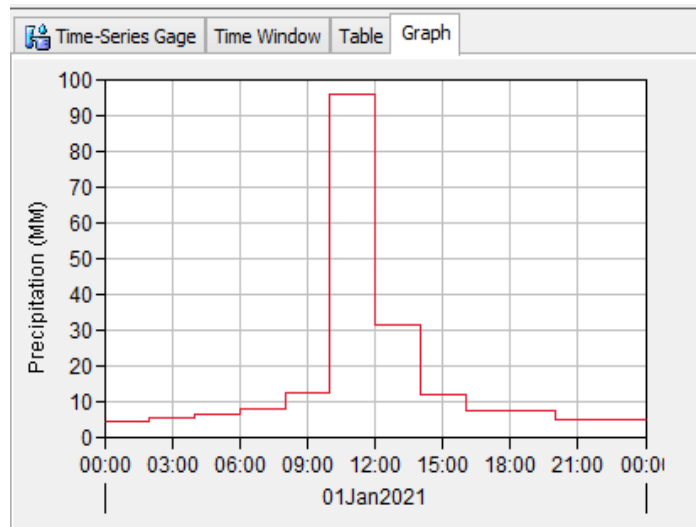


Figura 69. Gráfica de las precipitaciones en el programa HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

Luego, se activaron las estaciones que influyen en cada subcuenca, y se insertaron sus pesos calculados, como se muestra en la figura de la subcuenca10.

Selections		Weights
Element Name: SUB10		
Gage Name	Depth Weight	Time Weight
Chavin 2	0.739	
Chavi 1	0.232	
Huari	0.300	1

Figura 70. Pesos agregados en la subcuenca 10 en el HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

Como siguiente paso, se creó el *Control Specifications Manager*. En la barra herramientas, la opción *Components* permitió determinar la fecha de inicio y final de la lluvia, así como la hora de inicio y hora final de las precipitaciones (ver la siguiente figura).

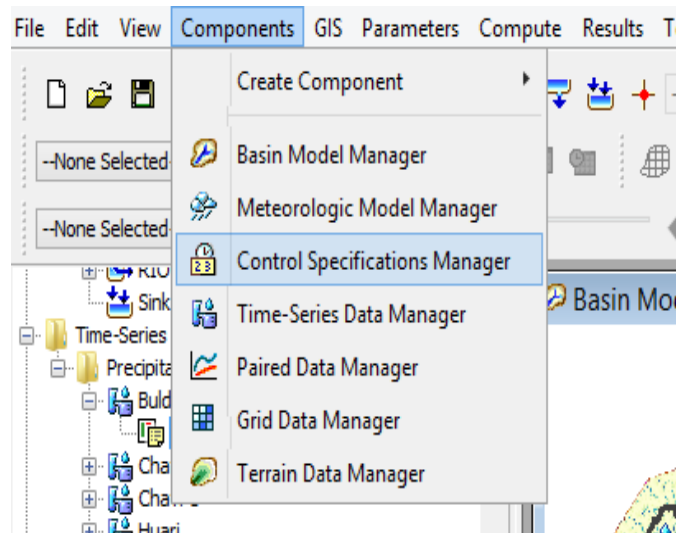


Figura 71. Creación de Control Specifications Manager en el programa HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

Luego, se agregaron las especificaciones de la fecha de inicio y final de la lluvia, así como la hora de inicio y hora final de las precipitaciones en el programa HEC-HMS.

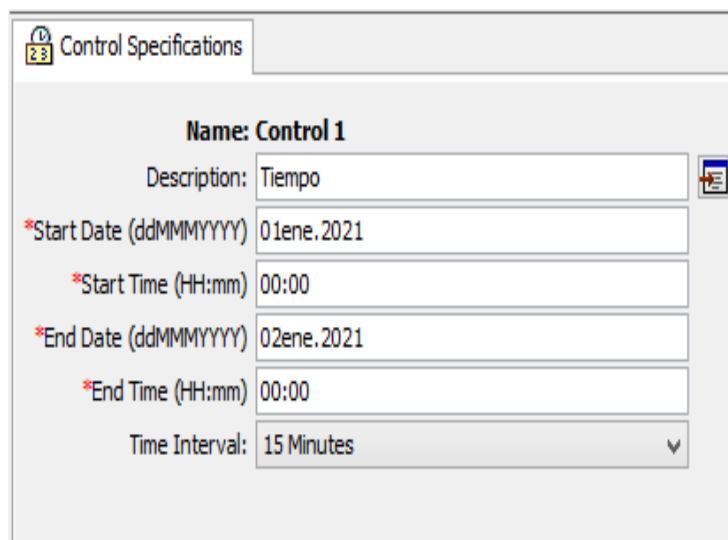


Figura 72. Fecha y hora de inicio y final de precipitaciones en el programa HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

Por último, se agregó las especificaciones del tiempo de concentración (T_c) en cada subcuenca y confluencia que se determinaron en el ArcGIS (ver la figura de la sub10).

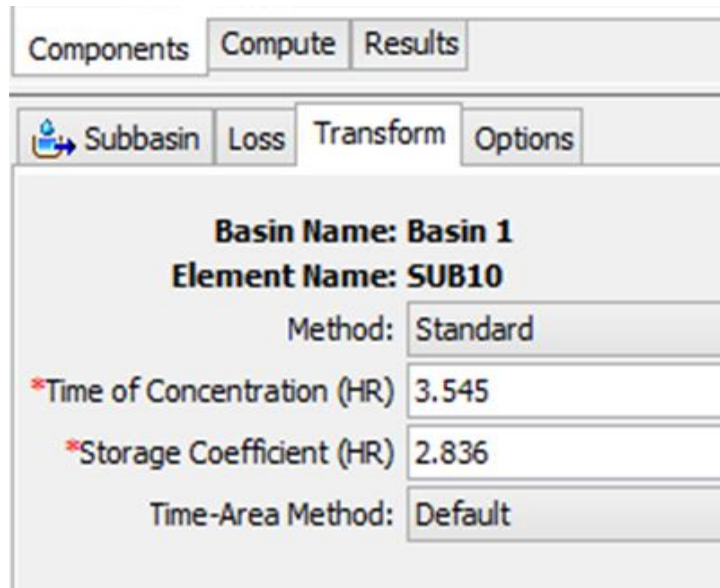


Figura 73. Tiempo de concentración
Fuente: Elaborado por los autores

Luego de seguir todos los pasos, se simuló el modelo hidrológico. Con ese fin, se dio clic a *Compute* en la barra de herramientas y se seleccionó *Simulation Run manager* para correr el programa HEC-HMS (ver la figura siguiente).

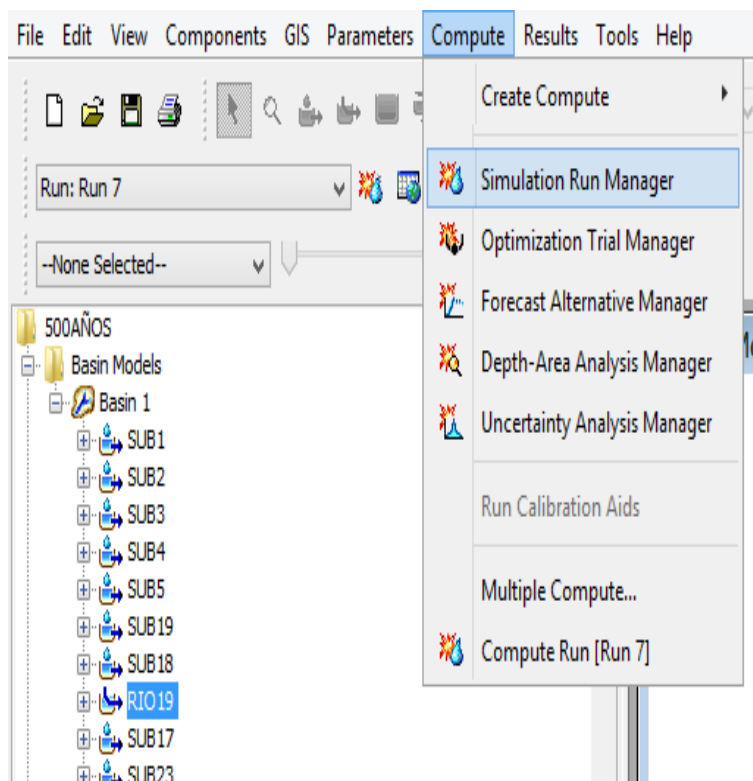


Figura 74. Inicio de simulación en el programa HEC-HMS
Fuente: Elaborado por los autores

4.3. Modelamiento hidráulico

4.3.1. Procedimiento en el programa ArcGIS

Polígono de Thiessen

El primer paso para elaborar el polígono de Thiessen se delimitaron las subcuencas, mediante el programa ArcGIS. Como se muestra en la siguiente figura 75, se obtuvieron 40 subcuencas.



Figura 75. Delimitación de las subcuencas del río Mosna en ArcGIS
Fuente: Elaborado por los autores

Se cargaron las estaciones en las subcuencas luego de convertir las coordenadas geográficas a UTM, para generar el polígono de Thiessen (ver la siguiente tabla 24).

Tabla 24

Conversión de coordenadas geográficas a coordenadas UTM

Estación	Coordenadas geográficas		Coordenadas utm	
	Latitud	Longitud	Este	Norte
Huari	-9.35	-77.166667	262032	8965718
Chavín 1	-9.586028	-77.175278	261249	8939621
Chavín 2	-9.583333	-77.25	253041	8939875
Buldibuyo	-8.116667	-77.366667	239198	9102041
Pomabamba	-8.783333	-77.466667	228638	9028237
Sihuas	-8.546481	-77.631639	210324	9054305

Fuente Elaborado por los autores

Después, se importaron las estaciones del Excel ya convertidas a UTM, se dio clic en *coordenadas UTM* y se agregó (*Add data*) el archivo Excel *Hoja15*.

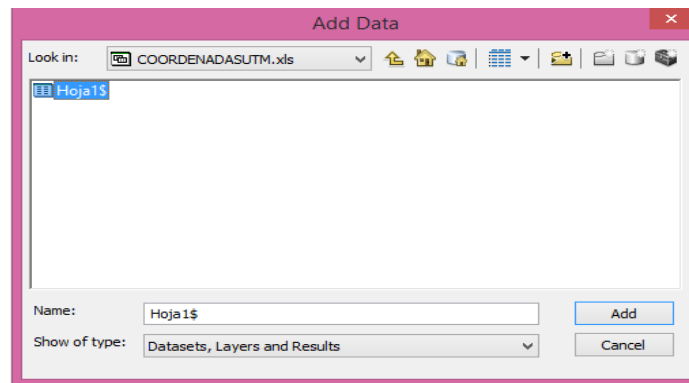


Figura 76. Importación de las estaciones meteorológicas al ArcGIS

Fuente: Elaborado por los autores

Se dio clic derecho en la *Hoja15* ya agregada al ArcGIS, y se seleccionó la opción *Display XY Data*, se modificó el *Y Field* a norte y se dio clic en *ok*, como se muestra en la siguiente figura 77.

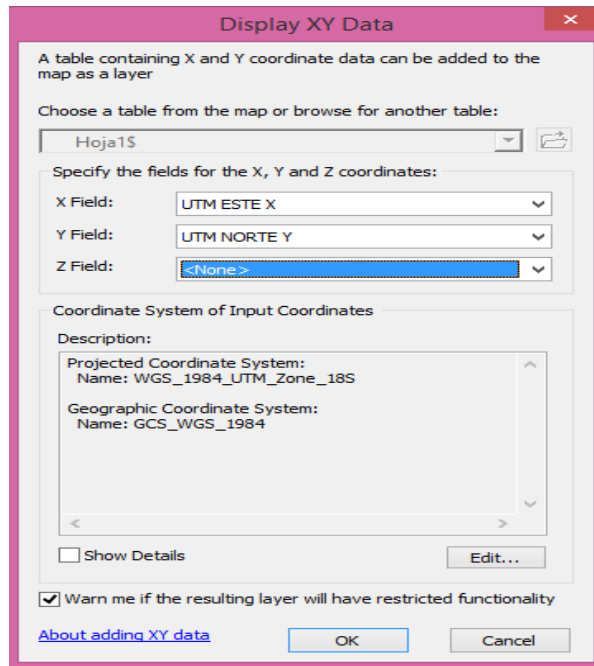


Figura 77. Modificación de las estaciones (Display XY Data)

Fuente: Elaborado por los autores

Se cambió las coordenadas cartesianas de las estaciones. En la siguiente figura se muestran las estaciones meteorológicas ya cargadas mediante el programa ArcGIS.

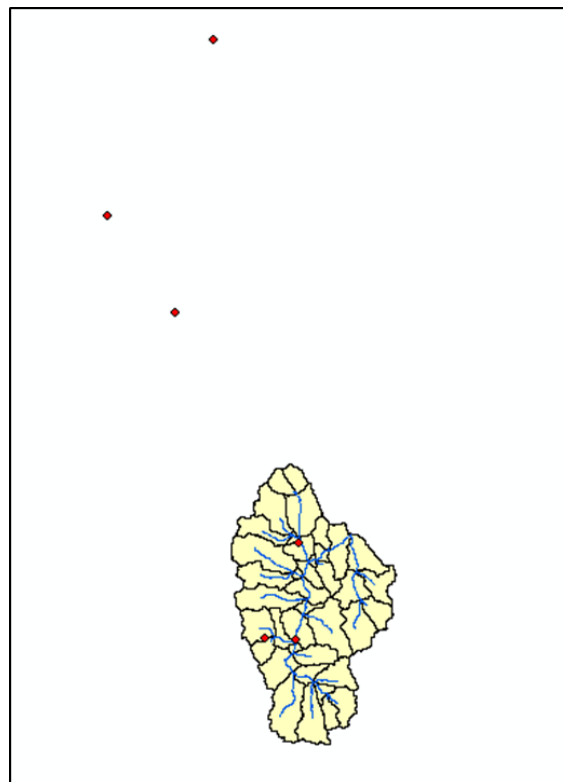


Figura 78. Estaciones meteorológicas cargadas en la cuenca del río Mosna

Fuente: Elaborado por los autores

Una vez agregada las estaciones, se dirigió clic en *Arc Toolbox* de la caja de herramienta, y se escogió *Analysis Tools / proximity / Create Thiessen Polygons* para crear el polígono de Thiessen (ver la siguiente figura 79).

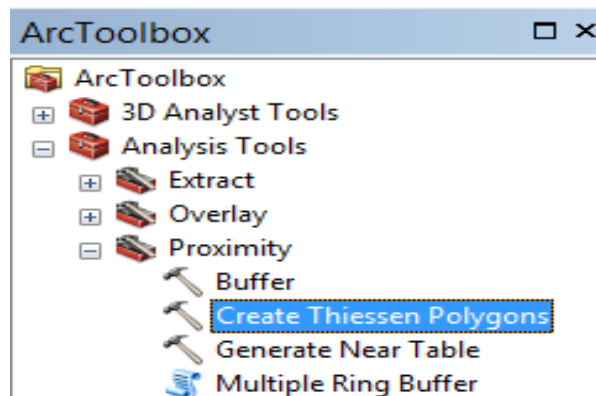


Figura 79. Creación del polígono thiessen
Fuente: Elaborado por los autores

En la siguiente figura se muestra el polígono de Thiessen formado, mediante el programa ArcGIS, con cada estación meteorológica y su respectivo nombre en la cuenca del río Mosna.

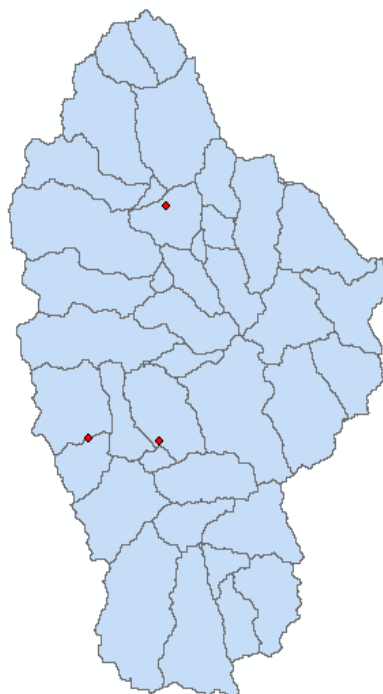


Figura 80. Estaciones meteorológicas se corta en base de nuestra cuenca carga en la cuenca del río Mosna.

Fuente: Elaborado por los autores

Luego, en la barra de herramientas, se dio clic en *Geoprocessing* para realizar un clip, que permitió delimitar el polígono de Thiessen (ver el polígono en la siguiente figura 81).

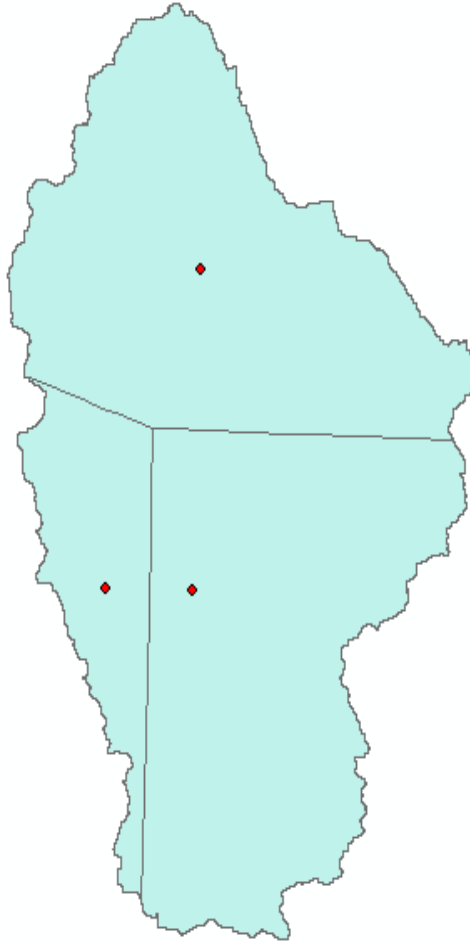
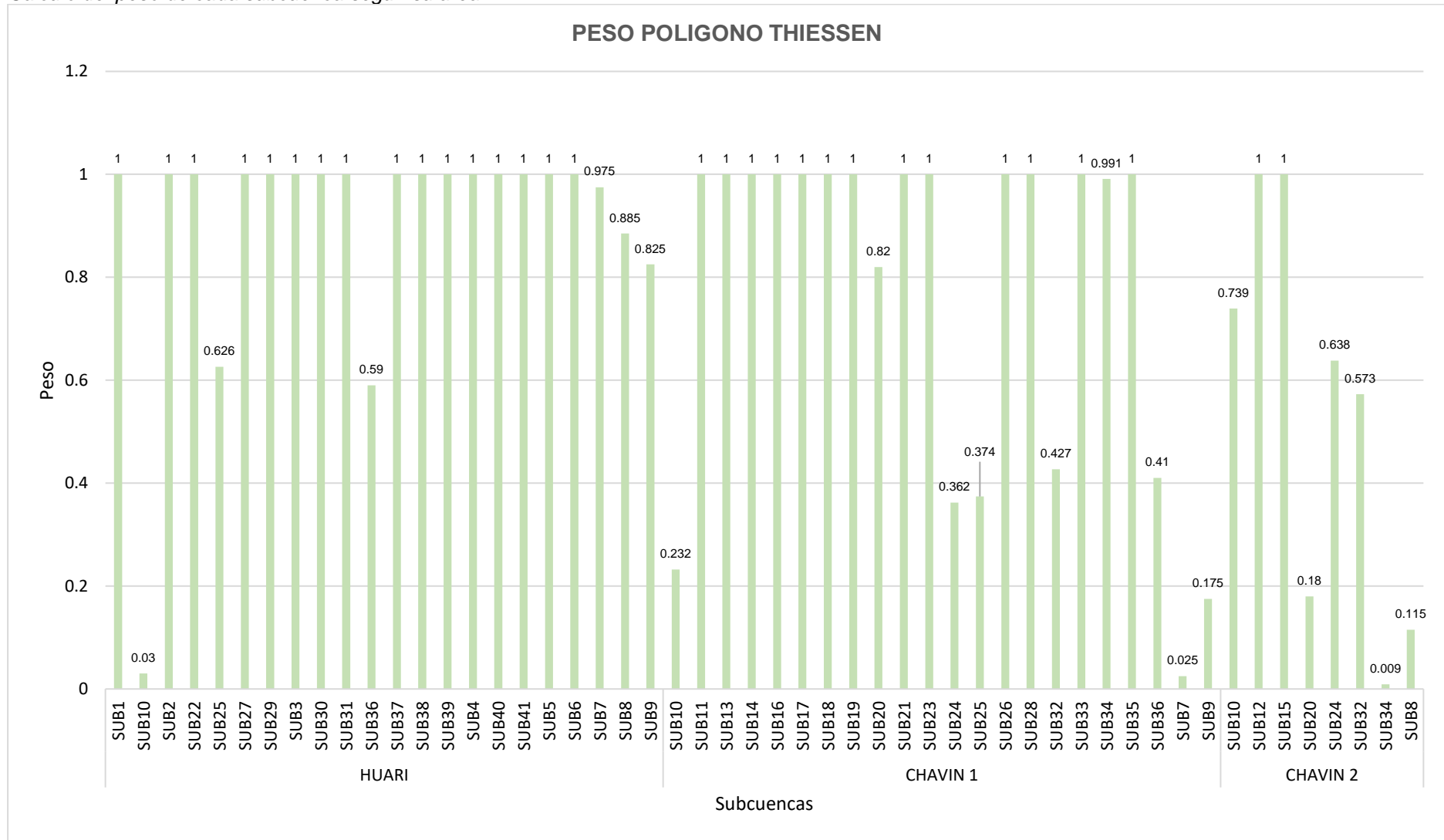


Figura 81. Polígono Thiessen delimitado
Fuente: Elaborado por los autores

Se calculó el área de cada polígono en cada subcuenca, lo que permitió determinar el peso de cada polígono en porcentaje, según cada estación meteorológica, para agregar en el programa HEC-HMS. Con el fin de calcular el área de cada polígono, se dio clic derecho en *THISENsubCuencasDev* y se eligió la opción *Open Attribute Table*, que transformó el área a km^2 . Finalmente, se exportó la información al Microsoft Excel, como se muestra en la siguiente tabla 25.

Tabla 25
Cálculo del peso de cada subcuenca según su área



Fuente: Elaborado por los autores

El siguiente paso fue el cálculo del tiempo de concentración. Se utilizó el promedio entre los métodos de Kirpich y Témez, con el fin de obtener el acumulado del promedio de ambos métodos (ver figura 82).

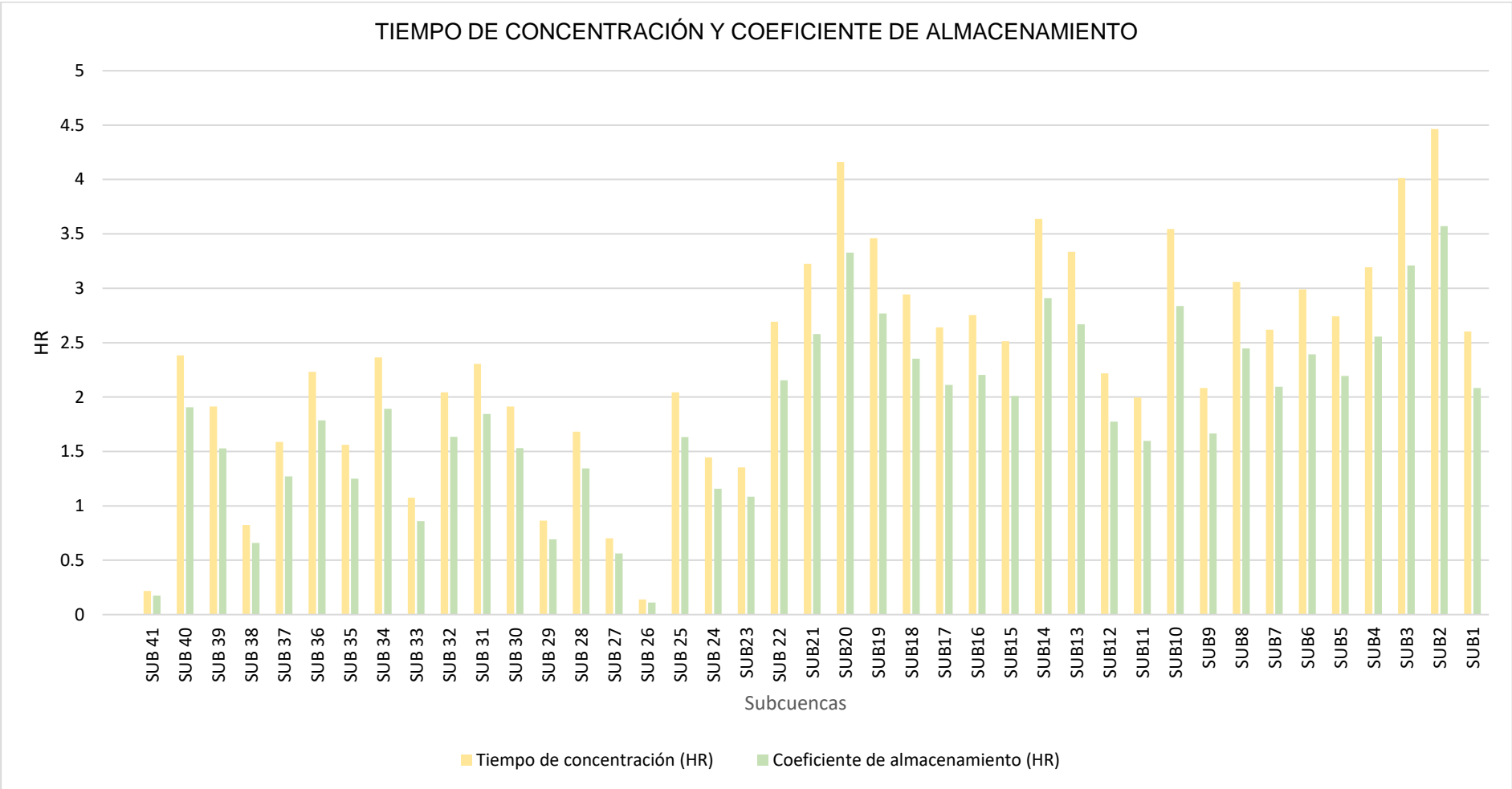


Figura 82. Cálculo del tiempo de concentración subcuenca
Fuente: Elaborado por los autores



Figura 83. Gráfica del tiempo de concentración en las subcuencas del río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores

Luego de analizar la gráfica obtenida en el programa ArcGIS, se determinó el Tlag en la cuenca del río Mosna. También se determina el Tc de los ríos y se multiplicó por el factor $k= 0.7$. Esta información fue importante para el modelamiento hidráulico en el programa HEC-HMS.

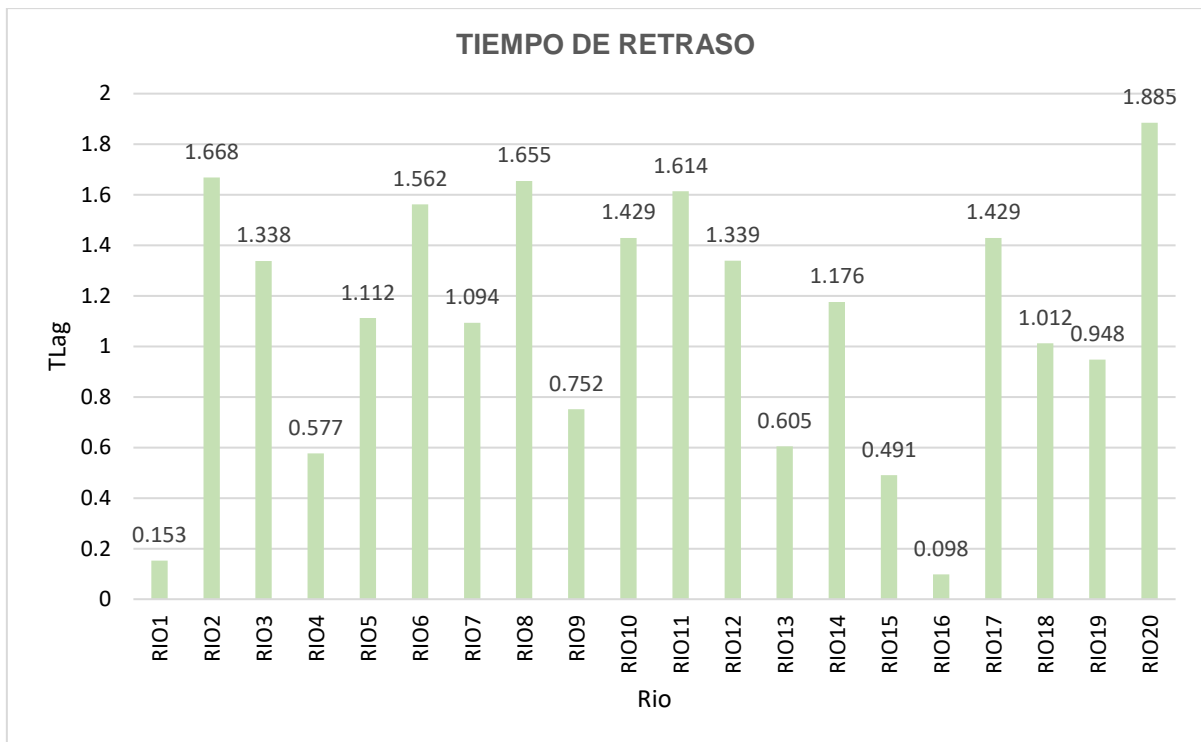


Figura 84. Determinación Lag Time (Tlag)
Fuente: Elaborado por los autores

4.3.2. Procedimiento en el programa HEC-RAS

Antes de crear el proyecto en el programa HEC-RAS, se cambió las unidades (opción *Options/unit System (US Customary/SI)* para trabajar con el *Sytem Internacional (Metric System)*, tal como se aprecia en la siguiente figura 85.

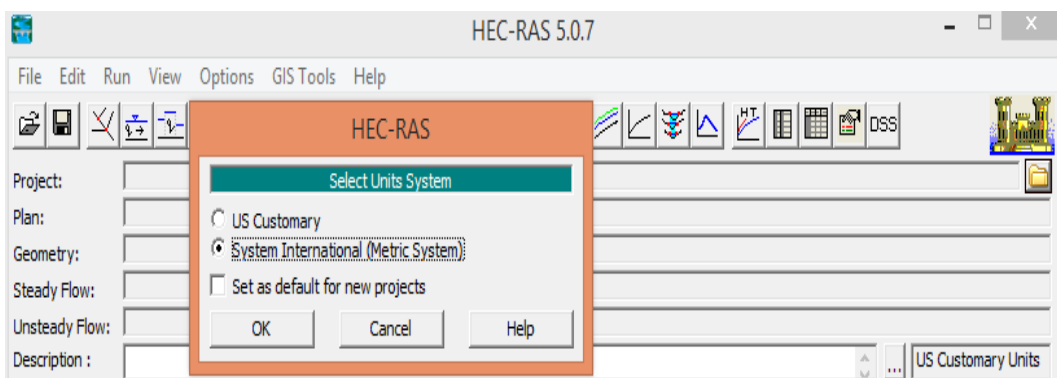


Figura 85. Configuración de las unidades al Sistema Internacional
Fuente: Elaborado por los autores

Una vez configuradas las unidades, se creó el proyecto: en la barra de herramientas *file*, se seleccionó *New Project* con el nombre *Encauzamiento del río Mosna* dentro de la carpeta *documentos* (ver la siguiente figura 86).

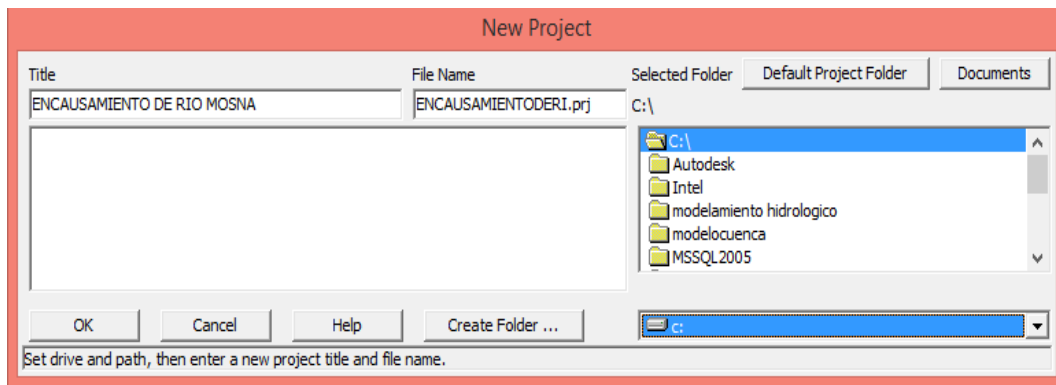


Figura 86. Creación de proyecto en el programa HEC-RAS
Fuente: Elaborado por los autores

En *View/Edit geometric data*, se abrió *File*, se seleccionó *New Geometry Data*, se creó la carpeta con el nombre *Q500*, y se dio clic en *ok* como, se aprecia en la siguiente figura.

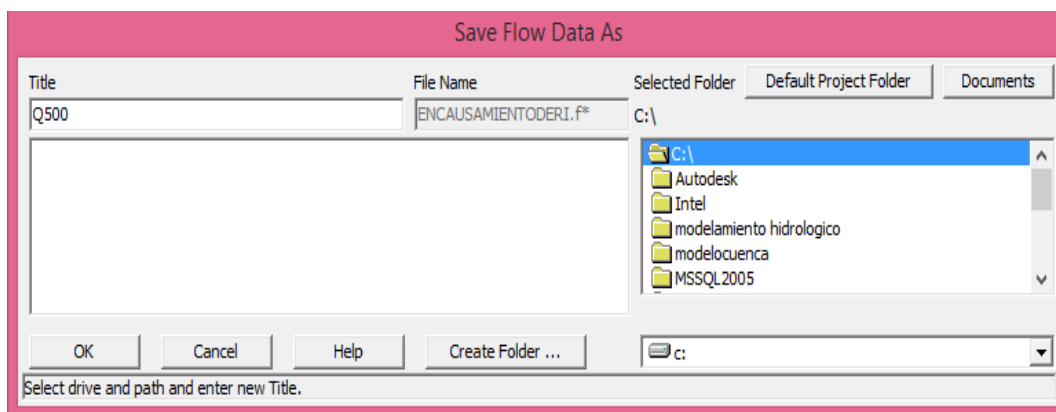


Figura 87. Creación datos geométricos en el programa HEC-RAS
Fuente: Elaborado por los autores

Se seleccionó *River Reach* para graficar la longitud del eje del río Mosna y agregar la información de las secciones transversales del estudio topográfico (ver la siguiente figura 88).

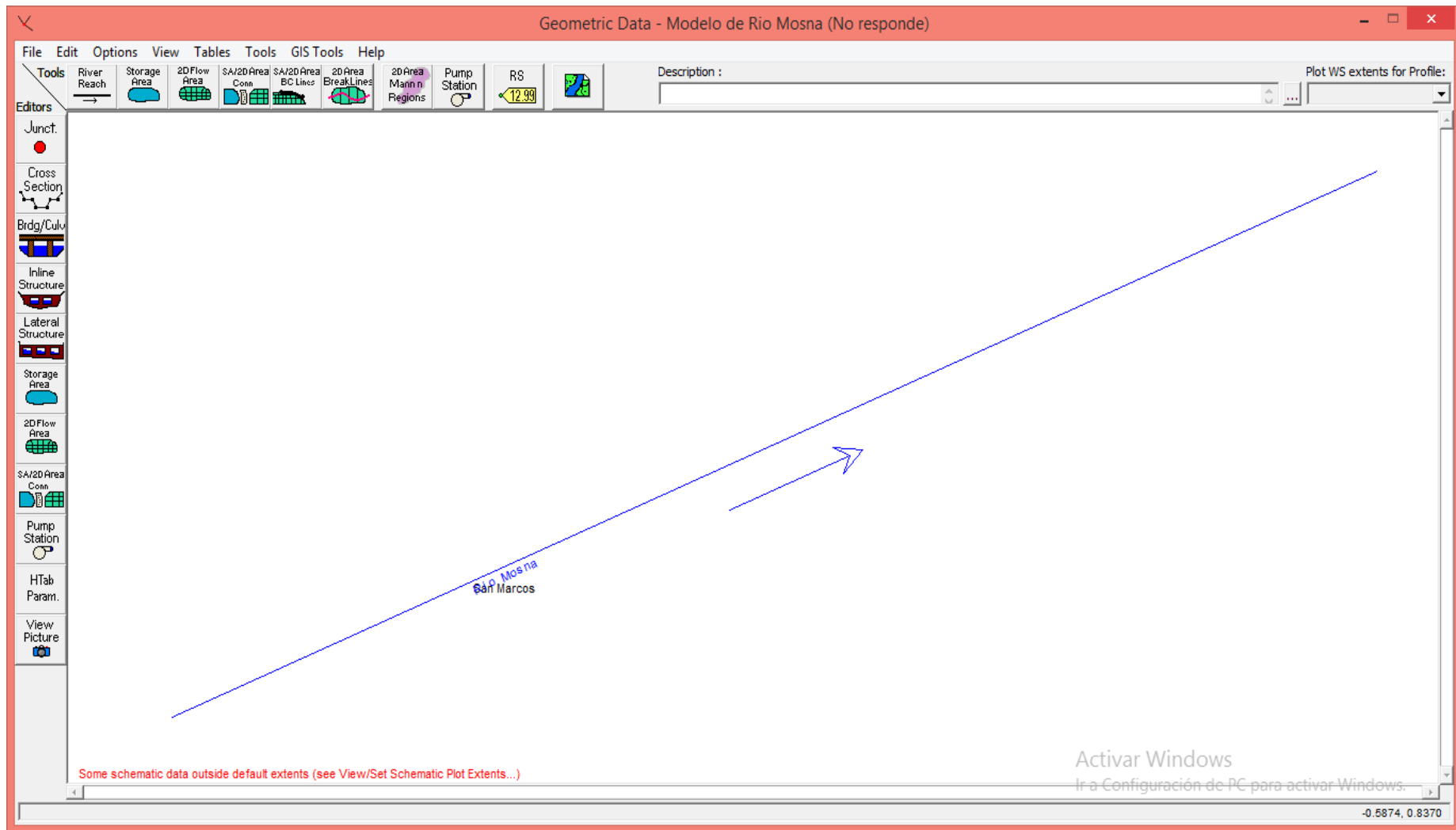


Figura 88. Longitud del eje del río Mosna en el programa HEC-RAS
Fuente: Elaborado por los autores

Se agregó las secciones transversales por progresiva en el cuadro *Cross Sección Coordinates*, luego se agregó la separación entre secciones (*LOB, Channel, ROB*), y el coeficiente de rugosidad (*mannig*), según las características del río Mosna en el tramo de estudio. Este procedimiento se realizó en todas las progresivas desde 55+471 hasta 58+081 a lo largo del eje del río Mosna.

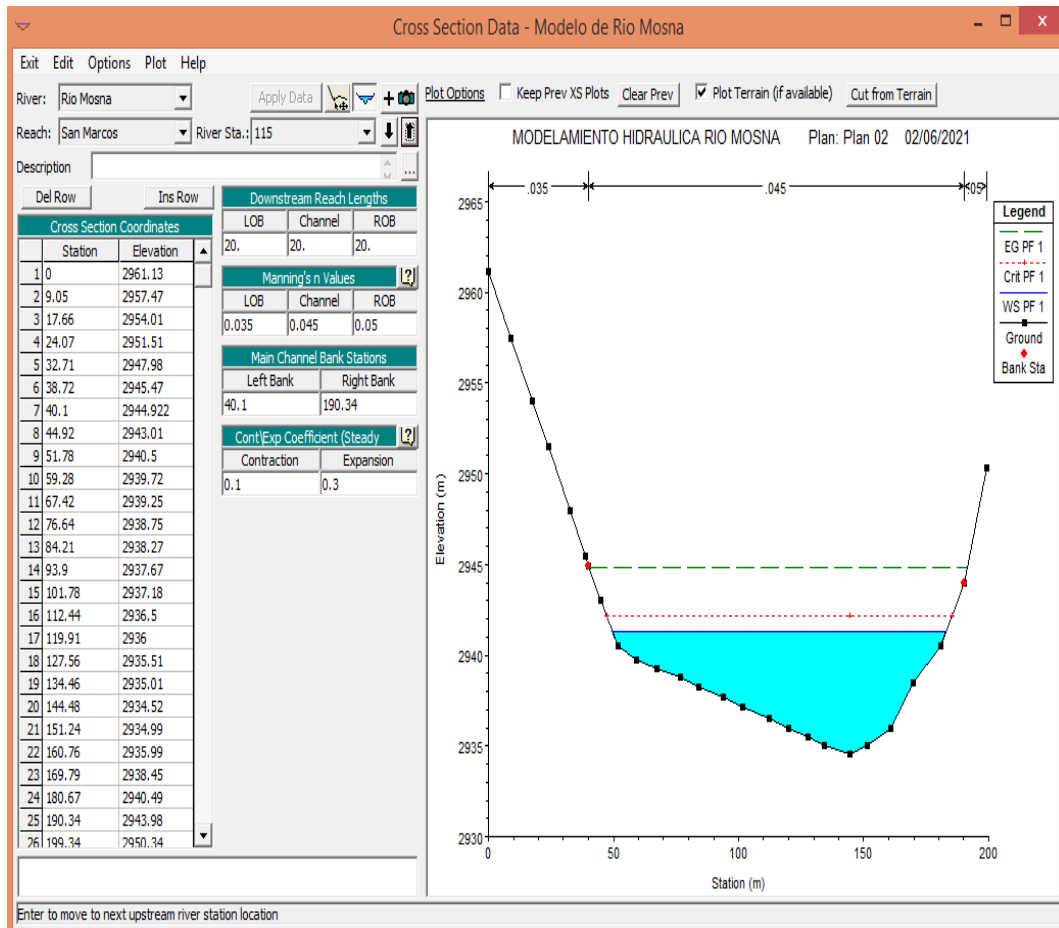



Figura 89. Introducción de las secciones transversales en el programa HEC-RAS
Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 26

Coefficiente de rugosidad para cuencas y canales

VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "N"			
Tipos de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
D. Corriente natural	-		
D-1. Corriente menores (ancho superficial en nivel creciente <100pies)	-		
a. Corriente en planicies	-		
1 Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos.	0.025	0.03	0.033
2 Igual al anterior, pero con más piedras y malezas.	0.03	0.035	0.04
3 Limpio, serpenteante, algunos pozos y bancos de arena.	0.033	0.04	0.045
4 Igual al anterior, pero con algunos matorrales y piedra.	0.035	0.045	0.05
5 Igual al anterior, nivel bajos, pendientes y secciones más ineficiente.	0.04	0.048	0.055
6 Igual al 4, pero con más piedras.	0.045	0.05	0.06
7 Tramos lentos, con malezas y pozos profundos.	0.05	0.07	0.08
8 Tramos con mucha maleza, pozos profundos o canales de crecientes con muchos árboles con matorrales bajos.	0.075	0.1	0.15

Fuente: Ven Te Chow, Hidráulica de canales abiertos, p.99b (2004)

En la ventana principal del programa HEC-RAS, se eligió  y apareció el cuadro de la figura 91.

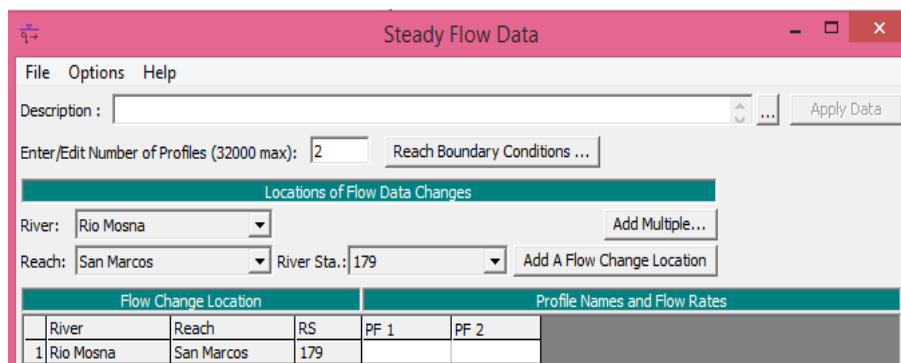


Figura 90. Creación de perfiles de caudales
Fuente: Elaborado por los autores

Se indicó el número de perfiles (en total dos), que fueron renombrados como *100 años* y *500 años* (ver las siguientes figuras).

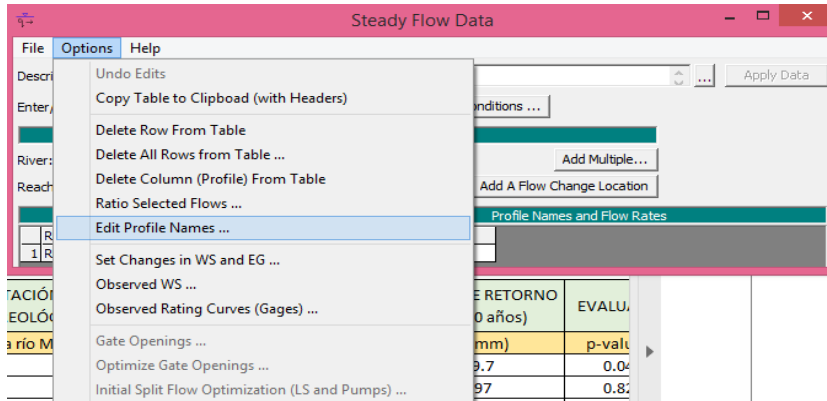


Figura 91. Renombre de los perfiles de caudales
Fuente:Elaborado por los autores

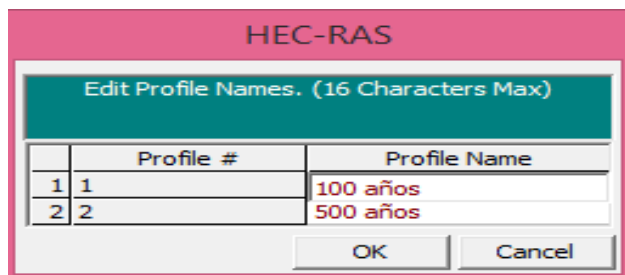


Figura 92. Perfil de los caudales para el prediseño
Fuente:Elaborado por los autores

Luego, se introdujeron los datos de los caudales que se deseaba calcular para el prediseño de la defensa ribereña.

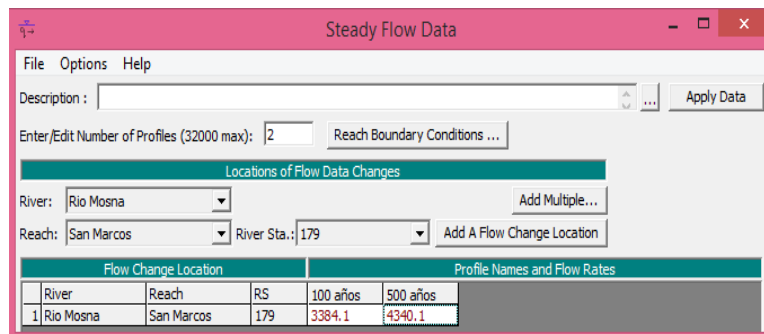


Figura 93. Introducción de los caudales
Fuente:Elaborado por los autores

Se añadieron las condiciones de contorno en *Reach Boundary Conditions*, y se dio clic en *normal Depth* para indicar la pendiente del fondo de cauce.

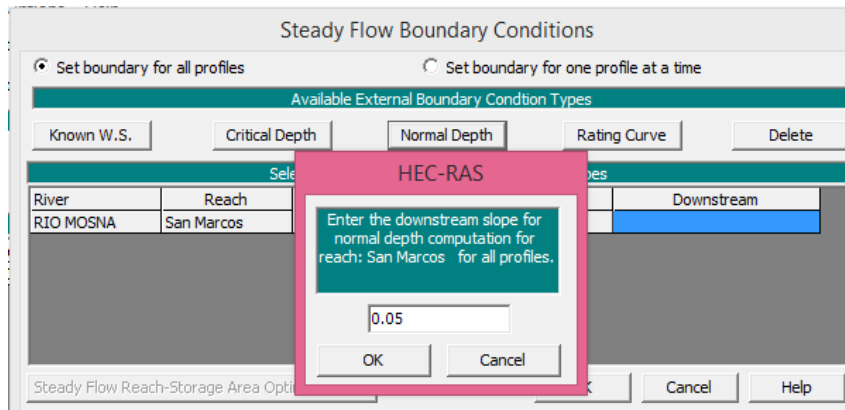


Figura 94. Introducción de la pendiente del cauce
Fuente: Elaborado por los autores

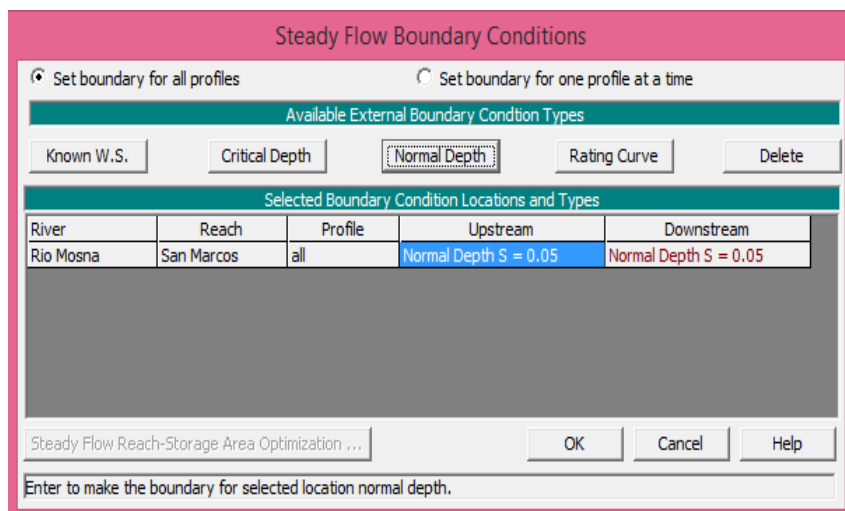



Figura 95. Verificación de la pendiente
Fuente Elaborado por los autores

Por último, en la ventana principal del programa HEC-RAS, se dio clic a , y se ejecutó el modelamiento con un clic en *Compute*.

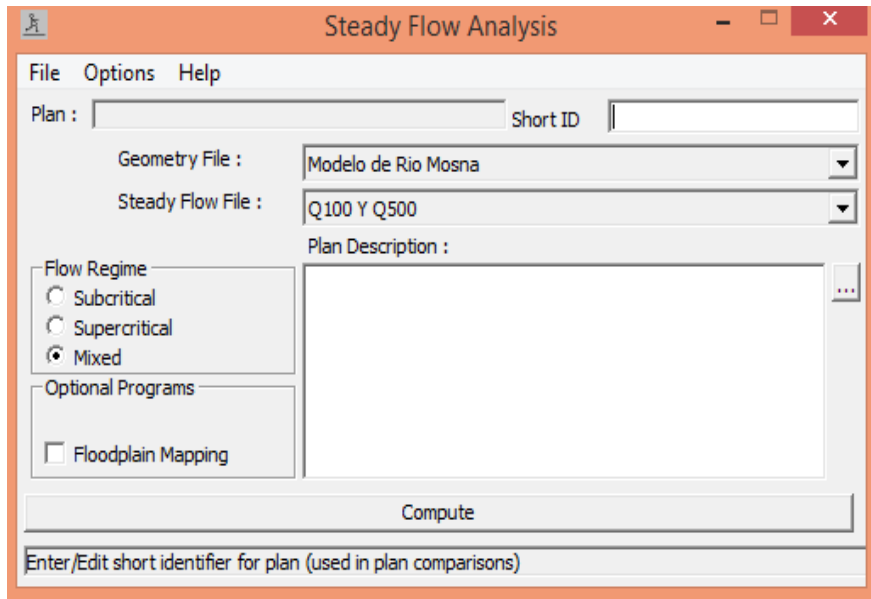


Figura 96. Perfil de los caudales para el prediseño
Fuente:Elaborado por los autores

Para finalizar, se corrió el programa, y se obtuvo el perfil del cauce (ver la siguiente figura 97).

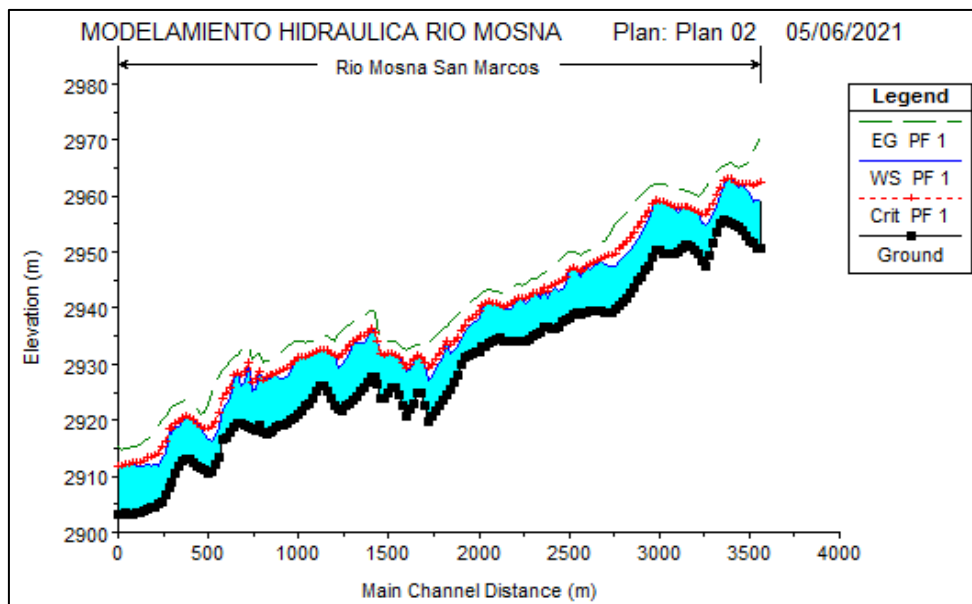


Figura 97. Perfil del tramo de estudio
Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Modelamiento hidrológico

Después del levantamiento topográfico mediante el programa Google Earth Pro, se procesó la información recolectada en el programa ArcGIS, que permitió obtener la representación gráfica del terreno de estudio donde se realizará el modelamiento hidráulico (ver la siguiente figura 98).

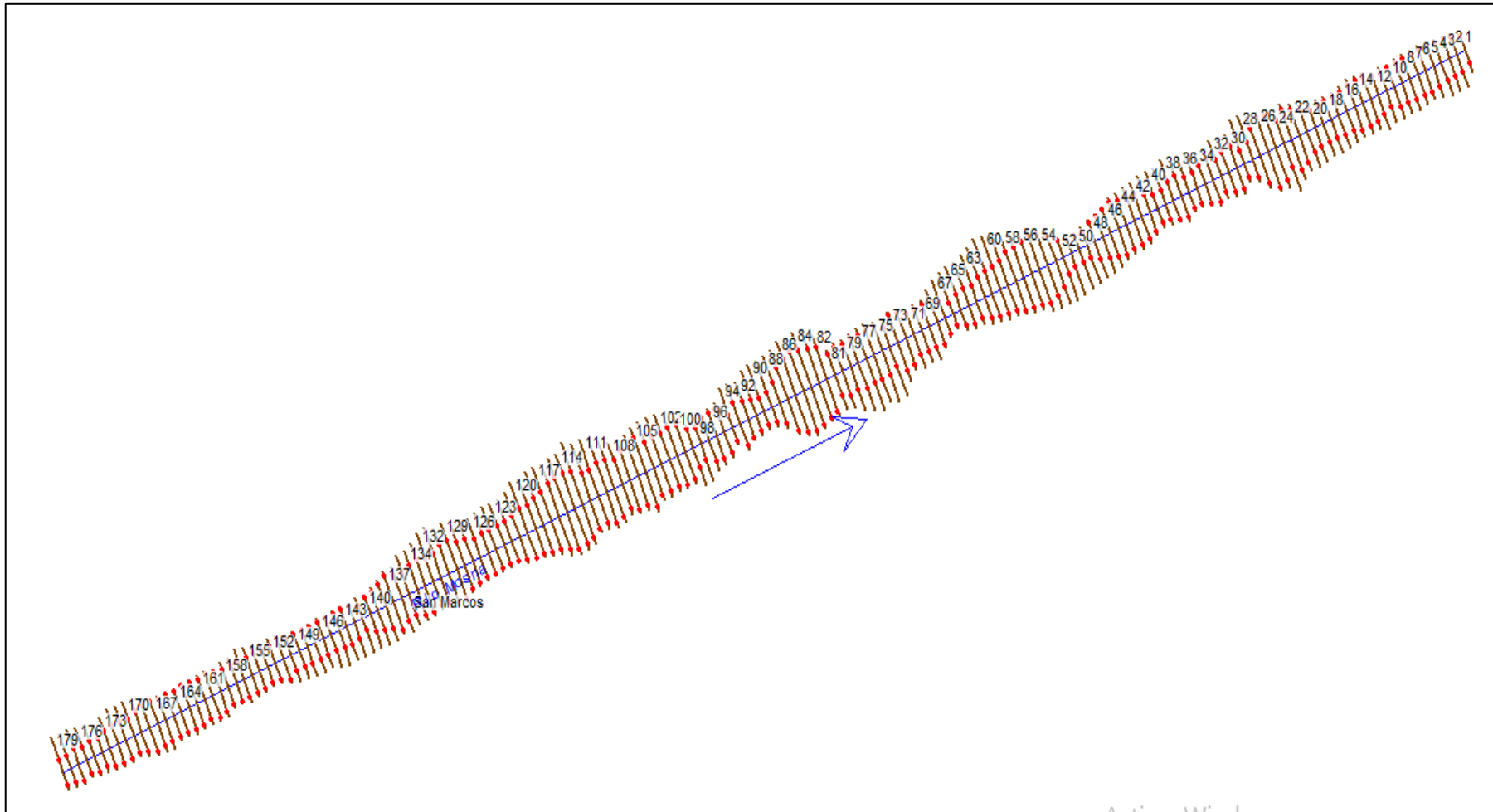


Figura 98. Representación gráfica del tramo aguas arriba del río Mosna - San Marcos, Huari, Ancash (ArcGIS)
 Fuente:Elaborado por los autores

5.1.1. Secciones transversales

Para obtener las secciones transversales del tramo de estudio, se procesó la información levantada en la hoja de cálculo de Microsoft Excel. Luego, se introdujeron los datos en el programa de HEC-RAS y se obtuvieron los gráficos de las secciones transversales. Se observó la altura y los puntos tomados en cada margen del río (para mayor detalle de todas las secciones transversales ir a Anexo).

Resultado de las secciones transversales del tramo de estudio del río Mosna (progresivas)

A continuación, se observan las secciones transversales del río Mosna.

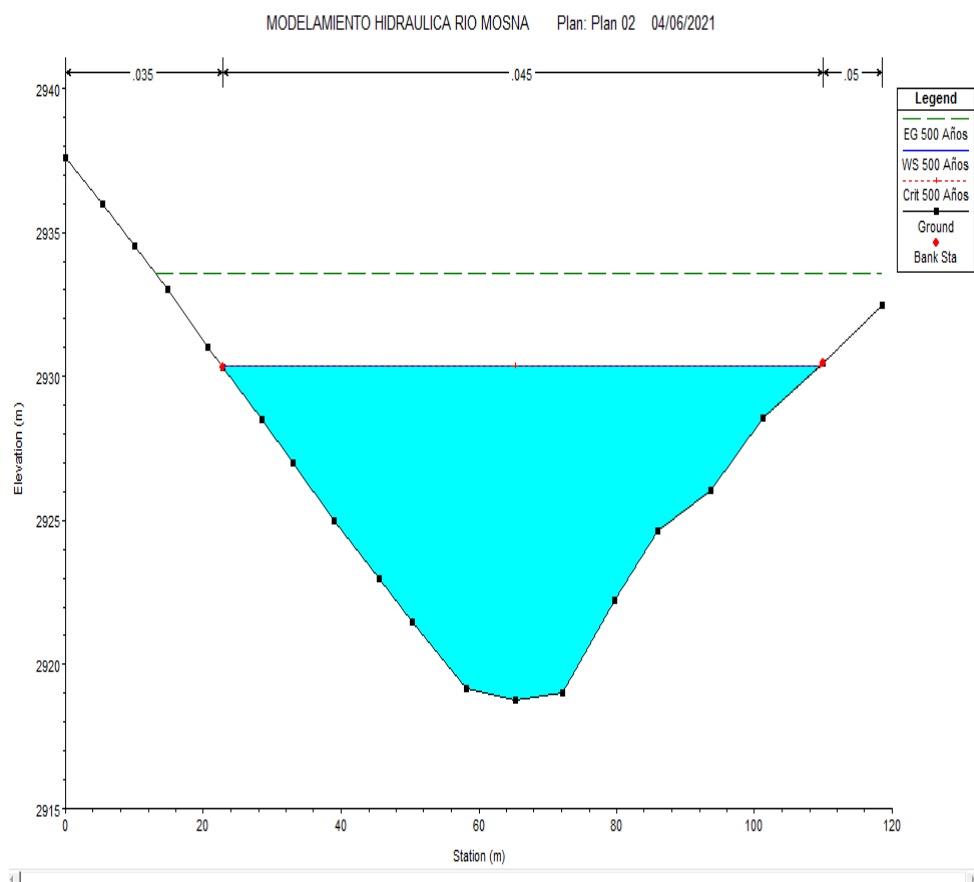


Figura 99. Sección del río Mosna progresiva 55+471 (HEC-RAS)
Fuente:Elaborado por los autores

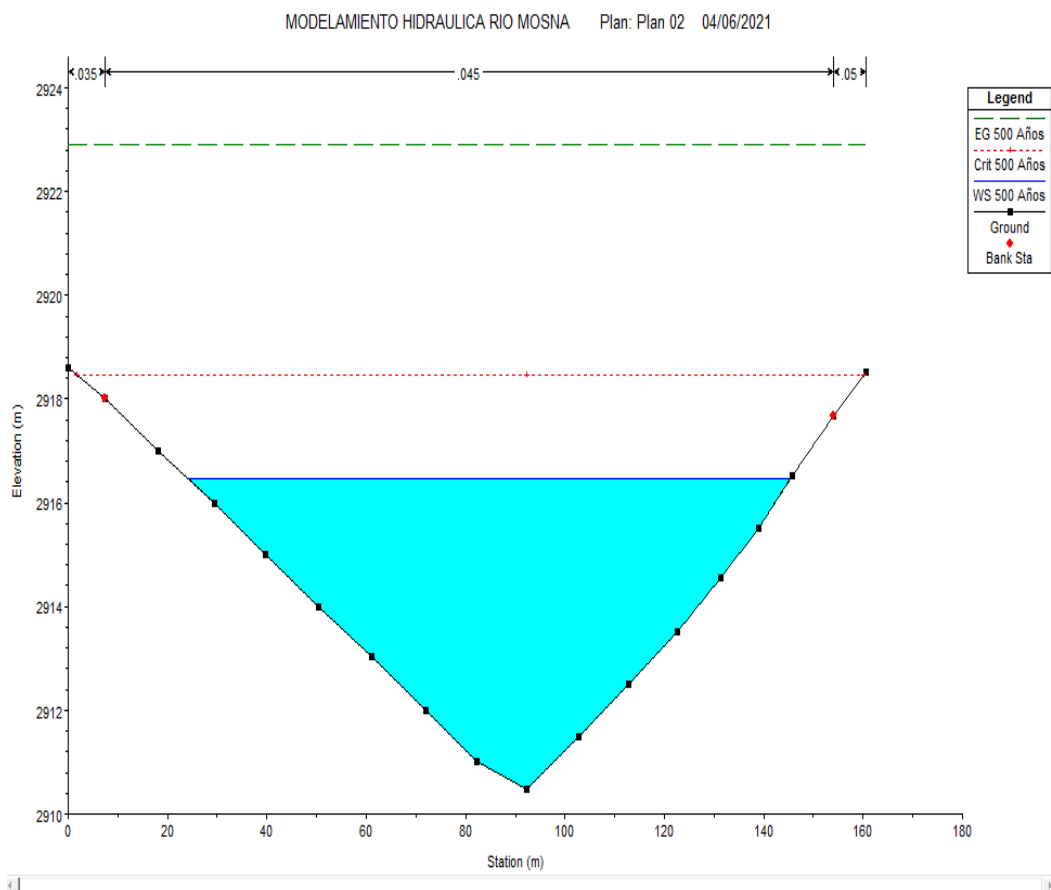


Figura 100. Sección del río Mosna progresiva 55+491 (HEC-RAS)
Fuente:Elaborado por los autores

5.1.2. Sección longitudinal

Para obtener la sección longitudinal y el eje del río Mosna en el tramo de estudio, se procesó la información levantada en la hoja de cálculo de Microsoft Excel, y se obtuvo el gráfico del perfil longitudinal del río. En la siguiente figura, se observa en el eje X las progresivas a cada 15 m y el eje Y la altura del terreno (para mayor detalle de todas las secciones ir a Anexo).

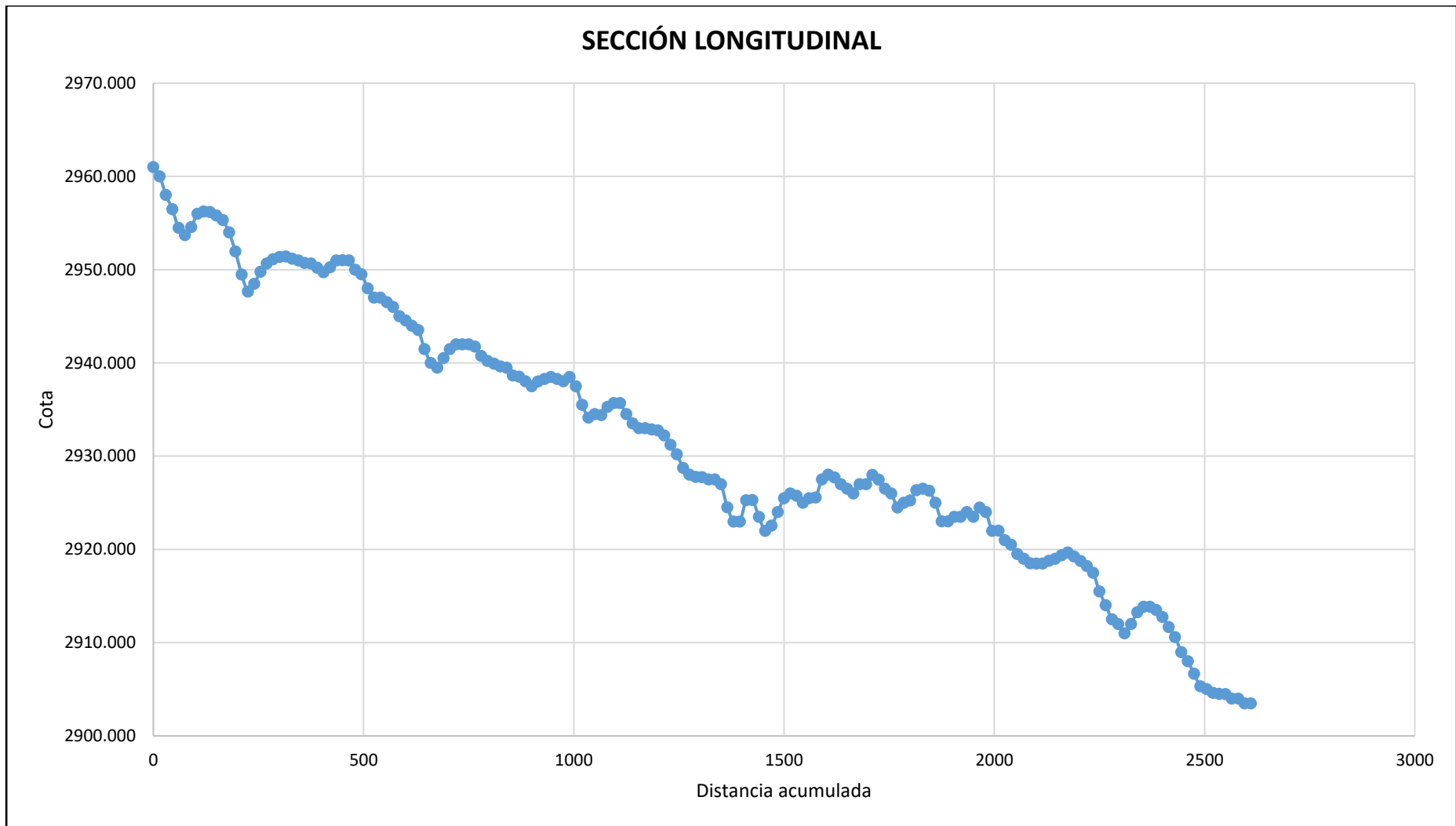


Figura 101. Representación gráfica del perfil longitudinal río Mosna (excel)
Fuente: Elaborado por los autores

5.2. Modelamiento hidrológico

5.2.1. Precipitación para un tiempo de retorno (Tr= 10 años)

El análisis en el programa Hyfran se realizó para todas las estaciones con el mismo procedimiento para determinar el tiempo de retorno en diferentes años. A continuación, se muestra la tabla de resumen de los resultados y el método o modelo con mejor evaluación para cada estación meteorológica. El desarrollo de todas las estaciones se muestra en el anexo de la presente investigación.

En la siguiente tabla 27, se muestran las estaciones meteorológicas con el método estadístico con mejor evaluación para un tiempo de retorno de 10 años, que sirvió para desarrollar el modelamiento hidráulico.

Tabla 27
Tiempo de retorno 10 años (Estaciones)

Estación meteorológica	Modelo	Tiempo de retorno (tr= 10 años)	Evaluación
Cuenca río Mosna	Análisis Estadístico	XT (mm)	p-value (p)
Chavín 1	Weibull (Method of moments)	25.4	0.0446
Chavín 2	Gamma (Method of moments)	270	0.8232
Huari	Gamma (Method of moments)	51.9	0.0937

Fuente: Elaborado por los autores

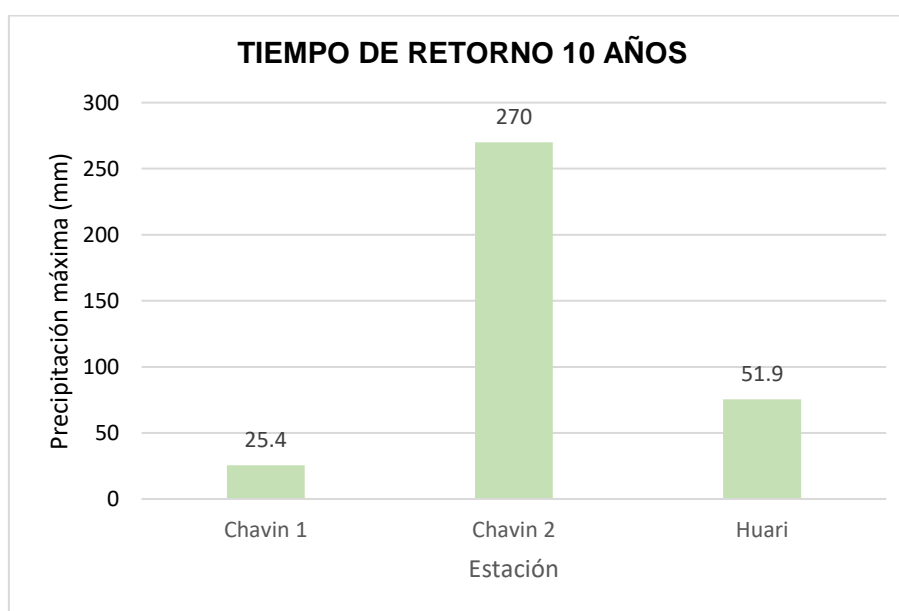


Figura 102. Tiempo de retorno 10 años (Estaciones)

Fuente: Elaborado por los autores

5.2.2. Precipitaciones para un tiempo de retorno ($T_r = 100$ años)

En la siguiente tabla 28, se muestran las estaciones meteorológicas con el modelo estadístico con mejor evaluación para un tiempo de retorno de 100 años, que sirvió para desarrollar el modelamiento hidráulico.

Tabla 28
Tabla de retorno 100 años (Estaciones)

Estación meteorológica	Modelo	Tiempo de retorno ($T_r = 100$ años)	Evaluación
Cuenca río Mosna	Análisis Estadístico	XT (mm)	p-value (p)
Chavin 1	Weibull (Method of moments)	28.3	0.0446
Chavin 2	Gamma (Method of moments)	349	0.8232
Huari	Gamma (Method of moments)	85.1	0.0937

Fuente: Elaborado por los autores

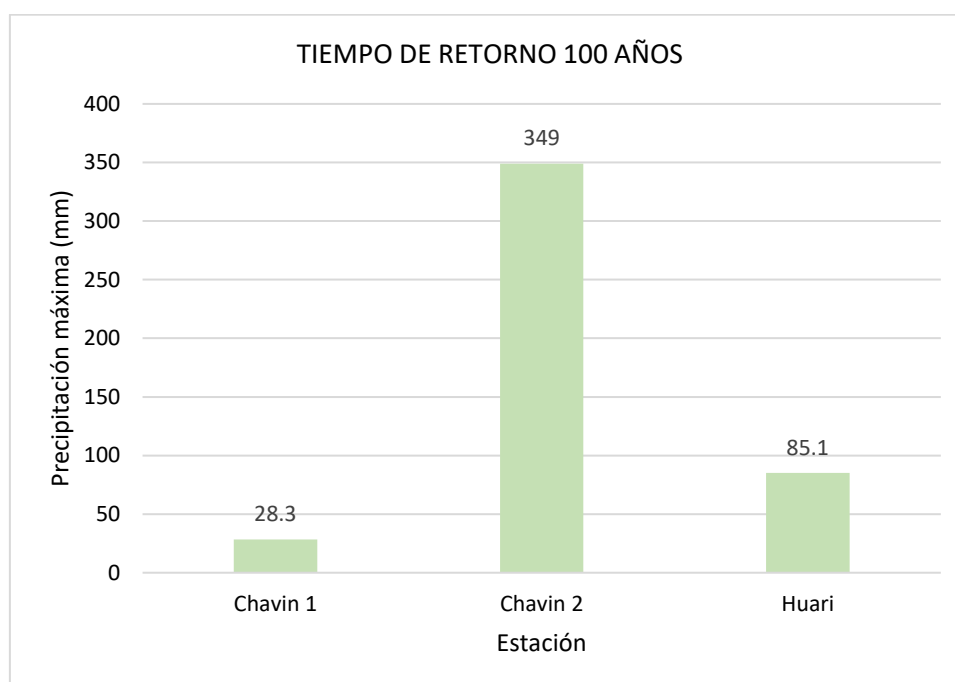


Figura 103. Tiempo de retorno 100 años (Estaciones)

Fuente: Elaborado por los autores

5.2.3. Precipitaciones para un tiempo de retorno ($T_r = 500$ años)

En la siguiente tabla 29, se muestran las estaciones meteorológicas con el modelo estadístico con mejor evaluación para un tiempo de retorno de 500 años, que sirvió para desarrollar el modelamiento hidráulico.

Tabla 29
 Tiempo de retorno 500 años (Estaciones)

Estación meteorológica	Modelo	Tiempo de retorno (tr = 500 años)	Evaluación
Cuenca río Mosna	Análisis Estadístico	XT (mm)	p-value (p)
Chavin 1	Weibull (Method of moments)	29.7	0.0446
Chavin 2	Gamma (Method of moments)	397	0.8232
Huari	Gamma (Method of moments)	107	0.0937

Fuente: Elaborado por los autores

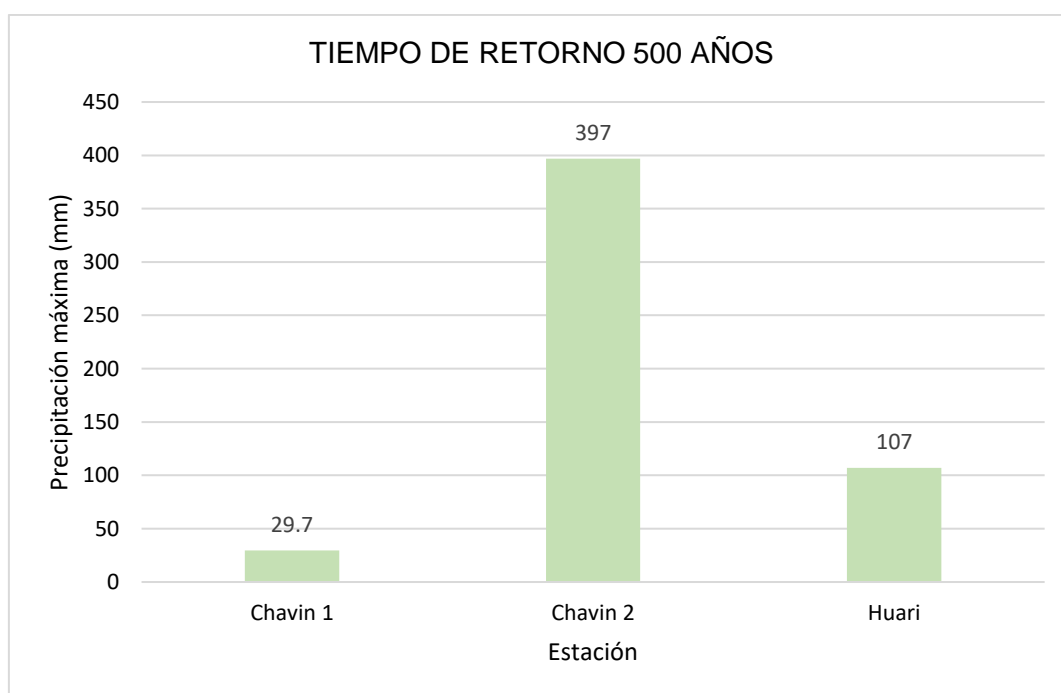


Figura 104. Tiempo de retorno 500 años (Estaciones)

Fuente: Elaborado por los autores

5.2.4. Resultados en el programa HEC-HMS

Luego de correr el modelo hidrológico, se obtuvo el caudal mediante el programa HEC-HMS para un tiempo de retorno de 10 años. Como se muestra en la siguiente figura, el resultado es 2423.4 m³/S para 24 horas en la salida de la última estación meteorológica.

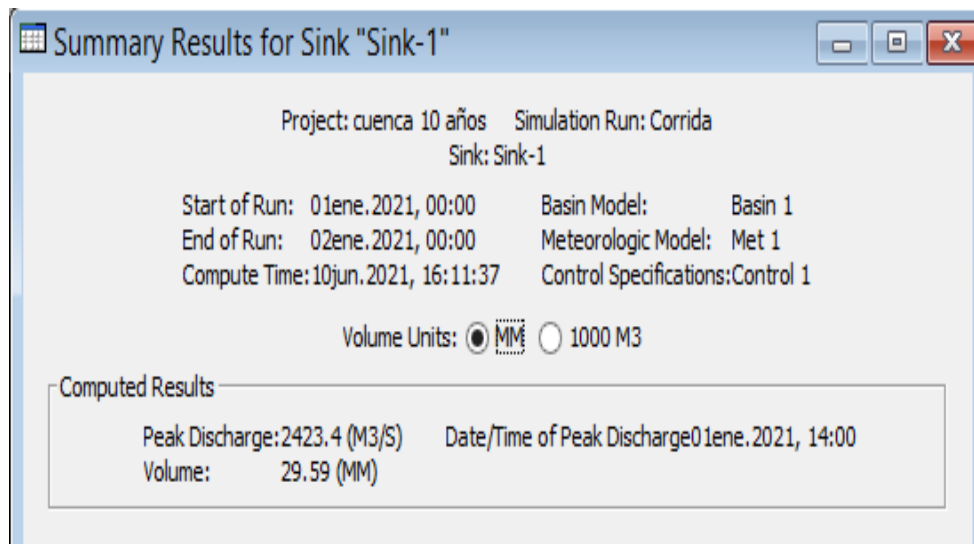


Figura 105. Resultado caudal de diseño para un $T_r = 10$ años
Fuente: Elaborado Los autores.

Asimismo, se obtuvo la gráfica del tiempo de retorno para 10 años, en la que se observa el tiempo y el caudal para la estación de salida en el modelamiento de la cuenca del río Mosna.

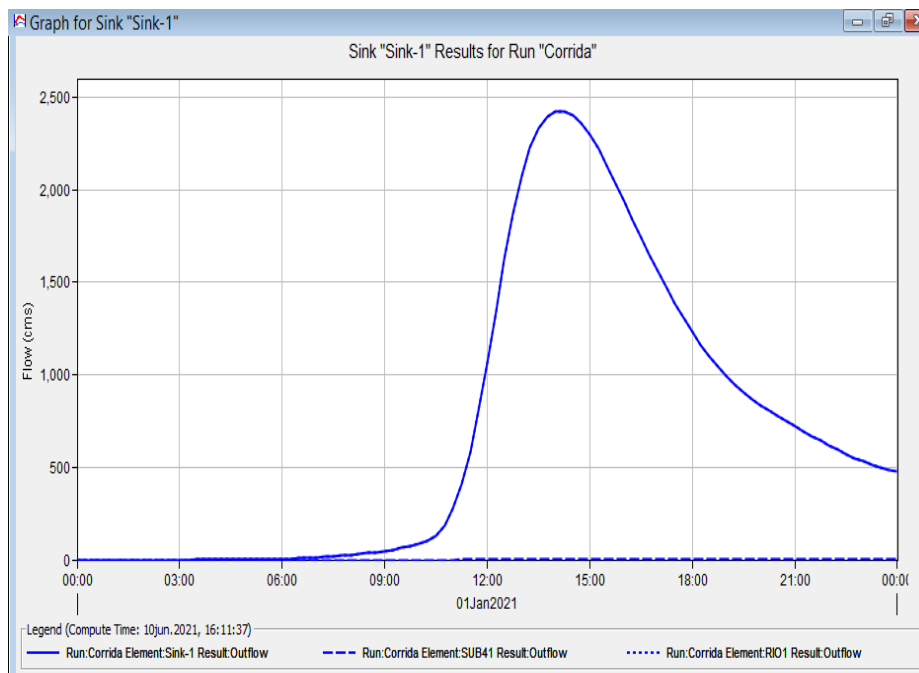


Figura 106. Gráfica de resultados para un $T_r = 10$ años
Fuente: Elaborado por los autores.

Finalmente, se obtuvo la tabla de resultados de los caudales máximos en 24 horas para un tiempo de retorno de 10 años. Se tomó el máximo valor alcanzado durante ese intervalo.

Tabla 30
Resultados para un $Tr= 10$ años para 24 horas

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Total Inflow (M3/S)
01ene.2021	11:15	0.0	406.0	406.0
01ene.2021	11:30	0.1	582.3	582.4
01ene.2021	11:45	0.2	802.2	802.4
01ene.2021	12:00	0.4	1061.2	1061.6
01ene.2021	12:15	0.3	1343.2	1343.5
01ene.2021	12:30	0.2	1620.1	1620.3
01ene.2021	12:45	0.2	1868.0	1868.2
01ene.2021	13:00	0.2	2072.9	2073.1
01ene.2021	13:15	0.2	2228.2	2228.4
01ene.2021	13:30	0.2	2334.1	2334.3
01ene.2021	13:45	0.2	2396.3	2396.5
01ene.2021	14:00	0.2	2423.2	2423.4
01ene.2021	14:15	0.2	2422.5	2422.6
01ene.2021	14:30	0.1	2399.2	2399.4
01ene.2021	14:45	0.1	2356.4	2356.5
01ene.2021	15:00	0.1	2295.9	2296.0
01ene.2021	15:15	0.1	2219.6	2219.7
01ene.2021	15:30	0.1	2131.0	2131.1
01ene.2021	15:45	0.1	2034.6	2034.7
01ene.2021	16:00	0.1	1935.2	1935.3
01ene.2021	16:15	0.1	1836.0	1836.1
01ene.2021	16:30	0.1	1739.0	1739.1
01ene.2021	16:45	0.1	1645.2	1645.2
01ene.2021	17:00	0.1	1554.6	1554.7
01ene.2021	17:15	0.1	1467.4	1467.5

Fuente: Elaborado por los autores

Luego de correr el modelo hidrológico, se obtuvo el caudal mediante el programa HEC-HMS para un tiempo de retorno de 100 años. Como se muestra en la siguiente figura 107, el resultado es 3384.1 m³/S para 24 horas en la salida de la última estación meteorológica.

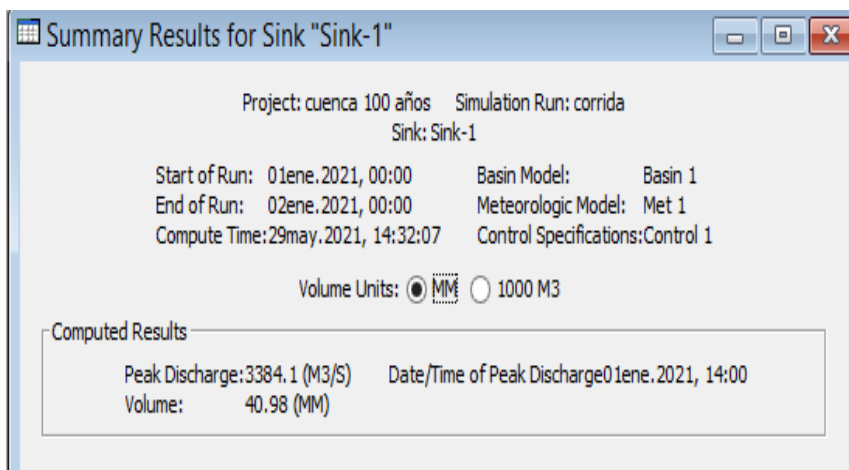


Figura 107. Resultado caudal de diseño para un $Tr= 100$ años
 Fuente: Elaborado por los autores.

Se obtuvo la gráfica del tiempo de retorno para 100 años, en la que se observa el tiempo y el caudal para la estación de salida en el modelamiento de la cuenca del río Mosna.

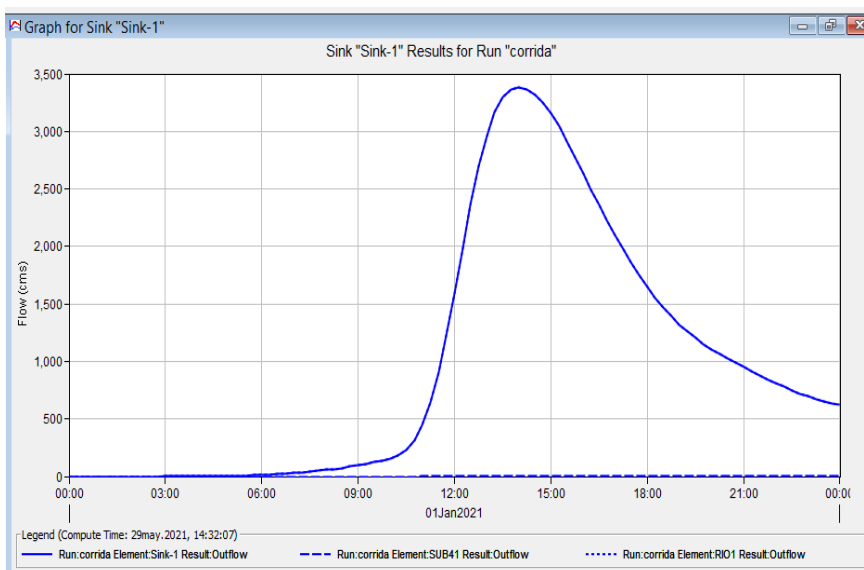


Figura 108. Gráfica de resultados para un $Tr= 100$ años
 Fuente: Elaborado por los autores.

Finalmente, se obtuvo la tabla de resultados con los caudales máximos en 24 horas para un tiempo de retorno de 100 años. Se tomó el máximo valor alcanzado durante ese intervalo.

Tabla 31

Resultados para un $Tr= 100$ años para 24 horas

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Total Inflow (M3/S)
01ene.2021	12:00	0.6	1587.4	1588.0
01ene.2021	12:15	0.5	1980.2	1980.6
01ene.2021	12:30	0.3	2359.7	2360.0
01ene.2021	12:45	0.3	2693.9	2694.1
01ene.2021	13:00	0.3	2964.5	2964.8
01ene.2021	13:15	0.3	3163.9	3164.2
01ene.2021	13:30	0.3	3293.8	3294.1
01ene.2021	13:45	0.3	3363.0	3363.3
01ene.2021	14:00	0.3	3383.7	3384.1
01ene.2021	14:15	0.2	3367.4	3367.7
01ene.2021	14:30	0.2	3321.4	3321.5
01ene.2021	14:45	0.1	3250.0	3250.1
01ene.2021	15:00	0.1	3155.8	3156.0
01ene.2021	15:15	0.1	3041.8	3041.9
01ene.2021	15:30	0.1	2912.3	2912.5
01ene.2021	15:45	0.1	2773.8	2774.0
01ene.2021	16:00	0.1	2632.3	2632.4
01ene.2021	16:15	0.1	2492.1	2492.3
01ene.2021	16:30	0.1	2356.0	2356.0
01ene.2021	16:45	0.1	2224.8	2224.9
01ene.2021	17:00	0.1	2098.8	2098.9

Fuente: Elaborado por los autores

Luego de correr el modelo hidrológico, se obtuvo el caudal mediante el programa HEC-HMS para un tiempo de retorno de 500 años. Como se muestra en la siguiente figura 109, el resultado es 4340.1 m³/S para 24 horas en la salida de la última estación meteorológica.

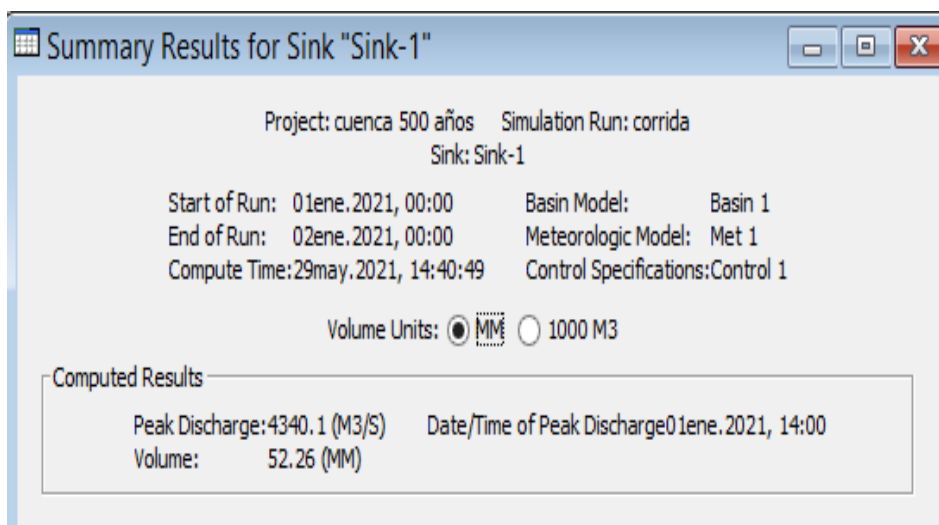


Figura 109. Resultado caudal de diseño para un $Tr= 500$ años

Fuente: Elaborado por los autores

Se obtuvo la gráfica del tiempo de retorno para 500 años, en la que se observa el tiempo y el caudal para la estación de salida en el modelamiento de la cuenca del río Mosna.

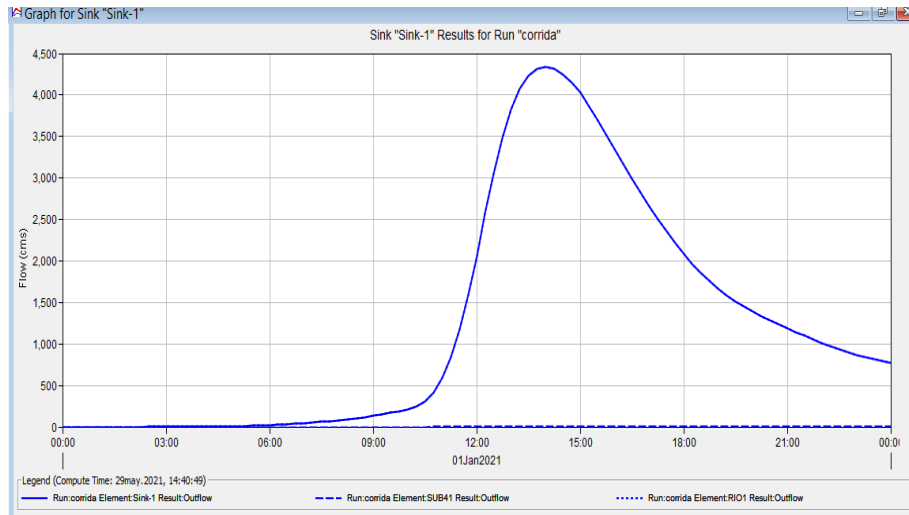


Figura 110. Gráfica de resultados para un $T_r = 500$ años
Fuente: Elaborado por los autores

Se obtuvo la tabla de resultados con los caudales máximos en 24 horas para un tiempo de retorno de 500 años. Se tomó el máximo valor alcanzado durante ese intervalo.

Tabla 32

Resultados para un $T_r= 500$ años para 24 horas

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Total Inflow (M3/S)
01ene.2021	11:15	0.5	841.3	841.8
01ene.2021	11:30	0.7	1177.9	1178.6
01ene.2021	11:45	0.9	1588.8	1589.7
01ene.2021	12:00	1.1	2062.5	2063.7
01ene.2021	12:15	0.9	2567.5	2568.4
01ene.2021	12:30	0.5	3053.0	3053.6
01ene.2021	12:45	0.5	3478.7	3479.2
01ene.2021	13:00	0.5	3822.2	3822.7
01ene.2021	13:15	0.5	4073.8	4074.3
01ene.2021	13:30	0.5	4235.4	4236.0
01ene.2021	13:45	0.5	4318.7	4319.3
01ene.2021	14:00	0.5	4339.6	4340.1
01ene.2021	14:15	0.4	4312.7	4313.1
01ene.2021	14:30	0.2	4247.6	4247.9
01ene.2021	14:45	0.2	4150.2	4150.4
01ene.2021	15:00	0.2	4024.4	4024.6
01ene.2021	15:15	0.2	3874.4	3874.6
01ene.2021	15:30	0.2	3705.8	3706.1
01ene.2021	15:45	0.2	3526.5	3526.7
01ene.2021	16:00	0.2	3343.9	3344.1
01ene.2021	16:15	0.2	3163.3	3163.5

Fuente: Elaborado por los autores

5.3. Modelamiento hidráulico

5.3.1. Resultados en el programa HEC-RAS

A continuación, se presentan los resultados para un periodo de retorno de 10, 100 y 500 años.

Tabla 33

Resultados de perfil para un $T_r = 10, 100$ y 500 años de retorno

Progresiva	Qtotal (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m2)	Top Width (m)	Froude	Max Chl Dpth (m)
PROMEDIO 500 AÑOS	4340.1	2930.05	2937.53	2938.41	2941.82	9.12	511.36	108.62	1.28	
PROMEDIO 100 AÑOS	3384.1	2930.05	2936.76	2937.49	2940.42	8.40	430.01	103.97	1.27	6.71
PROMEDIO 10 AÑOS	2423.4	2929.23	2935.03	2935.58	2937.95	7.48	342.58	98.06	1.24	

Fuente: Elaborado por los autores

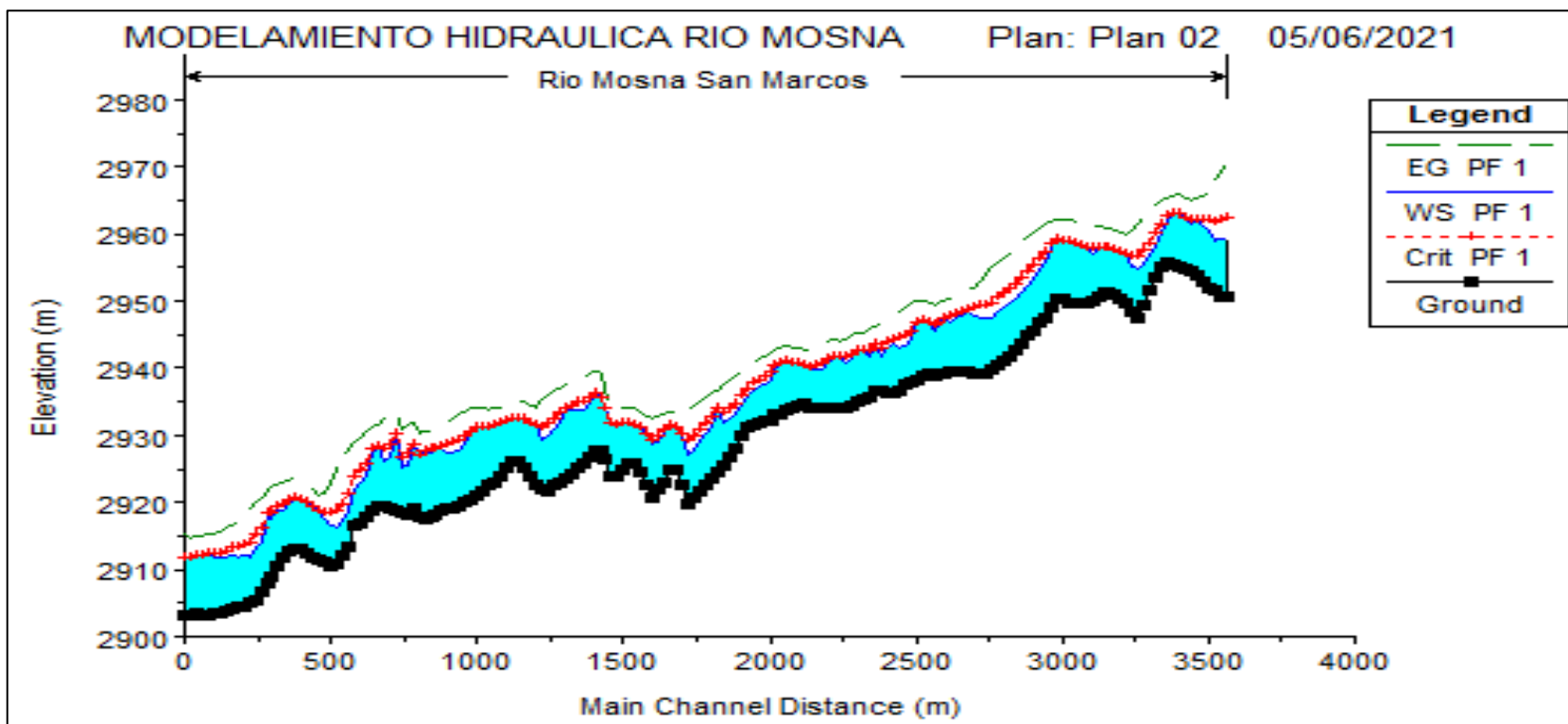


Figura 111. Perfil y altura de cauce

Fuente: Elaborado por los autores

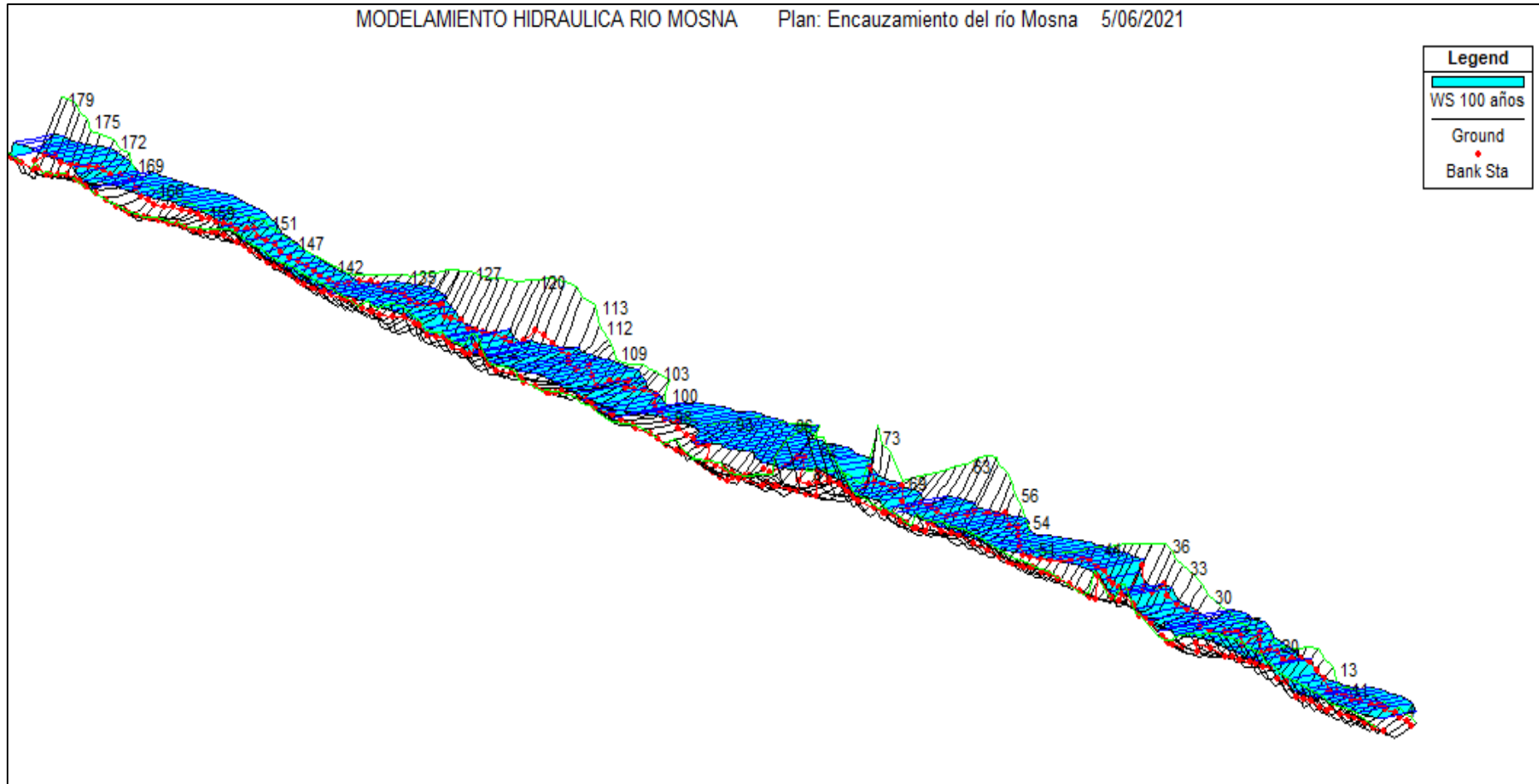


Figura 112. Figura del modelamiento hidráulico
Fuente: Elaborado por los autores

5.4. Cálculo del prediseño de la defensa ribereña

a) Altura total de socavación

Se utilizó la fórmula de Keller para calcular la socavación.

$$Y_2 = 0.177 \left(\frac{Q^6 D_{75}}{B_2 D_{50}} \right)^{1/7}$$

Y_2 = Altura total de socavación.

Q = Caudal.

B = Ancho.

D75 = D50 = Diámetros de granulometría .

b) Cálculo de altura de socavación

$$Y_s = Y_2 - Y_n$$

Y_s = Altura de socavación.

Y_n = Tirante normal.

c) Cálculo del tirante normal

$$Y_n = W.S - \text{MincheLev}$$

W.S = Cota de agua.

MinCheLev = Cota de rasante de la sección

Al valor de la altura total de socavación (Y_2) se le restó el tirante normal (Y_n). Se obtuvo la altura de socavación (Y_s). Los datos para el cálculo y los resultados de altura total de socavación (Y_2) y tirante normal (Y_n) se muestran en la tabla 34.

Tabla 34

Cálculo de la altura total de socavación (Y2)

Progresiva	Qttotal (m3/s)	Top Width (m)	D50	D75	Y2 (m)
55+471	4340.10	135.03	5.5	27.5	10.02
55+486	4340.10	67.87	5.5	27.5	18.07
55+501	4340.10	77.65	5.5	27.5	16.10
55+516	4340.10	71.77	5.5	27.5	17.23
55+531	4340.10	82.61	5.5	27.5	15.27
55+546	4340.10	84.10	5.5	27.5	15.04
55+561	4340.10	94.13	5.5	27.5	13.65
55+576	4340.10	109.93	5.5	27.5	11.95
55+591	4340.10	110.49	5.5	27.5	11.90
55+606	4340.10	111.25	5.5	27.5	11.83
55+621	4340.10	111.70	5.5	27.5	11.79
55+636	4340.10	113.92	5.5	27.5	11.59
55+651	4340.10	108.16	5.5	27.5	12.12
55+666	4340.10	108.79	5.5	27.5	12.06
55+681	4340.10	100.19	5.5	27.5	12.94
55+696	4340.10	97.01	5.5	27.5	13.31
55+711	4340.10	104.09	5.5	27.5	12.53
55+726	4340.10	101.50	5.5	27.5	12.80
55+741	4340.10	102.02	5.5	27.5	12.74
55+756	4340.10	102.05	5.5	27.5	12.74
55+771	4340.10	99.28	5.5	27.5	13.04
55+786	4340.10	96.50	5.5	27.5	13.37
55+801	4340.10	93.63	5.5	27.5	13.72
55+816	4340.10	110.98	5.5	27.5	11.86
55+831	4340.10	100.00	5.5	27.5	12.96
55+846	4340.10	95.64	5.5	27.5	13.47
55+861	4340.10	89.16	5.5	27.5	14.30
55+876	4340.10	92.57	5.5	27.5	13.85
55+891	4340.10	97.40	5.5	27.5	13.26
55+906	4340.10	98.39	5.5	27.5	13.15
55+921	4340.10	95.29	5.5	27.5	13.51
55+936	4340.10	86.35	5.5	27.5	14.70
55+951	4340.10	85.20	5.5	27.5	14.87
55+966	4340.10	83.44	5.5	27.5	15.14
55+981	4340.10	85.06	5.5	27.5	14.89
55+996	4340.10	84.68	5.5	27.5	14.95
56+011	4340.10	85.47	5.5	27.5	14.83
56+026	4340.10	85.15	5.5	27.5	14.88
56+041	4340.10	90.03	5.5	27.5	14.19
56+056	4340.10	86.13	5.5	27.5	14.73
56+071	4340.10	88.94	5.5	27.5	14.33
56+086	4340.10	91.77	5.5	27.5	13.95
56+101	4340.10	99.08	5.5	27.5	13.07
56+116	4340.10	109.76	5.5	27.5	11.97
56+131	4340.10	120.98	5.5	27.5	11.01
56+146	4340.10	123.24	5.5	27.5	10.84
56+161	4340.10	126.28	5.5	27.5	10.61
56+176	4340.10	132.82	5.5	27.5	10.16
56+191	4340.10	130.88	5.5	27.5	10.29

56+206	4340.10	122.71	5.5	27.5	10.88
56+221	4340.10	122.49	5.5	27.5	10.89
56+236	4340.10	103.90	5.5	27.5	12.55
56+251	4340.10	95.07	5.5	27.5	13.54
56+266	4340.10	89.80	5.5	27.5	14.22
56+281	4340.10	86.36	5.5	27.5	14.70
56+296	4340.10	88.94	5.5	27.5	14.33
56+311	4340.10	85.75	5.5	27.5	14.79
56+326	4340.10	88.51	5.5	27.5	14.39
56+341	4340.10	94.58	5.5	27.5	13.60
56+356	4340.10	107.93	5.5	27.5	12.14
56+371	4340.10	112.71	5.5	27.5	11.70
56+386	4340.10	117.02	5.5	27.5	11.33
56+401	4340.10	124.32	5.5	27.5	10.76
56+416	4340.10	121.64	5.5	27.5	10.96
56+431	4340.10	133.37	5.5	27.5	10.13
56+446	4340.10	142.22	5.5	27.5	9.59
56+461	4340.10	169.92	5.5	27.5	8.23
56+476	4340.10	147.46	5.5	27.5	9.29
56+491	4340.10	142.05	5.5	27.5	9.60
56+506	4340.10	145.13	5.5	27.5	9.42
56+521	4340.10	142.14	5.5	27.5	9.59
56+536	4340.10	134.51	5.5	27.5	10.05
56+551	4340.10	143.59	5.5	27.5	9.51
56+566	4340.10	146.50	5.5	27.5	9.35
56+581	4340.10	162.65	5.5	27.5	8.54
56+596	4340.10	156.44	5.5	27.5	8.83
56+611	4340.10	149.63	5.5	27.5	9.18
56+626	4340.10	137.71	5.5	27.5	9.85
56+641	4340.10	136.23	5.5	27.5	9.95
56+656	4340.10	134.59	5.5	27.5	10.05
56+671	4340.10	124.58	5.5	27.5	10.74
56+686	4340.10	116.49	5.5	27.5	11.37
56+701	4340.10	114.48	5.5	27.5	11.55
56+716	4340.10	117.90	5.5	27.5	11.26
56+731	4340.10	113.47	5.5	27.5	11.63
56+746	4340.10	115.34	5.5	27.5	11.47
56+761	4340.10	123.53	5.5	27.5	10.82
56+776	4340.10	116.15	5.5	27.5	11.40
56+791	4340.10	103.63	5.5	27.5	12.57
56+806	4340.10	96.22	5.5	27.5	13.40
56+821	4340.10	93.13	5.5	27.5	13.78
56+836	4340.10	97.87	5.5	27.5	13.21
56+851	4340.10	98.93	5.5	27.5	13.08
56+866	4340.10	138.64	5.5	27.5	9.80
56+881	4340.10	150.08	5.5	27.5	9.15
56+896	4340.10	157.02	5.5	27.5	8.81
56+911	4340.10	145.60	5.5	27.5	9.39
56+926	4340.10	126.78	5.5	27.5	10.58
56+941	4340.10	115.82	5.5	27.5	11.43

56+956	4340.10	132.71	5.5	27.5	10.17
56+971	4340.10	140.13	5.5	27.5	9.71
56+986	4340.10	147.67	5.5	27.5	9.28
57+001	4340.10	148.83	5.5	27.5	9.22
57+016	4340.10	142.48	5.5	27.5	9.57
57+031	4340.10	134.72	5.5	27.5	10.04
57+046	4340.10	124.79	5.5	27.5	10.72
57+061	4340.10	104.03	5.5	27.5	12.53
57+076	4340.10	82.18	5.5	27.5	15.34
57+091	4340.10	83.48	5.5	27.5	15.13
57+106	4340.10	83.43	5.5	27.5	15.14
57+121	4340.10	103.84	5.5	27.5	12.55
57+136	4340.10	103.17	5.5	27.5	12.62
57+151	4340.10	97.28	5.5	27.5	13.27
57+166	4340.10	88.86	5.5	27.5	14.35
57+181	4340.10	89.93	5.5	27.5	14.20
57+196	4340.10	87.79	5.5	27.5	14.49
57+211	4340.10	87.67	5.5	27.5	14.51
57+226	4340.10	90.96	5.5	27.5	14.06
57+241	4340.10	114.41	5.5	27.5	11.55
57+256	4340.10	123.17	5.5	27.5	10.84
57+271	4340.10	114.47	5.5	27.5	11.55
57+286	4340.10	126.19	5.5	27.5	10.62
57+301	4340.10	129.36	5.5	27.5	10.40
57+316	4340.10	130.25	5.5	27.5	10.34
57+331	4340.10	133.53	5.5	27.5	10.12
57+346	4340.10	136.54	5.5	27.5	9.93
57+361	4340.10	128.39	5.5	27.5	10.46
57+376	4340.10	104.69	5.5	27.5	12.46
57+391	4340.10	98.71	5.5	27.5	13.11
57+406	4340.10	92.84	5.5	27.5	13.82
57+421	4340.10	92.20	5.5	27.5	13.90
57+436	4340.10	93.49	5.5	27.5	13.73
57+451	4340.10	98.94	5.5	27.5	13.08
57+466	4340.10	102.40	5.5	27.5	12.70
57+481	4340.10	110.33	5.5	27.5	11.92
57+496	4340.10	110.84	5.5	27.5	11.87
57+511	4340.10	111.48	5.5	27.5	11.81
57+526	4340.10	106.21	5.5	27.5	12.31
57+541	4340.10	99.50	5.5	27.5	13.02
57+556	4340.10	85.93	5.5	27.5	14.76
57+571	4340.10	82.90	5.5	27.5	15.22
57+586	4340.10	93.67	5.5	27.5	13.71
57+601	4340.10	86.82	5.5	27.5	14.63
57+616	4340.10	80.62	5.5	27.5	15.59
57+631	4340.10	81.30	5.5	27.5	15.48
57+646	4340.10	87.75	5.5	27.5	14.50
57+661	4340.10	86.58	5.5	27.5	14.67
57+676	4340.10	93.49	5.5	27.5	13.73
57+691	4340.10	99.51	5.5	27.5	13.02

57+706	4340.10	105.38	5.5	27.5	12.39
57+721	4340.10	109.61	5.5	27.5	11.98
57+736	4340.10	111.67	5.5	27.5	11.79
57+751	4340.10	113.20	5.5	27.5	11.66
57+766	4340.10	121.23	5.5	27.5	10.99
57+781	4340.10	141.79	5.5	27.5	9.61
57+796	4340.10	146.55	5.5	27.5	9.34
57+811	4340.10	135.04	5.5	27.5	10.02
57+826	4340.10	122.14	5.5	27.5	10.92
57+841	4340.10	112.76	5.5	27.5	11.70
57+856	4340.10	100.38	5.5	27.5	12.92
57+871	4340.10	99.42	5.5	27.5	13.03
57+886	4340.10	94.51	5.5	27.5	13.61
57+901	4340.10	97.33	5.5	27.5	13.27
57+916	4340.10	85.95	5.5	27.5	14.76
57+931	4340.10	94.67	5.5	27.5	13.59
57+946	4340.10	80.89	5.5	27.5	15.55
57+961	4340.10	82.47	5.5	27.5	15.29
57+976	4340.10	92.43	5.5	27.5	13.87
57+991	4340.10	94.19	5.5	27.5	13.65
58+006	4340.10	96.98	5.5	27.5	13.31
58+021	4340.10	98.93	5.5	27.5	13.08
58+036	4340.10	102.55	5.5	27.5	12.69
58+051	4340.10	101.64	5.5	27.5	12.78
58+066	4340.10	106.88	5.5	27.5	12.25
58+081	4340.10	108.96	5.5	27.5	12.04
PROMEDIO	4340.10	109.02	5.5	27.5	12.04

Fuente: Elaborado por los autores

La altura de socavación (Y_s) se observa en la tabla 35.

Tabla 35

Cálculo de altura de socavación

Progresiva	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Y2 (m)	Yn	Socavación (m)
55+471	2950.64	2959.04	10.02	8.40	1.62
55+486	2950.59	2959.25	18.07	8.66	9.41
55+501	2951.54	2959.01	16.10	7.47	8.63
55+516	2952.01	2960.45	17.23	8.44	8.79
55+531	2953.00	2961.09	15.27	8.09	7.18
55+546	2953.72	2962.07	15.04	8.35	6.69
55+561	2954.41	2961.52	13.65	7.11	6.54
55+576	2954.91	2962.58	11.95	7.67	4.28
55+591	2955.27	2963.02	11.90	7.75	4.15
55+606	2955.60	2963.02	11.83	7.42	4.41
55+621	2955.65	2961.98	11.79	6.33	5.46
55+636	2955.17	2960.16	11.59	4.99	6.60
55+651	2953.50	2958.38	12.12	4.88	7.24
55+666	2951.50	2956.63	12.06	5.13	6.93
55+681	2949.49	2955.51	12.94	6.02	6.92
55+696	2947.64	2954.88	13.31	7.24	6.07
55+711	2948.50	2955.14	12.53	6.64	5.89
55+726	2949.71	2957.07	12.80	7.36	5.44
55+741	2950.50	2957.39	12.74	6.89	5.85
55+756	2951.12	2957.60	12.74	6.48	6.26
55+771	2951.28	2957.88	13.04	6.60	6.44
55+786	2951.26	2957.99	13.37	6.73	6.64
55+801	2950.80	2958.04	13.72	7.24	6.48
55+816	2950.01	2957.13	11.86	7.12	4.74
55+831	2949.66	2957.96	12.96	8.30	4.66
55+846	2949.62	2958.23	13.47	8.61	4.86
55+861	2949.73	2958.71	14.30	8.98	5.32
55+876	2949.71	2958.91	13.85	9.20	4.65
55+891	2950.25	2959.07	13.26	8.82	4.44
55+906	2950.33	2959.17	13.15	8.84	4.31
55+921	2949.09	2957.96	13.51	8.87	4.64
55+936	2947.51	2955.73	14.70	8.22	6.48
55+951	2946.85	2954.74	14.87	7.89	6.98
55+966	2945.46	2953.36	15.14	7.90	7.24
55+981	2944.80	2952.38	14.89	7.58	7.31
55+996	2943.52	2951.17	14.95	7.65	7.30
56+011	2942.71	2950.28	14.83	7.57	7.26
56+026	2941.81	2949.78	14.88	7.97	6.91
56+041	2941.05	2949.09	14.19	8.04	6.15
56+056	2940.61	2948.30	14.73	7.69	7.04
56+071	2939.90	2947.59	14.33	7.69	6.64
56+086	2939.36	2947.40	13.95	8.04	5.91
56+101	2939.31	2947.57	13.07	8.26	4.81
56+116	2939.34	2947.91	11.97	8.57	3.40
56+131	2939.55	2948.32	11.01	8.77	2.24
56+146	2939.48	2947.81	10.84	8.33	2.51
56+161	2939.54	2947.42	10.61	7.88	2.73
56+176	2939.49	2946.85	10.16	7.36	2.80
56+191	2939.30	2947.60	10.29	8.30	1.99

56+206	2939.07	2946.26	10.88	7.19	3.69
56+221	2938.85	2945.54	10.89	6.69	4.20
56+236	2939.06	2946.98	12.55	7.92	4.63
56+251	2938.89	2947.15	13.54	8.26	5.28
56+266	2938.32	2946.86	14.22	8.54	5.68
56+281	2937.90	2944.22	14.70	6.32	8.38
56+296	2937.62	2943.48	14.33	5.86	8.47
56+311	2936.80	2943.07	14.79	6.27	8.52
56+326	2936.27	2943.79	14.39	7.52	6.87
56+341	2936.23	2942.97	13.60	6.74	6.86
56+356	2936.77	2941.72	12.14	4.95	7.19
56+371	2936.65	2943.52	11.70	6.87	4.83
56+386	2935.82	2941.84	11.33	6.02	5.31
56+401	2935.49	2942.77	10.76	7.28	3.48
56+416	2934.94	2942.70	10.96	7.76	3.20
56+431	2934.52	2941.31	10.13	6.79	3.34
56+446	2934.26	2940.93	9.59	6.67	2.92
56+461	2934.20	2941.71	8.23	7.51	0.72
56+476	2934.24	2941.91	9.29	7.67	1.62
56+491	2934.21	2940.82	9.60	6.61	2.99
56+506	2934.13	2939.99	9.42	5.86	3.56
56+521	2934.22	2939.95	9.59	5.73	3.86
56+536	2934.14	2939.97	10.05	5.83	4.22
56+551	2934.73	2940.41	9.51	5.68	3.83
56+566	2934.49	2940.72	9.35	6.23	3.12
56+581	2934.18	2940.94	8.54	6.76	1.78
56+596	2933.64	2941.10	8.83	7.46	1.37
56+611	2933.26	2940.77	9.18	7.51	1.67
56+626	2932.99	2939.91	9.85	6.92	2.93
56+641	2932.13	2938.20	9.95	6.07	3.88
56+656	2932.13	2937.71	10.05	5.58	4.47
56+671	2931.84	2937.25	10.74	5.41	5.33
56+686	2931.62	2936.81	11.37	5.19	6.18
56+701	2931.24	2935.96	11.55	4.72	6.83
56+716	2929.96	2934.46	11.26	4.50	6.76
56+731	2928.00	2933.09	11.63	5.09	6.54
56+746	2926.62	2932.63	11.47	6.01	5.46
56+761	2925.49	2931.87	10.82	6.38	4.44
56+776	2924.67	2934.03	11.40	9.36	2.04
56+791	2923.61	2931.23	12.57	7.62	4.95
56+806	2922.61	2930.22	13.40	7.61	5.79
56+821	2921.54	2929.02	13.78	7.48	6.30
56+836	2920.58	2927.80	13.21	7.22	5.99
56+851	2919.87	2927.13	13.08	7.26	5.82
56+866	2922.50	2930.43	9.80	7.93	1.87
56+881	2924.99	2931.28	9.15	6.29	2.86
56+896	2924.99	2931.43	8.81	6.44	2.37
56+911	2923.07	2930.63	9.39	7.56	1.83
56+926	2922.00	2929.02	10.58	7.02	3.56
56+941	2920.65	2928.69	11.43	8.04	3.39

56+956	2922.53	2930.37	10.17	7.84	2.33
56+971	2924.49	2931.16	9.71	6.67	3.04
56+986	2925.90	2931.62	9.28	5.72	3.56
57+001	2925.77	2931.93	9.22	6.16	3.06
57+016	2925.00	2931.84	9.57	6.84	2.73
57+031	2923.99	2931.49	10.04	7.50	2.54
57+046	2924.06	2931.93	10.72	7.87	2.85
57+061	2926.50	2934.12	12.53	7.62	4.91
57+076	2927.63	2935.78	15.34	8.15	7.19
57+091	2927.73	2936.27	15.13	8.54	6.59
57+106	2926.90	2934.75	15.14	7.85	7.29
57+121	2925.70	2933.82	12.55	8.12	4.43
57+136	2925.05	2933.79	12.62	8.74	3.88
57+151	2924.13	2933.87	13.27	9.74	3.53
57+166	2923.59	2933.63	14.35	10.04	4.31
57+181	2923.04	2931.92	14.20	8.88	5.32
57+196	2922.51	2930.85	14.49	8.34	6.15
57+211	2921.71	2930.03	14.51	8.32	6.19
57+226	2922.00	2929.20	14.06	7.20	6.86
57+241	2922.61	2931.49	11.55	8.88	2.67
57+256	2924.01	2931.87	10.84	7.86	2.98
57+271	2925.24	2932.35	11.55	7.11	4.44
57+286	2926.23	2932.16	10.62	5.93	4.69
57+301	2926.18	2932.37	10.40	6.19	4.21
57+316	2925.02	2931.93	10.34	6.91	3.43
57+331	2924.01	2931.80	10.12	7.79	2.33
57+346	2923.00	2931.54	9.93	8.54	1.39
57+361	2922.50	2931.34	10.46	8.84	1.62
57+376	2921.62	2931.23	12.46	9.61	2.85
57+391	2921.12	2931.09	13.11	9.97	3.14
57+406	2920.52	2929.97	13.82	9.45	4.37
57+421	2920.00	2928.61	13.90	8.61	5.29
57+436	2919.52	2927.75	13.73	8.23	5.50
57+451	2919.04	2927.43	13.08	8.39	4.69
57+466	2919.00	2927.46	12.70	8.46	4.24
57+481	2918.66	2927.95	11.92	9.29	2.63
57+496	2918.15	2927.77	11.87	9.62	2.25
57+511	2917.99	2927.57	11.81	9.58	2.23
57+526	2917.62	2927.38	12.31	9.76	2.55
57+541	2917.75	2927.00	13.02	9.25	3.77
57+556	2919.00	2928.64	14.76	9.64	5.12
57+571	2918.04	2925.62	15.22	7.58	7.64
57+586	2918.50	2925.11	13.71	6.61	7.10
57+601	2918.77	2930.35	14.63	11.58	3.05
57+616	2919.00	2926.85	15.59	7.85	7.74
57+631	2919.31	2926.15	15.48	6.84	8.64
57+646	2919.29	2928.28	14.50	8.99	5.51
57+661	2918.66	2927.33	14.67	8.67	6.00
57+676	2918.00	2923.96	13.73	5.96	7.77
57+691	2917.00	2922.88	13.02	5.88	7.14

57+706	2916.50	2921.90	12.39	5.40	6.99
57+721	2913.51	2918.81	11.98	5.30	6.68
57+736	2912.06	2917.33	11.79	5.27	6.52
57+751	2910.99	2916.23	11.66	5.24	6.42
57+766	2910.49	2916.46	10.99	5.97	5.02
57+781	2911.00	2917.50	9.61	6.50	3.11
57+796	2911.51	2918.85	9.34	7.34	2.00
57+811	2911.77	2919.49	10.02	7.72	2.30
57+826	2912.50	2920.07	10.92	7.57	3.35
57+841	2913.18	2920.43	11.70	7.25	4.45
57+856	2913.09	2920.70	12.92	7.61	5.31
57+871	2912.69	2919.63	13.03	6.94	6.09
57+886	2911.68	2918.66	13.61	6.98	6.63
57+901	2910.50	2918.91	13.27	8.41	4.86
57+916	2908.98	2917.53	14.76	8.55	6.21
57+931	2907.99	2918.52	13.59	10.53	3.06
57+946	2906.68	2914.17	15.55	7.49	8.06
57+961	2905.31	2913.24	15.29	7.93	7.36
57+976	2905.00	2911.75	13.87	6.75	7.12
57+991	2904.61	2911.98	13.65	7.37	6.28
58+006	2904.50	2911.85	13.31	7.35	5.96
58+021	2904.18	2912.17	13.08	7.99	5.09
58+036	2903.76	2911.73	12.69	7.97	4.72
58+051	2903.53	2911.70	12.78	8.17	4.61
58+066	2903.49	2911.70	12.25	8.21	4.04
58+081	2903.30	2912.32	12.04	9.02	3.02
Promedio	2930.05	2937.53	12.04	7.48	4.56

Fuente: Elaborado por los autores

Al reemplazar la fórmula, se obtuvo una socavación total de

$$Y_2 = 0.177 * \left(\frac{4340.10^6 * 27.50}{109.02^6 * 5.5^3} \right)^{\frac{1}{7}}$$

$$Y_2 = 12.04$$

Además, se obtuvo el tirante normal

$$Y_n = 2937.53 - 2930.05$$

$$Y_n = 7.48 \text{ m}$$

Luego de obtener los datos, se reemplazaron en la fórmula de altura de socavación. Se obtuvo como resultado

$$Y_s = 12.04 - 7.48$$

$$Y_s = 4.56 \text{ m}$$

La altura de socavación fue de 4.56 m, pero por seguridad se consideró la profundidad de socavación a 5.00 m.

Altura de dique (Hd)

Para determinar el cálculo del prediseño de la defensa ribereña, se utilizó la siguiente fórmula:

$$H_d = Y_n + (Bl)$$

Hd= Altura de dique (m).

Yn= Tirante normal (m).

Bl= Borde libre (m).

Cálculo de borde libre (Bl)

$$Bl = f * e$$

Cálculo de energía de velocidad (e)

$$e = \frac{v^2}{2g}$$

Bl= Borde libre (m).

f= Coeficiente en función a la máx. descarga y pendiente.

e= Energía de velocidad.

V= velocidad promedio (m/s).

g= gravedad.

Se reemplazaron los datos $V= 8.40 \text{ m/s}$ y $g= 9.81\text{m/s}^2$ en la fórmula de la energía de velocidad.

$$e = \frac{8.40^2}{2 * 9.81}$$

$$e = 3.60$$

En la siguiente tabla 36, se determinó el coeficiente en función de la máxima descarga.

Tabla 36
Coeficiente en función al máx. descarga

MÁXIMA DESCARGA (m ³ /s)	VALOR DEL COEFICIENTE (f)
3,000 - 4,000	2
2,000 - 3,000	1.7
1,000 - 2,000	1.4
500 - 1,000	1.2
100 - 500	1.1

Fuente: Terán A. Rubén. "Diseño de Defensas Ribereñas".

A continuación, se reemplazaron los datos en la fórmula de borde libre: $f= 1.7$ y $e= 3.60$.

$$Bl = 1.7 * 3.60$$

$$Bl = 6.11 \Rightarrow 6.20 \text{ m}$$

Se reemplazaron el borde libre y el tirante normal en la fórmula de la altura de socavación.

$$Hd = Yn + (Bl)$$

$$Hd = 6.8 + 6.20$$

$$Hd = 13 \text{ m}$$

Con los resultados, se realizó la gráfica del perfil de la defensa ribereña aguas arriba con los datos de la tabla 37.

Tabla 37

Perfil de defensa ribereña para el tramo aguas arriba

Distancia	Fondo	Altura	Cota	Distancia	Fondo	Altura	Cota
0	2948.0026	13.00	2961.0026	660	2927.0062	13.00	2940.0062
15	2947.0109	13.00	2960.0109	675	2926.4808	13.00	2939.4808
30	2945.0039	13.00	2958.0039	690	2927.5015	13.00	2940.5015
45	2943.4819	13.00	2956.4819	705	2928.4957	13.00	2941.4957
60	2941.4890	13.00	2954.4890	720	2928.9910	13.00	2941.9910
75	2940.7167	13.00	2953.7167	735	2929.0036	13.00	2942.0036
90	2941.5605	13.00	2954.5605	750	2928.9979	13.00	2941.9979
105	2942.9879	13.00	2955.9879	765	2928.7429	13.00	2941.7429
120	2943.2332	13.00	2956.2332	780	2927.7647	13.00	2940.7647
135	2943.1932	13.00	2956.1932	795	2927.2103	13.00	2940.2103
150	2942.8130	13.00	2955.8130	810	2926.9132	13.00	2939.9132
165	2942.3168	13.00	2955.3168	825	2926.6136	13.00	2939.6136
180	2941.0138	13.00	2954.0138	840	2926.4879	13.00	2939.4879
195	2938.9515	13.00	2951.9515	855	2925.6483	13.00	2938.6483
210	2936.4895	13.00	2949.4895	870	2925.5206	13.00	2938.5206
225	2934.6432	13.00	2947.6432	885	2925.0368	13.00	2938.0368
240	2935.4966	13.00	2948.4966	900	2924.4976	13.00	2937.4976
255	2936.7833	13.00	2949.7833	915	2925.0005	13.00	2938.0005
270	2937.6624	13.00	2950.6624	930	2925.2654	13.00	2938.2654
285	2938.1186	13.00	2951.1186	945	2925.4984	13.00	2938.4984
300	2938.3676	13.00	2951.3676	960	2925.2679	13.00	2938.2679
315	2938.4077	13.00	2951.4077	975	2925.0241	13.00	2938.0241
330	2938.1891	13.00	2951.1891	990	2925.4939	13.00	2938.4939
345	2937.9820	13.00	2950.9820	1005	2924.4983	13.00	2937.4983
360	2937.7190	13.00	2950.7190	1020	2922.5038	13.00	2935.5038
375	2937.6769	13.00	2950.6769	1035	2921.1342	13.00	2934.1342
390	2937.2136	13.00	2950.2136	1050	2921.5007	13.00	2934.5007
405	2936.7099	13.00	2949.7099	1065	2921.3889	13.00	2934.3889
420	2937.2529	13.00	2950.2529	1080	2922.2757	13.00	2935.2757
435	2937.9841	13.00	2950.9841	1095	2922.6853	13.00	2935.6853
450	2938.0097	13.00	2951.0097	1110	2922.6881	13.00	2935.6881
465	2937.9950	13.00	2950.9950	1125	2921.5054	13.00	2934.5054
480	2936.9993	13.00	2949.9993	1140	2920.4985	13.00	2933.4985
495	2936.5124	13.00	2949.5124	1155	2919.9980	13.00	2932.9980
510	2935.0017	13.00	2948.0017	1170	2920.0087	13.00	2933.0087
525	2934.0033	13.00	2947.0033	1185	2919.8560	13.00	2932.8560
540	2934.0045	13.00	2947.0045	1200	2919.7588	13.00	2932.7588
555	2933.5084	13.00	2946.5084	1215	2919.2291	13.00	2932.2291
570	2933.0006	13.00	2946.0006	1230	2918.2357	13.00	2931.2357
585	2931.9976	13.00	2944.9976	1245	2917.2107	13.00	2930.2107
600	2931.5464	13.00	2944.5464	1260	2915.7413	13.00	2928.7413
615	2930.9969	13.00	2943.9969	1275	2915.0224	13.00	2928.0224
630	2930.5303	13.00	2943.5303	1290	2914.7857	13.00	2927.7857
645	2928.4919	13.00	2941.4919	1305	2914.7552	13.00	2927.7552

Distancia	Fondo	Altura	Cota	Distancia	Fondo	Altura	Cota
1320	2914.5035	13.00	2927.5035	1980	2911.0018	13.00	2924.0018
1335	2914.4979	13.00	2927.4979	1995	2908.9971	13.00	2921.9971
1350	2913.9968	13.00	2926.9968	2010	2909.0008	13.00	2922.0008
1365	2911.5179	13.00	2924.5179	2025	2907.9991	13.00	2920.9991
1380	2909.9876	13.00	2922.9876	2040	2907.4971	13.00	2920.4971
1395	2909.9904	13.00	2922.9904	2055	2906.5039	13.00	2919.5039
1410	2912.2722	13.00	2925.2722	2070	2905.9961	13.00	2918.9961
1425	2912.3117	13.00	2925.3117	2085	2905.5055	13.00	2918.5055
1440	2910.5039	13.00	2923.5039	2100	2905.4952	13.00	2918.4952
1455	2908.9978	13.00	2921.9978	2115	2905.4980	13.00	2918.4980
1470	2909.5634	13.00	2922.5634	2130	2905.7742	13.00	2918.7742
1485	2910.9981	13.00	2923.9981	2145	2905.9996	13.00	2918.9996
1500	2912.5002	13.00	2925.5002	2160	2906.3764	13.00	2919.3764
1515	2912.9968	13.00	2925.9968	2175	2906.6801	13.00	2919.6801
1530	2912.7666	13.00	2925.7666	2190	2906.2313	13.00	2919.2313
1545	2912.0112	13.00	2925.0112	2205	2905.7598	13.00	2918.7598
1560	2912.4964	13.00	2925.4964	2220	2905.2196	13.00	2918.2196
1575	2912.5584	13.00	2925.5584	2235	2904.4983	13.00	2917.4983
1590	2914.5061	13.00	2927.5061	2250	2902.5026	13.00	2915.5026
1605	2915.0317	13.00	2928.0317	2265	2901.0063	13.00	2914.0063
1620	2914.7295	13.00	2927.7295	2280	2899.5215	13.00	2912.5215
1635	2914.0030	13.00	2927.0030	2295	2899.0027	13.00	2912.0027
1650	2913.5032	13.00	2926.5032	2310	2897.9975	13.00	2910.9975
1665	2912.9951	13.00	2925.9951	2325	2899.0001	13.00	2912.0001
1680	2914.0010	13.00	2927.0010	2340	2900.2567	13.00	2913.2567
1695	2913.9971	13.00	2926.9971	2355	2900.8477	13.00	2913.8477
1710	2915.0012	13.00	2928.0012	2370	2900.8611	13.00	2913.8611
1725	2914.4904	13.00	2927.4904	2385	2900.5012	13.00	2913.5012
1740	2913.5053	13.00	2926.5053	2400	2899.7498	13.00	2912.7498
1755	2912.9917	13.00	2925.9917	2415	2898.6789	13.00	2911.6789
1770	2911.4991	13.00	2924.4991	2430	2897.6000	13.00	2910.6000
1785	2912.0101	13.00	2925.0101	2445	2895.9799	13.00	2908.9799
1800	2912.2381	13.00	2925.2381	2460	2895.0153	13.00	2908.0153
1815	2913.3559	13.00	2926.3559	2475	2893.6755	13.00	2906.6755
1830	2913.5028	13.00	2926.5028	2490	2892.3077	13.00	2905.3077
1845	2913.2915	13.00	2926.2915	2505	2892.0140	13.00	2905.0140
1860	2911.9975	13.00	2924.9975	2520	2891.6088	13.00	2904.6088
1875	2909.9983	13.00	2922.9983	2535	2891.4992	13.00	2904.4992
1890	2910.0005	13.00	2923.0005	2550	2891.4968	13.00	2904.4968
1905	2910.5018	13.00	2923.5018	2565	2890.9963	13.00	2903.9963
1920	2910.5002	13.00	2923.5002	2580	2891.0002	13.00	2904.0002
1935	2911.0011	13.00	2924.0011	2595	2890.5002	13.00	2903.5002
1950	2910.5044	13.00	2923.5044	2610	2890.4990	13.00	2903.4990
1965	2911.5004	13.00	2924.5004				

Fuente: Elaborado por los autores

Se presenta, a continuación, la gráfica de aguas arriba.

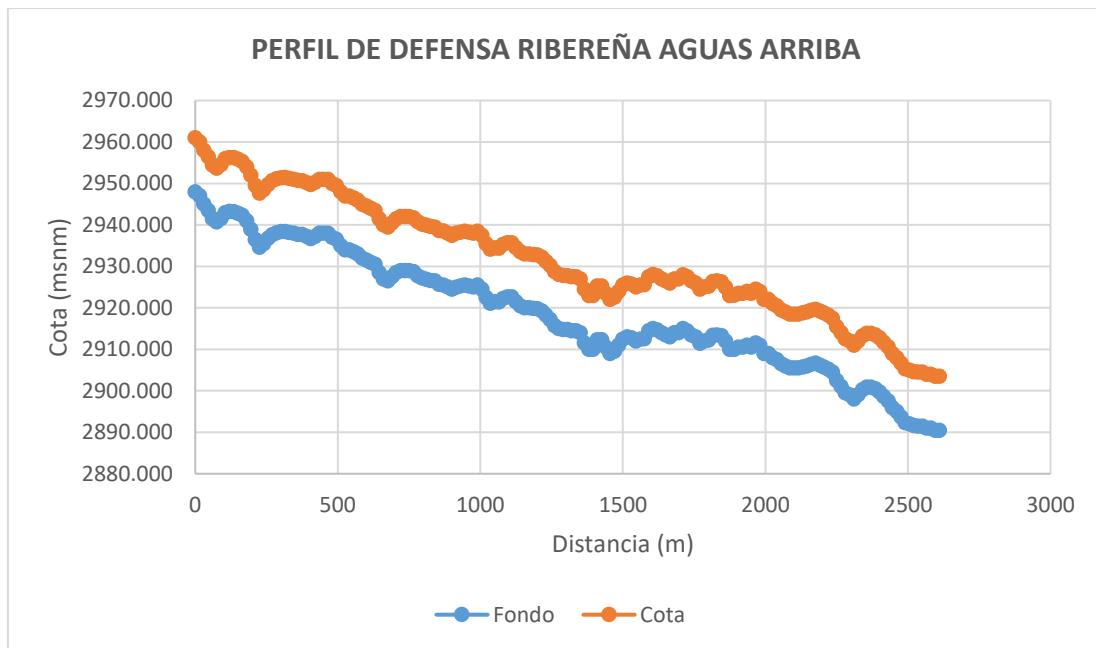


Figura 113. Gráfica del perfil defensa ribereñas aguas arriba
Fuente: Elaborado por los autores

Los perfiles de encauzamiento del margen derecho e izquierdo de la defensa ribereña se encuentran, respectivamente, en la tabla 38 y en la tabla 39.

Tabla 38

Perfil de muro de encauzamiento del margen derecho de la defensa ribereña

MARGEN DERECHA				MARGEN DERECHA			
Distancia	Cota	Fondo	Altura	Distancia	Cota	Fondo	Altura
0	2959.7000	2952.0300	7.67	660	2949.9520	2942.0220	7.93
15	2959.5000	2951.5000	8.00	675	2948.4807	2940.8807	7.60
30	2958.4000	2951.4200	6.98	690	2947.4970	2939.8970	7.60
45	2956.8168	2947.9368	8.88	705	2945.8900	2939.0000	6.89
60	2959.4300	2951.7500	7.68	720	2948.8900	2941.4700	7.42
75	2956.9464	2949.6764	7.27	735	2948.7600	2942.3100	6.45
90	2958.7000	2952.3000	6.40	750	2947.7800	2941.7700	6.01
105	2958.4500	2951.6700	6.78	765	2950.0200	2943.0100	7.01
120	2959.4000	2952.5100	6.89	780	2949.2300	2941.9400	7.29
135	2958.5069	2951.9969	6.51	795	2948.2100	2940.8300	7.38
150	2958.9479	2953.3479	5.60	810	2946.3400	2940.8600	5.48
165	2958.3908	2954.0508	4.34	825	2943.8900	2938.8500	5.04
180	2957.3038	2953.0838	4.22	840	2943.8400	2938.3800	5.46
195	2956.3863	2951.8963	4.49	855	2944.6300	2937.9600	6.67
210	2955.5068	2950.1968	5.31	870	2944.4500	2938.4100	6.04
225	2954.9562	2948.3962	6.56	885	2943.9400	2939.5600	4.38
240	2954.9376	2948.8476	6.09	900	2943.3400	2937.4000	5.94
255	2953.9979	2947.5379	6.46	915	2943.8700	2938.5000	5.37
270	2953.7620	2947.7220	6.04	930	2946.3200	2939.8300	6.49
285	2953.9528	2948.3428	5.61	945	2950.3400	2943.4100	6.93
300	2954.3470	2948.6570	5.69	960	2950.3400	2944.1300	6.21
315	2953.4515	2947.6215	5.83	975	2944.4300	2938.2200	6.21
330	2953.4933	2947.1733	6.32	990	2942.4500	2935.6600	6.79
345	2954.7500	2948.1800	6.57	1005	2941.5600	2934.7400	6.82
360	2954.2100	2946.7900	7.42	1020	2940.3200	2934.4000	5.92
375	2954.6500	2946.9600	7.69	1035	2939.4800	2934.2000	5.28
390	2954.8589	2946.8089	8.05	1050	2938.4300	2933.1500	5.28
405	2955.5709	2947.2909	8.28	1065	2936.7009	2931.8609	4.84
420	2956.4850	2948.5450	7.94	1080	2937.8700	2932.9500	4.92
435	2957.8204	2949.9004	7.92	1095	2938.3817	2932.8817	5.50
450	2958.3098	2950.5498	7.76	1110	2939.6924	2933.6224	6.07
465	2958.4385	2951.1885	7.25	1125	2939.0022	2932.3222	6.68
480	2957.8532	2950.8732	6.98	1140	2939.0078	2932.3378	6.67
495	2956.4503	2949.4003	7.05	1155	2937.9962	2931.8762	6.12
510	2956.4335	2949.6735	6.76	1170	2937.2282	2931.8082	5.42
525	2956.4213	2949.5413	6.88	1185	2936.4812	2931.5012	4.98
540	2954.9436	2948.1136	6.83	1200	2934.1659	2929.4059	4.76
555	2954.4150	2947.1650	7.25	1215	2933.4231	2928.9431	4.48
570	2953.8629	2946.5229	7.34	1230	2931.4629	2927.4329	4.03
585	2953.4567	2946.4667	6.99	1245	2929.3922	2925.5022	3.89
600	2953.4912	2946.4312	7.06	1260	2930.2300	2925.7400	4.49
615	2952.7288	2945.2488	7.48	1275	2932.3800	2926.9500	5.43
630	2951.4588	2943.6588	7.80	1290	2929.4300	2923.6300	5.80
645	2950.8436	2942.4936	8.35	1305	2927.6700	2919.1800	8.49

MARGEN DERECHA				MARGEN DERECHA			
Distancia	Cota	Fondo	Altura	Distancia	Cota	Fondo	Altura
1320	2927.8700	2921.1200	6.75	1980	2928.9964	2921.2964	7.70
1335	2928.3853	2921.6753	6.71	1995	2928.0030	2919.8930	8.11
1350	2931.4380	2924.8180	6.62	2010	2927.4158	2918.5258	8.89
1365	2932.5577	2926.0877	6.47	2025	2926.4255	2917.3455	9.08
1380	2933.4429	2926.8329	6.61	2040	2924.8151	2916.0051	8.81
1395	2932.2428	2925.1628	7.08	2055	2923.4839	2914.5539	8.93
1410	2931.4655	2925.9355	5.53	2070	2922.4870	2914.2670	8.22
1425	2930.3555	2924.6355	5.72	2085	2923.8900	2915.3300	8.56
1440	2929.9446	2923.1846	6.76	2100	2932.4800	2925.8200	6.66
1455	2930.6907	2924.4807	6.21	2115	2924.6500	2918.6700	5.98
1470	2932.4136	2925.4036	7.01	2130	2923.8900	2913.5200	10.37
1485	2933.4780	2926.4580	7.02	2145	2930.1200	2923.2300	6.89
1500	2934.7742	2928.8742	5.90	2160	2931.3000	2925.3600	5.94
1515	2934.8627	2929.9127	4.95	2175	2921.8600	2913.9500	7.91
1530	2942.2354	2936.8354	5.40	2190	2921.7800	2914.0300	7.75
1545	2948.2806	2942.2306	6.05	2205	2920.5400	2915.3200	5.22
1560	2953.1230	2946.5930	6.53	2220	2916.8700	2911.6500	5.22
1575	2950.0360	2942.9960	7.04	2235	2916.0882	2911.2782	4.81
1590	2950.7158	2944.0258	6.69	2250	2917.1460	2912.3660	4.78
1605	2945.8457	2938.7957	7.05	2265	2918.5096	2913.7696	4.74
1620	2941.9823	2934.5523	7.43	2280	2919.1942	2914.4342	4.76
1635	2934.8757	2927.9557	6.92	2295	2921.8286	2916.3086	5.52
1650	2931.3131	2923.8431	7.47	2310	2923.0008	2916.5708	6.43
1665	2928.9444	2920.8344	8.11	2325	2923.0011	2916.4211	6.58
1680	2932.0900	2923.4300	8.66	2340	2924.4620	2917.5120	6.95
1695	2930.8900	2922.0000	8.89	2355	2925.4263	2918.7363	6.69
1710	2930.8900	2923.0100	7.88	2370	2924.9900	2918.6300	6.36
1725	2930.0200	2922.6200	7.40	2385	2925.2309	2918.5909	6.64
1740	2930.0000	2922.5700	7.43	2400	2924.5982	2918.5082	6.09
1755	2929.8600	2923.4000	6.46	2415	2923.2400	2917.1900	6.05
1770	2934.8900	2926.9000	7.99	2430	2922.0073	2914.6173	7.39
1785	2933.1849	2926.1549	7.03	2445	2920.7456	2913.2156	7.53
1800	2934.1792	2927.9492	6.23	2460	2919.3391	2909.9091	9.43
1815	2934.6905	2929.3505	5.34	2475	2918.4841	2911.9241	6.56
1830	2935.7547	2930.3647	5.39	2490	2916.9747	2909.9547	7.02
1845	2935.2498	2928.9498	6.30	2505	2916.1875	2910.1575	6.03
1860	2935.8745	2929.0445	6.83	2520	2915.4874	2908.8274	6.66
1875	2935.9717	2928.4217	7.55	2535	2915.2525	2908.5625	6.69
1890	2935.0015	2927.1515	7.85	2550	2913.9809	2906.4709	7.51
1905	2934.4402	2925.8402	8.60	2565	2912.8600	2905.4200	7.44
1920	2932.6580	2923.7780	8.88	2580	2912.4923	2904.9023	7.59
1935	2931.7710	2923.4210	8.35	2595	2912.8564	2905.3564	7.50
1950	2931.0411	2923.3711	7.67	2610	2912.8370	2904.7670	8.07
1965	2929.9719	2922.5619	7.41	-	-	-	-

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 39

Altura de muro de encauzamiento del margen izquierdo de la defensa

MARGEN IZQUIERDA				MARGEN IZQUIERDA			
Distancia	Cota	Fondo	Altura	Distancia	Cota	Fondo	Altura
0	2974.9694	2967.2994	7.67	660	2950.1410	2942.2110	7.93
15	2975.4023	2967.4023	8.00	675	2949.9126	2942.3126	7.60
30	2974.2818	2967.3018	6.98	690	2951.7374	2944.1374	7.60
45	2972.8911	2964.0111	8.88	705	2952.3995	2945.5095	6.89
60	2971.1603	2963.4803	7.68	720	2954.2037	2946.7837	7.42
75	2968.1858	2960.9158	7.27	735	2955.1145	2948.6645	6.45
90	2967.9745	2961.5745	6.40	750	2955.8337	2949.8237	6.01
105	2966.3078	2959.5278	6.78	765	2956.4850	2949.4750	7.01
120	2963.9040	2957.0140	6.89	780	2957.3539	2950.0639	7.29
135	2963.7883	2957.2783	6.51	795	2957.7158	2950.3358	7.38
150	2961.5440	2955.9440	5.60	810	2957.5676	2952.0876	5.48
165	2958.9330	2954.5930	4.34	825	2957.4227	2952.3827	5.04
180	2956.4778	2952.2578	4.22	840	2958.2764	2952.8164	5.46
195	2955.4673	2950.9773	4.49	855	2958.2697	2951.5997	6.67
210	2955.6436	2950.3336	5.31	870	2958.8373	2952.7973	6.04
225	2955.0000	2948.4400	6.56	885	2959.5179	2955.1379	4.38
240	2954.8644	2948.7744	6.09	900	2960.6099	2954.6699	5.94
255	2954.6843	2948.2243	6.46	915	2961.4322	2956.0622	5.37
270	2954.7454	2948.7054	6.04	930	2961.8729	2955.3829	6.49
285	2954.3062	2948.6962	5.61	945	2961.7846	2954.8546	6.93
300	2953.8148	2948.1248	5.69	960	2961.1307	2954.9207	6.21
315	2954.4064	2948.5764	5.83	975	2958.5860	2952.3760	6.21
330	2954.9529	2948.6329	6.32	990	2955.9358	2949.1458	6.79
345	2956.0150	2949.4450	6.57	1005	2950.3320	2943.5120	6.82
360	2955.9322	2948.5122	7.42	1020	2946.3100	2940.3900	5.92
375	2955.9844	2948.2944	7.69	1035	2945.8303	2940.5503	5.28
390	2956.0044	2947.9544	8.05	1050	2944.3657	2939.0857	5.28
405	2956.4981	2948.2181	8.28	1065	2942.9529	2938.1129	4.84
420	2956.4959	2948.5559	7.94	1080	2942.5097	2937.5897	4.92
435	2955.4480	2947.5280	7.92	1095	2942.5411	2937.0411	5.50
450	2954.9779	2947.2179	7.76	1110	2942.9925	2936.9225	6.07
465	2953.9155	2946.6655	7.25	1125	2942.2583	2935.5783	6.68
480	2953.0551	2946.0751	6.98	1140	2942.4040	2935.7340	6.67
495	2952.3922	2945.3422	7.05	1155	2942.6746	2936.5546	6.12
510	2951.4128	2944.6528	6.76	1170	2941.5189	2936.0989	5.42
525	2950.4224	2943.5424	6.88	1185	2938.3478	2933.3678	4.98
540	2949.8388	2943.0088	6.83	1200	2935.1219	2930.3619	4.76
555	2949.1184	2941.8684	7.25	1215	2931.7674	2927.2874	4.48
570	2948.8008	2941.4608	7.34	1230	2931.1150	2927.0850	4.03
585	2947.8631	2940.8731	6.99	1245	2932.8068	2928.9168	3.89
600	2947.7744	2940.7144	7.06	1260	2933.6967	2929.2067	4.49
615	2948.6630	2941.1830	7.48	1275	2934.7753	2929.3453	5.43
630	2949.1899	2941.3899	7.80	1290	2935.8950	2930.0950	5.80
645	2949.4688	2941.1188	8.35	1305	2937.2519	2928.7619	8.49

MARGEN IZQUIERDA				MARGEN IZQUIERDA			
Distancia	Cota	Fondo	Altura	Distancia	Cota	Fondo	Altura
1320	2937.2176	2930.4676	6.75	1980	2930.3767	2922.6767	7.70
1335	2937.2466	2930.5366	6.71	1995	2931.1241	2923.0141	8.11
1350	2937.9014	2931.2814	6.62	2010	2931.9119	2923.0219	8.89
1365	2938.6494	2932.1794	6.47	2025	2932.9843	2923.9043	9.08
1380	2939.0983	2932.4883	6.61	2040	2934.4539	2925.6439	8.81
1395	2938.3709	2931.2909	7.08	2055	2935.4553	2926.5253	8.93
1410	2937.2614	2931.7314	5.53	2070	2936.2733	2928.0533	8.22
1425	2933.6874	2927.9674	5.72	2085	2936.6788	2928.1188	8.56
1440	2927.5408	2920.7808	6.76	2100	2937.6077	2930.9477	6.66
1455	2928.4036	2922.1936	6.21	2115	2938.2172	2932.2372	5.98
1470	2928.9239	2921.9139	7.01	2130	2936.7764	2926.4064	10.37
1485	2929.3534	2922.3334	7.02	2145	2934.9490	2928.0590	6.89
1500	2929.3158	2923.4158	5.90	2160	2933.5885	2927.6485	5.94
1515	2928.9588	2924.0088	4.95	2175	2931.2681	2923.3581	7.91
1530	2928.6323	2923.2323	5.40	2190	2921.8600	2914.1100	7.75
1545	2928.5170	2922.4670	6.05	2205	2926.3026	2921.0826	5.22
1560	2945.4500	2938.9200	6.53	2220	2922.7131	2917.4931	5.22
1575	2950.2400	2943.2000	7.04	2235	2921.0791	2916.2691	4.81
1590	2945.0000	2938.3100	6.69	2250	2919.2435	2914.4635	4.78
1605	2943.0100	2935.9600	7.05	2265	2918.5914	2913.8514	4.74
1620	2933.5213	2926.0913	7.43	2280	2917.5984	2912.8384	4.76
1635	2935.5573	2928.6373	6.92	2295	2916.4436	2910.9236	5.52
1650	2936.7649	2929.2949	7.47	2310	2920.5600	2914.1300	6.43
1665	2938.0416	2929.9316	8.11	2325	2920.6700	2914.0900	6.58
1680	2939.9871	2931.3271	8.66	2340	2918.5600	2911.6100	6.95
1695	2941.6356	2932.7456	8.89	2355	2918.0200	2911.3300	6.69
1710	2943.0074	2935.1274	7.88	2370	2918.0000	2911.6400	6.36
1725	2945.6528	2938.2528	7.40	2385	2918.0000	2911.3600	6.64
1740	2947.0981	2939.6681	7.43	2400	2918.7600	2912.6700	6.09
1755	2947.1839	2940.7239	6.46	2415	2920.4500	2914.4000	6.05
1770	2946.0246	2938.0346	7.99	2430	2920.0000	2912.6100	7.39
1785	2944.1029	2937.0729	7.03	2445	2917.5600	2910.0300	7.53
1800	2942.3529	2936.1229	6.23	2460	2915.3400	2905.9100	9.43
1815	2939.1612	2933.8212	5.34	2475	2910.6693	2904.1093	6.56
1830	2935.5308	2930.1408	5.39	2490	2910.5199	2903.4999	7.02
1845	2931.8447	2925.5447	6.30	2505	2910.4902	2904.4602	6.03
1860	2930.8699	2924.0399	6.83	2520	2910.3206	2903.6606	6.66
1875	2927.8923	2920.3423	7.55	2535	2910.3597	2903.6697	6.69
1890	2926.4944	2918.6444	7.85	2550	2909.9226	2902.4126	7.51
1905	2925.9353	2917.3353	8.60	2565	2909.9402	2902.5002	7.44
1920	2926.1050	2917.2250	8.88	2580	2909.1893	2901.5993	7.59
1935	2926.8798	2918.5298	8.35	2595	2908.8666	2901.3666	7.50
1950	2927.5779	2919.9079	7.67	2610	2908.0093	2899.9393	8.07
1965	2928.4069	2920.9969	7.41	-	-	-	-

Fuente: Elaborado por los autores

Se presenta, a continuación, los siguientes gráficos del perfil de la defensa ribereña (margen derecha e izquierda).

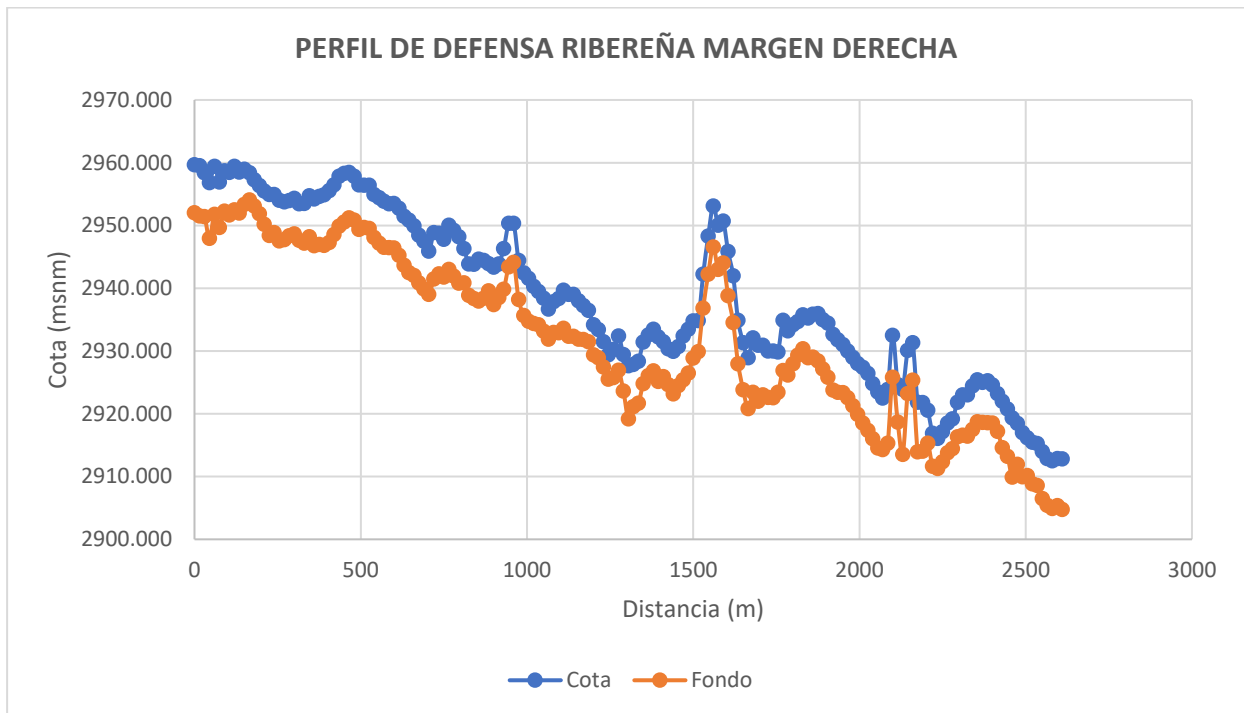


Figura 114. Gráfica del perfil de defensa ribereña margen derecha
Fuente: Elaborado por los autores

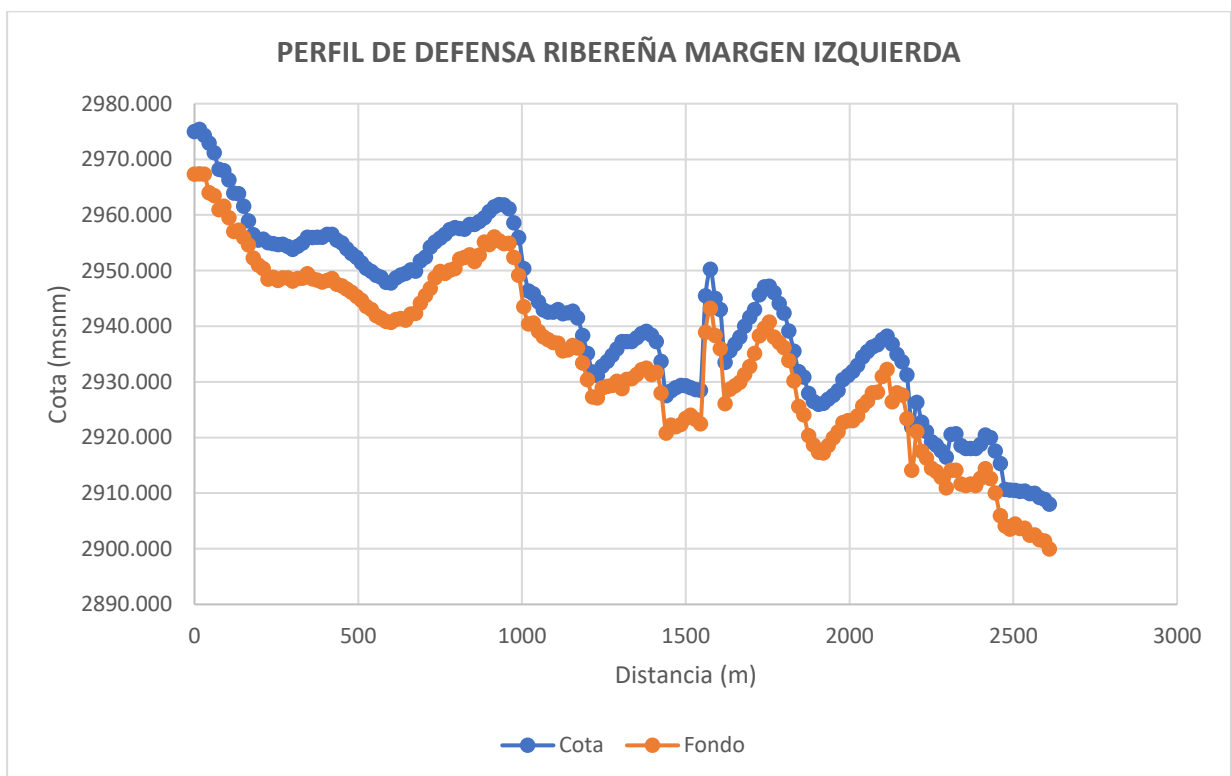


Figura 115. Gráfica del perfil de defensa ribereña margen izquierda
Fuente: Elaborado por los autores

A continuación, los resultados de las áreas de inundación se aprecian en la tabla 40.

Tabla 40
Área de inundación

N°	10 años Flow Área (m)	500 años Flow Área (m)	Área de inundación	N°	10 años Flow Área (m)	500 años Flow Área (m)	Área de inundación
1	349.06	296.46	-52.60	45	361.70	562.01	200.31
2	363.68	319.53	-44.15	46	358.94	536.68	177.74
3	366.40	333.58	-32.82	47	341.32	529.12	187.80
4	382.87	414.23	31.36	48	333.88	527.63	193.75
5	397.26	470.69	73.43	49	383.44	639.25	255.81
6	398.17	554.78	156.61	50	368.63	528.43	159.80
7	398.01	524.41	126.40	51	350.24	507.70	157.46
8	366.62	604.83	238.21	52	275.59	579.95	304.36
9	301.13	603.31	302.18	53	274.19	563.62	289.43
10	266.12	606.22	340.10	54	282.45	550.95	268.50
11	244.92	536.07	291.15	55	362.68	423.95	61.27
12	238.54	454.58	216.04	56	334.51	419.03	84.52
13	247.69	414.63	166.94	57	308.72	423.21	114.49
14	310.41	386.83	76.42	58	391.08	500.45	109.37
15	398.75	374.48	-24.27	59	334.98	472.97	137.99
16	401.65	380.43	-21.22	60	410.68	439.13	28.45
17	395.62	425.52	29.90	61	407.33	598.23	190.90
18	393.64	585.22	191.58	62	361.04	491.16	130.12
19	389.47	584.82	195.35	63	378.05	617.53	239.48
20	390.96	582.92	191.96	64	439.01	615.38	176.37
21	389.48	580.58	191.10	65	415.26	523.00	107.74
22	403.07	572.93	169.86	66	374.22	531.39	157.17
23	396.17	568.82	172.65	67	358.49	685.01	326.52
24	386.98	528.92	141.94	68	414.96	656.85	241.89
25	390.60	586.10	195.50	69	383.27	570.31	187.04
26	390.74	577.51	186.77	70	435.97	530.34	94.37
27	384.54	561.58	177.04	71	437.41	572.43	135.02
28	309.11	568.21	259.10	72	447.08	619.12	172.04
29	257.78	573.74	315.96	73	438.82	656.04	217.22
30	253.37	588.35	334.98	74	407.75	658.38	250.63
31	240.13	517.94	277.81	75	371.33	678.59	307.26
32	237.76	423.08	185.32	76	313.61	680.43	366.82
33	232.77	406.36	173.59	77	336.04	660.38	324.34
34	236.04	381.11	145.07	78	347.02	588.80	241.78
35	247.26	376.66	129.40	79	338.76	490.75	151.99
36	256.03	361.34	105.31	80	318.52	495.46	176.94
37	243.08	357.26	114.18	81	287.91	505.77	217.86
38	250.27	368.71	118.44	82	273.19	503.53	230.34
39	275.42	383.27	107.85	83	292.59	479.22	186.63
40	357.78	363.96	6.18	84	279.74	437.21	157.47
41	383.96	361.07	-22.89	85	393.24	413.43	20.19
42	379.23	381.77	2.54	86	276.63	429.93	153.30
43	372.05	423.35	51.30	87	266.67	426.14	159.47
44	374.88	485.99	111.11	88	249.57	618.30	368.73

N°	10 años Flow Área (m)	500 años Flow Área (m)	Área de inundación	N°	10 años Flow Área (m)	500 años Flow Área (m)	Área de inundación
89	240.26	456.73	216.47	133	375.09	435.85	60.76
90	252.74	436.49	183.75	134	367.87	464.29	96.42
91	407.94	410.04	2.10	135	369.40	541.49	172.09
92	425.94	381.58	-44.36	136	353.17	547.51	194.34
93	437.08	383.61	-53.47	137	364.87	557.13	192.26
94	365.21	640.17	274.96	138	266.60	565.51	298.91
95	304.02	660.37	356.35	139	294.38	559.29	264.91
96	299.44	667.72	368.28	140	342.41	557.26	214.85
97	416.08	604.07	187.99	141	255.27	421.43	166.16
98	431.29	505.81	74.52	142	259.14	414.68	155.54
99	435.22	524.83	89.61	143	357.86	547.59	189.73
100	440.07	638.68	198.61	144	328.12	408.60	80.48
101	429.56	656.85	227.29	145	253.91	402.39	148.48
102	383.31	668.19	284.88	146	247.79	546.51	298.72
103	411.74	671.89	260.15	147	255.08	496.80	241.72
104	386.61	653.30	266.69	148	225.54	394.20	168.66
105	355.25	634.21	278.96	149	217.16	381.55	164.39
106	351.26	639.54	288.28	150	223.09	378.82	155.73
107	310.14	583.14	273.00	151	274.47	341.35	66.88
108	317.93	540.07	222.14	152	426.23	336.30	-89.93
109	351.17	541.71	190.54	153	431.74	333.05	-98.69
110	329.24	467.07	137.83	154	414.23	385.81	-28.42
111	323.84	448.86	125.02	155	400.65	497.43	96.78
112	273.58	475.53	201.95	156	397.99	671.17	273.18
113	261.01	523.42	262.41	157	382.27	630.32	248.05
114	258.56	526.17	267.61	158	340.29	609.46	269.17
115	266.58	447.89	181.31	159	297.31	605.79	308.48
116	386.95	416.42	29.47	160	339.46	580.94	241.48
117	410.46	409.05	-1.41	161	286.17	515.21	229.04
118	396.00	393.22	-2.78	162	354.86	475.43	120.57
119	409.02	607.17	198.15	163	232.35	523.16	290.81
120	409.74	626.62	216.88	164	230.82	457.02	226.20
121	403.73	599.64	195.91	165	230.04	561.45	331.41
122	407.61	595.65	188.04	166	275.85	379.87	104.02
123	386.90	622.19	235.29	167	297.11	374.48	77.37
124	389.39	601.66	212.27	168	385.40	364.83	-20.57
125	382.46	626.32	243.86	169	347.50	406.44	58.94
126	372.30	626.93	254.63	170	355.66	422.33	66.67
127	322.44	623.61	301.17	171	391.28	472.51	81.23
128	293.80	596.32	302.52	172	390.54	470.23	79.69
129	276.93	591.54	314.61	173	390.85	497.39	106.54
130	309.57	521.93	212.36	174	388.22	521.76	133.54
131	379.74	466.37	86.63	175	387.41	601.53	214.12
132	378.24	430.23	51.99	Promedio	342.58	511.36	168.78

Fuente: Elaborado por los autores

En la figura 116, se presenta el modelamiento hidráulico con sus respectivas áreas de inundación.

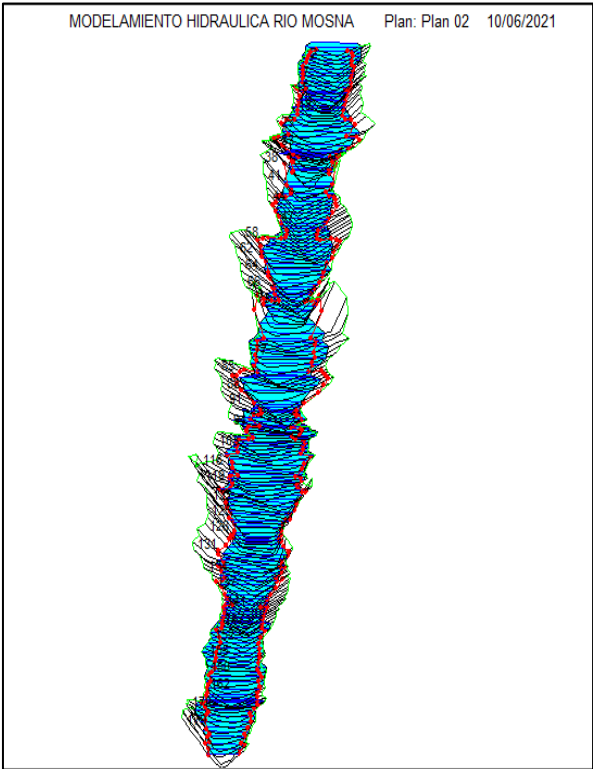


Figura 116. Modelamiento Hidráulica río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores

DETALLE DE DIQUE TIPO ENROCADO

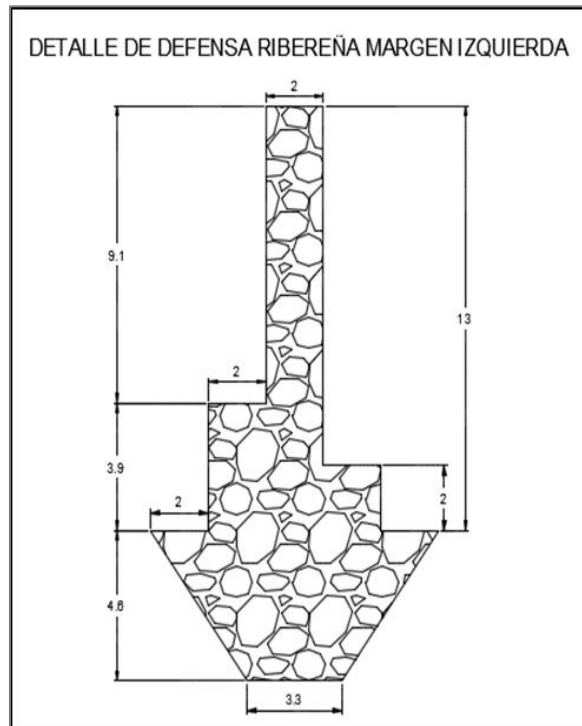


Figura 117. Prediseño de defensa ribereña margen izquierda
Fuente: Elaborado por los autores

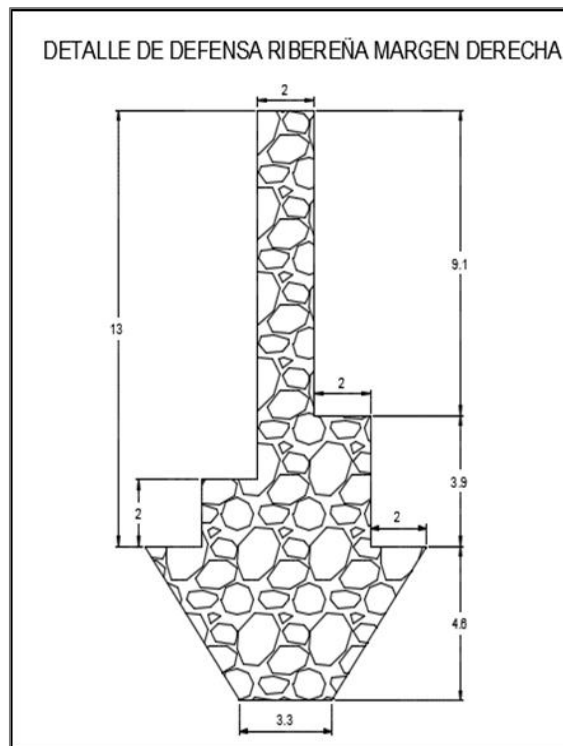


Figura 118. Prediseño de defensa ribereña margen derecha
Fuente: Elaborado por los autores

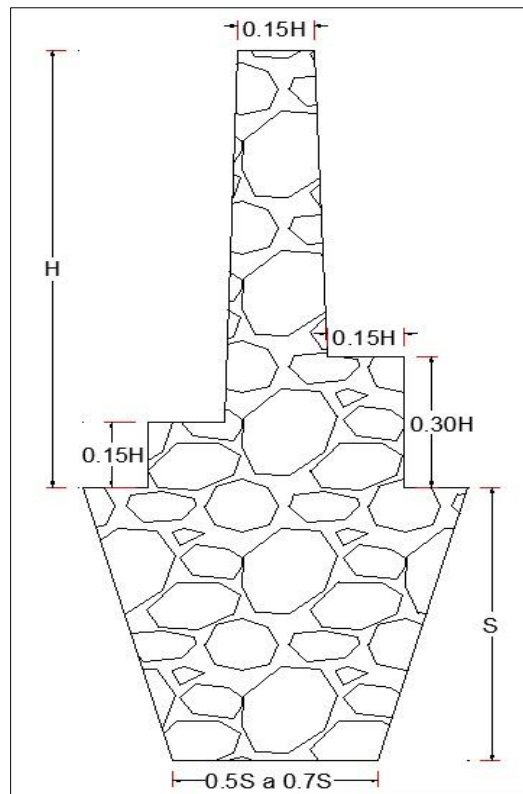


Figura 119. Prediseño de muro de encauzamiento el margen derecha
Fuente: Elaborado por los autores

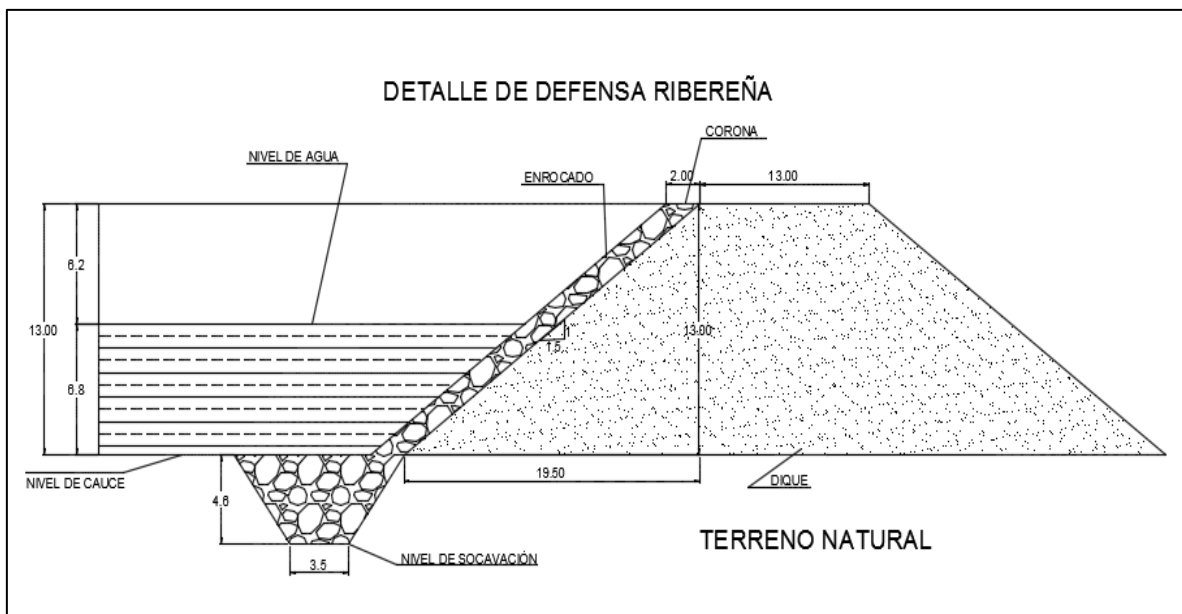


Figura 120. Prediseño de defensa ribereña tipo enrocado para el encauzamiento margen izquierda tramo aguas arriba del río Mosna
Fuente: Elaborado por los autores

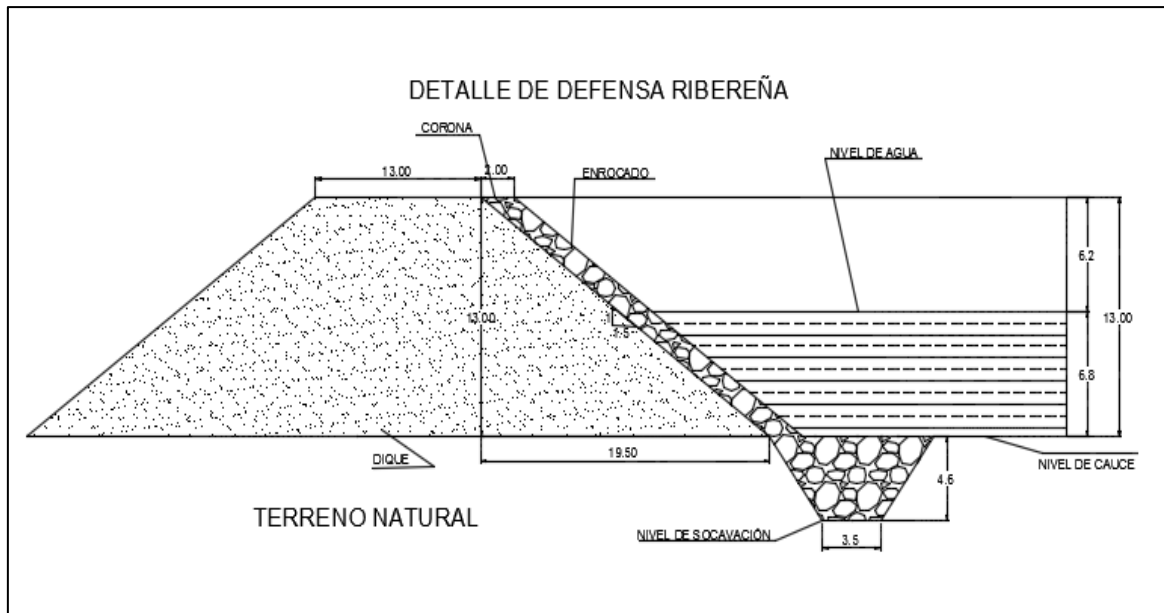


Figura 121. Prediseño de defensa ribereña tipo enrocado para el encauzamiento margen derecha tramo aguas arriba del río Mosna

Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contraste de hipótesis principal

Es válida la hipótesis, según los resultados del modelamiento hidrológico e hidráulico con los programas HEC-HMS y HEC-RAS. También contribuye al prediseño de la defensa ribereña, pues se obtuvo que el caudal de diseño para $Tr= 100$ años. Finalmente, el predimensionamiento de la defensa ribereña se presenta como propuesta del dique tipo enrocado para encauzamiento del tramo.

Tabla 41

Contraste de Hipótesis Principal

Hipótesis: El modelamiento hidrológico e hidráulico contribuyó a un mejor prediseño de la defensa ribereña en el tramo de investigación.	Validación de hipótesis general
<hr/>	
Caudal de diseño $Tr= 100$ años $Q= 3384.1$ m ³ /s	
<hr/>	
Predimensionamiento: Altura total = 17.60 m Altura del dique = 13.00 m Altura de socavación = 4.60 m Ancho corona = 13.00 m Ancho de base = 49.00 m	Es válida la hipótesis general

Fuente: Elaborado por los autores

6.1.1. Contraste de hipótesis 1

Es válida la hipótesis, puesto que se determinó en la zona de estudio una topografía semi accidentada. Su pendiente fluctúa entre 2 % a 10 %. Al emplear el programa

ArcGIS, se obtuvo las curvas de nivel; a partir de estas, las cotas; y de estas, la pendiente en el tramo de estudio.

Tabla 42
Contraste de hipótesis 1

Hipótesis 1: El estudio topográfico determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo de estudio.	Validación de hipótesis específica 1
Pendiente s = 2 % - 10 %	Es válida la hipótesis 1

Fuente: Elaborado por los autores

6.1.2. Contraste de hipótesis 2

Es válida la hipótesis, puesto que se obtuvo el estudio probabilístico de las precipitaciones. El programa Hyfran determinó las precipitaciones máximas en 24h de la cuenca del río Mosna, bajo los periodos de retorno en 10, 100 y 500 años. Para la estación Huari, se obtuvo valores de 51.9 mm, 85.1 mm y 107 mm, respectivamente.

Tabla 43
Contraste de hipótesis 2

Hipótesis 2: El estudio probabilístico de las precipitaciones máximas anuales determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo de estudio.	Validación de hipótesis específica 2	
Periodo	Precipitaciones	Es válida la hipótesis 2
10 años	51.9 mm	
100 años	85.1 mm	
500 años	107.0 mm	

Fuente: Elaborado por los autores

6.1.3. Contraste de hipótesis 3

Es válida la hipótesis, ya que se obtuvo para periodos de retorno $Tr= 10$ años, $Tr= 100$ años y $Tr= 500$ años un caudal de 2423.4 m³/s, 3384.1 m³/s y 4340.1 m³/s. Con el programa HEC-HMS se determinó el tirante normal para determinar el prediseño de la defensa ribereña con sus respectivos factores hidráulicos.

Tabla 44

Contraste de hipótesis 3

Hipótesis 3: El modelamiento hidrológico determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo de estudio.		Validación de hipótesis específica 3
Periodo	Caudales	Es válida la hipótesis 3
10 años	2423.4 m ³ /s	
100 años	3384.1 m ³ /s	
500 años	4340.1 m ³ /s	

Fuente: Elaborado por los autores

6.1.4. Contraste de hipótesis 4

Es válida la hipótesis, ya que se determinó el área de 168.78 m² para un periodo de retorno $T_r = 10$ años. El programa HEC-RAS permitió delimitar los puntos críticos del desbordamiento del cauce del río Mosna para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo de estudio.

Tabla 45

Contraste de hipótesis 4

Hipótesis 4: El modelamiento hidráulico determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo de estudio.		Validación de hipótesis específica 4
Periodo	Área de inundación	Es válida la hipótesis 4
10 años	168.78 m ²	

Fuente: Elaborado por los autores

6.1.5. Contraste de hipótesis 5

Es válida la hipótesis, ya que se determinó el área de inundación. Se analizaron y recogieron los tramos críticos afectados ante avenidas que se desbordan del río Mosna. Para esta investigación, se tomó el margen derecho del tramo 55+636 a 55+681 que se asienta sobre la cota 2960.67-2956.68 m s. n. m. Los tirantes generados por las precipitaciones pluviales son mucho más altos (4.34 m a 5.31 m) que los tirantes que normalmente se generan en el cauce del río.

Tabla 46

Contraste de hipótesis 5

Hipótesis 5: El análisis de las áreas inundadas determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo de estudio.		Validación de hipótesis específica 5
Tramo crítico	Tirante	
55+516 - 55+666	4.22 m – 8.88 m	Es válida la hipótesis 5
55+726 - 56+041	5.61 m – 8.28 m	
56+101 - 56+266	6.01 m – 8.35 m	
56+296 - 56+341	5.04 m – 6.67 m	
57+781 - 57+961	6.05 m – 6.71 m	
58+006 - 58+081	6.69 m – 8.07 m	

Fuente: Elaborado por los autores

6.2. Contrastación con los antecedentes

6.2.1. Contrastación con los antecedentes nacionales

Según Gomero, D. A. (2019), determinó que, para un $Tr= 10$ años, $Tr= 100$ años y $Tr= 500$ años, se obtuvo un caudal de diseño $494.5 \text{ m}^3/\text{s}$, $909.3 \text{ m}^3/\text{s}$ y $1238.4 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente. En la presente investigación, se obtuvo para $Tr= 10$ años, $Tr= 100$ años y $Tr= 500$ años un caudal de $2423.4 \text{ m}^3/\text{s}$, $3384.1 \text{ m}^3/\text{s}$ y $4340.1 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

El estudio de Gomero presenta 0.01 de pendiente; mientras que la cuenca del río Mosna tiene una pendiente de 2% a 10% , ya que su topografía es semi accidentada. Se llegó a la conclusión de que los resultados son distintos debido a que son diferentes cuencas con diferentes secciones y perfiles del río.

Es válida la tercera hipótesis: el modelamiento hidrológico determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo de estudio, ya que se obtuvo para periodos de retorno $Tr= 10$ años, $Tr= 100$ años y $Tr= 500$ años un caudal de $2423.4 \text{ m}^3/\text{s}$, $3384.1 \text{ m}^3/\text{s}$ y $4340.1 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

Bejarano, S.S. (2018) determinó que, para un $Tr= 100$ años, se obtuvo un caudal de diseño de $1170.135 \text{ m}^3/\text{s}$. Planteó el diseño de diques con una altura total de 7.60 m , 3.00 m de altura de dique, 4.60 m de socavación un ancho corona de 4.00 m , un ancho de base de 12.37 m como defensa ribereña. Al comparar estos resultados con los obtenidos en la presente investigación, se obtuvo que el caudal de diseño para $Tr= 100$ años es $3384.1 \text{ m}^3/\text{s}$, y que el prediseño determinó la altura total de 17.60 m , 13 metros de altura del dique, 4.60 metros de altura de socavación, un ancho corona de

13.00 m, un ancho de base de 49.00 m. Se propuso un dique tipo enrocado para encauzamiento del tramo.

Es valida la hipótesis general: el modelamiento hidrológico e hidráulico contribuyó a un mejor prediseño de la defensa ribereña en el tramo de investigación. Se obtuvieron mejores resultados que los de la situación actual.

CONCLUSIONES

El modelamiento hidrológico e hidráulico determinó el prediseño de la defensa ribereña de tipo enrocado porque se definieron sus medidas geométricas para el encauzamiento tramo aguas arriba del río Mosna, que contempla una altura total de 17.60 m, 13.00 m de altura del dique (terraplén), 4.60 m de altura de socavación, un ancho corona de 13.00 m, un ancho de base de 49.00 m, talud de 1.5:1 y la utilización del material propio de la zona. Se recomienda que sea de tipo continuo por las características del tramo de estudio.

El estudio topográfico determinó el prediseño de la defensa ribereña, ya que con este se obtuvo las curvas de nivel, secciones transversales y longitudinales del tramo de estudio, además la zona estudiada presenta una topografía semi accidentada con una pendiente que fluctúa entre 2 % y 10 %.

El estudio probabilístico de las precipitaciones máximas anuales determinó el prediseño de la defensa ribereña, pues mediante las precipitaciones máximas en 24h de la cuenca del río Mosna —tomando como referencia los periodos de retorno en 10, 100 y 500 años, para estación Huari— se obtuvo valores de 51.9 mm, 85.1 mm y 107 mm, respectivamente.

El modelamiento hidrológico determinó el prediseño de la defensa ribereña, debido a que permitió hallar los caudales máximos. Para los periodos de retorno $Tr= 10$ años, $Tr= 100$ años y $Tr= 500$ años, se obtuvo valores de 2423.4 m³/s, 3384.1 m³/s y 4340.1 m³/s, respectivamente.

El modelamiento hidráulico determinó el prediseño de la defensa ribereña, ya que se halló el área de inundación de 168.78 m² para un periodo de retorno $Tr= 10$ años luego de considerar los puntos críticos de inundación.

El análisis de las áreas inundadas determinó el prediseño de la defensa ribereña porque definió la zona más crítica y afectada ante avenidas que desborden el río Mosna. Se ubicó en el margen derecho (55+636 a 55+681) asentado sobre la cota 2960.67-2956.68 m s. n. m. Asimismo, los tirantes resultaron mucho más altos (4.34 m a 5.31 m) que los tirantes que normalmente se generan en el río.

RECOMENDACIONES

Realizar el levantamiento topográfico con drones que permitan tomar todos los puntos topográficos en el tramo de estudio que contribuirá una mejor recopilación de datos, ya que la zona de estudio presenta una topografía semi accidentada.

Determinar el estudio hidrológico actualizando la información de las precipitaciones en la página oficial del SENAHMI, debido a que al momento de recolectar la información se debió completar en algunas estaciones según lo establecido en el manual de hidrología e hidráulica del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Implementar las estaciones pluviométricas automáticas que sustituyan a las estaciones convencionales, con el fin de tener un registro horario de las precipitaciones, y que —sobre esta base— se realice la precipitación de 24 horas.

Implementar la cantidad de estaciones hidrométricas a lo largo del río Mosna, para contar con un mejor registro de caudales que permite obtener una calibración más adecuada del modelo hidrológico y, por ende, una mejor simulación del modelo hidráulico.

Realizar campañas de información a cargo de las autoridades para proteger la faja marginal que prevenga y reduzca daños futuros por inundaciones.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Abad, E. (2014). *Estimación de precipitación espacial mediante correlación con variables secundarias y la ayuda de tecnologías de información geográfica* [Tesis de maestría]. Universidad de Cuenca.
- Aguamarket.com, (2002). *Diccionario del agua*.
<http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos>.
- Arias Vilca, L. A., y Muñoz Castillo, A. O. (2015). *Diseño de defensa ribereña utilizando geoceldas en la carretera Villa Rica - desvío Iscozacín (Km. 31,8), Oxapampa – Pasco* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2144>.
- Autoridad Nacional del Agua (29 de diciembre de 2016). *Resolución Jefatural N°332-2016-ANA*. ANA
- Bateman, A. (2007). *Hidrología básica y aplicada*. Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos. <https://www.udocz.com/pe/read/76107/8-allen-bateman-hidrologia-basica-y-aplicada>.
- Bejarano Barrios, S. S. (2019). *Modelamiento hidráulico del río Jequetepeque desde el km 0+000 al km 10+000, con fines de prevención, Pacasmayo, La Libertad 2018* [Tesis de pregrado]. Universidad privada del Norte, Perú.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14967>.
- Borges, B. (2008). *Socavación al pie de muros longitudinales* [Tesis de pregrado]. Universidad de los Andes.
http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/7/TDE-2012-04-08T23:19:08Z-1539/Publico/borgesmaria_parte1.pdf
- Chereque, W. (1989). *Hidrología para estudiante de Ingeniería Civil*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
<http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/28689>
- Choque Huanca, R., y Mamani Ccantuta, D. R. (2020). *Modelamiento hidráulico con fines de delimitación de fajas marginales del río Caplina en los distritos de*

- Pachía – Calana* [Tesis de pregrado]. Universidad Privada de Tacna, Perú.
Recuperado de: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1548>
- Duque-Sarango, P., Patiño, D. M., y López, X. E. (2019). Evaluación del Sistema de Modelamiento Hidrológico HEC-HMS para la Simulación Hidrológica de una Microcuenca Andina Tropical. *Información tecnológica*, 30(6), 351-362.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600351>
- El Peruano (31 de marzo de 2009). *Ley de Recursos Hídricos 91-92*.
<http://www.leyes.congreso.gob.pe>.
- Espinoza Poma, H. (2016). *Análisis hidráulico para el diseño de la defensa riverense en el margen derecho del río Chaupihuaranga en la localidad de Misca del distrito de Chacayan Pasco Perú 2016*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Perú.
<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/2186>.
- Espinoza, P. (2016). *Análisis hidráulico para el diseño de la defensa ribereña en el margen derecho del río Chaupihuaranga en la localidad de Misca del distrito de Chacayan Pasco – Perú 2016* [Tesis pregrado]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/2186>
- Estrada Sifontes, V., y Pacheco Moya, R. M. (2012). Modelación hidrológica con HEC-HMS en cuencas montañosas de la región oriental de Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 33(1), 71-80.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382012000100008&lng=es&tlng=es
- Fattorelli, S; Fernández, P. (2011). *Diseño Hidrológico*. WASA-GN.
- Gomero Armas, D. A. (2020). *Modelamiento hidrológico e hidráulico para evaluación de áreas inundables en el Río Pisco, tramo 6+500 al 7+900* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4391>.
- Gomero, G. (2019). *Modelamiento hidrológico e hidráulico para evaluación de áreas inundables en el río Pisco, tramo 6+500 al 7+900* [Tesis de pregrado].

Universidad Agraria La Molina.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4391>

Guevara Segura, A. J. (2019). *Modelación hidrológica e hidráulica para determinar las crecidas en el Río Gera en la Provincia de Moyobamba, 2015*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Martín.
<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3159>.

Kastridis, A., & Stathis, D. (2020). Evaluation of Hydrological and Hydraulic Models Applied in Typical Mediterranean Ungauged Watersheds Using Post-Flash-Flood Measurements. *Hydrology*, 7(1), 12. doi:10.3390/hydrology7010012

Mai, D., y De Smedt, F. (2017). A Combined Hydrological and Hydraulic Model for Flood Prediction in Vietnam Applied to the Huong River Basin as a Test Case Study. *Water*, 9(11), 879. doi:10.3390/w9110879

MTC (2018). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Nogherotto, R., Fantini, A., Raffaele, R., Di Sante, F., Dottori, F., Coppola, E. y Giorgi, F. (2019) Un enfoque integrado de modelización hidrológica e hidráulica para la evaluación del riesgo de inundaciones en la cuenca del río Po. *Centro internacional de física teórica*. 9-11. <https://doi.org/10.5194/nhess-2019-356>.

Omena Monte, B. E.; Duda Costa, D., Bazilio Chaves, M. Olivera Magalhaes, L. y B. Uvo, C.. (2016) Modelización hidrológica e hidráulica aplicada a la cartografía de zonas inundadas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Vol. 21, N.º 1, 152-167. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v21n1.p152-167>.

Otiniano Arribasplata, D. A., y Cielo Saldaña, J. V. (2016). *Diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del Río Nepeña, sector puente Huambacho – distrito de Nepeña – Santa-Ancash* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Santa. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2718>

Pachac Huerta, Y. C. (2015). *Modelamiento hidrológico para avenidas de la subcuenca Quillcay, con fines de protección del sector nueva Florida, distrito de*

- Independencia 2013* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Antúnez de Mayolo. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1192>
- Riccardi, G., Stenta, Scuderi, H. Basile, C., Zimmermann, P. y Trivisonno E. (2013). Aplicación de un modelo hidrológico-hidráulico para el pronóstico de niveles de agua en tiempo real. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(1), 83-105. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000100004&lng=es&tlng=es.
- Rocha, A. (1993). *Recurso hidráulico*. Marconi. https://www.academia.edu/6446706/RECURSOS_HIDRAULICOS
- Soto Carrasco, J. L. (2017). *Modelamiento hidráulico y diseño de defensas ribereñas del río Amojú, localidad El Parral - Jaén – Cajamarca* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1095>
- Vilchez Cerna, J. H., y Toledo Mejía, W. L. (2018). *Alternativas de solución para prevenir la socavación en el río Rímac, entre los puentes Libertadores y Talavera, distrito de El Agustino* [Tesis de pregrado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Doi: <https://doi.org/10.19083/tesis/624786>
- Villon, M. (2015). Hidrología. MaxSoft
- Villón, M. 2002. Hidrología. Segunda edición. Editorial Villón.
- Zevallos, M. (2015). *Diseño de la defensa ribereña para el balneario turístico Cocalmayo, ubicado en la margen izquierda del Río Urubamba* [Tesis de maestría]. Universidad de Piura.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia



FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de Tesis: MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL PREDISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL TRAMO KM 55+471 AL TRAMO KM 58+081 DEL RÍO MOSNA UBICADO EN EL DISTRITO SAN MARCOS – PROVINCIA DE HUARI – DEPARTAMENTO DE ÁNCASH					
Elaborado por:	Fernandez Loyola, Carlos Teofilo Vega Ramirez, Nila Yobana				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADOR	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR INDEPENDIENTE	DISEÑO
¿De qué manera el modelamiento hidrológico e hidráulico influye en el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash?	Determinar la influencia del modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.	El modelamiento hidrológico e hidráulico contribuyó a un mejor prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.	Modelamiento hidrológico e hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio topográfico - Estudio probabilístico de las precipitaciones - Modelación hidrológico - Modelación hidráulica - Análisis de las áreas inundadas 	Tipo de investigación: Cuantitativa
					Nivel de investigación: Descriptivo y Explicativo
					Diseño de investigación: No Experimental
					MUESTRA

PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR INDEPENDIENTE									
¿Cuál es la influencia del estudio topográfico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash?	Evaluar la influencia del estudio topográfico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.	El estudio topográfico determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Ancash.	El prediseño de la defensa ribereña	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de las secciones transversales - Determinación de las precipitaciones máximas a diferentes tiempos de retorno - Determinación de los caudales máximos a diferentes tiempos de retorno - Determinación de las áreas inundables aledaño al cauce Características geométricas	<p>La población está conformada por la Cuenca del río Mosna se encuentra en la sierra central del Perú, Los puntos extremos se hallan comprendidos entre los 9°04'10" y 10° 13'40" de latitud sur los 69° 56' 00" y 77°10'10" la longitud oeste.</p> <p>La muestra está conformada por la siguiente tabla de coordenadas del tramo de estudio. Punto Latitud Longitud Altitud</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>9°30'57"S</td> <td>77°09'16"W</td> <td>2928 m</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>9° 31'50" S</td> <td>77°09'37"W</td> <td>2968 m</td> </tr> </table>	A	9°30'57"S	77°09'16"W	2928 m	B	9° 31'50" S	77°09'37"W	2968 m
A	9°30'57"S	77°09'16"W			2928 m								
B	9° 31'50" S	77°09'37"W			2968 m								
¿Cuál es la influencia del estudio probabilístico de las precipitaciones máximas anuales para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash?	Evaluar la influencia del estudio probabilístico de las precipitaciones máximas anuales para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.	El estudio probabilístico de las precipitaciones máximas anuales determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.	INSTRUMENTOS	<p>Los instrumentos de medición representan las variables de la investigación. Mediante hojas de registro de datos y formatos elaborados para cada modelamiento.</p> <p>Marcos Normativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reglamento de la ley de Recursos Hídricos (Análisis de las áreas inundadas). 									
¿Cuál es la influencia del modelamiento hidrológico para el	Evaluar la influencia del modelamiento hidrológico para el	El modelamiento hidrológico determinó el prediseño de la											

<p>prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash?</p>	<p>prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.</p>	<p>defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.</p>			<p>Manuales: - Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (MTC, 2008) - Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales (CENEPRED, 2014).</p>
<p>¿Cuál es la influencia del modelamiento hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash?</p>	<p>Evaluar la influencia del modelamiento hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.</p>	<p>El modelamiento hidráulico determinó el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.</p>			<p>Paginas: - SENAMHI (Precipitaciones)</p> <p>Programas: - Software Google Earth Pro (Estudio Topográfico) - Software Hyfran (Estudio Hidrológico) - Software ArcGIS, HEC-HMS y HEC-RAS (Estudio hidráulico)</p>
<p>¿Cuál es la influencia del análisis de las áreas inundadas para</p>	<p>Evaluar la influencia del análisis de las áreas inundadas para</p>	<p>El análisis de las áreas inundadas determinó el prediseño de la</p>			<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO</p> <p>Para el estudio topográfico: se utilizó el software ArcGIS lo cual se procesó mediante el análisis de datos de las coordenadas geográficas a UTM para determinar las secciones transversales y longitudinales.</p>

<p>el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash?</p>	<p>el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.</p>	<p>defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito de San Marcos - provincia de Huari - departamento de Áncash.</p>			<p>Para el estudio hidrológico: se realizó mediante hojas de registro y formatos de realizados bajo el programa Microsoft Excel para cada una de las precipitaciones máximas anuales y máximos caudales. Además, se determinó los periodos de retorno por medio del programa Hyfran.</p> <p>Para el modelamiento hidrológico e hidráulico: Se determino mediante los programas HEC-RAS y el HEC-HMS</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anexo 2
Estudio topográfico

Data del levantamiento topográfico

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
0	262723.2422	8946029.7253	2974.9694	58	262808.9789	8946027.6606	2952.7362
1	262728.8340	8946027.2211	2973.0053	59	262817.5000	8946023.0909	2953.5029
2	262735.4416	8946023.7435	2970.4910	60	262824.7175	8946018.2814	2954.2243
3	262742.2089	8946020.3054	2968.0127	61	262831.5608	8946015.5533	2954.9974
4	262749.2765	8946017.4999	2965.5241	62	262839.6476	8946011.3670	2955.9988
5	262754.8043	8946014.3339	2963.5008	63	262846.5292	8946007.2553	2956.8168
6	262761.6671	8946009.5561	2961.0026	64	262748.0938	8946083.3313	2971.1603
7	262767.1444	8946005.0862	2958.9896	65	262753.9987	8946079.9489	2969.0016
8	262773.0256	8946001.8633	2956.9962	66	262758.7586	8946077.0517	2966.9898
9	262779.2510	8945999.6354	2955.0012	67	262763.6921	8946074.7539	2965.0110
10	262785.4345	8945996.3272	2953.0468	68	262769.5348	8946069.6779	2962.4979
11	262792.4864	8945992.1771	2951.0688	69	262775.8141	8946066.2480	2959.9705
12	262796.6188	8945989.2736	2950.6417	70	262783.5686	8946062.7141	2956.9681
13	262802.7881	8945986.6057	2951.4803	71	262790.4404	8946059.0966	2954.4890
14	262806.6082	8945983.2176	2952.0113	72	262794.5099	8946056.3211	2953.1397
15	262726.4655	8946043.4863	2975.4023	73	262803.4901	8946052.4810	2952.9990
16	262732.7554	8946040.0005	2972.9998	74	262810.5251	8946047.8888	2953.3242
17	262738.0612	8946037.8642	2971.0177	75	262818.0736	8946044.3556	2953.7984
18	262744.6741	8946034.7212	2968.5848	76	262824.3677	8946040.8145	2954.2364
19	262748.5792	8946032.5772	2967.0023	77	262833.3272	8946035.5592	2954.9874
20	262753.9281	8946029.5800	2964.9981	78	262841.1541	8946031.0206	2955.7526
21	262760.6791	8946025.6714	2962.4908	79	262848.0891	8946027.3229	2956.4666
22	262767.4355	8946021.0936	2960.0109	80	262760.5989	8946097.1796	2968.1858
23	262772.8385	8946016.8489	2957.9930	81	262767.0581	8946093.9987	2965.5110
24	262778.7386	8946014.5309	2956.0213	82	262772.7725	8946091.4765	2963.0402
25	262784.3968	8946010.1115	2954.0235	83	262779.7989	8946088.5648	2960.0140
26	262790.3839	8946006.9590	2951.9972	84	262786.5540	8946084.6674	2957.0353
27	262794.9155	8946003.2202	2950.5928	85	262790.6705	8946081.8514	2955.3062
28	262801.2432	8945999.8891	2951.0155	86	262795.0007	8946078.5676	2954.0137
29	262805.5377	8945996.4089	2951.5382	87	262802.1131	8946074.6232	2953.7167
30	262812.4635	8945993.9447	2952.5283	88	262809.6529	8946070.3923	2953.7784
31	262818.5612	8945991.1435	2953.3761	89	262816.7236	8946067.4645	2953.9892
32	262733.0972	8946056.2390	2974.2818	90	262825.7082	8946062.5947	2954.3449
33	262737.8935	8946052.9611	2972.5168	91	262832.5844	8946060.0050	2954.6928
34	262742.7281	8946049.6380	2970.5052	92	262841.7574	8946055.7843	2955.2487
35	262746.6585	8946047.9715	2969.0995	93	262851.4885	8946050.4068	2956.0016
36	262753.2666	8946045.4710	2966.4619	94	262862.3545	8946044.2796	2956.9464
37	262759.6744	8946041.4024	2964.0105	95	262768.5493	8946116.2299	2967.9745
38	262764.9688	8946038.4807	2961.9909	96	262774.5985	8946113.4120	2965.5225
39	262768.7549	8946035.1448	2960.5038	97	262781.2226	8946108.9639	2962.5480
40	262775.7806	8946032.5765	2958.0039	98	262787.3360	8946107.0258	2959.9273
41	262781.1951	8946028.6057	2955.9733	99	262792.8941	8946104.1762	2957.8325
42	262786.7115	8946024.5198	2953.9761	100	262799.1851	8946099.1759	2956.0458
43	262792.5058	8946021.7925	2952.1625	101	262808.7727	8946093.2487	2955.0136
44	262797.3441	8946017.1699	2951.5412	102	262818.9722	8946088.9391	2954.5605
45	262805.9369	8946012.4072	2951.9892	103	262828.1924	8946083.2763	2954.4070
46	262815.0329	8946008.0475	2953.0065	104	262835.7301	8946079.3744	2954.5675
47	262823.1980	8946003.7225	2953.9959	105	262842.6124	8946075.7976	2954.8152
48	262830.7193	8945999.9179	2955.0049	106	262850.8137	8946070.2544	2955.2434
49	262740.5679	8946068.4763	2972.8911	107	262859.0067	8946066.0276	2955.7439
50	262746.6796	8946065.3855	2970.5062	108	262867.6890	8946059.4910	2956.5006
51	262752.6848	8946061.4886	2967.9673	109	262873.6692	8946056.5240	2956.8988
52	262759.1279	8946058.8871	2965.4659	110	262780.4268	8946133.2803	2966.3078
53	262767.9911	8946053.6657	2961.9657	111	262787.2869	8946131.6724	2963.9765
54	262774.4273	8946049.7926	2959.5034	112	262792.3238	8946129.4138	2962.1513
55	262782.2027	8946044.0424	2956.4819	113	262797.8776	8946126.8210	2960.8457
56	262790.3663	8946039.4664	2953.4908	114	262803.4250	8946124.6526	2960.0047
57	262799.1502	8946033.1364	2952.0078	115	262809.0859	8946119.9362	2958.9954

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
116	262815.7783	8946114.7844	2957.9988	184	262986.2981	8946102.6046	2958.3908
117	262826.4211	8946109.5713	2956.9964	185	262890.2294	8946178.6496	2956.4778
118	262835.6185	8946102.3158	2955.9879	186	262894.3801	8946174.2746	2956.0260
119	262845.7716	8946098.3492	2955.4977	187	262899.9558	8946167.3907	2955.4957
120	262857.3775	8946092.2630	2954.9989	188	262906.4858	8946162.4450	2955.0149
121	262864.0996	8946087.4494	2954.9087	189	262915.2533	8946156.8173	2954.5106
122	262875.7025	8946079.3553	2955.4841	190	262924.8162	8946153.8149	2954.0138
123	262880.4421	8946074.2349	2956.0136	191	262938.2972	8946149.2180	2953.5110
124	262885.0624	8946070.1671	2956.5074	192	262950.6400	8946142.3454	2953.5031
125	262894.0267	8946063.5195	2957.4944	193	262960.9107	8946138.5463	2953.5096
126	262803.2057	8946149.7535	2963.9040	194	262974.6423	8946131.5525	2954.0372
127	262808.7291	8946146.5986	2963.0066	195	262981.3603	8946129.3219	2954.5208
128	262813.1628	8946142.3431	2961.9920	196	262988.1159	8946125.1053	2955.4915
129	262818.6442	8946138.0586	2961.0004	197	262994.7819	8946120.6523	2956.4917
130	262825.0736	8946133.6444	2959.9864	198	263002.4462	8946117.1640	2957.3038
131	262832.7295	8946129.2836	2958.9991	199	262906.9645	8946186.4488	2955.4673
132	262840.5080	8946123.6695	2957.9973	200	262912.5914	8946183.4016	2954.5435
133	262848.5813	8946116.2548	2956.9850	201	262918.9268	8946176.9231	2953.5267
134	262859.0539	8946110.7825	2956.2332	202	262927.3761	8946169.9998	2953.0094
135	262867.2511	8946105.8975	2955.7528	203	262935.2138	8946166.8648	2952.4953
136	262878.7230	8946099.7166	2955.3172	204	262946.1667	8946161.9556	2951.9951
137	262888.5617	8946093.5256	2955.2674	205	262956.2400	8946159.4015	2951.5051
138	262895.4625	8946086.9871	2955.6774	206	262964.8546	8946154.3023	2951.5024
139	262901.4502	8946079.9983	2956.5054	207	262974.8819	8946149.7042	2951.5556
140	262909.9646	8946073.2136	2957.4979	208	262980.5097	8946146.8835	2952.0084
141	262819.1123	8946160.5129	2963.7883	209	262989.8197	8946144.4472	2952.9962
142	262823.7790	8946157.1394	2963.0178	210	262998.8332	8946141.6536	2954.0175
143	262832.5066	8946152.0019	2961.5222	211	263006.4848	8946137.9901	2954.9979
144	262838.4744	8946147.9439	2960.5348	212	263014.4638	8946134.2513	2955.9873
145	262844.8180	8946142.7739	2959.4881	213	263019.2484	8946132.8509	2956.3863
146	262853.5719	8946138.8686	2958.5020	214	262919.3559	8946198.0477	2955.6436
147	262859.6512	8946130.5030	2957.4987	215	262925.7600	8946194.8445	2954.4958
148	262867.9143	8946125.2515	2956.7433	216	262931.6378	8946192.7171	2953.4863
149	262874.4802	8946120.0272	2956.1932	217	262935.7896	8946188.6536	2952.5038
150	262883.9840	8946115.1504	2955.6746	218	262941.1499	8946185.5082	2951.4816
151	262894.4718	8946109.6215	2955.6045	219	262946.6117	8946181.9458	2950.5888
152	262902.9956	8946104.7385	2955.7823	220	262953.8082	8946176.7232	2949.9762
153	262912.1789	8946098.8724	2956.1571	221	262961.9443	8946173.3203	2949.4895
154	262922.6626	8946094.0017	2956.7365	222	262969.4476	8946167.7726	2949.4876
155	262932.6886	8946089.0174	2957.5028	223	262978.2574	8946163.5461	2949.6132
156	262940.0172	8946080.6862	2958.5069	224	262986.0170	8946160.7772	2950.4987
157	262844.8341	8946166.0439	2961.5440	225	262994.7179	8946158.3946	2951.5073
158	262850.7501	8946161.5541	2960.5496	226	263003.0044	8946155.6022	2952.5011
159	262856.2860	8946155.9958	2959.4991	227	263009.1518	8946151.3664	2953.4957
160	262862.9831	8946150.7410	2958.5050	228	263017.0298	8946147.9660	2954.4988
161	262866.3851	8946146.7821	2957.9779	229	263024.4052	8946144.0301	2955.5068
162	262875.7502	8946142.4835	2956.9969	230	262931.6823	8946205.4283	2955.0000
163	262883.5218	8946136.8666	2956.2463	231	262936.5138	8946201.9784	2953.9870
164	262891.4005	8946130.6633	2955.8130	232	262942.1007	8946199.7422	2952.9959
165	262899.9346	8946124.1350	2955.6508	233	262947.7915	8946197.3404	2951.9974
166	262909.1302	8946116.2946	2955.7180	234	262953.1285	8946194.1789	2950.9994
167	262919.6681	8946110.4165	2955.9933	235	262959.1790	8946191.4925	2949.9846
168	262930.9928	8946104.8227	2956.4833	236	262964.6965	8946187.8161	2949.0013
169	262943.5540	8946102.8487	2956.9612	237	262971.6993	8946185.5834	2948.0056
170	262952.4546	8946094.8343	2958.0007	238	262976.9774	8946182.4678	2947.6432
171	262961.7014	8946089.4360	2958.9479	239	262985.0373	8946178.5169	2948.0827
172	262868.4917	8946172.1477	2958.9330	240	262991.6324	8946175.3012	2948.9855
173	262875.2902	8946167.4707	2957.9906	241	262999.4077	8946172.7259	2949.9820
174	262881.8859	8946160.2343	2957.0041	242	263005.8211	8946169.1222	2951.0028
175	262889.2927	8946154.3438	2956.2306	243	263011.1439	8946164.6076	2952.0026
176	262895.8607	8946148.7905	2955.7805	244	263017.7202	8946160.7118	2953.0031
177	262906.6854	8946141.6183	2955.3168	245	263026.0301	8946157.7727	2953.9987
178	262917.5164	8946133.4590	2955.1675	246	263034.0469	8946154.8223	2954.9562
179	262930.9482	8946127.2903	2955.1838	247	262942.3549	8946216.9439	2954.8644
180	262946.5433	8946120.7062	2955.5242	248	262946.7103	8946214.6633	2954.0044
181	262959.3324	8946115.8129	2956.0378	249	262950.9840	8946210.9051	2952.9540
182	262968.5820	8946112.5406	2956.5109	250	262956.3977	8946208.6314	2951.9988
183	262978.5710	8946107.4899	2957.4212	251	262961.3057	8946205.1926	2951.0007

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
252	262969.1919	8946200.0804	2949.5059	299	262990.7548	8946236.1013	2951.2242
253	262977.0131	8946197.0574	2948.4953	300	262999.9731	8946232.9997	2951.1182
254	262984.2608	8946194.4234	2948.4966	301	263008.9784	8946230.5286	2951.1186
255	262994.3340	8946190.9691	2948.9988	302	263018.6188	8946226.7977	2951.1829
256	263002.9988	8946187.8640	2949.5037	303	263027.0035	8946223.2697	2951.3234
257	263010.7350	8946183.4615	2950.0300	304	263033.7679	8946221.6084	2951.4953
258	263020.9653	8946180.5205	2951.0282	305	263040.8342	8946218.0907	2951.7530
259	263027.5746	8946175.9441	2952.0037	306	263049.8474	8946214.3560	2952.1644
260	263033.1827	8946171.3919	2953.0016	307	263058.4424	8946210.6186	2952.6619
261	263041.6379	8946168.7122	2954.0056	308	263065.3637	8946207.0814	2953.2564
262	263050.3473	8946166.0329	2954.9376	309	263071.2795	8946204.9368	2953.9528
263	262950.0680	8946226.4764	2954.6843	310	262973.7946	8946263.0894	2953.8148
264	262955.6092	8946222.8733	2953.4923	311	262980.1856	8946260.3140	2952.9751
265	262960.2823	8946219.8758	2952.5057	312	262984.8552	8946256.1933	2952.4701
266	262965.8921	8946218.1614	2951.4997	313	262989.6070	8946252.5217	2952.1442
267	262971.9265	8946216.9512	2950.5130	314	262995.4909	8946247.7144	2951.7914
268	262977.2455	8946214.9034	2949.8209	315	263004.6107	8946243.1895	2951.4924
269	262985.1016	8946212.3198	2949.7055	316	263011.4267	8946240.2319	2951.3676
270	262992.4433	8946208.4167	2949.7833	317	263017.7260	8946235.8484	2951.2832
271	262998.9341	8946206.6040	2949.9986	318	263026.9457	8946232.5361	2951.3143
272	263008.1720	8946200.6169	2950.2732	319	263036.1587	8946230.2769	2951.4236
273	263016.2911	8946197.7717	2950.6891	320	263042.8683	8946227.1596	2951.5843
274	263024.6748	8946194.4016	2951.1931	321	263049.9947	8946224.2555	2951.8118
275	263032.2646	8946192.6061	2951.7138	322	263059.0079	8946220.5208	2952.1889
276	263038.3030	8946188.1683	2952.2110	323	263066.1408	8946216.5637	2952.7165
277	263046.7734	8946183.7339	2953.0251	324	263072.2922	8946215.6979	2953.5406
278	263054.9876	8946179.6868	2953.9979	325	263076.8882	8946214.2499	2954.3470
279	262957.0502	8946239.0696	2954.7454	326	262975.3293	8946277.3155	2954.4064
280	262963.0298	8946235.6948	2953.4935	327	262981.9495	8946273.5350	2953.7491
281	262968.0924	8946233.9107	2952.4977	328	262987.1957	8946270.4085	2953.2613
282	262972.4875	8946230.5946	2951.5296	329	262993.4964	8946265.8144	2952.7323
283	262977.4299	8946227.2252	2950.7375	330	262999.3842	8946260.3753	2952.2391
284	262986.1829	8946224.4706	2950.5027	331	263010.0764	8946255.5980	2951.7434
285	262995.5512	8946220.5562	2950.5013	332	263020.9790	8946250.6114	2951.4077
286	263005.4523	8946217.6594	2950.6624	333	263027.6965	8946246.2305	2951.2882
287	263013.5730	8946214.5509	2950.8527	334	263035.6683	8946241.8574	2951.2551
288	263022.2115	8946212.2354	2951.1491	335	263046.7773	8946237.2933	2951.3296
289	263030.2694	8946207.3327	2951.4916	336	263057.1348	8946233.7345	2951.5069
290	263039.3303	8946203.6513	2951.9906	337	263063.5467	8946230.2372	2951.7731
291	263047.3599	8946201.1294	2952.4949	338	263069.8945	8946225.9007	2952.5080
292	263053.8476	8946198.0112	2952.9995	339	263075.4468	8946225.0053	2953.4515
293	263062.3106	8946193.7940	2953.7620	340	262982.2875	8946294.3813	2954.9529
294	262965.5267	8946252.5233	2954.3062	341	262986.9881	8946291.1403	2954.4904
295	262969.8733	8946249.7084	2953.4863	342	262994.3325	8946286.7780	2953.7711
296	262974.1251	8946246.8357	2952.5454	343	263000.3660	8946283.1299	2953.2151
297	262978.5873	8946242.7649	2951.7435	344	263007.9187	8946277.7286	2952.5108
298	262984.7448	8946240.4973	2951.4964	345	263012.6724	8946271.3508	2952.0179

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
346	263021.4418	8946264.4186	2951.4985	398	263049.2669	8946303.2323	2950.6769
347	263029.7902	8946258.3036	2951.1891	399	263057.5352	8946298.5557	2949.9900
348	263037.6910	8946254.1094	2951.0187	400	263063.1199	8946294.4731	2949.6163
349	263048.1322	8946250.5201	2950.8812	401	263069.6537	8946290.3597	2949.9212
350	263060.1728	8946247.4361	2950.7990	402	263076.0185	8946284.9740	2950.5010
351	263068.3144	8946245.4120	2951.0724	403	263082.0031	8946281.3225	2951.4779
352	263073.8042	8946243.0265	2951.9917	404	263087.9729	8946277.3918	2952.5274
353	263078.3134	8946240.6738	2952.9979	405	263089.9206	8946274.3926	2952.8494
354	263080.3927	8946239.0204	2953.4933	406	263007.0044	8946351.9014	2956.0044
355	262981.8158	8946311.5334	2956.0150	407	263012.6146	8946347.2318	2955.2356
356	262989.5006	8946307.2823	2955.2580	408	263019.2761	8946345.2748	2954.4973
357	262996.8093	8946303.5683	2954.4998	409	263025.1976	8946340.9919	2953.7602
358	263001.2540	8946299.9956	2953.9984	410	263031.4066	8946338.3691	2953.0933
359	263009.1721	8946295.8215	2953.2488	411	263037.3447	8946335.4250	2952.4459
360	263014.6797	8946292.6967	2952.7383	412	263041.0160	8946331.2078	2951.9954
361	263020.7082	8946289.8384	2952.2313	413	263046.1651	8946328.9507	2951.4963
362	263025.9675	8946284.6060	2951.7032	414	263052.9012	8946323.8948	2950.7990
363	263035.1029	8946279.4188	2950.9820	415	263059.1966	8946320.1430	2950.2136
364	263043.2413	8946271.6551	2950.4693	416	263064.4572	8946314.7000	2949.7324
365	263050.1177	8946267.3813	2950.2172	417	263071.5444	8946309.0716	2949.9532
366	263056.8432	8946265.3955	2950.0083	418	263077.7002	8946304.3524	2950.9935
367	263066.1011	8946260.6362	2950.0961	419	263083.7927	8946299.9688	2952.0056
368	263072.5487	8946256.4748	2950.9573	420	263089.8250	8946296.1641	2952.9876
369	263077.4037	8946253.2577	2952.0070	421	263095.8389	8946292.2892	2953.9861
370	263081.9498	8946250.5386	2952.9169	422	263101.8387	8946288.4362	2954.8589
371	262991.5114	8946323.4917	2955.9322	423	263007.8956	8946364.8697	2956.4981
372	262995.4792	8946320.4488	2955.4990	424	263013.1996	8946360.7144	2955.7800
373	263001.4856	8946317.2548	2954.8344	425	263018.9114	8946357.3011	2955.0018
374	263006.7085	8946313.7079	2954.2552	426	263024.9476	8946354.2588	2954.2709
375	263013.5273	8946308.7964	2953.4916	427	263031.2178	8946350.6138	2953.4893
376	263019.0074	8946306.4949	2953.0009	428	263037.5450	8946345.7024	2952.7273
377	263023.5105	8946301.6010	2952.4855	429	263043.8035	8946341.0314	2952.0027
378	263031.6378	8946297.2779	2951.7629	430	263050.7644	8946337.9923	2951.2761
379	263037.4066	8946294.1548	2951.2870	431	263058.0846	8946332.4027	2950.4892
380	263043.9693	8946289.4570	2950.7190	432	263066.6657	8946329.0693	2949.7099
381	263049.4784	8946286.0689	2950.2968	433	263073.0657	8946323.6841	2950.5633
382	263053.6314	8946283.6643	2949.9818	434	263076.8184	8946318.3324	2951.0107
383	263057.8753	8946280.5928	2949.6592	435	263083.0657	8946312.3766	2952.0028
384	263065.2121	8946277.4794	2949.6860	436	263089.2392	8946306.8446	2952.9829
385	263072.2974	8946272.7849	2950.1801	437	263095.2168	8946304.6254	2953.9935
386	263077.5957	8946268.3550	2950.9980	438	263101.2376	8946300.7598	2954.9857
387	263082.2964	8946265.8550	2951.9100	439	263106.2252	8946299.0163	2955.5709
388	263086.3611	8946262.5544	2952.6503	440	263007.8443	8946378.6313	2956.4959
389	262999.5146	8946336.9427	2955.9844	441	263014.1471	8946376.3897	2955.7623
390	263003.0325	8946333.2443	2955.5216	442	263020.6079	8946374.3510	2954.9829
391	263007.7765	8946331.7732	2955.0007	443	263025.1756	8946371.3170	2954.5084
392	263013.7834	8946327.4417	2954.2721	444	263029.6223	8946366.7354	2954.0422
393	263018.4038	8946324.1008	2953.7295	445	263036.1851	8946362.6269	2953.2959
394	263023.0241	8946320.7598	2953.2212	446	263043.1442	8946358.8065	2952.4988
395	263028.0638	8946317.2109	2952.6825	447	263049.4018	8946355.3380	2951.7939
396	263034.7042	8946312.3291	2952.0059	448	263056.3748	8946352.6650	2950.9940
397	263042.7597	8946307.4039	2951.2575	449	263061.7702	8946348.1579	2950.4491

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
450	263068.2855	8946344.5041	2950.2529	500	263087.8651	8946402.1367	2950.9950
451	263075.3784	8946340.3336	2950.9903	501	263097.7072	8946396.1560	2952.9966
452	263081.5345	8946337.6736	2951.9817	502	263104.1437	8946389.2514	2954.4989
453	263087.7837	8946333.1195	2952.9984	503	263111.6180	8946385.0043	2955.9941
454	263094.0338	8946327.4585	2954.0069	504	263118.4968	8946379.2338	2957.5057
455	263100.2745	8946321.3181	2954.9891	505	263122.7810	8946373.0364	2958.4385
456	263106.4791	8946314.4344	2956.0385	506	263024.8533	8946439.7297	2953.0551
457	263111.0253	8946311.9534	2956.4850	507	263031.2552	8946436.1515	2952.0704
458	263014.6909	8946394.3550	2955.4480	508	263037.0614	8946434.3105	2951.0435
459	263023.2819	8946391.2517	2954.3421	509	263045.6202	8946433.0919	2949.5041
460	263030.0690	8946388.5668	2953.4897	510	263054.7605	8946430.7800	2947.9905
461	263039.3223	8946382.0165	2952.4891	511	263061.4805	8946427.1929	2947.0236
462	263048.4722	8946377.9793	2951.4925	512	263068.0705	8946425.2729	2946.8542
463	263054.7781	8946373.3986	2951.0158	513	263072.6632	8946424.2635	2947.2847
464	263063.6053	8946367.5436	2950.3394	514	263080.5804	8946422.4821	2948.5011
465	263068.1581	8946364.9325	2950.3305	515	263088.9263	8946420.4703	2949.9993
466	263074.0735	8946360.0580	2950.9841	516	263096.1334	8946415.5397	2951.4992
467	263080.3614	8946356.6661	2951.9995	517	263104.0586	8946412.4512	2952.9993
468	263086.5522	8946354.5070	2953.0005	518	263111.0770	8946407.0301	2954.4908
469	263092.8118	8946350.6855	2953.9938	519	263119.3426	8946404.8163	2955.9983
470	263098.9698	8946348.1479	2955.0013	520	263124.3884	8946402.1497	2957.0281
471	263105.2593	8946342.3994	2955.9973	521	263130.5132	8946399.9238	2957.8532
472	263111.4138	8946338.4135	2957.0090	522	263025.5030	8946457.1242	2952.3922
473	263117.5097	8946335.5770	2957.8204	523	263033.0732	8946457.1076	2951.0149
474	263016.8831	8946410.3684	2954.9779	524	263038.5149	8946455.1802	2949.9810
475	263023.5376	8946408.0639	2954.0067	525	263044.1128	8946451.9808	2949.0516
476	263030.2500	8946406.4860	2953.0172	526	263051.8323	8946450.5599	2947.4622
477	263037.9462	8946401.5025	2951.9843	527	263057.4917	8946447.8732	2946.5527
478	263045.8270	8946397.3163	2951.0280	528	263065.7157	8946445.6375	2945.4570
479	263054.5706	8946392.8818	2949.9892	529	263074.3821	8946445.6111	2945.9045
480	263063.7081	8946388.7454	2949.0906	530	263079.6129	8946443.4133	2946.9389
481	263070.4041	8946388.5715	2949.1024	531	263087.6610	8946440.6432	2948.5022
482	263075.2176	8946385.3068	2950.0002	532	263092.8131	8946438.2418	2949.5124
483	263079.7569	8946381.3383	2951.0097	533	263097.5257	8946434.7185	2950.4995
484	263084.9371	8946379.0148	2951.9919	534	263104.5671	8946429.3588	2951.9810
485	263089.0421	8946373.9307	2952.9877	535	263112.1189	8946425.3133	2953.4723
486	263093.7312	8946370.2563	2953.9956	536	263120.3444	8946422.9983	2954.9864
487	263098.3949	8946366.5071	2954.9818	537	263128.2262	8946419.7967	2956.4503
488	263104.6567	8946364.2840	2955.9993	538	263026.8829	8946469.5688	2951.4128
489	263110.7885	8946362.3290	2957.0042	539	263032.3263	8946467.9805	2950.5444
490	263116.6907	8946358.3776	2957.9541	540	263037.4285	8946467.4896	2949.5091
491	263119.8143	8946356.1682	2958.3098	541	263042.0208	8946467.8140	2948.5396
492	263021.1732	8946428.8316	2953.9155	542	263047.7279	8946465.8133	2947.5023
493	263027.6160	8946424.0897	2953.0085	543	263053.8404	8946465.2223	2946.2755
494	263037.1171	8946420.0896	2951.5076	544	263060.8176	8946464.1015	2945.0486
495	263043.7203	8946417.6481	2950.5063	545	263067.9827	8946462.4441	2944.8003
496	263050.4864	8946415.1257	2949.5052	546	263074.2204	8946461.7881	2945.1349
497	263060.6320	8946412.8266	2947.9853	547	263079.5333	8946459.7758	2945.9944
498	263070.1712	8946411.3888	2947.5068	548	263084.7532	8946457.2949	2946.9686
499	263078.3114	8946408.8518	2948.9930	549	263090.3688	8946455.8683	2948.0017

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
550	263095.3298	8946452.5026	2948.9921	603	263050.0075	8946507.0896	2944.5026
551	263100.8932	8946451.1585	2950.0128	604	263054.8327	8946508.5308	2943.5011
552	263106.3924	8946449.6534	2950.9977	605	263060.8948	8946505.8758	2942.5097
553	263114.5561	8946447.1793	2952.5032	606	263066.4412	8946505.1685	2941.8085
554	263119.5733	8946444.4376	2953.4719	607	263072.5615	8946505.1287	2942.4970
555	263125.1125	8946443.0348	2954.4906	608	263077.8951	8946504.4374	2943.4994
556	263129.5475	8946438.7953	2955.5144	609	263082.9798	8946502.6480	2944.4969
557	263135.0692	8946437.3426	2956.4335	610	263088.2303	8946501.5008	2945.5118
558	263026.5346	8946484.8777	2950.4224	611	263093.9167	8946501.9188	2946.5084
559	263031.5840	8946484.9659	2949.5254	612	263098.8940	8946499.4632	2947.5002
560	263037.1487	8946483.4124	2948.5029	613	263103.9860	8946497.1674	2948.5005
561	263042.6697	8946481.9892	2947.4932	614	263109.2717	8946495.6475	2949.5061
562	263047.9455	8946481.1662	2946.5022	615	263114.6116	8946494.2285	2950.5094
563	263053.7011	8946478.7903	2945.4917	616	263120.1950	8946493.8039	2951.5101
564	263059.3551	8946478.6371	2944.3708	617	263125.4713	8946491.5038	2952.5220
565	263064.8180	8946478.3793	2943.5209	618	263130.9382	8946490.4047	2953.5130
566	263069.9564	8946476.7712	2943.6902	619	263136.5709	8946490.4219	2954.4150
567	263075.3914	8946475.3570	2944.5017	620	263019.9274	8946523.4390	2948.8008
568	263081.5825	8946476.5483	2945.4975	621	263028.5269	8946522.6725	2947.5003
569	263089.9115	8946474.7953	2947.0033	622	263033.9178	8946522.7309	2946.4940
570	263098.3417	8946473.2806	2948.4930	623	263039.4621	8946522.4702	2945.4985
571	263103.9102	8946472.1487	2949.5270	624	263044.9562	8946522.2208	2944.5122
572	263109.2050	8946469.1024	2950.4913	625	263050.3496	8946522.3376	2943.5008
573	263114.5829	8946466.6647	2951.5163	626	263058.6491	8946521.8615	2941.9845
574	263119.9533	8946463.4003	2952.4975	627	263064.0779	8946521.8324	2941.0885
575	263124.9113	8946459.7713	2953.4682	628	263068.1881	8946521.3425	2941.0519
576	263130.5188	8946457.9042	2954.5085	629	263074.0060	8946520.1765	2942.0084
577	263135.6774	8946454.5185	2955.5473	630	263081.6327	8946518.5132	2943.4993
578	263141.2882	8946453.3008	2956.4213	631	263089.5630	8946517.9071	2944.9973
579	263025.0010	8946497.9205	2949.8388	632	263094.7964	8946517.2197	2946.0006
580	263030.2898	8946498.7156	2948.8080	633	263102.3578	8946514.7467	2947.5002
581	263035.0985	8946497.0220	2948.0004	634	263110.2879	8946513.7406	2949.0054
582	263042.0358	8946497.0767	2946.6600	635	263117.9834	8946511.2732	2950.5046
583	263048.3180	8946496.0998	2945.4890	636	263123.3487	8946510.7719	2951.4963
584	263053.4514	8946496.2044	2944.5085	637	263131.1874	8946508.3983	2953.0020
585	263059.2425	8946494.1308	2943.4948	638	263136.5174	8946507.2105	2953.8629
586	263064.8019	8946493.4774	2942.7119	639	263021.2655	8946536.2388	2947.8631
587	263072.0538	8946493.5454	2943.0496	640	263028.5743	8946536.0751	2946.5692
588	263077.5014	8946492.8215	2944.0012	641	263032.9924	8946536.2067	2945.7442
589	263083.1081	8946492.5480	2945.0106	642	263040.6690	8946534.5654	2944.4736
590	263088.3834	8946491.1172	2945.9991	643	263049.2678	8946533.6902	2942.9814
591	263093.7692	8946489.8185	2947.0045	644	263055.4714	8946531.7494	2941.9748
592	263099.2672	8946489.0801	2948.0024	645	263061.1804	8946531.1321	2941.0470
593	263104.5487	8946487.2161	2949.0005	646	263068.1634	8946531.7119	2940.6074
594	263112.8847	8946485.7919	2950.5208	647	263076.7605	8946530.5053	2942.0049
595	263118.4336	8946484.6527	2951.5242	648	263083.9992	8946527.9530	2943.4971
596	263126.5722	8946482.1738	2953.0088	649	263091.7292	8946526.9479	2944.9976
597	263131.7276	8946478.4693	2953.9985	650	263099.3326	8946525.4418	2946.4975
598	263137.0931	8946475.4258	2954.9436	651	263106.7656	8946522.7293	2948.0066
599	263024.2091	8946509.8029	2949.1184	652	263114.6174	8946521.9619	2949.4939
600	263029.6261	8946510.2950	2948.1415	653	263122.3458	8946520.2539	2950.9971
601	263036.3004	8946508.6290	2947.0013	654	263130.0815	8946518.2727	2952.5020
602	263043.9375	8946509.4426	2945.4964	655	263135.3684	8946517.5933	2953.4567

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
656	263017.0327	8946547.7261	2947.7744	722	263052.3459	8946579.4881	2941.0063
657	263024.5690	8946547.3041	2946.5200	723	263059.4437	8946577.3398	2939.9622
658	263029.8510	8946548.3020	2945.5059	724	263066.7786	8946577.4791	2939.3411
659	263036.4200	8946546.0449	2944.5259	725	263074.4322	8946577.5552	2940.5073
660	263041.8635	8946546.9104	2943.5381	726	263079.8123	8946575.7261	2941.4919
661	263048.0431	8946545.4504	2942.5359	727	263085.1230	8946573.1352	2942.4972
662	263053.7474	8946545.3741	2941.4927	728	263090.4565	8946572.3207	2943.4993
663	263060.9813	8946543.9186	2940.4329	729	263095.8259	8946572.1516	2944.5074
664	263066.5571	8946543.3342	2939.8989	730	263101.0247	8946570.5009	2945.5003
665	263072.0315	8946542.3992	2940.4644	731	263106.1134	8946567.7168	2946.5035
666	263077.2989	8946542.7463	2941.4990	732	263111.4823	8946568.1256	2947.5065
667	263084.6190	8946541.1222	2943.0686	733	263119.1994	8946566.1411	2948.9983
668	263092.2619	8946539.5185	2944.5464	734	263124.2901	8946565.0614	2949.9920
669	263099.5984	8946538.8285	2945.9742	735	263129.5915	8946565.4839	2950.8436
670	263107.2198	8946538.0210	2947.4876	736	262978.6790	8946592.9086	2950.1410
671	263114.5992	8946535.5554	2948.9824	737	262985.4679	8946591.6019	2949.4882
672	263121.9669	8946533.6444	2950.4774	738	262993.4310	8946591.2737	2948.4832
673	263129.4716	8946530.8913	2951.9905	739	263000.6818	8946591.9650	2947.5064
674	263137.0332	8946528.5204	2953.4912	740	263008.1423	8946592.5182	2946.5077
675	263007.6234	8946558.0439	2948.6630	741	263016.2813	8946591.7736	2945.4883
676	263014.7881	8946559.1257	2947.5212	742	263023.8996	8946591.5792	2944.4796
677	263021.1572	8946558.2451	2946.4959	743	263032.0007	8946590.3759	2943.4967
678	263027.3864	8946557.5520	2945.4927	744	263039.8586	8946589.1880	2942.5163
679	263032.4811	8946556.8952	2944.6703	745	263047.5936	8946587.6774	2941.5231
680	263036.8432	8946555.4323	2943.9830	746	263055.1004	8946587.2842	2940.5029
681	263042.7612	8946555.4810	2942.9826	747	263063.2933	8946586.7347	2939.5488
682	263048.6977	8946555.0527	2941.9980	748	263071.7418	8946586.3807	2940.0062
683	263054.6668	8946553.7161	2941.0192	749	263080.0968	8946584.8093	2941.5181
684	263060.5412	8946552.9388	2939.9927	750	263088.3208	8946584.2769	2942.9935
685	263066.3556	8946552.4130	2939.3619	751	263093.7851	8946583.0581	2943.9886
686	263071.4773	8946550.9071	2939.9755	752	263099.2019	8946581.5884	2944.9830
687	263076.6106	8946551.2369	2941.0160	753	263104.5984	8946580.1331	2945.9950
688	263083.9074	8946550.8002	2942.4694	754	263110.0267	8946579.5943	2947.0100
689	263091.4939	8946549.6014	2943.9969	755	263115.1773	8946577.0668	2948.0259
690	263098.8590	8946548.1501	2945.4973	756	263120.5611	8946576.5565	2949.0311
691	263108.8561	8946546.3012	2947.5050	757	263125.5947	8946574.2676	2949.9520
692	263117.3772	8946545.8644	2949.1852	758	262973.8506	8946602.6924	2949.9126
693	263123.6911	8946543.1861	2950.5073	759	262980.4257	8946604.0464	2949.0001
694	263131.3172	8946542.5321	2951.9832	760	262985.9672	8946602.3687	2948.4871
695	263135.1902	8946540.2693	2952.7288	761	262993.8696	8946603.2223	2947.5012
696	263000.1503	8946568.1704	2949.1899	762	262999.0652	8946601.7425	2947.0042
697	263008.2795	8946568.2925	2948.0203	763	263007.2292	8946602.1081	2946.0086
698	263014.3989	8946569.2473	2946.9929	764	263015.3343	8946602.8064	2945.0056
699	263022.4350	8946569.2148	2945.7652	765	263024.6441	8946600.7095	2943.9953
700	263030.5588	8946569.8616	2944.4965	766	263032.8777	8946601.1157	2942.9806
701	263038.2169	8946567.4143	2943.3860	767	263041.5240	8946599.4217	2942.0108
702	263044.0741	8946568.1395	2942.4544	768	263049.7209	8946599.7436	2941.0146
703	263053.5688	8946567.5743	2940.9592	769	263057.9137	8946598.9807	2939.9924
704	263060.7321	8946565.2611	2939.8991	770	263065.6995	8946596.7772	2939.4808
705	263067.3040	8946566.2728	2939.3121	771	263074.7170	8946597.3265	2940.4967
706	263074.2175	8946564.4767	2940.4306	772	263083.2321	8946594.3664	2942.0004
707	263082.0388	8946561.2278	2942.0006	773	263091.6375	8946593.0118	2943.4889
708	263089.7803	8946560.3067	2943.5303	774	263100.1583	8946592.4025	2945.0216
709	263097.5591	8946559.4367	2945.0004	775	263108.2862	8946589.7910	2946.4740
710	263107.7694	8946557.3938	2946.9639	776	263119.1357	8946586.7839	2948.4807
711	263115.3013	8946555.8652	2948.4756	777	262962.9782	8946610.9046	2951.7374
712	263122.8416	8946554.0754	2950.0191	778	262967.8343	8946612.3284	2950.4681
713	263130.4960	8946553.9310	2951.4588	779	262972.6592	8946613.6134	2949.2392
714	262991.8450	8946581.1330	2949.4688	780	262977.6204	8946612.7206	2948.4944
715	262998.2339	8946580.5991	2948.6449	781	262986.5941	8946613.1852	2947.4956
716	263004.1787	8946583.2581	2947.6326	782	262995.3547	8946614.0800	2946.5073
717	263011.1564	8946582.9225	2946.6700	783	263004.8211	8946614.0736	2945.4921
718	263020.2002	8946581.4106	2945.4838	784	263014.8516	8946612.9113	2944.5052
719	263030.7831	8946581.4444	2944.0071	785	263024.4299	8946612.4539	2943.4934
720	263038.3000	8946580.0508	2943.0087	786	263033.6225	8946612.7398	2942.4964
721	263045.3627	8946578.7004	2942.0124	787	263042.7267	8946613.3526	2941.5054

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
788	263052.2306	8946611.7671	2940.5015	837	263015.1344	8946655.4106	2942.0036
789	263061.4811	8946609.9841	2939.5399	838	263031.3619	8946655.5200	2940.9900
790	263071.9382	8946608.4523	2939.9526	839	263047.4542	8946655.4149	2940.0052
791	263077.7824	8946605.8842	2940.9570	840	263055.2128	8946656.1486	2939.5002
792	263083.6878	8946605.1774	2942.0133	841	263063.0225	8946657.1246	2939.0742
793	263092.3514	8946604.1075	2943.4779	842	263068.5490	8946657.4850	2939.3198
794	263100.9801	8946602.7181	2945.0091	843	263075.7577	8946658.1618	2940.2694
795	263109.4825	8946600.3518	2946.5071	844	262931.3506	8946655.4982	2955.8337
796	263115.0166	8946598.5814	2947.4970	845	262936.5219	8946655.9130	2954.5117
797	262955.6458	8946622.5934	2952.3995	846	262941.8190	8946657.0374	2953.0001
798	262962.2036	8946623.2646	2950.8197	847	262947.0396	8946658.4012	2951.4939
799	262969.5057	8946624.9144	2948.8648	848	262954.3555	8946658.7534	2949.4909
800	262976.6415	8946624.8109	2947.4837	849	262961.2147	8946660.3606	2947.4881
801	262985.1868	8946626.5886	2946.4900	850	262969.9829	8946661.5386	2945.0224
802	262996.5390	8946625.7653	2945.5042	851	262978.2938	8946662.7764	2943.4898
803	263007.8343	8946624.9420	2944.4982	852	262987.1644	8946663.0720	2942.9991
804	263017.9014	8946625.8928	2943.5046	853	262999.1880	8946667.4139	2941.9979
805	263028.1556	8946626.8984	2942.4980	854	263012.2877	8946669.3496	2941.2286
806	263038.8054	8946627.5316	2941.4957	855	263023.0021	8946669.4164	2940.7212
807	263049.7390	8946627.1861	2940.4899	856	263034.5004	8946669.4881	2940.1803
808	263060.8103	8946625.4183	2939.4858	857	263047.4255	8946671.8078	2939.4968
809	263071.4212	8946624.6942	2939.8993	858	263058.9217	8946670.8952	2939.0028
810	263081.4648	8946624.2332	2941.4913	859	263066.3207	8946671.1128	2938.8522
811	263087.6137	8946624.6302	2942.5082	860	262926.7485	8946665.2785	2956.4850
812	263096.8515	8946623.6879	2943.9674	861	262930.6675	8946664.6541	2955.4710
813	262945.2910	8946630.8309	2954.2037	862	262935.6119	8946666.5903	2954.0048
814	262955.5177	8946632.4176	2951.5810	863	262942.5293	8946667.6665	2952.0162
815	262963.8381	8946632.7560	2949.4861	864	262949.1923	8946669.3423	2949.9978
816	262971.7599	8946633.0596	2947.5108	865	262956.2712	8946669.5324	2947.9989
817	262981.8280	8946635.4267	2946.0037	866	262963.2710	8946669.9025	2946.0211
818	262993.9225	8946635.4185	2944.9959	867	262971.3972	8946671.9666	2943.4874
819	263004.8903	8946636.8838	2943.9852	868	262979.9572	8946674.0446	2942.2580
820	263016.9370	8946637.1034	2943.0007	869	262988.7285	8946675.5736	2941.7429
821	263028.9492	8946637.8226	2941.9910	870	263002.1043	8946678.2802	2940.9970
822	263040.8815	8946638.9177	2940.9956	871	263013.9737	8946679.1677	2940.4976
823	263053.2972	8946639.3844	2939.9967	872	263024.6918	8946681.1929	2939.9983
824	263063.3001	8946637.9972	2939.3002	873	263039.4218	8946680.7188	2939.5011
825	263072.3469	8946638.3601	2940.0115	874	263052.3778	8946681.8706	2939.0556
826	263078.7817	8946637.3674	2940.9946	875	262921.2227	8946675.8642	2957.3539
827	263088.3893	8946637.1854	2942.5043	876	262926.2185	8946676.8884	2956.0008
828	262936.9944	8946643.3225	2955.1145	877	262931.5026	8946676.5219	2954.4999
829	262943.2597	8946645.3861	2953.5020	878	262936.5998	8946676.9474	2952.9977
830	262950.4515	8946647.5136	2951.5232	879	262941.6583	8946677.4968	2951.4955
831	262957.9385	8946648.3282	2949.5123	880	262945.0509	8946677.6703	2950.5127
832	262964.7904	8946650.6560	2947.4888	881	262951.4233	8946679.5498	2948.4937
833	262974.7867	8946650.6382	2945.1765	882	262957.8279	8946681.0829	2946.5317
834	262985.3160	8946653.7474	2944.0011	883	262962.4624	8946682.4648	2945.0096
835	262993.7208	8946653.4439	2943.5055	884	262967.2601	8946683.3597	2943.4878
836	263003.2324	8946652.0468	2942.9971	885	262974.4428	8946686.0984	2941.5067

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
837	263015.1344	8946655.4106	2942.0036	900	262959.5044	8946691.6373	2944.9960
838	263031.3619	8946655.5200	2940.9900	901	262964.1418	8946692.5433	2943.4862
839	263047.4542	8946655.4149	2940.0052	902	262970.3179	8946693.6166	2941.5130
840	263055.2128	8946656.1486	2939.5002	903	262976.7566	8946694.8619	2940.2103
841	263063.0225	8946657.1246	2939.0742	904	262988.1071	8946697.6969	2939.7024
842	263068.5490	8946657.4850	2939.3198	905	262996.1885	8946700.9064	2939.3012
843	263075.7577	8946658.1618	2940.2694	906	263004.6713	8946703.3363	2939.0030
844	262931.3506	8946655.4982	2955.8337	907	263013.3048	8946706.4188	2938.7029
845	262936.5219	8946655.9130	2954.5117	908	263021.9124	8946708.8879	2938.5032
846	262941.8190	8946657.0374	2953.0001	909	263026.2654	8946711.9444	2938.3196
847	262947.0396	8946658.4012	2951.4939	910	262916.5232	8946693.8079	2957.5676
848	262954.3555	8946658.7534	2949.4909	911	262921.8646	8946694.6251	2956.2594
849	262961.2147	8946660.3606	2947.4881	912	262927.3599	8946696.2367	2954.4900
850	262969.9829	8946661.5386	2945.0224	913	262932.0323	8946697.0039	2952.9976
851	262978.2938	8946662.7764	2943.4898	914	262936.5681	8946698.4525	2951.4881
852	262987.1644	8946663.0720	2942.9991	915	262942.1537	8946700.8878	2949.5988
853	262999.1880	8946667.4139	2941.9979	916	262948.6717	8946701.7319	2947.4533
854	263012.2877	8946669.3496	2941.2286	917	262953.7929	8946702.4117	2945.7702
855	263023.0021	8946669.4164	2940.7212	918	262959.4753	8946702.2104	2943.9825
856	263034.5004	8946669.4881	2940.1803	919	262965.3765	8946703.6729	2942.0075
857	263047.4255	8946671.8078	2939.4968	920	262971.4739	8946704.9813	2939.9132
858	263058.9217	8946670.8952	2939.0028	921	262978.4402	8946705.9980	2938.9682
859	263066.3207	8946671.1128	2938.8522	922	262987.2724	8946706.9410	2938.8448
860	262926.7485	8946665.2785	2956.4850	923	262998.9258	8946710.1593	2938.5024
861	262930.6675	8946664.6541	2955.4710	924	263007.9271	8946713.8620	2938.2042
862	262935.6119	8946666.5903	2954.0048	925	263014.8203	8946714.8527	2938.1489
863	262942.5293	8946667.6665	2952.0162	926	263023.8754	8946718.6757	2937.9530
864	262949.1923	8946669.3423	2949.9978	927	263027.4882	8946720.1443	2937.8969
865	262956.2712	8946669.5324	2947.9989	928	262916.2584	8946702.8368	2957.4227
866	262963.2710	8946669.9025	2946.0211	929	262920.9575	8946705.1319	2955.9988
867	262971.3972	8946671.9666	2943.4874	930	262925.5551	8946705.7879	2954.5071
868	262979.9572	8946674.0446	2942.2580	931	262931.5335	8946707.1753	2952.4793
869	262988.7285	8946675.5736	2941.7429	932	262936.0053	8946707.9872	2951.0042
870	263002.1043	8946678.2802	2940.9970	933	262941.9513	8946709.1093	2948.9886
871	263013.9737	8946679.1677	2940.4976	934	262948.0580	8946709.5402	2946.9954
872	263024.6918	8946681.1929	2939.9983	935	262955.2273	8946711.4882	2944.5087
873	263039.4218	8946680.7188	2939.5011	936	262962.4522	8946713.1288	2941.9989
874	263052.3778	8946681.8706	2939.0556	937	262969.6968	8946714.4362	2939.6136
875	262921.2227	8946675.8642	2957.3539	938	262976.0091	8946715.9167	2938.0627
876	262926.2185	8946676.8884	2956.0008	939	262984.5369	8946718.1389	2937.7837
877	262931.5026	8946676.5219	2954.4999	940	262991.4310	8946718.9717	2937.7386
878	262936.5998	8946676.9474	2952.9977	941	263001.7756	8946719.6680	2937.7371
879	262941.6583	8946677.4968	2951.4955	942	263011.1454	8946721.2644	2937.7024
880	262945.0509	8946677.6703	2950.5127	943	263020.0629	8946722.2683	2937.7204
881	262951.4233	8946679.5498	2948.4937	944	263027.4402	8946725.3341	2937.6241
882	262957.8279	8946681.0829	2946.5317	945	262912.4140	8946711.8715	2958.2764
883	262962.4624	8946682.4648	2945.0096	946	262918.4237	8946712.5766	2956.4485
884	262967.2601	8946683.3597	2943.4878	947	262923.3686	8946713.2463	2954.7914
885	262974.4428	8946686.0984	2941.5067	948	262928.7199	8946715.1544	2952.8851
886	262980.6260	8946688.3176	2940.7647	949	262934.8635	8946717.8664	2950.6781
887	262992.2135	8946690.8645	2940.2456	950	262939.5435	8946719.6600	2949.0445
888	263005.7877	8946693.3185	2939.7403	951	262943.8210	8946720.6822	2947.5017
889	263022.2349	8946696.0537	2939.2324	952	262950.8286	8946722.3329	2945.0323
890	263033.0357	8946699.0585	2938.8932	953	262959.3276	8946723.7917	2942.0086
891	262917.9126	8946687.7005	2957.7158	954	262966.1346	8946725.7342	2939.4879
892	262922.4255	8946687.7219	2956.4978	955	262972.3843	8946726.2380	2937.6794
893	262926.1818	8946688.5756	2955.3160	956	262979.7149	8946726.9414	2936.8994
894	262930.4278	8946689.2180	2954.0009	957	262986.5122	8946728.2605	2936.8225
895	262935.4634	8946688.9395	2952.4971	958	262992.4636	8946729.4033	2936.8105
896	262940.2665	8946689.6423	2950.9877	959	262998.4110	8946731.1779	2936.7978
897	262945.3484	8946689.2081	2949.5082	960	263005.3061	8946731.8527	2936.8874
898	262950.1184	8946689.9083	2948.0104	961	263010.6283	8946733.3076	2936.9274
899	262954.8474	8946690.7007	2946.5032	962	263016.1811	8946733.7703	2937.0243

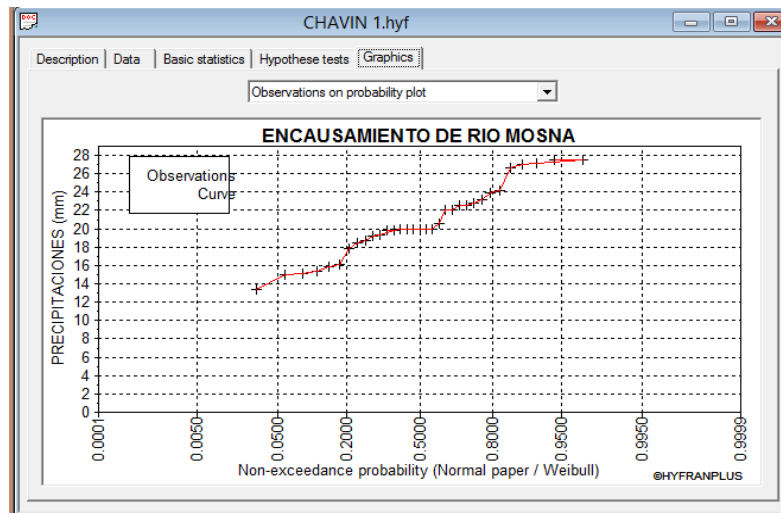
CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
963	263023.0083	8946734.4905	2937.1331	1012	262917.8681	8946737.9501	2956.0342
964	262910.8798	8946721.6737	2958.2697	1013	262923.6019	8946738.2670	2954.0298
965	262915.2906	8946722.1256	2956.9867	1014	262929.5261	8946739.3566	2952.0112
966	262919.4040	8946724.1586	2955.5084	1015	262938.1340	8946740.0505	2949.0059
967	262925.1408	8946724.9327	2953.4813	1016	262946.9686	8946741.9721	2946.0173
968	262929.6076	8946724.7691	2951.9715	1017	262954.3751	8946744.0455	2943.4934
969	262933.8857	8946725.4578	2950.5021	1018	262961.5670	8946745.4607	2940.9972
970	262939.2632	8946727.7370	2948.5249	1019	262969.9952	8946746.2826	2938.0368
971	262944.8726	8946728.7342	2946.5135	1020	262978.1985	8946747.6242	2936.7718
972	262949.0064	8946729.6679	2944.9768	1021	262987.5981	8946748.9992	2936.8954
973	262953.1830	8946730.3232	2943.4606	1022	262996.5735	8946750.8558	2937.0006
974	262957.5442	8946730.3494	2941.9928	1023	263005.8615	8946753.8518	2937.0967
975	262962.8448	8946731.9659	2940.0567	1024	263014.4639	8946757.3278	2937.1391
976	262966.7531	8946733.4021	2938.6483	1025	263023.3359	8946759.4892	2937.1168
977	262971.3790	8946733.2739	2937.0764	1026	263030.6367	8946762.1674	2937.0599
978	262975.8117	8946734.3541	2936.2672	1027	263036.7410	8946764.4904	2936.9811
979	262981.9228	8946735.0240	2936.3371	1028	262908.2326	8946748.4346	2960.6099
980	262988.0309	8946736.1678	2936.4190	1029	262911.4922	8946749.1509	2959.5043
981	262994.7643	8946737.6314	2936.5827	1030	262917.0481	8946749.4093	2957.4866
982	263001.0312	8946738.4603	2936.7219	1031	262921.5836	8946750.9058	2955.9934
983	263010.2743	8946739.7816	2936.8846	1032	262927.3262	8946751.9969	2953.9718
984	263016.2654	8946742.2074	2937.0005	1033	262931.8604	8946753.8815	2952.5488
985	263022.5875	8946743.8603	2937.0896	1034	262935.9534	8946754.0589	2951.0546
986	262908.6554	8946727.8828	2958.8373	1035	262941.4961	8946754.5417	2949.0128
987	262914.3587	8946728.6525	2957.0174	1036	262947.0806	8946755.3506	2947.0051
988	262919.1509	8946728.7547	2955.3603	1037	262955.4143	8946756.6797	2943.9992
989	262922.9799	8946729.2572	2953.9869	1038	262964.9019	8946757.1627	2940.4840
990	262927.1019	8946730.6041	2952.4709	1039	262970.4762	8946758.4997	2938.5383
991	262932.6590	8946731.6973	2950.5342	1040	262976.4319	8946759.7191	2937.4976
992	262937.7984	8946732.4600	2948.7700	1041	262984.1319	8946760.0346	2937.3511
993	262944.2685	8946734.0909	2946.4979	1042	262994.8348	8946761.9441	2937.3449
994	262948.4628	8946734.5557	2945.0413	1043	263006.0506	8946765.4365	2937.3245
995	262952.7976	8946734.6683	2943.5220	1044	263017.2647	8946769.1921	2937.2234
996	262955.9381	8946735.3078	2942.4327	1045	263030.3165	8946773.3096	2936.9929
997	262961.2997	8946736.1048	2940.5561	1046	263036.0458	8946774.8377	2936.8607
998	262967.1228	8946736.9137	2938.5206	1047	263045.9795	8946774.3731	2936.6518
999	262971.4603	8946737.4723	2936.9725	1048	262909.6460	8946762.0950	2961.4322
1000	262976.4152	8946738.1488	2936.2291	1049	262915.6777	8946764.4166	2959.5985
1001	262981.9011	8946738.4990	2936.3999	1050	262922.2740	8946765.5188	2957.2030
1002	262986.9674	8946739.2927	2936.5081	1051	262928.5842	8946767.5449	2954.9774
1003	262992.5445	8946741.5665	2936.6669	1052	262938.5793	8946767.3700	2951.1732
1004	262999.1191	8946743.3450	2936.8054	1053	262951.2857	8946768.9875	2946.4429
1005	263005.8545	8946744.4928	2936.9105	1054	262963.7742	8946770.9631	2941.7681
1006	263011.1849	8946746.8771	2937.0004	1055	262973.7856	8946771.1048	2938.4478
1007	263017.5857	8946749.1467	2937.0697	1056	262981.8740	8946774.0787	2938.0005
1008	263023.0676	8946750.1286	2937.1036	1057	262991.1007	8946774.0309	2937.8061
1009	263028.0524	8946750.7440	2937.1177	1058	263000.2373	8946775.6675	2937.6522
1010	262906.5948	8946736.0973	2959.5179	1059	263008.9241	8946778.0610	2937.4972
1011	262912.0604	8946737.3887	2957.9869	1060	263020.5979	8946779.4801	2937.2075

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
1061	263031.8268	8946780.8664	2936.9021	1114	263005.4941	8946812.7676	2938.2679
1062	263044.3346	8946783.4470	2936.4994	1115	263015.1599	8946813.3544	2937.6676
1063	263052.8335	8946786.0102	2936.1626	1116	263022.9965	8946813.9298	2937.1818
1064	263061.3943	8946787.5933	2935.8247	1117	263033.6122	8946814.8769	2936.5031
1065	262912.7674	8946775.4156	2961.8729	1118	263040.9897	8946816.3425	2936.0006
1066	262919.6032	8946778.0629	2959.5121	1119	263048.6348	8946816.3131	2935.5073
1067	262924.9369	8946778.7744	2957.5038	1120	263055.4136	8946818.0518	2935.0062
1068	262932.7901	8946779.7250	2954.4972	1121	263065.3683	8946819.2169	2934.5234
1069	262940.6774	8946781.0307	2951.5306	1122	263072.0532	8946820.2569	2934.9933
1070	262947.3320	8946782.7371	2948.9943	1123	263081.6446	8946818.9768	2935.9948
1071	262955.0395	8946783.5023	2946.0064	1124	263090.6281	8946819.8253	2936.7942
1072	262965.1575	8946783.8277	2941.9936	1125	262930.4157	8946815.5360	2958.5860
1073	262973.4522	8946784.4003	2939.1397	1126	262936.7130	8946815.0207	2956.0031
1074	262984.5668	8946787.3091	2938.5018	1127	262944.0611	8946816.7275	2953.0119
1075	262992.8368	8946788.9951	2938.2654	1128	262951.2907	8946818.1046	2950.0143
1076	263000.7114	8946789.9881	2937.9990	1129	262958.2041	8946817.7151	2947.0048
1077	263010.5956	8946790.9486	2937.6416	1130	262963.0043	8946818.8684	2945.0083
1078	263021.0437	8946791.8036	2937.2373	1131	262971.3738	8946820.6644	2941.5247
1079	263032.5339	8946793.1915	2936.7723	1132	262976.7565	8946821.6439	2940.4806
1080	263043.2369	8946795.1011	2936.3000	1133	262983.9804	8946822.1369	2940.0047
1081	263053.9414	8946796.7474	2935.7799	1134	262991.3874	8946823.0581	2939.5178
1082	263063.5529	8946796.6565	2935.4896	1135	262997.9429	8946822.4008	2939.0107
1083	262917.4028	8946792.0327	2961.7846	1136	263005.0673	8946823.1443	2938.5327
1084	262923.0049	8946792.7366	2959.6573	1137	263012.0989	8946824.6868	2938.0241
1085	262928.3481	8946792.9790	2957.4997	1138	263018.9320	8946826.1910	2937.5148
1086	262936.2147	8946795.2722	2954.4787	1139	263026.3816	8946826.4632	2937.0051
1087	262943.5380	8946795.1230	2951.5025	1140	263032.5742	8946825.2999	2936.4895
1088	262949.8493	8946796.1629	2949.0004	1141	263038.9480	8946826.4937	2936.0130
1089	262959.7670	8946797.0494	2944.9848	1142	263046.8599	8946825.9780	2935.4013
1090	262968.4834	8946798.3354	2941.4663	1143	263055.3514	8946826.2942	2934.7617
1091	262975.3326	8946799.2054	2939.5349	1144	263063.9728	8946826.7428	2934.2570
1092	262985.3412	8946799.9706	2938.9993	1145	263073.1192	8946826.7999	2934.8643
1093	262995.1040	8946799.3334	2938.4984	1146	263085.5204	8946829.2544	2936.0111
1094	263005.8894	8946800.2533	2938.0027	1147	263098.7659	8946828.7795	2937.2604
1095	263016.4847	8946802.4597	2937.5011	1148	262940.3425	8946832.4667	2955.9358
1096	263026.2500	8946803.8818	2937.0017	1149	262943.7645	8946831.2787	2954.5038
1097	263035.3758	8946805.7984	2936.5011	1150	262949.2453	8946830.3812	2951.8963
1098	263044.6398	8946805.5395	2936.0013	1151	262955.3811	8946831.8548	2949.5028
1099	263053.2841	8946806.7037	2935.5060	1152	262961.1179	8946831.8834	2947.0043
1100	263061.7570	8946807.7246	2934.9419	1153	262968.5154	8946833.6953	2944.0447
1101	263070.3435	8946807.9297	2935.3611	1154	262974.4220	8946833.3228	2942.0847
1102	263079.6453	8946810.3911	2936.1531	1155	262983.8354	8946833.2587	2940.9963
1103	262921.8829	8946803.7501	2961.1307	1156	262991.9492	8946835.3377	2940.5036
1104	262930.9195	8946804.0064	2957.4717	1157	263002.5763	8946834.9354	2939.5264
1105	262939.4685	8946805.1114	2954.0073	1158	263016.5793	8946838.3894	2938.4939
1106	262945.7435	8946806.8146	2951.5101	1159	263027.2248	8946838.4624	2937.5061
1107	262954.3080	8946808.0790	2947.9822	1160	263033.3603	8946840.2307	2937.0055
1108	262960.3039	8946808.2591	2945.4699	1161	263044.7011	8946843.2552	2935.9893
1109	262966.3987	8946809.4918	2943.0079	1162	263054.7509	8946844.2827	2934.9997
1110	262973.2682	8946809.4357	2940.5049	1163	263065.3582	8946845.7283	2934.1993
1111	262980.6794	8946810.7700	2939.7180	1164	263077.0317	8946845.2404	2935.0060
1112	262988.7773	8946811.3470	2939.2517	1165	263089.5823	8946846.1810	2936.0011
1113	262997.9139	8946812.9836	2938.7477	1166	263101.9761	8946846.0037	2937.0027

CUADRO DE COORDENADAS				CUADRO DE COORDENADAS			
FID	ESTE	NORTE	COTA	FID	ESTE	NORTE	COTA
1167	263114.0030	8946848.1490	2937.8660	1219	263107.6217	8946892.1419	2935.5825
1168	262958.1979	8946848.9699	2950.3320	1220	263125.3374	8946892.4979	2936.2138
1169	262964.1832	8946850.5250	2947.9956	1221	263136.0250	8946892.6691	2936.5972
1170	262971.2959	8946849.9162	2945.0778	1222	263148.4260	8946893.7523	2936.9465
1171	262976.5595	8946852.2967	2943.9919	1223	263005.3371	8946899.7824	2944.3657
1172	262985.7522	8946852.7418	2942.9979	1224	263011.3677	8946900.4015	2943.5881
1173	262994.8937	8946853.2048	2941.9911	1225	263015.9092	8946899.7651	2942.7352
1174	263004.9074	8946855.0955	2940.9965	1226	263023.3904	8946901.7561	2941.4981
1175	263010.2084	8946856.7136	2940.4986	1227	263031.5015	8946901.5945	2939.9982
1176	263019.4320	8946858.4000	2939.5019	1228	263039.8622	8946902.6585	2938.5038
1177	263028.3671	8946860.2718	2938.5068	1229	263047.8796	8946901.7017	2937.0032
1178	263036.3040	8946860.0187	2937.4983	1230	263053.3166	8946901.5923	2935.9894
1179	263048.4075	8946860.2597	2935.9961	1231	263061.5214	8946902.2415	2934.5061
1180	263056.4347	8946860.1264	2935.0042	1232	263072.5342	8946901.9532	2934.2238
1181	263063.4321	8946861.2487	2934.2431	1233	263082.7106	8946901.8535	2934.5007
1182	263072.1254	8946861.1817	2934.5029	1234	263090.8223	8946902.8569	2934.6986
1183	263079.6428	8946860.8759	2934.9986	1235	263102.8636	8946903.3532	2935.0007
1184	263087.2577	8946861.0943	2935.4994	1236	263114.3418	8946903.0035	2935.3180
1185	263098.7130	8946861.2054	2936.2526	1237	263126.8889	8946902.5552	2935.6773
1186	263105.7688	8946861.2494	2936.7191	1238	263142.6999	8946904.1136	2935.9869
1187	263117.1973	8946860.6982	2937.4982	1239	263154.9778	8946901.9661	2936.5091
1188	263125.7667	8946861.9578	2937.9839	1240	263019.6826	8946915.6708	2942.9529
1189	262972.5856	8946865.2542	2946.3100	1241	263025.6932	8946915.0494	2941.7790
1190	262977.0454	8946864.1161	2945.4153	1242	263032.3305	8946916.3837	2940.5037
1191	262983.4849	8946865.0859	2944.6803	1243	263037.0998	8946915.8714	2939.5137
1192	262992.5999	8946867.6829	2943.7197	1244	263044.4820	8946915.8706	2937.9944
1193	263001.3457	8946869.1342	2942.6700	1245	263051.8296	8946915.5445	2936.4916
1194	263010.0827	8946869.5948	2941.5007	1246	263059.2371	8946915.5916	2935.0098
1195	263015.2374	8946871.2865	2940.8995	1247	263065.6462	8946916.9162	2934.1419
1196	263026.0920	8946873.5470	2939.5039	1248	263077.1512	8946915.9348	2934.1872
1197	263037.0424	8946875.4492	2937.9980	1249	263090.4855	8946914.9649	2934.3889
1198	263044.1617	8946877.0954	2937.0013	1250	263105.9088	8946914.2712	2934.6461
1199	263054.3579	8946878.1550	2935.5038	1251	263123.7665	8946913.1435	2934.9967
1200	263061.0291	8946877.5793	2934.4927	1252	263142.2350	8946914.2343	2935.2361
1201	263068.4507	8946877.8655	2934.2062	1253	263157.4818	8946916.6574	2935.5192
1202	263078.3746	8946878.9805	2934.6827	1254	263169.3160	8946918.0941	2936.7009
1203	263088.8228	8946879.8354	2935.1742	1255	263028.8833	8946927.4908	2942.5097
1204	263100.5826	8946879.9086	2935.7411	1256	263036.9280	8946927.8378	2941.0193
1205	263112.5971	8946881.0366	2936.2731	1257	263044.3437	8946928.2560	2939.5038
1206	263122.7938	8946880.3103	2936.7963	1258	263055.6340	8946927.5035	2937.0059
1207	263134.7911	8946878.4196	2937.4868	1259	263066.6662	8946929.7118	2935.4855
1208	262986.4215	8946882.6577	2945.8303	1260	263080.7607	8946931.0817	2935.5024
1209	262995.0890	8946884.9946	2945.0474	1261	263097.4429	8946930.8040	2935.2757
1210	263004.5291	8946885.9871	2943.6568	1262	263109.7221	8946931.4070	2935.1680
1211	263013.8308	8946886.5647	2942.1906	1263	263122.1096	8946930.9514	2934.9953
1212	263022.6559	8946886.8251	2940.7702	1264	263132.4625	8946930.7590	2934.8759
1213	263030.2526	8946886.2328	2939.5112	1265	263146.5776	8946930.3204	2934.7319
1214	263040.7239	8946886.7824	2937.8243	1266	263156.6302	8946931.1530	2934.8362
1215	263051.8124	8946887.6760	2936.0349	1267	263167.3773	8946929.4220	2935.9926
1216	263067.2526	8946889.8531	2934.1342	1268	263175.7417	8946928.0907	2936.9899
1217	263082.0746	8946890.7459	2934.6719	1269	263038.3536	8946940.9940	2942.5411
1218	263092.7505	8946890.9075	2935.0727	1270	263046.0272	8946940.9690	2940.9940

Anexo 3
 Estudio hidrológico
**TIEMPO DE RETORNO EN ESTACIONES METEOROLÓGICAS PARA 10,
 100 Y 500 AÑOS (HYFRAN)**

Estación Chavín 1



#32 : Weibull (Method of moments)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Name of test : Chi-squared test

Project : C:\Program Files (x86)\NRS-ETE\HYFRANPLUS\CHAVIN 1.hyf

Title : ENCAUSAMIENTO DE RIO MOSNA

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Weibull

H1 : The underlying distribution of this sample is not Weibull

Results

Statistics result : $X^2 = 11.36$

p-value : $p = 0.0446$

Degrees of freedom : 5

Number of classes : 8

Conclusion

We REJECT H0 at a significance of 5 %, but we accept at a significance level of 1 %

#32 : Weibull (Method of moments)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Project : C:\Program Files (x86)\NRS-ETE\HYFRANPLUS\CHAVIN 1.hyf Size : 33

Title : ENCAUSAMIENTO DE RIO MOSNA

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	31.6	1.56	28.5 - 34.7
2000.0	0.9995	30.7	1.44	27.8 - 33.5
1000.0	0.9990	30.2	1.38	27.5 - 32.9
500.0	0.9980	29.7	1.32	27.1 - 32.3
200.0	0.9950	29.0	1.23	26.5 - 31.4
100.0	0.9900	28.3	1.16	26.1 - 30.6
50.0	0.9800	27.6	1.08	25.5 - 29.7
20.0	0.9500	26.5	0.969	24.6 - 28.4
10.0	0.9000	25.4	0.874	23.7 - 27.1
5.0	0.8000	24.0	0.775	22.5 - 25.5
3.0	0.6667	22.6	0.705	21.2 - 24.0

Estimated parameters

alpha : 22.2543

c : 6.32783

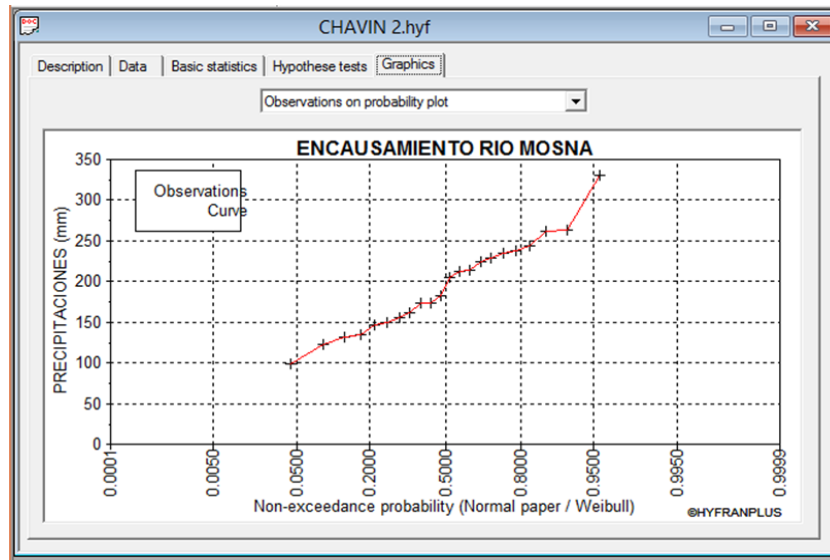
Confidence level : 95 %

q = non-exceedance probability

Other return period

p.d.f.

Estación Chavín 2



#33 : Gamma (Method of moments)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Name of test : **Chi-squared test**

Project : C:\Program Files (x86)\INRS-ETE\HYFRANPLUS\CHAVIN 2.hyf

Title : ENCAUSAMIENTO RIO MOSNA

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Gamma

H1 : The underlying distribution of this sample is not Gamma

Results

Statistics result :	$\chi^2 = 0.91$
p-value :	$p = 0.8232$
Degrees of freedom :	3
Number of classes :	6

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

#33 : Gamma (Method of moments)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Project : C:\Program Files (x86)\INRS-ETE\HYFRANPLUS\CHAVIN 2.hyf Size : 22

Title : ENCAUSAMIENTO RIO MOSNA

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	477	63.0	353 - 600
2000.0	0.9995	435	53.5	330 - 540
1000.0	0.9990	416	49.3	319 - 513
500.0	0.9980	397	45.1	308 - 485
200.0	0.9950	370	39.5	293 - 448
100.0	0.9900	349	35.1	280 - 418
50.0	0.9800	327	30.8	267 - 388
20.0	0.9500	296	24.9	247 - 345
10.0	0.9000	270	20.5	230 - 310
5.0	0.8000	240	16.2	208 - 272
3.0	0.6667	215	13.5	189 - 241

Estimated parameters

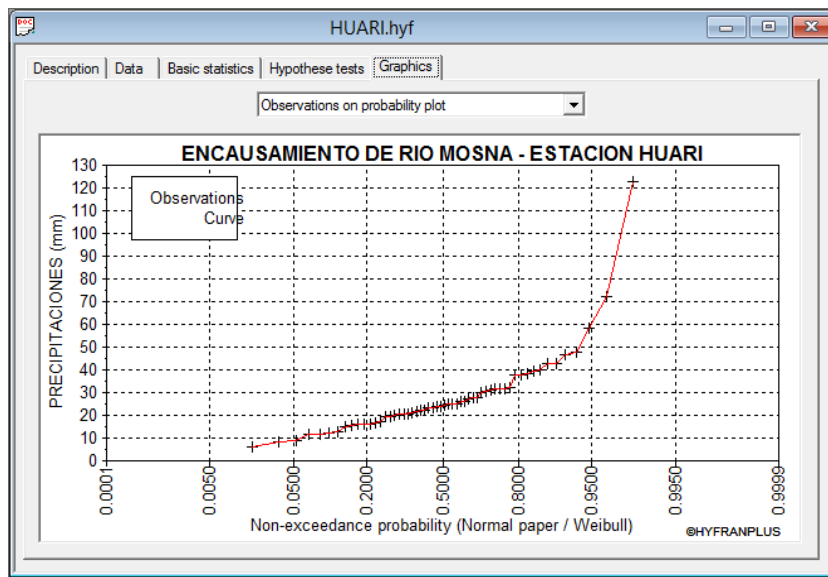
alpha : 0.061381

lambda : 11.9632

Confidence level : 95 %

q = non-exceedance probability Other return period p.d.f.

Estación Huari



#34 : Gamma (Method of moments)

Graphics | Results | **Adequacy** | Characteristics

Name of test : Chi-squared test

Project : C:\Program Files (x86)\INRS-ETE\HYFRANPLUS\HUARI.hyf

Title : ENCAUSAMIENTO DE RIO MOSNA - ESTACION HUARI

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Gamma

H1 : The underlying distribution of this sample is not Gamma

Results

Statistics result : $\chi^2 = 12.21$

p-value : $p = 0.0937$

Degrees of freedom : 7

Number of classes : 10

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

#34 : Gamma (Method of moments)

Graphics | Results | **Adequacy** | Characteristics

Project : C:\Program Files (x86)\INRS-ETE\HYFRANPLUS\HUARI.hyf

Size : 56

Title : ENCAUSAMIENTO DE RIO MOSNA - ESTACION HUARI

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	146	22.7	101 - 190
2000.0	0.9995	125	18.5	88.7 - 161
1000.0	0.9990	116	16.7	83.2 - 149
500.0	0.9980	107	14.9	77.6 - 136
200.0	0.9950	94.6	12.6	70.0 - 119
100.0	0.9900	85.1	10.8	64.0 - 106
50.0	0.9800	75.5	9.04	57.8 - 93.2
20.0	0.9500	62.3	6.79	49.0 - 75.6
10.0	0.9000	51.9	5.16	41.8 - 62.0
5.0	0.8000	40.9	3.66	33.7 - 48.1
3.0	0.6667	32.3	2.76	26.9 - 37.8

Estimated parameters

alpha : 0.087582

lambda : 2.45108

Confidence level : 95 %

q = non-exceedance probability

Other return period

p.d.f.

RESUMEN DE ESTACIONES METEOROLOGICAS PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 10, 100 Y 500 AÑOS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA HUARI					
TIEMPO DE RETORNO (Tr = 10 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.90	51.3	9.37	41.5 - 61.1	0.0579
Weibull (Method of moments)	0.90	52.5	19.5	36.5 - 68.6	0.0937
Gamma (Method of moments)	0.90	51.9	10.8	41.8 - 62.0	0.0937
TIEMPO DE RETORNO (Tr = 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.99	84.1	9.37	65.7 - 102	0.0579
Weibull (Method of moments)	0.99	80.9	19.5	42.6 - 119	0.0937
Gamma (Method of moments)	0.99	85.1	10.8	64.0 - 106	0.0937
TIEMPO DE RETORNO (Tr = 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.998	107	12.5	82.1 - 131	0.0579
Weibull (Method of moments)	0.998	97.6	27.3	44.1 - 151	0.0937
Gamma (Method of moments)	0.998	107	14.9	77.6 - 136	0.0937

ESTACION METEOROLÓGICA CHAVIN 1					
TIEMPO DE RETORNO (Tr = 10 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.90	25.7	1.39	23.0 - 28.4	0.0094
Weibull (Method of moments)	0.90	25.4	0.874	23.7 - 27.1	0.0446
Gamma (Method of moments)	0.90	25.7	1.05	23.7 - 27.8	0.0305
TIEMPO DE RETORNO (Tr = 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.99	32.7	2.61	27.6 - 37.8	0.0094
Weibull (Method of moments)	0.99	28.3	1.16	26.1 - 30.6	0.0446
Gamma (Method of moments)	0.99	30.6	1.68	27.3 - 33.9	0.0305
TIEMPO DE RETORNO (Tr = 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.998	37.5	3.47	30.7 - 44.3	0.0094
Weibull (Method of moments)	0.998	29.7	1.32	27.1 - 32.3	0.0446
Gamma (Method of moments)	0.998	33.4	2.1	29.3 - 37.5	0.0305

ESTACION METEOROLÓGICA CHAVIN 2					
TIEMPO DE RETORNO (Tr = 10 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.90	268	25.1	219 - 318	0.1529
Weibull (Method of moments)	0.90	267	17.7	232 - 302	0.8232
Gamma (Method of moments)	0.90	270	20.5	230 - 310	0.8232
TIEMPO DE RETORNO (Tr = 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.99	372	47.1	279 - 464	0.1529
Weibull (Method of moments)	0.99	320	26	269 - 371	0.8232
Gamma (Method of moments)	0.99	349	35.1	280 - 418	0.8232
TIEMPO DE RETORNO (Tr = 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.998	443	62.7	320 - 565	0.1529
Weibull (Method of moments)	0.998	345	30.8	285 - 406	0.8232
Gamma (Method of moments)	0.998	397	45.1	308 - 485	0.8232

VEN TE CHOV – HIDROLOGIA APLICADA

PRECIP.	85.1		107		28.3		29.7		349		397	
Hora	PT_100 Huari	Parcial Pt	PT_500 Huari	Parcial Pt	PT_100 Chavin 1	Parcial Pt	PT_500 Chavin 1	Parcial Pt	PT_100 Chavin 2	Parcial Pt	PT_500 Chavin 2	Parcial Pt
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.936	0.936	1.177	1.177	0.311	0.311	0.327	0.327	3.839	3.839	4.367	4.367
2	1.872	0.936	2.354	1.177	0.623	0.311	0.653	0.327	7.678	3.839	8.734	4.367
3	2.979	1.106	3.745	1.391	0.991	0.368	1.040	0.386	12.215	4.537	13.895	5.161
4	4.085	1.106	5.136	1.391	1.358	0.368	1.426	0.386	16.752	4.537	19.056	5.161
5	5.446	1.362	6.848	1.712	1.811	0.453	1.901	0.475	22.336	5.584	25.408	6.352
6	6.808	1.362	8.560	1.712	2.264	0.453	2.376	0.475	27.920	5.584	31.760	6.352
7	8.510	1.702	10.700	2.140	2.830	0.566	2.970	0.594	34.900	6.980	39.700	7.940
8	10.212	1.702	12.840	2.140	3.396	0.566	3.564	0.594	41.880	6.980	47.640	7.940
9	12.808	2.596	16.104	3.264	4.259	0.863	4.470	0.906	52.525	10.645	59.749	12.109
10	15.403	2.596	19.367	3.264	5.122	0.863	5.376	0.906	63.169	10.645	71.857	12.109
11	35.912	20.509	45.154	25.787	11.943	6.820	12.533	7.158	147.278	84.109	167.534	95.677
12	56.421	20.509	70.941	25.787	18.763	6.820	19.691	7.158	231.387	84.109	263.211	95.677
13	63.102	6.680	79.341	8.400	20.984	2.222	22.023	2.331	258.784	27.397	294.376	31.165
14	69.782	6.680	87.740	8.399	23.206	2.222	24.354	2.331	286.180	27.397	325.540	31.164
15	72.335	2.553	90.950	3.210	24.055	0.849	25.245	0.891	296.650	10.470	337.450	11.910
16	74.888	2.553	94.160	3.210	24.904	0.849	26.136	0.891	307.120	10.470	349.360	11.910
17	76.420	1.532	96.086	1.926	25.413	0.509	26.671	0.535	313.402	6.282	356.506	7.146
18	77.952	1.532	98.012	1.926	25.923	0.509	27.205	0.535	319.684	6.282	363.652	7.146
19	79.483	1.532	99.938	1.926	26.432	0.509	27.740	0.535	325.966	6.282	370.798	7.146
20	81.015	1.532	101.864	1.926	26.942	0.509	28.274	0.535	332.248	6.282	377.944	7.146
21	82.086	1.021	103.148	1.284	27.281	0.340	28.631	0.356	336.436	4.188	382.708	4.764
22	83.058	1.021	104.432	1.284	27.621	0.340	28.987	0.356	340.624	4.188	387.472	4.764
23	84.079	1.021	105.716	1.284	27.960	0.340	29.344	0.356	344.812	4.188	392.236	4.764
24	85.100	1.021	107.000	1.284	28.300	0.340	29.700	0.356	349.000	4.188	397.000	4.764

Resultados en el software HEC-RAS

A continuación, se muestra los resultados un $T_r = 10$ años.

Progresiva	Qtot (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m)	Top Width (m)	Froude
55+471	2423.4	2952.01	2959.53	2959.53	2962.14	0.010715	7.28	349.06	69.48	0.97
55+486	2423.4	2953	2959.77	2959.77	2962.12	0.010712	6.85	363.68	79.45	0.96
55+501	2423.4	2953.72	2959.76	2959.76	2962.14	0.011018	7.02	366.4	78.92	0.98
55+516	2423.4	2954.41	2959.99	2959.99	2962.12	0.010996	6.59	382.87	90.65	0.96
55+531	2423.4	2954.91	2960.63	2960.63	2962.64	0.011106	6.4	397.26	102.12	0.96
55+546	2423.4	2955.27	2961.09	2961.09	2963.09	0.010668	6.39	398.17	101.92	0.94
55+561	2423.4	2955.6	2961.05	2961.05	2963.05	0.01058	6.46	398.01	100.15	0.95
55+576	2423.4	2955.65	2960.43	2960.8	2962.77	0.015284	6.9	366.62	105.59	1.1
55+591	2423.4	2955.17	2958.81	2959.79	2962.23	0.032127	8.25	301.13	113.09	1.52
55+606	2423.4	2953.5	2957	2958.29	2961.38	0.044383	9.33	266.12	105.39	1.77
55+621	2423.4	2951.5	2955.27	2956.83	2960.33	0.053135	9.98	244.92	97.38	1.93
55+636	2423.4	2949.49	2954.01	2955.68	2959.27	0.050212	10.16	238.54	81.16	1.89
55+651	2423.4	2947.64	2953.36	2954.89	2958.24	0.04167	9.78	247.69	77.28	1.75
55+666	2423.4	2948.5	2953.97	2954.77	2957.08	0.024363	7.81	310.41	91.05	1.35
55+681	2423.4	2949.71	2955.23	2955.23	2957.18	0.011392	6.24	398.75	101.5	0.96
55+696	2423.4	2950.5	2955.6	2955.6	2957.53	0.011277	6.26	401.65	102.02	0.96
55+711	2423.4	2951.12	2955.77	2955.77	2957.74	0.012301	6.27	395.62	102.05	0.99
55+726	2423.4	2951.28	2956	2956	2958	0.012082	6.4	393.64	99.28	0.99
55+741	2423.4	2951.26	2956.09	2956.09	2958.13	0.011614	6.47	389.47	96.5	0.98
55+756	2423.4	2950.8	2956.15	2956.15	2958.17	0.010697	6.42	390.96	93.63	0.95
55+771	2423.4	2950.01	2955.87	2956.15	2958	0.011881	6.64	389.48	109.59	0.99
55+786	2423.4	2949.66	2956.13	2956.13	2958.08	0.009884	6.31	403.07	100	0.91
55+801	2423.4	2949.62	2956.34	2956.34	2958.35	0.010017	6.4	396.17	95.64	0.92
55+816	2423.4	2949.73	2956.75	2956.75	2958.86	0.01	6.59	386.98	89.16	0.93
55+831	2423.4	2949.71	2956.99	2956.99	2959.05	0.010116	6.46	390.6	92.57	0.93
55+846	2423.4	2950.25	2957.19	2957.19	2959.21	0.011244	6.33	390.74	97.4	0.96
55+861	2423.4	2950.33	2957.08	2957.08	2959.24	0.010542	6.62	384.54	93.07	0.95
55+876	2423.4	2949.09	2955.6	2956.35	2958.86	0.018347	8.05	309.11	81.26	1.22
55+891	2423.4	2947.51	2953.7	2955.07	2958.25	0.033298	9.45	257.78	76.2	1.59
55+906	2423.4	2946.85	2952.84	2954.27	2957.55	0.033985	9.62	253.37	75.08	1.61
55+921	2423.4	2945.46	2951.55	2953.18	2956.77	0.038949	10.12	240.13	70.17	1.71
55+936	2423.4	2944.8	2950.63	2952.3	2955.96	0.040431	10.23	237.76	70.9	1.74
55+951	2423.4	2943.52	2949.55	2951.26	2955.07	0.046161	10.41	232.77	71.4	1.84
55+966	2423.4	2942.71	2948.75	2950.41	2954.12	0.044326	10.27	236.04	71.53	1.8
55+981	2423.4	2941.81	2948.26	2949.8	2953.18	0.036845	9.82	247.26	72.63	1.66
55+996	2423.4	2941.05	2947.55	2949.2	2952.54	0.027711	10.1	256.03	73.77	1.51
56+011	2423.4	2940.61	2946.8	2948.41	2951.88	0.039242	9.98	243.08	72.75	1.71
56+026	2423.4	2939.9	2946.23	2947.72	2951.01	0.038306	9.68	250.27	74.22	1.68
56+041	2423.4	2939.36	2946.15	2947.35	2950.1	0.029695	8.8	275.42	77.87	1.49
56+056	2423.4	2939.31	2946.88	2947.14	2949.22	0.015364	6.77	357.78	91.5	1.09
56+071	2423.4	2939.34	2946.93	2946.93	2948.97	0.012571	6.32	383.96	97.82	1
56+086	2423.4	2939.55	2946.67	2946.74	2948.79	0.01245	6.47	379.23	100.32	1
56+101	2423.4	2939.48	2946.36	2946.57	2948.52	0.015605	6.51	372.05	102.54	1.09
56+116	2423.4	2939.54	2946.1	2946.36	2948.23	0.01611	6.46	374.88	107.15	1.1
56+131	2423.4	2939.49	2945.53	2946	2947.88	0.017108	6.81	361.7	115.78	1.14
56+146	2423.4	2939.3	2945.29	2945.71	2947.65	0.017182	6.81	358.94	108.97	1.15
56+161	2423.4	2939.07	2944.66	2945.27	2947.23	0.022651	7.1	341.32	109.35	1.28
56+176	2423.4	2938.85	2944.05	2944.72	2946.74	0.024979	7.26	333.88	111.49	1.34
56+191	2423.4	2939.06	2945.01	2945.01	2947.04	0.013083	6.32	383.44	95.5	1.01

56+206	2423.4	2938.89	2944.99	2944.99	2947.19	0.012709	6.57	368.63	84.74	1.01
56+221	2423.4	2938.32	2944.47	2944.58	2946.91	0.013625	6.92	350.24	77.93	1.04
56+236	2423.4	2937.9	2942.43	2943.56	2946.37	0.030381	8.79	275.59	79.16	1.5
56+251	2423.4	2937.62	2941.77	2942.9	2945.75	0.031475	8.84	274.19	80.51	1.53
56+266	2423.4	2936.8	2941.35	2942.36	2945.1	0.026997	8.58	282.45	77.14	1.43
56+281	2423.4	2936.27	2942.16	2942.16	2944.44	0.01253	6.68	362.68	80.5	1.01
56+296	2423.4	2936.23	2941.43	2941.9	2944.11	0.017822	7.24	334.51	86.21	1.17
56+311	2423.4	2936.77	2940.48	2941.34	2943.62	0.028657	7.85	308.72	101.48	1.44
56+326	2423.4	2936.65	2941.59	2941.59	2943.55	0.012985	6.2	391.08	101.67	1
56+341	2423.4	2935.82	2940.46	2941.11	2943.13	0.024204	7.23	334.98	109.55	1.32
56+356	2423.4	2935.49	2941.05	2941.05	2942.83	0.013216	5.9	410.68	115.74	1
56+371	2423.4	2934.94	2940.93	2940.93	2942.73	0.013308	5.95	407.33	113.7	1
56+386	2423.4	2934.52	2940.06	2940.54	2942.35	0.021715	6.71	361.04	122.3	1.25
56+401	2423.4	2934.26	2939.8	2940.18	2941.89	0.019194	6.41	378.05	125.24	1.18
56+416	2423.4	2934.2	2940.15	2940.15	2941.72	0.013236	5.54	439.01	144.55	0.99
56+431	2423.4	2934.24	2940.13	2940.13	2941.88	0.012705	5.87	415.26	123.24	0.99
56+446	2423.4	2934.21	2939.36	2939.76	2941.55	0.01776	6.56	374.22	124.9	1.15
56+461	2423.4	2934.13	2938.77	2939.32	2941.12	0.023245	6.79	358.49	132.66	1.29
56+476	2423.4	2934.22	2938.82	2938.95	2940.61	0.014297	5.95	414.96	135.78	1.04
56+491	2423.4	2934.14	2938.15	2938.51	2940.27	0.017283	6.59	383.27	125.76	1.14
56+506	2423.4	2934.73	2938.83	2938.83	2940.45	0.012452	5.68	435.97	136.13	0.97
56+521	2423.4	2934.49	2939.18	2939.18	2940.79	0.012737	5.66	437.41	139.84	0.98
56+536	2423.4	2934.18	2939.49	2939.49	2940.99	0.013488	5.44	447.08	153.1	0.99
56+551	2423.4	2933.64	2939.47	2939.47	2941.1	0.011364	5.71	438.82	139.17	0.94
56+566	2423.4	2933.26	2938.98	2939.14	2940.83	0.013901	6.04	407.75	132.27	1.03
56+581	2423.4	2932.99	2938.26	2938.69	2940.48	0.018525	6.61	371.33	126.52	1.17
56+596	2423.4	2932.13	2936.85	2937.75	2939.91	0.033987	7.75	313.61	125.13	1.53
56+611	2423.4	2932.13	2936.49	2937.23	2939.2	0.026505	7.31	336.04	127.93	1.38
56+626	2423.4	2931.84	2935.98	2936.7	2938.7	0.023131	7.66	347.02	124.58	1.32
56+641	2423.4	2931.62	2935.39	2936.11	2938.21	0.024872	7.95	338.76	116.49	1.37
56+656	2423.4	2931.24	2934.56	2935.4	2937.65	0.028548	7.97	318.52	114.48	1.45
56+671	2423.4	2929.96	2933.2	2934.29	2936.93	0.039452	8.66	287.91	116.45	1.67
56+686	2423.4	2928	2931.86	2933.09	2936.04	0.04477	9.23	273.19	113.47	1.78
56+701	2423.4	2926.62	2931.4	2932.54	2935.24	0.028552	9.21	292.59	108.32	1.5
56+716	2423.4	2925.49	2930.61	2931.84	2934.57	0.036799	8.87	279.74	107.93	1.63
56+731	2423.4	2924.67	2931.99	2931.99	2934.02	0.010371	6.41	393.24	101.22	0.93
56+746	2423.4	2923.61	2929.36	2930.64	2933.5	0.027727	9.13	276.63	88.09	1.48
56+761	2423.4	2922.61	2928.32	2929.73	2932.89	0.028718	9.71	266.67	82.83	1.52
56+776	2423.4	2921.54	2927.17	2928.77	2932.21	0.034796	10.04	249.57	78.88	1.64
56+791	2423.4	2920.58	2926.2	2927.8	2931.39	0.047376	10.09	240.26	78.95	1.85
56+806	2423.4	2919.87	2925.67	2927.18	2930.36	0.041369	9.59	252.74	80.88	1.73
56+821	2423.4	2922.5	2928.59	2928.59	2930.39	0.013106	5.94	407.94	113.47	1
56+836	2423.4	2924.99	2929.62	2929.62	2931.27	0.013637	5.69	425.94	130.56	1.01
56+851	2423.4	2924.99	2929.87	2929.87	2931.44	0.013641	5.54	437.08	139.49	1
56+866	2423.4	2923.07	2928.81	2929.26	2931.05	0.019478	6.64	365.21	116.09	1.19
56+881	2423.4	2922	2927.24	2928.21	2930.48	0.029707	7.97	304.02	100.64	1.46
56+896	2423.4	2920.65	2926.55	2927.5	2929.91	0.026701	8.11	299.44	92.21	1.41
56+911	2423.4	2922.53	2928.62	2928.62	2930.41	0.011507	5.96	416.08	120.99	0.95
56+926	2423.4	2924.49	2929.48	2929.48	2931.21	0.011231	5.94	431.29	128.35	0.95
56+941	2423.4	2925.9	2929.97	2929.97	2931.65	0.011771	5.85	435.22	134.17	0.96
56+956	2423.4	2925.77	2930.31	2930.31	2931.97	0.011403	5.85	440.07	137.65	0.95
56+971	2423.4	2925	2930.2	2930.2	2931.89	0.011326	5.85	429.56	129.72	0.95
56+986	2423.4	2923.99	2929.5	2929.77	2931.59	0.015254	6.44	383.31	118.14	1.08
57+001	2423.4	2924.06	2930.04	2930.04	2931.95	0.010727	6.27	411.74	113.17	0.94
57+016	2423.4	2926.5	2932.17	2932.17	2934.17	0.012782	6.27	386.61	96.78	1
57+031	2423.4	2927.63	2933.43	2933.43	2935.8	0.012411	6.82	355.25	75.11	1
57+046	2423.4	2927.73	2933.84	2933.84	2936.27	0.012412	6.9	351.26	73.15	1.01
57+061	2423.4	2926.9	2932.79	2933.44	2935.9	0.01968	7.81	310.14	76.3	1.24
57+076	2423.4	2925.7	2932.48	2933.19	2935.44	0.022068	7.62	317.93	89.18	1.29
57+091	2423.4	2925.05	2932.49	2932.8	2934.92	0.015831	6.9	351.17	89.07	1.11
57+106	2423.4	2924.13	2931.71	2932.21	2934.57	0.015008	7.53	329.24	82.23	1.11
57+121	2423.4	2923.59	2931.15	2931.74	2934.27	0.013229	8.12	323.84	74.05	1.08
57+136	2423.4	2923.04	2929.76	2930.94	2933.83	0.023977	8.95	273.58	71.31	1.38
57+151	2423.4	2922.51	2928.86	2930.17	2933.26	0.030307	9.28	261.01	68.81	1.52
57+166	2423.4	2921.71	2928.13	2929.52	2932.64	0.030472	9.41	258.56	71.15	1.53
57+181	2423.4	2922	2927.7	2928.98	2931.91	0.033217	9.09	266.58	78.21	1.57
57+196	2423.4	2922.61	2929.5	2929.5	2931.52	0.012344	6.31	386.95	102.49	0.99
57+211	2423.4	2924.01	2930.07	2930.07	2931.92	0.011634	6.07	410.46	116.69	0.96
57+226	2423.4	2925.24	2930.49	2930.49	2932.4	0.012944	6.12	396	103.91	1
57+241	2423.4	2926.23	2930.62	2930.62	2932.41	0.013304	5.92	409.02	115.44	1.01

57+256	2423.4	2926.18	2930.64	2930.64	2932.42	0.013394	5.91	409.74	116.56	1.01
57+271	2423.4	2925.02	2930.34	2930.44	2932.18	0.014442	6	403.73	119.03	1.04
57+286	2423.4	2924.01	2930.07	2930.11	2931.88	0.013813	5.95	407.61	117.86	1.02
57+301	2423.4	2923	2929.57	2929.71	2931.57	0.014704	6.26	386.9	108.28	1.06
57+316	2423.4	2922.5	2929.36	2929.42	2931.33	0.013766	6.22	389.39	104.61	1.03
57+331	2423.4	2921.62	2929.06	2929.06	2931.25	0.01049	6.66	382.46	92.27	0.95
57+346	2423.4	2921.12	2928.7	2928.76	2931.1	0.010244	7.1	372.3	84.68	0.95
57+361	2423.4	2920.52	2927.65	2928.27	2930.78	0.014966	8.04	322.44	79.34	1.13
57+376	2423.4	2920	2926.6	2927.63	2930.38	0.019603	8.82	293.8	79.61	1.28
57+391	2423.4	2919.52	2925.99	2927.13	2929.9	0.028514	8.76	276.93	78.33	1.47
57+406	2423.4	2919.04	2926.04	2926.78	2929.17	0.022183	7.83	309.57	84.12	1.3
57+421	2423.4	2919	2926.59	2926.59	2928.67	0.012827	6.38	379.74	92.63	1.01
57+436	2423.4	2918.66	2926.35	2926.37	2928.44	0.013004	6.41	378.24	92.65	1.01
57+451	2423.4	2918.15	2926.07	2926.14	2928.2	0.013274	6.46	375.09	92.05	1.02
57+466	2423.4	2917.99	2925.71	2925.85	2927.92	0.013962	6.59	367.87	91.06	1.05
57+481	2423.4	2917.62	2925.43	2925.51	2927.63	0.013768	6.56	369.4	91.01	1.04
57+496	2423.4	2917.75	2924.85	2925.15	2927.33	0.013841	7.01	353.17	92.64	1.06
57+511	2423.4	2919	2926.31	2926.31	2928.69	0.010487	6.97	364.87	78.99	0.96
57+526	2423.4	2918.04	2923.69	2924.99	2928.16	0.029193	9.52	266.6	76.89	1.52
57+541	2423.4	2918.5	2923.8	2924.76	2927.33	0.025539	8.37	294.38	89.13	1.4
57+556	2423.4	2918.77	2927.67	2927.67	2930.23	0.012308	7.08	342.41	67.57	1
57+571	2423.4	2919	2924.88	2926.29	2929.63	0.031777	9.7	255.27	74.65	1.57
57+586	2423.4	2919.31	2924.33	2925.72	2928.98	0.030676	9.64	259.14	75.87	1.55
57+601	2423.4	2919.29	2925.99	2925.99	2928.33	0.012246	6.77	357.86	76.54	1
57+616	2423.4	2918.66	2925.23	2925.62	2928.01	0.015704	7.39	328.12	74.3	1.12
57+631	2423.4	2918	2922.41	2923.88	2927.32	0.040282	10	253.91	87.93	1.74
57+646	2423.4	2917	2921.49	2922.98	2926.45	0.047771	9.87	247.79	92.18	1.85
57+661	2423.4	2916.5	2920.7	2922.12	2925.43	0.047219	9.67	255.08	100.69	1.83
57+676	2423.4	2913.51	2917.71	2919.51	2924.18	0.061207	11.84	225.54	99.53	2.12
57+691	2423.4	2912.06	2916.19	2918.09	2922.85	0.070831	11.55	217.16	96.87	2.23
57+706	2423.4	2910.99	2915.17	2916.92	2921.19	0.076038	10.86	223.09	94.08	2.25
57+721	2423.4	2910.49	2915.47	2916.77	2919.45	0.043449	8.83	274.47	103.81	1.73
57+736	2423.4	2911	2916.98	2916.98	2918.63	0.013783	5.69	426.23	131.92	1.01
57+751	2423.4	2911.51	2917.15	2917.15	2918.87	0.011314	5.89	431.74	132.75	0.95
57+766	2423.4	2911.77	2917.79	2917.79	2919.53	0.013287	5.85	414.23	119.08	1
57+781	2423.4	2912.5	2918.25	2918.25	2920.11	0.013052	6.05	400.65	107.75	1
57+796	2423.4	2913.18	2918.52	2918.52	2920.48	0.011432	6.24	397.99	105.47	0.96
57+811	2423.4	2913.09	2918.64	2918.64	2920.78	0.011002	6.53	382.27	92.82	0.96
57+826	2423.4	2912.69	2917.82	2918.3	2920.47	0.01577	7.24	340.29	91.89	1.12
57+841	2423.4	2911.68	2916.63	2917.47	2920.01	0.02318	8.15	297.31	78.14	1.33
57+856	2423.4	2910.5	2916.87	2917.19	2919.47	0.015221	7.15	339.46	82.19	1.1
57+871	2423.4	2908.98	2915.34	2916.32	2919	0.022918	8.47	286.17	70.06	1.34
57+886	2423.4	2907.99	2916.09	2916.09	2918.47	0.012502	6.83	354.86	75.6	1.01
57+901	2423.4	2906.68	2912.19	2913.92	2917.73	0.043395	10.43	232.35	67.55	1.8
57+916	2423.4	2905.31	2911.26	2913.1	2916.88	0.041513	10.5	230.82	64.04	1.77
57+931	2423.4	2905	2910.24	2911.94	2915.93	0.054226	10.56	230.04	82.18	1.96
57+946	2423.4	2904.61	2910.55	2911.79	2914.7	0.028169	9.12	275.85	88.77	1.48
57+961	2423.4	2904.5	2910.52	2911.46	2913.95	0.025741	8.22	297.11	91.81	1.4
57+976	2423.4	2904.18	2911.27	2911.27	2913.34	0.011304	6.42	385.4	95.37	0.96
57+991	2423.4	2903.76	2910.51	2910.92	2913.03	0.016281	7.05	347.5	97.44	1.13
58+006	2423.4	2903.53	2910.28	2910.62	2912.69	0.015226	6.91	355.66	97.23	1.1
58+021	2423.4	2903.49	2910.44	2910.44	2912.45	0.011515	6.3	391.28	101.27	0.97
58+036	2423.4	2903.3	2910.29	2910.29	2912.35	0.011116	6.43	390.54	99.01	0.96
58+051	2423.4	2903.27	2910.08	2910.14	2912.16	0.011213	6.49	390.85	101.21	0.96
58+066	2423.4	2903.5	2909.96	2909.96	2912.05	0.011037	6.5	388.22	96.37	0.96
58+081	2423.4	2903.25	2909.75	2909.79	2911.87	0.01099	6.6	387.41	96.93	0.96
PROMEDIO 10		2929.23109	2935.02874	2935.57743	2937.95457	0.02153724	7.48382857	342.5816	98.0617143	1.23822857

A continuación, se muestra los resultados un Tr= 100 años.

Progresiva	Qtot (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m)	Top Width (m)	Froude	Max Chl Dpth (m)
55+471	3384.10	2950.64	2958.31	2961.19	2967.77	0.05	13.65	250.76	59.88	2.01	7.67
55+486	3384.10	2950.59	2958.59	2961.02	2966.39	0.04	12.38	275.96	62.89	1.79	8.00
55+501	3384.10	2951.54	2958.52	2960.57	2965.28	0.04	11.53	296.09	76.32	1.77	6.98
55+516	3384.10	2952.01	2960.89	2960.89	2964.04	0.01	8.05	445.80	72.85	0.97	8.88
55+531	3384.10	2953.00	2960.68	2960.99	2963.88	0.01	8.04	436.79	81.63	1.04	7.68
55+546	3384.10	2953.72	2960.99	2960.99	2963.88	0.01	7.78	465.12	81.67	0.98	7.27
55+561	3384.10	2954.41	2960.81	2961.07	2963.72	0.01	7.72	458.52	92.52	1.04	6.40
55+576	3384.10	2954.91	2961.69	2961.69	2964.09	0.01	7.05	507.62	106.90	0.95	6.78
55+591	3384.10	2955.27	2962.16	2962.16	2964.54	0.01	7.04	509.31	107.16	0.94	6.89
55+606	3384.10	2955.60	2962.11	2962.11	2964.52	0.01	7.14	506.97	106.11	0.95	6.51
55+621	3384.10	2955.65	2961.25	2961.82	2964.22	0.02	7.82	455.24	110.08	1.14	5.60
55+636	3384.10	2955.17	2959.51	2960.67	2963.68	0.03	9.17	380.53	113.92	1.53	4.34
55+651	3384.10	2953.50	2957.72	2959.25	2962.90	0.04	10.21	343.32	108.16	1.73	4.22
55+666	3384.10	2951.50	2955.99	2957.75	2961.98	0.05	10.90	317.50	104.14	1.88	4.49
55+681	3384.10	2949.49	2954.80	2956.68	2961.02	0.05	11.04	307.03	91.44	1.89	5.31
55+696	3384.10	2947.64	2954.20	2955.97	2960.02	0.04	10.69	316.89	88.39	1.78	6.56
55+711	3384.10	2948.50	2954.59	2955.83	2958.91	0.03	9.21	369.48	99.64	1.47	6.09
55+726	3384.10	2949.71	2956.17	2956.17	2958.65	0.01	7.07	494.22	101.50	0.99	6.46
55+741	3384.10	2950.50	2956.54	2956.54	2958.99	0.01	7.06	498.09	102.02	0.98	6.04
55+756	3384.10	2951.12	2956.73	2956.73	2959.20	0.01	7.04	493.92	102.05	1.00	5.61
55+771	3384.10	2951.28	2956.97	2956.97	2959.49	0.01	7.19	490.84	99.28	1.00	5.69
55+786	3384.10	2951.26	2957.09	2957.09	2959.64	0.01	7.24	485.58	96.50	0.99	5.83
55+801	3384.10	2950.80	2957.12	2957.12	2959.70	0.01	7.25	482.40	93.63	0.97	6.32
55+816	3384.10	2950.01	2956.58	2957.03	2959.44	0.01	7.75	467.97	110.98	1.08	6.57
55+831	3384.10	2949.66	2957.08	2957.08	2959.55	0.01	7.14	497.99	100.00	0.95	7.42
55+846	3384.10	2949.62	2957.31	2957.31	2959.87	0.01	7.26	489.12	95.64	0.95	7.69
55+861	3384.10	2949.73	2957.78	2957.78	2960.45	0.01	7.44	478.99	89.16	0.96	8.05
55+876	3384.10	2949.71	2957.99	2957.99	2960.60	0.01	7.31	483.15	92.57	0.96	8.28
55+891	3384.10	2950.25	2958.19	2958.19	2960.73	0.01	7.13	487.92	97.40	0.98	7.94
55+906	3384.10	2950.33	2958.25	2958.25	2960.81	0.01	7.27	497.00	98.39	0.94	7.92
55+921	3384.10	2949.09	2956.85	2957.56	2960.46	0.01	8.55	415.04	88.70	1.15	7.76
55+936	3384.10	2947.51	2954.76	2956.27	2959.91	0.03	10.10	341.66	81.68	1.49	7.25
55+951	3384.10	2946.85	2953.83	2955.48	2959.32	0.03	10.44	330.95	80.93	1.55	6.98
55+966	3384.10	2945.46	2952.51	2954.36	2958.63	0.03	10.99	312.08	79.30	1.67	7.05
55+981	3384.10	2944.80	2951.56	2953.52	2957.90	0.04	11.20	308.80	80.68	1.70	6.76
55+996	3384.10	2943.52	2950.40	2952.44	2957.10	0.04	11.48	297.79	80.71	1.81	6.88
56+011	3384.10	2942.71	2949.54	2951.60	2956.26	0.04	11.48	296.33	79.95	1.83	6.83
56+026	3384.10	2941.81	2949.06	2950.97	2955.34	0.04	11.13	309.03	81.15	1.70	7.25
56+041	3384.10	2941.05	2948.39	2950.33	2954.70	0.03	11.50	322.70	83.75	1.58	7.34
56+056	3384.10	2940.61	2947.60	2949.58	2954.03	0.04	11.26	304.88	81.15	1.74	6.99
56+071	3384.10	2939.90	2946.96	2948.86	2953.18	0.04	11.04	306.88	81.99	1.80	7.06
56+086	3384.10	2939.36	2946.84	2948.50	2952.14	0.04	10.19	332.03	85.54	1.65	7.48
56+101	3384.10	2939.31	2947.11	2948.27	2951.17	0.03	8.92	379.28	94.11	1.42	7.80
56+116	3384.10	2939.34	2947.69	2948.04	2950.48	0.01	7.42	461.96	107.28	1.08	8.35
56+131	3384.10	2939.55	2947.48	2947.90	2950.30	0.01	7.49	464.55	110.43	1.06	7.93
56+146	3384.10	2939.48	2947.08	2947.63	2949.99	0.02	7.57	449.69	112.53	1.16	7.60
56+161	3384.10	2939.54	2947.14	2947.34	2949.55	0.01	6.88	494.21	122.26	1.05	7.60
56+176	3384.10	2939.49	2946.38	2946.97	2949.22	0.02	7.54	466.23	128.43	1.14	6.89
56+191	3384.10	2939.30	2946.72	2946.72	2948.91	0.01	6.62	526.96	124.13	0.94	7.42

56+206	3384.10	2939.07	2945.52	2946.19	2948.54	0.02	7.70	439.64	117.95	1.27	6.45
56+221	3384.10	2938.85	2944.86	2945.66	2948.08	0.02	7.94	425.95	117.98	1.34	6.01
56+236	3384.10	2939.06	2946.07	2946.07	2948.53	0.01	6.94	487.49	99.97	1.00	7.01
56+251	3384.10	2938.89	2946.18	2946.18	2948.79	0.01	7.15	473.08	90.77	1.00	7.29
56+266	3384.10	2938.32	2945.70	2945.78	2948.61	0.01	7.55	449.87	84.02	1.02	7.38
56+281	3384.10	2937.90	2943.38	2944.69	2948.07	0.03	9.59	352.89	82.98	1.48	5.48
56+296	3384.10	2937.62	2942.66	2944.06	2947.50	0.03	9.74	348.37	84.97	1.51	5.04
56+311	3384.10	2936.80	2942.26	2943.56	2946.89	0.03	9.53	355.35	81.82	1.45	5.46
56+326	3384.10	2936.27	2942.94	2943.35	2946.14	0.01	7.93	426.91	84.29	1.12	6.67
56+341	3384.10	2936.23	2942.27	2942.99	2945.77	0.02	8.28	408.50	90.65	1.25	6.04
56+356	3384.10	2936.77	2941.15	2942.29	2945.24	0.03	8.95	378.10	105.17	1.50	4.38
56+371	3384.10	2936.65	2942.59	2942.59	2944.99	0.01	6.86	495.56	107.70	1.00	5.94
56+386	3384.10	2935.82	2941.19	2942.04	2944.56	0.02	8.14	415.86	113.55	1.36	5.37
56+401	3384.10	2935.49	2941.98	2941.98	2944.14	0.01	6.51	520.21	120.67	1.00	6.49
56+416	3384.10	2934.94	2941.87	2941.87	2944.06	0.01	6.56	516.22	118.19	1.00	6.93
56+431	3384.10	2934.52	2940.73	2941.42	2943.66	0.02	7.58	446.44	130.17	1.31	6.21
56+446	3384.10	2934.26	2940.47	2941.04	2943.15	0.02	7.25	466.61	137.97	1.26	6.21
56+461	3384.10	2934.20	2940.99	2940.99	2942.86	0.01	6.08	566.30	160.29	0.97	6.79
56+476	3384.10	2934.24	2941.06	2941.06	2943.16	0.01	6.44	536.16	136.70	0.97	6.82
56+491	3384.10	2934.21	2940.13	2940.70	2942.83	0.02	7.34	474.27	135.51	1.16	5.92
56+506	3384.10	2934.13	2939.41	2940.18	2942.41	0.02	7.70	445.95	141.06	1.32	5.28
56+521	3384.10	2934.22	2939.50	2939.82	2941.84	0.01	6.84	507.78	139.57	1.09	5.28
56+536	3384.10	2934.14	2938.98	2939.37	2941.52	0.02	7.24	489.11	129.78	1.13	4.84
56+551	3384.10	2934.73	2939.65	2939.65	2941.65	0.01	6.34	548.79	139.88	0.98	4.92
56+566	3384.10	2934.49	2939.99	2939.99	2941.97	0.01	6.29	552.17	143.34	0.98	5.50
56+581	3384.10	2934.18	2940.25	2940.25	2942.10	0.01	6.04	567.85	159.33	0.98	6.07
56+596	3384.10	2933.64	2940.32	2940.32	2942.28	0.01	6.32	562.15	148.36	0.94	6.68
56+611	3384.10	2933.26	2939.93	2940.04	2942.05	0.01	6.51	537.99	141.85	0.98	6.67
56+626	3384.10	2932.99	2939.11	2939.58	2941.73	0.02	7.23	480.39	132.28	1.14	6.12
56+641	3384.10	2932.13	2937.55	2938.58	2941.20	0.03	8.48	403.98	132.33	1.49	5.42
56+656	3384.10	2932.13	2937.11	2938.09	2940.59	0.03	8.33	415.58	131.15	1.42	4.98
56+671	3384.10	2931.84	2936.61	2937.52	2940.10	0.02	8.71	425.48	124.58	1.38	4.76
56+686	3384.10	2931.62	2936.10	2937.00	2939.61	0.02	8.89	421.49	116.49	1.40	4.48
56+701	3384.10	2931.24	2935.27	2936.29	2939.08	0.03	8.87	400.13	114.48	1.45	4.03
56+716	3384.10	2929.96	2933.85	2935.18	2938.39	0.04	9.58	365.09	117.90	1.66	3.89
56+731	3384.10	2928.00	2932.49	2933.98	2937.56	0.04	10.19	345.34	113.47	1.77	4.49
56+746	3384.10	2926.62	2932.05	2933.45	2936.78	0.03	10.28	364.48	112.40	1.55	5.43
56+761	3384.10	2925.49	2931.29	2932.82	2936.13	0.03	9.87	357.17	117.10	1.64	5.80
56+776	3384.10	2924.67	2933.16	2933.16	2935.48	0.01	6.92	519.21	112.34	0.90	8.49
56+791	3384.10	2923.61	2930.36	2931.77	2934.97	0.02	9.76	369.16	96.46	1.41	6.75
56+806	3384.10	2922.61	2929.32	2930.92	2934.44	0.02	10.41	352.99	89.88	1.46	6.71
56+821	3384.10	2921.54	2928.16	2929.94	2933.84	0.03	10.78	332.05	87.82	1.57	6.62
56+836	3384.10	2920.58	2927.05	2928.95	2933.09	0.04	10.89	311.30	89.30	1.83	6.47
56+851	3384.10	2919.87	2926.48	2928.25	2932.11	0.04	10.51	321.95	90.92	1.78	6.61
56+866	3384.10	2922.50	2929.58	2929.58	2931.68	0.01	6.42	526.79	127.23	1.01	7.08
56+881	3384.10	2924.99	2930.52	2930.52	2932.46	0.01	6.16	549.29	142.06	1.00	5.53
56+896	3384.10	2924.99	2930.71	2930.71	2932.58	0.01	6.07	557.77	149.02	1.00	5.72
56+911	3384.10	2923.07	2929.83	2930.21	2932.24	0.02	6.88	492.16	132.64	1.14	6.76
56+926	3384.10	2922.00	2928.21	2929.24	2931.71	0.03	8.28	408.48	114.70	1.40	6.21
56+941	3384.10	2920.65	2927.66	2928.58	2931.25	0.02	8.44	409.58	107.00	1.27	7.01
56+956	3384.10	2922.53	2929.55	2929.55	2931.72	0.01	6.61	532.27	127.48	0.95	7.02
56+971	3384.10	2924.49	2930.39	2930.39	2932.47	0.01	6.58	550.38	134.88	0.95	5.90
56+986	3384.10	2925.90	2930.85	2930.85	2932.87	0.01	6.46	556.58	141.52	0.96	4.95
57+001	3384.10	2925.77	2931.17	2931.17	2933.17	0.01	6.47	560.51	143.84	0.95	5.40
57+016	3384.10	2925.00	2931.05	2931.05	2933.14	0.01	6.52	543.94	136.47	0.95	6.05
57+031	3384.10	2923.99	2930.52	2930.68	2932.89	0.01	6.89	507.11	126.07	1.02	6.53
57+046	3384.10	2924.06	2931.10	2931.10	2933.34	0.01	6.85	537.21	123.08	0.93	7.04
57+061	3384.10	2926.50	2933.19	2933.19	2935.64	0.01	6.94	487.59	100.57	1.01	6.69
57+076	3384.10	2927.63	2934.68	2934.68	2937.54	0.01	7.50	451.33	78.77	1.00	7.05
57+091	3384.10	2927.73	2935.16	2935.16	2938.02	0.01	7.50	451.35	78.75	1.00	7.43
57+106	3384.10	2926.90	2933.82	2934.66	2937.64	0.02	8.65	391.21	80.05	1.25	6.92
57+121	3384.10	2925.70	2933.17	2934.28	2937.19	0.02	8.89	382.69	98.32	1.38	7.47
57+136	3384.10	2925.05	2933.16	2933.91	2936.58	0.02	8.19	413.44	96.35	1.25	8.11
57+151	3384.10	2924.13	2932.79	2933.43	2936.25	0.01	8.35	422.08	89.75	1.11	8.66
57+166	3384.10	2923.59	2932.48	2933.06	2935.99	0.01	8.73	427.98	82.03	1.05	8.89
57+181	3384.10	2923.04	2930.92	2932.27	2935.58	0.02	9.65	362.81	81.38	1.32	7.88
57+196	3384.10	2922.51	2929.91	2931.46	2935.07	0.03	10.07	338.06	78.57	1.49	7.40
57+211	3384.10	2921.71	2929.14	2930.83	2934.51	0.03	10.30	334.92	79.98	1.49	7.43
57+226	3384.10	2922.00	2928.46	2930.15	2933.89	0.03	10.32	328.26	84.59	1.65	6.46
57+241	3384.10	2922.61	2930.60	2930.60	2932.97	0.01	6.86	506.14	111.10	0.96	7.99

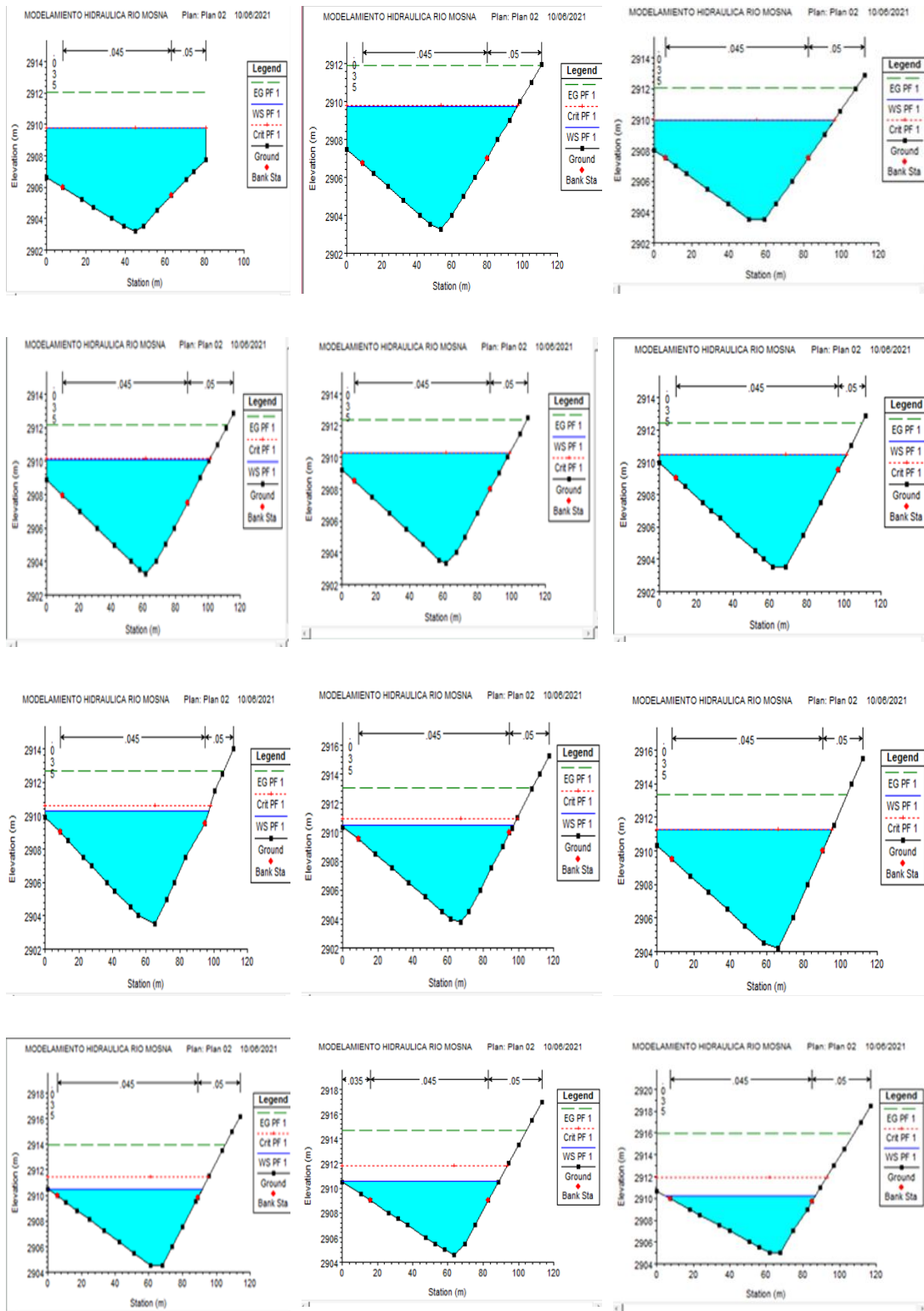
57+256	3384.10	2924.01	2931.04	2931.04	2933.26	0.01	6.70	525.66	120.25	0.95	7.03
57+271	3384.10	2925.24	2931.47	2931.47	2933.80	0.01	6.77	500.53	109.46	1.00	6.23
57+286	3384.10	2926.23	2931.57	2931.57	2933.71	0.01	6.49	521.74	121.99	1.00	5.34
57+301	3384.10	2926.18	2931.57	2931.57	2933.72	0.01	6.49	521.40	123.37	1.01	5.39
57+316	3384.10	2925.02	2931.32	2931.35	2933.45	0.01	6.46	523.80	126.20	1.01	6.30
57+331	3384.10	2924.01	2930.84	2931.04	2933.16	0.01	6.75	501.39	126.36	1.08	6.83
57+346	3384.10	2923.00	2930.55	2930.75	2932.89	0.01	6.77	499.71	122.09	1.07	7.55
57+361	3384.10	2922.50	2930.35	2930.45	2932.71	0.01	6.80	500.48	118.70	1.02	7.85
57+376	3384.10	2921.62	2930.22	2930.22	2932.83	0.01	7.34	493.81	99.00	0.94	8.60
57+391	3384.10	2921.12	2930.00	2930.00	2932.79	0.01	7.74	487.85	92.35	0.94	8.88
57+406	3384.10	2920.52	2928.87	2929.52	2932.49	0.01	8.74	423.75	86.52	1.11	8.35
57+421	3384.10	2920.00	2927.67	2928.86	2932.10	0.02	9.66	382.61	86.28	1.27	7.67
57+436	3384.10	2919.52	2926.93	2928.30	2931.65	0.03	9.64	355.92	88.52	1.44	7.41
57+451	3384.10	2919.04	2926.74	2927.94	2931.03	0.02	9.18	370.60	91.42	1.41	7.70
57+466	3384.10	2919.00	2927.11	2927.70	2930.28	0.02	7.88	429.29	98.42	1.20	8.11
57+481	3384.10	2918.66	2927.55	2927.55	2929.90	0.01	6.80	497.64	105.98	1.00	8.89
57+496	3384.10	2918.15	2927.23	2927.25	2929.67	0.01	6.92	489.60	104.97	1.01	9.08
57+511	3384.10	2917.99	2926.80	2926.97	2929.40	0.01	7.14	474.55	103.60	1.05	8.81
57+526	3384.10	2917.62	2926.55	2926.66	2929.15	0.01	7.16	477.98	103.37	1.01	8.93
57+541	3384.10	2917.75	2925.97	2926.29	2928.88	0.01	7.66	458.37	96.20	1.04	8.22
57+556	3384.10	2919.00	2927.56	2927.56	2930.42	0.01	7.70	466.38	82.70	0.95	8.56
57+571	3384.10	2918.04	2924.71	2926.22	2929.89	0.03	10.34	346.56	80.04	1.47	6.66
57+586	3384.10	2918.50	2924.48	2925.86	2929.24	0.03	9.74	355.92	91.66	1.50	5.98
57+601	3384.10	2918.77	2929.14	2929.14	2932.04	0.01	7.55	448.02	77.43	1.00	10.37
57+616	3384.10	2919.00	2925.89	2927.55	2931.44	0.03	10.55	332.42	77.73	1.52	6.89
57+631	3384.10	2919.31	2925.25	2926.92	2930.87	0.03	10.67	330.62	78.61	1.55	5.94
57+646	3384.10	2919.29	2927.20	2927.20	2930.04	0.01	7.45	454.72	82.73	1.00	7.91
57+661	3384.10	2918.66	2926.41	2926.91	2929.72	0.02	8.06	419.93	81.19	1.13	7.75
57+676	3384.10	2918.00	2923.22	2924.97	2929.03	0.04	10.95	326.27	90.84	1.71	5.22
57+691	3384.10	2917.00	2922.22	2924.04	2928.22	0.04	10.91	317.32	97.09	1.83	5.22
57+706	3384.10	2916.50	2921.31	2923.12	2927.33	0.05	10.95	317.80	103.09	1.88	4.81
57+721	3384.10	2913.51	2918.29	2920.45	2926.09	0.06	13.13	285.59	105.84	2.16	4.78
57+736	3384.10	2912.06	2916.80	2919.06	2924.81	0.07	12.79	278.83	104.69	2.23	4.74
57+751	3384.10	2910.99	2915.75	2917.87	2923.19	0.08	12.08	280.15	104.33	2.35	4.76
57+766	3384.10	2910.49	2916.01	2917.71	2921.30	0.05	10.19	332.17	112.96	1.90	5.52
57+781	3384.10	2911.00	2917.43	2917.85	2919.90	0.02	6.97	486.64	140.34	1.17	6.43
57+796	3384.10	2911.51	2918.09	2918.09	2920.11	0.01	6.44	561.72	142.54	0.93	6.58
57+811	3384.10	2911.77	2918.72	2918.72	2920.80	0.01	6.40	528.98	127.88	1.00	6.95
57+826	3384.10	2912.50	2919.19	2919.19	2921.48	0.01	6.70	505.90	115.17	1.00	6.69
57+841	3384.10	2913.18	2919.54	2919.54	2921.91	0.01	6.91	507.11	109.47	0.96	6.36
57+856	3384.10	2913.09	2919.73	2919.73	2922.34	0.01	7.26	485.48	96.74	0.96	6.64
57+871	3384.10	2912.69	2918.78	2919.36	2922.03	0.01	8.07	431.98	96.53	1.13	6.09
57+886	3384.10	2911.68	2917.73	2918.70	2921.64	0.02	8.76	389.64	89.35	1.27	6.05
57+901	3384.10	2910.50	2917.89	2918.40	2921.15	0.01	8.02	427.26	90.06	1.11	7.39
57+916	3384.10	2908.98	2916.51	2917.56	2920.70	0.02	9.07	373.12	78.82	1.33	7.53
57+931	3384.10	2907.99	2917.42	2917.42	2920.15	0.01	7.32	462.62	86.10	1.01	9.43
57+946	3384.10	2906.68	2913.25	2915.19	2919.41	0.04	11.00	307.67	74.64	1.73	6.56
57+961	3384.10	2905.31	2912.33	2914.38	2918.64	0.04	11.12	304.39	72.41	1.73	7.02
57+976	3384.10	2905.00	2911.03	2913.04	2917.75	0.05	11.53	298.66	89.77	1.90	6.03
57+991	3384.10	2904.61	2911.27	2912.87	2916.60	0.03	10.42	340.78	91.50	1.55	6.66
58+006	3384.10	2904.50	2911.19	2912.53	2915.82	0.03	9.57	359.36	94.40	1.49	6.69
58+021	3384.10	2904.18	2911.69	2912.34	2915.02	0.02	8.15	425.30	97.03	1.17	7.51
58+036	3384.10	2903.76	2911.20	2911.98	2914.66	0.02	8.29	416.56	100.39	1.22	7.44
58+051	3384.10	2903.53	2911.12	2911.65	2914.23	0.02	7.87	438.85	99.65	1.14	7.59
58+066	3384.10	2903.49	2910.99	2911.49	2914.00	0.01	7.75	446.73	103.79	1.12	7.50
58+081	3384.10	2903.30	2911.37	2911.37	2913.85	0.01	7.11	500.29	104.30	0.95	8.07
PROMEDIO		2930.05	2936.76	2937.49	2940.42	0.02	8.40	430.01	103.97	1.27	6.71

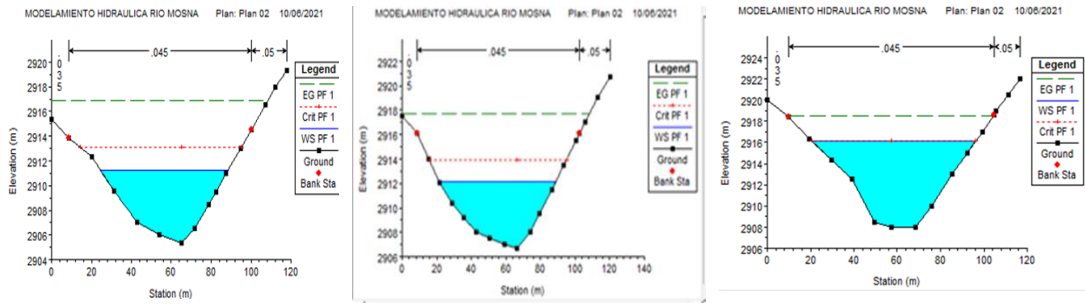
A continuación, se muestra los resultados un Tr= 500 años.

Progresiva	Qttotal (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m)	Top Width (m)	Froude
55+471	4340.10	2950.64	2959.04	2962.38	2970.41	0.05	15.02	296.46	65.24	2.06
55+486	4340.10	2950.59	2959.25	2962.20	2969.01	0.04	13.89	319.53	67.87	1.88
55+501	4340.10	2951.54	2959.01	2961.68	2967.88	0.04	13.23	333.58	77.65	1.92
55+516	4340.10	2952.01	2960.45	2962.10	2966.43	0.02	11.08	414.23	71.77	1.37
55+531	4340.10	2953.00	2961.09	2962.04	2965.64	0.02	9.60	470.69	82.61	1.20
55+546	4340.10	2953.72	2962.07	2962.07	2965.43	0.01	8.42	554.78	84.10	0.98
55+561	4340.10	2954.41	2961.52	2962.03	2965.18	0.01	8.69	524.41	94.13	1.11
55+576	4340.10	2954.91	2962.58	2962.58	2965.36	0.01	7.62	604.83	109.93	0.96
55+591	4340.10	2955.27	2963.02	2963.02	2965.82	0.01	7.65	603.31	110.49	0.95
55+606	4340.10	2955.60	2963.02	2963.02	2965.80	0.01	7.71	606.22	111.25	0.95
55+621	4340.10	2955.65	2961.98	2962.63	2965.49	0.02	8.54	536.07	111.70	1.16
55+636	4340.10	2955.17	2960.16	2961.51	2964.96	0.03	9.86	454.58	113.92	1.51
55+651	4340.10	2953.50	2958.38	2960.09	2964.22	0.04	10.89	414.63	108.16	1.70
55+666	4340.10	2951.50	2956.63	2958.61	2963.37	0.04	11.61	386.83	108.79	1.83
55+681	4340.10	2949.49	2955.51	2957.58	2962.50	0.04	11.74	374.48	100.19	1.83
55+696	4340.10	2947.64	2954.88	2956.86	2961.63	0.04	11.52	380.43	97.01	1.76
55+711	4340.10	2948.50	2955.14	2956.71	2960.57	0.03	10.35	425.52	104.09	1.55
55+726	4340.10	2949.71	2957.07	2957.07	2959.98	0.01	7.68	585.22	101.50	0.99
55+741	4340.10	2950.50	2957.39	2957.39	2960.31	0.01	7.73	584.82	102.02	1.00
55+756	4340.10	2951.12	2957.60	2957.60	2960.53	0.01	7.67	582.92	102.05	1.01
55+771	4340.10	2951.28	2957.88	2957.88	2960.85	0.01	7.83	580.58	99.28	1.01
55+786	4340.10	2951.26	2957.99	2957.99	2961.01	0.01	7.87	572.93	96.50	1.00
55+801	4340.10	2950.80	2958.04	2958.04	2961.09	0.01	7.87	568.82	93.63	0.98
55+816	4340.10	2950.01	2957.13	2957.87	2960.78	0.02	8.78	528.92	110.98	1.16
55+831	4340.10	2949.66	2957.96	2957.96	2960.89	0.01	7.77	586.10	100.00	0.96
55+846	4340.10	2949.62	2958.23	2958.23	2961.24	0.01	7.89	577.51	95.64	0.96
55+861	4340.10	2949.73	2958.71	2958.71	2961.90	0.01	8.14	561.58	89.16	0.97
55+876	4340.10	2949.71	2958.91	2958.91	2962.01	0.01	7.98	568.21	92.57	0.97
55+891	4340.10	2950.25	2959.07	2959.07	2962.10	0.01	7.81	573.74	97.40	0.99
55+906	4340.10	2950.33	2959.17	2959.17	2962.18	0.01	7.93	588.35	98.39	0.95
55+921	4340.10	2949.09	2957.96	2958.72	2961.87	0.01	8.96	517.94	95.29	1.10
55+936	4340.10	2947.51	2955.73	2957.35	2961.36	0.02	10.60	423.08	86.35	1.43
55+951	4340.10	2946.85	2954.74	2956.57	2960.82	0.03	11.04	406.36	85.20	1.50
55+966	4340.10	2945.46	2953.36	2955.45	2960.19	0.03	11.67	381.11	83.44	1.62
55+981	4340.10	2944.80	2952.38	2954.61	2959.53	0.03	11.96	376.66	85.06	1.66
55+996	4340.10	2943.52	2951.17	2953.51	2958.79	0.04	12.29	361.34	84.68	1.78
56+011	4340.10	2942.71	2950.28	2952.67	2958.01	0.04	12.36	357.26	85.47	1.81
56+026	4340.10	2941.81	2949.78	2952.07	2957.16	0.03	12.12	368.71	85.15	1.72
56+041	4340.10	2941.05	2949.09	2951.37	2956.53	0.03	12.62	383.27	90.03	1.63
56+056	4340.10	2940.61	2948.30	2950.63	2955.86	0.04	12.26	363.96	86.13	1.76
56+071	4340.10	2939.90	2947.59	2949.88	2955.07	0.04	12.13	361.07	88.94	1.83
56+086	4340.10	2939.36	2947.40	2949.44	2953.99	0.04	11.37	381.77	91.77	1.78
56+101	4340.10	2939.31	2947.57	2949.26	2952.93	0.03	10.25	423.35	99.08	1.58
56+116	4340.10	2939.34	2947.91	2949.02	2952.09	0.02	9.08	485.99	109.76	1.29
56+131	4340.10	2939.55	2948.32	2948.84	2951.56	0.01	8.09	562.01	120.98	1.06
56+146	4340.10	2939.48	2947.81	2948.52	2951.25	0.02	8.23	536.68	123.24	1.17
56+161	4340.10	2939.54	2947.42	2948.21	2950.90	0.02	8.27	529.12	126.28	1.23
56+176	4340.10	2939.49	2946.85	2947.81	2950.52	0.02	8.62	527.63	132.82	1.24

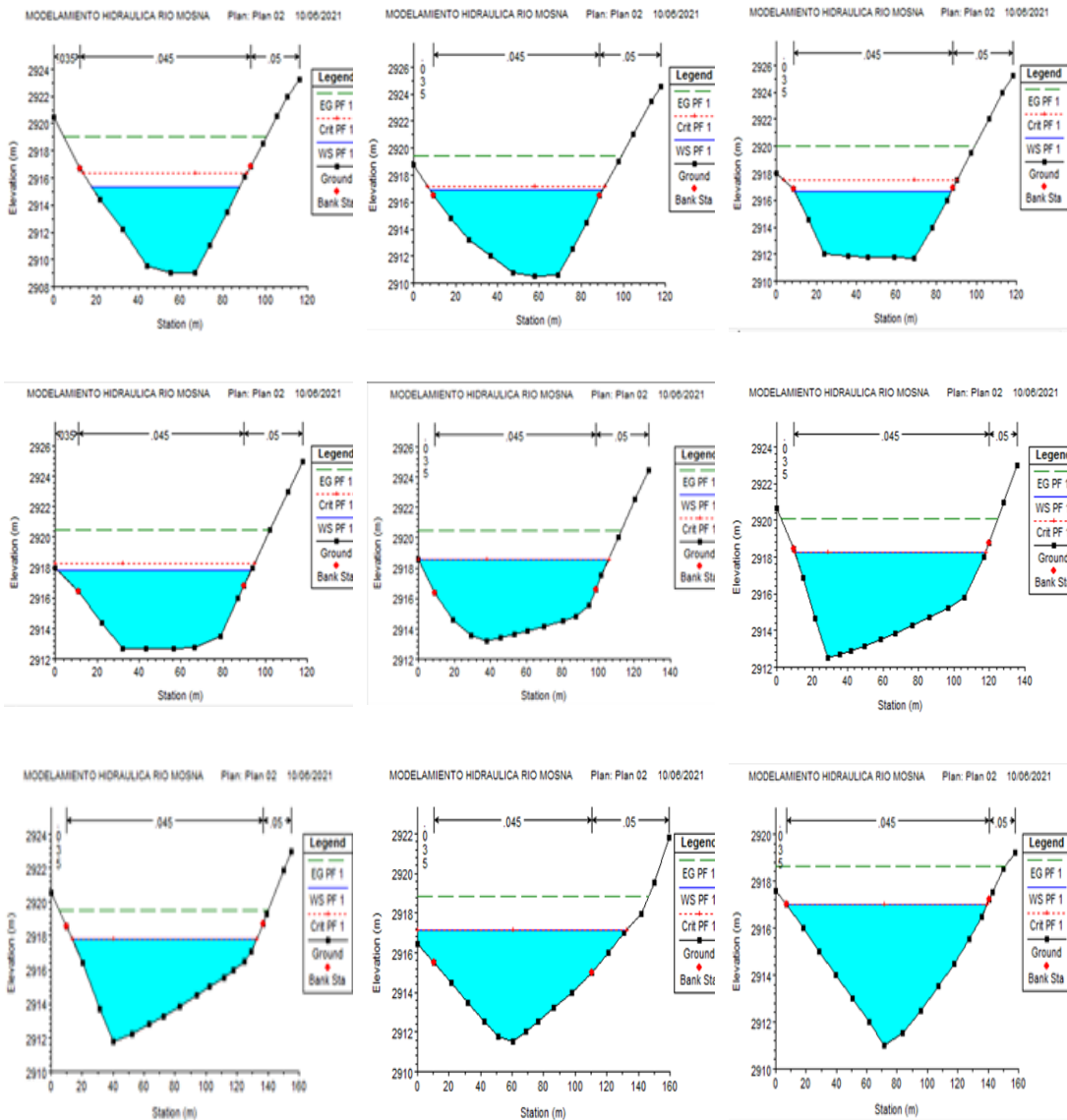
56+191	4340.10	2939.30	2947.60	2947.60	2950.06	0.01	7.07	639.25	130.88	0.93
56+206	4340.10	2939.07	2946.26	2946.99	2949.70	0.02	8.22	528.43	122.71	1.25
56+221	4340.10	2938.85	2945.54	2946.43	2949.26	0.02	8.55	507.70	122.49	1.34
56+236	4340.10	2939.06	2946.98	2946.98	2949.85	0.01	7.51	579.95	103.90	0.99
56+251	4340.10	2938.89	2947.15	2947.15	2950.19	0.01	7.71	563.62	95.07	1.00
56+266	4340.10	2938.32	2946.86	2946.86	2950.10	0.01	7.99	550.95	89.80	0.98
56+281	4340.10	2937.90	2944.22	2945.71	2949.57	0.03	10.24	423.95	86.36	1.47
56+296	4340.10	2937.62	2943.48	2945.06	2949.03	0.03	10.45	419.03	88.94	1.48
56+311	4340.10	2936.80	2943.07	2944.58	2948.48	0.02	10.31	423.21	85.75	1.44
56+326	4340.10	2936.27	2943.79	2944.38	2947.65	0.01	8.71	500.45	88.51	1.14
56+341	4340.10	2936.23	2942.97	2943.97	2947.27	0.02	9.19	472.97	94.58	1.29
56+356	4340.10	2936.77	2941.72	2943.19	2946.72	0.03	9.90	439.13	107.93	1.55
56+371	4340.10	2936.65	2943.52	2943.52	2946.26	0.01	7.35	598.23	112.71	0.98
56+386	4340.10	2935.82	2941.84	2942.86	2945.82	0.02	8.84	491.16	117.02	1.37
56+401	4340.10	2935.49	2942.77	2942.77	2945.30	0.01	7.04	617.53	124.32	1.00
56+416	4340.10	2934.94	2942.70	2942.70	2945.23	0.01	7.05	615.38	121.64	1.00
56+431	4340.10	2934.52	2941.31	2942.16	2944.82	0.02	8.30	523.00	133.37	1.34
56+446	4340.10	2934.26	2940.93	2941.76	2944.33	0.02	8.17	531.39	142.22	1.35
56+461	4340.10	2934.20	2941.71	2941.71	2943.84	0.01	6.52	685.01	169.92	0.96
56+476	4340.10	2934.24	2941.91	2941.91	2944.25	0.01	6.85	656.85	147.46	0.94
56+491	4340.10	2934.21	2940.82	2941.46	2943.93	0.02	7.91	570.31	142.05	1.16
56+506	4340.10	2934.13	2939.99	2940.89	2943.52	0.02	8.38	530.34	145.13	1.32
56+521	4340.10	2934.22	2939.95	2940.56	2943.00	0.02	7.82	572.43	142.14	1.18
56+536	4340.10	2934.14	2939.97	2940.15	2942.58	0.01	7.38	619.12	134.51	1.03
56+551	4340.10	2934.73	2940.41	2940.41	2942.72	0.01	6.84	656.04	143.59	0.97
56+566	4340.10	2934.49	2940.72	2940.72	2943.02	0.01	6.80	658.38	146.50	0.98
56+581	4340.10	2934.18	2940.94	2940.94	2943.08	0.01	6.52	678.59	162.65	0.98
56+596	4340.10	2933.64	2941.10	2941.10	2943.31	0.01	6.76	680.43	156.44	0.93
56+611	4340.10	2933.26	2940.77	2940.81	2943.10	0.01	6.88	660.38	149.63	0.95
56+626	4340.10	2932.99	2939.91	2940.37	2942.80	0.01	7.63	588.80	137.71	1.10
56+641	4340.10	2932.13	2938.20	2939.37	2942.29	0.03	9.02	490.75	136.23	1.45
56+656	4340.10	2932.13	2937.71	2938.83	2941.76	0.03	9.01	495.46	134.59	1.42
56+671	4340.10	2931.84	2937.25	2938.29	2941.28	0.02	9.38	505.77	124.58	1.38
56+686	4340.10	2931.62	2936.81	2937.80	2940.83	0.02	9.53	503.53	116.49	1.38
56+701	4340.10	2931.24	2935.96	2937.11	2940.32	0.02	9.52	479.22	114.48	1.43
56+716	4340.10	2929.96	2934.46	2935.96	2939.67	0.03	10.29	437.21	117.90	1.64
56+731	4340.10	2928.00	2933.09	2934.77	2938.89	0.04	10.90	413.43	113.47	1.74
56+746	4340.10	2926.62	2932.63	2934.21	2938.15	0.03	11.12	429.93	115.34	1.58
56+761	4340.10	2925.49	2931.87	2933.62	2937.51	0.03	10.73	426.14	123.53	1.66
56+776	4340.10	2924.67	2934.03	2934.03	2936.71	0.01	7.49	618.30	116.15	0.91
56+791	4340.10	2923.61	2931.23	2932.69	2936.22	0.02	10.25	456.73	103.63	1.36
56+806	4340.10	2922.61	2930.22	2931.88	2935.74	0.02	10.92	436.49	96.22	1.42
56+821	4340.10	2921.54	2929.02	2930.93	2935.20	0.03	11.34	410.04	93.13	1.52
56+836	4340.10	2920.58	2927.80	2929.89	2934.52	0.04	11.51	381.58	97.87	1.76
56+851	4340.10	2919.87	2927.13	2929.18	2933.65	0.04	11.31	383.61	98.93	1.83
56+866	4340.10	2922.50	2930.43	2930.43	2932.77	0.01	6.78	640.17	138.64	1.01
56+881	4340.10	2924.99	2931.28	2931.28	2933.48	0.01	6.57	660.37	150.08	1.00
56+896	4340.10	2924.99	2931.43	2931.43	2933.58	0.01	6.51	667.72	157.02	1.00
56+911	4340.10	2923.07	2930.63	2930.96	2933.27	0.02	7.19	604.07	145.60	1.12
56+926	4340.10	2922.00	2929.02	2930.02	2932.77	0.02	8.58	505.81	126.78	1.37
56+941	4340.10	2920.65	2928.69	2929.47	2932.38	0.02	8.61	524.83	115.82	1.17
56+956	4340.10	2922.53	2930.37	2930.37	2932.88	0.01	7.14	638.68	132.71	0.95
56+971	4340.10	2924.49	2931.16	2931.16	2933.59	0.01	7.14	656.85	140.13	0.96
56+986	4340.10	2925.90	2931.62	2931.62	2933.95	0.01	6.98	668.19	147.67	0.96
57+001	4340.10	2925.77	2931.93	2931.93	2934.23	0.01	6.97	671.89	148.83	0.95
57+016	4340.10	2925.00	2931.84	2931.84	2934.24	0.01	7.03	653.30	142.48	0.95
57+031	4340.10	2923.99	2931.49	2931.51	2934.04	0.01	7.18	634.21	134.72	0.97
57+046	4340.10	2924.06	2931.93	2931.93	2934.52	0.01	7.43	639.54	124.79	0.94
57+061	4340.10	2926.50	2934.12	2934.12	2936.95	0.01	7.44	583.14	104.03	1.00
57+076	4340.10	2927.63	2935.78	2935.78	2939.07	0.01	8.04	540.07	82.18	1.00
57+091	4340.10	2927.73	2936.27	2936.27	2939.54	0.01	8.01	541.71	83.48	1.00
57+106	4340.10	2926.90	2934.75	2935.74	2939.15	0.02	9.29	467.07	83.43	1.25
57+121	4340.10	2925.70	2933.82	2935.18	2938.69	0.02	9.82	448.86	103.84	1.42
57+136	4340.10	2925.05	2933.79	2934.91	2938.07	0.02	9.18	475.53	103.17	1.31
57+151	4340.10	2924.13	2933.87	2934.53	2937.63	0.01	8.78	523.42	97.28	1.07
57+166	4340.10	2923.59	2933.63	2934.21	2937.47	0.01	9.21	526.17	88.86	1.03
57+181	4340.10	2923.04	2931.92	2933.37	2937.06	0.02	10.22	447.89	89.93	1.29
57+196	4340.10	2922.51	2930.85	2932.57	2936.59	0.02	10.65	416.42	87.79	1.44
57+211	4340.10	2921.71	2930.03	2931.90	2936.08	0.02	11.01	409.05	87.67	1.47
57+226	4340.10	2922.00	2929.20	2931.11	2935.48	0.03	11.11	393.22	90.96	1.66

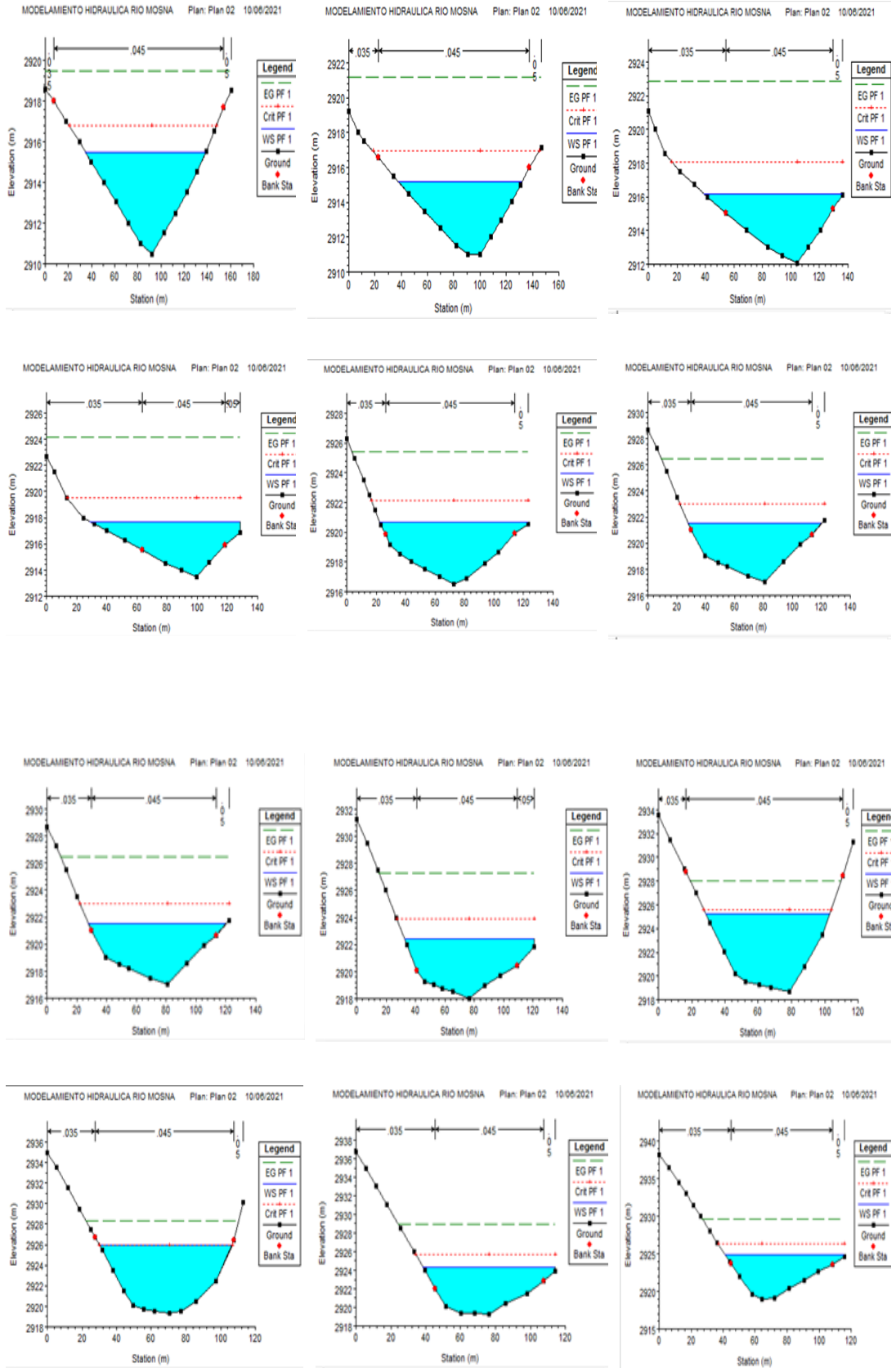
57+241	4340.10	2922.61	2931.49	2931.49	2934.23	0.01	7.41	607.17	114.41	0.96
57+256	4340.10	2924.01	2931.87	2931.87	2934.45	0.01	7.25	626.62	123.17	0.96
57+271	4340.10	2925.24	2932.35	2932.35	2935.05	0.01	7.29	599.64	114.47	0.99
57+286	4340.10	2926.23	2932.16	2932.36	2934.88	0.01	7.30	595.65	126.19	1.06
57+301	4340.10	2926.18	2932.37	2932.37	2934.85	0.01	6.99	622.19	129.36	1.00
57+316	4340.10	2925.02	2931.93	2932.14	2934.58	0.01	7.22	601.66	130.25	1.07
57+331	4340.10	2924.01	2931.80	2931.84	2934.25	0.01	6.93	626.32	133.53	1.02
57+346	4340.10	2923.00	2931.54	2931.58	2933.99	0.01	6.94	626.93	136.54	1.01
57+361	4340.10	2922.50	2931.34	2931.34	2933.88	0.01	7.10	623.61	128.39	0.96
57+376	4340.10	2921.62	2931.23	2931.23	2934.22	0.01	7.91	596.32	104.69	0.94
57+391	4340.10	2921.12	2931.09	2931.09	2934.26	0.01	8.34	591.54	98.71	0.94
57+406	4340.10	2920.52	2929.97	2930.65	2933.97	0.01	9.28	521.93	92.84	1.08
57+421	4340.10	2920.00	2928.61	2929.96	2933.59	0.02	10.33	466.37	92.20	1.26
57+436	4340.10	2919.52	2927.75	2929.33	2933.16	0.02	10.37	430.23	93.49	1.43
57+451	4340.10	2919.04	2927.43	2928.93	2932.62	0.02	10.12	435.85	98.94	1.44
57+466	4340.10	2919.00	2927.46	2928.66	2931.93	0.02	9.37	464.29	102.40	1.37
57+481	4340.10	2918.66	2927.95	2928.45	2931.23	0.02	8.02	541.49	110.33	1.15
57+496	4340.10	2918.15	2927.77	2928.19	2931.00	0.01	7.97	547.51	110.84	1.10
57+511	4340.10	2917.99	2927.57	2927.90	2930.71	0.01	7.85	557.13	111.48	1.07
57+526	4340.10	2917.62	2927.38	2927.60	2930.48	0.01	7.83	565.51	106.21	1.02
57+541	4340.10	2917.75	2927.00	2927.25	2930.24	0.01	8.13	559.29	99.50	1.01
57+556	4340.10	2919.00	2928.64	2928.64	2931.95	0.01	8.32	557.26	85.93	0.95
57+571	4340.10	2918.04	2925.62	2927.27	2931.42	0.02	10.99	421.43	82.90	1.44
57+586	4340.10	2918.50	2925.11	2926.84	2930.91	0.03	10.79	414.68	93.67	1.55
57+601	4340.10	2918.77	2930.35	2930.35	2933.55	0.01	7.93	547.59	86.82	1.01
57+616	4340.10	2919.00	2926.85	2928.63	2932.94	0.02	11.12	408.60	80.62	1.47
57+631	4340.10	2919.31	2926.15	2928.02	2932.42	0.03	11.34	402.39	81.30	1.51
57+646	4340.10	2919.29	2928.28	2928.28	2931.54	0.01	8.01	546.51	87.75	0.98
57+661	4340.10	2918.66	2927.33	2928.00	2931.22	0.02	8.74	496.80	86.58	1.16
57+676	4340.10	2918.00	2923.96	2925.95	2930.51	0.03	11.69	394.20	93.49	1.68
57+691	4340.10	2917.00	2922.88	2924.97	2929.75	0.04	11.73	381.55	99.51	1.81
57+706	4340.10	2916.50	2921.90	2923.99	2928.89	0.04	11.86	378.82	105.38	1.88
57+721	4340.10	2913.51	2918.81	2921.24	2927.69	0.06	14.08	341.35	109.61	2.17
57+736	4340.10	2912.06	2917.33	2919.84	2926.45	0.06	13.76	336.30	111.67	2.23
57+751	4340.10	2910.99	2916.23	2918.65	2924.90	0.08	13.04	333.05	113.20	2.41
57+766	4340.10	2910.49	2916.46	2918.45	2922.92	0.06	11.25	385.81	121.23	2.01
57+781	4340.10	2911.00	2917.50	2918.57	2921.40	0.03	8.75	497.43	141.79	1.45
57+796	4340.10	2911.51	2918.85	2918.85	2921.18	0.01	6.98	671.17	146.55	0.94
57+811	4340.10	2911.77	2919.49	2919.49	2921.92	0.01	6.92	630.32	135.04	0.99
57+826	4340.10	2912.50	2920.07	2920.07	2922.69	0.01	7.19	609.46	122.14	0.98
57+841	4340.10	2913.18	2920.43	2920.43	2923.18	0.01	7.47	605.79	112.76	0.96
57+856	4340.10	2913.09	2920.70	2920.70	2923.72	0.01	7.85	580.94	100.38	0.96
57+871	4340.10	2912.69	2919.63	2920.31	2923.42	0.01	8.74	515.21	99.42	1.14
57+886	4340.10	2911.68	2918.66	2919.67	2923.05	0.02	9.33	475.43	94.51	1.24
57+901	4340.10	2910.50	2918.91	2919.45	2922.56	0.01	8.53	523.16	97.33	1.08
57+916	4340.10	2908.98	2917.53	2918.64	2922.16	0.02	9.53	457.02	85.95	1.28
57+931	4340.10	2907.99	2918.52	2918.52	2921.56	0.01	7.73	561.45	94.67	1.01
57+946	4340.10	2906.68	2914.17	2916.24	2920.83	0.03	11.43	379.87	80.89	1.68
57+961	4340.10	2905.31	2913.24	2915.40	2920.09	0.04	11.59	374.48	82.47	1.74
57+976	4340.10	2905.00	2911.75	2913.99	2919.24	0.04	12.22	364.83	92.43	1.85
57+991	4340.10	2904.61	2911.98	2913.82	2918.15	0.03	11.28	406.44	94.19	1.57
58+006	4340.10	2904.50	2911.85	2913.46	2917.41	0.03	10.52	422.33	96.98	1.52
58+021	4340.10	2904.18	2912.17	2913.26	2916.63	0.02	9.46	472.51	98.93	1.30
58+036	4340.10	2903.76	2911.73	2912.87	2916.22	0.02	9.46	470.23	102.55	1.33
58+051	4340.10	2903.53	2911.70	2912.55	2915.71	0.02	8.95	497.39	101.64	1.22
58+066	4340.10	2903.49	2911.70	2912.37	2915.36	0.02	8.57	521.76	106.88	1.16
58+081	4340.10	2903.30	2912.32	2912.32	2915.18	0.01	7.67	601.53	108.96	0.95
PROMEDIO		2930.05	2937.53	2938.41	2941.82	0.02	9.12	511.36	108.62	1.28

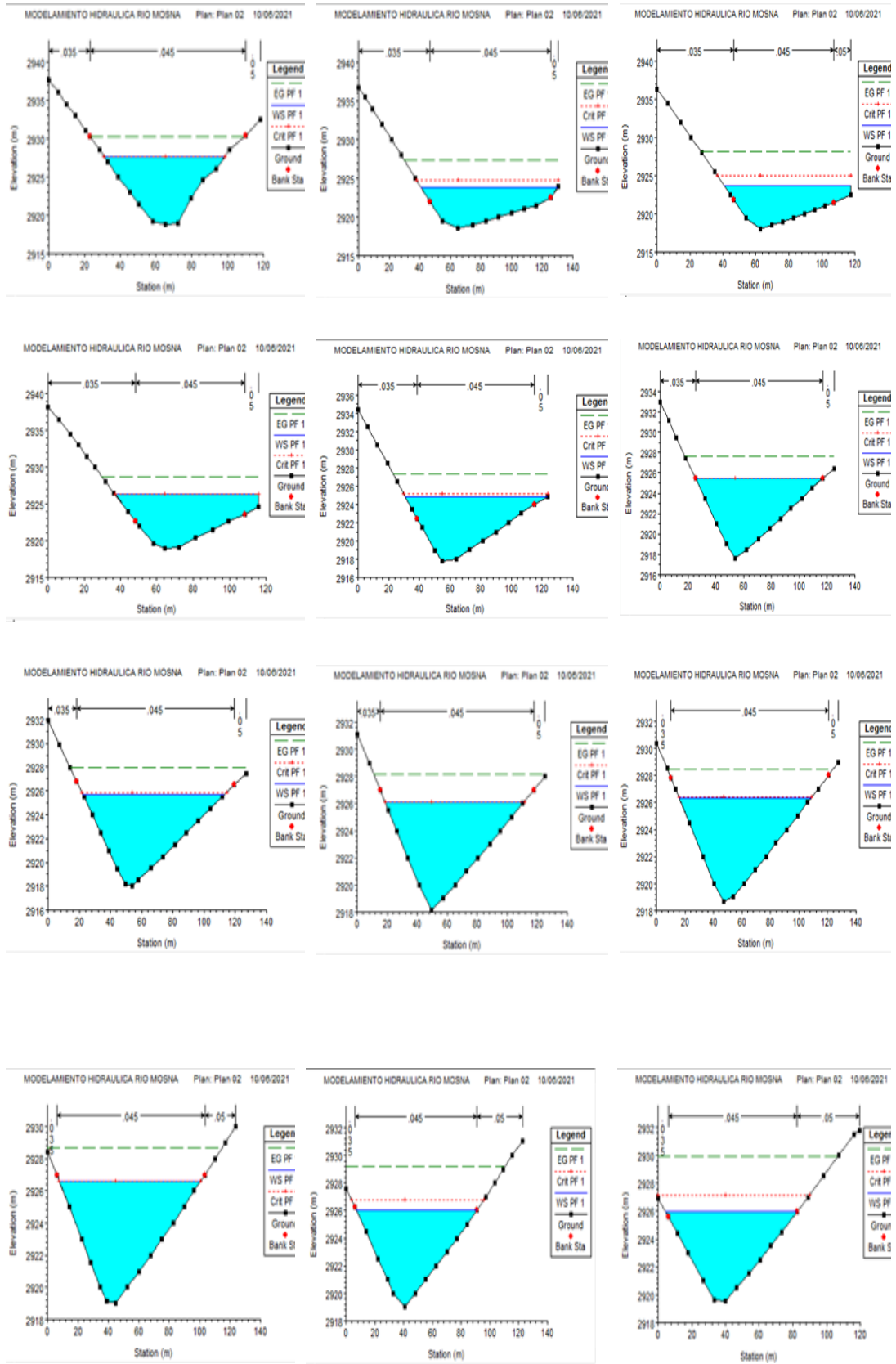


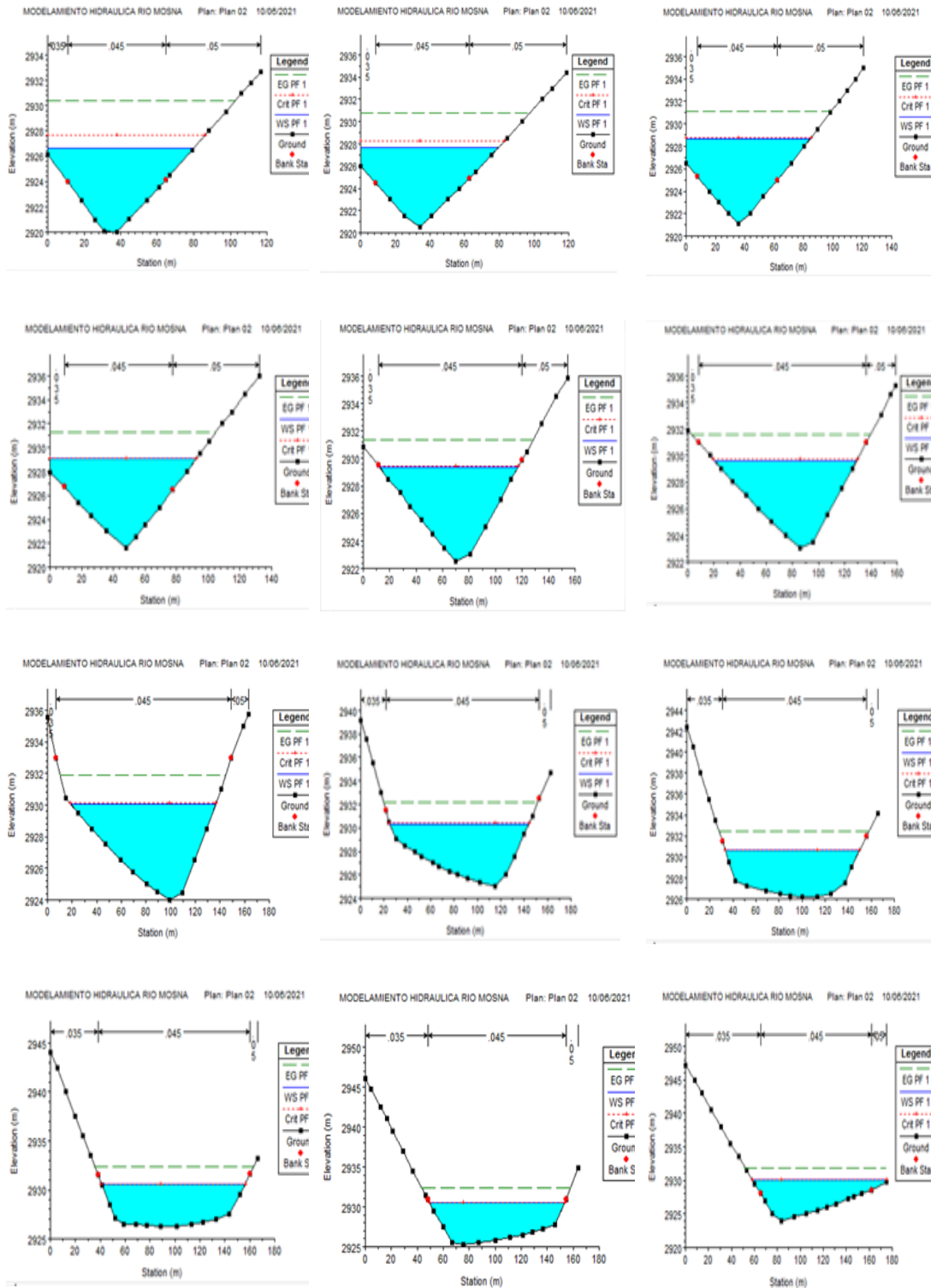


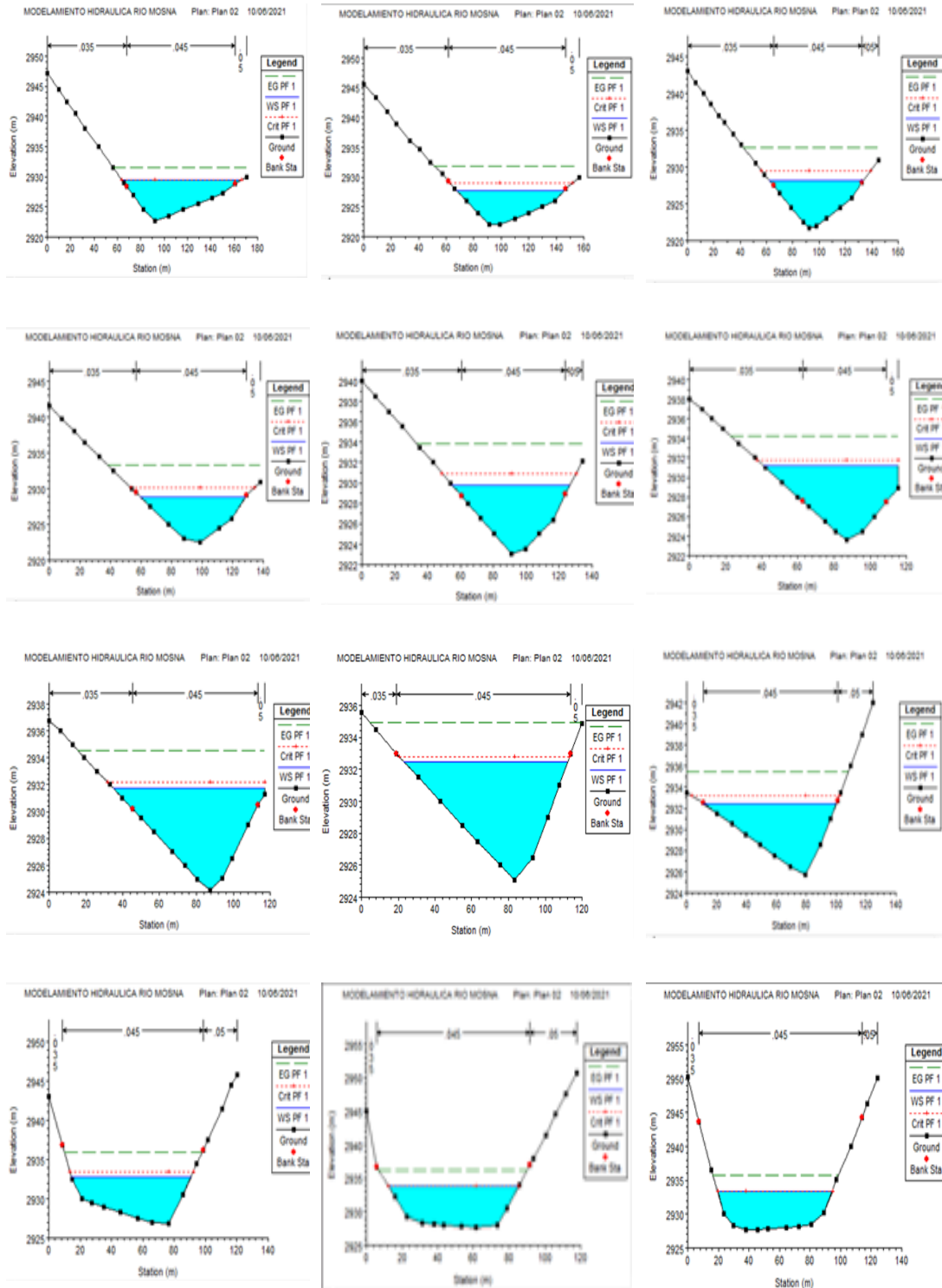
Secciones transversales

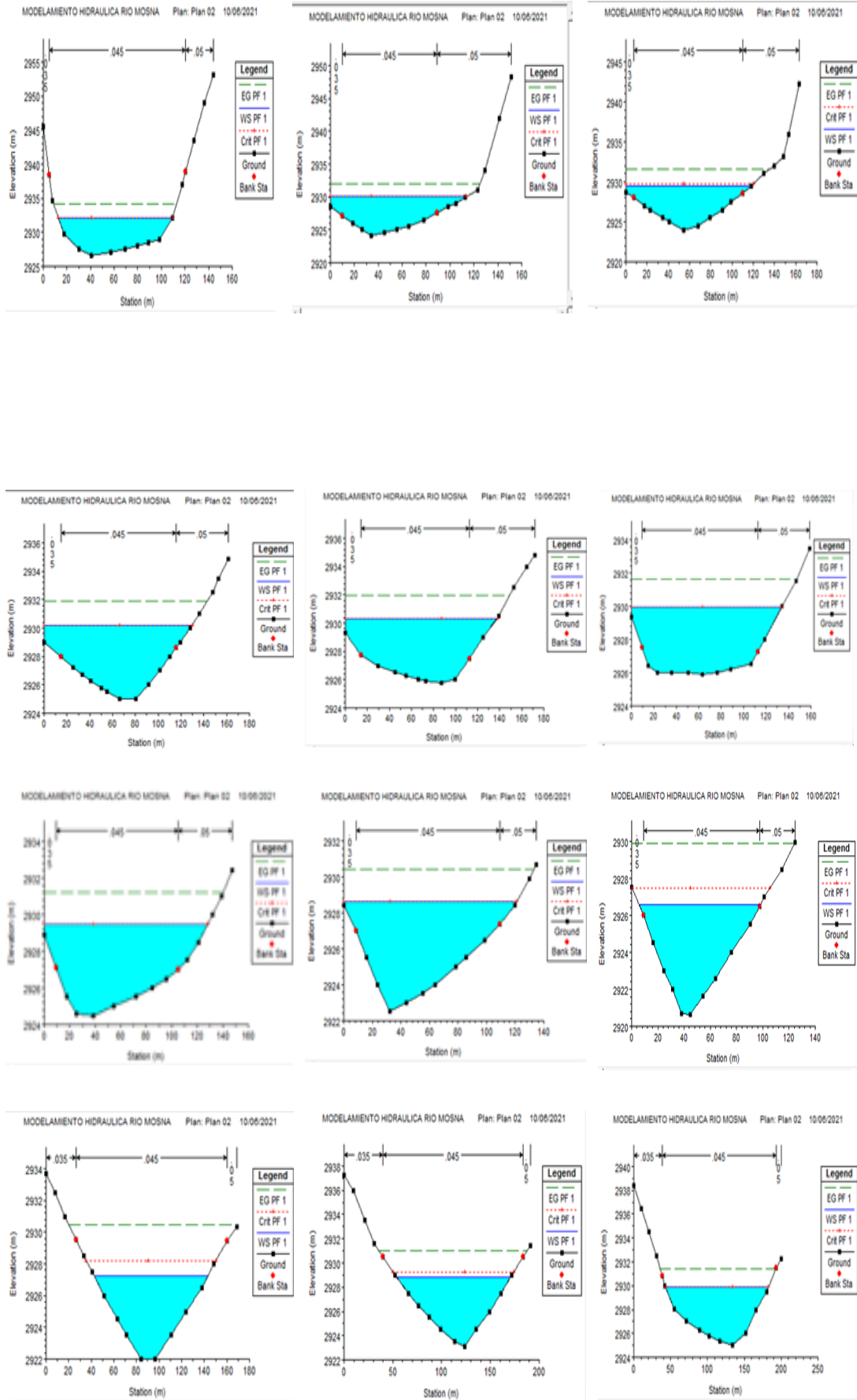


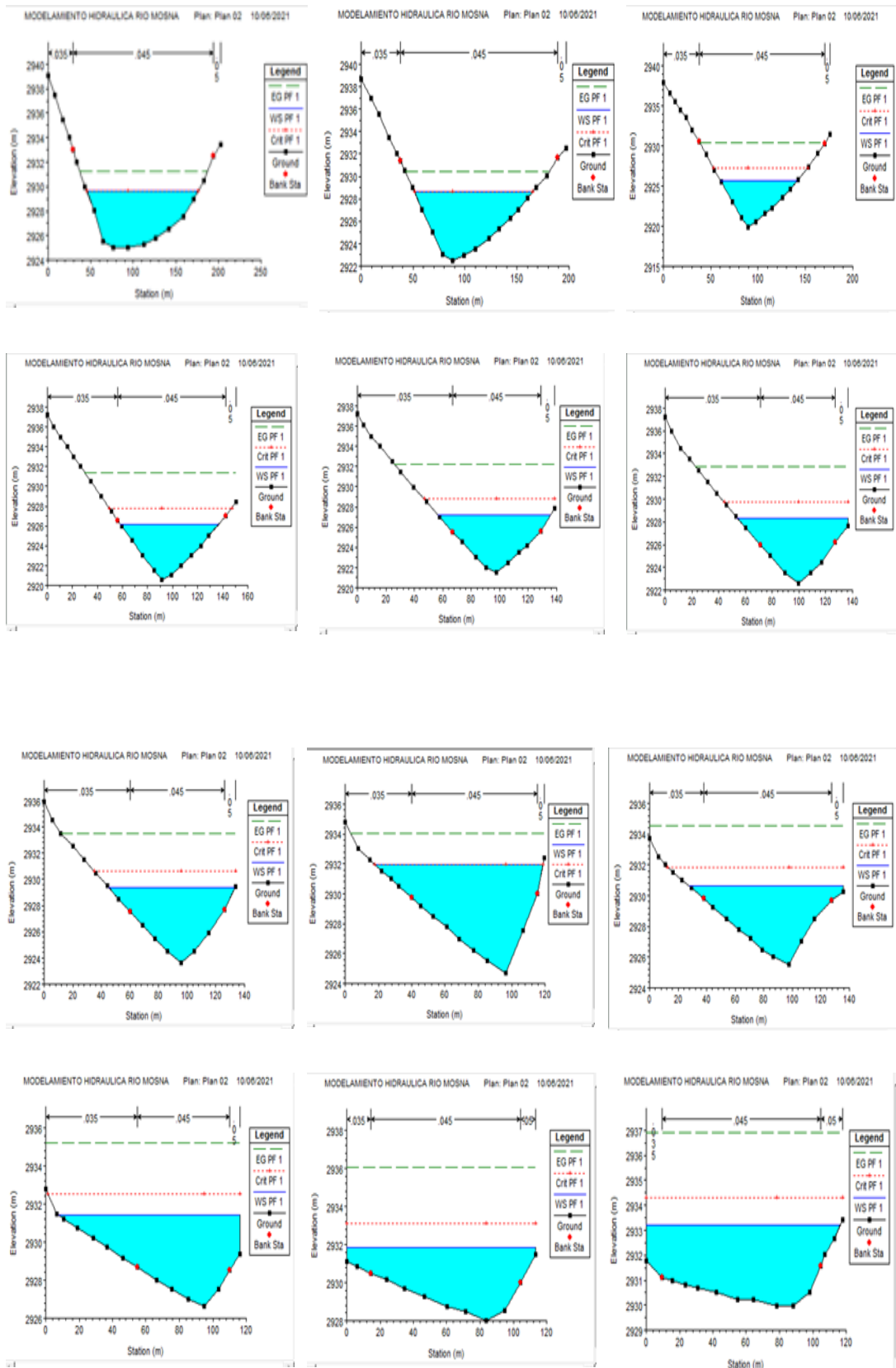


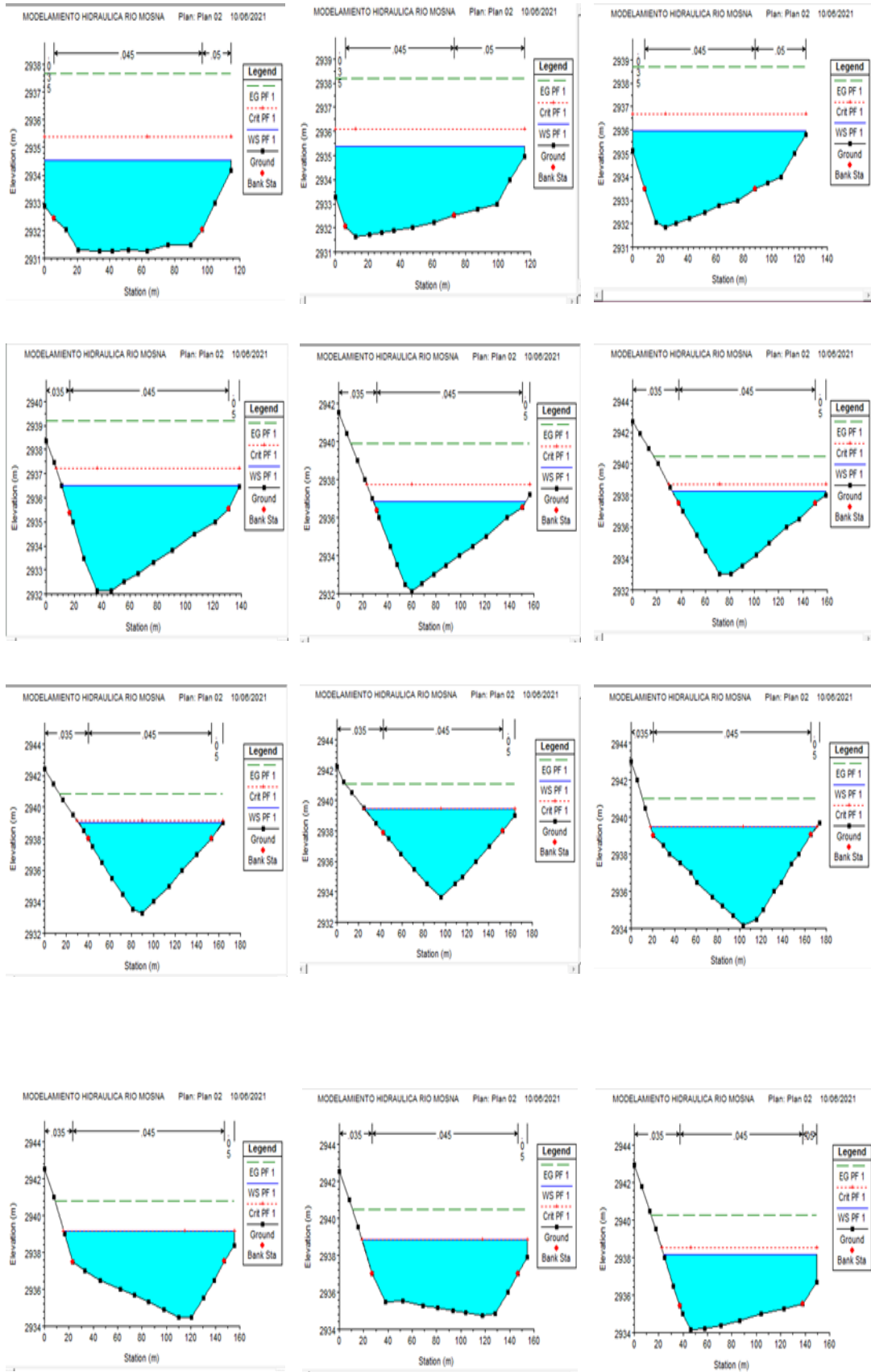


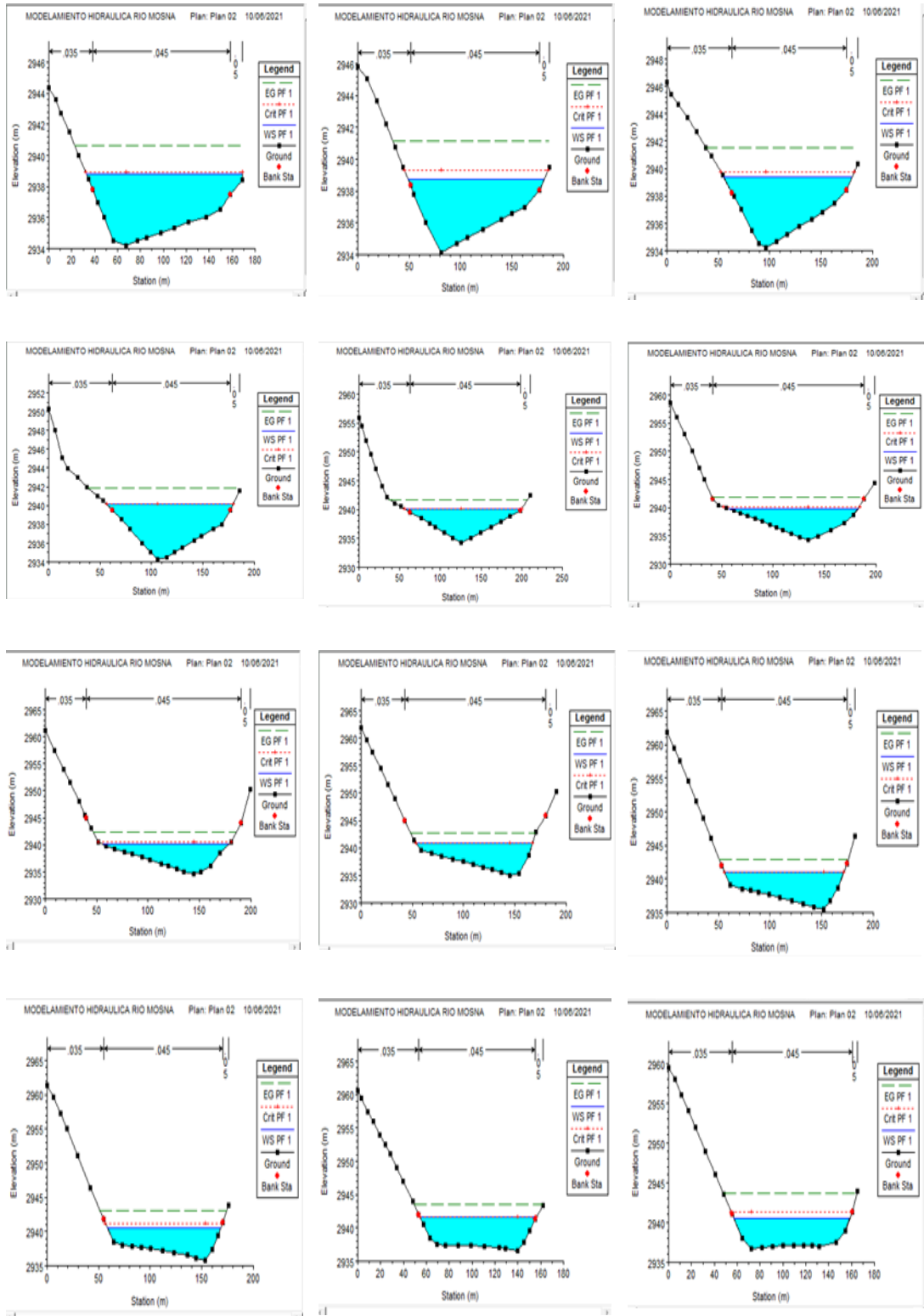


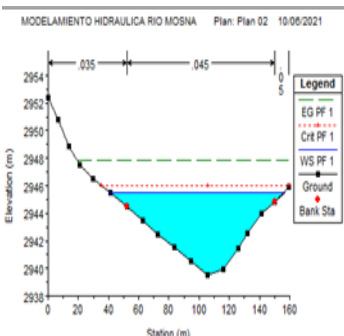
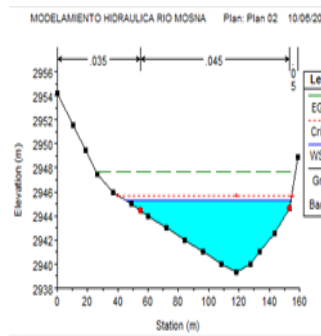
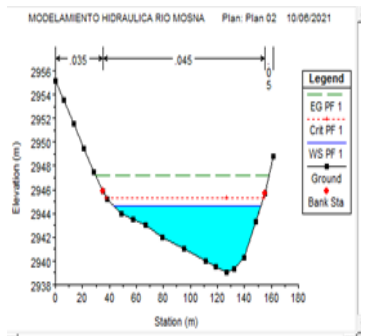
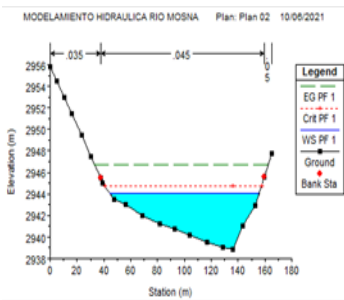
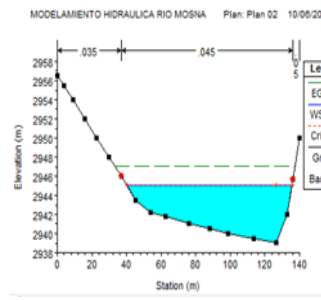
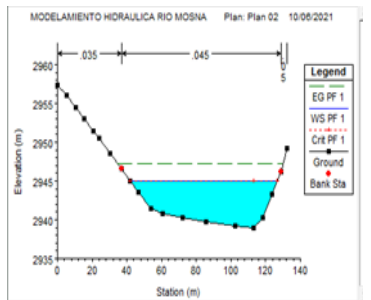
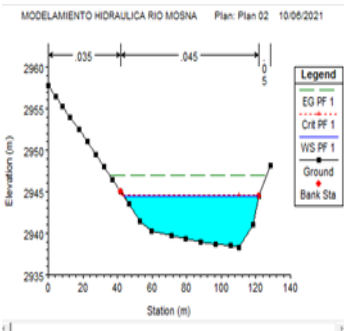
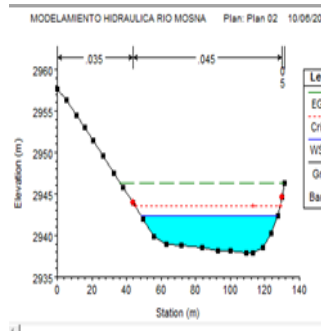
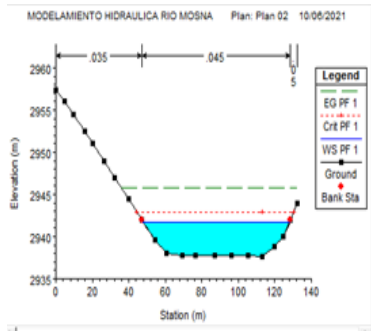
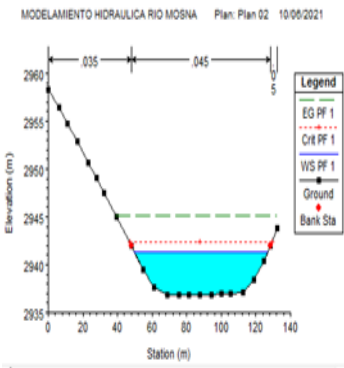
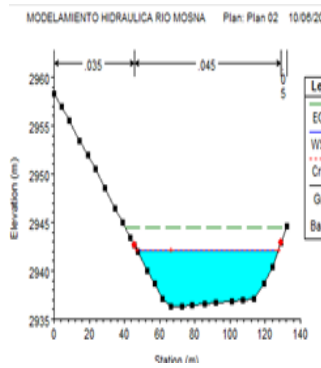
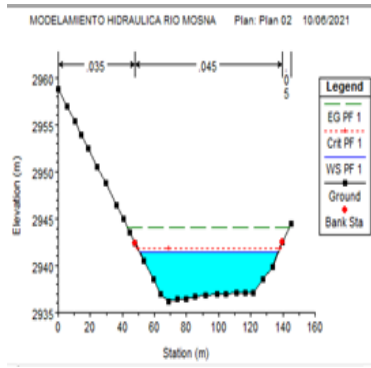


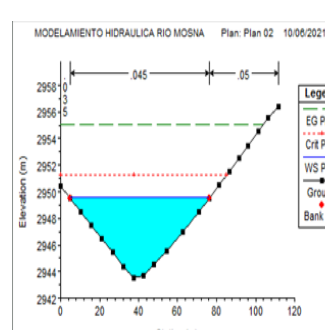
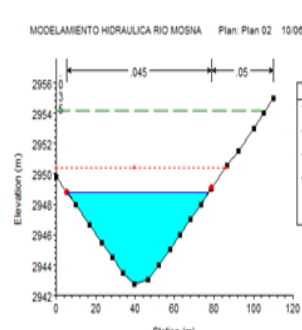
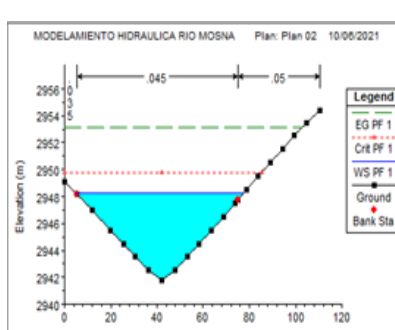
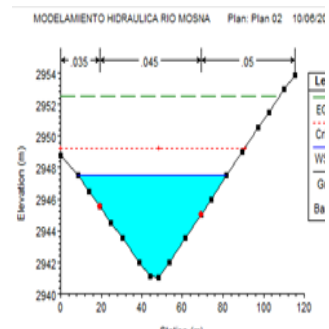
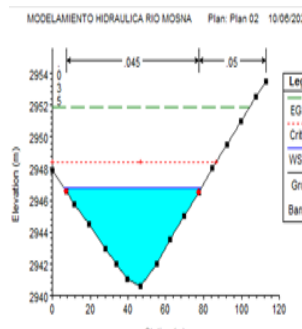
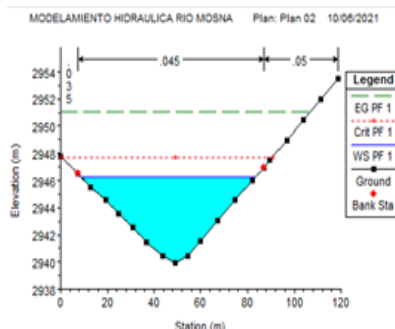
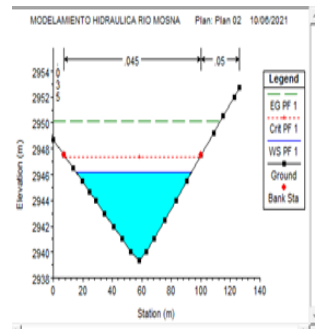
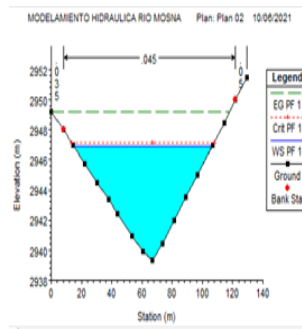
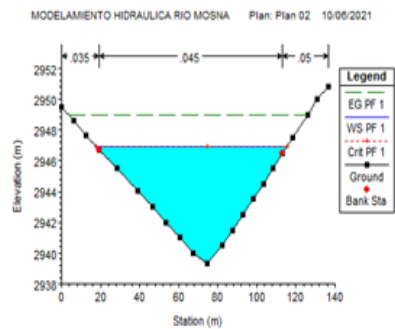
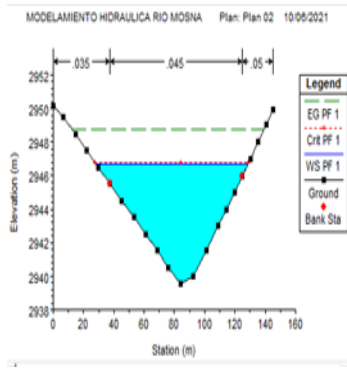
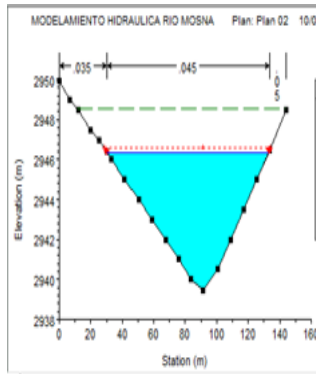
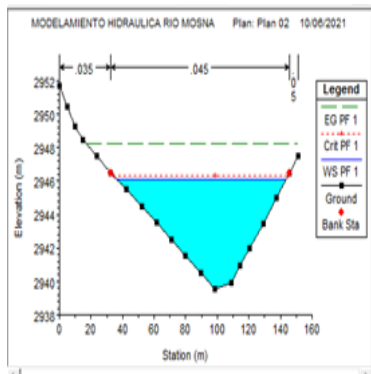


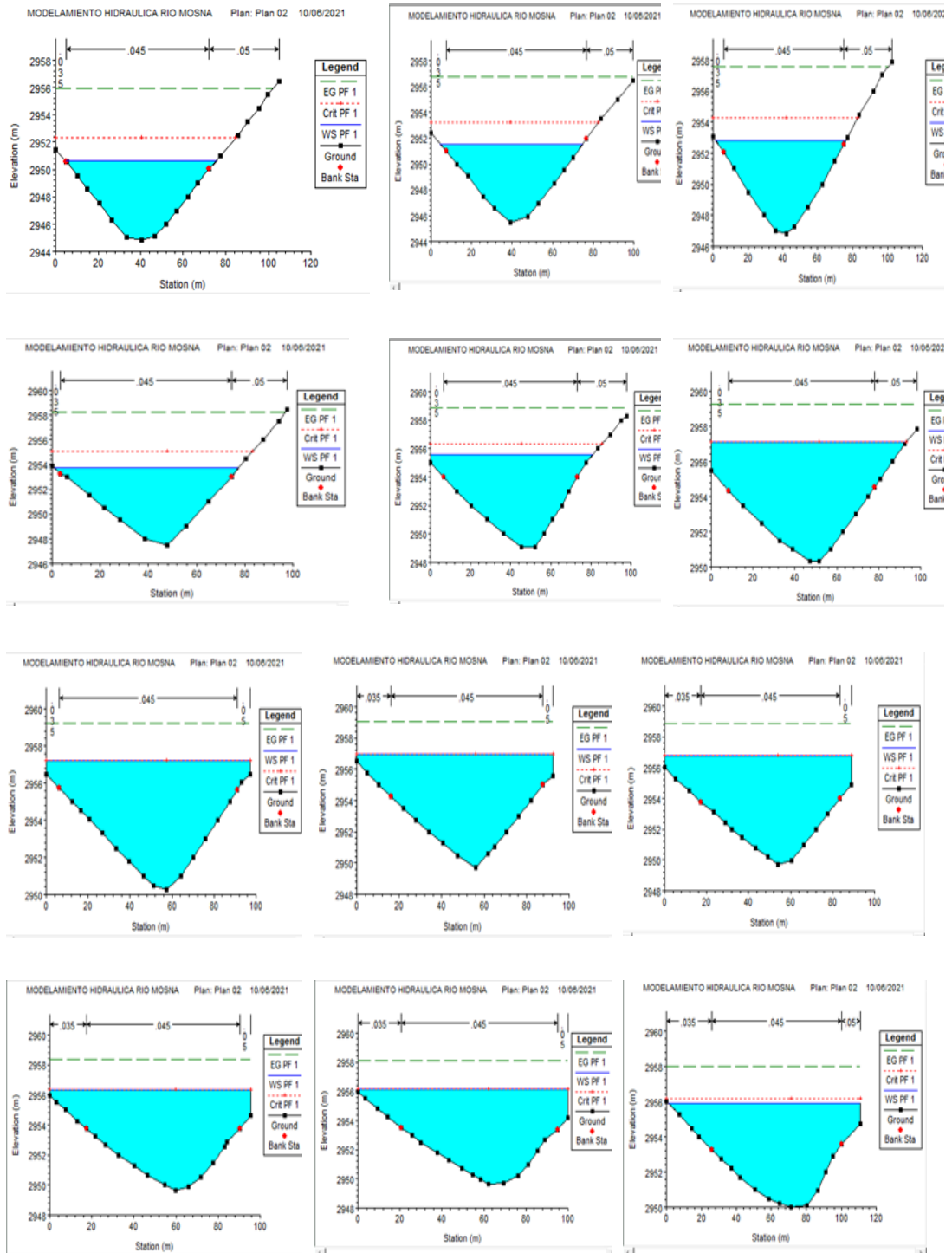


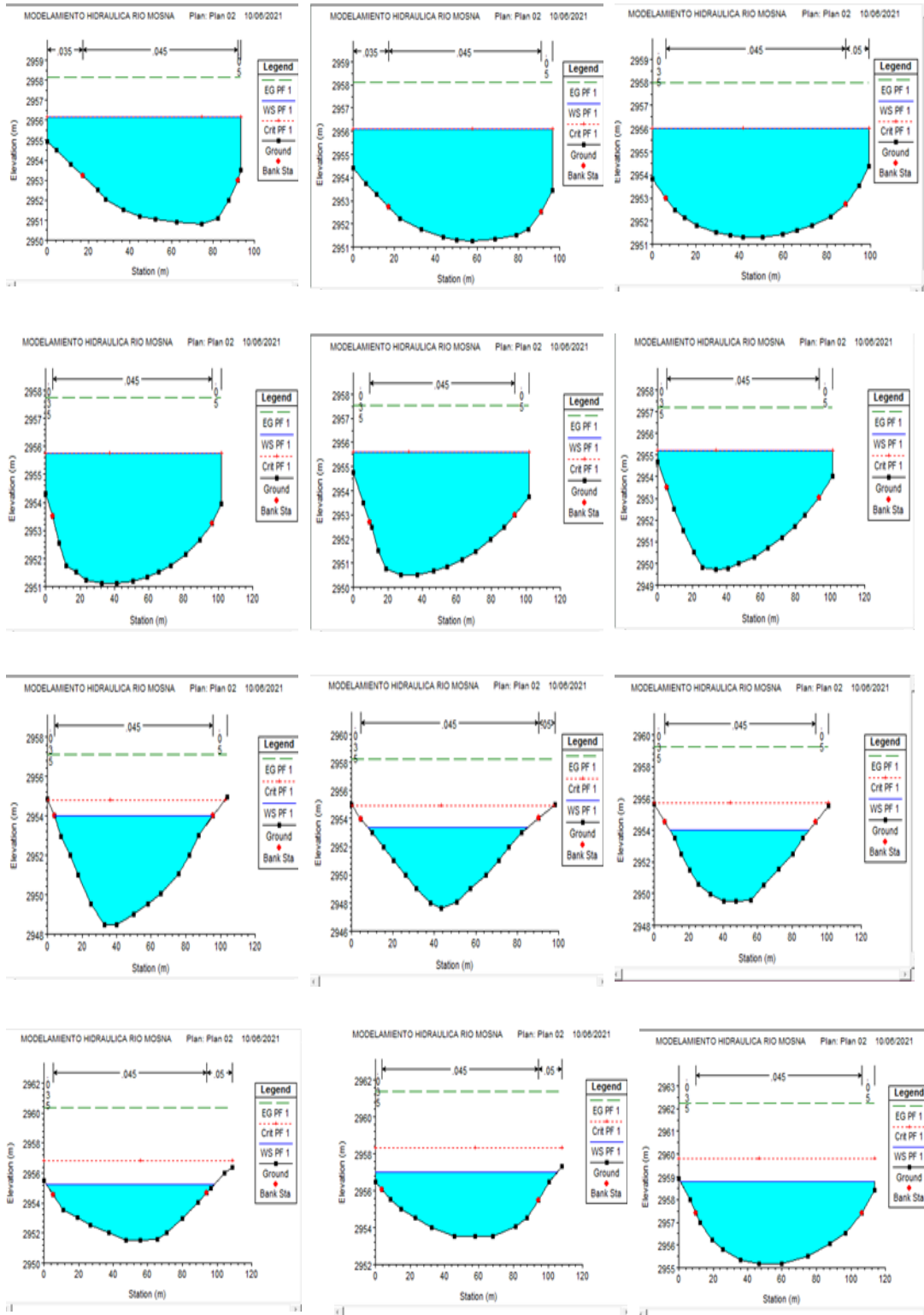


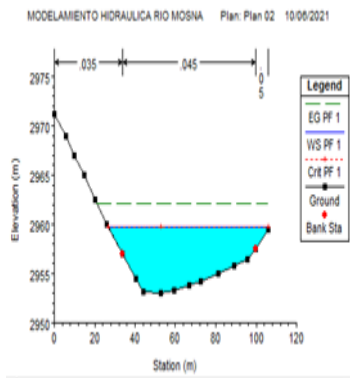
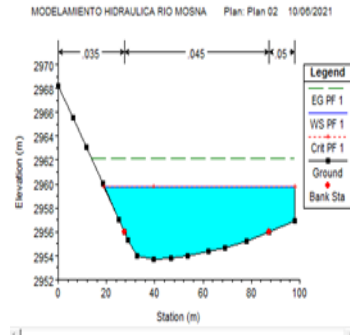
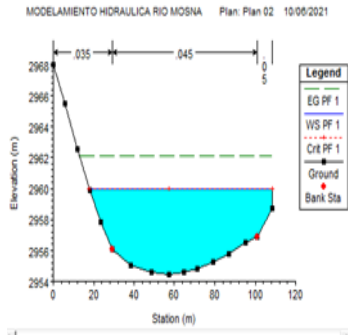
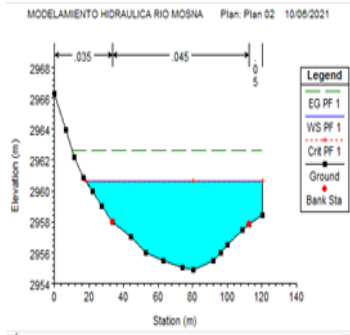
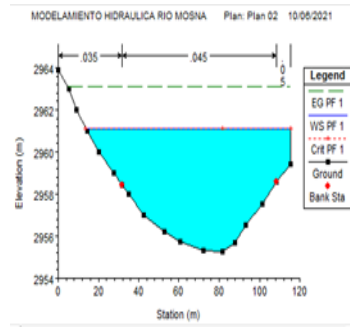
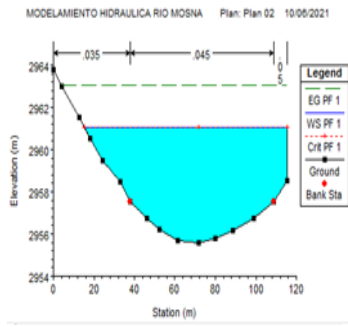
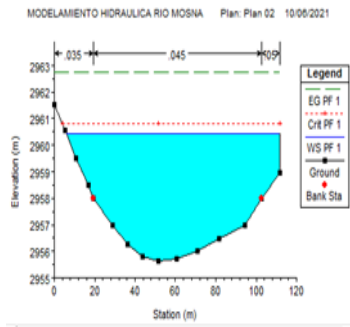












Anexo 5
Panel fotográfico



